

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ

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

2017 № 4

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

В. В. Васильев, О. В. Лёвкина. Производство сои и соевых кормовых продуктов в Беларуси	5
О. А. Пашкевич, В. О. Лёвкина. Зарубежный опыт развития сельских территорий.....	9
Р. К. Ленькова, Е. В. Карачевская. Диверсификация рынков сбыта с учетом трансфертных цен молокоперерабатывающих предприятий АПК.....	15
Б. М. Шундалов. Экономическая оценка продукции луговых земель Беларуси.....	19
М. В. Тимошенко, А. А. Музыка, Н. Н. Шматко, А. А. Москалев. Оценка экономической эффективности отрасли молочного скотоводства в сельскохозяйственных организациях Минской области.....	25
О. А. Сущеня. Особенности формирования и развития регионального рынка комбикормов Республики Беларусь.....	31
Р. К. Ленькова, Е. В. Карачевская. Обоснование эффективности производства и реализации овощной продукции защищенного грунта в КУП «Минская овощная фабрика»	36

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

Л. Н. Вислобокова, Ю. П. Скорочкин, В. А. Воронцов. Научные основы совершенствования основной обработки почвы в Тамбовской области.....	42
Н. А. Самойленко, Р. Н. Буцик. Моделирование продолжительности эксплуатации плодородных насаждений земляники в условиях Северного Причерноморья	48
Н. А. Шугурова, Н. Н. Кутищева. Создание гибридов подсолнечника на стационарном инфекционном фоне	52
А. В. Дробыш, Г. И. Тарануха. Элементы структуры урожайности перспективных сортов-разцов озимой мягкой пшеницы	57
А. Л. Исакова, А. В. Исаков. Жизнеспособность и фертильность пыльцы нигеллы посевной (<i>Nigella Sativa</i> L.) и нигеллы дамасской (<i>Nigella Damascena</i> L.)	61
Г. И. Витко. Корреляции между количественными признаками у сортов узколистного люпина с различными типами ветвления.....	65
С. В. Авраменко. Стабилизация урожайности пшеницы озимой при экстремально поздних сроках сева в левобережной Лесостепи Украины	72
Н. И. Васько, А. Г. Наумов, П. Н. Солонечный, О. Е. Важенина, О. В. Солонечная, А. В. Зимогляд. Зависимость продолжительности межфазных периодов и урожайности ярового ячменя от погодных условий.....	77

В. Б. Воробьев, В. В. Козлова. Влияние азотных подкормок на массу растительных остатков озимой пшеницы, возделываемой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с различным содержанием гумуса.....	82
О. Н. Пристацкая, Г. Я. Биловус, И. С. Волощук, О. М. Случак. Развитие болезней рапса озимого в зависимости от сроков сева и норм высева семян.....	86
Е. А. Дубинкина, Н. Н. Беляев. Белорусские сорта яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Черноземья.....	90
В. А. Самусь. Система производства оздоровленного посадочного материала плодовых и ягодных культур в Республике Беларусь.....	94
М. И. Бочарова, Н. Н. Батерук. Оценка коллекционных образцов райграса многолетнего по морфологическим и хозяйственно ценным признакам.....	99
А. М. Влащук, Н. Н. Прищепо, А. С. Колпакова. Влияние приёмов агротехники на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости.....	105
А. В. Кохан, Л. Д. Глущенко, Р. В. Оленир, Л. С. Еремко. Продуктивность кукурузы в зависимости от основной обработки почвы и внесения удобрений в зоне левобережной Лесостепи Украины.....	109
Е. Л. Андроник, Е. В. Иванова. Отбор индивидуальных высокопродуктивных растений льна масличного в гибридной популяции F ₂	114
Г. В. Толкач, С. С. Позняк, С. М. Токарчук. Визуализация данных о содержании тяжелых металлов в почвах Брестского района с использованием гис-технологий.....	118
Е. И. Демидович. Влияние предуборочных обработок на остаточный эффект хранения плодов яблоны.....	124
Г. А. Новик, А. М. Криворот. Влияние осадков вегетационного периода и типа мульчирующего материала на распространённость болезней во время хранения земляники садовой в Беларуси.....	129
А. В. Амелин, А. Н. Фесенко, Е. И. Чекалин, В. В. Заикин. Реакция фотосинтеза листьев сортов гречихи разных периодов селекции на изменение интенсивности света и концентрации CO ₂ в воздухе.....	133

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

В. И. Вихров. Кросскорреляционный анализ взаимной инерционности суточного хода агрометеорологических факторов развития растений.....	137
М. Г. Голченко, А. Н. Басаревский, Д. А. Емельяненко. Технология удобрительно-увлажнительного дождевания.....	141
Т. Н. Мыслыва, О. А. Куцаева, А. А. Подлесный. Сравнение эффективности методов интерполяции на основе ГИС для оценки пространственного распределения гумуса в почве.....	146
В. А. Свитин, В. В. Матасева. Земельно-ресурсные аспекты становления «зеленой» экономики в сельской местности.....	153

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

В. Р. Петровец, С. В. Курзенков, Н. И. Дудко, Д. В. Греков. Математическая модель пахотного слоя почвы как сплошной сыпучей среды, сжимаемой и способной к самоорганизации при ее обработке.....	160
В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, С. В. Курзенков, В. А. Левчук, М. В. Цайц. Уравнения траектории движения рабочего органа обмолачивающего устройства колебательного типа линии первичной переработки льна «Van Dommele».....	164
В. Р. Петровец, Н. И. Дудко, С. В. Курзенков, Д. В. Греков. К вопросу создания инновационных конструкций и технологических схем сошников для посевных агрегатов.....	169
В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук. Анализ устройств для отделения семян льна от стеблей.....	174
В. П. Чеботарев. Системный анализ поточных технологических линий послеуборочной обработки зерна.....	181

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

П. А. Саскевич, И. В. Шафранская, Т. Л. Хроменкова, А. М. Пугач. Память жива (к 90-летию со дня рождения А. Ф. Двойнишникова).....	185
---	-----

BULLETIN

OF THE BELARUSSIAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY

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

2017 № 4

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

CONTENTS

AGRICULTURAL ECONOMICS

V. V. Vasilev, O. V. Levkina. Production of soy and soy fodder products in Belarus.....	5
O. A. Pashkevich, V. O. Levkina. Foreign experience of rural areas development	9
R. K. Lenkova, E. V. Karachevskaya. Diversification of sales markets taking into account transfer prices at milk-processing enterprises of AIC.....	15
B. M. Shundalov. Economic estimation of Belarusian meadow lands produce	19
M. V. Timoshenko, A. A. Muzyka, N. N. Shmatko, A. A. Moskalev. Estimation of economic efficiency of dairy cattle breeding in agricultural organizations of Minsk region	25
O. A. Sushchenia. Peculiarities of the formation and development of the regional market of combined fodder in the Republic of Belarus	31
R. K. Lenkova, E. V. Karachevskaya. Justification of efficiency of production and realization of vegetable produce from protected ground in 'Minsk vegetable factory'	36

FARMING AND PLANT-GROWING

L. N. Vislobokova, Iu. P. Skorochkin, V. A. Vorontsov. Scientific bases of improvement of the main tillage of soil in Tambov region	42
N. A. Samoilenko, R. N. Butsik. Modeling of duration of exploitation of fruit-bearing strawberry plantations in the conditions of northern Black Sea Region.....	48
N. A. Shugurova, N. N. Kutishcheva. Creation of sunflower hybrids in stationary infection background.....	52
A. V. Drobys, G. I. Taranukho. Elements of productivity structure of promising variety samples of soft winter wheat.....	57
A. L. Isakova, A. V. Isakov. Viability and fertility of pollen of <i>Nigella sativa</i> L. and <i>Nigella damascena</i> L.	61
G. I. Vitko. Correlation between quantitative indicators of narrow-leaf lupine varieties with different types of branching	65
S. V. Avramenko. Stabilization of winter wheat productivity with extremely late sowing time in the left-bank forest-steppe of Ukraine.....	72
N. I. Vasko, A. G. Naumov, P. N. Solonechnyi, O. E. Vazhenina, O. V. Solonechnaia, A. V. Zimoglyad. Dependence of duration of inter-phase periods and spring barley yield on weather conditions	77

V. B. Vorobev, V. V. Kozlova. The influence of nitrogen feeding on the weight of plant residue of winter wheat cultivated on sward-podzolic light loamy soils with different content of humus	82
O. N. Pristatskaia, G. Ia. Bilovus, I. S. Voloshchuk, O. M. Sluchak. Development of winter rape diseases depending on sowing time and seeding rates	86
E. A. Dubinkina, N. N. Beliaev. Belarusian varieties of soft spring wheat in the conditions of Central Black Earth Region	90
V. A. Samus. The system of production of healthy planting material of fruit and berry crops in the Republic of Belarus	94
M. I. Bocharova, N. N. Bateruk. Estimation of collection samples of perennial ryegrass according to morphological and economically-valuable indicators	99
A. M. Vlashchuk, N. N. Prishchepo, A. S. Kolpakova. The influence of agro-technical methods on the yield of corn hybrids of different maturity groups	105
A. V. Kokhan, L. D. Glushchenko, R. V. Olepir, L. S. Eremko. Cord productivity depending on the main soil tillage and fertilizer application in the zone of left-bank forest-steppe of Ukraine	109
E. L. Andronik, E. V. Ivanova. Selection of individual highly-productive plants of oil flax in hybrid population F ₂	114
G. V. Tolkach, S. M. Tokarchuk, S. S. Pozniak. Visualizing data about the content of heavy metals in the soils of Brest region with the use of GIS-technologies	118
E. I. Demidovich. The influence of pre-harvesting treatment on residual effect of apple storage	124
G. A. Novik, A. M. Krivorot. The influence of precipitation during vegetation and the type of mulching material on the prevalence of diseases during the storage of garden strawberry in Belarus	129
A. V. Amelin, A. N. Fesenko, E. I. Chekalin, V. V. Zaikin. The photosynthesis reaction of leaves of buckwheat varieties of different breeding periods on the change in light intensity and concentration of CO ₂ in the air	133

MELIORATION AND LAND USE PLANNING

V. I. Vikhrov. Cross-correlation analysis of mutual inertia of day variation of agro-meteorological factors of plants development	137
M. G. Golchenko, A. N. Basarevskii, D. A. Emelianenko. Fertilizing-moistening sprinkling technology	141
T. N. Myslyva, O. A. Kutsaeva, A. A. Podlesnyi. Comparison of efficiency of interpolation methods on the basis of GIS for the estimation of spatial distribution of humus in the soil	146
V. A. Svitin, V. V. Mataseva. Land-resource aspects of the formation of 'green' economy in rural areas	153

MECHANIZATION AND POWER ENGINEERING

V. R. Petrovets, S. V. Kurzenkov, N. I. Dudko, D. V. Grekov. Mathematical model of arable layer of soil as continuous loose medium which is compressible and capable of self-organization when tilled	160
V. A. Sharshunov, A. S. Alekseenko, S. V. Kurzenkov, V. A. Levchuk, M. V. Tsaits. Equations of trajectory of working organ of threshing device of oscillatory type in the "Van Dommele" line of the primary processing of flax	164
V. R. Petrovets, N. I. Dudko, S. V. Kurzenkov, D. V. Grekov. On the issue of creating innovative designs and technological schemes of ploughshares for sowing units	169
V. A. Sharshunov, A. S. Alekseenko, M. V. Tsaits, V. A. Levchuk. Analysis of devices for the separation of flax seeds from stems	174
V. P. Chebotarev. System analysis of conveyer technological lines of after-harvest treatment of grain	181

JUBILEE DATES

P. A. Saskevich, I. V. Shafranskaia, T. L. Khromenkova, A. M. Pugach. The memory is alive (<i>on the 90th anniversary of the birth of A. F. Dvoishnikov</i>)	185
--	-----

АГРАРНАЯ ЭКОНОМИКА

УДК: 633.34 (476)

ПРОИЗВОДСТВО СОИ И СОЕВЫХ КОРМОВЫХ ПРОДУКТОВ В БЕЛАРУСИ

В. В. ВАСИЛЬЕВ, О. В. ЛЁВКИНА

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

(Поступила в редакцию 21.09.2017)

Одним из факторов, сдерживающих развитие животноводства и повышение его продуктивности в Республике Беларусь, является недостаточная обеспеченность сельскохозяйственных животных и птицы высококачественными кормами, сбалансированными по питательным веществам, и в первую очередь, по переваримому протеину. Дефицит кормового белка в настоящее время составляет около 30 %, что ведет к значительному перерасходу кормов, и, как следствие, повышению себестоимости животноводческой продукции и снижению ее рентабельности. Исследования показывают, что одной из ценнейших культур, способных сбалансировать рационы животных высококачественным по аминокислотному составу белком, является соя. В комбикормовой промышленности Беларуси в качестве белковой составляющей часто используется соевый шрот, основной объем которого наша страна вынуждена импортировать, затрачивая значительные валютные средства. В последние годы также увеличились импортные закупки соевого зерна, что обусловлено появлением в нашей стране предприятий, занимающихся производством соевых кормовых продуктов. Объемы отечественного производства сои незначительны (в 2016 г. – 2,08 тыс. т), кроме того посевные площади этой ценной белково-масличной культуры ежегодно сокращаются. На наш взгляд, в сложившихся условиях наиболее целесообразным является расширение масштабов производства соевого зерна, а также увеличение объемов его переработки. Проведенные исследования показали, что особого внимания заслуживает производство экструдированного соевого зерна и использование его в составе различных зерносмесей в качестве белкового компонента, что обусловлено наиболее низкой стоимостью переваримого протеина, содержащегося в экструдированной сое по сравнению с другими соевыми кормовыми продуктами. Это позволит качественно и с наименьшими затратами укрепить кормовую базу для всех видов животных и птицы, а также значительно сократить импорт соевого зерна и соепродуктов.

Ключевые слова: растительный белок, соя, производство, переработка, импорт, соевый шрот, экструдированное соевое зерно.

One of the factors hampering the development of livestock raising and increasing its productivity in the Republic of Belarus is insufficient provision of agricultural animals and poultry with high-quality feeds balanced by nutrients, and first of all by digestible protein. Deficiency of fodder protein is currently about 30%, which leads to a significant over-expenditure of feed, and as a result, an increase in the cost of livestock products and a decrease in its profitability. Studies show that one of the most valuable crops, able to balance animal rations with a high-quality protein rich in amino acids, is soy. In the feed industry of Belarus, soybean meal is often used as a protein component, the bulk of which our country is forced to import, expending considerable volume of foreign currency. In recent years, the import purchases of soybean grain also increased, which is due to the appearance in our country of enterprises engaged in the production of soybean fodder products. The volume of domestic production of soy is insignificant (in 2016 – 2.08 thousand tons), in addition, the sown areas of this valuable protein-oil crop annually decline. In our opinion, in the current circumstances, the most expedient is to expand the scale of production of soybean grain, as well as increase the volume of its processing. Studies have shown that special attention should be paid to the production of extruded soybean grain and its use in various grain mixtures as a protein component, which is due to the lowest cost of digestible protein contained in extruded soybean as compared to other soybean food products. This will allow us to strengthen the fodder base for all kinds of animals and poultry maintaining high quality and at low cost, and also significantly reduce the import of soybean grain and soy products.

Key words: vegetable protein, soybean, production, processing, import, soybean meal, extruded soybean grain.

Введение

Одним из основных стратегических направлений современной аграрной политики Республики Беларусь является наращивание объемов производства и реализации конкурентоспособной животноводческой продукции, а также повышение ее эффективности. Как известно, важнейшим фактором обеспечения устойчивого экономического роста отрасли животноводства является полноценное и сбалансированное кормление животных. При этом особое значение имеет баланс белка в рационах. Сбалансированный по белку рацион предоставляет возможность снизить потребность животноводства в зернофураже, а, следовательно, и себестоимость животноводческой продукции, повысить рента-

бельность отрасли. В последние годы, по различным оценкам, дефицит растительного белка в кормопроизводстве Беларуси составляет 25–30 % от общей потребности, что отрицательно сказывается на продуктивности сельскохозяйственных животных и приводит к перерасходу кормов более, чем на 30 % [1, 5]. В этой связи ликвидация дефицита протеина является стратегической задачей при организации научно обоснованного кормления животных.

Следует отметить, что наиболее эффективным белковым и аминокислотным компонентом комбикормов являются продукты переработки соевого зерна (соевый шрот, жмых, экструдированная соя, соевое масло, молоко и др.). Ценность соевых кормов определяется их богатым химическим составом. Высокое содержание полноценного по аминокислотному составу белка (в зависимости от сорта 35–45 %), наличие жира (20–25 %), углеводов (до 30 %), фосфоросодержащих веществ, минеральных элементов, витаминов, делает их незаменимым компонентом в рационах сельскохозяйственных животных и птицы. Кроме того, соевое зерно и продукты его переработки значительно питательнее большинства кормов растительного происхождения. Высокая концентрация энергии и белка в единице массы сухого вещества сои позволяет с малым количеством корма поставить в организм животных и птицы достаточное количество питательных веществ, что приводит к значительному сокращению расхода зернофуража и увеличению при этом выхода животноводческой продукции. Так, например, при использовании 1 т соевого шрота в качестве белкового ингредиента в комбикормах для свиней, при условии 10%-ого их ввода, получают 10 т сбалансированных по белку и аминокислотам комбикормов, скармливание которых обеспечивает получение 1,7 т свинины, без соевой добавки на такое же количество прироста живой массы потребовалось бы 15 т фуражного зерна [8].

Основная часть

Проведенные нами исследования показывают, что в настоящее время наиболее распространенной белковой составляющей комбикормов является соевый шрот, основной объем которого наша страна импортирует из России, Украины, а также Аргентины. При этом следует указать на тот факт, что в последние годы, несмотря на снижение цен на 30 %, объем импорта шрота заметно сократился (табл. 1), что еще больше усугубляет проблему производства сбалансированных кормов. Так, в 2014 г. было импортировано 417,9 тыс. тонн шрота на сумму 252,37 млн. долл. США, в 2016 г. – 268 тыс. тонн, на что было затрачено 114,28 млн. долл.

Таблица 1. **Импорт сои и соепродуктов в Республику Беларусь**

Вид продукции	2014 г.			2015 г.			2016 г.		
	объем, тыс. тонн	стоимость, тыс. USD	цена, USD/т	объем, тыс. тонн	стоимость, тыс. USD	цена, USD/т	объем, тыс. тонн	стоимость, тыс. USD	цена, USD/т
Зерно	4,55	2962,7	651,1	6,33	2639,0	416,9	78,13	29886,8	382,5
Шрот	417,90	254370,0	608,7	356,60	170350,0	477,7	268,71	114282,8	425,3
Масло	4,04	3700,9	916,1	14,13	11152,0	789,2	6,51	5238,5	804,7

Примечание. Таблица составлена по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Необходимо также отметить значительное увеличение объемов импортных закупок соевого зерна в 2016 г. по сравнению с 2014 г. Это обусловлено тем, что в настоящее время в стране начинает активно развиваться переработка сои на кормовые цели. Отечественных объемов производства соевого зерна недостаточно для полной загрузки производственных мощностей перерабатывающих предприятий, ввиду чего недостающие объемы они вынуждены импортировать.

Проведенные нами исследования показали, что в настоящее время в Беларуси начали производить высококачественный соевый шрот и нерафинированное соевое масло в ООО «Агропродукт» Брестской области. «Агропродукт» является одним из крупнейших предприятий по переработке масличных культур в Беларуси, производственные мощности которого составляют более 500 тонн сырья в сутки. Цена соевого масла, произведенного на данном предприятии, составляет 770 долл. США за 1 т, соевого шрота – 420 долл./т. Основными покупателями соевого шрота отечественного производства являются крупные птицефабрики и свинокомплексы. Однако на предприятии уверены, что отечественным продуктом в ближайшее время заинтересуются и руководители хозяйств, специализирующихся на производстве молока. Учитывая растущий спрос, в ближайшее время в ООО «Агропродукт» планируют увеличение объемов производства [10]. Также нерафинированное соевое масло и «Продукт соевый кормовой» (аналог соевого жмыха) из генетически немодифицированной сои для использования в кормлении всех типов сельскохозяйственных животных производится в ООО «Соя-Север», производственные мощности которого находятся в г. Марьина Горка [7]. Важно отметить, что летом 2016 г. в г. Сморгонь началось строительство завода по переработке соевых бобов и семян рапса мощностью 2000 т в сутки, завершение которого планируется к 2020 г. [2].

В 2016 г. в г. Вилейка открылось производство высокопротеиновых кормовых добавок из бобовых культур в ООО «Тактфест». В настоящее время предприятие имеет возможность поставлять до 1000 т продукции в месяц. Полножирная соевая мука, производимая на данном предприятии, является на сегодняшний день эксклюзивным продуктом на территории Беларуси. Вся продукция ООО «Тактфест» производится исключительно из экологически чистого сырья, завозимого из Украины. Ввиду высокого качества и более низких цен (615 долл./т) по сравнению с импортными аналогами (700–750 долл./т) обезжиренная соевая мука, произведенная данной организацией, весьма востребована на белорусском рынке [4].

Кроме того, необходимое оборудование для переработки соевого зерна при приготовлении комбикормов для сельскохозяйственных животных имеется и на предприятиях комбикормовой промышленности, а также в некоторых хозяйствах республики (например, экструдеры). В настоящее время сельскохозяйственные организации, производящие сою, используют ее в качестве белковой составляющей для приготовления экструдированных зерносмесей для кормления животных. Исследования показывают, что себестоимость 1 т сои при средней ее урожайности 10 ц/га, составляет примерно 300 долл. США, а дополнительные затраты на экструдирование 1 т составляют около 30 долл. США. Важно подчеркнуть, что цены различных соевых кормов, а также содержание в них переваримого белка, значительно варьируются. В этой связи нами был произведен расчет стоимости 1 т переваримого протеина, содержащегося в них (табл. 2).

Таблица 2. Расчет стоимости 1 т переваримого протеина, содержащегося в соевых кормовых продуктах

Наименование продукции	Цена, USD/т	Содержание кормовых единиц в 1 кг корма	Выход переваримого протеина из 1 т корма, т	Стоимость 1 т переваримого протеина, USD/т
Импортный соевый шрот	425,3	1,18	0,354	1201,4
Соевый шрот производства ООО «Агропродукт»	420,0	1,18	0,354	1186,4
Мука соевая обезжиренная производства ООО «Тактфест»	615,0	1,46	0,342	1798,2
Мука соевая обезжиренная производства ООО «Тактфест»	590,0	1,05	0,463	1274,3
Импортируемая обезжиренная соевая мука	700,0	1,46	0,342	2046,8
Экструдированная соя отечественного производства	330,0	1,31	0,377	875,3

Полученные данные свидетельствуют о том, что стоимость 1 т белка, содержащейся в обезжиренной соевой муке как отечественного производства, так и в импортируемой в нашу страну, неоправданно высока. Достоинством этого кормового продукта является лишь более высокое содержание кормовых единиц. Стоимость белка в обезжиренной соевой муке, а также в соевом шроте, примерно одинакова и составляет примерно 1200 долл. США за 1 т. По сравнению с этими кормовыми продуктами, стоимость 1 т белка в экструдированной сое значительно ниже и составляет 875 долл. США/т. Кроме того, к достоинствам экструдированного соевого зерна необходимо отнести и то, что его использование в составе зерносмесей позволяет балансировать рационы животных не только по белку, но и по жиру, что очень важно в кормлении свиней, и особенно птицы, и при этом повышает содержание обменной энергии в корме. Можно сделать вывод об экономической целесообразности расширения масштабов возделывания этой ценной белково-масличной культуры в нашей стране и использования в комбикормовой промышленности экструдированной сои в качестве белкового компонента. Это приведет к удешевлению комбикормов, улучшению их качества, и как следствие, снижению себестоимости производства животноводческой продукции и повышению ее рентабельности. Увеличение объемов производства экструдированного соевого зерна позволит снизить импорт соевого шрота в нашу страну и сэкономить значительные валютные средства. Вместе с тем несмотря на то, что в настоящее время в Беларуси существует объективная необходимость развития соеводства и имеются все условия для этого, объемы производства соевого зерна ничтожно малы (табл. 3).

Таблица 3. Производство сои в Беларуси

Области	Посевная площадь, тыс. га			Урожайность, ц/га			Валовой сбор (после доработки), тыс. т		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Брестская	1,4	1,41	0,7	12,2	6,1	12,1	1,6	0,67	0,84
Витебская	–	–	0,02	–	–	22,3	–	–	0,05
Гомельская	3,5	0,79	0,23	8,8	4,1	10,0	2,1	0,3	0,23
Гродненская	0,04	0,07	0,16	24,8	10,5	16,3	0,09	0,07	0,26
Минская	0,75	0,4	0,33	8,1	6,6	10,8	0,6	0,25	0,35
Могилевская	0,16	0,25	0,3	13,2	7,6	11,8	0,2	0,19	0,35
Итого	5,85	2,92	1,74	9,9	5,9	12,0	4,59	1,48	2,08

Необходимо отметить, что за последние годы площадь посева сои сократилась более чем в 3 раза, а за последние пять лет – в 10 раз (в 2012 г. посевная площадь составляла 18351 га [9, с. 30]). Важно

подчеркнуть, что посе́вы сои существенно варьируются по областям. Так, если в 2014 г. лидером по возделыванию этой культуры была Гомельская область, то в 2015–2016 гг. – Брестская. За исследуемый период существенно колебалась урожайность культуры, наиболее высокой она была в 2016 г. Следует указать на тот факт, что в настоящее время соя для нашей страны является «экспериментальной» культурой. В хозяйствах для ее посева выделяют небольшие площади около 20–40 га, как показывает практика, этим посевам не уделяется должного внимания со стороны агрономической службы, в результате чего не удается достичь высокой урожайности культуры. Вместе с тем исследования показали, что при выполнении всех необходимых агротехнических мероприятий даже в не совсем благоприятных погодных условиях нашей страны можно добиться высокой урожайности сои. Результаты государственного конкурсного сортоиспытания свидетельствуют о том, что в 2014 г. средняя урожайность культуры на сортоиспытательных станциях и участках составила 20,9 ц/га, а в 2015 г. – 21,1 ц/га [6, с. 126], в то время как в сельскохозяйственных организациях эти показатели составили 9,9 и 5,9 ц/га соответственно. Среди соеющих хозяйств также есть примеры достижения высоких показателей. Так, например, в 2016 г. в СУП «Ханчицы-Неман» Гродненской области была достигнута урожайность сои 19,8 ц/га, в ОАО «Константинов Двор» Витебской области 22,3 ц/га, в СПК «Гигант» Могилевской области – 21,3 ц/га, в КСУП «Минская овощная фабрика» – 20,3 ц/га, в ОАО «Почапово» и ЧП «Савушкино» Брестской области – 24,3 и 19,9 ц/га соответственно, что свидетельствует о возможности получения стабильно высоких урожаев сои в Беларуси при условии ответственного отношения к посевам этой культуры.

Заключение

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что для решения проблемы дефицита кормового белка в животноводстве Беларуси стратегической задачей является расширение посевов сои и повышение ее урожайности за счет использования высококачественного семенного материала и соблюдения агротехники возделывания, а также оптимизации территориального размещения ее посевов с целью концентрации производства в наиболее благоприятных зонах. Необходимо также увеличить объемы переработки сои в стране, особое внимание уделив при этом производству экструдированного соевого зерна. При ответственном отношении к возделыванию и переработке сои и государственной поддержке этой стратегически важной отрасли в ближайшей перспективе в стране есть реальная возможность качественно укрепить кормовую базу для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы, полностью обеспечив животноводство соевым белком, а также значительно сократить затраты на импорт соепродуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гедройц, В. Высококалорийная белковая диета / В. Гедройц // Беларусь сегодня. – 4 мая 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/vysokovalyutnaya-belkovaya-dieta.html>. – Дата доступа: 20.07.2017.
2. Завод по переработке семян рапса и сои планируют построить в Сморгони до 2020 г. // Край. Информационно-новостной портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kraj.by/belarus/news/ekonomika/-zavod-po-pererabotke-semyan-rapsa-i-soi-planiruyut-postroit-v-smorgoni-do-2020-goda-2016-09-09>. – Дата доступа: 20.07.2017.
3. Каган, А. М. Использование сои и продуктов ее переработки в качестве кормового ресурса в животноводстве Беларуси / А. М. Каган, О. В. Лёвкина // «Организационно-правовые аспекты инновационного развития АПК»: сб. науч. ст. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Западноморский технологический университет в Щецине. – Горки-Щецин, 2012. – С. 221-224.
4. Карпик, Е. В. Вилейке делают уникальный продукт, который в Беларуси никто не производит / Е. В. Карпик // Шлях перамогі [Электронный ресурс]. – 11 апреля 2017 г. – Режим доступа: <http://peramoga.by/themes/61348>. – Дата доступа: 18.05.2017.
5. Привалов, Ф. Международный год зернобобовых: свой белок – это реально! / Ф. Привалов, В. Шор, А. Козловский // Белорусское сельское хозяйство. – 2016. – №1 (165) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agriculture.by/articles/agrarnaja-politika/mezhdunarodnyj-god-zernobobovyh-svoj-belok>. – Дата доступа: 20.07.2017.
6. Результаты испытания сортов растений картофеля, овощных, плодовых и ягодных, рапса озимого и ярового, сои, подсолнечника, льна-долгунца и масличного льна на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2013–2015 гг. / С.А. Любовицкий, Е.Н. Лобан, Г.Г. Бондарь [и др.]. – Минск, 2016. – 158 с.
7. Соевое масло и жмых. Переработка сои // Соя-Север [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sever.by/soevyi-product-maslo-i-zmyh>. – Дата доступа: 20.04.2017.
8. Соевый шрот – важнейший источник кормового белка // Promikz [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.promikz.ru/interesno-polezno/soevyj-zhmykh-vazhnejshij-istochnik-kormovogo-belka.html>. – Дата доступа: 20.07.2017.
9. Тарануха, В. Г. Оценка экономической эффективности соеводства Беларуси и основные факторы, ее определяющие / В. Г. Тарануха, О. В. Лёвкина // Вестник БГСХА. – 2013. – №4. – С. 27–34.
10. Тройнич, М. Соевый шрот высокого качества начали производить в Брестской области / М. Тройнич // Общественное телевидение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ont.by/news/our_news/soevij-shrot-visokogo-kachestva-nachali-proizvodit-v-brestskoj-oblasti. – Дата доступа: 20.04.2017.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**О. А. ПАШКЕВИЧ, В. О. ЛЁВКИНА***Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси
г. Минск, Беларусь, 220108, e-mail: volha.pashkevich@yahoo.se**(Поступила в редакцию 25.09.2017)*

Развитие сельских территорий выступает одним из стратегических направлений развития любой страны, поскольку в своей основе оно ориентировано на поддержание демографической базы для воспроизводства сельского населения, укрепление региональной продовольственной безопасности, сохранение культурно-исторического наследия, обеспечение экологического равновесия. Несмотря на то, что сельские территории имеют много общего, их развитие идет преимущественно по индивидуальному сценарию. Это обусловлено совокупностью различных факторов, среди которых государственная политика, нацеленная на те, или иные национальные приоритеты, ресурсный и производственный потенциал территорий, менталитет сельского населения. В этой связи особый научный интерес представляет изучение зарубежного опыта развития сельских территорий с учетом их особенностей и подходов к решению возникающих проблем. Результаты исследования имеют важное социально-экономическое значение при разработке эффективных мер по развитию сельских территорий в Республике Беларусь. Целью настоящего исследования явилось изучение региональных подходов к развитию сельских территорий в Европейском Союзе. Были проанализированы показатели, приоритеты, объем, структура и источники финансирования программ по развитию сельских территорий. Это позволило сформировать актуальную базу данных для проведения сравнительного анализа и продолжения исследований по данному направлению.

Ключевые слова: *Европейский Союз, сельские территории, сельское хозяйство, агробизнес, занятость, диверсификация.*

The development of rural areas is one of the strategic directions for the development of any country, since it is basically oriented towards maintaining demographic base for the reproduction of rural population, strengthening regional food security, preserving the cultural and historical heritage, ensuring ecological balance. Despite the fact that rural areas have much in common, their development is mainly based on an individual scenario. This is due to a combination of various factors, including state policy aimed at some national priorities, the resource and production potential of the territories, and the mentality of rural population. In this regard, the study of foreign experience in the development of rural areas, taking into account their specific features and approaches to solving emerging problems, is of special scientific interest. The results of the research are of great socio-economic importance when developing effective measures for the development of rural areas in the Republic of Belarus. The purpose of this study was to study regional approaches to the development of rural areas in the European Union. The indicators, priorities, scope, structure and sources of financing for rural development programs were analyzed. This allowed us to create an up-to-date database for conducting comparative analysis and continuing research in this area.

Key words: *European Union, rural areas, agriculture, agribusiness, employment, diversification.*

Введение

Сельская территория выступает в качестве одного из важнейших компонентов региональной социально-экономической системы и выполняет следующие народнохозяйственные функции: производственную – обеспечение удовлетворения потребностей общества в продовольствии и сельскохозяйственном сырье для нужд других отраслей экономики; демографическую – основа для воспроизводства сельского населения, обеспечения аграрной отрасли трудовыми ресурсами; социальную – сохранение сельского уклада, сельских общин, сельского образа жизни; культурно-этническую – сохранение языка и культуры, традиций, обрядов, истории; природоохранную (экологическую) – поддержание экологического равновесия в агробиоценозах, содержание заповедников, заказников, парков, ландшафтов; пространственно-коммуникационную – размещение и обслуживание дорог, линий электропередач, связи, водопроводов и других инженерных коммуникаций; рекреационную – создание условий для отдыха, восстановления духовных и физических сил как сельского, так и городского населения; нравственную – сохранение и укрепление нравственного потенциала, духовного богатства и здоровья общества, воспитания патриотизма. Кроме этого, сельские территории выступают как перспективные объекты для развития агробизнеса и предпринимательства с целью диверсификации сельской экономики и повышения уровня благосостояния сельских жителей.

Исследованию опыта развития сельских территорий посвящены труды отечественных и зарубежных исследователей, среди которых Р. Х. Адуков, К. Ю. Волошенко, Р. М. Газизов, Т. Г. Мозжерина, Н. С. Морозова, В. Юрсениене и многие другие.

Цель данной публикации – изучение региональных подходов к развитию сельских территорий Европейского Союза на основе анализа показателей, приоритетов, объема, структуры и источников финансирования программных мероприятий.

Основная часть

Развитие сельских территорий представляет собой одно из важнейших направлений деятельности Европейского Союза (ЕС), ведущего активную политику их сбалансированного развития наряду с городскими [11–22].

Основные показатели развития сельских территорий ЕС представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Основные показатели развития сельских территорий ЕС

Территории	Территория (2013 г.)		Население (2014 г.)		Валовая добавленная стоимость (2012 г.)		Занятость (2014 г.)	
	млн км ²	%	млн чел.	%	млн евро	%	млн чел.	%
Преимущественно сельские (удельный вес сельского населения в общей численности населения более 50 %)	2,31	51,8	112,92	22,3	1,76	15,6	38,46	20,5
Промежуточные (удельный вес сельского населения в общей численности населения 20–50 %)	1,71	38,4	177,64	35,0	3,76	31,4	64,84	34,6
Преимущественно городские (удельный вес сельского населения в общей численности населения менее 20 %)	0,44	9,8	216,28	42,7	6,35	53,0	83,92	44,8
Всего	4,45	100,0	506,85	100,0	11,98	100,0	187,23	100,0

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена по данным источника [17].

Сельские территории в ЕС условно делятся на три категории: преимущественно сельские, промежуточные и преимущественно городские территории, площади которых носят дифференцированный характер. По данным 2013 г. преимущественно сельские территории занимают наибольший удельный вес в структуре общей площади – 51,8 %. Однако численность населения, проживающего на данной территории, является наиболее малочисленной и составляет 22,3 % от общей численности населения сельских территорий. Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что концентрация населения наблюдается в преимущественно городских регионах и составляет 42,7 %. Это способствует развитию пригородных зон стран-членов ЕС, обеспечивая получение подавляющей доли валовой добавленной стоимости (53 %) и высокий уровень занятости (44,8 %).

Программы развития сельских территорий ЕС разработаны на период 2014–2020 гг. и направлены на решение ряда экономических, природоохранных и социальных проблем [16].

Т а б л и ц а 2. Объемы и структура финансирование программ развития сельских территорий стран ЕС в 2014–2020 гг.

Страна	Число действующих программ	Объем финансирования, млн. евро	% от общего объема финансирования ЕС
Бельгия	2	648	0,7
Болгария	1	2367	2,4
Чехия	1	2306	2,3
Дания	1	919	0,9
Германия	15	9446	9,5
Эстония	1	823	0,8
Ирландия	1	2191	2,2
Греция	1	4718	4,7
Испания	19	8297	8,4
Франция	30	11385	11,5
Хорватия	1	2026	2,0
Италия	23	10444	10,5
Кипр	1	132	0,1
Латвия	1	1076	1,1
Литва	1	1613	1,6
Люксембург	1	101	0,1
Венгрия	1	3431	3,5
Мальта	1	97	0,1
Нидерланды	1	765	0,8
Австрия	2	3938	4,0
Польша	1	8698	8,8
Португалия	3	4058	4,1
Румыния	1	8128	8,2
Словения	1	838	0,8
Словакия	1	1560	1,6
Финляндия	2	2380	2,4
Швеция	1	1764	1,8
Соединенное королевство	4	5200	5,2
Всего по ЕС	118	99349	100,0

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена по данным источника [16].

Анализ объемов и структуры финансирования программ развития сельских территорий стран ЕС в 2014–2020 гг. (табл. 2) показывает, что лидерами по количеству действующих программ в ЕС являются Франция (30 программ с долей финансирования 11,5 %), Италия (23 программы с долей финан-

сирования 10,5 %), Испания (19 программ с долей финансирования 8,4 %), Германия (15 программ с долей финансирования 9,5 %).

Франция не случайно является самым активным участником развития сельских территорий. Проблема опустения сельской местности серьезно обострилась еще в послевоенные годы, в период экономического подъема страны, явившегося катализатором массовой урбанизации французских провинций. Это послужило поводом для разработки и создания в 1963 г. межведомственного инструмента восстановления равновесия между крупными городами и провинцией – агентства ДАТАР (DATAR), основными целями которого являлось: развитие производства преимущественно в провинциях (создание «полисов конкурентоспособности»). С этой целью были разработаны комплексные меры по созданию благоприятных условий для предпринимателей в сельской местности – новая современная инфраструктура, льготные режимы налогообложения, субсидирование и т. д.; развитие сельского туризма как средства освоения и обустройства сельских территорий.

Такое решение было принято французским правительством после проведенного масштабного исследования, показавшего, что большие города концентрируют все экономические, культурные, политические и другие важные направления в ущерб развитию сельских территорий. Благоприятным фактором, обусловившим смещение акцента государственной политики в пользу сельских провинций, являлось то, что в этот период значительно вырос уровень механизации сельского хозяйства, которое представляло собой основную сферу занятости сельских жителей. Создание ДАТАР позволило переломить негативную тенденцию миграции сельского населения, что в конечном итоге привело к повышению занятости в сельской местности и высокому уровню диверсификации сельской экономики, позволяющей французским провинциям интенсивно развиваться.

В настоящее время агентство ДАТАР прекратило свое существование. В 2014 г. был создан Генеральный комиссариат по обеспечению равенства территорий (Commissariat général à l'égalité des territoires – CGET) [11], в задачи которого входит разработка и реализация мер по равнозначному развитию потенциала городских и сельских территорий, содействие устойчивому развитию территорий, оптимальной занятости через создание новых эффективных рабочих мест, обеспечение равнозначного доступа граждан к ресурсам и услугам, содействие сохранению и повышению устойчивости экосистем. Кроме Генерального комиссариата, к решению проблем сельских территорий привлечены и другие ведомства и министерства Франции, среди которых:

Министерство экологии, устойчивого развития, транспорта и жилищного строительства (Ministère de la Transition écologique et solidaire), в задачи которого входит разработка и реализация мероприятий по содействию устойчивому развитию, защите окружающей среды и предотвращению изменения климата, распространению принципов «зеленой экономики», внедрению экологически чистых технологий и производств; Министерство сельского хозяйства (Ministère de l'Agriculture), способствующего развитию сельскохозяйственной отрасли страны, пищевой промышленности, популяризации и поддержке аграрного образования; Министерство экономики (Ministère de l'Economie), поддерживающее развитие малого и среднего бизнеса посредством предпринимательства, ремесленничества, торговли, туризма, защиту и продвижение местных торговых марок, в особенности сыров и вин, что обеспечивает более высокие цены на продукцию местных сыроварен и виноделов. Деятельность Министерства направлена на привлечение инвестиций в инновационные сектора экономики, развитие высоких технологий, способствует равноценному экономическому развитию городских и сельских территорий; Министерство спорта (Ministère des Sports), целью которого является пропаганда здорового и активного образа жизни, укрепление здоровья граждан, что обеспечивает популярность экотуризма, горнолыжных видов спорта, конного спорта (в этой связи коневодческие фермы широко распространены во Франции), а также вовлечение людей с ограниченными возможностями в рамках специальных спортивных программ, которые носят оздоровительный характер; Министерство культуры (Ministère de la culture), поддерживающее в регионах инициативы местных художников, скульпторов, ремесленников, творческих коллективов, кулинарных мастерских с целью сохранения французских традиций и колорита, памятников архитектуры, исторического наследия.

Политика ЕС в области развития сельских регионов нацелена на решение широкого спектра экономических, экологических и социальных проблем XXI века. Это одна из составных частей Общей сельскохозяйственной политики (Common Agricultural Policy – CAP), которая дополнена системой прямых выплат фермерам и мерами по управлению сельскохозяйственными рынками. Политика развития сельских территорий разделяет ряд целей с другими европейскими структурными и инвестиционными фондами (European Structural and Investment Funds – ESIF). Политика ЕС в области развития

сельских регионов финансируется Европейским сельскохозяйственным фондом развития сельских территорий (European Agricultural Fund for Rural Development – EAFRD). На реализацию программы в 2014–2020 гг. выделено порядка 100 млрд. евро, при этом каждая страна-член ЕС получает финансовые ассигнования на семилетний период. Кроме того, предусмотрено привлечение дополнительно 61 млрд. евро государственного финансирования в странах-членах.

В течение этого периода в 28 государствах-членах было разработано и внедрено 118 различных программ развития сельских регионов (Rural Development Programmes – RDP), 20 из которых представляют единые национальные программы и 8 государств-членов предпочли иметь две или более региональные программы. Государства-члены разрабатывают собственные программы развития сельских регионов на основе потребностей их территорий и рассматривают, по меньшей мере, четыре из шести следующих общих приоритетов ЕС: содействие передаче знаний и инноваций в сельское, лесное хозяйство и сельские регионы; повышение жизнеспособности и конкурентоспособности сельского хозяйства, а также содействие внедрению инновационных сельскохозяйственных технологий и устойчивому лесопользованию; организация продовольственной цепочки, обеспечение комфортных условий для содержания животных («благополучие») и управление рисками в сельском хозяйстве; восстановление, сохранение и укрепление экосистем, связанных с сельским и лесным хозяйством; содействие ресурсосбережению и поддержка перехода к низкоуглеродной и устойчивой к климатическим изменениям экономике в секторах сельского хозяйства, пищевой и лесной промышленности; содействие социальной интеграции, сокращению масштабов бедности и экономическому развитию в сельских регионах.

Каждый приоритет развития детализируется через формирование «фокус-областей». Например, приоритет в области эффективности использования ресурсов включает в себя: сокращение выбросов парниковых газов и аммиака и содействие уменьшению углерода в сельском и лесном хозяйстве. В рамках своих программ сельского развития государства-члены или регионы устанавливают количественные целевые индикаторы в отношении достижения основных приоритетов. Затем они предлагают меры, которые будут использованы для достижения этих целей, и определяют объем финансирования для каждой меры, при условии, что не менее 30 % средств программы должны быть направлены на мероприятия по защите окружающей среды и адаптацию к изменениям климата и по меньшей мере 5 % финансирования должны расходоваться на мероприятия программы «LEADER».

Следует отметить, что ЕС проводит общую политику сельского развития, применимую во всех странах-участницах. Это объясняется тем, что ведение отдельной национальной политики сельского развития в каждой стране союза является малопродуктивным методом, так как данный аспект связан с вопросами финансирования, загрязнения окружающей среды и т. д., кроме того, ведение общей политики сельского развития увязывается с другими направлениями деятельности ЕС. Несмотря на это, страны-участницы имеют определенную свободу действий, что позволяет им вносить свои изменения в данную политику сообразно потребностям конкретных территорий.

Программа Европейского союза «LEADER» является общей политикой 28 стран-членов ЕС и направлена на развитие сельских территорий. Эта программа реализуется более 20 лет и зарекомендовала себя как действенный инструмент устойчивого развития сельских территорий [8]. Каждое государство составляет свою национальную программу «LEADER» и отработывает собственный механизм управления программой. По оценке Европейской комиссии ЕС такие страны, как Швеция, Дания, Финляндия, Ирландия и ряд других стран стали примерами наиболее успешной реализации программы «LEADER». Главным приоритетом программы является развитие малого и среднего предпринимательства в сельской местности, коммуникаций, производство экологически чистых продуктов, строительство сельского жилья, решение экологических проблем, развитие государственно-частного партнерства и другие направления. Проекты программы «LEADER» реализуются некоммерческими организациями в тесном сотрудничестве с органами государственного и муниципального управления стран ЕС.

В 2014 г. государства-члены подписали соглашение о партнерстве, которое требует координации всех структурных инвестиционных фондов ЕС (European Structural and Investment Funds – ESIF) в каждой стране. Европейская комиссия и ее государства-члены также работают с Европейским инвестиционным банком (European Investment Bank – EIB) по созданию финансовых инструментов в рамках Европейского сельскохозяйственного фонда развития сельских территорий (EAFRD). Реализация политики развития сельских регионов контролируется и оценивается детально. Структура распределения финансирования по приоритетам развития сельских территорий ЕС показана на рисунке.

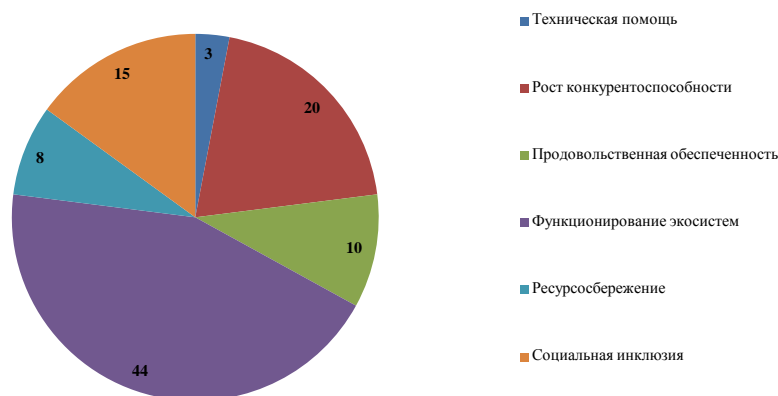


Рис. Структура распределения финансирования по приоритетам развития сельских территорий ЕС, %
 П р и м е ч а н и е. Рисунок составлен по данным источника [16–18].

Следует отметить, что наивысшим приоритетом политики развития сельских территорий в ЕС является поддержка функционирования экосистем: в структуре общего финансирования она занимает 44 %. Это свидетельствует о крайней обеспокоенности стран-членов союза негативными последствиями изменения климата и окружающей среды, которые могут носить экономический, техногенный, социальный, культурный и политический характер, обуславливая тем самым изменения производственных отношений и производительных сил европейского общества. Вторую по приоритетности позицию занимает рост конкурентоспособности продукции и предприятий сельских территорий. Обеспечение равных возможностей развития подразумевает содействие повышению престижности сельскохозяйственного труда и проживания в сельской местности, развитию сельской социальной инфраструктуры, обеспечение поддержки инициатив местных сельских общин. Это способствует закреплению жителей на сельских территориях и развитию диверсификации сельской экономики.

Программа предпринимательства и инноваций (Entrepreneurship and Innovation Programme – EIP) поддерживает мероприятия, направленные на развитие предпринимательской культуры, и создает лучшие рамочные условия для малого и среднего бизнеса, функционирующего в ЕС [12]. Кроме того в ЕС реализуется ряд инициатив, направленных на поддержку женского предпринимательства [10, 13, 14, 19]. ЕС содействует реализации проектов в области сельского и лесного хозяйства в рамках научно-инновационной структуры «Горизонт 2020». Ожидается, что проекты поспособствуют: повышению эффективности производства и преодолеть последствия изменения климата при одновременном обеспечении устойчивости и жизнеспособности отрасли; предоставлению экосистемных услуг; расширить права и возможности сельских районов и усилить поддержку инноваций в них; содействовать устойчивому развитию лесного хозяйства; развить устойчивую и конкурентоспособную агропродовольственную сферу; поддержать развитие рынка биопродуктов.

Заключение

Таким образом, программы развития сельских территорий в ЕС ориентированы на поддержку сельского и лесного хозяйства в целом, развитие фермерских хозяйств и предпринимательства в сельской местности, поддержку молодых фермеров, развитие несельскохозяйственных видов деятельности и сферы услуг, направление инвестиций в архитектуру, культуру, охрану природы, ландшафт, развитие экологических фермерских хозяйств и другие направления.

Реализация стратегии поспособствует повышению конкурентоспособности сельского хозяйства, устойчивому управлению природными ресурсами и изменением климата, сбалансированному развитию сельских территорий ЕС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адуков, Р. Х. Базовые условия развития сельских территорий / Р. Х. Адуков, А. Н. Адукова, Р. А. Юсуфов // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 32. – № 5. – С. 38–42.
2. Волошенко, К. Ю. Инновационные факторы и условия устойчивого развития сельских территорий / К. Ю. Волошенко, А. А. Михайлова // Балтийский регион. – 2013. – № 2. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-factory-i-usloviya-ustoychivogo-razvitiya-selskih-territoriy-1>. – Дата доступа: 12.05.2017.

3. Газизов, Р. М. Зарубежный опыт развития сельских территорий / Р. М. Газизов // Молодой ученый. – 2014. – №2. – С. 416–418.
4. Зайцева, О. О. Сельские территории как объект управления: понятие, функции, типологии / О.О. Зайцева // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6–2. – С. 416–420.
5. Мозжерина, Т. Г. Подходы к изучению проблем устойчивого развития сельских территорий в зарубежных странах и России / Т. Г. Мозжерина // Молодой ученый. – 2014. – №16. – С. 279–281.
6. Морозова, Н. С. Развитие сельских территорий: зарубежный опыт / Н. С. Морозова // Социально-экономические явления и процессы. – 2015. – №6. – С. 64–69.
7. Папело, В. Н. Стратегирование устойчивого развития сельских территорий: проблемы и направления совершенствования / В. Н. Папело, Б. А. Ковтун, К. Ч. Акберов, А. И. Терновой // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11–5. – С. 1017–1024.
8. Пашкевич, О. А. Приоритеты развития сельских территорий Европейского Союза [Текст] / О. А. Пашкевич // Перспективные направления устойчивого развития сельских территорий в условиях ВТО и импортозамещения: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 11 сент. 2014 г.) / Сибирское региональное отделение, Государственное научное учреждение «Сибирский НИИ экономики сельского хозяйства» Российской академии сельскохозяйственных наук, УО «Гуманитарно-техническая академия». – Новосибирск, 2014. – С. 176–180.
9. Староверова, Г. С. Сельская территория как среда обитания сфера жизнедеятельности человека / Г. С. Староверова, А. Ю. Медведев // Проблемы развития территорий. – 2014. – № 5 (73). – С. 112–122.
10. Юрсениене, В. Международный опыт развития предпринимательства на сельских территориях / В. Юрсениене // Укрепление национального потенциала в сфере продвижения женского предпринимательства в сельской местности на основе изучения зарубежного опыта: материалы семинара (Вилейка, Минская обл., 1–2 декабря 2015 г.). Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. – С. 90–97.
11. Commissariat général à l'égalité des territoires (CGET) [Ressource électronique]. – Mode d'accès: <http://www.cget.gouv.fr.html>. – Date d'accès: 29.07.2017.
12. Entrepreneurship and Innovation Programme (EIP) [Electronic source]. – Mode of access: http://ec.europa.eu/cip/eip/promotion-entrepreneurship/index_en.htm. – Date of access: 29.01.2017.
13. European Commission's Strategy for equality between women and men 2010-2015 [Electronic source]. – Mode of access: <http://ec.europa.eu/justice/gender-equality> – Date of access: 29.01.2017.
14. European Pact for Gender Equality 2011-2020 [Electronic source]. – Mode of access: http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/lisa/119628.pdf – Date of access: 29.01.2017.
15. Rural Development in the EU Statistical and Economic Information Report 2013 [Electronic source]. – Mode of access: http://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/statistics/rural-development/2013/full-text_en.pdf. – Date of access: 12.05.2017.
16. Rural Development Programmes 2014-2020 [Electronic source]. – Mode of access: <https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/rural-development-2014-2020/country-files/common/>. – Date of access: 12.05.2017.
17. Statistical Factsheet EUROPEAN UNION [Electronic source]. – Mode of access: https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/statistics/factsheets/pdf/eu_en.pdf. – Date of access: 12.05.2017.
18. Strategy Europe 2020 [Electronic source]. – Mode of access: http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm. – Date of access: 29.01.2017.
19. Study on «Statistical data on Women entrepreneurs in Europe» [Electronic source]. – Mode of access: http://ec.europa.eu/growth/smes/promoting-entrepreneurship/we-work-for/women/index_en.htm. – Date of access: 29.01.2017.
20. Study on female innovators and entrepreneurship [Electronic source]. – Mode of access: http://ec.europa.eu/growth/smes/promoting-entrepreneurship/we-work-for/women/index_en.htm. – Date of access: 29.01.2017.
21. The Entrepreneurship 2020 Action Plan [Electronic source]. – Mode of access: http://ec.europa.eu/growth/smes/promoting-entrepreneurship/action-plan/index_en.htm. – Date of access: 29.01.2017.
22. The EU Explained. Agriculture: A partnership between Europe and farmers [Electronic source]. – Mode of access: http://ec.europa.eu/agriculture/index_en.htm. – Date of access: 29.01.2017.

**ДИВЕРСИФИКАЦИЯ РЫНКОВ СБЫТА С УЧЕТОМ ТРАНСФЕРТНЫХ ЦЕН
МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК****Р. К. ЛЕНЬКОВА, Е. В. КАРАЧЕВСКАЯ***УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область, Беларусь, 213407, e-mail: mmsark@yandex.ru**(Поступила в редакцию 25.09.2017)*

Тенденции глобализации, укрепление интеграционных процессов, а также течение кризиса мировой продовольственной системы определяют объективные предпосылки повышения конкурентоспособности продукции национального агропромышленного комплекса и его важнейшую составляющую. Основным критерием успеха сельскохозяйственного производства в современных условиях является уровень конкурентоспособности продукции и предприятий в целом. А производство высококачественных, недорогих, конкурентоспособных продуктов и услуг по сравнению с аналогами является основной задачей любого предприятия. Каждое предприятие стремится сделать все возможное, чтобы сделать свою продукцию конкурентоспособной. Задачи, поставленные перед отечественной пищевой промышленностью, могут быть решены в условиях нестабильной ценовой конъюнктуры и усиления конкуренции на внутреннем и внешнем рынках, основанных на диверсификации деятельности предприятий, развитии новых видов экономической деятельности, их прямой и обратной вертикальной интеграции, диверсификации рынков сбыта. Механизм управления диверсификацией деятельности перерабатывающих предприятий АПК Республики Беларусь призван обеспечить рост их конкурентных преимуществ в условиях неустойчивой конъюнктуры на внутренних и внешних рынках. При этом цель управления диверсификацией деятельности заключается в получении плановой величины прибыли на вложенный капитал при минимальном уровне риска, при условии выполнения предприятием производственных задач и социальных обязательств, путем изменения разнообразия и степени взаимосвязи осуществляемых видов экономической деятельности. Диверсификация рынков сбыта, а также поиск новых, что является необходимым условием устойчивого развития агропродовольственной сферы Беларуси, позволят минимизировать негативные последствия от снижения экспорта и повысить эффективность экономики страны, также снизить себестоимость белорусской продукции.

Ключевые слова: диверсификация, трансфертные цены, сбалансированность

Tendencies of globalization, strengthening of integration processes, as well as the crisis of the world food system, determine the objective prerequisites for increasing the competitiveness of the national agro-industrial complex products as its most important component. The main criterion for the success of agricultural production in modern conditions is the level of competitiveness of products and enterprises in general. And the production of high-quality, inexpensive, competitive products and services in comparison with analogues is the main task of any enterprise. Every enterprise strives to do everything possible to make its products competitive. The tasks set for the domestic food industry can be solved in conditions of unstable price conjuncture and increased competition in the domestic and foreign markets on the basis of diversification of enterprises activity, development of new types of economic activity, their direct and reverse vertical integration, and diversification of sales markets. The mechanism for managing the diversification of activities of processing enterprises of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus is designed to ensure the growth of their competitive advantages in conditions of unstable conjuncture in domestic and foreign markets. At the same time, the objective of managing diversification of activities is to obtain a planned return on invested capital with a minimum level of risk, provided that the enterprise fulfills production objectives and social obligations by changing the diversity and degree of interconnection of the economic activities carried out. Diversification of sales markets, as well as the search for new ones, which is a prerequisite for the sustainable development of the agro-food industry in Belarus, will help minimize the negative consequences of the decline in exports and improve the efficiency of the country's economy, and also reduce the cost of Belarusian products.

Key words: diversification, transfer prices, balance

Введение

Задачи, поставленные перед отечественной пищевой промышленностью на период до 2020 г., могут быть решены в условиях нестабильной ценовой конъюнктуры и усиления конкуренции на внутреннем и внешних рынках на основе использования такого перспективного направления комплексного повышения эффективности функционирования как диверсификация предприятий, заключающаяся в освоении новых видов экономической деятельности, их прямой и обратной вертикальной интеграции, диверсификации рынков сбыта.

Основная часть

Зарубежными и отечественными учеными раскрыта экономическая сущность диверсификации и сформулированы теоретические основы оценки ее уровня, разработаны методики экономического обоснования ее инвестиционных проектов. Вместе с тем проблема формирования механизма управления диверсификацией деятельности, особенно применительно к системе перерабатывающих предприятий АПК Беларуси, комплексно не исследовалась.

В целях углубления исследования проблем повышения эффективности процесса управления диверсификацией используется методика оценки величины и эффективности использования производственных ресурсов перерабатывающих предприятий АПК, как внутренних факторов диверсификации их деятельности, заключающаяся в количественной оценке трудовых ресурсов, основных средств, оборотных активов, эффективности использования указанных ресурсов, а также показателей

финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия и последующем моделировании зависимости уровня и степени родственности диверсификации его деятельности от величины указанных факторов. Сущность методики состоит в определении целевых направлений изменения уровня внутренних факторов, использование которых позволяет предприятиям достичь необходимых для реализации эффективной корпоративной стратегии значений горизонтальной, вертикальной диверсификации и рынков сбыта, степени родственности осуществляемых видов деятельности, а также в установлении перечня внутренних факторов и показателей оценки их величины (табл. 1) [1–2].

Таблица 1. Предлагаемая система оценочных показателей величины внутренних факторов диверсификации деятельности предприятий

Группа оценочных показателей	Показатели оценки величины внутренних факторов диверсификации деятельности предприятия
1. Показатели величины и качественных характеристик располагаемых производственных ресурсов	Коэффициент годности основных средств, доля активной части основных средств в их общей стоимости, доля нематериальных активов в общей стоимости внеоборотных активов, коэффициент обеспеченности собственными оборотными активами, коэффициент участия оборотных активов в общей стоимости активов для работников предприятия, имеющих высшее образование, в их общей численности
2. Показатели эффективности использования производственных ресурсов	Коэффициент загрузки производственных мощностей, фондотдача используемых предприятием основных средств, коэффициент оборачиваемости оборотных активов, производительность труда работников предприятия
3. Показатели, характеризующие имеющиеся у предприятия возможности по увеличению ресурсной базы	Коэффициент финансирования, коэффициент текущей задолженности, коэффициент текущей платежеспособности, коэффициент соотношения дебиторской и кредиторской задолженности

Показатели, представленные в табл. 1, являются в настоящее время критериями оценки величины и эффективности использования производственных ресурсов, а также платежеспособности и финансовой устойчивости перерабатывающих предприятий АПК Беларуси. В настоящее время расширение рынков сбыта имеет решающее значение для развития различных организаций. При этом в расширении своей деятельности организация может использовать одновременно несколько стратегий [4]. Оценив картинку в целом, опишем шансы предприятия в реализации каждой стратегий проникновения, развития рынка, развития товара, а также стратегии диверсификации, разработаем ключевые направления работ.

Таблица 2. Свод стратегий развития РПТУП «Молочный гостинец»

Вариант стратегии	Возможность	Описание	Ключевые источники роста предприятий
Стратегия проникновения	Вероятно	Есть все шансы в реализации данной стратегии у компании. Несмотря на низкие возможности к дополнительному инвестированию, необходимо развивать частоту покупки молочной продукции, увеличивать потребление продукции	Указаны в порядке существенности: 1. Разработка промакций для роста частоты совершения покупок. 2. Разработка новой стратегии ценообразования в рамках существующей интеграционной структуры. 3. Расширение ассортимента производства нового вида молочной продукции. 4. Выход на новый рынок сбыта
Стратегия развития рынка	Вероятно	Выход на новые рынки сбыта внутри Республики, предприятие обладает всеми возможностями для роста	
Стратегия развития товара	Вероятно	Предприятие обладает всеми ресурсами для расширения ассортимента	
Стратегия диверсификации	Возможно	Предприятие может одновременно реализовать стратегию расширения текущего рынка, а также стратегию диверсификации	

Таким образом, ключевыми источниками роста предприятия являются: разработка промакций для роста частоты совершения покупок; разработка новой стратегии ценообразования в рамках существующей интеграционной структуры; расширение ассортимента: производство нового вида молочной продукции; выход на новый рынок сбыта. Так как при прогнозировании рынка было выявлено, что одним из источников роста предприятий является изменение стратегии ценообразования, то выбор этой стратегии должен быть обусловлен спецификой предприятия, жизненным циклом, принятой политикой позиционирования. Предлагаемая методика формирования трансфертных цен предусматривает справедливое распределение доходов между взаимозависимыми структурами, рост прибыли за счет минимизации внутрисистемных расходов в целях повышения результативности его функционирования и усиления стимулирующей роли применяемого ценообразования [10].

РПТУП «Молочный гостинец» является холдингом и контролирует контрольные пакеты акций остальных участников объединения, то она выполняет функции стратегического и текущего планирования, подбора управленческих кадров, контроля, координации финансовых расчетов во взаимоотношении между участниками. В условиях вертикальной интеграции наблюдаются все три уровня взаимодействия: связанные предприятия не только координируются на уровне управления (имеют общую политику действий и единую стратегию развития), но также согласовывают вопросы сбыта, снабжения (ассоциативный уровень) и технологически связаны процессом производства одного или нескольких продуктов. С учетом схемы взаимодействия участников молочного подкомплекса в вертикальной цепочке, организационно-технологической модели интегрированной производственной системы в молочном подкомплексе были выявлены четыре типа сбалансированности: полная сбалансированность отражает соподчиненность участников производственной цепочки, при которой цена готовой продукции «потребителя» позволяет выплачивать справедливую цену, запрашиваемую «поставщиком»; достаточная сбалансированность отражает ситуацию, в которой взаимодействие участников производственной цепочки становится выгодным при соблюдении ряда условий, например, после преодоления некоторой величины объема совместной деятельности, так как до этой величины, цена которую может предложить «потребитель», не покрывает затрат «поставщика»; слабая сбалансированность отражает условия взаимодействия предприятий для которых совместная деятельность становится выгодной только в очень узком диапазоне производимого объема продукции. Малейшее изменение объема выпуска в сторону увеличения или уменьшения от данного диапазона делает цену «потребителя» за предлагаемый продукт невыгодной для «поставщика»; полная не сбалансированность отражает ситуацию, при которой «потребитель» не может обеспечить справедливую цену «поставщику» за продукт ни при каких условиях. Совместная деятельность менее привлекательна, чем автономная [2]. В зависимости от типов сбалансированности были определены механизмы согласования, определяющие параметры взаимодействия участников и для предприятия РПТУП «Молочный гостинец» рассчитаны трансфертные цены табл. 3.

Таблица 3. Результаты деятельности участников в соответствии с моделью коммерческого кредитования и перераспределения системного эффекта

Участники интеграции	Общий объем поставки, т	Цена рыночная, тыс. руб./т	Объем для немедленной оплаты, т	Сумма выручки от немедленной оплаты, тыс. рублей	Объем трансферта, т	Трансфертная цена, тыс. руб./т	Оплата по трансфертным ценам, тыс. рублей
Поставщик молока	104250	760,7	52125	79306,0	52125	761,5	79385,3
			-50 %		-50 %		
Выручка без трансфертного ценообразования от продажи молока, тыс. рублей							79306,0
Выручка с учетом механизма трансфертных цен от продажи молока, тыс. рублей							79385,3
Прирост выручки от использования механизма трансфертных цен от продажи молока, тыс. рублей							79,306
Уровень рентабельности с учетом механизма трансфертных цен, %							12,4
Уровень рентабельности без трансфертного ценообразования, %							4,0

Таким образом, рассчитанные трансфертные цены приемлемы для существующей интеграционной структуры. Сущность их состоит в обеспечении 50 % предоплаты за сельскохозяйственное сырье, остальная часть (50 %) выплачивается после реализации готовой продукции из выручки. При этом трансфертная цена выше рыночной на 1 %.

Заключение

Диверсификация деятельности предприятия – это процесс увеличения количества осуществляемых видов экономической деятельности и уровня вертикальной интеграции их отдельных стадий, а также числа рынков сбыта производственной продукции (работ, услуг), связанный с институциональными и структурными изменениями деятельности предприятия, перераспределением его производственных ресурсов, изменением формы организации и способов создания добавленной стоимости в рамках отдельных видов экономической деятельности, разработкой и реализацией корпоративной стратегии, направленной на получение плановой прибыли. Механизм применения трансфертного ценообразования способствует улучшению финансового состояния предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болочук, Б. В. Экономическая сущность диверсификации деятельности организации / Б. В. Болочук, Н. П. Драгун // Потреб. кооперация. – 2009. – № 4. – С. 91–96.
2. Болочук, Б. В. Исследование внутренних факторов уровня диверсификации деятельности промышленных предприятий / Б. В. Болочук, Н. П. Драгун // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2010. – № 4. – С. 127–138.
3. Гончарова, С. Экономические аспекты формирования рынка молочных продуктов Беларуси / С. Гончарова // Агроэкономика. – 2012. – № 8. – С. 11–15.

4. Горева И. А. Состояние и пути повышения эффективности молочной промышленности / И. А. Горева, Е. В. Соколовская // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. – 2014. – № 10. – С. 25–33.
5. Гусаков В. Г. Конкурентоспособность АПК – в руках аграрной науки / В. Г. Гусаков // Экономика Беларуси. – 2015. – № 4. – С. 22–27.
6. Гусаков В. Г. Рынок и предпринимательство: сущность и необходимость / В. Г. Гусаков // Агроэкономика. – 2015. – № 3. – С. 3–6.
7. Молочная отрасль // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2016. Режим доступа http://mshp.minsk.by/meat_dairy_branch/about_branch.php. _Дата доступа: 10.07.2016.
8. Мелешня, А. В. Развитие экспортоориентированного производства мясной и молочной продукции с учетом мировых тенденций / А. В. Мелешня, Т. П. Шакель, А. А. Иванович; под общ. ред. к.э.н. А. В. Мелешня. – Минск: Институт мясомолочной промышленности, 2014. – 248 с.
9. Мясникович, М. Развитие аграрной науки – это основа возрождения села / М. Мясникович // Агроэкономика. – 2015. – № 9. – С. 3–10.
10. Плещинский А. С. Динамическая эффективность механизма трансфертных цен / Экономика и математические методы. – 2010. – № 4. – С. 12–32.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКЦИИ ЛУГОВЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ**Б. М. ШУНДАЛОВ**

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

г. Горки, Могилевская область, Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 28.09.2017)

Луговые земли занимают немалую долю всех сельскохозяйственных земель Беларуси, что свидетельствует об их значимом фуражном потенциале. Но состояние луговых массивов во многих сельхозорганизациях неудовлетворительное как по составу и качеству травостоя, так и по урожайности. Многие естественные луговые массивы, где затруднено применение современной техники, находятся в запущенном состоянии. Углубленное изучение состава, структуры и использования естественных и улучшенных луговых земель проведено на примере республиканского унитарного предприятия «Учхоз БГСХА» за 2014–2016 гг. Отмечено, что в этом хозяйстве основное внимание уделялось производству зеленой массы для последующей закладки сенажа, а также для скармливания ее скоту в свежем виде. Изучение показало, что в учхозе остается невысокой урожайность не только естественных, но и улучшенных луговых земель. В статье рассмотрены вопросы стоимостной оценки продукции луговых земель. Приведена динамика производственной себестоимости продукции; рассчитана и оценена структура себестоимости зеленой массы улучшенных лугов. Довольно подробно изучены наиболее «весомые» статьи затрат; акцентировано внимание на возможных резервах экономии затрат с целью снижения себестоимости продукции. Статья завершается предложением автора о целесообразности разработки и внедрения комплексной научно-обоснованной системы ведения луговодческой отрасли в каждой сельскохозяйственной организации Беларуси.

Ключевые слова: экономическая оценка, луговые земли, урожайность, зеленая масса.

Meadow lands occupy a considerable part of all agricultural lands of Belarus, which indicates their significant forage potential. But the state of meadow lands in many agricultural organizations is unsatisfactory both in terms of composition and quality of grasses, and in terms of yield. Many natural meadows, where the application of modern technology is difficult, are in a state of neglect. In-depth study of the composition, structure and use of natural and improved meadow lands was carried out on the example of the republican unitary enterprise «Uchkhoz of BSAA» during 2014-2016. It was noted that in this farm the main attention was paid to the production of green mass for the subsequent laying of haylage, and also for feeding it to livestock in fresh form. The study showed that the yield of not only natural, but also improved meadow lands remains low in the experimental farm. In the article questions of cost estimation of production of meadow lands are considered. Dynamics of the production cost of production is given; the cost structure of green mass of improved meadows has been calculated and evaluated. Quite a detailed study was made of the most «weighty» items of expenditure; attention is focused on the possible reserves of cost savings in order to reduce the cost of production. The article concludes with the author's suggestion that it is expedient to develop and implement an integrated scientifically-based system for maintaining the meadow-growing industry in each agricultural organization in Belarus.

Key words: economic evaluation, meadow lands, yield, green mass.

Введение

Для формирования фуражного фонда в Беларуси используется не менее 60 % пахотных земель. Вместе с тем для выращивания зеленой массы, предназначенной для заготовки сена, травяной муки, сенажа, свежего травяного корма, выпаса животных, республика располагает обширными луговыми массивами. В структуре сельскохозяйственных земель Беларуси под лугами занято свыше 30 % площади [1]. В луговых землях заложен немалый кормовой потенциал, причем в травяных кормах рационально сбалансировано содержание разнообразных питательных веществ для крупного рогатого скота. При надлежащем технологическом уходе за луговыми массивами сельскохозяйственные животные могут быть обеспечены различными видами травяной продукции в течение всего года, что позволяет поддерживать нормальное состояние здоровья скота, способствует росту их продуктивности, улучшению качества животноводческой продукции. Существенный «минус» современного функционирования луговых земель заключается в неудовлетворительном их состоянии. Во многих сельскохозяйственных организациях на луговых массивах нерегулярно, от случая к случаю, проводится комплекс культуртехнических мероприятий (перезалужение, внесение удобрений, обновление травостоя, борьба с сорной растительностью и т. д.). Практически многие луговые массивы пущены на самотек, поэтому они нередко зарастают сорняками, кустарниками и, естественно, становятся низкопродуктивными. Поэтому наличие таких луговых земель можно обнаружить лишь в отчетных документах сельхозорганизаций.

По отношению к луговым землям важно обратить внимание на формальный, пока не решенный вопрос. Его сущность заключается в следующем: начиная с 2002 г., с подачи землеустроительной службы Беларуси была модифицирована классификация земельного фонда. Так, в составе этого фонда был упразднен термин «угодье» и все виды земель стали именоваться не угодьями, а просто – землями. Согласно обновленной классификации земель, бывшие сенокосы и пастбища были объединены в один вид и названы луговыми землями. Это вполне теоретически логично и практически оправдано: любая сельхозорганизация в условиях производственной целесообразности может чередовать использование луговых земель для сенозаготовки, сенажа либо для выпаса скота. Именно с 2002 г. На-

циональный статистический комитет Республики Беларусь начал использовать в своей документации модифицированную классификацию земельного фонда [1, 2]. Однако Министерство сельского хозяйства и продовольствия Беларуси в официальных бланках документов, например, в годовом отчете сельхозорганизаций по-прежнему пользуется бывшей (устаревшей) классификацией земель. Такая формальная «нестыковка» в документах белорусских ведомств, безусловно, создает значительные неудобства при теоретической и практической подготовке специалистов аграрного профиля, особенно в условиях заочной и дистанционной форм образования. Решение этой формальной «проблемы», которая длится 15 лет, способствовало бы не только установлению взаимопонимания между названными выше республиканскими ведомствами, но и сокращению числа неизбежных ошибок, которые могут возникнуть в процессе аналитической работы с луговыми землями.

Основная часть

В процессе разработки вопросов по теме исследования была использована официальная информация, опубликованная в открытой печати. Это прежде всего обобщенные данные, содержащиеся в статистических сборниках-ежегодниках, отражающие динамику основных показателей, связанных с эксплуатацией луговых земель в Беларуси. Следует обратить внимание на скудность этой информации, которая по существу ограничена только общей площадью луговых земель, закрепленных за функционирующими в республике категориями хозяйств: сельхозорганизаций, крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств населения. Поэтому углубленная разработка вопросов по теме статьи базировалась на материалах годовых отчетов Республиканского унитарного предприятия «Учебно-опытное хозяйство Белорусской государственной сельскохозяйственной академии» (РУП «Учхоз БГСХА»). Выполнение расчетной части работы основано на применении различных статистических методов и приемов обработки данных: абсолютных и относительных показателей, средних величин, показателей динамики, структуры, сравнения и др. При подготовке статьи были использованы теоретические источники опубликованных научно-исследовательских работ [2–7], а также многолетние личные наблюдения автора.

Необходимо отметить, что в современных условиях имеющиеся официальные научные публикации раскрывают в основном проблемные биологические и технологические вопросы функционирования и использования луговых земель [4–7]. Совершенно недостаточно научных работ (статей, монографий), посвященных решению экономических проблем в современном луговодстве. Поэтому наша задача заключается в том, чтобы оценить производственно-экономический потенциал продукции луговых земель, выявить положительные стороны и недостатки работы сельхозорганизаций в процессе функционирования и использования луговых земельных массивов.

В Беларуси луговые земли представлены естественными и улучшенными массивами, которые предназначены для выращивания зеленой травяной массы. Природой исстари было заложено, что естественные луговые земли, на которых системно выполняются необходимые культуртехнические работы (своевременная косьба, подсев трав, внесение минеральных удобрений, порционная пастьба скота, регулярное постпастбищное подкашивание трав, оросительная мелиорация и др.), характеризуются богатым разнотравьем и хорошей поедаемостью животными зеленой массы, а также приготовлением высококачественного сена, сенажа, травяной муки. В составе естественных луговых земель особенно ценными по урожайности и качеству зеленой массы считаются заливные массивы в поймах крупных рек. Эти луга систематически самоудобряются наносными питательными веществами, поэтому отличаются повышенной густотой и высотой травостоя и большой объемной массой. В прежние времена многие сельскохозяйственные организации использовали заливные луга для заготовки высококачественного сена, причем за два укоса один гектар такого луга позволял заготавливать 5–7 т сена. Но многие участки заливного луга характеризуются высокой заочкаренностью, что существенно препятствует нормальной работе кормоуборочной техники. Поэтому в современных условиях для нормальной эксплуатации заливных лугов необходимо искать рациональные пути, среди которых, например, использование их для выпаса крупного рогатого скота специализированных мясных пород.

Суходольные естественные луговые земли, расположенные на равнинных участках и систематически используемые по назначению, обычно характеризуются разнотравьем, полезным для кормления скота. Но они отличаются сравнительно невысокой урожайностью, особенно в засушливые периоды. Поэтому наиболее существенными факторами надежного функционирования суходольных лугов следует считать прежде всего системное внесение минеральных удобрений и проведение оросительной мелиорации в засушливые периоды.

В составе луговых земель сельскохозяйственных организаций Беларуси значительное место занимают улучшенные луга. В прежние (советские) времена улучшенные луговые массивы чаще всего формировались на мелиорированных землях, в первую очередь, на осушенных торфяниках. Это не случайно: осушенные торфяно-болотные почвы, не требующие внесения азотных удобрений, но сильно страдающие из-за водной и ветровой эрозии, было признано целесообразным в основном занимать под улучшенные луга для закрепления поверхностного слоя почвы. При надлежащем формировании улучшенных луговых земель, сопровождающимся комплексом системных культуртехнических работ, может быть обеспечена довольно высокая отдача этих земель, о чем свидетельствуют многолетние результаты их эксплуатации [1, 2, 7]. Совершенно очевидно, что создание улучшенных луговых земель и последующее их поддержание в хорошем состоянии способствует формированию целесообразного бобово-злакового травостоя, обеспечивающего высокую урожайность зеленой массы с последующим использованием на стойловую подкормку животных, заготовку сена, травяной муки, сенажа.

При углубленном изучении вопросов, связанных с функционированием и использованием луговых земель, в качестве конкретной сельхозорганизации было взято РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Это довольно крупная сельхозорганизация, обладающая мощным производственным потенциалом. В составе сельхозземель учхоза под луговыми массивами находится более 3100 га (28,7 % сельхозземель), из них естественные луговые земли составляют до 10 %, улучшенные луга – почти 19 %. Эти данные показывают, что за счет луговых земель возможный кормовой потенциал хозяйства значителен. Необходимо отметить, что в РУП «Учхоз БГСХА» луговые земли использовались для производства разнообразных травяных кормов. О том, каким образом распределялись естественные и улучшенные земли по видам произведенной продукции, свидетельствуют структурные данные в табл. 1.

Таблица 1. Состав и структура луговых земель в РУП «Учхоз БГСХА»

Виды луговых земель	2014 г.		2015 г.		2016 г.		В среднем за 2014–2016 гг., %
	га	%	га	%	га	%	
Естественные земли	1055	34,0	1055	34,0	1057	34,0	34,0
в том числе							
на сено	–	–	–	–	200	6,4	2,1
на зеленую массу	605	19,5	1055	34,0	642	20,7	24,7
на выпас	450	14,5	-	-	215	6,9	7,1
Улучшенные земли	2050	66,0	2050	66,0	2050	66,0	66,0
в том числе							
на сено	215	6,9	325	10,5	200	6,4	7,9
на зеленую массу	1835	59,1	1684	54,2	1770	57,0	56,8
на выпас	–	–	41	1,3	80	2,6	1,3
Всего	3105	100	3105	100	3105	100	100

Примечание. Источник: авторский расчет по данным годовых отчетов.

Данные табл.1 показывают, что в учхозе академии за период 2014–2016 гг. из общей площади луговых земель на долю естественных массивов приходилось не менее одной трети, причем в динамике эта доля практически оставалась постоянной. Удельный вес улучшенных лугов в составе всех луговых земель учхоза за изучаемый период оставался стабильным (66 %). В то же время в процессе функционирования луговых земель происходили значительные изменения по целям производства травяной продукции, причем для производства сена использовались сравнительно небольшие площади. На эти цели за 2014–2016 гг. в учхозе приходилось в среднем немногим более 2 % естественных и около 8 % улучшенных лугов. Надо иметь в виду, что технологические и метрологические особенности изготовления сена, как одного из ценнейших видов корма для крупного рогатого скота, не всегда позволяют создавать его большой запас. Поэтому в учхозе академии, как и во многих других сельхозорганизациях Беларуси, основное внимание уделялось производству зеленой массы для последующей закладки сенажа, а также для скармливания ее скоту в свежем виде. Как показывают табличные данные, сравнительно небольшая доля естественных и улучшенных луговых земель учхоза использовалась для выпаса скота, тем самым подчеркивалась нацеленность хозяйства на круглогодичное стойловое содержание животных.

Площадь естественных и улучшенных луговых земельных массивов – это лишь возможный потенциал для производства травяных кормов. В условиях Беларуси этот потенциал может превратиться в реальность при условии системного ведения комплексных агротехнических мероприятий на ин-

тенсивной основе. В связи с этим положением важно проследить, каким образом формировалась структура валового производства травяной продукции на луговых землях РУП «Учхоз БГСХА» в динамике за 2014–2016 гг. (табл. 2).

Таблица 2. Структура валового производства продукции луговых земель в РУП «Учхоз БГСХА»

Виды продукции	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2016 г. в % к 2014 г.
	т.к. е.	%	т.к. е.	%	т.к. е.	%	
Сено естественных лугов	–	–	–	–	288	3,1	–
Зеленая масса естественных лугов	980	16,4	1469	25,7	810	8,8	82,7
Зеленая масса выпаса на естественных лугах	524	8,8	–	–	268	2,9	51,1
Итого продукции естественных лугов	1504	25,1	1469	25,7	1366	14,8	90,8
Сено улучшенных лугов	514	8,6	246	9,6	624	6,8	121,4
Зеленая масса улучшенных лугов	3970	66,3	3657	64,0	7000	76,0	176,3
Зеленая масса выпаса на улучшенных лугах	–	–	42	0,7	218	2,4	–
Итого продукции улучшенных лугов	4484	74,9	4245	74,3	7842	85,2	174,9
Всего	5988	100	5714	100	9208	100	153,8

Примечание. Источник: авторский расчет по данным годовых отчетов.

Из структурных данных табл. 2 видно, что за изучаемый период в учхозе академии подавляющая часть (до 85,2 %) травяной продукции была получена на улучшенных луговых землях. Это означает, что в луговом кормопроизводстве хозяйства основное внимание уделялось состоянию улучшенных луговых земель. Не случайно поэтому валовое производство травяной продукции, собранной с улучшенных массивов за 2014–2016 гг. в учхозе, имело положительную динамику с довольно высоким темпом прироста (почти 75 %). В то же время естественные луговые массивы теряли свой производственный потенциал: при стабильной площади объем собранной травяной продукции за изучаемый период сократился почти на 10 %. Это означает, что естественные луговые земли по существу эксплуатировались на экстенсивной основе. При экономической оценке продукции луговых земель существенной мерой объективности считается их урожайность с единицы площади либо в расчете на 1 баллогектар (в сопоставимом выражении, например, кормоединицах). О динамических изменениях урожайности естественных и улучшенных лугов в РУП «Учхоз БГСХА» за период 2014–2016 гг. свидетельствуют данные табл. 3.

Таблица 3. Динамика урожайности луговых земель в РУП «Учхоз БГСХА»

Виды луговых земель	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2016 г. в % к 2014 г.
Естественные земли – в среднем, ц к. е./га	14,8	13,9	12,9	87,2
в том числе:				
на сено	–	–	14,4	–
на зеленую массу	17,2	13,9	12,6	73,3
на выпас	11,6	–	12,5	107,8
Улучшенные земли - в среднем, ц к. е./га	21,9	20,7	38,3	174,9
в том числе:				
на сено	23,9	16,8	31,2	130,5
на зеленую массу	21,6	21,7	39,5	182,9
на выпас	–	10,2	27,3	–
Все луговые земли в среднем, ц к. е./га	19,5	18,4	29,6	151,8

Примечание. Источник: авторский расчет по данным годовых отчетов.

Данные табл. 3 показывают, что в учхозе академии урожайность луговых земель, особенно естественных массивов, в 2014–2016 гг. была невысокой. По сравнению с урожайностью наиболее распространенных зерновых культур урожайность луговых земель в учхозе примерно в два раза ниже. Можно отметить, что урожайность улучшенных лугов за отдельно взятые годы изучаемого периода была в 1,5–3 раза выше, чем естественных луговых земель. При этом динамика средней урожайности естественных луговых массивов была убывающей (-12,8 %); динамика же средней урожайности улучшенных луговых земель оказалась положительной с темпом прироста продукции почти 75 %. Нестабильность урожайности луговых земель, особенно естественных, во многих сельхозорганизациях республики обусловлена отсутствием системного подхода в проведении комплекса культуртехнических работ на этих землях. Даже на улучшенных лугах нерегулярно проводятся мероприятия по перезалужению; удобрения вносятся по остаточному принципу, без строгого учета гумусной структуры земель; состав травостоя не отличается высоким качеством; нерегулярно проводится подкашивание травяных остатков в период выпаса скота; не везде действует система орошения в засушливые периоды. Что касается урожайности естественных луговых массивов, то для них в каждой сельхозорганизации необходимо разработать четкую систему по существенному улучшению состояния и по-

вышения продуктивности лугов. Пока же естественные луговые земли во многих случаях находятся в запущенном состоянии, зарастают грубой, непригодной в кормопроизводстве растительностью. Особенно «достаётся» тем луговым массивам, которые расположены в поймах небольших речек, в условиях волнистого рельефа, где затруднено применение современной высокопроизводительной техники. Такие луговые земли оказались «забытыми» даже для летне–осеннего выпаса крупного рогатого скота и нередко переведены в разряд непригодных для сельскохозяйственного пользования.

В условиях перехода к рыночным отношениям сельхозорганизации заинтересованы в экономии затрат на производство продукции, выполнение работ, предоставление услуг. При производстве продукции луговых земель этот аспект имеет особую значимость, так как кормовые издержки считаются наиболее весомой расходной статьёй в процессе производства животноводческой продукции. Сравнение производственной себестоимости сопоставимых видов продукции луговых земель позволяет сельхозорганизациям обратить внимание на производство минимально затратных массовых видов. Среди разнообразных видов травяной продукции учхоза наиболее дешёвым потенциальным кормом в изучаемом периоде отличалась зелёная масса на естественных луговых землях. Но поскольку РУП «Учхоз БГСХА» пытается перевести скот на круглогодичное стойловое содержание, то доля этой травяной продукции в общем объёме продукции луговых земель оказалась невысокой и она не делает «погоды» в фуражном потенциале хозяйства. Производственная себестоимость зелёной массы, предназначенной для закладки сенажа и подкормки животных в свежем виде, значительно ниже на естественных лугах. В динамике эта себестоимость существенно «упала»: за 2014–2016 гг. себестоимость 1 т кормоединиц, скорректированная на инфляционные индексы, снизилась почти наполовину. В то же время производственная себестоимость аналогичной травяной массы, собранной с улучшенных луговых участков, имела тенденцию повышения. Что касается себестоимости 1 т кормоединиц в заготовленном сене, то эта ценная кормовая продукция оказалась значительно дороже, чем произведённая зелёная масса на естественных и улучшенных луговых землях. Поэтому не исключено, что более высокая себестоимость 1 т кормоединиц в сене по сравнению с другими видами травяной продукции оказалась основной причиной ограниченного объёма производства сена в РУП «Учхоз БГСХА».

Производственная себестоимость продукции луговых земель – наиболее сложный экономический показатель, включающий до 20 разнообразных расходных экономических элементов [8], которые в учётной документации объединены в затратные статьи. Детализированный анализ себестоимости по этим статьям, расчёт структуры производственной себестоимости позволяет выявить возможные резервы экономии затрат для последующего снижения себестоимости продукции. Необходимо обратить внимание на то, что в форме годового отчёта сельхозорганизаций предусмотрено разделение затратных статей только по естественным и улучшенным луговым землям, но нет дифференциации затрат по соответствующим видам продукции: сене, зелёной массе, выпасу. Поэтому структурные показатели, характеризующие удельные веса затрат в составе себестоимости, по видам продукции совпадают. Это означает, что процентная структура производственной себестоимости любого вида продукции (сена, зелёной массы) естественных либо улучшенных лугов формально оказывается одинаковой.

В учхозе академии при производстве зелёной массы на улучшенных лугах наиболее затратными были удобрения и средства защиты растений (в среднем более 27 %), работы и услуги (в среднем 22 %), прочие прямые затраты (в среднем 21 %). Кроме того, довольно значительную часть производственной себестоимости зелёной массы составляли затраты на семена, ГСМ на технологические цели, затраты по организации производства. В этих расходных статьях заключены немалые возможные резервы экономии затрат. Так, экономия затрат на внесённые минеральные удобрения означает не механическое сокращение их доз, а имеется в виду комбинирование минеральных удобрений в рациональном сочетании азотных, фосфорных, калийных элементов. При этом условии повышается окупаемость каждой единицы удобрений через рост объёма травяной продукции и последующее снижение её себестоимости. Затраты на средства защиты растений можно экономить за счёт строго дозированных норм их внесения, главным образом, в профилактических (предупредительных) целях. Возможная экономия затрат по статье «Работы и услуги» достигается в основном за счёт применения в производстве обоснованных нормативов, учитывающих основные местные особенности. С этой целью экономическая служба хозяйства обязана систематически корректировать нормативы по каждому виду выполняемых работ и услуг путём регулярного проведения хронометража (фотографии) рабочих процессов. Выявление необоснованных простоев в работе – главный возможный резерв экономии затрат по приведённой статье. В структуре производственной себестоимости зелёной массы, собранной с улучшенных луговых земель РУП «Учхоз БГСХА» доля прочих прямых затрат довольно

высока (в среднем за 2014–2016 гг. – 21 %). В этой статье собраны многие расходные экономические элементы. Обычно в состав прочих затрат принято включать те элементы, которые перечислены в соответствующем положении Методических рекомендаций [8]. Поэтому резервы экономии прочих прямых затрат необходимо выявлять и рассчитывать по каждому экономическому элементу.

Другие статьи затрат (семена, горюче-смазочные материалы на технологические цели, организация производства и т. д.) в составе производственной себестоимости зеленой массы улучшенных луговых массивов, несомненно содержат в себе немалые возможные резервы экономии. Поэтому при углубленном изучении себестоимости продукции этими резервами не следует пренебрегать, их необходимо выявлять, рассчитывать и оценивать. Наши расчеты показали, что стоимостное выражение 1 % затрат по содержанию улучшенных луговых земель РУП «Учхоз БГСХА» в 2016 г. составило 4140 рублей. При условии 1-процентной экономии каждой из «крупных» статей затрат фактическая производственная себестоимость 1 т кормоединиц (52,79 руб.) могла быть снижена до 49,62 рублей.

Заключение

Высококачественная продукция луговых земель, характеризующаяся сочетанием важнейших питательных веществ для кормления крупного рогатого скота, отличается повышенной востребованностью в любую пору года. Но экстенсивное и нередко – бросовое – отношение к естественным луговым землям не позволяет выращивать значительные объемы зеленой травяной массы для заготовки сена, закладки сенажа, выпаса скота. Состояние и продуктивность улучшенных луговых земель во многих сельхозорганизациях Беларуси продолжает оставаться невысоким. Выход потенциальной кормовой продукции с единицы площади луговых массивов в 2–3 раза ниже по сравнению с урожайностью, например, зерновых и зернобобовых культур, размещаемых на пахотных землях.

Во многих сельхозорганизациях Беларуси пока не налажена высокая культура ухода за естественными и улучшенными луговыми землями. Интенсивное ведение и использование луговых земельных массивов предполагает системное вложение значительных материальных средств для регулярного проведения культуртехнических мероприятий, что позволило бы существенно увеличить объем зеленой травяной продукции, востребованной в течение всего календарного года. В каждой сельскохозяйственной организации с высокой плотностью поголовья крупного рогатого скота целесообразно разработать и внедрить комплексную научно обоснованную систему ведения луговодческой отрасли, которая предусматривала бы в необходимых объемах ежегодно производить высококачественную зеленую массу для заготовки сена, сенажа, приготовления травяной муки, а также для выпаса скота. Рост объема потенциальной травяной продукции позволил бы существенно снизить удельный вес пахотных земель, занимаемых посевами однолетних и многолетних трав, для выращивания других ценных сельскохозяйственных культур. Поскольку в составе фуражного фонда продукция луговых земель значительно дешевле других видов кормового рациона, то повышение доли травяных кормов в рационе скота неизбежно способствовало бы экономии затрат, снижению себестоимости и росту рентабельности животноводческой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник. – Минск: Нац. стат. комитет Республики Беларусь, 2016. – 230 с.
2. Шундалов, Б. М. Статистика агропромышленного комплекса: учебник / Б. М. Шундалов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 496 с.
3. Гусаков, В. Г. Аграрная экономика: термины и понятия: энциклопедический справочник / В. Г. Гусаков, Е. И. Дереза. – Минск: Белорусская наука, 2008. – 576 с.
4. Синицын, Н. В. Луговое кормопроизводство в Нечерноземной зоне / Н. В. Синицын [и др.]. – Смоленск: «Смядынь», 2003. – 261 с.
5. Лепкович, И. П. Современное луговодство / И. П. Лепкович. – СПб.: Профи-Информ, 2005. – 420 с.
6. Горновский, А. А. Продуктивность разноспелых пастбищных травостоев в системе сенокосо-пастбищеоборотов на суходолах северо-восточного региона Республики Беларусь: автореферат / А. А. Горновский. – Минск, 2009. – 24 с.
7. Киселев, А. А. Приемы интенсификации возделывания бобово-злаковых травостоев в системе сенокосооборота на суходолах северо-восточного региона Беларуси: автореферат / А. А. Киселев. – Минск, 2012. – 24 с.
8. Методические рекомендации по учету затрат и калькулированию себестоимости сельскохозяйственной продукции (работ, услуг): письмо Минсельхозпрода Республики Беларусь от 14.01.2016 г. №04-2-1-32/178/ – Минск: Бизнес-Инфо, 2016. – 139 с.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАСЛИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

М. В. ТИМОШЕНКО, А. А. МУЗЫКА, Н. Н. ШМАТКО, А. А. МОСКАЛЕВ

РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Минская область, Беларусь, 222163

(Поступила в редакцию 16.10.2017)

Экономическая эффективность – это сложное, многомерное явление, характеризующее целесообразность, экономическую и коммерческую успешность производства. Для объективной оценки такого процесса одного показателя, даже самого совершенного, недостаточно, необходим системный подход. С целью более достоверной оценки эффективности производства молока авторами статьи проведена оценка основных экономических показателей и критериев, характеризующих потенциал молочного животноводства сельскохозяйственных организаций Минской области на современном этапе развития отрасли. Проанализирована динамика поголовья крупного рогатого скота и коров в хозяйствах всех категорий на основе данных статистического учета. Рассмотрен ряд факторов, определяющих получение максимального объема продукции с наименьшими затратами на единицу ее производства. На основе анализа определены границы экономической целесообразности производства молока в сельскохозяйственных организациях. Проведена оценка основных тенденций развития молочного скотоводства Минской области, способствующих дальнейшему повышению интенсификации работы отрасли. Рассмотрен ряд организационно-экономических аспектов молочного подкомплекса отрасли животноводства, обуславливающих поиск резервов повышения качественных характеристик продукции при одновременном снижении удельных затрат на ее производство до научно обоснованных и экономически оправданных норм. В связи с этим особую актуальность приобретает обоснование научно аргументированных предложений по повышению эффективности производства молока за счет применения, прежде всего внутренних резервов, существующих в каждом регионе.

Ключевые слова: молочное скотоводство, экономическая эффективность, структура поголовья, среднегодовой удой.

Economic efficiency is a complex, multidimensional phenomenon that characterizes the feasibility and economic and commercial success of production. For an objective assessment of such a process, one indicator, even the most perfect, is not enough, a systematic approach is necessary. With the purpose of more reliable evaluation of milk production efficiency, the authors of the article evaluated the main economic indicators and criteria that characterize the potential of dairy farming in the agricultural sector of Minsk region at the present stage of the industry development. We have analyzed the dynamics of the number of cattle in farms of all categories on the basis of statistical data. We have considered a number of factors which determine obtaining the maximum volume of production with the least costs per unit of its produce. Based on the analysis, the boundaries of the economic feasibility of milk production in agricultural organizations have been determined. We have estimated the main trends in the development of dairy cattle breeding in the Minsk region, contributing to further increase in the intensification of the industry. We have considered a number of organizational and economic aspects of the dairy subcomplex of livestock sector, which determine the search for reserves to improve the quality characteristics of produce while reducing the unit costs for its production to scientifically justified and economically justified norms. In this connection, the basing of scientifically substantiated proposals to increase the efficiency of milk production through the application, first of all, of the internal reserves existing in each region acquires particular urgency.

Key words: dairy cattle breeding, economic efficiency, livestock structure, average annual yield.

Введение

Особое место в составе агропромышленного производства занимает молочное скотоводство, что обусловлено его значительным удельным весом в производстве совокупной продукции сельского хозяйства. Оно в значительной мере определяет экономическую эффективность сельскохозяйственного производства. Учитывая, что внутренний рынок на продукцию отрасли практически стабилизировался, приоритетным направлением развития молочного скотоводства в ближайшее будущее должна стать экономическая составляющая получения конкурентоспособной продукции, что невозможно без своевременного и детального анализа факторов ее формирующих. Поэтому возникает необходимость комплексного исследования состояния и направлений развития процесса производства молока, определение основных путей рационального использования материально-технической базы, ресурсов кормопроизводства и выявления резервов повышения эффективности данной отрасли. Одной из важнейших проблем, которую предстоит решить в ближайшие годы, является увеличение объемов производства молока при минимальных затратах труда, кормов и финансовых средств на основе совершенствования производственной базы, за счет использования современного технологического оборудования для модернизированных животноводческих ферм и оптимизации методов управления.

В научную разработку проблем повышения экономической эффективности производства молока значительный вклад внесли В. Г. Гусаков [1], Е. П. Брянских [2], И. Н. Буробкин [3], Н. А. Попков [7], В. Глазунов [5] и др. Проведенные ранее исследования по повышению эффективности производства молока, безусловно, сохраняют свою значимость и в настоящее время. Однако мировой финансовый кризис, ухудшение экономического положения сельскохозяйственного товаропроизводителя выдвигают новые вопросы в изучении эффективного функционирования молочного скотоводства. Решение

задачи роста эффективности производства молока требует комплексного подхода к анализу и оценке его состояния, что позволит разработать предложения по дальнейшему устойчивому развитию и совершенствованию регулирования.

Основная часть

Преимущество производства молока в республике на протяжении многих десятилетий принадлежит сельскохозяйственным организациям (более 1335), что говорит о высоком природно-климатическом потенциале развития молочного скотоводства. Динамика структуры численности поголовья молочного стада и объемов произведенного сельскохозяйственными организациями молока в разрезе областей Республики Беларусь представлена в табл. 1.

Таблица 1. Динамика структуры численности поголовья молочного стада и объемов произведенного сельскохозяйственными организациями молока в разрезе областей Республики Беларусь за 2013–2016 гг.

Показатели	Годы			
	2013	2014	2015	2016
<i>Удельный вес областей в структуре поголовья коров молочного стада сельскохозяйственных организаций Республики Беларусь на начало года, %</i>				
Республика Беларусь	100,0	100,0	100,0	100,0
в том числе по областям:				
Брестская	20,2	20,1	19,9	20,2
Витебская	14,9	14,7	14,3	13,2
Гомельская	15,2	15,0	15,0	15,4
Гродненская	13,8	14,8	15,3	15,5
Минская	22,9	22,8	22,7	22,9
Могилевская	12,9	12,6	12,8	12,8
<i>Удельный вес областей в структуре молока, произведенного сельскохозяйственными организациями Республики Беларусь, %</i>				
Республика Беларусь	100,0	100,0	100,0	100,0
в том числе по областям:				
Брестская	20,6	21,2	21,3	21,5
Витебская	12,7	12,7	11,3	11,2
Гомельская	14,2	14,2	15,3	15,1
Гродненская	16,8	16,7	17,1	17,0
Минская	24,2	24,2	23,9	24,7
Могилевская	11,5	11,0	11,1	10,5

Примечание. Источник: расчеты автора по данным источников [4, 6, 8].

Как видно из данных табл. 1, на долю сельскохозяйственных организаций Минской области в структуре поголовья коров молочного стада республики за анализируемый период приходился наибольший удельный вес (22,7–22,9 %). В течение 2013–2016 гг. Минская область занимала лидирующие позиции по валовому производству молока Республики Беларусь (23,9–24,7 %). Второе место занимала Брестская область – 21,5 %, третья – Гродненская – 17,0 %.

Структура производства молока по категориям хозяйств Республики Беларусь и Минской области за 2013–2015 гг. представлена в табл. 2 из данных которой видно, что в обеспечении потребности населения в цельном молоке, а перерабатывающей промышленности в сырье принимают участие сельскохозяйственные организации, личные подсобные хозяйства населения и крестьянские (фермерские) хозяйства.

Таблица 2. Структура производства молока по категориям хозяйств Республики Беларусь и Минской области за 2013–2015 гг.

Показатели	Годы		
	2013	2014	2015
<i>Удельный вес сельскохозяйственных организаций в валовом производстве молока, %:</i>			
Республика Беларусь	92,26	93,17	94,19
Минская область	95,49	95,73	96,24
<i>Удельный вес хозяйств населения в валовом производстве молока, %:</i>			
Республика Беларусь	7,54	6,62	5,56
Минская область	4,42	4,19	3,66
<i>Удельный вес крестьянских (фермерских) хозяйств в валовом производстве молока, %:</i>			
Республика Беларусь	0,20	0,21	0,25
Минская область	0,09	0,08	0,10

Примечание. Источник: расчеты автора по данным источников [6, 8].

На долю сельскохозяйственных организаций республики и анализируемой области в 2015 г. приходилось 94,19 и 96,24 % соответственно от общего объема производимого молока, что на 1,9 и 0,8 процентных пункта выше показателей 2013 г. Удельный вес хозяйств населения и крестьянских (фермерских) хозяйств Республики Беларусь составил в 2015 г. 5,56 и 0,25 % против 7,54 и 0,20 % соответственно в 2013 г.

В течение последних лет в сельскохозяйственных организациях республики и Минской области наметилась стабильная тенденция роста поголовья коров (табл. 3). Так, за период с 2012 по 2016 гг. в республике прирост данного показателя составил около 7 %, а по Минской области – 9,4 %. Средний удой от коровы в сельскохозяйственных организациях республики в течение 2012-2016 гг. увеличился на 143 кг, или на 3,1 %. Уровень молочной продуктивности коров в сельскохозяйственных организациях Минской области за 2016 г. составил 5099 кг на голову, против 4854 кг по республике в целом.

Таблица 3. **Поголовье продуктивного скота и показатели продуктивности стада крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях**

Показатели	Годы					2016 г., в % к 2012 г.
	2012	2013	2014	2015	2016	
Поголовье коров в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь на конец года, тыс. гол.	1328,4	1384,4	1410,6	1432,9	1421,8	107,0
в том числе:						
в сельскохозяйственных организациях Минской области	298,8	316,7	321,6	326,3	326,9	109,4
Средний удой молока от коровы в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь, кг	4711	4552	4539	4765	4854	103,1
в том числе:						
в сельскохозяйственных организациях Минской области	5043	4827	4713	4875	5099	101,1

Примечание. Источник: расчеты автора по данным источников [4, 6, 8].

Следует отметить, что в течение анализируемого периода (2012–2016 гг.) в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь и Минской области сохраняется положительная динамика роста и продуктивности и поголовья молочных коров. Однако увеличение объемов производства за счет экстенсивного и интенсивного путей развития отрасли происходит на фоне роста ее себестоимости и снижения рентабельности.

Анализ динамики основных показателей экономической эффективности производства и реализации молока в сельскохозяйственных организациях Минской области показывает, что прибыль от реализации молока в 2016 г. возросла на 70,6 % по отношению к данным 2013 г. Уровень себестоимость одной тонны молока при этом возрос на 44,2 %, а цена реализации увеличилась на 45,%. Отношение себестоимости к цене реализации тонны молока за анализируемый период колебалось в пределах 83,0–89,5 %. Уровень рентабельности реализованной продукции в 2015 г. снизился относительно данных 2014 г. на 10,2 процентных пункта. В течение 2016 г. произошел рост показателя на 4,3 %, однако уровень 2014 г. достигнут не был.

Таблица 4. **Динамика основных финансовых показателей реализации молока в сельскохозяйственных организациях Минской области**

Показатели	Годы		
	2014	2015	2016
Рост выручки от реализации молока к уровню 2013 г., %	14,2	49,7	70,6
Рост себестоимости 1 тонны молока к уровню 2013 г., %	26,6	34,9	44,2
Рост цены реализации 1 тонны молока к уровню 2013 г., %	35,8	34,3	45,8
Отношение себестоимости к цене реализации 1 тонны молока, %	83,0	89,5	88,1
Рентабельность реализованного молока, %	19,1	8,9	13,2

Примечание. Источник: расчеты автора по данным годовых отчетов за 2016 г., [6, 8].

Поскольку себестоимости продукции отражает экономическую эффективность всех сторон хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций, от уровня которой зависит в конечном итоге финансовое состояние предприятия и его платежеспособность, проведен анализ изменения отдельных статей затрат на производство молока (рис. 1). Динамика показателей структуры себестоимости производства молока показывает, что наибольший удельный вес в общем объеме затрат занимают корма, причем их доля в 2016 г. увеличилась по сравнению с 2013 г. на 3,3 процентных пункта. Значительная часть затрат приходится на оплату труда.

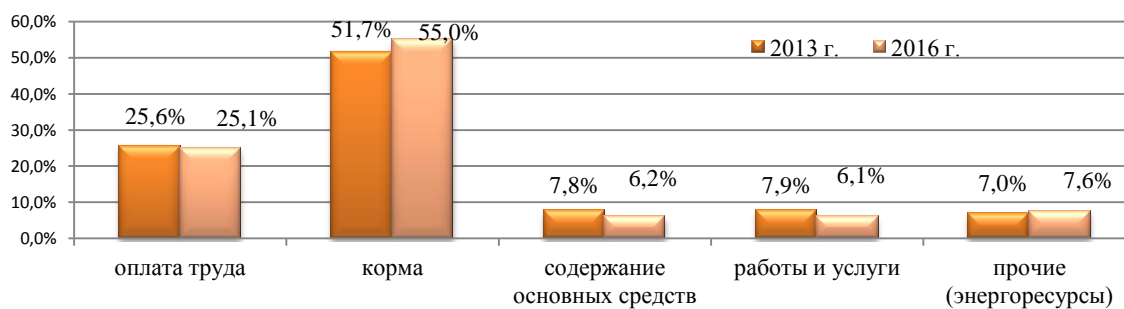


Рис. 1. Структура затрат на производство молока в сельскохозяйственных организациях Минской области за 2013 и 2016 гг., %

Примечание. Источник: расчеты автора по данным годовых отчетов за 2013 и 2016 гг.

В совокупности статьи затрат «Корма» и «Оплата труда» составляют более 80 % себестоимости тонны молока. Удельный вес статьи «Оплата труда» сократился на 0,5 процентных пункта. Доля затрат по статьям «Работы и услуги» и «Содержание основных средств» снижена в 2016 г. на 1,8 и 1,6 процентных пункта соответственно, по сравнению с данными структуры себестоимости молока за 2013 г. Влияние основных производственно-экономических показателей отрасли на уровень эффективности молочного скотоводства оценивалось на базе группировки совокупности, представленной 205 сельскохозяйственными организациями Минской области за 2016 г. Одним из важнейших показателей, характеризующих эффективность хозяйственной деятельности молочной отрасли, является производство молока на баллогектар сельскохозяйственных угодий. Анализ группировки хозяйств Минской области по данному показателю позволяет констатировать факт, что в условиях 2016 г. производство молока с уровнем среднегодового удоя на корову менее 3665,5 кг и выхода молока на один баллогектар сельскохозяйственных угодий менее 25,0 кг является экономически не целесообразным. Наиболее высокий уровень рентабельности (23,6 %) достигнут в хозяйствах V группы, при выходе молока на баллогектар сельскохозяйственных угодий выше 45,0 кг.

В результате группировки сельскохозяйственных организаций по уровню себестоимости было выявлено, что при среднем показателе себестоимости в размере 277,0 руб. за 1 тонну достигается самая высокая эффективность производства молока. Так, в хозяйствах I группы при средней продуктивности коров на уровне 5681,9 кг, расходом кормов в размере 1,0 ц к. ед. и затратами труда (в пределах 2,3 чел.ч.) на 1 ц молока, рентабельность реализованной продукции составила 34,3, что на 47,1 процентных пункта выше, чем в среднем по анализируемой совокупности.

Необходимо также учитывать, что при нерациональном использовании ресурсов может производиться продукция низкого качества, цена которой не компенсирует все издержки производства и обращения. Поэтому на массиве тех же предприятий была проведена группировка по уровню рентабельности реализованной продукции, так как в нем аккумулируются все результаты производственно-хозяйственной деятельности (рис. 2). Согласно данным статистической отчетности за 2016 г., 53,3 % от валового объема молока производится с уровнем рентабельности от 0 до 20 %. Около 11,5 % хозяйств, производящих молоко, получают убытки (рис. 2).

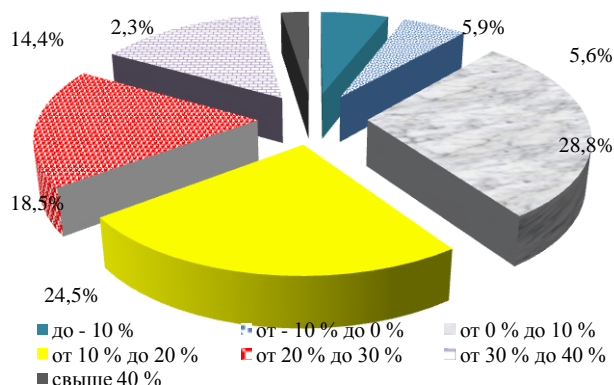


Рис. 2. Удельный вес объемов производства молока с различным уровнем рентабельности в сельскохозяйственных организациях Минской области, %
Примечание. Источник: расчеты автора по данным годовых отчетов за 2016 г.

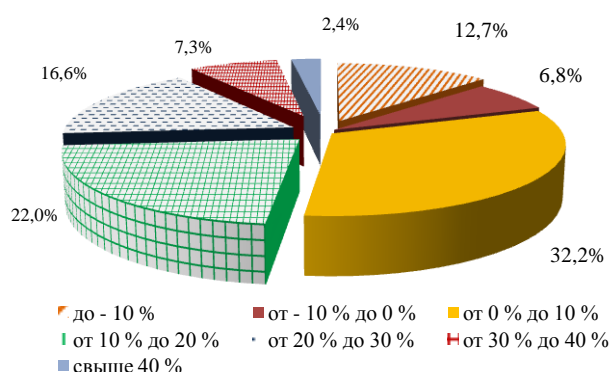


Рис. 3. Распределение сельскохозяйственных организаций Минской области по уровню рентабельности, %
Примечание. Источник: расчеты автора по данным годовых отчетов за 2016 г.

В то же время в общем объеме валового производства молока 19,5 % продукции не приносит прибыли, что может говорить о низкой продуктивности скота в ряде хозяйств (рис. 3). И только 2,4 % сельскохозяйственных организаций Минской области получают в качестве финансового результата от производства молока прибыль в размере 40 и более копеек на вложенный рубль. Доля в валовом производстве молока данной группы организаций составляет 2,3 %.

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует об устойчивой положительной динамике количественных и качественных показателей производства молока в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь и Минской области. Приоритетным направлением развития молочного скотоводства на ближайшие годы будет переход от экстенсивных к интенсивным формам ведения отрасли на основе улучшения генетических качеств животных и применения современных технологий, обеспечивающих высокую продуктивность стад и снижение себестоимости продукции.

Заключение

На основании изложенной в статье информации можно сделать следующие выводы:

1. Динамика развития молочного скотоводства как республики в целом, так и Минской области характеризуется устойчивым ростом производства как за счет увеличения численности поголовья, так и продуктивности коров. Рост объема произведенного молока в Республике Беларусь за период 2011–2016 гг. составил 943,1 тыс. тонн (16,2 %), в том числе по организациям Минской области – 231,6 тыс. тонн (13,8 %) [6]. Однако следует отметить, что достигнутый показатель продуктивности коров по республике не может являться оптимальным. Традиционная для нашей страны чернопестрая порода крупного рогатого скота имеет высокий потенциал продуктивности, находящийся в пределах 8000–10000 кг молока от коровы в год. Дальнейший рост молочной продуктивности экономически и зоотехнически целесообразно осуществлять на основе повышения качества племенной работы и укрепления кормовой базы. Реализация генетического потенциала потребует во всех хозяйствах организовать целенаправленное выращивание телок для ремонта стада и рационального его воспроизводства, создать прочную кормовую базу [7].

Таким образом, одним из важнейших резервов повышения эффективности производства молока в сельскохозяйственных организациях республики является увеличение степени реализации генетического потенциала коров основного молочного стада, как одного из важнейших факторов снижения себестоимости производства и, соответственно, повышения экономической эффективности в отрасли.

2. Сопоставление отдельных статей расходов свидетельствует о наибольшем удельном весе стоимости кормов (55,0 %) в структуре затрат на производство молока, причем их доля на протяжении анализируемого периода стабильно увеличивается. Следует отметить, что качество кормов имеет первостепенное значение при организации полноценного кормления молочного скота, особенно качество объемистых кормов. Низкое качество корма приводит к большому перерасходу концентратов при кормлении высокопродуктивных животных, и следовательно, к необоснованному перерасходу удельных затрат на производство молока и снижению экономической эффективности отрасли в целом.

В 2016 г. часть затрат, приходящаяся на оплату труда, содержание основных средств сократилась относительно данных 2013 г. с 25,6 до 25,1 % и 7,8 до 6,2 % соответственно. А часть статей затрат, связанных с потреблением энергоресурсов, увеличились с 7,0 % в 2013 г. до 7,6 % в 2016 г. В совокупности статьи затрат «Корма» и «Оплата труда» составляют более 80 % себестоимости тонны молока, что автоматически и обуславливает поиск резервов в области эффективного развития молочного скотоводства по этим направлениям.

3. Анализ группировки хозяйств Минской области по производству молока на балло-гектар сельскохозяйственных угодий позволил определить порог эффективного производства молока на уровне среднегодового удоя на корову не менее 4600 кг при выходе молока на балло-гектар не менее 25,1–35,0 кг.

4. На основе изучения показателей экономической эффективности реализации молока в сельскохозяйственных организациях Минской области установлено, что за период с 2013 по 2016 г. выручка от реализации молока возросла на 70,6 %, а увеличение себестоимости тонны молока за анализируемый период составило 44,2 %. Соотношение себестоимости к цене реализации тонны молока колебалось в пределах 83–89 %. Уровень рентабельности реализованной продукции за анализируемый период колебался в пределах 8,9–19,1 %. За 2016 г. 54,2 % хозяйств Минской области осуществляет производство молока (53,3 % от валового производства молока) с уровнем рентабельности от 0 до 20 %. Около 20 % хозяйств, производящих молоко, получают убытки, что свидетельствует о неэффективном использовании имеющихся производственных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Актуальные проблемы повышения эффективности производства молока в сельскохозяйственных организациях Брестской области / А. С. Сайганов [и др.]; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск, 2012. – 167 с.
2. Брянских, Е. П. Интенсификация и эффективность производства в молочном скотоводстве / Е. П. Брянских, П. М. Райхлин, И. В. Суханицкий // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1989. – № 11. – С. 8–13.
3. Буробкин, И. Н. Специфика развития животноводства на современном этапе / И. Н. Буробкин, Б. Н. Казаринов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2005. – №1. – С. 18–21.
4. В этом году в Беларуси появятся первые хозяйства с 10-тысячным удоем молока на корову // Продукт. by [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://produkt.by/news/v-etom-godu-v-belarusi-royavyatsya-pervyye-hozyaystva-s-10-tysyachnym-udom-moloka-na-korovu>. – Дата доступа: 01.08.2017.
5. Глазунов, В. Повышение конкурентоспособности молока и молочной продукции / В. Глазунов, Д. Сердобинцев // АПК: экономика, управление. – 2006. – № 12. – С. 33–35.
6. О состоянии животноводства в Республике Беларусь // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.belstat.gov.by/homep/ru/indicators/regions/13.php>. – Дата доступа : 02.08.2017.
7. Программа кормления высокопродуктивных коров (5000-1000 кг молока) в Республике Беларусь / Н. А. Попков [и др.]; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2011. 94 с.
8. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2015. – 320 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО РЫНКА КОМБИКОРМОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

О. А. СУЩЕНЯ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область, Беларусь, 213407, e-mail: suscharina@mail.ru

(Поступила в редакцию 16.10.2017)

Комбикормовая промышленность, являясь неотъемлемой частью агропромышленного комплекса, а также ввиду специфики производимой продукции, оказывает существенное влияние на эффективность функционирования сельскохозяйственных товаропроизводителей. Монополизм предприятий комбикормовой промышленности и часто необоснованное завышение ими цен на комбикорм привело к тому, что сельскохозяйственные предприятия и ЛПХ, производящие более половины продукции животноводства, вынуждены вместо комбикормов использовать относительно дешевые зерновые концентраты, в связи с чем продуктивность животных и птицы снижена не менее, чем на 20–30 %. В основном по этой причине себестоимость многих видов продукции животноводства превышает уровень их средних реализационных цен. Это в конечном счете ведет к убыточности отрасли животноводства и снижению продовольственной безопасности страны. Такая взаимосвязь комбикормовой отрасли с остальными сферами сельскохозяйственного производства исключает возможность одностороннего ее изучения и делает необходимым проведение более детального анализа отрасли, как части системы организационно-экономических отношений в условиях многоукладной экономики. В статье приведены результаты изучения сущности регионального рынка комбикормов как экономической системы. Уточнена трактовка данной категории, определены ее место на национальном агропродовольственном рынке, а также взаимосвязь с другими подсистемами АПК. На основании проведенных исследований разработана схема, характеризующая систему функционирования рынка комбикормов, составленная с учетом наличия связей разного уровня между его элементами. С учетом выявленных в процессе исследования проблем комбикормовой отрасли, автором определена и классифицирована система факторов, определяющая особенности формирования и функционирования регионального рынка комбикормов.

Ключевые слова: агропродовольственный рынок, региональный рынок комбикормов, эффективность производства, особенности функционирования рынка, структурные элементы рынка.

Fodder industry, being an integral part of the agro-industrial complex, and also due to the specificity of the products, has a significant impact on the efficiency of agricultural producers. The monopoly of combined fodder mills and the often unreasonable overstating of mixed fodder prices led to the fact that agricultural enterprises and private households producing more than half of livestock production are forced to use rather cheap grain concentrates instead of mixed fodders, and therefore the productivity of animals and poultry is reduced not less than by 20-30%. Basically, for this reason, the prime cost of many types of livestock products exceeds the level of their average sales prices. This, in the long run, leads to loss of livestock sector and a decrease in the country's food security. This relationship between the feed industry and the rest of agricultural production excludes the possibility of unilateral study of it and makes it necessary to conduct a more detailed analysis of the sector as part of the system of organizational and economic relations in a multistrukture economy. The article presents results of studying the essence of the regional mixed fodder market as an economic system. The interpretation of this category has been clarified, its place in the national agro-food market has been determined, as well as the relationship with other subsystems of the agroindustrial complex. Based on the studies carried out, a scheme has been developed that characterizes the system of functioning of the mixed fodder market, compiled taking into account the existence of connections of different levels between its elements. Taking into account the problems of the mixed fodder industry identified in the process of research, the author has determined and classified a system of factors that determines the features of the formation and functioning of the regional mixed fodder market.

Key words: agrifood market, regional mixed fodder market, production efficiency, market functioning features, structural market elements.

Введение

Проведенные исследования показывают, что в современной научной литературе можно встретить множество авторских подходов к определению таких категорий, как «агропродовольственный рынок», «аграрный рынок», «сельскохозяйственный рынок», «рынок продовольствия и сырья» и др., которые отражают различные стороны системы отношений, складывающихся между субъектами рынка по поводу обмена сельскохозяйственной продукцией и ресурсами ее производства. Однако определение категории, которая бы в наибольшей степени характеризовала положение на рынке комбикормов, до сих пор не дано.

Более того, следует отметить, что вопросам формирования и эффективного функционирования рынка комбикормов в научной литературе уделяется внимание, как правило, в связи с исследованием продовольственных и сельскохозяйственных рынков. В той или иной мере эти проблемы рассматриваются в работах А. И. Алтухова, Г. В. Беспяхотного, Э. Н. Крылатых, В. Р. Боева, Е. Ф. Злобина, В. А. Ключака, В. И. Голохвостова и ряда других ученых. В то же время основательные исследования данного вопроса отсутствуют. В связи с этим необходимость выработки научных подходов к исследованию особенностей формирования и функционирования рынка комбикормов на национальном и региональном уровнях приобретает, на наш взгляд, особое значение.

Основная часть

Региональный рынок комбикормов является структурным элементом агропродовольственного рынка страны и составляющим звеном региональной экономики. Тесное взаимодействие на продовольственном и агросырьевом рынках зерна, комбикормов и продукции животноводства определяется тем, что зерно является главной сырьевой основой комбикормов и на 65–70 % формирует их состав. Наряду с этим в состав комбикормов входят побочные продукты переработки зерновых (отруби и др.). Их доля в структуре комбикормов для КРС составляет 36 %, свиней – 16 % и птиц – 7 %. В комбикормах 16–21 % белка является растительным, а 2–7 % – животного происхождения. В целом же, согласно исследованиям, производителям комбикормов приходится приобретать на агросырьевых рынках 83–93 % исходного сырья. В свою очередь для производства 1 т мяса требуется в среднем 4 т комбикормов, на 1 т молока – 0,35 т и на 1000 яиц – 0,19 т [1]. Кроме того, как показывают проведенные нами исследования, сам рынок комбикормов представляет собой сложную систему, между элементами которой существуют и развиваются устойчивые связи и отношения. С учетом этого, нами разработана схема функционирования регионального рынка комбикормов с учетом его структурных элементов (рис.).

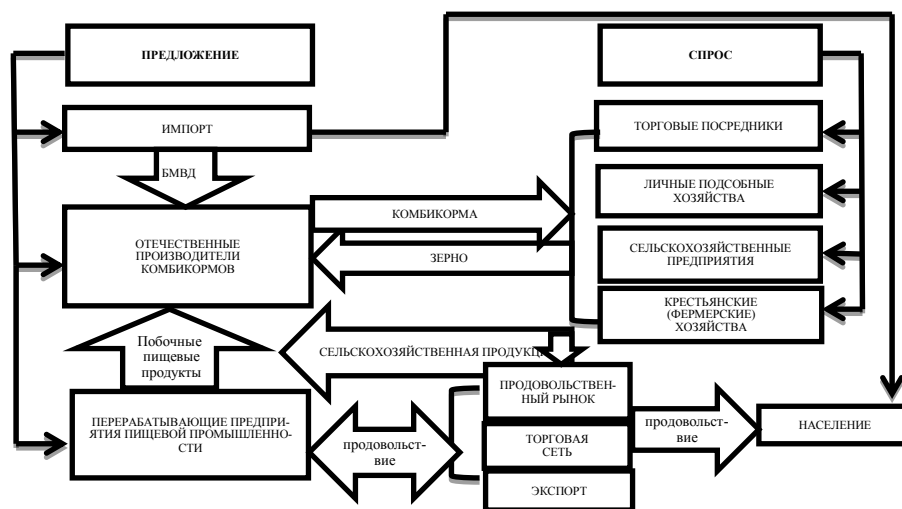


Рис. Структура производственных взаимосвязей на рынке комбикормов (составлен автором по материалам проведенных исследований)

Внутри предложенной нами модели существует замкнутый круг взаимоотношений. Сельскохозяйственные товаропроизводители поставляют весомую долю произведенной зерновой продукции производителям комбикормов, которые, в свою очередь, делают заказ на сельскохозяйственное сырье. Оставшуюся часть зерна и другие виды произведенной продукции сельскохозяйственные товаропроизводители поставляют непосредственно на перерабатывающие предприятия или на продовольственный рынок. Перерабатывающие предприятия получают заказ на продукты питания от сети торговых предприятий, после чего поставляют продукты питания на оптовые торговые предприятия, а также в собственную розничную торговую сеть. Помимо этого перерабатывающие предприятия являются поставщиком компонентов для производства комбикормов. Оптовые и розничные торговые предприятия, продовольственные рынки обеспечивают продуктами питания конечного потребителя. Излишки произведенной продукции идут на экспорт.

Вместе с тем собственное производство не способно на сегодняшний день обеспечить продовольственный рынок продуктами питания. Поэтому продовольственный региональный рынок тесно взаимодействует с внешней средой. С одной стороны, идут поступления сельскохозяйственного сырья на перерабатывающие предприятия, с другой, — продукты питания на продовольственный рынок. Это происходит посредством межрегиональных и межотраслевых связей, а также импорта. Импортная составляющая для предприятий комбикормовой промышленности представлена в основном белково-витаминно-минеральными компонентами для производства комбикормов.

В рамках данной структуры в качестве структурных элементов отечественной комбикормовой промышленности нами выделены следующие типы предприятий: самостоятельные комбикормовые заводы; комбикормовые заводы и цеха в составе комбинатов хлебопродуктов; комбикормовые заво-

ды и цеха в составе хлебоприемных предприятий и элеваторов; комбикормовые заводы и цеха в составе птицефабрик и животноводческих комплексов; межхозяйственные комбикормовые цеха.

На сегодняшний день в Республике Беларусь данными предприятиями в ассортименте вырабатываются комбикорма для всех видов и возрастов животных, птицы и рыбы более чем по 100 рецептам. Промышленностью производятся 35 видов премиксов. Также в стране имеются мощности для выпуска белково-витаминно-минеральных добавок (БВМД). По оценкам Министерства статистики Республики Беларусь в 2016 г. производство кормов на внутреннем рынке страны составило 6309,3 тыс. тонн, что на 7,64 % превышает уровень 2011 г. (табл.). Тенденция к росту отмечается также в отечественной отрасли производства премиксов – 12,35 % при абсолютном значении в 2016 г. 64,6 тыс. тонн.

Динамика производства комбикормов в Республике Беларусь за 2011–2016 гг., тыс. тонн

Показатель	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	В среднем	2016 г.	2016 г. в % к 2011 г.
Корма готовые для сельскохозяйственных животных – всего	5861,6	6214,8	6098,1	5850,9	6268,7	5841,88	6309,3	107,64
из них:								
премиксы	57,5	63,8	67,0	65,8	70,0	63,03	64,6	112,35
добавки белково-витаминно-минеральные	150,4	129,3	105,0	69,8	49,9	109,50	40,1	26,66

Примечание. Таблица составлена автором по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Неблагополучно складывается ситуация в микробиологической промышленности. Производство белково-витаминно-минеральных добавок в Республике Беларусь за анализируемый период сократилось практически на четверть – со 150,4 тыс. тонн в 2011 г. до 40,1 тыс. тонн в 2016 г. [2].

При рассмотрении условий, факторов и инструментов формирования рынка комбикормов необходимо учитывать его особенности, основными из которых, согласно проведенным нами исследованиям, являются следующие:

1. Главная особенность отечественного производства комбикормов в технологическом смысле – излишняя доля зернового сырья – около 70 %. В то время как в европейских, по данным Европейской Федерации производителей кормов (FEFAC), – 48 %. Причем эта доля представлена в основном кукурузой, а 28 % приходится на жмыхи и шрот, 12 % – на продукты перерабатывающих пищевых производств; в состав комбикормов вводят также бобовые (около 2 %), продукты молочной переработки (1 %) [3–5]. Проблема снижения размера зерновой составляющей и привлечения в комбикормовую отрасль Республики Беларусь дополнительных сырьевых ресурсов является актуальной и в ближайшей перспективе останется, по нашему мнению, открытой. Это обусловлено, прежде всего, тем, что для переработки отходов пищевых производств в компоненты комбикормов в республике требуется создание технологии и комплекса технических средств (оборудования) для промышленного производства кормовых продуктов на основе отходов перерабатывающих отраслей АПК. В 2012 году в Республике Беларусь была предпринята попытка решить данную проблему в рамках Программы Союзного государства «Разработка перспективных ресурсосберегающих, экологически чистых технологий и оборудования для производства биологически полноценных комбикормов». Однако по окончании сроков, на которые была рассчитана реализация Программы, целевые показатели подтверждаются лишь лабораторными исследованиями, проведенными российскими и белорусскими головными исполнителями [6, 7].

2. Для производства полноценных комбикормов требуется значительное количество белковых кормов и сырья, дефицит которого составляет в настоящее время порядка 15–20 % от общей потребности. Насыщение емкости внутреннего рынка за счет собственного производства белка предполагает совершенствование структуры посевных площадей посредством увеличения доли фуражного зерна в общем его объеме до 70–75 %. Для обеспечения баланса по протеину в Республике Беларусь под зернобобовыми (с учетом необходимости производства семенного материала) целесообразно иметь порядка 352 тыс. гектаров. Фактически в 2016 г. площадь посева зернобобовых культур составила 164 тыс. га при совокупном производстве 386 тыс. тонн [2]. Наряду с этим необходимо пересмотреть сортовой состав возделываемых зернобобовых в сторону культур с высоким содержанием протеина. В большинстве стран мира проблема дефицита белка решена посредством увеличения производства соевых бобов. Получение данного вида сырья в нашей стране ограничено климатическими и географическими факторами, что ставит отечественное животноводство в зависимость от импортных пос-

тавок сои и соевого шрота. Вместе с тем в качестве аналога соевому шроту, хотя и уступающими ему по многим показателям, могут использоваться подсолнечный и рапсовый шроты, а также горох и кофемолочные бобы [8]. Помимо белка растительного происхождения не следует забывать о животном белке, который в условиях республики получают при переработке вторичного мясного, молочного и рыбного сырья.

3. Сложная ситуация остается на рынке биологически активных веществ, используемых для приготовления полноценных комбикормов. Как показывает анализ данных статистической отчетности, в стране наметилась четкая тенденция сокращения объемов производства белково-витаминно-минеральных добавок (табл.). Как результат, ежегодно в Республику Беларусь из-за рубежа вводится кормовых добавок на сумму более 300 млн. долларов [9].

Развитие же отечественной микробиологической промышленности, а также освоение на крупных комбикормовых предприятиях производства белково-витаминно-минеральных концентратов позволит, по нашему мнению, обеспечить комбикормовые предприятия аминокислотами, витаминами, ферментами и микроэлементами собственного производства, и, тем самым, значительно снизить себестоимость конечного продукта.

4. Высокая степень износа основной части оборудования предприятий комбикормовой промышленности на сегодняшний день обуславливает необходимость привлечения инвестиционных ресурсов на их реконструкцию и перевооружение.

5. Низкая загрузка производственных мощностей предприятий комбикормовой промышленности, что в свою очередь ведет к увеличению общих удельных издержек и, как следствие, к росту себестоимости конечного продукта [10].

6. В Республике Беларусь в сфере производства комбикормов продолжает существовать система экономических отношений, когда половина заготавливаемого сырья перерабатывается на давальческих условиях. Мы считаем, что это несколько противоречит требованиям рыночной экономики, нарушает принципы взаимовыгодного партнерства, искажает реальное положение дел в финансово-производственной деятельности предприятий и создает условия для теневой экономики.

7. Производителями, на наш взгляд, практически не уделяется внимание маркетингу продукции, который, чаще всего, сведен к заключению договоров и сбыту продукции. Между тем как грамотная маркетинговая деятельность и хорошо налаженные связи между субъектами рынка способствуют росту качества продукции, применению перспективных технологий, формируют основу снижения затрат.

В целом обобщив результаты проведенного исследования, нами предлагается следующее определение регионального рынка комбикормов – это сложившаяся совокупность организационно-экономических отношений по поводу обмена продуктами комбикормовой промышленности на определенной территории, охватывающая производство, потребление и инфраструктуру, формирующихся под влиянием особенностей спроса и предложения с учетом адекватных методов конъюнктуры рынка и процессов принятия коммерческих решений.

На наш взгляд, такая формулировка категории «региональный рынок комбикормов» позволяет учесть комплексный характер социально-экономических отношений, сформировавшихся между его субъектами. Кроме того, региональный рынок комбикормов, согласно данной трактовке, является связующим звеном между производителями и потребителями комбикормовой продукции, поставщиками сырья и элементами инфраструктуры конкретного региона, конъюнктура которого определяет соотношение спроса и предложения на продукцию отрасли.

Заключение

Анализ результатов проведенных нами исследований позволил сформулировать перечисленные далее выводы:

1. Региональный рынок комбикормов является, с одной стороны, подсистемой общенационального агропродовольственного рынка и испытывает на себе влияние динамики общеэкономической ситуации. С другой стороны, сам региональный рынок комбикормов во многом определяет уровень социально-экономического развития региона.

2. Обобщение теоретических взглядов на сущность рынка комбикормов позволяет нам рассматривать его как сложную и динамично развивающуюся, организованную социально-экономическую систему, функционирующую в пределах границ определенной территории, на которой осуществляются экономические связи между субъектами рынка с учетом специфических, присущих данной территории, особенностей развития экономики в целом и производства комбикормов, в частности.

3. В настоящее время перед предприятиями комбикормовой отрасли стоит серьезная задача, прежде всего, по улучшению качества комбикормов. Причем в условиях жесткой позиции нашего государства в области импортозамещения, а также с учетом исключительной роли зерна для народного хозяйства республики, это предстоит осуществить, главным образом, за счет увеличения ввода зернобобовых, рапсового шрота, других белково-витаминных добавок при значительном сокращении удельного веса зерна.

Помимо этого, отрасль должна пересмотреть свое отношение к активному использованию отходов и вторичных продуктов самых разнообразных производств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казакевич, В. Животноводство Беларуси: Итоги 2011 г. и ближайшие перспективы / В. Казакевич // Комбикорма. – 2012. – № 3. – С. 33–34.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_7720/. – Дата доступа: 12.09.2017.
3. Пименова, Т. Комбикормовая промышленность – проблемы, решения, задачи / Т. Пименова, В. Лагутин // Ценовик. – 2014. – №8. – С. 16–17.
4. Самосюк, В. Г. Комбикорм по-белорусски науки [Электронный ресурс] / В. Самосюк, В. Передня, Л. Минько, А. Шведко // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства. – 2011. – Режим доступа: http://belagromech.by/img/articles/2011.11.09_articles/Kombikorm_Samosuk.pdf. – Дата доступа: 10.03.2017.
5. За комбикормом очереди нет, но достается он не всем стадам [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.mill.uz>. – Дата доступа: 18.04.2013.
6. Проект «Комбикорм» призван укрепить продовольственную безопасность Беларуси и России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dairynews.ru/news/proekt-kombikorm-prizvan-ukrepit-prodovolstvennyu.html>. – Дата доступа: 19.05.2013.
7. Отчет о результатах контрольного мероприятия «Проверка использования в 2011–2013 гг. средств бюджета Союзного государства на реализацию совместной программы «Разработка перспективных ресурсосберегающих, экологически чистых технологий и оборудования для производства биологически полноценных комбикормов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ach.gov.ru/upload/iblock/e20/e203223b43f8578aa45e6bf1841eebae.pdf>. – Дата доступа: 19.03.2017.
8. Афанасьев, В. Современное состояние комбикормовой промышленности России / В. Афанасьев // Ценовик. – 2016. – №3. – С. 4–5.
9. Внешняя торговля Республики Беларусь: статистический сборник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_8008/. – Дата доступа: 12.09.2017.
10. Кошкарев, И. Кластеризация предприятий зернового производства и комбикормовой промышленности [Электронный ресурс] / И. Кошкарев, Г. Русин, Д. Осетров // Известия НВ АУК. – 2011. – №3. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/klasterizatsiya-predpriyatij-zernovogo-proizvodstva-i-kombikormovoy-promyshlennosti>. – Дата доступа: 15.04.2017.

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ОВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА В КУП «МИНСКАЯ ОВОЩНАЯ ФАБРИКА»

Р. К. ЛЕНЬКОВА, Е. В. КАРАЧЕВСКАЯ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область, Беларусь, 213407, e-mail: zhelovka@mail.ru

(Поступила в редакцию 17.10.2017)

Овощеводство – одна из отраслей сельского хозяйства, где в современных условиях в большей мере, чем в других сферах аграрного сектора, во взаимоотношениях с предприятиями и организациями овощепродуктового подкомплекса формируются и действуют рыночные механизмы: договорные цены, контрактная система; развиваются процессы интеграции и кооперации, отдельные специализированные хозяйствующие субъекты, прежде всего тепличные комбинаты, осуществляют производственную деятельность на промышленной основе в условиях самокупаемости и самофинансирования и т. д. Обеспечение населения страны разнообразной овощной продукцией в требуемом объеме является важной социально-экономической задачей. Это возможно на основе развития и эффективного функционирования отрасли овощеводства и всего овощепродуктового подкомплекса. Особая значимость овощей обусловлена высоким содержанием витаминов и биологически ценных веществ, а также способностью выводить из организма радионуклиды и соли тяжелых металлов, что особенно важно в условиях Республики Беларусь. Овощной подкомплекс относится к разветвленным межотраслевым структурным звеньям народного хозяйства. Весь производственный процесс в овощном подкомплексе можно подразделить на четыре взаимосвязанные стадии: производство овощей; переработка, хранение и заготовка овощей; реализация овощей в естественном (свежем) состоянии и в переработанном виде; производство средств производства, используемых при выращивании, переработке, хранении и реализации овощной продукции. В условиях переходного периода сельскохозяйственные товаропроизводители столкнулись на рынке с более сильными в конкурентном отношении и консолидированными сферами переработки и торговли, которые при отсутствии развитой рыночной инфраструктуры превратились в локальных монополистов, использующих свое положение для занижения закупочных и завышения розничных цен, задержки оплаты за принятую продукцию.

Ключевые слова: экономическая эффективность, реализация, овощеводческие крупнотоварные предприятия, овощная продукция защищенного грунта.

Vegetable growing is one of the branches of agriculture where, in modern conditions, more than in other spheres of the agrarian sector, market mechanisms are formed in the relations with enterprises and organizations of the vegetable subcomplex: contractual prices, contractual system; the processes of integration and cooperation are developing, some specialized economic entities, primarily greenhouse combines, carry out industrial activities on an industrial basis in conditions of self-sufficiency and self-financing, etc. Providing the population of the country with a variety of vegetable products in the required amount is an important social and economic task. This is possible on the basis of the development and effective functioning of the vegetable growing industry and the entire vegetable subcomplex. The special importance of vegetables is due to the high content of vitamins and biologically valuable substances, as well as the ability to remove radionuclides and heavy metal salts from the body, which is especially important in the conditions of the Republic of Belarus. Vegetable subcomplex refers to the branched inter-branch structural links of the national economy. The whole production process in the vegetable subcomplex can be divided into four interrelated stages: vegetable production; processing, storage and harvesting of vegetables; realization of vegetables in a natural (fresh) state and in a processed form; production of means of production used in the cultivation, processing, storage and sale of vegetable products. In the conditions of transition period, agricultural producers competed in the market with stronger competitive and consolidated spheres of processing and trade, which, in the absence of a developed market infrastructure, turned into local monopolists using their position to understate purchasing prices and overstate retail prices and delay payment for accepted products.

Key words: economic efficiency, sales, large-scale vegetable production enterprises, vegetable produce from protected ground.

Введение

В сельскохозяйственном производстве Беларуси удельный вес отрасли овощеводства незначительный. В структуре товарной продукции растениеводства крупнотоварных предприятий овощи составляют около 6 %, а во всей продукции сельского хозяйства – 1,6 %.

Специализированные овощеводческие крупнотоварные предприятия (агроторговые фирмы, комбинаты и др.) расположены вблизи крупных городов. Их главная функция заключается в обеспечении овощами городского населения. Назначение специализированных овощеводческих хозяйств в сельских районах – удовлетворение потребности в овощах жителей районных центров и находящихся в районе учреждений закрытого типа (больницы, школы, детские учреждения, столовые и т.п.).

Основная часть

Особенностью выращивания овощей является то, что независимо от региона, практикуется две схемы их производства – в открытом и защищенном грунте (производство овощей в теплицах). Они очень различаются технологически и требуют разного уровня и характера капитальных вложений и текущих затрат. С другой стороны, организация тепличного хозяйства предполагает реализацию в зимне-весенний период, то есть тогда, когда уровень цен может быть установлен на более высоком уровне. Особенностью современного овощеводства стало сокращение объемов производства со стороны крупных хозяйств и быстрое расширение посевов овощных культур на приусадебных, дачных

участках и в крестьянских (фермерских) хозяйствах при одновременном и существенном сокращении его в сельскохозяйственных организациях. Если в 2010 г. на долю хозяйств населения приходилось 81 % посевных площадей овощных культур, то к 2016 г. этот показатель снизился до 72,1 %. Почти в три раза возросло производство овощей в фермерских хозяйствах, посевные площади овощей в сельскохозяйственных организациях за исследуемый период колеблются от 10 % до 22 % к общей площади посева (рис. 1).

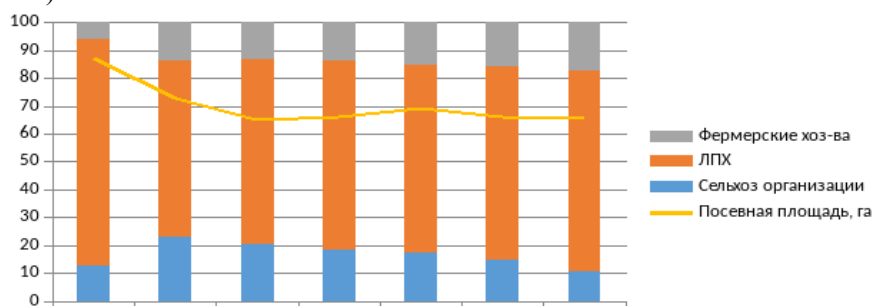


Рис. 1. Посевные площади и их структура по категориям хозяйств в 2010–2016 гг. [6]

Закономерным в такой ситуации шагом явилось создание цехов переработки, развитие собственной торговой сети, что повлияло на загруженность мощностей перерабатывающих предприятий. Одновременно, утратив ведущую роль промышленного производства на базе специализированных хозяйств, основная масса производства овощей сместилась в частный сектор, происходит натурализация и деиндустриализация производства.

В сельскохозяйственном производстве Беларуси удельный вес отрасли овощеводства незначительный. В структуре товарной продукции растениеводства крупнотоварных предприятий овощи составляют около 6 %, а во всей продукции сельского хозяйства – 1,5 % [12]. Ввиду различных почвенно-климатических условий, в различных регионах республики основные показатели отрасли овощеводства существенно отличаются. По валовому сбору традиционно лидируют Минская и Брестская области, в 2016 г. данный показатель превысил 400 тыс. тонн. Почти в два раза ниже данный показатель у аутсайдеров отрасли – Витебской и Могилевской областей – чуть выше 200 тыс. тонн. При этом во всех областях кроме Гомельской сложился высокий уровень урожайности – почти 300 ц/га, и именно низкая урожайность при высоких площадях посева Гомельского региона «тянет» вниз общереспубликанский показатель (табл. 1).

Таблица 1. Посевные площади и урожайность овощей по областям Республики Беларусь

Области	Посевная площадь, тыс. га								Урожайность, ц/га					
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Брестская	16,3	14,0	11,9	11,7	13,3	12,8	13,7	253	260	258	265	269	274	307
Витебская	10,5	8,7	7,7	7,9	8,1	6,9	6,6	256	274	246	246	255	275	297
Гомельская	19,0	16,2	14,4	14,3	14,7	14,4	13,7	230	197	185	186	195	193	228
Гродненская	10,7	7,7	7,2	7,5	8,3	8,4	8,4	260	284	287	278	275	268	294
Минская	19,0	18,0	16,6	16,9	16,8	15,4	15,1	238	259	240	241	241	251	280
Могилевская	10,2	8,5	7,5	8,0	8,2	8,5	8,2	265	250	230	234	242	227	263

За исследуемый период посевные площади овощей сократились в каждой области, при этом в Витебской области на 33 %. Что касается динамики урожайности, то можно отметить ее рост по всем областям кроме Гомельской и Могилевской. При этом средний уровень урожайности в Гомельской области за исследуемый период едва превышает 200 ц/га. В Республике Беларусь в настоящее время производство тепличных овощей на душу населения составляет около 9 кг, а годовая норма потребления свежих овощей защищенного грунта должна составлять 126 кг на одного жителя. Ежегодно в остекленных теплицах республики производится 20–25 % овощей от общего объема их производства в общественном секторе.

По состоянию на 1 января 2017 г. площадь наиболее крупных зимних теплиц в республике составила 221,5 га, из них фактически используется под выращиванием овощных культур 210,4 га. Основное производство тепличных овощей сосредоточено в 25 наиболее крупных тепличных хозяйствах, которыми в 2014 г. было произведено 94,6 тыс. тонн овощей (на 3,8 % больше уровня 2013 г.). В том числе получено 40,5 тыс. тонн огурцов (на 1,6 % больше), 52,9 тыс. тонн томатов (на 3,3 % больше) и 1,2 тыс. тонн прочих овощных и зеленных культур (на 17,9 % больше, чем в 2013 г.). В условиях зимних теплиц в настоящее время выращивается около 20 наименований овощных, зеленных и про-

чих культур. Для промышленной переработки заготовлено 53,3 тыс. тонн овощей. Видовой состав овощных культур увеличился до 40 и более наименований (различные виды капустных культур, лук репчатый, чеснок, спаржевая фасоль и др.). Тепличный комплекс Республики Беларусь включает 24 тепличных хозяйства, где ежегодно производится более 100 тыс. тонн овощей, или 6 % от общего объема их производства в сельскохозяйственных организациях республики. Следует отметить, что 2013 г. были введены в эксплуатацию теплицы общей площадью 118 тыс. м².



Рис. 2. Структура производства овощей в хозяйствах всех категорий, в % к итогу

По состоянию на 01.01.2017 г. площадь наиболее крупных зимних теплиц в республике составляет более 270 гектаров, где выращиваются овощные культуры, цветы, а также рассада. Благодаря вводу в эксплуатацию энергосберегающих современных зимних теплиц, наблюдается рост объемов производства тепличных овощей. Ежегодное наращивание объемов производства тепличных овощей позволяет практически в полном объеме обеспечить потребности республики. В настоящее время в Республике Беларусь и странах СНГ имеются существенные резервы увеличения производства овощей, обусловленные перспективами роста спроса на эту продукцию. Особая значимость овощей обусловлена высоким содержанием витаминов и биологически ценных веществ, а также способностью выводить из организма радионуклиды и соли тяжелых металлов. Уровень обеспеченности Беларуси продукцией овощеводства равен 81 %. Республика практически полностью обеспечивает свои потребности в картофеле, томатах и огурцах непосредственно после и в течение полугодия после сбора урожая. Однако из-за несовершенств системы сохранения и хранения овощей и недостаточного количества овощехранилищ в межсезонный период возникает необходимость в импорте овощей.

Основными странами, в которые налажен экспорт продукции овощеводства, являются Россия – 248,3 млн. долл. (85 % от всего объема экспорта), Германия – 17,7 млн. долл. (6 %) и Казахстан – 12,4 млн. долл. (4 %). Также в список стран-импортеров белорусской продукции с объемом экспорта более 1 млн. долл. входят Литва, Польша, Франция, с объемами экспорта 6,3 млн. долл., 2,4 млн. долл., 2,3 млн. долл. соответственно. Главным импортером продукции овощеводства в Беларусь является Польша. Объем ее импорта в страну составляет 31 % от всего объема импорта и равен 110,5 млн. долл. Кроме Польши, в Беларусь импортируются овощи из Испании, Нидерландов, Украины, Турции, России и др. Основную долю во внешней торговле продукцией овощеводства занимает торговля томатами и огурцами. В целом по республике наблюдается увеличение объемов производства овощей во всех категориях хозяйств. Доля общественного сектора в структурах валового сбора и посева овощей защищенного грунта имеет тенденцию к росту, среднегодовой темп прироста объемов производства в данной категории хозяйств составил 6,6 %.

С целью увеличения объема производства плодоовощной продукции, расширения ее ассортимента, снижения себестоимости, улучшения качества и конкурентоспособности необходимо осуществить следующие меры по повышению эффективности переработки и хранения овощей:

1) модернизировать оборудование перерабатывающих предприятий, что позволит улучшить оформление консервов (этикетки, укупорка крышкой «Евротвист»), увеличить выпуск соков, напитков, салатов и овощных смесей специальной резки, соусов, кетчупов, свежемороженой продукции, освоить выпуск продукции с использованием консервантов и стабилизаторов;

2) сократить отходы и потери сырья, уменьшить затраты теплоэнергетических ресурсов, материалов, ликвидировать запасы ненужных средств, минимизировать складские запасы готовой продукции;

3) развивать маркетинговую деятельность, глубже изучать потребности рынка. Взаимоотношения и взаиморасчеты между производителями овощей и потребителями продукции строить только на контрактной (договорной) основе;

4) определить рациональные сырьевые зоны каждого предприятия, что обеспечит надежность и ритмичность поставок овощей, позволит сократить транспортные расходы и избежать простоев;

5) стимулировать процессы интеграции перерабатывающих предприятий с хозяйствами-производителями овощей, создавая формирования межхозяйственного и акционерных типов.

Для овощеводства закрытого грунта КУП «Минская овощная фабрика» природный потенциал не имеет существенного значения, поскольку в качестве грунта используется минеральная вата, микроклимат обеспечивается с помощью оборудования теплиц.

С учетом того, что овощеводство защищенного грунта в КУП «Минская овощная фабрика» характеризуется высоким уровнем технологичности, мы считаем, что именно материально-технический потенциал определяет эффективность производства. В КУП «Минская овощная фабрика» из овощей защищенного грунта возделываются огурцы и томаты, перец, баклажаны и зеленные культуры. Стратегическим направлением сбытовой политики предприятия является сохранение ориентации сбыта овощной продукции и чайных напитков на рынках города и области, так как КУП «Минская овощная фабрика» имеет налаженные связи с сетью магазинов города и предприятиями общественного питания. На сегодняшний день на предприятии действует более 750 договоров на поставку продукции. Розничная торговля овощами осуществляется и на межсезонных ярмарках сельскохозяйственной продукции. Также изучаются возможности выхода на рынки других регионов республики. Основными проблемами освоения региональных рынков овощной продукции являются: защита регионального рынка местными органами управления; высокие затраты на доставку продукции; конкуренция со стороны местных поставщиков.

Приведенный анализ состояния производства и реализации овощей закрытого грунта позволяет сделать вывод, что КУП «Минская овощная фабрика» имеет много еще не используемых резервов повышения урожайности овощей и эффективности их возделывания.

Исходя из научно обоснованных планируемых объемов ресурсов, которые предлагается иметь в хозяйстве на планируемый период времени, и соответствующих нормативов затрат, необходимо определить такую структуру посевов, которая полностью соответствовала бы политике государства в области производства или закупки сельскохозяйственной продукции, наилучшим образом учитывала природно-экономическую специфику хозяйства, способствовала наиболее рациональному и эффективному использованию земли, труда, материально-денежных и других средств производства и позволила бы хозяйству получить, таким образом, наивысший экономический эффект.

Целью решения данной задачи является определение размеров отрасли овощеводства для получения максимума прибыли.

Плановый период равен трем годам. Влияние на решение задачи оказывают производственно-экономические, социальные, технологические факторы, которые следует учитывать. Рассматриваемое хозяйство должно развиваться с учетом имеющихся земельных угодий. Труд в связи с несовпадением рабочего времени и периода производства целесообразно будет ограничить не только по годовому использованию, но также по использованию его в напряженный период. Размеры отраслей ограничим по минимальной и по максимальной границам. Хозяйство имеет определенные обязательства по реализации своей продукции перед своими потребителями. Кроме того сельскохозяйственное предприятие стремится к функционированию в условиях самофинансирования, то есть все свои программы развития и расширение производства оно должно будет производить за счет собственных средств. Это предполагает наличие различных каналов реализации продукции помимо поставок в счет государственного заказа.

Для повышения эффективности производства и сбыта была составлена и решена экономико-математическая задача, в результате была разработана программы развития овощеводства сельскохозяйственного предприятия КУП «Минская овощная фабрика». В качестве критерия оптимальности был взят максимум прибыли по отрасли, который в конечном итоге был достигнут.

Для анализа результатов производственной деятельности необходимо также проанализировать изменение структуры реализации овощной продукции в разрезе основных каналов (табл. 2).

Таблица 2. Реализация овощной продукции

Каналы реализации	Факт		Расчет		Расчет в % к факту
	ц	%	ц	%	
<i>Реализация свежих огурцов</i>					
Фирменная торговля	3010	6,0	3572,5	7,0	118,7
Прочая реализация	41340,0	83,0	40981,1	80,3	99,1
Экспорт	5440	10,9	6481,4	12,7	119,1
Итого	49790,0	100,0	51035	100,0	102,5
<i>Реализация томатов</i>					
Фирменная торговля	3941	10,8	4516,6	11,9	114,6
Прочая реализация	24119,0	66,3	25467,5	67,1	105,6
Экспорт	8320	22,9	7970,4	21,0	95,8
Итого	36380,0	100,0	37954,5	100,0	104,3
<i>Реализация перца</i>					
Фирменная торговля	65	14,1	59,8	13,0	92,0
Прочая реализация	395,0	85,9	400,2	87,0	101,3
Итого	460,0	100,0	460	100,0	100,0
<i>Реализация баклажанов</i>					
Фирменная торговля	40	7,1	38	6,1	95,0
Прочая реализация	434,0	77,5	479,1	77,0	110,4
Экспорт	86	15,4	105,1	16,9	122,2
Итого	560,0	100,0	622,2	100,0	111,1
<i>Реализация зеленых культур</i>					
Фирменная торговля	126	10,1	148,6	11,6	117,9
Прочая реализация	1074,0	85,9	1074,5	83,8	100,1
Экспорт	50	4,0	58,9	4,6	117,8
Итого	1250,0	100,0	1281	100,0	102,5

Анализ данных табл. 2 показывает, что реализация свежих огурцов вырастет большинству каналов в пределах от 18,7 % (фирменная торговля) до 19,1 % (экспорт), что положительно скажется на финансовых результатах предприятия. Удельный вес прочей реализации при этом снизится на 2,7 п. п., а общий объем продаж данной продукции возрастет на 2,5 %. Реализация томатов защищенного грунта на экспорт менее прибыльна по сравнению с внутренними каналами, поэтому рекомендуется сократить удельный вес данного канала на 1,9 п. п до 21,0 % в структуре реализации. В целом объем продаж данной продукции увеличится за счет роста внутреннего рынка на 4,3 %. Реализация перца более целесообразна в рамках прочей реализации – удельный вес данного канала составит 87,0 % в общем объеме реализации данной продукции. Однако в целом объем продаж свежего перца не увеличится вследствие убыточности. Реализация баклажанов приносит предприятию наибольшую прибыль в расчете на единицу продукции, вследствие этого объемы продаж по данной группе овощных культур увеличатся на 11,1 %, в том числе на экспорт – на 22,2 %. Реализация зеленых культур защищенного грунта, пользующихся повышенным спросом у потребителей (салат, укроп, петрушка) вырастет по всем каналам в пределах от 0,1 % (прочая реализация) до 17,9 % (фирменная торговля). В результате решения оптимизационной задачи стоимость товарной продукции предприятия выросла на 3,3 %. Наибольший удельный вес в расчетной структуре товарной продукции овощей защищенного грунта занимают томаты и огурцы – 40,4 и 52,4 % соответственно. Наибольший рост выручки от реализации демонстрируют баклажаны – 11,1 %. В 2015 г. отрасль овощеводства КУП «Минская овощная фабрика» сработала с прибылью, однако расчетные финансовые показатели деятельности предприятия дают основание считать целесообразным внедрение данной программы развития отрасли овощеводства предприятия (табл. 3).

Таблица 3. Финансовые результаты КУП «Минская овощная фабрика»

Показатели	Факт (2015 г.)	Расчет	Расчет к факту, %
Выручка, млн. руб.	123540	127093,3	102,9
Затраты на производство, млн. руб.	121989	123883,1	101,6
Прибыль, млн. руб.	1551	3210,2	+1659,2 млн рублей
Уровень рентабельности, %	1,3	2,6	+1,3 п. п.

Анализ табл. 3 показал состоятельность рекомендуемых мероприятий, так как в результате их осуществления КУП «Минская овощная фабрика» увеличит прибыль на 1659,2 млн. руб., и достигнет уровень рентабельности 2,6 %, увеличив значение данного показателя на 1,3 п.п.

Заклучение

Таким образом, производство овощей является одной из приоритетных задач сельского хозяйства Беларуси, а повышение эффективности их производства позволит обеспечить реализацию потребностей населения в необходимых и биологически ценных продуктах питания. В результате решения экономико-математической задачи программы развития овощеводства сельскохозяйственного предприятия КУП «Минская овощная фабрика» было получено оптимальное решение. Площади теплиц предприятия используются на 100 % как по факту, так и на перспективу. В результате решения оптимизационной задачи стоимость товарной продукции предприятия выросла на 2,9 %. Наибольший удельный вес в расчетной структуре товарной продукции овощей защищенного грунта занимают томаты и огурцы – 40,4 и 52,4 % соответственно. Наибольший рост выручки от реализации демонстрируют баклажаны – 11,1 %. В 2015 г. отрасль овощеводства КУП «Минская овощная фабрика» сработало с прибылью, однако расчетные финансовые показатели деятельности предприятия дают основание считать целесообразным внедрение данной программы развития отрасли овощеводства предприятия. Состоятельность рекомендуемых мероприятий, так как в результате их осуществления КУП «Минская овощная фабрика» увеличит прибыль на 1659,2 млн рублей, и достигнет уровень рентабельности 2,6 %, увеличив значение данного показателя на 1,3 п. п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богачев, А. И. Оптимальное размещение и выбор специализации предприятия АПК / А.И. Богачев. – Орел, 2008. – 23 с.
2. Дегтяревич, И. И. Организация переработки сельскохозяйственной продукции и агросервисного обслуживания / И. И. Дегтяревич. – Гродно: ГГАУ, 2013. – 296 с.
3. Краткий Статистический сборник «Республика Беларусь в цифрах». – Минск: ИВЦ Минстата, 2016. – 347 с.
4. Локис, З. В. Инновационные технологии производства продукции здорового питания / З. В. Ловкис. – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 194 с.
5. Савицкая, Г. В. Резервы повышения эффективности сельскохозяйственного производства: методика выявления и подсчета / Г. В. Савицкая, А. А. Мисуно. – Минск: Ураджай, 2010. – 181 с.
6. Сельское хозяйство Европейского союза в цифрах. – Минск: ИВЦ Минстата, 2016. – 130 с.
7. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический ежегодник Республики Беларусь: Стат. сб. – Минск: Минстат Республики Беларусь, 2016. – 230 с.
8. Статистическая деятельность ФАО / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.fao.org/home/ru>. – Дата доступа: 21.08.2017.
9. Стрыгин, А. В. Мировая экономика / А. В. Стрыгин. – 2013. – 512 с.
10. Экономика организаций и отраслей АПК / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорусская Наука, 2008. – 386 с.
11. Экономика сельского хозяйства / В. Т. Водяников, Е. Г. Лысенко, А. И. Лысюк [и др.]; Под ред. В. Т. Водяникова. – М.: КолоС, 2008. – 390 с.
12. Эффективность специализации и кооперации в сельском хозяйстве Республики Беларусь / Под ред. З. М. Ильиной. Минск: БелНИИ аграрной экономики, 2009. – 487 с.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК: 631.51.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. Н. ВИСЛОБОВА, Ю. П. СКОРОЧКИН, В. А. ВОРОНЦОВ

Тамбовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
филиал ФГБНУ «Федеральный научный Центр им. И.В. Мичурина»,
г. Тамбов, Россия, 393502, e-mail: miish@mail.ru

(Поступила в редакцию 01.08.2017)

В Тамбовской области, в зоне неустойчивого увлажнения, проведены исследования в стационарном полевом опыте на черноземе типичном в севооборотах с короткой ротацией: зернопропашном – занятый пар-озимая пшеница-кукуруза-ячмень; зернопаропропашном – черный пар-озимая пшеница-сахарная свекла-ячмень; зернопаровом – черный пар-озимая пшеница-соя-ячмень. Сравнивали четыре системы основной обработки почвы: отвальную (традиционную), ресурсосберегающие (безотвальную, поверхностную, комбинированную отвально-безотвальную). На фоне обработок под культуры севооборотов применяли удобрения и пестициды. Цель исследований состояла в изучении влияния технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севооборотах с применением разных доз минеральных удобрений и средств защиты растений на урожайность, экономическую эффективность их выращивания и свойства почвы. Замена традиционной отвальной вспашки ресурсосберегающими обработками почвы не приводит к существенным изменениям агрофизических свойств чернозема типичного. В технологиях с ресурсосберегающими системами обработки почвы обеспечиваются несколько лучшие условия влагообеспеченности полевых культур. Замена вспашки ресурсосберегающими способами обработки (поверхностным, безотвальным) приводит к усилению процесса дифференциации плодородия с концентрацией основного количества элементов питания растений в верхней (0–10 см) части пахотного слоя. Комбинированная система обработки почвы, где чередуются обработки без оборота пласта с отвальной вспашкой, обеспечивает снижение засоренности посевов до уровня, не влияющего существенно на урожайность культур. Продуктивность зернопропашного и зернопаропропашного севооборотов на фоне комбинированной отвально-безотвальной обработки увеличилась на 1,5 и 0,9 ц/га зерновых единиц. В зернопаровом севообороте отклонения по выходу продукции с 1 га пашни по различным обработкам существенно не отличались. Продуктивность севооборота варьировала в пределах 26,9–27,2 ц/га зерновых единиц с тенденцией ее повышения на фоне ресурсосберегающих обработок (поверхностной и безотвальной). Наиболее высокий уровень рентабельности производства продукции в севооборотах различного типа обеспечивают технологии на основе комбинированной отвально-безотвальной системы обработки почвы. Технологии на основе комбинированной системы основной обработки почвы позволяют без снижения продуктивности культур, достигнуть наилучших экономических показателей при одновременном сохранении плодородия чернозема типичного.

Ключевые слова: обработка почвы, засоренность, структура, влажность, плотность почвы, продуктивность, эффективность.

In the Tambov region, in the zone of unstable moistening, studies were conducted in a stationary field experiment on chernozem typical in crop rotations with a short rotation: grain-tilled: occupied fallow – winter wheat – corn – barley; grain-fallow-tilled: autumn fallow – winter wheat – sugar beet – barley; grain-fallow: autumn fallow – winter wheat – soy – barley. Four systems of basic tillage were compared: moldboard (traditional), resource-saving (non-moldboard, surface, combined moldboard-chiseling). Fertilizers and pesticides were applied against the background of treatments for crop rotation. The purpose of the research was to study the influence of crop cultivation technologies in crop rotations with the use of different doses of mineral fertilizers and plant protection means on yield, the economic efficiency of crop cultivation and soil properties. The replacement of traditional moldboard plowing with resource-saving soil tillage does not lead to significant changes in the agro-physical properties of typical chernozem. In technologies with resource-saving systems of soil tillage, somewhat better moisture conditions are provided for field crops. The replacement of plowing with resource-saving methods of tillage (surface, non-moldboard) leads to the intensification of fertility differentiation process with a concentration of the main number of plant nutrients in the upper (0-10 cm) part of the arable layer. Combined soil tillage system, where there is alternation of tillage without soil turnover and moldboard tillage, ensures the reduction of the weediness of crops to a level that does not significantly affect crop yields. The productivity of grain-tillage and grain-fallow-tillage crop rotations on the background of combined moldboard-chiseling tillage increased by 0.15 and 0.09 t / ha of grain units. In grain-fallow crop rotation, crop yield variations from 1 ha of arable land did not differ significantly according to various tillage methods. The productivity of crop rotation varied within the limits of 2.69-2.72 t / ha of grain units with the tendency of its increase against the background of resource-saving tillages (surface and non-moldboard). The highest level of profitability of production in crop rotations of various types is provided by technologies on the basis of a combined moldboard-chiseling soil tillage system. Technologies based on the combined system of basic tillage allow, without decreasing the productivity of crops, achieving the best economic indicators while maintaining the fertility of the typical chernozem.

Key words: soil cultivation, weediness, structure, humidity, soil density, productivity, efficiency.

Введение

Интерес к минимизации основной обработки почвы в области проявляется более 40 лет. В 70-х годах прошлого столетия на Тамбовской областной сельскохозяйственной опытной станции были проведены серии опытов по выявлению наиболее оптимального, рационального способа обработки занятых паров под посев озимых культур. В результате проведенных исследований были получены данные, которые позволили научно обосновать и рекомендовать сельхозпроизводителям мелкую безотвальную обработку почвы под озимые в занятых парах. Разработанная система основной обработки почвы положительно сказалась на перезимовке озимых, на их росте и развитии, и в конечном итоге на продуктивности. Учитывая, что при существующем положении дел в сельском хозяйстве в ближайшее время не ожидается резкого увеличения производства органических и внесений минеральных удобрений, ввиду высокой цены на них, необходимо использовать новые технологические подходы к системе обработки почвы, которая должна балансировать два взаимопротивоположных фактора – стимулировать биологическую активность почвы, приводящую к разложению гумуса с образованием доступных питательных веществ для растений и обеспечить его накопление, как носителя плодородия почвы. При этом система основной обработки почвы должна строиться на принципах минимизации в комплексе с оптимизацией блока химизации (удобрения, средства защиты растений) [1, с. 64].

Известно, что почва должна иметь определенные запасы всех факторов, необходимых для формирования продуктивности выращиваемых полевых культур при оптимальном их сочетании.

Ведущая роль принадлежит показателям, характеризующим состояние почвенно-поглощающего комплекса, содержание подвижных форм питательных элементов азота, фосфора, калия, гумуса, а также агрофизические и биологические свойства почвы.

Основная часть

В результате проведенных исследований была установлена закономерность, что черноземные почвы не нуждаются в ежегодном применении вспашки для регулирования агрофизикохимических и биологических факторов плодородия.

Данные, полученные в исследованиях, свидетельствуют, что замена традиционной разнотравной вспашки в севообороте систематической поверхностной безотвальной и комбинированной (отвально-безотвальной) обработкой не приводит к ухудшению структурно-агрегатного состава чернозема. Количество структурных агрегатов почвы размером 10–0,25 мм, т. е. агрономически ценной структуры на фоне поверхностной и безотвальной системы обработки почвы в зернопропашном севообороте, составляло 65,2–66 %, зернопаропропашном – 62,0–63,9 %, по традиционной вспашке этот показатель был на уровне 64,2 и 61,8 %. На фоне комбинированной отвально-безотвальной системы обработки количество структурных почвенных агрегатов составило 64,1 % в зернопропашном севообороте и 62,2 % в зернопаропропашном или было на уровне с традиционной вспашкой.

Исследованиями доказано, что почвы, в которых водопрочных почвенных агрегатов содержится менее 40%, подвержены сильному уплотнению. В наших опытах при использовании в севооборотах систематической поверхностной и безотвальной систем основной обработки почвы количество таких агрегатов в весенний период составило 57,6–59,7 % в зернопропашном севообороте и 56,9–60,7 % в зернопаропропашном, при показателе по традиционной вспашке, равном 55,9 % и 56,3 %. Для типичных черноземов тяжелосуглинистого механического состава верхний предел плотности сложения находится на уровне 1,27 г/см³. Применение в севооборотах систематической поверхностной и безотвальной обработки почвы существенным образом не сказалось на изменении плотности, которая оставалась на уровне с традиционной вспашкой. Весной, перед посевом, плотность сложения почвы в слое 0–30 см на фоне систематической поверхностной и безотвальной обработок составила 1,18–1,12 г/см³, по комбинированной отвально-безотвальной обработке 1,11 г/см³ в зернопропашном севообороте и в зернопаропропашном севообороте – 1,10; 1,05; и 1,06 г/см³ соответственно. На варианте с традиционной вспашкой этот показатель составлял 1,12 г/см³ в зернопропашном и 1,04 г/см³ в зернопаропропашном севооборотах.

От весны к осени или в течение вегетации культур плотность почвы повышалась, и наиболее существенное увеличение наблюдалось на фоне систематической поверхностной обработке. Следует отметить, что на вариантах с поверхностной обработкой плотность почвы выходила за верхний предел плотности сложения почвы на посевах пропашных культур и особенно сахарной свеклы, что отрицательно сказывалось на росте и развитии корневой системы и формировании урожая корнеплодов. Выявленная закономерность дает основание предполагать, что на черноземных почвах возможно применение в качестве основной обработки под зерновые культуры поверхностную обработку без риска существенного повышения плотности. Применение поверхностной обработки при подготовке почвы под сахарную свеклу нежелательно, это может привести к существенному недобору урожая корнеплодов. Одним из мощных факторов, влияющих на водный режим почвы, является обработка почвы. Задача основной обработки не только накопить к периоду посева как можно больше влаги, но и с помощью физического строения пахотного слоя почвы эффективно ее расходовать на протяжении вегетационного периода.

Исследования Тамбовского НИИСХ показали, что разница в весенних запасах доступной влаги в севооборотах в зависимости от применяемых способов основной обработки почвы была незначительной. В технологиях, основанных на комбинированной отвально-безотвальной системе обработки почвы, наблюдалась тенденция большего количества доступной влаги, которой к посеву изучаемых культур ее содержалось в метровом слое 201,8 мм в зернопропашном и 217,0 мм в зернопаропропашном севообороте. На фоне традиционной вспашки содержалось 199,4 и 202,1 мм доступной влаги. Минимальные способы обработки почвы в этот период не имели преимущества по запасам влаги, а на фоне поверхностной обработки отмечалась тенденция к их уменьшению. Изучение водопроницаемости почвы в зависимости от разных способов основной обработки показало, что лучшая водопроницаемость наблюдалась на вариантах с комбинированной отвально-безотвальной обработкой почвы. На фоне поверхностной обработки водопроницаемость снижалась в зернопропашном севообороте на 37,1 %; зернопаропропашном – на 41,5 % в сравнении с традиционной вспашкой. Замена традиционной вспашки в севообороте систематической поверхностной обработкой не только не улучшает интенсивность накопления доступной влаги, но и расход ее на образование единицы продукции менее продуктивен. В этом отношении наиболее эффективной оказалась комбинированная отвально-безотвальная обработка почвы, которая способствует улучшению влагообеспеченности культур севооборотов за счет большего накопления влаги и более продуктивного ее расходования [2, с. 25].

Исследованиями установлено, что систематическое применение минимальных обработок и в особенности поверхностной приводит к усилению дифференциации пахотного слоя по плодородию. В результате этого на фоне систематической поверхностной обработки содержание подвижного фосфора и обменного калия в верхней части пахотного слоя почвы увеличилось, а в нижней – наоборот, заметно уменьшилось. Разница между верхним (0–10 см) и нижним (20–30 см) слоем составила по фосфору 59 мг/кг, калию 63 мг/кг. По безотвальной обработке разница была несколько меньше 48 и 44 мг/кг почвы. В технологиях на основе ежегодной вспашки и комбинированной отвально-безотвальной обработки процесс дифференциации снижался. Разница между верхним слоем и нижним слоем пахотного горизонта составила по (P_2O_5) 20 мг/кг, по (K_2O) 24 мг/кг на фоне вспашки и, 21 мг/кг и 31 мг/кг по комбинированной системе основной обработки почвы. Замена традиционной вспашки в зернопаропропашном севообороте на поверхностную обработку привела к более существенному снижению элементов питания в нижнем слое. Разница по отношению к верхнему горизонту составила по подвижному фосфору 71 мг/кг, по обменному калию 78 мг/кг почвы [3, с. 58].

Такое перераспределение питательных элементов по профилю почвенного горизонта с концентрацией их основного количества в верхнем слое не совсем благоприятно отражается на питании растений, особенно в засушливые периоды. В результате корневая система зерновых культур в основной своей массе формируется в верхнем слое, из-за пересыхания которого они больше страдают от весенней и летней засухи, что в итоге приводит к снижению продуктивности культур.

Применяя ту или иную систему обработки почвы, можно формировать разное строение пахотного слоя по плодородию. Традиционная вспашка и комбинированная отвально-безотвальная обработка обеспечивают более равномерное распределение питательных элементов по профилю пахотного горизонта, а поверхностная и безотвальная обработки формируют гетерогенное строение с преимуществом верхнего слоя по содержанию питательных веществ.

Важным показателем плодородия почвы является органическое вещество, ее гумус.

Применяя те или иные способы обработки почвы, можно определенным образом влиять на эти процессы, тем самым усиливать или снижать процессы минерализации.

Наблюдения за динамикой гумуса показали, что в плане накопления гумуса наиболее выгодными оказались безотвальная и комбинированная отвально-безотвальная обработки, где за три ротации зернопропашного севооборота содержание гумуса в пахотном слое почвы увеличилось на 0,18 и 0,07 % по сравнению с исходным содержанием. В тоже время на фоне традиционной вспашки и поверхностной обработки за этот период произошло снижение содержания гумуса на 0,50 и 0,32 %. По вспашке такое снижение можно объяснить усилением минерализации органического вещества, а вот при систематической поверхностной обработке по причине концентрации корневых и пожнивных растительных остатков в верхнем слое почвы. Известно, что для процесса гумусообразования необходимо одно условие, взаимодействие разлагающегося материала с минеральной частью почвы, что не было достигнуто при поверхностной обработке. Нижерасположенные слои почвы по профилю пахотного горизонта в этом случае ощущали недостаток свежих растительных остатков, и микроорганизмы почвы использовали для своей жизнедеятельности почвенный перегной, что привело к снижению гумуса. Из комплекса мероприятий, направленных на очищение полей от сорной растительности важная роль принадлежит обработке почвы.

Таблица 1. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур перед уборкой в зависимости от систем основной обработки почвы в севообороте

Система основной обработки почвы	Зернопропашной севооборот, в среднем за 1989–2000 гг.								Зернопарпропашной севооборот, в среднем за 2001–2015 гг.							
	общее количество, шт./м ²	в т. ч. многолетние, шт./м ²	отклонение от контроля		воздушно-сухая масса, г/м ²		отклонение от контроля		общее количество, шт./м ²	в т. ч. многолетние, шт./м ²	отклонение от контроля		воздушно-сухая масса, г/м ²		отклонение от контроля	
			всего	в т. ч. многолетние	всего	в т. ч. многолетние	всего	в т. ч. многолетние			всего	в т. ч. многолетние	всего	в т. ч. многолетние		
Традиционная разнотравная вспашка (контроль)	49	7	–	–	43,3	22,5	–	–	20	1,5	–	–	15,4	2,5	–	–
Систематическая поверхностная	72	12	+23	+5	64,3	40,5	+21	+18,0	24	4	+4	+2,5	24,3	10,0	+8,9	+7,5
Систематическая безотвальная	51	8	+2	+1	49,1	28,1	+5,8	+5,6	27	3	+7	+1,5	23,7	7,0	+8,3	+4,5
Комбинированная (отвально-безотвальная)	46	6	-3	-1	40,3	21,1	-3,3	-1,4	20	1,5	0	0	17,3	4,1	+1,9	+1,6

Таблица 2. Урожайность культур (ц/га) и продуктивность севооборотов (ц/га зерн.ед.) по различным системам основной обработки почвы

Система основной обработки почвы	Зернопропашной севооборот (1989–2000 гг.)						Зернопарпропашной севооборот (2001–2010 гг.)						Зернопаровой севооборот (2012–2015 гг.)					
	горох, однолетние травы на сено, сено	озимая пшеница	кукуруза на силос	ячмень	продуктивность севооборота, ц/га зерн.ед.	отклонение от контроля	озимая пшеница	сахарная свекла	ячмень	продуктивность севооборота, ц/га зерн.ед.	отклонение от контроля	озимая пшеница	соя	ячмень	продуктивность севооборота, ц/га зерн.ед.	отклонение от контроля		
Традиционная разнотравная вспашка (контроль)	<u>16,3</u> 52,3	32,0	284	28,5	32,6	–	38,2	470	37,3	49,4	–	46,4	20,0	37,2	26,7	–		
Систематическая поверхностная	<u>14,5</u> 47,9	31,0	243	27,0	29,7	-2,9	36,5	420	33,9	44,9	-4,5	47,1	20,0	37,1	26,9	+0,2		
Систематическая безотвальная	<u>17,5</u> 47,8	31,4	270	26,6	31,2	-1,4	37,0	444	36,5	47,2	-2,2	45,1	20,6	39,7	27,2	+0,5		
Комбинированная (отвально-безотвальная)	<u>18,6</u> 53,2	32,4	306	29,3	34,1	+1,5	38,1	481	38,0	50,3	+0,9	45,5	20,0	37,9	26,7	0		

Результаты многолетнего полевого опыта Тамбовского НИИСХ показали, что использование в севооборотах систематической поверхностной системы основной обработки почвы существенно увеличивало засоренность посевов в сопоставлении с традиционной вспашкой (табл. 1). Наиболее четко это прослеживается в зернопропашном севообороте (горох-озимая пшеница-кукуруза-ячмень), где количество сорняков по поверхностной обработке было больше, чем при традиционной вспашке в среднем по полям севооборота в 1,5 раза. При этом заметно возросло количество многолетних сорняков в 1,7 раза, среди которых доминировал вьюнок полевой. На фоне систематической поверхностной обработки сорные растения имели наиболее развитую вегетативную массу, которая была выше, чем по традиционной вспашке на 21,0 г/м², или на 48,5 %. Увеличилась и воздушно-сухая масса многолетних сорняков, в 1,8 раза, или на 80 %.

Засоренность посевов в этом севообороте по безотвальной систематической и комбинированной отвально-безотвальной системам обработки почвы находилась на уровне засоренности по традиционной вспашке. На фоне комбинированной системы обработки почвы наблюдалась тенденция к снижению количества сорняков.

В зернопаропропашном севообороте (черный пар-озимая пшеница-сахарная свекла-ячмень) уровень засоренности был ниже, чем в зернопропашном севообороте. В этом севообороте менее засоренными были посевы на фоне традиционной вспашки и комбинированной отвально-безотвальной системы обработки. Более высокий уровень засоренности отмечался на вариантах с систематическими поверхностной и безотвальной обработок. Количество сорняков увеличилось в 1,2–1,3 раза, в том числе многолетних в 2,7 и 2,0 раза по сравнению с традиционной вспашкой. Систематическая поверхностная и безотвальная обработки ведут к повышению засоренности посевов, особенно многолетними корнеотпрысковыми сорняками. Основным интегральным показателем эффективности основной обработки почвы является урожайность возделываемых культур. Результаты многолетних исследований Тамбовского НИИСХ показали, что замена традиционной вспашки систематическими поверхностными и безотвальными системами обработки почвы оказывает неоднозначное влияние на урожайность возделываемых культур и продуктивность различных типов севооборотов (табл. 2).

В зернопропашном севообороте систематическая поверхностная система обработки почвы снизила урожайность гороха на 1,8 ц/га, сена однолетних трав – на 4,4 ц/га. Существенно уменьшилась урожайность кукурузы на силос, разница с традиционной вспашкой составила 41,0 ц/га. Отмечалась тенденция к снижению урожайности озимой пшеницы и ячменя на 1,0 и 1,5 ц/га. Недобор урожая возделываемых культур в этом севообороте наблюдался и по систематической безотвальной обработке, за исключением гороха, урожайность которого превысила контроль на 1,2 ц/га.

В зернопаропропашном севообороте использование в качестве системы основной обработки почвы систематической поверхностной и безотвальной обработок привело к недобору урожая зерна озимой пшеницы на 1,7 и 1,2 ц/га, ячменя – 3,4 ц/га. Существенно снизился урожай корнеплодов сахарной свеклы на 50 и 26 ц/га соответственно. По обобщенным данным полевые культуры по степени убывания положительной реакции на минимизацию обработки почвы можно расположить в следующем порядке: озимая пшеница-соя-яровые зерновые-горох-однолетние травы-кукуруза-сахарная свекла. Целесообразность применения любого агротехнического приема зависит от их экономической эффективности. Система обработки почвы должна быть экономически целесообразной и низкозатратной. Из всех показателей экономической эффективности наиболее важным является уровень рентабельности. Из изучаемых систем основной обработки почвы в зернопропашном, зернопаропропашном и зернопаровом севооборотах наиболее высокий уровень рентабельности производства продукции обеспечила комбинированная отвально-безотвальная система, сочетающая вспашку под пропашные культуры и сою с безотвальной системой обработки под зерновые, зернобобовые (горох) и однолетние травы 178 %, 176 % и 135 %. Следует отметить, что довольно высокий уровень рентабельности получен в зернопаровом севообороте с использованием систематической поверхностной и безотвальной систем основной обработки 131 и 128 %, что выше, чем по традиционной вспашке на 12 и 9 %. В севооборотах зернопропашного и зернопаропропашного типа по систематической поверхностной системе обработки получена самая низкая рентабельность производства продукции 142 и 159 %, при показателе по традиционной вспашке – 165 и 169 %.

В севооборотах зернопропашного и зернопаропропашного типа по систематической поверхностной системе обработки получена самая низкая рентабельность производства продукции 142 и 159 %, при показателе по традиционной вспашке – 165 и 169 %.

Заключение

Многолетними исследованиями установлено, что черноземные почвы обладают достаточно благоприятными природными агрофизикохимическими свойствами, оптимальными для большинства возделываемых культур и не требуют ежегодного применения традиционной вспашки. Это создает предпосылки для минимализации способов основной обработки почвы. При современном состоянии сельскохозяйственного производства в условиях Тамбовской области наиболее целесообразно в целях минимизации обработки почвы, использование в севооборотах комбинированной отвально-безотвальной системы основной обработки, включающей: разноглубинную вспашку под пропашные культуры; безотвальные обработки под зерновые, зернобобовые культуры; поверхностную обработку занятых и сидеральных паров под озимые. Комбинированная система обработки позволяет без снижения продуктивности возделываемых культур достигнуть наиболее высокой прибыли и уровня рентабельности при одновременном сохранении плодородия черноземных почв.

Непременным условием высокой эффективности комбинированной системы обработки является проведение основной обработки на фоне предварительного послеуборочного рыхления поверхности почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вислобокова, Л. Н. Система земледелия нового поколения Тамбовской области / Л. Н. Вислобокова, Ю. П. Скорочкин, В. А. Воронцов. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2016. – 439 с.
2. Воронцов, В. А. Влияние способов основной обработки почвы на ее водный и питательный режимы при возделывании сахарной свеклы / В. А. Воронцов // Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 23–26.
3. Воронцов, В. А. Технологии земледелия в северо-восточном регионе ЦЧЗ / В. А. Воронцов // Тамбовский НИИ-ИСХ. – Тамбов, 2011. – 79 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛОДНОНОСЯЩИХ НАСАЖДЕНИЙ ЗЕМЛЯНИКИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Н. А. САМОЙЛЕНКО

Николаевский национальный аграрный университет
г. Николаев, 54014 Украина, e-mail: samoilenkostg@mail.ru

Р. Н. БУЦИК

Уманский национальный университет садоводства
г. Умань, 20305 Украина e-mail: romanbutsyk@ukr.net

(Поступила в редакцию 11.09.2017)

Оптимизация сортового состава и продолжительности выращивания товарных плантаций земляники в конкретных почвенно-климатических условиях позволяет обеспечить достаточно эффективное производство культуры, а также более рационально использовать ценные земельные ресурсы. В онтогенезе плодоношение имеет динамический характер, причем максимальные показатели урожайности приходятся на 2-й год эксплуатации насаждений и составляют в зависимости от биологических особенностей сорта 18,24–29,33 т/га. Возрастные плантации (3-й и 4-й годы эксплуатации) характеризуются существенным снижением продуктивности (5,21–13,64 т/га и 3,89–7,85 т/га соответственно). Анализ технологических моделей выращивания земляники (включающие 1–4-х летний цикл эксплуатации плодоносящих насаждений) в специфических почвенно-климатических условиях Северного Причерноморья показывает, что с учетом продолжительности ротации наибольший валовой сбор отмечается при 3-летнем цикле эксплуатации насаждений (технологическая модель $M(3H)+3$) для всех исследуемых сортов (Русановка, Хонейо, Дукат). Для более полной оценки целесообразности ведения разновозрастных насаждений, предлагается ввести дополнительные показатели – урожайность земляники, приходящаяся на поле севооборота, и урожайность земляники, приходящаяся на поле занятое земляникой. Худшие показатели (урожайность, приходящаяся на поле севооборота и поле, занятое земляникой) наблюдаются в короткоциклических севооборотах, где эксплуатационным насаждениям отводится только одно поле (технологическая модель $M(3H)+1$) соответственно 2,31–3,93 т/га и 6,94–11,78 т/га, что исключают ее возделывание при существующей технологии в однолетней культуре. Лучшие показатели отмечены в технологической модели $M(3H)+3$ – земляника молодая и 3 года земляника эксплуатационная.

Ключевые слова: земляника, сорт, урожайность, севооборот, продолжительность эксплуатации, технологическая модель.

Optimization of the variety composition and duration of cultivation of market strawberries in specific soil and climatic conditions makes it possible to ensure a sufficiently effective production of the crop, as well as more rational use of valuable land resources. In ontogeny fruiting has a dynamic character, with the maximum yield indicators falling on the second year of plantation exploitation and being 18.24–29.33 t / ha, depending on the biological characteristics of the variety. Old plantations (3rd and 4th years of operation) are characterized by a significant decrease in productivity (5.21–13.64 t / ha and 3.89–7.85 t / ha, respectively). Analysis of technological models of growing strawberries (including 1–4-year cycle of exploitation of fruit-bearing plantations) in the specific soil and climatic conditions of the Northern Black Sea Region shows that, taking into account the duration of rotation, the largest gross harvest is recorded in the 3-year cycle of plantation exploitation (technological model $M(3H) + 3$) for all studied varieties (Rusanovka, Khoneio, Dukat). For a more complete assessment of feasibility of uneven-aged plantations exploitation, it is proposed to introduce additional indicators – the yield of strawberries obtained from the field of crop rotation, and the yield of strawberries obtained from the field occupied by strawberries. The worst indicators (the yields obtained from the crop rotation field and the field occupied by strawberries) are observed in short-cycle crop rotations, where only one field (technological model $M(3H)+1$) is allocated to the production plantations, amounting to 2.31–3.93 t / ha and 6.94–11.78 t / ha respectively, which excludes its cultivation with the existing technology in a one-year crop. The best indicators are noted in the technological model of $M(3H)+3$: young strawberry and 3-year-old strawberry.

Key words: strawberry, variety, yield, crop rotation, exploitation duration, technological model.

Введение

Без сомнения, земляника ананасная (*Fragaria×ananassa* (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier) пользуется повышенным спросом у широких слоев населения. Совершенствование рыночных отношений в значительной степени способствует развитию производства ягод не только для реализации на местном рынке, но и для вывоза в северные и промышленные районы Украины, а также ближнее зарубежье. Объективно возникают организационные и технологические сложности производства, среди которых немаловажное значение отводится проблемам оптимизации сортимента, направленного на реализацию в наибольшей степени его биогенетического потенциала в данных природно-климатических условиях, и продолжительности эксплуатации плодоносящих насаждений.

В настоящее время в Государственном реестре сортов растений пригодных для выращивания в Украине (2016 г.) насчитывается 56 сортов земляники, в том числе рекомендованных для выращивания в зоне Степь – 26 [1]. Очевидно, отмечается значительное расширение и совершенствование сортимента. При этом преобладающий удельный вес занимают сорта зарубежной селекции, которые по ряду хозяйственно ценных показателей имеют неоспоримые преимущества перед отечественными сортами. Без сомнения, почвенные и климатические составляющие Причерноморского региона благоприятные для успешного ведения товарного производства широкого разнообразия сельскохозяйственных культур, в том числе и земляники. Среди факторов, которые определяют погодные условия, основными являются отсутствие гор, незначительная высота территории над уровнем океана, ее рас-

положение в непосредственной близости к морям. Климат умеренно континентальный, сочетающий черты континентального и морского, с мягкой малоснежной зимой и жарким засушливым летом. Средняя температура самого холодного месяца (январь) – -3,0–5,0 °С, жаркого (июля) – 21,0–23,0 °С. Атмосферных осадков за год выпадает от 340 до 470 мм, чаще всего летом в виде ливней. Продолжительность вегетационного периода 170–210 суток. Зимой преобладают северные и юго-западные ветры, летом – северо-западные и северные [4, 5]. Лимитирующим детерминантом в аграрном секторе является недостаточное количество осадков, особенно в период активной вегетации растений. Традиционно севооборот, в котором возделывают землянику, включает 8–9 полей, насыщен полевыми колосовыми культурами (пшеница, ячмень), которые способствуют уничтожению фитопатогенных организмов и оздоровлению почвы. Как правило, продолжительность эксплуатации плодоносящих насаждений составляет 2–3 года и определяется особенностями технологического процесса, климатическими условиями региона [6, 7, 8]. В ряде публикаций отмечается целесообразность ведения культуры как более (4 года), так и менее (1 год) продолжительно [9, 10, 11].

Целью работы являлось определение оптимальной продолжительности эксплуатации насаждений земляники ананасной в условиях Северного Причерноморья в зависимости от урожайности и динамики плодоношения культуры в онтогенезе.

Основная часть

Сравнительное изучение плодоношение земляники проводили в лаборатории физиологии растений Николаевского НАУ в течение 2011–2015 гг. В качестве субъектов исследования изучали сорта земляники, пользующиеся достаточной популярностью в южном регионе Украины: Русановка (контроль), Хонейо, Дукат.

Русановка (Rusanovka). Сорт зарегистрирован в Украине в 1986 г., отселектирован в Украине (Львовская Ранняя×Кавальер) в 1972 г. Группа спелости – раннеспелый, направление использования – универсальный. Рекомендован для промышленного и любительского ягодоводства в природно-климатических зонах Украины: Полесье, Степь. Реквизиты сорта. Заявка № 78.084.003, заявитель №344.

Хонейо (Honeyo). Сорт зарегистрирован в Украине в 2006 г., отселектирован в США (Vibrant×Holiday) в 1979 г. Группа спелости – раннеспелый, направление использования – универсальный. Рекомендован для промышленного и любительского ягодоводства в природно-климатических зонах Украины: Лесостепь. Реквизиты сорта. Заявка № 05.084.001, заявитель №557.

Дукат (Ducat). Сорт не зарегистрирован в Украине, отселектирован в Польше (Koralowa×Gorella). Группа спелости – среднеранний, направление использования – десертный, для переработки. Предварительные испытания показали, что сорт обладает высоким потенциалом продуктивности и способен себя успешно реализовать в условиях южной Степи Украины.

Опытный участок представлен черноземом южным, в достаточной степени обеспечен элементами питания и находится на орошении. Закладка насаждений осуществлялась в весенние сроки (III декада марта) свежезаготовленным оздоровленным посадочным материалом. Схема размещения растений 1,0×0,25 м (40,0 тыс. шт./га). Формирование «плодоносной полосы» (0,50 м) проводили по мере отрастания дочерних растений на плантациях-новосадках. Уход за насаждениями, наблюдения и учеты выполняли в соответствии с рекомендациями и методиками, принятыми при возделывании и сортоиспытании земляники.

Технологические модели продолжительности эксплуатации плодоносящих насаждений включали различные циклы: М(ЗН) – молодая (земляника-новосадка); М(ЗН)+1 – молодая (земляника-новосадка) и 1 год эксплуатации; М(ЗН)+2 – молодая (земляника-новосадка) и 2 года эксплуатации; М(ЗН)+3 – молодая (земляника-новосадка) и 3 года эксплуатации; М(ЗН)+4 – молодая (земляника-новосадка) и 4 года эксплуатации.

Период между эксплуатационными насаждениями и новосадками следующего цикла составляет 4 года; выращиваются (чаще всего в производственных условиях) зерновые культуры. Поле, предшествующее землянике-новосадке – черный пар (табл. 1).

Таблица 1. Технологические модели эксплуатации плодоносящих насаждений земляники

Технологическая модель	Поле севооборота								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
М(ЗН)+0	М (ЗН)	ПК	ПК	ПК	ЧП				
М(ЗН)+1	М (ЗН)	1	ПК	ПК	ПК	ЧП			
М(ЗН)+2	М (ЗН)	1	2	ПК	ПК	ПК	ЧП		
М(ЗН)+3	М (ЗН)	1	2	3	ПК	ПК	ПК	ЧП	
М(ЗН)+4	М (ЗН)	1	2	3	4	ПК	ПК	ПК	ЧП

Циклы: М(ЗН) – молодая (земляника-новосадка); 1, 2, 3, 4 – год эксплуатации насаждений; ПК – промежуточные (полевые) культуры; ЧП – пар.

Расчет урожайности в технологических моделях проводили с учетом числа полей и числа циклов при условии, что число полей в севообороте в конечном итоге для всех моделей одинаково. Такое представление позволяет объективно сравнить урожайность культуры, приходящуюся на одно поле севооборота и поле, занятое разновозрастными растениями для различных технологических моделей производства. Погодные условия в период проведения эксперимента складывались весьма благоприятно и не оказали отрицательного влияния на ведение культуры. Дружное цветение насаждений наблюдалось во II декаде апреля, поступление урожая – в II–III декадах мая и заканчивалось в I декаде июня. Реализация биогенетического потенциала исследуемых сортов при одинаковых условиях произрастания оказалась различной (табл. 2).

Таблица 2. Динамика плодоношения разновозрастных насаждений земляники

Сорт	Год эксплуатации насаждений				
	М(ЗН)	1-й	2-й	3-й	4-й
Русановка	<u>0,42</u>	<u>13,45</u>	<u>18,24</u>	<u>5,21</u>	<u>3,89</u>
Σ 41,21	1,02	32,64	44,26	12,64	9,44
Хонейо	<u>0,59</u>	<u>17,36</u>	<u>23,22</u>	<u>11,15</u>	<u>7,85</u>
Σ 60,17	0,98	28,85	38,59	18,53	13,05
Дукат	<u>0,60</u>	<u>22,96</u>	<u>29,33</u>	<u>13,64</u>	<u>6,12</u>
Σ 72,65	0,83	31,60	40,37	18,78	8,42
НСР ₀₅	0,04	1,28	1,67	0,74	0,45

Примечание. Числитель – т/га; знаменатель – %.

Молодые насаждения (земляника-новосадка) при существующей технологии производства не обеспечивали получение товарного урожая, к тому же он оказался незначительным (0,42–0,60 т/га). В последующие 2 года отмечалось существенное увеличение урожайности для всех сортов благодаря значительному наращиванию числа дочерних розеток в «плодоносных полосах» и составила 13,75–29,33 т/га. В итоге доля товарного урожая при 2-летнем цикле эксплуатации насаждений выявилась значительной и достигла 67,44–71,97 % от общего валового сбора, который удалось получить при 5-летней ротации – молодая земляники и 4 года эксплуатационная (табл. 3).

Таблица 3. Динамика валового урожая насаждений земляники с учетом технологических моделей выращивания (т/га)

Сорт	Технологическая модель				
	М(ЗН)+0	М(ЗН)+1	М(ЗН)+2	М(ЗН)+3	М(ЗН)+4
Русановка	<u>0,42</u>	<u>13,87</u>	<u>32,11</u>	<u>37,32</u>	<u>41,21</u>
	1,02	33,65	77,92	90,56	100,00
Хонейо	<u>0,59</u>	<u>17,95</u>	<u>41,17</u>	<u>52,15</u>	<u>60,17</u>
	0,98	29,83	68,42	86,67	100,00
Дукат	<u>0,60</u>	<u>23,56</u>	<u>52,89</u>	<u>66,53</u>	<u>72,65</u>
	0,82	32,43	72,80	91,58	100,00

Примечание. Числитель – т/га; знаменатель – %.

Стареющие плантации (3-й и 4-й годы эксплуатации), ввиду отмирания наиболее возрастных растений, закономерно характеризовались уменьшением урожайности, которая составляла 13,64–3,89 т/га, в общей структуре валового сбора снизилась до 28,08–31,58 % и 8,42–13,33 % соответственно. Следует отметить, что общая тенденция динамики продуктивности разновозрастных насаждений земляники для исследуемых сортов, которые имели различное происхождение и биогенетическим потенциалом (представленная в процентах), сохранялась независимо от фактических показателей урожайности (представленная в тоннах) в течение всего цикла производства. Напрашивается правомерный вывод: плодоносящие насаждения должны эксплуатироваться в течение 2-х лет, что обеспечивает получение основного валового сбора. В то же время общеизвестно, что в товарном ягодоводстве зачастую оставляют на плодоношения плантации с растения не только 3-го, но и 4-го года жизни. При этом целесообразность продления эксплуатации насаждений определяется рядом экономических и организационных показателей. По нашему мнению, также может быть урожайность, приходящаяся на одно поле севооборота и поле, занятое земляникой в принятой технологической модели ее выращивания.

Увеличение числа полей, занятое плодоносящими растениями, способствует увеличению валового сбора – это севооборот, представленный 9-ю полями, в том числе 5 полей заняты основной культурой (М(ЗН)+4). В короткоциклических севооборотах, которые насчитывают 5 полей, землянике отводится 2 поля, из которых только одно поле предназначено для получения урожая (М(ЗН)+1). При этом кратность обновления плантаций-новосадов существенно возрастает и составляет в сопоставимых технологических моделях как 1,0:1,5. Средний валовой сбор по исследуемым сортам достиг соответственно 23,26 тыс. т и 48,73 тыс. тонн, т. е. эксплуатация плодоносящих насаждений в течение одного

цикла выращивания позволяет получить валовой сбор в 2,1 раза меньше, чем валовой сбор в севооборотах, где отводится плодоносящей землянике 4 поля.

Как показали расчеты, при существующей технологии ведения культуры (широкополосная система, разреженная (40,0 тыс. шт./га) посадка свежезаготовленной рассадой осенью или весной), короткоциклические севообороты, в которых земляника занимает 1–2 поля, отличаются очень низкой удельной урожайностью. Несмотря на то, что насаждения 1-го года эксплуатации, как отмечалось ранее, характеризуются высокой урожайностью (13,45–22,96 т/га), урожайность, приходящаяся на поле севооборота (М(ЗН)+1=6), составляет только 2,31–3,93 т/га.

Очевидно, искомые показатели (урожайность, приходящаяся на поле севооборота, и поле занятой основной культурой), достигают наибольших величин только в насаждениях 2-го года эксплуатации независимо от и биологических особенностей сорта и динамики плодоношения культуры в онтогенезе (Модель М(ЗН)+2=7). Естественно, при большей урожайности у сорта Дукат, который обладает большим биогенетическим потенциалом, они выше, чем при меньшей урожайности у сорта Русановка. В последующие годы фактическая урожайность заметно снижается, тогда как расчетная урожайность, приходящаяся на поле севооборота, сохраняется высокой и относительно постоянной.

Отмечается заметная тенденция к снижению урожайности, приходящейся в расчете на одно поле занятое земляникой с 10,70–17,63 т/га до 8,24–14,53 т/га, или на 11,40–29,85 %. Именно этот показатель (урожайность поля занятое основной культурой) определяет целесообразность продолжительности эксплуатации насаждений: чем градиент падения меньше, тем вероятнее того, что эксплуатация насаждений будет более продолжительной. Так, сорт Дукат имеет неоспоримое преимущество перед сортом Русановка не только по такому показателю как урожайность, но и по градиенту падения урожайности (Дукат: 0,94 и 0,83; Русановка: соответственно 0,87 и 0,77), что обеспечивает целесообразность его выращивания в длиноциклических ротациях. Урожайность, приходящаяся на одно, поле, занятое земляникой в насаждения при 4-летнем цикле эксплуатации у сорта Русановка 8,24 т/га, у сорта Дукат – 14,53 т/га, или в 1,76 больше. Следует учитывать и то, что материально-денежные затраты последнего года выращивания земляники незначительные (уход за насаждениями в первой половине вегетации растений и сбор урожая), позволяющие повысить рентабельность производства.

Заключение

Динамика плодоношения земляники в длиноциклических ротациях при широкополосной системе ведения насаждений в значительной степени определяется как биологическими особенностями сорта, так и их возрастом. Соблюдение основных элементов технологии ведения культуры, направленное на наращивание качественных дочерних растений на плантациях-новосадках и оптимизация густоты их размещения позволяет продлить период эксплуатации плантаций до 3-х (4-х) лет. При других равных показателях предпочтение следует отдавать не только более урожайным сортам, но и сортам, у которых градиент падения урожайности на возрастных насаждениях наименьший. Весьма перспективным оказался сорт Дукат, который по комплексу сопоставимых индексов значительно превосходит сорта Русановка и Хонейо. Безусловно, при рыночных условиях хозяйствования землю необходимо рассматривать как средство производства. Оптимизация технологических моделей выращивания земляники способствует увеличению ее конкурентноспособности с культурами в полевых севооборотах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2016 рік. – К., 2016. – 364 с.
2. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2010 рік. – К., 2008. – 352 с.
3. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2005 рік. – К., 2005. – 261 с.
4. Климат в Николаевской области. Туристическая планета [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://travelnetplanet.com/ukraine/nikolaevskaya-oblast/klimat>. – Дата доступа: 10.01.2017.
5. Сущенко, К. В. Климат Херсонской области / К. В. Сущенко / Мой город [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.mycity.kherson.ua/pryroda/klimat.html>. – Дата доступа: 10.01.2017.
6. Говорова, Г. Ф. Земляника: прошлое, настоящее, будущее / Г. Ф. Говорова, Д. Н. Говоров. – М.: ФГНУ «Росинфлмагротех», 2004. – 348 с.
7. Ковтун, И. М. Ягодные культуры / И. М. Ковтун, К. Н. Копань, В. С. Марковский, А. В. Олифер. – К., 1986. – 264 с.
8. Копылов, А. И. Земляника / А. И. Копылов. – Симферополь: ПолиПРЕСС, 2007. – 368 с.
9. Довідник по ягідництву / В. С. Марковський [та ін.]. – К., 1989. – 224 с.
10. Пехото, Л. Т. Земляника / Л. Т. Пехото, К. А. Иванова. – Л.: Лениздат, 1988. – 104 с.
11. Морозова, Е. В. Выращивание земляники / Е. В. Морозова/ Библиотека по садоводству [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://berrylib.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st018.shtml>. – Дата доступа: 24.02.2017.

СОЗДАНИЕ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА СТАЦИОНАРНОМ ИНФЕКЦИОННОМ ФОНЕ

Н. А. ШУГУРОВА, Н. Н. КУТИЩЕВА

Институт масличных культур НААН Украины
пос. Солнечное, Запорожский р-н, Запорожская обл., 170417

(Поступила в редакцию 08.09.2017)

В 2005 г. на землях селекционного севооборота Института масличных культур Национальной академии аграрных наук Украины, (г. Запорожье) создан искусственный стационарный инфекционный полигон. Формирование инфекционного полигона проводилось на протяжении 2005–2016 гг. На стационарный участок инфекционного фона вносили инфекционный материал в виде растительных инфицированных фрагментов и инокулюм, выращенный в лабораторных условиях, на питательных средах, принудительно при посеве изучаемых селекционных образцов. На этом фоне достоверно проведена комплексная оценка гибридов подсолнечника, освещены результаты оценки устойчивости против возбудителей основных болезней: ложной мучнистой росы (*Plasmopara helianthi* Novot.), сухой гнили (*Rhizopus nigricans* Ehrend), и цветкового паразита – заразихи (*Orobancha cumana* Wallr.). В конкурсном сортоиспытании 2013–2016 гг. исследовали образцы подсолнечника с разной продолжительностью вегетационного периода: ультраранние (до 100 суток) и раннеспелые (101–115 суток). По результатам проведенных полевых и лабораторных исследований был выделен ряд гибридов подсолнечника с высокой экологической стабильностью, формирующих высокую урожайность в условиях зоны Степи. Представленные гибриды, сформировали урожайность на уровне 2,71 (Полит 2) – 3,21 (Каменярь) т / га, показатель масличности в семенах варьировал в пределах от 49,26 (Аккорд) – 52,12 (Приоритет)%. Масса 1000 семян находилась в пределах 45,0 (Регион) – 62 (Приоритет) г. Выделены гибриды подсолнечника с групповой устойчивостью против основных фитопатогенов с максимальной урожайностью. Гибриды Полит 2, Регион, Набир, Каменярь, Аккорд, Приоритет, Резон внесены в Реестр сортов растений Украины. Гибрид Резон допущен к возделыванию в Украине, Белоруссии, Молдове и Российской Федерации.

Ключевые слова: образцы подсолнечника, гибрид, групповая устойчивость, основные фитопатогены.

In 2005, an artificial stationary infection testing ground was created on the lands of breeding crop rotation of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (Zaporozhye). Formation of infection testing site was conducted during 2005-2016. Infectious material in the form of plant infected fragments and inoculum grown in laboratory conditions on nutrient media was introduced into the stationary site of infection background, forcibly during the sowing of the studied selection samples. On this background, a comprehensive assessment of sunflower hybrids was reliably carried out, and we showed the results of estimation of resistance against the causative agents of the main diseases: *Plasmopara helianthi* Novot., dry rot (*Rhizopus nigricans* Ehrend), and the flower parasite – broomrape (*Orobancha cumana* Wallr.). In the competitive variety testing of 2013-2016, we examined sunflower samples with the following duration of the growing season: extremely early (up to 100 days) and early ripening (101-115 days). Based on the results of field and laboratory studies, a number of sunflower hybrids with high ecological stability have been identified, which form a high yield in the conditions of the Steppe zone. Presented hybrids yielded at the level of 2.71 (Polit 2) - 3.21 (Kamenyar) t / ha, the indicator of oil content in seeds varied from 49.26 (Akkord) to 52.12 (Prioritet) %. The weight of 1000 seeds was within 45.0 (Region) - 62 (Prioritet) g. We have selected sunflower hybrids with group resistance against the main phyto-pathogens with maximum yield. Hybrids Polit 2, Region, Nabir, Kamenyar, Akkord, Prioritet, and Rezon are included in the Register of Plant Varieties of Ukraine. Hybrid Rezon is allowed to be cultivated in Ukraine, Belarus, Moldova and the Russian Federation.

Key words: sunflower samples, hybrid, group stability, main phyto-pathogens.

Введение

Наиболее вредоносными из грибных болезней является ложная мучнистая роса (*Plasmopara helianthi* Novot.), которая в период эпифитотии может уничтожить значительную часть посевов подсолнечника, бурая гниль (*Rhizopus nigricans* Ehrend), в 2012 г. в Украине в зонах возделывания подсолнечника имела размер эпифитотии и существенно ухудшила количественные и качественные показатели семян. Заразиха это бесхлорофилльное растение-паразит, которое паразитирует и питается на корнях растения-хозяина. На сегодняшний день эта проблема является актуальной и требует немедленного и постоянного решения путем введения генов устойчивости к заразихе в современные научные разработки.

Получение с единицы площади максимального урожая масличного сырья высокого качества, это мечта каждого агрария. Она может осуществиться при соблюдении научно обоснованных агротехнических приемов и посевов высококачественными семенами высокоурожайных гибридов подсолнечника, устойчивых к основным патогенам.

Постоянная работа селекционеров и иммунологов в сочетании с высоким потенциалом урожайности, с комплексной устойчивостью к факторам окружающей среды является насущной проблемой на сегодняшний день. Одной из причин недобора урожая является вредоносное воздействие возбудителей болезней и вредителей, вредоносность которых повысилась из-за перенасыщения подсолнечником севооборотов, несоблюдение технологий, изменения климата. При создании современных гибридов подсолнечника в селекционном процессе важное место уделяется фитопатологическому направлению, которое включает в себя поиск источников устойчивости селекционного материала к ряду основных фитопатогенов и заразихе [1].

Увеличение производства подсолнечника в последние годы за счет увеличения посевных площадей создает серьезную угрозу самой культуре. Площади под посевами подсолнечника в Украине значительно превышают научно обоснованные нормы в севооборотах. Не редки случаи, когда подсолнечник возвращается на то же поле через 1–2 года и даже высевается бессменно несколько лет подряд. Такое увеличение площадей под подсолнечником само по себе ведет к снижению урожайности, так как нарушаются севообороты, не соблюдаются агротехнические и фитосанитарные правила выращивания культуры. Это негативно сказывается и на урожайности других культур в севообороте [1].

В то же время подсолнечник является одной из важнейших сельскохозяйственных культур. А значит, сельскохозяйственные предприятия будут стремиться к увеличению валового производства подсолнечника. Однако это увеличение должно идти по пути интенсификации, то есть при уменьшении площадей под подсолнечником должна повышаться урожайность. Для этого необходимо выращивать экологически пластичные и стабильные гибриды, устойчивые к комплексу основных болезней и заразице, и тем самым увеличивать валовые сборы с единицы площади. При создании современных гибридов подсолнечника в селекционном процессе важное место уделяется фитопатологическому направлению, включающему генетическую устойчивость гибридов к ряду основных фитопатогенов и заразице. Для создания принципиально новых, устойчивых к комплексу основных патогенов гибридов подсолнечника, на сегодняшний день, необходимо наличие инфекционного фона. Он позволит улучшить и ускорить селекционный процесс. Использование искусственных инфекционных фонов определяет успех создания устойчивых к комплексу заболеваний селекционных форм. Коэффициент пластичности подсолнечника довольно высок и разные генотипы подсолнечника проявляют различную степень устойчивости к основным заболеваниям [2, 3].

Целью наших исследований является изучение и поиск источников устойчивости, которые будут вовлечены в создание новых гибридов, обладающих высокой устойчивостью к комплексу патогенов наряду с высокими хозяйственно ценными признаками.

Основная часть

Планирование, организацию и проведение полевых исследований, а также статистическую обработку опытных данных проводили по методике полевых исследований [4–7]. Предшественник – монокультура. Система ухода общепринятая для зоны выращивания без применения пестицидов. Расстояние между растениями в ряду установлено при рекомендованной густоте стояния 50–55 тыс. растений на 1 га. Учетная площадь участка 10,15 м². Изучение селекционного материала проводили методом рендомизированных блоков. Проводили фитопатологическую оценку на разных фазах вегетации. Вычисляли урожайность гибридов в т / га, которую приводили к влажности 10 % с помощью коэффициента влажности. Масличность определяли с помощью ядерно-магнитного резонатора.

Исследования проводили в несколько этапов. В течение 2005–2016 гг. на инфекционном полигоне тестировался селекционный материал подсолнечника и формировалась коллекция источников устойчивости к комплексу заболеваний и заразице, которая в дальнейшем использовалась для создания гибридов. Созданные гибриды тестировались одновременно в 2013–2016 гг. на инфекционном полигоне к комплексу заболеваний и на полях селекционного севооборота по хозяйственно ценным признакам.

Институт масличных культур НААН расположен на территории Запорожского района Запорожской области, которая по районированию относится к Южной Степи Украины. Почти весь севооборот представляет собой волнистую равнину, состоящую из склонов разной экспозиции, которая характерна для данного региона.

Почвы севооборота представлены типичными среднemosными малогумусными черноземами, мощность гумусного профиля составляет 75–85 см. Наличие гумуса небольшое: в пласте 0–20 см – 4,4–5,5 %, на глубине 30–40 см – 3,5 %, а на глубине 50 см – 2,0–2,5 %.

Для этой зоны характерны высокие температуры воздуха в летние месяцы, низкая относительная влажность воздуха, частые суховеи, почвенные и воздушные засухи. В январе средняя температура воздуха находится в пределах от – 1,5 до – 5 °С, в июле 23–24 °С. Среднегодовое количество осадков составляет 300–450 мм, из них в теплый период года 200–250 мм, часто в виде ливней, которые сопровождаются градом, грозой или бурей.

Характерная особенность весеннего периода, заключается в том, что весенние явления разворачиваются очень быстро и весна бывает короткой. В третьей декаде апреля среднесуточные температуры воздуха превышают 10 °С, и в течение 16–20 дней происходит переход к летнему сезону.

Лето очень жаркое, засушливое, длится до 5 месяцев. Летние осадки ливневого характера. Максимум их приходится на июнь–июль. Часто бывают продолжительные бездождевые периоды.

На территории землепользования Института масличных культур НААН наблюдается ветровая эрозия. Наибольшее развитие имеет дефляция, как правило, февраль–май, чаще март–апрель. Кроме того, на это время приходится сильные ветра, с дефицитом влаги в воздухе, атмосферные засухи (наступают суховеи).

Для решения современных задач поставленных перед селекционерами и иммунологами в Институте масличных культур НААН в 2005 г. был создан, поддерживается и модернизируется синтетический искусственный инфекционный фон, позволяющий оценить исследуемый семенной материал подсолнечника в полевых условиях на различных этапах селекционного процесса. Для его создания использовали инфицированные разными патогенами части растений, инфекционный материал, выращенный в лабораторных условиях на питательных субстратах, склероции, семена заразили различных рас. Ежегодно инфекционный фон пополняется новыми штаммами и расами основных некротрофных и облигатных патогенов и заразой (табл. 1). На площади инфекционного фона – 2 га, ведется оценка на устойчивость к комплексу заболеваний.

Таблица 1. Показатели уровня инфекционного фона ложной мучнистой росы, сухой гнили и заразили (искусственный инфекционный фон) в 2005–2016 гг., Запорожье

Сроки исследований	Количество инфицированных растений, %			
	л. м. р.	сухая гниль	заразиха	белая гниль
2005	17,4	–	13,0	4,5
2006	18,9	–	12,8	13,2
2007	35,9	–	12,9	24,3
2008	17,3	–	24,1	12,2
2009	16,1	–	25,0	12,8
2010	26,1	–	26,1	18,5
2011	14,4	–	32,7	23,4
2012	8,2	80,5	41,1	4,6
2013	13,1	65,1	54,3	21,5
2014	16,1	63,2	55,1	21,8
2015	28,4	47,1	61,0	22,9
2016	33,6	79,4	65,0	20,1

Местная (Южная и Центральная Степь Украины) популяция заразили подсолнечниковой (*Ogobanche cumana* Wallr.) представлена материалом заразили, собранным в Донецком, Приазовском, Запорожском, Харьковском регионах Украины, Молдовы и некоторых территорий Российской Федерации. В Украине, по данным ученых, распространено 8 рас паразита (А, В, С, D, Е, F, G, H). Расами А-Е поражена основная часть территории Причерноморского и Приазовского регионов. Рядом с уже известными расами в процессе взаимоотношения «паразит-хозяин» возникают и распространяются новые физиологические расы паразита, которые отличаются вирулентностью и агрессивностью, то есть способностью преодолевать защитные функции организма растения-хозяина.

Заразиха обладает высокой способностью к мутациям, новые расы заразили возникают спонтанно. Один цветonos заразили продуцирует до 80000 семян этого паразита и обладает способностью сохранять свою жизнеспособность в почве до 12 лет. При несоблюдении севооборотов в земледелии в Украине происходит активное накопление семян заразили в пахотном слое.

В настоящее время в Реестре сортов растений Украины находится 18 гибридов и 2 сорта селекции ИМК, восемь гибридов проходят изучение в системе Государственного сортоиспытания. Весь наработанный селекционный материал проанализирован на устойчивость к основным фитопатогенам с последующим жестким отбором по качественным и количественным показателям.

Ассортимент гибридов и сортов подсолнечника, созданных в ИМК, охватывает все группы спелости, пригодные для выращивания в зонах Степи и Лесостепи, отличается высокой масличностью (48–50 %), отличной экологической пластичностью и стабильностью, относительно устойчив к комплексу основных заболеваний и иммунный к заразили.

В Украине три главных учреждения занимающиеся созданием принципиально нового исходного материала подсолнечника, где ведется полноценная селекционная работа по созданию гибридов подсолнечника. Благодаря созданному в Институте масличных культур НААН инфекционному полигону ведется отбор селекционного материала на искусственном инфекционном фоне в полном объеме. Проводится семенная работа по улучшению и поддержке семенного материала родительских компонентов коммерческих гибридов подсолнечника [3]. На инфекционном полигоне создан высокий уровень патогенной нагрузки (табл. 1), что гарантирует контакт патоген-растение. Создание, поддержание и модернизация инфекционного фона дает возможность синтезировать исходный селекционный материал, на основе которого создаются гибриды подсолнечника, устойчивые к основным патогенам и заразили (табл. 2).

Таблица 2. Результаты испытания гибридов подсолнечника селекции ИМК НААН на устойчивость к основным патогенам и заразихе, инфекционный фон г. Запорожье 2013–2016гг.

Гибрид	Устойчивость к болезням, бал			
	л.м.р.	заразиха	белая гниль	сухая гниль
Условный стандарт	5	7	5	7
Полит 2	9	9	9	9
Резон	9	9	9	9
Регион	9	9	9	9
Набир	7	9	9	9
Каменяр	9	9	9	9
Аккорд	9	9	9	9
Приоритет	9	9	9	9

Устойчивость к болезням определяли в баллах, что характеризует степень поражения растений: 1 балл – очень низкое (поражено > 85 % растений); 3 балла – низкое (поражено 61–85 %); 5 баллов – среднее (поражено 36–60 %); 7 баллов – высокое (поражено 10–35 %); 9 баллов – очень высокое (пораженность < 10 %) [7].

Таблица 3. Характеристика гибридов подсолнечника по результатам конкурсного испытания, Запорожье (2013–2016 гг.)

Наименование образца	Урожайность, т/га	Масличность, %	Масса 1000 семян, г
Условный стандарт	1,96	47,13	41,0
Полит 2	2,71	49,51	46,0
Резон	2,89	50,13	47,0
Регион	3,00	50,29	45,0
Набир	3,02	51,12	46,0
Каменяр	3,21	49,55	60,0
Аккорд	2,97	49,26	49,0
Приоритет	3,11	52,32	62,0
НСР _{0,05}	0,03	0,57	0,70

В комплексе с проведением работ в селекции подсолнечника на иммунитет, проводятся работы и по созданию гибридов подсолнечника на хозяйственно ценные признаки: урожайность, масличность, масса 1000 семян, продолжительность вегетационного периода и др. Основное направление селекционной работы по вегетации растений направлено на ультрараннюю и раннеспелую группы в связи с тем, что степная зона Украины находится территориально в зоне рискованного земледелия. В конкурсном сортоиспытании 2013–2016 гг. исследовали образцы подсолнечника с продолжительностью вегетационного периода – ультраранние (до 100 суток) и раннеспелые (101–115 суток). По результатам проведенных полевых и лабораторных исследований был выделен ряд гибридов подсолнечника с высокой экологической стабильностью, формирующих высокую урожайность в условиях зоны Степи. В конкурсном испытании за четыре года средняя урожайность условного стандарта находилась на уровне 1,96 т/га, масличность 47,13 %, при средней массе 1000 семян 41,0 г.

Представленные гибриды (табл. 2) сформировали урожайность на уровне 2,71 (Полит 2) – 3,21 (Каменяр) т/га, показатель масличности в семенах варьировал в пределах от 49,26 (Аккорд) – 52,12 (Приоритет) %. Масса 1000 семян находилась в пределах 45,0 (Регион) – 62 (Приоритет) г.

Трехлинейный гибрид подсолнечника Каменяр обладает комплексной устойчивостью к болезням и вредителям, засухоустойчив, не полегает, технологичен. Продолжительность вегетационного периода составляет 110-115 дней. Высота растений 169-190 см. Урожайность гибрида – 3,21 т/га, максимальную урожайность за годы конкурсного испытания гибрид сформировал – 4,36 т/га. Масличность семян – 49–50 %. Гибрид Каменяр хорошо отзывается на внесение удобрений, возделыванию по интенсивной технологии, рекомендуемая густота к уборке 55 тысяч растений на гектар. Рекомендуется для возделывания в условиях зон Степи и Лесостепи Украины.

Простой межлинейный гибрид Резон зарегистрирован в четырех странах выращивания подсолнечника. За годы изучения сформировал среднюю урожайность на уровне 2,89 т/га при содержании жира в семенах 50,13 %, и массой 1000 семян 47,0 г. Гибрид имеет высокую экологическую пластичность, положительную реакцию на внесение органических и неорганических удобрений.

Простой межлинейный гибрид Полит 2 экологически пластичный, технологичный, выровненный по высоте, все фазы развития проходят одновременно, не осыпается при перестое, не полегает, засухоустойчив. Урожайность гибрида – 2,71 т/га, максимальная урожайность за годы конкурсного испытания гибрид сформировал – 4,12 т/га. Масличность семян – 49–50 %. Отзывчив на внесение минеральных удобрений. Густота стояния на товарных посевах 50–55 тысяч растений на гектаре.

Простой межлинейный гибрид Регион. Гибрид экологически пластичный, стабильный, технологичный. Урожайность гибрида – 3,0 т/га, максимальную урожайность за годы конкурсного испытания гибрид сформировал – 4,25 т/га. Масличность семян – 50–51 %. Отзывчив на внесение минеральных удобрений. Рекомендуемая густота стояния на товарных посевах 50–55 тысяч растений на гектаре. Рекомендовано для выращивания в условиях Степи и Лесостепи.

Простой межлинейный гибрид Набир, высокотехнологичен, экологически пластичный, стабильный. Рекомендован для выращивания в условиях зоны Степи и Лесостепи Украины. Высота растений – 150–160 см, масличность – 51–52 %. За годы конкурсного испытания сформировал среднюю урожайность – 3,02 т/га. Максимальная урожайность гибрида 4,05 т/га. Рекомендован для выращивания в условиях Степи и Лесостепи.

Простой межлинейный гибрид Аккорд простой межлинейный гибрид подсолнечника, продолжительность вегетационного периода 107–111 дней. Создан в Институте масличных культур НААН совместно с НПФ «Агрос-Сем» республика Молдова. Прошел успешное государственное испытание в Украине, Молдове, Российской Федерации. Высота растений – 130–160 см, стебель прочный, не полегает. Урожайность гибрида – 2,97 т/га, максимальная урожайность в конкурсном испытании составила 4,41 т/га. На сортоучастках Молдовы зарегистрирована максимальная продуктивность гибрида – 4,6 т/га, масличность – 49–50 %. Густота стояния растений в товарных посевах к уборке – 55–60 тысяч растений на гектаре.

Рекомендуется для возделывания в условиях зон Степи и Лесостепи Украины, Молдове, Российской Федерации. Экологически пластичный, стабильный, технологичный.

Простой межлинейный гибрид Приоритет. Простой межлинейный гибрид подсолнечника, период вегетации 109–115 суток. Создан в Институте масличных культур НААН. Высота растений 150–170 см. Масса 1000 семян – 62 г. Семена темные, слегка удлинунные, масличность – 51–52 %. За годы конкурсного испытания сформировал среднюю урожайность – 3,11 т/га. Максимальная урожайность – 4,44 т/га. Гибрид высокотехнологичен, обладает экологической пластичностью и стабильностью. Рекомендован для выращивания в условиях зон Степи и Лесостепи Украины.

Заключение

В Институте масличных культур НААН создан в 2005 г. стационарный инфекционный фон монокультуры подсолнечника, на котором постоянно ведется работа по модернизации и пополнению расового и штаммового состава популяции. На искусственном инфекционном полигоне, на достоверном уровне, тестируется селекционный, семенной материал подсолнечника по признаку устойчивости к основным патогенам и болезням. В статье подробно изложены результаты оценки устойчивости против возбудителей основных болезней (ложной мучнистой росы, сухой гнили, и цветочного паразита – заразики) гибридов подсолнечника ИМК НААН. Отобраны новые формы исходного материала родительских компонентов коммерческих гибридов подсолнечника с групповой устойчивостью против основных фитопатогенов с максимальной урожайностью, что указывает на эффективность направленной селекционной работы. В селекционной работе по созданию нового исходного материала и гибридов подсолнечника рекомендуется учитывать важность сочетания в их генотипе признаков повышенной урожайности, накопление жира в семенах, а также устойчивости к возбудителям болезней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні до 2020 року (методичні рекомендації). – Х., 2016. – 142 с.
2. Кириченко В. В. Спеціальна селекція і насінництво польових культур / В. В. Кириченко. – Харків, 2010. – 462 с.
3. Кутіщева Н.М. Створення гібридів соняшника з високими показниками господарсько-цінних ознак та стійкістю до ураження збудниками хвороб / Н. М. Кутіщева, Н. О. Шугурова // НТБ Інституту олійних культур НААН. – Запоріжжя, 2015. – Вип. 22. – С. 75–81.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3. Масличные, эфиромасличные, лекарственные и технические культуры, шелковица, тутовый шелкопряд. – М., 1983. – 184 с.
5. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 1. Загальна частина. – Київ, 2000. – 100 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Боровська, І. Ю. Стійкість сучасних гібридів соняшнику Запорізької селекції до небезпечних хвороб в умовах Східної частини Лісостепу України / І. Ю. Боровська, В. В. Кириченко, В. П. Петренко, К. М. Макляк, Н. М. Кутіщева // Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. Харків. – 2012. – Вип. 13. – С. 27–34.

**ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ
СОРТООБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ****А. В. ДРОБЫШ, Г. И. ТАРАНУХО***УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область, Беларусь, 213407**(Поступила в редакцию 12.09.2017)*

В статье приведены результаты исследований сортообразцов озимой мягкой пшеницы в контрольном питомнике и конкурсном испытании в течение 2011–2016 гг. Изучались такие показатели как высота растений, количество растений сохранившихся к уборке на 1 м², продуктивная кустистость, количество продуктивных стеблей на 1 м², количество зерен в колосе, масса зерна с колоса, масса 1000 зерен, биологическая и фактическая урожайность. В контрольном питомнике выделены наиболее ценные по семенной продуктивности и элементам структуры урожайности номера для дальнейшего испытания были выделены наиболее перспективные сортообразцы, способные формировать посевы с урожайностью 90 ц/га, характеризующиеся стабильностью показателей элементов структуры урожайности по годам исследований. При изучении продуктивности зерна с одного растения, можно отметить, что 66,6 % исследуемых сортообразцов способны формировать более 3 грамм зерна, при этом биологическая урожайность данных вариантов находилась на уровне 706–966 г/м². Максимальная биологическая урожайность в среднем за три года конкурсного испытания была отмечена у сортообразца K1190-5, которая составила 966 г/м². В результате исследований сортообразцы K1190-5, K1338-1 и K1257-4 были выделены как наиболее продуктивные и стабильные, способные давать высокие урожаи зерновой массы, данные сортообразцы, находятся на стадии предварительного размножения и подготовки к передаче в Государственное испытание.

Ключевые слова: перспективные сортообразцы, озимая мягкая пшеница, биологическая урожайность.

The article presents results of research into variety samples of soft winter wheat in the control nursery and competitive test during 2011–2016. We studied such parameters as plant height, the number of plants preserved for harvesting per 1 m², productive bushiness, the number of productive stems per 1 m², the number of grains in the ear, the weight of grain from the ear, the weight of 1000 grains, biological and actual yields. In the control nursery, we selected the most valuable varieties according to seed productivity and elements of productivity structure for their further use in complex studies according to the full scheme of the breeding process. As a result of the competitive trial, the most promising varieties were identified, capable of forming crops with a yield of 9 t per hectare, characterized by the stability of indicators of productivity structure elements according to the years of research. When studying the productivity of grain from one plant, it can be noted that 66.6% of the investigated varieties are able to form more than 3 grams of grain, while the biological yield of these options was at the level of 706–966 g / m². The maximum biological yield on average for three years of the competitive trial was noted in the variety K1190-5, which was 966 g / m². As a result of the research, varieties K1190-5, K1338-1 and K1257-4 were identified as the most productive and stable, capable of producing high yields of grain mass. These varieties are at the stage of pre-breeding and preparation for transfer to the State Test.

Key words: promising variety samples, soft winter wheat, biological yield.

Введение

Для дальнейшего роста урожая сортов озимой пшеницы необходимо знать причинные связи между отдельными элементами структуры урожайности, так как успехи селекции будут в значительной мере зависеть от знания закономерностей формирования урожая. Структуризация показателя урожайности на составляющие ее компоненты обусловлена тем, что каждый из них дифференцированно отзывается на отбор и факторы внешней среды. Каждый из компонентов на ранних стадиях онтогенеза растений может варьировать в разной степени. Причем на одни признаки урожайности оказывают влияние погодные условия, а на другие – место произрастания [2, 4, 8].

Поскольку урожайность складывается из многих ее компонентов, в ускорении селекционного процесса важное значение имеют более стабильные признаки. Отбор на высокую урожайность должен вестись по тем компонентам, изменчивость которых минимальна. Надо учитывать и то, что сортовые особенности формирования урожая для каждого конкретного сорта остаются неизменными, независимо от погодно-климатических условий и агротехники выращивания. Изменяются только абсолютные значения элементов структуры урожайности [3, 1].

Увеличение урожайности должно идти двумя основными путями: повышение индекса урожайности и увеличение общей фотосинтезирующей биомассы на единицу площади.

Последние направления селекции на продуктивность зерновых культур были связаны со снижением высоты растений и с сокращением длины coleoptиле, что способствовало увеличению индекса урожайности и адаптации новых сортов к высоким дозам удобрений [7]. Дальнейшее увеличение продуктивности зерновых культур за счет индекса урожайности ограничено, и в связи с этим больше внимания должно быть уделено повышению биомассы растений, т. е. интенсивности и величине чистого фотосинтеза. У большинства современных сортов преимущество в урожайности обеспечивается за счет высокой озерненности колоса и хорошей продуктивной кустистости. Но большинство механизмов повышения продуктивности растений до сих пор до конца не изучены и требуют дальнейших исследований [6, 9].

Целью наших исследований являлось изучение элементов продуктивности образцов озимой пшеницы и сравнение их с сортом стандарт, в качестве которого использовался сорт белорусской селекции Капылянка.

Основная часть

В наших опытах изучались образцы, полученные в НПЦ НАН Беларуси по земледелию различными методами, в том числе методами гибридизации и внутрисортного отбора. Полевые исследования производились на опытном поле кафедры селекции и генетики БГСХА. Почва опытных участков дерново-подзолистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом мореной. Глубина пахотного слоя 20–22 см. Содержание гумуса в почве 1,52–1,81 %. Подвижных форм фосфора 180–190 мг/кг почвы, калия 152–176 мг/кг почвы. Степень насыщенности основаниями – 73,9–85,2. Реакция почвенной среды слабокислая ($pH_{\text{кел}} - 5,6-6,1$). Учетная площадь делянки 5 м², общая 7 м². Сорта размещались в два яруса, повторность четырехкратная [5].

Метеорологические условия в годы проведения исследований значительно отличались по температуре воздуха и количеству атмосферных осадков как между собой, так и от средних многолетних данных, что способствовало объективной оценке изучаемого селекционного материала.

В период вегетации проводился необходимый уход и всесторонняя оценка испытуемых образцов, в частности определялись такие показатели, как полевая всхожесть, которая определялась путем подсчета взошедших растений и выражалась в процентах по отношению к высеванным семенам, сохранность растений к уборке – подсчитывалась по количеству сохранившихся растений к уборке от числа взошедших. Элементы структуры урожайности определялись перед уборкой методом пробного снопа, состоящего из 20-ти растений характерных для образца. Учитывали высоту растения, продуктивную кустистость, длину колоса, количество семян в колосе, массу зерна с колоса. Массу 1000 семян определяли путем взвешивания в лаборатории.

Уборка проводилась механизированно. Урожайность определялась путем взвешивания убранного с учетной делянки, очищенного и доведенного до стандартной влажности зерна.

Таблица 1. Характеристика номеров озимой пшеницы в контрольном питомнике, 2012–2013 гг.

№ п.п.	Номера	Высота растений, см	Количество растений, шт./м ²	Продуктивных стеблей, шт./м ²	Зерен в колосе		Масса 1000 зерен, г.	Урожайность,	
					шт.	г.		г./м ²	+/- к st
1	Капылянка, st	112	247	520	35,6	1,29	36,4	618	st
2	K1313-1	81	225	552	41,0	1,39	34,1	735	117
3	K1190-5	84	267	640	43,6	1,51	34,8	912	294
4	K1177-3	99	274	479	50,5	1,69	33,6	760	142
5	K1317-1	86	259	494	41,6	1,46	35,2	680	62
6	K1210-1	83	249	562	40,8	1,35	33,0	709	91
7	K1329-1	83	277	568	43,1	1,51	35,0	799	181
8	K1120-3	80	253	489	42,9	1,52	35,5	703	85
9	K1319-1	80	250	503	41,0	1,47	35,9	688	70
10	K1338-1	83	242	543	47,9	1,51	31,6	857	239
11	K1257-4	85	285	670	41,9	1,36	32,5	847	229
12	K1209-2	82	234	550	37,9	1,37	36,2	721	103
Среднее		86	255	547	42,3	1,45	34,5	764	146
Коэффициент вариации, C _v , %		9,5	8,0	11,5	9,5	8,5	5,8	11,0	
НСР ₀₅	2012							89,3	
	2013							111,6	

В 2012–2013 гг. контрольный питомник включал 11 номеров. Высота растений пшеницы может колебаться в пределах от 30 до 150 см. Существует следующая классификация сортов озимой пшеницы по высоте растений: свыше 120 см – высокорослые, 120–105 см – среднерослые, 105–85 см – короткостебельные (1 ген короткостебельности Dw₁), 85–60 см – полукарлики (2 гена короткостебельности Dw₂) и менее 60 см – карлики (3 гена короткостебельности Dw₃). Большинство изучаемых номеров относилось к группе полукарликов, их количество составило 75 %, 16,6 %, они представлены низкорослыми растениями и сорт-стандарт Капылянка (8,4 %) относится к среднерослым сортам.

Количество растений, сохранившихся к уборке на единице площади, является основным показателем в структуре урожайности. В наших исследованиях данный показатель варьировал в пределах от 225 до 285 растений с метра квадратного. Лучшими по данному признаку оказались варианты K1177-3, K1329-1 и K1257-4, превысившие стандарт на 27, 30 и 38 растений соответственно.

Общеизвестным фактом является то, что урожайность пшеницы складывается из двух основных показателей: густота продуктивного стеблестоя и масса зерна с колоса. Зачастую эти два элемента структуры урожайности взаимно исключают друг друга, то есть повышение одного показателя сопровождается снижением другого. Наиболее плотный продуктивный стеблестой наблюдался у номеров

K1190-5 и K1257-4, на уровне 640–670 стеблей с метра квадратного. Худшими по данному показателю, не превышающими стандарт, оказались варианты K1177-3, K1317-1, K1120-3 и K11319-1, сформировавшие на 1 м² менее 520 продуктивных стеблей.

Озерненность колоса в первую очередь определяется количеством колосков, образовавшихся на уступах колосового стержня. Чем больше колосков, тем больше зерен в колосе и масса зерна с одного колоса. У озимой пшеницы среднее число колосков в колосе находится в пределах 16–22 шт. Это сортовой признак, влияние на который могут оказывать как условия произрастания, так и агротехнические мероприятия. Наиболее продуктивным в плане образования семян в среднем за 2012–2013 гг. оказался номер K1177-3, сформировавший в колосе 50,5 зерен, при средней массе зерна с колоса 1,69 грамм. В целом все изучаемые номера превышали стандарт не только по количеству зерен, но и по массе зерна с колоса. Масса 1000 зерен является сортовым признаком, влияние на который могут оказывать погодные условия, а также минеральное питание. Масса зерновки, сравнительно с другими компонентами урожая, закладывается и формируется в сжатые сроки и уменьшение этого показателя не может быть компенсировано никакими другими элементами урожая. Изучаемые в контрольном питомнике номера не превышали сорт-стандарт по массе 1000 зерен. Среди вариантов опыта можно выделить K1209-2, сформировавший наиболее полновесное зерно, в среднем за два года масса 1000 зерен по данному номеру составила 36,2 грамма. Биологическая урожайность является конечным критерием при оценке созданных номеров озимой пшеницы. Наибольшую прибавку показали номера K1257-4, K1338-1 и K1190-5, урожайность которых превышала стандарт на 229, 239 и 294 г/м² соответственно.

Таблица 2. Элементы структуры урожайности сортообразцов озимой пшеницы в конкурсном испытании (2014–2016 гг.)

№ п.п.	Сортообразцы	Кол-во колосьев на м ² , шт.				Число семян в колосе, шт.				Масса 1000 семян, г.			
		2014	2015	2016	ср.	2014	2015	2016	ср.	2014	2015	2016	ср.
1	Капылянка, st	450	598	500	516	36,7	38,2	37,2	37,3	37,8	36,0	36,5	36,7
2	K1313-1	516	602	509	542	41,3	42,6	43,2	42,7	35,0	35,0	34,5	34,8
3	K1190-5	608	675	660	647	42,7	40,4	41,2	41,7	35,7	35,6	37,2	36,2
4	K1177-3	437	513	526	492	46,0	55,2	54,2	51,8	32,6	34,2	33,6	33,5
5	K1317-1	408	460	493	454	42,3	40,4	41,6	41,4	34,3	34,2	35,0	34,5
6	K1210-1	506	574	581	554	38,5	42,6	43,6	41,6	34,8	33,4	34,5	34,2
7	K1329-1	580	643	630	618	40,7	43,7	40,2	41,5	35,0	32,4	33,6	33,3
8	K1120-3	525	566	565	552	43,4	44,3	45,2	44,3	33,7	35,3	34,2	34,4
9	K1319-1	482	594	522	533	38,5	42,6	40,8	40,6	35,4	36,0	35,2	35,5
10	K1338-1	665	640	621	649	45,2	45,7	44,6	45,1	34,2	33,4	34,6	34,1
11	K1257-4	594	607	648	616	42,3	48,5	45,6	45,5	35,6	32,8	34,7	34,4
12	K1209-2	480	504	462	482	35,7	36,4	37,8	36,6	34,7	38,1	37,2	36,7
Среднее линейное отклонение		51,7	41,9	47,2	46,9	2,4	2,9	2,8	2,7	1,1	1,4	1,1	1,2
НСР ₀₅		78,2	81,0	79,6		1,45	1,43	1,32		0,85	0,82	0,89	
Среднеквадратичное отклонение		66,3	56,1	57,5	60,0	3,0	4,0	3,9	3,6	1,6	1,7	1,3	1,5
Коэффициент вариации, C _v , %		13,0	10,0	10,0	11,0	7,0	10,0	9,0	8,6	5,0	5,0	4,0	4,6

Конкурсное испытание завершает создание сортов, дает возможность на основании 3-летних данных сделать окончательную оценку и решить вопрос о возможности передачи самых лучших из них в Комитет по государственному испытанию и охране сортов растений. На протяжении 2014–2016 гг. нами проводилась оценка 11 сортообразцов по элементам структуры урожайности, а так же высоте растений. По количеству колосьев или продуктивных стеблей с метра квадратного, в среднем за три года лучшими оказались такие варианты как K1257-4, K1329-1, K1190-5 и K1338-1, которые сформировали 616–649 стеблей на м². Данные математической обработки показывают, что между изучаемыми вариантами опыта по данному признаку есть существенные различия.

По количеству семян в колосе следует отметить вариант K1177-3, который отличался стабильностью по данному признаку, и достоверно превышал все остальные сортообразцы. Среднее количество зерен в колосе у данного варианта составило 51,8 шт. Показатель массы 1000 семян варьировал в пределах от 33,3 до 36,7 грамма. Максимальный показатель по данному признаку был выявлен у стандарта в 2014 г. и составил 37,8 грамма. Исходя из данных можно выделить варианты K1190-5 и K1209-2, которые сформировали наиболее полновесное зерно на уровне стандарта. По результатам конкурсного испытания (табл. 3) можно утверждать, что фактическая урожайность сортообразцов варьировала в пределах 53,2 до 97,4 ц/га. Максимальная прибавка оказалась у вариантов K1257-4, K1338-1 и K1190-5 на уровне 25-26 ц/га, по сравнению с стандартом. Максимальная урожайность была получена у сортообразца K1257-4 в 2015 г. и составила 97,4 ц/га. При изучении высоты растений нами было отмечено, что 83,3 % сортообразцов можно отнести к короткостебельному типу, 8,3 % – к низкорослому типу и 8,3 % к среднерослому типу. Наиболее высокорослым оказался стандарт, его высота в среднем за 3 года составила 109 см.

Таблица 3. Урожайность зерна сортообразцов озимой пшеницы в конкурсном испытании, ц/га (2014–2016 гг.)

№ п.п.	Сортообразцы	Урожайность по годам, ц/га					Высота растений, см	Количество растений, шт./м ²	Продуктивная кустистость, шт.	Масса семян, г./раст.	Биологическая урожайность, г/м ²
		2014	2015	2016	ср.	+/- к ст					
1	Капылянка, st	55,7	76,5	61,3	65,1	st	109	253	2,03	2,60	642
2	K1313-1	70,4	81,3	68,1	73,3	8,2	81	239	2,26	3,14	706
3	K1190-5	88,3	91,3	95,0	91,5	26,4	82	269	2,40	3,62	966
4	K1177-3	60,2	89,2	88,2	79,2	14,1	95	269	1,83	3,09	847
5	K1317-1	55,3	58,2	66,1	59,9	-5,2	81	235	1,93	2,82	730
6	K1210-1	64,1	78,2	83,0	75,1	10,0	83	259	2,13	2,87	714
7	K1329-1	76,1	85,2	79,6	80,3	15,2	83	270	2,30	3,47	961
8	K1120-3	68,2	80,1	80,4	76,2	11,1	82	273	2,30	3,49	883
9	K1319-1	60,1	84,2	69,2	71,1	6,0	84	257	2,06	3,03	757
10	K1338-1	94,7	90,1	88,4	91,1	26,0	82	264	2,43	3,67	888
11	K1257-4	82,7	91,8	97,4	90,6	25,5	84	272	2,26	3,07	875
12	K1209-2	53,2	60,4	61,1	58,2	-6,9	82	237	2,03	2,78	650
Среднее		69,1	80,5	78,3	75,9	10,8	85,6	258,1	2,16	3,14	801,5
НСР ₀₅		3,47	3,74	3,51							
Среднее линейное отклонение		9,86	7,13	8,21	8,40		4,75	12,10	0,16	1,23	101,7
Среднеквадратичное отклонение		12,10	9,99	9,70	10,6		7,80	15,00	0,19	1,56	115,3
Коэффициент вариации, С _v , %		17,0	12,0	12,0	13,6		8,3	6,0	9,3	4,6	14,0

По количеству растений сохранившихся к уборке, следует отметить варианты K1329-1, K1257-4, K1120-3, сформировавшие на метре квадратном 270–273 растения, что превысило стандарт на 17–20 растений. Показатель продуктивной кустистости находился в пределах 1,83–2,43 шт., это говорит о том, что 83,3 % сортообразцов способны образовывать более двух стеблей на растение. Максимальным значением этого признака характеризовались варианты K1190-5 и K1338-1, на уровне 2,0–2,4 стеблей на растение. При изучении продуктивности зерна с одного растения, можно отметить, что 66,6 % исследуемых сортообразцов способны формировать более 3 грамм зерна, при этом биологическая урожайность данных вариантов находилась на уровне 706–966 г/м². Максимальная биологическая урожайность в среднем за три года конкурсного испытания была получена у сортообразца K1190-5, которая составила 966 г/м². При пересчете на гектар фактическая урожайность будет находиться на уровне 96 ц/га.

Заключение

В результате изучения 11 образцов в контрольном питомнике и конкурсном испытании нами были выделены наиболее перспективные сортообразцы, способные формировать посевы с урожайностью 90 ц/га, характеризующиеся стабильностью показателей элементов структуры урожайности по годам исследований. В результате исследований сортообразцы K1190-5, K1338-1 и K1257-4 были выделены как наиболее продуктивные и стабильные, способные давать высокие урожаи зерновой массы, данные сортообразцы, находятся на стадии предварительного размножения и подготовки к передаче в Государственное испытание.

ЛИТЕРАТУРА

- Алтухов, А. И. Повышение качества зерна – комплексное решение / А. И. Алтухов // Зерновое хозяйство. – 2004. – №7. – С. 3–5.
- Бороевич, С. Принципы и методы селекции растений / С. Бороевич. – М.: Колос, 1984. – 344 с.
- Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г. В. Гуляев. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 36 с.
- Долгодворова, Л. И. Селекция полевых культур на качество / Л. И. Долгодворова. – М.: МСХА, 1995. – С. 25–67.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1972. – 399 с.
- Коледа, К. В. Озимая мягкая пшеница: методы селекции, технология возделывания: монография / К. В. Коледа. – Гродно, 2004. – 242 с.
- Колмаков, Ю. В. Повышение потенциальных возможностей сортов мягкой пшеницы / Ю. В. Колмаков // Селекция сельскохозяйственных культур на качество. – Новосибирск, 2001. – С. 89–91.
- Писарев, В. Е. Селекция зерновых культур / В. Е. Писарев. – М.: Колос, 1964. – 317 с.
- Тарануха, Г. И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур / Г. И. Тарануха. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 420 с.

**ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ И ФЕРТИЛЬНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ НИГЕЛЛЫ ПОСЕВНОЙ
(*NIGELLA SATIVA* L.) И НИГЕЛЛЫ ДАМАССКОЙ (*NIGELLA DAMASCENA* L.)****А. Л. ИСАКОВА, А. В. ИСАКОВ**УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Беларусь, 213407, e-mail: isakov121@rambler.ru isakova-nastya@rambler.ru

(Поступила в редакцию 12.09.2017)

Нигелла (Ranunculaceae Juss.) – перспективная нетрадиционная культура, обладающая эфирномасличными, медоносными и лекарственными свойствами. Практические исследования показывают, что возделывание нигеллы возможно в условиях Беларуси, однако, нестабильные погодные условия в разные годы не могут гарантировать ежегодное получение качественных высоких урожаев. Поэтому актуальным направлением работы с данной культурой является создание сортов, адаптированных к условиям произрастания в Республике Беларусь. Актуальность исследований обусловлена необходимостью разработки методик селекции нигеллы в условиях Республики. Гибридизация является классическим доступным и эффективным методом создания новых сортов и гибридов для перекрестноопыляющихся растений. Использование метода гибридизации предполагает изучение вопросов жизнеспособности и фертильности пыльцы для определения оптимальных сроков опыления, что позволит более эффективно использовать данный метод в селекции нигеллы. В результате проведенных исследований, у пыльцевых зерен, пророщенных на питательной среде (30 %-й раствор сахарозы + 0,003 %-й раствор борной кислоты), уже спустя 1–1,5 часа после помещения на искусственную среду наблюдался интенсивный рост пыльцевых трубок. В среднем жизнеспособность пыльцы в образцах оказалась на уровне 92,5 % и более у нигеллы посевной и на уровне 88,2 % у нигеллы дамасской. Установлено, что пыльца как свежесобранная, так и хранившаяся в течение двух суток при температуре 3–5 °С жизнеспособна и фертильна. Полученные результаты исследований позволяют нам рекомендовать к использованию питательную среду, в состав которой входит 30 %-й раствор сахарозы и 0,003 %-й раствор борной кислоты для изучения жизнеспособности пыльцы различных форм нигеллы посевной и нигеллы дамасской.

Ключевые слова: нигелла, жизнеспособность, фертильность, гибридизация, опыление, селекция, ароматические культуры.

Nigella (Ranunculaceae Juss.) is a promising non-traditional crop, which has essential-oil, honey and medicinal properties. Practical studies show that cultivation of nigella is possible in Belarus, however, unstable weather conditions in different years cannot guarantee the annual receipt of high-quality big yields. Therefore, the actual direction of work with this crop is the creation of varieties adapted to the conditions of growth in the Republic of Belarus. The relevance of research is due to the need to develop methods for breeding nigella in the Republic. Hybridization is a classic affordable and effective method of creating new varieties and hybrids for cross-pollinating plants. Using the method of hybridization involves studying the issues of viability and fertility of pollen to determine the optimal timing of pollination, which will make it possible to use this method more effectively in the selection of nigella. As a result of the studies, in pollen grains sprouted on nutrient medium (30% sucrose solution + 0.003% solution of boric acid), an intensive growth of pollen tubes was observed after 1-1.5 hours after placement on an artificial medium. On average, the viability of pollen in the samples was 92.5% or more in the sown nigella and at 88.2% in the Damascus nigella. We have established that the pollen is viable and fertile, when it is both freshly collected, and stored for two days at a temperature of 3-5 °C. The obtained research results allow us to recommend a nutrient medium containing 30% sucrose solution and 0.003% solution of boric acid to study the viability of pollen of various forms of sown nigella and nigella Damascus.

Key words: nigella, viability, fertility, hybridization, pollination, selection, aromatic crops.

Введение

Нигелла – травянистое растение семейства Лютиковые (*Ranunculaceae* Juss.), обладающее эфирномасличными, медоносными и лекарственными свойствами, достаточно широко распространена в странах Востока и Южной Европы, на Кавказе, в Средней Азии. Из-за высокого спроса на масло семян нигеллы, которое обладает широким спектром лекарственных свойств, культура стала возделываться в США и странах западной Европы. Кроме того, распространенность нигеллы не ограничивается ее лекарственными свойствами, так как семена используются в пищу в качестве пряности, масло является естественным ароматизатором и ценится в косметологии благодаря высокому содержанию эфирных масел, а само растение обладает оригинальными эстетическими признаками и используется в декоративном садоводстве [2, 4, 7]. Однако несмотря на то, что это растение обладает огромным разнообразием хозяйственно-полезных свойств, ее репродуктивные особенности в условиях Беларуси не изучены.

Завязываемость плодов напрямую зависит от жизнеспособности пыльцы. Определение качества пыльцы растений, вступающих в фазу плодоношения, позволяет судить об их репродуктивных особенностях и адаптации к условиям произрастания. Показатели жизнеспособности пыльцы имеют решающее значение для прогнозирования качества семенной продукции и при проведении работ по гибридизации самонесовместимых растений. Большое значение для селекционера имеет возможность предварительного определения степени жизнеспособности используемой в его работе пыльцы.

Поэтому актуальность исследований обусловлена необходимостью изучения жизнеспособности и фертильности пыльцы нигеллы в условиях Беларуси для дальнейшего использования этих знаний при проведении внутривидовой и отдаленной гибридизации.

Цель исследований – изучение жизнеспособности и фертильности пыльцы нигеллы посевной и нигеллы дамасской в условиях северо-востока Беларуси.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: подобрать оптимальную искусственную питательную среду для проращивания пыльцы; установить временной интервал прорастания пыльцевых зерен; установить жизнеспособность, фертильность собранной пыльцы при разных сроках ее хранения (свежесобранной, 3-, 6-часовой, сутки и двое суток хранения).

Основная часть

Исследования проводились на кафедре плодоовощеводства УО БГСХА в 2014–2015 гг. Объектами исследований являлись образцы нигеллы посевной и нигеллы дамасской, полученные из ННЦ РАН «Никитский ботанический сад», Республики Крым.

Для оценки качества пыльцы было проведено определение фертильности (оплодотворяющей способности) и жизнеспособности (способности мужского гаметофита к росту на соответствующих тканях пестика) пыльцевых зерен, используемых при принудительном скрещивании. Пыльцу собирали в период массового цветения растений нигеллы. Определение жизнеспособности пыльцы проводили по методу Б. А. Транковского, производя подсчет количества проросших пыльцевых зерен на искусственных средах (1) – 15 %-й раствор сахарозы + 0,003 %-й раствор борной кислоты (контроль) [3]; 2) – 30 %-й раствор сахарозы + 0,003 %-й раствор борной кислоты), которую готовили небольшими порциями и использовали только свежей. Наносили две капли среды внутрь чашек Петри, в которые высеивали исследуемую пыльцу, после чего чашки Петри переворачивали, предварительно для увлажнения на дно чашки укладывали смоченную водой фильтровальную бумагу, т. е. прорастание пыльцы осуществлялось в «висячей капле». Температура в термостате поддерживалась 25–28 °С, прорастание пыльцевых зерен наблюдалось через 1–3 часа. С помощью микроскопа BLM-270 LCD при увеличении 400 проводили подсчет проросших и не проросших пыльцевых зерен. Процент проросших пыльцевых зерен определялся не менее чем в трехкратной повторности, в 10 полях зрения [1, 6].

Фертильность пыльцы изучали йодным методом (смешивали пыльцу нигеллы разных сроков хранения с каплей 0,5 % спиртового раствора йода). Подсчет окрашенных пыльцевых зерен проводили в трехкратной повторности в 10 полях зрения. Фертильные пыльцевые зерна выделяли по интенсивной окраске красителем, стерильные – по слабой окраске или ее отсутствию [6]. Анализ жизнеспособности пыльцы предполагает подсчет количества проросших и непроросших на искусственной среде пыльцевых зерен (рис. 1). Установлено, что в образцах пыльцы, пророщенных на питательной среде (15 %-й раствор сахарозы + 0,003 %-й раствор борной кислоты) как свежесобранной, так и хранившейся в течение 3, 6 часов, суток и двое суток, в среднем, рост пыльцевых трубок был отмечен не более чем у 31 % пыльцевых зерен нигеллы посевной и не более чем у 39 % нигеллы дамасской (табл. 1.)

Таблица 1. Жизнеспособность пыльцы нигеллы посевной и нигеллы дамасской (среднее за 2014–2015 гг.)

Вариант питательной среды	Сроки хранения пыльцы	Количество пыльцевых зерен, шт.				
		всего, шт.	проросших, шт.	%	непроросших, шт.	%
Нигелла посевная (<i>Nigella sativa</i> L.)						
15 %-й раствор сахарозы + 0,003 %-й раствор борной кислоты	свежесобранная	350	115	32,8	235	67,2
	3 часа	320	102	31,9	218	68,1
	6 часов	287	86	30,0	201	70,0
	1 день	300	92	30,6	208	69,4
	2 дня	300	87	29,0	213	71,0
<i>X</i> _{ср.}				31,0		69,1
30 %-й раствор сахарозы + 0,003 %-й раствор борной кислоты	свежесобранная	370	350	94,6	20	5,4
	3 часа	420	395	94,0	25	6,0
	6 часов	400	375	93,7	25	6,3
	1 день	325	290	89,2	35	10,8
	2 дня	400	364	91,0	36	9,0
<i>X</i> _{ср.}				92,5		7,5
Нигелла дамасская (<i>Nigella damascena</i> L.)						
15 %-й раствор сахарозы + 0,003 %-й раствор борной кислоты	свежесобранная	400	195	48,7	205	51,3
	3 часа	420	200	47,6	220	52,4
	6 часов	335	115	34,2	220	65,8
	1 день	320	100	31,2	220	68,8
	2 дня	350	117	33,4	233	66,6
<i>X</i> _{ср.}				39,0		61,0
30 %-й раствор сахарозы + 0,003 %-й раствор борной кислоты	свежесобранная	325	300	92,3	25	7,7
	3 часа	350	322	92,0	28	8,0
	6 часов	400	357	89,2	43	10,8
	1 день	350	300	85,7	50	14,3
	2 дня	300	245	81,7	55	18,3
<i>X</i> _{ср.}				88,2		11,8

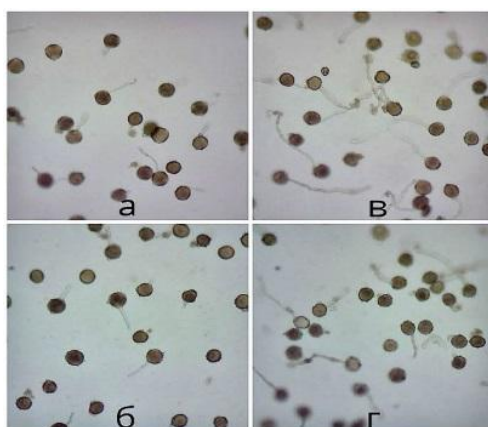


Рис. 1. Жизнеспособные пыльцевые зерна.

Питательная среда (30 %-й раствор сахарозы + 0,003 %-й раствор борной кислоты);

a, б – нигеллы посевной, *в, г* – нигеллы дамасской;

a, в – свежесобранная пыльца; *б, г* – двухсуточная пыльца

У пыльцевых зерен, пророщенных на питательной среде (30 %-й раствор сахарозы + 0,003 %-й раствор борной кислоты), уже спустя 1–1,5 часа после помещения на искусственную среду наблюдался интенсивный рост пыльцевых трубок. В среднем жизнеспособность пыльцы в данных образцах оказалась на уровне 92,5 % у нигеллы посевной и на уровне 88,2 % у нигеллы дамасской.

Подсчет количества зрелых нормально сформированных пыльцевых зерен в пыльниках, извлеченных из цветков 6–7 фазы развития [5], показал, что уровень фертильности пыльцы как свежесобранной, так и хранившейся 3, 6 часов, сутки и двое суток в ходе 2-летних наблюдений (2014–2015 гг.), неизменно оставался высоким и составлял в среднем более 90 % (рис. 2).

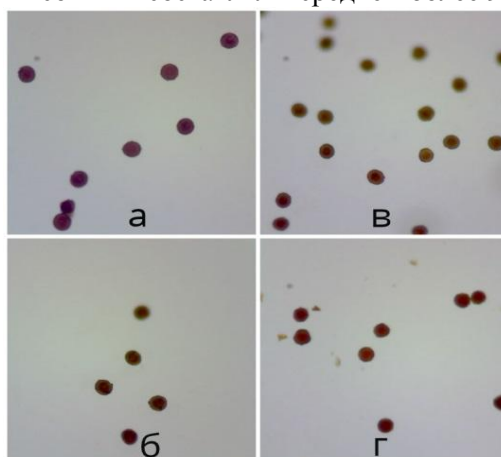


Рис. 2. Фертильные пыльцевые зерна:

a, б – нигеллы посевной; *в, г* – нигеллы дамасской;

a, в – свежесобранная пыльца; *б, г* – двухсуточная пыльца

Наибольший процент завязавшихся плодов (95 %) отмечен при опылении свежесобранной пыльцой. В среднем процент завязавшихся плодов при опылении пыльцой разных сроков ее хранения находился на уровне 90 %. Результаты искусственного опыления нигеллы посевной и нигеллы дамасской в среднем за 2014–2015 гг. представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты искусственного опыления нигеллы за 2014–2015 гг.

Фаза развития материнского цветка	Сроки хранения пыльцы, собранной из цветков отцовского растения	Временной интервал	Количество семян, шт.	Количество плодов, шт.	Завязавшиеся плоды, %
6-я фаза развития цветка	опыление свежесобранной пыльцой	с 6.00 до 10.00	741	9,5	95
	опыление пыльцой, собранной спустя 3 часов после сбора	с 6.00 до 10.00	663	8,5	85
	опыление пыльцой, собранной спустя 6 часов после сбора	с 6.00 до 10.00	702	9	90
	опыление пыльцой, собранной спустя сутки после сбора	с 6.00 до 10.00	702	9	90
	опыление пыльцой, собранной спустя двое суток после сбора	с 6.00 до 10.00	663	8,5	85

Заключение

Таким образом, прорастание пыльцы нигеллы посевной и нигеллы дамасской на искусственной питательной среде, содержащей 30 %-й раствор сахарозы и 0,003 %-й раствор борной кислоты, оказалось более активным, чем на питательной среде, предлагаемой в своих исследованиях И. Н. Голубинским (*Nigella damascena* – 26,8 %), что позволяют нам рекомендовать к использованию данную питательную среду для изучения жизнеспособности пыльцы различных форм нигеллы посевной и нигеллы дамасской. Установлено, что пыльца как свежесобранная, так и хранившаяся в течение двух суток при температуре 3–5 °С жизнеспособна и фертильна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова, З. В. Определение жизнеспособности пыльцы по методу Транковского / З. В. Абрамова, О. А. Карлинский // Практикум по генетике. – Л., 1974. – С. 62–64.
2. Дудченко, А. Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения / А. Г. Дудченко, А. С. Козьяков, В. В. Кривенко. – К.: Наукова Думка, 1989. – 304 с.
3. Голубинский, И. Н. Биология прорастания пыльцы / И. Н. Голубинский. – К.: Наукова Думка, 1974. – 367 с.
4. Исакова, А. Л. Особенности роста и развития нигеллы дамасской (*Nigella damascena*) и нигеллы посевной (*Nigella sativa*) в условиях Беларуси / А. Л. Исакова, В. Н. Прохоров [и др.]. // Вестник БГСХА. – 2015. – № 2. – С. 60–64.
5. Исакова, А. Л. Онтогенез цветка нигеллы посевной (*Nigella sativa* L.) и нигеллы дамасской (*Nigella damascena* L.) / А. Л. Исакова, В. Н. Прохоров // Молодежь и инновации – 2015: материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых; Горки, 27–29 мая 2015 г. / БГСХА, редкол.: Саскевич П.А. [и др.]. – Ч. 1. – Горки: БГСХА, 2015. – С. 8–10.
6. Паушева, З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М: Агропромиздат, 1988. – С. 98–99.
7. Шлаш, М. Онтогенез и перспективы рационального использования чернушки посевной (*Nigella sativa* L.) в условиях Сирии / Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова РАСХН. – Санкт-Петербург, 2004. – 18 с.

Г. И. ВИТКО

КОРРЕЛЯЦИИ МЕЖДУ КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ ПРИЗНАКАМИ У СОРТОВ УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ВЕТВЛЕНИЯ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Беларусь, 213407, e-mail: isakov121@rambler.ru isakova-nastya@rambler.ru
(Поступила в редакцию 12.09.2017)

В селекционной работе изучение корреляций между количественными признаками, в том числе определяющими семенную продуктивность и урожайность семян, играет большую роль, так как они могут влиять на направление отбора при создании новых сортов. Современные сорта узколистного люпина обладают симподиальным (неограниченным) типом ветвления, у которых вегетативный рост продолжается в период налива семян. Ограниченное ветвление встречается в двух формах: умеренной – детерминантный тип и сильной – эпигональный тип ветвления, что существенно влияет на длину вегетационного периода. В статье дан анализ корреляций между количественными признаками у сортов узколистного люпина с различными типами ветвления. Выявлены корреляции, характерные для сортов с симподиальным, детерминантным и эпигональным типами ветвления. Установлены прямые и обратные корреляции общие для сортов узколистного люпина с различными типами ветвления: между числом бобов и семян центральной кисти ($r=0,884-0,968$), между числом бобов с центральной кисти и числом семян с растения ($r=0,760-0,860$), между числом бобов и семян с растения ($r=0,796-0,890$), между числом семян с центральной кисти и с растения ($r=0,736-0,996$), между числом и массой семян с растения ($r=0,876-0,903$). Рассчитаны коэффициенты детерминации, позволяющие определить зависимость одного признака от другого.

Ключевые слова: сорт, узколистный люпин, корреляции, типы ветвления.

In the breeding work, the study of correlations between quantitative characteristics, including those determining seed productivity and seed yield, plays a large role, since they can influence the direction of selection when creating new varieties. Modern varieties of narrow-leaved lupine have a sympodial (unrestricted) type of branching, in which vegetative growth continues during the period of seed filling. Limited branching occurs in two forms: moderate – the determinant type, and strong – the epigonal type of branching, which significantly affects the length of the growing season. The article analyzes the correlations between quantitative characteristics in varieties of narrow-leaved lupine with different types of branching. We have established correlations, characteristic for varieties with sympodial, determinant and epigonal branching types. We have established direct and inverse correlations common for varieties of narrow-leaved lupine with different types of branching: between the number of beans and seeds of the central bunch ($r = 0.884-0.968$), between the number of beans from the central bunch and the number of seeds from the plant ($r = 0.760-0.860$), between the number of beans and seeds from the plant ($r = 0.796-0.890$), between the number of seeds from the central bunch and the plant ($r = 0.736-0.996$), between the number and weight of seeds from the plant ($r = 0.876-0.903$). We have calculated determination coefficients which help to determine the dependence of one indicator on another.

Key words: variety, narrow-leaved lupine, correlations, types of branching.

Введение.

Значение узколистного люпина как сельскохозяйственной культуры и в качестве объекта биологических исследований общеизвестно. В Беларуси активно ведется селекция узколистного люпина. В настоящее время в Государственный реестр сортов включен 21 сорт узколистного люпина. При этом новые сорта люпина обладают достаточно высоким уровнем продуктивности, имеют различные типы ветвления, устойчивы к полеганию и болезням, что способствует сохранению урожайности семян. Урожайность лучших сортов узколистного люпина на сортоиспытательных станциях и участках республики превышает 60 ц/га, а для передовых хозяйств республики уже стало нормой получать 25–35 ц узколистного люпина с гектара [1, 7, 9].

Большое внимание уделяется изучению исходного материала, как при создании новых сортов, так и при улучшении уже существующих. Для выявления лучших доноров и перспективных кандидатов в новые сорта может быть полезен статистический анализ возможно большего количества признаков [2, 3, 5, 6, 10].

В селекционной работе изучение связей между признаками играет важную роль, поскольку они могут определять направление отбора при создании новых сортов. Наиболее интересными являются количественные признаки, связь которых может быть обусловлена либо генетическим сцеплением, либо физиологическими взаимосвязями [3, 6].

Коэффициенты корреляции являются наиболее удобным показателем для изучения взаимной зависимости количественных признаков. Исследования корреляций представляют интерес при создании адаптивных генотипов и получении требуемых характеристик продуктивности [9, 11]. Для отбора высокопродуктивных генотипов большое значение имеет знание закономерностей формирования продуктивности растений. В полной мере это относится и к культуре узколистного люпина, у которого продуктивность растений в сильной степени зависит от сочетания элементов структуры. Для узколистного люпина основными элементами структуры урожайности являются количество бобов и семян, масса семян с растения и масса 1000 семян. Сбор урожая с единицы площади в конечном итоге складывается из количества растений на этой площади и их продуктивности [9, 10].

В литературе недостаточно данных о взаимосвязях количественных признаков у узколистного люпина. В большинстве случаев были определены коэффициенты корреляции между несколькими признаками небольшого числа образцов. Поэтому в задачу нашего исследования входило: 1) оценка коллекционного материала по элементам структуры урожайности; 2) определение коэффициентов корреляции; 3) анализ связей между 9 признаками у сортов узколистного люпина, имеющих различные типы ветвления – симподиальный, детерминантный и эпигональный.

Основная часть

Полевые опыты по изучению сортов узколистного люпина по комплексу хозяйственно полезных признаков в коллекционном питомнике проводились в течение 2015–2016 гг. на опытном поле кафедры селекции и генетики Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Почва опытного участка по агрохимическим показателям вполне пригодна для оценки коллекционного материала узколистного люпина. Метеорологические условия в годы проведения исследований способствовали объективной оценке сортов узколистного люпина с различными типами ветвления по хозяйственно-биологическим признакам.

Нами изучено 24 сорта узколистного люпина с симподиальным, детерминантным и эпигональным типами ветвления. Статистически обработаны данные сортов коллекции по следующим показателям: высота растения (ВР), число продуктивных кистей (ЧПК), число бобов с центральной кисти (ЧБЦК), число бобов с растения (ЧБР), число семян с центральной кисти (ЧСЦК), число семян с растения (ЧСР), число семян в бобе (ЧСБ), масса семян с растения (МСР); масса 1000 семян (МТС). Корреляции между количественными признаками изучалась с помощью корреляционно-регрессионного анализа по Б. А. Доспехову [4]. При изучении корреляционных связей возникают два основных вопроса – о тесноте связи и форме связи. По форме корреляция может быть линейной и криволинейной, по направлению – прямой и обратной. В качестве числового показателя корреляции, указывающего на тесноту и направление связи между признаками, используют коэффициент корреляции r . Считается, что при $r < \pm 0,3$ корреляционная зависимость между признаками слабая, при r от $\pm 0,3$ до $\pm 0,7$ – средняя, а при $r > \pm 0,7$ – сильная [4, 8].

Существенность корреляционной связи была оценена по критерию существенности коэффициента корреляции t_r . Для установления доли изменений, которые зависят в данном случае от изучаемого фактора, рассчитывали коэффициент детерминации $d_{\%}$. Коэффициент детерминации является более непосредственным и прямым способом выражения зависимости одной величины от другой, и в этом отношении он предпочтительнее коэффициента корреляции [4].

В коллекционном питомнике была дана оценка сортов узколистного люпина с различными типами ветвления по количественным признакам. Из табл. 1 видно, что изучаемые коллекционные сорта отличаются между собой по высоте растений, которая находится в пределах от 24,5 см (сорт Липень) до 40,8 см (сорт Жодзінскі). Высота растений у стандарта Миртан составила 33,1 см.

В связи с тем, что сорта узколистного люпина относились к трем различающимся по типам ветвления группам, то сравнение их проводилось не с сортом-контролем в каждой группе (Миртан – в группе сортов с симподиальным типом ветвления, Прывабны – в группе сортов с детерминантным типом ветвления, Першацвет – в группе сортов с эпигональным типом ветвления), а со средним значением по сортам. Превышение отмечалось в том случае, если соответствующее значение превышало величину $\bar{x} \pm 3S_{\bar{x}}$. Превышение по высоте растений у узколистного люпина отмечено у одного сорта с симподиальным типом ветвления Блэк (39,8 см) и 5 сортов с эпигональным типом ветвления – Белозерный 110, Ян, Дзіўны, Жодзінскі, Лангуст (37,9–40,8 см). Наиболее низкорослыми оказались 6 сортов с различными типами ветвления Митан, Талерак, Липень, Рамонак, Смена и Василек (24,5–31,7 см). Продуктивная кустистость у сортов узколистного люпина составила в среднем 2,2 кисти с варьированием от 1,2 кистей у сортов с неветвящимся стеблем до 2,5–2,7 шт. у сортов с детерминантным и симподиальным ветвлением. Большое число продуктивных кистей (3,0–5,8 шт.) отмечено у сортов Крапчатый, Каля с симподиальным типом ветвления, Эдельвейс, Смена с детерминантным типом ветвления. Наиболее низкая продуктивная кустистость (1,0–1,4 стебля) отмечена у всех сортов с эпигональным типом ветвления. По числу бобов и семян на растении у сортов узколистного люпина в среднем насчитывалось 8,5 шт. бобов и 31,9 шт. семян. По группам сортов с ветвящимся стеблем наблюдались следующие различия по семенной продуктивности. Так, у сортов с симподиальным типом ветвления число бобов и семян на растении составило 7,5 и 27,7 шт. соответственно, у сортов с детерминантным типом ветвления – 10,4 и 37,7 шт. У сортов с эпигональным типом ветвления семенная продуктивность оказалась средней по сравнению с первыми двумя группами и составила 8,8 шт. бобов и 34,5 шт. семян с растения.

По числу бобов и семян достоверно превышали величину $\bar{x} + 3S_{\bar{x}}$ сорта с симподиальным типом ветвления Крапчатый и Каля (12,4–12,9 шт. бобов и 44,4–60,5 шт. семян), с детерминантным типом ветвления – Липень (10,8 шт. и 40,7 шт. соответственно), с эпигональным типом ветвления – Дзіўны (12,6 шт. и 53,4 шт. соответственно). По какому-либо одному показателю (число бобов на растении или число семян с растения) достоверно превышали величину $\bar{x} + 3S_{\bar{x}}$ сорта Рамонак и Смена с детерминантным типом ветвления (41,2–41,4 шт. семян), сорта Красно (12,6 шт. бобов) с эпигональным типом ветвления.

Таблица 1. Оценка сортов узколистного люпина с различными типами ветвления по количественным признакам

Сорт	Высота растений, см	продуктивных кистей	Приходится на 1 растение, шт.				Число семян в бобе, шт.	Масса семян с растения, г.	Масса 1000 семян, г.
			бобов		семян				
			ц/к	всего	ц/к	всего			
<i>Сорта с симподиальным типом ветвления</i>									
Миртан	33,1	2,3	1,6	3,4	6,5	14,9	4,4	1,4	93,3
Митан	31,7	1,8	3,5	4,5	15,5	19,0	4,2	2,5	134,2
Митан-2	36,7	2,5	4,2	7,8	21,7	36,7	4,7	3,7	100,0
Снежить	35,1	2,4	3,7	6,1	12,9	21,5	3,5	3,3	155,0
Блэк	39,8	2,1	3,9	4,7	11,6	16,9	3,6	2,6	155,8
Добрыня	35,3	2,1	3,6	5,7	13,7	21,4	3,8	3,7	174,2
Крапчатый	35,9	3,2	7,4	12,9	36,5	60,5	4,7	6,2	103,3
Данко	34,2	2,4	4,1	6,7	19,9	30,1	4,5	3,8	127,5
Глад-Киро	35,7	2,2	3,8	5,5	12,9	19,1	3,5	2,7	140,0
Каля	35,4	5,8	3,3	12,4	12,6	44,4	3,6	7,3	165,0
Талерак	28,8	2,5	3,0	9,0	7,0	20,0	2,2	2,1	107,2
<i>Среднее</i>	<i>34,7±0,9</i>	<i>2,7±0,3</i>	<i>3,8±0,4</i>	<i>7,2±0,9</i>	<i>15,5±2,5</i>	<i>27,7±4,3</i>	<i>3,9±0,2</i>	<i>3,6±0,5</i>	<i>132,3±8,5</i>
<i>Сорта с детерминантным типом ветвления</i>									
Эдельвейс	34,2	3,6	5,1	9,8	19,7	36,2	3,7	5,7	156,8
Прывабны	33,1	2,8	6,0	9,0	21,1	29,2	3,2	4,7	160,0
Липень	24,5	2,0	9,4	10,8	35,6	40,7	3,8	4,6	113,3
Рамонак	29,8	1,3	9,8	10,3	39,7	41,4	4,0	6,1	148,3
Смена	30,5	3,0	8,2	12,2	27,5	41,2	3,4	6,0	145,0
<i>Среднее</i>	<i>30,4±1,7</i>	<i>2,5±0,4</i>	<i>7,7±0,9</i>	<i>10,4±0,5</i>	<i>28,7±3,9</i>	<i>37,7±2,3</i>	<i>3,6±0,9</i>	<i>5,4±0,3</i>	<i>144,7±8,3</i>
<i>Сорта с эпигональным типом ветвления</i>									
Першацвет	35,9	1,4	9,6	10,0	36,8	38,1	3,8	3,6	95,0
Белозерный 110	37,9	1,2	8,8	9,4	35,1	37,1	3,9	3,9	105,8
Ян	40,4	1,0	6,4	6,4	21,6	21,6	3,4	2,0	91,8
Василек	31,2	1,0	10,0	10,0	32,3	32,3	3,2	3,5	109,2
Красно	33,1	1,2	10,0	10,5	30,9	32,2	3,1	2,8	88,3
Дзіўны	38,8	1,4	12,0	12,6	51,3	53,4	4,2	6,0	112,5
Жодзінскі	40,8	1,3	5,2	5,7	22,4	24,4	4,3	3,6	145,8
Лангуст	37,9	1,1	8,7	8,8	34,1	34,5	3,9	3,8	109,2
<i>Среднее</i>	<i>37,0±1,2</i>	<i>1,2±0,1</i>	<i>8,8±0,8</i>	<i>9,2±0,8</i>	<i>33,1±3,3</i>	<i>34,2±3,4</i>	<i>3,7±0,2</i>	<i>3,7±0,4</i>	<i>107,2±6,4</i>
<i>Среднее по всем сортам</i>	<i>34,6±0,8</i>	<i>2,2±0,2</i>	<i>6,3±0,6</i>	<i>8,5±0,6</i>	<i>24,1±2,4</i>	<i>31,9±2,4</i>	<i>3,8±0,1</i>	<i>4,0±0,3</i>	<i>126,5±5,5</i>

Достоверно уступали по количеству бобов и семян сорта с симподиальным типом ветвления Миртан, Митан, Снежить, Блэк, Добрыня (3,4–6,1 шт. бобов и 14,9–21,5 шт. семян), с эпигональным типом ветвления – Жодзінскі (5,7 шт. бобов и 24,7 шт. семян). По какому-либо одному показателю (число бобов на растении или число семян с растения) достоверно уступали величине $\bar{x} - 3S_{\bar{x}}$ сорт Талерак с симподиальным типом ветвления (20,0 шт. семян), сорт Ян с эпигональным типом ветвления (6,4 шт. бобов). Наиболее продуктивным был сорт Крапчатый с 12,9 шт. бобов и 60,5 шт. семян на растении при озерненности боба 4,7 шт. семян. По количеству семян в бобе между сортами узколистного люпина с различными типами ветвления выявлены не значительные различия. В среднем озерненность составила 3,8 шт. с варьированием от 3,6 шт. у сортов с детерминантным типом ветвления до 3,9 шт. у сортов с симподиальным типом ветвления. Высокая озерненность бобов (4,2–4,7 шт.) наблюдалась у сортов Миртан, Митан, Митан-2, Крапчатый, Данко с симподиальным типом ветвления, Дзіўны, Жодзінскі с эпигональным типом ветвления. Масса семян с растения составила 3,6 г у сортов с симподиальным типом ветвления, 5,4 г у сортов с детерминантным и 3,7 г у сортов с эпигональным типом ветвления. Наибольшая масса семян с растения (5,7–7,3 г) отмечена у сортов Крапчатый, Каля (6,21–7,3 г), Эдельвейс, Рамонак, Смена (5,7–6,1 г), Дзіўны (6,0 г). Худшие показатели

(1,4–2,8 г) отмечены у 8 сортов – Миртан, Митан, Блэк, Глад-Киро, Талерак с симподиальным типом ветвления, Ян и Красно с эпигональным типом ветвления.

Масса 1000 семян у сортов узколистного люпина составила в среднем 126,5 г. У сортов с эпигональным типом ветвления она составила 107,2 г в среднем, а у сортов с ветвящимся стеблем – 132,3–144,7 г. В группе сортов с симподиальным типом ветвления масса 1000 семян варьировала от 93,3 г у сорта Миртан до 174,2 г у сорта Добрыня, в группе сортов с детерминантным типом ветвления – от 113,3 у сорта Липень до 160,0 г у сорта Прывабны, в группе сортов с эпигональным типом ветвления – от 88,3 у сорта Красно до 145,8 у сорта Жодзінскі. Фенотипические корреляции между признаками позволяют оценить степень связи между органами растений, а также между отдельными признаками, что дает возможность контролировать изменение признаков и делать прогноз их поведения в тех случаях, когда на них не направлен отбор [2, 3]. Установление корреляций между количественными признаками осуществлялись по средним значениям признаков за два года (табл. 2, рис. 1).

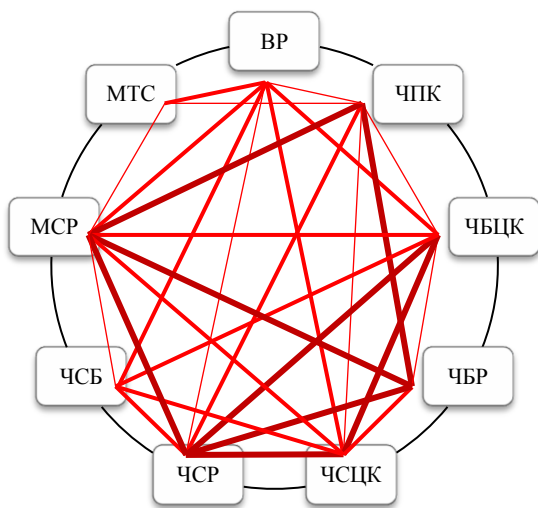
Таблица 2. Корреляции между количественными признаками у сортов узколистного люпина с различными типами ветвления

Показатели	Тип ветвления	ЧПК	ЧБЦК	ЧБР	ЧСЦК	ЧСР	ЧСБ	МСР	МТС
ВР	симподиальный	0,097	0,361	-0,003	0,311	0,224	0,388	0,305	0,365
	детерминантный	0,642**	-0,822**	-0,453*	-0,771**	-0,611**	-0,399	0,306	0,965**
	эпигональный	0,238	-0,560**	-0,518**	-0,159	-0,122	0,694**	0,091	0,420*
ЧПК	симподиальный		0,098	0,762**	0,107	0,621**	-0,062	0,826**	0,205
	детерминантный		-0,870**	-0,061	-0,932**	-0,447*	-0,632**	-0,047	0,441*
	эпигональный		0,285	0,372	0,545**	0,600**	0,632**	0,627**	0,245
ЧБЦК	симподиальный			0,600**	0,937**	0,775**	0,372	0,577**	-0,097
	детерминантный			0,535**	0,968**	0,760**	0,549**	0,169	-0,670**
	эпигональный			0,993**	0,884**	0,860**	-0,124	0,624**	-0,424*
ЧБР	симподиальный				0,557**	0,890**	-0,025	0,857**	-0,084
	детерминантный				0,369	0,796**	0,043	0,431*	-0,462*
	эпигональный				0,905**	0,890**	-0,061	0,665**	-0,383
ЧСЦК	симподиальный					0,830**	0,637**	0,582**	-0,258
	детерминантный					0,736**	0,722**	0,198	-0,617**
	эпигональный					0,996**	0,344	0,885**	-0,124
ЧСР	симподиальный						0,421*	0,875**	-0,188
	детерминантный						0,638**	0,537**	-0,587**
	эпигональный						0,391	0,903**	-0,082
ЧСБ	симподиальный							0,228	-0,307
	детерминантный							0,369	-0,353
	эпигональный							0,661**	0,694**
МСР	симподиальный								0,265
	детерминантный								0,368
	эпигональный								0,347

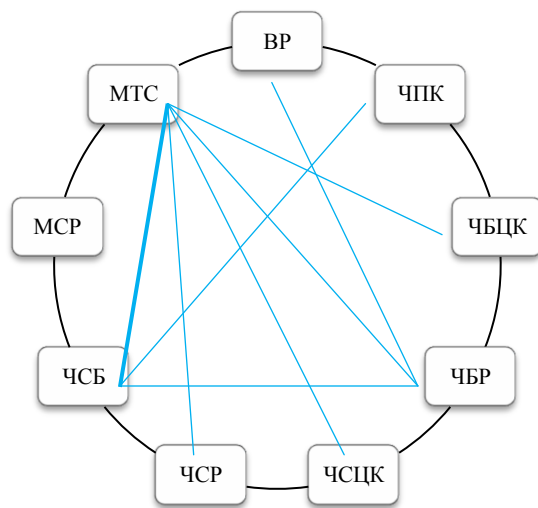
Примечание: * – коэффициент корреляции существенен на уровне значимости 0,05, ** – на уровне значимости 0,01.

Для сортов узколистного люпина с симподиальным типом ветвления сильная корреляция отмечена между 8 парами признаков. Так, между числом бобов на растении и числом продуктивных кистей коэффициент корреляции составил 0,762, между числом бобов с центральной кисти и числом семян с центральной кисти $r=0,937$, между числом семян с растения и числом бобов с центральной кисти, числом бобов с растения, числом семян с центральной кисти $r=0,775-0,890$, между массой семян с растения и числом продуктивных кистей, числом бобов с растения, числом семян с растения $r=0,826-0,875$.

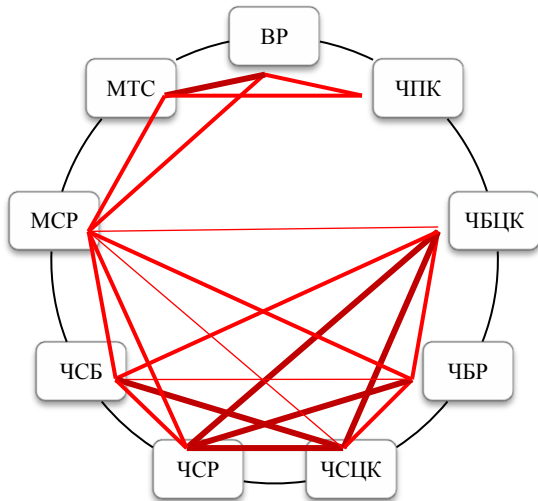
Средние корреляции установлены между числом бобов с центральной кисти и высотой растений, числом бобов с центральной кисти, числом бобов с растения ($r=0,361-0,600$), между числом семян с центральной кисти и высотой растений, числом бобов с растения ($r=0,311-0,557$), между числом семян с растения и числом продуктивных кистей ($r=0,621$), между числом семян в бобе и высотой растений, числом бобов с центральной кисти, числом семян с центральной кисти, числом семян с растения ($r=0,372-0,637$), между массой семян с растения и высотой растений, числом бобов с центральной кисти, числом семян с центральной кисти ($r=0,305-0,582$), а также между массой 100 семян и высотой растений ($r=0,365$). Слабые корреляции установлены между 7 парами признаков, отрицательные – между 8 парами признаков (элементами семенной продуктивности и массой тысячи семян).



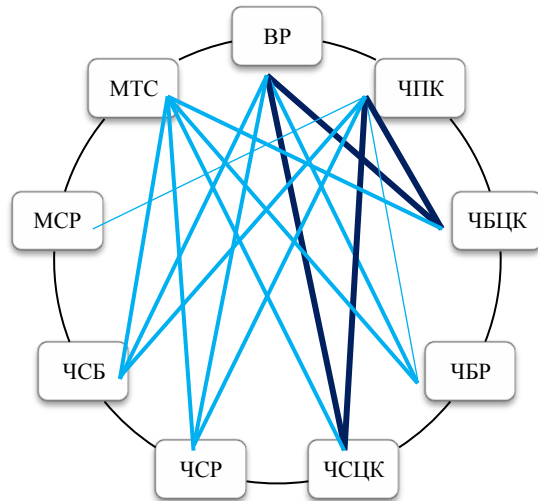
1a



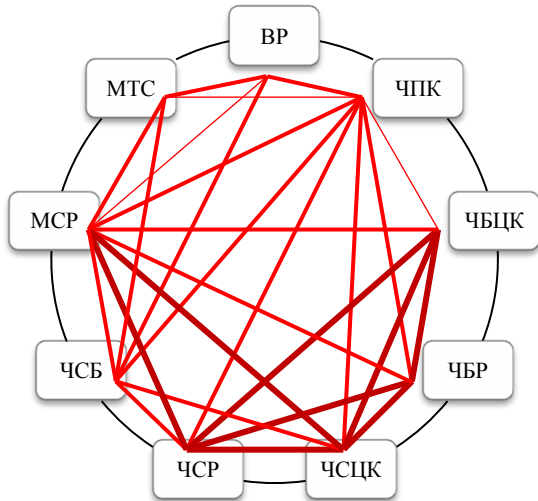
2a



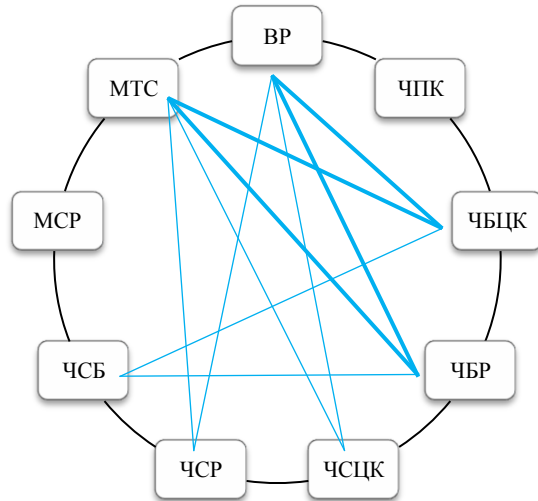
1б



2б



1в



2в

Рис. 1. Прямые (1) и обратные (2) корреляции между количественными признаками у сортов узколистного люпина с симподиальным (а), детерминантным (б) и эпигональным (в) типами ветвления

Прямая корреляция: — сильная, — средняя, — слабая;
 Обратная корреляция: — сильная, — средняя, — слабая.

У сортов узколистного люпина с детерминантным типом ветвления сильные корреляции установлены между 6 парами признаков. Так, между числом бобов с центральной кисти и числом семян с центральной

кости коэффициент корреляции составил 0,962. Сильные корреляции отмечены также между числом семян с растения и числом бобов с центральной кисти, числом бобов с растения, семян с растения ($r=0,736-0,796$), между числом семян в бобе и числом семян с центральной кисти ($r=0,722$), между массой 1000 семян и высотой растений ($r=0,965$).

Средние корреляции выявлены по 11 парам признаков: между высотой растений и числом продуктивных кистей ($r=0,642$), между числом бобов с растения и числом бобов с центральной кисти ($r=0,535$), между числом семян с центральной кисти и числом бобов с растения ($r=0,369$), между числом семян в бобе и числом бобов с центральной кисти, числом семян с растения ($r=0,549-0,638$), между массой семян с растения и высотой растений, числом бобов с растения, числом семян с растения, числом семян в бобе ($0,306-0,537$), между массой 1000 семян и числом продуктивных кистей, массой семян с растения ($r=0,368-0,441$). Слабые корреляции выявлены между 3 парами признаков. Отрицательные корреляции установлены между 16 парами признаков. У сортов узколистного люпина с эпигональным типом ветвления сильные корреляции отмечены между числом бобов с центральной кисти и числом бобов с растения, числом семян с центральной кисти, числом семян с растения ($r=0,860-0,993$), между числом бобов с растения и числом семян с растения, числом семян с растения ($r=0,890-0,905$), между числом семян с центральной кисти и числом семян с растения, массой семян с растения ($r=0,885-0,996$), между массой семян с растения и числом семян с растения ($r=0,903$).

Таблица 3. Коэффициенты детерминации между количественными признаками у сортов узколистного люпина с различными типами ветвления

Показатели	Тип ветвления	ЧПК	ЧБЦК	ЧБР	ЧСЦК	ЧСР	ЧСБ	МСР	МТС
ВР	симподиальный	0,94	13,03	0,00	9,67	5,02	15,05	9,30	13,32
	детерминантный	41,22	67,57	20,52	59,44	37,33	15,92	9,36	93,12
	эпигональный	5,66	31,36	26,83	2,53	1,49	48,16	0,83	17,64
ЧПК	симподиальный		0,96	58,06	1,14	38,56	0,38	68,23	4,20
	детерминантный		75,69	0,37	86,86	19,98	39,94	0,22	19,45
	эпигональный		8,12	13,84	29,70	36,00	39,94	39,31	6,00
ЧБЦК	симподиальный			36,00	87,80	60,06	13,84	33,29	0,94
	детерминантный			28,62	93,70	57,76	30,14	2,86	44,89
	эпигональный			98,60	78,15	73,96	1,54	38,94	17,98
ЧБР	симподиальный				31,02	79,21	0,06	73,44	0,71
	детерминантный				13,62	63,36	0,18	18,58	21,34
	эпигональный				81,90	79,21	0,37	44,22	14,67
ЧСЦК	симподиальный					68,89	40,58	33,87	6,66
	детерминантный					54,17	52,13	3,92	38,07
	эпигональный					99,20	11,83	78,32	1,54
ЧСР	симподиальный						17,72	76,56	3,53
	детерминантный						40,70	28,84	34,46
	эпигональный						15,29	81,54	0,67
ЧСБ	симподиальный							5,20	9,42
	детерминантный							13,62	12,46
	эпигональный							43,69	48,16
МСР	симподиальный								7,02
	детерминантный								13,54
	эпигональный								12,04

Средние корреляции установлены между 14 парами признаков: между высотой растений и числом семян в бобе, массой 1000 семян ($r=0,420-0,694$), между числом продуктивных кистей и числом бобов с растения, числом семян с центральной кисти, числом семян с растения, числом семян в бобе, массой семян с растения ($r=0,375-0,632$), между числом семян в бобе и числом семян с центральной кисти, числом семян с растения ($r=0,344-0,391$), между массой семян с растения и числом бобов с центральной кисти, числом бобов с растения, числом семян в бобе ($r=0,624-0,661$), между массой 1000 семян и числом семян в бобе, массой семян с растения ($r=0,347-0,694$). Слабые корреляции установлены между 4 парами признаков, остальные корреляции (между 10 парами признаков) были отрицательными. Так, изучив фенотипические корреляции между элементами урожайности у сортов узколистного люпина с различными типами ветвления, можно выделить корреляции общие для всех групп. Так, у всех сортов узколистного люпина установлены сильные положительные корреляции между числом бобов и семян центральной кисти ($r=0,884-0,968$), между числом бобов с центральной кисти и числом семян с растения ($r=0,760-0,860$), между числом бобов и семян с растения ($r=0,796-0,890$), между числом семян с центральной кисти и с растения ($r=0,736-0,996$),

между числом и массой семян с растения ($r=0,876-0,903$). Средние корреляции выявлены между числом семян с растения и числом семян в бобе ($r=0,391-0,638$) у всех групп сортов.

Отрицательные корреляции различной степени связи (сильные, средние, слабые) у сортов люпина с различными типами ветвления выявлены между массой 1000 семян и числом бобов с центральной кисти ($r=-0,097-0,670$), числом бобов с растения ($r=-0,084-0,462$), числом семян с центральной кисти ($r=-0,124-0,617$), числом семян с растения ($r=-0,082-0,587$). Коэффициенты детерминации между количественными признаками, показывающие, насколько один признак зависит от другого, приведены в табл. 3. Так, у сортов с различными типами ветвления число бобов с растения на 29–99 % зависит от числа бобов на центральной кисти, число бобов с центральной кисти на 78–94 % – от числа семян с центральной кисти, число семян с растения на 60–74 % – от числа семян с центральной кисти, число семян с растения на 54–99 % – от числа бобов с растения и числа семян с центральной кисти, масса семян с растения на 29–77 % – от числа семян с растения. Практически не зависит масса семян с растения от высоты растения у всех сортов люпина ($r^2=0,83-9,36$ %), число семян с центральной кисти и с растения от высоты растений ($r^2=1,49-9,67$ %) у сортов с симподиальным и эпигональным типами ветвления, число бобов с центральной кисти от числа продуктивных кистей ($r^2=0,96-8,12$ %) у сортов с симподиальным и эпигональным типами ветвления, масса 1000 семян от числа семян с центральной кисти и с растения ($r^2=0,67-6,66$ %) у сортов с симподиальным и эпигональным типами ветвления, число семян в бобе от массы семян с растения и массы их тысячи ($r^2=5,20-9,42$ %) у сортов с детерминантным типом ветвления. Не выявлено зависимости между числом бобов с растения и высотой растений у сортов с симподиальным типом ветвления ($r^2=0,0$ %), числом бобов с растения и числом продуктивных кистей у растений с детерминантным типом ветвления ($r^2=0,37$ %), числом семян в бобе и числом бобов с растения ($r^2=0,06-0,37$ %) у сортов с различными типами ветвления.

Заключение

Итак, количественные признаки в той или иной степени связаны между собой, поэтому изменение одного из компонентов системы может повлечь за собой целую цепочку изменений. В связи с этим корреляции необходимо учитывать при выборе соответствующей стратегии проведения отбора, гибридизации и других селекционных приемов.

1. В селекционных программах может быть использован ряд образцов узколистного люпина, перспективных по семенной продуктивности (Крапчатый, Каля, Липень, Рамонак, Смена, Дзіуны).

2. Изучение коллекции узколистного люпина с различными типами ветвления показало, что основными компонентами урожайности являются: число бобов и семян с центральной кисти и с растения, а также масса семян с растения.

3. Большинство корреляций между этими признаками положительные, но имеются также очень слабые или отрицательные связи. Большинство из выявленных связей остаются стабильными по годам.

4. Для выявления адаптивных и стабильных генотипов необходимо изучение корреляций между количественными признаками у узколистного люпина с симподиальным, детерминантным и эпигональным типами ветвления в различных экологических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Витко, Г. И. Оценка сортов узколистного люпина и выявление доноров апробационных и хозяйственно полезных признаков / Г. И. Витко // Вестник БГСХА. – 2014. – № 1. – С. 64–71.
2. Витко, Г. И. Оценка сортов узколистного люпина и определение корреляции между урожайностью семян и элементами ее структуры в зависимости от типа ветвления / Г. И. Витко, Ф. И. Ванага // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки, 2015. – С. 39–43.
3. Дадеркина, Д. И. Варьирование признаков и фенотипические корреляции у образцов коллекции узколистного люпина / Д. И. Дадеркина // Вестник БГСХА. – 2007. – № 2. – С. 62–65.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
5. Куркина, Ю. Н. Корреляционные связи количественных признаков кормовых бобов / Ю. Н. Куркина, И. К. Ткаченко // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 5. – С. 23–24.
6. Скуридин, Г. М. Идентификация генотипа по фенотипу с помощью корреляций признаков / Г. М. Скуридин, С. Ф. Коваль // Информ. вестник ВОГиС, 2002. – № 19. – С. 12–18.
7. Тарануха, Г. И. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур / Г. И. Тарануха. – Минск, 2009. – 420 с.
8. Шмидт, В. И. Математические методы в ботанике / В. И. Шмидт. – Л.: ЛГЦ. – 1984. – 288 с.
9. Шпаар, Д. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников, Г. Тарануха [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – Минск: ФУАинформ, 2000. – 264 с.
10. Grafius, J. K. Multiple characters and correlated response / J. K. Grafius // Crop Sci., 1978. – V. 18, № 6. – P. 931–934.

СТАБИЛИЗАЦИЯ УРОЖАЙНОСТИ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНО ПОЗДНИХ СРОКАХ СЕВА В ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

С. В. АВРАМЕНКО

Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН Украины
г. Харьков, Украина, 61060

(Поступила в редакцию 12.09.2017)

Пшеница озимая на протяжении многих веков выращивалась по всей территории Украины и была основной и наиболее ценной хлебной культурой. В последние годы вследствие несоблюдения севооборотов ее все чаще стали размещать после нетрадиционных предшественников (подсолнечника, сои, кукурузы и др.), которые являются экономически более выгодными, чем чистые и занятые пары. Однако в связи с поздними сроками уборки таких предшественников (сентябрь–октябрь) сроки сева последующих озимых культур смещаются на октябрь или ноябрь, что в последующем негативно сказывается на формировании урожайности. Кроме этого, в структуре потенциальных предшественников озимых зерновых культур в Украине появилась фасоль, которая ранее выращивалась только в частном секторе, а с появлением новых ее сортов, приспособленных для механизированного выращивания, начала стремительно занимать посевные площади в промышленности, в связи с чем возник вопрос об изучении этой культуры в качестве предшественника для пшеницы озимой. В статье изложены результаты изучения формирования стабильной урожайности пшеницы озимой поздних октябрьских сроков сева после предшественников занятый пар, фасоль, соя и подсолнечник при различных нормах минерального удобрения в условиях неустойчивого и недостаточного увлажнения левобережной Лесостепи Украины. В годы исследований приоритет того или другого предшественника в значительной степени зависел от погодных условий осеннего периода. Установлено, что даже в экстремально поздние сроки сева (третья декада октября) возможно получение высокой урожайности при интенсификации технологии выращивания. В среднем за 2012–2015 гг. среди исследуемых предшественников пшеницы озимой наиболее оптимальными, которые обеспечивали максимально высокую и стабильную урожайность (4,07–4,32 т/га) были кукуруза, фасоль и соя.

Ключевые слова: пшеница озимая, стабилизация урожайности, поздние сроки сева, предшественники, минеральное удобрение.

Winter wheat has been grown throughout Ukraine for many centuries and has been the main and most valuable grain crop. In recent years, due to non-compliance with crop rotations, it has increasingly been placed after unconventional predecessors (sunflower, soybean, maize, etc.) that are economically more profitable than clean and sown fallows. However, due to the late harvesting of such predecessors (September-October), the timing of sowing of subsequent winter crops is shifting to October or November, which subsequently negatively affects yield formation. In addition, in the structure of potential predecessors of winter grain crops, beans appeared in Ukraine, which previously were grown only in the private sector, and with the advent of new varieties adapted for mechanized cultivation, it began to rapidly occupy cultivated areas, and they began to study this crop as a predecessor for winter wheat. The article presents results of studying the formation of stable yields of winter wheat in the late October sowing period after such predecessors as sown fallow, beans, soybeans and sunflowers at various rates of mineral fertilization in conditions of unstable and insufficient moistening of the left-bank forest-steppe of Ukraine. During the years of research, the priority of predecessor was largely dependent on the weather conditions of the autumn period. We have established that even in extremely late sowing times (the third ten-day period of October), it is possible to obtain high yields with intensification of growing technology. On average during 2012–2015, among the studied predecessors of winter wheat, the most optimal predecessors, which provided the highest and stable yield (4.07–4.32 tons / ha) were maize, beans and soy.

Key words: winter wheat, crop yield stabilization, late sowing time, predecessors, mineral fertilizer.

Введение

Многочисленными исследованиями установлено, что почти половина урожайности озимых зерновых культур достигается благодаря системе минерального удобрения, однако для новых сортов пшеницы озимой применение минеральных удобрений изучено недостаточно, что негативно сказывается на их внедрении в производство. Поэтому для последующего повышения эффективности и стабилизации производства пшеницы озимой необходимо разработать элементы технологии ее выращивания после нетрадиционных предшественников поздних сроков уборки, учитывая особенности новых сортов, в частности их реакцию на систему удобрения [5–8].

Целью исследований было определение особенностей формирования и стабилизации урожайности пшеницы озимой после нетрадиционных предшественников при экстремально поздних сроках сева и разных нормах минерального удобрения.

Основная часть

Исследования проводили на протяжении 2012–2015 гг. после предшественников занятый пар, фасоль, соя, кукуруза и подсолнечник в короткоротационном севообороте лаборатории растениеводства и сортоизучения Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН. Применяли два варианта удобрения: 1 – без удобрений (контроль); 2 – $N_{75}P_{45}K_{45}$ ($N_{30}P_{30}K_{30}$ в основное внесение + $N_{15}P_{15}K_{15}$ при севе в рядки + N_{30} в прикорневую подкормку). Высев проводили в третьей декаде октября с нормой высева 5,0 млн/га всхожих семян. После всех предшественников борьба с сорняками включала применение гербицида в фазе весеннего кущения растений, а после подсолнечника дополнительно вносили гербицид в начале фазы выхода в трубку пшеницы озимой с целью уничтожения падалицы предшественника. Полевые опыты

закладывали по многофакторной схеме методом расщепленных делянок, учетная площадь которых составляла 25 м², повторность трехкратная. Объектами исследований были сорта пшеницы озимой – Альянс и Досконала; в таблицах приведены усредненные данные по ним. Учеты, наблюдения и обработку полученных результатов проводили согласно общепринятым методикам [9, 10, 11]. Коэффициент стабильности (Кстаб) определяли по S. A. Eberhart, W. A. Russel, G. C. C. Tai, B. C. Пакудину и др., используя формулу: $K_{\text{стаб}} = \bar{X} / (\max - \min)$, где: \bar{X} – показатель средней многолетней величины; max-min – разница между максимальным и минимальным значением показателя за исследуемый период [12].

В годы проведения исследований отмечены существенные отклонения количества осадков и температуры воздуха от средних многолетних показателей. Осенью 2011 г. через недостаточное количество осадков и пониженную температуру воздуха растения вошли в зиму в фазе проростков, а через повышение температуры в декабре до 7–8 °С возобновили вегетацию и сформировали три листа. Весенне-летний период 2012 г. характеризовался засушливыми условиями и повышенным температурным режимом, что негативно отобразилось на вегетации пшеницы озимой. Осенью 2012 г., а также весной и летом 2013 г. погодные условия мало отличались от средних многолетних показателей и были в целом благоприятными для формирования высокой продуктивности пшеницы озимой. Осенний период 2013 г. характеризовался повышенным количеством осадков (на 48 % больше от нормы) и температурным режимом, что обеспечило дружные всходы и оптимальное развитие растений осенью. Погодные условия весенне-летнего периода 2014 г. были благоприятными для пшеницы озимой, а осеннего посевного периода 2014 г. – холодными и засушливыми: среднесуточная температура воздуха была меньше от нормы в среднем на 11 %, а осадков выпало на 65 % меньше нормы. В связи с этим всходы появлялись с опозданием и были неравномерными. Летние месяцы 2015 г. были засушливыми, однако благодаря значительному накоплению влаги в почве весной растения пшеницы озимой не чувствовали ее недостаточности. Таким образом, дефицит влаги осенью 2014 г. и слабое развитие растений в этот период, даже при благоприятных погодных условиях за весенне-летний период 2015 г. не обеспечили достаточного уровня урожайности пшеницы озимой.

Было установлено, что преобладание того или иного предшественника для озимой пшеницы обуславливалось погодными условиями года выращивания и фоном минерального удобрения. Так, на фоне без удобрений в среднем за годы исследований пшеница озимая наибольшую урожайность формировала после предшественников занятый пар (3,57 т/га) и кукуруза (3,54 т/га), превышая усредненные по предшественникам показатели соответственно на 0,22 т/га (6 %) и 0,19 т/га (6 %) (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность пшеницы озимой в зависимости от предшественника и нормы удобрения, т/га, 2012–2015 гг.

Норма удобрений (А)	Предшественник (В)	Год (С)					Кстаб
		2012	2013	2014	2015	средняя по С	
Контроль (без удобрений)	занятый пар	2,81	2,79	5,92	2,76	3,57	1,13
	фасоль	3,34	2,66	5,13	2,40	3,38	1,24
	соя	2,82	2,77	4,06	3,46	3,28	2,54
	кукуруза	3,88	3,06	4,76	2,46	3,54	1,54
	подсолнечник	2,06	3,25	3,44	3,23	3,00	2,17
	средняя по В	2,98	2,91	4,66	2,86	3,35	1,86
N ₇₅ P ₄₅ K ₄₅	занятый пар	3,14	4,08	6,76	4,17	4,53	1,25
	фасоль	4,69	3,93	6,48	5,61	5,17	2,03
	соя	3,59	4,19	5,87	5,73	4,85	2,13
	кукуруза	4,88	4,28	6,45	4,81	5,10	2,35
	подсолнечник	2,82	4,62	5,76	4,64	4,46	1,52
	средняя по В	3,82	4,22	6,26	4,99	4,82	1,98
Средняя по А	занятый пар	2,98	3,44	6,34	3,47	4,05	1,20
	фасоль	4,02	3,30	5,81	4,01	4,28	1,71
	соя	3,21	3,48	4,97	4,60	4,07	2,31
	кукуруза	4,38	3,67	5,61	3,64	4,32	2,19
	подсолнечник	2,44	3,94	4,60	3,94	3,73	1,73
	средняя по В	3,40	3,57	5,46	3,93	4,09	1,99
НСР ₀₅		А – 0,14; В – 0,11; С – 0,14; ABC – 0,46					

Впрочем, формирование урожайности озимой пшеницы по годам исследований после предшественника занятый пар было наименее стабильным в сравнении с другими предшественниками. После подсолнечника урожайность пшеницы была наименьшей – в среднем 3,00 т/га, что на 0,35 т/га (11 %) меньше в сравнении с усредненными по предшественникам показателями.

Вместе с тем после подсолнечника и сои формирование урожайности по годам исследований происходило наиболее стабильно в сравнении с другими предшественниками. На фоне внесения минеральных удобрений (N₇₅P₄₅K₄₅) пшеница озимая наибольшую урожайность формировала после предшественников фасоль (5,17 т/га) и кукуруза (5,10 т/га), превышая усредненные по предшественникам показатели соответственно на 0,35 т/га (7 %) и 0,28 т/га (6 %). После кукурузы на этом фоне формирование урожайности озимой пшеницы происходило наиболее стабильно по годам выращивания. После предшественника подсолнечник урожайность пшеницы была наименьшей – в среднем 4,46 т/га, что на 0,36 т/га (8 %) меньше в сравнении с усредненными по предшественникам показателями. При этом независимо от фона удобрения, наибольшее снижение урожайности озимой пшеницы после подсолнечника (до 31 %) происходило в очень засушливый 2012 г. и очень увлажненный 2014 г. с ГТК соответственно 0,4 и 1,9, что обуславливалось стремительным и многократным прорастанием падалицы подсолнечника, которая, несмотря на дополнительное внесение гербицидов, вызвала подавление роста и развития растений пшеницы. Вместе с тем в благоприятные годы (2013 г., 2015 г.) с ГТК за вегетационный период 1,1 урожайность озимой пшеницы после подсолнечника была одной из самых высоких, превышая на 9–13 % усредненные по предшественникам показатели (табл. 1).

Таблица 2. Структура урожайности пшеницы озимой (средняя по сортам) в зависимости от предшественника на фоне без удобрений, 2012–2015 гг.

Элемент структуры	Предшественник (А)	Год (В)					Кстаб
		2012	2013	2014	2015	средняя по В	
Густота растений, млн./га	занятый пар	3,28	4,33	2,40	2,75	3,19	1,65
	фасоль	2,80	3,28	2,63	3,78	3,12	2,71
	соя	3,68	3,60	2,55	3,90	3,43	2,54
	кукуруза	3,60	3,48	2,80	2,80	3,17	3,96
	подсолнечник	2,63	3,80	2,80	3,40	3,16	2,68
	средняя по А	3,20	3,70	2,64	3,33	3,21	3,03
НСР ₀₅		А – 0,24; В – 0,44; АВ – 0,76					
Коэффициент продуктивного кущения	занятый пар	1,00	1,05	1,75	1,10	1,23	1,64
	фасоль	1,40	1,05	1,65	1,00	1,28	1,97
	соя	1,05	1,00	1,25	1,00	1,08	4,32
	кукуруза	1,00	1,05	1,50	1,35	1,23	2,46
	подсолнечник	1,00	1,05	1,10	1,10	1,06	10,6
	средняя по А	1,09	1,04	1,45	1,11	1,17	2,85
НСР ₀₅		А – 0,02; В – 0,10; АВ – 0,15					
Масса зерна с колоса, г	занятый пар	1,12	0,81	1,55	1,12	1,15	1,55
	фасоль	1,14	0,95	1,34	0,74	1,04	1,73
	соя	0,93	0,85	1,46	1,07	1,08	1,77
	кукуруза	1,23	1,07	1,29	1,03	1,15	4,42
	подсолнечник	0,94	0,98	1,33	0,93	1,04	2,60
	средняя по А	1,07	0,93	1,39	0,98	1,09	2,37
НСР ₀₅		А – 0,04; В – 0,19; АВ – 0,26					
Масса 1000 зерен, г	занятый пар	44,4	41,3	48,0	38,1	42,9	4,29
	фасоль	41,4	41,2	47,1	33,2	40,7	2,93
	соя	35,6	39,6	49,0	38,1	40,6	3,03
	кукуруза	44,1	42,6	50,4	39,0	44,0	3,86
	подсолнечник	39,4	37,9	46,1	35,7	39,8	3,83
	средняя по А	41,0	40,5	48,1	36,8	41,6	3,68
НСР ₀₅		А – 2,6; В – 4,1; АВ – 7,0					
Количество зерен в колосе, шт.	занятый пар	28,5	19,3	32,1	29,5	27,3	2,13
	фасоль	33,9	23,0	28,6	22,5	27,0	2,35
	соя	29,0	21,5	29,8	28,2	27,1	3,27
	кукуруза	28,9	25,1	25,9	26,4	26,6	7,00
	подсолнечник	25,8	25,9	28,8	26,0	26,6	8,58
	средняя по А	29,2	22,9	29,0	26,5	26,9	4,34
НСР ₀₅		А – 2,2; В – 3,1; АВ – 6,1					
Количество колосков в колосе, шт.	занятый пар	11,9	14,4	16,3	13,4	14,0	3,11
	фасоль	11,1	12,9	15,2	10,4	12,4	2,58
	соя	12,4	12,4	15,2	13,9	13,4	4,79
	кукуруза	12,1	14,7	16,2	14,0	14,2	3,46
	подсолнечник	11,1	14,0	16,1	12,8	13,5	2,70
	средняя по А	11,7	13,6	15,8	12,9	13,5	3,29
НСР ₀₅		А – 0,25; В – 0,33; АВ – 0,65					

Результатами анализа структуры урожайности пшеницы озимой на фоне без удобрений установлено, что в среднем за годы исследований наибольшая густота растений среди исследуемых предшественников формировалась после сои – 3,43 млн/га, а наиболее стабильным за годы исследований этот показатель был после предшественников кукуруза, фасоль и подсолнечник. Наибольший коэффициент продуктивного кущения растений озимой пшеницы (в среднем 1,28) получен после предшественника фасоль, а наиболее стабильным он был после подсолнечника и сои. Наибольшую массу зерна с колоса получено после предшественников занятый пар и кукуруза (по 1,15 г), а наиболее стабильным по годам исследований этот показатель было после кукурузы и подсолнечника. Наибольшую массу 1000 зерен с колоса озимой пшеницы на фоне без удобрений получено после предшественников занятый пар и кукуруза – в среднем соответственно 42,9 г и 44,0 г, а наиболее стабильным этот показатель был после занятого пара и подсолнечника. Наибольшим количество зерен в колосе пшеницы озимой было после занятого пара и сои – соответственно 27,3 шт. и 27,1 шт., а наиболее стабильным этот показатель был после кукурузы и подсолнечника. Наибольшее количество колосков в колосе пшеница озимая формировала после занятого пара и кукурузы – соответственно 14,0 шт. и 14,2 шт., а наиболее стабильным по годам исследований этот показатель был после предшественника соя (табл. 2).

Таблица 3. Структура урожайности пшеницы озимой (средняя по сортам) в зависимости от предшественника на фоне минерального удобрения N₇₅P₄₅K₄₅, 2012–2015 гг.

Элемент структуры	Предшественник (А)	Год (В)					Кстаб
		2012	2013	2014	2015	средняя по В	
Густота растений, млн./га	занятый пар	3,00	4,18	2,13	2,78	3,02	1,47
	фасоль	2,60	3,60	2,65	3,05	2,98	2,98
	соя	3,60	3,40	2,13	3,40	3,13	2,11
	кукуруза	3,53	3,00	2,23	2,73	2,87	2,21
	подсолнечник	2,78	3,13	2,43	2,28	2,65	3,12
	средняя по А	3,10	3,46	2,31	2,85	2,93	2,55
НСР ₀₅		А – 0,26; В – 0,51; АВ – 0,82					
Коэффициент продуктивного кущения	занятый пар	1,05	1,10	2,15	1,18	1,37	1,25
	фасоль	1,70	1,20	1,95	1,25	1,53	2,04
	соя	1,10	1,05	1,90	1,28	1,33	1,56
	кукуруза	1,05	1,45	2,40	1,55	1,61	1,19
	подсолнечник	1,08	1,33	1,70	1,55	1,41	2,24
	средняя по А	1,20	1,23	2,02	1,36	1,45	1,75
НСР ₀₅		А – 0,03; В – 0,11; АВ – 0,17					
Масса зерна с колоса, г	занятый пар	1,27	1,04	1,58	1,32	1,30	2,36
	фасоль	1,25	1,06	1,44	1,57	1,33	2,61
	соя	1,08	1,26	1,65	1,43	1,35	2,37
	кукуруза	1,49	1,22	1,30	1,36	1,34	4,96
	подсолнечник	1,18	1,33	1,59	1,39	1,37	3,34
	средняя по А	1,25	1,18	1,51	1,41	1,34	4,06
НСР ₀₅		А – 0,06; В – 0,21; АВ – 0,33					
Масса 1000 зерен, г	занятый пар	42,1	41,8	48,8	37,5	42,5	3,76
	фасоль	41,0	43,3	48,5	41,3	43,5	5,80
	соя	42,0	43,0	51,7	41,5	44,5	4,32
	кукуруза	43,5	43,8	47,7	40,2	43,8	5,84
	подсолнечник	39,8	38,1	48,6	38,4	41,2	3,92
	средняя по А	41,7	42,0	49,0	39,8	43,1	4,63
НСР ₀₅		А – 3,0; В – 4,0; АВ – 9,2					
Количество зерен в колосе, шт.	занятый пар	29,0	25,0	32,5	35,4	30,5	2,90
	фасоль	37,3	24,5	29,8	38,1	32,4	2,38
	соя	29,6	29,2	31,9	34,7	31,3	5,69
	кукуруза	33,6	27,9	27,5	34,0	30,7	4,72
	подсолнечник	33,5	34,7	32,6	36,3	34,3	9,27
	средняя по А	32,6	28,2	30,9	35,7	31,8	4,30
НСР ₀₅		А – 2,5; В – 3,5; АВ – 7,2					
Количество колосков в колосе, шт.	занятый пар	12,0	16,1	17,2	15,3	15,1	2,90
	фасоль	11,6	14,4	16,5	14,8	14,3	2,92
	соя	12,9	16,3	17,0	14,9	15,3	3,64
	кукуруза	12,2	14,4	15,9	14,9	14,3	3,76
	подсолнечник	12,7	14,7	17,0	15,7	15,0	3,41
	средняя по А	12,3	15,2	16,7	15,1	14,8	3,29
НСР ₀₅		А – 0,28; В – 0,30; АВ – 0,66					

Анализом структуры урожайности пшеницы озимой на удобренной фоне ($N_{75}P_{45}K_{45}$) установлено, что в среднем за годы исследований наибольшая густота растений среди исследуемых предшественников была получена после сои – 3,13 млн/га, но наиболее стабильно по годам исследований густота растений формировалась после предшественников фасоль и подсолнечник. Наибольший коэффициент продуктивного кушения растений озимой пшеницы (в среднем 1,61) получен после кукурузы, а наиболее стабильным по годам исследований он был после фасоли и подсолнечника.

Наибольшую массу зерна с колоса на удобренном фоне получили после подсолнечника (1,37 г), а наиболее стабильным этот показатель был после кукурузы и подсолнечника. Наибольшую массу 1000 зерен с колоса получили после фасоли, сои и кукурузы – в среднем соответственно 43,5 г, 44,5 г и 43,8 г, а наиболее стабильным этот показатель был после фасоли и кукурузы. Наибольшим количеством зерен в колосе пшеницы озимой было после фасоли и подсолнечника – соответственно 32,4 шт. и 34,3 шт., а наиболее стабильным этот показатель был после сои и подсолнечника. Наибольшее количество колосков в колосе на фоне внесения минеральных удобрений $N_{75}P_{45}K_{45}$ пшеница озимая формировала после занятого пара, сои и подсолнечника – соответственно 15,1 шт., 15,3 шт. и 15,0 шт., а наиболее стабильным этот показатель был после сои, кукурузы и подсолнечника (табл. 3).

Заключение

При поздних октябрьских сроках сева наиболее оптимальными среди исследуемых предшественников пшеницы озимой, которые обеспечивали сочетание максимально высокой урожайности (в среднем 4,07–4,32 т/га) и ее стабилизации по годам выращивания, были кукуруза, фасоль и соя. Наибольшую отзывчивость на внесение минеральных удобрений пшеница озимая проявляла после предшественников фасоль, подсолнечник и соя, где прибавки урожайности в сравнении с контролем (без удобрений) составляли соответственно 1,79 т/га (53 %), 1,46 т/га (49 %) и 1,57 т/га (48 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихочвор, В. В. Зерновиробництво / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Івашук. – Львів : НВФ «Українські технології», 2008. – 624 с.
2. Авраменко, С. В. Формирование и стабилизация урожайности ржи озимой после нетрадиционных предшественников в восточной Лесостепи Украины / С. В. Авраменко // Вестник БГСХА. – 2017. – №1. – С. 57–61.
3. Чмирь, С. М. Зміни у структурі посівних площ в Україні / С. М. Чмирь // Вісник аграрної науки. – 2007. – № 6. – С. 70–72.
4. Сайко, В. Ф. Вітчизняне зернове господарство. Розмов багато, ефективності – мало / В. Ф. Сайко // Зерно і хліб. – 2005. – № 3. – С. 6–7.
5. Попов, С. І. Формування врожайності зерна інтенсивних сортів озимих колосових культур після попередників соняшник та соя / С. І. Попов, Г. К. Фурсова, С. В. Авраменко // Селекція і насінництво. – Харків, 2014. – Вип. 106. – С. 163–169.
6. Чумак, В. С. Вплив погодних умов, попередників та добрив на продуктивність озимої пшениці / В. С. Чумак, В. В. Євтушенко, О. І. Циліорик // Бюл. Ін-ту зерн. господарства. Дніпропетровськ. – 2002. – № 18/19. – С. 78–81.
7. Веретенников, В. П. Влияние предшественников, удобрений и обработки на свойства почвы, урожайность и качество зерна озимой пшеницы / В. П. Веретенников, В. А. Рядовой, И. А. Панченко, А. Н. Заяц // Вісн. ХДАУ. – Харків, 1997. – № 2. – С. 69–76.
8. Гайваненко, О. М. Продуктивність озимої пшениці в залежності від попередника та добрив / О. М. Гайваненко, С. І. Бурикiна, З. П. Архипенко, О. В. Коваленко // Вісник аграрної науки Південного регіону. (Сер. «Сільськогосподарські та біологічні науки»). – Одеса: СМІЛ, 2005. – Вип. 6. – С. 52–59.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: «Колос», 1979. – 416 с.
10. Литун, П. П. Методические рекомендации по изучению сортовой агротехники в селекцентрах / П. П. Литун, В. М. Костромитин, Л. В. Бондаренко // ВАСХНИЛ. – М., 1984. – 15 с.
11. Костромітін, В. М. Формування сортової структури зернових колосових культур за агроecологічним принципом / В. М. Костромітін // Науково-технічний журнал. Вісник аграрної науки УААН. – 2002. – №4. – С. 26–29.
12. Eberhart, S. A. Stability parametres for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Rassel // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6. – №6. – P. 36–40.

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ И УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

Н. И. ВАСЬКО, А. Г. НАУМОВ, П. Н. СОЛОНЕЧНЫЙ, О. Е. ВАЖЕНИНА,
О. В. СОЛОНЕЧНАЯ, А. В. ЗИМОГЛЯД

Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН Украины
г. Харьков, Украина, 61060, e-mail: nvasko1964@gmail.com

(Поступила в редакцию 12.09.2017)

В 2012–2016 гг. в Институте растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН проводили исследования влияния погодных условий на продолжительность периода всходы–колошение и урожайность сортов ячменя ярового. Исходным материалом были 34 сорта. В зависимости от продолжительности периодов всходы–колошение и всходы–налив сорта разделились на 2–5 групп по годам. Наименьшее количество групп выделено в засушливом 2013 г., наибольшее – во влагообеспеченных 2015 и 2016 гг. Наиболее урожайными за годы исследования были сорта Алегро (4,70 т/га), Подив (4,73 т/га), Philadelphia (4,80 т/га), Авгур (4,94 т/га), Велес (5,04 т/га). Эти сорта в разные годы относились к разным группам по продолжительности периода всходы–колошение, что свидетельствует о том, что урожайность сорта не зависит от группы спелости. Сорта Илек 9 и Модерн (безостый) очень пластичны и могут давать относительно высокие урожаи даже в очень неблагоприятных условиях. Установлены оптимальные условия для прохождения периодов всходы–колошение (сумма эффективных температур 550 °С, сумма осадков 70 мм, ГТК 1,3) и всходы–налив (700 °С, 120 мм, ГТК 1,7 соответственно). Продолжительность периода всходы–колошение несущественно влияет на урожайность, лимитирующим фактором для урожайности ячменя является значительная сумма эффективных температур.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, колошение, налив, урожайность, корреляция.

In 2012-2016 in the Institute of Plant Growing named after V.Ia. Yurev of NAAS they carried out research into the influence of weather conditions on the duration of sprouting-heading period and yields of spring barley varieties. The starting material included 34 varieties. Depending on the duration of sprouting-heading and sprouting-filling, the varieties were divided into 2-5 groups according to the years of research. The smallest number of groups was established in the dry year 2013, the largest – in the moist years of 2015 and 2016. The most productive varieties in the years of research were Alegro (4.70 t / ha), Podiv (4.73 t / ha), Philadelphia (4.80 t / ha), Avgur (4.94 t / ha), Veles (5.04 t / ha). These varieties in different years belonged to different groups according to the duration of sprouting-heading period, which indicates that the yield of the variety does not depend on the ripeness group. Varieties Ilek 9 and Modern (awnless) are very plastic and can produce relatively high yields even under very unfavorable conditions. We have established the optimal conditions for passage of sprouting-heading periods (the sum of effective temperatures of 550 °C, the sum of precipitation of 70 mm, the GTK 1.3) and the sprouting-filling (700 °C, 120 mm, GTK 1.7, respectively). The duration of sprouting-heading period does not significantly affect the yield, the limiting factor for the yield of barley is a significant amount of effective temperatures.

Key words: spring barley, variety, heading, filling, yield, correlation.

Введение

Урожайность, продолжительность отдельных межфазных периодов и вегетации ячменя определяются погодными условиями и генотипом. Для прохождения отдельной фазы развития растениям требуется определенная сумма эффективных температур (\sum эф. t°). Ячмень отличается небольшой требовательностью к теплу, наиболее благоприятными для его развития являются постепенно повышающиеся температуры, без резких колебаний. Эффективными считаются температуры выше +5 °С [1]. Существует также мнение, что эффективными для ячменя являются температуры выше +7 °С, а минимальными для прорастания +1 +2 °С [2]. Другие ученые установили, что для дружных всходов ячмень нуждается в температуре +4 +5 °С, оптимальной для кушения является температура +15 +17 °С [3, 4]. Температура ниже +13 +14 °С замедляет развитие растений ячменя [3, 5]. По другим данным, для прорастания ячменя оптимальными считаются +1 +3 °С, дружных всходов +15 +20 °С, выхода в трубку–колошения +20 +22 °С, созревания +23 +24 °С, а сумма активных температур за вегетационный период должна составлять около 2000 °С [5, 6]. Есть также данные о том, что минимальной для прорастания ячменя температурой является +2 +4 °С, максимальной +25 +30 °С, минимальной для начала роста +4 +5 °С, а сумма эффективных температур за период вегетации 1500–1700 °С [7]. Невысокие температуры в период формирования и налива зерна способствуют большому накоплению сухих веществ и тем самым – крупности зерна [4–7]. Для прохождения отдельных фаз развития ячменю яровому требуется сумма эффективных температур 67 °С, для кушения необходимо накопление 134 °С, для выхода в трубку 330 °С, для колошения 388 °С [3, 6–10]. Аналогичный \sum эф. t° показатель используется другими учеными и носит название GDD (градусодни), используется для прогнозирования перехода от одной фазы к другой. Так, для ячменя требуется 70 GDD, семена прорастают и образуют семенные корешки при 80 GDD [11]. Таким образом, показатели GDD и \sum эф. t° близки по значению.

По данным В. В. Глуховцева [12], продолжительность отдельных межфазных периодов и урожайность тесно связаны, поэтому необходимо изучать, как изменяются эти показатели в зависимости от погодных условий. Установлено, что скороспелость и засухоустойчивость определяются временем колошения сорта. По темпам перехода к колошению можно определить группу спелости определенных сортов. Так, в условиях Заволжья сорта ярового ячменя с длительностью периода всходы–колошение до 40 дней ориентировочно можно отнести к скороспелым, 41–48 – среднеспелым, свыше 48 – позднеспелым.

Сроки колошения зависят от генотипа, погоды и агротехники. В зависимости от генотипа сорта нуждаются в различной сумме эффективных температур для прохождения отдельных фаз и всей вегетации. В. В. Кошеляевым и др. [13] установлено, что прохождение фазы всходы–колошение у среднеспелых сортов Нутанс 642, Волгарь, Харьковский 99 происходило при накоплении эффективных температур 145–155 °С, 178–208 °С, 149–162 °С в 2001, 2002 и 2003 гг. соответственно. При этом у позднеспелого сорта Рахат эти показатели составили 198 °С, 281 °С и 214 °С по годам соответственно. При этом на урожайность и длительность вегетации ярового ячменя очень сильно влияет количество осадков. При высоких температурах и недостаточном увлажнении ускоряется вегетация и снижается урожайность. Поэтому для определения влияния погодных условий на показатели сорта очень часто используют гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), представляющий собой отношение суммы осадков к сумме эффективных температур за этот же период [14].

По данным В. В. Кошеляева и др. [13], среднеспелые сорта для прохождения фазы всходы–колошение нуждались в ГТК 2,0–2,2 в благоприятные годы, 1,3–1,4 в неблагоприятный, а позднеспелый сорт Рахат – 1,9 и 1,1 соответственно. В Тувинском НИИСХ установили, что урожайность ячменя существенно зависит от ГТК ($r=0,266-0,717$) и количества осадков ($r=0,405-0,784$). Отрицательная корреляция установлена с температурным режимом ($r= -0,437- -0,797$) [15].

Лимитирующими факторами, определяющими урожайность ячменя, в регионе Ростовской области являются влагообеспеченность почвы в течение вегетации, температурный режим и относительная влажность воздуха. Аналогичные результаты были получены при изучении четырех сортов ячменя в южном засушливом регионе России, при этом установлено, что высокой стрессоустойчивостью к засухам характеризуется сорт Зерноградский 770, низкой – Ратник. У ячменя очень большой адаптивный потенциал. При изучении 206 генотипов ярового ячменя было установлено, что ячмень очень подвержен абиотическому стрессу в фазу колошения и флагового листа, при этом реакция на стресс является сортовой [16–19].

По данным М. F. Haddadin [20] водный стресс снижает урожайность, особенно стабильный стресс (25 % доступной влаги). Аналогичные результаты получены N. H. Samarah [21]. При этом автор установил, что засуха в период налива зерна не снижает содержание влаги в зерне, но сокращает продолжительность периода налива и тем самым снижает урожайность. И. Н. Щенникова установила существенное влияние на темпы развития и урожайность ячменя суммы эффективных температур и ГТК [22].

В Мироновском институте пшеницы НААН в 2004–2016 гг. исследовали влияние гидротермических условий на продолжительность межфазных периодов и урожайность ярового ячменя. Установлено, что темпы развития зависят от среднесуточной температуры ($r= -0,40 - -0,72$), количества осадков ($r= 0,40-0,81$). Исключением был период колошение–созревание, коррелирующий преимущественно только с температурным режимом ($r= -0,68$). Урожайность положительно коррелировала с продолжительностью периода всходы–созревание ($r=0,57$), отрицательно – со среднесуточной температурой ($r= -0,32 - -0,49$). В итоге было установлено, что варьирование продолжительности межфазных периодов и уровня урожайности вызвано неравномерностью выпадения осадков и повышением температуры воздуха [23].

Таким образом, для прохождения яровым ячменем межфазных периодов показатели \sum эф. t° , количества осадков и ГТК изменяются в зависимости от генотипа. Поэтому при обработке данных следует группировать исходный материал по однородности группы спелости. При этом лучше ориентироваться на продолжительность периода всходы–колошение, так как этот показатель определяется с гораздо большей точностью, чем всходы–созревание. С. Н. Шевченко [24] считает, что продолжительность периода всходы–колошение имеет слабую средовую зависимость и больше определяется генотипом.

Определение зависимости урожайности и оптимального варьирования продолжительности межфазных периодов может быть очень важным для повышения урожайности ячменя в производстве. При изучении девяти сортов ячменя и пяти популяций, полученных от их скрещивания, была установлена неко-

торая корреляция между продолжительностью межфазных периодов и всего вегетационного периода с урожайностью, но только на уровне ассоциаций, поэтому эта проблема требует дальнейшего изучения [25]. Литературные данные по потребности растений ярового ячменя в количестве тепла и осадков для прохождения межфазных периодов разнятся, поэтому следует продолжать изучение этого вопроса с учетом погодных условий зоны, где проходят исследования.

Основная часть

В 2012–2016 гг. в Институте растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН (ИР им. В. Я. Юрьева, г. Харьков, Украина) проводили исследования влияния погодных условий на продолжительность периодов всходы–колошение, всходы–налив и урожайность сортов ярового ячменя. Зона, где проходили исследования, расположена на востоке Лесостепи и характеризуется умеренным климатом.

Исходным материалом были 34 сорта селекции Украины, России, Сербии, Казахстана, Чехии, Германии, Нидерландов, Дании. Сорта высевали в конкурсном сортоиспытании, площадь делянки 10 м². Определяли изменчивость периода всходы–колошение по годам и сортам, группировку сортов по продолжительности этого периода проводили по В. Г. Вольфу (группировка данных первичных наблюдений) [26]. Различия между вариантами устанавливали с помощью дисперсионного и корреляционного анализов по программе STATISTICA 10, апостериорное сравнение – по Homogenous groups (Fisher LSD). Годы исследований были очень разными по погодным условиям, что дало возможность всесторонне изучить изменчивость показателей (табл. 1).

Таблица 1. Погодные условия прохождения межфазных периодов ячменя ярового, 2012–2016 гг.

Год	Всходы–кущение			Кущение–колошение			Колошение–налив			Налив–созревание		
	Σэф. t°	Σосадков	ГТК	Σэф. t°	Σосадков	ГТК	Σэф. t°	Σосадков	ГТК	Σэф. t°	Σосадков	ГТК
2012	466	15,2	0,33	290	32,4	1,12	197	6,2	0,31	537	37,0	0,69
2013	393	27,0	0,69	311	17,0	0,55	185	12,0	0,65	367	52,0	1,42
2014	218	37,0	1,70	330	32,0	0,97	167	54,0	3,23	583	99,0	1,70
2015	291	46,4	1,59	162	7,0	0,43	350	30,0	0,86	665	117,1	1,76
2016	243	69,0	2,84	222	119,0	5,36	263	38,0	1,44	559	102,0	1,82

Наиболее благоприятным был 2014 г. – достаточное количество осадков при невысоких температурах, максимальное выпадение осадков было отмечено у фазы всходы–кущение и колошение–налив. 2013 г. был, напротив, крайне неблагоприятным – высокие температуры и жесткая засуха, в период кущение–налив осадков не было на протяжении 40 дней.

В зависимости от продолжительности периода всходы–колошение сорта разделились на 2–5 групп по годам (табл. 2). Наименьшее количество групп выделено в 2013 г., что объясняется жесткой засухой во время кущения–колошения. Такой фактор ускорил переход растений к колошению и тем самым сократил продолжительность межфазных периодов и всей вегетации. Напротив, в 2015 и 2016 гг. выделено наибольшее количество групп, этому способствовали относительно низкие температуры во время периода кущение–колошение. Около 10 дней после колошения растения переходят к наливу, поэтому деление на группы по продолжительности периода всходы–налив было аналогичным.

Таблица 2. Распределение сортов по продолжительности периодов всходы–колошение и всходы–налив, штук, 2012–2016 гг.

Год	Дней от всходов до				1 группа	2 группа	3 группа	4 группа	5 группа
	колошения		налива						
	min	max	min	max					
2012	35	42	45	52	2	4	14	14	0
2013	38	41	48	51	19	15	0	0	0
2014	40	45	50	55	5	15	12	2	0
2015	38	46	48	56	1	5	21	5	2
2016	44	53	54	63	2	9	8	5	10
НСР ₀₅	2		2						

При сравнении минимальной и максимальной продолжительности периода всходы–колошение по годам нами было установлено, что раннеспелые сорта существенно ускоряли переход к колошению в 2012 г., а позднеспелые – в 2012 и 2013 гг. Это объясняется влиянием погодных условий. Высокие температуры и недостаточное количество осадков в периоды всходы–кущение и всходы–колошение способствовали ускорению развития растений ячменя. Относительно низкие температуры и обилие осадков в

2014, 2015 и 2016 гг. способствовали более позднему кущению и переходу к колошению позднеспелых сортов лесостепного экотипа (Мальовничий, Грін, Авгур селекции ИР им. В. Я. Юрьева, Tolar – Чехия, Beatrix, Xanadu, Philadelphia, Shakira, Pasadena, Sofiara – Германия, Sebastian – Дания, Kangoo – Нидерланды). Эти сорта стабильно находились в группе позднеспелых сортов независимо от года исследований, а в группе раннеспелых – сорта Хорс, Подив, Алегро, Инклюзив, Доказ (селекции ИР им. В. Я. Юрьева). По погодным условиям 2016 г. резко отличался от остальных обилием осадков на протяжении всей вегетации, поэтому переход к колошению и наливу у сортов всех групп спелости происходил существенно позже, чем в остальные годы (табл. 1, 2).

В результате корреляционного анализа между продолжительностью межфазных периодов и суммой эффективных температур отмечена существенная отрицательная корреляция, а с количеством осадков за соответствующий период и ГТК – существенная положительная корреляция (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между минимальной и максимальной продолжительностью периодов Всходы–колошение, всходы-налив и гидротермическими показателями

Гидротермический показатель	Продолжительность межфазных периодов	Коэффициент корреляции	
		всходы-колошение	всходы-налив
Сумма эффективных температур	min	- 0,712	- 0,843
	max	-0,796	- 0,734
Сумма осадков	min	0,893	0,948
	max	0,934	0,956
ГТК	min	0,907	0,954
	max	0,967	0,949

Таким образом, в зоне проведения исследований растения ячменя ускоряют переход к колошению при повышенных температурах, замедляют при большом количестве осадков, опосредованно – при высоком показателе ГТК. Степень влияния погодных условий и продолжительности периода всходы–колошение на урожайность сортов ярового ячменя мы определяли по изменению урожайности по годам. В результате дисперсионного анализа были установлены существенные различия уровня урожайности в зависимости от условий года. Апостериорное сравнение показало, что в парах 2012 и 2015 гг., 2015 и 2016 гг. урожайность сортов не имела существенных различий. Наивысшей урожайность была в благоприятном 2014 г. (5,80–6,47 т/га), самой низкой – в засушливом 2013 г. (2,57–2,74 т/га).

Наиболее урожайными за годы исследования были сорта Алегро (средняя урожайность 4,70 т/га), Подив (4,73 т/га), Philadelphia (4,80 т/га), Авгур (4,94 т/га), Велес (5,04 т/га). Существенно ниже, чем у остальных сортов, была урожайность Голозерного 1, что объясняется отсутствием пленок. Эти сорта в разные годы относились к разным группам по продолжительности периода всходы–колошение, что свидетельствует о том, что урожайность сорта не зависит от группы спелости. Уровень урожайности определяется возможностью реализации потенциала генотипа в определенных условиях, то есть – адаптивностью сорта к местным условиям.

В результате корреляционного анализа установлено, что подавляющее большинство сортов (32 из 34) существенно снижают урожайность при повышении температуры. Но при этом у одних сортов (24 сорта) отмечена положительная существенная корреляция ($r= 0,501-0,765$) с количеством осадков и ГТК ($r= 0,505-0,788$), т. е. у таких сортов обилие осадков в периоды всходы–колошение или всходы–налив может нивелировать отрицательное действие высокой температуры, но в засушливых условиях они могут очень сильно снизить урожайность.

У восьми сортов (Инклюзив, Грін, Novosadsky 294, Sebastian, Beatrix, Shakira, Ратник, Гетьман) установлена несущественная корреляция с количеством осадков ($r= 0,028-0,436$) и ГТК ($r= 0,011-0,443$), т. е. осадки не могут нейтрализовать действие высокой температуры.

На урожайность сортов Илек 9 и Модерн (безостый) все три гидротермических показателя влияли несущественно ($r= 0,086-0,310$ и $r= 0,091-0,361$ соответственно), т. е. эти сорта очень пластичны и могут давать относительно высокие урожаи даже в очень неблагоприятных условиях.

Заключение

Таким образом, исходя из уровня урожайности сортов ячменя по годам, установлены оптимальные условия для прохождения периода всходы–колошение: сумма эффективных температур 550 °С, сумма осадков 70 мм, ГТК 1,3. Для прохождения периода всходы–налив оптимальными являются сумма эффективных температур 700 °С, сумма осадков 120 мм, ГТК 1,7. Сумма эффективных температур за весь ве-

гетацiонний перiод должна составлять 1300–1500 °С. Продолжительность периода всходы–колошение несущественно влияет на урожайность. В зоне проведения исследования лимитирующим фактором для урожайности ячменя является значительная сумма эффективных температур, особенно когда высокие температуры сопровождаются засухами.

Сорта Илек 9 и Модерн (безостый) очень пластичны и могут давать относительно высокие урожаи даже в очень неблагоприятных условиях. Высоким потенциалом урожайности обладают сорта селекции Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН Алегро (средняя урожайность 4,70 т/га), Подив (4,73 т/га), Авгур (4,94 т/га), Велес (5,04 т/га) и сорт из Германии Philadelphia (4,80 т/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлова, М. Д. Практикум по сельскохозяйственной метеорологии / М. Д. Павлова. – М.: Колос, 1968. – 203 с.
2. Anderson, P. M. Growth and development guide for spring barley / P. M. Anderson, E. A. Oelke, S. K. Simmons // Spring barley. – 2013. – Available from: www.extension.umn.edu/agriculture/small-grains.
3. Ищенко, В. Ярий ячмень: розвинути генетичний потенціал / В. Ищенко, Г. Козелець, О. Андрейченко, О. Гайденок // Агронoмiя сьoгoднi. – 2016. – № 7 (326). – Режим доступу: www.agro-business.com.ua/agronomia-siogodni.
4. Борисоник, З. Б. Ячмень яровой / З. Б. Борисоник. – М.: Колос, 1974. – 255 с.
5. Характеристика ярового ячменя. – Режим доступа: www.geolike.ru.
6. Особенности биологии ячменя. – Режим доступа: www.agro-archive.ru/biologiya-zernovyh-kultur.
7. Требования к почвенно-климатическим условиям зерновых культур / Зерновые культуры (выращивание, уборка, хранение и использование) / под ред. Д. Шпаара. – Режим доступа: www.agromage.com.
8. ШигOLEв, А. А. Руководство по контролю и обработке наблюдений над фазами развития сельскохозяйственных культур / А. А. ШигOLEв. – Л.: Гидрометеoиздат, 1965. – 108 с.
9. Прогноз фаз розвитку ранніх ярих культур. – Режим доступу: www.agrometeo.od.ua.
10. Правила проведения контроля и обработки наблюдений за фазами развития сельскохозяйственных культур. Технический кодекс установившейся практики. – Минск: Минприроды, 2007. – 9 с.
11. Idaho spring barley production guide / L. D. Robertson, J. C. Stark, editors. – University of Idaho. – 2003. – 60 p.
12. Глуховцев, В. В. Яровой ячмень в Среднем Поволжье (селекция, агротехника, сорта) / В. В. Глуховцев. – Самара, 2001. – 150 с.
13. Кошелев, В. В. Научное обоснование формирования продуктивности ярового ячменя под влиянием приемов технологии возделывания в лесостепи Среднего Поволжья / В. В. Кошелев, Г. А. Карпова, И. П. Кошелева. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. – 218 с.
14. Селянинов, Г. Т. Мировой агроклиматический справочник / Г. Т. Селянинов. – Л.-М.: Гидрометеoиздат, 1937. – 428 с.
15. Ламажап, Р. Р. Влияние климатических условий на урожайность ярового ячменя в республике Тыва / Р. Р. Ламажап, А. Г. Липшин // Вестник Красноярского ГАУ. – 2016. – № 12. – С. 13–19.
16. Шикина, Л. В. Влияние сроков и норм посева на урожайность сортов ярового ячменя в южной зоне Ростовской области. Автореф. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Л. В. Шикина. – Персиановский (Азово-Черноморская госуд. агроинженерная академия). 2007.
17. Hossain, A. High temperature combined with drought affect rainfed spring wheat and barley in South-Eastern Russia: yield, relative performance and heat susceptibility index / A. Hossain, J. A. Teixeira da Silva, V. V. Losovskaya, V. P. Zlovinsky, V. I. Mukhortov // J. of Plant Breed. Crop. Sci. – 2012. – № 4(11). – P. 184–196.
18. Handbook of plant and crop physiology / Mohammad Pessaraki, editor. – CRC Press, 2014. – P. 301–342.
19. Pecio, A. Grain yield and yield components of spring barley genotypes as the indicators of their tolerance to temporal drought stress / A. Pecio, D. Wach // Polish Journal of Agronomy. – 2015. – № 21. – P. 19–27.
20. Haddadin, M. F. Assessment of drought tolerant barley varieties under water stress / M. F. Haddadin // International J. of Agriculture and Forestry. – 2015. – № 5(2). – P. 131–137. DOI: 10.5923/j.ijaf.20150502.06.
21. Samarah, N. H. Effects of drought stress on growth and yield of barley / N. H. Samarah // Agron. Sustain. Dev. – 2005. – № 25. – P. 145–149. DOI: 10.1051/agro:2004064.
22. Щенникова, И. Н. Влияние погодных условий на рост и развитие растений ячменя в Кировской области / И. Н. Щенникова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 4(41). – С. 9–12.
23. Гудзенко, В. М. Урожайність ячменю ярого залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду у Центральному Лісостепу України / В. М. Гудзенко, С. П. Васильківський // Агробіологія. – 2006. – № 2. – С. 11–17.
24. Шевченко, С. Н. Селекция ярового ячменя и пшеницы для условий Среднего Поволжья. Дис. док.с.-х. наук: 06.01.05 / С. Н. Шевченко. – Безенчук, 2006.
25. Rasmusson, D. C. Vegetative and grain-filling periods of growth in barley / D. C. Rasmusson, I. McLean, T. L. Tew // Crop Science. – 1978. – Vol. 19, No 1. – P. 5–9.
26. Вольф, В. Г. Статистическая обработка опытных данных / В. Г. Вольф. – М.: Колос, 1966. – 255 с.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК НА МАССУ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ С РАЗЛИЧНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ГУМУСА

В. Б. ВОРОБЬЕВ, В. В. КОЗЛОВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Беларусь, 213407, e-mail: isakov121@rambler.ru isakova-nastya@rambler.ru
(Поступила в редакцию 06.10.2017)

Известно, что с растительными остатками в почву поступает значительное количество свежего органического вещества. Они служат резервом элементов питания растений и энергии. Их использование в системе удобрения полевых культур позволяет повторно и неоднократно вовлечь в сельскохозяйственное производство жизненно необходимые для растений элементы питания, формировать бездефицитный баланс гумуса. В статье представлены результаты изучения взаимосвязей между массой растительных остатков озимой пшеницы и гумусированностью почвы, показана трендовая модель изменения массы послеуборочных остатков в зависимости от доз азотного удобрения и содержания в почве гумуса, а также взаимосвязь с урожайностью зерна. Установлено, что между содержанием в почве гумуса и массой растительных остатков озимой пшеницы, существует сильная криволинейная корреляционная связь имеющая вид параболы с вершиной, соответствующей оптимальному уровню гумусированности почвы. Масса послеуборочных остатков при этом сильно коррелирует с урожайностью зерна (коэффициентами корреляции от 0,80 до 0,86). Приведены уравнения регрессии, характеризующие эту связь на фоне одной, двух и трех азотных подкормок. Доказано, что максимальное количество послеуборочных остатков накапливается в почве при возделывании озимой пшеницы на делянках с содержанием гумуса от 1,80 до 2,20 %. При таком содержании в почве гумуса в варианте без азотных подкормок масса растительных остатков в среднем за три года исследований составила от 47,7 до 48,4 ц/га. В варианте с ранневесенней подкормкой в дозе 90 кг д.в./га – от 53,2 до 54,3 ц/га. Дополнительные подкормки азотом в фазу конец кущения – начало выхода в трубку и в фазу флагового листа увеличили массу растительных остатков соответственно до 59,2–60,5 ц/га и 62,1–64,3 ц/га.

Ключевые слова: озимая пшеница, азотные подкормки, гумус, урожайность, масса растительных остатков.

It is known that a significant amount of fresh organic matter enters the soil with plant residues. They serve as a reserve for plant nutrients and energy. Their use in the system of fertilization of field crops makes it possible repeatedly and repeatedly to involve in the agricultural production vital elements for the plants and nutrition, to form a non-deficit balance of humus. The article presents results of studying the relationships between the mass of plant residues of winter wheat and soil humus content, and shows a trend model for the change in the mass of post-harvest residues, depending on the doses of nitrogen fertilizer and soil humus content, as well as the relationship with grain yield. We have established that between the content of humus in the soil and the mass of plant residues of winter wheat there is a strong curvilinear correlation that has the form of a parabola with a vertex corresponding to the optimum level of soil humus. The weight of post-harvest residues is strongly correlated with the grain yield (correlation coefficients from 0.80 to 0.86). We have shown regression equations characterizing this relationship on the background of one, two and three nitrogen feedings. We have proven that the maximum amount of post-harvest residues accumulates in the soil when growing winter wheat in plots with a humus content of 1.80 to 2.20 %%. With such content of humus in the soil in the variant without nitrogen fertilizing, the weight of plant residues averaged from 4.77 to 4.84 t / ha on average over three years of research. In the variant with early spring feeding in the dose of 90 kg of acting substance / ha – from 5.32 to 5.43 t / ha. Supplementary nitrogen feeding in the phase of tillering end - the beginning of stem elongation and the phase of the flag leaf increased the weight of plant residues to 5.92-6.05 t / ha and 6.21-6.43 t / ha, respectively.

Key words: winter wheat, nitrogen fertilizing, humus, yield, plant residues weight.

Введение

Послеуборочные остатки сельскохозяйственных культур являются основным, а во многих случаях и единственным источником свежего органического вещества, поступающего в почву. Четкое представление о взаимосвязях между урожайностью и массой растительных остатков позволяет более точно рассчитывать количество послеуборочных остатков по урожайности основной продукции без непосредственного трудоёмкого определения корневых и пожнивных остатков, поступающих в почву после уборки полевых культур. Это особенно важно при расчетах баланса гумуса в почве, без которых невозможно рациональное использование органических удобрений. Используемые в настоящее время коэффициенты для определения массы послеуборочных остатков сельскохозяйственных культур по их урожайности очень приблизительны. Они получены на основе обобщения научных данных большого количества исследований, проведенных в разных условиях и часто разными методами. В каждом конкретном случае эти коэффициенты требуют уточнения, особенно при разных способах обработки почвы и при высокой урожайности. До сих пор являются актуальными исследования по изучению особенностей накопления послеуборочных остатков сельскохозяйственных культур, возделываемых при разных уровнях гумусированности почвы и разных дозах азотного удобрения.

Весьма актуальным является выявление наиболее оптимальных параметров содержания в почве гумуса, а также изучение взаимосвязей между массой растительных остатков сельскохозяйственных растений и гумусированностью почвы. Растительным остаткам принадлежит ведущая роль в создании бездефи-

цитного баланса гумуса. Ежегодные потери гумуса в результате минерализации и эрозии под пропашными культурами компенсируются за счет послеуборочных остатков на 5–10 %, под яровыми зерновыми и однолетними травами – на 45–75, озимыми зерновыми – на 65–90, многолетними травами – на 160–330 %. При этом отрицательный баланс гумуса под пропашными культурами составляет от -2,0 до -2,2 т/га, под яровыми зерновыми – от -0,23 до -0,42, однолетними травами – от -0,15 до -0,66 т/га. И только исключительно многолетние травы обеспечивают положительный баланс гумуса в почве [10, 11].

В формировании приходной части баланса гумуса неравнозначна роль растительных остатков и зависит в первую очередь от вида возделываемой культуры и ее урожайности. При этом данные о массе растительных остатков сельскохозяйственных культур, приводимые в литературе сильно разнятся. Тем не менее, можно заключить, что наибольшее количество послеуборочных остатков поступает в почву после уборки многолетних трав, несколько меньше – после зерновых культур и еще меньше – после пропашных. На массу растительных остатков оказывают влияние почвенно-климатические условия, уровень применения удобрений, особенности агротехники, величина урожая, норма высева семян, технология уборки, наличие в севообороте промежуточных и пожнивных культур, долевое участие многолетних трав, оставляющих растительных остатков в 2,5–3,0 раза больше урожая надземной массы. Зависит она также от биологических особенностей возделываемой культуры.

Многими учеными предлагаются коэффициенты и уравнения регрессии, с помощью которых массу растительных остатков можно рассчитать по урожайности сельскохозяйственных культур. Однако, при подобных расчетах, не учитываются неразложившиеся растительные остатки предшествующих культур, так как большинство исследователей при отборе корней пытаются их отделить. Масса же этих остатков в почве обычно велика она может достигать 30–70 а иногда даже превышает массу корней изучаемой культуры 140–180 ц/га [2, 5, 4].

Иначе говоря, из неразложившихся остатков предшествующих культур впоследствии образуется гумус, а также они являются в почве ежегодным переходящим фондом органического вещества.

Послеуборочные остатки сельскохозяйственных культур – это не только источник органического вещества, из которого впоследствии формируется гумус, но и ценный биологический аккумулятор элементов питания растений, емкость которого зависит как от массы растительных остатков, так и от содержания в них элементов питания [1, 6, 8, 9, 12].

По подсчетам М. М. Кононовой [3] в растительных остатках аккумулировано около 1/3 общего количества азота и фосфора, которые растения берут из почвы.

Основная часть

Исследования проводились в 2012, 2015 и 2016 гг. в производственных посевах озимой пшеницы учебно-опытного хозяйства УО БГСХА. Для этого были подобраны два поля с выровненным рельефом и автоморфными условиями увлажнения, расположенные на почве одного генезиса и имеющие одинаковую историю. Почва опыта дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессе. Ежегодно на одном из подобранных полей с существенным различием в содержании гумуса выделялся массив опытного участка протяженностью около 1 км и шириной 60 м, на котором на фоне $P_{60}K_{120}$, внесенных в основную заправку изучались 3 варианта азотных подкормок: N_{90} , N_{90+30} и $N_{90+30+30}$. Первая подкормка проводилась в начале весенней вегетации растений, вторая и третья – в фазу конец кущения–начало выхода в трубку и в фазу флагового листа. Контролем служил вариант без азотных подкормок. Объект исследования – озимая пшеница сорта Богатка. Предшественником являлся озимый рапс. Норма высева озимой пшеницы – 5 млн всхожих семян на гектар. Уход за посевами включал: обработку гербицидом «Марафон» и обработку фунгицидом «Рекс Дуо». В основную заправку под озимую пшеницу было внесено 2,4 ц/га аммонизированного суперфосфата и 2 ц/га хлористого калия. На каждом варианте азотного удобрения было выделено по 36 учетных площадок размером 0,52 м², с которых учитывали урожайность зерна, соломы, массы послеуборочных остатков, отбирались образцы почвы для анализа их гумусового состояния и агрохимических свойств.

Отбор растительных остатков в 0–20 см слое проводили по методу Н. З. Станкова [7]. Результаты исследований подвергнуты корреляционному анализу.

В целом взаимосвязь между содержанием в почве гумуса и массой растительных остатков озимой пшеницы напоминала аналогичную связь с урожайностью зерна. Во всех вариантах опыта она имела вид параболы с вершиной, соответствующей максимальному количеству послеуборочных остатков. Эта связь характеризовалась корреляционными отношениями (η) в пределах от 0,52 до 0,97.

Масса корневых и пожнивных остатков в зависимости от вариантов азотного питания и содержания в почве гумуса колебалась от 32,5 до 70,0 ц/га. При этом во всех вариантах опыта максимальное количество растительных остатков, накопленное в почве после уборки озимой пшеницы было отмечено на делянках с содержанием гумуса от 1,70 до 2,20 %.

На основании обобщения корреляционных связей, рассчитанных по отдельным годам исследований, нами получены уравнения полиномиальных линий тренда изменения массы растительных остатков озимой пшеницы в зависимости от содержания гумуса на применении одной, двух и трех азотных подкормок. Для этого в совокупности было использовано около 450 пар сравнения.

Таблица 1. Уравнения полиномиальных линий тренда изменения массы растительных остатков (Y, ц/га) в зависимости от содержания в почве гумуса (X, %) при разных дозах азотного питания

Азотная подкормка удобрения, кг д.в./га	Уравнения полиномиальных линий тренда	Коэффициент аппроксимации, R ²	Интервал содержания в почве гумуса, %
Без подкормок	$Y = -15,306X^2 + 60,937X - 12,292$	0,72	1,00–3,00
N ₉₀	$Y = 4,7591X^3 - 41,4X^2 + 105,68X - 29,578$	0,62	1,20–3,20
N ₉₀₊₃₀	$Y = -5,1826X^3 + 20,098X^2 - 14,736X + 50,846$	0,61	1,00–3,00
N ₉₀₊₃₀₊₃₀	$Y = 5,8616X^3 - 50,712X^2 + 126,73X - 33,655$	0,81	1,20–3,20

Достоверность приближения полученных уравнений к фактической массе послеуборочных остатков озимой пшеницы характеризуется коэффициентами аппроксимации (R²). Чем они ближе к единице, тем точнее полученные уравнения. В нашем случае они находились в пределах от 0,61 до 0,81. Это говорит о том, что от 61 до 82 % всех изменений массы послеуборочных остатков озимой пшеницы были обусловлены изменением содержания в почве гумуса. На основании приведенных выше уравнений нами разработана трендовая модель, наглядно показывающая, как изменяется масса корневых и пожнивных остатков изучаемой культуры в зависимости от содержания в почве гумуса и количества азотных подкормок (рис.). Анализ данной модели говорит о том, что в интервале гумусированности почвы от 1,20 до 3,00 % в варианте без азотных удобрений средняя масса растительных остатков озимой пшеницы составляет 43,13 ц/га. При этом максимальное значение данного показателя (48,4 ц/га) соответствует содержанию в почве гумуса около 2,0 %. В варианте с ранневесенней азотной подкормкой в дозе 90 кг д.в./га среднее значение массы корневых и пожнивных остатков по сравнению с контрольными делянками возросла на 16,1 % и составила 50,09 ц/га. Как и в предыдущем варианте, наибольшее их количество (54,4 ц/га) также соответствует делянкам с содержанием гумуса от 1,80 до 2,0 %. Дополнительная азотная подкормка в фазу конец кущения–начало выхода в трубку (30 кг д.в./га) увеличила массу корневых и пожнивных остатков по сравнению с предыдущей азотной подкормкой в среднем на 6,30 ц/га. На этом фоне азотного удобрения максимальная масса растительных остатков изучаемой культуры (60,5 ц/га) была получена на делянках с содержанием гумуса около 2,20 %. При применении третьей азотной подкормки (N₃₀ в фазу флагового листа) наибольшая масса растительных остатков (64,3 ц/га) была получена на учетных делянках с содержанием в почве гумуса 1,80 %.

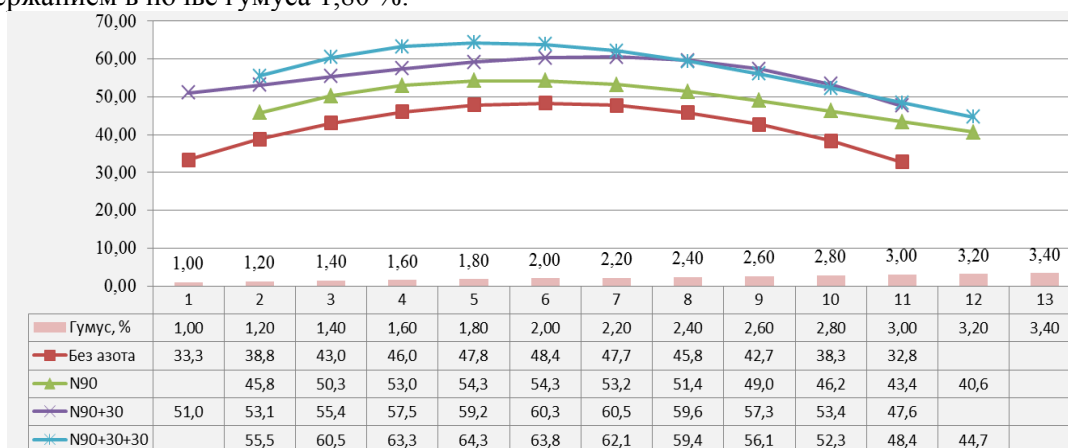


Рис. Трендовая модель изменения массы растительных остатков озимой пшеницы в зависимости от доз азотного удобрения и содержания в почве гумуса

Результаты изучения корреляционной связи между массой послеуборочных остатков озимой пшеницы и урожайностью зерна представлены в табл. 2. При корреляционном анализе всего массива трех летних данных эта связь характеризовалась коэффициентами корреляции в пределах от 0,80 до 0,86. Анализ

полученных уравнений регрессии показывает, что увеличение урожайности зерна озимой пшеницы на каждые 1,00 ц/га сопровождалось увеличением массы корневых и пожнивных остатков на 0,76–0,90 ц. При этом от 65 до 74 % всех изменений массы растительных остатков было обусловлено изменением урожайности зерна. Именно поэтому наиболее высокая масса послеуборочных остатков озимой пшеницы была получена при тех же значениях содержания в почве гумуса, что и урожайности зерна.

Таблица 2. Взаимосвязь между урожайностью зерна (X, ц/га) и массой растительных остатков (Y, ц/га) озимой пшеницы в среднем за 3 года

Азотные подкормки, кг д.в./га	Уравнения регрессии	Коэффициент корреляции, (r)	Коэффициент детерминации, (d)	Интервал изменения урожайности, ц/га
Без подкормок	$Y=10,94+0,90X$	0,80	0,65	19,19–58,20
N ₉₀	$Y=16,06+0,76X$	0,84	0,71	16,30–58,15
N ₉₀₊₃₀	$Y=11,24+0,89X$	0,83	0,68	34,90–69,70
N ₉₀₊₃₀₊₃₀	$Y=14,99+0,82X$	0,86	0,74	35,37–74,20

В пределах указанных в таблице интервалах урожайности зерна данные уравнения регрессии мы рекомендуем использовать для определения массы послеуборочных остатков озимой пшеницы, что необходимо при расчетах приходной статьи баланса гумуса в почве.

Заключение

1. Между содержанием в почве гумуса и массой растительных остатков озимой пшеницы, существует сильная криволинейная корреляционная связь имеющая вид параболы с вершиной, соответствующей оптимальному уровню гумусированности почвы.

2. Максимальное количество послеуборочных остатков озимой пшеницы обеспечивает содержание в почве гумуса от 1,80 до 2,20 %. При такой гумусированности почвы на фоне фосфорно-калийного удобрения (N₁₃P₆₀K₁₂₀), внесенного в основную заправку в варианте без азотных подкормок масса растительных остатков составила в среднем за три года исследований от 47,7 до 48,4 ц/га. В варианте с ранневесенней подкормкой в дозе 90 кг д.в./га масса корневых и пожнивных остатков составила в среднем от 53,2 до 54,3 ц/га.

Дополнительные подкормки азотом в фазу конец кущения – начало выхода в трубку и в фазу флагового листа увеличили массу растительных остатков соответственно до 59,2–60,5 ц/га и 62,1–64,3 ц/га.

3. Между массой растительных остатков и урожайностью зерна озимой пшеницы существует прямая сильная корреляционная связь. Она характеризуется коэффициентами корреляции от 0,80 до 0,86. При этом от 65 до 74 % всех изменений массы растительных остатков обуславливается изменением урожайности зерна.

4. Представленные уравнения регрессии, характеризующие корреляционную связь между урожайностью зерна озимой пшеницы и массой ее послеуборочных остатков рекомендуется использовать для определения приходной статьи баланса гумуса в почве.

ЛИТЕРАТУРА

- Алиева, Е. И. Накопление и разложение растительных остатков полевых культур и влияние их на баланс органического вещества и питательных элементов в дерново-подзолистой почве / Е. И. Алиева // *Агрохимия*. – 1987. – № 4. – С. 6–18.
- Дудкин, М. В. Накопление и разложение растительных остатков полевых культур в почве / М. В. Дудкин, А. У. Павлюченко // *Агрохимия*. – 1980. – № 3. – С. 72–77.
- Кононова, М. М. Участие целлюлозных миксобактерий в процессе гумификации растительных остатков / М. М. Кононова, И. В. Александрова // *Микробиология*. – Т.18. – Вып. 1. – М.: Наука, 1949. – С. 43–53.
- Левин, Ф. И. Окультуривание подзолистых почв / Ф. И. Левин. – М.: Колос, 1972. – 264 с.
- Листопадов, И. Н. Плодородие почвы в интенсивном земледелии / И. Н. Листопадов, И. М. Шапошникова. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 205 с.
- Сафронова, О. М. Изменение состава и свойств органических веществ растительных остатков в процессе их трансформации / О. М. Сафронова // *Сб. науч. тр. / ЛСХИ*. – Л., 1984. – С. 37–39.
- Станков, Н. З. Корневая система полевых культур / Н. З. Станков. – М.: Колос, 1964. – 280 с.
- Уайтхед, Д. С. Минеральное питание вещества в травах лугов и пастбищ / Д. С. Уайтхед; пер. с англ. Г. Г. Черепанова. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1970. – 68 с.
- Усеня, А. А. Влияние предшественников на биологическую активность почвы и урожайность озимой ржи / А. А. Усеня // *Сб. ст. науч. сотрудников и аспирантов / БелНИИЗК*. – Минск, 2001. – С. 59–62.
- Цыбулька, Н. Н. Баланс гумуса в дерново-подзолистых почвах разной степени эродированности в зависимости от возделываемых сельскохозяйственных культур / Н. Н. Цыбулька // *Агрохимия*. – 2006. – № 11. – С. 10–17.
- Цыбулька, Н. Н. Баланс гумуса в дерново-подзолистых эродированных почвах под разными сельскохозяйственными культурами / Н. Н. Цыбулька // *Земляробства і ахова раслін*. – 2006. – № 4. – С. 23–26.
- Юркин, С. Н. Роль корневых и пожнивных остатков зерновых культур и кукурузы в аккумуляции азота, фосфора и калия / С. Н. Юркин // *Агрохимия*. – 1977. – № 11. – С. 15–21.

РАЗВИТИЕ БОЛЕЗНЕЙ РАПСА ОЗИМОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ СЕВА И НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН

О. Н. ПРИСТАЦКАЯ, Г. Я. БИЛОВУС, И. С. ВОЛОЩУК, О. М. СЛУЧАК

*Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины
с. Оброшино Пустомытовского р-на, Львовской обл., Украина, 81115, e-mail: Prystatska@meta.ua*

(Поступила в редакцию 06.10.2017)

Среди масличных культур рапс является одной из самых ценных культур по содержанию масла. Семена рапса содержат 38–50 % масла, которое обладает повышенной биологической ценностью, является высококалорийным и имеет большую энергоотдачу. Большой вред посевам этой культуры наносят болезни, особенно в условиях Западной Лесостепи Украины. Недобор урожая семян от болезней, в зависимости от сорта или гибрида, а также технологии выращивания, достигает 15–70 % и более. Значительно ухудшаются его технологические и посевные качества. Среди агротехнических мероприятий, одним из весомых элементов технологии выращивания рапса озимого считаются как нормы высева, так и сроки сева. Эти технологические элементы влияют на густоту стояния растений на единице площади, их рост и развитие, поражения болезнями, перезимовку. От осеннего развития растений зависит урожайность семян. В статье приведены результаты развития болезней альтернариоза и фомоза рапса озимого в зависимости от различных сроков сева и норм высева семян на сортах Черемош, Антария, Сенатор люкс, Анна в условиях Западной Лесостепи Украины. По полученным данным результатов научных исследований установлено, что при трех сроках сева оптимальном, допустимом и позднем быстрее поражения болезнями растений рапса озимого в осенний период произошло в посевах оптимального срока. В весенне–летний период развития культуры интенсивность поражения альтернариозом и фомозом росла от оптимальных сроков посева до поздних и была наибольшей в поздний срок посева с нормой высева 1,3 млн всхож. сем./га. Для предотвращения интенсивного поражения данными болезнями, целесообразно правильно выбирать сроки сева и нормы высева на основе прогноза погодных условий текущего года.

Ключевые слова: рапс озимый, болезни, сроки сева, нормы высева.

Among the oil-production crops, rape is one of the most valuable culture to the content of oil. The rape seeds contains 38–50 % of oil, which has a higher biological value, is high-calorie and has a great energy efficiency. The great damage at to saving of this culture cause disease, especially in the conditions of Western steppe forest of Ukraine. Shortage of crop seeds from diseases, depending on the variety or hybrid and technology of growings reache 15–70 % or more. Significantly worsen its technological and sowings quality. Among the agrotechnical measures one of the weighty elements of the technology of growing winter rape is considered both as seeding standarts, so as sowing lines. These technological elements influence to the density of plant standing on digit of area, their growth and development, disease damage, and hibernation . The productivity of seeds depends on the autumn development of plants. In the article is given the results results of the developments of the alternaria diseases and fomoza of winter rape according to different timing of planting and sowing normson of varieties of Cheremosh, Antaria, Senator premium, Anna in the forest steppe of the Western Ukraine. According to the received data, the results of scientific studies found that when three terms of sowing optimum, permissible and lattermost defeat of plants of winter rape in the autumn period hapened in the crops of the optimal time. In the spring and summer period of culture intensity of alternaria and fomoza disease was growing increased from optimal sowing lines to the late and was the biggest in late period of withe the seeding rate wih 1.3 million similar seed. / ha. To prevent heavi damage to disease of its advisable is correctli choose the timing of plantiing and sowing norms on the basis of the forecast weather conditions of this year.

Keywords: winter rape, diseases, sowing lines, seeding standarts.

Введение

Среди масличных культур рапс является одной из самых ценных культур по содержанию масла [1–2]. Семена рапса содержат 38–50 % масла, которое обладает повышенной биологической ценностью, является высококалорийным и имеет большую энергоотдачу. В последнее время стремительно развивается новое направление использования рапсового масла, которое вполне пригодно для использования в качестве альтернативного источника топливной энергии для двигателей внутреннего сгорания. Биотопливо из рапса оказалось не только экологически чистым, но и конкурентоспособным, надежным в работе [3].

Большой вред посевам этой культуры наносят болезни, особенно в условиях Лесостепи Западной. Посевы данной культуры значительно повреждаются альтернариозом, фомозом и пероноспорозом [4–5]. Недобор урожая семян от болезней, в зависимости от сорта или гибрида, а также технологии выращивания, достигает 15–70 % и более. Значительно ухудшаются его технологические и посевные качества. А за поражения стручков рапса возбудителями болезней содержание масла в семенах снижается в 1,3–3,4 раза [6–8]. Поэтому одним из важных условий технологии выращивания данной культуры является разработка четких подходов к основным ее элементам: выбор сорта или гибрида, адаптированного к конкретной зоне выращивания, предшественника, нормы высева и сроки сева, а также системы удобрения. Исследования проводили на полях Института сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины в лабораториях семеноводства и защиты растений в течение 2014–2015 гг.

Целью наших исследований было изучить влияние различных сроков сева и норм высева на поражение рапса озимого болезнями на сортах Черемош, Антария, Сенатор люкс, Анна. Мы изучали три срока

сева оптимальный (20–31.08), допустимый (01–10.09) и поздний (11–20.09), а также три нормы высева семян 0,9 млн всхож. сем./га, 1,1 млн всхож. сем./га и 1,3 млн всхож. сем./га.

Почва опытных участков серая лесная поверхностно оглеенная, легкосуглинистая, которая характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 1,7 %, сумма поглощенных оснований – 13,7 мг-экв на 100 г почвы, лужногидролизованного азота (по Корнфилду) – 89,6 мг / кг почвы, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) – соответственно 69,5 и 68,0 мг / кг почвы. Реакция почвенного раствора (рН_{сол.}-5,4) – слабокислая. Агротехника выращивания культуры общепринятая для зоны. Предшественник – озимая пшеница. Способ сева – обычный строчный с междурядьями 15 см. Фитопатологическую оценку сортов рапса озимого на поражение болезнями проводили по методикам [9–11]. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного анализа [12]. Агроклиматические условия за годы исследований были разными и имели отклонения от среднелетних показателей.

Основная часть

Среди агротехнических мероприятий, одним из весомых элементов технологии выращивания рапса озимого считаются как нормы высева так и сроки сева. Эти технологические элементы влияют на густоту стояния растений на единице площади, их рост и развитие, поражения болезнями, перезимовку. От осеннего развития растений зависит урожайность семян.

Изучая влияние различных сроков сева и норм высева на развитие болезней рапса озимого, нами отмечено, что в 2013 и 2014 гг. в осенний период при трех сроках сева оптимальном (20–31.08), допустимом (01–10.09) и позднем (11–20.09) быстрее поражения болезнями растений произошло в посевах оптимального срока. Посевы этого срока были более развиты и микроклимат в них был благоприятен для развития болезней.

По нашему мнению, это можно объяснить специфическими погодными условиями осени 2013 и 2014 гг. Так, сентябрь 2013 характеризовался прохладной и влажной погодой (температура воздуха была на 1,3 °С меньше нормы, а количество осадков (на 25,5 мм больше нормы). Теплая и сухая погода была в октябре (температура воздуха была на 2,5 °С выше нормы, а количество осадков - на 44,5 мм меньше нормы) и ноябре (температура воздуха была на 4,8 °С выше нормы, а количество осадков - на 29,2 мм меньше нормы). Погодные условия осени 2014 имели свою специфику, т. е. первая половина сентября была достаточно теплой, начиная с третьей декады сентября и до середины октября, произошло резкое похолодание и переход среднесуточной температуры через + 10 °С в сторону понижения. Однако с начала первой декады ноября было аномальное повышение температуры воздуха. Наблюдалась сухая, солнечная и малооблачная погода. Такие погодные условия способствовали закаливанию растений рапса озимого. Окончательный переход растений к зимнему покою состоялся в третьей декаде ноября, когда среднесуточные температуры воздуха опустились ниже 0 °С.

Благодаря таким абиотическим факторам осени 2013 и 2014 гг. растения оптимальных и допустимых сроков сева в условиях теплой осени сформировали достаточно большую вегетативную массу, которая в процессе своего развития активно росла, интенсивно используя запасные вещества и поражалась болезнями. Такие растения входили в зиму немного переросшими, но зима 2014 и 2015 гг. была достаточно теплой и кратковременной, а следовательно возбудители болезней данной культуры также перезимовали хорошо, что в дальнейшем привело к поражению посевов в весенне–летний период. Посевы позднего срока сева на время прекращения осенней вегетации хорошо укоренились и имели менее пораженную болезнями вегетативную массу.

Начало весны 2014 г. состоялось на три недели раньше средних многолетних сроков и весна 2015 г. характеризовалась также ранним ее началом с умеренными темпами нарастания температур. Раннее восстановление весенней вегетации было бесспорно положительным фактором реализации потенциала как оптимальных и допустимых, так и поздних сроков, которые получили реальный шанс продолжить вегетацию. По данным мониторинга рапса озимого, в период вегетации 2014–2015 гг. наиболее распространенными и вредоносными были грибные болезни: альтернариоз (*Alternaria brassicae*) и фомоз (*Phoma lingam*). Погодные условия весеннего вегетационного периода 2014 г. были благоприятными для развития возбудителей болезней, как альтернариоза (табл. 1), так и фомоза (табл. 2).

Таблица 1. Влияние сроков сева и норм высева на развитие альтернариоза рапса озимого, 2014 г.

Сорт	Нормы высева, млн всхож. сем./га	Сроки сева					
		оптимальный (20–31.08)		допустимый (01–10.09)		поздний (11–20.09)	
		альтернариоз,%	± к контролю	альтернариоз,%	± к контролю	альтернариоз,%	± к контролю
Черемош	0,9	10,0	–	10,8	–	12,0	–
	1,1	11,2	-1,2	12,0	-1,2	12,8	-0,8
	1,3	12,0	-2,0	14,0	-3,2	15,8	-3,8
Антария	0,9	15,0	–	16,2	–	17,5	–
	1,1	16,5	-1,5	18,0	-1,8	19,0	-1,5
	1,3	18,0	-3,0	21,0	-4,8	22,0	-4,5
Сенатор люкс	0,9	33,5	–	35,2	–	38,5	–
	1,1	35,0	-1,5	37,0	-1,8	39,5	-1,0
	1,3	36,5	-3,0	42,0	-6,8	44,0	-5,5
Анна	0,9	11,5	–	12,0	–	12,5	–
	1,1	12,8	-1,3	13,5	-1,5	14,8	-2,3
	1,3	13,8	-2,3	15,0	-3,0	16,0	-3,5
НП ₀₅	–	0,7	–	1,1	–	1,5	–

Распространение и развитие данных заболеваний наблюдали при всех сроках сева, что в дальнейшем отразилось на продуктивности растений рапса озимого. Более всего поражение данными болезнями наблюдали в поздний срок посева с нормой высева 1,3 млн всхож. сем./га.

Таблица 2. Влияние сроков сева и норм высева на развитие фомоза рапса озимого, 2014 г.

Сорт	Нормы высева, млн всхож. сем./га	Сроки сева					
		оптимальный (20–31.08)		допустимый (01–10.09)		поздний (11–20.09)	
		фомоз,%	± к контролю	фомоз,%	± к контролю	фомоз,%	± к контролю
Черемош	0,9	9,0	–	12,5	–	15,5	–
	1,1	9,5	-0,5	13,0	-0,5	16,4	-0,9
	1,3	11,0	-2,0	15,6	-3,1	17,0	-1,5
Антария	0,9	10,5	–	13,0	–	17,5	–
	1,1	12,5	-2,0	14,8	-1,8	20,0	-2,5
	1,3	14,5	-2,0	16,0	-3,0	22,5	-5,0
Сенатор люкс	0,9	6,0	–	7,0	–	11,5	–
	1,1	7,2	-1,2	8,0	-1,0	12,5	-1,0
	1,3	8,5	-2,5	10,0	-3,0	14,0	-2,5
Анна	0,9	4,5	–	6,5	–	11,0	–
	1,1	6,0	-1,5	8,0	-1,5	11,8	-0,8
	1,3	7,5	-3,0	9,2	-2,7	13,5	-2,5
НП ₀₅	–	0,9	–	0,8	–	1,0	–

В течение 2014–2015 гг. в весенне–летний период поражения посевов различных сроков сева болезнями было разным. Развитие альтернариоза и фомоза рапса озимого в 2015 г. по сравнению с 2014 г. было значительно меньше, этому способствовали как абиотические, так и биотические факторы (табл. 3). На основании полученных результатов можем отметить, что интенсивность поражения альтернариозом и фомозом в весенне–летний период росла от оптимального срока сева до позднего, а также от меньшей нормы высева 0,9 млн всхож. сем./га до высшей 1,3 млн всхож. сем./га.

Таблица 3. Влияние сроков сева и норм высева на развитие альтернариоза рапса озимого, 2015 г.

Сорт	Нормы высева, млн всхож. сем./га	Сроки сева					
		оптимальный (20–31.08)		допустимый (01–10.09)		поздний (11–20.09)	
		альтернариоз,%	± к контролю	альтернариоз,%	± к контролю	альтернариоз,%	± к контролю
Черемош	0,9	6,0	–	7,0	–	7,5	–
	1,1	7,5	-1,5	9,2	-2,2	9,8	-2,3
	1,3	9,0	-3,0	11,5	-4,5	12,8	-5,3
Антария	0,9	13,5	–	15,0	–	16,0	–
	1,1	14,5	-1,0	16,5	-1,5	17,5	-1,5
	1,3	16,5	-3,0	17,8	-2,8	20,0	-4,0
Сенатор люкс	0,9	26,0	–	28,0	–	33,5	–
	1,1	29,5	-3,5	31,5	-3,5	35,0	-1,5
	1,3	32,0	-6,0	34,0	-6,0	36,5	-3,0
Анна	0,9	7,0	–	7,8	–	8,5	–
	1,1	8,0	-1,0	9,0	-1,2	10,8	-2,3
	1,3	10,0	-3,0	11,0	-3,2	12,8	-4,3
НП ₀₅	–	0,9	–	1,3	–	1,4	–

При повышенных нормах высева, что способствовало значительно более высокой густоте стояния посевов, создались хорошие условия для развития возбудителей болезней. Интенсивность поражения растений рапса озимого также зависела от восприимчивости и устойчивости сортов к данным патогенам. Анализ результатов показал, что среди исследуемых сортов наиболее восприимчивым к альтернариозу был сорт Сенатор люкс, а к фомозу – сорт Антария. За годы исследований наиболее поражались болезнями сорта рапса озимого при норме высева 1,3 млн всхож. сем./га при всех сроках сева. Нами отмечено, что в 2014 г. при оптимальном сроке посева с нормой высева 1,3 млн всхож. сем./га и позднем с нормой высева 0,9 млн всхож. сем./га. развитие альтернариоза на сорте Черемош был одинаковым, а на других сортах – незначительным (табл. 1).

Подобную картину наблюдали и в 2015 г. При этом следует отметить, что более устойчивы к болезням сорта значительно меньше реагировали на сроки сева, чем восприимчивы, но наибольшей устойчивостью к болезням отличились растения при посеве в оптимальные сроки.

Итак, важное место в технологии выращивания рапса озимого занимают сроки сева, поскольку эффективно влияют на развитие культуры, ее зимостойкость и фитосанитарное состояние посевов. Ведь именно сев в наиболее благоприятные сроки обеспечивает более полную отдачу средств, вложенных в выращивание рапса озимого, способствует получению высокого урожая при общем благоприятном фитосанитарном состоянии посевов.

Дальнейший рост производства семян и повышение его качества возможно, главным образом, за счет создания и внедрения в производство сортов нового технологического уровня, а также совершенствование технологий их выращивания, что позволит более полно реализовать их потенциальные возможности.

Заключение

По данным мониторинга рапса озимого в период вегетации 2014–2015 гг. наиболее распространенными и вредоносными были грибные болезни: альтернариоз (*Alternaria brassicae*) и фомоз (*Phoma lingam*). В осенний период при трех сроках сева оптимальном, допустимом и позднем быстрее поражения болезнями растений рапса озимого произошло в посевах оптимального срока. В весенне–летний период развития культуры интенсивность поражения альтернариозом и фомозом росла от оптимальных сроков посева до поздних и была наибольшей в поздний срок посева с нормой высева 1,3 млн всхож. сем./га. Для предотвращения интенсивного поражения данными болезнями целесообразно правильно выбирать сроки сева и нормы высева на основе прогноза погодных условий текущего года.

ЛИТЕРАТУРА

1. К а л е н с к а я, С. М. Современное состояние производства, основные аспекты использования и особенности формирования продуктивности рапса / С. М. Каленская, Л. А. Гарбар // *Агроном.* – 2007. – № 3. – С. 168–170.
2. Вишневецкий П.С. Общие особенности выращивания рапса / П. С. Вишневецкий // *Агроном.* – 2005. – № 1. – С. 77–79.
3. Ш о л о н к е в и ч, И. М. Сорта озимого рапса селекции Ивано-Франковского института агропромышленного производства / И. М. Шолонкевич // *Агроном.* – 2007. – № 3. – С. 156–157.
4. П р и с т а ц к а я, О. Н. Грибные болезни рапса ярового в условиях Львовской области / О. Н. Пристацкая, Г. Я. Билувус // *Предгорное и горное земледелие и животноводство: Межвед. темат. науч. сб.* – 2010. – Вып. 52 (1). – С. 96–100.
5. Влияние абиотических факторов на развитие болезней рапса озимого в условиях Лесостепи Западного / О. Н. Пристацкая [и др.] // *Предгорное и горный земледелие и животноводство: Межвед. темат. науч. сб.* - 2013. – Вып. 55 (1). – С. 114–119.
6. М а р к о в, И. Л. Биохимический состав рапса в зависимости от интенсивности развития болезней / И. Л. Марков // *Защита растений в современных условиях земледелия.* Сб. науч. работ НАУ. – М., 1996. – С. 45–52.
7. М а р к о в, И. Л. Рекомендации по интенсивной технологии выращивания рапса / И. Л. Марков, А. Ф. Антоненко / – М. : НАУ, 2006. – 54 с.
8. М а р к о в, И. Л. Количественные и качественные изменения жирокислотному составу рапсового масла при пораженности болезнями / И. Л. Марков // *Защита и карантин растений: Межведомственный тематический научный сборник.* – М.: Аграрная наука, 2000. – Вып. 46. – С. 95–100.
9. А н т о н е н к о, А. Ф. Болезни рапса. Шкалы определения иммунитета сортов к наиболее распространенным и их применение в методиках оценки / А. Ф. Антоненко // *Защита растений.* – 2001. – № 12. – С. 14.
10. М а р к о в, И. Л. Болезни рапса и методы их учета / И. Л. Марков // *Защита и карантин растений.* – 1991. – № 6. – С. 55–60.
11. Учет вредителей и болезней сельскохозяйственных культур / под ред. В. П. Омелюты. – М.: Урожай, 1984. – 296 с.
12. Д о с п е х о в, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Лоспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. - М. : Агропромиздат, 1985. – 352 с.

**БЕЛОРУССКИЕ СОРТА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ****Е. А. ДУБИНКИНА, Н. Н. БЕЛЯЕВ**ТНИИСХ - филиал ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина»
Мичуринск г, Тамбовская обл, Россия, 393774, e-mail: tniish@mail.ru

(Поступила в редакцию 06.10.2017)

Проанализированы урожайность и качество зерна различных сортов яровой мягкой пшеницы селекции Беларуси в экологическом испытании в условиях Центрально-Черноземного региона. Использование новых адаптивных сортов яровой мягкой пшеницы в сельском хозяйстве является наиболее реальным средством снижения до минимума неблагоприятных последствий изменения климата, обеспечивает рост продуктивности и повышение технологических свойств зерна и муки. Изучение различных сортов яровой мягкой пшеницы селекции Беларуси в экологическом испытании в условия ЦЧР позволило выявить наиболее перспективные из них, способные давать стабильные урожаи зерна с высокими технологическими качествами. В результате трехлетних наблюдений выявлены наиболее продуктивные, экологически устойчивые, формирующие урожайность на уровне 2,95–3,19 т/га сорта Любава, Сударыня, Сабина, Весточка, Славянка. Наиболее тяжеловесное зерно (масса 1000 зерен) в среднем за три года формировали сорта Весточка (36,5 г), Любава (36,4 г) и Дарья (36,0 г). Наилучшие показатели по количеству клейковины и сырого протеина в зерне яровой пшеницы у сортов Любава, Ласточка, Сабина, Сударыня, Славянка и Чайка. По качеству клейковины отличились сорта Тома, Весточка, Ласка, Сабина. Предлагается использовать при производстве зерна яровой мягкой пшеницы систему взаимодополняющих сортов. По результатам испытаний даны рекомендации производству. В зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения Черноземья рекомендуется к использованию новые сорта яровой мягкой пшеницы селекции Беларуси Любава, Сударыня, Сабина, Весточка, Славянка.

Ключевые слова: адаптация, продуктивность, сорт, урожай, экология, яровая пшеница.

We have analyzed the yield and grain quality of various varieties of soft spring wheat of Belarus breeding in ecological test in the conditions of Central Black Earth region. The use of new adaptive varieties of soft spring wheat in agriculture is the most real means of minimizing the adverse effects of climate change, ensuring the growth of productivity and improving the technological properties of grain and flour. The study of various varieties of soft spring wheat of Belarus breeding in ecological test in the conditions of Central Black Earth region allowed us to identify the most promising of them, capable of yielding stable harvests of grain with high technological qualities. As a result of three-year observations, the most productive varieties, ecologically sustainable, yielding at a level of 2.95-3.19 t/ha – Liubava, Sudarynia, Sabina, Vestochka, Slavianka – were selected. The heaviest grain (the weight of 1000 grains), on average during three years, was formed in varieties Vestochka (36.5 g), Liubava (36.4 g) and Daria (36.0 g). The best indicators, according to the amount of gluten and raw protein in the grain of spring wheat, were in varieties Liubava, Lastochka, Sabina, Sudarynia, Slavianka and Chaika. According to the quality of gluten, varieties Tom, Vestochka, Laska, and Sabina were distinguished. It is proposed to use a system of complementary varieties in the production of grain of soft spring wheat. Based on the test results, recommendations for production are given. In the zone of insufficient and unstable moistening of the Chernozem region, new varieties of soft spring wheat of Belarus selection – Liubava, Sudarynia, Sabina, Vestochka, Slavianka – are recommended for use.

Key words: adaptation, productivity, variety, crop, ecology, spring wheat.

Введение

Яровая пшеница – одна из древнейших и наиболее распространенных культур на земном шаре. Возделывают ее во всех частях света. Яровая пшеница является ценной продовольственной культурой. Ее зерно характеризуется высоким (18–24 %) содержанием белка и отличными хлебопекарными качествами [3].

Важнейшей проблемой возделывания яровой пшеницы остается невысокая урожайность зерна. В среднем она составляет 1,2–1,4 т/га, что связано с особенностями почвенно-климатических условий в основных районах ее возделывания. Наряду с основными приемами агротехники возделывания яровой пшеницы огромную роль в повышении урожайности имеет подбор сортов, наиболее приспособленных к почвенным и климатическим условиям региона. Оценка сортов в экологическом сортоиспытании по пластичности и стабильности урожая, устойчивости к неблагоприятным условиям вегетации позволяет выделить из большого количества вновь созданных сортов с высокой потенциальной продуктивностью сорта с наибольшей степенью адаптации к условиям конкретного региона [2]. Основные площади яровой пшеницы в нашей стране находятся в Поволжье и Сибири. Посевы яровой пшеницы с каждым годом возрастают в северных районах Центрально-Черноземной зоны, к которым относится Тамбовская область. Климат области умеренно-континентальный с устойчивой зимой и преобладанием теплой, нередко полусасушливого характера погоды в летний период. Область относится к зоне неустойчивого увлажнения, о чем свидетельствует гидротермический коэффициент (ГТК) 0,9-1,1. Годовая сумма осадков составляет 475–500 мм, из них 70–75 % выпадает в теплый период года [4]. Яровая пшеница в Беларуси в последние годы занимает все более значимое место в обеспечении населения продовольственным зер-

ном. По посевным площадям и валовым сборам зерна она сравнилась с озимой пшеницей. В РУП научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию создана группа новых высокоурожайных, с потенциалом 80–100 ц/га, сортов мягкой яровой пшеницы, тогда как сорт Дарья с 2006 года включен в Реестр селекционных достижений Российской Федерации и получил широкое распространение в Центральном и Центрально-Черноземном регионах. В связи с этим выявить перспективные сорта мягкой яровой пшеницы, адаптированные к местным условиям, является нашей задачей.

Основная часть

В Тамбовском НИИСХ с 2014 г. начата работа по испытанию новых высокоурожайных сортов мягкой яровой пшеницы селекции НАН Беларуси по земледелию. Территория института расположена на водоразделе рек Цны и Савалы в лесостепной зоне с умеренно теплым климатом. Почвы типичные мощные черноземы глинистые и тяжелосуглинистые средне окультуренные. Содержание гумуса в пахотном слое (0–30 см) – 7,0–7,5 %. Реакция почвенного раствора ($pH_{\text{сол.}}$) – 6,0–6,5, гидролитическая кислотность – 2,8–3,8 м-экв. на 100 г почвы. Тяжелосуглинистый механический состав почвы обуславливает высокую влагоемкость и значительный запас влаги в ранневесенний период до 180–200 мм и более доступной влаги в метровом слое почвы.

В целом водно-физические свойства чернозема типичного мощного складываются вполне благоприятно, а высокая водопроницаемость создает хорошие условия для накопления влаги в почве и удовлетворения растений водой в течение вегетационного периода. Полевые опыты были заложены по общепринятой методике на делянках с учетной площадью 15 м² в трехкратной повторности при соблюдении принятой в Тамбовской области технологии возделывания яровой пшеницы. Предшественник – горох. Под предпосевную культивацию вносили азофоску из расчета 30 кг д. в. на гектар. Объектами исследования являлись одиннадцать сортов мягкой яровой пшеницы селекции Беларуси. Контрольный сорт – Дарья. Чем хуже почвенно-климатические и погодные условия, тем выше роль экологической устойчивости растений в реализации их потенциальной урожайности [1]. Метеорологические условия в годы исследований отличались как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. Если в 2014 г. в период вегетации яровых (апрель–август) выпало 211,5 мм; в 2015 г. – 175,5 мм, то в 2016 г. – 341,0 мм при среднемноголетнем количестве 235,8 мм. Сумма активных температур в период вегетации в 2014 г. составляла 2628,5 °С; в 2015 г. – 2434,8 °С и в 2016 г. – 2441,1 °С.

В 2014 г. температурный режим в апреле и мае превышал среднемноголетние значения, но количество осадков было оптимальным. Дефицит влаги наблюдался только в основном в июле. Более сложными погодные условия оказались в период вегетации яровых 2015 г., когда температура воздуха в июне превысила среднемноголетний показатель на 1,6 °С, а гидротермический коэффициент составил в мае – 0,59, в июне – 0,33 (таблица 1). При недостаточном количестве осадков за май и июнь данные годы относят к засушливым. Это связано с тем, что погодные условия и, в частности, количество осадков мая и июня определяют величину урожая большинства зерновых и других культур [5]. Поэтому в этой зоне дефицит влаги представляет собой один из основных факторов, лимитирующий формирование урожая сельскохозяйственных культур. Противоположная картина сложилась весной 2016 г. Последняя декада апреля и весь май выдались дождливыми, осадки превысили среднемноголетний показатель в несколько раз. Во второй декаде июня погода вернулась к своим климатическим нормам, а в июле температурный режим даже превысил норму на 2–3 °С.

Таблица 1. Метеоданные за вегетационный период, 2014–2016 гг.

Год	t°С воздуха			Осадки, мм		
	апрель-август	среднемноголетняя (1913–2012 гг.)	отклонение	апрель-август	среднемноголетние (1913–2012 гг.)	отклонение
2014	17,7	15,4	+ 2,3	211,5	235,8	-24,3
2015	15,9	15,4	+0,5	175,5	235,8	-60,3
2016	16,0	15,4	+0,6	341,0	235,8	+105,2

Неблагоприятная погода несколько оттянула сроки развития ранних яровых культур в начале вегетации, а высокие температуры и недостаток влаги в период созревания повлияли на формирование колоса в 2016 г. Зерно в верхней и нижней части оказалось щуплым, не полностью выполненным, что привело к снижению массы 1000 зерен и недобору урожая. Согласно полученным экспериментальным данным наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы была получена у сортов Любава, Сударыня, Сабина, Весточка, Славянка, составившая в среднем за 3 года 29,5–31,9 ц/га. Прибавка при этом равнялась по от-

ношению к контрольному сорту от 0,4 до 2,8 ц/га или 1,4–9,6 %. Сорта Тома и Ласка формировали урожайность на одном уровне с контролем – 29,2 ц/га и 29,1 ц/га соответственно. Остальные сорта оказались менее продуктивными. Сбор зерна у них составил 27,1–27,8 ц/га, что на 4,7–7,4 % меньше контрольного сорта Дарья. Сорта Сабина и Любава отличались стабильностью в формировании урожайности по годам, у других сортов отмечены колебания в пределах 5,6–12,8 ц/га. Очевидно, данные сорта острее реагировали на изменение погодных условий (табл. 2). Продолжительность вегетационного периода у сортов яровой мягкой пшеницы составила 94–96 дней, то есть все изучаемые сорта можно отнести к среднеспелой группе. Интенсивность кушения зависит от условия произрастания, видовых и сортовых особенностей зерновых культур. При благоприятных условиях (оптимальной температуре и влажности почвы) период кушения растягивается, а число побегов увеличивается [3]. Высокая продуктивная кустистость (от 1,7 до 2,4 плодоносящих стеблей на одно растение) способствовала получению хорошего урожая в условиях достаточного увлажнения начала вегетации 2016 г.

Таблица 2. Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы, 2014–2016 гг.

Сорт	Урожайность по годам, ц/га			Средняя урожайность, ц/га	Прибавка к урожаю, ц/га
	2014 г.	2015 г.	2016 г.		
Дарья St	31,8	24,4	31,1	29,1	
Рассвет	30,0	24,4	28,6	27,7	
Тома	30,5	22,2	35,0	29,2	
Сабина	31,1	31,1	30,0	30,7	+1,6
Ласка	34,8	24,4	28,2	29,1	
Любава	29,4	33,2	33,0	31,9	+2,8
Сударыня	29,7	26,7	37,2	31,2	+2,1
Славянка	31,2	22,3	35,0	29,5	+0,4
Ласточка	28,4	26,7	26,3	27,1	
Восточка	32,4	26,7	32,2	30,4	+1,3
Чайка	30,4	22,5	30,5	27,8	
НСР ₀₅	0,128	0,093	0,275	0,165	

В среднем за 3 года по данному показателю выделились сорта Сударыня, Тома, Чайка, Сабина, Славянка. Масса 1000 зерен характеризует величину зерна, его крупность. Чем крупнее зерно, тем больше масса 1000 зерен. При равном размере большая масса 1000 зерен свидетельствует о большем запасе в них питательных веществ. Наиболее тяжеловесное зерно в среднем за три года формировали сорта Восточка (36,5 г), Любава (36,4 г) и Дарья (36,0 г).

При оценке сортов пшеницы, наряду с показателями продуктивности, не менее важное значение имеют и показатели технологических качеств как продукта питания. Высокие технологические показатели зерна обуславливают лучшие вкусовые качества хлеба и повышают выход его из каждого центнера зерна [6]. Важнейшими биохимическими показателями, по которым оценивается качество зерна, является содержание сырой клейковины и ее свойства. В среднем за 3 года содержание клейковины в зерне яровой пшеницы составило свыше 25 %, а содержание сырого протеина – более 13 % (табл. 3).

Таблица 3. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов мягкой яровой пшеницы, 2014–2016 гг.

Сорт	Длина вегетационного периода, дней	Продуктивность кустистость, шт	Масса 1000 зерен, г	Клейковина, %	ИДК, усл. ед	Сырой протеин, %
Дарья St	95	1,7	36,0	29,1	100	14,1
Рассвет	94	1,8	34,6	30,5	102	13,2
Тома	94	2,0	32,3	29,8	94	13,5
Сабина	94	1,9	35,1	31,6	98	14,0
Ласка	95	1,8	30,8	29,1	97	13,1
Любава	95	1,7	36,4	32,3	104	13,4
Сударыня	94	2,1	33,0	31,3	103	14,1
Славянка	96	1,9	34,3	30,7	105	14,1
Ласточка	94	1,8	31,4	32,3	103	14,0
Восточка	96	1,8	36,5	26,5	97	13,5
Чайка	96	2,0	35,5	30,3	104	14,1
НСР ₀₅		0,13	0,93	0,82	0,01	0,21

Количество сырой клейковины в зерне и ее качество отличались по годам на всех испытываемых сортах яровой пшеницы. Так, наиболее высокие показатели по количеству клейковины отмечены в 2015 г.: от 33,6 % (Восточка) до 43,2 % (Ласточка), а наиболее низкие в 2014 г.: от 22,8 % (Восточка) до 28,0 % (Са-

бина, Чайка). Показатель ИДК в 2015 г. варьировал от 85 ед. (Тома) до 100 ед. (Любава, Славянка, Ласточка); в 2014 г. – от 96 ед. (Тома) до 107 ед. (Рассвет); в 2016 г. – от 100 ед. (Весточка, Сабина) до 115 ед. (Сударыня, Чайка). Содержание сырого протеина в зерне яровой мягкой пшеницы также было различным по сортам и по годам исследований. Наиболее высокие показатели выявлены в 2015 г. от 14,3 % (Весточка) до 15,7 % (Ласточка).

Заключение

В результате комплексной оценки исходного набора сортов яровой мягкой пшеницы по параметрам экологической пластичности выделены перспективные сорта яровой пшеницы с высокой урожайностью и хорошими технологическими качествами зерна для внедрения их в производство. Наиболее продуктивными, экологически устойчивыми, формировавшими урожайность на уровне 2,95–3,19 т/га, являются сорта Любава, Сударыня, Сабина, Весточка, Славянка. Установлено, что на урожайность яровой пшеницы в условиях северо-востока Центрально-Черноземной части России наибольшее влияние оказывают погодные условия мая и июня. Увеличение гидротермического коэффициента в этот период способствует повышению продуктивности культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алабушев, А. В. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур / А. В. Алабушев // Зерновые и зернобобовые культуры. – №2(6). – 2013. – С. 47.
2. Беляев, Н. Н. Сортоизучение мягкой яровой пшеницы в условиях Центрального Черноземья / Н. Н. Беляев, Е. А. Дубинкина // Матер. Всеросс. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения академика РАСХН Н. С. Немцева «Актуальные вопросы современного земледелия: опыт, проблемы, перспективы». – Ульяновск, 2015. – С. 46–50.
3. Гатаулина Г. Г. Технология производства продукции растениеводства / Г. Г. Гатаулина, М. Г. Обьедков, В. Е. Долгодворов. – М.: Колос. 1995. – С. 33, 79.
4. Иванова, О. М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе / О. М. Иванова // Агротехнический вестник. – №5. – 2012. – С. 44.
5. Коновалов, Н. Д. Динамика изменения погоды за 1891–2000 гг. на территории Тамбовской области (ЦЧЗ) и урожайность полевых культур / Н. Д. Коновалов – Тамбов: Пролетарский светоч, 2000. – С. 86.
6. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / под ред. профессора А. П. Горина. – М.: Колос, 1968. – С. 56.

СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВА ОЗДОРОВЛЕННОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В. А. САМУСЬ

РУП «Институт плодоводства»,
аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь, e-mail: belhort@it.org.by

(Поступила в редакцию 10.10.2017)

Интенсификация плодоводства требует обеспечения закладки садов и ягодников здоровым, высококачественным посадочным материалом. В насаждениях одного и того же сорта как привитые, так и корнесобственные растения, всегда в той или иной степени варьируют по ряду важных показателей: силе роста, срокам вступления в плодоношение, урожайности, качеству плодов, способности переносить неблагоприятные факторы среды. Изменения, затрагивающие генетическую природу сорта, мутации ведут к образованию клонов сорта. Изменения, не затрагивающие геном, а также поражения вирусами, фитоплазменными заболеваниями, вредителями, паразитирующими в тканях растений, ведут к ухудшению качества растений. В статье изложены требования к изучению и отбору исходных растений для закладки маточных насаждений плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда и последующей их эксплуатации. Приведены рекомендации по организации производства супер-суперэлитного, суперэлитного, элитного посадочного материала и его первой репродукции в соответствии с Законами Республики Беларусь «О семеноводстве» и «О защите растений», нормативными документами Европейской организации по защите растений (ЕПРО), нормативными правовыми актами по вопросам осуществления государственного контроля в области семеноводства, карантина и защиты растений.

Ключевые слова: посадочный материал, исходные растения, классы и категории, сертифицированные насаждения.

Intensification of fruit growing requires the provision of fruit and berry gardens with healthy, high-quality planting material. In plantings of the same variety, both grafted and root-growing plants, always vary in a number of important indices: the growth force, the timing of entry into fruiting, the yield, the quality of the fruit, the ability to tolerate adverse environmental factors. Changes affecting the genetic nature of the variety and mutations lead to the formation of clones of the variety. Changes that do not affect the genome, as well as the viruses, phytoplasma diseases, and pests parasitizing the tissues of plants, lead to a deterioration in the quality of plants. The article outlines the requirements for studying and selecting initial plants for laying the mother plantations of fruit, berry, nut-bearing crops and grapes and their subsequent exploitation. We have presented recommendations on the organization of production of super-super elite, super-elite, and elite planting material and its first reproduction in accordance with the Laws of the Republic of Belarus «On Seed Production» and «On Plant Protection», regulatory documents of the European Plant Protection Organization (EPRO), and regulatory legal acts on issues of state control in the field of seed production, quarantine and plant protection.

Key words: planting material, source plants, classes and categories, certified plantations

Введение

Поддержание сортовой и клоновой чистоты требует многолетнего отбора исходных высокопродуктивных растений сорта или клона для последующего вегетативного размножения, проверки его на зараженность болезнями и вредителями, передающимися с посадочным материалом, проведения соответствующих оздоровительных мероприятий и мониторинга качества.

Отношения, складывающиеся в сфере производства, заготовки, реализации и использования посадочного материала, регулируются Законом Республики Беларусь от 2 мая 2013 г. «О семеноводстве» [1].

Республика Беларусь с 2003 г. является членом Европейской организации по защите растений (ЕПРО) и официально присоединилась к Конвенции о создании Организации защиты растительного мира Европы и Средиземноморья [2]. В республике организуется производство оздоровленного посадочного материала плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда, соответствующего классам А (virus free) и Б (virus tested) [3–7].

Основная часть

Изучение и отбор исходных растений. Работу проводят в плодоносящих насаждениях научно-исследовательских учреждений по плодоводству, высших сельскохозяйственных учебных заведениях, на государственных сортоиспытательных станциях и участках, а также в базовых плодопитомниках.

В зависимости от культуры исходные растения выделяют на основе их индивидуального изучения в течение двух–четырёх лет. Если сорт недостаточно размножен и многолетние данные индивидуальной оценки деревьев (кустов) отсутствуют, допускается выделение исходных растений на основе однолетних данных. В качестве исходных выделяют визуально здоровые, высокопродуктивные растения с типичными сортовыми признаками. Для апробации сортовой принадлежности, выявления визуальных симптомов вирусных и вирусоподобных заболеваний насаждения осматривают минимум 2 раза: весной, в период активной вегетации; в конце лета – при созревании плодов. К числу исходных относят также маточные корнесобственные деревья и кусты, выделенные в селекционных садах и ягодниках для передачи в Госу-

дарственное сортоиспытание. По результатам обследования составляют акт о выделении исходных растений. Исходные растения могут закупаться в других странах. Исходный материал, импортируемый из стран, не входящих в Европейскую организацию по защите растений, должен быть перепроверен с помолгической и фитосанитарной точек зрения заново.

Классы посадочного материала (семян). В Республике Беларусь посадочный материал подразделяется на 3 класса: класс А, класс Б, класс В.

Посадочный материал класса А (virus free, VF, безвирусный) является потомством высокопродуктивных растений сорта или клона. Растения класса А должны быть свободны от карантинных объектов, вирусных и вирусоподобных заболеваний в соответствии с СТБ 1601-1608–2006 [8-15].

Посадочный материал класса Б (virus tested, VT, тестированный на вирусы) является потомством высокопродуктивных растений сорта или клона. Растения класса Б свободны от карантинных объектов, наиболее вредоносных вирусных заболеваний и вирусоподобных заболеваний в соответствии с СТБ 1601-1608–2006.

Посадочный материал класса В (visually healthy, VH, визуально здоровый) является потомством высокопродуктивных растений сорта или клона. Растения класса В свободны от карантинных объектов и не имеют визуальных симптомов поражения вирусными и вирусоподобными заболеваниями в соответствии с СТБ 1601-1608–2006.

Категории посадочного материала (семян). В Республике Беларусь посадочный материал имеет следующие категории: оригинальный посадочный материал (семена); супер-суперэлита; суперэлита; элита; репродуцированный.

Оригинальный посадочный материал (семена): выделяется автором сорта (селекционером) или лицом им уполномоченным, получают размноженными прививкой (окулировкой) вегетативных органов (черенки, почки) лучшего, продуктивного, здорового, оригинального исходного растения.

Супер-суперэлита (Базовые растения, ССЭ, Nuclear stock): растения сортов и клоновые подвои, освобожденные от вирусов *in vitro* или выделенные в открытом грунте путем фитосанитарного отбора, согласно СТБ 1601-1607–2006, а также подвои семечковых культур, выращенные из семян. Категория ССЭ может быть только класса А.

Суперэлита (Маточные растения, СЭ, Propagation stock): сорта и клоновые подвои, выращенные из базовых растений класса А. Категория СЭ может быть только класса А.

Элита (Э, сертифицированный материал): сорта и клоновые подвои, выращенные из маточных растений категории суперэлита класса А или выделенные в открытом грунте из оригинальных семян путем фитосанитарного отбора согласно СТБ 1601-1607–2006 для класса Б.

Репродуцированный посадочный материал (семена): сорта и клоновые подвои, выращенные из растений категории элита класса А и Б или выделенные в открытом грунте из оригинальных семян путем фитосанитарного отбора согласно СТБ 1601-1607–2006 для класса В.

Закладка насаждений. Оригинальные насаждения закладываются размноженными прививкой (окулировкой) вегетативных органов (черенки, почки) лучшего, продуктивного, здорового, оригинального исходного растения класса В в течение трех регенераций. Закладываются в научно-исследовательских учреждениях по плодоводству, под патронажем автора сорта (селекционера) или лица им уполномоченного.

Базовые насаждения (ССЭ) закладываются посадочным материалом класса А в научно-исследовательских учреждениях по плодоводству. ССЭ насаждения содержатся в условиях, минимизирующих риск реинфицирования, в культуре *in vitro*, в защищенном и в открытом грунте.

Маточные насаждения (СЭ) закладываются посадочным материалом класса А. Закладываются в научно-исследовательских учреждениях по плодоводству, базовых питомниках. Содержатся в условиях, минимизирующих риск реинфицирования в открытом грунте.

Сертифицированные (Э) насаждения закладываются посадочным материалом классов А и Б. Закладываются в научно-исследовательских учреждениях по плодоводству, базовых питомниках. Содержатся в условиях, минимизирующих риск реинфицирования в открытом грунте.

Репродуцированные насаждения классов А, Б и В закладываются в научно-исследовательских учреждениях по плодоводству, высших сельскохозяйственных учебных заведениях, базовых питомниках.

При закладке насаждений для производства посадочного материала в открытом грунте должна соблюдаться пространственная изоляция. От несертифицированных насаждений того же вида при производстве посадочного материала классов А и Б маточно-черенковые насаждения сортов плодовых, орехоплодных культур и винограда должны располагаться не ближе 300 м, сортов ягодных кустарников – 200 м; отводковые маточники форм клоновых подвоев плодовых культур, сортов малины должны располагаться не ближе 100 м, земляники – 50 м. При закладке базовых насаждений в защищенном грунте и в лабораторных условиях пространственная изоляция не требуется. Перед закладкой базовых, маточных и сертифицированных насаждений и полей питомника почва участка, а также примыкающей территории в радиусе 100 м, проверяется на наличие карантинных объектов, некарантинных видов нематод – переносчиков вирусов. После осмотра участка для закладки насаждений и полей питомника и соответствия его вышеперечисленным требованиям составляется акт о выборе участка. Посадочный материал для закладки маточников и питомника должен соответствовать требованиям стандартов Республики Беларусь [8-15]. Закладку каждого насаждения актируют. Также актируют расширение площади маточника. На маточник заводят книгу маточных насаждений.

Эксплуатация насаждений. Продукцией оригинальных, базовых, маточных, сертифицированных и репродуцированных насаждений плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда является посадочный материал, подвои и черенки для получения посадочного материала, а также семена и черенки для получения подвоев и корнесобственных саженцев. Товарный урожай плодов и ягод в маточных насаждениях не выращивают.

Цветение в маточниках вегетативного размножения допускается на контрольных ветвях для апробации сортов (при отсутствии других достоверных способов помологической апробации) и первичной визуальной диагностики заболеваний (реверсия смородины, фитопlasма земляники).

Сортовую апробацию проводят в маточных насаждениях плодовых и ягодных культур до первого отделения черенков, отводков, усов и т. д. в соответствии с «Методическими указаниями по апробации маточных насаждений плодовых и ягодных культур» [16]. Все примеси и больные растения удаляют в присутствии апробатора. Результаты апробации и прочистки маточных насаждений актируются. В дальнейшем апробацию проводят один раз в три года. Каждая апробация актируется и отмечается в книге маточных насаждений с указанием выбракованных растений.

Фитосанитарную диагностику проводят во всех насаждениях плодовых и ягодных культур согласно существующим инструктивно-методическим материалам в области семеноводства, карантина и защиты растений [17–20].

Все больные растения удаляют в присутствии апробатора. Результаты фитосанитарной прочистки маточных насаждений актируются. При проведении работ по уходу за насаждениями должна быть организована защита от попадания инфекции при механических повреждениях. Обследования насаждений в питомниках и садах всех форм собственности проводят государственные инспектора по карантину и защите растений совместно с представителями учреждений всех форм собственности. При подготовке (выкопке) посадочного материала для реализации собственник или руководитель питомника вызывает государственного инспектора по карантину растений для досмотра продукции. Результаты досмотра оформляются актом карантинного досмотра. Технологии ведения базовых, маточных и сертифицированных насаждений должны основываться на регламентах производства посадочного материала плодовых и ягодных культур. Оригинальные, ССЭ, СЭ, Э и репродуцированные насаждения по истечению срока эксплуатации раскорчевывают. Срок эксплуатации элитного насаждения определяется по результатам фитосанитарной диагностики и продуктивности. При выявлении случаев вирусных инфекций (до 5 %), недопустимых для класса А или Б, инфицированные растения удаляются. При выявлении большего количества зараженных растений ликвидируется вся плантация.

Возвращение маточников на старое место может быть не ранее чем через 3 года.

Выращивание посадочного материала в питомнике. Перед закладкой питомника оформляют акт выбора участка. Во время окулировки в квартале (ряду) не допускается наличие других сортов этой же породы. Каждый сорт или клон окулируют по очереди. Такой же порядок соблюдают при проведении зимней прививки. Прививки каждого сорта укладывают в отдельные ящики, которые маркируют. Технология выращивания посадочного материала классов А, Б и В в питомнике основывается на регламентах производства посадочного материала плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда. Супер-

элитный и элитный посадочный материал можно выращивать также в защищенном грунте в соответствии с рекомендуемыми технологиями. В оптимальные сроки для каждой культуры проводят апробацию сортов, оформляя ее документально.

Приемка посадочного материала районированного сортимента на корню проводится специалистами Государственной инспекции по семеноводству, карантину и защите растений. При приемке на корню саженцев плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда необходимо проводить проверку документов, классифицирующих привойно-подвойный материал по классам, категориям, сортовым и посадочным качествам. Нерайонированные сорта плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда могут реализовываться населению. По ввозимым саженцам плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда контроль проводится по сопроводительным документам. Осмотр ввозимого материала проводится визуально по месту его разгрузки. На отпускаемый подвойный, привойный и посадочный материал из питомника выдается свидетельство на семена. Все организационно-технологические мероприятия, осуществляемые при выращивании посадочного материала, регистрируются в «Книге питомника».

Импортируемый посадочный материал должен соответствовать стандартам Республики Беларусь [21].

При реализации по количеству и качеству посадочный материал принимается в соответствии с «Положением о приемке товаров по количеству и качеству» [22]. Посадочный материал надлежащего качества в момент реализации и в последующем обмене и возврату не подлежит [23].

Заключение

Для реализации разработанной системы производства оздоровленного посадочного материала плодовых и ягодных культур целесообразно: перейти в республике на производство только сертифицированного посадочного материала классов А и Б; создать республиканский «Центр по оздоровлению плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда» в соответствии с требованиями Европейской организации по защите растений (ЕРРО); протестировать и оздоровить районированный и перспективный сортимент плодовых и ягодных культур и заложить в РУП «Институт пловодства» полные коллекции оздоровленных растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. О семеноводстве: Закон Республики Беларусь от 2 мая 2013 г. № 20-3 / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, Регистрационный номер 2/2018.
2. О присоединении Республики Беларусь к Конвенции о создании Организации защиты растительного мира Европы и Средиземноморья: Закон Республики Беларусь от 27 мая 2002 г. № 107-3. Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, Регистрационный номер 2/856.
3. Recommendations made by EPPO Council in 1990: general scheme for the production of certified pathogen-tested vegetatively propagated ornamental plants // *Bulletin OEPP/EPPO*. – 1991. – *Bulletin* 21. – 757 p.
4. Recommendations made by EPPO Council in 1981: certification of virus-tested fruit trees, scions and rootstocks // *EPPO Technical Documents*. – 1992. – No. 1013. – P. 42–43.
5. Certification schemes. Virus-free or virus-tested fruit trees and rootstocks. Part I. Basic scheme and its elaboration. OEPP/EPPO EPPO Standards PM 4/1(1) // *Bulletin OEPP/EPPO*. – 1992. – *Bulletin* 22. – P. 267–277.
6. Certification schemes. Nursery requirements - recommended requirements for establishments participating in certification of fruit or ornamental crops. OEPP/EPPO EPPO Standards PM 4/7(1) // *Bulletin OEPP/EPPO*. – 1993. – *Bulletin* 23. – P. 249–252.
7. Recommendations made by EPPO Council in 1992: scheme for the production of classified vegetatively propagated ornamental plants to satisfy health standards // *Bulletin OEPP/EPPO*. – 1993. – *Bulletin* 23. – P. 735–736.
8. Саженцы винограда. Технические условия: СТБ 1601-2006. – Введен 2006-05-01. – Минск: Госстандарт, 2006. – 8 с.
9. Саженцы семечковых, косточковых культур и ореха грецкого. Технические условия: СТБ 1602-2006. – Введен 2006-05-01. – Минск: Госстандарт, 2006. – 12 с.
10. Подвой плодовых культур и ореха грецкого. Технические условия: СТБ 1603-2006. – Введен 2006-05-01. – Минск: Госстандарт, 2006. – 10 с.
11. Черенки плодовых, ягодных культур, ореха грецкого и винограда. Технические условия: СТБ 1604-2006. – Введен 2006-05-01. – Минск: Госстандарт, 2006. – 9 с.
12. Саженцы малины, ежевики и шиповника. Технические условия: СТБ 1605-2006. – Введен 2006-05-01. – Минск: Госстандарт, 2006. – 7 с.
13. Саженцы смородины черной, красной, белой и крыжовника. Технические условия: СТБ 1606-2006. – Введен 2006-05-01. – Минск: Госстандарт, 2006. – 9 с.
14. Саженцы аронии, облепихи, жимолости, хеномелеса, актинидии, бузины и калины. Технические условия: СТБ 1607-2006. – Введен 2006-05-01. – Минск: Госстандарт, 2006. – 8 с.
15. Рассада земляники. Технические условия: СТБ 1608-2006. – Введен 2006-05-01. – Минск: Госстандарт, 2006. – 8 с.
16. Методические указания по апробации маточных насаждений плодовых и ягодных культур, РУП «Институт пловодства», 2015.

17. Международная конвенция по карантину и защите растений (МККЗР). Новый пересмотренный текст. Вступление в силу – 2 октября 2005 г. / Секретариат МККЗР, ФАО. – Рим, 1997 // International Plant Protection Convention (IPPC) / <https://www.ippc.int/ru/core-activities/governance/convention-text>.
18. Перечень особо опасных вредителей, болезней растений и сорняков. Утвержден Постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 22 августа 2006 г. № 48 «Об утверждении перечня особо опасных вредителей, болезней и сорняков». Изменения и дополнения: Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 27 июня 2011 г. № 45; Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 20 августа 2014 г. № 45 // <http://mshp.minsk.by/documents/plant/ed64499e895cfd76.html>.
19. Требования к сортовым и посевным качествам семян плодовых и ягодных сельскохозяйственных растений: утв. Постановлением Минсельхозпрода Респ. Беларусь 29.10.2015, № 37, с. 188-219.
20. Закон Республики Беларусь от 25 декабря 2005 г. № 77-З «О защите растений» // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, Регистрационный номер 2/1174. - Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, от 16.01.2006 г., № 6.
21. Инструкция о порядке выдачи разрешений на ввоз в Республику Беларусь и вывоз за ее пределы семян: утв. Постановлением Минсельхозпрода Респ. Беларусь 19.09.2006 № 61 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. - № 8/15089.
22. Положение о приемке товаров по количеству и качеству: утв. Советом Министров Респ. Беларусь 03.09.2008 № 1290 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. - № 146. - 5/22839.
23. О реализации Закона Республики Беларусь «О защите прав потребителей»: Постановление Совета Министров Респ. Беларусь 14.06.2002 № 778 (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь 14.01.2009 № 26) // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, Регистрационный номер 5/10637.

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ РАЙГРАСА МНОГОЛЕТНЕГО ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ И ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

М. И. БОЧАРОВА, Н. Н. БАТЕРУК

ННЦ «Институт земледелия НААН Украины»
пгт. Чабаны, Киевская область, Украина, 08162, e-mail: m_bocharova@ukr.net
(Поступила в редакцию 10.10.2017)

Райграсс пастбищный (Lolium perenne L.) является одним из основных компонентов травосмесей при закладке долговечных и краткосрочных пастбищ. Эта культура широко используется в странах с развитым животноводством: Голландии, Дании, Бельгии, Франции, Англии. Носители таких важных признаков, как зимо- и морозостойчивость, многолетняя продуктивность, семенная продуктивность, устойчивость к полеганию, а также к болезням могут быть выделены из мирового генетического многообразия. На 2016 г. в Реестр сортов растений Украины занесено 31 сорт, из них 14 сортов Украинской селекции. При анализе сортов отечественной селекции идеальных (пластичных) сортов которые отвечали бы всем требованиям кормопроизводства не выявлено. К основным недостаткам зарегистрированных сортов можно отнести следующие: низкая многолетняя продуктивность, быстрое понижение вегетативной продуктивности во втором и третьем укосах, низкая зимо- и морозостойчивость растений, склонность к полеганию, а также к болезням. Сообщаются результаты по изучению коллекционных образцов райграсса многолетнего (Lolium perenne L.) в условиях зоны Лесостепи Украины. Среди коллекционного материала, который подробно изучался по хозяйственно-ценным признакам, было выделено: 13 образцов, которые быстро отрастают, 10 образцов с высокой кустистостью, 26 образцов с высокой плотностью колоса, 18 образцов устойчивых к полеганию и 6 образцов с высокой зимо-морозостойкостью. Выделенные образцы будут использоваться как исходный материал при создании новых конкурентоспособных сортов райграсса.

Ключевые слова: коллекция, райграсс многолетний, образец, продуктивность, признак.

Pasture ryegrass (Lolium perenne L.) is one of the main components of grass mixtures when laying permanent and short-term pastures. This crop is widely used in countries with developed livestock breeding: Holland, Denmark, Belgium, France, the UK. Holders of such important signs as winter and frost resistance, long-term productivity, seed productivity, resistance to lodging, and also to diseases can be distinguished from the world genetic diversity. As of 2016, in the Register of Plant Varieties of Ukraine 31 varieties are listed, including 14 varieties of Ukrainian selection. When analyzing varieties of domestic selection, we have not found ideal (plastic) varieties that would meet all the requirements of forage production. The main shortcomings of registered varieties include the following: low long-term productivity, a rapid decrease in vegetative productivity in the second and third cuttings, low winter and frost resistance of plants, inclination to lodging, and diseases. We have presented results of research into the collection samples of perennial rye (Lolium perenne L.) in the forest-steppe zone of Ukraine. Among the collection material that has been studied in detail according to economically valuable traits, 13 samples have been selected that rapidly grow out, 10 samples with high bushiness, 26 samples with high density of ear, 18 samples resistant to lodging and 6 samples with high winter-frost resistance. The selected samples will be used as starting material for the creation of new competitive varieties of ryegrass.

Key words: collection, perennial ryegrass, sample, productivity, indicator.

Введение

Первым ученым который допустил возможности интродукции культурных растений считается Ч. Дарвин [1]. В своих трудах М. И. Вавилов [2–4] развил и обосновал интродукцию растений в книге «Центр возникновения культурных растений». Это является теоретической основой итродукции. В основу было положено эволюционное изучение и данные ботанической географии, выделение очагов начального видообразования и дальнейших этапов расселения культурных растений. Она состоит в следующем: в строгой дифференциации изучаемого растения на линеевские виды и генетические группы с помощью морфолого-систематического, гибридологического, цитологического, а также иммунологического анализов; в определении ареалов этих видов; в детальном определении состава ботанических разновидностей и рас каждого вида; в уточнении распределения наследственного многообразия форм данного вида по областям и странам; в установлении первичных и вторичных центров. Таким образом, открытие географических центров происхождения культурных растений стало теоретической основой интродукции, а также дало определение, какие культурные растения и их дикорастущие виды и где нужно собирать исходный материал. Использование генофонда культурных и дикорастущих растений в селекции злаковых кормовых культур имеет исключительно важное значение, поскольку это дает возможность выделять генотипы с нужными признаками. При этом создается новый исходный генетический материал, который должным образом используется в селекционных программах [5; 6; 7]. Начиная с 1975 г., в отделе селекции и семеноводства кормовых культур ННЦ «Институт земледелия НААН» проводятся селекционно-генетические исследования злаковых и бобовых культур, а также проводится изучение коллекционных образцов данных видов, в том числе райграсса многолетнего.

Основная часть

С целью изучения и оценки коллекционных образцов райграсса многолетнего, по комплексу признаков, в соответствии с нашими почвенно-климатическими условиями из ВИРа были получены 53 коллек-

ционных образца, а именно: из Англии – 9; из Дании – 19; из ФРГ – 12; из Польши – 13, а также в изучение было включены 4 образца, которые выделены нами в естественных условиях. Поскольку количество семян, по образцам, на первом этапе было очень ограничено, мы провели изолированное размножение с целью получения семян в достаточном количестве.

Следующий этап включал осенний посев образцов в гряду рассадника отбора разреженным способом, а весной, в период кущения растений, данные образцы отдельными растениями высаживались в коллекционный питомник отбора (63×45см.). Таким образом, одновременно закладывались два идентичных питомника отбора. Количество растений, по каждому образцу, составляло 50 шт. В одном питомнике проводилось изучение вегетативной продуктивности с растения, а также по укосам с проведением структурного анализа. Во втором питомнике проводилось изучение семенной продуктивности с растения, а также по укосам с проведением структурного анализа. В год закладки питомников учет не проводился, растения приживались, кустились, подкашивались и поддерживались в чистоте.

Оценка коллекционных образцов в полевых и лабораторных условиях проводилось согласно методическим указаниям по изучению мировых коллекций многолетних кормовых трав [8; 9; 10]. Изучение коллекционных образцов было начато в 2010 г., а закончилось в 2016 г. Исследования проводились в селекционном севообороте на полях ННЦ «Институт земледелия НААН». Погодные условия по температурному режиму и количеству выпавших осадков не существенно отличались от средних многолетних данных, что способствовало объективной оценке коллекционных образцов. Согласно методическим указаниям по изучению мировой коллекции многолетних кормовых трав, оценку имеющихся образцов проводили по хозяйственно-важным морфо-биологическим показателям вегетативной и семенной продуктивности.

В табл. 1 приведено распределение изучаемых коллекционных образцов райграса многолетнего по проявлению основных морфологических показателей кормовой и семенной продуктивности.

Таблица 1. Морфо-биологическая характеристика коллекционных образцов райграса многолетнего

Страна происхождения	Количество проанализированных образцов, шт.	Признаки											
		отрастание			кустистость			плотность колоса			куст (форма во время цветения)		
		медленное	среднее	быстрое	низкая	средняя	высокая	низкая	средняя	высокая	раскидистая	полу раскидистая	слегка раскидистая
Англия	9	6	2	1	4	5	–	1	3	5	2	4	3
Дания	19	8	6	5	5	11	3	3	9	7	6	6	7
ФРГ	12	3	6	3	4	5	3	2	4	6	3	5	4
Польша	13	3	6	4	4	5	4	4	5	4	2	8	3
Дикорастущие формы	4	4	–	–	4	–	–	–	–	4	2	1	1
с. Литвиновский (st)	1	–	1	–	–	1	–	–	1	–	1	–	–

Проявление признаков в изучаемых коллекционных образцах было разным. Так, по признаку *интенсивность отрастания растений* коллекционные образцы разделились следующим образом: быстрое отрастание наблюдалось в 13 образцах (23 %), среднее отрастание – в 20 образцах (35 %), медленное отрастание – в 24 образцов (42 %). Следует заметить, что образцы, в которых наблюдалось быстрое отрастание, за происхождением разместились следующим образом: Польша – 4 образца (30,8 %), Дания – 5 образцов (26,3 %), ФРГ – 3 образца (25,0 %), Англия – 1 образец (11,1 %). На протяжении всех лет изучения коллекционных образцов, особое внимание обращалось на признак *интенсивность отрастания* с целью изучения его влияния на период созревания семян, а также на динамику формирования вегетативной продуктивности. К основным признакам, влияющим на вегетативную и семенную продуктивность, можно отнести количество репродуктивных стеблей, которые формирует растение (кустистость растений).

По данному признаку высокую кустистость имели 10 образцов (17,0 %) среднюю кустистость – 26 образцов (46,0 %) низкую – 21 образец (37,0 %). Страны, образцы которых имели высокую кустистость, разместились следующим образом: Польша – 4 образца (30,8 %), ФРГ – 3 образца (25,0 %), Дания – 3 образца (15,8 %), Англия – образцы с высокой кустистостью не были выделены. Считается, что плотность колоса влияет на стойкость к осыпанию семян, а также на полегание растений. В наших исследованиях этот признак колебался в широких пределах от низкой к высокой плотности колоса. При этом каждая группа плотности колоса была представлена разным количеством образцов, а именно, высокую плотность колоса было отмечено в 26 образцов (46 %), среднюю – в 21 образце (37 %), низкую – в 10 об-

разцах (17 %). Оценивая образцы по данному признаку, значительный интерес могут представлять образцы с плотным колосом. Так, образцы с высокой плотностью колоса были выделены из следующих стран: Англия – 5 образцов (56 %), Дания – 7 образцов (37 %), ФРГ – 6 образцов (50 %), Польша – 4 образца (31 %). При изучении данного признака следует обратить внимание на образцы, которые имеют среднюю плотность колоса. Это связано с тем, что сорта украинской селекции, которые зарегистрированы на территории Украины, пастбищного и газонного типа использования имеют плотный колос, а сорта сенокосно-пастбищного типа использования – среднюю плотность колоса. В наших исследованиях, со средней плотностью колоса, таких образцов оказалось 21 шт. (36,8 %), а именно: из Англии – 3 шт. (33,3 %), из Дании – 9 шт. (47,4 %), из ФРГ – 4 шт. (33,3 %), из Польши – 5 шт. (38,5 %).

Также следует обратить внимание на форму растений при цветении, поскольку она непосредственно влияет на семенную и вегетативную продуктивность. По результатам проведенных исследований данные образцы распределились следующим образом: раскидистая – 15 шт. (26 %), полураскидистая – 24 шт. (42 %), слегка раскидистая – 18 шт. (32 %). При этом следует заметить, что образцы, в которых наблюдались раскидистые и полу раскидистые формы куста, были склонны к полеганию. Наиболее стойкими к полеганию растений оказались образцы, в которых форма куста была слегка раскидистая. По данному признаку такие коллекционные образцы были выделены из следующих стран: из Англии – 3 шт. (33 %), из Дании – 7 шт. (36,8 %), из ФРГ – 4 шт. (33,3 %), из Польши – 3 шт. (23,1 %).

Оценивая коллекционные образцы райграса многолетнего по вегетативной продуктивности, было установлено, что она колебалась в широких пределах как по укосам, так и по годам использования. Следует заметить, что образцы, происходившие из одной страны, существенно отличались по продуктивности кормовой массы. Это указывает на то, что в основу создания этих образцов, по-видимому, были взяты разные эколого-географические формы, а также отборы были проведены для различных типов использования (по высоте, кустистости, многолетней продуктивности). Поэтому для более детальной и всесторонней оценки коллекционных образцов по вегетативной продуктивности возникла необходимость разделить их по признаку, который в значительной степени стабильный и в сочетании с другими признаками будет отвечать этому распределению. По результатам анализа наиболее подходит распределение образцов по признаку *высота растений*: низкорослые, среднерослые, высокорослые (табл. 2).

Таблица 2. Оценка коллекционных образцов райграса многолетнего по вегетативной продуктивности с растения (кг/растения)

Название образцов	Количество изученных образцов, (шт.)	Годы изучения		
		I год	II год	III год
		min-max	min-max	min-max
Высокорослые (≥ 45 см)	19	1,3–2,8	1,0–1,9	0,2–0,7
Среднерослые (20–35см)	25	3,0–4,4	2,4–3,3	1,0–1,6
Низкорослые (≤ 15)	13	0,3–1,1	0,1–0,4	0,0–0,1
с. Литвиновский (st)	1	3,4	2,5	1,2

Также коллекционные образцы детально изучались по элементам структурного анализа вегетативной и семенной продуктивности. Основные итоги проведенной многолетней оценки излагаются в табл. 3.

Таблица 3. Оценка вегетативной продуктивности по элементам структурного анализа

№	Название образца	Количество изученных образцов, шт.	Оценка вегетативной продуктивности по элементам структурного анализа								
			I год			II год			III год		
			высота растений, см.	количество стеблей на растении, шт.	облиственность растений, %	высота растений, см.	количество стеблей на растении, шт.	облиственность растений, %	высота растений, см.	количество стеблей на растении, шт.	облиственность растений, %
1	Высокорослые	19	45–54	10–19	14–22	32–42	6–9	29–48	80–24	0–5	76–100
2	Среднерослые	25	20–35	26–42	32–41	18–26	22–36	35–55	15–20	7–18	54–62
3	Низкорослые	13	9–15	6–14	25–44	8–14	2–5	57–74	7–13	0–3	86–100
4	с. Литвиновский (st)	1	30	28	30	20	22	34	18	5	68

Низкорослые образцы были представлены 9 коллекционными образцами: из ФРГ – 1 образец (35773), из Дании – 5 образцов (36180, 36182, 36183, 36184, 36186), из Англии – 3 образца (37921, 38118, 38120), а также 4 образца дикорастущих форм. Данные образцы характеризовались как низкорослые 9–15 см, с низкой интенсивностью отрастания. У них с каждым следующим годом исследования наблюдалась тенденция к уменьшению количества репродуктивных стеблей на растение, вплоть до их отсутствия (в I год: 6–14 шт., во второй год: 2–5 шт., в третий год: 0–3 шт.). Уменьшение количества репродуктивных стеб-

лей способствовало повышению облиственности растений, которая в первый год составляла 25–44 %, во второй год – 57–74 %, а в третий год – 86–100 % (табл. 3). Листья по цвету светло-зеленые без опушения и размещались в прикорневой розетке. По размеру листовая пластина короткая и узкая. Колоски были короткими (5–8 см), количество колосочков в колосе было незначительным (4–7 шт.), при этом количество цветков в колосочке колебались от 4 к 6 шт. Данные соцветия можно охарактеризовать как короткие с низким количеством цветков в колоске и плотным их размещением на оси колоса. При этом следует заметить, что при созревании семян, колосочки не отклонялись от оси колоса. Данные образцы были стойкими к осыпанию семян, а также имели высокую обсемененность соцветий – завязываемость семян 66–74 %. Семена характеризовались как мелкие, удлиненной формы, без ости, светло-коричневого цвета, а масса 1000 семян колебалась от 0,6 к 1,1 г. Также для данных образцов характерным было незначительное количество семян из растения. Оценивая данные образцы по признаку *вегетативная продуктивность растения* следует отметить, что по всем элементам структурного анализа она была низкой. Также с каждым следующим годом изучения вегетативная продуктивность образцов стремительно снижалась: в первый год 0,3–1,1 кг, во второй – 0,1–0,4 кг, на третий – 0,0–0,1 кг/растение (табл. 2). Следует отметить, что 90–98 % продуктивности формировалось в первом и только 2–10 % – во втором укосах (табл. 2).

Высокорослые образцы (45–54 см) были представлены 19 номерами (табл. 2): из Англии – 1 образец (40261), из Дании – 3 образца (34834, 34835, 36199), из ФРГ – 5 образцов (39189, 40905, 40907, 40911, 40912), из Польши – 10 образцов (40270, 40298, 40299, 40300, 40301, 40302, 40303, 40304, 40305, 40306). Для этих образцов была характерна высокая интенсивность роста, а количество репродуктивных стеблей на растение было незначительным и составляло 10–19 шт. в первый год, 6–9 шт. во второй год, 0–5 шт. в третий год изучения (табл. 3). Таким образом, с каждым следующим годом изучения, количество репродуктивных стеблей стремительно понижалось, а на третий год наблюдались единичные стебли или их полное отсутствие. Это, безусловно, способствовало повышению облиственности растений: в первый год изучения 14–22 %, во второй год 29–48 %, в третий год 76–100 % (табл. 3). Исходя из представленных данных облиственность образцов, в первый год изучения, характеризовать как низкая. Высота поднятия листьев не превышала $\frac{1}{4}$ стебля, то есть находилась в прикорневой розетке. Листья зеленые без опушения достаточно большие (15–18 см в длину и 0,5–0,8 см в ширину).

Соцветия были длинными (15–20 см), количество колосочков в колосе было небольшое (5–8 шт.), при этом количество цветов в колосочке колебалось от 8 до 12 шт. Данные соцветия можно охарактеризовать как длинные, с большим количеством цветов в колосочке и редким их размещением на оси колоса. Обсемененность соцветий составляла 33–41 %, а масса 1000 семян колебалась от 1,8 к 2,4 г. При этом количество семян из растения у данных образцов, было значительно ниже, нежели в образцов, принадлежащих к группам высоко- и среднерослые.

При оценке данных образцов по признаку вегетативная продуктивность с растения за годы изучения, была определена следующая кормовая продуктивность: в первый год изучения 1,3–2,8 кг, во второй год – 1,0–1,9 кг, в третий год – 0,2–0,7 кг/растение. Исходя из полученных данных, можно утверждать о том, что у данных образцов с каждым следующим годом изучения наблюдалась тенденция снижения количества кормовой массы (в сравнении с первым годом), так за второй год изучения кормовая масса уменьшилась на 0,3–0,9 кг (23–32 %), а за третий год – на 1,1–2,1 кг (75–84 %). Следует заметить также, что в разрезе одного года изучения с каждым следующим укосом наблюдалась тенденция к уменьшению кормовой массы (от общей продуктивности, 1,3–2,8 кг/растения), а именно первый укос составлял 0,9–2,2 кг (69–79 %), второй укос – 0,3–0,4 кг (14–23 %), третий укос – 0,1–0,2 кг (7–8 %). Поэтому исходя из селекционной практики, у образцов со стремительным понижением продуктивности не целесообразно проводить отборы по данному признаку.

Среднерослые образцы (20–35 см) – наиболее численная группа, которая насчитывала 25 коллекционных номеров представленных из разных стран: из Англии – 5 образцов (36099, 38117, 38119, 38932, 40260), из Дании – 11 образцов (35340, 36181, 36195, 36200, 36345, 37282, 40265, 40266, 40267, 40268, 40269), из ФРГ – 6 образцов (35776, 40309, 40310, 40902, 40906, 40910), из Польши – 3 образца (40307, 40308, 40913). Оценивая данные образцы по структуре соцветий, а также по некоторым морфологическим признакам наблюдалось существенное колебание данных признаков. Поэтому с целью проведения всесторонней оценки и детального описания образцов возникла необходимость сгруппировать их по определенным признакам.

К первой группе было отнесено 6 коллекционных образцов которые были представлены из следующих стран, а именно: из Англии – 2 образца (38117, 38119), из Дании – 3 образца (35340, 36200, 37282),

из ФРГ – 1 образец (40310). Для этих образцов характерным был короткий колос (8–10 см) однако, количество колосочков в колосе было большим (13–14 шт.), а количество цветов в колосочке было низким (5–6 шт.). Колос характеризовался как короткий, выполненный с плотным размещением колосочков. Количество семян, которые завязались в соцветии (обсемененность соцветий) у них была высокая (65–68 %), однако масса 1000 семян была низкой, (1,1–1,3 г). Для данных образцов была характерная низкая выравненность растений при созревании семян (40–55 %), это приводило к растянутому периоду созревания семян. Наличие колосковой чешуи, существенно повышало устойчивость семян к осыпанию. Учитывая, что стебли были тонкие и в период завязывания семян были склонны к полеганию, это понижало их семенную продуктивность из растения. За вегетационный период данные образцы формировали вегетативную продуктивность в количестве 3,0–3,3 кг с растения, однако поукосное формирование данной продуктивности было неравномерным: 80 % – в первый укос и 20 % – во втором. При этом они формировали значительное количество тонких стеблей (35–42 шт.). Листовые пластинки были короткие и узкие, светло-зеленого цвета, а высота поднятия их на стебле составляла 0,5 высоты стебля. Облиственность образцов составляла 32–37 %.

Вторая группа была представлена 12 коллекционными образцами, а именно: из Англии – 3 образца (36099, 38932, 40260), из Дании – 5 образцов (36181, 36195, 36345, 40265, 40266), из ФРГ – 4 образца (40309, 40902, 40906, 40910). Оценивая данные образцы по структуре соцветий, следует отметить, что они оказались наиболее компактными (длина колосса 10–12 см., количество колосочков в колосе 10–12 шт., а количество цветков в колосочке составляла 7–8 шт.) с наибольшим количеством цветов на соцветии. По форме колоса можно охарактеризовать как ланцетно-линейные, выполненные с плотным размещением колосочков на оси колоса. Обсемененность соцветий составляла 54–62 %, а масса 1000 семян 1,4–1,5 г. Для данных образцов при созревании семян была характерна высокая выравненность растений по высоте, а также наблюдалось дружное созревание семян. Однако наличие короткой колосковой чешуи способствовало отклонению колосочков от оси колосса, а также их ломкость. Наличие этих признаков в образцах способствовало к значительным потерям семян за короткий период времени. Данные образцы формировали вегетативную продуктивность на уровне 3,4–3,8 кг на растение при этом, поукосно распределение продуктивности наблюдалось наиболее оптимальным: 55–60 % в первом и 40–45 % во втором укосах. Количество репродуктивных стеблей составляло 32–37 шт. Листовые пластинки характеризовались как длинные, узкие, зеленого цвета. Высота поднятия их на стебле достигала 0,5 высоты стебля, однако вылегание растений наблюдалось редко, а устойчивость образцов к полеганию характеризовалась как средняя или высокая. Облиственность образцов была средняя и составляла 36–40 %. Также была выделена еще одна группа в количестве 7 образцов: из Дании – 3 образца (40267, 40268, 40269), из ФРГ – 1 образец (35776), из Польши – 3 образца (40307, 40308, 40913). Для этих образцов была характерная длина колосса 13–16 см, количество колосочков в соцветии составляла 5–6 шт., а количество цветов в колосочке 9–10 шт. Таким образом, эти соцветия были длинными с незначительным количеством колосочков, а сам колос характеризовался как рыхлый. Количество семян, которые завязывались на соцветии (обсемененность соцветий) составляла 48–52 %, а масса 1000 семян 1,6–1,9 г. Для данных образцов было характерно растянутый период созревания соцветий. Кроме этого, у них колосковые чешуи были короткие и перекрывали незначительную часть колосочка ($\frac{1}{4}$ длины), что способствовало в период созревания семян отклонению колосочков от оси колоса, и при незначительном колебании ветра обламывались. Наличие данных признаков существенно снижало семенную продуктивность растений. Анализ образцов показал, что они формировали значительную вегетативную продуктивность (3,8–4,4 кг на растение), однако по укосам динамика формирования продуктивности происходила неравномерно: 65–75 % – в первом и 25–35 % – во втором укосах. При этом образцы формировали значительное количество репродуктивных стеблей (32–45 шт.) на растение. Листовые пластинки можно охарактеризовать как длинные и широкие, зеленого цвета. Высота поднятия листового слоя на стебле не превышала $\frac{1}{4}$ высоты стебля, то есть была размещена в прикорневой розетке. Облиственность образцов характеризовалась как средняя и составляла 34–41 %. При этом только единичные растения были склонны к полеганию, а в целом устойчивость образцов к полеганию характеризовалась как высокая.

Один из важных признаков, который существенно ограничивает использование коллекционных образцов райграса многолетнего в селекционных программах, – низкая зимо- и морозоустойчивость. Поэтому, на протяжении изучения по каждому образцу определялось количество выживших растений, а также динамика выпадения коллекционных образцов по годам. Так, на первый год изучения из травостоя выпали три коллекционных образца из Польши, остальные образцы выжили. Во втором году изучения

все образцы имели разную степень повреждения. Так, 17 образцов выпали из травостоя полностью (из Англии – 3 образца, из Дании – 4 образца, из ФРГ – 5 образцов, из Польши – 5 образцов). Существенное выпадение растений (до 75 %) наблюдалось в 14 образцах (из Дании – 3 образца, из ФРГ – 6 образцов, из Польши – 5 образцов). Частичное выпадение растений (до 25 %) наблюдалось в 23 образцах (из Англии – 6 образцов, из Дании – 12 образцов, из ФРГ – 1 образец, а также в 4 дикорастущих образцах выделенных нами в естественных условиях). Оценивая выпадение растений, на второй год использования, необходимо отметить, что в наибольшей степени были повреждены высокорослые образцы, не существенно – среднерослые и только низкорослые образцы были повреждены частично. Количество образцов, которые вошли в зиму, на третий год изучения, составляло 37 шт. Однако весной, в период отрастания растений, наблюдалось существенное повреждение данных образцов. Так 20 образцов выпали из травостоя полностью: из Англии – 2 образца, из Дании – 9 образцов, из ФРГ – 5 образцов, из Польши – 4 образца. Существенное выпадение растений наблюдалось в 11 образцах (из Англии – 3 образца, из Дании – 3 образца, из ФРГ – 2 образца, из Польши – 1 образец, а также в двух дикорастущих образцах). Частичное выпадение растений наблюдалось в 6 образцах, а именно: из Англии – 1 образец (38118), из Дании – 3 образца (36180, 36182, 36186), а также в двух (№1, №3) дикорастущих образцах.

Таким образом, на третий год изучения, из травостоя выпали все высокорослые образцы (7 шт.), а также часть среднерослых образцов (10 шт.) и три низкорослых образца; существенное повреждение было отмечено у среднерослых образцов (7 шт.) и 4 низкорослых образцов, и только 6 низкорослых образцов имели частичное повреждение. Следует заметить также и то, что 6 низкорослых образцов, которые выделались по признаку многолетность растений формировали минимальную вегетативную и семенную продуктивность.

Заключение

За период изучения коллекционных образцов райграса многолетнего по комплексу признаков не выделился ни один образец. Однако ряд образцов выделались по определенным признакам, а именно: быстрое отрастание – 13 образцов (Англия – 1, Дания – 5, ФРГ – 3, Польша – 4), с высокой кустистостью растений – 10 образцов (Дания – 3, ФРГ – 3, Польша – 4), с высокой плотностью колоса – 26 образцов (Англия – 5, Дания – 7, ФРГ – 6, Польша – 4, дикорастущие формы – 4), по стойкости к полеганию – 18 образцов (Англия – 3, Дания – 7, ФРГ – 4, Польша – 3, дикорастущие формы – 1).

Выделено 12 среднерослых образцов (из Англии – 3, из Дании – 5, из ФРГ – 3, из Польши – 4) с более компактным соцветием и высокой обсемененностью соцветий (54–62 %). Среди этой группы выделено образцы с высокой вегетативной продуктивностью с растения и наиболее оптимальным поукосным ее распределением (55–60 % – в первом и 40–45 % – во втором укосах). Выделено 6 низкорослых образцов (из Англии – 1, Дании – 3, а также 2 дикорастущих образца) с наиболее высокой зимо- и морозоустойчивостью растений, а также данные образцы выделались по признаку многолетность растений. При этом данные образцы характеризовались минимальной вегетативной и семенной продуктивностью с растения. Выделенные образцы будут использоваться в дальнейших опытах, как новый исходный материал, при создании многолетних высокопродуктивных форм генотипов райграса многолетнего.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дарвин, Ч. Происхождение видов / Ч. Дарвин. – 1937.
2. Вавилов, Н. И. Центры происхождения культурных растений: в XXVI т. / Н. И. Вавилов // Тр. по прикл. бот. ген. и сел. – 1926. – Т. XVI. – Вып. 2. 248 с.
3. Теоретические основы селекции растений: в 136 т. / под ред. Н. И. Вавилова. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1935. – Т. 1: Общая селекция / Н.И. Вавилов. – 1935. – С. 1–16.
4. Вавилов, Н. И. Учение о происхождении культурных растений после Дарвина / Н. В. Вавилов // Советская наука. – 1940. – № 2. – С. 12.
5. Физиологические основы селекции растений: в 2 т. / Г. В. Удовенко. – С - П.: ВИР, 1995. – Т. 2: Устойчивость растений к абиотическим стрессам. – С. 29–352.
6. Рябчун, В. К. Проблемы и перспективы сохранения генофонда растений в Украине / В. К. Рябчун, Р. Л. Богусловський. – Х., 2002. – 37 с.
7. Утеуш, Ю. А. Кормовые ресурсы флоры Украины (интродукция, биология, использование, основы выращивания, экономическая целесообразность внедрения в культуру) / Ю. А. Утеуш, М. Г. Лобас. – К.: Наук. Мысль, 1996. – С. 69–70.
8. Каталог мировой коллекции ВИР. Райграсс пастбищный и многоукосный / З.П. Шутова. – 1969. – В. 53. – С. 69–76.
9. Широкий Унифицированный классификатор СЭВ семейства Poaceae barnh. родов Phleum., Festuca L., Dactylis L., Lolium L. и вторых родов многолетних злаков. - СССР, Ленинград, 1985г. – 45 с.
10. Методические указания по изучению мировой коллекции многолетних кормовых трав / П.А. Лубенец [и др.] – М., 1971. – 24 с.

ВЛИЯНИЕ ПРИЁМОВ АГРОТЕХНИКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

А. М. ВЛАЩУК, Н. Н. ПРИЩЕПО, А. С. КОЛПАКОВА

Институт орошаемого земледелия НААН,
г. Херсон, Украина, 73483, e-mail: izz_nasinnmytstvo@ukr.net

(Поступила в редакцию 13.10.2017)

Для снижения себестоимости зерна кукурузы и повышения конкурентоспособности продукции особый интерес представляют научно-обоснованные агротехнические приемы, в том числе. сроки сева и густота стояния для гибридов кукурузы различных групп спелости. При правильном пространственном и количественном распределении растений на площади выращивания, улучшается фитосанитарное состояние посевов, водный, воздушный и питательный режим почвы; создаются благоприятные условия для увеличения продуктивности культуры. В природно-климатических условиях Южной Степи Украины на орошении возможно выращивание гибридов и сортов культуры всех групп спелости, имеющих ФАО от 150 до 700. Наличие орошения и длительный безморозный период позволяют ежегодно получать запланированное количество зерна и значительно снижают риск недобора урожая от засухи. Зерно, произведенное в южной степной зоне Украины, значительно дешевле, чем полученное в других регионах, так как требует меньших затрат на досушивание зерна. В статье освещены основные элементы технологии выращивания кукурузы. Результаты проведенных исследований относительно реакции гибридов кукурузы различных групп спелости на сроки сева и густоту стояния растений, свидетельствуют о том, что максимальную урожайность зерна кукурузы, в среднем за 2014–2016 гг. – 13,69 т/га сформировал среднеспелый гибрид Каховский при втором сроке сева и густоте стояния 70 тыс. шт./га. Наиболее благоприятные условия для формирования урожайности зерна гибридов кукурузы различных групп спелости создаются при посеве в III декаду апреля. Установлено, что при всех сроках сева для раннеспелого гибрида Тендра оптимальной является густота 90 тыс. шт./га, для среднераннего Скадовский – 90 тыс. шт./га.

Ключевые слова: кукуруза, орошение, гибриды, сроки сева, густота стояния, урожайность.

To reduce the prime cost of corn grain and increase the competitiveness of products, scientific-based agrotechnical methods are of particular interest, including sowing time and density of planting for maize hybrids of various ripeness groups. With the correct spatial and quantitative distribution of plants on the growing area, the phytosanitary state of crops, the water, air and nutrient regime of the soil is improved; favorable conditions are created for increasing the crop productivity. In the natural and climatic conditions of the Southern Steppe of Ukraine and with irrigation, it is possible to cultivate hybrids and varieties of all ripeness groups with FAO from 150 to 700. The presence of irrigation and a prolonged frost-free period allow us to receive annually the planned amount of grain and significantly reduce the risk of crop shortage from drought. Grain produced in the southern steppe zone of Ukraine is much cheaper than that obtained in other regions, since it requires less expenditure on grain drying. The article highlights the main elements of the technology of growing corn. The results of research into the reaction of maize hybrids of different ripeness groups to the sowing time and plant density indicate that the maximum yield of corn grain, on average during 2014–2016 – 13.69 t/ha – was produced by the mid-ripening hybrid Kakhovskii at the second planting term and with planting density of 70 thousand pieces/ha. The most favorable conditions for the formation of grain yield of maize hybrids of various ripeness groups are created during sowing in the third ten-day period of April. We have established that for all sowing times for the early Tendra hybrid, the optimal density is 90,000 pieces/ha, for the medium-early Skadovskii – 90,000 pieces/ha.

Key words: corn, irrigation, hybrids, sowing time, density of planting, yield.

Введение

На современном этапе аграрного производства кукуруза является одной из наиболее высокопродуктивных зерновых, обладает повышенной экономической конкурентоспособностью [4].

Выращивание культуры на орошаемых землях Южной Степи Украины сводится в основном к двум биотипам – среднеспелым и среднепоздним, что не всегда экономически оправдано из-за огромных затрат материально-технических ресурсов на досушивание зерна. Поэтому актуальным является проведение исследований по выращиванию раннеспелых и среднеранних гибридов с целью определения наиболее адаптированных форм [8–9].

Важным аспектом использования в производстве гибридов кукурузы различных групп спелости является определение и применение оптимальных параметров технологии выращивания. В комплексе агротехнических мероприятий, влияющих на экономический эффект выращивания гибридов кукурузы различных групп спелости, важное место принадлежит срокам сева и густоте стояния растений с применением орошения [5]. Многие ученые рекомендуют, как оптимальный, срок сева – III декаду апреля. Однако в условиях изменения климата созданы более холодостойкие гибриды, которые можно высевать как в относительно ранние – для получения кондиционного зерна, так и поздние сроки – для получения органической продукции без применения гербицидов. Разрабатывая интенсивную технологию выращивания культуры, важно правильно подобрать сроки сева гибридов кукурузы различных групп спелости. Имеет смысл обратить внимание на изучение как относительно ранних, так и поздних периодов проведения посевной кампании [6–7].

Густота стояния растений занимает важное место в комплексе агротехнических приемов, способствующих формированию высокой производительности зерна гибридов кукурузы. Важно определить оптимальную густоту стояния, которая изменяется в зависимости от биотипа гибрида и погодноклиматических условий. Отклонение от оптимальных параметров как в сторону загущения, так и в сторону уменьшения густоты стояния, грозит значительным недобором, а иногда и потерей урожая [1–2].

Целью наших исследований было определить урожайность зерна гибридов кукурузы различных групп спелости в зависимости от срока сева и густоты стояния растений в условиях орошения Южной Степи Украины.

Основная часть

Опыт закладывали на протяжении 2014–2016 гг. в Институте орошаемого земледелия НААН Украины в условиях орошения. Почва – темно-каштановая, типичная для южной степной зоны Украины. Исследования проводили в четырехкратной повторности с размещением участков методом рендомизации. В трукторном полевом опыте изучали: фактор А (сроки сева) – II декада апреля, III декада апреля, и I декада мая; фактор В (гибриды кукурузы различных групп спелости) – раннеспелый Тендра – ФАО 190; среднеранний Скадовский – ФАО 290; среднеспелый Каховский – ФАО 380; фактор С (густота стояния растений) – 70, 80, 90 тыс. шт./га (табл. 1).

Таблица 1. Схема стационарного полевого опыта

Фактор А, срок сева	Фактор В, гибрид	Фактор С, густота стояния, тыс. шт./га		
		70	80	90
II декада апреля	Тендра, раннеспелый (ФАО 190)	70	80	90
	Скадовский, среднеранний (ФАО 290)	70	80	90
	Каховский, среднеспелый (ФАО 380)	70	80	90
III декада апреля	Тендра, раннеспелый (ФАО 190)	–	–	–
	Скадовский, среднеранний (ФАО 290)	–	–	–
	Каховский, среднеспелый (ФАО 380)	–	–	–
I декада мая	Тендра, раннеспелый (ФАО 190)	–	–	–
	Скадовский, среднеранний (ФАО 290)	–	–	–
	Каховский, среднеспелый (ФАО 380)	–	–	–

Планирование и проведение исследований проводили согласно общепринятых методик проведения полевого опыта. При разработке схемы опыта выдерживался принцип единственного различия, а также диапазон градаций факторов, который позволяет определить оптимальные параметры действия каждого из факторов [3]. Исследованиями установлено, что на продуктивность кукурузы влияли все факторы опыта. Урожайность зерна исследуемых гибридов кукурузы, в среднем за 2014–2016 гг., находилась в пределах 9,98–13,69 т/га (табл. 2). Табличные данные свидетельствуют, что максимальный урожай зерна кукурузы, в среднем за три года исследований, по фактору А – 11,77 т/га был получен при посеве в III декаду апреля. Среди гибридов (фактор В) наилучшие показатели были у гибрида Каховский – его урожайность составила, в среднем 12,70 т/га. По фактору С, максимальную среднюю урожайность зерна кукурузы – 11,57 т/га было получено при густоте стояния 80 тыс. шт./га. Максимальная урожайность в условиях орошения – 13,69 т/га, в среднем за три года исследований, сформировал среднеспелый гибрид Каховский при посеве в III декаду апреля и густоте стояния 70 тыс. шт./га. Наибольшая урожайность для гибрида Тендра – 10,96 т/га, в среднем за 2014–2016 гг., была получена при посеве в III декаду апреля и густоте стояния 90 тыс. шт./га. При данной густоте стояния растений у гибрида Тендра получен наиболее высокий урожай зерна на всех сроках сева. При более поздних сроках сева несколько снизилась урожайность гибрида (фактор А), что поясняется группой спелости и соответственно более коротким периодом вегетации растений. Максимальное значение урожайности гибрида среднеранней группы Скадовский составило 11,92 т/г при посеве в III декаду апреля и густоте стояния 90 тыс. шт./га. При этой густоте был получен наибольший урожай зерна при каждом сроке сева. По фактору В урожайность гибрида Скадовский, в среднем за три года проведения исследований, составила 11,25 т/га, т. е. была выше, чем у гибрида Тендра, но ниже, чем у гибрида Каховский, что также поясняется группой спелости гибрида. Выше приведенные данные иллюстрируют графики, представленные на рис. 1, 2 и 3, на которых в зависимости от исследуемых факторов можно проследить формирование урожайности зерна культуры. По результатам исследований за 2014–2016 гг. установлено, что посев в III декаду апреля, в среднем, позволяет получить наивысшую урожайность зерна кукурузы – 11,77 т/га (рис. 1).

Таблица 2. Урожайность зерна гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева и густоты стояния растений

Фактор А, срок сева	Фактор В, гибрид	Фактор С, густота стояния, тыс. шт./га	Урожайность, т/га, среднее за 2014–2016 гг.			
			Среднее 2014–2016 гг.	по фактору А	по фактору В	по фактору С
II декада апреля	Тендра	70	10,23	11,30	10,46	11,38
		80	10,51			11,57
		90	10,64			11,46
	Скадовский	70	11,16		11,25	
		80	11,34			
		90	11,45			
	Каховский	70	12,20		12,70	
		80	12,36			
		90	11,78			
III декада апреля	Тендра	70	10,16	11,77		
		80	10,67			
		90	10,96			
	Скадовский	70	11,38			
		80	11,80			
		90	11,92			
	Каховский	70	13,69			
		80	13,35			
		90	12,02			
I декада тра- вня	Тендра	70	9,98	11,34		
		80	10,42			
		90	10,59			
	Скадовский	70	10,26			
		80	10,75			
		90	11,20			
	Каховский	70	13,39			
		80	12,95			
		90	12,54			
Оценка существенности частных различий						
НСР ₀₅ , т/га	A =		0,09			
	B =		0,06			
	C =		0,08			
Оценка существенности средних (главных) эффектов						
НСР ₀₅ , т/га	A =		0,03			
	B =		0,02			
	C =		0,03			

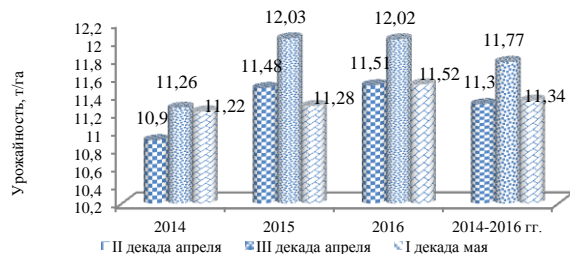


Рис. 1. Урожайность зерна гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева, среднее 2014–2016 гг.

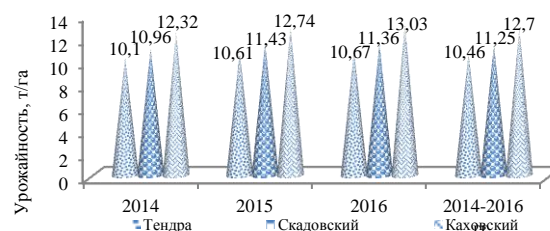


Рис. 2. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от гибридного состава, среднее 2014–2016 гг.

При посеве во II декаду апреля и в I декаду мая урожайность имела тенденцию к снижению – 11,30 та 11,34 т/га. Данная закономерность прослеживалась на протяжении всего периода исследований. Средняя урожайность зерна у гибрида Каховский составила 12,70 т/га, у гибрида Скадовский – 11,25 т/га, а наименьшее значение данного показателя было установлено у гибрида Тендра – 10,46 т/га, что поясняется биологическими особенностями группы спелости гибрида. Подобная тенденция наблюдалась отдельно за каждый год проведения исследований (рис. 2). Густота стояния растений влияла на урожайность зерна гибридов кукурузы. В среднем, за 2014–2016 гг. исследований самая высокая средняя урожайность – 11,57 т/га сформировалась при густоте стояния 80 тыс. шт./га. При изреживании, либо загущении посевов показатель урожайности имел тенденцию к снижению (рис. 3).

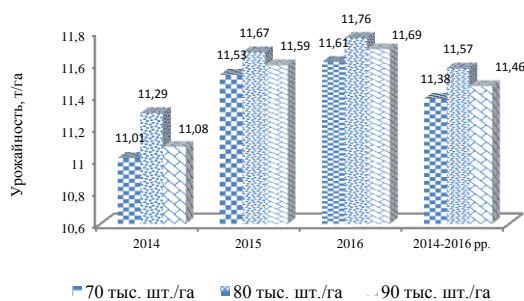


Рис. 3. Урожайность зерна гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, среднее 2014–2016 гг.

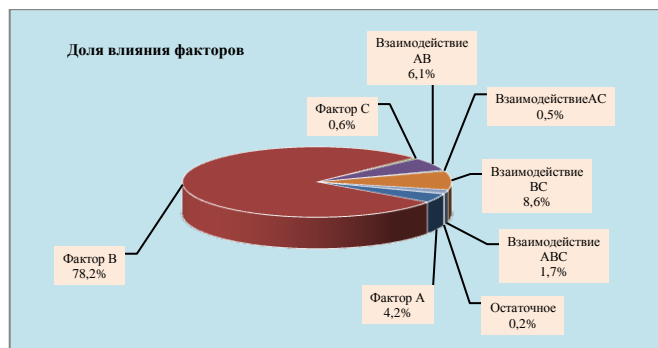


Рис. 4. Доля влияния исследуемых факторов на урожайность зерна кукурузы, среднее 2014–2016 гг.

По результатам дисперсионного анализа установлено, что фактор В (гибрид) максимально влиял на формирование продуктивности культуры, доля его влияния в среднем за три года исследований составила 78,2 %. Срок сева (фактор А) и густота стояния (фактор С) имели значительно меньшее влияние на формирование урожая зерна кукурузы, доля их влияния составила соответственно 4,2 % и 0,6% (рис. 4).

Заключение

Согласно результатам, проведенных в 2014–2016 гг. исследований, установлено, что на формирование урожайности влияли все факторы опыта в большей или меньшей степени.

Так, по фактору А (срок сева) максимальная средняя урожайность – 11,77 т/га получена при посеве в III декаде апреля.

Наиболее благоприятные условия для формирования урожая зерна образовались на посевах гибрида Каховский, который показал самую высокую среднюю урожайность по фактору В (гибрид) – 12,7 т/га.

По фактору С (густота стояния) наибольшую урожайность, в среднем за 2014–2016 гг. – 11,57 т/га получили при густоте стояния растений – 80 тыс. шт./га.

Максимальную урожайность зерна кукурузы в среднем за 2014–2016 гг. – 13,69 т/га сформировал среднеспелый гибрид Каховский при втором сроке сева и густоте стояния 70 тыс. шт./га. Установлено, что при всех сроках сева для раннеспелого гибрида Тендра и среднераннего Скадовский оптимальным является использование в производстве густоты стояния 90 тыс. шт./га.

Определено, что гибрид Каховский необходимо высевать в относительно ранний срок для получения сухого зерна, а гибриды Тендра и Скадовский – в относительно поздний срок для получения органической продукции без применения гербицидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агротехнологічні особливості вирощування озимих та ярих культур у посушливих умовах Південного Степу: Науково-методичні рекомендації.
2. Влашук, А. Н. Выращивание новых гибридов кукурузы в засушливых условиях юга Украины на орошении / А. Н. Влашук, А. С. Колпакова, Е. П. Конашук [и др.] // Борьба с засухой и урожай: международная научно-практическая интернет-конференция, посвященная 120-летию со дня рождения К. Г. Шульмейстера, 15 мая 2015 г.: тезисы докладов Волгоград, 2015. – С. 189-197.
3. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, М. П. Малярчук [та ін.]. – Херсон : Гринь Д. С., 2014. – 268 с.
4. Надь Янош Кукурудза / Янош Надь. – Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2012. – 580 с.
5. Наукові основи насінництва кукурудзи на зрошуваних землях півдня України: монографія / Ю. О. Лавриненко, С. В. Ковківін, В. Г. Найдюнов, І. В. Михаленко. – Херсон: Айлант, 2007. – 256 с.
6. Пашенко Ю. М. Агрокліматичний потенціал зони Степу, добір гібридів і оптимізація їх структури за групами стиглості / Ю. М. Пашенко // Бюлетень Інституту зернового господарства. – 2007. – № 30. – С. 44-51.
7. Пашенко, Ю. М. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи / Ю. М. Пашенко, В. М. Борисов, О. Ю. Шишкіна. – Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2009. – 224 с.
8. Скоростиглі гібриди як фактор енерго- і ресурсозбереження у виробництві зерна кукурудзи / Б. В. Дзюбецький, В. С. Рибка, В. Ю. Черчель [та ін.]. // Таврійський науковий вісник. – 2006. – № 53. – С. 27-35.
9. Циков, В. С. Технология, гибриды, семена (советы кукурузоводу) / В. С. Циков. – Днепропетровск: Институт кукурузы, 1995. – 68 с.

ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ЗОНЕ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

А. В. КОХАН, Л. Д. ГЛУЩЕНКО, Р. В. ОЛЕПИР, Л. С. ЕРЕМКО

Полтавская государственная сельскохозяйственная опытная станция им. Н. И. Вавилова

Института свиноводства и АПК НААН Украины,
г. Полтава, Украина, 36029, e-mail: ds.vavilova@ukr.net

(Поступила в редакцию 13.10.2017)

Представлены результаты исследований по изучению влияния основной обработки почвы, внесения органических, минеральных удобрений, их влияние на продуктивность кукурузы в зоне недостаточного увлажнения Левобережной Лесостепи Украины. Установлено, что вспашка обеспечивает наиболее благоприятные условия для роста, развития и формирования продуктивности у растений кукурузы в сравнении с безотвальной и поверхностной обработками почвы. При выращивании кукурузы на силос в системе удобрений наиболее эффективным является внесение побочной продукции кукурузы в комплексе с минеральными удобрениями в дозе $N_{80}P_{45}K_{45}$. Данная система удобрений позволяет повысить урожайность зеленой массы кукурузы до 43,6 т/га на фоне вспашки, до 41,5 т/га и 41,2 т/га на фоне безотвальной и поверхностной обработок почвы. Для повышения зерновой продуктивности кукурузы целесообразно вносить $N_{30}P_{45}K_{45}$ на фоне органических удобрений (навоз), что при проведении вспашки обеспечивает формирование урожайности на уровне 5,69 т/га, безотвальной обработки почвы – 6,01 т/га, поверхностной – 5,90 т/га. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{80}P_{45}K_{45}$ на фоне заделки соломы пшеницы озимой является наиболее эффективным при проведении безотвальной вспашки. Данный агроприем позволяет получить 5,59 т зерна кукурузы с 1 га.

Ключевые слова: кукуруза, продуктивность, зеленая масса, зерно, способы основной обработки почвы, минеральные удобрения, органические удобрения.

We have presented results of research into the influence of the main soil cultivation and application of organic and mineral fertilizers on maize productivity in the zone of insufficient moisture in the left-bank forest-steppe of Ukraine. We have established that plowing provides the most favorable conditions for growth, development and productivity formation in maize plants in comparison with chiseling and surface tillage. When maize is cultivated for silage in the fertilization system, the most effective is the introduction of corn by-products in combination with mineral fertilizers in a dose of $N_{80}P_{45}K_{45}$. This fertilizer system makes it possible to increase the yield of green mass of corn to 43.6 t / ha on the background of plowing, to 41.5 t / ha and 41.2 t / ha on the background of chiseling and surface tillage. In order to increase the grain yield of corn, it is advisable to apply $N_{30}P_{45}K_{45}$ on the background of organic fertilizers (manure), which during plowing provides yield formation at 5.69 t / ha, chiseling – 6.01 t / ha, surface tillage – 5.90 t / ha. Application of mineral fertilizers in a dose of $N_{80}P_{45}K_{45}$ on the background of winter wheat straw burying is the most effective with non-moldboard plowing. This agro-technical method allows you to get 5.59 tons of corn grain from 1 hectare.

Key words: corn, productivity, green mass, grain, methods of the main soil cultivation, mineral fertilizers, organic fertilizers.

Введение

Стабилизация и дальнейшее увеличение производства конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции остается одной из приоритетных задач агропромышленного комплекса Украины.

Стратегической отраслью экономики государства, определяющей объемы, предложения и стоимость основных видов продовольствия для населения, продуктов переработки и продукции животноводства, является зерновой сектор. Зерно – один из ведущих экспортных товаров отечественных аграрных предприятий. Именно поэтому конкурентоспособность зерновой продукции определяет конкурентоспособность Украины на мировом аграрном рынке.

В решении данного вопроса значительное место принадлежит кукурузе, как одному из самых продуктивных злаковых культур универсального назначения [1]. В балансе производства зерна Украины кукуруза составляет 40–50 %. [2]. Ее зерно используется на продовольственные (20 %), фуражные (60–65 %) и технические (15–20 %) цели. Из него изготавливают более 150 пищевых и технических продуктов: муку, крупу, хлопья, крахмал, сироп, глюкозу, спирт, пищевое масло. Стержни початков используются в производстве фурфурола, лигнина, ксиллозы, целлюлозы и бумаги.

Зерно кукурузы является ценным кормом для животных. Килограмм его содержит 1,34 к. ед., 78 г переваримого протеина. В состав сухого вещества входит 65–70 % углеводов, 9–12 % белка, 4–8 % растительного масла (в зародыше до 40 %), около 2 % клетчатки, витамины А, В1, В2, В6, Е, С, незаменимые аминокислоты, минеральные соли и микроэлементы [3].

Высокой питательностью характеризуются початки и стебли кукурузы. Они сохраняют кормовую ценность даже в фазе полной спелости зерна и используются для изготовления силоса, а также скармливаются в сухом измельченном состоянии [4]. Кукуруза имеет важное значение в зеленом конвейере, обеспечивая животноводство зеленой массой, богатой углеводами и каротином [3]. В промышленности зерно этой культуры используется для изготовления около 3500 основных и побочных изделий. В по-

следнее время кукуруза становится одной из главных культур для переработки на этанол [4]. Основной задачей в решении вопроса повышения уровня реализации биологического потенциала продуктивности кукурузы является усовершенствование технологий выращивания гибридов, характеризующихся повышенной адаптивностью к неблагоприятным абиотическим факторам зоны возделывания [1].

Основная часть

Для зоны недостаточного увлажнения в создании благоприятных условий накопления запасов продуктивной влаги в осенне–зимний период, поглощения растениями питательных веществ из удобрений важное значение имеет основная обработка почвы [5].

В связи с тем, что корневая система кукурузы развивается равномерно во всех направлениях и локализуется преимущественно в слое почвы 30–60 см, она хорошо реагирует на глубину обработки почвы. Результаты многолетних исследований, проведенных в разных почвенно-климатических зонах Украины и за рубежом, свидетельствуют о положительном влиянии глубокой основной обработки почвы на рост, развитие растений и формирование продуктивности культуры. Результаты изучения реакции растений на уменьшение глубины основной обработки почвы до 10–14 см говорят о возможности минимализации обработки почвы, хотя систематическое использование такого приема менее эффективно, чем чередование глубокого и различных мелких рыхлений. В связи с противоречивым отношением различных исследователей к тому или иному способу обработки возникает необходимость в продолжении исследований в данном направлении, чтобы определить наиболее эффективный способ основной обработки почвы в технологии возделывания культуры, который обеспечит оптимальное агрофизическое состояние почвы, водный и питательный режимы, фитосанитарное состояние и будет способствовать формированию максимальной урожайности зерна [6].

Одним из важнейших факторов, влияющих на рост и развитие растений кукурузы, является минеральное питание. Вместе с фотосинтезом оно составляет единый процесс обмена веществ между растением и средой [1]. Она требовательна к наличию в почве доступных форм питательных веществ, что обуславливается длительным периодом вегетации и способностью растений усваивать питательные вещества до созревания урожая [7]. Установлено, что активное потребление кукурузой азота и калия начинается в фазе 9–10 листьев и заканчивается при достижении зерном восковой спелости. Так же растения особо чувствительны к наличию фосфора с фазы 9–10 листьев – появления метелки до полной спелости зерна. Активация фосфорного обмена увеличивает поглощение нитратов, а следовательно, и их транспорт. В результате повышается степень утилизации продуктов восстановления нитратов и образования органических соединений. Калий оптимизирует водный режим, улучшает усвоение соединений азота, синтез белков, повышает устойчивость кукурузы к стеблевой гнили и другим болезням, обеспечивает озерненность початков вследствие оттока углеводов из листьев, стеблей [9].

Для улучшения условий питательного режима наряду с минеральными широко используются органические удобрения. Они не только повышают обеспеченность растений питательными элементами, но также способствуют накоплению органического вещества в почве, росту устойчивости против эрозии, предупреждают избыточное переуплотнение пахотного горизонта [9]. Внесение удобрений позволяет экономнее использовать воду для образования биомассы растений, обуславливая тем самым получение большего урожая зерна и силосной массы кукурузы [7].

В последнее время в сельскохозяйственной практике широко используется нетоварная часть урожая (солома зерновых, измельченные стебли кукурузы или подсолнечника) как альтернативный заменитель органического вещества, попадающего с навозом [10].

Исследования проводились на опытном поле Полтавской ГСХОС им. Н.И. Вавилова ИС и АПВ на протяжении 2013–2015 гг. Цель работы заключалась в изучении влияния основной обработки почвы, органических и минеральных удобрений на продуктивность кукурузы. Схема опыта включала 3 способа основной обработки почвы: вспашку плугом ПН-3-35 на глубину 20–27 см, безотвальную обработку почвы стойкой СиБиМе на глубину 20–22 см, поверхностную обработку почвы дисковой бороной АГ-2,4 на глубину 12–14 см. При выращивании кукурузы на силос изучали последствие навоза, который вносили под предшественник в дозе 30 т/га, внесение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{45}K_{45}$ на фоне последствие навоза, соломы пшеницы озимой, внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{45}K_{45}$ на фоне последствие соломы пшеницы озимой, внесение стеблей кукурузы в дозе 4 т/га и минерального азота в дозе 40 кг/га действующего вещества, внесение стеблей кукурузы в дозе 4 т/га, и минеральных удоб-

рений в дозе N₆₀P₄₅K₄₅. На контрольном варианте удобрения не вносились. При выращивании кукурузы на зерно изучали следующие варианты удобрения: без внесения удобрений (контроль), внесение навоза в дозе 30 т/га, внесение навоза в дозе 30 т/га и минеральных удобрений в дозе N₃₀P₄₅K₄₅, соломы пшеницы озимой в дозе 5 т/га и 50 кг/га действующего вещества азота, соломы пшеницы озимой в дозе 5 т/га и минеральных удобрений в дозе N₈₀P₄₅K₄₅. Учетная площадь делянок составляла 100 м². Повторность опыта трехкратная. Исследования проводили согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова [7]. Почва опытной делянки чернозем типичный среднегумусный тяжелосуглинистый. В пахотном горизонте содержится 4,9–5,2 % гумуса, 120–127 мг легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой); 100,0–131,0 мг подвижного фосфора (по Чирикову); 171,0–200,0 мг/кг почвы обменного калия (по Масловой), кислотность близкая к нейтральной. Плотность почвы – 1,05–1,17 г/см³, общая пористость – 55,5–59,8, полевая влагоемкость – 29,7–31,5 %. Вегетационный период кукурузы 2013 г. характеризовался недостаточным и неустойчивым увлажнением почвы, повышенными среднесуточными температурами воздуха. Количество осадков составило 206,2 мм при среднем многолетнем значении – 260,3 мм, а среднесуточная температура воздуха превышала многолетние показатели на 2,1 °С.

Первая половина вегетационного периода кукурузы 2014 г. проходила при достаточной влагообеспеченности почвы и среднесуточной температуре воздуха в мае и июне +19,6 и +18,9 °С. ГТК в мае и июне составил 1,31 и 1,82 при норме 0,93 и 1,12. Погодные условия, сложившиеся в июле и августе были неблагоприятными для реализации биологического потенциала продуктивности кукурузы. Среднесуточная температура воздуха превышала норму на 1,0 и 2,1 °С, при этом количества осадков было меньше от нормы на 27,0 и 11,2 мм соответственно. Следует отметить, что преимущественная часть выпавших осадков была малоэффективной, то есть их количество не превышало 10,0 мм.

Таблица 1. Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от основной обработки почвы и системы удобрения, т/га

Варианты удобрения	Урожайность зеленой массы, т/га			Среднее за 2013–2015 гг.
	2013	2014	2015	
<i>Вспашка на глубину 25–27 см</i>				
Без удобрений (контроль)	32,6	46,7	27,4	35,6
Последствие навоза	31,9	52,5	31,9	38,8
Последствие навоза +N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	39,2	56,8	29,7	41,9
Последствие соломы озимой пшеницы	36,8	52,2	34,5	41,2
Последствие соломы озимой пшеницы + N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	37,9	53,8	32,9	41,5
Стебли кукурузы на зерно 4 т/га + N ₄₀	35,9	54,2	33,2	41,1
Стебли кукурузы на зерно 4 т/га +N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	38,4	57,3	35,1	43,6
<i>Безотвальная обработка почвы на глубину 20–22 см</i>				
Без удобрений (контроль)	29,3	44,8	25,1	33,1
Последствие навоза	29,9	51,9	29,6	37,1
Последствие навоза +N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	35,7	54,3	28,9	39,6
Последствие соломы озимой пшеницы	33,4	51,9	29,0	38,1
Последствие соломы озимой пшеницы + N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	34,9	54,8	32,7	40,8
Стебли кукурузы на зерно 4 т/га + N ₄₀	34,1	52,2	33,7	40,0
Стебли кукурузы на зерно 4 т/га +N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	35,8	55,5	33,3	41,5
<i>Поверхностная обработка почвы на глубину 12–14 см</i>				
Без удобрений (контроль)	28,1	41,9	28,6	32,9
Последствие навоза	27,9	52,1	33,8	37,9
Последствие навоза +N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	32,8	53,1	32,9	39,6
Последствие соломы озимой пшеницы	32,1	50,8	29,2	37,4
Последствие соломы озимой пшеницы + N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	33,8	51,1	32,2	39,0
Стебли кукурузы на зерно 4 т/га + N ₄₀	32,9	52,0	32,4	39,1
Стебли кукурузы на зерно 4 т/га +N ₆₀ P ₄₅ K ₄₅	33,7	53,8	36,2	41,2

Начальный рост и развитие кукурузы в 2015 г. проходил в условиях постепенного нарастания среднесуточной температуры воздуха и достаточного увлажнения почвы. В мае выпало 43,2 мм осадков, что на 2,3 мм меньше среднемноголетних показателей, а в июне их количество было больше нормы на 29,5 мм. Среднесуточная температура воздуха в мае составила +16 °С, в июне – +21,2 °С. Формирование генеративных органов, цветение и налив зерна кукурузы проходило в условиях повышенного температурного режима и недостаточной влагообеспеченности. Количество осадков в июле было меньше среднемноголетних показателей на 27,6 мм, в августе выпало лишь 9,0 мм при норме 42,7 мм. Критерием эффективности раз-

работанных агротехнических приемов выращивания сельскохозяйственных культур считается урожаем [5]. В среднем за годы исследований по всех системах удобрения наиболее благоприятные условия нарастания надземной биомассы кукурузы создавались по вспашке. На фоне безотвальной и поверхностной обработках почвы урожайность зеленой массы кукурузы уменьшалась на 0,7–2,5, и 0,9–3,8 т/га.

Внесение органических удобрений и их последствие оказывало положительный эффект на ростовые процессы, а применение минеральных удобрений усиливало их действие. Так, по всем способам обработки почвы наибольшую прибавку урожая зеленой массы (8,0–8,4 т/га), по сравнению с контролем, обеспечивало внесение $N_{60}P_{45}K_{45}$ на фоне заделки побочной продукции предшественника – кукурузы на зерно. При проведении вспашки и поверхностной обработки почвы на фоне внесения минеральных удобрений последствие навоза имело большее влияние на продуктивность кукурузы, чем последствие соломы пшеницы озимой. На делянках, где проводили безотвальную обработку почвы, урожайность зеленой массы кукурузы была выше на варианте с минеральными удобрениями на фоне последствие соломы пшеницы озимой на 1,2 т/га, по сравнению с вариантом последствие навоза. В среднем за 3 года проведения исследований урожайность зерна кукурузы на вариантах с проведением вспашки составила 4,61–5,69 т/га, безотвальной обработки почвы – 4,57–6,01 т/га, поверхностной – 4,45–5,90 т/га. Внесение навоза, соломы пшеницы озимой и минеральных удобрений значительно улучшало условия формирования продуктивности кукурузы, о чем свидетельствует увеличение урожайности зерна на 0,57–1,08 т/га при вспашке, на 0,47–1,44 т/га при безотвальной обработке почвы и на 0,56–1,45 т/га при проведении поверхностной обработки почвы.

Таблица 2. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от основной обработки почвы и системы удобрения, т/га

Варианты удобрения	Урожайность зерна, т/га			Среднее за 2013–2015 гг.
	2013	2014	2015	
<i>Вспашка на глубину 25–27 см</i>				
Без удобрений (контроль)	5,26	2,95	5,62	4,61
Навоз 30т/га	5,57	3,04	6,93	5,18
Навоз 30т/га + $N_{30}P_{45}K_{45}$	6,70	3,24	7,14	5,69
Солома озимой пшеницы 5 т/га + N_{50}	6,03	3,08	6,92	5,34
Солома озимой пшеницы 5 т/га + $N_{80}P_{45}K_{45}$	6,39	3,21	7,00	5,53
<i>Безотвальная обработка почвы на глубину 20–22 см</i>				
Без удобрений (контроль)	5,15	2,83	5,72	4,57
Навоз 30т/га	5,66	2,91	6,55	5,04
Навоз 30т/га + $N_{30}P_{45}K_{45}$	6,90	3,32	7,80	6,01
Солома озимой пшеницы 5 т/га + N_{50}	5,97	2,99	6,43	5,13
Солома озимой пшеницы 5 т/га + $N_{80}P_{45}K_{45}$	6,49	3,13	7,16	5,59
<i>Поверхностная обработка почвы на глубину 12–14 см</i>				
Без удобрений (контроль)	4,94	2,88	5,54	4,45
Навоз 30т/га	5,44	2,97	6,63	5,01
Навоз 30т/га + $N_{30}P_{45}K_{45}$	6,51	3,39	7,79	5,90
Солома озимой пшеницы 5 т/га + N_{50}	5,77	3,18	6,86	5,27
Солома озимой пшеницы 5 т/га + $N_{80}P_{45}K_{45}$	6,09	3,27	7,14	5,50

На неудобренном фоне значения данного показателя составляли 4,61; 4,57 и 4,45 т/га соответственно. Наибольшая прибавка урожайности зерна кукурузы была получена при внесении $N_{30}P_{45}K_{45}$ на фоне внесения навоза. При проведении вспашки она составила 1,08 т/га, безотвальной обработки почвы – 1,44 т/га, поверхностной обработки почвы – 1,45 т/га по сравнению с вариантами без внесения удобрений. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{80}P_{45}K_{45}$ на фоне заделки соломы пшеницы озимой было наиболее эффективным при проведении безотвальной обработки почвы. Урожайность зерна в данном варианте была на уровне 5,59 т/га. При проведении вспашки и поверхностной обработки почвы значения данного показателя составляли 5,53 и 5,50 т/га.

Закключение

В условиях недостаточного увлажнения Левобережной Лесостепи Украины вспашка обеспечивает более благоприятные условия для роста развития растений, формирования продуктивности кукурузы по сравнению с безотвальной и поверхностной обработками почвы, за счет накопления запасов продуктивной влаги в осенне–зимний период, улучшения поглощения растениями питательных веществ. Внесение органических и минеральных удобрений имеет положительное влияние на формирование продуктивности кукурузы. При выращивании кукурузы на силос в системе удобрений наиболее эффективным являет-

ся внесення побочної продукції кукурузи і мінеральних добрив в дозу $N_{80}P_{45}K_{45}$. Данна система добрив дозволяє підвищити урожайність зеленої маси кукурузи до 43,6 т/га на фоні вспашки, до 41,5 т/га і 41,2 т/га на фоні безотвальної і поверхнової обробки ґрунту.

Для підвищення зернової продуктивності кукурузи на фоні добрива навозом цілеспрямовано вносять $N_{30}P_{45}K_{45}$, що при проведенні вспашки забезпечує формування урожайності на рівні 5,69 т/га, безотвальної обробки ґрунту – 6,01 т/га і поверхнової – 5,90 т/га. Заделка соломи пшениці озимої з наступним внесенням мінеральних добрив в дозу $N_{80}P_{45}K_{45}$ є найбільш ефективною агроприемом при проведенні безотвальної обробки ґрунту. Даний агроприем дозволяє отримати 5,59 т зерна кукурузи з 1 га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гож, О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та регуляторів росту на зрошуваних землях Півдня України: дис. ... кандидата с.г. наук: 06.01.09. / О. А. Гож. – Херсон, 2016. – 175 с.
2. Карпенко, О. Кукурудза в Україні: тактика повільного наступу / О. Карпенко [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://infoindustria.com.ua/kukurudza-v-ukrayini-taktika-povilnogo-zrostannya/>. – Дата доступу: 15.09.2017.
3. Хатько, А. Технологія вирощування кукурудзи на зерно в умовах Лісостепу / А. Хатько [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://miragro.com/tehnolog-ya-viroshchuvannya-kukurudzi-na-zerno-v-umovakh-l-sostepu.html> – Дата доступу: 25.09.2017.
4. Солян, М. Я. Технологічні заходи вирощування гібридів кукурудзи в умовах західного Лісостепу: дис. ... кандидата с.г. наук: 06.01.09. / М. Я. Солян. – Тернопіль, 2009. – 168 с.
5. Крамарьов, С. М. Продуктивність кукурудзи в сівознах коротких ротаций із соєю в умовах північного Степу України / С. М. Крамарьов, С. Ф. Артеменко // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2016. – № 4 (42). – С. 68–71.
6. Циліурік, О. І. Ефективність мінімальної обробки ґрунту під кукурудзу в умовах північного Степу України / О. І. Циліурік // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2016. – № 2. – С. 5–9.
7. Пашенко, Ю. М. Теоретичне і практичне обґрунтування концепції ресурсозбереження в технології вирощування кукурудзи в Степу України: дис. ... доктора с.г. наук: 06.01.09. / Ю. М. Пашенко. – Дніпропетровськ, 2008. – 367 с.
8. Амарова, А. Г. Физиолого-биохимические процессы в растениях / А. Г. Амарова // Междунар. журнал экспериментального образования. – 2013. – № 11-2. – С. 78–80.
9. Климчук, О. В. Перспективні напрямки вирощування кукурудзи для використання на енергетичні потреби / О. В. Климчук, О. П. Скорук // Збірник наукових праць ВНАУ Серія: Економічні науки. – 2011. – №1 (48). – С. 67–73.
10. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агроєкосистем (Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва) / За ред. Ю. О. Тараріко. – К.: Аграрна наука, 2004. – 126 с.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

ОТБОР ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ЛьНА МАСЛИЧНОГО В ГИБРИДНОЙ ПОПУЛЯЦИИ F₂

Е. Л. АНДРОНИК, Е. В. ИВАНОВА

РУП «Иститут льна»

д. Устье, Оршанский район, Витебская область, Беларусь, 211003

(Поступила в редакцию 14.10.2017)

Анализ литературных источников выявил увеличение роли многомерного анализа данных в различных областях научных исследований. В статье приведены результаты использования многомерного анализа при оценке гибридного материала льна масличного по элементам продуктивности (высота растений, техническая длина, длина соцветия, количество коробочек на растении, количество семян на растении, количество семян в коробочке, масса 100 семян, содержание масла в семенах). Селекционно-технологический цикл анализа расщепляющейся популяций F₂ позволил, используя метод k-средних и разбивку на 4 кластера, отобрать 14,2 % лучших по признакам продуктивности растений, освобождаясь при этом от неперспективного материала, и в дальнейшем работать с малыми объемами популяций гибридов льна масличного. Установлено, что генетически обусловленным признаком в наших исследованиях является признак «количество коробочек на растении» (H²=51 %), кроме того, этот признак обладает высоким коэффициентом вариации (29,71 %), а также корреляции (r=0,95) с признаком «количество семян на растении», наиболее четко распределяющим гибридные формы с минимальной, средней и максимальной продуктивностью в различные кластеры, что делает отбор по нему будет наиболее эффективным.

Ключевые слова: лен масличный, гибриды, продуктивность, морфологический анализ, кластерный анализ, коэффициент наследуемости, интенсивность отбора.

The analysis of literature sources revealed the increasing role of multidimensional data analysis in various areas of scientific research. The article presents results of the use of multidimensional analysis in assessing the hybrid material of oil flax according to productivity elements (plant height, technical length, inflorescence length, the number of boxes on the plant, the number of seeds on the plant, the number of seeds in the box, the weight of 100 seeds, the content of oil in seeds). The selective-technological cycle of analysis of the split F₂ population allowed us to select 14.2 % of the best plants according to productivity indicators, using the method of k-mean and a breakdown into 4 clusters, and so getting rid of unpromising material, and further to work with small volumes of populations of oil flax hybrids. We have established that the indicator of «the number of boxes on the plant» (H² = 51%) is a genetically determined indicator in our studies, in addition, this feature has a high coefficient of variation (29.71%), as well as correlation (r = 0.95) with the indicator «the number of seeds on the plant,» which most clearly distributes hybrid forms with minimal, medium and maximum productivity in different clusters, making selection according to this indicator the most effective one.

Key words: oil flax, hybrids, productivity, morphological analysis, cluster analysis, coefficient of heritability, intensity of selection.

Введение

Создание и изучение новых сортов сельскохозяйственных культур требует широкого использования современных компьютерных информационных технологий. В селекции накоплен большой материал по изучению растений, но работа с ним имеет свои особенности. При решении большинства селекционных задач приходится иметь дело с многомерными совокупностями [1]. Нередко исследователи проверяют сотни и тысячи сортообразцов, чтобы найти те, которые имеют ценные признаки и будут полезны для селекции [4].

Анализ многомерных выборок проводится с использованием методов многомерного статистического анализа: анализа главных компонент, факторного, кластерного, таксономического, множественного и пошагового регрессионного, канонического, дискриминантного и других. Довольно широко эти статистические методы используются для анализа признаков у плодовых и ягодных культур [3], кормовых [6], овощных [8]. Кластерный анализ используется при изучении генетического родства [11]; установлении изменчивости хозяйственно-полезных признаков сортов растений под воздействием разнообразных условий среды [11]; при изучении связи элементов продуктивности с морозоустойчивостью у озимых зерновых культур [7]; дифференциации, идентификации, создании баз данных сортов сельскохозяйственных культур, на молекулярно-генетическом уровне [10]. Однако сведения литературных источников по применению многомерного анализа в селекции льна не многочисленны [2]. Поэтому благодаря бурному развитию в области вычислительных средств разработка и внедрение в практику селекционных исследований по льну масличному новых методов анализа информации является на сегодняшний день важной задачей [9].

Основная часть

Исследования проводили в гибридном питомнике F₂. Анализировали следующие показатели: в полевых условиях – устойчивость к полеганию и болезням, выравненность образцов (по высоте, срокам зацветания, созревания); в лабораторных условиях – проводили учет высоты растений, технической длины, длины соцветия, количества коробочек на растении, количества семян на растении, количества семян в коробочке, массы 100 семян, содержания масла в семенах (в пределах комбинации скрещивания). Размах

варьирования у гибридных форм по высоте растений составил 28 см, технической длине – 27 см, длине соцветия – 25 см, количеству коробочек на растении – 42 шт., количеству семян на растении – 388 шт., количеству семян в коробочке – 5 шт., массе 100 семян – 0,49 г, содержание масла по комбинациям скрещиваний варьировало в пределах 36,7–43,7 %.

Кластерный анализ выполнялся в модуле Cluster Analysis программы Statistica 6,0 методом k-средних (k – means clustering) в несколько приемов с разбиением всех полученных в результате отбора в полевых условиях гибридных растений сперва на 2 (2К), затем на 3 (3К) и 4 (4К) кластера. Коэффициент наследуемости в широком смысле рассчитывали путем отношения генотипической вариации к общей фенотипической.

Основной задачей являлось распределение гибридов льна масличного на группы (кластеры) по изучаемым признакам так, чтобы средние в них максимально возможно отличались друг от друга. Принимая во внимание результаты дисперсионного анализа, амплитуды (и уровни значимости) F-статистики (табл. 1), отметим, что, независимо от числа кластеров, полученные группы гибридов не различались по технической длине и содержанию масла. Признаки «количество семян на растении» и «количество коробочек на растении» являются главными при решении вопроса о распределении гибридов льна масличного на кластеры. Как второстепенные, но не менее важные, признаки программа выделяет «высоту растений» и «длину соцветия».

Таблица 1. Результаты дисперсионного анализа при кластеризации

Признак	на 2 кластера				на 3 кластера				на 4 кластера			
	SS	MS	F-статистика	Значимость (p)	SS	MS	F-статистика	Значимость (p)	SS	MS	F-статистика	Значимость (p)
Высота растений	806,7	4840,3	31,3	0,00	1079,5	4567,5	22,1	0,00	1123	4524,1	15,4	0,00
Техническая длина	76,8	9289,8	1,6	0,21	90,2	9276,4	0,9	0,40	125,7	9241	0,8	0,47
Длина соцветия	355,3	3862,6	17,3	0,00	607,4	3610,4	15,7	0,00	832,6	3385,3	15,3	0,00
Количество коробочек на растении	5629,9	4962,5	213,3	0,00	8018	2574,4	291,2	0,00	8490,2	2102,2	250,4	0,00
Количество семян на растении	463616,6	307338,3	283,6	0,00	616130,6	154824,2	372,1	0,00	654219,8	116735,1	347,5	0,00
Количество семян в коробочке	6,4	104,8	11,5	0,00	4,9	106,3	4,3	0,01	7,2	104,1	4,3	0,01
Масса 100 семян	0,0	1,1	8,2	0,00	0,1	1,0	11,5	0,00	0,1	1,0	7,2	0,00
Содержание масла	8,0	794,8	1,9	0,17	12,8	789,9	1,5	0,22	13,4	789,4	1,1	0,37

При делении на 2 кластера по средней величине признаков продуктивности лучшим оказался кластер 2К-1 (табл. 2), в котором концентрировались 86 растений. Гибриды кластера 2К-1 имели среднее количество семян на растении – 258,06 (что больше, чем у гибридов 2К-2 на 62,5 %), среднее количество коробочек на растении – 31,2 шт. (больше на 53,7 %). Однако гибридные формы лучшего по продуктивности кластера оказались более высокорослыми (в среднем на 4 см) за счет удлиненного соцветия.

Таблица 2. Описательные статистики в разрезе 2-х кластеров

Признак	Средние значения и стандартное отклонение	
	Кластер 2К-1 (86 гибридов)	Кластер 2К-2 (104 гибрида)
Высота растений, см	69,92±4,51	65,78±5,50
Техническая длина, см	44,27±5,25	42,99±8,21
Длина соцветия, см	25,65±3,34	22,90±5,32
Количество коробочек на растении, шт.	31,19±5,26	20,25±5,04
Количество семян на растении, шт.	258,06±45,81	158,82±35,38
Количество семян в коробочке, шт.	8,29±0,58	7,92±0,86
Масса 100 семян, г	0,70±0,07	0,73±0,08
Содержание масла, %	40,20±1,82	40,61±2,23

При кластеризации гибридного материала на 3 кластера выделился кластер 3К-1 из 35 гибридных форм, у которого среднее количество семян с растения (298,5 шт.) оказалось на 15,7 % выше (табл. 3), чем среднее значение этого признака в кластере 2К-1. Превосходство среднего значения кластера 3К-1 над средними значениями кластеров 3К-2 и 3К-3 по признаку «количество семян с растения» составило 39,03 % и 118,9 % соответственно; по признаку «количество коробочек на растении» – 34,6 % и 105,6 %. Средние значения высоты растений и длины соцветия в случае деления на 3 кластера незначительно возросли на 0,6 см и 1,0 см соответственно.

Таблица 3. **Описательные статистики в разрезе 3-х кластеров**

Признак	Средние значения и стандартное отклонение		
	Кластер 3К-1 (35 гибридов)	Кластер 3К-2 (91 гибрида)	Кластер 3К-3 (64 гибрида)
Высота растений, см	70,51±4,43	68,82±4,65	64,42±5,57
Техническая длина, см	43,89±4,07	44,12±8,34	42,61±6,24
Длина соцветия, см	26,63±2,71	24,84±5,43	21,81±3,34
Количество коробочек на растении, шт.	35,83±4,94	26,59±3,26	17,41±3,54
Количество семян на растении, шт.	298,51±45,73	214,69±21,57	136,33±25,77
Количество семян в коробочке, шт.	8,34±0,61	8,13±0,74	7,89±0,84
Масса 100 семян, г	0,69±0,08	0,71±0,07	0,75±0,08
Содержание масла, %	40,17±1,80	40,27±1,96	40,79±2,31

При делении на 4 кластера выделен кластер 4К-3 из 27 гибридов льна масличного (табл. 4) со средним количеством семян на растении – 309,2 шт. и коробочек на растении – 37 шт. Как и в предыдущем случае, в сравнении с лучшим кластером 3К-1, незначительно увеличилось среднее значение высоты растений (на 0,5 см). Среднее значение длины соцветия осталось на прежнем уровне. В результате получено 27 гибридных растений, или 14,2 % от общего числа популяции. В этой связи дальнейшее разбиение гибридных форм на кластеры не имеет смысла. Из 27 выделенных в результате кластерного анализа генотипов еще 9 было отбраковано по высоте растений. В результате для воспроизводства поколения F₃ льна масличного будут использованы семена 18-ти высокопродуктивных гибридных растений, или 9,47 % от исходного числа гибридных форм (190 шт.).

Таблица 4. **Описательные статистики в разрезе 4-х кластеров**

Признак	Средние значения и стандартное отклонение			
	Кластер 4К-1 (78 гибридов)	Кластер 4К-2 (52 гибрида)	Кластер 4К-3 (27 гибридов)	Кластер 4К-4 (33 гибрида)
Высота растений, см	68,79±4,38	67,10±5,82	71,04±4,67	63,06±4,85
Техническая длина, см	43,10±7,35	44,46±8,42	44,56±3,95	42,45±5,76
Длина соцветия, см	25,69±5,41	22,87±3,29	26,48±2,59	20,61±3,56
Количество коробочек на растении, шт.	28,00±3,00	21,21±3,11	37,00±4,95	15,21±2,96
Количество семян на растении, шт.	226,68±20,83	170,29±17,30	309,22±47,03	115,91±18,17
Количество семян в коробочке, шт.	8,14±0,71	8,11±0,78	8,37±0,62	7,70±0,87
Масса 100 семян, г	0,71±0,06	0,73±0,07	0,69±0,08	0,77±0,09
Содержание масла, %	40,31±1,86	40,57±2,29	39,98±1,85	40,85±2,29

Мерой доли генотипически обусловленной изменчивости в общем фенотипическом варьировании служит коэффициент наследуемости в широком смысле. Поэтому он был нами рассчитан по каждому изучаемому признаку, за исключением признака «содержания масла». Считается, что если $H^2 > 0,5$ (50 %), то признак обусловлен генетически. Кроме этого были рассчитаны коэффициенты вариации (Cv) и корреляции (r_{xy}) по изучаемым признакам (Г. Ф. Лакин, 1990).

В результате изучения корреляционных взаимосвязей гибридов F₂ установлено, что различия в количестве коробочек на растении – на 42 % объясняются различиями в длине соцветия. Отмечена достоверная отрицательная корреляция средней степени технической длины с длиной соцветия ($r = -0,46$) и массой 100 семян ($r = -0,44$). С увеличением высоты растений происходит незначительное уменьшение массы 100 семян ($r = -0,38$), а с увеличением длины соцветия – увеличение количества семян на растении ($r = 0,61$). Наличие значимой высокой корреляционной зависимости количества семян на растении с количеством коробочек на растении ($r = 0,95$) делает отбор гибридов льна масличного в полевых условиях по последнему признаку наиболее эффективным. Вычисленные значения коэффициентов наследуемости свидетельствуют о том, что изменчивость высоты и технической длины растений, длины соцветия, числа семян с растения, массы 100 семян и количества семян в коробочке изучаемой популяции гибридов льна масличного в большей степени обусловлена условиями внешней среды (от 55 % до 97 %), чем наследственными различиями (3–45 %). Невысокую долю генетической изменчивости этих признаков можно связать с небольшим количеством учетных растений. Увеличению эффективности отбора этих признаков будет способствовать оптимизация условий выращивания.

Несмотря на то, что повышать надежность идентификации желательных генотипов по их фенотипам при селекции на урожайность особенно трудно в виду низкой наследуемости, обусловленной конкурентоспособностью и различиями генотипов по периоду вегетации, генетически обусловленным признаком в наших исследованиях можно считать признак «количество коробочек на растении» ($H^2 = 51$ %). Кроме того, этот признак обладает высоким коэффициентом вариации (29,71 %), что свидетельствует о высокой возможности его улучшения путем индивидуального отбора.

Заключение

Так как отбор элитных растений льна масличного в поколении F_2 по количественным признакам, в том числе и продуктивности, сложен и редко эффективен из-за высокого уровня гетерозиготности, сложности компонентного состава генетической вариации (доминирование, эпистаз, аддитивность, внутривидовая конкуренция, взаимодействие «генотип – среда»), первоначальный отбор следует проводить в поле: глазомерно, по хорошо видимым коррелирующим признакам (высоте, форме соцветия, растрескиваемости, продолжительности вегетационного периода и т. д.) с последующим анализом отобранных растений в лабораторных условиях.

Селекционно-технологический цикл анализа расщепляющейся популяций F_2 (отбор по фенотипу в полевых условиях, морфологический и статистический анализы, кластеризация полученных данных) позволил, используя метод k -средних и разбику на 4 кластера с последующей доработкой гибридов, отобрать 9,47 % лучших по признакам продуктивности генотипов для воспроизводства поколения F_3 , имеет селекционное значение и представляется нам достаточно интересным и многообещающим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андроник, Е. Л. Создание базы данных «Коллекция льна» / Е. Л. Андроник, Е. В. Иванова // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі; прилож. Молодежь в науке – 2007: в 4-х ч. / Национальная академия наук Беларуси, Совет молодых ученых НАН Беларуси. – Минск : Белорусская наука, 2008. – Ч. 4 : Серия аграрных наук. – С. 166–169.
2. Брач, Н. Б. Факторный анализ доноров хозяйственно ценных признаков из коллекции льна ВИР / Н. Б. Брач, Е. А. Пороховинова, И. Я. Шаров // Современные проблемы льноводства на Северо-Западе Российской Федерации: сб. материалов науч.-практ. конф. – Псков, 2000. – С. 29–30.
3. Использование компьютерных технологий при подборе родительских форм у плодовых культур [Электронный ресурс] / Виноградарство и виноделие в Краснодарском крае: сайт веб. лаборатории Кубанского Государственного аграрного университета // А. В. Исачкин. – Режим доступа: www.vitis.ru/pdf/is37.pdf. – Дата доступа: 05.01.2012.
4. Мартынов, С. П. Биометрические подходы к оптимизации селекционного процесса / С. П. Мартынов // Молекулярная и прикладная генетика: сб. науч. тр. / Институт генетики и цитологии НАН Беларуси. – Минск, 2009. – Т.9. – С. 49–60.
5. Мартынов, С. П. Кластерный анализ саратовских сортов яровой пшеницы по коэффициентам родства / С. П. Мартынов // Цитология и генетика-23. – 1989. – № 4. – С. 37–43.
6. Мельничук, А. Д. Определение генетической разнородности сортов картофеля и подбор родительских пар для гибридизации по результатам факторного анализа / А. Д. Мельничук // Картофелеводство. – Минск, 2000. – Вып. 10. – С. 63–73.
7. Перуанский, Ю. В. Кластеризация по элементам продуктивности перспективных форм озимой пшеницы различной морозостойкости / Ю. В. Перуанский, Т. Л. Тажибаева // Селекция и урожай. – АлмаАта. – 1988. – С. 143–153.
8. Ротару, Л. И. Применение факторного и кластерного анализов для создания генотипов томата со стабильной продуктивностью / Л. И. Ротару, Г. А. Лупашку // Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы: материалы II Междунар. научно-практ. конф., Т. 1 / ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур» Российской академии сельскохозяйственных наук ; ред. В. Ф. Пивоваров [и др.]. – Москва: ВНИИССОК, 2010. – С. 462–470.
9. Руанет, В. В. Использование искусственных нейронных сетей для решения частных задач генетики и селекции : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.15 / В. В. Руанет. – Москва, 2003. – 108 с.
10. Чеботарь, С. В. Дифференциация, идентификация и создание базы данных сортов *T.aestivum* L. украинской селекции на основе STMS-анализа / С. В. Чеботарь, Ю. М. Сиволап // Цитология и генетика. – 2001. – №6. – С. 18–27.
11. Yau, S. K. Cluster analysis of bread wheat lines grown in diverse rainfed environment / S. K. Yau, G. Ortis-Ferrara, J. P. Srivastava // RACHIS. – №2. – 1989. – P. 31–35.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ О СОДЕРЖАНИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ БРЕСТСКОГО РАЙОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Г. В. ТОЛКАЧ, С. М. ТОКАРЧУК

УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»
г. Брест, Беларусь, 224016

С. С. ПОЗНЯК

Белорусский государственный университет, МГЭИ имени А.Д. Сахарова
г. Минск, Беларусь. 220070

(Поступила в редакцию 16.10.2017)

Технология ГИС объединяет традиционные операции при работе с базами данных такими, как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта. Одна из основных функций ГИС – создание и использование компьютерных (электронных) карт, атласов и других картографических произведений, которые позволяют визуальнo отобразить содержание тяжелых металлов в почвах Брестского района различной формы собственности, что позволило сделать выводы о степени антропогенного влияния на накопление загрязнителей в почве. Современные ГИС-технологии применяются в самых разнообразных областях деятельности, а также отраслях наук. Анализ существующих в научной литературе данных о современном состоянии почвенного покрова разных территорий показывает, что, несмотря на наличие значительного количества статистических и полевых данных, опубликованных в табличном либо текстовом виде, в сельскохозяйственных работах намного реже встречается картографический материал. В то же время, следует отметить, что именно наличие картографического материала способствует не только визуализации полученных данных, но и позволяет сделать исследование более полноценным. Таким образом, применение современных геоинформационных технологий для создания почвенных карт и картосхем (в частности отображающих содержание тяжелых металлов в почвах), обеспечит не только автоматизацию сбора и обработки информации, но и качественно новый вариант ее предоставления. В настоящем исследовании приводится пример применения ГИС-технологий для визуализации данных о содержании тяжелых металлов в почвах Брестского района.

Ключевые слова: географические информационные системы, визуализация, загрязнение, тяжелые металлы в почвах.

GIS technology combines traditional operations for working with databases, such as query and statistical analysis, with the benefits of full visualization and geographic (spatial) analysis that the map provides. One of the main functions of GIS is the creation and use of computer (electronic) maps, atlases and other cartographic works that allow us to display visually the heavy metal content in the soils of Brest region of various forms of ownership, which helped to draw conclusions about the degree of anthropogenic influence on the accumulation of pollutants in the soil. Modern GIS-technologies are used in a wide variety of fields of activity, as well as branches of science. Analysis of existing data in the scientific literature on the current state of the soil cover of different territories shows that, despite the presence of a significant amount of statistical and field data published in tabular or text form, cartographic material is much less common in agricultural work. At the same time, it should be noted that it is the availability of cartographic material that not only facilitates visualization of the obtained data, but also allows us to make the study more complete. Thus, the use of modern geo-information technologies for the creation of soil maps and schematic maps (in particular, displaying the content of heavy metals in soils) will ensure not only the automation of data collection and processing, but also a qualitatively new version of its presentation. The present study provides an example of the application of GIS-technologies for visualization of data on the content of heavy metals in the soils of Brest region.

Key words: geographical information systems, visualization, pollution, heavy metals in soils.

Введение

Большинство исследований отечественных и зарубежных авторов посвящено изучению вопросов оценки влияния загрязнителей на различные компоненты экосистем, в то же время недостаточно изучены являются особенности загрязнения и перераспределения тяжелых металлов в почвах с различной степенью интенсификации. В последние десятилетия накопление тяжелых металлов в окружающей среде и почве идет быстрыми темпами [2, 5]. Тяжелые металлы опасны тем, что они обладают способностью накапливаться в живых организмах, образовывать высокотоксичные металлоорганические соединения, изменять формы нахождения при переходе из одной природной среды в другую, не подвергаясь биологическому разложению [6, 7]. Тяжелые металлы вызывают у человека серьезные физиологические нарушения, токсикоз, аллергию, онкологические заболевания, отрицательно влияют на зародыш и генетическую наследственность. Актуальность проблемы воздействия тяжелых металлов на почву определяется тем, что именно в ней сосредоточена почвенная Protozoa, способствующая минерализации органических остатков. Почва является экологическим узлом связей биосферы, в котором наиболее интенсивно протекает взаимодействие живой и неживой материи. На почве замыкаются процессы обмена веществ между земной корой, гидросферой, атмосферой и обитающими на суше организмами [15].

Географические информационные системы (ГИС) – это особые аппаратно-программные комплексы, обеспечивающие сбор, обработку, отображение и распространение пространственно-координированных данных [1]. Для многих типов пространственных операций визуализация является конечным результатом

представления данных в виде карты или графики. Карта – это один из самых эффективных и информативных способов хранения, представления и передачи географической (имеющей пространственную привязку) информации. Современные программные средства ГИС предоставляют новые инструменты, которые расширяют и развивают научные основы картографии. С их помощью визуализация самих карт может быть легко дополнена отчетными документами, трехмерными изображениями, графиками, таблицами, диаграммами, фотографиями и другими средствами [8].

Основная часть

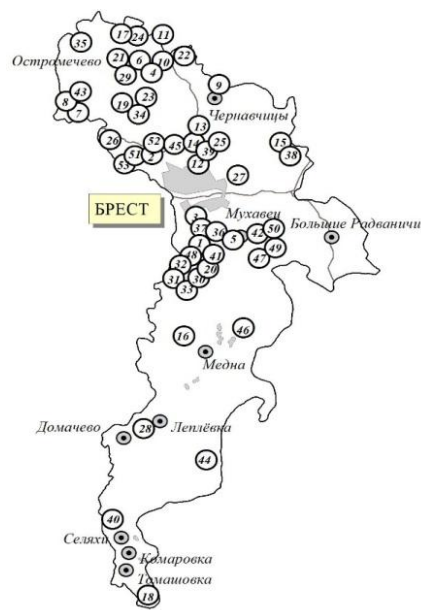
Объект исследования. Брестский район расположен на юго-западе Брестской области и граничит с восточной и северной стороны с Каменецким, Жабинковским и Малоритским районами Брестской области, на западе по реке Западный Буг проходит государственная граница Республики Беларусь с Республикой Польшей, на юге – с Украиной [11]. Общая площадь района – 1,54 тыс. км² [3, 11], что характеризует его как средний по площади в пределах Республики Беларусь. Район имеет большую протяженность с севера на юг (около 100 км), что оказало существенное влияние как на природные особенности, так и на специфику хозяйственной деятельности, в первую очередь существенное разнообразие форм хозяйственной освоенности территории. Центром района является город Брест (численность населения 343 985 чел.), в составе района выделяется также городской поселок Домачево и 142 сельских населенных пункта. Общая численность населения района 40 418 человек (без учета г. Бреста), из них 1 218 человек составляет городское население, 39 200 – сельское. Средняя плотность населения 22,6 человек на 1 км². Через территорию района проходят международные железнодорожные магистрали «Москва – Минск – Брест – Варшава (Польша)», «Брест – Ковель (Украина)», «Брест – Высоко-Литовск – Белосток (Польша)», а также железная дорога «Брест – Влодава». Общая протяженность железных дорог составляет 145 километров. По территории района также проходит автомагистраль М1 «Брест (Козловичи) – Минск – граница Российской Федерации», которая является частью европейского маршрута Е30 и панъевропейского транспортного коридора II «Берлин – Нижний Новгород» и автомобильные дороги «Брест – Высокое» (Р16), «Брест – Ковель» (Р17), «Брест – Каменец» (Р83), «Брест – Томашовка» (Р94). Общая протяженность республиканских автомобильных дорог 175,1 км, местных – 481 км.

Общая площадь земель сельскохозяйственных организаций Брестского района составляет 57110 га, крестьянских хозяйств – 943, садовых товариществ – 1710 и личных подсобных хозяйств граждан – 19382 га. Основными типами почв сельскохозяйственных угодий являются: дерново-подзолистые – 31,8 %, дерново-подзолистые заболоченные – 23,2 %, дерновые и дерново-карбонатные заболоченные – 15,6 %, пойменные (аллювиальные) – 15,7 %, торфяно-болотные – 13,7 %. По механическому составу преобладают супесчаные почвы (57,6 %), отмечаются также суглинистые – 7,5 %, песчаные – 21,2 % и торфяные – 13,7 % [14]. Величина рН колеблется в диапазоне 5,1–5,8, содержание гумуса 1,5–2,52 % .

Исследование проводилось на нескольких территориальных уровнях: крупные сельскохозяйственные предприятия и открытые акционерные общества; крестьянские (фермерские) хозяйства; садовые товарищества. В агропромышленный комплекс района входят 6 открытых акционерных обществ: «Комаровка», птицефабрика «Медновская», «За мир», «Агро-сад Рассвет», «ТК «Берестье», селекционно-гибридный центр «Западный», два производственных кооператива: «Остромечево», «Чернавчицы», два коммунальных унитарных предприятия: «Молодая гвардия», «Совхоз Брестский», государственное унитарное сельскохозяйственное предприятие «Племзавод Мухавец» (рис. 1). Агротехническое обслуживание сельскохозяйственных организаций производит ОАО «Брестский райагросервис». Крупные сельскохозяйственные предприятия района специализируются на производстве зерна, сахарной свеклы, овощей, молока и мяса. Действует крупный специализированный свиноводческий комплекс ОАО «СГЦ «Западный»», комплекс по откорму крупного рогатого скота в СПК «Остромечево», птицеводческий комплекс в ОАО «Комаровка». Из функционирующих на территории Брестского района 12-ти крупных сельскохозяйственных организаций образцы почв отобраны в 10-ти, кроме ОАО «Тепличный комбинат «Берестье», который выращивает продукцию гидропонным способом, а также КСУП «Брестский пчелопитомник», специализирующийся на производстве продуктов пчеловодства. Следует отметить, что в крупных сельскохозяйственных предприятиях внедрены рекомендованные техническими регламентами интенсивные технологии выращивания сельскохозяйственных культур, на данных территориях осуществляется периодический контроль качества продукции и обследуется состояние земельных угодий в рамках туров агрохимических исследований.



1 – Чернавчицы (пלאкор), 2 – Чернавчицы, 3 – птшцефабрыка «Медновская» (пלאкор), 4 – птшцефабрыка «Медновская», 5 – СГЦ «Западный» (пלאкор), 6 – СГЦ «Западный», 7 – Агро-сад «Рассвет», 8 – Агро-сад «Рассвет», 9 – Племзавод «Мухавец» (пלאкор), 10 – Племзавод «Мухавец», 11 – Остромечево (пלאкор), 12 – Остромечево, 13 – За мир (пלאкор), 14 – За мир, 15 – Молодая гвардия (пלאкор), 16 – Молодая гвардия, 17 – Комаровка (пלאкор), 18 – Комаровка, 19 – Совхоз «Брестский» (пלאкор), 20 – Совхоз «Брестский»



1 – Мицкевича, 2 – Тонус, 3 – Клопота, 4 – Кривоносова, 5 – Подлесье-Радваничское, 6 – Лешкевича, 7 – Бобко, 8 – Кузьмина, 9 – Черемушка, 10 – Давидюка, 11 – Шуляка, 12 – Люкевич, 13 – Ятчука, 14 – Цибукова, 15 – Берестейское, 16 – Медовая поляна, 17 – Онискевич, 18 – Белазаровича, 19 – Беркли, 20 – Макаревича, 21 – Корсаково, 22 – Богомолова, 23 – Веравита, 24 – Кобяк, 25 – Юрловское, 26 – Метеор-агро, 27 – Юценко, 28 – Виктория, 29 – Шалкевича, 30 – Зеленый луг, 31 – Поддубное, 32 – Прибужская нива, 33 – Панский луг, 34 – Искупление, 35 – Слав-фиш, 36 – Багаты падворац, 37 – Васильева, 38 – КапСан, 39 – Агробуг Плюс, 40 – Степанюка, 41 – Янтарь плюс, 42 – Утренняя роса, 43 – Пархоменко, 44 – Ведмедици, 45 – Шпендика, 46 – Катин луг, 47 – Рыбацкий хутор, 48 – Артемида Плюс, 49 – БелАгроГриб, 50 – Форестберри, 51 – Прохоровское, 52 – Агробуг, 53 – Ягодная усадьба

Рис. 1. Постоянные пробные площадки на территории крупных сельскохозяйственных производителей

Рис. 2. Постоянные пробные площадки на территории крестьянских (фермерских) хозяйств

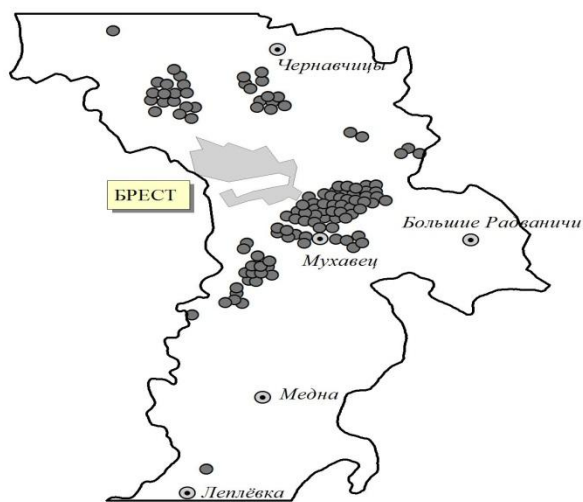
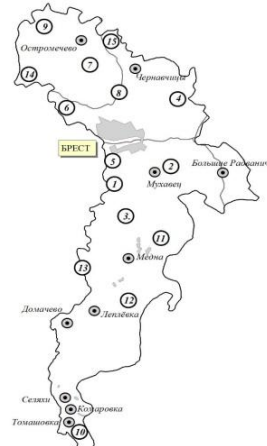


Рис. 3. Постоянные пробные площадки на территории садовых товариществ



1 – Заказанка, 2 – Южное-1, 3 – Страдичи, 4 – Тельмы, 5 – Бернады, 6 – Непли, 7 – Б. Мотыкалы, 8 – Дружба, 9 – Люта, 10 – Томашовка, 11 – Медно, 12 – Леплевка, 13 – Дубица, 14 – Чижевичи, 15 – Остромечево

Из функционирующих 52-х крестьянских (фермерских) хозяйств были обследованы 30 хозяйств. Почвенные пробы не отбирались на территориях хозяйств, специализирующихся на агротуризме, пчеловодстве, рыбоводстве, а также в хозяйствах, получающих продукцию гидропонным способом и в хозяйствах площадью менее 3 га. Следует отметить, что на территории фермерских (крестьянских) хозяйств ведется, как правило, экстенсивное или органическое производство продукции (рис. 2). Исследование проводилось также в пределах садовых товариществ района (рис. 3). Из 248 садовых товариществ Брестского района образцы почв отобраны в 112 садовых товариществах. Кроме данных землепользователей, отбор проб и анализ содержания тяжелых металлов проводился на 15 пробных площадках, заложенных в пределах условно чистых территорий, представленных естественными экосистемами в лесных массивах (рис. 4).

Таким образом, на территории района было заложено 319 постоянных пробных площадок, из которых 15 – на условно чистой территории, 20 – на территории крупных сельскохозяйственных предприятий, 60 – на территории фермерских (крестьянских) хозяйств, 224 – на территории садовых товариществ и дачных кооперативов. Нормативной базой для оценки состояния загрязнения почв по содержанию тяжелых металлов в почве служили нормативы региональных фонов, кларки, ПДК (ОДК), перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению в деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь. Для решения задач использовались физико-химические методы анализа, IT - пакет программ статистики в EXCEL, SURFER 8, ArcGIS.

Отбор образцов почв и растений осуществляли в летние месяцы в 2012–2015 гг. общепринятыми в биогеохимии и почвоведении методами. На территории каждого исследуемого массива территории выбирались наиболее высокая точка, расположенная на окраине плакора и наиболее низкая точка, расположенная у подножия склона, на которых отбирались образцы почвы. Размер пробной площадки составлял 100 м². На каждой пробной площадке отбиралась одна объединенная проба почвы, которая формировалась путем смешивания равных частей не менее 10 точечных проб. Отбор точечных проб производился пробоотборником из 3 слоев: верхнего 0–20 см, среднего – 20–35 и нижнего слоя 50 см. Верхний слой на окраине плакора на диаграммах обозначен В–1, слой 35 см – В–2 соответственно слой с глубины 50 см – В–3. Для формирования объединенной пробы отобранные точечные образцы смешивались на полиэтиленовой пленке до гомогенного состояния. Для транспортировки и хранения почвенных проб использовалась стеклянная посуда. Подготовку почвенных образцов к лабораторным исследованиям проводили по общепринятым методикам [3, 4, 10, 11].

Отобранные почвенные образцы высушивались до воздушно-сухого состояния, растирались в агатовой ступке и просеивались через сито 0,5 мм. Подготовленные пробы исследовались на базе аккредитованной центральной лаборатории РУП «Белгеология» г. Минска полуколичественным эмиссионным спектральным анализом на приборе ЛАС-8-2. Всего исследовано 957 образцов почв, получено 30 624 данных.

Разработка и создание ГИС.

Для визуализации полученных результатов был разработан ГИС-проект, с помощью которого построены карты и картосхемы, наглядно иллюстрирующие содержание валовых форм соединений химических элементов в почвах. Основной целью создания ГИС является сбор, обработка, систематизация, хранение и оценка пространственных данных, характеризующих различные аспекты природной и экологической сред Брестского района для получения обобщенной координатно-привязанной информации на локальном уровне. Основными задачами создания ГИС Брестского района являлись: (1) сбор и обработка растрового картографического материала; (2) перевод в цифровую форму необходимых картографических изображений; (3) организация технологии сбора исходной базовой информации о состоянии Брестского района; (4) формирование статистических баз данных, характеризующих состояние почвенного покрова административного района; (5) создание на основе оцифрованных изображений новых карт (оценочных и синтетических). Основными принципами разработки ГИС Брестского района выступают наглядность представления информации, территориальная целостность, комплексность, динамичность, актуальность, практическая значимость. К основным функциям ГИС относятся: (1) информационно-справочные; (2) пространственного анализа; (3) прогнозирования; (4) оптимизации. Основой для создания ГИС явились картографические материалы (топографические карты районов, карта сельскохозяйственных предприятий районов); Интернет-ресурсы; информация, полученная в районных исполнительных комитетах и других организациях, результаты собственных полевых исследований. Созданная ГИС Брестского района содержит три структурных проекта: (1) топографическая основа, (2) физико-

географическая основа, (3) экологическая основа. Топографическая основа создавалась как базовая ГИС района, элементы которой используются как шаблоны при создании тематических карт. Данный проект состоит из стандартных слоев (населенные пункты, реки, озера, дороги и др.), к каждому из которых привязана база данных атрибутивной информации (например, название, тип объекта и др.).

Физико-географическая основа ГИС включает такие виды, как четвертичные отложения, почвообразующие породы, рельеф, почвы, растительность, ландшафты. Каждый из данных видов состоит из нескольких слоев. Наибольшее значение при реализации данных проектов имела разработка и создание экологической основы ГИС-проекта. Разработанная экологическая основа использовалась для создания оценочных и синтетических карт, отображающих особенности содержания тяжелых металлов в почвах района. В частности, для каждого из территориальных уровней были построены ГИС-карты, на которых зеленым цветом обозначены содержания до фонового значения, желтым цветом – от фонового до ПДК/ОДК, а красным цветом – выше ПДК/ОДК. В дальнейшем, на основании данных карт составлялись картосхемы локализации загрязнения почв Брестского района тяжелыми металлами. Установлено, что в условиях бесконтрольного применения средств химизации при выращивании сельскохозяйственных растений в почвах личных подсобных хозяйств и садовых товариществ наблюдается превышение значений ПДК/ОДК тяжелых металлов Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb и Zn в 1,3–4 раза; величин региональных кларков Nb, Sn, Yb и Zr – более чем в 1,5 раза, что свидетельствует о необходимости систематического контроля за применением средств химизации и качеством выращиваемой продукции (таблица).

Валовое содержание элементов на территории садовых товариществ, расположенных на аллювиальных дерново-глебоватых и глеевых почвах на речном аллювии, мг/кг

Элементы	Min	Max	\bar{x}	σ	m	U%	T	Кларк*	ПДК (ОДК)**
Mn	200	2783	774,4	593,6	59,7	76,6	13,0	247	1500
Zr	50	3000	256,4	343,0	34,5	133,8	7,4	200	н/у
Cr	7	131	62,7	28,4	2,9	45,2	22,0	36	100
Zn	30	233	66,9	40,9	4,1	61,1	16,3	35	55
Y	10	350	34,8	47,2	4,7	135,5	7,3	23	н/у
Ni	3	34	15,9	5,4	0,5	34,0	29,2	20	20
Cu	3	100	32,1	27,1	2,7	84,3	11,8	13	33
Pb	10	60	26,9	12,4	1,3	46,1	21,6	12	32
Nb	3	36	9,5	5,5	0,6	57,7	17,3	12	н/у
Co	1	45	9,2	6,3	0,6	69,3	14,4	6	20
Yb	1	21	5,6	3,3	0,3	59,6	16,7	2	н/у
Sn	1	5	2,3	1,1	0,1	47,7	20,8	1	4,5

Содержание валовых соединений химических элементов Y и Ni в почвах садовых товариществ Брестского района близко к значениям региональных кларков, количество Nb превышало фоновые значения более, чем в два раза в почвах товариществ «Строитель-27», «Факел газоаппарата», «Старица пограничная», «Сосновое-2». Среднее содержание Yb в почвах существенно выше среднереспубликанских значений (в 2,8 раза), а товариществе «Строитель-27» – в 10,5 раз превышает региональный кларк.

Заключение

Возникшие в последнее время экологические проблемы ставят новые задачи перед картографией. Для их решения требуется современное геоинформационное обеспечение, позволяющее оперативно реагировать на любые изменения в окружающей среде. Несмотря на то, что первые карты, основанные на ГИС-технологиях, начали появляться только в 1990-х годах, уже через 20 лет была проведена значительная работа по преобразованию аналоговой информации общегеографических, топографических и тематических карт в цифровой вид. Параллельно разрабатываются и оригинальные компьютерные карты, которые являются сопровождением многих экологических исследований, программ и проектов, в большинстве своем имеющие практическую ориентацию, содержащие серии взаимосогласованных карт и многоплановые базы данных, которые позволяют в оперативном режиме проводить анализ экологической ситуации и способствуют принятию эффективных управленческих решений.

Созданные оценочные картосхемы обобщены в информационно-справочном издании «Атлас содержания тяжелых металлов в почвах Брестского района», которое позволяет оценить обеспеченность почв валовыми соединениями химических элементов для применения в практической земледелии с целью получения нормативно-чистой продукции растениеводства [14].

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянт, А. М. Картография / А. М. Берлянт. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 336 с.
2. Виноградов, А. П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры / А. П. Виноградов // Геохимия. – 1962. – №7. – С. 555–571.
3. Геаграфія Брэсцкай вобласці: дапаможнік / С. В. Арцеменка [і інш.]; пад рэд. С. В. Арцеменка, А. У. Грыбко. – Мінск, 2002. – 388 с.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
5. Израэль, Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды и пути их решения / Ю. А. Израэль. – Л., 1984. – 560 с.
6. Ильин, В. Б. О нормировании тяжелых металлов в почве / В. Б. Ильин // Почвоведение. – 1986. – № 9. – С. 90–98.
7. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
8. Капустин В. Г. ГИС-технологии в географии и экологии: ArcView GIS в учебной и научной работе (практическое руководство) / В. Г. Капустин. – Екатеринбург, 2012. – 202 с.
9. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве / Б. А. Ревич, Ю. Е. Саэт, Р. С. Смирнова. – М.: ИМГРЭ, 1990. – 462 с.
10. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М., 1992. – 61 с.
11. Нацыянальны атлас Беларусі / М. У. Мясніковіч [і інш.]. – Мінск: Белкартаграфія, 2002. – 292 с.
12. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве: ГН 2.1.7.12-1-2004.– Введ. 25.02.2004. – Минск: постановление главного государственного санитарного врача Республики Беларусь, 2004. – 30 с.
13. Петухова, Н. Н. Кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н. Н. Петухова, В. А. Кузнецов // Доклады АН Беларуси. – 1992 – Том 26. – № 5. – С. 461–465.
14. Позняк, С. С. Атлас содержания тяжелых металлов в почвах Брестского района / С. С. Позняк, Г. В. Толкач, С. М. Токарчук; под общ. ред. С. С. Позняка. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 72 с.
15. Тиво, П. Ф. Тяжелые металлы и экология: науч. издание / П. Ф. Тиво, И. Г. Быцко. – Мн.: Юнипол, 1996. – 192 с.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДУБОРОЧНЫХ ОБРАБОТОК НА ОСТАТОЧНЫЙ ЭФФЕКТ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ

Е. И. ДЕМИДОВИЧ

РУП «Институт плодородства»

аг. Самохваловичи, Минский район, Беларусь, 223013, e-mail: demidsci@gmail.com

(Поступила в редакцию 20.10.2017)

Ежегодные потери сельскохозяйственной продукции в мире от грибных болезней в период хранения и транспортировки оцениваются в несколько миллиардов долларов. В большинстве стран наблюдается неблагоприятная тенденция к их росту, поэтому ведется поиск технологических приемов, снижающий вредоносное действие грибных болезней [1, 2]. Несмотря на то, что болезни яблони во время вегетационного периода достаточно успешно контролируются различными методами защиты растений, следует отметить отсутствие эффективных средств для лимитирования специфических заболеваний во время хранения плодов [3]. Гнили хранения проявляют агрессивность, стабильно наблюдаемую ежегодно, отличаются высокими адаптационными способностями, в том числе к фунгицидам, имеют низкую специфичность по отношению к хозяину (*Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*) [4]. В 2015–2017 гг. в отделе хранения и переработки РУП «Институт плодородства» проводили исследования по изучению влияния химических и биологических препаратов на поражаемость плодов яблони болезнями в период доведения продукции до потребителя. Отмечено положительное влияние предуборочных обработок на уменьшение потерь плодов от болезней во время остаточного эффекта по всем изучаемым сортам. На поражаемость плодов гнилями во время доведения до потребителя оказывают влияние сортовые особенности плодов яблони и применяемая система защиты сада. Устойчивость к болезням хранения в период реализации продукции снижалась по мере увеличения срока хранения плодов.

Ключевые слова: яблоня, плоды, биопрепараты, предуборочные обработки, грибные заболевания, длительное хранение, остаточный эффект, Беларусь.

Annual losses of agricultural products from fungal diseases during storage and transportation are estimated at several billion dollars. In most countries, there is an unfavorable trend to their growth, so the search for technological methods that reduce the harmful effect of fungal diseases is being conducted. Despite the fact that apple-tree diseases during the growing season are fairly successfully controlled by various methods of plant protection, it should be noted that there are no effective means for limiting specific diseases during fruit storage. The storage rot shows aggressiveness, stably observed annually, has high adaptive abilities, including adaptability to fungicides, and has low specificity with respect to the host (*Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*). In 2015–2017, in the department of storage and processing of the Institute of Horticulture they conducted research into the influence of chemical and biological preparations on the rate of diseases of apple fruits during the period of bringing the produce to the consumer. We have established the positive influence of pre-harvest treatments on the reduction of fruit losses from diseases during the residual effect for all studied varieties. Fruit rot rate during delivery to the consumer is influenced by varietal characteristics of apple fruits and the applied garden protection system. Resistance to storage diseases during the period of product sales decreased as the fruit storage period increased.

Key words: apple, fruits, bio-preparations, pre-harvest treatments, fungal diseases, long-term storage, residual effect, Belarus.

Введение

Одновременно возрастающее количество фунгицидных обработок в саду, которое оказывает неблагоприятное влияние на здоровье людей и окружающую среду, способствует развитию устойчивости у патогенных штаммов возбудителей заболеваний хранения, и создает необходимость поиска альтернативных способов борьбы с болезнями, одним из которых является биоконтроль [5]. При доведении плодовой продукции до потребителя, ключевым моментом является срок ее потребления, на протяжении которого плоды будут сохранять не только полезные свойства, но и товарные качества. Поэтому важной задачей остается обеспечение свежими плодами населения, в течение максимально возможного периода времени, обладающими высокими потребительскими свойствами.

Цель исследований – определить влияние предуборочных обработок на поражаемость плодов в период доведения продукции до потребителя.

Основная часть

Объектами исследований являлись плоды яблони сортов Имант и Надзейны, выращенные в 2015–2016 гг. в сырьевой зоне отдела хранения и переработки РУП «Института плодородства». Год посадки сада – 2010 г. Схема посадки: 4×2 м (1250 дер./га). Системы интегрированной защиты сада: 2015 г. – азофос (5 л/га) + танрек (0,25 л/га), хорус (0,2 л/га) + актара (0,12 кг/га), скор (0,2 л/га), терсел (2,5 кг/га) + Би 58 новый (1,5 л/га), скор (0,2 л/га) + фуфанон (1 л/га), терсел (2,5 кг/га), делан (0,7 кг/га), беллис (0,8 л/га) трайдекс (2 кг/га); 2016 г. – абига-пик (5 л/га) + фастак (0,15 л/га), хорус (0,2 кг/га) + делан (0,7 кг/га) + фастак (0,15 л/га), луна транквилити (1 л/га), терсел (2,5 кг/га) + фуфанон (1 л/га), скор (0,2 л/га) + трайдекс (2 кг/га), делан (0,7 кг/га), мерпан (1,5 кг/га), трайдекс (2 кг/га), мерпан (1,5 кг/га). Обработки прекращали при достижении плодами фаз «грецкий орех» – «рост плодов» (июль).

Схема опыта: химическая (фунгицидная) система защиты сада (контроль); биопрепараты «Экосад» и «Алирин Б» на фоне фунгицидной защиты сада; химические препараты «Беллис», «Луна Транквилити», «Мерпан» на фоне фунгицидной защиты садах.

Варианты обработок и сроки внесения биопрепаратов: 1 – без обработок – контроль; 2 – однократная обработка за 3 дня до уборки; 3 – двукратная обработка за 3 и 7 дней до уборки; 4 – трехкратная обработка за 3, 7 и 14 дней до уборки. Химические препараты были применены однократно, за 21 день до уборки плодов. Варианты расположены рендомизированным способом, повторность трехкратная, по 5 деревьев в каждой. Уборку плодов осуществляли в состоянии съемной зрелости по комплексу физико-химических показателей (размер и масса плодов, плотность мякоти, лугкость отделения плодоножки от плодового образования, окраска кожицы и семян, содержание крахмала).

Убранные товарные плоды по СТБ 2288 [6] по вариантам закладывали на длительное хранение в холодильные камеры в отделе хранения и переработки РУП «Институт пловодства». Повторность трехкратная, по 20 кг в каждой повторности. Перед закладкой на хранение было произведено предварительное охлаждение плодов в холодильных камерах при температуре +6 °С. Хранение плодов осуществляли в обычной газовой среде при температуре +2 ± 0,5 °С и относительной влажности воздуха 90–95 % в течение 6-ти месяцев и в регулируемой газовой среде с содержанием O₂ – 3 % и CO₂ – 5 %. Учет микробиологических и физиологических заболеваний производили визуально с применением атласов заболеваний по максимальному проявлению признаков определуемых болезней по степени поражения плода [7]. Оценку пораженности плодов болезнями, их распространенность и развитие, а также биологическую эффективность использованных средств защиты и биопрепаратов проводили согласно «Методическим указаниям по проведению испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней» (Несвиж, 2008) [8]. После съема с хранения плоды были заложены на изучение остаточного эффекта при температуре + 18 °С в течение 14 дней. Исследования были проведены согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [9] и «Методическим рекомендациям по хранению плодов, овощей и винограда» [10].

В варианте хранения в условиях обычной газовой среды, после двух недель нахождения в условиях, максимально приближенных к местам реализации, потери плодов сорта Надзейны от инфекционных заболеваний в вариантах с применением химических препаратов составили: Беллис – 5,5 %, Луна Транквилити – 7,0 % и Мерпан – 7,8 %; выход здоровых плодов был 82,7–84,9 % соответственно. Потери от физиологических заболеваний по вариантам варьировались от 3,7 до 4,8 % (табл. 1).

Таблица 1. Остаточный эффект хранения плодов сорта Надзейны, 2016–2017 гг.

Варианты обработки	Здоровые плоды	Естественная убыль	Инфекционные заболевания, %			Физиологические заболевания, %			
			пенициллезная гниль	горькая гниль	всего	загар	побурение	пухлость плодов	всего
<i>ОГС</i>									
Контроль	55,3	5,8	10,9	20,7	31,6	4,1	2,6	0	7,5
Экосад 1х	77,0	5,5	4,5	8,6	13,0	3,7	0,9	0	4,5
Экосад 2х	81,0	5,2	3,9	6,3	10,2	2,7	0	0	3,7
Экосад 3х	85,0	4,9	1,6	5,5	7,0	2,0	1,2	0	3,1
Алирин Б 1х	75,8	5,2	6,2	8,1	14,3	2,3	1,7	0	4,9
Алирин Б 2х	75,2	5,8	5,2	7,4	12,5	3,2	2,3	0	6,6
Алирин Б 3х	79,8	5,7	3,2	6,5	9,7	2,8	1,2	0	5,0
Беллис	84,9	5,5	2,4	3,1	5,5	0,8	3,4	0	4,2
Луна Транквилити	82,7	5,6	3,5	3,5	7,0	1,7	1,1	0	4,8
Мерпан	83,2	5,5	0,0	7,8	7,8	2,7	0,9	0	3,7
НСР _{0,05}	–	–	0,93	1,23	1,53	–	–	–	0,97
<i>РГС</i>									
Контроль	69,9	5,5	6,1	7,9	13,9	1,4	1,3	8,0	10,7
Экосад 1х	73,3	5,6	4,0	7,1	11,0	7,9	2,4	0	10,2
Экосад 2х	77,8	5,3	4,0	3,5	7,5	4,0	0	5,4	9,4
Экосад 3х	80,2	5,3	0,0	5,2	5,2	2,1	0	7,4	9,4
Алирин Б 1х	69,0	5,6	5,8	8,4	14,2	7,7	0	3,6	11,2
Алирин Б 2х	70,8	5,6	0,0	12,2	12,2	9,2	0	2,3	11,5
Алирин Б 3х	72,7	6,0	7,9	2,0	9,9	9,0	2,4	0	11,4
Беллис	81,9	5,8	2,0	3,2	5,2	2,3	3,8	1,2	7,3
Луна Транквилити	79,2	5,3	1,1	6,0	7,1	5,5	0	3,1	8,6
Мерпан	76,9	5,6	6,8	0	6,8	8,6	0,6	1,6	10,8
НСР _{0,05}	–	–	1,12	1,24	1,40	–	–	–	1,54

В вариантах с применением биологических препаратов наименьший процент пораженных гнилью плодов был получен в вариантах с трехкратным применением Экосад – 7,0 % и Алирин Б – 9,7 %, выход здоровых плодов составили 79,8 и 85,0 %, а распространенность физиологических заболеваний плодов – 3,1 и 5,0 %. В контроле распространенность гнили достигала 31,6 %, преобладало поражение горькой гнилью (20,7 %), а выход здоровых плодов составил 55,3 %, потери плодов от физиологических заболеваний – 7,5 %. В вариантах с применением одно- и двухкратных обработок биопрепаратами были получены промежуточные результаты. Естественная убыль по всем вариантам опыта варьировалась от 4,9 до 5,8 %. В структуре потерь плодов от инфекционных заболеваний преобладали: горькая (3,5–20,7 %) и пенициллезная гниль плодов (1,6–10,9 %). Среди потерь плодов от физиологических заболеваний, наблюдались поражение загаром (0,8–4,1 %) и побурением плодов (0,9–3,4 %). По завершении хранения плодов в условиях с регулируемой средой, при изучении остаточного эффекта плодов сорта Надзейны, были получены следующие результаты. Наименьший процент потерь плодов от гнили был получен в вариантах с применением химических препаратов Беллис – 5,2 %, Мерпан – 6,8 % и трехкратно биологического препарата Экосад – 5,2 %. Выход здоровых плодов составил 76,9–80,2 %, поражаемость физиологическими заболеваниями составила 7,3–10,8 %, при этом поражение плодов загаром находилось в пределах 2,1–8,6 %. В контроле потери плодов от инфекционных заболеваний достигали 13,9 %, выход здоровых плодов – 69,9 %, процент потерь от физиологических плодов составил 10,7 %. В вариантах с применением биологических препаратов одно и двукратно, процент здоровых плодов составлял 69,0–77,8 %, а потери плодов от гнили – 7,5–14,2 % соответственно. Следует отметить, что после хранения в РГС отмечалась поражаемость плодов загаром (1,4–9,2 %), а также пухлостью плодов (1,6–8,0 %), что вызвано реакцией сорта на хранение в измененных условиях. По результатам исследований сорт Надзейны является наиболее восприимчивым к заболеваниям среди изучаемых, что обусловлено особенностями сорта.

В результате подавления инфекционных заболеваний в период доведения плодов до потребителя, потери плодов в сравнении с контролем были снижены на 23,8–26,1 %, в вариантах с применением химических препаратов и на 21,9–24,6 %, в результате трехкратного применения биопрепаратов. После хранения в условиях с измененной атмосферой снижение потерь плодов от гнили было менее выражено и составило: 6,8–8,7 % в вариантах с применением химических препаратов, и от 1,7 % до 8,7 % в вариантах с применением биопрепаратов. Различие по хранению в обычных и измененных условиях наиболее выражено проявлялось при сравнении контрольных вариантов: при хранении в РГС на 17,7 % меньше потерь плодов в сравнении с хранением в ОГС. Однако в остальных вариантах опыта разница была не столь значима, из-за большей поражаемости плодов в регулируемых условиях физиологическими заболеваниями.

Сорт Имант после хранения в обычной газовой среде при нахождении в условиях, максимально приближенных к реализации, в наименьшей степени из изучаемых сортов подвергался поражению как инфекционными, так и физиологическими заболеваниями. Так, в вариантах с применением химических препаратов распространенность инфекционных заболеваний составила 4,6–5,1 %, а выход здоровых плодов 91,1–91,8 %, не было отмечено поражения физиологическими заболеваниями (табл. 2). Среди биологических препаратов наименьшие потери от инфекционных заболеваний были зафиксированы в вариантах с трехкратным применением Экосада (5,6 %) и Алирина Б (7,1 %), а выход здоровых плодов составил 90,7 и 88,9 % соответственно. В контрольном варианте выход здоровых плодов составил 81,3 %, а распространенность гнили – 14,9 %. Показатель естественной убыли по всем вариантам опыта варьировался от 3,7 до 4,0 %. Среди инфекционных заболеваний преобладала горькая гниль (3,3–14,9 %) и в меньшей степени проявлялась пенициллезная гниль в отдельных вариантах опыта (1,4–1,6 %). После хранения в регулируемых условиях, среди вариантов с применением химических препаратов распространенность гнили составила 5,8–7,3 %, а выход здоровых плодов 88,2–90,0 %. При применении биопрепаратов наименьший процент потерь от гнили был отмечен в вариантах с трехкратным применением Экосада (6,0 %) и Алирина Б (7,8 %), а выход здоровых плодов 89,4 и 83,3 соответственно. В контроле потери от инфекционных заболеваний достигали 11,0 %, выход здоровых плодов составил 84,3 %. Показатель естественной убыли по всем вариантам опыта варьировался от 4,3 до 4,8 %. На сорте Имант, при сравнении с контрольным вариантом после хранения в обычной газовой среде, уменьшение потерь плодов от инфекционных заболеваний составило для химических препаратов 9,8–11,6 %, а для биологических 5,0–9,3 % соответственно. После хранения в регулируемой среде различие между потерями плодов по сравнению с контролем составили 3,8–6,2 % в результате применения химических препаратов и 0,1–3,7 % при применении биологических.

Таблица 2. **Остаточный эффект хранения плодов сорта Имант, 2016–2017 гг.**

Варианты обработки	Здоровые плоды	Естественная убыль	Инфекционные заболевания, %		Физиологические заболевания, %		
			пенициллезная гниль	горькая гниль	всего	горькая гниль	всего
<i>ОГС</i>							
Контроль	81,3	3,9	0	14,9	14,9	0	0
Экосад 1х	86,1	3,5	1,6	9,0	10,5	0	0
Экосад 2х	88,3	3,8	0	8,0	8,0	0	0
Экосад 3х	90,7	3,8	0	5,6	5,6	0	0
Алирин Б 1х	83,4	4,0	1,8	9,6	11,4	1,3	1,3
Алирин Б 2х	86,4	3,8	0	9,9	9,9	0	0
Алирин Б 3х	88,9	4,0	0	7,1	7,1	0	0
Беллис	91,7	3,7	1,4	3,3	4,6	0	0
Луна Транквилити	91,8	3,8	0	4,5	4,5	0	0
Мерпан	91,1	3,9	0	5,1	5,1	0	0
НСР _{0,05}	–	–	–	1,29	1,31	–	–
<i>РГС</i>							
Контроль	84,3	4,8	1,3	9,7	11,0	0	0
Экосад 1х	84,8	4,5	1,3	9,6	10,8	0	0
Экосад 2х	86,2	4,5	0	7,4	7,4	2	2,0
Экосад 3х	89,4	4,6	0	6,0	6,0	0	0
Алирин Б 1х	84,3	4,8	1,3	9,7	11,0	0	0
Алирин Б 2х	83,8	4,6	0,8	9,6	10,4	1,3	1,3
Алирин Б 3х	83,3	4,5	0	7,8	7,8	4,5	4,5
Беллис	89,5	4,7	1,3	4,6	5,8	0	0
Луна Транквилити	90,0	4,3	0	5,9	5,9	0	0
Мерпан	88,2	4,5	3,8	3,5	7,3	0	0
НСР _{0,05}	–	–	0,56	1,27	1,34	–	–

Заключение

1. На поражаемость плодов яблони инфекционными заболеваниями во время хранения и доведения до потребителя оказывают влияние сортовые особенности плодов яблони, применяемая система защиты сада, а также условия хранения плодов.

2. Влияние условий хранения наиболее выражено проявлялось на сорте Надзейны при сравнении вариантов без обработки – при хранении в РГС на 17,7 % меньше потерь плодов в сравнении с хранением в ОГС.

3. В структуре потерь плодов от инфекционных заболеваний преобладали горькая (3,5–20,7 %) и пенициллезная гниль плодов (1,6–10,9 %) у сорта Надзейны; горькая гниль (3,3–14,9 %) и в меньшей степени пенициллезная гниль (1,4–1,6 %) проявлялась в отдельных вариантах опыта у сорта Имант.

4. Эффективность применения препаратов была выше на восприимчивом сорте Надзейны: потери плодов в сравнении с контролем были снижены на 23,8–26,1 % в вариантах с применением химических препаратов и на 21,9–24,6 % в результате применения биопрепаратов. У сорта Имант, более устойчивого к заболеваниям, уменьшение потерь плодов от инфекционных заболеваний составило для химических препаратов 9,8–11,6 %, а для биологических – 5,0–9,3 %.

5. Эффективность биологических препаратов близка к эффективности химических средств защиты, что дает основание для применения их в системе защиты сада, особенно при необходимости снижения пестицидной нагрузки в саду или в экологическом садоводстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Криворот, А. М. Грибные болезни плодов яблони при хранении / А. М. Криворот // Наше сельское хозяйство. – 2011. – №1. – С. 86–91.
2. Скрипникова, Е. В. Влияние предуборочных обработок фунгицидами плодов яблони и груши на развитие грибных заболеваний в процессе хранения / Е. В. Скрипникова, М. К. Скрипникова // Плодоводство и ягодоводство России. – М., 2010. – Т. 24. – Ч. 2. – С. 228–234.
3. Csernus, O. Characterisation of moulds from apple fruit in Hungary / O. Csernus [et al.] // Acta Alimentaria an International journal of food science. – 2015. – Vol. 44. – № 1. – P. 150–156.
4. Скрипникова, Е. В. Изучение влияния предуборочных и послеуборочных факторов на устойчивость плодов яблони к грибным заболеваниям в условиях ЦЧР: автореф. дис. кан. с.-х. наук: 06.01.07; 06.01.11 / Е. В. Скрипникова; Всерос. науч.-исслед. институт. садовод. им И.В. Мичурина. – Мичуринск, 2004. – 26 с.

5. Weber, R. Resistance of storage rot fungi *Neofabraea perennans*, *N. alba*, *Glomerella acutata* and *Neonectria galligena* against thiophanate-methyl in Northern German apple production / R. Weber, G. Palm // Journal of Plant Diseases and Protection. – 2010. – Vol. 117. – P. 185–191.
6. Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия: СТБ 2288-2012. – Введ. 01.07.2013. – Минск: Госстандарт, 2013. – 12 с.
7. Tomala, K. Choroby i uszkodzenia owoców / K. Tomala // IV spotkanie sadownicze «Sandomierz'95», 7-8 lutego 1995 r. – Sandomierz, 1995. – S. 61–84.
8. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / Авт.-сост: Л. И. Прищепа, Н. И. Микульская, Д. В. Войтка. – Несвиж, 2008. – 56 с.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е. Н. Семенова, Т. П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
10. Дженеев, С. Ю. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда / С. Ю. Дженеев, В. И. Иванченко. – Ялта: Институт виноградарства и вина «Магарач», 1998. – 198 с.

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА И ТИПА МУЛЬЧИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА НА РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ БОЛЕЗНЕЙ ВО ВРЕМЯ ХРАНЕНИЯ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ В БЕЛАРУСИ

Г. А. НОВИК, А. М. КРИВОРОТ

РУП «Институт плодводства»

аг. Самохваловичи, Минский район, Беларусь, 223013, e-mail: belhort@it.org.by

(Поступила в редакцию 20.10.2017)

В Беларуси земляника садовая занимает второе место по распространению после смородины чурной. Ягоды земляники обладают десертными вкусовыми качествами, употребляются в пищу в свежем виде и в больших количествах идут на переработку. Однако плоды земляники сочные, не выдерживают длительного хранения и часто малотранспортабельны. Очень важно не только вырастить урожай земляники садовой, но и довести его до потребителя. Основное назначение ягод земляники садовой – потребление на десерт. Сохранность ягод в свежем виде представляет большую проблему. В связи с этим одной из наиболее важных задач является разработка новых технологий хранения урожая, при которых потери были бы сведены к минимуму. Исследования проводили в отделе хранения и переработки РУП «Институт плодводства» в 2013–2015 гг. В качестве объектов исследования данные по хранению ягод 5 сортов земляники садовой Кимберли, Вима Рина, Зенга-Зенгана, Вима Тарда, Викода, выращенные без мульчирующего материала, на гребнях и с применением мульчирующего материала (спанбонд, чурная плунка и солома). Исследования показали, что устойчивость к гнили во время хранения ягод и потери от неё зависят от суммы осадков в период вегетации земляники садовой, а также от типа мульчирующего материала. Можно предположить, что накопление осадков в большом количестве за вегетационный период приводит к увеличению потерь от гнили в период хранения всех исследуемых сортов земляники садовой. Лучшим мульчирующим материалом является спанбонд для выращивания ягод земляники садовой предназначенных для хранения. Лучшими сортами для хранения являются сорт Кимберли и Вима Рина.

Ключевые слова: Земляника садовая, сорт, ягоды, осадки, декада, хранение, возделывание, мульчирующий материал, гниль, корреляция, степень зависимости, Беларусь.

In Belarus, garden strawberries are the second most popular crop after black currant. Strawberries have dessert taste, are eaten fresh, and are processed in large quantities. However, the fruits of strawberries are juicy, do not stand long-term storage and are often poorly transportable. It is very important not only to grow the crop of garden strawberry, but also to bring it to the consumer. The main purpose of garden strawberry is consumption for dessert. Preservation of berries in fresh form represents a big problem. In this regard, one of the most important tasks is the development of new crop storage technologies, in which losses would be minimized. Research was carried out in the storage and processing department of the Institute of Horticulture in 2013-2015. As objects of research, we used data on the storage of berries of 5 varieties of garden strawberry: Kimberly, Vima Rina, Zenga-Zengana, Wima Tarda, and Vikoda, grown without mulching material, on the crests and using mulch material (spunbond, black film and straw). Studies have shown that the resistance to rot during storage and the loss from the rot depends on the amount of precipitation during the growing season of garden strawberry, and also on the type of mulch material. It can be assumed that the accumulation of precipitation in large quantities during the growing season leads to an increase in losses from rot in the period of storage of all examined strawberry varieties. The best mulching material is spunbond for the cultivation of garden strawberry intended for storage. The best varieties for storage are Kimberly and Vima Rina.

Key words: garden strawberry, variety, berries, precipitation, ten-day period, storage, cultivation, mulching material, rot, correlation, degree of dependence, Belarus.

Введение

Успех хранения земляники садовой зависит от того, какие условия будут созданы. В современном производстве ягод земляники садовой применяются интенсивные технологии выращивания с использованием высокоурожайных сортов и уплотненных схем посадки. Одним из таких элементов также является мульчирование почвы, что позволяет повысить качество урожая и улучшить внешний вид ягод. Сохранность ягод земляники садовой в свежем виде в наибольшей степени зависит от генотипа сорта и плотности ягод. Однако важнейшими условиями сохранности урожая являются конкретные условия в период вегетации, уборки, хранения и транспортирования, без учета которых невозможно достичь положительного результата [4–10]. Формирование качества ягод идет под воздействием агротехнических факторов и условий окружающей среды. Следовательно, последующее хранение и уровень потерь плодовой продукции в значительной степени зависят от метеорологических факторов: температуры вегетационного периода, солнечной радиации и количества осадков. Одним из важнейших факторов, влияющих на распространённость гнили при хранении, являются осадки. Избыточное количество осадков приводит к накоплению на поверхности и внутри плода большого количества воды, что является благоприятной средой для развития гнили. Температурный и влажностный режим в определенном значении является стрессом для плодового растения и любое отклонение от нормы – избыток или недостаток количества осадков – приводит к негативным последствиям, которые ведут к нарушению нормального функционирования клеток растений, ухудшая химический состав и лужкоспособные свойства ягод [11]. Ягоды меньше накапливают сухих ве-

ществ, сахаров, фенольных и ароматических соединений, имеют повышенную кислотность, медленнее созревают. При недостатке влаги наблюдается обратная зависимость [12, 13]. Знание особенностей формирования показателей качества ягод, обусловленных экзогенными факторами, позволяет наиболее полно использовать экологические условия среды, оптимально реализовать адаптивный потенциал сорта, целенаправленно управлять технологическими процессами по формированию товарных качеств, пищевой ценности плодов и их лужкоспособности. Во многих исследованиях отмечается зависимость влияния осадков в вегетационный период на лужкоспособность плодов и ягод [13, 14].

Цель исследований – оценить влияние количества осадков в период вегетации растений земляники садовой на распространённость гнили при хранении свежих ягод.

Основная часть

Исследования проводили в отделе хранения и переработки РУП «Институт плодородия» в 2013–2015 гг. В работе использованы данные метеостанции «Минск», расположенной в аг. Самохваловичи Минского района Минской области, по количеству осадков за период со второй декады апреля–до второй декады июля (табл. 1).

Таблица 1. Сумма осадков за апрель–июль, мм (2013–2015 гг.)

Год	Период									
	апрель		май			июнь			июль	
	II декада	III декада	I декада	II декада	III декада	I декада	II декада	III декада	I декада	II декада
2013	10,7	5,6	32,2	10,3	46,9	36,1	3,9	56,3	0	27,3
2014	15,8	8,8	10,8	38,2	23,6	70,9	10,2	11,3	16,3	38,4
2015	17,7	19,6	34,1	6,1	26,7	0	23,3	1,5	22,7	28,1

В качестве объектов исследования взяли данные по краткосрочному хранению ягод 5 сортов земляники садовой Кимберли, Вима Рина, Зенга-Зенгана, Вима Тарда, Викода, выращенных без мульчирующего материала (чурный пар, на гребнях) и с применением мульчирующего материала спанбонд, чурная плунка и солома на опытном участке отдела хранения и переработки в 2013–2015 гг. Отбор проб для исследований и закладку на хранение ягод проводили согласно действующим на момент проведения исследования методикам [14, 15].

Таблица 2. Средняя сумма осадков (мм) в вегетационный период до уборки в и потери ягод земляники садовой от гнили в период хранения (2013-2015 гг.)

Сорт	Вид мульчирующего материала	Количество дней до уборки						Потери от гнили, %
		50	40	30	20	10	0	
Кимберли	чурный пар	102,4	87,6	76,3	50,6	32,4	35,7	1,8
	гребни	102,4	87,6	76,3	50,6	32,4	35,7	2,1
	спанбонд	102,4	87,6	76,3	50,6	32,4	35,7	0,2
	черная плунка	102,4	87,6	76,3	50,6	32,4	35,7	0,4
	солома	102,4	87,6	76,3	50,6	32,4	35,7	0,2
Зенга-Зенгана	чурный пар	123,3	112,0	86,3	68,1	35,7	12,5	6,9
	гребни	123,3	112,0	86,3	68,1	35,7	12,5	12,0
	спанбонд	123,3	112,0	86,3	68,1	35,7	12,5	1,2
	черная плунка	123,3	112,0	86,3	68,1	35,7	12,5	5,6
	солома	123,3	112,0	86,3	68,1	35,7	12,5	3,5
Вима Тарда	чурный пар	124,4	98,7	80,5	48,1	12,5	23,0	6,0
	гребни	124,4	98,7	80,5	48,1	12,5	23,0	3,8
	спанбонд	124,4	98,7	80,5	48,1	12,5	23,0	1,8
	черная плунка	124,4	98,7	80,5	48,1	12,5	23,0	3,4
	солома	124,4	98,7	80,5	48,1	12,5	23,0	4,7
Вима Рина	чурный пар	102,4	87,6	76,3	50,6	32,4	35,7	1,0
	гребни	102,4	87,6	76,3	50,6	32,4	35,7	2,4
	спанбонд	102,4	87,6	76,3	50,6	32,4	35,7	0,6
	черная плунка	102,4	87,6	76,3	50,6	32,4	35,7	2,3
	солома	102,4	87,6	76,3	50,6	32,4	35,7	0,8
Викода	чурный пар	121,8	103,6	71,2	35,5	23,0	13,0	7,0
	гребни	121,8	103,6	71,2	35,5	23,0	13,0	8,7
	спанбонд	121,8	103,6	71,2	35,5	23,0	13,0	4,9
	черная плунка	121,8	103,6	71,2	35,5	23,0	13,0	6,6
	солома	121,8	103,6	71,2	35,5	23,0	13,0	7,8

Распространенность болезней определяли как среднее значение потерь ягод земляники садовой по вариантам, проводимым в соответствующие сезоны хранения. Статистическую обработку полученных данных проводили в программном пакете EXCEL. Исходя из средних сроков уборки ягод земляники садовой в зависимости от изучаемых сортов в РУП «Институт плодородия» (7 июня–5 июля), рассчитаны суммы осадков за условно принятые периоды основного сорта: Кимберли (I декада июня), Зенга-Зенгана (II декада июня), Вима Тарда (III декада июня), Вима Рина (I декада июня), Викода (I декада июля) и в предуборочный период за 10, 20, 30, 40, 50 дней до уборки соответственно (табл. 2). Минимальные потери от гнили отмечены у сорта Кимберли – 0,2 % ягоды, выращенные на спанбонде и на соломе, а максимальные – у сорта Зенга-Зенгана – 12,0 % ягоды, выращенные на гребнях. Наблюдается тенденция по увеличению потерь от гнили в период хранения в вариантах с открытой почвой (чурный пар и гребни). Одновременно можно говорить о том, что выпавшие осадки в период сбора и избыточное количество влаги на поверхности ягод оказали негативное воздействие на последующий процесс хранения ягод земляники садовой. Для оценки наличия связи между количеством осадков и распространенностью гнили в ягодах при хранении был проведен корреляционный анализ. Коэффициенты корреляции колебались у сорта Кимберли от 0,08484 (на соломе) до 0,99368 (на чурной плунке) в различные годы. В основном сила связи между количеством осадков в предуборочный период и потерями ягод от гнили характеризуется средней и высокой степенью зависимости. Слабая и средняя зависимость наблюдалась у сорта Викода: от 0,22579 до 0,82973. Следует отметить, что в этом случае, осадки не оказали большого влияния на сохраняемость ягод и этот сорт наименее пригоден для краткосрочного хранения. У всех сортов земляники садовой, возделываемых на чурном пару, коэффициент корреляции имел среднюю и высокую степень зависимости, кроме сорта Вима Рина в 2014 г., степень зависимости очень слабая (0,24369) (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между количеством осадков в предуборочный период и потерями ягод земляники садовой от гнили в период хранения (2013-2015 гг.)

Наименование сорта	Год	Тип мульчирующего материала					Среднее по сорту
		Чурный пар	Гребни	Спанбонд	Чурная плунка	Солома	
Кимберли	2013	0,73726	0,98614	0,50074	0,89928	0,82873	0,79043
	2014	0,74318	0,52183	0,73519	0,74408	0,91205	0,73121
	2015	0,98770	0,98566	0,71916	0,99368	0,08484	0,75421
Зенга-Зенгана	2013	0,91572	0,99232	0,90010	0,97669	0,92111	0,94119
	2014	0,95489	0,93529	0,87979	0,92973	0,51183	0,84230
	2015	0,87633	0,69469	0,67114	0,59639	0,67741	0,70319
Вима Тарда	2013	0,56792	0,64741	0,12296	0,63414	0,92182	0,57885
	2014	0,48707	0,70817	0,66409	0,69455	0,87875	0,68652
	2015	0,70335	0,69271	0,75266	0,93993	0,86638	0,79101
Вима Рина	2013	0,73278	0,93098	0,62354	0,84225	0,89992	0,80589
	2014	0,24369	0,75873	0,85452	0,60121	0,85452	0,66253
	2015	0,83920	0,77188	0,66511	0,48399	0,85253	0,72254
Викода	2013	0,67128	0,82973	0,77495	0,76995	0,56138	0,72146
	2014	0,72988	0,76708	0,58362	0,37399	0,75164	0,64124
	2015	0,77694	0,74444	0,24122	0,22579	0,38868	0,47541

Можно предположить, что накопление осадков в большом количестве за вегетационный период приводит к увеличению потерь от гнили в период хранения всех исследуемых сортов земляники садовой. Объяснить это можно тем, что ягоды земляники садовой неплотные и за короткий промежуток времени излишняя влага проникает в саму ягоду, а излишняя влага способствует увеличению гнили на ягодах в процессе послеуборочного хранения. Поэтому при условии, что в период сбора количество осадков будет минимальным и сбор ягод закладываемых на хранение производится в сухое время суток, все эти действия позволят сократить потери от гнили в последующем процессе хранения до минимальных показателей и тем самым увеличить выход здоровых ягод после хранения. Однако следует отметить, что потери от гнили в процессе хранения всегда будут присутствовать.

Заключение

Исследования, проведенные в 2013–2015 гг. в Институте плодородия, показали, что устойчивость к гнили во время хранения ягод и потери от нее во время хранения зависят от суммы осадков в период вегетации земляники садовой, а также от типа мульчирующего материала. Лучшим мульчирующим материалом для выращивания ягод земляники садовой, предназначенных для хранения, является спанбонд. Лучшими сортами для хранения являются сорт Кимберли и Вима Рина. Сорт Викода наименее пригоден для хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Говорова, Г. Ф. Земляника: прошлое, настоящее, будущее / Г. Ф. Говорова, Д. Н. Говоров. – М., 2004. – 348 с.
2. Ulrich, D. Flavour control in strawberry breeding by sensory and instrumental methods / D. Ulrich, E. Hoberg, K. Olbricht // *Acta Horticulturae*. – 2006. – №708. – P. 579–584.
3. Blanke, M. Eintritt für Selbstpflücke, ein Kontinent ohne Frigopflanzen und «Elsanta» / M. Blanke. – *Erwerbs-Obstbau*, 2005. – № 47. – P. 54–60.
4. Широков, Е. П. Хранение и переработка плодов и овощей / Е. П. Широков, В. И. Полигаев. – М., 1989. – 302 с.
5. Nielsen, T. The effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries / T. Nielsen, A. Leufvén // *Food Chemistry*. – V. 107. – Is. 3. – P. 1053–1063.
6. Çelikel, F. G. A Study on Modified Atmosphere Storage of Strawberry / F. G. Çelikel, K. Kaynas, B. Erenoglu // *Acta Horticulturae*. – 2003. – V. 2. – P. 111.
7. Nunes, M. C. N. Fruit Maturity and Storage Temperature Influence Response of Strawberries to Controlled Atmospheres / M. C. N. Nunes [et al.] // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* – 2002. – №127. – P. 718–883.
8. Криворот, А. М. Влияние способа содержания почвы на лужкоспособность ягод земляники садовой / А. М. Криворот, Г. А. Новик // *Теория и практика современного ягодоводства: от сорта до продукта: Материалы междунар. науч. конф., аг. Самохваловичи, 16–18 июля 2014 г. / РУП «Ин-т Плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) и [и др.]. – Самохваловичи, 2014. – С. 233–237.*
9. Земляника свежая. Требования при заготовках, поставках и реализации. ГОСТ 6828-89. – Введ. 01.01.1991. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 8 с.
10. Faby, R. Abteilung Beerenobst / R. Faby // *Erwerbs-Obstbau*. – 2011. – №53. – P. 43–69.
11. Метлицкий, Л. В. Основы биохимии плодов и овощей / Л. В. Метлицкий. – М.: Экономика, 1976. – 347 с.
12. Криворот, А. М. Технологии хранения плодов / А. М. Криворот. – Минск: ИВЦ Минфина, 2004. – 262 с.
13. Гудковский, В. А. Длительное хранение плодов: прогрессивные способы / В. А. Гудковский. – Алма-Ата: Кайнар, 1978. – 151 с.
14. Дженеев, С. Ю. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда / С. Ю. Дженеев, В. И. Иванченко. – Ялта: Ин-т винограда и вина «Магарач», 1998. – 198 с.
15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИС им. И.В. Мичурина; под общ. ред. Г. А. Лобанова. – Мичуринск: ВНИИС, 1973. – 496 с.

**РЕАКЦИЯ ФОТОСИНТЕЗА ЛИСТЬЕВ СОРТОВ ГРЕЧИХИ РАЗНЫХ ПЕРИОДОВ
СЕЛЕКЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ
СВЕТА И КОНЦЕНТРАЦИИ CO₂ В ВОЗДУХЕ**

А.В. АМЕЛИН, Е.И. ЧЕКАЛИН, В.В. ЗАЙКИН,

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»,
г. Орел, Россия, e-mail: amelin_100@mail.ru

А.Н. ФЕСЕНКО

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур,
г. Орел, Россия

(Поступила в редакцию 15.10.2017)

Научная статья посвящена изучению влияния искусственного отбора на адаптивные свойства фотосинтеза растений гречихи к изменениям интенсивности света и концентрации CO₂ в воздухе в связи с продуктивностью, нестабильность которой у новых сортов культуры, по-прежнему, остается весьма высокой. Эта проблема приобретает особую значимость в связи с глобальным изменением климата, вызванным повышением температуры воздуха и концентрации CO₂ в атмосфере. Исследования проводились в рамках тематического плана ЦКП Орловского ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование» совместно с селекционерами Всероссийского НИИ зернобобовых и крупяных культур. Объектами основных исследований являлись 11 сортообразцов гречихи разных периодов селекции: местные сортопопуляции из Орловской области; старые сорта – селекции 1930–1960 гг. и современные сорта – селекции 1990–2010 гг. В условиях полевых и вегетационных опытов на интактных растениях впервые изучены особенности проявления интенсивности фотосинтеза листьев у культуры гречихи. На основании проведенных исследований установлено, что в результате селекции у сортообразцов гречихи существенно увеличивается интенсивность фотосинтеза листьев. Наиболее значимые изменения произошли в середине прошедшего столетия, при переходе селекции от экстенсивных к сортам интенсивного типа – с повышенным уборочным индексом, ограниченным боковым ветвлением, устойчивых к полеганию и осыпанию. Современные сорта культуры по величине данного показателя в период формирования и налива семян превосходят местные сортопопуляции и старые сорта в среднем на 20,3%. Причем, их превосходство по интенсивности фотосинтеза листьев отмечается не только в обычных условиях, но и при повышенной инсоляции и концентрации в воздухе молекул CO₂, что важно учитывать, как при размещении производства культуры по природно-экономическим зонам ее возделывания, так и в связи с глобальным изменением климата.

Ключевые слова: селекция, гречиха, сорт, интенсивность фотосинтеза, инсоляция, концентрация CO₂.

The scientific article is devoted to the study of the effect of artificial selection on the adaptive properties of photosynthesis of buckwheat plants to changes in light intensity and CO₂ concentration in air in connection with productivity, the instability of which in new varieties of culture remains very high. This problem takes on special significance in connection with global climate change caused by an increase in air temperature and CO₂ concentration in the atmosphere. The studies were carried out within the framework of the thematic plan of the Central Office of the Orel State Agricultural University "Genetic Resources of Plants and Their Use" in conjunction with the breeders of the All-Russian Research Institute of leguminous and cereal crops. The objects of basic research were 11 varieties of buckwheat of different breeding periods: local varieties from the Orel region; old varieties - selections of 1930-1960. and modern varieties - breeding 1990-2010. In the conditions of field and vegetative experiments on intact plants, the features of the manifestation of photosynthetic intensity of leaves in buckwheat culture were studied for the first time. On the basis of the conducted studies it was established that as a result of selection in buckwheat varieties, the intensity of photosynthesis of leaves is substantially increased. The most significant changes occurred in the middle of the last century, with the transition from extensive selection to varieties of intensive type - with an increased harvested index, limited lateral branching, resistant to lodging and shedding. Modern varieties of culture in terms of the size of this indicator during the formation and filling of seeds exceed the local varieties and old varieties on average by 20.3%. Moreover, their superiority in the intensity of photosynthesis of leaves is noted not only under normal conditions, but also with increased insolation and concentration of CO₂ molecules in the air, which is important to take into account, both in locating production of crops in the natural and economic zones of its cultivation, and in connection with the global climate change.

Keywords: selection, buckwheat, variety, intensity of photosynthesis, insolation, concentration of CO₂.

Введение

По мнению многих ученых, роль селекции в обеспечении прогресса сельского хозяйства все более нарастает [1, 2]. При этом, вектор мирового развития смещается в сторону создания сортов, способных обеспечить получение не только высокого, но и стабильного, качественного и безопасного для здоровья урожая [3].

Эта тенденция характерна и для селекции гречихи, дальнейшее повышение урожайности которой планируется достичь за счет реконструкции ее адаптивного генома [4].

Одним из приоритетных направлений этой работы является увеличение у растений продуктивности семяобразования, так как нестабильность производства гречихи, по-прежнему, остается весьма высокой, в частности по причине низкого гомеостаза плодообразования, стабильность которого в процессе селекции практически не повышается [5].

Другим важным подходом к повышению стрессоустойчивости процесса плодообразования считается передача способности к адаптивному регулированию ритма формирования плода от дикого вида *F.homotropicum* [6, 7]. Получены межвидовые гибриды, показывающие

перспективность использования дикого вида *F. homotropicum* для получения самоопыляющихся сортов гречихи, способных давать урожай в отсутствие насекомых-опылителей. Для преодоления свойственной гречихе инбредной депрессии разработан метод селекции в условиях моновидовой конкуренции [7, 8].

Повышая эффективность семяобразования у гречихи, больше внимания следует уделить активности и устойчивости фотосинтетического процесса растений к неблагоприятным погодным факторам [9, 10]. Наши исследования показали, что в условиях достаточного опыления основным фактором, определяющим урожайность, является не способность цветков завязать семена, а возможности растения обеспечить их налив. В условиях экстремальной засухи 2010 года резкое снижение урожайности сортов всех морфотипов было связано со значительным снижением (в 1,6 раза) доли сухих веществ на формирование плодов, и как следствие, уменьшением количества налитых семян [11].

Поэтому весьма важно, у культуры гречихи выявить видовые и генотипические особенности проявления фотосинтеза в различных условиях среды произрастания в связи с продуктивностью растений и найти эффективные пути их селекционного управления. Эта проблема приобретает особую значимость в связи с глобальным изменением климата, поскольку увеличение температуры воздуха и концентрации CO₂ в атмосфере может положительно повлиять на продуктивность растений с C₃ фотосинтезом, особенно в засушливых регионах [12, 13].

С учетом вышеотмеченного и были проведены данные исследования, результатом которых посвящена данная научная статья.

Основная часть

Исследования проводились в рамках тематического плана ЦКП Орловского ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование» совместно с селекционерами Всероссийского НИИ зернобобовых и крупяных культур (ФГБНУ ВНИИЗБК).

Объектами основных исследований являлись 11 сортообразцов гречихи разных периодов селекции, которые условно были разделены на 3 группы: местные сортопопуляции из Орловской области (К-406 и К-1709); старые сорта – селекции 1930–1960 гг. (Калининская, Богатырь и Шатиловская 5) и современные сорта – селекции 1990–2010 гг. (Деметра, Дождик, Диккуль, Инзерская, Девятка и Дизайн).

Опытный материал выращивался в условиях вегетационного и полевого опытов. Полевые опыты закладывались в селекционном севообороте ФГБНУ ВНИИЗБК, а морфофизиологический анализ и структура урожая опытного материала выполнялись в лабораториях ЦКП Орловского ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование». Площадь делянки составляла 10 м², размещение – рендомизированное, повторность 4-кратная. Уход за посевами и уборка выполнялись в соответствии с методическими рекомендациями для региона [14].

В вегетационных опытах выращивание растений осуществлялось методом почвенной культуры с использованием полимерных сосудов емкостью 5 кг сухой почвы. Почва использовалась из пахотного горизонта опытного участка, просеянная через сито с отверстиями 10 мм. Удобрения вносили из расчета азота 0,10 г, фосфора 0,15 г и калия 0,10 г на 1 кг почвы. Сосуды были снабжены трубками для нижнего полива. Перед посевом их доводили до поливного веса – из расчета 60–70 % от полной влагоемкости почвы. После посева сосуды засыпали песком слоем в 1 см, для предотвращения интенсивного испарения влаги. Для посева отбирали хорошо развитые, неповрежденные семена, предварительно проросшие в чашках Петри на фильтровальной бумаге. Через 5–6 дней после появления всходов проводили прореживание, оставляя в сосуде по 5 растений [15].

Интенсивность фотосинтеза определяли по оригинальной методике американской фирмы LI-COR у интактных растений в режиме реального времени с помощью портативного газоанализатора Li – 6400 XT. Реакцию фотосинтеза генотипов на изменение инсоляции и концентрации CO₂ в воздухе определяли на основе модельных вегетационных и лабораторных экспериментов с использованием портативного газоанализатора марки «Li-6400 XT», позволяющего изменять освещенность и содержание CO₂ в рабочей камере – прищепке. Дисперсионный и корреляционный анализы экспериментальных данных были проведены с помощью современных компьютерных программ с учетом методических рекомендаций Б.А. Доспехова (1985).

Полученные экспериментальные данные показывают, что листья растений *Fagopyrum esculentum* Moench. положительно реагируют на повышение интенсивности освещения: чем выше инсоляция, тем активнее ассимилируют они из воздуха молекулы CO₂ на единицу площади. При увеличении освещенности в 2-4 раза (с 35000 до 85000 люкс) их интенсивность фотосинтеза возрастала в 1,8 раза – с 8,15 до 14,31 μmolCO₂/m²s (рис. 1).



Рис. 1. Интенсивность фотосинтеза листьев у растений гречихи в зависимости от уровня их освещенности в фазу цветения+20 дней, по средним данным вегетационных опытов 2014–2016 гг.

При этом листья растений современных сортов культуры отличаются большей светолюбивостью. Реакция фотосинтеза листьев у старых сортов (селекции 1930–1960 гг.) и, в особенности, местных сортопопуляций, была намного сдержанней. Наиболее значимое превосходство группы современных сортов гречихи по ИФ проявлялось при освещенности 60000 и 85000 тыс. люкс и составляло над местными популяциями, соответственно 20,8 и 15,5 % (рис. 2).

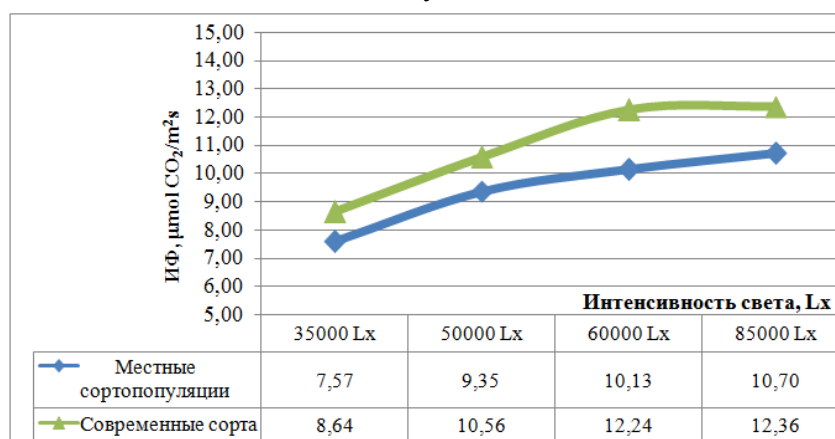


Рис. 2. Интенсивность фотосинтеза листьев у разных групп сортов гречихи в зависимости от уровня их освещенности в фазу цветения+20 дней, вегетационные опыты 2014-2016 гг.

Во многом схожие результаты получены и при изменении концентрации углекислоты в воздухе: при 3-х кратном ее увеличении от нормы окружающей среды, ИФ листьев растений гречихи возрастала на 55,6% (рис. 3).

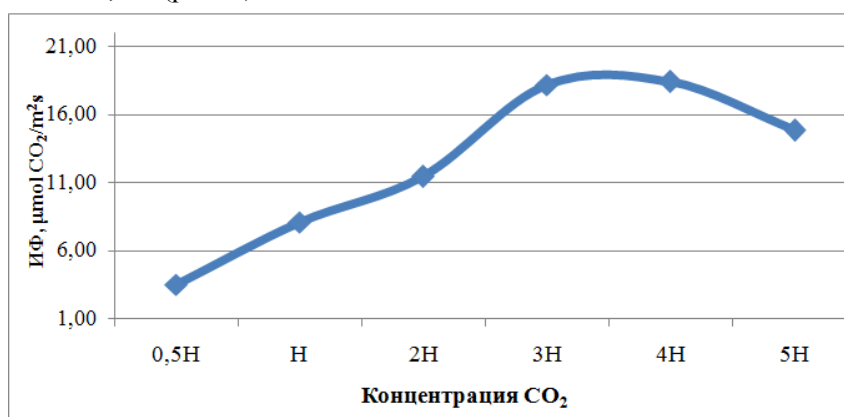


Рис. 3. Интенсивность фотосинтеза (ИФ) листьев у растений гречихи в зависимости от концентрации CO₂ в фазу цветения+30 дней, вегетационный опыт 2014-2015 гг.

Но, реакция современных сортов и в данном случае была намного значимей, по сравнению с предшественниками, то есть с более «старыми» по времени происхождения сортообразцами. Превосходство по ИФ наиболее выражено и значимо проявлялось при 3-х и 4-х кратном увеличении концентрации CO₂ от нормы среды и составляло соответственно 14,5 и 16,5 %.

Заключение

Таким образом, проведенные ранее [16] и текущие исследования позволяют заключить, что в результате селекции у сортообразцов гречихи существенно увеличивается интенсивность фотосинтеза листьев. Причем, наиболее значимые изменения в интенсивности фотосинтеза культурного вида *F. esculentum* произошли в середине прошедшего столетия, при переходе селекции от экстенсивных к сортам интенсивного типа – с повышенным уборочным индексом, ограниченным боковым ветвлением, устойчивых к полеганию и осыпанию [17, 18]. Современные сорта культуры по величине данного показателя в период формирования и налива семян превосходят местные сортопопуляции и старые сорта в среднем на 20,3%. Причем, превосходство современных сортов по интенсивности фотосинтеза листьев отмечается не только в обычных условиях, но и при искусственно завышенной инсоляции. Это указывает на то, что в результате селекции создаются сорта более светолюбивые, способные активно фотоассимилировать в условиях повышенной интенсивности света и концентрации в воздухе молекул CO₂. По-видимому, это обусловлено субтропическим происхождением культуры, становление которой проходило, с одной стороны, в условиях интенсивного освещения, с другой – острой конкуренции за свет и CO₂ с другими видами, произрастающими в одном фитоценозе. На наш взгляд, это важно учитывать, как при размещении производства культуры по природно-экономическим зонам ее возделывания, так и в связи с глобальным изменением климата, связанным, в частности, с повышением концентрации в воздухе CO₂, что может положительно повлиять на продуктивность растений с C₃ фотосинтезом, особенно в засушливых регионах [12, 13].

ЛИТЕРАТУРА

1. Inoue, N. Improvement of fertilization rate by mass selection in common buckwheat / N. Inoue, H. Kumagai, M. Hagiwara // *Fagopyrum*. – 2002. – 19. – P. 49-53.
2. Naseem, M. Assessment of agro-morphological, physiological and genetic diversity among buckwheat cultivars / M. Naseem, M. Dutta, S. Shah, P. Kumar // *Proc. 11th Int. Symp. on buckwheat. (Russia, Orel, July 19-23 2010)*. – Orel, 2010. – P. 94-101.
3. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические и экономические основы) / А. А. Жученко // *Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в России в рыночных условиях*. – М., 2001. – С. 52–61.
4. Фесенко, Н. В. О путях культурной эволюции гречихи / Н. В. Фесенко // *Науч. труды ВНИИЗБК*. – Оrel, 1976. – Т. 5. – С. 44-63.
5. Фесенко, А. Н. Закономерности семяобразования у современных сортов гречихи различного морфотипа / А. Н. Фесенко, О. В. Бирюкова, О. А. Шипулин, И. Н. Фесенко // *Земледелие*. – 2014. – №4. – С. 43-45.
6. Теоретические основы селекции. Т 5. Генофонд и селекция крупяных культур. Гречиха: под ред. В. А. Драгавцева – *Theoretical basis of plant breeding. Vol. 5. The gene bank and breeding of groat crops. Buckwheat* / Н. В. Фесенко, Н. Н. Фесенко, О. И. Романова и др. – СПб.: ВИР, 2006. – 196с.
7. Daai, Z. Preliminary study on fecundity of common buckwheat under controlled conditions / Z. Daai, G. Jinfeng, Q. Yiping, L. Cui, L. Qinqin, W. Pengke, G. Xiaoli, F. Baili, Y. Pu, C. Yan // *Proceedings of the 12th International Symposium on buckwheat (Slovenia, Laško, August 21-25)*. – 2013. – P. 172-174.
8. Мартыненко, Г. Е. Сравнительная оценка урожайности и адаптивности современных сортов гречихи / Г. Е. Мартыненко, О. А. Шипулин, А. Н. Фесенко, О. В. Бирюкова // *Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве: сб. научных материалов Шатилловских чтений, посвященных 115-летию Шатилловской СХОС 12-13 июля* – Оrel, 2011. – С. 165-173.
9. Амелин, А. В. Адаптивный потенциал фотосинтеза и продукционного процесса у местных форм и сортообразцов гречихи (*Fagopyrum esculentum Moench*) разных периодов селекции / А. В. Амелин, А. Н. Фесенко, Е. И. Чекалин, В. В. Заикин // *Сельскохозяйственная биология*. – 2016. – №1 (51). – С. 79-88.
10. Амелин, А. В. Адаптивные способности продукционного и фотосинтетического процессов растений гречихи и их использование в селекции / А. В. Амелин, А. Н. Фесенко, В. В. Заикин // *Образование, наука и производство*. – 2014. – №2(7). – С. 63-68.
11. Амелин, А. В. Эффективность использования ассимилятов на налив семян у сортообразцов гречихи разных периодов селекции / А. В. Амелин, В. В. Заикин, А. Н. Фесенко // *Вестник Оrel ГАУ*. – 2016. – №1(58). – С. 42-48.
12. Kristen, A. How seasonal temperature or water inputs affect the relative response of C₃ crops to elevated (CO₂): a global analysis of open top chamber and free air CO₂ enrichment studies / Kristen A. Bioshop, Andrew D. B. Leakey, Elizabeth A. Ainsworth // *Food and Energy Security*. – 2014. – V. 3(1). – P. 33-45.
13. Тарчевский, И. А. Механизм влияния засухи на фотосинтетическое усвоение CO₂ / И. А. Тарчевский // *Физиология фотосинтеза*. – М.: Наука, 1982. – С. 118-129.
14. Ресурсосберегающая технология производства гречихи / В. И. Зотиков, З. И. Глазова, Г. А. Борзенкова: методические рекомендации. – Оrel: ГНУ ВНИИЗБК, 2009. – 42с.
15. Журбицкий, З. И. Теория и практика вегетационного метода / З. И. Журбицкий. – М.: «Наука», 1968. – 266 с.
16. Амелин, А. В. Гено – и фенотипические особенности проявления интенсивности фотосинтеза листьев у растений гречихи / А. В. Амелин, А. Н. Фесенко, В. В. Заикин // *Вестник Оrel ГАУ*. – 2015. – №6(57). – С. 18-22.
17. Амелин, А. В. Адаптивные возможности продукционного процесса растений гречихи и их реализация в процессе селекции / А. В. Амелин, А. Н. Фесенко, В. В. Заикин // *Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сб. научн. трудов по материалам VI Междунар. научно-практ. конф. (31 декабря 2014 г.)*. – Белгород, 2014. – Ч. 1. – С. 139–143.
18. Дроздов, С. Н. Свето-температурная характеристика CO₂-газообмена растений гречихи обыкновенной / С. Н. Дроздов, В. К. Курец, А. П. Лаханов, Г. В. Наполова, Э. Г. Попов, А. В. Таланов, Е. С. Холопцева // *Сельскохозяйственная биология*. – 2004. – № 5. – С. 76-81.

МЕЛИОРАЦИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

УДК 551.48.002.5:626.8

КРОССКОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМНОЙ ИНЕРЦИОННОСТИ СУТОЧНОГО ХОДА АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

В. И. ВИХРОВ

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

(Поступила в редакцию 11.09.2017)

Отмечено влияние агрометеорологических факторов и характера их суточного хода на процесс развития сельскохозяйственных культур. В качестве важной особенности суточного хода этих факторов выделяется их взаимная инерционность проявления (запаздывание во времени). Показана целесообразность и примеры применения метода кросскорреляционного анализа для количественной оценки инерционности суточного хода этих факторов. Приведены результаты расчетов кросскорреляционных функций для внутрисуточных величин водопотребления орошаемых трав с комплексом определяющих его агрометеорологических факторов, а также температуры воздуха с температурой почвы на глубинах 10 и 20 см. Используемые в расчетах исходные данные по суточному ходу агрометеорологических факторов по непрерывным летним пяти-семидневкам (при устойчивой погоде) получены в ходе специальных полевых опытов автора, а также измерены на метеостанции Горки в 2016 г. Полученные кросскорреляционные функции имеют синусоидальный характер с различными амплитудами и фазами в зависимости от характера и степени влияния каждого отдельного фактора. Наибольшая связь внутрисуточных величин водопотребления (E) отмечается с солнечной радиацией ($r = 0,86$), имеющей опережение E в суточном ходе примерно на 1 час. Далее степень синхронной связи уменьшается по мере увеличения запаздывания (инерционности хода) агрометеорологических факторов: от $r = 0,7$ (скорость ветра) до $r = 0,33$ (температура почвы). Корреляционная связь температуры почвы на глубине 10 см с температурой воздуха более тесная ($r = 0,68$ при запаздывании около 3 ч), на глубине 20 см (с ростом инерционности) данная связь уменьшается до $r = 0,36$ при запаздывании около 4 ч. Из метеозадающих элементов, измеряемых на широкой гидрометеорологической сети, достаточно высокое влияние на внутрисуточные величины водопотребления трав оказывают дефицит влажности воздуха и скорость ветра. Это позволяет использовать эти факторы в расчетных моделях суточного водопотребления. Получаемые путем кросскорреляционного анализа количественные оценки инерционности температуры почвы на разных глубинах могут использоваться в агрономических исследованиях суточных ритмов растений.

Ключевые слова: агрометеорологические факторы, суточный ход, инерционность, кросскорреляционный анализ, водопотребление трав, температура почвы.

We have established the influence of agro-meteorological factors and the nature of their daily progress on the development of agricultural crops. As an important feature of the daily course of these factors, their mutual inertness of manifestation (delay in time) is singled out. We have shown the expediency and examples of application of the cross-correlation analysis method for quantifying the inertia of the daily course of these factors. We have presented results of calculations of cross-correlation functions for daily intakes of water consumption of irrigated grasses with a complex of agro-meteorological factors determining it, as well as air temperature with soil temperature at the depths of 10 and 20 cm. The initial data on daily course of agro-meteorological factors in continuous summer five-seven days (with stable weather) were obtained during special field experiments of the author, and were also measured at the Gorki meteorological station in 2016. The obtained cross-correlation functions have a sinusoidal character with different amplitudes and phases, depending on the nature and degree of influence of each individual factor. The greatest correlation of daily intakes of water consumption (E) is noted with solar radiation ($r = 0.86$), which has an advance of E in the daily course of about 1 hour. Further, the degree of synchronous relation decreases with increasing delay (inertia of the course) of agro-meteorological factors: from $r = 0.7$ (wind speed) to $r = 0.33$ (soil temperature). The correlation of soil temperature at a depth of 10 cm with air temperature is closer ($r = 0.68$ at a delay of about 3 hours), at a depth of 20 cm (with increasing inertia), this relationship decreases to $r = 0.36$ at a delay of about 4 hours. Meteorological elements, measured on a wide hydro-meteorological network and having a fairly high influence on the daily grasses water consumption values, include the deficit of air humidity and wind speed. This allows us to use these factors in the calculation models of daily water consumption. The quantitative estimates of inertia of soil temperature at different depths, obtained through cross-correlation analysis, can be used in agronomic studies of the daily rhythms of plants.

Key words: agro-meteorological factors, daily course, inertia, cross-correlation analysis, water consumption of grasses, soil temperature.

Введение

Процесс развития сельскохозяйственных культур, динамика их теплового, водно-воздушного, пищевого и других режимов определяются комплексом агрометеорологических факторов и, в частности, характером их суточного хода. Детальное изучение структуры суточной периодичности роста

растений выполнено академиком В. С. Шевелухо. На основе его многолетних экспериментально-аналитических исследований изучены и обобщены основные особенности данной периодичности для многих видов культур в условиях Беларуси [1].

Важной особенностью суточного хода ряда агрометеорологических факторов является их взаимная инерционность проявления (запаздывание во времени). Очевидно, что для объективной оценки инерционности суточного хода необходима информация с внутрисуточной дискретизацией изучаемых элементов, а также соответствующая математико-статистическая обработка опытных данных. В данном случае, когда взаимосвязь переменных имеет инерционную природу, для количественной ее оценки целесообразно использовать метод кросскорреляционного анализа [2, 3].

Что касается водопотребления сельскохозяйственных культур (суммарного испарения), то характер его суточного хода ранее исследован в работах [4–6]. Нами также были проведены специальные полевые четырехлетние опыты с организацией внутрисуточной записи фактического водопотребления орошаемых трав и комплекса определяющих его факторов [7, 8]. При этом адекватность (синхронность) внутрисуточного хода водопотребления и определяющих (входящих в модель) агрометеорологических факторов устанавливалась путем применения кросскорреляционного анализа.

В работе автора [9] данный метод использован для исследования послынной кросскорреляционной связи влажности почвы (измеренной с интервалом 5 суток) между слоями 0,3–0,1; 0,5–0,1; 1,0,1 м.

Основная часть

Кросскорреляционная функция [2] выражает зависимость величины коэффициента корреляции двух временных рядов (X_t, Y_t) от степени их взаимного пошагового сдвига (запаздывания):

$$r_\tau = \frac{\sum (X_t - \bar{X}_t)(Y_{t+\tau} - \bar{Y}_{t+\tau})}{(n-\tau)\sigma_x\sigma_y}, \quad (1)$$

где r_τ – значение функции при запаздывании τ ; n – длина исследуемых рядов X_t, Y_t ; σ_x, σ_y – их среднеквадратические отклонения.

В данной работе приведены результаты исследований кросскорреляционной взаимосвязи следующих агрометеорологических факторов развития растений: суточного хода водопотребления орошаемых трав и комплекса определяющих его агрометеорологических элементов, измеренных ранее в ходе специальных полевых опытов автора [7]; температуры воздуха с температурой почвы на глубинах 10 и 20 см (по данным их суточного хода, измеренным на метеостанции Горки в августе 2016 г.).

При получении суточного хода водопотребления трав и комплекса агрометеорологических факторов применялись как стандартные агрометеорологические приборы, так и разработанные автором усовершенствованные устройства непрерывной регистрации [8].

Для расчетов и анализа кросскорреляционных функций (1) выбирались летние непрерывные пятидневки с устойчивой погодой, не нарушающей типовой (стандартный) тип суточного хода агрометеорологических элементов и водопотребления. На рис. 1а приведен пример такого суточного хода, осредненного за период 1–5 июля 1983 г. В расчетах использованы исходные временные (статистические) ряды с двухчасовой дискретностью. Таким образом, длина рядов пятидневки (n) составила 60 срочных значений агрометеорологических факторов, а также двухчасовых значений испарения с водной поверхности и водопотребления трав (состав приведен на рис. 1). Шаг сдвига $\tau = 2$ ч, максимальное запаздывание $\tau_{\max} = 12$ ч.

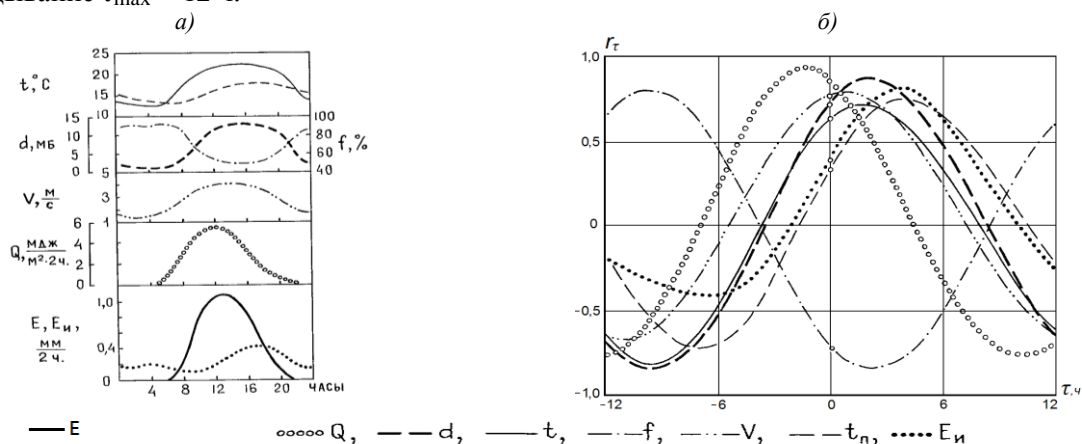


Рис. 1. Суточный ход агрометеорологических факторов и водопотребления орошаемых трав (а), кросскорреляционные функции водопотребления (б): Q – с солнечной радиацией; d – с дефицитом влажности воздуха; t – с температурой воздуха; f – с относительной влажностью воздуха; V – со скоростью ветра; t_n – с температурой почвы на глубине 5 см; E_n – с испарением с водной поверхности

Расчеты кросскорреляционных функций (1) выполнены по программе «KROSKOR» [2] для пар переменных, приведенных на рис. 1б и в таблице. Полученные функции имеют синусоидальный характер (рис. 1б) с различными амплитудами и фазами в зависимости от характера и степени влияния каждого отдельного фактора на водопотребление трав (E). В таблице приведены значения связи естественного хода элементов (r при $\tau = 0$), а также величины запаздывания τ , обеспечивающие наилучшую связь $|r_{max}|$ в суточном ходе. Как видно, наибольшая связь E при $\tau = 0$ отмечается с солнечной радиацией ($r = 0,86$), имеющей опережение E в суточном ходе примерно на 1 час. Далее степень синхронной связи уменьшается по мере увеличения запаздывания (инерционности хода) агрометеорологических факторов: от $r = 0,7$ (скорость ветра) до $r = 0,33$ (температура почвы). Отмечена также слабая связь внутрисуточных величин E и испарения с водной поверхности $E_{и}$ ($r = 0,39$), в виду большой инерционности прогрева воды в испаромере ГГИ-3000 [8].

Кросскорреляционная связь внутрисуточных величин водопотребления орошаемых трав и агрометеорологических факторов

Переменные	Корреляционная связь r при запаздывании $\tau = 0$	Запаздывание τ , обеспечивающее r_{max} , час	$ r_{max} $
E – Q	0,86	– 1	0,93
E – d	0,73	2	0,87
E – t	0,64	1,5	0,72
E – f	– 0,73	2	– 0,86
E – V	0,77	1	0,78
E – $t_{и}$	0,33	4	0,75
E – $E_{и}$	0,39	4	0,81

При оценке достоверности кросскорреляционной связи учитывалась стандартная (квадратическая) ошибка r_{τ} , вычисляемая по формуле:

$$S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}. \quad (2)$$

Критерий существенности связи t_r определялся как:

$$t_r = \frac{r_{\tau}}{S_r}, \quad (3)$$

или с учетом (2):

$$t_r = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}. \quad (4)$$

Для приведенных выше расчетов минимальные существенные значения коэффициентов корреляции r_{min} [10] при уровне значимости $\alpha = 5\%$ изменяются от 0,25 при полной длине взаимокоррелируемых рядов $n = 60$ (без их сдвига) до 0,29 при максимальном сдвиге ($\tau_{max} = 12$, длина взаимокоррелируемых рядов $n = 48$). При уровне значимости $\alpha = 1\%$ значения r_{min} составляют соответственно 0,33 и 0,37. Температурный режим почвы на различных глубинах ее корнеобитаемого слоя является весьма существенным агрометеорологическим фактором развития сельскохозяйственных культур. Как известно, теплообмен по глубине почвы и далее подстилающих ее грунтов имеет выраженный инерционный характер и может описываться так называемыми законами Фурье [11] вплоть до зоны постоянной годовой температуры (для Беларуси глубже 15–20 м). Наибольшее влияние на растения оказывает тепловой режим почвы непосредственно ее корнеобитаемого слоя (до 20–30 см).

С целью оценки связи суточного хода температуры почвы на глубинах 10 и 20 см ($t_{п10}$, $t_{п20}$) с суточным ходом температуры воздуха (t) рассчитаны кросскорреляционные функции по соответствующим срочным 3-часовым данным метеостанции Горки за 7 непрерывных суток при отсутствии существенных осадков (4–10 августа 2016 г.). Длина рядов $n = 56$, шаг сдвига $\tau = 3$ ч, максимальное запаздывание $\tau_{max} = 12$ ч. Для данного варианта расчетов минимальные существенные значения коэффициентов корреляции r_{min} при уровне значимости $\alpha = 5\%$ изменяются от 0,26 при полной длине взаимокоррелируемых рядов $n = 56$ (без их сдвига) до 0,30 при максимальном сдвиге ($\tau_{max} = 12$, длина взаимокоррелируемых рядов $n = 44$). При уровне значимости $\alpha = 1\%$ значения r_{min} составляют соответственно 0,34 и 0,39.

Ниже показан пример суточного хода изучаемых переменных за двое календарных суток (рис. 2а) и соответствующие кросскорреляционные функции (рис. 2б).

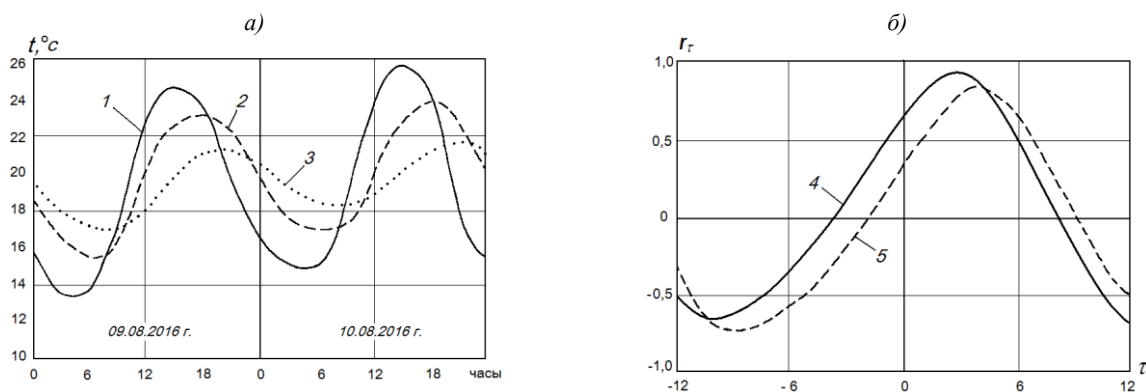


Рис. 2. Суточный ход температуры воздуха и почвы (а): 1 – температура воздуха; 2 – температура почвы на глубине 10 см; 3 – температура почвы на глубине 20 см; кросскорреляционные функции температуры воздуха (б): 4 – с температурой почвы на глубине 10 см; 5 – с температурой почвы на глубине 20 см

Приведенные функции дают количественную оценку отмеченной выше и показанной на рис. 2а инерционности температуры почвы и ее увеличения с глубиной. Аналогично рис. 1б полученные функции также синусоидального характера (рис. 1б) с различными амплитудами и фазами в зависимости от глубины измерения температуры почвы. Корреляционная связь t_{n10} с t более тесная ($r = 0,68$ при $\tau = 0$ и $r_{max} = 0,91$ при запаздывании около 3 ч). Для глубины 20 см с ростом инерционности связь t_{n20} с t уменьшается до $r = 0,36$ при $\tau = 0$ и до $r_{max} = 0,85$ при запаздывании около 4 ч.

Заключение

В результате проведенных исследований и расчетов получены количественные показатели кросскорреляционной связи внутрисуточных значений агрометеорологических факторов развития растений с учетом их взаимной инерционности.

В частности установлено, что из метеоэлементов, измеряемых на широкой гидрометеорологической сети, достаточно высокое влияние на внутрисуточные величины водопотребления трав оказывают дефицит влажности воздуха и скорость ветра. Это позволяет использовать данные факторы в расчетных моделях суточного водопотребления.

Получаемые путем кросскорреляционного анализа количественные оценки инерционности температуры почвы на разных глубинах могут использоваться в агрономических исследованиях, связанных с регулированием суточных ритмов развития растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевелуха, В. С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования / В. С. Шевелуха. – Минск: Ураджай, 1977. – 424 с.
2. Шейнов, В. П. Анализ рядов наблюдений методами теории случайных процессов / В. П. Шейнов // Конструкции и расчеты осушительно-увлажнительных систем. – Минск, 1979. – Вып. 9. – С. 191–200.
3. Вихров, В. И. Суточный ход водопотребления орошаемых многолетних трав и его кросскорреляция с метеорологическими факторами / В. И. Вихров // Планирование, строительство и эксплуатация мелиоративных и водохозяйственных систем. Сб. науч. трудов БСХА. Вып. 127. – Горки, 1985. – С. 17–22.
4. Константинов, А. Р. Испарение в природе / А. Р. Константинов. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 532 с.
5. Козлов, М. П. Суточный ход суммарного испарения с луга и его связь с метеорологическими факторами / М. П. Козлов // Труды ГГИ, вып. 59. – Л., 1957. – С. 134–171.
6. Огнева, Т. А. О суточном ходе испарения с поверхности суши / Т. А. Огнева // Труды ГГО. – Л., 1965. – Вып. 174. – С. 193–203.
7. Вихров, В. И. Методологические принципы построения адаптивной корреляционной модели суточного водопотребления трав / В. И. Вихров // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013, №2. – С. 110–115.
8. Вихров, В. И. Автономные устройства для непрерывной регистрации некоторых агрометеорологических факторов развития и водопотребления растений / В. И. Вихров // Вестник БГСХА. – 2017. – №1. – С. 76–80.
9. Вихров, В. И. Оценка характера изменчивости влагозапасов почвы методами анализа временных рядов / В. И. Вихров // Материалы междунар. науч.-практической конференции «Социально-экономические и экономические проблемы мелиорации и водного хозяйства». – Горки, 2004. – С. 101–103.
10. Методические указания по статистической обработке экспериментальных данных в мелиорации и почвоведении. – Л.: СевНИИГиМ, 1977. – 274 с.
11. Хромов, С. П. Метеорология и климатология / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. – Л.: Гидрометеиздат, 1994. – 520 с.

ТЕНОЛОГИЯ УДОБРИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНОГО ДОЖДЕВАНИЯ**М. Г. ГОЛЧЕНКО, А. Н. БАСАРЕВСКИЙ, Д. А. ЕМЕЛЬЯНЕНКО**УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 21.09.2017)

В условиях Республики Беларусь, получать высокие и стабильные по годам урожаи сельскохозяйственных культур практически невозможно без применения оросительных мелиораций. В первую очередь это относится к овощекормовым севооборотам и минеральным почвам. Резервом дальнейшего эффективного орошения является применение такого агро-мелиоративного приема, как удобрительно-увлажнительное дождевание, которое широко применяется в зарубежных странах на оросительных системах. Известно, что прибавка урожая от применения указанного агро-мелиоративного приема достигается по большинству культур до 30–100 %. Наибольшая прибавка урожая наблюдается в засушливые периоды. Использование данного приема снижает негативное воздействие химикатов на окружающую среду. Подача удобрений к растениям с помощью удобрительно-увлажнительного дождевания обладает рядом преимуществ перед обработкой возделываемых культур сухими веществами: применяемый питательный водный раствор слабо концентрированный (0,1–0,3 %), сосредотачивается в активном корнеобитаемом слое и полностью поглощается растениями. Это исключает его перемещение по почвенным слоям. В том числе обеспечивается полная механизация и автоматизация операций по приготовлению и применению жидких удобрений, сокращаются затраты труда, энергии и материальных средств на производство единицы продукции, уменьшается уплотнение пахотного слоя почвы за счет совмещения операций. Использование агро-мелиоративного приема невозможно без применения технологии удобрительно-увлажнительного дождевания. В статье даются технологические требования: какие необходимо применять дождевальные машины и установки, какие необходимо применять минеральные удобрения, специальные устройства (гидроподкормщики или подкормщики) в том числе современные разработки за рубежом. В статье приводится описание современного устройства для гидроподкормки (оборудование для гидроподкормки к дождевальным установкам ОГД-50), разработанного в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» и прошедшего приемочное испытание на опытном оросительном комплексе «Тушково» УО БГСХА.

Ключевые слова: орошение, удобрительно-увлажнительное дождевание, дождевальная техника, минеральные удобрения, гидроподкормщики, технология внесения при удобрительно-увлажнительном дождевании.

In the conditions of the Republic of Belarus, it is practically impossible to obtain high yields of crops that are stable over the years without the use of irrigation reclamation. First of all, this applies to vegetable-fodder crop rotations and mineral soils. The reserve of further irrigation efficiency is the use of such agro-meliorative method as fertilizer-moistening sprinkling, which is widely used in foreign countries on irrigation systems. It is known that the increase in yield from the application of this agro-meliorative method reaches 30-100% for most crops. The greatest yield increase is observed in dry periods. The use of this method reduces the negative impact of chemicals on the environment. Fertilizing plants with the help of fertilizer-moistening sprinkling has a number of advantages in comparison with the application of dry substances for cultivated crops: the nutrient water solution used is poorly concentrated (0.1-0.3%), it concentrates in the active root layer and is completely absorbed by the plants. This excludes its movement through the soil layers. There is also full mechanization and automation of operations for the preparation and use of liquid fertilizers, and there is reduction of labor, energy and material costs for the production of a unit of production, and there is reduction of compaction of the arable layer of the soil due to operations combination. The use of this agro-meliorative method is impossible without the application of fertilizer-moistening sprinkling technology. Technological requirements are given in the article, namely: what kind of sprinkling machines and plants need to be used, and what mineral fertilizers and special devices (fertilizer injectors or feeders), including modern developments abroad, should be used. The article describes a modern device for fertilizer injection (equipment for fertilizer injection for sprinklers OGD-50), developed in the Scientific-Production Centre of NAS of Belarus for the mechanization of agriculture and accepted at the approval test at the experimental irrigation complex «Tushkovo» of BSAA.

Key words: irrigation, fertilizer-moistening sprinkling, sprinkling equipment, mineral fertilizers, fertilizer injectors, fertilizer application technology for fertilizer-moistening sprinkling.

Введение

Целью сельскохозяйственных мелиораций в Республике Беларусь на современном этапе является повышение экономической эффективности сельскохозяйственного производства на основе устранения или компенсации неблагоприятного воздействия природных факторов на плодородие сельскохозяйственных земель. Это может быть достигнуто путем дифференцирования и сочетания различных видов и способов мелиораций для конкретных участков с применением ресурсосберегающих и природоохранных технологий [1]. Для увеличения урожаев с орошаемых земель и снижение затрат на их получение необходимо своевременно обеспечить растения необходимыми элементами питания и создать наиболее благоприятный водно-воздушный режим в почве. В этом плане значительный интерес представляет агро-мелиоративный прием – удобрительно-увлажнительное дождевание, которое широко применяется в зарубежных странах на оросительных системах (Польша, Германия, Прибалтика).

Известно из литературных источников [2], что прибавка урожая от применения указанного агро-мелиоративного приема достигается по большинству культур до 30–100 %. Наибольшая прибавка урожая наблюдается в засушливые периоды.

При правильном использовании удобрительно-увлажнительного дождевания необходимо соблюдать предъявляемые требования: использование современной дождевальной техники и установок, удобре-

ний, которые пригодны при использовании данного приема, специального оборудования – гидроподкормщиков нового поколения, технологии проведения удобрительно-увлажнительного полива.

Основная часть

Удобрительно-увлажнительное дождевание – внесение жидкого концентрированного раствора одновременно с оросительной водой в соответствии с требуемой дозой минеральных удобрений, а также гербицидов, микроэлементов и ядохимикатов, и заданной поливной нормой. Данный прием можно разделить на 3 типа применения при различном состоянии водного режима почвы: срок внесения удобрений совпадает со сроком увлажнительного полива; ко времени внесения удобрений влажность почвы выше обычного предполивного уровня, надобность в поливе вероятна через несколько дней; температура воздуха низкая (менее 15 °С) влажность почвы вполне достаточная, надобности в увлажнительном поливе не предвидится.

В первом случае в корнеобитаемый слой подается полная поливная норма, с водой вносится необходимая доза удобрений. Во втором случае удобрительно-увлажнительный полив проводится либо уменьшенной нормой воды, либо откладывается на несколько дней. В третьем случае удобрения, как правило, вносятся без полива.

Так как удобрения с поливной водой нередко приходится вносить в дождливую погоду, важно знать минимальную норму удобрительного полива. К ней предъявляются следующие требования:

1) норма полива должна быть достаточной для внесения требуемой дозы удобрений, а также последующей промывки дождевального оборудования и растений чистой водой;

2) удобрения должны быть равномерно распределены по орошаемой площади при допустимой их концентрации для растений и дождевальной техники [3].

Удобрительно-увлажнительное дождевание при использовании современных дождевальных машин и установок позволяет оперативно и с большей точностью выдавать требуемое количество питательных веществ, своевременно управлять ростом и развитием растений.

В настоящее время на территории Республики Беларусь используются дождевальные машины как зарубежного, так и отечественного производства [4], которые пригодны к применению удобрительно-увлажнительного дождевания с использованием специальных устройств [5]. Основным требованием, предъявляемым к таким дождевальным машинам и установкам, является равномерное распределение удобрений и подача влаги на орошаемую площадь. Равномерность распределения удобрений с поливной водой зависит от точности дозирования маточных растворов в поливной поток. Вместе с тем на равномерность распределения воды и удобрений при дождевании отрицательное влияние оказывает ветер [6]. Удобрительные поливы рекомендуется проводить при скорости ветра 2 м/с – для дальнеструйных дождевальных аппаратов и 3 м/с – для среднеструйных аппаратов [3].

Важно отметить, что при применении удобрительно-увлажнительного дождевания увеличивается сезонная нагрузка использования дождевальной техники, что способствует быстрой окупаемости оросительной системы. Благодаря такому агрометеорологическому приему с использованием дождевальной техники уменьшается уплотнение пахотного слоя почвы за счет сокращения проходов сельскохозяйственных машин по площади полей (по сравнению с внесением удобрений в сухом виде).

При удобрительно-увлажнительном дождевании рекомендуется применять хорошо растворимые в воде сухие удобрения. Конкретно: азотные удобрения – мочевины, аммиачная селитра. Они обладают высокой растворимостью и не образуют шлама; фосфорные удобрения – аммофос, двойной суперфосфат. Аммофос хорошо растворим. Низкая концентрация раствора исключает его агрессивность к металлу; калийные удобрения – хлористый калий. Хорошо растворим и нейтрален по отношению к другим элементам. С использованием минеральных удобрений (сухих) необходимо соблюдать технологию удобрительно-увлажнительного дождевания. Технология заключается в следующем:

1) перед началом удобрительного полива необходимо сухую фазу удобрений (NPK) обратить в жидкую фазу, т. е. туки растворить в воде и, таким образом, получить концентрированный маточный раствор. Для этого бак гидроподкормщика на 30 % от объема загружается требуемым составом сухих минеральных удобрений. Остальные 70 % объема заполняется водой. Проводится чистый полив в течение 10–15 минут;

2) после приготовления концентрированного раствора проводится удобрительный полив. Длительность проведения полива при заданной поливной норме не должна превышать 30 минут;

3) в течение 10–15 минут после удобрительного полива необходимо провести полив чистой водой с целью смыва частиц концентрата с листовой поверхности растений для предотвращения возможных ожогов. Кроме того, промывка необходима для устранения агрессивного воздействия концентрированного раствора на дождевальную установку и гидроподкормщик.

Здесь также уместно будет сказать об органической (биологической, альтернативной, экологической, биодинамической и др.) системе земледелия, которая в последние годы широкое распространение приобретает в США и странах Евросоюза. Она предполагает многоотраслевую систему производства, которая исключает частичное или полное использование минеральных удобрений и других химических средств, а сохранение плодородия почвы обеспечивается за счет органических и микробиологических ресурсов. В этом плане значительное внимание уделяется некорневым подкормкам (удобрительному орошению) как наиболее эффективным, поскольку ряд исследований показывает, что листья растений усваивают питательные вещества даже быстрее, чем корневая система [7].

Производители комплексных удобрительных препаратов («Кристалон», «Нутривант», отечественный «Наноплант» и др.) предлагают широкий спектр их применения для различных видов культур. Технология удобрительно-увлажнительного дождевания с применением микроудобрений и биопрепаратов заключается в следующем: в емкость для маточного раствора заливают микроудобрения, на дозирующем устройстве устанавливают заданную концентрацию, после этого проводится удобрительный полив с заданной концентрацией и поливной нормой. При удобрительных поливах нормой 300 м³/га концентрация поливной воды обычно не должна превышать 0,01–0,1 %, или 0,1–1,0 г/л, а при норме полива 600–900 м³/га – 0,2–0,3 %, или 2–3 г/л. Концентрация удобрительных растворов контролируется по электропроводности рН-метра или солемера. Концентрация удобрений в поливной воде не должна превышать 0,2–0,3 % в сухой и жаркий период. При прохладной или дождливой погоде концентрацию повышают до 0,5 %. Использование агромелиоративного приема невозможно без применения специальных устройств – гидроподкормщиков или подкормщиков.

Гидроподкормщики предназначены для использования на различных дождевальных и поливных машинах. Эти устройства служат для приготовления концентрированных удобрительных растворов (маточных) с последующим вводом в оросительную воду заданной концентрации.

В зависимости от способа приготовления раствора удобрений и подачи его в поток с поливной водой, можно выделить два типа удобрительных систем: с прямым использованием энергии водяной струи для получения раствора удобрений и введения его в поток поливной воды в водопроводящей системе дождевальной машины за счет использования скоростного напора и перепада давления, создаваемых специальными устройствами; с приготовлением растворов высокой концентрации и последующей подачей удобрительных веществ в напорную или всасывающую линию насосной станции. Для этих целей используется скоростной напор, перепад давлений, а также специальные насосы [2, 8].

К первому типу гидроподкормщиков можно отнести: гидроподкормщик для машин ДДН-70 и ДДН-100, гидроподкормщик к агрегату ДДА-100МА, ГПД-50 к дождевальной машине «Фрегат» и др. Ко второму типу можно отнести насосы-дозаторы, посредством которых производится подача удобрений во всасывающий трубопровод насосной станции с последующей подачей оросительной воды на дождевальные установки. В свою очередь современные устройства гидроподкормки, в зависимости от используемой системы дозирования, можно разделить на три типа [9]: система емкостей, работающих под давлением; инжекторный насос «Вентури»; насосы-дозаторы. С развитием химической промышленности для сельского хозяйства в мире и частности в Республике Беларусь необходимо применять новые типы гидроподкормщиков, основным компонентом для которых являются микроудобрения. Важно учитывать, что при применении современных комплексных микроудобрений главным вопросом становится техническая сторона: применение устройств гидроподкормки, обеспечивающих точное стабильное дозирование в течение всего агромелиоративного приема.

В мировой практике широко используется в капельном орошении, в основном, второй тип устройств [9, 10]. Ведутся разработки по созданию новых устройств (гидроподкормщиков). К примеру, в ФГБНУ ВНИИ «Радуга» создан подкормщик для ирригационных комплектов ГП 01.000 [11]. В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» создан опытный образец оборудования для гидроподкормки к дождевальным установкам ОГД-50, который можно отнести к третьему типу по классификации. Оборудование для гидроподкормки ОГД-50 (рис. 1) нового поколения позволяет реализовать качественное удобрительное орошение, отвечающее требованиям агротехники. Преимущество оборудования – точное стабильное соблюдение заданного диапазона дозировки микроудобрений. Оборудование обеспечивает автоматическую регулировку пропорциональности объема ввода микроудобрений в зависимости от изменения расхода поливной воды. К достоинствам оборудования следует также отнести его независимость от дополнительных источников энергии. С целью расширения эксплуатационных возможностей оборудования в текущем году были проведены некоторые конструктивно-технологические доработки. В результате оборудование приобрело универсальность: его можно использовать не только с мобильными барабанно-шланговыми установками, но и в технологиях удобрительно-увлажнительного дождевания с применением позиционных широкозахватных

фронтальных и круговых дождевальных машин. Опытный образец оборудования ОГД-50 проходил приемочные испытания в УНП «Опытные поля» Тушково (рис. 2) [12].



Рис. 1. Оборудование для гидроподкормки ОГД-50 к дождевальным установкам



Рис. 2. Оборудование для гидроподкормки ОГД-50 к дождевальной установке Rainstar T 61 при проведении испытаний

Конструкция оборудования состоит из следующих основных узлов: прицепа грузового, на котором установлены емкости для маточного раствора, дозирующего устройства, представленного двумя дозаторами, системы трубопроводов, вентилях, манометров, расходомера. Работа оборудования происходит следующим образом: вода под напором (от 30 до 100 м) подается в дозирующее устройство, которое под действием указанного напора всасывает микроудобрения в заданном объеме из емкости для маточного раствора и вводит их в поливную воду в водопроводящей системе дождевальной установки (заданной концентрацией). Получаемая смесь подается в выходной (напорный) трубопровод и далее в дождевальный аппарат. Техническая характеристика оборудования для гидроподкормки ОГД-50 к дождевальным установкам приведена в таблице.

Техническая характеристика оборудования для гидроподкормки ОГД-50 к дождевальным установкам

Наименование показателей	Значение
Тип оборудования	Полуприцепной
Количество емкостей, шт.	2
Объем емкости для рабочего раствора, л не менее	250
Концентрация удобрений в поливной воде, %	0,2...2,0
Давление в водопроводящей системе, МПа	0,3...1,0
Расход поливной воды, не более, м ³ /ч	50,0
Потери давления на выходе, не более, МПа	0,2
Габаритные размеры:	
– длина	4000
– ширина	1800
– высота	2500
Масса, не более	850
Эксплуатационно-технические коэффициенты, не менее:	
Коэффициент использования сменного времени	0,55
Коэффициент использования эксплуатационного времени	0,55
Коэффициент надежности технологического процесса	0,98
Срок службы, лет, не менее	6
Ресурс до списания, ч, не менее	2400

На основании результатов испытаний ГУ «Белорусская МИС» рекомендовано поставить на производство оборудование для гидроподкормки ОГД-50 к дождевальным установкам.

Заключение

1. Подача удобрений к растениям с помощью удобрительно-увлажнительного дождевание обладает рядом преимуществ перед обработкой возделываемых культур сухими веществами: снижается негативное воздействие химикатов на окружающую среду. Применяемый питательный водный раствор слабоконцентрированный (0,1–0,3 %), сосредотачивается в активном корнеобитаемом слое и полностью поглощается растениями. Это исключает его перемещение по почвенным слоям; обеспечивается полная механизация и автоматизация операций по приготовлению и применению жидких удобрений, сокращаются затраты труда, энергии и материальных средств на производство единицы продукции, уменьшается уплотнение пахотного слоя почвы за счет совмещения операций; удобрения вносятся на

тех этапах развития растений, когда элементы питания и влага необходимы им в наибольшей степени. При этом обеспечивается равномерное распределение питательных веществ по площади, расширяются возможности повышения качества продукции за счет проведения поздних подкормок; сокращаются потери питательных веществ на выщелачивание, не создается повышенной концентрации почвенного раствора.

2. В настоящее время разработаны эффективные комплексные микроудобрения, применение которых требует повышенного внимания к соблюдению технологии удобрительно-увлажнительного дождевания, а именно – к точности дозирования удобрительного раствора в поток поливной воды на протяжении всего цикла орошения. Поэтому важным моментом является применение современных устройств гидроподкормки, способных обеспечить необходимые параметры процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихацевич, А. П. Развитие оросительных мелиораций в Республике Беларусь / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко // Мелиорация и актуальные проблемы инновационного развития АПК: материалы международной научно-практической конференции (2–4 октября 2013 г., г. Минск) / РУП «Институт мелиорации». – 2013. – С. 84–86.
2. Москвичев, Ю. А. К вопросу о внесении минеральных удобрений с поливной водой при дождевании / Ю. А. Москвичев, С. Н. Никулин, В. И. Ивашкин // Труды ВНИИМ и Т.П. – М.: Колос, 1972. – С. 189–206.
3. Шепелевич, П. С. Пособие по технологии внесения минеральных удобрений с поливной водой / П. С. Шепелевич, В. С. Брезгунов, А. И. Михальцевич и др. – Минск: Ураджай, 1984. – С. 48.
4. Анженков, А. С. Дождевальная техника для условий Республики Беларусь / А. С. Анженков, М. Г. Голченко, Д. А. Емельяненко // Вестник БГСХА. – 2013. – № 3. – С. 101–105.
5. Голченко, М. Г. Применимость современных дождевальных устройств для совместного внесения удобрений с поливной водой / М. Г. Голченко, Д. А. Емельяненко // Инновационные технологии и экологическая безопасность в мелиорации: Сб. научных докладов VII-ой Международной (11-ой Всероссийской) научной конференции молодых ученых и специалистов. – Коломна: 2015. – С. 20–25.
6. Ратников А. Н. Эффективность комплексных удобрений нового поколения на территориях, подверженных техногенному воздействию / А. Н. Ратников, Н. И. Санжарова, Р. М. Алексахин [и др.] // Проблемы техногенного воздействия на сферу агропромышленного производства: теория и практика: сб. тр. совещания 8 июня 2010 г. – Обнинск: ГНУ ВНИИС-ХРАЭ, 2011. – С. 106–115.
7. Ивашкин, В. И. Технология удобрительного орошения / В. И. Ивашкин, А. Ф. Абрамов, И. В. Винникова. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 54.
8. Екатеринина, Г. И. Агрохимическое обоснование внесения минеральных удобрений с поливной водой при дождевании в луговой зоне Заволынья / Г. И. Екатеринина, Ю. А. Москвичев // Труды ВНИИМ и Т.П. – М.: Колос, 1972. – С. 170–182.
9. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: справ. – М.: ФГБНУ «Росинфармагротех», 2015. – 246 с.
10. Лихацевич, А. П. Орошаемое плодовоовощеводство / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 286 с.
11. Голченко, М. Г. Фертигация как фактор повышения эффективности оросительных мелиораций / М. Г. Голченко, Д. А. Емельяненко // Научные основы природообустройства России: проблемы, современное состояние, шаги в будущее: мат. междуна. научно-практической конференции, посвященной 50-летию образования эколого-мелиоративного факультета и 80-летию юбилею академика Григорова Михаила Степановича, Волгоград. – 2015. – С. 50–54.
12. Басаревский, А. Н. Результаты испытаний оборудования для гидроподкормки ОГД-50 к дождевальным установкам [Текст] / А. Н. Басаревский, С. П. Кострома, В. Б. Ловкис // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник / Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2015. – Вып. 49. – С. 82–86.

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ИНТЕРПОЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ГИС ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГУМУСА В ПОЧВЕ

Т. Н. МЫСЛЫВА, О. А. КУЦАЕВА

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Беларусь, 213407 e-mail: byrty41@yahoo.com

А. А. ПОДЛЕСНЫЙ

ООО «Компания Геоникс»,
г. Киев, Украина

(Поступила в редакцию 21.09.2017)

Проанализированы различные методы интерполяции в среде географической информационной системы ArcGIS и оценена их пригодность для прогнозирования пространственного распределения содержания гумуса в 0-20 см слое почвы на территории РУП «Учхоз БГСХА». Анализировалась стратифицированная случайная выборка из 92 значений содержания гумуса. Для генерации пространственного распределения исследуемого показателя использовались семь методов интерполяции: метод взвешенных обратных расстояний (IDW), локальная полиномиальная интерполяция (LPI), радиальная базисная функция (RBF), простой кригинг (SR), ординарный кригинг (OK), универсальный кригинг (UK) и эмпирический байесовский кригинг (EBK). Для оценки точности методов интерполяции применялась перекрестная проверка путем сравнения величин средней ошибки (ME), среднеквадратичной ошибки (RMSE) и среднеквадратичной нормированной ошибки (RMSS). Установлено, что универсальный кригинг является наиболее пригодным методом для интерполяции пространственного распределения гумуса с наименьшим значением RMSE, равным 0,3523.

Ключевые слова: гумус, прогнозирование, геоинформационные системы, детерминированная интерполяция, геостатистическая интерполяция.

We have analyzed various interpolation methods within the geographic information system ArcGIS and estimated their suitability for predicting the spatial distribution of humus content in a 0-20 cm layer of soil in the territory of experimental farm "Uchkhov of BSAA". We have analyzed a stratified random sample of 92 values of humus content. Seven interpolation methods were used to generate the spatial distribution of the indicator under study: inverse distance weighting (IDW), local polynomial interpolation (LPI), radial basis function (RBF), simple kriging (SK), ordinary kriging (OK), universal kriging (UK) and empirical Bayesian kriging (EBK). To assess the accuracy of interpolation methods, a cross-checking was performed by comparing the values of mean error (ME), root-mean-square error (RMSE) and root-mean-square standardized error (RMSS). We have established that universal kriging is the most suitable method for interpolating the spatial distribution of humus with the lowest RMSE value equal to 0.3523.

Key words: humus, forecasting, geo-information systems, deterministic interpolation, geo-statistical interpolation.

Введение

Гумус является одним из главных показателей качества почвы, а также углеродных пулов в наземной экосистеме, и считается важным фактором в экологическом моделировании, прогнозировании состояния окружающей среды, точном земледелии и рациональном управлении земельными ресурсами [4, 12, 20–21]. Выявление характеристик пространственной структуры содержания гумуса может стать основой для оценки плодородия почв и базой для разработки рациональной политики управления окружающей средой в условиях интенсификации аграрного производства и усиления антропогенного прессинга на биосферу. Знание пространственной неоднородности содержания гумуса в почве может существенно сократить затраты на оценку его запасов и при расчете баланса углерода. Исходя из этого, существует потребность в получении адекватной информации о пространственно-временном поведении содержания гумуса как в пределах локальных территорий и административных районов, так и в пределах отдельных регионов и природно-территориальных комплексов.

Агрохимические исследования в целом и определение содержания гумуса в почве в частности, являются дорогостоящими и трудоемкими, особенно на этапе выполнения полевых работ, связанных с отбором почвенных образцов. Данный факт является причиной того, что количество отобранных и проанализированных проб грунта часто относительно мало, сосредоточено преимущественно в пределах земель сельскохозяйственного назначения и не отражает фактического уровня вариации, который может присутствовать по отношению к исследуемому показателю, каковым в нашем случае является гумус. Поэтому возникает необходимость в поиске относительно малоресурсозатратных и надежных способов получения актуальных данных об агрохимических свойствах почв. С другой стороны, большой объем экспериментального материала, накопленного в ходе проведения туров агрохимических обследований сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь, делает актуальной проблему сравнения и объединения разновременных и разнокачественных результатов.

Традиционные статистические методы для оценки пространственного распределения содержания гумуса в почве использовались различными учеными [8, 13]. Однако классическая статистика не позволяет определить пространственное распределение агрохимического показателя в местах с отсутствием данных о содержании гумуса. Геостатистика является эффективным методом изучения пространственного распределения характеристик почвы и их несогласованности и уменьшения диспер-

сии ошибок оценки и затрат на выполнение агрохимических исследований [5, 11, 20]. Геопространственные методы и сравнение их эффективности при оценке пространственной связи агрохимических свойств почв и географической изменчивости почвенных характеристик также применялись целым рядом исследователей. В частности, в работе иранских исследователей [23] отмечено, что для прогнозирования пространственного распределения свойств почвы методы обычного кригинга (ОК) и кокригинга (СОК) более пригодны, чем метод обратных взвешенных расстояний (IDW). Австралийские ученые [16] использовали три различных метода, включая кригинг, IDW и радиальную базисную функцию (RBF) для прогнозирования уровней солености почвы, кислотности и содержания в ней органического вещества. В работе китайских исследователей [19] указывается, что обычный кригинг является наиболее распространенным на практике типом кригинга, применяемым для создания поверхностных карт свойств почвы. Исследованиями [7] установлено, что эмпирический байесовский кригинг (ЭБК) наиболее подходит для пространственного прогнозирования общего количества растворенных в питьевой воде твердых веществ. Данная модель интерполяции в исследованиях, выполненных в Иране [14], также позиционируется как лучшая для оценки загрязнения подземных вод среди таких геостатистических моделей, как ОК и IDW. Исследованиями, выполненными на территории Западной Бенгалии, Индия [12] установлено, что для интерполяции пространственного распределения гумуса в почве наиболее пригодным методом является обычный кригинг.

Проблемам оценки пригодности различных моделей интерполяции для изучения пространственного распределения свойств почвы посвящен и целый ряд исследований российских [3, 17] и украинских [1, 15] ученых. В частности, в работе [3], посвященной обзору современных подходов к моделированию пространственного распределения органического вещества почв, указывается на следующую последовательность методов геостатистического моделирования по убыванию точности: РК (регрессионный кригинг) > СОК (кокригинг) > (ординарный кригинг) ОК > (байесовский кригинг) ВК (блоковый кригинг) > IDW (метод обратных взвешенных расстояний). Однако в научной литературе имеется недостаточно сведений о разработке данного направления исследований на территории Беларуси. Поэтому *целью исследования* стало выполнение сравнения эффективности методов интерполяции на основе ГИС для оценки пространственного распределения гумуса в пределах территории РУП «Учхоз БГСХА», и применение перекрестной проверки для оценки точности пространственного моделирования.

Основная часть

Геопространственный анализ данных о содержании гумуса в почве выполнялся с помощью модуля Geostatistical Analyst программного продукта ArcGIS версии 10.2.1. Для анализа использовались данные о содержании гумуса, полученные из материалов агрохимического обследования территории РУП «Учхоз БГСХА», выполненного в 2014 г. УКПП «Могилевская областная проектно-изыскательская станция агрохимизации». Общая площадь обследованной территории составляет 6361,67 га.

В настоящем исследовании использованы детерминированные (то есть, создающие поверхности из измеренных значений) и геостатистические (то есть, использующие для построения поверхности статистические свойства измеренных точек) методы интерполяции. Среди детерминированных методов интерполяции использовались метод взвешенных расстояний ((Inverse Distance Weighting, IDW); локальная полиномиальная интерполяция (Local Polynomial Interpolation, LPI) и метод радиальных базисных функций (Radial Basis Functions, RBF), а среди геостатистических – простой кригинг (Simple Kriging, SK), ординарный кригинг (Ordinary Kriging, ОК), универсальный кригинг (Universal Kriging, UK) и эмпирический байесовский кригинг (Empirical Bayesian Kriging, EBK).

IDW является одним из наиболее часто применяемых детерминированных методов интерполяции в области почвоведения. Его целесообразно использовать, когда набор точек достаточно плотный, чтобы фиксировать степень локального изменения поверхности, необходимую для анализа. IDW определяет значения ячейки с использованием линейно-взвешенного набора комбинаций точек выборки. Назначенный вес является функцией расстояния от входной точки до местоположения выходных ячеек. Чем больше расстояние, тем меньшее влияние на интерполированную ячейку оказывает выходное значение [6]. Так как IDW не предусматривает вычисление стандартных ошибок интерполяции, обоснование использования этой модели является проблематичным. Интерполированное значение при применении метода IDW определяется по формуле (1):

$$z(x_0) = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n_{ij}^\beta}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{n_{ij}^\beta}} \quad (1)$$

где $z(x_0)$ – интерполированное значение; n – общее количество значений данных выборки; x_i – i -е значение данных; h_{ij} – расстояние между интерполированным значением и значением данных выборки; β – весовое значение.

Интерполяция по методу локальных полиномов генерирует множество полиномов, каждый из которых подбирается к определенной перекрывающейся окрестности. Окрестность поиска может быть определена размером и формой, числом соседей известных значений и конфигурацией сектора поиска. Интерполяция по методу локальных полиномов чувствительна к размеру окрестности поиска, а небольшие окрестности поиска могут создавать на интерполируемой поверхности пустые области. Очень часто данный метод интерполяции используют при интерполировании значений на поверхности с изменчивой формой рельефа.

Радиальные базисные функции (RBF) представляют собой жесткие интерполяторы, которые создают сглаженные поверхности. Они дают хорошие результаты для плавно меняющихся значений. Поскольку интерполяторы являются жесткими, радиальные базисные функции могут быть локально чувствительны к выпадающим значениям (то есть поверхность будет содержать локально высокие или низкие значения). Метод RBF представляет собой семейство из пяти методов детерминированной точной интерполяции: тонкопленочный сплайн (TPS), сплайн с напряжением (SPT), полностью регуляризованный сплайн (CRS), многокватратичная функция (MQ) и обратная многокватратичная функция (IMQ). Метод RBF подходит к поверхности через измеренные значения проб при минимизации общей кривизны поверхности и неэффективен, когда происходит резкое изменение значений поверхности на коротких расстояниях. В данном исследовании был выбран наиболее широко используемый RBF, которым является CRS.

Ординарный кригинг (OK) предполагает, что по крайней мере часть пространственных вариаций, наблюдаемых в природных явлениях, можно смоделировать при помощи случайных процессов с использованием пространственной автокорреляции. Приемы работы кригинга могут быть использованы для описания и моделирования пространственных структурных закономерностей, предсказания значений в неизмеренных местоположениях, оценки погрешности, связанной с прогнозируемым значением в неизмеренных местоположениях. Оценка кригинга $z^*(x_0)$ и дисперсия оценки ошибок $\sigma_k^2(x_0)$ в любой точке x_0 вычисляются следующим образом (2) и (3):

$$z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i) \quad (2)$$

$$\sigma_k^2(x_0) = \mu + \sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma(x_0 - x_i) \quad (3)$$

где λ_i – веса; μ – постоянная Лагранжа; $\gamma(x_0 - x_i)$ – значение вариограммы, соответствующее расстоянию между x_0 и x_i .

В качестве основного инструмента для изучения структуры пространственного распределения содержания гумуса в почве использовались семивариограммы. Основываясь на региональной теории вариаций и внутренних гипотезах [12], семивариограмма выражается следующим образом (4):

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (4)$$

где $\gamma(h)$ – полувариантность; h – расстояние запаздывания; Z – параметр свойства почвы; $N(h)$ – количество пар мест, разделенных расстоянием лага h ; $Z(x_i)$ и $Z(x_i + h)$ – значения Z в положениях x_i и $x_i + h$ [22].

Эмпирические семивариограммы, полученные из экспериментальных данных, сравнивались с теоретическими вариограммами для получения таких геостатистических параметров, как дисперсия самородка (C_0), структурированная дисперсия (C_1), дисперсия порогов ($C_0 + C_1$) и параметр расстояния (λ). Для характеристики пространственной зависимости значений содержания гумуса в почве рассчитывалось отношение дисперсии самородков к дисперсии порогов $C_0 / (C_0 + C_1)$. Величина данного отношения менее 25 % указывает на сильную пространственную зависимость, более 75 % – на слабую пространственную зависимость; при 25 % > $C_0 / (C_0 + C_1)$ < 75 % пространственная зависимость является умеренной [10].

Универсальный кригинг (UK) используется тогда, когда предполагается, что в данных имеется какая-либо доминирующая тенденция (тренд), которую можно смоделировать с помощью детерминистической полиномиальной функции. Он может использовать либо вариограммы, либо ковариации (математические формы, используемые для выражения автокорреляции), применять преобразования и учитывать погрешность измерения. Интерполированное значение при применении универсального кригинга определяется по формуле (5):

$$Z(s) = \mu(s) + \varepsilon(s), \quad (5)$$

где $\mu(s)$ – это некоторая детерминированная функция, описываемая полиномом второго порядка; случайная ошибка $\varepsilon(s)$, которая вычисляется путем вычитания полинома второго порядка из оригинальных данных.

Преимуществом кригинга является то, что он дает не только интерполированные значения, но и оценку возможной ошибки этих значений [9].

Простой кригинг (СК) предполагает использование для интерполирования значений той же модели, что и кригинг универсальный, однако в его случае показатель $\mu(s)$ является известной константой.

Эмпирический байесовский кригинг (ЕБК) отличается от других методов кригинга использованием внутренней случайной функции в качестве модели кригинга. В ЕБК можно анализировать эмпирическое распределение оценок параметров, поскольку в каждом местоположении рассчитывается множество вариограмм. Процесс ЕБК неявно предполагает, что оценочная полувариантность является истинной вариограммой для интерполяционной области и линейным предсказанием, которое включает в себя переменное пространственное затухание. В результате получается надежный нестационарный алгоритм пространственных интерполяционных геофизических поправок. Для каждого местоположения интерполяция рассчитывается с использованием новой вариограммы распределения, которая сгенерирована посредством базирующейся на подобию выборке из индивидуальных вариограмм спектров вариограмм в окрестности точки [12].

Для оценки и сопоставления характеристик различных методов интерполяции использовался метод перекрестной проверки или кроссвалидации. Используемые для интерполирования фактические данные о содержании гумуса в почве были условно разделены на два набора данных, причем один из них использовался для обучения модели, а другой - для проверки модели. Точность методов интерполяции определяли по величине средней ошибки (ME), среднеквадратичной ошибки (RMSE) и среднеквадратичной нормированной ошибки (RMSS) (6), (7), (8):

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - S_i)}{n} \quad (6)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - S_i)^2}{n}} \quad (7)$$

$$RMSS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(Z(S_i) - z(S_i)) / \sigma(S_i)]^2}{n}} \quad (8)$$

где O_i – наблюдаемое значение, S_i – предсказанное значение, n – объем выборки.

Пространственное распределение содержания гумуса в почвах характеризуется большой неопределенностью, которая может быть результатом:

- 1) пространственных изменений почвенных свойств;
- 2) несовершенства знаний о связях между условиями окружающей среды и содержанием гумуса;
- 3) ограничения региональных наборов данных для представления мелкомасштабной вариабельности почвенных свойств [3; 18].

Применение модуля «Геоэстатистический анализ» для пространственного моделирования содержания гумуса в почве предусматривает предварительную оценку исходных данных на предмет их пригодности для целей моделирования. В результате применения инструмента «Анализ данных» данного модуля создается гистограмма распределения данных и исследуется форма их распределения, а также рассчитываются основные статистические характеристики выборки, сведения о которых содержатся в табл. 1.

Таблица 1. Статистические показатели выборки данных о содержании гумуса, %, используемой для оценки моделей интерполяции

Название показателя	Число наблюдений	Значение показателя			Sd	Cv	Med	Эксцесс	Асимметрия
		min	max	mid					
Значение показателя	92	1,25	3,35	1,93	0,38	19,7	1,92	4,01	0,75

Примечание: Sd – среднеквадратическое отклонение; Cv – коэффициент вариации; Med – медиана.

Предварительная оценка данных позволяет установить необходимость проведения их преобразования. В частности, если распределение данных имеет несколько пиков (экстремумов), то есть данные распределены асимметрично, к ним применяется логарифмическое преобразование, которое приближает распределение к нормальному. В нашем случае выполнение преобразования нецелесообразно, поскольку распределение данных унимодальное, близкое к нормальному, а среднее значение и медиана довольно близки по значениям. Величина коэффициента вариации 19,7 % свидетельствует о том, что выборка данных достаточно однородная.

Инструмент «Анализ тренда» модуля «Геостатистический анализ» позволяет отображать данные в трехмерной перспективе. Местоположения опорных точек наносятся на плоскость x, y . Уникальной особенностью данного инструмента является то, что значения проецируются на перпендикулярные плоскости x, z и y, z в виде диаграмм рассеивания. Затем на проецируемых плоскостях выполняется подгон полиномов с помощью диаграмм рассеивания. Линия наилучшего соответствия (полином), проведенная через проецируемые точки, показывает тренды в определенных направлениях (рис. 1).

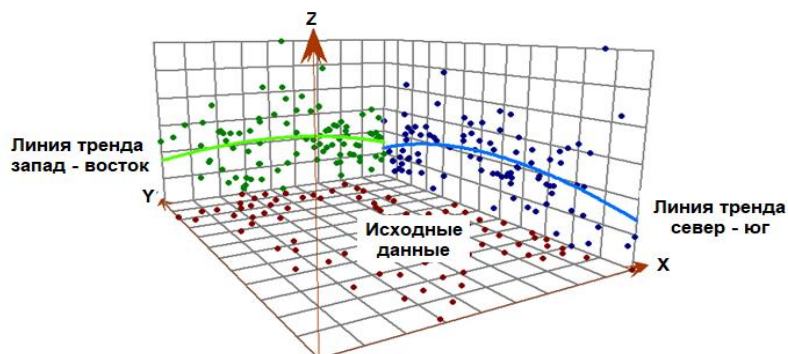


Рис. 1. Тренд пространственного распределения содержания гумуса в почве

В нашем случае наблюдается определенный тренд в направлении север–юг. Поскольку тренд имеет U-образную форму, при проведении интерполяции целесообразно использовать полином первого порядка в качестве глобальной модели тренда. При оценке моделей интерполяции, созданных с помощью детерминированных, т. е. создающих поверхности из измеренных значений методов, установлено, что наиболее приемлемой является модель, созданная с помощью метода локальных полиномов (рис. 2–3).

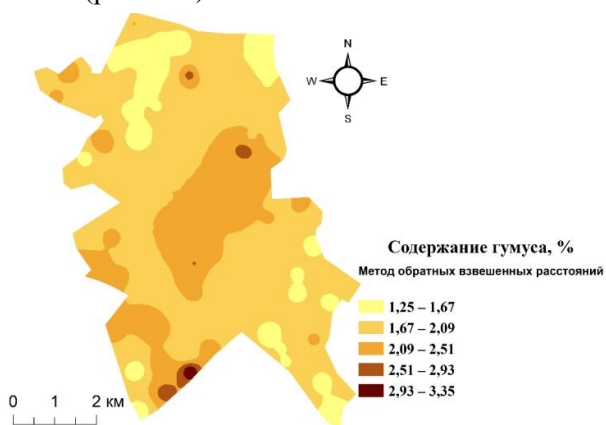


Рис. 2а. Пространственное распределение гумуса в 0–20 см слое почвы, смоделированное методом IDW

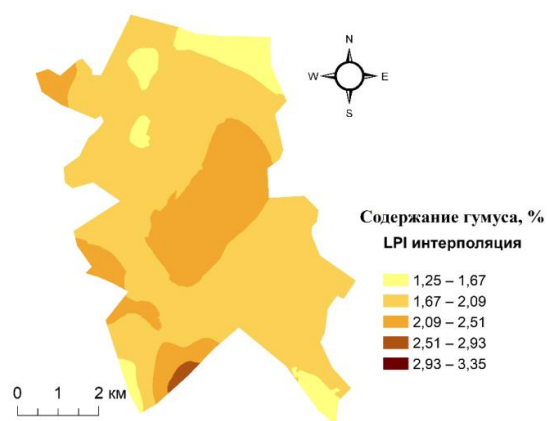


Рис. 2б. Пространственное распределение гумуса в 0–20 см слое почвы, смоделированное путем интерполяции по методу локальных полиномов

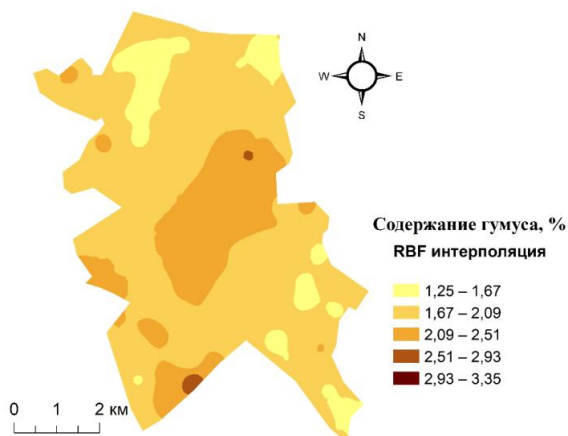


Рис. 3а. Пространственное распределение гумуса в 0–20 см слое почвы, смоделированное путем интерполяции по методу радиальных базисных функций

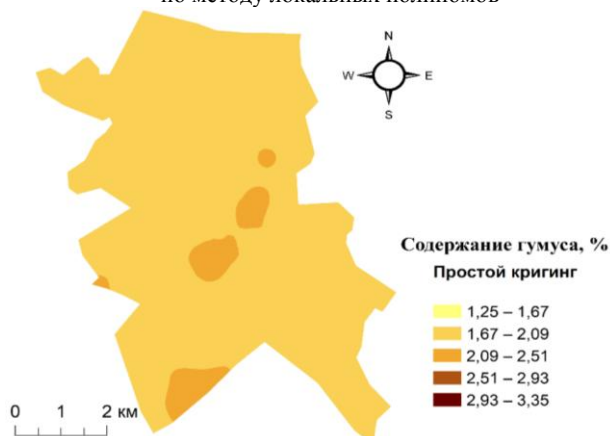


Рис. 3б. Пространственное распределение гумуса в 0–20 см слое почвы, смоделированное путем интерполяции с помощью простого кригинга

В табл. 2 показаны результаты перекрестной проверки прогнозных моделей, генерируемых методами IDW, LPI и RBF. Отметим, что целью перекрестной проверки является принятие обоснованного решения по поводу того, какая модель обеспечивает самые точные интерполяции. Она дает общие представления о том, насколько хорошо модели прогнозируют неизвестные значения. Перекрестная проверка последовательно пропускает точки в наборе данных и интерполирует значение для местоположения точки с помощью оставшихся данных, а затем сравнивает измеренное и проинтерполированное значения (разница между этими значениями называется ошибкой интерполяции). Статистические величины, рассчитанные по ошибкам интерполяции, используются для диагностики, определяющей правдоподобность модели для принятия решения и создания карты. Именно модель, созданная по методу локальных полиномов, имела наименьшие значения усредненной разности между измерением и проинтерполированным значением (ME) и среднеквадратичной ошибки (RMSE), указывающей, насколько близко модель прогнозирует измеренные значения.

Таблица 2. Результаты кросс-валидации прогнозных моделей, созданных с помощью детерминированных методов интерполяции

Название метода	ME	RMSE
Метод взвешенных расстояний, IDW	0,005238	0,3753
Локальная полиномиальная интерполяция, LPI	0,000304	0,3722
Метод радиальных базисных функций, RBF	0,00436	0,3739

Отметим, что данный метод интерполяции используют преимущественно при интерполировании значений на поверхности с изменчивой формой рельефа, что имеет место в нашем случае. Поскольку для прогнозирования использовались геопространственные данные, именно фактор неоднородности рельефа является определяющим при выборе детерминированного метода интерполяции. Наименее точным оказался метод взвешенных расстояний, что, очевидно, связано с недостаточным объемом выборки, использованной для интерполяции с помощью IDW.

Среди геостатистических методов интерполяции наиболее точным и информативным оказался метод с использованием универсального кригинга. Данный вывод соотносится с результатами исследований, выполненных на территории Беларуси [2], где метод универсального кригинга рекомендуется использовать для прогнозирования уровня загрязнения почвенного покрова.

Для определения возможной пространственной структуры содержания гумуса в почве с использованием геостатистических методов интерполяции были рассчитаны экспериментальные анизотропные вариограммы. По результатам кросс-валидации в качестве лучшей модели была идентифицирована экспоненциальная функция. В табл. 3 показаны результаты перекрестной проверки прогнозных моделей, генерируемых методами простого, обратного, универсального и эмпирического байесовского кригинга.

Таблица 3. Результаты кросс-валидации прогнозных моделей, созданных с помощью геостатистических методов интерполяции

Название метода	ME	RMSE	RMSS
Простой кригинг, SK	0,0072	0,3707	0,993
Ординарный кригинг, OK	0,0081	0,3875	1,087
Универсальный кригинг, UK	0,0067	0,3523	0,998
Эмпирический байесовский кригинг, EBK	0,0085	0,3821	1,001

Лучшая модель была выбрана на основе трех критериев: средней ошибки (ME), среднеквадратичной ошибки (RMSE) и среднеквадратичной нормированной ошибки (RMSS). Наименьшими значениями данных критериев по результатам проведенной кросс-валидации обладала модель, созданная методом универсального кригинга. Следует отметить и тот факт, что при применении методов ординарного кригинга и эмпирического байесовского кригинга величина RMSE для выборки из предсказанных значений находилась на уровне величины стандартного отклонения выборки с измеренными значениями, а при применении простого кригинга была ниже его. По точности интерполяции исследованные геостатистические методы расположились в следующий убывающий ряд UK > SK > OK > EBK.

Заключение

Проведенными исследованиями установлено следующее: 1) среди детерминированных методов интерполяции для условий пересеченного рельефа наиболее оптимальным для прогнозирования пространственного распределения гумуса в почве является метод локальных полиномов, обеспечивающий среднеквадратическую ошибку среднего прогнозируемых значений на уровне 0,3739; 2) метод универсального кригинга по эффективности превосходит другие исследованные детерминированные и геостатистические методы интерполяции и является наиболее приемлемым для целей прогнозирования пространственного распределения гумуса в пределах территории РУП «Учхоз БГСХА», обес-

печивая среднеквадратическую ошибку среднего прогнозируемых значений на уровне 0,3523; 3) для оптимизации моделей интерполяции необходимо учитывать дополнительную топографическую информацию о характере рельефа.

Наличие достаточного количества детерминистических и геостатистических методов обуславливает довольно широкое применение их для прогнозирования пространственного распределения содержания гумуса в почве. По этой причине необходимо продолжить исследования по определению оптимального для данной цели метода интерполяции, пригодного для оценки запасов гумуса в почве и составления соответствующих карт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кохан, С. С. Геоінформаційне забезпечення якісної оцінки ґрунтів / С. С. Кохан, А. А. Москаленко, Л. Г. Шило // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – № 6. – С. 18–25.
2. Рябова, Л. Н. Характеристика загрязнений почвенного покрова Припятского Полесья в Брестской области / Л. Н. Рябова, И. А. Залыгина // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. – 2015. – № 3. – С. 101–110.
3. Симбатова, А. Т. Моделирование пространственного распределения органического вещества почв: обзор современных подходов / А. Т. Симбатова, С. С. Рязанов, И. А. Сахабиев // Российский журнал прикладной экологии. – 2016. – №2. – С. 48–54.
4. Ancillary information improves kriging on soil organic carbon data for a typical karst peak cluster depression landscape / W. Zhang, K. L. Wang, H. S. Chen [and all] // J. Sci. Food Agric. – 2012. – Vol. 92. – P. 1094–1102.
5. Behera, S. K. Spatial distribution of surface soil acidity, electrical Conductivity, soil organic carbon content and exchangeable Potassium, calcium and magnesium in some cropped acid Soils of India / S. K. Behera, A. K. Shukla // Land Degrad. Dev. – 2015. – Vol. 16. – P. 71–79.
6. Childs, C. Interpolation surfaces in ArcGIS Spatial Analyst / C. Childs // ArcUser. – 2004. – Vol. 3. – P. 32–35.
7. Distribution of total dissolved solids in drinking water by means of Bayesian kriging and gaussian spatial predictive process water quality / I. Hussain, M. Shakeel, M. Faisal [and all] // Expos. Health. – 2014. – Vol. 6. – P. 177–185.
8. Estimating the spatial distribution of organic carbon density for the soils of Ohio, USA / S. Kumar, R. Lal, D. Liu, R. Rafiq // J. Geogr. Sci. – 2013. – Vol. 23 (2). – P. 280–296.
9. Fedorov, V. V. Kriging and other estimators of spatial field characteristics (with special reference to environmental studies) / V. V. Fedorov // Atmospheric Environment. – 1986. – Vol. 23. – P. 175–184.
10. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils / C. A. Cambardella, T. B. Moorman, J. M. Novak [and all] // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1994. – Vol. 58. – P. 1501–1511.
11. Geostatistical interpolation of object counts collected from multiple strip transects: ordinary kriging versus finite domain kriging / H. Saito, A. McKenna, D. A. Zimmerman, T. C. Coburn // Stoch. Environ. Res. Risk Assess. – 2005. – Vol. 19. – P. 71–85.
12. Gouri, S. B. Comparison of GIS-based interpolation methods for spatial distribution of soil organic carbon (SOC) / S. B. Gouri, P. K. Shit, R. Maiti // Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. – 2016. – Vol. 2. – P. 1–13.
13. Kumar, S. Assessing spatial variability in soil characteristics with geographically weighted principal components analysis / S. Kumar, R. Lal, D. C. Lloyd // Comput. Geosci. – 2012. – Vol. 16. – P. 827–835.
14. Mirzaei, R. Comparison of interpolation methods for the estimation of groundwater contamination in Andimeshk–Shush Plain Southwest of Iran / R. Mirzaei, M. Sakizadeh // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2015. – Vol. 24. – P. 1–12.
15. Moskalenko, A. A. Justification of geoinformation system on land soils quality monitoring / A. A. Moskalenko // Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. – 2012. – № 3–4. – С. 108–112.
16. Robinson, T. P. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties / T. P. Robinson, G. M. Metternicht // Comput. Electron. Agric. – 2006. – Vol. 50. – P. 97–108.
17. Samsonova, V. P. Use of empirical bayesian kriging for revealing heterogeneities in the distribution of organic carbon on agricultural lands / V. P. Samsonova, Y. N. Blagoveshchenskii, Y. L. Meshalkina // Eurasian Soil Science. – 2017. – Vol. 50. – №3. – P. 305–311.
18. Soil organic carbon in a mountainous, forested region: relation to site characteristics / Homann P. S., Sollins P., Chappell H. N., Stangenberger A. G. // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1995. – V. 59. – P. 1468–1475.
19. Spatial variability of cropland lead and its influencing factors: a case study in Shuangliu county, Sichuan province, China / S. Pang, T. X. Li, X. F. Zhang [and all] // Geoderma. – 2011. – Vol. 162. – P. 223–230.
20. Spatial variability of soil organic carbon in the forestlands of northeast China / L. Liu, H. Wang, W. Dai [and all] // J. Forest Res. – 2014. – Vol. 25 (4). – P. 867–876.
21. Spatial variability of soil properties in relation to land use and topography in a typical small watershed of the black soil region, northeastern China / J. B. Wei, D. N. Xiao, H. Zeng, Y. K. Fu // Environ. Geol. – 2008. – Vol. 53. – P. 1663–1672.
22. Wang, Y. Q. Spatial variability of soil physical properties in a region of the Loess Plateau of PR China subject to wind and water erosion / Y. Q. Wang, M. A. Shao // Land Degrad. Dev. – 2013. – Vol. 24 (3). – P. 296–304.
23. Zare-mehrjardi, M. Evaluation of geostatistical techniques for mapping spatial distribution of soil PH, salinity and plant cover affected by environmental factors in Southern Iran / M. Zare-mehrjardi, R. Taghizadeh-Mehrjardi, A. Akbarzadeh // Not. Sci. Biol. – 2010. – Vol. 2 (4). – P. 92–103.

ЗЕМЕЛЬНО-РЕСУРСНЫЕ АСПЕКТЫ СТАНОВЛЕНИЯ «ЗЕЛеной» ЭКОНОМИКИ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

В. А. СВИТИН, В. В. МАТАСЕВА

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

(Поступила в редакцию 13.12.2017)

Получающая последовательное распространение во многих странах мира, в том числе и в Республике Беларусь, концепция зеленой экономики предполагает соответствующее ее земельно-ресурсное обеспечение. Земельные ресурсы при любой модификации или модели развития сельского хозяйства (с разной долей экологической и природоохранной его составляющих) остаются основным и незаменимым средством обеспечения продовольственной и национальной безопасности страны. В общем представлении «зеленая» экономика – это система видов экономической деятельности, связанная с производством, распределением и потреблением товаров и услуг, которые должны привести к повышению благосостояния населения, не подвергая его при этом экологическим рискам. В отличие от традиционной экономической модели, «зеленый» подход в экономике призван решить проблему дефицита ресурсов, устранить угрозы загрязнения воды, воздуха и почв, нехватки пресной воды, изменения климата, утраты биоразнообразия и др. Требования зеленой экономики и устойчивого развития учитываются при формировании системы государственного управления всеми земельными ресурсами, включая территорию сельской местности. Основной задачей территориальной организации агроландшафтов для целей развития зеленой экономики является рациональное с учетом природно-территориальных условий и экономической эффективности сельскохозяйственного производства размещение площадей различного функционального назначения и режимов использования с соблюдением экологических стандартов. Управление земельными ресурсами в контексте становления зеленой экономики осуществляется на основе устранения рисков негативного и опасного воздействия на земельные ресурсы (депрессивности развития регионов, нерационального использования и выбытия из оборота продуктивных земель, эрозионной опасности, опасности загрязнения и других факторов).

Ключевые слова: *зеленая экономика, управление земельными ресурсами, экологическая опасность.*

The concept of a green economy, which is receiving consistent distribution in many countries of the world, including in the Republic of Belarus, presupposes its corresponding land-resource provision. Land resources under any modification or model of agricultural development (with different parts of its ecological and environmental components) remain the main and indispensable means of ensuring the country's food and national security. In the general view, the "green" economy is a system of economic activities related to the production, distribution and consumption of goods and services that should lead to an increase in the well-being of the population without exposing it to environmental risks. Unlike the traditional economic model, the "green" approach in the economy is designed to solve the problem of resource scarcity, eliminate threats of water, air and soil pollution, freshwater shortages, climate change, loss of biodiversity, etc. The requirements of a green economy and sustainable development are taken into account in the formation of the system of state management of all land resources, including the territory of rural areas. The main objective of the territorial organization of agro-landscapes for the purposes of developing a green economy is the rational placement of areas of various functional purposes and modes of use with observance of environmental standards, taking into account the natural and territorial conditions and economic efficiency of agricultural production. Land resources management in the context of formation of a green economy is carried out on the basis of eliminating the risks of negative and dangerous impacts on land resources (depressions in the development of regions, irrational use and retirement of productive lands, erosion hazard, pollution risks and other factors).

Key words: *green economy, land resources management, environmental hazard.*

Введение

Основное внимание в рамках данной стратегии уделяется четырем сегментам деятельности: сельскому хозяйству, промышленности, энергетике и инвестициям. Стратегия нацелена на сохранение масштабов производительной экономической деятельности при минимальном использовании энергетических и иных ресурсов; сведение к минимуму давления на окружающую среду всех используемых видов энергии и ресурсов и принятие мер для превращения инвестиций в природоохранную деятельность и движущую силу экономического роста.

Цель исследований состоит в определении приоритетных направлений организации использования и охраны земельных ресурсов в контексте становления и развития «зеленой» экономики в сельской местности. Ставится задача сформировать основные механизмы управления земельными ресурсами, которые могут соответствовать требованиям и принципам экологически безопасного и устойчивого землепользования.

Основная часть работ, в которых раскрывается содержание «зеленого» направления в современной экономике, связана с характеристикой экологически безопасного и устойчивого сельского хозяйства, так называемого альтернативного, биологического или «органического» земледелия. В Российской Федерации наблюдается снижение естественного плодородия наиболее продуктивных земель сельхозназначения в результате устойчивой тенденции деградации почв пашни [1, 15]. Важным направлением перехода к зеленой экономике является экологизация сельского хозяйства, и здесь важно решать конкретные проблемы использования земельного потенциала: деградации сельскохозяйственных земель, ухудшения их состояния вследствие развития эрозии, дефляции, заболачивания, засоления, опустынивания, зарастания кустарником и мелколесьем и других процессов, ведущих к

потере плодородия земель и выводу их из хозяйственного оборота [2]. Как отмечает Д. Н. Лыжин, значительное внимание в «органическом» сельском хозяйстве уделяется сертификации качества в соответствии со специально разработанными стандартами и регламентами. Проверке подвергается вся цепочка производства от почвы до конечного продукта. В развитых странах сертификация осуществляется под контролем государственных структур [5]. Н. Б. Сухомлинова считает, что в современных условиях сельскохозяйственное производство должно развиваться на основе обеспечения экологического равновесия при взаимодействии сельскохозяйственного товаропроизводителя и природной среды в согласованном сочетании социальных, экологических и экономических интересов, что невозможно без создания экологически сбалансированных земельных территорий на агроландшафтной основе и развития теории и практики их создания. Для достижения согласованности экономических и экологических интересов общества в области аграрного производства необходимо решение комплексной задачи, включающей анализ причин деградации сельскохозяйственных земель и разработку методов и технологий повышения эффективности их использования [14].

Опыт становления «зеленой» экономики в Казахстане, как отмечают А. Е. Калиева и Д. Ж. Рахматуллаева, непосредственно связывается с решением проблемы продовольственной безопасности и ее экологических аспектов [3]. Ю. А. Махортов полагает, что на Украине (главным образом в ее степной зоне) для защиты почв от эрозии и других видов деградации земель важно применять почвозащитные системы земледелия, включающие контурно-мелиоративную организацию территории, технологии противоэрозионной обработки почвы, научно обоснованные севообороты, систему применения удобрений, интегрированную защиту растений от вредителей и болезней, комплекс противоэрозионных мероприятий [6]. Общие подходы к формированию устойчивых систем в рамках современной экономики рассмотрены в работе В. Н. Шимова, А. В. Богдановича и С. Н. Ткачева [16] и наиболее существенно и содержательно определены в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. [7]. В настоящее время принят и начал реализовываться Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 г. [8]. Обобщая первые результаты становления «зеленой» экономики в Республике Беларусь, О. Щеглинская [17] считает, что органическое производство пока является достаточно трудоемким и затратным. Требуется, например, ручной прополки, так как уничтожение сорняков ядохимикатами исключено. Есть много тонкостей по организации каждого этапа выращивания продукции. Такая продукция быстрее портится в сравнении с выращенной в условиях интенсивного сельского хозяйства с применением химических удобрений. Большинство предприятий торговли не могут предоставить соответствующие условия хранения, в частности, обеспечить отдельное складирование органической и неорганической продукции. Е. Климович отмечает необходимость налаживания сотрудничества общественных организаций, сельхозпредприятий, научных учреждений Беларуси, Швеции и других европейских стран в расширении органического сельскохозяйственного производства в нашей стране с целью производства экологически чистых продуктов и строительства животноводческих ферм. При этом отмечается, что на пути к развитию «зеленой» экономики Беларуси предстоит предпринять целый ряд шагов, в том числе по формированию соответствующего законодательства, использованию лучшего мирового опыта в этой области, повышению заинтересованности в экологических проектах представителей бизнеса и общественности [8, 16].

В целом развитие «зеленой» экономики находится на первоначальном этапе становления, и применительно к проблематике использования и охраны земель в сельской местности требует конкретных решений и разработки соответствующих методов и механизмов управления земельными ресурсами.

Основная часть

Предметом исследования являются факторы и условия, влияющие на формирование системы управления земельными ресурсами в сельской местности с учетом требований «зеленой» экономики. Информационную базу исследования составляют нормативно-правовые акты органов государственного управления в Республике Беларусь, принятые в последние годы, статистическая информация, справочные материалы и научная литература, отражающие опыт проведения землеустроительных, кадастровых, геодезических и других специальных работ. Теоретической и методической основой исследования явились работы отечественных и зарубежных ученых и специалистов в области правового регулирования земельных отношений, устойчивого развития и экологии, землеустройства, экономики и агробизнеса. В процессе работы использовался преимущественно абстрактно-логический и монографический методы исследования.

Полагаем, что в условиях становления нового (шестого по счету) технологического уклада современного этапа научно-технического прогресса, где проблемам экологии и устойчивого развития от-

водится, несомненно, важное место, «зеленый» путь, или «зеленое» направление развития экономики, не может иметь альтернативы. В общем виде «зеленый» характер современной экономики определяется внедрением экологически чистых и безотходных производств, расширением сферы использования альтернативных источников энергии, соблюдением требований охраны окружающей среды, развитием биологического (почвозащитного, органического, адаптивного, биодинамического и других альтернативных видов) земледелия и животноводства в сельском хозяйстве. В методологическом плане возможны разные варианты земельно-ресурсного обеспечения развития зеленой экономики с учетом масштабности охвата территории и специализации субъектов хозяйствования, применения тех или иных методов и механизмов регулирующего воздействия.

Концепция устойчивого развития наиболее связана в методологическом плане с направлением формирования, становления и развития так называемой «зеленой» экономики (Green Economy). Отличительной чертой этого направления современной мировой аграрной экономики (экономики сельского хозяйства, экономики сельской местности) является то, что она включает не только непосредственную хозяйственную деятельность, но и комплекс мер, направленных на охрану окружающей среды, борьбу с вредителями и болезнями, развитие соответствующей инфраструктуры, поддержку районов, находящихся в худших природно-климатических, экологических и экономических условиях. В целом она соответствует известным положениям развития органического, биологического или адаптивного сельского хозяйства и рассматривается в контексте эколого-ландшафтного концептуального подхода в системе управления земельными ресурсами [11, 12]. Компонента устойчивого развития присутствует в управлении земельными ресурсами для целей сельского и лесного хозяйства, развития агробизнеса, строительной отрасли и транспортной системы, обеспечения сохранности природного потенциала и экологического разнообразия, размещения производства, развития территорий и отдельных регионов. Нами обобщены и представлены основные перспективные направления совершенствования управления земельными ресурсами в контексте устойчивого социально-экономического развития и становления «зеленой» экономики в Республике Беларусь (табл. 1). Последовательность развития зеленой экономики в сельском хозяйстве и агробизнесе просматривается на всех типах землепользования, начиная от малых до самых крупных по площади. Уже на приусадебных участках граждан, в садоводстве и огородничестве, где накоплен многолетний опыт ведения хозяйства с соблюдением целого ряда элементов зеленой экономики (бесплужная обработка, сидераты, компостирование отходов, севооборот, отказ от химических средств в борьбе с сорняками и вредителями и др.), получается значительный объем экологически чистой продукции для личного и семейного потребления. Вполне возможны подобные элементы зеленой экономики у владельцев агроусадоб при их специализации в направлении экотуризма, спортивного, гостиничного, оздоровительного и семейного отдыха, других видов деятельности в сельской местности. Во многих странах мира зеленая аграрная экономика неразрывно связана с функционированием и развитием фермерских (крестьянских фермерских) хозяйств. На территории относительно небольших по площади хозяйств (25–500 га сельскохозяйственных земель и небольшой концентрацией скота) возможно обеспечить экологически безопасный, экстенсивный уход за растениями и животными, отказаться от техногенных способов воздействия на экосистемы. На территории крупных землепользований, площадью 4000 и более гектаров, при наличии крупных ферм, животноводческих ферм, механизированных дворов и перерабатывающих цехов (предприятий), соблюдение требований зеленой экономики вызывает необходимость наличия целого ряда ограничений и обременений в землепользовании, построения соответствующей территориальной инфраструктуры и осуществления конкретных управляющих методов, механизмов и мероприятий. Управление земельными ресурсами призвано обеспечить сбалансированное развитие экономики и улучшение состояния окружающей среды на основе устойчивого, рационального и экологически безопасного землепользования. Проблема экологической безопасности использования земель и формирования на этой основе устойчивого землепользования имеет свое решение на различных уровнях территориального управления, начиная от глобального и национального и кончая местным, локальным. Если для общего национального государственного уровня основные направления и система мер в сфере развития зеленой экономики и достижения экологической безопасности в целом определены и известны, то для регионального и локального уровней имеется целый ряд управленческих проблем, требующих как теоретического, так и научно-методического осмысления.

Таблица 1. Перспективные направления совершенствования управления земельными ресурсами в контексте устойчивого социально-экономического развития и становления «зеленой» экономики в Республике Беларусь [7, 8, 9–13]

Сфера экономико-правового регулирования	Задачи, мероприятия и виды управленческой деятельности
Сельское хозяйство и агробизнес	<ul style="list-style-type: none"> – рост доли органических земель в общей площади сельскохозяйственных земель до 3–4 % к 2030 г.; – сохранение и улучшение природного потенциала сельского хозяйства, комплексное землеустройство, развитие мелиорации земель, рациональное использование почвенных ресурсов, снижение удельного веса деградированных земель, а также увеличение площади рекультивированных земель; – снижение пестицидной нагрузки с 2,9 кг в 2013 г. до 2,5 кг на один гектар пашни в 2030 г.; – введение в оборот неиспользуемой пашни и других видов сельскохозяйственных земель, ренатурализация низкопродуктивных земель сельскохозяйственного назначения; – организационно-территориальная поддержка деятельности фермерских хозяйств, а также действенных стимулов для развития личных подсобных хозяйств населения
Развитие сферы услуг, туризма и транспортной системы	<ul style="list-style-type: none"> – территориальная поддержка развития агроэкотуризма посредством создания условий для развития туризма в сельской местности, в том числе используя туристические ресурсы сельскохозяйственных производственных кооперативов, крестьянско-фермерских хозяйств, рыбхозов, лесхозов и особо охраняемых природных территорий; – развитие сети местных автодорог с твердым покрытием, круглогодично доступной для населения и хозяйствующих субъектов
Устойчивое использование земельных ресурсов и других компонентов природно-ресурсного потенциала	<ul style="list-style-type: none"> – разработка Концепции государственной политики в области использования и охраны земель до 2030 г. и Государственной программы повышения эффективности использования и охраны земельных ресурсов; – модернизация и развитие земельно-информационной системы на основе использования современных технологий сбора, обработки, хранения и предоставления данных и создание отечественного профиля базовой модели земельного администрирования ISO 19152:2012 «Географическая информация – модель предметной области для управления недвижимостью» (LADM); – развитие электронного правительства, предоставляющего услуги по административным процедурам, связанным со строительной и иной деятельностью на земле (получение разрешений на строительство, прием объектов в эксплуатацию, предоставление разрешений на раскопки и др.); – развитие электронных административных регламентов и инструментов общественных обсуждений решений, принимаемых местными исполнительными комитетами по вопросам землепользования, землевладения и градостроительства; – совершенствование порядка формирования единого государственного регистра недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним, государственного земельного кадастра в части перехода от спорадического подхода к смешанной стратегии формирования земельных участков; – упрощение классификации земель по видам с учетом международного опыта; – совершенствование кадастровой оценки сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств, земель лесного фонда; – развитие единой системы социально-экономического и территориального планирования в рамках административно-территориальных и территориальных единиц различного уровня; – оптимизация площади земель под застройкой, дорогами и иными транспортными коммуникациями с соблюдением принципов компактности и сбалансированности городских территорий, ступенчатого развития социальной инфраструктуры городов
Устойчивое использование земельных ресурсов и других компонентов природно-ресурсного потенциала	<ul style="list-style-type: none"> – создание эффективной системы государственного контроля за использованием и охраной земель на основе использования данных дистанционного зондирования земли и географических информационных систем; – создание действенной системы учета режимов охраны и использования природных территорий, подлежащих особой и (или) специальной охране; – совершенствование нормативной правовой базы в области охраны и использования земель, включая разработку Законов Республики Беларусь «Об охране земель (почв)», «О едином территориальном планировании», Указа Президента Республики Беларусь «О едином классификаторе экологических требований и ограничений землепользования» и др.

Управленческий и организационно-территориальный аспект ведения сельскохозяйственного производства на основе получения экологически чистой продукции заключается в обеспечении субъектов хозяйствования пригодными для этих целей земельными участками и созданием соответствующей инфраструктуры, что в свою очередь определяется данными кадастра, мониторинга земель и использованием возможностей других функций управления земельными ресурсами. Эффект управления в контексте становления зеленой экономики может быть достигнут лишь в том случае, если будут устраняться риски негативного и опасного воздействия на земельные ресурсы. В частности, земли сельскохозяйственного назначения управляются в целях снижения или полного устранения следующих видов опасного воздействия (рисунок).

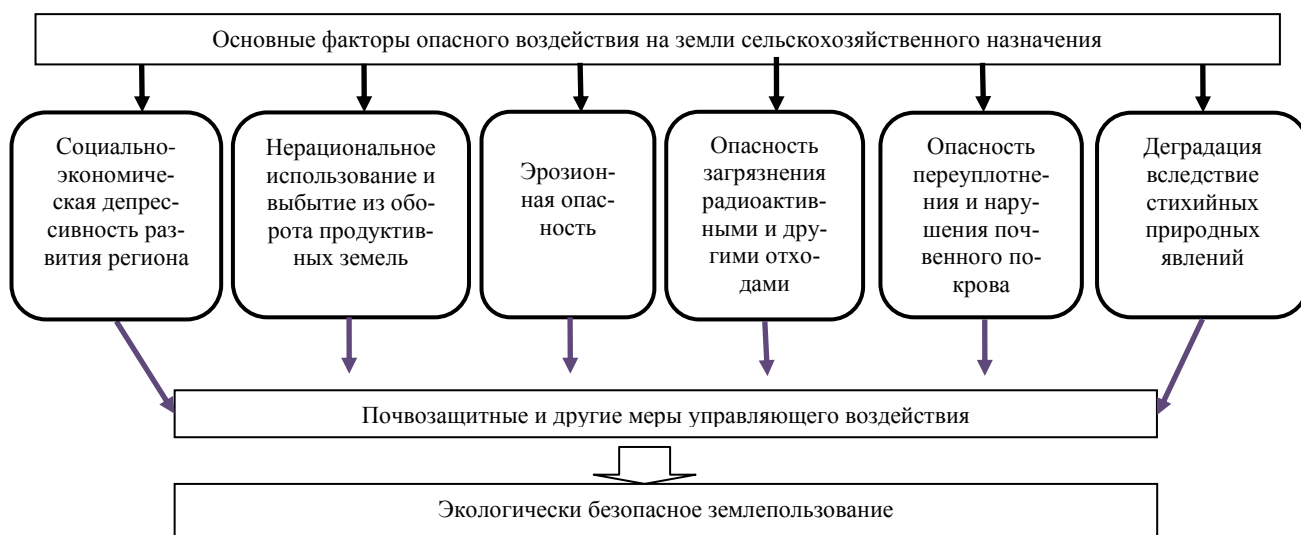


Рис. Основные устраняемые факторы опасного воздействия на земли сельскохозяйственного назначения

В целях совершенствования управления земельными ресурсами в контексте развития зеленой экономики предлагается приступить к давно назревшим преобразованиям в способах и методах организации территории сельскохозяйственного назначения. На основе эколого-ландшафтного концептуального подхода нами разработаны основы организации территории землепользований сельскохозяйственного назначения, которые включают в себя постановку целевых задач и способы достижения эффективного использования земель, расширение опыта оптимизации землепользования в структуре культурного агроландшафта, формирование инфраструктурных элементов экологической сети, сочетание интенсивно используемых участков и земель средостабилизирующего назначения [10].

С учетом вышеизложенного сформулированы следующие основные задачи, определены пути и разработаны способы формирования культурных модификаций агроландшафта и устройства его территории (табл. 2).

Таблица 2. Целевые задачи формирования и оптимизации территориальной структуры культурного агроландшафта

Основные задачи	Пути решения	Способы решения
Соподчинение и взаимная увязка сельских поселений с окружающей местностью	Структуризация земельных участков и объектов недвижимости	Установление границ поселений, санитарных, защитных и других зон
Создание благоприятных условий для произрастания сельскохозяйственных культур	Организация и устройство территории сельскохозяйственных земель	Проектирование участков оптимального размера и специальных приемов агротехники
Сохранение естественно-биологического потенциала и историко-культурного наследия	Инвентаризация и оценка земельных участков	Природоохранное и функциональное зонирование, формирование системы охраняемых объектов
Охрана окружающей среды	Предупреждение эрозии и других неблагоприятных факторов	Почвозащитная и природоохранная организация территории
Создание условий для реализации различных видов деятельности и комплексного развития территории	Оценка ресурсов ландшафта для возможностей развития эко- и агротуризма, отдыха, оздоровления и др. целей	Природоохранная и средостабилизирующая организация территории
Формирование лесоаграрной модификации ландшафта	Оптимальное сочетание лесных и сельскохозяйственных участков	Создание системы защитных лесных насаждений, благоустройство территории
Поддержание устойчивости экосистем	Обоснование параметров и сохранение биологического и экологического разнообразия	Установление буферных зон, структуризация экотонов

Основной задачей территориальной организации агроландшафтов для целей развития зеленой экономики является рациональное (с учетом природно-территориальных условий и экономической эффективности сельскохозяйственного производства) размещение площадей различного функционального назначения и режимов использования.

Составной частью механизма управления землями в сельской местности для целей зеленой экономики является управление продуктивностью культурных посевов и посадок на плодородных участках на основе технологий так называемого точного земледелия [10].

Концептуально управление землепользованием с учетом применения систем точного земледелия включает в себя ряд процедур, которые можно разбить на три основных этапа:

1) сбор информации о хозяйстве, поле, культуре, регионе;
2) анализ информации и принятие решения о возможности применения точного земледелия на данном участке;

3) выполнение решений – проведение необходимых агротехнологических операций. В настоящее время для реализации концепции точного земледелия создается адаптированная к определенным условиям система поддержки принятия решений, использующая приборы спутниковой навигации, ГИС-средства, данные дистанционного зондирования (космические изображения), бортовые компьютеры, робототехнические устройства сельскохозяйственного назначения, находящиеся на сельскохозяйственном агрегате, программное обеспечение. Устройства позволяют фиксировать на каждом поле температуру почвы, приземного слоя и воздуха, скорость ветра, количество осадков и т. п.

Для управления землепользованием на основе технологий точного земледелия предлагается осуществлять обследование всех участков пашни, отображаемых на цифровых картах, и разделить их на следующие 4 группы:

1) относительно однородные по почвенно-экологическим свойствам и с технологическими показателями, близкими к оптимальным (прямоугольная конфигурация, площадь 50 га и более, отсутствуют вкрапленные контуры и препятствия и т. д.);

2) с пестрыми неоднородными свойствами почв и технологическими показателями, как в группе 1;

3) однородные по почвенно-экологическим свойствам, но сложные по технологическим показателям (сложная конфигурация, наличие вкрапленности и др.);

4) с пестрыми (контрастными) свойствами почв и сложными технологическими показателями.

Первые две группы участков возможно использовать под интенсивные технологии в системе зеленой экономики и точного земледелия. Для двух последних вероятность применения новых технологий крайне низка, и худшие из них следует выводить из состава пахотных земель. Управление землепользованием на основе точного земледелия объединяет в себе административные и организационно-территориальные процессы, а также вычислительные, цифровые и электронные технологии. Важно, что комбинация этих процессов и технологий позволяет проводить мониторинг урожайности по отдельным участкам поля, осуществлять электронную запись и хранение истории полевых работ и урожаев, что дает возможность постепенного перехода от использования почвенных и кадастровых карт, составленных по традиционной технологии (т. е. с периодичностью один раз в 5–10 лет), на оперативные электронные цифровые карты, отражающие фактическое положение земель и почвенного покрова на момент управления и принятия конкретного решения. В этой связи предлагается уточнить саму методологию и методические подходы к кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения (земель в сельской местности) с использованием технологий точного земледелия. Последняя часть земель формируется за счет участков, использование которых в ближайшем будущем невозможно по экономическим, экологическим и иным соображениям; консервация земель, происходящая таким образом, должна стимулировать более эффективное использование оставшейся части земель в сельскохозяйственных организациях. Большая часть информации о состоянии земель и почвенного покрова на пахотных участках для использования в точном земледелии может быть получена в рамках оперативного почвенного мониторинга, данные которого предназначены для корректировки технологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур с учетом складывающихся агрометеорологических, гидротермических, хозяйственно-экономических и других условий, а также результатов почвенно-растительной диагностики минерального питания растений и фитосанитарного состояния посевов [10].

Для управления землепользованием на уровне отдельных рабочих участков и полей предлагается использовать также информацию локального мониторинга пахотных земель, которая отражает ареалы основных негативных процессов по видам и степени их воздействия на состояние почвенно-растительного покрова, своевременное выявление изменений его состояния, прогноз и выработку рекомендаций по предупреждению и устранению негативных последствий. Данные локального мониторинга позволяют в системе мер по зеленой экономике изучить и оценить характер и уровень загрязнения пахотных почв тяжелыми металлами, их содержание в пахотном слое и миграцию по профилю почв, определить остаточное количество пестицидов в почве и растениеводческой продукции, содержание нитратов в растениях и воде в сопоставлении с предельно допустимыми концентрациями.

Таким образом, для развития зеленой экономики и достижения экологической безопасности в сельской местности управленческий и организационно-территориальный аспект ведения сельскохозяйственного производства заключается в обеспечении субъектов хозяйствования пригодными для этих целей земельными участками и создании соответствующей инфраструктуры, что в свою очередь определяется данными кадастра, мониторинга земель и методами землеустроительного проектирования.

Заключение

В общем виде развитие «зеленой» экономики находится на первоначальном этапе становления, и применительно к проблематике использования и охраны земель в сельской местности требует разработки конкретных решений, соответствующих методов и механизмов управления земельными ресурсами.

Особенностью «зеленой» экономики и главной ее отличительной чертой является то, что она включает не только непосредственную хозяйственную деятельность, но и комплекс мер, направленных на охрану окружающей среды, борьбу с вредителями и болезнями, развитие соответствующей инфраструктуры, поддержку районов, находящихся в худших природно-климатических, экологических и экономических условиях. Она соответствует известным положениям развития органического, биологического или адаптивного сельского хозяйства и рассматривается в контексте эколого-ландшафтного концептуального подхода в системе управления земельными ресурсами. При этом компонента устойчивого развития присутствует как в управлении земельными ресурсами для целей сельского и лесного хозяйства, агробизнеса, так и для развития других отраслей и видов деятельности (строительства, транспорта, обеспечения сохранности природного потенциала и экологического разнообразия).

Эффект управления земельными ресурсами в контексте становления зеленой экономики может быть достигаться в случаях устранения рисков негативного и опасного воздействия на земельные ресурсы (депрессивности развития регионов, нерационального использования и выбытия из оборота продуктивных земель, эрозионной опасности, опасности загрязнения и других факторов). Основы организации территории землепользований сельскохозяйственного назначения, включают в себя постановку целевых задач и способы достижения эффективного использования земель, формирование культурного агроландшафта, необходимых инфраструктурных элементов экологической сети, сочетание интенсивно используемых участков и земель средостабилизирующего назначения.

Составной частью механизма управления землями в сельской местности в контексте становления «зеленой» экономики является управление продуктивностью культурных посевов и посадок на плодородных участках на основе технологий так называемого точного земледелия. Для управления землепользованием на основе технологий точного земледелия предлагается осуществлять обследование всех участков пашни, отображаемых на цифровых картах, и разделить их на группы с учетом степени однородности по почвенно-экологическим свойствам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабина, Е. Н. Формирование регионального организационно-экономического механизма экологически устойчивого развития территории: автореф. дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Е. Н. Бабина. – Ставрополь, 2011. – 36 с.
2. Данилов-Данильян, В. И. Экологический вызов и устойчивое развитие / В. И. Данилов-Данильян, К. С. Лосев. – М.: Прогресс, 2000. – 416 с.
3. Калиева, А. Е. Зеленая экономика» как фактор устойчивого развития, в том числе продовольственного обеспечения / А. Е. Калиева, Д.Ж. Рахматуллаева [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://www.konspekt.biz/index.php?>. – Дата доступа: 02.11.2017.
4. Климович, Е. Органическое земледелие: начало положено / Е. Климович // БН, 16 марта 2012. – С. 5.
5. Лыжин, Д. Н. Органическое сельское хозяйство как часть «зеленой» экономики / Д. Н. Лыжин // Перспективы развития «зеленой» экономики: вызовы для России: сб. докл. / под ред. И. В. Прокофьева; Рос. ин-т стратег. исслед. – М.: РИСИ, 2011. – С. 46–51.
6. Махортов, Ю. А. Реструктуризация землепользования в системе эколого-экономических факторов хозяйствования [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.referun.com/n/restrukturizatsiya-zemlepolzovaniya-v-sisteme-ekologo-ekonomicheskikh-faktorov-hozyaystvovaniya>. – Дата доступа: 20.08.2011.
7. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://srb.niks.by/info/program.pdf>. – Дата доступа: 20.02.2017.
8. Об утверждении Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 г.: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 21 дек. 2016 г., № 1061 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – № 66. – 5/10566.
9. Свитин, В. А. Экономико-правовые и организационно-территориальные основы управления земельными ресурсами: монография / В. А. Свитин, В. В. Матасева. – Горки: БГСХА, 2012. – 346 с.
10. Свитин, В. А. Теоретические основы формирования эффективной системы управления земельными ресурсами: моногр. / В. А. Свитин. – Горки: БГСХА, 2009. – 340 с.
11. Свитин, В. А. Основные направления формирования устойчивого землепользования в сельской местности / В. А. Свитин // Устойчивое развитие сельского хозяйства Беларуси в новых условиях : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., 20 сент. 2012 г. / Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси ; под. ред. В. Г. Гусакова. – Минск, 2013. – С. 156–159.
12. Свитин, В. А. Управление земельными ресурсами / В. А. Свитин. – Горки: БГСХА, 2017. – 427 с.
13. Свитин, В. А. Функции и методы управления земельными ресурсами (концептуальные основы совершенствования государственной земельной службы на принципах устойчивого развития в Республике Беларусь): моногр. / В. А. Свитин. – Горки: БГСХА, 2005. – 320 с.
14. Сухомлинова, Н. Б. Эколого-экономические проблемы эффективного использования и охраны земельных ресурсов в аграрной сфере / Н. Б. Сухомлинова [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.referun.com/n/ekologo-ekonomicheskie-problemy-effektivnogo-ispolzovaniya-i-ohranu-zemelnyh-resursov-v-agrarnoy-sfere>. – Дата доступа: 20.08.2011.
15. Устойчивое развитие сельской местности в России. Концепция и рекомендации / А. Н. Антипов [и др.]. – Иркутск, 2000. – 35 с.
16. Шимов, В. Н. Устойчивое развитие: проблемы, императивы, механизмы достижения / В. Н. Шимов, А. В. Богданович, С. Н. Ткачев // Белорусский экономический журнал. – 2002. – № 1. – С. 4–12.
17. Щеглинская, О. Органическое сельское хозяйство в Беларуси – удел энтузиастов / О. Щеглинская [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://ecoby.info/news/376>. – Дата доступа: 20.12.2012.

МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК [635.65: 631.33.024.3]

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПАХОТНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ КАК СПЛОШНОЙ СЫПУЧЕЙ СРЕДЫ, СЖИМАЕМОЙ И СПОСОБНОЙ К САМООРГАНИЗАЦИИ ПРИ ЕЕ ОБРАБОТКЕ

В. Р. ПЕТРОВЕЦ, С. В. КУРЗЕНКОВ, Н. И. ДУДКО, Д. В. ГРЕКОВ

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

(Поступила в редакцию 21.09.2017)

Разные растения предъявляют различные требования к плотности почвы, а следовательно и к тем условиям, которые связаны с нею. Неодинаковы требования растений к плотности почвы связаны с различием их фаз роста и стадий развития. Реакция растений на различное состояние плотности зависит от биологических особенностей культур и, в первую очередь, от развития корневой системы. Плотность почвы имеет ярко выраженную динамику. Пахотный слой, имеющий рыхлое сложение сразу же после проведения обработок, постепенно уплотняется и через некоторое время достигает такой плотности, которая в дальнейшем практически мало изменяется во времени. Такую плотность называют равновесной. Пахотный слой почвы считается рыхлым, если его объемная масса не превышает $1,15 \text{ г/см}^3$, плотным – от $1,15$ до $1,35 \text{ г/см}^3$ и очень плотным – выше $1,35 \text{ г/см}^3$. Зачастую для анализа и принятия решения по дальнейшей эксплуатации почвы недостаточно знать есть ли проблема ее уплотнения, и на какой глубине оно образуется. В таких случаях требуется иметь возможность более детальной количественной оценки объекта исследования. Для почвы такими характеристиками являются: изменение ее плотности и пористости в зависимости от глубины. В данной статье предложена методика получения и математического описания характеристик пахотного слоя почвы как сплошной сыпучей среды, сжимаемой и способной к самоорганизации при ее обработке. Данная методика должна упростить агрономам мониторинг состояния пахотной поверхности обрабатываемых почв, а также позволить инженерам более детальное изучение влияния механических агрегатов на уплотняемость почвы в ходе ее обработки.

Ключевые слова: почва, пахотный слой почвы, плотность почвы, пористость почвы, уплотнение почвы, математическая модель пахотного слоя почвы.

Different plants make different demands on the density of the soil, and therefore also on the conditions that are associated with it. Unequal requirements of plants for soil density are associated with the difference in their phases of growth and developmental stages. The reaction of plants to a different state of density depends on the biological characteristics of the crops and, in the first place, on the development of root system. Soil density has a pronounced dynamics. The arable layer, which has a loose build immediately after the tillage, gradually compacts and after a while reaches a density that in the future changes practically little in time. Such a density is called the equilibrium density. Arable soil layer is considered loose if its bulk density does not exceed 1.15 g/cm^3 , dense layer – from 1.15 to 1.35 g/cm^3 , and very dense layer – above 1.35 g/cm^3 . Often, it is not enough to know whether there is a problem of soil compaction, and at what depth it is formed, for the analysis and decision-making on the further exploitation of the soil. In such cases, it is required to have the possibility of a more detailed quantification of the object of research. For soil, such characteristics are: change in its density and porosity depending on the depth. In this article, we propose a technique for obtaining and mathematically describing the characteristics of the arable layer of the soil as a continuous loose medium that is compressible and capable of self-organization when tilled. This technique should simplify agronomists' monitoring of the condition of the arable surface of cultivated soils, and also allow engineers to study in detail the influence of mechanical aggregates on soil compaction during its tillage.

Key words: soil, arable layer of soil, soil density, soil porosity, soil compaction, mathematical model of arable layer of soil.

Введение

Возникновение уплотнений почвенного слоя («плужной подошвы») происходит для любого типа почв [1–3]. Связано это в первую очередь с теми внешними воздействиями, которые воспринимает ее поверхность. Так, при регулярной обработке почвы вес тяжелой сельскохозяйственной техники и применяемых при этом механизмов воздействует на ее поверхность. От постоянного давления частицы почвы плотнее прилегают друг к другу и заполняют воздушные промежутки, образуя в местах движения техники мощное уплотнение почвы – «плужную подошву». Свой вклад в этот процесс вносят и атмосферные явления, такие как влага, засуха и заморозки [1, 2].

В тоже время в результате обработки почвы в верхнем ее слое происходит перемешивание и «вспучивание» обрабатываемого слоя, т. е. над «плужной подошвой» плотность постоянно меняется. В момент обработки плотность почвенного слоя на глубине проникновения механизмов уменьшается, а затем под действием атмосферных явлений незначительно увеличивается до равновесного значения и практически не меняется до следующего воздействия на него [2].

В связи с этим появляется ряд проблем, которые необходимо решать аграриям:

1) уплотнения препятствуют поступлению влаги и нормальному развитию корневой системы культур [4–7];

2) обработка уплотненной почвы требует больших усилий, временных и денежных затрат [6–8];

3) плужная подошва препятствует проникновению влаги в глубокие слои почвы, что в периоды обильного их увлажнения (как правило, весной и осенью) приводит к застою влаги в них и тем самым затрудняет обработку полей [8–9];

4) отсутствие влаги замедляет рост растений и снижает урожайность особенно в засушливые периоды [5];

5) образование уплотнения почвы приводит к непредсказуемым эффектам с точки зрения накопления в них минеральных удобрений, т. е. к их быстрому вымыванию или, наоборот, к их накоплению. Вследствие быстрого вымывания растения не успевают впитывать минеральные удобрения. Высокая же их концентрация в уплотненной почве вызывает отравление растений. В обоих случаях урожайность заметно снижается [8].

Однако бывают случаи, когда для анализа и принятия решения по дальнейшей эксплуатации почвы недостаточно знать, есть ли проблема ее уплотнения, и если такая проблема существует, то на какой глубине находится плужная подошва для данной конкретно выбранной почвы? В таких случаях требуется иметь возможность более детальной количественной оценки объекта исследования. Для почвы такими характеристиками являются: изменение ее плотности и пористости в зависимости от глубины. В данной статье будет предложена методика получения и математического описания характеристик пахотного слоя почвы как сплошной сыпучей среды, сжимаемой и способной к самоорганизации при ее обработке.

Основная часть

Рассмотрим пахотный почвенный слой как сплошную однородную сыпучую среду. Выдвинем для этой среды ряд допущений:

1) эта среда сжимаема и способна к самоорганизации;

2) плотность плужной подошвы ρ_c постоянна;

3) ее пористость $\theta = \theta(\sigma)$ является функцией, зависящей от напряжения и значением, принадлежащим интервалу (0; 1);

4) начальная пористость почвенной среды, т. е. ее пористость в ненапряженном состоянии, является равномерно распределенной $\theta(0) = \theta_0$;

5) изменение ее пористости среды при мгновенном изменении внешнего напряжения на нее прямо пропорционально пористости с коэффициентом пропорциональности, равным ее сжимаемости k (Па⁻¹):

$$\frac{d\theta}{d\sigma} = -k \cdot \theta. \quad (1)$$

В результате разделения переменных в дифференциальном уравнении (1) получим:

$$\frac{d\theta}{\theta} = -k \cdot d\sigma. \quad (2)$$

Проинтегрируем обе части этого уравнения:

$$\int \frac{d\theta}{\theta} = -k \cdot \int d\sigma, \ln|\theta| = -k \cdot \sigma + C.$$

С учетом условия $\theta(0) = \theta_0$, получим:

$$\ln(\theta_0) = C, \quad \ln|\theta| = -k \cdot \sigma + \ln|\theta_0|, \quad \ln\left|\frac{\theta}{\theta_0}\right| = -k \cdot \sigma, \quad \frac{\theta}{\theta_0} = e^{-k \cdot \sigma}, \quad \text{или}$$

$$\theta = \theta_0 \cdot e^{-k \cdot \sigma}. \quad (3)$$

Связь между пористостью и плотностью почвы может быть определена зависимостью:

$$\theta = 1 - \frac{\rho}{\rho_c}, \quad (4)$$

откуда:

$$\rho = \rho_c \cdot (1 - \theta). \quad (5)$$

Тогда с учетом (3) формула (5) примет вид:

$$\rho = \rho_c \cdot (1 - \theta_0 \cdot e^{-k \cdot \sigma}). \quad (6)$$

Рассмотрим почву, как сыпучее вещество, находящееся в однородном поле тяготения в состоянии равновесия, т. е. в состоянии всестороннего сжатия под давлением p . Такое состояние почвы описывается задачей Коши:

$$\frac{dp}{dz} = \rho \cdot g, \quad p(0) = 0, \quad (7)$$

где g – ускорение силы тяжести.

С учетом (6) дифференциальное уравнение (ДУ) из задачи (7) примет вид:

$$\frac{dp}{dz} = \rho_c \cdot g \cdot (1 - \theta_0 \cdot e^{-k \cdot p}). \quad (8)$$

Дифференциальное уравнение (8) представляет собой ДУ с разделяющимися переменными, поэтому для отыскания его общего решения выполним следующие действия:

$$\frac{dp}{dz} = \rho_c \cdot g \cdot \left(\frac{e^{k \cdot p} - \theta_0}{e^{k \cdot p}} \right); \quad \frac{e^{k \cdot p}}{e^{k \cdot p} - \theta_0} dp = \rho_c \cdot g \cdot dz; \quad \int \frac{e^{k \cdot p}}{e^{k \cdot p} - \theta_0} dp = \rho_c \cdot g \int dz; \quad \frac{1}{k} \int \frac{1}{e^{k \cdot p} - \theta_0} d(e^{k \cdot p} - \theta_0) = \rho_c \cdot g \int dz;$$

$$\frac{1}{k} \ln |e^{k \cdot p} - \theta_0| = \rho_c \cdot g \cdot z + C. \quad (9)$$

Определим постоянную C из условия, что $p(0)=0$, т. е. на поверхности почвы давление пренебрежимо мало. Тогда:

$$\frac{1}{k} \ln |e^{k \cdot 0} - \theta_0| = \rho_c \cdot g \cdot 0 + C;$$

$$C = \frac{1}{k} \ln |1 - \theta_0|, \quad (10)$$

а частное решение ДУ в неявном виде запишется как:

$$\frac{1}{k} \ln |e^{k \cdot p} - \theta_0| = \rho_c \cdot g \cdot z + \frac{1}{k} \ln |1 - \theta_0|. \quad (11)$$

Выразим из уравнения (11) параметр p , т. е. запишем его в явном виде. Для этого сделаем в нем ряд элементарных преобразований:

$$\frac{1}{k} \cdot \ln |e^{k \cdot p} - \theta_0| - \frac{1}{k} \cdot \ln |1 - \theta_0| = \rho_c \cdot g \cdot z; \quad \frac{1}{k} \cdot (\ln |e^{k \cdot p} - \theta_0| - \ln |1 - \theta_0|) = \rho_c \cdot g \cdot z; \quad \frac{1}{k} \cdot \ln \left| \frac{e^{k \cdot p} - \theta_0}{1 - \theta_0} \right| = \rho_c \cdot g \cdot z;$$

$$\ln \left| \frac{e^{k \cdot p} - \theta_0}{1 - \theta_0} \right| = k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z; \quad \frac{e^{k \cdot p} - \theta_0}{1 - \theta_0} = e^{k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z}; \quad e^{k \cdot p} - \theta_0 = (1 - \theta_0) \cdot e^{k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z}; \quad e^{k \cdot p} = \theta_0 + (1 - \theta_0) \cdot e^{k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z};$$

$$p(z) = \frac{1}{k} \cdot \ln |\theta_0 + (1 - \theta_0) \cdot e^{k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z}|. \quad (12)$$

С учетом (12) зависимости пористости (3) и плотности (6) почвенной среды от глубины его слоя будут представлять собой соответственно следующие функции:

$$\theta(z) = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{\theta_0} - 1 \right) \cdot e^{k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{1 - \theta_0}{\theta_0} \right) \cdot e^{k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z}} = \frac{\theta_0}{\theta_0 + (1 - \theta_0) \cdot e^{k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z}} \quad (13)$$

$$\rho(z) = \frac{\rho_c}{1 + e^{-k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z} \left(\frac{1}{\theta_0} - 1 \right)} = \frac{\rho_c}{1 + \frac{\theta_0}{(1 - \theta_0) \cdot e^{k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z}}} = \frac{\rho_c \cdot (1 - \theta_0) \cdot e^{k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z}}{\theta_0 + (1 - \theta_0) \cdot e^{k \cdot \rho_c \cdot g \cdot z}} \quad (14)$$

Таким образом, математические модели (12), (13), (14) можно воспринимать как показатели исходного состояния почвенной среды без обработки в зависимости от ее глубины и характеристик: k и ρ_c . Для того чтобы реализовать математические модели (12), (13), (14) для конкретно исследуемой почвы, необходимо выполнить следующие действия: с помощью стандартных методик определить экспериментально глубину залегания «плужной подошвы» (z_1 , м), ее плотность (ρ_c , кг/м³) и плотность почвы на ее поверхности (ρ_0 , кг/м³); вычислить пористость почвы в ненапряженном состоянии по формуле:

$$\theta_0 = 1 - \frac{\rho_0}{\rho_c} \quad (15)$$

Определить коэффициент сжимаемости (k , Па⁻¹) по формуле:

$$k = - \frac{\ln \left(0,0101 \cdot \left(\frac{1}{\theta_0} - 1 \right) \right)}{\rho_c \cdot g \cdot z_1} \quad (16)$$

Для проверки адекватности полученных зависимостей нами для рассматриваемого прямоугольного участка площадью 10 м² опытного поля УО БГСХА был проведен ряд замеров по определению глубины залегания «плужной подошвы» (z_1 , м), ее плотности (ρ_c , кг/м³) и плотности почвы на ее поверхности (ρ_0 , кг/м³). Замеры производились в 9 точках участка с трехкратной повторностью. Результаты замеров в рассматриваемых точках усреднялись. В результате было установлено, что для исследуемого участка почвы усредненные глубина залегания «плужной подошвы» равна $z_1=0,35$ м, плотность «плужной подошвы» – $\rho_c=2,58 \cdot 10^3$ кг/м³, плотности почвы на ее поверхности – $\rho_0=1 \cdot 10^3$ кг/м³. Результаты экспериментальных данных изменения плотности в зависимости от глубины приведены в таблице.

Результаты экспериментальных данных изменения плотности в зависимости от глубины

Глубина, м	0	0,1	0,2	0,3	0,4
Плотность почвы, кг/м ³	1000	1945	2342	2520	2580

Реализация моделей (12), (13), (14) производилась в MathCad. Для этого на основании исходных данных рассчитывалась пористость исследуемой почвы в ненапряженном состоянии и коэффициент сжимаемости почвы. В нашем случае эти показатели были соответственно равны: $\theta_0=0,612$ и $k=5,71 \cdot 10^{-4}$ Па⁻¹.

Сопоставление значений модели (14) с наблюдаемыми значениями плотности (таблица) показало качественную согласованность этих результатов. Абсолютная погрешность сопоставления результатов не превышала 1%. Это позволило сделать вывод об адекватности и моделей (12) и (13) для исследуемой почвы.

Заключение

Предложенная в статье методика должна упростить агрономам мониторинг состояния пахотной поверхности обрабатываемых почв, а также позволить инженерам более детальное изучение влияния механических агрегатов на уплотняемость почвы в ходе ее обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Тукликов. – М., 1986. – С. 30–31.
2. Качинский, Н. А. Физика почв / Н. А. Качинский. – М.: Высшая школа, 1965. – 318 с.
3. Почвоведение / Под ред. И. С. Кауричева. – М.: Колос, 1975. – С. 124–125.
4. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М., 1986. – С. 95–105.
5. Шевлягин, А. И. Реакция сельскохозяйственных культур на различную плотность сложения почвы / А. И. Шевлягин // Теоретические вопросы обработки почв. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – С. 32–39.
6. Карипов, Р. Х. Проблема уплотнения темно-каштановой почвы движителями и приемы ее решения / Р. Х. Карипов // Труды Акмолинского сельхозинститута. – Акмола, 1994. – С. 3–7.
7. Карипов, Р. Х. Воздействие на почву ходовых систем тракторов / Р. Х. Карипов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – Алма-Ата, 1991. – №12. – С. 99–101.
8. Плотность почвы и ее регулирование обработкой // Труды Целиноградского сельхозинститута. – Т.8. – Вып. 13. – Целиноград. 1973. – 123 с.

УРАВНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА ОБМОЛАЧИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ТИПА ЛИНИИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНА «VAN DOMMELE»

В. А. ШАРШУНОВ, А. С. АЛЕКСЕЕНКО, С. В. КУРЗЕНКОВ, В. А. ЛЕВЧУК, М. В. ЦАЙЦ

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

(Поступила в редакцию 25.09.2017)

Задачи по совершенствованию машин и оборудования, разработка новых для очеса и выделения коробочек и семян льна, являются актуальными. В связи с этим возникает необходимость исследования эффективности процесса очеса и выделения семян льна на основе исследования процесса взаимодействия различных типов рабочих органов с льноматериалом, теоретического и экспериментального обоснования рациональных значений основных конструктивных и технологических параметров, обеспечивающих высокую производительность машин без снижения качества обрабатываемого материала. В Белорусской государственной сельскохозяйственной академии разработана новая конструкция обмолачивающего устройства колебательного типа линии первичной переработки льна фирмы «Van Dommele». Особенность ее конструкции заключается в том, что устройство оснащено сепарирующей решеткой (декой), рабочая поверхность которой расположена ниже оси зажимного транспортера и полиуретановым эластичным рабочим органом (бичем) с зубчатой рабочей поверхностью, траектория движения которого копирует форму решетки. За счет эластичности рабочего органа исключается возможность обрыва и выдергивания перепутанных стеблей льна, уменьшается повреждение стеблей, что позволяет увеличить выход и номерность получаемого волокна, а также конструкция позволяет увеличить зону обмолота, уменьшить толщину обмолачиваемого слоя в зоне обмолота, а за счет зубчатой поверхности рабочего органа частично выравнивать верхушечную часть стеблей, снизить потери семян сходом с лентой льна и уменьшить степень их травмирования. Процесс обмолота во многом зависит от движения элементов обмолачивающего устройства и, в частности, рабочего органа. От траектории его движения, а также скорости и ускорения зависит качество и полнота выделения коробочек и семян из ленты льна. Поэтому в рассмотренной статье приводится методика расчета и анализа движения элементов обмолачивающего устройства, которая позволяет связать конструктивные его параметры с кинематическими параметрами движения его рабочего органа. Результаты этой методики могут быть использованы при проведении теоретических и планировании экспериментальных исследований обмолачивающего устройства колебательного типа.

Ключевые слова: лен, очесывающее устройство, обмолачивающее устройство, коробочки льна, семена льна, ворох льна, обмолот, очес, лента льна, линия первичной переработки льна.

The tasks of improving machines and equipment, and developing new ones for combing and isolating boxes and seeds of flax, are relevant. In this connection, it becomes necessary to examine the effectiveness of the process of combing and isolating of flax seeds, on the basis of studying the process of interaction of various types of working organs with flax, and theoretically and experimentally substantiate the rational values of the main design and technological parameters that ensure high productivity of machines without reducing the quality of the processed material. The Belarusian State Agricultural Academy has developed a new design for the threshing device of oscillatory type of the line of primary flax processing of the firm "Van Dommele". The peculiarity of its design is that the device is equipped with a separating grate (deck), the working surface of which is located below the axis of the clamping conveyor and a polyurethane elastic working organ (beater) with a toothed working surface, the trajectory of which copies the shape of the grate. Due to the elasticity of the working organ, the possibility of breaking and pulling out of confused flax stems is eliminated, damage to the stems is reduced, which will increase the yield and number of the resulting fiber, and also the construction allows increasing the threshing zone, reducing the thickness of threshed layer in the threshing zone, and due to the toothed surface of the working organ partially leveling the apex of the stems, reducing the loss of seeds when they go with the flax band, and reducing the degree of their injury. The process of threshing largely depends on the movement of elements of the threshing device and in particular the working organ. From the trajectory of its movement, as well as speed and acceleration, the quality and completeness of separation of boxes and seeds from flax band depends. Therefore, in the article considered, a technique is given for calculating and analyzing the movement of elements of the threshing device, which allows us to relate its design parameters to the kinematic parameters of movement of its working organ. The results of this technique can be used in theoretical research and in the planning of experimental studies of the threshing device of oscillatory type.

Key words: flax, combing device, threshing device, flax boxes, flax seeds, flax heap, threshing, combing, flax band, the line of primary flax processing.

Введение

Важную роль в решении проблем обеспечения устойчивого и эффективного развития АПК призвана сыграть льноводческая отрасль. Льноводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства нашей страны и имеет большое значение для развития экономики сельскохозяйственных предприятий. Подходящие почвенные и климатические условия, материально-техническая база, подготовленные кадры и благоприятная конъюнктура мирового рынка дают основания считать, что производство льна у нас экономически выгодно [1]. Особое место в технологии возделывания льна принадлежит семеноводству. Стратегической задачей семеноводства является исключение потерь семян, а также снижение энергоемкости при переработке льновороха. Однако несмотря на все принимаемые меры, льноводство в течение последних лет является низкорентабельной отраслью. Это обусловлено значительной трудоемкостью возделывания льна, недостаточным уровнем механизации ряда технологических процессов, а также нехваткой семян высоких посевных кондиций, которые приходится закупать за рубежом. Нынешнее кризисное положение в льняном подкомплексе АПК ослабляет по-

зиции Беларуси на мировом рынке льнопродукции и требует принятия мер по дальнейшему развитию льноводства [2].

Задачи по совершенствованию машин и оборудования, разработка новых для очеса и выделения коробочек и семян льна, являются актуальными. В связи с этим возникает необходимость исследовать эффективность процесса очеса и выделения семян льна, на основе исследования процесса взаимодействия различных типов рабочих органов с льноматериалом, теоретически и экспериментально обосновать рациональные значения основных конструктивных и технологических параметров, обеспечивающих высокую производительность машин без снижения качества обрабатываемого материала. Для решения этой задачи ведутся работы по созданию новых и совершенствованию существующих машин. Однако разработка высокопроизводительных, надежных, с высокими показателями качества работы машин для условий Республики Беларусь сдерживается отсутствием научно обоснованных конструкторских и технологических решений [3].

Основная часть

Основополагающим действием в процессе выделения семян льна обмолачивающим устройством в линии первичной переработки является движение рабочего органа. От траектории его движения, а также скорости и ускорения зависит качество и полнота выделения коробочек и семян из ленты льна. Поэтому рассмотрим движение элементов предлагаемого обмолачивающего устройства, конструкция и принцип работы которого были подробно представлены в работах [4–6]. Сделаем привязку рабочего органа к декартовой системе координат (рис. 1). Рабочий орган расположен в точке C . Уравнение движения точки C зависит от схемы и геометрических параметров механизма обмолачивающего устройства.

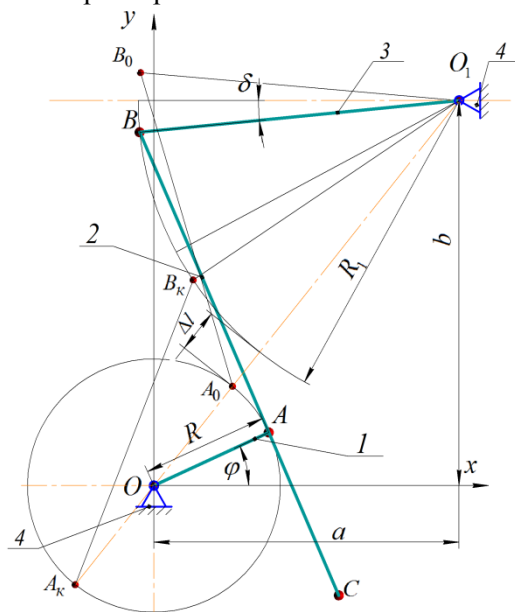


Рис. 1. Схема обмолачивающего устройства колебательного типа линии первичной переработки льна «Van Dommele»:
1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – коромысло; 4 – стойка

Поскольку отрезки AC и AB принадлежат одной прямой, т.е. C – крайняя точка продолжения шатуна AB , то для определения уравнения ее движения необходимо рассмотреть уравнение движения шатуна AB . Так как общая точка A кривошипа OA и шатуна AB совершает вращение вокруг оси симметрии O по окружности радиуса R с постоянной угловой скоростью ω , то угол поворота кривошипа φ рад. в зависимости от времени определяется выражением:

$$\varphi = \omega t, \quad (1)$$

где ω – угловая скорость вращения кривошипа OA , рад/с; t – время, с.

Тогда на основании приведенной на рис. 1 схемы механизма обмолачивающего устройства траектории движения граничных точек A и B шатуна определяются следующими параметрическими уравнениями:

$$A: \begin{cases} x_A(t) = R \cdot \cos(\omega t); \\ y_A(t) = R \cdot \sin(\omega t), \end{cases} \quad (2)$$

$$B: \begin{cases} x_B = a - R_1 \cdot \cos(\delta(t)); \\ y_B = b + R_1 \cdot \sin(\delta(t)), \end{cases} \quad (3)$$

где R – длина кривошипа OA , м; R_1 – длина коромысла BO_1 , м; a – горизонтальное смещение точки O_1 относительно центра вращения кривошипа O , м; b – вертикальное смещение точки O_1 относительно центра вращения кривошипа O , м; δ – угол поворота коромысла относительно горизонтали, град; $\delta(t)$ – функциональная зависимость угла поворота коромысла относительно горизонтали, рад.

Используя параметрические уравнения (1) и (2) для определения координат перемещения концов шатуна AB , найдем координаты соответствующего ему вектора \overline{AB} :

$$\overline{AB}(a - R_1 \cdot \cos(\delta(t)) - R \cdot \cos(\omega t); b + R_1 \cdot \sin(\delta(t)) - R \cdot \sin(\omega t)). \quad (4)$$

На основании (4) длину шатуна AB (l , м) можем определить как длину вектора \overline{AB} . Найдем квадрат этой величины по формуле:

$$l^2 = x_{AB}^2 + y_{AB}^2 = (a - R_1 \cdot \cos(\delta(t)) - R \cdot \cos(\omega t))^2 + (b + R_1 \cdot \sin(\delta(t)) - R \cdot \sin(\omega t))^2$$

или

$$l^2 = a^2 + R_1^2 \cdot \cos^2(\delta(t)) + R^2 \cdot \cos^2(\omega t) - 2a \cdot R_1 \cdot \cos(\delta(t)) - 2a \cdot R \cdot \cos(\omega t) + 2R_1 \cdot R \cdot \cos(\delta(t)) \cdot \cos(\omega t) + b^2 + R_1^2 \cdot \sin^2(\delta(t)) + R^2 \cdot \sin^2(\omega t) + 2b \cdot R_1 \cdot \sin(\delta(t)) - 2b \cdot R \cdot \sin(\omega t) - 2R_1 \cdot R \cdot \sin(\delta(t)) \cdot \sin(\omega t). \quad (5)$$

Уравнение (5) можно записать в виде:

$$l^2 - a^2 - R_1^2 - R^2 + 2a \cdot R \cdot \cos(\omega t) + 2b \cdot R \cdot \sin(\omega t) = \cos(\delta(t)) \cdot (2R_1 \cdot R \cdot \cos(\omega t) - 2a \cdot R_1) + \sin(\delta(t)) \cdot (2b \cdot R_1 - 2R_1 \cdot R \cdot \sin(\omega t)). \quad (6)$$

Элементарными преобразованиями уравнение (6) сводится к виду

$$l^2 - a^2 - R_1^2 - R^2 + 2a \cdot R \cdot \cos(\omega t) + 2b \cdot R \cdot \sin(\omega t) = 2 \cdot R_1 \cdot ((R \cdot \cos(\omega t) - a) \cdot \cos(\delta(t)) + (b - R \cdot \sin(\omega t)) \cdot \sin(\delta(t))),$$

а затем с учетом формулы преобразования суммы тригонометрических функций [7, 8] оно трансформируется в следующее уравнение:

$$2R_1 \cdot P \cdot \sin(\delta(t) + \varphi_0) = l^2 - a^2 - R_1^2 - R^2 + 2a \cdot R \cdot \cos(\omega t) + 2b \cdot R \cdot \sin(\omega t), \quad (7)$$

где $P = \sqrt{(b - R \cdot \sin(\omega t))^2 + (R \cdot \cos(\omega t) - a)^2}$, м²;

$$\varphi_0 = \arcsin \left(\frac{R \cdot \cos(\omega t) - a}{\sqrt{(b - R \cdot \sin(\omega t))^2 + (R \cdot \cos(\omega t) - a)^2}} \right), \text{ рад.}$$

Разрешив уравнение (7) относительно δ , получим:

$$\delta(t) = \arcsin \left(\frac{l^2 - a^2 - R_1^2 - R^2 + 2a \cdot R \cdot \cos(\omega t) + 2b \cdot R \cdot \sin(\omega t)}{2 \cdot R_1 \cdot \sqrt{(b - R \cdot \sin(\omega t))^2 + (R \cdot \cos(\omega t) - a)^2}} \right) - \arcsin \left(\frac{R \cdot \cos(\omega t) - a}{\sqrt{(b - R \cdot \sin(\omega t))^2 + (R \cdot \cos(\omega t) - a)^2}} \right). \quad (8)$$

Так как кривошип BC имеет жесткую, цельную конструкцию, шарнирно соединенную с кривошипом OA , то положение его точки C однозначно определяется координатами точек A и B , длиной шатуна AB , равной l , и удалением рабочего органа от точки A , которое примем равным l_1 . Тогда координаты точки C в системе координат xOy с учетом координат точек A (уравнение (2)) и B (уравнение (3)) при условии (8) в этой же системе координат можно записать системой параметрических уравнений:

$$\begin{cases} x_C(t) = \frac{(l+l_1) \cdot x_A(t) - l_1 \cdot x_B(t)}{l}, \\ y_C(t) = \frac{(l+l_1) \cdot y_A(t) - l_1 \cdot y_B(t)}{l}. \end{cases} \quad (9)$$

Графическая интерпретация уравнений (2), (3) и (9) представлена на рис. 2. Для этого были зафиксированы значения следующих параметров: длина кривошипа OA ($R = 0,3$ м), длина кривошипа BC условно разбитого на AB и AC ($l + l_1 = 0,808 + 0,4 = 1,208$ м), длина коромысла O_1B ($R_1 = 0,95$ м), горизонтальное смещение точки O_1 относительно центра вращения кривошипа O ($a = 0,95$ м), вертикальное смещение точки O_1 относительно центра вращения кривошипа O ($b = 0,75$ м).

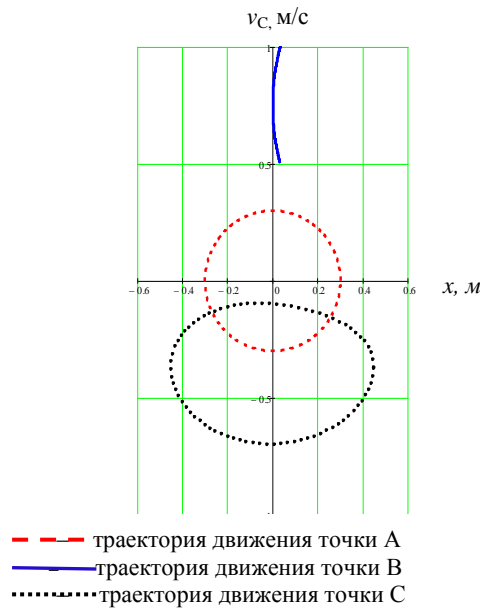


Рис. 2. Графики траекторий движения исследуемых точек звеньев обмолачивающего устройства

Анализ графического отображения траекторий движения точек B , A и C свидетельствуют о правильности определения аналитических зависимостей, так как точка A движется по окружности с постоянным радиусом, равным длине кривошипа R отдаленным от центра O , точка B движется по дуге с постоянным радиусом, равным длине коромысла R_1 относительно точки O_1 , а точка C – шатунная кривая, являющаяся алгебраической кривой шестого порядка описывает траекторию близкую по форме к эллипсу. График изменения скорости движения точки C (рабочего органа), при угловой скорости вращения кривошипа OA $\omega = 29,3$ рад/с за один оборот кривошипа OA представлен на рис. 3.

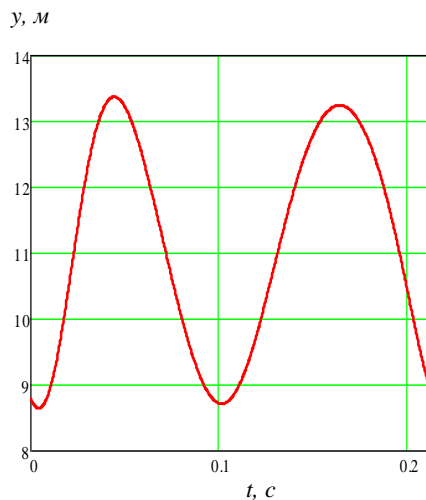


Рис. 3. График изменения скорости движения точки C

Важной кинематической характеристикой анализируемого механизма колебательного типа является проворачиваемость его звеньев, которая зависит от соотношения длин звеньев. Рассматривая плоский шарнирный четырехзвенник $OABO_1$ (рис. 1) с длинами звеньев R , l , R_1 и $\sqrt{a^2 + b^2}$. Для того чтобы звено OA могло стать кривошипом, оно должно при вращении последовательно пройти через крайние положения OA_0 и OA_k .

Предполагая, что R – длина самого короткого звена, $\sqrt{a^2 + b^2}$ – самого длинного, и используя известное соотношение между длинами сторон треугольника (длина стороны треугольника меньше суммы двух других сторон), запишем следующие неравенства:

из $\Delta A_0B_0O_1$

$$\sqrt{a^2 + b^2} + R < l + R_1, \quad (10)$$

из $\Delta A_kB_kO_1$

$$\sqrt{a^2 + b^2} - R < l + R_1. \quad (11)$$

Независимо от соотношения длин l и R_1 неравенство (10) всегда обеспечит выполнение неравенства (11).

Следует отметить, что работоспособность механизма предлагаемого обмолачивающего устройства колебательного типа сохраняется при соблюдении следующих условий:

$$R \leq R_1. \quad (12)$$

Учитывая, что самым длинным звеном является звено O_1B , то неравенство (10) и (11) усиливаются.

$$R + \Delta l \leq l \leq R_1, \quad (13)$$

где Δl – расстояние между окружностями описываемыми точками A и B , которое можно определить как:

$$\Delta l = \sqrt{a^2 + b^2} - R - R_1. \quad (14)$$

При этом Δl не может иметь отрицательное значение.

Условие (12) с учетом (13) будет иметь вид:

$$\sqrt{a^2 + b^2} - R_1 \leq l \leq R_1. \quad (15)$$

Анализируя графическую зависимость (рис. 3), можно отметить, что в любом положении механизма абсолютная скорость рабочего органа v_c не превышает критической скорости удара по массе, при которой начинается разрушение семян (критическая скорость находится в пределах 17–28 м/с) [9].

Заключение

Таким образом, рассмотренная в работе методика расчета и анализа позволяет связать конструктивные параметры исследуемого обмолачивающего устройства колебательного типа линии первичной переработки льна с кинематическими параметрами движения его основных элементов. Полученные результаты могут быть использованы при проведении теоретических и планировании экспериментальных исследований обмолачивающего устройства колебательного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кругленья, В. Е. Результаты испытаний обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна фирмы «Van Dommelle» / В. Е. Кругленья, В. А. Левчук, М. В. Левкин // Вестник БГСХА. – 2013. – №3. – С. 127–131.
2. Шаршунов, В. А. Исследование обмолачивающего устройства в линии первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленья, А. С. Алексеенко, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2015. – № 3. – С. 112–117.
3. Алексеенко, А. С. Теоретическое обоснование диаметров и угла установки очесывающих барабанов для очеса лент льна / А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук // Вестник БГСХА. – 2017. – №1. – С. 118–123.
4. Левчук, В. А. Обмолачивающее устройство в линии первичной переработки льна фирмы «Van Dommelle» / В. А. Левчук // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-техн. конф. молод. ученых, Могилев, 17–18 ноября 2011 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: И. С. Сазонов [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – С. 220.
5. Устройство для отделения семенных коробочек от стеблей льна : пат. 7224 Респ. Беларусь, МПК А 01F 11/00 / В. Е. Кругленья, М. В. Левкин, В. И. Коцуба, С. Н. Крепочин, В. А. Левчук ; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – №u20100607; заявл. 06.07.10 ; опубл. 02.02.11 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 2. – С. 154.
6. Устройство для обмолота коробочек льна: пат. 8494 Респ. Беларусь, МПК А01F 11/02 / В. Е. Кругленья, М. В. Левкин, В. А. Левчук ; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – №u20110746 ; заявл. 29.09.11 ; опубл. 04.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №4. – С. 177.
7. Корн, Г. А. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. А. Корн, Т. М. Корн; под общ. ред. И. Г. Арамановича.–М.: Наука, 1984. – 831 с.
8. Воднев, В. Т. Основные математические формулы: справочник / В. Т. Воднев, А. Ф. Наумович, Н. Ф. Наумович; под ред. Ю. С. Богданова. – 2-е изд., испр. и перераб. – Минск: Вышэйшая школа.
9. Шаршунов, В. А. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна: монография / В. А. Шаршунов, В. Е. Кругленья, А. Н. Кудрявцев, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук, М. П. Акулич. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ СОШНИКОВ ДЛЯ ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ

В. Р. ПЕТРОВЕЦ, Н. И. ДУДКО, С. В. КУРЗЕНКОВ, Д. В. ГРЕКОВ

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

(Поступила в редакцию 15.10.2017)

При возделывании зерновых культур научно установлено и практикой подтверждено, что их урожайность во многом зависит от качества предпосевной обработки почвы и посева. Качество выполнения этих операций определяется выбором технологических средств, их техническим состоянием, настройкой и регулировкой, а также соблюдением всех агротехнических требований. В последнее время с учетом перехода на точечное земледелие зарубежные и отечественные посевные машины оборудуются, как правило, одно- или двухдисковыми комбинированными сошниками, которые могут работать на различных типах почв. Они хорошо заглубляются на мульчированной почве, прорезают в ней бороздки на заданную глубину, не нарушая технологичности процесса укладки и заделки семян. Эти агрегаты позволяют комбинировать операции подготовки почвы, внутривспашечного внесения стартовой дозы фосфорных удобрений и посева сельскохозяйственных культур. Однако существующие сошники имеют ряд недостатков, поэтому совершенствование существующих конструкций и разработка принципиально новых дисковых сошников является весьма актуальной задачей. Требуется теоретическое и экспериментальное обоснование их параметров с целью равномерной укладки и более равномерного распределения семян по площади питания с последующей их заделкой и одновременным внутривспашечным внесением стартовой дозы фосфорных удобрений, уменьшение их металлоемкости и тягового сопротивления. В данной статье приводится обзор перспективных конструкций и технологических схем дисковых сошников, разработанных авторами статьи. Демонстрируются их конструктивные особенности, принципы работы и достоинства по отношению к имеющимся аналогам. Приведенные конструкции сошников отражают современные тенденции в развитии этого рабочего органа.

Ключевые слова: точное земледелие, посевные агрегаты, зерновые культуры, урожайность, дисковые сошники.

When cultivating cereal crops, we have scientifically established and confirmed by practice that their yield depends to a large extent on the quality of pre-sowing tillage and sowing. The quality of these operations is determined by the choice of technological means, their technical condition, adjustment and regulation, as well as compliance with all agro-technical requirements. Recently, taking into account the transition to precise farming, foreign and domestic sowing machines are equipped, as a rule, with one- or two-disc combined coulters that can work on different types of soils. They are well buried on mulch soil, cut grooves into it at a given depth, without disrupting the technological process of seeds sowing and covering. These aggregates allow you to combine the operations of soil preparation, intrasoil application of the starting dose of phosphorus fertilizers and the sowing of agricultural crops. However, existing coulters have a number of drawbacks, so perfecting existing designs and developing fundamentally new disc coulters is a very urgent task. Theoretical and experimental justification of their parameters is required with the aim of uniform sowing and more even distribution of seeds in the area of nutrition, followed by their covering and simultaneous intrasoil application of a starting dose of phosphorus fertilizers, to decrease their metal consumption and traction resistance. This article provides an overview of promising designs and technological schemes of disc coulters developed by the authors of the article. We have demonstrated their design features, principles of operation and advantages in relation to existing analogues. These coulters designs reflect modern trends in the development of this working organ.

Key words: precision farming, sowing units, cereals; productivity, disc coulters.

Введение

Современное сельское хозяйство работает по тем же принципам, что и любой бизнес – постоянное стремление снижать себестоимость единицы продукции и повышать производительность в расчете на единицу затраченных ресурсов. На протяжении всего XX века достигать этих целей позволял классический инструментарий – использование все более экономичных сельхозмашин, продуктивных сортов растений, эффективных удобрений, рациональных агротехнологических приемов. Сегодня эти инструменты по-прежнему актуальны, но их потенциал практически достиг предела, возможного при современном уровне технологий. В настоящее время появились новые инструменты, недоступные прежде. В частности, спутниковые и компьютерные технологии, ставшие общедоступными. Одной из самых актуальных технологий современности является точное земледелие.

Точное земледелие – это система управления продуктивностью посевов, основанная на использовании комплекса спутниковых и компьютерных технологий.

После того как на основе спутниковых и лабораторных данных составляется точная карта поля с указанием характеристик каждого его участка, имеется возможность более рационально распределять ресурсы между ними. Таким образом, удастся избежать перерасхода ресурсов там, где они прежде использовались в избытке, и повысить продуктивность тех участков поля, которые ранее недополучали в удобрениях, вспашке или поливе. При достаточно большом масштабе такой подход позволяет снизить расходы на производство единицы продукции и повысить отдачу с каждого квадратного метра земли. Эта технология открывает дополнительные возможности для повышения качества продукции и в глобальном масштабе снижает нагрузку на окружающую среду.

Система точного земледелия – это не строго определенный набор методик и технических средств, а скорее, общая концепция, основанная на использовании технологий спутникового позиционирования (GPS), геоинформационных систем (GIS), точного картографирования полей.

Одной из самых доступных и в то же время самых популярных технологий точного земледелия является система параллельного вождения. Она требует гораздо меньше затрат на внедрение, чем другие, а эффект заметен сразу. Данная система позволяет проводить полевые работы (вспашка, культивация, сев, внесение удобрений, уборка урожая) с максимальной точностью и минимумом «ненужных» движений. Важным ее преимуществом является возможность обработки поля ночью с той же эффективностью и точностью, что и днем. Значение такой возможности трудно переоценить, когда из-за неблагоприятных погодных условий для проведения полевых работ есть небольшое «окно» в 2–3 дня, из которых нельзя терять буквально ни одного часа. Система параллельного вождения основана на использовании сигнала спутниковой навигации. Перед сельским хозяйством Республики Беларусь стоит ряд важнейших задач по повышению объемов производства зерна. Так, в нашей стране к 2020 г. предусмотрено произвести не менее 10 млн тонн зерна [1].

Добиться необходимых результатов можно только при совершенствовании структуры посевных площадей, соблюдении технологий возделывания, внедрении инновационных технологий в производство, использовании высокопродуктивных сортов зерновых культур, а также при использовании новых рабочих органов для точного размещения семян в рядке, оптимальной площади их питания, увеличении скорости работы и производительности посевной машины, а соответственно снижении срока посева сельскохозяйственных культур [2, 3, 4]. Известно, что урожайность сельскохозяйственных культур зависит непосредственно от качества посева и только потом от других немаловажных факторов. Так, высокая урожайность напрямую зависит от равномерной глубины заделки семян и достигается при получении ровных и дружных всходов необходимой густоты.

Условиями получения ровных и дружных всходов необходимой густоты является соблюдение оптимальной технологии посева. Процесс сева зависит, прежде всего, от конструкции рабочих органов для его осуществления. Во-вторых, необходимо оптимальное размещение семян по глубине и равномерное распределение по площади, что обеспечивает им адекватный водный, тепловой и пищевой режимы, требующиеся для прорастания и формирования мощного узла кущения, вторичных корней [5]. Именно в этот период закладываются основы будущей высокой урожайности, устойчивость к полеганию, стрессовым факторам. Процесс посева, являясь важнейшим звеном в технологии возделывания зерновых и льна, зависит от конструкции рабочих органов, укладывающих семена в почву [6].

Для достижения высокой урожайности необходимо уделять внимание в первую очередь посевным рабочим органам – сошникам. Наиболее оптимальное сочетание водного, воздушного и теплового факторов отмечается именно тогда, когда семена равномерно распределены по площади поля на заданной глубине. При этом они должны быть уложены на уплотненное ложе бороздок и закрыты рыхлым слоем почвы, имеющей мелкокомковатую структуру. Несоблюдение даже одного из требований приводит к снижению урожайности [7]. Многолетний опыт различных стран мира показывает, что потери растений и колосьев на единице площади могут достигать 60 %, что связано, прежде всего, с качеством подготовки почвы и сева. Начальный период развития растений является самым критическим, они еще не имеют развитых органов питания, поэтому наиболее чувствительны к стрессам и предъявляют чрезвычайно высокие требования к качеству обработки почвы и формированию посевного слоя (семенного ложа) определенных параметров. В связи с этим важным направлением развития сельскохозяйственного производства растениеводческой продукции является переход к дифференцированным технологиям точного земледелия. При этом открываются реальные возможности производства качественной продукции и сохранения окружающей среды. Поэтому точное земледелие рассматривается как неотъемлемая часть ресурсосберегающего экологического сельского хозяйства и открывает перед производителями новые возможности, особенно в плане обеспечения условий для получения запрограммированного объема продуктов растениеводства высокого качества.

Целью данной работы является демонстрация современных тенденций в развитии инновационных конструкций и технологических схем сошников посевных агрегатов, которые позволяют судить о том, что в сельском хозяйстве Республики Беларусь создаются предпосылки для внедрения точного земледелия.

Основная часть

На кафедре механизации и практического обучения УО БГСХА за период с 1976 по настоящее время был разработан ряд перспективных моделей сошников для посевных машин и на них получены патенты на изобретения и полезные модели.

Двухдисковый сошник (рис. 1) согласно [8] включает корпус 1, два плоских (левый и правый) диска 2 с ребордами 3. Диски 2 расположены вертикально, параллельно один другому к направлению движения сошника. На корпусе 1 закреплены две оси 4, на которых установлены два диска 2 с ребордами 3. Они вращаются на подшипниках качения. Реборды 3 имеют форму усеченных конусов и закреплены с наружных сторон обеих дисков 2. На корпусе 1 также закреплены две пластины 5, к которым прикреплены семянаправители 6, которые размещены за ребордами 3.

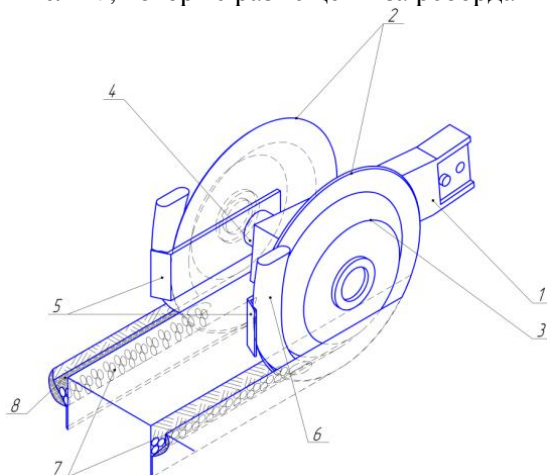


Рис. 1. Технологическая схема двухдискового сошника с внешними симметричными усеченно-конусными ребордами и нулевым углом атаки дисков:
1 – корпус; 2 – диск; 3 – реборда; 4 – ось; 5 – пластина;
6 – семянаправитель; 7 – семена; 8 – бороздка

Данный сошник при высеве семян зерновых, зернобобовых, трав и других сельскохозяйственных культур может обеспечить наименьшее тяговое сопротивление при работе на высоких скоростях. В связи с этим позволит значительно повысить производительность посевных машин и агрегатов. Технологическая схема работы комбинированного однодискового сошника для узкорядного посева показана на рис. 2.

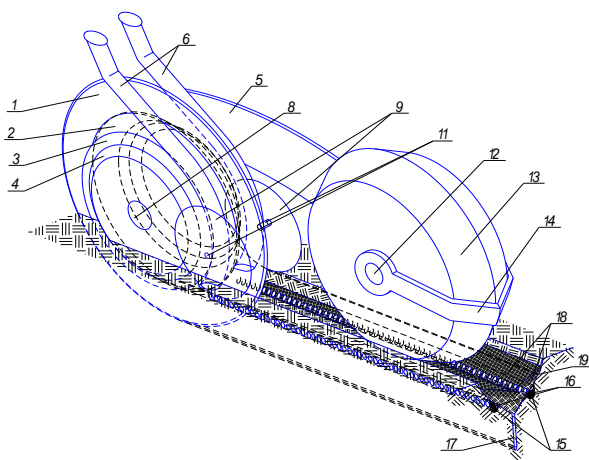


Рис. 2. Технологическая схема работы комбинированного однодискового сошника для узкорядного посева:
1 – плоский диск; 2 – реборда; 3 – бороздкообразователь; 4 – реборда;
5 – корпус; 6 – семянаправитель; 7 – чистик; 8 – ось; 9 – диск;
10 – клапан; 11, 12 – ось; 13 – прикатывающий каток; 14 – чистик;
15 – ложка; 16 – семена; 17 – щель; 18 – прослойка почвы; 19 – бороздка

Плоский диск 1, свободно вращающийся на оси 8, установлен без угла атаки к направлению движения. При движении в почве он разрезает заточенной кромкой пожнивные и растительные остатки, образует узкую щель 17, а установленные на нем с внутренней и наружной стороны реборды 2 и 4 создают по обе стороны от щели 17 уплотненные под углом к горизонту ложа 15. В уплотненных ложах установленные на ребордах бороздкообразователи 3 с закругленными кромками выдавливают бороздки с расстоянием $b = 62,5$ мм между ними. Поток семян направляются в семянаправители 6, из которых под силой тяжести в образованные бороздкообразователями бороздки укладываются семена 16 мелкосемянных культур, а сферические диски 9, установленные на осях 11 у основания се-

мянаправителей, создают бороздки 19 и предотвращают этим самым осыпание стенок бороздки в районе высева семян. Установленный за сошником на корпусе 5 прикапывающий каток 13 за счет приданной ему формы образует над бороздками с уложенными в них семенами прослойку почвы 18 неодинаковой плотности. Засчет установленного на поводке чистика 14, копирующего форму катка, почва не налипает на его поверхность. Образованная плоским диском тонкая щель 17 заполняется почвой рыхлой структуры, создавая тем самым небольшой запас воздуха, способствующий лучшей всхожести семян.

Двухдисковый четырехстрочный сошник (рис. 3) (согласно [9]) включает корпус 1, два плоских диска 2. На дисках 2 закреплены симметрично внутренние и внешние реборды-бороздкообразователи 3. Диски 2 с ребордами-бороздкообразователями 3 расположены вертикально, параллельно один другому и направлению движения сошника. На корпусе 1 закреплены две оси 4. На осях 4 установлены два диска с внутренними и внешними ребордами-бороздкообразователями 3. Они вращаются на подшипниках качения.

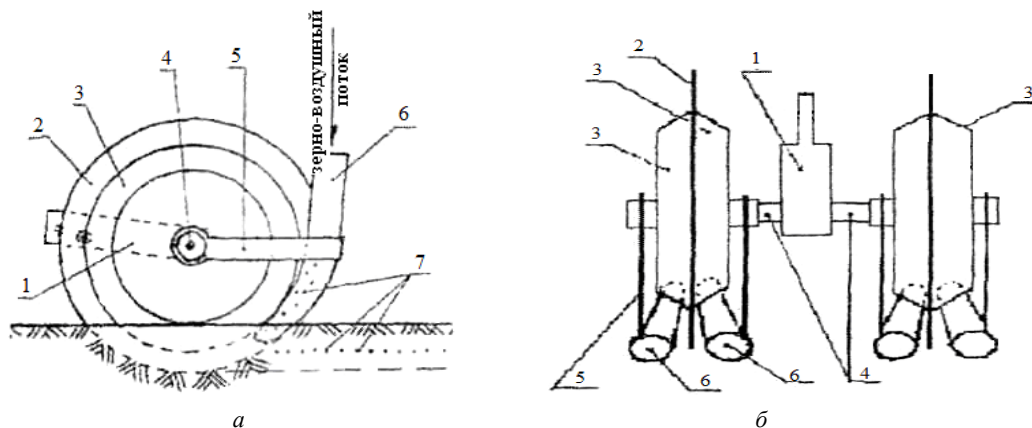


Рис. 3. Технологическая схема работы двухдискового четырехстрочного сошника с усеченно-конусными ребордами и нулевым углом атаки дисков: а – вид сбоку; б – вид сверху; 1 – корпус; 2 – диск; 3 – реборда; 4 – ось; 5 – пластина; 6 – семянаправитель; 7 – семена

Реборды-бороздкообразователи 3 закреплены на дисках симметрично, имеют одинаковые диаметры и образуют к периферии диска 2 равнобедренный треугольник. Рабочие кромки внутренних и внешних реборд-бороздкообразователей имеют острый угол. На корпусе 1 также закреплены две пластины 5, к которым прикреплены семянаправители 6. Они размещены за внутренними и внешними ребордами-бороздкообразователями 3.

Применение данной конструкции однодискового сошника позволяет добиться равномерности заделки семян в почву за счет получения бороздок одинаковой формы и глубины и нарезанных щелей; устранить сгуживание и отброс почвы; исключить осыпание стенок борозд в районе высева семян и предотвратить повреждение семянаправителей за счет использования сферических дисков; повысить всхожесть семян за счет использования реборд, которые создают уплотненные ложа, привлекая тем самым влагу; снизить тяговое сопротивление за счет установки сошников без угла атаки; сделать рациональным использование конструкции при узкорядном высева мелкосеменных культур за счет использования бороздкообразователей. Установка дисков с нулевым углом атаки и крена двухдисковых и однодисковых сошников позволяет производить посев на высоких скоростях при этом уменьшить до минимума разброс почвы в сторону, сократить расстояние между рядами сошников (при двухрядном расположении на посевных машинах и агрегатах), значительно уменьшить тяговое сопротивление, создать уплотнение ложа не только дна, но и стенок бороздок.

Заключение

В настоящее время в Республике Беларусь создаются условия для ведения точного земледелия, которое позволит оптимизировать (минимизировать) затраты сырья и материалов (топлива, семян, удобрений, воды и т.д.); повысить урожайность используемых полей; улучшить качество получаемой продукции; повысить качественные характеристики используемой земли; снизить негативное влияние на окружающую среду. При этом предполагается, что для достижения максимального эффекта при минимальном ущербе окружающей среде и снижении общего расхода применяемых веществ, средства обработки могут различаться в пределах отдельных участков поля. Поэтому технологическая и конструкторская база средств и агрегатов для обработки почвы Республики Беларусь должна быть разнообразной и подготовленной к этим изменениям.

С учетом этого в БГСХА разработана, запатентована и прошла практическую апробацию целая серия сошниковых групп посевных машин для разнообразных сельскохозяйственных культур. В данной статье демонстрируются их конструктивные особенности, принципы работы и достоинства по отношению к имеющимся аналогам. Новые рабочие органы (сошники) идеально вписываются в прогрессивные технологии точного земледелия при возделывании зерновых культур. Они позволяют: более равномерно распределять семена по площади питания; производить посев зерновых культур на высоких скоростях тяговых механизмов (до 25 км/ч, при конструкции сошников с нулевым (или близким к 0) углом атаки); увеличить производительность посевных машин на 50 % и более; сократить сроки сева зерновых культур при двухрядной расстановке сошников на посевных машинах и агрегатах; создать условия для равномерного и ускоренного подтягивания влаги к семенам. В совокупности вышеизложенное позволит добиться более ускоренных и равномерных всходов возделываемых культур, их равномерного созревания, а значит сократить в ходе уборки потери и повысить урожайность зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016 – 2020 гг. / Постановление совета министров РБ от 11 марта 2016 г. № 196 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – 2016.
2. Петровец, В. Р. Современные технологии и машины для возделывания сельскохозяйственных культур / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц, В. С. Сергеев. – Горки: БГСХА, 2008. – 184 с.
3. Петровец, В. Р. Распределение семян по глубине двухдисковыми сошниками с нулевым углом атаки дисков с внешними усеченно-конусными ребордами-бороздкообразователями / В. Р. Петровец, С. В. Авсюкевич // Вестник БГСХА. – 2012. – № 2. – С. 153–159.
4. Петровец, В. Р. Проблема равномерного высева сельскохозяйственных культур универсальными пневматическими сеялками при интенсивной технологии возделывания / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц // Современные проблемы сельскохозяйственной механики. – Минск, 1999. – 4 с.
5. Петровец, В. Р. Посев зерновых культур дисковыми сошниками с усеченно-конусными бороздкообразователями-уплотнителями / В. Р. Петровец, С. В. Авсюкевич, Н. И. Дудко. – Горки: БГСХА, 2015. – 217 с.
6. Петровец, В. Р. Обзор и исследование одно- и двухстрочных современных дисковых сошников / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц, С. В. Авсюкевич // Вестник БГСХА. – 2009. – №1. – С. 135–137.
7. Петровец, В. Р. Посев зерновых культур при интенсивной технологии возделывания / В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц. – Горки: БСХА, 1998. – 50 с.
8. Пат. 5026. Республика Беларусь. МПК (2006) А 01 с 7/00. В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц, Н. И. Дудко, С. В. Авсюкевич / Двухдисковый сошник, заявитель и патентообладатель УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». – №u20070865; заявл. 04.12.2007; опубл. 28.02.2009. – 4 с.
9. Пат. 5803. Республика Беларусь. МПК (2009) А 01 с 7/00. В. Р. Петровец, Н. В. Чайчиц, Н. И. Дудко, С. В. Авсюкевич, В. И. Ильин. / Двухдисковый четырехстрочный сошник, заявитель и патентообладатель УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». – №u20090131; заявл. 20.02.2009; опубл. 30.12.2009. – 5 с.

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ СЕМЯН ЛЬНА ОТ СТЕБЛЕЙ**В. А. ШАРШУНОВ, А. С. АЛЕКСЕЕНКО, М. В. ЦАЙЦ, В. А. ЛЕВЧУК**

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

г. Горки, Беларусь, 213407, e-mail: baa_bgd@tut.by

(Поступила в редакцию 15.10.2017)

В последние годы в Республике Беларусь проведена большая работа по возрождению льняного подкомплекса. Успешное развитие получила переработка льна-долгунца, проведена модернизация Оршанского льнокомбината, осуществляется модернизация льнозаводов. Однако посевные площади значительно сократились (в 2016 г. они составили 46,3 тыс. га, что в 1,7 раза меньше, чем в 2008 г.) и в настоящее время стабилизировались на уровне 45–55 га. В свою очередь урожайность льняного волокна за последние десять лет выросла и в 2016 г. составила 9,4 ц/га, что в 1,5 раза больше, чем в 2017 г. и приблизилась к урожайности западноевропейских стран. Этот факт несколько нивелировал снижение валового сбора льняного волокна, который снизился в 1,4 раза и в 2016 г. составил 41,3 тыс. тонн. Однако несмотря на снижение объемов производства, эта отрасль по-прежнему прибыльна. Существенной проблемой остается то, что льнозаводы на сегодняшний день обеспечены сырьем невысокого качества, на льнозаводы поступает льняная треста номерностью 0,75-1,25. Переработка льняной тресты низкой номерности ведет к убыточной работе льнозаводов, оборудованных бельгийскими (Van Dommele) и французскими (Depoortere) линиями первичной переработки льна, поскольку те рассчитаны на переработку тресты 1,5 и выше номера. В такой ситуации повышение качества и сбора продукции является приоритетным направлением развития льняной отрасли. Качество получаемой продукции и экономические показатели производства льна во многом зависят от уборки. Отделение семенной части урожая является одной из наиболее ответственных технологических операций, напрямую оказывающей влияние на качество получаемой тресты и льняного вороха. В статье проанализированы существующие устройства для отделения семян льна от стеблей. Приведено краткое описание и качественные характеристики исследуемых устройств. Анализируемые устройства классифицированы по способу взаимодействия с обрабатываемым материалом. Дана оценка их применения при отделении семенной части урожая льна-долгунца.

Ключевые слова: лен, очесывающий аппарат, очесывающее устройство, очес льна, обмолот льна, сепарация, коробочки льна, классификация устройств.

In recent years in the Republic of Belarus a lot of work has been done to revive the linen subcomplex. They have successfully developed the processing of long-fiber flax, modernized the «Orsha Flax Factory», other flax plants are being modernized. However, the acreage decreased significantly (in 2016 sown areas amounted to 46.3 thousand hectares, which is by 1.7 times less than in 2008) and is now stabilized at 45-55 ha. In turn, the yield of flax fiber over the past ten years increased and in 2016 it was 0.94 t / ha, which is by 1.5 times more than in 2017, and has approached the productivity of Western European countries. This fact somewhat offset the decline in the gross collection of flax fiber, which fell by 1.4 times and in 2016 amounted to 41.3 thousand tons. However, despite the decline in production, this industry is still profitable. An important problem remains that flax factories are now provided with raw materials of poor quality, flax straw supplied to flax factories has numbers from 0.75 to 1.25. The processing of flax straw of low numbering leads to unprofitable work of flax factories equipped with Belgian (Van Dommele) and French (Depoortere) lines of primary processing of flax, since those are designed for processing flax straw of number 1.5 and higher. In this situation, improving the quality and collection of products is a priority for the development of linen industry. The quality of obtained products and economic indicators of flax production are largely dependent on harvesting. Separation of the seed yield is one of the most important technological operations, directly affecting the quality of flax straw and flax heap. The article analyzes the existing devices for separating flax seeds from stems. We have given brief description and qualitative characteristics of the examined devices. Analyzed devices have been classified according to the method of interaction with the material being processed. We have estimated their application for seed yield separation.

Key words: flax, combing machine, combing device, flax combing, flax threshing, separation, flax boxes, device classification.

Введение

Лен-долгунец – важнейшая техническая сельскохозяйственная культура Беларуси. Льноволокно и получаемая из него продукция пользуются широким спросом во многих странах мира. Поэтому возделывание льна может служить одним из источников валютных поступлений в республику [1].

Лен является возобновляемым источником уникального натурального, экологически чистого сырья для производства широкого спектра товаров технического и бытового назначения. Практическое использование составляет 95–96 % массы стебля культуры. В Республике Беларусь это единственная местная сырьевая база для текстильной промышленности. Несмотря на благоприятные почвенно-климатические условия для возделывания льна (наиболее пригодные для него почвы занимают 40 % пашни), удельный вес этой культуры в структуре сельскохозяйственных посевов, начиная с 1993 г., уменьшился в 2,4–2,7 раза и составлял в последующие годы лишь 1,4–1,6 % при максимально возможном 8,3 %. Невысокой остается и эффективность производства льна в Республике Беларусь [2].

Это обусловлено значительной трудоемкостью возделывания льна, недостаточным уровнем механизации ряда технологических процессов, а также нехваткой семян высоких посевных кондиций, которые приходится закупать за рубежом [2].

В целях сокращения сроков уборки льна, а соответственно и потерь качественной тресты и семенного материала в Беларуси практикуется использование различных технологий уборки и первичной переработки льна-долгунца.

Основная часть

Основополагающим технологическим процессом получения семян является процесс отделения семенной части урожая льна-долгунца от стеблей. От уровня его совершенства зависит величина урожая, размер потерь, качество льнопродукции, трудоемкость и энергоемкость сушки и обработки льновороха [1]. Несвоевременное проведение его приводит к потерям семян до 30 % и снижению выхода длинного волокна на 8–12 %. К числу первоочередных задач, позволяющих решить проблему получения высокосортного волокнистого и семенного материала, является разработка экономически выгодной технологии и технических средств для ее реализации [3]. Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что вопрос изыскания и исследования технологических схем и рабочих органов для отделения семенных коробочек льна является актуальным.

Отделение семенной части льна-долгунца от стеблей издавна осуществляется двумя принципиально различными способами: отрывом коробочек льна от стеблей (очес) или разрушением коробочек на стеблях (обмолот) с последующей сепарацией. Первый способ применим на сухом или свежесушенном льне путем отрыва коробочек гребневыми, щеточными, роторными, линейными и щелевыми очесывающими устройствами, а второй – только на сухом льне, и осуществляется путем разрушения коробочек вальцовыми, клавишными или планетарными устройствами. Попытки повышения качества отделения семян от стеблей привели к различным вариантам комбинирования устройств в одно.

Способы отделения коробочек, листьев, семян и соцветий от стеблевой части растений при уборке многих технических культур и устройства для их осуществления отличаются большим многообразием. В зависимости от характера взаимодействия рабочих органов различных устройств с обрабатываемым материалом и механизма отделения семенных коробочек или выделения из них семян выделяют четыре способа выделения семян: плющение, вытирание, отрыв и различные их комбинации [1, 2, 4].

В зависимости от конструкции и принципа работы устройств, осуществляющих отрыв семенных коробочек от стеблей различают следующие методы: прочес, волочение или протяжка, захлестывание и защемление [1].

Метод прочеса лежит в основе технологических процессов, осуществляемых одно- и двухбарабанными гребневыми очесывающими аппаратами, получившими основное распространение в системах отечественных льноуборочных машин. Наибольшее распространение из них получили однобарабанные очесывающие аппараты с круговым поступательным движением гребней, включающие зажимной транспортер 1 и установленный под углом или параллельно ему барабан 2, система зубьев 3 гребней которого, благодаря наличию параллелограммного механизма 4 совершают плоскопараллельное движение вокруг оси барабана (рис. 1, а) [1]. Сущность технологического процесса отрыва коробочек заключается в проникновении зубьев в слой стеблей, разделении его на полоски, принудительном прочесывании последних с исправлением дефектов ориентации и нарушением связей между стеблями и спутавшимися коробочками [1, 2, 4]. При работе гребневого барабана с установкой гребней параллельно зажимному транспортеру производится по всей ширине зоны расположения коробочек в слое льна.

При установке очесывающего барабана под углом к зажимному транспортеру очес осуществляется последовательно от вершинной части слоя к его основанию с постепенным расширением зоны воздействия зубьев аппарата на стебли. Благодаря постепенному расширению зоны воздействия зубьев барабана на слой при «последовательном очесе» снижаются повреждения и отход стеблей в путанину, но из-за уменьшения на 2–3 % числа прочесов снижается чистота очеса [1].

К достоинствам однобарабанных очесывающих аппаратов с плоскопараллельным движением гребней относится надежность и универсальность – способность осуществлять процесс очеса в широком диапазоне спелости и влажности льна. Главными и серьезными недостатками являются повышенные повреждения и отход стеблей в путанину, возникающие в результате прочесывания слоя спутанных и сцепленных между собой стеблей. Кроме того, защемление стеблей в междубаранном пространстве приводит к обрыву стеблей и выдергиванию их из зажимного транспортера.

Несмотря на некоторые отличия в осуществлении технологического процесса, недостатки, отмеченные выше, в полной мере присущи и двухбарабанным гребневым аппаратам (рис. 1, б). Конструкция этого аппарата включает зажимной транспортер 1 и два очесывающих барабана 2, состоящих из валов, жестко закрепленных на них обечаек, закрывающих диски, и прикрепленных к последним четырех планок, снабженных зубьями 3.

Для выполнения последовательного очеса, начиная с вершинной части стеблей и на всю ширину зоны расположения коробочек в снопе, зубья гребней аппарата выполняют различными по высоте. Барабаны, вращаясь навстречу друг другу с постоянной угловой скоростью, обеспечивают вхождение зубьев в слой стеблей, разделение их на полоски, прочесывание с отрывом коробочек и вынос продуктов очеса из снопа [1, 4].

Достоинствами двухбарабанного очесывающего аппарата являются высокая полнота выделения продуктов очеса из снопов и технологическая надежность, недостатками – значительные повреждения (3–7 %) и отход стеблей в путанину (2,5–5 %).

Пневматический очесывающий аппарат создан в Центральном научно-исследовательском проектно-технологическом конструкторском институте механизации льноводства [5]. В пневматическом очесывающем аппарате (рис. 1, в) процесс отделения семенных коробочек от стеблей льна происходит без механического взаимодействия с ними жестких рабочих органов и не сопровождается значительными деформациями стеблей [5]. Это обеспечивает минимальные повреждения стеблей и отход их в путанину. Но предложенный пневматический очесывающий аппарат не прошел экспериментальной проверки, в связи с чем показатели качества его работы пока оценить трудно.

Попытки снижения негативных последствий грубого прочеса стеблей зубьями гребней привело к замене их щетками из мягкого полимерного материала или резины [7]. Их конструкция включает подающее-зажимное устройство 1 и пару цилиндрических барабанов 2, поверхность которых снабжена тонкими гибкими элементами – щетками 11 (рис. 1, з). Опыт использования роторных щеточных устройств и исследования показали, что они имеют низкую чистоту очеса (80–85 %), склонность к намоткам, а содержание путанины в ворохе достигает 10–15 % [1, 2, 7]. Низкая чистота очеса (до 90 %) обусловлена отгибом гибких элементов при выполнении технологического процесса, а большой отход стеблей (4–9 %) в путанину – проникновением их внутрь слоя стеблей. Наряду с низкой технологической надежностью из-за намоток стеблей льна на роторы, а также из-за быстрого изнашивания щеток данные аппараты имеют недостаточную технологическую надежность.

В странах Азии широкое применение получили очесывающие аппараты, работающие по методу захлестывания [1]. Таким способом очесывают преимущественно растения риса. Конструкция очесывающего аппарата (рис. 1, д) представляет собой барабан 2, на котором последовательно в определенном порядке установлены зубья-скобы 5. Каждый зуб выполнен в виде рамки из стержневых элементов. Зуб-скоба взаимодействует с массой стеблей в поперечном и продольном направлениях, так как имеет угловую установку на барабане. Стебли подаются в зону очеса зажимным транспортером 1. Работоспособность устройства в льноуборочных машинах не проверялась. Однако сам принцип очеса этим устройством не соответствует технологическим требованиям для работы в льноуборочных машинах, так как активное взаимодействие стеблей с исполнительным элементом, несомненно, приведет к травмированию стеблей, разрушению семенных коробочек и выходу с лентой льна свободных семян. Конструкция аппарата роторно-битерного типа включает в себя зажимной транспортер 1 и пару цилиндрических роторов 9, снабженных бичами (рис. 1, е). Оси роторов составляют с зажимным транспортером острый угол, вершина которого расположена со стороны входа стеблей в аппарат. Бичи вращающихся во встречном направлении роторов, образуют в плоскости зажимного транспортера щель, размеры которой непрерывно изменяются. Коробочки льна, попадая в зону действия бичей, подвергаются многократным кратковременным ударным воздействиям, что обеспечивает их отделение или разрушение, а свободные семена просыпаются сквозь слой в результате его пульсации [1, 8]. Поскольку гладкие бичи не проникают внутрь очесываемого слоя, повреждения и отход стеблей в путанину при работе роторно-бильных аппаратов минимальные. Простота конструкции и невысокая энергоемкость процесса очеса также являются достоинствами этих аппаратов. Конструкции роторно-планчатых аппаратов (рис. 1, ж) [1, 8] представляют собой пару установленных друг над другом роторов 9, каждый из которых состоит из двух дисков с планками, кромки которых расположены под углом к зажимному транспортеру 1. Между планками барабанов имеется рабочий зазор, находящийся в плоскости зажимного транспортера. Процесс очеса данными аппаратами не имеет отличий от роторно-бильных, но использование дисков в качестве рабочих поверхностей несущих бичей вместо цилиндрических труб, позволяет уменьшить металлоемкость конструкции. Недостатком роторно-планчатых аппаратов, как и роторно-бильных, является повышение потерь семян при увеличении подачи и влажности льна, а также трудности сбора и транспортирования продуктов очеса. Очес семенных коробочек от стеблей методом протяжки или волочения осуществляют монощелевые устройства. Отрыв семенных коробочек в монощелевых рабочих органах происходит путем протягивания стеблей между двумя твердыми телами, образующими щель оптимальной ширины. Это возможно при относительном движении стеблей как вдоль (по линии транспортирования), так и поперек щели. При этом создается эффект торможения продольного движения (заклинивание) коробочек боковыми стенками щели и возникновение в стебле растягивающих усилий, направленных по его оси [1, 4, 7]. По такому принципу работают аппараты линейные и щелевые.

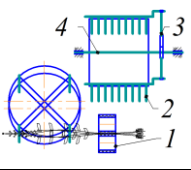
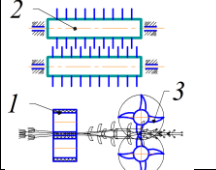
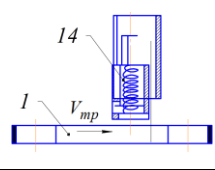
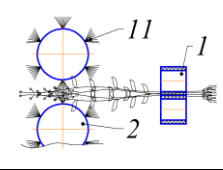
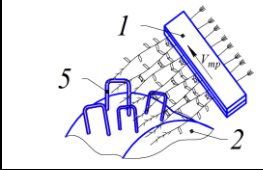
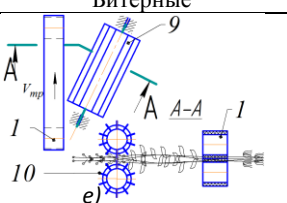
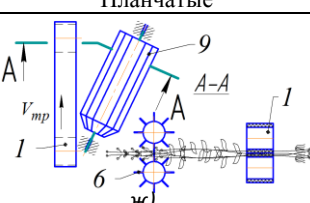
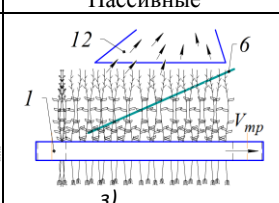
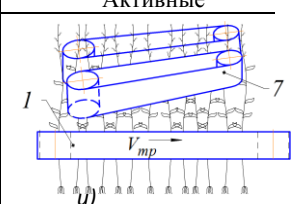
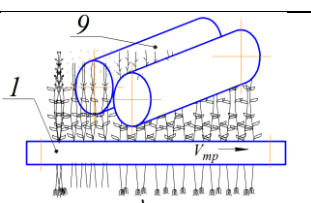
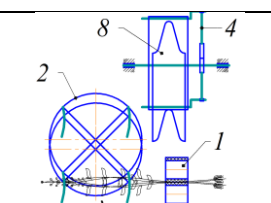
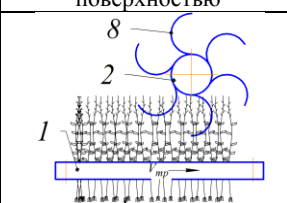
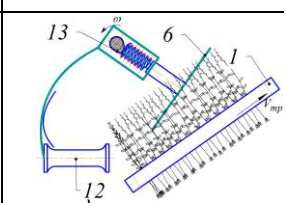
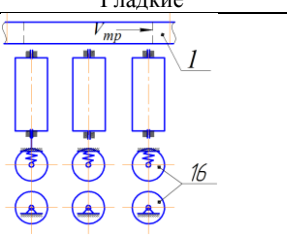
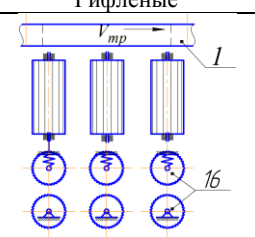
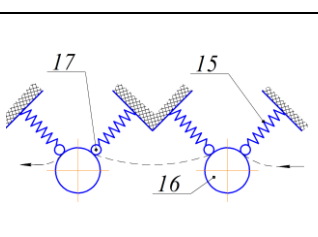
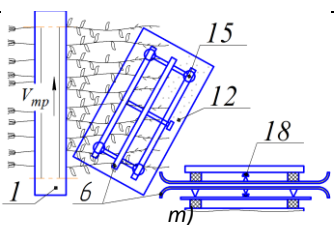
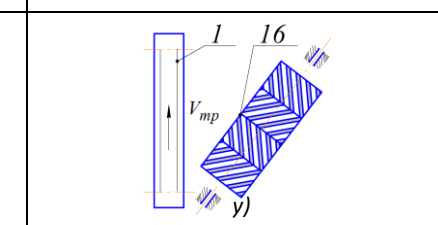
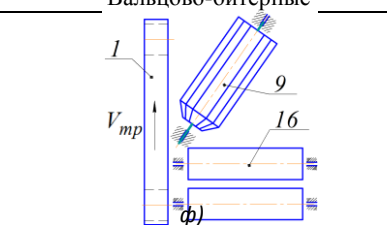
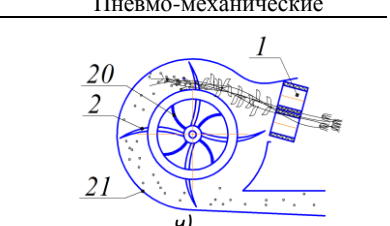
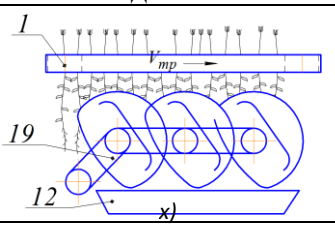
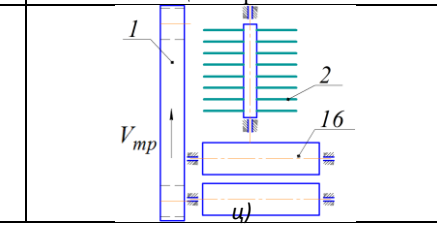
Способ воздействия	Тип устройства				
	Барabanные				
Очес	Гребневые		Пневматические	Щеточные	Зуб-скоба
	Однoбарabanные	Двухбарabanные			
					
	а)	б)	в)	г)	д)
	Роторные			Линейные	
	Битерные		Планчатые	Пассивные	Активные
					
	Щелевые				
	Ротационные		Параллелограммные	С цилиндрической рабочей поверхностью	Импульсные
					
к)		л)	м)	н)	
Обмoлот	Вальцовые		Клавишные	Планетарные	
	Гладкие	Рифленые			
					
	о)	п)			
Комбинированное воздействие	Вибрационные		Барabanно-бильные		
					
	т)		у)		
	Вальцово-битерные		Пневмо-механические		
					
	ф)		ч)		
Дисковые		Вальцово-гребневые			
					
х)		ц)			

Рис. 1. Классификация устройств для отделения семян льна от стеблей

1 – зажимной транспортер; 2 – барабан; 3 – система зубьев (гребни); 4 – параллелограмный механизм; 5 – зуб-скоба; 6 – планки очесывающие; 7 – контур параллельный цепной (ременной); 8 – лопатки; 9 – цилиндрические роторы; 10 – бичи; 11 – щетки; 12 – сборное устройство; 13 – механизм образования импульса; 14 – пневмомеханизм; 15 – упругий элемент (пружина); 16 – валец; 17 – клавиша; 18 – вибратор; 19 – диск с зубьями; 20 – центробежный вентилятор; 21 – камера очеса; 22 – дека; V_{mp} – скорость движения зажимного транспортера

Методом волочения работают аппараты, в которых отрыв коробочек осуществляется протяжкой стеблей через зазор, образованный установленными под углом к зажимному транспортеру *1* двумя параллельными контурами в виде ремней или цепей специальной конструкции *7* (рис. 1, *и*), а также планок *б*, установленных в одной плоскости (рис. 1, *ж*). Наиболее существенным преимуществом таких устройств является отсутствие прочесывания слоя, вследствие чего неправильная ориентация стеблей в нем относительно рабочего органа не вызывает образования путанины. Недостатками данных очесывающих аппаратов являются: низкая производительность каждой из очесывающих секций, сложность сбора продуктов очеса и зависимость качества работы от подачи. При ее увеличении чистота очеса существенно снижается, а содержание путанины в ворохе возрастает [1, 4, 7].

К числу щелевых устройств относятся ротационные, параллелограммные, импульсные и щелевые с цилиндрической рабочей поверхностью.

Ротационные очесывающие аппараты (рис. 1, *к*) представляют собой пару цилиндрических роторов *9*, образующих щелевое пространство, в которое обрабатываемый материал подается транспортером *1*. В отличие от линейных активных, активное действие ротационных аппаратов направлено только вдоль стеблей, что значительно снижает эффективность их работы. Несмотря на конструктивные отличия имеются присущие щелевым аппаратам преимущества и недостатки.

К аппаратам с рабочими элементами, располагающимися в плоскости слоя очесываемых стеблей относятся роторно-щелевые с динамически активными рабочими органами [1, 4]. В основе работы данного устройства лежит метод защемления. Рабочими органами данных устройств являются лопатки *8* серповидной формы с очесывающим щелевым пространством, жестко установленные на барабане *2* с параллелограммным механизмом *4* (рис. 1, *л*), или лопатки цилиндрической формы *8* без параллелограммного механизма (рис. 1, *м*). Оси вращения лопаток располагаются перпендикулярно зажимному транспортеру *1*. Параллелограммный механизм и форма лопаток обеспечивают надежный захват стеблей льна, направление их в щелевое пространство и отрыв коробочек в результате взаимодействия с боковыми кромками щели. Расположенные на цилиндрической поверхности лопатки совершают вращательное движение, но процесс очеса осуществляется аналогично. Явление защемления захваченной порции стеблей в щелевом пространстве возникает от действия, сдвигающих усилий со стороны кромок лопатки [1, 4, 9]. Их появление определяется кривизной поверхности лопатки. Процесс очеса происходит при относительном движении щелевого элемента как вдоль массы стеблей, зажатых комлями в транспортере, так и в поперечном направлении, которое стимулирует процесс перераспределения стеблей и формирование из них пучка.

Достоинство таких очесывающих аппаратов заключается в том, что рабочие элементы во время отделения семенных коробочек не проникают в слой стеблей, что значительно снижает их повреждение и отход в путанину (0,01–0,08 %). Кроме того, большинство семенных коробочек из-за явления защемления отрываются, не доходя до очесывающей щели, и не разрушаются. Но из-за того, что лопатки данного очесывающего аппарата работают в плоскости подаваемой ленты льна, ухудшается сепарация коробочек в слое и увеличиваются потери семенной части урожая, которая суммарно (вынос с лентой, от недоочеса, подсаривание под машиной) составляет до 28 %. Особенно это явление выражено с увеличением влажности стеблей. Кроме того, качество очеса стеблей льна в значительной степени зависит от толщины обрабатываемого материала.

Основными конструктивными элементами импульсного очесывающего устройства являются: зажимной транспортер *1* и установленные под острым углом к нему очесывающие планки *б*, образующих щель (рис. 1, *н*). Планки приводятся в движение механизмом, обеспечивающим возвратно-поступательное движение *13*. Отрыв коробочек обеспечивает импульс силы пружины, освобожденной от действия кулачкового механизма. Расположение очесывающих планок под острым углом к зажимному транспортеру, обеспечивает продольное напряжение стеблей и зажатые в щелевом пространстве коробочки льна отрываются и собираются сборным устройством *12* [1, 2].

Взаимодействие рабочих органов с боковой поверхностью, без проникания внутрь, ленты льна включает обрыв стеблей и выход их в путанину. Импульсное возвратно-поступательное движение минимизирует тормозящее воздействие щелевого устройства. Однако качество очеса данного устройства в значительной степени зависит от толщины ленты льна. К недостаткам данного устройства можно отнести и трудности сбора и транспортирования продуктов очеса.

К устройствам, осуществляющим разрушение коробочек льна на стеблях, относятся вальцовые, клавишные и планетарные аппараты [1, 4, 7]. Вальцовые (могут быть обрезинены) в свою очередь делятся на гладкие (рис. 1, *о*) и рифленые (рис. 1, *п*). Применение аппаратов с мелкорифленой рабочей поверхностью молотильных устройств способствует более эффективному выделению семян из

семенных коробочек [8]. Устройство работает следующим образом. Обрабатываемый материал подается в зону между вращающимися вальцами 16, один из которых подпружинен. Вальцы проминают льняной материал, что обеспечивает разрушение коробочек льна. Планетарный плющильный аппарат для плющения коробочек льна (рис. 1, *с*), содержащий вращающийся барабан 2 со свободно закрепленными по его окружности вальцами 16 и расположенную под ним гладкую деку 22 [10]. Отличия клавишного аппарата (рис. 1, *р*) в том, что клавиши имеют значительно меньшие размеры в сравнении с вальцами и являются пассивным рабочим органом. Недостатком вальцовых аппаратов заключается в высоком требовании к влажности обрабатываемого материала, а также необходимости сепарации обмолоченного материала. Недостатком планетарного аппарата также является то, что дека не обеспечивает изменения молотильного зазора по ширине молотилки, в результате чего рабочие органы барабана активно воздействуют лишь на утолщенную часть снопа, в то время как вершина его, имеющая меньшую толщину, не подвергается интенсивному воздействию, что приводит к недомолоту. Их существенным преимуществом является низкий отход стеблей в путанину (0,5-1,0 %) и их повреждение при обеспечении требуемой полноты обмолота на льне с влажностью стебельной массы до 15 %. Однако при повышении влажности льна производительность этих аппаратов резко снижается, а число повреждений стеблей и отход их в путанину значительно возрастают [1, 2].

В щелевом вибрационном очесывающем устройстве с целью исключения забивания, планки 6 снабжены вибраторами 18, выполненными в виде приводных валов с неуравновешенными грузами [1, 4]. Кроме того, планки закреплены на эластичных опорах 15 (рис. 1, *т*). В процессе работы устройства лента льна зажимным транспортером 1 подводится в зазор между планками и очесывается. Вибрирование планок обеспечивает перемещение стеблей в зазоре и освобождение последнего от очесанных коробочек. За счет виброколебаний осуществляется также транспортировка очесанных коробочек в бункер по транспортирующей доске 12.

Барабанно-бильное обмолачивающее устройство состоит из двух секционных барабанов, расположенных друг над другом и под углом к зажимному транспортеру (рис. 1, *у*). На секциях находятся билы, расположенные под углом относительно друг друга, благодаря чему в горизонтальной плоскости создаются колебательные движения верхнего и нижнего слоев ленты относительно среднего слоя, что способствует лучшему выделению семян из среднего слоя ленты. В этом молотильном аппарате происходит не только обмолот семенных коробочек без обрыва верхушечной части стеблей и открытого излома стеблей с разрывом волокна, но и выделение семян из разрушенных коробочек [2, 4]. Недостатком данного устройства является низкая эффективность обмолота при высокой влажности, а также снижение сепарации семян при увеличении толщины обрабатываемой ленты льна.

Вальцово-битерные устройства (рис. 1, *ф*) состоящие из набора плющильных вальцов 16 и пары цилиндрических роторов 9 с бичами установленных под углом к зажимному транспортеру 1. В таком исполнении роторы выполняют функцию встряхивания ленты льна, что способствует большей сепарации. Однако не в полной мере решает проблемы присущие плющильным устройствам.

Роторно-дисковый аппарат (рис. 1, *х*) позволяет постепенно увеличивать интенсивность обработки лент льна, обеспечивая снижение повреждаемости стеблей и отход их в путанину. Устройство состоит из набора попарно установленных зубовых дисков 19, образующих зону очеса. Лента льна подает в пространство между дисками, которые производят отрыв семенных коробочек зубьями. Семенной ворох собирается сборным устройством. Существенным недостатком данного типа устройств является сложность изготовления.

Пневмомеханический очесывающий аппарат состоит из зажимного транспортера 1, камеры очеса 21, в которой выполнены окна для прохода ленты стеблей и установлен очесывающий барабан 2, имеющий гребни 3 и торцевые диски, между которыми смонтированы опорные элементы [11]. С целью уменьшения потерь семян и повышения надежности выполнения технологического процесса она снабжена центробежным вентилятором 20, закрепленным на валу в камере очеса, причем на валу вентилятора посредством крестовин смонтировано лопастное колесо, а в торцевых дисках очесывающего барабана и в боковых сторонах камеры очеса выполнены окна для подсоса воздуха, при этом с каждой боковой стороны камеры очеса под окнами для прохода ленты стеблей через камеру очеса и окнами подсоса воздуха установлены семяловители.

Главными недостатками пневмомеханических аппаратов являются повышенные повреждения стеблей из-за совместного воздействия механических рабочих органов (лопастей, гребней, пальцев) и воздушного потока. Кроме того, эти аппараты еще не прошли производственную проверку, что не позволяет сделать окончательное заключение об их достоинствах и недостатках.

Заключение

Анализ работы существующих устройств для выделения семян льна и их конструктивных особенностей позволяет сделать вывод о том, что конструктивно-технологическая схема устройства определяется характером взаимодействия рабочих органов с обрабатываемым материалом, а также свойствами самого материала, которые существенно изменяются на протяжении всего уборочного цикла. Наиболее эффективным, с учетом физико-механических свойств льна, в фазу ранней желтой и желтой спелости (при уборке комбайновой технологией) является очес, а при раздельной технологии – обмолот. Наиболее полное и качественное отделение коробочек льна при реализации второй фазы раздельной технологии может быть достигнуто путем сочетания обмолачивающего и встряхивающего воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кругленя, В. Е. Устройства для отделения семенных коробочек от стеблей – очесывающие аппараты / В. Е. Кругленя, В. А. Левчук, М. В. Цайц. Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: сборник научных работ XXVII международной научно-технической конференции. – Брянск.: Издательство Брянской ГАУ, 2015. – С. 168–179.
2. Шаршунов, В. А. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна: монография / В. А. Шаршунов [и др.]. – Горки БГСХА, 2016. – 156 с.
3. Кругленя, В. Е. Обоснование конструктивных параметров барабанно-планчатого устройства для очеса стеблей льна / В. Е. Кругленя, М. В. Цайц, В. А. Левчук, Е. И. Кармишин // Вестник брянской ГСХА. – 2014. – №3. – С. 38–41.
4. Райлян, Г. А. Повышение эффективности раздельной уборки льна применением двухбарабанного обмолачивающего устройства с эластичной рифленой поверхностью: дисс... канд. техн. наук: 05.20.01 / Г. А. Райлян. – Горки, 2006. – 147 с.
5. Патент №2004117 Российская Федерация, МКИ А 01 D 45/06. Устройство для отделения семенных коробочек от стеблей / И. Ф. Дворниченко, В. П. Снегирев, Ю. Н. Тихомиров, Г. Н. Ратов, В. А. Сафонов, А. С. Мнацаканов. – № 4918585/15; Заявл. 11.03.91; Оpubл. 15.12.93 // Изобретения. – 1993.– №45–46.
6. А.С. 938821 СССР, МКИ А 01 F 11/02. Устройство для очесывания коробочек льна / В. Н. Бухаркин [и др.]. №3247367/30-15; Заявл. 16.02.80; Оpubл. 30.06.82 // Изобретения. – 1982. – №24.
7. Чернышков, А. А. Обоснование схемы и основных параметров очесывающего аппарата для отделения семенных коробочек льна. – Дис... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. А. Чернышков. - М.: ВИСХОМ, 1987. – 142 с.
8. Васильев, Г. К. Состояние и тенденции развития очесывающих аппаратов уборочных машин / Г. К. Васильев, А. А. Чернышков, И. М. Махов // Обзорная информация. – Серия 2. – Вып.18. – М.: ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1986. – 16 с.
9. Ростовцев, Р. А. Повышение эффективности уборки льна-долгунца путем разработки технологических процессов и технических средств для их осуществления: дисс... канд. техн. наук: 05.20.01 / Р. А. Ростовцев. – Тверь, 2010. – 444 с.
10. Juttemann, H. Grundlagen des elektrischen Messens nichtelektrischer Groben. – Dusseldorf. VDI-Verlag, 1974. – 276 s.
11. А.С. 1699372 СССР, МКИ А 01 D 45/06. Очесывающий аппарат подборщика лент льна / С. И. Назаров, Н. В. Чайчиц, Б. В. Клименко, В. М. Дулевич № 4790947/15; Заявл. 12.02.90; Оpubл. 23.12.91 // Изобретения. – 1991. – №47.

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПОТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ЛИНИЙ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА****В. П. ЧЕБОТАРЕВ***УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г Минск, Республика, 220023, e-mail: v.p.chebotarev@tut.by**(Поступила в редакцию 04.10.2017)*

Одним из основных условий высокопроизводительной и стабильной работы зерноочистительно-сушильного комплекса является соответствие производительностей основных входящих в его состав машин и оборудования – приемного бункера с выгрузным транспортером, норий, машины предварительной очистки зерна и зерносушилки, бункера хранения обработанного зерна. При этом вследствие существенного изменения в процессе уборки засоренности, влажности и видового состава обрабатываемого зернового вороха процессы приема зерна с поля, предварительной очистки и сушки всегда значительно отличаются по производительности. При послеуборочной обработке зерна требуется обеспечить своевременный высокопроизводительный прием, очистку и сушку зерна поточными технологическими линиями на зерноочистительно-сушильных комплексах. Применение компенсационных бункеров между машинами в линии, требуемый объем бункеров приема и хранения обработанного зерна позволяет значительно снизить потери производительности от возникающих по каким – либо причинам остановок, сбоев машин и оборудования зерноочистительно-сушильного комплекса. В данной статье обоснована необходимость применения компенсационных бункеров между машинами в линии послеуборочной обработки зерна и принцип многопоточности создания зерноочистительно-сушильных комплексов.

Ключевые слова: зерноочистительно-сушильный комплекс, бункер, зерносушилка, зерноочистительная машина.

One of the main conditions for high-performance and stable operation of the grain cleaning and drying complex is the conformity of production capacities of the main machines and equipment included in its structure: a receiving hopper with an unloading conveyor, noria, grain pre-cleaning machines and grain dryers, processed grain storage bins. At the same time, due to a significant change, during the process of harvesting, in grain dockage, humidity, and species composition of the treated grain heap, the processes of grain intake from the field, of its pre-cleaning and drying always differ significantly in productivity. During post-harvest grain processing, it is necessary to provide timely high-performance reception, cleaning and drying of grain by conveyer technological lines at grain cleaning and drying complexes. The use of compensation bins between machines in a line, and the required volume of receiving and storage bins for processed grain allows us to significantly reduce productivity losses from breaks and failures of machines and equipment of the grain cleaning and drying complex that arise for some reason. This article substantiates the necessity of using compensation bins between machines in the line of post-harvest grain processing and multi-flow principle in the creation of grain cleaning and drying complexes.

Key words: grain-cleaning-and-drying complex, bunker, grain dryer, grain cleaning machine.

Введение

Требуемый объем приемного бункера, необходимость применения компенсационных бункеров между машинами в линии, требуемый объем бункера хранения обработанного зерна позволяет значительно снизить потери производительности от возникающих по каким-либо причинам остановок, сбоев машин и оборудования зерноочистительно-сушильного комплекса. Поэтому для обеспечения совместной стабильной и равномерной работы всех машин и оборудования в технологической линии зерноочистительно-сушильный комплекс должен работать на принципе многопоточности и иметь необходимое количество компенсирующих емкостей.

Основная часть

Стабильность функционирования уборочно-транспортного потока в значительной степени зависит от своевременного приема и обработки зерна поточными технологическими линиями на зерноочистительно-сушильных комплексах. Классическая технологическая схема поточной послеуборочной обработки зерна включает в себя следующие технологические операции: прием зернового вороха из транспорта; предварительную очистку его от соломистых и других примесей; сушку зерна до базисных кондиций по влажности; первичную и вторичную (окончательную) очистку зерна с доведением его до базисных кондиций по назначению, а для семян – по классности; хранение обработанного зерна [4, 5].

Поточная технологическая линия представляет собой совокупность установленных в определенной последовательности машин и оборудования, осуществляющую послеуборочную обработку и хранение зерна. В отдельных случаях поточная технологическая линия не оборудуется зернохранилищем, а используются хранилища расположенные за пределами зерноочистительно-сушильного комплекса. Отдельные процессы поточной технологической линии – прием, очистка, сушка и хранение зерна, являются по существу в целом одним единым процессом послеуборочной обработки и хранения зерна [6]. Оптимизация только одного какого либо отдельного процесса, без учета его связей с другими процессами, приводит к ухудшению качества и нарушениям режимов работы всего комплекса. Поэтому такие линии необходимо рассматривать как технологические системы, состоящие из системы процессов, происходящих в машинах и оборудовании комплексов [7]. Исследование структуры технической системы предполагает поочередное выделение составляющих ее элементов,

выявление условий и характера их взаимодействия. Это позволяет изучить и исследовать всю техническую систему в целом и на основе полученных результатов определить наиболее приемлемый в данных условиях ее вариант. Поточность процесса послеуборочной обработки зерна не имеет постоянного характера, так как производительность машин в технологической линии постоянно изменяется из-за неравномерности поступления и разнокачественности поступающего на обработку зерна. Технологическая и экономическая необходимость приемки и обработки зерна в минимально возможные сроки требуют обеспечения последовательной непрерывной поточной работы данной технической системы. Большая нестабильность и неустойчивость потока поступающего зерна создает проблемы компоновки поточной технологической линии и подбора по производительности необходимых машин и оборудования, а в последующем к значительному снижению или перегрузке их использования. Для снижения влияния указанных факторов поточные технологические линии должны комплектоваться компенсирующими оперативными емкостями, устанавливаемыми до и после отдельных машин. Для обеспечения наиболее эффективного использования машин, оборудования и емкостей поточные технологические линии должны проектироваться таким образом, чтобы они имели возможность пропускать зерно по нескольким маршрутам.

Исходя из вышеизложенного, перспективным направлением их совершенствования является исследование и создание технологических комплексов, линий и машин послеуборочной обработки включающей прием, предварительную очистку, сушку или низкотемпературное досушивание методом вентилирования комбайнового зернового вороха с минимальными затратами энергии и ресурсов, обеспечивающих их значительную экономию. Для обеспечения разработки и проектирования таких систем с оптимальными параметрами, например, для одной из основных технологических операций – сушки зерна – необходимо знать закономерности теплопередачи и движения агента сушки в слое дисперсных термочувствительных материалов, правильно оценивать и учитывать конвективные потоки в них, разработать методику и провести тщательный расчет всех тепловых и аэродинамических потерь. Традиционная сушка проводится воздухом нагретым, в зависимости от вида сушилки, до температуры 130 °С у шахтных и 250 °С у барабанных зерносушилках [7]. Низкотемпературная сушка обеспечивается путем подогрева наружного воздуха, в зависимости от его исходной относительной влажности, не более чем на 6–8 °С. Известно, что подогрев воздуха на 1 °С снижает его относительную влажность приблизительно на 5%, и, таким образом, его относительная влажность путем незначительного нагрева может быть уменьшена с 95–98 % до уровня ниже равновесной, обеспечивающей сушку данной культуры. Кроме того, аналогичной низкотемпературной сушкой или вентилированием обеспечивается режимное хранение высушенного зерна. За счет оптимизации тепловых и аэродинамических процессов, протекающих в зерновой массе, могут быть достигнуты высокие технические показатели сушки, обеспечены экономичность и качество продукции. Процесс сушки или вентилирования слоя зерна должен рассматриваться во взаимосвязи и взаимодействии агента сушки с высушиваемым материалом. При этом необходимо исходить из свойств высушиваемого материала, механизма переноса влаги, периодичности и скорости подачи агента сушки.

При проектировании и разработке серийно применяемых поточных технологических линий для послеуборочной обработки зерна (рис. 1) в большинстве случаев руководствовались в основном номинальной производительностью машин, принимая за основу среднее поступление зерна без учета в полной мере продуктивности полей, сезонной выработки комбайнов, коэффициентов использования эксплуатационного и сменного времени, наличия и грузоподъемности транспортных средств, природно-климатических условий уборки. Все это приводило к повышению потерь и себестоимости, снижению качества производимого зерна. Оптимизировать функционирование зернового потока при послеуборочной обработке позволяет использование компенсирующих и резервных элементов технологического процесса, возможность пропускать зерно по нескольким маршрутам, параметры которых должны определяться с учетом всех природно-производственных условий (рис. 2). Современная производственная ситуация вызывает необходимость применения новых методических подходов к обоснованию производительности всего зерноочистительно-сушильного комплекса и параметров входящих в него машин и оборудования на основе единого комплекса послеуборочной обработки и хранения урожая. С целью снижения рассогласованности процессов послеуборочной обработки и хранения зерна необходимо разработать методику обоснования производительности зерноочистительно-сушильных комплексов, расчета объемов компенсирующих емкостей, параметров транспортирующих и резервных элементов, требуемых объемов зернохранилищ. Созданные на таких принципах высокопроизводительные комплексы и технические средства для их комплектования обеспечат их эффективную работу при продолжающемся росте валовых объемов производимого зерна и огра-

ничении сроков их уборки. Кроме того, важными элементами современного комплекса являются: компьютеризированное управление с автоматизированной лабораторией для определения и постоянного контроля качественных показателей зерна на всех этапах его обработки от приемки до закладки на хранение, а также наличие в его составе зернохранилища, как правило силосного типа.

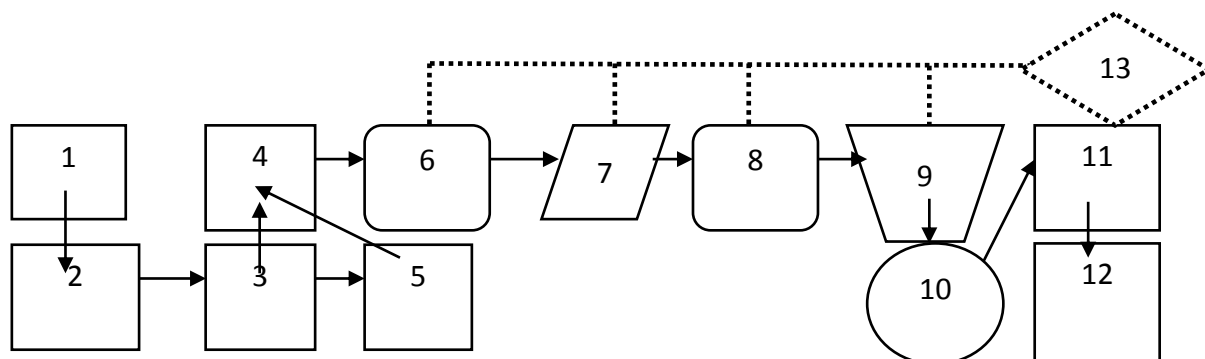


Рис. 1. Структурно-функциональная модель серийных поточных технологических линий послеуборочной обработки зерна:

- 1 – автомобильные весы; 2 – ручное взятие проб; 3 – автомобилеразгрузчик; 4 – приемный бункер; 5 – зернопогрузчик; 6 – нория зерноочистительной машины; 7 – зерноочистительная машина; 8 – нория зерносушилки; 9 – зерносушилка; 10 – выгрузной бункер; 11 – автомобиль; 12 – зернохранилище; 13 – шкаф управления

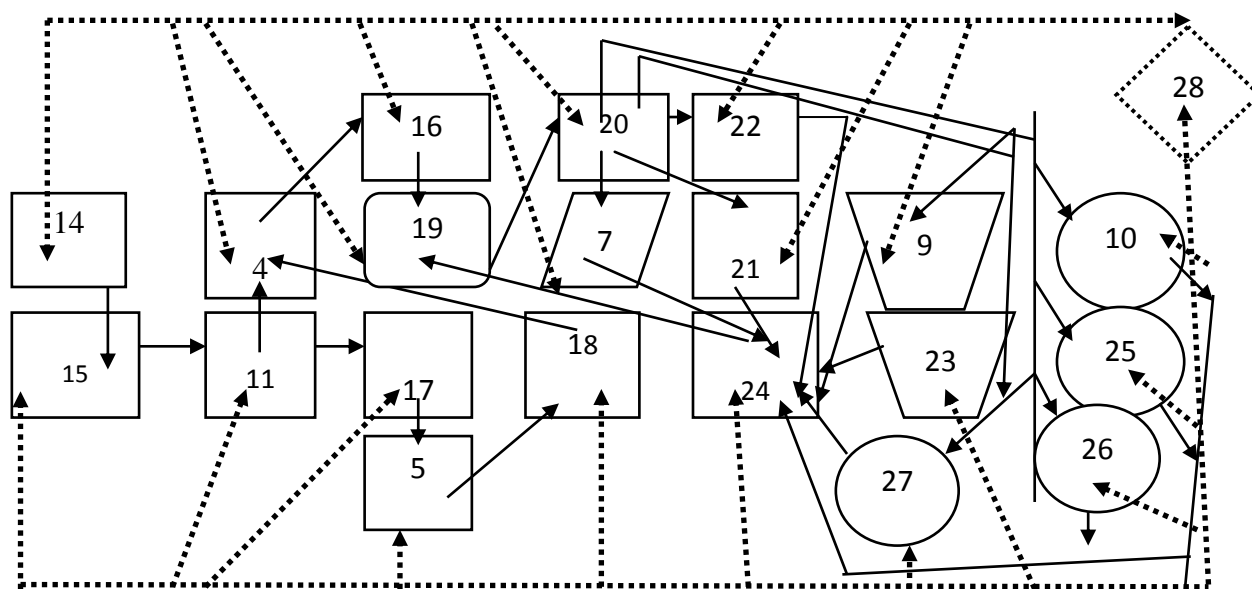


Рис. 2. Структурно-функциональная модель разрабатываемой поточной технологической линии послеуборочной обработки зерна:

- 4 – приемный бункер; 5 – зернопогрузчик; 7 – зерноочистительная машина; 9 – зерносушилка; 10 – выгрузной бункер; 11 – автомобиль; 14 – поточные автомобильные весы; 15 – автоматический пробоотборник; 16 – скребковый транспортер; 17 – установка досушивания и режимного хранения зерна; 18 – транспортер самоподаватель; 19 – самонесущая нория; 20 – верхний горизонтальный скребковый транспортер; 21, 22 – вентилируемые компенсирующие силоса; 23 – выносной охлаждающий модуль; 24 – нижний горизонтальный скребковый транспортер; 25, 26, 27 – силоса для хранения зерна; 28 – компьютеризированный пульт управления и контроля работы зерноочистительно-сушильным комплексом

Машины и оборудование комплекса и зернохранилища должны быть соединены между собой транспортерами и нориями. Кроме того, все машины зерноочистительно-сушильного комплекса и зернохранилище должны оборудоваться информационной системой компьютерного управления и контроля. Основой обеспечения требуемого технологического процесса является программируемая автоматизированная система управления, которая осуществляет контроль, накопление и хранение технологических параметров, формирует сигналы управляющего воздействия исполнительным механизмом для поддержания протекания технологического процесса в соответствии с заданной программой. Основным эффектом будет достигнут за счет значительного снижения потерь зерна при уборке и послеуборочной обработке в результате уменьшения дефицита мощностей сушильно-очистительного оборудования, устранения его простоев, а также существенного уменьшения простоев зерноуборочной техники.

Кроме того, применение такой системы управления зерноочистительно-сушильными комплексами позволит свести к минимуму количество обслуживающего персонала.

Заключение

Таким образом, создание и переоснащение сельскохозяйственного производства республики современными зерноочистительно-сушильными комплексами позволит: снизить затраты топливно-энергетических ресурсов, сократить трудозатраты, материалоемкость и себестоимость производства зерна, повысить его качество.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеботарев В. П. Сушка зерна. Теория, расчет, эксперимент / В. П. Чеботарев, И. В. Чеботарев. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2012. – 520 с.
2. Технологическое оборудование и поточные линии предприятий по переработке зерна / Л. А. Глебов, А. Б. Демский, В. Ф. Веденьев, А. Е. Яблоков. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 696 с.
3. Klingler, R. W. Grundlagen der Getreidetechnologie / R. W. Klingler, BehrsVerlag, – Hamburg, 1995. – 388 s.
4. Елизаров, В. П. Оптимизация основных технологических параметров сельскохозяйственных комплексов послеуборочной обработки зерна: автореф. дис. ... докт. техн. наук / В. П. Елизаров. – М., ВИМ, 1982. – 40 с.
5. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Е. М. Вобликов [и др.]. – Ростов н/Д.: Издательский центр «Мар Т», 2001. – 240 с.
6. Keiser, H. V. Planung und Bau von Getreideanlagen / H. V. Keiser. – Rendsburg, RKL–Broschure, 2005. – S. 1182–1195.
7. Чеботарев, В. П. Расчет параметров приемного отделения, компенсирующих промежуточных емкостей и устройств транспортирования зерна на комплексах / В. П. Чеботарев, И. В. Барановский, А. В. Новиков, Т. А. Непарко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2014. – Вып. 48. – Т. 1. – С. 130–134.

ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

ПАМЯТЬ ЖИВА

(к 90-летию со дня рождения А. Ф. Двойнишникова)

П. А. САСКЕВИЧ, И. В. ШАФРАНСКАЯ, Т. Л. ХРОМЕНКОВА, А. М. ПУГАЧ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область, Беларусь, 213407*

14 октября исполнилось бы 90 лет кандидату экономических наук, доценту Алексею Федоровичу Двойнишникову. Преподаватели и сотрудники старшего поколения хорошо помнят его заместителем декана, деканом экономического факультета, проректором по учебной работе, заведующим кафедрой организации производства в сельхозпредприятиях.

Родился А. Ф. Двойнишников в крестьянской семье на Тамбовщине. В 1945 г., закончив Чакинский сельхозтехникум, поступил на плодовоовощной факультет Белорусского сельхозинститута в Горках. Из его воспоминаний видно, что г. Горки не случайно стали местом его учебы. Об институте в Горках Алексей Двойнишников узнал от преподавателей, которые во время войны были эвакуированы из Беларуси и работали в техникуме, где он учился. Тогда вместе с Алексеем Двойнишниковым на учебу в Горки приехали еще шесть выпускников Чакинского сельскохозяйственного техникума. У большинства из них жизнь и карьера сложились успешно. Но только Алексей Федорович был оставлен работать в академии. Остальные разъехались по разным уголкам Советского Союза.

Годы учебы в академии оставили в памяти Алексея Двойнишникова неизгладимый след. Учиться было трудно. В первый год учебы, а это был 1945 г. – год возобновления работы института в Горках. Территория института была в развалинах. Электростанция не работала. Студенты занимались восстановлением учебного заведения, жили в полусгоревшем общежитии №1. Регулярные занятия начались только с 1 декабря 1945 г. Но моральный дух студентов и преподавателей был высоким. Было большое желание восстановить институт и получить необходимые знания. Большой радостью и гордостью для всех стало преобразование в 1948 г. института в Белорусскую сельскохозяйственную академию.

С теплотой, уважительно Алексей Федорович отзывался о преподавателях, работавших в вузе в послевоенные годы. Большое влияние на его становление оказал комсомол. В студенческие годы он был членом комитета комсомола института, где секретарями были В. А. Козлов и В. В. Прищепчик, ставшие впоследствии известными государственными и партийными деятелями.

В 1950 г. А. Ф. Двойнишникова по распределению оставляют работать на кафедре организации сельскохозяйственного производства. Возглавлял тогда кафедру профессор И. Ш. Горфинкель. С этой кафедрой Алексей Федорович связал свою педагогическую и научную деятельность до последних дней жизни: начав с ассистента, затем избирался старшим преподавателем, доцентом, заведующим кафедрой. В 50-е годы на кафедре тогда преподавались все дисциплины экономического цикла. Позже отпочковались такие кафедры, как экономика сельского хозяйства, бухгалтерский учет, сельскохозяйственная статистика. Кроме учебной работы со студентами, на кафедре проводилось обучение работников сельхозпредприятий Горецкого района. А. Ф. Двойнишников вел трехгодичное занятие на агротехнических курсах в деревнях Маслаки, Котелево. В 1959 г. им была защищена кандидатская диссертация на ученом совете Ленинградского сельскохозяйственного института.

С сентября 1960 г. по сентябрь 1963 г. А. Ф. Двойнишников работал по совместительству заместителем декана экономического факультета. Бывший в то время деканом И. Ш. Горфинкель увидел у молодого преподавателя хорошие организаторские способности. В 1963 г. Алексей Федорович сменил на должности декана своего учителя. Из воспоминаний А. Ф. Двойнишникова можно сделать вывод, что годы работы в деканате он рассматривает как один из наиболее интересных периодов в его жизни. И действительно, факультет в те годы был лучшим в академии по успеваемости, занимал призовые места в спорте и художественной самодеятельности.

В 1966 г. приказом МСХ СССР А. Ф. Двойнишников был назначен проректором по учебной работе Белорусской сельскохозяйственной академии. Он был одним из самых молодых проректоров сель-

хозвузов того времени. В учебном процессе тогда получили широкое применение технические средства обучения, программное обучение, специализированные классы и это положительно сказывалось на качестве подготовки специалистов.

Большое внимание в те годы ректорат уделял созданию хороших бытовых условий и качеству подготовки иностранных студентов. Тогда в академии обучались представители более 50 стран. Осуществлялся безвалютный обмен студентами во время производственных практик с Польшей, ГДР, Венгрией, Болгарией, Чехословакией. Много внимания уделялось интернациональному воспитанию студентов. Тот период можно отметить как годы наиболее бурного развития академии во всех отношениях, росли ее авторитет в стране и признание за рубежом. В академии проходило совещание ректоров сельхозвузов СССР, ряд всесоюзных и международных конференций, фестиваль самодеятельного творчества сельхозвузов СССР и т.д.

Во время работы Алексея Федоровича заведующим кафедрой в коллективе многое было сделано по совершенствованию учебного процесса, организации самостоятельной работы студентов, улучшению качества дипломного проектирования и производственной практики. Кафедрой широко проводилось внедрение научных достижений в сельскохозяйственное производство. Именно эта кафедра одной из первых в академии, создала филиалы на производстве: в колхозах им. Кирова Шкловского района и «Рассвет» им. К. П. Орловского Кировского района.

А. Ф. Двойнишников постоянно занимался научными исследованиями. Его исследования были посвящены вопросам совершенствования организации льноводства, нормированию и оплаты труда в колхозах и совхозах льноводной зоны БССР, внедрению внутрихозяйственного расчета в сельхозпредприятиях. Он занимался проблемами кормопроизводства и использования кормов в различных производственных типах хозяйств Могилевской области.

Научные исследования А. Ф. Двойнишникова были широко известны не только в Беларуси, но и за рубежом. Алексей Федорович активно выступал в средствах массовой информации по пропаганде современных методов организации производства в сельхозпредприятиях.

Под его руководством 10 человек защитили кандидатские диссертации.

Он принимал активное участие в общественной жизни. Был секретарем партийной организации факультета, избирался председателем месткома академии, членом Горецкого райкома КПБ, депутатом и членом исполкома Горецкого райсовета, депутатом Могилевского областного Совета.

За успехи в труде был награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалью «За доблестный труд», Почетной грамотой Верховного Совета БССР, многими грамотами министерств, ведомств, местных органов власти.

Алексей Федорович был хорошим семьянином, любящим мужем, отцом и дедушкой. Со своей женой Еленой Ивановной познакомился в далеком 1947 г. В 1952 г. они поженились и счастливо прожили вместе 43 года. У них родились сын Виктор и дочь Татьяна. Алексей Федорович и Елена Ивановна Двойнишниковы стали кандидатами наук и всю жизнь проработали в академии. Младшая дочь Татьяна выбрала профессию врача, а вот сын Виктор стал продолжателем семейной традиции – он окончил с отличием агрономический факультет академии. На кафедре генетики работал ассистентом, старшим преподавателем, доцентом, защитил кандидатскую диссертацию. Долгое время он по совместительству возглавлял опорный пункт Молдавского института кукурузы при БГСХА. Имеет 11 авторских свидетельств по созданию гибридов кукурузы. Ряд из них сейчас возделывается в сельхозпредприятиях Беларуси, России, Украины, Молдовы.

Внук, Алексей, названный так в честь деда, также стал продолжателем семейных традиций. Он с отличием окончил агрономический факультет академии и пошел работать на производство, где успешно трудится и сейчас. Алексей Викторович – директор Горецкой сортоиспытательной станции. Есть у четы Двойнишниковых и другие внуки и правнуки, о которых можно сказать, что кто-то себя уже проявил, а кому-то предстоит это сделать.

А. Ф. Двойнишников всегда был общительным, коммуникабельным. Его отличали простота, деликатность, тактичность. Как руководитель, он был строгим, требовательным, но доброжелательным, внимательно выслушивал посетителей.

У него было много друзей. Супруги Двойнишниковы вели здоровый образ жизни. Вдвоем постоянно ходили на лыжах. Алексей Федорович купался на озере до поздней осени.

К большому сожалению, А. Ф. Двойнишников рано ушел из жизни. Напряженная работа привела к двум инфарктам и инсульту. 29 июня 1995 г. его не стало. Ему было всего 67 лет.

Но Алексея Федоровича Двойнишникова помнят его коллеги, ученики, родные, друзья. Помнят не только как известного педагога, ученого, талантливого организатора Высшей школы, но и как деликатного, тактичного, уважительного человека. Эта память сохранится на многие годы и будет передаваться другим поколениям.

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 сельскохозяйственного машиностроения, инновационных образовательных технологий.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научная статья, написанная на белорусском, русском или английском языках, должна являться оригинальным произведением, неопубликованным ранее в других изданиях.

Статья присылается в редакцию в распечатанном виде в 2-х экземплярах на бумаге формата А4 и в электронном варианте отдельным файлом на компакт-диске (CD, DVD), 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 конечных 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);

инициалы и фамилия автора (авторов); название должно отражать основную идею выполненных исследований, быть по возможности кратким;

аннотация (200–250 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи;

ключевые слова (рекомендуемое количество – 5–7);

введение должно указывать на нерешенные части научной проблемы, которой посвящена статья, сформулировать ее цель (содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в исследуемой области); анализ источников, используемых при подготовке научной статьи, должен свидетельствовать о достаточно глубоком знании автором (авторами) научных достижений в избранной области, автору (авторам) необходимо выделить новизну и свой вклад в решение научной проблемы, следует при этом ссылаться на оригинальные публикации последних лет, включая и зарубежные; здесь же указывается цель исследования;

основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами), полученные результаты должны быть проанализированы с точки зрения их достоверности и научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными;

заключение должно в сжатом виде показать основные полученные результаты с указанием их научной новизны и ценности, а также возможного применения с указанием при необходимости границ этого применения.

В конце статьи автору (авторам) необходимо поставить дату и подпись.

Редакция 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.

Редакционная коллегия журнала осуществляет дополнительное рецензирование поступающих рукописей статей. Возвращение статьи автору на доработку не означает, что она принята к печати, переработанный вариант снова рассматривается редколлегией. 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.

Авторы несут ответственность за направление в редакцию уже ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями. 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.

Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку.

Международный научный комитет

Саскевич П. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, 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 Национального Казахского аграрного университета.

Николаенко С. Н., доктор педагогических наук, профессор, заслуженный работник образования Украины, ректор Национального университета биоресурсов и природопользования Украины.

Мицкевич Б., доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета Западнопоморского технологического университета.

Шандор М., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой медицинских и ароматических растений Западнобукварского университета.

Джафаров И. Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор Азербайджанского государственного аграрного университета, член-корреспондент НАН Азербайджана.

Стых М., доктор юридических наук, профессор, председатель Сенатского комитета, директор Института администрации Академии им. Я. Длугоша.

Редакционная коллегия

Главный редактор Саскевич П. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ректор учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Зам. главного редактора Тибец Ю. Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе.

Выпускающий редактор Савчиц Е. П.

Члены редколлегии

Вильдфлуш И. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой 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 лабораторией мониторинга и управления качеством высшего аграрного образования.

Желязко В. И., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, декан мелиоративно-строительного факультета.

Карташевич А. Н., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой тракторов, автомобилей и машин для природообустройства.

Колмыков А. В., доктор экономических наук, доцент, первый проректор.

Курдеко А. П., доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой внутренних незаразных болезней учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

Ленькова Р. К., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры математического моделирования экономических систем агропромышленного комплекса.

Лихачевич 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.

Скорина В. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры плодоовощеводства.

Тарануха Г. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры селекции и генетики, член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки БССР, изобретатель СССР.

Цыганов А. Р., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, первый проректор учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», академик НАН Беларуси, академик РАСХН, лауреат Государственной премии Республики Беларусь и премии Национальной академии наук Беларуси.

Фрейдин М. З., кандидат экономических наук, профессор кафедры маркетинга, заслуженный экономист БССР.

Шаршунов В. А., доктор технических наук, профессор, профессор кафедры механизации животноводства и электрификации сельскохозяйственного производства, член-корреспондент НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь.

Шейко И. П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НАН Беларуси, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, первый заместитель генерального директора РУП «НПЦ по животноводству НАН Республики Беларусь».

Шелюто Б. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормопроизводства и хранения продукции растениеводства.

Редактор технический Немыкина О. В.

Английский перевод Щербов А. В.

Подписные индексы: 75037 – индивидуальный, 750372 – ведомственный.

Подписку можно оформить в любом отделении связи

Адрес редакции:

*213407, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки,
ул. Мичурина, 5, корпус № 9, аудитория 528. Тел. (8-02233) 7-96-99
e-mail: vestnik-bгаа@yandex.ru*

© **Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2017**

Подписано в печать 29.12.2017 Формат 60/84^{1/8}

Усл. печ. л. 17,91 Уч.-изд. л. 15,98 Заказ Тираж 135 экз.

*Отпечатано с оригинал-макета в копировально-множительном бюро УО БГСХА
213407, Могилевская область, г. Горки, ул. Мичурина, 5*