

Земледелие и Защита растений

№ 6 (120)
2018

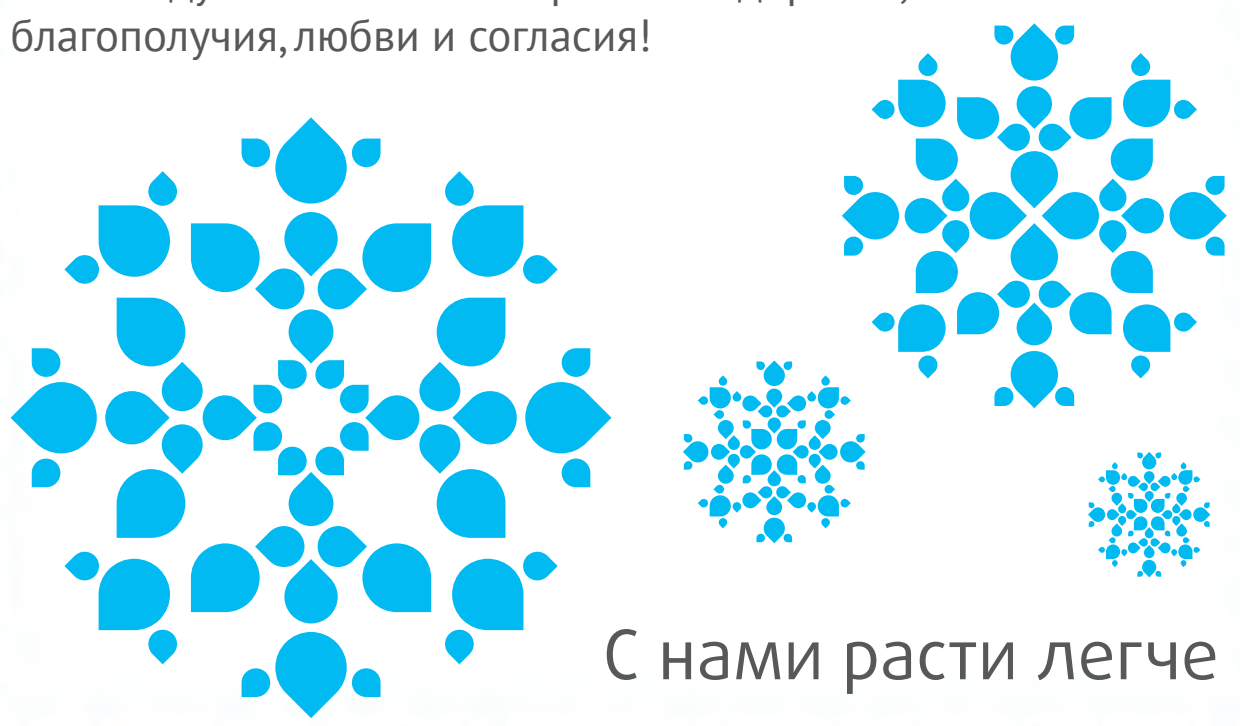
Научно-практический журнал
Юбилейный выпуск



**Компания «Август» поздравляет вас
с наступающим Новым годом!**

Пусть грядущий год будет урожайным на профессиональные успехи, яркие открытия, креативные решения и надежных деловых партнеров.

От всей души желаем вам крепкого здоровья, благополучия, любви и согласия!



С нами расти легче

Земледелие и Защита растений

Научно-практический журнал

№ 6 (121)

ноябрь-декабрь 2018 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Agriculture and plant protection
Scientific-Practical Journal

№ 6 (121)

November-December 2018

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Ф. И. Привалов, генеральный директор РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», член-корреспондент НАН Беларуси, председатель совета учредителей

СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:

В. В. Лапа, директор РУП «Институт почвоведения и агрохимии», академик НАН Беларуси;

С. В. Сорока, директор РУП «Институт защиты растений», кандидат с.-х. наук;

Ю. М. Чечёткин, директор РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»;

С. А. Турко, генеральный директор РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», кандидат с.-х. наук;

А. А. Таранов, директор РУП «Институт плодоводства», кандидат с.-х. наук;

А. И. Чайковский, директор РУП «Институт овощеводства», кандидат с.-х. наук;

А. В. Пискун, директор ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»;

Л. В. Сорочинский, директор ООО «Земледелие и защита растений», доктор с.-х. наук, зам. главного редактора

В НОМЕРЕ		IN THE ISSUE	
Агротехнологии		Agrotechnologies	
Шлапунов В. Н., Бирюкович А. Л., Романович А. Н. Результаты исследований беспокровного посева люцерны	5	Shlapunov V. N., Biryukovich A. L., Romanovich A. N. The results of pure lucerne crops study	
Крицкий М. Н., Чекель Е. И., Боровик А. А., Черепок И. А. Формирование густоты продуктивного травостоя люцерны посевной в зависимости от норм высева и инокуляции семян бактериальным препаратом на основе <i>Rhizobium melilot</i>	9	Kritsky M. N., Chekel E. I., Borovik A. A., Cherepok I. A. Formation of the productive grass stand of seed alfalfa depending on seeding rates and seed inoculation with the bacterial preparation based on <i>Rhizobium melilot</i>	
Персикова Т. Ф., Радкевич М. Л. Влияние условий питания на урожайность и качественный состав зерна люпина узколистного при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях северо-востока Беларуси	12	Persikova T. F., Radkevich M. L. Influence of nutritional conditions on yield and qualitative composition of blue lupine grains when cultivated on soddy -podzolic light loamy soil in the northeastern Belarus	
Берестов И. И. К вопросу определения достоверности различий средних за ряд лет показателей краткосрочных полевых опытов	16	Berestov I. I. To the question of determining the reliability of short-term field experiments average differences indicators for a number of years	
Абраскова С. В., Долгова Е. Л., Дубовик Н. М. Использование разных методов для идентификации токсикогенных грибов в зерне кукурузы	20	Abraskova S. V., Dolgova E. L., Dubovik N. M. Different methods use to identify toxicogenic fungi in corn grain	

Селекция и семеноводство		Selection and seed production
Дуктова Н. А. Физиологические аспекты селекции твердой пшеницы на устойчивость к корневым гнилям	24	Duktova N. A. Physiological aspects of durum wheat selection for resistance to root rot
Мелентьева С. А. Продуктивность гибридов сахарной свеклы белорусской селекции	28	Melentyeva S. A. The productivity of sugar beet hybrids of the Belarusian selection
Бобкова О. Н. Оценка исходного материала для селекции салата кочанного по комплексу хозяйственно ценных признаков в зависимости от сроков сева	33	Bobkova O. N. Evaluation of the initial material for the selection of head lettuce by a complex of economically valuable features depending on sowing time
Защита растений		Plant protection
Волчкевич И. Г. Оценка применения граминцидов в посадках картофеля	37	Volchkevich I. G. Evaluation of graminicides use in potato plantings
Харченко Ю. В., Бондус Р. А., Мищенко Л. Т. Перспективность изучения вирусоустойчивости картофеля в условиях изменения климата	40	Kharchenko Yu. V., Bondus R. A., Mishchenko L. T. The perspective of studying potato virus resistance in a changing climate
Шклярёвская О. А. Действие метсульфурон-метила на травянистые и древесно-кустарниковые растения	46	Shklyarevskaya O. A. Metsulfuron-methyl effect on herbaceous and woody-bushy plants
Бруй И. Г., Сенько Ж. Е. Регулирование засоренности посевов кукурузы гербицидом Корлеоне, КЭ	49	Brui I. G., Senko Zh. E. Regulation of corn crops by the Corleone herbicide, EC
Льноводство		Flax growing
Черёухина Е. В. Эффективность применения средств интенсификации в период вегетации льна-долгунца	52	Chereukhina E. V. The effectiveness of the intensification means use during fiber flax growing season
Овощеводство		Vegetable growing
Степуро М. Ф. Влияние густоты стояния растений и нормирования плодов на урожайность и качество продукции арбуза в необогреваемых теплицах	55	Stepuro M. F. The effect of plant density and fruit normalization on yield and product quality of watermelon in unheated greenhouses
Степуро М. Ф., Таврыкина О. М. Влияние видов и доз удобрений на потребление и вынос элементов питания урожаем капусты белокочанной	58	Stepuro M. F., Tavrykina O. M. Influence of types and doses of fertilizers on the consumption and removal of nutrients by white cabbage harvest
Информация		Information
Жизненный путь, достойный уважения (к 90-летию со дня рождения Анны Ивановны Горбылевой)	62	A life path worthy of respect (to the 90 th anniversary of Anna Ivanovna Gorbyleva's birth)
Соискатели	63	Applicants
Отпечатано в 2018 году	64	Published in 2018

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. М. Богдевич, академик НАН Беларуси; **С. Ф. Буга**, доктор с.-х. наук; **Н. К. Вахонин**, кандидат технических наук; **И. А. Голуб**, академик НАН Беларуси; **С. И. Гриб**, академик НАН Беларуси; **Ю. М. Забара**, доктор с.-х. наук; **С. А. Касьянчик**, кандидат с.-х. наук; **Э. И. Коломиец**, член-корр. НАН Беларуси; **Н. В. Кухарчик**, доктор с.-х. наук; **В. Л. Маханько**, кандидат с.-х. наук; **П. А. Саскевич**, доктор с.-х. наук; **Л. И. Трепашко**, доктор биол. наук; **Э. П. Урбан**, член-корр. НАН Беларуси; **Л. П. Шиманский**, кандидат с.-х. наук; **В. Н. Шлапунов**, академик НАН Беларуси, **научный редактор**

РЕДАКЦИЯ: А. П. Будревич, М. И. Жукова, М. А. Старостина, С. И. Ярчаковская. Верстка: Г. Н. Потеева

Адрес редакции: Республика Беларусь, 223011, Минский район, аг. Прилуки, ул. Мира, 2

Тел./факс: главный редактор: (017 75) 3-25-68, (029) 615-58-08; зам. главного редактора: (017) 509-24-89, (029) 640-23-10;

научный редактор: (017 75) 3-42-71, (033) 492-00-17

E-mail: ahova_raslin@tut.by

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь 08.02.2010 (07.12.2012 перерегистрирован) в Государственном реестре средств массовой информации за № 1249

Редакция не всегда разделяет точку зрения авторов публикуемых материалов; за достоверность данных, представленных в них, редакция ответственности не несет. При перепечатке ссылка обязательна

Подписано в печать 18.12.2018 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная Тираж 1200 экз. Заказ № 1205. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «АкваРель Принт» ООО «Промкомплекс». Ул. Радиальная, 40-202, 220070, Минск

ЛП 02330/78 от 03.03.2014 до 29.03.2019. Свидетельство о ГРИИРПИ № 2/16 от 21.11.2013 г.

20
1998-2018
лет

Журналу Земледелие и Защита растений



В октябре 1998 г. вышел в свет первый номер нашего журнала. Необходимость создания научно-практического журнала агрономического профиля была обусловлена рядом причин. В аграрном секторе страны в конце 90-х годов прошлого столетия наметились положительные тенденции в росте производства сельскохозяйственной продукции на основе значительного обновления технических средств, роста объемов применения удобрений и средств защиты расте-

ний, расширения сортимента сельскохозяйственных культур и т. д. Возрастающий в этих условиях интерес работников АПК, руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий к научной информации, отсутствие в стране аналогичных изданий и послужили основанием для создания нашего журнала. С 1998 по 2002 г. журнал издавался под названием «Ахова раслін».

Хотелось бы отметить большой вклад в создание журнала академика В. Ф. Самерсова, в то время директора Белорусского НИИ защиты растений, А. В. Будько – директора Республиканской станции защиты растений, М. И. Походни – начальника Республиканской инспекции по карантину растений.

В этот период на страницах журнала мы информировали вас преимущественно о достижениях науки и практики в защите растений от вредителей, болезней и сорняков. Вместе с тем результаты научных исследований и опыт многих хозяйств нашей страны убедительно свидетельствовали о том, что высокий конечный результат в растени-

еводстве обеспечивают не отдельные элементы, даже такие значимые, как защита растений, а оптимально сбалансированные по всем элементам ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Поэтому в целях более всестороннего освещения достижений агрономической науки в конце 2002 г. было принято решение о расширении тематики и переименовании журнала в «Земляробства і ахова раслін».

В журнале стали более глубоко и всесторонне освещаться достижения земледельческой и фитосанитарной наук, опыт внедрения современных ресурсосберегающих технологий производства растениеводческой продукции. Решением Национальной академии наук Беларуси журнал был включен в перечень научных изданий для опубликования результатов исследований соискателями ученых степеней доктора и кандидата наук. Тем самым журнал стал оказывать большую помощь в подготовке научных кадров высшей квалификации Беларуси и стран Содружества.

С января 2013 г. журнал стал выходить под названием «Земледелие и защита растений» и был включен в подписные каталоги Российской Федерации, Украины, Казахстана. Ученые этих стран ак-



тивно публикуют свои научные разработки на страницах журнала.

В целях более оперативного информирования специалистов сельскохозяйственных предприятий о достижениях аграрной науки с 2016 г. мы начали издание **тематических приложений** к журналу по наиболее актуальным вопросам земледелия. В приложениях наряду с научными статьями публикуются контакты авторов, чтобы специалисты могли напрямую обсудить вопросы, возникающие в процессе применения их научных разработок.

Постоянное внимание и оперативную помощь в нашей работе оказывают руководители организаций-учредителей: генеральный директор НПЦ НАН Беларуси по земледелию, главный редактор журнала Ф. И. Привалов; директор Института защиты растений С. В. Сорока, директор Института почвоведения и агрохимии В. В. Лапа, директор Института льна И. А. Голуб.

Активными авторами журнала являются видные ученые агрономической науки: академики и член-корреспонденты НАН Беларуси И. М. Богдевич, С. И. Гриб, В. Н. Шлапунов, А. Р. Цыганов, Ф. И. Привалов, Э. П. Урбан, доктора наук С. Ф. Буга, Л. И. Трепашко, В. А. Прудников, В. А. Клочков, Ю. М. Забара, М. Ф. Степуро,

Л. А. Булавин, Н. Н. Семеновко, А. С. Мееровский, П. Ф. Тиво и многие другие. Их публикации свидетельствуют о высоком уровне развития агрономической науки Беларуси, всегда отличаются глубиной изучения



проблемы и доступностью изложения научного материала.

Журнал на протяжении всех лет тесно сотрудничает с рядом отечественных и зарубежных химиче-

ских компаний: Август-Бел, Франдеса, Щелково Агрохим, БАСФ, Байер, Адама, Кеминова, Сингента и другими.

Редакция журнала

От всей души поздравляем читателей, авторов, партнеров нашего журнала с наступающим

С НОВЫМ ГОДОМ И РОЖДЕСТВОМ

Желаем, чтобы этот год подарил Вам новые большие возможности и перспективы для процветания и успеха.

Пусть в Ваших домах будет счастье, в Ваших сердцах – любовь, а в наших партнёрских отношениях – стабильность, доверие, взаимопонимание и удача!



УДК 633.31:631.53.048

Результаты исследований беспокровного посева люцерны

В. Н. Шлапунов, доктор с.-х. наук, А. Л. Бирюкович, А. Н. Романович, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 01.11.2018 г.)

Беспокровный посев люцерны посевной в апреле на дерново-подзолистой почве центральной части Республики Беларусь обеспечил более высокую полевую всхожесть семян по сравнению с летними сроками сева. Масса 1 растения в конце вегетации при посеве в апреле была на 53 % большей, чем при посеве в июне, июле или августе. В среднем за 4 года урожайность сухой массы люцерны при посеве в апреле была на 10,0–21,0 % выше, чем в июне или июле. При посеве во второй декаде августа урожайность люцерны была на 16,4 % больше, чем при посеве в июле. Увеличение нормы высева семян люцерны с 4,5 до 10,5 млн семян на гектар в среднем за 4 года не влияло на урожайность травостоев.

Введение

Люцерна в первый год жизни в условиях сильного затенения покровными культурами медленно растет и развивается, поэтому ее посев под покров сопряжен с риском, так как освещенность, например, внутри травостоя вико-овсяной смеси в 8–16 раз слабее, чем в беспокровном посеве, а внутри посева кукурузы – в 2–3 раза [1]. Сохранившиеся растения люцерны ко времени уборки покровной культуры обычно сильно угнетены: средняя масса одного растения составляла 0,4 г, а на беспокровных – 5,4 г или в 14 раз больше [2]. Кроме того, из-за чувствительности к гербицидам, применяемым на зерновых культурах, проведение химической прополки в фазе 1–2 настоящих листьев приводит к ухудшению фитосанитарного состояния посева и негативному влиянию как на покровную, так и подсевную культуру. Лучший срок сева люцерны – период массового сева ранних яровых культур [3]. Но более поздние сроки сева многолетних бобовых трав дают возможность очистить поле от сорняков, снизить затраты на гербициды и нагрузку на посевные агрегаты весной.

А. Ф. Иванов и Г. А. Медведев считают, что люцерну лучше высевать весной беспокровно, так как при этом возрастает гарантия получения дружных и полных всходов, и в год сева можно получить более двух укосов. Оптимальной нормой высева, по данным их исследований в Ростовской области, Дагестане и в районах Сибири, является 15–24 кг/га, так как при высева 24 кг/га к концу второго года жизни сохраняется 419–431 растение на 1 м², а при высева 12 кг/га – в 1,5–2 раза меньше. На засоренных участках они рекомендуют увеличивать норму высева до 25 кг/га [4].

В первый год жизни у люцерны активно растет корневая система, которая при беспокровном посеве проникает на глубину 100–150 см, а на лёгких почвах – до 200–250 см [5]. Следует отметить, что азотфиксирующая активность клубеньков люцерны посевной в 2 раза выше, чем у клевера лугового, и составляет 2,53 мкмоль С₂Н₄ в час/г сырой массы корней [6].

Многолетний опыт выращивания люцерны в Беларуси указывает на высокую пластичность этой культуры по отношению к условиям произрастания. В на-

Bloodless sowing of alfalfa in April on sod-podzolic soil of the central part of the Republic of Belarus provided higher field germination compared to the summer sowing period. Weight 1 plant at the end of the growing season when sowing in April was 32,3–62,1 % more than when sowing in June, July or August. On average, for 4 years, the yield of dry mass of alfalfa during sowing in April was the maximum, and the yield of crops in August was not inferior to the July crops. The increase in alfalfa seeding rates from 4,5 to 10,5 million seeds per hectare in an average of four years did not affect the yield of grass stands.

стоящее время она возделывается во всех регионах республики.

Известно, что люцерна является одной из культур с повышенными требованиями к обеспеченности светом. Тем не менее в сельхозпредприятиях распространён способ ее возделывания путем посева под зерновые, выращиваемые по интенсивным технологиям, что сопряжено с риском сильного угнетения, выпадения растений люцерны и изреживания ее посевов. Согласно исследованиям А. А. Шелюто [7], лучшая устойчивость люцерны обеспечивается при беспокровном посеве весной после уборки озимых ржи и рапса, убранных на зеленый корм, а также при летних посевах после уборки на зеленую массу однолетних бобово-злаковых смесей.

По данным наших исследований, урожайность озимой ржи при уборке в мае в фазе колошения составляла 230–250 ц/га, пелюшко-овсяной смеси, убранной в июне–июле, – 340–350 ц/га зеленой массы или 39,1–42,5 и 57,8–59,5 ц/га к. ед. [8]. Поэтому при анализе эффективности беспокровных посевов необходимо учитывать и урожайность предшествующей культуры.

Люцерна требовательна к почвенному плодородию. По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии», для ее возделывания наиболее пригодны почвы агродерново-карбонатные, агродерновые, агродерново-подзолистые, агроаллювиальные дерновые легко- и среднесуглистые различного подстиления; связносупесчаные, подстилаемые суглинком, с рН_{KCl} 6,01–7,50, содержанием Р₂О₅ и К₂О более 220 мг/кг и гумуса более 2,2 %. Причем на указанных типах почв к пригодным для люцерны относятся также связносупесчаные, подстилаемые песком, рыхло- и связнопесчаные, подстилаемые суглинками. Общая площадь пригодных для люцерны почв превышает 1,4 млн гектаров [9].

Ряд авторов считает, что увеличение норм высева до 16–20 кг имеет больше страхующее назначение при нарушениях агротехнических требований (подбор сортов, почв, покровных культур и т. д.) [7, 8].

В то же время в Беларуси технология сева люцерны в беспокровных посевах не разработана. Практически отсутствуют исследования по срокам сева и нормам

высева. Поэтому целью наших исследований было изучение этих вопросов.

Методика и условия проведения исследований

Объект исследований – люцерна посевная сорта Будучыня (селекция РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»). Почва – дерново-палево-подзолистая супесчаная на связных пылеватых супесях, подстилаемых моренным суглинком ближе 1 м с прослойками песка на контакте. Агротехническая характеристика: рН – 5,55, гумус – 2,17 %, P₂O₅ – 192 мг/кг, K₂O – 234 мг/кг, В – 0,82 мг/кг, Си – 0,80, Zn – 1,5, MgO – 270, СаО – 1268 мг/кг почвы. Предшественник – кукуруза. Участок известковали доломитовой мукой в дозе 3,5 т/га. Семена скарифицировали и обработали Фундазолом (3 кг/т), микроудобрением Солюбор ДФ (20 г/ц семян), молибденовокислым аммонием (150 г/ц) и Ризофосом (200 г/гектарная норма семян). Сев люцерны проводили в 2014 г. 24.04, 17.06, 17.07 с нормами 4,5 млн шт./га; 6,5; 8,5 и 10,5 млн шт./га всхожих семян или 9 кг/га, 13, 17 и 21 кг/га соответственно, а 15.08.2014 г. – с нормами 6,5 млн шт./га; 8,5; 10,5 млн шт./га. Химическая прополка проведена Базаграном (2 л/га) в фазе тройчатого листа. Учетная площадь делянки – 25,2 м². Повторность – 4-кратная. Использование – 3 укоса в начале цветения.

Погодные условия 2014 г. по температурному режиму и количеству осадков благоприятствовали появлению всходов люцерны. Однако во II декаде июля влажность почвы слоя 0–20 см составила лишь 9,8–12,8 %, а к I декаде августа снизилась до мертвого запаса (< 4 %), что затормозило развитие растений.

В 2015 г. после 1-го укоса влажность почвы пахотного слоя составила 2,74–5,01 %, а в III декаде июля и I декаде августа она опускалась до 2,99–3,11 %, что не позволило растениям люцерны сформировать 3-й укос.

В 2016 г. метеорологические условия были благоприятными для формирования урожая 1-го укоса. Среднесуточный прирост растений составил 1,58 см, в то время как 2-й и 3-й укосы формировались при повышенных температурах и дефиците влаги (среднесуточный прирост – 0,87–0,94 см). Вегетационный период 2017 г. в целом был благоприятен для роста и развития растений люцерны. В 2018 г. первый укос люцерны формировался в условиях жаркой и сухой погоды (ГТК апреля – 0,5, мая – 0,2) и его урожайность в среднем была на 36 % меньше, чем в 2017 г. Вторая половина

вегетации характеризовалась чередованием сухих и влажных периодов, но в целом была более благоприятной для формирования урожая.

Результаты исследований и их обсуждение

Полевая всхожесть люцерны при севе в более поздние сроки по сравнению с весенним снижалась и не зависела от нормы высева. При севе в апреле она составила в среднем 66–72 %, июне – 48–55, июле – 38–44, августе – 33–51 %. Это связано с тем, что, начиная со II декады июня, влажность почвы не превышала 16,3 % и в дальнейшем опускалась до 9,3 и 3,8 %. Недостаток почвенной влаги приводил к изреживанию стеблестоя в 1-й год жизни, и сохранность растений при посеве в апреле составила 66–76 %, июне – 75–88 %.

Травостои люцерны, посеянной в разные сроки, отличались по высоте, и если у апрельских посевов перед укосом она составила 74–76 см, то июньских – 40–44 см. Через месяц после сева люцерны в июле высота травостоя достигала 32–35 см, а в августе – 5–7 см. При посеве люцерны в апреле масса 1 растения к первому укосу составила 8,04 г, июне – 4,99, июле – 2,60 г.

Увеличение нормы высева практически не повлияло на урожайность люцерны 1-го года жизни (таблица 1). Исключение составил посев 10,5 млн/га семян в апреле, что связано с большим количеством растений на 1 м². Через 60 дней после сева в апреле и июне был проведен один укос люцерны. Урожайность сухой массы люцерны апрельского срока сева была в 2,2 раза выше, чем посеянной в июне.

Июльский посев в 1-й год жизни (г. ж.) сформировал невысокую урожайность: на 13 октября она составила 45,3 ц/га зеленой массы (11,4 ц/га сухой массы) и была пригодна только для стравливания скотом, поэтому ее укос не проводили.

Среднесуточный прирост люцерны (от всходов до 1 укоса) в 1-й год жизни в посевах апрельского срока составил 1,0 см, июньского – 0,81, июльского – 0,49 см. Это связано с тем, что, поскольку люцерна является яровым растением длинного дня, при летних сроках сева ее яровизация ускоряется (29–34 дня). Поэтому световая стадия у нее проходит тем быстрее, чем длиннее день, в условиях короткого дня растения в 1-й г. ж. могут не зацвести [11]. Поскольку уровни среднемесячной солнечной инсоляции в первой половине вегетации удлиняются и в условиях Минской области в апреле, мае, июне составляют соответственно

Таблица 1 – Урожайность люцерны посевной в беспокровных посевах 1-го года жизни

Срок сева	Норма высева семян, млн/га	Урожайность		
		ц/га сухой массы	± к апрельскому сроку сева	
			ц/га	%
Апрель	4,5	41,8	–	–
	6,5	42,0	–	–
	8,5	44,7	–	–
	10,5	52,0	–	–
Июнь	4,5	19,2	–22,6	–54,1
	6,5	17,3	–24,7	–58,8
	8,5	21,8	–22,9	–51,2
	10,5	23,0	–29,0	–55,8
НСР ₀₅		3,7		

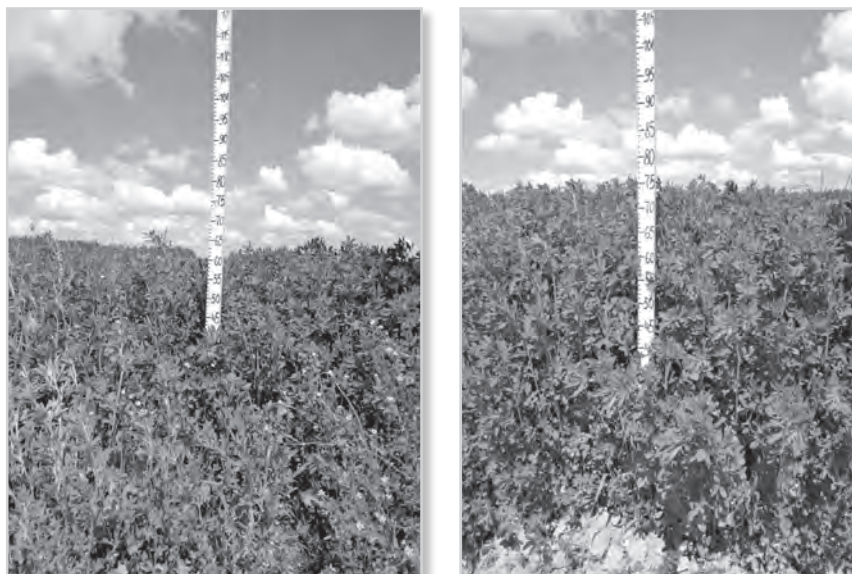
3,75; 4,94; 4,95 кВт×ч/м² в сутки, а в июле – октябре сокращаются с 4,86 до 1,55 кВт×ч/м², то световая стадия при посеве в июле удлиняется, и фаза бутонизации не наступает [12]. Причем этот процесс не зависит от суммы осадков и температур. Так, в условиях 2014 г. сумма эффективных температур (> 10 °С) от всходов до 1-го укоса при севе в апреле составила 193,3 °С, а осадков – 79,4 мм, в июне – 92,9 и 104,2, июле – 105,2 °С и 84,3 мм соответственно. Кроме того, по данным американских исследователей, при температуре ниже 9 °С замедляются ростовые процессы, ухудшаются условия корневого питания [13].

При августовском посеве растения сформировали 3–5 настоящих листа. Урожайность люцерны была незначительной, поэтому ее не учитывали. Однако перезимовка люцерны была хорошей (85–90 %), и на 2-й год жизни при всех сроках сева был получен полноценный урожай (таблица 2).

На 2-й г. ж. существенных различий в урожайности травостоев между вариантами не отмечено, а на 3-й г. ж., в котором растения люцерны обычно достигают своего биологического максимума, травостой апрельского срока сева были достоверно урожайнее, чем летнего. Эта тенденция сохранилась в 4-м году жизни. Следует отметить, что в этот год увеличилась урожайность травостоев августовского срока сева, и она была достоверно (на 17 %) выше, чем июньского и июльского. Это, по-видимому, связано с тем, что в первый год жизни люцерна августовского срока сева в отличие от ранне-летних посевов развивалась в условиях достаточного увлажнения и не подверглась стрессу от летней засухи. Об

этом свидетельствует и разница в урожае люцерны, посеянной в июне и июле. Недостаток влаги в июле привел к тому, что урожайность люцерны этого срока сева была в среднем за четыре года на 14 % ниже, чем при июньском сроке сева.

На 5-й г. ж. урожайность люцерны была ниже, чем на 4-й г. ж., что связано с засушливыми условиями в период формирования 1-го укоса, когда абсолютная влажность почвы в слое 0–20 см снижалась с 24 % в начале активного отрастания до 9 %. Следует отметить, что урожайность апрельских посевов в первом укосе была на 28,7 % ниже, чем августовских. Травостой августовского срока сева в это время был на 15 см выше, чем апрельского (рисунок 1). Следует учитывать и то,



Апрельский посев

Августовский посев

Рисунок 1 – Высота травостоев люцерны разных сроков сева

Таблица 2 – Урожайность люцерны посевной при беспокровном посеве

Срок сева	Норма высева семян, млн/га	Урожайность							
		ц/га сухой массы					среднее	± к апрельскому сроку сева	
		год жизни				ц/га		%	
		2-й	3-й	4-й	5-й				
Апрель	4,5	71,5	108,1	113,0	69,8	90,6	–	–	
	6,5	71,8	112,1	117,0	72,2	93,3	–	–	
	8,5	72,8	123,4	120,0	69,2	96,4	–	–	
	10,5	74,1	129,3	106,0	74,7	96,0	–	–	
Июнь	4,5	81,2	85,9	83,5	95,0	86,4	–4,2	–4,6	
	6,5	78,7	86,4	99,9	99,4	91,1	–2,2	–2,4	
	8,5	77,8	84,3	90,2	95,4	86,9	–9,5	–9,8	
	10,5	81,4	83,2	94,1	104,8	90,9	–5,1	–5,3	
Июль	4,5	73,6	77,9	71,6	84,0	76,8	–13,8	–15,2	
	6,5	74,5	85,0	67,8	81,8	77,3	–16,0	–17,1	
	8,5	75,7	88,1	68,5	85,9	79,6	–16,8	–17,4	
	10,5	73,3	93,0	64,3	81,2	78,0	–18,0	–18,8	
Август	6,5	84,5	91,5	124,3	83,4	95,9	2,6	2,8	
	8,5	75,7	87,6	118,7	77,2	89,8	–6,6	–6,8	
	10,5	77,0	82,9	109,3	76,3	86,4	–9,6	–10,0	
НСР ₀₅		7,2	9,5	10,1	9,8				

что вариант апрельского срока сева в 1-й г. ж. скашивался дважды, а августовский посев такой нагрузки не испытывал и фактически он использовался на один год меньше.

В среднем за четыре года пользования при трех укосах максимальную урожайность сухой массы сформировал травостой люцерны, посеянной в апреле.

Исследования показали, что увеличение нормы высева люцерны с 4,5 до 10,5 млн семян на гектар в среднем за четыре года трехукосного использования не повлияло на урожайность сухой массы травостоев, что объясняется выравниванием густоты стеблестоя между вариантами различных норм высева и усилением внутривидовой конкуренции в загущенных посевах.

Для установления влияния норм высева люцерны на биохимические показатели надземной массы, провели ее анализ на содержание сырых протеина (СП), жира (СЖ), клетчатки (СК), золы (СЗ). Для большей наглядности приведены данные по вариантам с максимальной и минимальной нормой высева. Анализ показал, что проанализированные и расчетные показатели (БЭВ, ОЭ) качества при разных нормах высева культуры практически не различались и находились в пределах зоотехнических нормативов (рисунок 2).

Выводы

Беспокровный посев люцерны посевной во второй декаде апреля позволил сформировать два укоса в год сева с урожайностью: при норме высева 4,5 млн/га семян – 41,8 ц/га; 6,5 – 42,0; 8,5 – 44,7; 10,5 – 52,0 ц/га сухой массы. Этот срок обеспечил более высокую полевую всхожесть (66–72 %) по сравнению

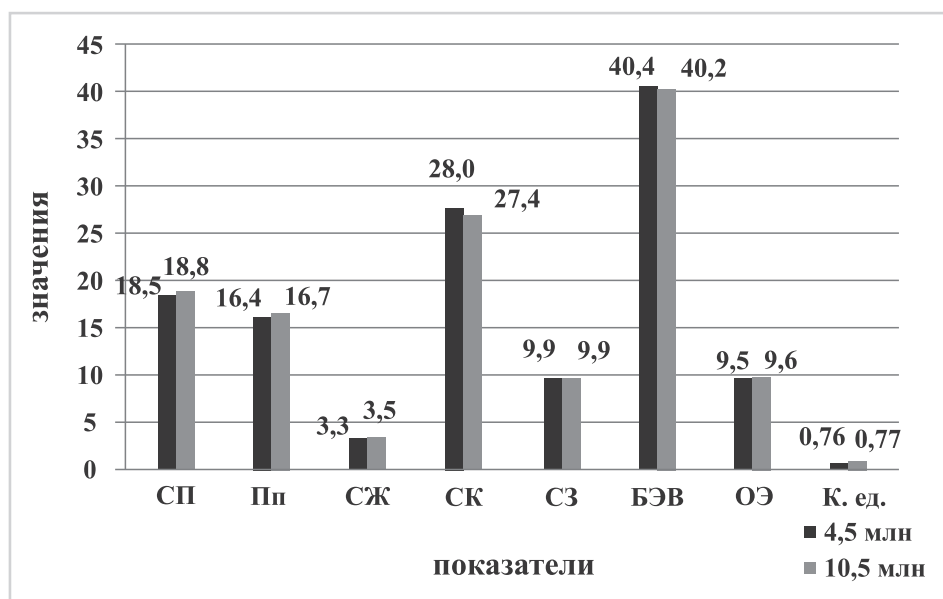


Рисунок 2 – Качественные показатели люцерны посевной 4-го года жизни при разных нормах высева, % сухой массы

нию с летними сроками (33–55 %). Высота травостоя люцерны посевной апрельского срока сева в 1-й год жизни перед укосом была в среднем на 64 % выше, а масса 1 растения на 53 % (8,04 г) больше, чем при летних сроках.

При 3-кратном скашивании в среднем за 4 года урожайность сухой массы люцерны при весеннем сроке сева была на 10,0–21,0 % выше, чем при июньском и июльском. При севе во второй декаде августа урожайность сухой массы была на 16,4 % выше, чем при севе люцерны в июле.

Невысокая влажность почвы в слое 0–20 см при севе люцерны в июле (9,8–12,8 %) повлияла на ее развитие, и урожайность в среднем за 4 года была на 14 % ниже, чем при июньском сроке сева.

Увеличение нормы высева семян люцерны с 4,5 до 10,5 млн семян на гектар при беспокровных посевах в среднем за четыре года не повышало урожайность травостоев.

Литература

1. Царев, А. П. Агробиологические основы формирования высокопродуктивных агрофитоценозов люцерны на корм и семена в Поволжье / А. П. Царев, М. А. Царева. – Саратов: Новый ветер, 2010. – 261 с.
2. Иванов, А. Ф. Технология программированного возделывания люцерны на сено при орошении / А. Ф. Иванов, И. П. Кружилин, В. А. Плешков // Земледелие. – 1982. – С. 22–28.
3. Возделывание люцерны посевной / Организационно-технические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Научно-практ. центр по земледелию; рук. разработки Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Бел. наука, 2012. – С. 178–195.
4. Иванов, А. Ф. Возделывание люцерны в условиях орошения / А. Ф. Иванов, Г. А. Медведев. – Москва: Россельхозиздат, 1977. – 112 с.
5. Станков, Н. З. Корневая система корневых культур / Н. З. Станков. – М., 1964. – 280 с.
6. Регулирование видового состава фитоценозов воздействием на азотфиксирующую активность корневых клубеньков бобовых компонентов / А. С. Мееровский [и др.] // Мелиорация. – 2010. – № 2 (64). – С. 148–156.
7. Шелюто, А. А. Технология возделывания люцерны посевной на кормовые цели: рекомендации / А. А. Шелюто, Т. К. Нестеренко, Б. В. Шелюто. – Горки, 2009. – 12 с.
8. Шлапунов, В. Н. Кормовое поле Беларуси / В. Н. Шлапунов, В. С. Цыдик. – Барановичи: РУПП «Барановичская укрупненная типография», 2003. – 304 с.
9. Цытрон, Г. На каких почвах возделывать люцерну? / Г. Цытрон, Л. Шибут. О. Матыченкова // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 2 (154). – С. 65–68.
10. Шлапунов, В. Н. Влажность почвы и урожайность люцерны посевной в подпокровных и беспокровных посевах / В. Н. Шлапунов, Д. Н. Володькин, А. Н. Романович / Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: матер. междунар. научно-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания НПЦ НАН Беларуси по земледелию (6–7 июля 2017 г., г. Жодино) / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 129–132.
11. Люцерна / М. И. Тарковский [и др.]. – М.: Колос, 1974. – 240 с.
12. <http://reon.by/ob-energetike/solnechnaya-energiya/78-004> [Электронный ресурс]. – Дата доступа: 08.10.2018 г.
13. <https://murzim.ru/27580-trebovaniya-lyucerny-k-osnovnym-faktoram-zhizni.html>. [Электронный ресурс]. – Дата доступа: 28.08.2018 г.

УДК 633.31:631.531.027

Формирование густоты продуктивного травостоя люцерны посевной в зависимости от норм высева и инокуляции семян бактериальным препаратом на основе *Rhizobium meliloti*

М. Н. Крицкий, Е. И. Чекель, А. А. Боровик, И. А. Черепок, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 02.11.2018 г.)

В статье показаны результаты исследований норм высева семян люцерны с использованием обработки азотфиксирующими клубеньковыми бактериями *Rhizobium meliloti*. Приводятся данные по полевой всхожести, сохранности, перезимовке, а также урожайности зеленой массы и сухого вещества в зависимости от изучаемых факторов.

Выявлены нормы высева семян люцерны для создания оптимальной густоты стояния растений, необходимой для формирования высокой кормовой продуктивности.

Введение

Люцерна, как ценнейшая кормовая культура, пользуется все большей популярностью у сельхозпроизводителей во всем мире, в том числе и в Республике Беларусь [3, 5].

Первые научные исследования по люцерне в Беларуси проводились с 1921 г. на опытном участке Горецкой опытной станции. На Турской опытной станции первый полевой опыт был заложен в 1927 г., в 1937 г. – в Институте биологии АН БССР [4].

Попытки возделывать люцерну в Беларуси имели место уже в конце позапрошлого столетия. В производственных условиях первые посевы люцерны были проведены в 1946 г. в ряде районов Минской, Бобруйской, Гомельской, Могилевской и Витебской областей на площади около 150 га семенами, завезенными из Германии.

В середине 70-х годов XX века руководством республики была поставлена задача увеличить посевные площади культуры до 250 тыс. га, а в перспективе довести их до 500 тыс. га. Однако максимальные посевные площади люцерны в одновидовом посеве к началу 80-х годов достигли 81 тыс. га, а затем постепенно пошли на убыль.

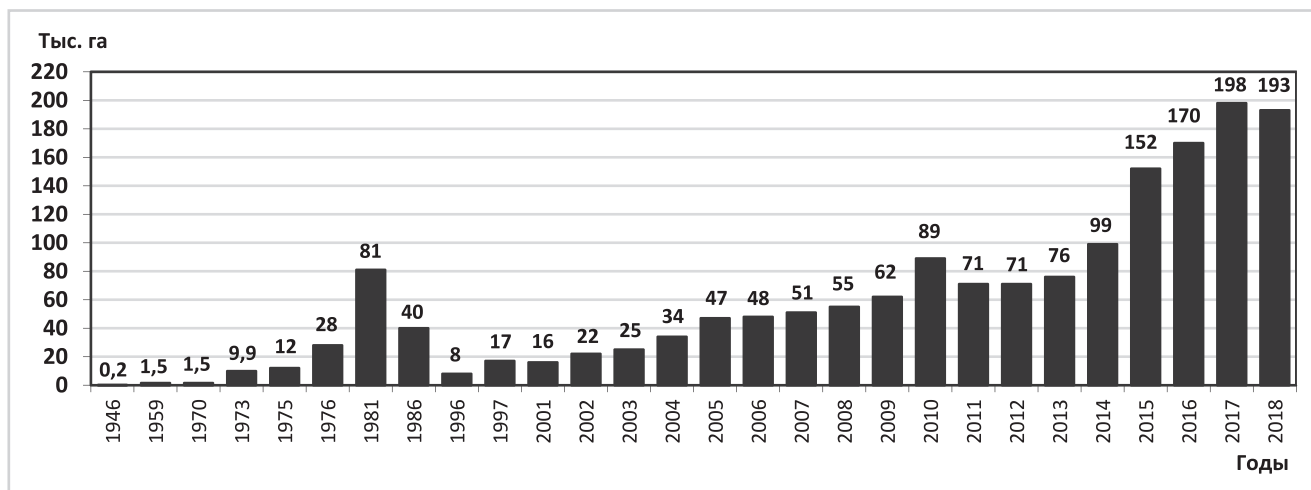
The results of alfalfa seeds seeding rate doing the treatment with the nitrogen fixing nodule bacteria *Rhizobium meliloti* are shown in the article. The data on field germination, safety, wintering, as well as green mass yield and dry matter, depending on the studied factors are presented in the article.

Alfalfa seeds sowing rates to create the optimum plant density, necessary to create the optimum plant density, necessary for the formation of high fodder productivity, are determined.

В настоящее время планируется увеличение посевных площадей люцерны в чистом виде и травосмесях до 280 тыс. га. По результатам инвентаризации многолетних трав на 2 мая 2018 г. в республике насчитывалось почти 193 тыс. га люцерны на пашне в чистом виде (рисунки). Бобово-злаковые смеси занимали 314 тыс. га, созданные преимущественно на основе клевера лугового и люцерны.

В связи с расширением посевных площадей под люцерной и возделывании ее на землях, на которых она ранее не высевалась, актуальной является инокуляция семян бактериальными препаратами для создания у культуры мощного симбиотического аппарата корневой системы. В люцерносеянии Республики Беларусь остается также проблемным вопрос создания нормально развитых травостоев с оптимальной густотой. Одним из возможных путей получения полноценных травостоев люцерны является использование оптимальной нормы высева и инокуляции семян азотфиксирующими бактериями.

Для выявления эффективности инокулирования семян люцерны азотфиксирующими бактериями, а также получения полноценных по густоте травостоев нами проведены исследования по влиянию нормы высева семян на продуктивность культуры.



Динамика посевных площадей люцерны посевной в Беларуси

Методика и место проведения исследований

Полевые опыты были расположены на землях, закрепленных за РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» в Смолевичском районе. Почва опытного участка – дерново-подзолистая связносупесчаная, подстилаемая моренным суглинком с глубины 0,8 м, характеризующаяся следующими агрохимическими показателями: рН (в KCl) – 6,0–6,3; P₂O₅ – 240–260 мг/кг почвы, K₂O – 180–220 мг/кг почвы, гумус – 2,11–2,14 %. Закладка опытов, анализ, статистическая и математическая обработка полученных результатов проводились по общепринятым методикам [1, 2].

В опытах исследовали 5 вариантов с разной нормой высева: от 2 до 10 млн шт. всхожих семян на гектар с шагом в 2 млн шт. семян, а также обработкой семян бактериальным препаратом, содержащим *Rhizobium meliloti* и без обработки. В качестве препарата, содержащего бактерии *Rhizobium meliloti*, использовали Ризофос, предназначенный для инокуляции семян люцерны. Сев проводили семенами люцерны сорта Будучыня. Площадь делянки – 10 м², повторность четырехкратная.

Вегетационный период 2015 г. характеризовался высокой суммой активных температур, а также низким количеством и крайне неравномерным выпадением атмосферных осадков. Погодные условия формирования первого укоса в 2016 г. характеризовались достаточным количеством осадков и умеренными температурами, что способствовало нарастанию зеленой массы и формированию высокой продуктивности травостоя люцерны. Осадки, выпадающие в первой половине вегетационного периода 2017 г., также способствовали формированию урожайности первого и второго укоса люцерны. Третий укос формировался в условиях осенней засухи.

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проведения исследований в 2015 г. (первая закладка опытов проведена 15.06) выявлено, что на полевую всхожесть и сохранность растений люцерны существенное влияние оказали погодные условия, которые были аномально жаркими и засушливыми. По-

этому полевая всхожесть была низкой и колебалась от 24,6 % в варианте с 10 млн всхожих и обработанных семян, до 58,0 % в варианте с 2 млн всхожих и необработанных (таблица 1).

В вариантах с необработанными семенами (варианты 1–5) среднее количество всходов в 2015 г. колебалось от 116 до 250 шт./м², а полевая всхожесть варьировала от 25,1 % в варианте с 10 млн всхожих семян до 58,0 % в варианте с 2 млн всхожих семян.

Количество всходов в вариантах с использованием бактериального штамма изменялось от 108 шт./м² при норме высева 2 млн шт. всхожих семян (вариант 6) до 246 шт./м² при норме 10 млн шт. всхожих семян (вариант 10).

Вторая закладка опытов проведена в апреле 2016 г. (28.04) при погодных условиях, соответствующих среднесезонным показателям температуры воздуха и влажности почвы. Поэтому полевая всхожесть семян люцерны была выше, чем в 2015 г. В вариантах с необработанными семенами количество всходов составило от 112 растений/м² при норме высева 2 млн шт./га семян до 251 шт./м² при 10 млн шт./га семян, полевая всхожесть семян снижалась с 56 до 25 % соответственно. Показатели полевой всхожести в весенний период 2016 г. по вариантам с обработкой семян составили в среднем 41,9 %, а по вариантам с необработанными семенами – 38,2 %.

Сохраняемость растений в период вегетации первого года жизни в 2015 г. варьировала в пределах 67,2–82,8 %, в 2016 г. – 68,4–76,2 % (таблица 2). При использовании обработанных семян показатель средней сохранности по блоку был выше и составлял в 2015 г. 79,4 %, в 2016 – 74,1 %, тогда как в блоке с использованием семян без обработки он был на уровне 75,1 и 69,9 % соответственно. Обработка семян люцерны азотфиксирующими бактериями обусловила лучшее развитие растений в период вегетации и обеспечила более высокую сохранность растений.

Погодные условия зимних периодов 2015–2016 гг. и 2016–2017 гг. были мягкими и способствовали хорошей зимовке люцерны. Средняя перезимовка растений люцерны в вариантах с необработанными семенами

Таблица 1 – Полевая всхожесть семян люцерны в зависимости от нормы высева и обработки семян люцерны штаммом бактерии *Rhizobium meliloti*

№ п/п	Норма высева семян, млн шт./га	Высеяно семян, шт./м ²	Количество растений, шт./м ²			Полевая всхожесть, %		
			2015 г.	2016 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	среднее
Семена не обработаны								
1	2,0	200	116	112	114	58,0	56,0	57,0
2	4,0	400	119	182	151	29,8	45,5	37,7
3	6,0	600	171	212	192	28,5	35,3	31,9
4	8,0	800	212	234	223	26,5	29,3	27,9
5	10,0	1000	250	251	251	25,1	25,0	25,1
Среднее по блоку						33,6	38,2	35,9
Семена обработаны штаммом бактерии <i>Rhizobium meliloti</i>								
6	2,0	200	108	130	119	54,0	65,0	59,5
7	4,0	400	116	202	159	29,0	50,5	39,8
8	6,0	600	169	227	198	28,2	37,8	33,0
9	8,0	800	215	240	228	26,9	30,0	28,5
10	10,0	1000	246	262	254	24,6	26,2	25,4
Среднее по блоку						32,4	41,9	37,2

ми и вариантах с применением бактериального препарата была сопоставимой при значениях 91,6 и 92,2 % соответственно (таблица 3).

Необходимо отметить, что при создании травостоев люцерны, используемых на кормовые цели с оптимальной густотой стояния растений, необходимой для формирования высокой кормовой продуктивности, достаточно нормы высева от 4 до 6 млн всхожих семян на гектар. При использовании данных норм высева семян в вариантах без обработки количество всходов составило 151–192 шт./м², а количество перезимовавших растений – 103–116 шт./м²; при обработке семян бактериальным препаратом число взошедших семян составило 159–198 шт./м² и 116–141 шт./м² перезимовавших растений (таблица 1, 3). Дальнейшее увеличение нормы высева люцерны не обеспечивало высокой густоты стояния растений на единицу площади на второй год жизни травостоя.

Средняя за две закладки опыта урожайность зеленой массы и сухого вещества в вариантах с обработкой семян люцерны штаммом бактерии *Rhizobium meliloti* по блоку составила 597 ц/га и 118 ц/га. Эти показатели превышали варианты без обработки семян биопрепаратом на 35,1–36,7 % (таблица 4). Исследования показывают, что достоверный рост урожайности наблюдается до нормы высева 6 млн шт. всхожих семян на гектар. Дальнейшее повышение нормы высева несущественно увеличивает этот показатель: прибавка не превышает наименьшей существенной разницы опыта. При высоких нормах высева семян (8–10 млн шт./га всхожих семян) сохранность растений в первый год жизни снижается с 74,5–78,7 % (при норме высева 6 млн шт./га всхожих семян) до 70,7–75,0 %, как необработанных бактериальным препаратом, так и с их обработкой.

Таблица 2 – Сохранность растений люцерны в первый год жизни в зависимости от нормы высева и обработки семян люцерны штаммом бактерии *Rhizobium meliloti*

№ п/п	Норма высева семян, млн/га	Количество растений перед уходом в зиму, шт./м ²			Сохранность растений к концу вегетации, %		
		2015 г.	2016 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	среднее
<i>Семена не обработаны</i>							
1	2	78	80	79	67,2	71,4	68,9
2	4	92	130	111	77,3	71,4	74,4
3	6	134	150	146	78,4	70,6	74,5
4	8	169	161	165	79,7	68,8	74,3
5	10	181	171	176	73,0	68,4	70,7
Среднее по блоку					75,1	69,9	72,5
<i>Семена обработаны штаммом бактерии Rhizobium meliloti</i>							
6	2	83	99	91	76,9	76,2	76,6
7	4	93	153	123	80,2	75,7	78,0
8	6	138	169	154	82,8	74,5	78,7
9	8	169	175	172	78,6	72,9	75,8
10	10	193	187	190	78,5	71,4	75,0
Среднее по блоку					79,4	74,1	76,8

Таблица 3 – Количество взошедших из зимовки растений в зависимости от нормы высева и обработки семян люцерны штаммом бактерии *Rhizobium meliloti*

№ п/п	Норма высева семян, млн шт./га	Количество растений на второй год жизни, шт./м ²			Перезимовка, %		
		2016 г.	2017 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	среднее
<i>Семена не обработаны</i>							
1	2	76	73	75	97,4	91,3	94,4
2	4	88	117	103	95,7	90,0	92,9
3	6	101	130	116	97,1	88,4	92,8
4	8	160	140	150	94,7	87,0	90,9
5	10	162	144	153	89,5	84,2	86,9
Среднее					94,9	88,2	91,6
<i>Семена обработаны штаммом бактерии Rhizobium meliloti</i>							
6	2	80	94	87	96,4	94,9	95,6
7	4	87	145	116	93,5	94,8	94,3
8	6	129	153	141	93,5	90,5	92,0
9	8	154	156	155	91,8	89,1	90,1
10	10	173	165	169	89,6	88,2	88,9
Среднее					93,0	91,5	92,2

Таблица 4 – Урожайность зеленой массы и сухого вещества в зависимости от нормы высева и обработки семян люцерны штаммом бактерии *Rhizobium meliloti*

№ п/п	Норма высева семян, млн шт./га	Урожайность, ц/га					
		зеленой массы			сухого вещества		
		2016 г.	2017 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	среднее
Семена не обработаны							
1	2	372	421	397	74,0	83,4	78,7
2	4	409	465	437	80,6	91,7	86,2
3	6	416	475	446	81,8	93,1	87,5
4	8	429	484	457	83,7	94,8	89,3
5	10	450	491	471	87,5	95,7	89,6
Среднее		414	467	442	81,5	91,7	86,3
НСР ₀₅		28,2	34,3		5,58	6,91	
Семена обработаны штаммом бактерии <i>Rhizobium meliloti</i>							
6	2	516	583	551	103	116	110
7	4	559	628	591	110	121	116
8	6	571	637	604	112	127	120
9	8	583	642	613	114	128	121
10	10	596	650	623	116	129	123
Среднее		543	626	597	111	125	118
НСР ₀₅		38,9	47,5		7,70	9,56	

Выводы

1. Исследования выявили, что полевая всхожесть растений не зависит от обработки семян биопрепаратом, но с увеличением нормы высева снижается с 57,0–59,5 до 25,1–25,4 %.
2. Обработка семян биопрепаратом, содержащим *Rhizobium meliloti*, увеличивает сохранность растений в первый год жизни с 72,5 до 76,8 %.
3. Обработка семян биологическим препаратом, содержащим азотфиксирующие бактерии *Rhizobium meliloti*, увеличивает урожайность зеленой массы и сухого вещества люцерны, возделываемой на почве, где ранее эта культура не возделывалась в севообороте, в среднем на 35,1 %.
4. Оптимальная норма высева люцерны в условиях центральной зоны Беларуси – 4–6 млн шт./га всхожих семян.

Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985 – 351 с.
2. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИ кормов им В. Р. Вильямса, 1983. – 197 с.
3. Чекедь, Е. И. Особенности возделывания люцерны / Е. И. Чекедь, А. А. Боровик, М. Н. Крицкий // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 11 (163). – С. 70–73.
3. Агробиологические особенности возделывания многолетних трав / П. Т. Пикун [и др.]; под общ. ред. П. Т. Пикун. – Минск: Белорус. наука, 2008. – 283 с.
4. Шелюто, А. А. Биологические аспекты возделывания люцерны в Беларуси / А. А. Шелюто. – Горки, 1997. – 126 с.
5. Karagić, Đ. Semenarstvo lucerke / Đ. Karagić., S. Katić, G. Malidza // Semenarstvo. – 2011. – Vol. 2. – S. 585–665.

УДК 631.81:631.559:633.367.2:631.445.24(476.4-18)

Влияние условий питания на урожайность и качественный состав зерна люпина узколистного при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях северо-востока Беларуси

Т. Ф. Перскова, доктор с.-х. наук, М. Л. Радкевич, соискатель
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 01.11.2018 г.)

В статье изложены результаты исследований влияния различных доз макроудобрений, обработки семян регулятором роста, бактериальными препаратами Фитостими-

The article presents the results of studies of the effects of various doses of macro-fertilizers, seed treatment with growth regulator, Phytostimofos and Saprunit bacterial preparations

мофос, Сапронит и микроэлементами при возделывании люпина узколистного на агрономическую эффективность и качественный состав зерна.

Введение

В настоящее время в республике основными компонентами системы кормопроизводства для скота являются многолетние травы и кукуруза на зеленую массу, соотношение которых в посевах, а как следствие, и в рационах кормления далеко от совершенства, чем и обусловлены проблемы растительного белка в животноводческой отрасли [1]. Недостаток 1 г переваримого протеина в кормах до физиологической нормы приводит к увеличению их расхода на 1,5–2 %. При скармливании небогатого белком зерна злаковых культур перерасход его для производства единицы животноводческой продукции превышает 30 % [2].

Одним из путей решения данной проблемы является выращивание в сельскохозяйственных предприятиях зернобобовых культур. Это будет способствовать обеспечению отрасли собственным полноценным белковым сырьем и сокращению доли дорогостоящего импорта [3].

Для производства концентрированных кормов с высокой энергетической и протеиновой питательностью необходимо расширить площади зернобобовых культур до 350 тыс. га. Основная задача кормопроизводства на 2016–2020 гг. – обеспечить общественное поголовье крупного рогатого скота высокоэнергетическими сбалансированными по белку кормами [4].

В нашей стране перспективным представляется возделывание люпина, семена которого характеризуются близким к сое относительным содержанием белка и аминокислот, при том что почвенно-климатические условия регионов Беларуси в большей степени отвечают требованиям данной культуры [5, 6, 7].

Улучшение химического состава растений и повышение качества урожая относится к числу наиболее важных и актуальных агрохимических задач.

В связи с этим целью проведенных исследований являлось определение влияния условий питания – макро-, микроэлементов, бактериальных препаратов и регулятора роста на урожайность и качественный состав зерна люпина узколистного.

Объекты, условия и методика проведения исследований

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

Схемой опыта предусматривалась оценка эффективности применения минеральных удобрений, совместного применения бактериальных удобрений, регулятора роста и микроэлементов при предпосевной

and microelements in the cultivation of narrow-leaved lupine on agronomic efficiency and qualitative composition of grain.

обработке семян люпина узколистного и их влияния на урожайность и качественный состав зерна. Объектом исследований являлись сорта люпина узколистного зернового направления Першацвет и Ян.

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

Минеральные удобрения вносили общим фоном в дозах $N_{30}P_{30}K_{90}$. В опытах применяли карбамид (46 % N), аммофос (10 % N, 50 % P_2O_5), хлористый калий (60 % K_2O). В качестве протравителя применяли Максим XL в норме 1 л/т. Микроэлементы, регуляторы роста и бактериальные удобрения вводили в пленкообразующие составы при предпосевной обработке семян. В качестве прилипателя использовали 2%-ный раствор NaKMЦ. Для инкрустации семян применяли различные формы микроэлементов в виде солей: $CuSO_4 \times 5H_2O$ (после стабилизации гидроксидом аммония), $ZnSO_4 \times 7H_2O$, $Na_3[Co(NO_2)_6]$, $MnSO_4 \times 5H_2O$ и однокомпонентные микроэлементы в хелатной форме – Cu(хелат), Zn(хелат), Co(хелат). Также совместно с микроэлементами в инкрустационные составы вводили регулятор роста Эпин в норме 80 мл/т.

Бактериальные удобрения (Фитостимифос и Сапронит), созданные в НИИ микробиологии НАН Беларуси, для инокуляции семян применяли в норме расхода 200 мл на гектарную норму высева.

Учет урожайности проводили сплошным поделочным способом. Статистическая обработка результатов исследований проведена по Б. А. Доспехову с использованием соответствующих программ дисперсионного анализа. Содержание сырого протеина рассчитано по азоту, определение клетчатки в зерне проводили по Ганнебергу-Штоману, сырую золу – весовым методом после сухого озоления, сырой жир – по массе обезжиренного остатка по Рушковскому [8]. Содержание обменной энергии (ОЭ) в урожае определяли по формуле Аксельсона в модификации Н. Г. Григорьева и Н. П. Волкова [9].

Результаты исследований и их обсуждение

Химический состав зерна люпина узколистного, его урожайность и выход питательных веществ зависят от сорта, метеоусловий, почвенного плодородия, агротехники и др. [10].

В 2011–2013 гг. урожайность зерна по вариантам опыта по сорту Першацвет изменялась от 17,2 до 31,6 ц/га, по сорту Ян – от 18,6 до 29,4 ц/га (таблица 1). Внесение макроудобрений способствовало росту урожайности зерна люпина узколистного сортов Першацвет и Ян: в среднем за 3 года прибавка к контролю составила 2,3 ц/га.

Эффективным за годы исследований оказалось применение регулятора роста Эпин. На фоне инокуляции бактериальными удобрениями Фитостимифос и Сапронит он способствовал получению урожайности зерна в 2011–2013 гг. на уровне 22,9 ц/га (+2,1 ц/га к $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит) на сорте Пер-

шацвет и 23,2 ц/га (+1,2 ц/га к N₃₀P₃₀K₉₀ + Фитостимофос + Сапронит) на сорте Ян.

Наиболее сильное влияние на рост урожайности зерна оказали микроэлементы, вводимые в инкрустационные составы при предпосевной обработке семян. Прибавка к фону в среднем за 3 года составила 2,9–8,7 ц/га или 5,7–38 % на сорте Першацвет, 2,5–6,2 ц/га или 10,8–26,7 % на сорте Ян. В среднем за 3 года исследований на сортах Першацвет и Ян наибольшая прибавка урожая от применения микроэлементов была получена в варианте N₃₀P₃₀K₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин + Со(хелат), которая составила 8,7 и 6,1 ц/га соответственно по сортам.

Белок (протеин) является одним из основных компонентов кормов. В наших исследованиях условия питания по-разному влияли на качество урожая.

Содержание сырого протеина в зерне люпина узколистного сорта Першацвет по вариантам опыта за годы

исследований находилось в пределах 28,2–32,3 %. Его содержание (таблица 1) в зерне контрольного варианта составило 28,2 % при среднем показателе по вариантам опыта 30,4 %. При применении минеральных удобрений в дозе N₃₀P₃₀K₉₀ этот показатель составил 28,6 %. Предпосевная обработка семян бактериальными препаратами и регулятором роста на фоне минерального питания N₃₀P₃₀K₉₀ повышала содержание сырого протеина по отношению к контролю на 1,3 %.

Применение микроудобрений обеспечивает значительное увеличение урожайности и улучшает качество растительной продукции, ее питательную ценность. В наших исследованиях отмечена положительная роль микроэлементов на накопление сырого протеина. Так, в варианте с применением Фитостимофос + Сапронит + Эпин + Со(хелат) на фоне минерального питания содержание сырого протеина составило 32,3 % и было наибольшим по опыту. Это, по-видимому, связа-

Таблица 1 – Влияние условий питания на урожайность и качественный состав зерна люпина узколистного

Вариант (фактор Б)	Урожайность, ц/га зерна	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Зола, %	БЭВ, %	Обменная энергия, МДж/кг	Выход обменной энергии, ГДж/га
Сорт Першацвет (фактор А)								
1. Контроль (без удобрений)	17,20	28,20	4,33	15,17	2,90	49,37	12,39	21,30
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	19,50	28,60	4,73	15,03	3,20	48,44	12,44	24,26
3. N ₃₀ K ₉₀	20,60	28,80	4,80	14,89	3,20	48,31	12,48	25,69
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит	20,80	29,30	4,86	15,00	3,30	47,54	12,48	25,91
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин (ФОН)	22,90	29,50	4,99	14,60	3,20	47,71	12,57	28,77
6. ФОН + ЖКУ	26,60	30,00	5,64	14,56	3,30	46,50	12,68	33,74
7. ФОН + CuSO ₄ ×5H ₂ O	31,40	30,40	5,61	14,47	3,20	46,32	12,72	39,96
8. ФОН + Cu(хелат)	27,90	31,40	5,45	14,78	3,20	45,17	12,69	35,34
9. ФОН + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	24,20	31,00	5,50	14,82	3,20	45,48	12,68	30,68
10. ФОН + Zn(хелат)	27,20	30,80	5,53	14,69	3,10	45,88	12,70	34,48
11. ФОН + Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	25,80	31,40	5,87	14,99	3,30	44,44	12,71	32,73
12. ФОН + Со(хелат)	31,60	32,30	6,06	14,30	3,30	44,04	12,86	40,67
13. ФОН + MnSO ₄ ×5H ₂ O	28,60	31,20	6,07	14,26	3,20	45,27	12,84	36,75
Сорт Ян (фактор А)								
1. Контроль (без удобрений)	18,60	28,60	4,34	15,00	2,83	49,23	12,43	23,11
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	20,90	28,90	4,59	14,56	3,40	48,55	12,48	26,11
3. N ₃₀ K ₉₀	21,00	29,30	4,78	14,40	3,20	48,32	12,56	26,36
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит	22,00	29,40	4,91	14,56	3,30	47,83	12,56	27,60
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин (ФОН)	23,20	30,10	5,08	14,47	3,30	47,05	12,62	29,28
6. ФОН + ЖКУ	27,30	31,10	5,61	14,25	3,20	45,84	12,77	34,80
7. ФОН + CuSO ₄ ×5H ₂ O	27,30	31,30	5,47	14,49	3,20	45,54	12,73	34,72
8. ФОН + Cu(хелат)	26,60	31,30	5,56	14,32	3,10	45,72	12,77	33,96
9. ФОН + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	25,70	31,00	5,66	14,06	3,20	46,08	12,81	32,84
10. ФОН + Zn(хелат)	26,50	31,00	5,41	14,11	3,10	46,38	12,78	33,79
11. ФОН + Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	26,10	31,60	5,83	14,36	3,10	45,11	12,82	33,46
12. ФОН + Со(хелат)	29,40	31,90	5,84	14,26	3,20	44,80	12,84	37,68
13. ФОН + MnSO ₄ ×5H ₂ O	28,00	32,40	5,66	14,03	3,30	44,61	12,86	35,99
НСР А	0,53–0,61	0,15–0,21	0,02–0,04	0,06–0,08	0,11–0,13			
НСР Б	1,45–1,69	0,42–0,58	0,04–0,11	0,16–0,23	0,30–0,36			
НСР АБ	2,05–2,39	0,59–0,82	0,06–0,16	0,23–0,32	0,43–0,50			

но с тем, что данный микроэлемент улучшает использование азота.

Наиболее высоким содержанием сырого протеина в зерне люпина узколистного сорта Ян (32,4 %) отмечен вариант, где применялся сульфат марганца. Установлено, что микроэлементы повышали содержание в зерне сырого протеина с 30,1 % в фоновом варианте до 31–32,4 % в вариантах с их внесением.

Следует отметить, что значительное влияние на рост обеспеченности зерна люпина узколистного двух сортов сырым протеином оказала некорневая подкормка в фазе бутонизации жидким комплексным удобрением для зернобобовых. Повышение содержания сырого протеина в среднем за 3 года составило от 0,5 до 1,0 %.

Определение зоотехнических показателей качества зерна показало разное влияние на них условий питания. Содержание жира – важная характеристика питательной ценности кормов. При содержании жира в количестве 3–6 % в расчете на сухое вещество корм оценивают как оптимальный по этому показателю [11]. Содержание жира в зерне люпина сорта Першацвет в зависимости от вариантов опыта колебалось в пределах 4,33–6,07 %, сорта Ян – 4,34–5,84 % и отвечало оптимальным параметрам. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{90}$ способствовало увеличению содержания жира в зерне изучаемых сортов на 0,5 и 0,25 % соответственно. Инкрустация семян микроэлементами повышала содержание жира относительно фона $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин на 0,46–1,08 % (сорт Першацвет) и на 0,33–0,76 % (сорт Ян).

Клетчатка является составной частью клеточных стенок и относится к высокомолекулярным углеводам. Переваримость клетчатки незначительна, но она способствует усвоению других питательных веществ [12]. Оптимальный уровень клетчатки в рационах зависит от продуктивности животных, их физиологического состояния, структуры кормления и других факторов. Так, для высокопродуктивных коров это количество должно составлять 14–18 % [13]. В наших исследованиях среднее содержание клетчатки в зерне сорта Першацвет составило 14,72 %, сорта Ян – 14,39 %. Применение макро-, микроэлементов, бактериальных препаратов и регулятора роста способствовало некоторому снижению содержания клетчатки в зерне – на 0,17–0,91 %.

Продуктивность сельскохозяйственных животных зависит не только от принятого количества сухого вещества, но и от концентрации энергии в потребляемых кормах. В настоящее время рекомендовано оценивать корма в величинах обменной энергии, представляющей часть энергии корма, которую организм животного использует для обеспечения жизнедеятельности и образования продукции. Чем выше продуктивность животных, тем больше должна быть концентрация энергии в сухом веществе [13]. За три года исследований содержание обменной энергии в кг сухого вещества находилось в пределах 12,39–12,86 МДж/кг (сорт Першацвет) и было максимальным при включении в предпосевную обработку семян хелатной формы кобальта. При энергетической оценке питательности корма (сорт Ян) максимальное содержание обменной энергии – 12,86 МДж/кг отмечено в варианте с применением сульфата марганца при предпосевной обработке семян. В целом содержание обменной энергии по данному сорту находилось в пределах 12,43–12,86 МДж/кг.

Следует отметить, что все изучаемые в опыте приемы повышения продуктивности люпина узколистного (макро-, микроэлементы, бактериальные препараты и регуляторы роста) способствовали повышению энергетической питательности корма и выхода обменной энергии с гектара с 21,3 до 40,67 ГДж/га по сорту Першацвет, с 23,11 до 37,68 ГДж/га – по сорту Ян.

Выводы

В исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве наиболее высокую урожайность зерна люпина узколистного сортов Першацвет и Ян (31,6 и 29,4 ц/га) обеспечило применение $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Со(хелат). Содержание сырого протеина в зерне было высоким – 28,2–32,3 % на сорте Першацвет, 28,6–32,5 % на сорте Ян.

Научно обоснованная система удобрения люпина узколистного (применение бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроэлементов на фоне минерального питания) способствовала улучшению качества состава зерна за счет роста содержания сырого протеина на 0,5–2,8 %, сырого жира – на 0,46–1,08 %, сырой золы – на 0,3–0,4 %, снижения содержания сырой клетчатки – на 0,57–0,91 % при высокой энергетической питательности корма.

Литература

1. Заяц, Л. К. Решение проблем производства кормового белка – важнейший резерв укрепления аграрной экономики / Л. К. Заяц // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 3–5.
2. Кукреш, Л. В. Субъективные факторы в развитии аграрной экономики Беларуси / Л. В. Кукреш, П. П. Казакевич // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 5. – С. 3–6.
3. Шор, В. Ч. Зернобобовые культуры – источник белка в кормлении сельскохозяйственных животных / В. Ч. Шор, М. В. Евсеенко, Ю. И. Пешко // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 50–53.
4. Привалов, Ф. И. Стратегия развития кормопроизводства до 2020 года / Ф. И. Привалов // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 6–12.
5. Жоров, Д. Г. Люпиновая тля (*Macrosiphum albifrons*) – новый для Беларуси опасный вредитель и переносчик вирусных заболеваний люпина / Д. Г. Жоров, О. В. Синчук, С. В. Буга // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 2. – С. 26–28.
6. Микуленок, В. Г. Заготовим качественные корма. Часть 3. Пастбища. Концентрированные корма / В. Г. Микуленок, Н. Н. Зенькова // Наше сельское хозяйство. – 2018. – № 18. – С. 16–21.
7. Шлома, Т. М. Особенности формирования высокопродуктивных однолетних агрофитоценозов / Т. М. Шлома, И. М. Коваль, Н. П. Лукашевич // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 3. – С. 3–6.
8. Агрохимия. Практикум: учебное пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.
9. Шелюто, А. А. Оценка энергетической эффективности технологий в кормопроизводстве: методическое пособие / А. А. Шелюто. – Горки: БГСХА; 2-е изд., перераб. и доп., 2011. – 40 с.
10. Рекомендации по практическому применению кормов из узколистного люпина в рационах сельскохозяйственных животных. – Брянск, 2008. – С. 65.
11. Кормление сельскохозяйственных животных в промышленном животноводстве. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1978. – 232 с.
12. Рак, М. В. Влияние кобальтовых и марганцевых удобрений на кормовую ценность люпина узколистного / М. В. Рак, Т. Г. Николаева // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1 (44). – С. 221–227.
13. Шупик, М. В. Кормление сельскохозяйственных животных. Методика и техника составления рационов для крупного рогатого скота: учебное пособие / М. В. Шупик, А. Я. Райхман. – Горки: БГСХА, 2013. – 123 с.

К вопросу определения достоверности различий средних за ряд лет показателей краткосрочных полевых опытов

И. И. Берестов, доктор с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 23.08.2018 г.)

В статье показано, что оценка достоверности различий между средними показателями краткосрочного полевого опыта, проведенная по результатам обработки данных сводного дисперсионного комплекса методом дисперсионного анализа или разностным методом по t -критерию Стьюдента, а также методами, учитывающими величину наименьшей существенной разности (НСР) или ошибку опыта в отдельные годы исследования, дает одинаковые или близкие результаты, когда характер различия между вариантами опыта в разных погодных условиях существенно не изменяется. В противном случае оценка достоверности различий путем попарного сравнения данных сводного дисперсионного комплекса по t -критерию Стьюдента более объективна, чем оценка по другим методам.

Введение

Методы оценки достоверности различий вариантов опытов по урожайности сельскохозяйственных культур или другим показателям, изложенные во многих известных руководствах по дисперсионному анализу, рассчитаны преимущественно на статистическую обработку однолетних данных [1–4]. Вместе с тем остается недостаточно проработанной методика оценки различий среднесезонных данных краткосрочных полевых опытов с однолетними культурами, высеваемыми каждый год на новом участке. С агрономической точки зрения эти различия представляют наибольший интерес, так как служат основой для обоснованного сравнения эффективности тех или иных приемов, технологий, сортов, что необходимо для разработки производственных рекомендаций.

Следует отметить, что попытки разработать метод статистической обработки многолетних опытных данных предпринимались многими исследователями давно. П. Н. Константинов [2] рекомендовал обрабатывать такие данные разностным методом с использованием в качестве аналогов повторений средние данные вариантов по годам. Б. А. Доспехов [1], А. С. Молостов [3], В. Н. Перегудов [4] обработку многолетних данных при аналогичных повторениях предлагали проводить методом дисперсионного анализа.

В настоящее время существуют приемы, с помощью которых наименьшую существенную разность между средними показателями многолетнего опыта устанавливают по величине НСР в отдельные годы исследований. Для этого используют большее годовое значение либо весь диапазон колебаний или среднюю величину НСР за годы эксперимента. В. И. Короневский [6] предлагает проводить расчет обобщенной НСР для средних многолетних данных по сумме возведенных в квадрат годовых величин НСР, разделенной на число лет опыта, и извлечения из полученного частного квадратного корня. В. П. Томилов [7] для обработки многолетних опытных данных рекомендует метод обобщенной ошибки. Согласно этому методу, из суммы возведенных в квадрат ежегодных ошибок опыта извлекается квадратный корень, полученное

The article shows that the reliability of differences assessment between the average indicators of short-term field experiment, carried out according to the results of data processing of the composite dispersion complex using the method of variance analysis or the difference method using the Student's t -criterion, as well as methods taking into account the magnitude of the least significant difference (LSD) or the experimental error in some years of research, gives the same or similar results, when the nature of the difference between the experimental variants under different weather does not change significantly. Otherwise, the assessment of the reliability of differences by pairwise data comparison of the composite dispersion complex by the Student's t -criterion is more objective than the assessment by other methods.

число делится на количество лет проведения опыта. НСР определяется путем умножения табличного значения критерия Стьюдента (t_{05}) на обобщенную многолетнюю ошибку разности средних. Число степеней свободы для отыскания t_{05} находят путем умножения суммарного числа повторений за все годы проведения опыта за вычетом одного на число вариантов опыта, уменьшенное на единицу.

Р. А. Афанасьев [8] считает целесообразным перед проведением дисперсионного анализа многолетних данных полевых опытов результаты учета по всем вариантам, повторениям и полям (годам), согласно рекомендации зарубежных биометриков Дж. Уишарта и Г. Сандерса [5], сводить в одну таблицу (так называемый сводный дисперсионный комплекс). При таком подходе помимо влияния на изучаемый показатель вариабельности почвенного плодородия в полевом опыте учитывается также вариабельность, связанная с погодными условиями, что, по нашему мнению, делает оценку различий между вариантами более обоснованной.

В литературе встречаются и другие способы определения доверительного интервала методом дисперсионного анализа для средних многолетних показателей полевых опытов [9–13].

Таким образом, можно утверждать, что единого метода при расчете НСР для средних многолетних показателей в краткосрочных полевых опытах не существует. В связи с этим считаем необходимым провести оценку отдельных методов статистической обработки данных краткосрочного полевого опыта с целью определения достоверности различий между его вариантами.

Методика проведения исследований

Сравнительная оценка разных методических подходов при статистической обработке опытных данных была осуществлена на фрагменте опыта с кукурузой на зерно В. П. Ждановича, опубликованного в журнале «Земляробства і ахова раслін» [9]. Статистические характеристики изменчивости урожайности зерна в опыте изучали на вариантах 1–5 (выборка 1) и 2–5 (выборка 2).

Расчет наименьшей существенной разности между средними за ряд лет показателями проводили по методам обобщенной НСР [6] и обобщенной ошибки опыта [7], по максимальному годовому значению НСР, а также по результатам обработки данных сводного дисперсионного комплекса методом дисперсионного анализа и разностным методом по t-критерию Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение

Как видно из таблиц 1 и 2, урожайность зерна кукурузы существенно изменялась в зависимости от погодных условий года и варианта опыта. При этом высокая эффективность отдельных вариантов опыта наблюдалась не во все годы.

Например, вариант 1 по урожайности зерна во второй год опыта статистически значимо уступал вариантам 2–5, а в третий год опыта, наоборот, превысил их. Относительная ошибка средней в выборке 1 при этом была низкая (1,87 % – во второй год, 2,77 % – в третий), НСР₀₅ изменялась от 3,66 до 4,98 ц/га. В выборке 2 НСР₀₅ была несколько выше (3,73–5,74 ц/га).

Анализ изменчивости урожайности зерна в годы исследований по данным сводного дисперсионного комплекса показал, что у варианта 1 она была значительной (v = 30,8 %), по другим вариантам – средней (v = 14,5–17,5 %) (таблица 3). Соответственно и от-

носительная ошибка средней изменялась от 8,90 до 4,18–5,05 %.

При дисперсионном анализе данных сводного дисперсионного комплекса выборки 2, в состав которой вошли варианты с примерно одинаковой изменчивостью урожайности зерна в годы исследований, НСР₀₅ была равна 3,43 ц/га (таблица 4). Включение в выборку 2 урожайных данных варианта 1 существенно изменяло результаты дисперсионного анализа.

Особенности варианта 1, связанные с погодными условиями, при обработке урожайных данных дисперсионным методом принимались за ошибку. В связи с этим доля остатка (ошибки) в общей дисперсии в выборке 1 в сравнении с выборкой 2 возрастала в 4 раза при снижении доли вариантов в 1,5 и повторений – в 1,2 раза. НСР увеличивалась в два с лишним раза (до 7,36 ц/га).

Отметим, что наименьшая существенная разность урожайности зерна в выборке 1 в среднем за три года, рассчитанная по методу обобщенной НСР, составила 4,18 ц/га, по методу обобщенной ошибки – 2,24 ц/га. В выборке 2 эти показатели были равны соответственно 4,73 и 2,45 ц/га.

Как известно, оценку различий между вариантами опытов можно проводить не только методом дисперсионного анализа с использованием критерия Фишера

Таблица 1 – Урожайность зерна кукурузы по делянкам опыта в годы исследований (сводный дисперсионный комплекс), ц/га

Вариант	Первый год				Второй год				Третий год			
	повторения											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	89,3	88,6	88,9	89,8	43,7	42,8	41,8	38,2	68,8	71,1	66,5	64,2
2	88,1	83,8	84,4	89,7	71,3	75,6	72,7	73,2	64,7	66,3	60,5	57,6
3	61,1	66,2	68,0	60,4	57,6	55,6	60,2	59,1	45,0	47,5	45,0	42,0
4	84,2	83,9	87,1	85,5	65,9	63,5	64,7	67,4	54,7	59,3	60,1	57,4
5	88,5	88,1	90,6	92,3	77,1	81,9	82,4	76,7	63,4	56,4	56,2	63,6

Таблица 2 – Урожайность зерна кукурузы по вариантам опыта и статистические параметры результатов исследования

Год опыта	Урожайность, ц/га					Статистические параметры							
	варианты опыта					выборка 1 (вар. 1–5)				выборка 2 (вар. 2–5)			
	1	2	3	4	5	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	$S_{\bar{X}}\%$	НСР ₀₅	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$	$S_{\bar{X}}\%$	НСР ₀₅
1	89,2	86,5	63,9	85,2	89,9	82,9	1,24	1,50	3,81	81,4	1,41	1,73	4,49
2	41,6	73,2	58,1	65,4	79,5	63,6	1,19	1,87	3,66	69,1	1,17	1,69	3,73
3	67,6	62,3	44,9	57,9	59,9	58,5	1,62	2,77	4,98	56,2	1,80	3,20	5,74

Таблица 3 – Статистические характеристики количественной изменчивости урожайности зерна кукурузы по вариантам опыта (по данным сводного дисперсионного комплекса)

Показатель	Варианты				
	1	2	3	4	5
Средняя арифметическая (\bar{X})	66,1	74,0	55,6	69,5	76,4
Дисперсия (s^2)	415,96	114,42	75,64	147,59	176,86
Стандартное отклонение (s)	20,39	10,70	8,70	12,15	13,30
Ошибка средней арифметической ($S_{\bar{X}}$)	5,89	3,09	2,51	3,51	3,84
Коэффициент вариации (v)	30,8	14,5	15,6	17,5	17,4
Относительная ошибка средней ($S_{\bar{X}}\%$)	8,90	4,18	4,51	5,05	5,02

Таблица 4 – Результаты дисперсионного анализа урожайности зерна по данным сводного дисперсионного комплекса

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _{факт.}	F _{табл.}	Доля в общей дисперсии, %
Выборка 1 (варианты 1–5)						
Общая	13413,02	59				
Повторений	6690,01	11				49,9
Вариантов	3177,74	4	794,44	9,86	2,58	23,7
Остаток (ошибка)	3545,27	44	80,57			26,4
$S_{\bar{x}} = 2,59$; НСР ₀₅ = 7,36 ц/га						
Выборка 2 (варианты 2–5)						
Общая	8765,14	47				
Повторений	5091,58	11				58,1
Вариантов	3105,47	3	1035,16	60,15	2,90	35,4
Остаток (ошибка)	568,09	33	17,21			6,5
$S_{\bar{x}} = 1,20$; НСР ₀₅ = 3,43 ц/га						

(F), но и так называемым разностным методом с использованием критерия Стьюдента (t). По последнему методу, разработанному английским статистиком и химиком В. Госсетом более века назад и принятому нами в качестве эталона, для двух сопряженных выборок вычисляют ошибку разности средних ($S_{\bar{d}}$) и критерий существенности (t). Число степеней свободы для определения величины $t_{табл.}$ при заданном уровне значимости находят по числу сопряженных пар (n) за вычетом единицы. Если $t_{факт.}$ менее $t_{табл.}$ нулевая гипотеза не опровергается [1].

Как видно из таблицы 5, разность урожайности зерна между вариантами 1 и 2 (7,9 ц/га), определенная

разностным методом по t-критерию, оказалась несущественной ($t_{факт.} < t_{табл.}$). Такой же результат оценки получен и при сравнении урожайности варианта 1 с урожайностью других вариантов выборки (таблица 6). И хотя разность в урожайности зерна при этом была значительной (с вариантом 3 – 10,5, с вариантом 5 – 10,3 ц/га), НСР₀₅ была еще больше (соответственно 12,83 и 13,35 ц/га).

Оценка существенности разности между вариантами опыта выборки 1, полученная другими методами, в сравнении с оценкой по t-критерию, дала другие результаты. По НСР, рассчитанной по методу обобщенной ошибки, различия между всеми вариантами вы-

Таблица 5 – Определение существенности средней разности урожайности зерна между вариантами опыта разностным методом по данным сводного дисперсионного комплекса (сопряженные выборки)

Показатели		Урожайность зерна, ц/га		Разность d	Квадрат разности d ²
год	повторения	вариант 1	вариант 2		
1	1	89,3	88,1	1,2	1,44
	2	88,6	83,8	4,8	23,04
	3	88,9	84,4	4,5	20,25
	4	89,8	89,7	0,1	0,01
2	1	43,7	71,3	-27,6	761,76
	2	42,8	75,6	-32,8	1075,84
	3	41,8	72,7	-30,9	954,81
	4	38,2	73,2	-35,0	1225,0
3	1	68,8	64,7	4,1	16,81
	2	71,1	66,3	4,8	23,04
	3	66,5	60,5	6,0	36,0
	4	64,2	57,6	6,6	43,56
Суммы		793,7	887,9	-94,2	4181,56
Средние		66,1	74,0	-7,9	

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\sum d^2 - (\sum d)^2 : n}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{4181,56 - 739,47}{132}} = 5,11;$$

$$t = \frac{\bar{d}}{s_{\bar{d}}} = \frac{7,9}{5,11} = 1,54; \text{ НСР}_{05} = t_{05} * s_{\bar{d}} = 2,20 * 5,11 = 11,24$$

Примечание – Значения t при уровне значимости 0,05 – 2,20; 0,01 – 3,11; 0,001 – 4,44.

Таблица 6 – Существенность средней за ряд лет разности урожайности зерна между вариантами опыта, определенная разными методами (выборка 1)

Сравниваемые варианты	Разность урожайности, ± ц/га	Результаты дисперсионного анализа				Результаты разностного метода		
		по методу обобщенной НСР (НСР ₀₅ = 4,18)	по методу обобщенной ошибки (НСР ₀₅ = 2,24)	по максимальному значению НСР (НСР ₀₅ = 4,98)	по данным сводного комплекса (НСР ₀₅ = 7,36)	t-критерий	НСР ₀₅ , ц/га	существенность разности
		Существенность разности						
1–2	7,9	+	+	+	+	1,54	11,24	–
1–3	10,5	+	+	+	+	1,80	12,83	–
1–4	3,4	–	+	–	–	0,74	9,86	–
1–5	10,3	+	+	+	+	1,70	13,35	–
2–3	18,4	+	+	+	+	12,23	3,30	+
2–4	4,5	+	+	–	–	3,48	2,86	+
2–5	2,4	–	+	–	–	1,55	3,45	–
3–4	13,9	+	+	+	+	7,36	4,14	+
3–5	20,8	+	+	+	+	11,18	4,09	+
4–5	6,9	+	+	+	–	3,52	4,36	+

Примечание – + Достоверное различие; – различие несущественно.

борки были существенны. Близкие результаты были получены, когда оценка проводилась по методу обобщенной НСР и максимальному значению НСР, а также при обработке данных сводного дисперсионного комплекса методом дисперсионного анализа. Объяснить это можно тем, что определение достоверности различий средних за ряд лет показателей полевых опытов на основании статистической обработки данных за отдельные годы не учитывало изменение разности вариантов между собой, связанной с погодными условиями, и поэтому занижало ошибку опыта. При обработке же данных сводного дисперсионного комплекса методом дисперсионного анализа происходило смешивание пространственного и временного варьирования данных, особенно значительное у варианта 1, что не позволяло проводить несмещенную оценку достоверности различий средних за ряд лет показателей.

Следует отметить, что в отличие от метода дисперсионного анализа оценка различий вариантов путем попарного сравнения данных по t-критерию позволяла рассчитать НСР не общую для всех вариантов, а для каждой сравниваемой пары, что, по нашему мнению,

делало ее более обоснованной. Последнее более важно, чем увеличение объема вычислений при использовании разностного метода, выполнить который при нынешних технических возможностях не представляет больших трудностей. К тому же дополнительную оценку по t-критерию можно не проводить, если разница между отдельными вариантами (например, 2 и 3, 3 и 4, 3 и 5) ежегодно существенна (превышает НСР) и одинакова по направлению.

При статистической обработке урожайных данных выборки 2, состоящей из вариантов с близкими величинами индивидуальной ошибки, оценка достоверности различий между вариантами опыта после обработки данных сводного дисперсионного комплекса методом дисперсионного анализа и разностным методом по t-критерию была одинаковой (таблица 7). Такие же результаты оценки получены и при определении существенности разности урожайности зерна между вариантами опыта по методу обобщенной ошибки. Оценка достоверности разности по методу обобщенной НСР и по максимальному значению НСР в основном совпадала с оценкой другими методами.

Таблица 7 – Результаты оценки существенности разности урожайности зерна между вариантами опыта, определенной разными методами (выборка 2)

Сравниваемые варианты	Разность урожайности, ± ц/га	Результаты дисперсионного анализа				Результаты разностного метода
		по методу обобщенной НСР (НСР ₀₅ = 4,73)	по методу обобщенной ошибки (НСР ₀₅ = 2,45)	по максимальному значению НСР (НСР ₀₅ = 5,74)	по данным сводного комплекса (НСР ₀₅ = 3,43)	по t-критерию
2–3	18,4	+	+	+	+	+
2–4	4,5	–	+	–	+	+
2–5	2,4	–	–	–	–	–
3–4	13,9	+	+	+	+	+
3–5	20,8	+	+	+	+	+
4–5	6,9	+	+	+	+	+

Примечание – + Достоверное различие; – различие несущественно.

Выводы

1. В краткосрочных полевых опытах, состоящих из вариантов, примерно одинаково реагирующих на изменение погодных условий, оценка достоверности разности средних, определенная методами обобщенной НСР и обобщенной ошибки опыта, а также по максимальному годовому значению НСР и по результатам обработки данных сводного дисперсионного комплекса методом дисперсионного анализа и разностным методом по t-критерию Стьюдента дает одинаковый или близкий результат.
2. В краткосрочных полевых опытах, в состав которых входят варианты, существенно различающиеся по реакции на погодные условия, оценка достоверности различий между вариантами, проведенная путем попарного сравнения данных сводного дисперсионного комплекса по t-критерию Стьюдента, более корректна, чем оценка по другим методам.

Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
2. Константинов, П. Н. Основы сельскохозяйственного опытного дела / П. Н. Константинов. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 446 с.
3. Молостов, А. С. Методика полевого опыта / А. С. Молостов. – М.: Колос, 1966. – 239 с.

4. Перегудов, В. Н. Методические указания по статистической обработке урожайных данных государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / В. Н. Перегудов. – М.: Колос, 1968. – 76 с.
5. Уишарт, Дж. Основы методики полевого опыта / Дж. Уишарт, Г. Сандерс. – М.: Иностран. лит.-ра, 1958. – 206 с.
6. Короневский, В. И. К методике статистической обработки данных многолетних полевых опытов / В. И. Короневский // Земледелие. – 1985. – № 11. – С. 56–57.
7. Томилов, В. П. О статистической обработке многолетних данных полевых опытов / В. П. Томилов // Земледелие. – 1987. – № 3. – С. 48–51.
8. Афанасьев, Р. А. К методике дисперсионного анализа результатов многолетних полевых опытов / Р. А. Афанасьев // Агрехимия. – 2004. – № 5. – С. 85–91.
9. Жданович, В. П. О проблемах оценки достоверности изучаемых факторов в среднем за ряд лет / В. П. Жданович // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 2. – С. 5–9. 10.
10. Ваулин, А. В. Определение достоверности средних многолетних показателей краткосрочных полевых опытов при обработке результатов исследований методом дисперсионного анализа / А. В. Ваулин // Агрехимия. – 1998. – № 12. – С. 71–75.
11. Фрид, А. С. К вопросу об ошибке средних многолетних показателей полевых опытов / А. С. Фрид // Агрехимия. – 2001. – № 5. – С. 76–80.
12. Исайкин, И. И. О совершенствовании элементов дисперсионного анализа многолетних данных полевого многофакторного опыта / И. И. Исайкин // Вестн. РАСХН. – 2000. – № 6. – С. 42–43.
13. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Вест. Акад. аграр. навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 60–64.

УДК 632.4.488

Использование разных методов для идентификации токсикогенных грибов в зерне кукурузы

С. В. Абраскова, Е. Л. Долгова, кандидаты с.-х. наук,
Н. М. Дубовик, младший научный сотрудник
НПЦ НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 08.10.2018 г.)

На основе использования полимеразной цепной реакции и количественных методов высокоэффективной жидкостной хромато-масс-спектрометрии, иммуноферментного анализа выявлено, что образцы влажного консервированного зерна кукурузы содержали 2 вида грибов рода *Fusarium*, а также комплекс микотоксинов, в т. ч. дезоксиниваленол (1,7–1,8 мг/кг). Преимущество метода ПЦР заключается в точности, кратких сроках определения, и его следует рекомендовать для диагностики в зерне кукурузы наиболее распространенных в Беларуси токсикогенных грибов и продуктов их обмена.

Введение

Недочеты в процессе заготовки и хранения кормов вызывают не только значительные потери питательных веществ, но снижение их безопасности для сельскохозяйственных животных. По оценкам ученых, продуктивность и здоровье животных на 60–70 % зависят от количества и качества потребляемых кормов. Количество случаев контаминации кормов токсикогенными метаболитами и их продуцентами увеличилось. Данные анализа результатов пятилетних исследований (2011–2015 гг.) ЦНИЛхлебопродукт и Научно-практического центра НАН Беларуси по животноводству свидетельствуют о том, что из выборки (2162 образцов)

Based on polymerase chain reaction and quantitative methods of highly perfective liquid chromatography-mass spectrometry and immunoenzyme analysis, it was determined that samples of wet preserved corn grain contained 2 types of *Fusarium* fungi, as well as set of mycotoxins, including deoxynivalenol (1,7–1,8 mg/kg). The advantage of the PCR method consists in the accuracy and short terms, and it should be recommended for determining the most common toxicogenic fungi and ectocrines in corn grain in Belarus.

зерна и продуктов его переработки в одной трети из них (31,36 %) обнаружился один из шести определяемых в Республике Беларусь микотоксинов (афлатоксин В₁, охратоксин А, Т-2 токсин, дезоксиниваленол (ДОН), фумонизин В₁, зеараленон) [1, 2]. Самым часто встречающимся микотоксином в образцах зерна был ДОН. В кукурузе он обнаружился более чем в половине определяемых образцов: установлено превышение ПДК более чем в 2 раза в 9,2 % случаев. Т-2 токсин регистрировался в зерне кукурузы при частоте 22,1 % – до 0,1032 мг/кг при ПДК не более 0,1 мг/кг [3]. По афлатоксину, зеараленону, фумонизину превышение ПДК не установлено.

Наибольшую опасность по сравнению с другими известными микотоксинами представляют собой вторичные метаболиты, продуцируемые грибами рода *Fusarium* [4, 5, 6]. Широкое распространение и усиление вредности этих грибов – результат сочетания многочисленных факторов климатического и агротехнического характера. В настоящее время идентифицированы многие токсины грибов рода *Fusarium*. Так, *F. graminearum* и *F. culmorum* образуют ДОН, а также зеараленон, ниваленон; *F. sporotrichioides* – Т-2 токсин, *F. avenacium* – фумонизин и т. д.

В практике токсичность кормов обнаруживается с большим опозданием, когда имеются явные признаки отравления. Поэтому необходимы своевременная диагностика токсикогенных грибов и проведение мероприятий по предотвращению их развития в кормах. Использование микробиологического метода определения качественного состава микотоксинов в кормах на основании установления повышенного уровня обсемененности спорами или определенного рода плесневыми грибами недостаточно по причине, что при наличии микотоксинов их продуценты могут не обнаруживаться [6, 7]. Кроме того, еще одним недостатком микробиологического метода является длительность идентификации патогенов. Подавляющее большинство лабораторий, проводящих диагностику, в качестве основного метода используют иммуноферментный анализ (ИФА), но постепенно на смену ему приходит более чувствительный метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Повышенная чувствительность и возможность в некоторых модификациях ПЦР проводить количественную оценку присутствия фитопатогена делает этот метод более предпочтительным при диагностике.

Целью данной работы было исследование модифицированного нами метода полимеразной цепной реакции для экспресс-идентификации наиболее распространенных в Беларуси токсикогенных грибов рода *Fusarium* в зерне кукурузы.

Методы проведения исследований

Объектом исследований служило зерно кукурузы, выращиваемое на экспериментальном поле НПЦ НАН

Беларуси по земледелию. Все варианты силосованного влажного зерна кукурузы хранились в разных условиях: герметичных (0 дней экспозиции) и разгерметизированных (7–14 дней при доступе воздуха) с добавлением консервирующих препаратов.

Диагностику фитопатогенов и количественную оценку присутствия продуктов их обмена (микотоксинов) в зерне кукурузы осуществляли с помощью использования высокоэффективной жидкостной хромато-масс-спектрометрии (ВЭЖХ-МС/МС), иммуноферментного анализа (ИФА, набор ИБОХ НАН Беларуси) и модифицированного метода полимеразной цепной реакции (ПЦР, набор ООО «Агродиагностика»). Молекулярно-генетическое выделение ДНК и проведение полимеразной цепной реакции проводили в режиме детекции Real-Time.

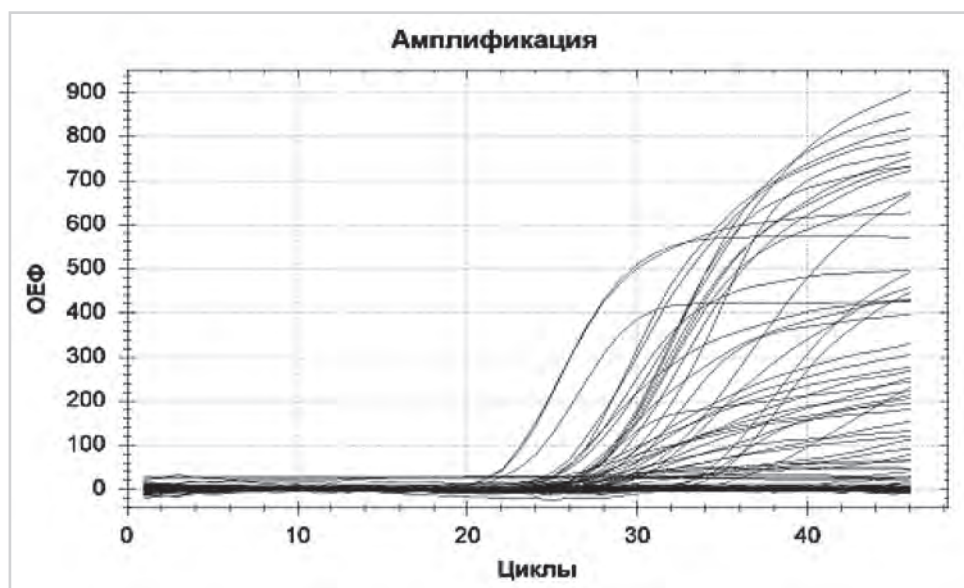
Результаты исследований и их обсуждение

Из результатов полимеразной цепной реакции следовало, что образцы консервированного зерна кукурузы содержали 2 вида грибов рода *Fusarium*.

Таблица 1 и рисунок демонстрируют и расшифровывают данные, полученные в результате полимеразной цепной реакции («+» – успешный отжиг праймера и проведение реакции; «-» – отжиг праймера не произошел).

Получены разные результаты по качественному составу грибов в зависимости от условий хранения влажного зерна и использования изучаемых консервирующих добавок. Так, в контрольном варианте без добавок комплекс токсинов обнаруживался как в анаэробных условиях хранения (0 экспозиции на воздухе), так и разгерметизированных условиях (при доступе воздуха в течение 1–2 недель), тогда как их продуценты *F. culmorum* и *F. avenacium* появлялись в динамике в нарастающем количестве в присутствии кислорода. Использование консервирующих добавок приводило к торможению роста изучаемых грибов, о чем свидетельствует отрицательный результат ПЦР анализа. Исключением составила мочевиная, которая не оказывала влияния на *F. avenacium*.

Количественная оценка присутствия продуктов их обмена (микотоксинов) в зерне кукурузы с помо-



Результаты амплификации

щью ИФА метода и высокоэффективной жидкостной хромато-масс-спектрометрии (ВЭЖХ-МС/МС) подтверждали полученные результаты ПЦР метода. Так, содержание микотоксина ДОН (*F. culmorum*) в контрольном варианте (без добавок) находилось на уровне 1,7–1,8 мг/кг, что превышало ПДК <1,0 мг/кг (таблица 2). Предварительно было установлено его значительное количество в исходном зерне, которое составляло 1,16 мг/кг. Остальные изученные микоток-

сины – Т-2 токсин, зеараленон, фумонизин, афлатоксин, охратоксин были в следовых количествах.

Содержание определяемых микотоксинов находилось практически на одном уровне в герметичных условиях и при доступе воздуха. Наши исследования свидетельствуют о том, что микотоксины, образованные грибами рода *Fusarium* в период вегетации растения или сразу после уборки урожая и попавшие в корм, сохраняли свою активность в течение длительного

Таблица 1 – Данные ПЦР консервированного зерна в разных условиях хранения

№ п/п	Вариант	Результаты ПЦР			
		<i>F. culmorum</i>	<i>F. graminearum</i>	<i>F. avenacium</i>	комплекс токсинов
1	Контроль* (без добавок)	–	–	–	+
2	–//– (7 дней)	+	–	–	+
3	–//– (14 дней)	++	–	+	+
4	Биопрепарат № 1*	–	–	–	+
5	–//– (14 дней)	–	–	–	+
6	Биопрепарат № 2*	–	–	–	+
7	–//– (14 дней)	–	–	–	+
8	Мочевина*	–	–	+	–
9	–//– (14 дней)	–	–	++	+
10	Биопрепарат № 1 + мочевины*	–	–	–	+
11	–//– (14 дней)	++	–	–	+
12	Биопрепарат № 2 + мочевины*	–	–	–	+
13	–//– (14 дней)	–	–	–	+
14	Антисептическая композиция*	–	–	–	+

Примечание – *Экспозиция 0 дней с изучением консервированного зерна сразу после вскрытия.

Таблица 2 – Содержание микотоксинов в консервированном (без добавок) зерне кукурузы в разных условиях хранения

Микотоксин	Метод определения (набор)	Содержание*, мг/кг		
		время экспозиции на воздухе, дней		ПДК**
		0	14	
Афлатоксин В ₁	ИФА-АФЛАТОКСИН, ИБОХ НАН Беларуси	<0,002	<0,002	0,02
Зеараленон	ИФА-ЗЕАРАЛЕНОН, ИБОХ НАН Беларуси	0,164	0,100	≤1,0
Охратоксин А	ИФА-ОХРАТОКСИН А, ИБОХ НАН Беларуси	<0,005	<0,005	0,05
Дезоксиниваленол (ДОН)	ИФА-ДЕЗОСКИНИВАЛЕНОЛ, ИБОХ НАН Беларуси	1,7	1,8	≤ 1,0
Т-2 токсин	ИФА-ТОКСИН Т-2, ИБОХ НАН Беларуси	0,043	0,033	0,1
Фумонизин В ₁	ИФА-ФУМОНИЗИН, ИБОХ НАН Беларуси	<0,2	<0,2	5,0

Примечание – *Приведены средние значения двух результатов анализа;

**ПДК «Зерновые корма. Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов».

Таблица 3 – Содержание микотоксинов во влажном зерне кукурузы с добавлением и без внесения препаратов, мг/кг (метод ВЭЖХ-МС/МС)

Микотоксин	ПДК	Вариант							
		контроль	биопрепарат 1	биопрепарат 2	мочевина	биопрепарат 1 + мочевины	биопрепарат 2 + мочевины	антисептическая композиция	антисептическая композиция
Дезоксиниваленол	≤1,0	1,6	0,870	0,707	1,1	0,705	0,772	0,879	1,1
Т-2 токсин	0,1	<0,003	<0,003	0,003	0,005	<0,003	0,003	<0,003	<0,003
Фумонизины:	5,0								
фумонизины В ₁		0,026	0,053	0,047	0,063	0,040	0,051	0,037	0,041
фумонизины В ₂		0,006	0,007	0,011	0,010	0,006	0,010	0,008	0,009
фумонизины В ₃		0,006	0,007	0,012	0,012	0,005	0,010	0,008	0,008
Афлатоксины:	0,02								
афлатоксин В ₁		не обнаружен							
афлатоксин G ₁		не обнаружен							
Охратоксин А	0,05	не обнаружен							
Зеараленон:	≤1,0	0,058	0,102	0,128	0,068	0,102	0,131	0,062	0,066
альфа-зеараленон		<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,003	<0,003
бета-зеараленон		0,006	0,011	0,007	0,005	0,005	0,006	0,004	0,008
НТ-2		0,132	0,140	0,138	0,213	0,085	0,199	0,105	0,087
Ниваленол		0,018	0,025	0,031	0,024	0,034	0,027	0,019	0,020

времени. При этом регистрировался комплекс токсинов, хотя их продуценты выявлялись в разгерметизированных условиях при наличии кислорода, т. е. более благоприятных для них. Полученные данные согласуются с результатами исследований других авторов, которые утверждают, что ДОН показывает большую стабильность, хотя во время силосования гибнет значительная часть спор грибов и происходит снижение активности микотоксинов под действием бактериальных и растительных ферментов [8, 9].

Количество ДОНа снижалось до уровня ниже нормативного (0,70–0,87 мг/кг) при внесении консервирующих добавок, за исключением мочевины (1,1 мг/кг) (таблица 3). Минимальное его количество было при совместном внесении биопрепарата + мочевины из расчета соответственно 1 л на 15 т и 3 кг/т силосуемой массы.

Заключение

В результате исследований было установлено, что метод полимеразной цепной реакции точен и позволяет определить вид патогена в кратчайшие сроки.

Диагностика фитопатогенов и количественная оценка присутствия продуктов их обмена (микотоксинов) в зерне кукурузы с помощью использования полимеразной цепной реакции и высокочувствительной жидкостной хромато-масс-спектрометрии показала, что исследуемые образцы зерна кукурузы содержали два вида фузариума – *F. culmorum*, *F. avenaceum*. Преимущество метода ПЦР заключается в точности, сроках определения, и его следует рекомендовать для проверки на содержание микотоксинов зерна кукурузы.

Сравнение антимикробной эффективности консервирующих препаратов показало, что все изучаемые добавки обладали фунгистатическим действием.

Литература

1. Микотоксины в зерне при производстве комбикормов / В. М. Голушко [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2016. – № 12. – С. 41–45.
2. Голушко, В. М. Микотоксины в комбикормах и комбикормовом сырье в Беларуси / В. М. Голушко, А. И. Козинец, И. И. Микульич // Наше сельское хозяйство. – 2016. – №6. – С. 51–55.
3. Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов (в редакции постановления Минсельхозпрод Республики Беларусь от 20 мая 2011 № 33). – 43 с.
4. Ефанова, Л. И. Контаминированность микотоксинами кормов для крупного рогатого скота в хозяйствах Центрально-Черноземной зоны / Л. И. Ефанова // Достижение науки и техники АПК. – 2012. – № 1. – С. 25–27.
5. Жуленко, В. Н. Ветеринарная токсикология / В. Н. Жуленко, М. И. Рабинович, Г. А. Таланов. – М.: Колос, 2002. – 384 с.
6. Микотоксины и микотоксикозы / под ред. Д. Диаза. – М.: Печатный город, 2006. – С. 71–170.
7. Абраскова, С. В. Микробиологические аспекты обеспечения сохранности зерна кукурузы / С. В. Абраскова, Ю. К. Шашко, М. Н. Шашко, М. Н. Кадырова // Вестник науки. – 2017. – № 1. – С. 6–15.
8. Dänicke, S. Risikofaktoren für die Fusariumtoxinbildung in Futtermitteln und Vermeidungsstrategien bei der Futtermittelherstellung und Fütterung / S. Dänicke, E. Oldenburg // Landbauauforschung Völknerode (FAL), Sonderheft. – 2000. – S. 216.
9. Bauer, J. Pilzstoffwechselprodukte in Silagen: Einfluss auf die Gesundheit von Wiederkäuern / J. Bauer // VII Międzyn. Konf. Nauk. «Mikotoksyny i patogenne pleśnie w środowisku», Bydgoszcz., 2004. – P. 43–53.

Физиологические аспекты селекции твердой пшеницы на устойчивость к корневым гнилям

Н. А. Дуктова, кандидат с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 09.11.2018 г.)

Проведено изучение различных морфотипов яровой твердой пшеницы на устойчивость к возбудителям корневых гнилей в условиях естественного и провокационного фонов с целью установления физиологических механизмов и генетических источников устойчивости для использования в селекции на иммунитет. Образцы ранжированы по типам устойчивости. Установлена коррелятивность устойчивости к корневым гнилям и показателей мезодермы корня – объем корневой системы ($r = -0,73$) и размер адсорбирующей поверхности ($-0,63... -0,72$). Обоснована целесообразность использования физиологических параметров корневой системы в качестве критериев отбора устойчивых генотипов в селекции на иммунитет.

Введение

В связи с увеличением в структуре посевных площадей доли зерновых культур все большую вредоносность приобретают гнили корней [3, 8]. Заражение растений патогенами происходит в достаточно продолжительном интервале вегетации – от всходов до формирования и налива зерна. Чем позже наступает инфицирование – тем меньше вредоносность заболевания. При заражении в период всходов болезнь вызывает изреженность и гибель проростков, в фазе кущения–колошения – усыхание листьев и гибель побегов кущения, в период цветения–налива зерна – отмирание продуктивных стеблей и пустоколосость. Корневая гниль проявляется на всех зерновых культурах. Болезнь малозаметна, но очень ущербна. Вредоносность патогенов зависит как от метеорологических условий, так и от генотипа сорта [4, 5]. Интенсивному развитию болезни способствует увеличение периода посев–всходы в результате неблагоприятных условий в период прорастания, а также засуха в период активного роста культуры [2, 5, 9]. Увеличение патогенной нагрузки происходит и при переходе на минимальную обработку почвы [3, 10], увеличении уровня азотного питания, нормы высева и глубины заделки семян [11], а также снижении длины колеоптиле при применении системных протравителей, обладающих ретардантными свойствами [1].

Наиболее перспективным и экономически выгодным направлением в борьбе с патогенами растений был и остается селекционный метод. В результате целенаправленной селекции возможно создание сортов устойчивых и толерантных к одному или целому комплексу болезней и вредителей. Результативность работы в данном случае определяется разнообразием исходного генетического материала, а также выбором селекционной стратегии.

Большинство работ в области селекции на иммунитет посвящено выделению генетических источников и доноров признаков. Вместе с тем остается мало изученным вопрос разработки физиологических основ селекции и оценки целесообразности использования биологических особенностей культуры в качестве критериев для отбора на ранних этапах оценки селекци-

The study of various morphotypes of spring durum wheat for resistance to pathogens of root rot in the conditions of natural and provocative backgrounds, in order to establish physiological mechanisms and genetic sources of resistance for use in breeding for immunity. The samples were ranked according to the types of stability. The correlation of resistance to root rot and indicators of root mesoderm – the volume of the root system ($r = -0,73$) and the size of the adsorbing surface ($-0,63... -0,72$) was established. The expediency of using the physiological parameters of the root system as criteria for selection of stable genotypes in selection for immunity is substantiated.

онного материала. Решение данных проблем и явилось целью наших исследований.

Методы проведения исследований

Нами была проведена оценка биологической устойчивости образцов яровой твердой пшеницы различных морфотипов, групп спелости и эколого-географического происхождения на предмет устойчивости к комплексу патогенов, вызывающих гнили корней, с целью установления физиологических механизмов устойчивости, пригодных для использования в качестве эффективных критериев отбора в селекции на иммунитет. На пшенице твердой развиваются обыкновенная (гельминтоспорриозная), фузариозная, церкоспореллезная, офиоболезная и ризоктониозная корневые гнили [5]. В работе представлен анализ комплексной устойчивости к патогенам.

Исследования выполнены в УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2016–2018 гг. в условиях провокационного фона по методике предварительного сортоиспытания. Размер опытных делянок – 10 м² в 4-кратной повторности. Для контроля был заложен аналогичный полевой опыт в естественных условиях с соблюдением полной системы защиты растений от патогенов. Учет распространенности корневых гнилей и степени поражения осуществляли дважды: в фазах кущения и выхода в трубку. На всходах учет корневых гнилей проводили поделочно на 2-х учетных площадках по 0,1 м². В фазе выхода в трубку на каждой опытной делянке подкапывали и просматривали 25 растений [6]. Вычисляли процент пораженных растений и степень поражения по 6-балльной шкале, где балл 0 означает отсутствие признаков поражения, а 5 – полное отмирание растения. Тип устойчивости к патогенам устанавливали в соответствии с принятой в селекционной практике международной шкалой: VR – очень устойчив (некротический тип, сверхчувствительность); R – устойчивый (резистентный) (соответствует 0 %); MR – умеренно устойчив (1–9 %); M – умеренный (10–29 %); MS – умеренно-восприимчивый (30–69 %); S – восприимчивый (70–89 %); VS – очень восприимчив (90–99 %). При учете болезней определяли распространенность (P, %) или ко-

личество пораженных растений в посевах и развитие (R, %) или степень поражения органов [5, 6]. Оценку общей и рабочей поверхности корней проводили по методу Сабинина–Колосова [7]. При характеристике продукционного процесса образцов в условиях биотического стресса использовали показатель размера потерь урожая (П_у), отражающий снижение или недобор урожая в результате поражения патогенами и/или повреждения вредителями, а также толерантности (Т) сортов, характеризующий способность сохранять урожай в условиях инфекционной нагрузки [5].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных полевых исследований установлено, что развитие корневых гнилей в значительной степени изменяется по вариантам опыта. В контрольном питомнике распространение корневых гнилей наблюдалось на единичных растениях в виде отдельных пятен, что свидетельствует о высокой эффективности протравливания семян. На провокационном фоне распространение корневых гнилей в среднем по образцам составило 30 % с колебанием от 4 % (Леванте) до 59 % (Л-85-15) (таблица 1). Средний балл иммунности составил 0,33, наибольшим развитием болезни (до 3,3) отличались образцы Неолатино, Л-85-13, Л-93-13. Ряд образцов выявляли высокую устойчивость на ранних этапах онтогенеза, но существенно поражались гнилями корней во второй половине вегетации – Л-40-00, другие – наоборот – Анкоморзио, Ириде.

В условиях провокационного фона полевая всхожесть образцов была ниже в среднем на 11,6 п.п. и зависела от типа устойчивости изучаемых генотипов. Сильное распространение корневых гнилей на начальных этапах онтогенеза обуславливает высокую гибель всходов твердой пшеницы: до 4–5 % в естественных условиях (в конкурсном сортоиспытании), до 12–18 % в питомнике исходного материала и до 27–38 % на провокационном фоне [5].

При незначительном развитии корневых гнилей (тип R и MR) на устойчивых образцах (Леванте и Л-88-13) полевая всхожесть снижалась лишь на 3,8–5,7 %, растения уступали по продуктивности за счет снижения массы зерна с колоса в условиях меньшей ресурсообеспеченности посева – потери урожая составили в среднем за годы изучения 20 % при толерантности 0,80 (таблица 1).

С увеличением распространения корневых гнилей (тип M–MS–S) отмечено снижение полевой всхожести на 23–42 %, что привело к потерям урожайности до 60–83 %, а толерантность составила 0,41–0,17. Важно отметить, что толерантность не тождественна иммунности и определяется не механизмами устойчивости, а способами реакции растений на биотический стресс. Она может проявляться в пассивной форме – нечувствительности к повреждениям, которая определяется биохимическими особенностями (растение не воспринимает токсины патогена) и активной – компенсации повреждений. Компенсационные механизмы реализуются на всех уровнях организации: молекулярном – биохимическая и гормональная регуляция, клеточном – реализация систем множественности и надежности органелл, тканевом и организменном – репаративное восстановление поврежденных участков. На популяционном уровне компенсационные механизмы связаны с конкурентными взаимоотношениями особей, способностью к быстрой регенерации и восстановлению поврежденных органов и формированию новых. В отличие от устойчивости, толерантность не предусматривает активных защитных механизмов, направленных на подавление развития стрессора, и представляет собой меру отношения растения к агрессивности патогенов и фитофагов. Таким образом, низкая толерантность образцов Дуилио, Неолатино, Л-85-13, Л-93-13, Л-92-15, Л-95-15 свидетельствует о неэффективности компенсаторных механизмов и низкой эффективности систем надежности восприимчивых к гнилям генотипов.

Таблица 1 – Вредоносность корневых гнилей на твердой пшенице (2016–2018 гг.)

Тип устойчивости	Провокационный фон							Контрольный фон			Вредоносность корневых гнилей			
	образцы в группе	поражение корневыми гнилями			полевая всхожесть, %	сохраняемость растений к уборке, %	урожайность, ц/га	полевая всхожесть, %	сохраняемость растений к уборке, %	урожайность, ц/га	снижение, % (ПФ/КФ)		толерантность	потери урожайности, %
		R, %	лимиты	балл							всхожести	сохраняемости		
R–MR	Леванте, Л-88-13	3,8	0,8–4,8	0,1	91,3	84,6	35,2	96,1	93,7	44,6	5,06	9,98	0,80	20,06
MR–M	Л-8-00, Л-12-98, Л-30-00, Розалия, Л-40-00, Л-48-00, Л-58-11, Л-83-13, Л-86-13, Л-90-13, Л-91-15	19,3	14,4–29,6	1,0	71,4	70,1	17,7	92,1	90,5	43,6	22,54	22,72	0,41	59,15
M–MS	Валента, Ириде, Дуняша, Л-26-02, Меридиано, Л-81-13, Анкоморзио, Л-92-15, Л-95-15	38,2	33,6–64,8	1,7	64,1	60,4	13,4	92,2	87,2	43,6	33,79	33,54	0,27	73,14
MS–S	Дуилио, Л-85-13, Неолатино, Л-93-13	58,6	48,6–73,2	2,8	52,9	42,3	6,9	91,9	85,9	40,4	42,44	50,72	0,17	82,62

В условиях контрольного варианта применение средств защиты обеспечило нивелирование вредоносности гнилей корней у образцов с типом устойчивости MR–MS (потери урожайности не превысили значений наименьшей существенной разности и составили 0,4–1,7 ц/га), достоверное снижение всхожести и продуктивности растений отмечалось только у сильно восприимчивых образцов с типом устойчивости MS–S.

В целом за годы изучения высокую устойчивость к корневым гнилям выявили образцы Леванте, Л-88-13, Л-86-13, Л-83-13 и Л-48-0, у которых распространение заболевания отмечалось на единичных побегах и балл поражения не превышал 0,16. Данные сортообразцы были созданы в БГСХА с использованием методов ступенчатых скрещиваний с последующим отбором на провокационных фонах.

В то же время проведенный нами анализ не выявил достоверных взаимосвязей между морфотипом образца и устойчивостью к патогену [5]. С целью выявления критериев отбора в селекции на устойчивость к корневым гнилям мы провели анализ физиологических параметров формирования корневой системы у ряда образцов различного типа устойчивости.

В селекционной и фитопатологической практике косвенным параметром устойчивости к корневым гнилям являются линейные размеры корней. Скорость роста корневой системы на начальных этапах онтогенеза существенно различается по образцам. При незначительных отличиях по количеству корешков образцы отличаются темпами их роста, в результате чего суммарная длина корней и их объем варьируют в широких пределах – 14,3–38,7 см, 0,13–0,45 мл в фазе

всходов и 32,3–46,0 см, 0,20–0,52 мл в фазе кущения (таблица 2).

Вместе с тем линейные размеры не всегда отражают функциональность корневой системы. Так, например, у сорта мягкой пшеницы Рассвет при высокой суммарной длине корней (38,1 см, +2 % к средней) объем их значительно уступал другим образцам (–47,8 %), что свидетельствует о слаборазвитой мезодерме коры корня.

Поскольку кора является основным метаболическим реактором корня, её размер определяет мощность поглотительной способности и буферность корней, что, в свою очередь, коррелирует с величиной корневого давления и скоростью поглощения корнем воды и элементов минерального питания.

О мощности коры корня можно судить по показателю отношения объема корней к их суммарной длине. Наиболее мощная кора была сформирована у образца Л-88-13, а также у сортов Розалия и Ириде в фазе кущения. Самые тонкие корни сформировали образцы Рассвет, Дуилио, Л-26-02 и Валента.

Интегральным показателем работоспособности корневой системы является деятельная (рабочая) адсорбирующая поверхность, которую составляют молодые корни и корневые волоски, наиболее интенсивно поглощающие почвенный раствор. При этом не всегда у образцов, формирующих корневую систему с большой удельной поверхностью, мощная поглощающая часть. Так, например, у раннеспелого образца Л-26-02 корни формировались тонкими, в результате чего удельная поверхность корневой системы превышала средние показатели (+15,4 % и +6,1 % по фазам), вме-

Таблица 2 – Физиологические параметры формирования корневой системы у образцов твердой пшеницы различных типов устойчивости

Сортообразец	Тип устойчивости	Фаза онтогенеза	Морфометрические параметры			Адсорбирующая поверхность корней, м ²			Удельная поверхность корней, м ² /мл		
			количество корешков, шт.	суммарная длина, см	объем, мл	общая	рабочая	недеятельная	общая	рабочая	недеятельная
Рассвет (K2)	M	всходы	6,5	34,1	0,18	0,138	0,050	0,090	0,767	0,278	0,489
		кущение	7,0	38,1	0,25	0,204	0,082	0,122	0,816	0,328	0,488
Л-88-13	R–MR	всходы	6,7	32,5	0,45	0,458	0,166	0,292	1,018	0,369	0,649
		кущение	8,8	46,0	0,50	0,481	0,185	0,296	0,962	0,370	0,592
Л-48-00	MR	всходы	5,2	28,2	0,28	0,262	0,078	0,184	0,936	0,279	0,657
		кущение	5,7	32,3	0,33	0,259	0,095	0,164	0,785	0,288	0,497
Розалия (K1)	MR–M	всходы	5,7	14,3	0,18	0,146	0,039	0,107	0,811	0,217	0,594
		кущение	6,8	32,1	0,50	0,503	0,204	0,299	1,006	0,408	0,598
Ириде	M	всходы	5,5	33,3	0,20	0,189	0,062	0,126	0,945	0,310	0,635
		кущение	7,0	38,7	0,53	0,568	0,265	0,303	1,072	0,500	0,572
Валента	M–MS	всходы	4,8	25,8	0,18	0,164	0,052	0,112	0,911	0,289	0,622
		кущение	6,7	35,4	0,33	0,314	0,102	0,212	0,952	0,309	0,642
Л-26-02	MS	всходы	4,5	27,6	0,15	0,161	0,063	0,097	1,073	0,420	0,653
		кущение	7,5	37,9	0,42	0,409	0,153	0,256	0,974	0,364	0,610
Дуилио	MS–S	всходы	3,8	24,6	0,13	0,127	0,053	0,074	0,977	0,408	0,569
		кущение	6,8	39,0	0,23	0,188	0,073	0,115	0,817	0,317	0,500
Среднее		всходы	5,3	27,6	0,22	0,206	0,070	0,135	0,930	0,321	0,609
		кущение	7,0	37,4	0,39	0,365	0,145	0,221	0,923	0,361	0,562

Таблица 3 – Взаимосвязь параметров корневой системы с устойчивостью к корневым гнилям и сохраняемостью растений, г

Показатель		Распространенность болезни	Балл иммунитета	Полевая всхожесть	Сохраняемость растений к уборке
Морфометрические параметры	количество корешков	-0,384	-0,445	0,351	0,490
	длина корней	-0,243	-0,252	0,219	0,152
	объем корней	-0,727	-0,737	0,614	0,659
Адсорбирующая поверхность корней	общая	-0,707	-0,692	0,579	0,743
	рабочая	-0,638	-0,625	0,600	0,682
	недеятельная	-0,740	-0,719	0,548	0,765
Удельная поверхность корней	общая	-0,249	-0,237	0,452	0,182
	рабочая	-0,156	-0,170	0,206	0,109
	недеятельная	-0,096	-0,051	0,263	0,148

сте с тем адсорбирующая поверхность её была невысокой, особенно при прорастании (-1,8 % к средней).

При поражении корневой системы нарушается транспорт веществ по растению. Причем, если поражена ксилема корня, растение испытывает дефицит воды и увядает, а при поражении флоэмы затрудняется транспорт продуктов фотосинтеза из листьев в генеративные и запасающие органы, и резко снижается урожайность. Корни при этом недостаточно снабжаются органическим веществом (ассимилятами), что приводит к снижению интенсивности дыхания и, как следствие, падению корневого давления в результате нарушения энергетического обмена. Это отражается не только на падении поглотительной способности корней, но и их ростовых процессах, так как формирование новых органов требует затраты энергии АТФ, которая высвобождается в процессе дыхания. Корни, испытывающие недостаток органических веществ (субстрата для окисления), слабо ветвятся, затрудняется новообразование, снижается скорость транспорта веществ. Недостаточное развитие корневой системы проявляет тормозящую корреляцию на рост вегетативных органов. Так, распространение корневых гнилей сильно коррелировало с полевой всхожестью (-0,843) и впоследствии определяло сохраняемость растений (-0,818) (таблица 3).

Темпы роста корневой системы на начальных этапах онтогенеза существенно различались по образцам при незначительных отличиях по количеству корешков. У позднеспелых образцов нарастание корневой системы происходит медленно, у сформировавшихся среднего размера корней в фазе всходов практически отсутствовал дальнейший рост до фазы кущения, что обуславливает большую их подверженность корневым гнилям в период кущения-стеблевания. Как следствие, сохраняемость растений позднеспелых образцов была невысокой – 75–78 %. У ранне- и средне-спелых образцов, наоборот, отмечался интенсивный прирост именно в период всходы-кущение.

По мере увеличения мощности корневой системы распространенность патогенов снижалась, что в конечном итоге обеспечивало нормальную сохраняемость растений.

Распространенность корневых гнилей имеет обратную корреляционную связь с количеством корешков (-0,384 и -0,445) и практически не связано с длиной корневой системы.

Не выявлено также существенной связи между устойчивостью и размером удельной поверхности корней, которая в большей степени определяется про-

дящей зоной корня, наиболее значима деятельная (рабочая) адсорбирующая поверхность, которую составляют молодые корни и корневые волоски, наиболее интенсивно поглощающие почвенный раствор.

Заключение

Таким образом, использование линейных параметров корней для прогнозирования и отбора генотипов, устойчивых к корневым гнилям, нецелесообразно. В селекции на устойчивость следует отдавать предпочтение показателям, связанным с мощностью мезодермы корня – объемом корневой системы ($r = -0,73$) и размером адсорбирующей поверхности (-0,625...-0,719).

Литература

- Бедловская, И. В. Влияние глубины заделки семян озимой пшеницы на развитие корневых гнилей и длину coleoptily в центральной зоне Краснодарского края / И. В. Бедловская, Н. М. Сидоров, В. В. Костюков // Труды Кубанского ГАУ. – 2015. – № 5 (56). – С. 74–80.
- Болезни и вредители пшеницы / Е. Дувеиллер [и др.] // Руководство для полевого определения (2-е издание). – Анкара, 2014. – 156 с.
- Васильева, Н. В. Причины усиления распространения корневых гнилей всходов яровой пшеницы в Лесостепи Приобья / Н. В. Васильева, В. Е. Синешкоков // Вестник НГАУ. – 2016. – № 4 (41). – С. 13–18.
- Дорофеева, Л. Л. Болезни зерновых культур. Корневые гнили [Электронный ресурс] / Л. Л. Дорофеева, В. А. Шкаликов. Режим доступа: <http://bayercropscience.ru/ru/kornevye-gnili.html>. – Дата доступа: 11.08.2016.
- Дуктова, Н. А. Физиологические основы селекции твердой пшеницы на иммунитет / Н. А. Дуктова. – Горки: БГСХА, 2018. – 218 с.
- Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Ин-т защиты растений. – Несвиж: Несвижск. укрупн. типогр. им. С. Будного, 2007. – 512 с.
- Моисеев, В. П. Физиология и биохимия растений: методические указания / В. П. Моисеев, Н. П. Решетский. – Изд-е 2-е, доп. и перераб // Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки: БГСХА, 2009. – 134 с.
- Моргун, В. В. Пошук нових джерел стійкості пшениці озимої до основних збудників грибних хвороб / В. В. Моргун, Т. В. Топчий // Физиология растений и генетика. – 2016. – Т. 48, № 5. – С. 393–400.
- Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів / В. В. Кириченко [та інш.]; за ред. В. В. Кириченко, В. П. Петренко. – Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН України, 2012. – С. 5–128.
- Способы обработки почвы и комплекс патогенных микроорганизмов в агроценозе озимой пшеницы / Н. Н. Глазунова [и др.] // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 31–33.
- Шрадер, Ш. Почвенные организмы против грибов и микотоксинов / Ш. Шрадер, Ф. Вольфарт, Э. Ольденбург // Новое сельское хозяйство. – 2016. – № 5. – С. 50.

Продуктивность гибридов сахарной свеклы белорусской селекции

С. А. Мелентьева, зав. отделом селекции сахарной свеклы
Опытная научная станция по сахарной свекле

(Дата поступления статьи в редакцию 13.07.2018 г.)

В результате конкурсных и послерегистрационных сортоиспытаний, проведенных в 2011–2017 гг. в сортоиспытательных учреждениях, расположенных в разных почвенно-климатических зонах Российской Федерации и Республики Беларусь, установлено, что потенциал продуктивности гибридов сахарной свеклы белорусской селекции довольно высок. Представлены данные продуктивности отечественных гибридов в сравнении с зарубежными аналогами.

Введение

Сахарная свекла – одна из наиболее выгодных и рентабельных сельскохозяйственных культур, используемая для производства сахара. Свекловодство – высокотехнологичная отрасль, предъявляющая высокие требования к возделываемым гибридам сахарной свеклы. Производству требуются гибриды, сочетающие высокую потенциальную продуктивность с устойчивостью к наиболее распространенным биотическим и абиотическим стрессовым факторам, обеспечивающие наибольший выход готовой продукции с единицы площади.

Сахарная промышленность является одним из приоритетных направлений социально-экономического развития Республики Беларусь, обеспечивающим продовольственную безопасность страны. Промышленным свеклосеянием занимаются около 400 сельскохозяйственных предприятий в четырех областях республики: Брестской, Гродненской, Минской и Могилевской. Посевные площади под сахарной свеклой в течение последних 10 лет стабилизировались на уровне около 100 тыс. га. Урожайность данной культуры за последние пять лет составила 45–50 т/га. В настоящее время в Республике Беларусь четыре завода по переработке свекловичного сырья: ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат», ОАО «Городейский сахарный комбинат», ОАО «Скидельский сахарный комбинат», ОАО «Жабинковский сахарный завод» общей мощностью более 33 тыс. т переработки сахарной свеклы в сутки.

Результаты исследований и их обсуждение

Основная задача, которая стоит перед РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» – создание высокопродуктивных, конкурентоспособных гибридов сахарной свеклы. Специалисты работают над селекцией по урожайности, качеству свеклы, над устойчивостью ее к различным заболеваниям.

Создание лабораторий, оснащение новым оборудованием, вовлечение в селекционный процесс нового исходного материала, совместные исследования с учеными России, Польши, Сербии позволили расширить масштабы селекционных исследований и способствовали созданию новых высокопродуктивных гибридов. За последние пять лет в государственное сортоиспытание (ГСИ) Беларуси было передано 8 гибридов сахарной свеклы. В текущем году испытание в системе ГСИ проходили 3 гибрида.

Owing to the results of competitive and post-registration variety trials conducted in 2011–2017 in the variety testing organizations situated in different soil climatic zones of the Russian Federation and the Republic of Belarus, it's established that the yield potential of sugar beet hybrids of the Belarusian breeding is quite high. Presented are the characteristics of the yield of domestic hybrids compared with the foreign ones.

В результате международного сотрудничества были созданы и районированы совместные гибриды: с польской фирмой «Kutnowska Hodowla Buraka Cukrowego Sp.zo.o» – Полибел и Белполь, совместно с сербской фирмой «Смедекс» – Смежо и Конус. По результатам государственного испытания эти четыре гибрида (Полибел, Белполь, Смежо и Конус) включены в Государственный реестр сортов и растений Республики Беларусь в 2014–2018 гг. Это диплоидные гибриды урожайно-сахаристого направления. Отличаются высокой урожайностью и высокой сахаристостью. Обладают хорошей технологичностью, пригодны для средних сроков уборки. Гибрид Белполь обладает устойчивостью к ризомании.

В таблице 1 представлены результаты государственного сортоиспытания Беларуси (конкурсное) по районированным гибридам.

Гибрид Полибел в среднем за три года превзошел средний контроль (три лучших гибрида иностранной селекции – Модус, Кларина, Ненси), урожайность составила 73,2 т/га, сбор очищенного сахара – 10,7 т/га. Гибрид Белполь обеспечил урожайность 69,3 т/га, сахаристость составила 17,6 %, что на 0,3 % выше среднего контроля (Азиза, Ангус, Логан), сбор сахара – 10,03 т/га. Урожайность гибрида Смежо составила 57,4 т/га, сбор очищенного сахара был на уровне 8,5 т/га, средний контроль обеспечил сбор сахара 8,7 т/га. Гибрид Конус имел урожайность на уровне среднего контроля – 60,6 т/га (контроль – 60,7 т/га). Как видно из таблицы 1, гибриды обладают высокими показателями продуктивности, на уровне гибридов иностранной селекции.

Помимо конкурсного испытания, Государственной инспекцией проводятся производственные испытания гибридов на хозяйственную полезность для дальнейшей рекомендации их использования в сельскохозяйственном производстве. В таблице 2 представлены результаты производственного испытания в системе ГСИ.

Из таблицы 2 видно, что новые гибриды Полибел, Белполь, Смежо, Конус и гибрид Несвижский-2 (районирован в 2003 г.) имеют высокий потенциал продуктивности, находящийся на уровне либо незначительно уступающий среднему контролю (Азиза, Ангус, Логан).

Достоинство показывают себя гибриды и в производственных испытаниях сырьевых зон заводов Беларуси (таблица 3). Данные приведены в сравнении со средним по опыту (средний результат по 44–84 иностранным

Таблица 1 – Результаты государственного сортоиспытания Беларуси (конкурсное)

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор очищенного сахара, т/га
2011–2013 гг.			
*Средний контроль	71,5	17,1	10,3
Полибел	73,2	17,0	10,7
2012–2014 гг.			
**Средний контроль	69,8	17,3	10,1
Белполь	69,3	17,6	10,03
2014–2016 гг.			
**Средний контроль	58,4	17,4	8,7
Смежо	57,4	17,3	8,5
2015–2017 гг.			
**Средний контроль	60,7	16,9	8,8
Конус	60,6	16,7	8,6

Примечание – *Средний контроль: Модус (Strube), Кларина (KWS), Ненси (Maribo Seed);
 **средний контроль: Азиза (KWS), Ангус (Maribo Seed), Логан (Strube).

Таблица 2 – Результаты государственного сортоиспытания Беларуси (производственное и пострегистрационное)

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор очищенного сахара, т/га
2014 г.			
Средний контроль	63,6	16,6	8,8
Несвижский-2	63,3	16,2	8,4
Белполь	65,5	16,6	9,0
Полибел	64,1	16,6	8,7
2015 г.			
Средний контроль	36,8	16,0	5,0
Несвижский-2	35,8	15,5	4,6
Белполь	35,6	15,7	4,7
Полибел	35,9	15,6	4,8
2016 г.			
Средний контроль	57,9	18,3	9,1
Смежо	58,6	18,1	8,9
2017 г.			
Средний контроль	66,5	16,2	9,2
Конус	62,8	16,0	8,6
2017 г. (пострегистрационные испытания)			
Несвижский-2	61,6	15,9	8,4
Белполь	66,1	16,1	9,1
Полибел	62,5	16,1	8,7
Смежо	64,7	16,3	9,1

Примечание – Средний контроль: Азиза (KWS), Ангус (Maribo Seed), Логан (Strube).

гибридам). Следует отметить, что некоторые иностранные гибриды имели и более высокую урожайность, но много гибридов и уступали по элементам продуктивности. Например, по зоне ОАО «Жабинковский сахарный завод» гибрид Полибел занял 5 место из 84 гибридов; по зоне ОАО «Городейский сахарный комбинат» гибрид Белполь оказался на 18 месте из 44 гибридов; по зоне ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат» гибрид Полибел показал 14 результат из 65 гибридов.

Хорошо зарекомендовали себя новые гибриды в таких белорусских хозяйствах, как ОАО «Принеманский» Новогрудского района; СПК «Жуховичи» Кореличского

района; КСУП «Элит-Агро Больтиники», КСУП «Дотишки» Вороновского района и др.

В государственном сортоиспытании в 2017 г. находилось три гибрида: А-13093, А-13099, Марина. Гибриды имеют также высокий уровень продуктивности. Результаты представлены в таблице 4.

Гибрид А-13093 за два года испытаний показал урожайность на 1 т/га выше, чем у среднего контроля – 68,2 т/га (контроль 67,2 т/га), сахаристость выше на 0,2 % (17,2 %), и обеспечил сбор сахара 9,9 т/га, контроль – 9,8 т/га. Совместный гибрид Марина (НПЦ НАН Беларуси по земледелию; Опытная научная стан-

Таблица 3 – Результаты производственных испытаний гибридов сахарной свеклы в сырьевых зонах заводов (2016 г.)

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Выход сахара, т/га
СПК «Вознесенский», по зоне ОАО «Жабинковский сахарный завод»			
Белполь	86,8	17,7	13,9
Полибел	104,5	16,7	15,9
Несвижский-2	74,1	17,1	11,4
Среднее по опыту (84 гибрида)	90,5	17,5	14,2
СПК им. Воронежского, по зоне ОАО «Скидельский сахарный комбинат»			
Белполь	51,5	15,7	7,0
Несвижский-2	51,9	15,2	6,6
Среднее по опыту (88 гибридов)	53,8	16,2	7,6
СПК «Жуховичи», по зоне ОАО «Городейский сахарный комбинат»			
Белполь	64,6	18,9	10,1
Среднее по опыту (44 гибрида)	63,1	19,0	10,0
СУП «Агросервис - ССК», по зоне ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат»			
Белполь	71,8	18,6	11,6
Полибел	77,5	19,1	13,0
Несвижский-2	58,4	18,3	9,2
Среднее по опыту (65 гибридов)	75,9	18,3	12,0

Таблица 4 – Результаты государственного сортоиспытания Беларуси (конкурсное)

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га
2016–2017 гг.			
*Средний контроль	67,2	17,0	9,8
А-13093	68,2	17,2	9,9
А-13099	63,8	17,2	9,3
2017 г.			
*Средний контроль	72,6	15,8	9,9
Марина	74,2	15,8	9,9

Примечание – Средний контроль: Максимелла (KWS), Могикан (Sesvanderhave), Франциск (Strube).

ция по сахарной свекле; фирма «Смедекс», Сербия) в 2017 г. также показал высокий уровень продуктивности, сбор сахара на уровне контроля – 9,9 т/га. Данные гибриды эффективно себя показывают в ГСИ.

Учитывая высокий потенциал отечественных гибридов в Беларуси, были поданы заявки в ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» на гибриды Полибел и Белполь для прохождения испытания по Центрально-Черноземной зоне (ЦЧЗ). В 2016 г. гибрид Белполь был включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по ЦЧЗ Российской Федерации, селекционное достижение № 62765/8654401. Гибрид Белполь в среднем за 2014–2015 гг. по четырем сортоиспытательным участкам показал урожайность на уровне 44,0 т/га, сахаристость составила 19,8 %, сбор сахара – 8,8 т/га (таблица 5).

Проводились производственные испытания гибридов в 2015–2016 гг. в свеклосеющих хозяйствах РФ: Воронежской области – Россошанского и Верхнехавского районов; Курской области – ООО Курсксемнаучка; Орловской области – ООО «Дубовицкое»; ФГБНУ «Первомайская СОС» Краснодарского края; ООО «Агросахар» Ставропольского края (таблица 6). Демонстрация гибридов проводилась также на выставке-де-

монстрации «День Воронежского поля – 2015», «День Воронежского поля – 2016» (рисунок).

Гибриды показали хорошую урожайность, сахаристость и сбор сахара как в Курской и Орловской областях, так и в южных регионах Краснодарского и Ставропольского края. Урожайность данных гибридов



Гибрид Белполь

была сопоставима с гибридами иностранной селекции и даже превосходила некоторые из них.

В 2017 г. расширилась география испытаний белорусских гибридов в государственном сортоиспытании на территории Российской Федерации. Гибриды Полибел и Белполь проходили государственное испытание по Центральному региону – в Тульской и Рязанской об-

ластях (таблица 7); по Северо-Кавказскому региону – в Краснодарском и Ставропольском крае и Ростовской области (таблица 8); по Средне-Волжскому региону – в Республиках Мордовия и Татарстан и в Пензенской области (таблица 9).

В Рязанской области на Сасовском сортоучастке оба гибрида достойно показали себя, по сбору сахара

Таблица 5 – Результаты государственного сортоиспытания Российской Федерации (среднее, 2014–2015 гг.)

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га
Воронежская область, Рамонский ГСУ			
Контроль Рамонский Мс 46	36,9	18,9	7,0
Белполь	35,1	19,2	6,8
Курская область, Львовский ГСУ			
Контроль Львовский Мс 94	39,0	16,7	6,4
Белполь	44,9	16,2	7,3
Орловская область, Ливенский ГСУ			
Контроль Львовская О/С 52	41,9	19,7	8,3
Белполь	52,0	22,8	11,9
Тамбовская область, Авдеевский ГСУ			
Контроль Львовский Мс 29	38,5	21,4	8,2
Белполь	44,0	20,8	9,0
Среднее по ГСИ			
Контроль средний	39,1	19,2	7,5
Белполь	44,0	19,8	8,8

Таблица 6 – Производственные испытания гибридов в свеклосеющих хозяйствах Российской Федерации

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор очищенного сахара, т/га
ООО «Курсксемнаучка», Курская область, 2015 г.			
Белполь	32,4	19,0	6,1
Полибел	29,4	19,5	5,7
ООО «Дубовицкое», Орловская область, 2015 г.			
Белполь	40,3	22,4	9,0
Полибел	33,0	23,8	7,9
ФГБНУ «Первомайская СОС» (Краснодарский край), 2015 г.			
Белполь	49,1	17,7	8,7
Полибел	46,3	19,5	9,0
ООО «Агросахар» (Ставропольский край), 2016 г.			
Белполь	76,0	12,0	9,1
Полибел	78,5	12,3	9,6

Таблица 7 – Результаты государственного сортоиспытания Российской Федерации (Центральный регион, 2017 г.)

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га
Рязанская область, Сасовский ГСУ			
* Веда	46,6	17,0	7,9
Белполь	54,9	17,8	9,8
Полибел	58,4	16,2	9,5
Тульская область, Богородицкий ГСУ			
* Веда	60,0	18,3	11,0
Белполь	50,4	19,6	9,9
Полибел	29,6	18,3	5,4

Примечание – *Контроль гибрид Веда (Strube).

Таблица 8 – Результаты государственного сортоиспытания Российской Федерации (Северо-Кавказский регион, 2017 г.)

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га	Церкоспороз, %
Краснодарский край, Кавказский ГСУ				
*Агрипина	71,7	20,0	14,3	7
Белполь	82,8	20,5	17,0	9
Полибел	73,8	20,5	15,1	6
Ростовская область, Целинский ГСУ				
*Агрипина	77,4	18,1	14,0	25
Белполь	77,3	17,9	13,8	10
Полибел	82,8	17,5	14,5	10
Ставропольский край, Кочубеевский ГСУ				
*Агрипина	53,3	13,5	7,2	–
Белполь	47,5	14,7	7,0	–
Полибел	50,1	15,3	7,7	–

Примечание – *Контроль Агрипина (KWS).

Таблица 9 – Результаты государственного сортоиспытания Российской Федерации (2017 г.)

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га
Республика Мордовия, Старо-Синдровский ГСУ			
*Манон	48,5	11,3	5,5
Белполь	38,3	10,4	4,0
Полибел	59,4	9,6	5,7
Пензенская область, Бековский ГСУ			
*Манон	54,1	18,7	10,1
Белполь	56,3	18,7	10,5
Полибел	47,7	18,5	8,8
Республика Татарстан, Буинский ГСУ			
*Манон	70,5	–	–
Белполь	70,3	–	–
Полибел	54,8	–	–

Примечание – *Контроль Манон (Sesvanderhave).

превысив контроль на 1,6–1,9 т/га. В Тульской области результаты были хуже, особенно по гибриду Полибел, который по основным элементам продуктивности уступил контролю.

В таблице 8 представлены результаты испытаний по Северо-Кавказскому региону.

Очень хорошую продуктивность показали гибриды в Краснодарском крае с урожайностью 73,8–82,8 т/га и сахаристостью более 20 %. Получили выход сахара 15–17 т/га. Хорошие результаты показали гибриды и в Ростовской области, обеспечив сбор сахара на уровне 14 т/га. В Ставропольском крае по сбору сахара гибриды были на уровне контроля. Важно отметить, что наряду с высокими показателями по урожайности для этого региона очень важен показатель устойчивости к церкоспорозу. По данным ученых, в Краснодарском крае эпифитотийное развитие церкоспороза наблюдается раз в пять лет, очень сильное – раз в три года, среднее и сильное – через год. Но наши гибриды по устойчивости к данному заболеванию имели балл поражения более чем в два раза ниже, чем у контроля в Ростовской области, и на уровне контроля в Краснодарском крае.

В таблице 9 представлены данные государственного сортоиспытания по Республике Мордовия, Татарстану и Пензенской области.

Продуктивность гибридов и по данным регионам также сопоставима с контролем – гибридом Манон фирмы Сесвандерхаве. В Республике Мордовия лучше показал себя гибрид Полибел, в Пензенской области и Республике Татарстан лучшим был Белполь.

Судьба вновь созданного гибрида во многом определяется производством высококачественных семян и их предпосевной обработкой. Качество семенного материала сахарной свеклы в большей степени зависит от условий их производства. Поэтому семеноводство этой культуры сконцентрировано в регионах, где имеются подходящие условия для выращивания семян с высокими посевными качествами, например, в Европе – это земли, расположенные в пределах 45° северной широты, такие страны, как Франция, Италия и другие.

К семенам сахарной свеклы в Республике Беларусь предъявляются высокие требования: семена должны иметь всхожесть не ниже 90 %, должны быть дражированы и протравлены. Мы долгое время отставали по технологичности семян. Высококачественного отечественного посевного материала просто не было из-за отсутствия технических возможностей для этого. Во-первых, условия Республики Беларусь не позволяют получать кондиционные семена гибридов

сахарной свеклы фабричной генерации. Во-вторых, в Беларуси нет завода по доработке семян сахарной свеклы.

Для решения этих проблем было организовано выращивание семян в благоприятных климатических условиях Италии и Сербии, а доработка семян – на современных заводах в Польше и Сербии. Семена, доработанные по европейским стандартам, имеют хорошие посевные качества: энергия прорастания у них – 90–95 %, всхожесть – 92–98 %.

Заключение

В заключение можно сказать: наши гибриды прошли целую систему независимых сортоиспытаний как в Беларуси, так и в России. Они включены в Государственный реестр сортов и растений Республики Беларусь (Полибел, Белполь, Смежо, Конус) и Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по ЦЧЗ Российской Федерации (Белполь) по итогам комплексных испытаний последних лет. Хорошо зарекомендовали себя на практике не только на опытных делянках, но и в производственных условиях. Они по различным критериям не уступают зарубежным аналогам и эффективно себя показали в различных экологических условиях.

Полибел, Белполь, Смежо, Конус – сегодня производителям есть что выбрать из отечественных гибридов сахарной свеклы.

УДК 635.5:630*165.6

Оценка исходного материала для селекции салата кочанного по комплексу хозяйственно ценных признаков в зависимости от сроков сева

О. Н. Бобкова

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 13.11.2018 г.)

*Расширение ассортимента овощных культур, в том числе и зеленных, за счет внедрения в производство новых сортов салата является важной задачей. Увеличение площадей под культурой связано с ее высокой пищевой ценностью и декоративными свойствами. Салат кочанный (*Lactuca sativa* var. *capitata*) относится к роду *Lactuca*, семейству астровые (*Asteraceae*) и является одной из самых скороспелых овощных культур. В статье дана сравнительная оценка сортов салата кочанного по скороспелости, урожайности, качеству продукции при выращивании в весенний и летне-осенний периоды. Выделены формы по комплексу хозяйственно полезных признаков, которые представляют интерес в селекции как исходный материал для получения новых сортов.*

Введение

Государственной программой развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 гг. в области овощеводства предусматривается увеличение разнообразия овощных культур в открытом и защищенном грунте [5]. Особую ценность имеют овощи, употребляемые в свежем виде, что позволяет использовать содержащиеся в них минеральные соли и витамины в неизменном состоянии и без потерь [2, 7, 11, 12].

Литература

1. Результаты испытания сортов кукурузы, однолетних и многолетних трав, свеклы сахарной на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2011–2013 годы / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2014. – 185 с.
2. Результаты испытания сортов кукурузы, однолетних и многолетних трав, свеклы сахарной и кормовой на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2012–2014 годы / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2015. – 191 с.
3. Результаты испытания сортов растений кукурузы, однолетних и многолетних трав, свеклы сахарной и кормовой на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2013–2015 годы / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2016. – 169 с.
4. Результаты испытания сортов растений кукурузы, однолетних и многолетних трав, сорго веничного, свеклы сахарной и кормовой на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2014–2016 годы: 80 лет сортоиспытанию / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2017. – 164 с.
5. Государственный реестр сортов: 80 лет сортоиспытанию / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2017. – 225 с.
6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию / Сорта растений (официальное издание). – Т. 1. – М.: ФГБУ «Росинформагротех», 2018. – 504 с.

*Expansion of green crops range, including wider introduction of new varieties of lettuce, is an important task. Increased areas under lettuce are caused by indisputable advantages of this crop: high food and ornamental quality. Lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata*) belongs to the genus *Lactuca*, aster family (*Asteraceae*). Lettuce is one of the most early-maturing vegetables. The article presents the comparative evaluation of varieties head lettuce when growing in spring and summer-autumn periods on precocity, yield and quality of the products. Selected forms that are of interest in breeding as source material to obtain new varieties.*

Важную роль в этом играют зеленные овощи, т. е. группа овощных культур, используемых только в свежем виде [2, 11].

Расширение ассортимента зеленных культур, в том числе за счет более широкого внедрения в производство новых сортов салата, является важной задачей. Увеличение площадей под культурой салата обусловлено достоинствами данной культуры: высокой пищевой ценностью и декоративными свойствами [4, 10, 15].

Салат (*Lactuca sativa* L.) является самой распространенной и популярной в мировом овощеводстве зеленой культурой и имеет большое диетическое значение как поставщик биологически активных веществ. Главная ценность заключается в том, что он употребляется в свежем виде, что способствует полной сохранности всех полезных веществ [1, 3, 8, 9, 10, 13, 14].

Сорта салата кочанного различаются по многим признакам: срокам созревания, урожайности, способам (рассадный и безрассадный) и месту выращивания (открытый и защищенный грунт) [1, 13, 14].

Большое разнообразие эколого-географических зон возделывания салата и сезонная специфика требуют создания сортов специального назначения, пригодных для определенных условий различных почвенно-климатических зон. Скороспелость, холодостойкость, высокая продуктивность, устойчивость к цветущности – основные направления селекции для северных районов, засухоустойчивость и жаростойкость с устойчивостью к ожогу листа – для южных.

Для конвейерного поступления продукции необходимы сорта различных сроков созревания с дружным наступлением и длительным периодом хозяйственной годности, способные формировать урожай при пониженной освещенности и не накапливать нитраты.

Общее требование к сортам – высокая продуктивность и качество товарной продукции, у кочанных сортов – величина и плотность кочана [9, 13].

В Государственный реестр сортов по состоянию на 15.12.2017 г. для использования в сельскохозяйственном производстве и приусадебном овощеводстве внесено более 80 сортов салата различной разновидности [6]. Для получения продукции в различные сроки необходим правильный выбор разновидности культуры, сорта, с учетом биологических особенностей и почвенно-климатических условий зоны выращивания салата в открытом грунте.

В настоящее время в республике товарные площади салата в открытом грунте практически отсутствуют. Данная культура выращивается в частном секторе в ограниченном количестве. На рынок салатная продукция поступает в основном из защищенного грунта, причем значительная ее часть экспортируется.

Таким образом, изучение и оценка исходного материала салата, особенностей выращивания в различные сроки позволит выделить образцы по комплексу

хозяйственно ценных признаков для селекции культуры, что является актуальным для создания сортов в Беларуси.

Материалы и методика проведения исследований

Исследования проводили на опытном поле кафедры плодовоовощеводства УО «БГСХА» в 2013–2015 гг. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Опыты были заложены с соблюдением агротехнических требований по уходу за растениями в течение всего периода наблюдений.

В качестве объекта исследований изучали коллекцию сортов салата кочанного отечественной и зарубежной селекции при выращивании в весенний (рассадным способом и прямым посевом) и летний (прямой посев) сроки в открытом грунте. Посев семян весеннего срока непосредственно в грунт проводили во второй декаде апреля, летнего – в первой декаде июля. При весеннем сроке сева для получения рассады семена салата высевали в зимней теплице, высадку рассады в открытый грунт проводили во второй половине мая. Размещение делянок – рендомизированное, повторность – трехкратная.

Метеорологические условия в годы проведения исследований значительно отличались по температурным показателям воздуха, количеству атмосферных осадков как по годам исследований, так и от средних многолетних данных, что способствовало объективной оценке коллекционного материала по комплексу хозяйственно полезных признаков.

Учет урожайности осуществляли путем взвешивания товарной части растений салата, биохимический их состав определяли в лабораторных условиях.

Результаты исследований и их обсуждение

Представленные в изучаемой коллекции сорта салата кочанного характеризовались различной реакцией на условия произрастания. В результате проведенных исследований определена длина вегетационного периода и урожайность сортов салата при разных сроках сева.

При весеннем сроке сева рассадным способом длина вегетационного периода в среднем за три года в зависимости от сорта составила от 56 до 71 дней (таблица 1).

Таблица 1 – Длина вегетационного периода и урожайность сортов салата кочанного при рассадном способе выращивания

Сорт	Длина вегетационного периода, дней				Урожайность, ц/га			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Полина (стандарт)	68	61	67	65	435,1	449,6	440,1	441,6
Персей	64	56	58	59	530,2	510,1	509,8	515,7
Орфей	62	71	68	67	480,2	510,1	504,9	498,4
Эвридика	62	52	54	56	390,1	350,3	330,1	356,8
Аврора	60	54	54	56	464,8	360,2	369,7	398,2
Бостон	62	61	59	61	390,1	710,2	670,2	590,2
Яхонт	62	61	61	61	560,1	630,2	619,8	603,4
Патриций	72	75	66	71	620,2	660,2	645,1	641,8
Гном	68	71	66	68	230,1	369,6	360,2	320,0
Валькирия	70	71	69	70	483,3	509,7	510,1	501,0
Лимпопо	70	61	69	67	483,1	600,1	560,2	547,8
НСР ₀₅								5,81

Среди исследуемых сортов салата кочанного самый продолжительный вегетационный период отмечен у сорта Патриций – 71 день. Наиболее скороспелыми оказались сорта Эвридика и Аврора – 56 дней. У остальных сортов данный показатель составил от 56 до 70 дней.

При оценке сортов салата весеннего срока сева выявлено, что все сорта по урожайности превосходили стандарт. Наиболее высокой урожайностью в среднем за три года характеризовался сорт Патриций – 641,8 ц/га. Высокая урожайность отмечена также у сортов Яхонт и Бостон – 603,4 и 590,2 ц/га соответственно. Наименьшей урожайностью отличались сорта Гном – 320,0 ц/га и Эвридика – 356,8 ц/га.

При посеве сортов салата в весенний период непосредственно семенами длина вегетационного периода в среднем за три года составила от 60 дней у сорта Яхонт до 67 дней у сорта Персей (таблица 2).

Установлено, что наиболее высокой урожайностью характеризовался сорт Бостон – 613,8 ц/га, что на 225,6 ц/га больше, чем у стандарта. Наиболее низкую урожайность показал сорт Гном – 238,5 ц/га. Урожайность сортов была ниже по сравнению с урожайностью при рассадном способе выращивания. В целом изуча-

емые сорта салата кочанного при их посеве семенами превосходили стандарт по урожайности кроме сортов Эвридика и Гном.

При изучении коллекционных сортов салата кочанного летнего срока сева выявлено, что длина вегетационного периода в зависимости от сорта в среднем за три года составила от 49 до 54 дней (таблица 3). При данном сроке сева сорта характеризовались более коротким вегетационным периодом, чем при посеве в весенний период.

Среди сортов салата кочанного самый продолжительный вегетационный период отмечен у сорта Гном – 56 дней. Наиболее скороспелыми оказались сорта Бостон и Яхонт, вегетационный период которых от посева до уборки составил 50 дней.

При оценке сортов салата летнего срока сева было установлено, что наиболее высокой урожайностью характеризовался сорт Патриций – 634,8 ц/га, наименьшей Гном – 229,0 ц/га. Высокая урожайность отмечена также у сортов Персей – 556,9 ц/га, Бостон – 555,2 ц/га, Валькирия – 542,3 ц/га. Сорта салата Персей, Эвридика, Бостон, Патриций, Валькирия характеризовались более высокой урожайностью по сравнению со стандартом.

Таблица 2 – Длина вегетационного периода и урожайность сортов салата кочанного при прямом посеве весной

Сорт	Длина вегетационного периода, дней				Урожайность, ц/га			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Полина (стандарт)	62	64	64	63	395,3	390,1	379,1	388,2
Персей	67	67	66	67	509,1	480,2	490,9	493,4
Орфей	64	64	62	63	442,8	415,9	448,2	435,6
Эвридика	61	62	62	62	372,8	352,3	341,3	355,5
Аврора	62	64	64	63	524,7	496,1	495,8	505,5
Бостон	62	63	62	62	635,2	603,4	602,7	613,8
Яхонт	59	60	60	60	432,1	384,1	411,1	409,1
Патриций	61	61	60	61	507,2	485,1	479,7	490,7
Гном	62	64	62	63	267,1	208,2	240,3	238,5
Валькирия	63	64	62	63	448,1	373,1	384,1	401,8
Лимпопо	62	62	62	62	459,2	421,3	448,2	442,9
НСР ₀₅								3,83

Таблица 3 – Длина вегетационного периода и урожайность сортов салата кочанного при прямом посеве летом

Сорт	Длина вегетационного периода, дней				Урожайность, ц/га			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Полина (стандарт)	55	50	52	52	779,8	377,1	373,1	510,0
Персей	53	49	51	51	793,1	440,3	437,2	556,9
Орфей	53	49	51	51	540,2	300,3	300,2	380,2
Эвридика	53	49	49	50	600,1	470,1	440,2	503,5
Аврора	52	49	47	49	585,1	283,2	280,3	382,9
Бостон	52	49	50	50	618,3	530,2	517,1	555,2
Яхонт	52	49	50	50	404,9	438,1	437,1	426,7
Патриций	58	51	54	54	857,1	517,2	530,2	634,8
Гном	60	52	56	56	187,2	254,8	245,1	229,0
Валькирия	57	51	52	53	656,7	490,1	480,1	542,3
Лимпопо	57	51	55	54	513,1	296,9	293,2	367,7
НСР ₀₅								3,51

Биохимическая оценка сортов салата проводилась на содержание в продуктивной части сухого вещества, сахаров, витамина С и нитратов. При весеннем сроке сева через рассаду содержание сухого вещества в продуктивной части салата составляло от 5,4 до 10,1 %, сахаров – от 0,50 до 2,62 %, витамина С – от 6,3 до 17,7 мг/100 г. По содержанию витамина С выделились сорта Яхонт – 17,7 мг/100 г, Аврора – 16,3 мг/100 г, Эвридика – 14,5 мг/100 г (таблица 4).

По содержанию нитратов в сортах салата кочанного имелись большие различия: от 125 мг/кг у сорта Орфей до 1617 мг/кг у сорта Эвридика. Однако превышения ПДК при данном сроке сева не наблюдалось на протяжении трех лет исследований.

При посеве прямым способом (таблица 5) содержание сухого вещества составляло от 5,6 до 6,9 %, сахаров – от 0,5 до 1,9 %, витамина С – от 5,9 до 16,6 мг/100 г. Высокое содержание витамина С отмечено у сортов Аврора и Яхонт – 16,6 и 16,2 мг/100 г соответственно.

Содержание нитратов в сортах салата изменялось от 281 мг/кг у сорта Орфей до 1346 мг/кг у сорта Эвридика.

Для сортов салата летнего срока сева (таблица 6) характерно более низкое содержание сухого вещества по сравнению с весенними сроками – от 3,3 до 5,1 %.

Содержание сахаров варьировало от 0,67 до 1,51 %, витамина С – от 7,9 до 17,3 мг/100 г. Наиболее высоким содержанием витамина С характеризовались сорта Персей – 17,3 мг/100 г, Бостон – 17,0 мг/100 г и Эвридика – 16,8 мг/100 г.

Содержание нитратов в продуктивной части салата кочанного изменялось в зависимости от сорта от 803 (сорт Гном) до 1931 мг/кг (сорт Ералаш). Установлено, что у сортов Персей, Эвридика, Бостон содержание нитратов превышало ПДК.

Заключение

Проведенная оценка коллекционного материала сортов салата кочанного при различных сроках сева и способах выращивания позволила среди них выделить образцы, обладающие скороспелостью, высокой урожайностью и качеством продукции. Высокая урожайность как при весеннем, так и при летнем сроке сева характерна для сортов Персей, Бостон, Аврора, Яхонт, Патриций, Валькирия.

В целом по комплексу хозяйственно ценных признаков выделены сорта Персей, Бостон, Аврора, Яхонт, Патриций, Валькирия, которые могут быть использованы в селекционной работе. Установлено, что в зависимости от срока выращивания наблюдается сортоспецифичность накопления нитратов в продукции.

Таблица 4 – Качественные показатели сортов салата кочанного при выращивании рассадным способом (среднее, 2013–2015 гг.)

Сорт	Сухое вещество, %	Сахара, %	Витамин С, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
Полина (стандарт)	6,5	1,20	6,4	342
Персей	6,2	0,50	6,5	943
Орфей	10,1	1,84	7,0	125
Эвридика	7,5	1,08	14,5	1617
Аврора	7,3	0,61	16,3	1266
Бостон	5,4	0,84	7,9	933
Яхонт	6,6	2,63	17,7	516
Патриций	5,7	1,87	7,5	490
Гном	5,9	1,35	8,5	1233
Валькирия	6,0	1,16	6,6	737
Лимпопо	6,1	1,26	6,3	390
ПДК				2000

Таблица 5 – Качественные показатели сортов кочанного салата при прямом посеве весной (среднее, 2013–2015 гг.)

Сорт	Сухое вещество, %	Сахара, %	Витамин С, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
Полина (стандарт)	6,7	1,1	6,5	339
Персей	6,7	0,5	7,5	616
Орфей	8,3	1,4	6,5	281
Эвридика	6,4	0,9	10,8	1346
Аврора	6,2	0,5	16,6	1031
Бостон	6,2	0,8	8,0	1000
Яхонт	6,9	1,9	16,2	463
Патриций	5,9	1,7	7,6	540
Гном	5,6	1,3	8,5	1267
Валькирия	5,9	1,4	5,9	565
Лимпопо	6,5	1,3	6,3	475
ПДК				2000

Таблица 6 – Качественные показатели сортов салата кочанного летнего срока сева (среднее, 2013–2015 гг.)

Сорт	Сухое вещество, %	Сахара, %	Витамин С, мг/100 г	Нитраты, мг/кг
Полина (стандарт)	4,2	1,51	9,2	1474
Персей	4,3	0,83	17,3	2055
Орфей	3,7	0,82	14,5	1631
Эвридика	4,4	1,37	16,8	2189
Аврора	3,3	0,88	14,0	1397
Бостон	4,5	0,92	17,0	2239
Яхонт	3,3	0,87	14,4	1504
Патриций	4,5	1,02	11,8	1534
Гном	4,1	0,99	7,9	803
Валькирия	4,1	0,67	10,2	1977
Лимпопо	5,1	0,90	8,6	1457
ПДК				2000

Выделение сортов с низким накоплением нитратов представляет интерес для селекционеров, что является актуальным для получения качественной продукции у культур, относящихся к группе зеленых.

Литература

1. Андреев, Ю. М. Овощеводство: Учебник для нач. проф. образования / Ю. М. Андреев. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – С. 164–166.
2. Балашев, Н. Н. Малораспространенные овощные культуры / Н. Н. Балашев. – Ташкент, 1957. – С. 25–28.
3. Белоносова, Н. Т. Разновидности салатов – перспективные культуры для юга Западной Сибири / Н. Т. Белоносова, Т. А. Кузнецова // Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию создания ЗСОС ВНИИО. – Барнаул, 2007. – С. 303–305.
4. Гиренко, М. М. Зеленные овощи: пособие для садоводов любителей / М. М. Гиренко. – М., 2003. – С. 164–166.
5. Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/programs/a868489390de4373.html> – Дата доступа 15.07.2018.
6. Государственный реестр сортов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sorttest.by/gosudarstvennyy-reyestr-sortov-2017-1> – Дата доступа 15.07.2018.

7. Доценко, В. А. Овощи и плоды в питании / В. А. Доценко. – Л.: Лениздат, 1988. – 287 с.
8. Колпаков, Н. А. Биолого-хозяйственная характеристика и сорта овощных культур / Н. А. Колпаков. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 1998. – 126 с.
9. Колпаков, Н. А. Конвейерное выращивание салата-латука в условиях юга Западной Сибири: монография / Н. А. Колпаков, Т. А. Кузнецова. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2011. – 110 с.
10. Круг, Г. Овощеводство / Пер. с немец. В. И. Леунова. – М.: Колос, 2000. – С. 486–496.
11. Литвинов, С. С. Научные основы современного овощеводства / С. С. Литвинов. – М., 2008. – С. 151–153.
12. Марков, В. М. Овощеводство / В. М. Марков. – М.: Колос, 1974. – С. 430–434.
13. Пивоваров, В. Ф. Овощи России / В. Ф. Пивоваров. – М.: Колос, 2006. – 384 с.
14. Пивоваров, В. Ф. Овощи-новинки на вашем столе / В. Ф. Пивоваров, П. Ф. Кононков, В. П. Никульшин. – М., 1995. – С. 122–125.
15. Сологуб, Ю. И. Овощеводство. Новые подходы – реальная прибыль: практ. пособие / Ю. И. Сологуб, И. М. Стрелюк, А. С. Максимиук. – Киев: ООО "Полиграф плюс", 2012. – С. 197–198.

УДК 632.21:632.51

Оценка применения граминицидов в посадках картофеля

И. Г. Волчкевич, кандидат с.-х. наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 08.09.2018 г.)

В статье изложены результаты исследований по изучению эффективности граминицидов на основе галоксифоп-Р-метила, клетодима и их комбинаций в посадках картофеля. Высокое гербицидное действие препаратов на засоренность однолетними и многолетними злаковыми сорняками обеспечило получение статистически достоверного урожая клубней.

Введение

Районированные сорта картофеля обладают потенциалом урожайности в 600–700 ц/га и более, но на практике обычно дают низкие урожаи – в среднем 150 ц/га, одной из причин чего является высокая засоренность

The article presents the results of studies on the effectiveness of graminicides based on haloxyfop-P-methyl, clethodim, and their combinations in potato plantings. The high herbicidal activity of the preparations on the infestation of annual and perennial cereal weeds ensured a statistically significant yield of tubers.

посадок, потери урожая клубней могут достигать 50 % и более [2, 5]. Видовой состав сорняков в агроценозах картофеля достигает 66 видов из 18 семейств, доминирующими являются малолетние (до 54 %). В обследованных посадках всех ароклиматических зон респу-

блики из однодольных сорных растений преобладают пырей ползучий (*Agropyron repens* Beauv.) (24,2 %) и просо куриное (*Echinochloa crus-galli* L.) (16,0 %) [5].

Согласно литературным данным, порог вредоносности проса куриного при выращивании среднеранних сортов картофеля достигает 20 шт./м², среднеспелых – 22, при возделывании поздних сортов – 30 шт./м² [5]. Однако на практике чаще всего численность данного вида выше в 1,5–3 раза [7].

Поскольку просо куриное относится к поздним яровым видам сорных растений и наносит ущерб картофелю во второй половине вегетации, когда у большинства почвенных гербицидов заканчивается защитное действие, необходимо применение препаратов в этот период, одними из таковых и являются граминциды.

Условия и методика проведения исследований

Исследования по оценке эффективности препаратов Малибу 104 КЭ (галоцифоп-Р-метил, 104 г/л), Шедоу, КЭ (клетодим, 120 г/л) и Квикстеп, МКЭ (клетодим, 130 г/л + галоцифоп-Р-метил, 80 г/л) проведены в условиях полевых опытов в посадках картофеля в ГП «Племзавод «Красная звезда» Клецкого района Минской области (сорт Бриз) в 2013 г., в РУП «Институт защиты растений» (Минский район, Минская область) и КСУП «Совхоз «Большое Можейково» Щучинского района Гродненской области (сорт Скарб) в 2014 г. в соответствии с «Методическими указаниями по полевым испытаниям гербицидов» [3, 4]. В качестве эталона использовали Зеллек супер, КЭ (галоцифоп-Р-метил, 104 г/л).

Технология возделывания картофеля общепринятая для Республики Беларусь. Площадь опытной делянки составляла 30 м², учетной – 25 м². Повторность 4-кратная, расположение вариантов рендомизированное. Внесение граминцидов осуществляли ранцевым опрыскивателем с расходом рабочей жидкости 200 л/га в период вегетации картофеля, при высоте пырея ползучего 10–15 см, в фазе 2–4 листьев однолетних однодольных сорняков.

Учеты засоренности осуществляли в два этапа: первый – до обработки (исходная засоренность), второй – через 30 дней (количественно-весовой и видовой). По степени снижения засоренности посадок культуры к контролю определяли биологическую эффективность гербицидов [3, 4]. Хозяйственную эффективность рассчитывали по методике Л. В. Сорочинского, А. П. Будревича, Т. И. Валькевич [6].

Статистическую обработку данных осуществляли по методике Б. А. Доспехова (1985) [1] и пакета программ Oda.

Результаты исследований и их обсуждение

Согласно результатам учета исходной засоренности, численность однолетних злаковых сорняков в агроценозе картофеля к моменту опрыскивания граминцидами варьировала от 46 до 110 шт./м², многолетних – от 57,6 до 94,0 стеблей/м².

Оценка фитосанитарного состояния посадок картофеля через месяц после применения граминцидов показала, что применение препарата Малибу 104 КЭ обеспечило снижение численности однолетних злаковых сорняков на 92,7 % и на 95,3 % их вегетативной массы, в т. ч. проса куриного – на 95,6 и 96,8 %, мятлика однолетнего – на 82,0 и 86,3 % (таблица 1).

Численность пырея ползучего под действием граминцида Малибу 104 КЭ снижалась на 95,7 %, вегетативная масса – на 98,4 % (таблица 2). Применение гербицида обеспечило сохранение 104,8–198,4 ц/га клубней картофеля (таблица 1, 2).

Через месяц после проведения опрыскивания эффективность гербицида Шедоу, КЭ в посадках картофеля по снижению численности однолетних злаковых сорняков варьировала от 93,0 до 97,2 %, вегетативной массы – от 94,8 до 98,1 % в зависимости от нормы расхода препарата (таблица 3). Граминцид высокоэффективно (95,6–100 %) снижал численность проса куриного. В борьбе с мятликом однолетним гербицидная активность препарата Шедоу, КЭ была несколько ниже и варьировала от 83,6 до 86,9 % (таблица 3).

Снижение засоренности агроценозов картофеля положительно повлияло на накопление урожая клубней. Наибольший урожай (212,5 ц/га) получен при применении гербицида в максимальной норме расхода (0,8 л/га), незначительно ниже (198,1 ц/га) – при опрыскивании гербицидом Шедоу, КЭ в норме расхода 0,6 л/га. Отсутствие вредоносности проса куриного и мятлика однолетнего позволило сохранить от 101,9 до 116,3 ц/га урожая клубней (таблица 3).

Применение граминцида Шедоу, КЭ против пырея ползучего обеспечило снижение численности сорняка на 83,2–97,3 % и позволило сохранить от 179,2 до 186,9 ц/га клубней картофеля. Наибольший урожай (281,7 ц/га) получен при применении препарата в максимальной норме расхода – 1,8 л/га (таблица 4).

Биологическая эффективность граминцида Квикстеп, МКЭ, спустя месяц после опрыскивания, варьировала от 90,9 до 98,5 % по снижению численности проса куриного и от 95,5 до 99,7 % по уменьшению его вегетативной массы. В вариантах опыта сохранено 66,7–74,2 ц/га клубней картофеля в сравнении с контролем (таблица 5).

Таблица 1 – Эффективность гербицида Малибу 104 КЭ в посадках картофеля при засорении однолетними злаковыми сорняками (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», сорт Скарб, 2014 г.)

Вариант	Снижение численности сорных растений, %			Снижение массы сорных растений, %			Урожайность, ц/га
	всех	в том числе		всех	в том числе		
		проса куриного	мятлика однолетнего		проса куриного	мятлика однолетнего	
Контроль (без обработки)	287,0	226,0	61,0	2398,0	2046,0	352,0	96,2
Зеллек супер, КЭ, 0,5 л/га (эталон)	94,1	96,5	85,2	95,8	97,5	85,6	208,6
Малибу 104 КЭ, 0,5 л/га	92,7	95,6	82,0	95,3	96,8	86,3	201,0
НСР ₀₅							35,0

Примечание – В контроле – численность сорняков, шт./м²; масса, г/м².

Оценка засоренности посадок картофеля пыреем ползучим через месяц после внесения гербицида Квикстеп, МКЭ показала, что препарат снижал численность сорняка на 78,1–93,8 %. Следует отметить, что

эффективность гербицида зависела от его нормы расхода. Применение препарата в норме расхода 0,4 л/га снижало численность пырея ползучего на 78,1 %, вегетативную массу – на 84,4 %, в норме расхода 0,6 л/га –

Таблица 2 – Влияние гербицида Малибу 104 КЭ на засоренность и урожайность картофеля (полевой опыт, КСУП «Совхоз «Большое Можейково», сорт Скарб, 2014 г.)

Вариант	Снижение численности (1) и массы (2) пырея ползучего, %		Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
	1	2		
Контроль (без обработки)	259,0	686,5	94,8	–
Зеллек супер, КЭ, 1,0 л/га (эталон)	92,7	95,5	288,5	193,7
Малибу 104 КЭ, 1,0 л/га	95,7	98,4	293,2	198,4
НСР ₀₅			39,5	

Примечание – В контроле – численность, стеблей/м²; масса, г/м².

Таблица 3 – Эффективность гербицида Шедоу, КЭ в посадках картофеля при засорении однолетними злаковыми сорняками (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», сорт Скарб, 2014 г.)

Вариант	Снижение численности сорных растений, %			Снижение массы сорных растений, %			Урожайность, ц/га
	всех	в том числе		всех	в том числе		
		проса куриного	мятлика однолетнего		проса куриного	мятлика однолетнего	
Контроль (без обработки)	287,0	226,0	61,0	2398,0	2046,0	352,0	96,2
Зеллек супер, КЭ, 0,5 л/га (эталон)	94,1	96,5	85,2	95,8	97,5	85,6	208,6
Шедоу, КЭ, 0,6 л/га	93,0	95,6	83,6	94,8	96,5	85,5	198,1
Шедоу, КЭ, 0,8 л/га	97,2	100	86,9	98,1	100	86,9	212,5
НСР ₀₅							18,6

Примечание – В контроле – численность сорняков, шт./м²; масса, г/м².

Таблица 4 – Влияние гербицида Шедоу, КЭ на засоренность и урожайность картофеля (полевой мелкоделяночный опыт, КСУП «Совхоз «Большое Можейково», сорт Скарб, 2014 г.)

Вариант	Снижение численности (1) и массы (2) пырея ползучего, %		Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
	1	2		
Контроль (без обработки)	259,0	686,5	94,8	–
Зеллек супер, КЭ, 1,0 л/га (эталон)	92,7	95,5	288,5	193,7
Шедоу, КЭ, 1,2 л/га	83,2	83,6	275,0	180,2
Шедоу, КЭ, 1,6 л/га	97,5	99,2	274,0	179,2
Шедоу, КЭ, 1,8 л/га	97,3	99,1	281,7	186,9
НСР ₀₅			29,2	

Примечание – В контроле – численность сорняков, стеблей/м²; масса, г/м².

Таблица 5 – Влияние гербицида Квикстеп, МКЭ на засоренность и урожайность картофеля (полевой опыт, ГП «Племзавод «Красная звезда», сорт Бриз, 2013 г.)

Вариант	Снижение численности (1) и массы (2) проса куриного, %		Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
	1	2		
Контроль (без обработки)	66,0	957,0	293,3	–
Зеллек супер, КЭ, 0,5 л/га (эталон)	93,9	96,7	372,5	79,2
Квикстеп, МКЭ, 0,4 л/га	90,9	95,5	360,0	66,7
Квикстеп, МКЭ, 0,6 л/га	98,5	99,7	367,5	74,2
НСР ₀₅			57,5	

Примечание – В контроле – численность шт./м²; масса, г/м².

Таблица 6 – Влияние гербицида Квикстеп, МКЭ на засоренность и урожайность картофеля (полевой мелкоделаяночный опыт, ГП «Племзавод «Красная звезда», сорт Бриз, 2013 г.)

Вариант	Снижение численности (1) и массы (2) пырея ползучего, %		Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
	1	2		ц/га	%
Контроль (без обработки)	64,0	1185,0	237,5	–	–
Зеллек супер, КЭ, 1,0 л/га (эталон)	90,6	95,6	398,4	160,9	167,7
Квикстеп, МКЭ, 0,4 л/га	78,1	84,4	301,7	64,2	127,0
Квикстеп, МКЭ, 0,6 л/га	90,6	93,1	378,3	140,8	159,3
Квикстеп, МКЭ, 0,8 л/га	93,8	94,4	400,8	163,3	168,8
НСР ₀₅			53,0		

Примечание – В контроле – численность стеблей/м²; масса, г/м².

на 90,6 и 93,1 %, в норме расхода 0,8 л/га – на 93,8 и 94,4 % соответственно (таблица 6).

Применение граминицида Квикстеп, МКЭ обеспечило сохранение от 64,2 до 163,3 ц/га урожая клубней картофеля (таблица 6).

Заключение

Полученные результаты исследований свидетельствуют о высокой биологической и хозяйственной эффективности граминицидов Малибу 104 КЭ, Шедоу, КЭ и Квикстеп, МКЭ при применении их в период вегетации картофеля, при высоте пырея ползучего 10–15 см и в фазе 2–6 листьев у однолетних злаковых сорняков.

Численность однолетних злаковых сорных растений через 30 суток после применения перечисленных гербицидов снижалась на 90,9–98,5 %, многолетних злаковых – на 90,6–97,5 %, что обеспечило сохранение от 66,7 до 198,4 ц/га клубней картофеля.

Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Волчкевич, И. Г. Эффективность граминицидов в посадках картофеля / И. Г. Волчкевич // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. статей по материалам XXI Междунар. науч.–практ. конф. (Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г.): Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, агрономия, защита растений / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; УО "Гродненский государственный аграрный университет". – Гродно, 2018. – С. 282–284.

3. Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве / ВНИИЗР. – М., 1981. – 46 с.

4. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост. С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж, 2007. – 58 с.

5. Сонкина, Н. В. Сорная растительность агроценозов картофеля и пути снижения ее вредоносности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Н. В. Сонкина; РУП «Институт защиты растений». – Прилуки, 2007. – 23 с.

6. Сорочинский, Л. В. Экономическое обоснование применения средств защиты растений / Л. В. Сорочинский, А. П. Будревич, Т. И. Валькевич. – Минск, 1999. – 12 с.

7. Редюк, С. И. Защита картофеля от сорных растений / С. И. Редюк // Вестник защиты растений. – 2017. – № 2 (92). – С. 54–58.

УДК 635.21:632.38:631

Перспективность изучения вирусоустойчивости картофеля в условиях изменения климата

Ю. В. Харченко, Р. А. Бондус, кандидаты с.-х. наук
Устимовская опытная станция растениеводства, Украина
Л. Т. Мищенко, доктор биологических наук
Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 26.09.2018 г.)

В статье изложены результаты многолетних исследований вирусоустойчивости картофеля в условиях южной части лесостепи Украины. Проведено изучение коллекции картофеля, которая сформирована на Устимовской опытной станции в количестве 645 образцов. В Киевском национальном университете им. Тараса Шевченко с целью идентификации и изучения морфологии вирусов использовали методы ИФА, ЗТ-ПЛР, электронной микроскопии. В результате была сформирована рабочая признаковая коллекция сортов картофеля по устойчивости к вирусным болезням, которая насчитывает 34 образца из 10 стран мира. Данная коллекция включает источники и доноры

The article presents the results of many years of research on virus resistance of potatoes in the conditions of the southern part of the forest-steppe of Ukraine. A collection of potatoes was developed on the Ustyim research station of plant growing in the amount of 645 varieties. In the Kyiv National Taras Shevchenko University, in order to identify and study the morphology of viruses, IFA, ZT-PCR, and electron microscopy methods were used. As a result, a working collection of potato varieties was established for resistance to viral diseases, which includes 34 samples from 10 countries of the world. This collection includes sources and donors of virus-susceptibility and is valuable for use in breeding, scientific and educational programs.

признаков вирусоустойчивости, ценные для использования в селекционных, научных и учебных программах.

Введение

Значительная часть территории Украины относится к зоне широкого распространения вирусных болезней, что вместе с низкой вирусоустойчивостью подавляющего большинства сортов картофеля приводит к их массовому инфицированию. Очевидно, что в дальнейшем глобальное потепление климата еще больше будет усугублять ситуацию.

Существует два четких механизма, благодаря которым изменение климата может влиять на взаимоотношения между вирусами и растениями. Во-первых, изменение климата имеет прямое влияние на биологию насекомых, в том числе векторов, их выживание, репродукцию и распространение. Во-вторых, наблюдаются предпосылки к изменениям в сельскохозяйственной практике, которые будут иметь место в результате изменения климата, например, введение новых видов культур и генотипов растений [1]. В частности, тли активно реагируют на изменения окружающей среды в связи с коротким временем отрождения новых поколений, низкими пороговыми температурами для развития и способностью выдержать теплые зимы. Увеличение численности разных видов насекомых как векторов неизбежно будет способствовать повышению риска появления и распространения фитовирусных инфекций [2].

Известно, что многие экономически важные фитовирусы передаются почвенными организмами, как например, грибами и нематодами. Болезни, вызванные такими вирусами, особенно сложны в контроле. В умеренных регионах, в том числе северной Европе, ожидается, что увеличение влагоемкости почв и высокая температура повысят активность зооспор и нематод, при помощи которых распространяются вирусы [3]. Так, *Potato mop-top virus* (PMTV) передается грибом *Spongospora subterranea*. Недавно установлено, что эти виды векторов распространены в Швеции [32]. Вероятно, наиболее важным фактором их распространения является перемещение зараженного растительного материала и почвы, при этом не последнюю роль играют климатические факторы. В Нидерландах за последние двенадцать лет под влиянием существенных изменений климата появилось много новых штаммов PVY (PVY^{NTN}, PVY^{NW}) [4]. В Канаде по частоте выявления зарегистрирована вспышка PLRV в связи с увеличением числа векторов, что связано с повышенными температурами зимой [5, 6].

На современном этапе "начала экологических кризисов", обусловленных глобальными изменениями климата и трансформацией окружающей среды под влиянием человеческой деятельности, мониторинг вирусных инфекций в эко- и агроценозах является одной из первоочередных мер по предотвращению их уничтожения, сохранения устойчивого развития и функционирования агроэкосистем [7]. Следует заметить, что ряд вирусологов (В. Л. Рыжков, 1946; Х. Браун, 1954; Б. Х. Нурмисте, 1965) предостерегали о недооценке экологических факторов в развитии и распространении вирусных болезней картофеля. Они считали, что недопустимо игнорировать меры борьбы, предложенные экологами [8]. Болезни растений могут иметь как абиотическую, так и биотическую природу, а их проявление сложно идентифицировать, опираясь лишь на визуальные симптомы. Вирусные патологии растений имеют неспецифический характер, поскольку эта ин-

фекция воздействует на базовые метаболические процессы, а фенотипические изменения, происходящие при этом, имеют сходство с проявлением стрессовых состояний у растений под влиянием неблагоприятных факторов среды: высоких либо низких температур, негативных эдафических факторов и т. д. [9]. Известно, что при пониженных температурах могут проявляться симптомы покраснения листьев, которые визуально напоминают симптомы вирусного инфицирования, однако являются физиологической реакцией на абиотические стрессы [10, 11]. В общем, симптоматика вирусных болезней требует выявления всех связей, которые влияют на их проявление: природно-экологические условия и агротехнические особенности ухода за растениями, физиологическое состояние растений, взаимодействие генотипа растения с генотипом возбудителя и т. д. [12].

Цель исследований – изучение в коллекции картофеля поражаемости сортов вирусами в условиях южной части лесостепи Украины, их идентификация и выделение устойчивых образцов для дальнейшего использования в селекционных, научных и учебных программах.

Материал, методика и условия проведения исследований

Исследования проводили на Устимовской опытной станции растениеводства Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН Украины, которая является базовой станцией Национального центра генетических ресурсов растений Украины (НЦГРРУ), и в Киевском национальном университете им. Тараса Шевченко. Материалом исследований были сорта картофеля из коллекции в количестве 645 образцов. Биологическое и генетическое разнообразие культуры картофеля представлено образцами из 30 стран мира. Подавляющее большинство образцов представлено из Европы – 58,9 %.

Устимовская опытная станция растениеводства, которая размещена в центральной части Левобережной Украины на границе лесостепной и степной зон в юго-восточной части Полтавской области, является уникальной зоной для поиска источников устойчивости картофеля к негативным биотическим и абиотическим факторам окружающей внешней среды сразу для двух зон – степи и лесостепи Украины [13]. Характеристика погодных условий за период исследований 1995–2017 гг. выполнена на основании данных метеорологического пункта Устимовской опытной станции растениеводства. Изучение коллекционных образцов на устойчивость к вирусным болезням проводилось в соответствии с общепринятыми методиками в картофелеводстве [14, 15, 16, 17] в условиях естественного инфекционного фона. Определялась устойчивость к вирусам мозаичного типа, которые размножаются в паренхиме, и к вирусу скручивания листьев, что проникает в сосудистую систему. Образцы, которые в результате полевой оценки были выделены как устойчивые к вирусным болезням, тестировали на пораженность вирусами с использованием современных методов диагностики [18, 19]. Идентификацию вирусов и очистку вирусных препаратов, определение физических, иммунологических и молекулярно-биологических свойств вирусов, а также электронно-микроскопическое иссле-

дование проводили в лаборатории экологии вирусов и диагностики вирусных болезней ННЦ "Институт биологии и медицины" Киевского национального университета им. Тараса Шевченко. Идентификацию вирусов осуществляли с помощью твердофазного иммуоферментного анализа (сэндвич-вариант) [28] с использованием коммерческих тест-систем фирмы LOEWE (Германия). Результаты реакции регистрировали на ридере Termo Labsystems Opsis MR (США) с программным обеспечением Dynex Revelation Quicklink при длинах волн 405/630 нм. Как достоверные принимали значения, превышающие негативный контроль в три раза [20]. Морфологию вирусных частиц изучали методом трансмиссионной электронной микроскопии (ЭМ). Препараты исследовали с помощью электронных микроскопов JEM 1230 (JEOL, Япония) и ЭМ-125 (Сумы, Украина).

Результаты исследований и их обсуждение

Симптомы вирусных болезней наблюдались нами ежегодно при любых погодных условиях, но вспышки отмечались периодически при массовом размножении насекомых-переносчиков и длительном их питании на растениях в условиях теплых затяжных осенних периодов. Учитывая, что большинство вирусов картофеля передаются векторами (тлями), изменение метеорологических условий косвенно способствует их интенсивному развитию и распространению путем воздействия на размножение и зимовку насекомых. В связи с этим нами проанализированы температура воздуха и количество осадков за весь период изучения (рисунок 1).

По температурному режиму и количеству осадков условия подавляющего большинства лет приближаются к средним многолетним, однако в отдельные годы отмечены существенные отклонения, в частности в 2001 и 2011 г. (рисунок 1).

Характер развития, распространение и вредоносность вирусов картофеля определялись биологическими и генетическими особенностями сортов, но значительное влияние на интенсивность поражения образцов и, как следствие, снижение продуктивности

растений имели также и погодные условия (рисунок 2).

Наличие вирусов в растениях картофеля не всегда приводило к снижению их продуктивности. Лишь под воздействием неблагоприятных условий внешней среды в 2007, 2009, 2012, 2013, 2017 г. (рисунок 2) вирусы, находящиеся в предыдущие годы в латентной форме, вызывали тяжелые болезни, что оказывало влияние на урожайность (таблица 1).

Нами было установлено различие в распределении сортов по урожайности в годы изучения. Чаще всего (1995, 1996, 1998, 1999, 2000, 2007, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017 г.) модальным классом был <300,0 г/куст. В то же время в отдельные годы (2001, 2002, 2003, 2006, 2014) таким является второй класс – 300,1–500,0 г/куст. Данные распределения свидетельствуют о значительном влиянии на урожайность погодных условий вегетационного периода. Например, сорта с проявлением урожайности >900 г/куст не были выделены в 1996, 1998, 2007, 2009, 2010, 2012, 2013, 2017 г. Однако в 2004 г. такой высокий показатель урожайности отмечен у значительной части сортов – 34,6 %. Неблагоприятные экзогенные факторы в 2012 г. обусловили отсутствие сортов в классах 500,1–700,0 и 700,1–900,0 г/куст. Подобное относительно класса продуктивности 700,1–900,0 г/куст наблюдалось в 1998 и 1999 г., что свидетельствует о специфической реакции генотипов сортов на выращивание в указанные годы.

Первопричиной вырождения картофеля в южной части Украины являются неблагоприятные погодноклиматические условия, которые складываются во время весенней посадки, в результате чего ослабленные растения быстрее оказываются под депрессивным воздействием вирусной инфекции [8]. В результате проведенных нами исследований было установлено, что значительные отклонения от средней многолетней нормы температуры и количества осадков способствовали интенсивному массовому проявлению вирусных болезней, или при благоприятных почвенно-климатических условиях, наоборот, вирусные болезни визуально не проявлялись. Одной из особенностей вирусов является их способность к поражению организма

хозяина без проявления симптомов заболевания. Различают латентную и скрытую формы [21]. В латентной форме вирус можно обнаружить, пользуясь определенными методами диагностики: он сохраняет инфекционность и, поражая другие растения, способен вызвать у них симптомы заболевания. В скрытом состоянии вирусные частицы в организме хозяина найти не удается. Они неинфекционны и находятся в особом физическом состоянии. Их инфекционность может проявиться после воздействия определенного провоцирующего фактора [28], когда степень поражения растений проявляется изменениями морфологического, анатомического и физиологического характера.

Следует отметить, что в годы (1997, 1998, 2001, 2004, 2005, 2011) с достаточным влагообеспечением (рисунок 1) только у

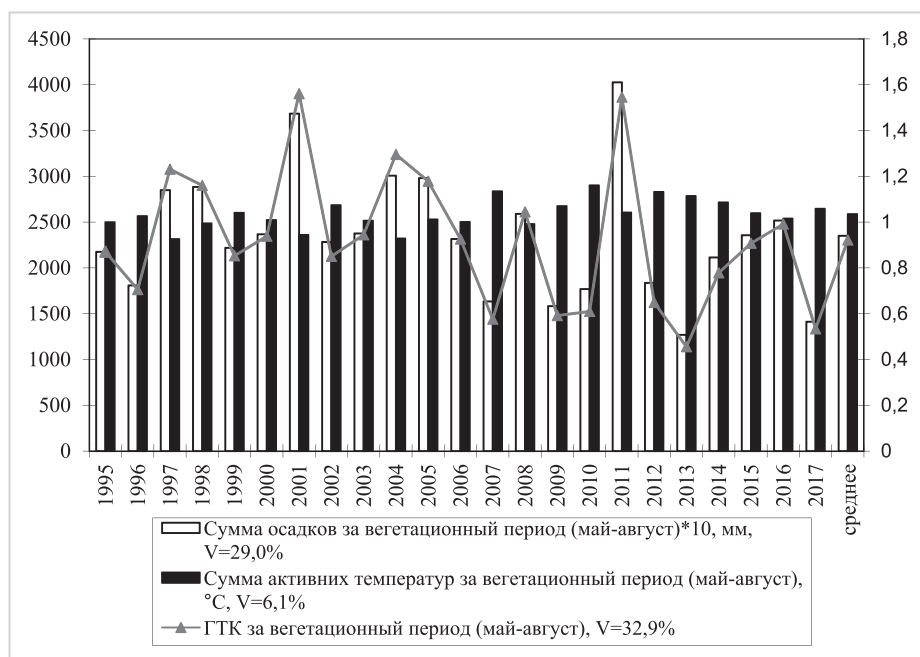


Рисунок 1 – Метеорологические условия периодов вегетации картофеля (1995–2017 гг.)

20 % сортов отмечены симптомы вирусных болезней. В 2001 г., например, сумма осадков за июнь, составившая 200,5 мм и в три раза превысившая среднюю многолетнюю (57 мм), высокая относительная влажность воздуха – 92 % при средней 69 % и среднемесячная температура воздуха 17,6 °С (на 2,5 °С ниже средней многолетней) способствовали хорошему росту и развитию растений картофеля.

По распространенности и развитию болезни распределялись следующим образом: скручивание листьев – 47 %, морщинистая мозаика – 35 %, полосчатая мозаика – 18 %. Возбудителем скручивания листьев является сферический персистентный вирус L, *Potato leaf roll virus*. Морщинистую мозаику вызывает смешанная инфекция вируса *Potato virus Y* в комбинациях с вирусами *Potato virus X*, *Potato virus S*, *Potato virus A*, *Potato virus M*. Также у растений, пораженных морщинистой мозаикой, можно выявить два или несколько мозаичных вирусов – Y, X, S, A, M в разных комбинациях, однако вирус Y присутствует постоянно. Реже встречается одинарная инфекция вируса Y. Основным возбудителем полосчатой мозаики (стрик) является *Potato virus Y*, который имеет много-

численные штаммы, что различаются между собой вирулентностью и симптомами проявления на растениях картофеля и индикаторных растениях. В сочетании с другими вирусами картофеля, такими как A, X, S, M, вирус Y вызывает тяжелые заболевания. Однако эффект совместного действия патогенов во многом зависит от комбинации вирусов и сортовых особенностей картофеля [22].

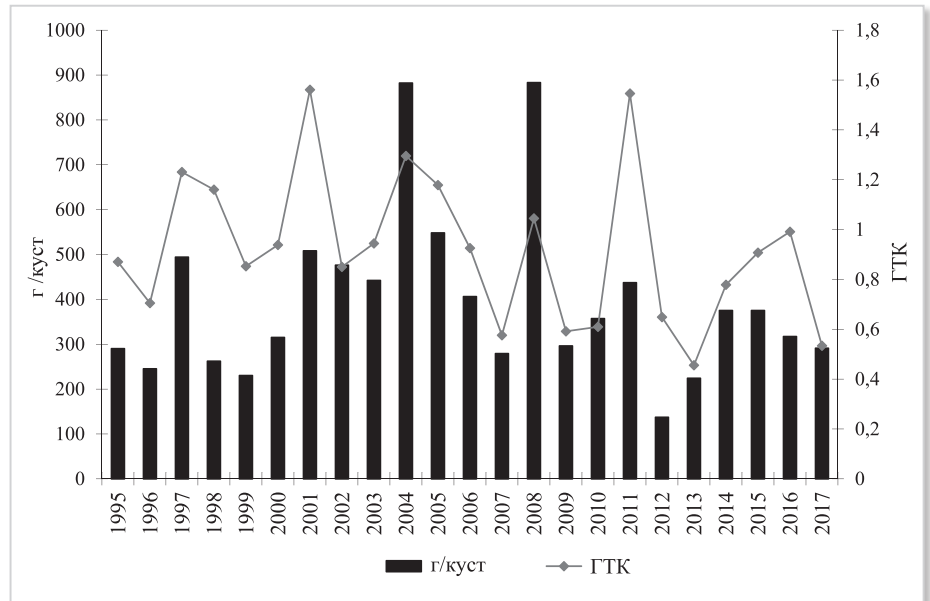


Рисунок 2 – Влияние погодных условий на продуктивность растений картофеля

Таблица 1 – Распределение сортов картофеля по урожайности

Год	Масса клубней (среднее), г/куст	Отнесено к классам, %				
		< 300,0	300,1–500,0	500,1–700,0	700,1–900,0	> 900,1
1995	290	55,5	35,7	7,6	0,5	0,7
1996	245	53,7	38,2	7,5	0,6	0
1997	494	20,4	26,4	32,3	17,0	3,9
1998	262	59,5	32,7	7,8	0	0
1999	230	72,6	25,6	1,5	0	0,3
2000	315	52,1	33,3	10,3	2,9	1,4
2001	508	21,3	31,6	28,1	13,9	5,1
2002	746	25,4	35,1	26,0	9,8	3,7
2003	442	25,0	45,3	22,0	5,6	2,1
2004	882	3,1	11,5	24,0	26,8	34,6
2005	548	16,4	29,8	32,4	14,5	6,9
2006	406	33,7	40,7	20,2	4,1	1,3
2007	279	57,7	37,2	5,0	0,1	0
2008	883	7,5	16,4	19,4	13,4	43,3
2009	296	54,3	37,1	6,7	1,9	0
2010	357	42,0	40,0	16,0	2,0	0
2011	437	39,0	30,0	12,0	12,0	7,0
2012	137	94,8	5,2	0	0	0
2013	224	80,4	16,1	2,9	0,6	0
2014	375	37,1	40,8	18	4,0	0,1
2015	375	44,1	30,4	14,8	8,0	2,7
2016	317	52,8	32,0	12,0	2,4	0,8
2017	291	55,1	37,8	6,7	0,5	0

В 1996, 2002, 2007, 2009, 2010, 2012, 2013, 2017 г. в основном выпадали дожди по 1–5 мм, которые при высоких летних температурах воздуха и почвы не могли быть источником пополнения влаги в почве. Осадки по 5–10 мм и более отмечались редко. В частности, в 2002 г. в период значительной засухи (ГТК – 0,2) сумма осадков за июль составила 36,4 мм при средней многолетней 72,0 мм, а отклонение температуры воздуха от средней многолетней (22,7 °С) составило +3,9 °С или 26,6 °С в абсолютных величинах. Такое существенное отклонение от средней многолетней нормы способствовало массовому проявлению вирусных болезней, так как при температурном режиме 28 °С процесс накопления вируса в растении является интенсивным [23]. Известно также, что увеличение численности тлей обусловлено главным образом гидротермическими условиями, которые существенно влияют на цикл развития насекомых.

Прохладная и дождливая погода летом 2001, 2011 г. ограничила размножение тлей, и, как следствие, детектировалось меньше вирусов. В свою очередь, жаркая и сухая погода, например, в 1996, 2007, 2009, 2010, 2012, 2013 г. способствовала их более раннему появлению на растениях и интенсивному размножению, что обусловило увеличение количества инфицированных растений и, как следствие, снижение урожайности. В годы с подобными погодными условиями выделялось, как правило, более 70 % сортов, у которых отмечалось уменьшение габитуса куста, стеблестоя и листовой поверхности, что явилось следствием влияния экологической депрессии и вирусных болезней. Симптомы вирусных болезней на растениях и клубнях часто были нетипичными, поэтому визуальной диагностики было недостаточно для определения пораженности образцов картофеля. Также осложнение в проведении визуальной оценки вызывалось сходством некоторых симптомов вирусных инфекций с признаками грибных и бактериальных болезней. Максимально симптомы вирусных болезней проявлялись в разные периоды вегетации: обычная и морщинистая мозаика, скручивание листьев легко диагностировались в первой половине вегетации (до цветения); скручивание листьев, полосчатая мозаика – во второй половине вегетации. В результате изучения была установлена значительная роль генотипа сорта, прежде всего его устойчивость к вирусам, а также реакция на условия внешней среды.

У 35 % сортов картофеля мы отмечали на одном растении признаки двух и более вирусных заболеваний, в частности у сортов Adretta, Finka, Ariel, Anosta, Esta, Frieslander, Astrid, Fortuna, Атлант и др. Такое явление называется смешанными инфекциями [21]. Также было установлено, что вирусы, которые вызывали лишь незначительное снижение урожайности (легкие вирусные болезни), такие как S, X в образцах Krostar, Herold, Dextra, Pamir, Sinora, Жеран, Повишь, Фантазия, Зарево и др. при смешанной инфекции с другими вирусами (L, Y, A) в результате эффекта синергизма значительно повышали свою вредоносность. Это приводило к резкому снижению урожайности клубней (до 30 %) у сортов Ada, Bronka, Carola, Adema, Dextra, Dorisa, Alegria, Frezia, Alka и др.

Аналогичные данные были получены другими исследователями, которые установили положительную корреляцию между инфекцией *Potato virus X* (PVX), *Potato virus Y* (PVY), *Potato virus S* (PVS), *Potato virus A* (PVA), *Potato virus M* (PVM) и *Potato leaf roll virus*

(PLRV) и существенное увеличение титров вирусов, что указывает на синергизм между ними [24].

В результате проведенных нами исследований было установлено, что интенсивному развитию полосчатой мозаики способствовала недостаточная обеспеченность растений влагой на фоне высоких температур. В период умеренной влажной погоды болезнь встречалась реже. С эпидемиологической точки зрения особое значение приобретает группа штаммов PVY^N, которые вызывают лишь легкие симптомы либо латентную инфекцию. Пораженные ими растения трудно выявить. Вирусы группы штаммов PVY^N быстрее переходят в клубни по сравнению с другими группами штаммов вируса [25]. В год заражения PVY проникает не во все клубни на растении. По данным исследований, в зависимости от момента заражения он содержится в 30–70 % клубней. Внешне симптомы не проявляются или почти незаметны. Когда такие клубни попадают в посадочный материал, урожай у пораженных растений с каждой следующей репродукцией снижается [26, 27].

Согласно данным визуального обследования, были выделены сорта с высокой (9,0 баллов) и повышенной (7,0 баллов) устойчивостью к полосчатой мозаике: Ракурс, Ada, Sprint, Apta, Agwila, Augusta, Carla, Eros, Grata, Lori, Luna, Oda, Ponta, Shwalbe, Feldeslohn, Desiree, Ostara, Radoza, Saturna, Electre, Maritta и др.

При изучении устойчивости к морщинистой мозаике нами было отмечено, что симптомы поражения проявлялись в начале вегетации. Пораженные растения оставали в росте и развитии. На поверхности листовой пластинки между жилками образовывались вздутия, вследствие чего листья приобретали морщинистость. Верхушка и края листовой пластинки закручивались книзу. В результате проведенных исследований как устойчивые к морщинистой мозаике были выделены сорта: Kardula, Pamir, Iskra, Galina, Magura, Igor, Marijke, Desiree, Ostara, Debora, Radosa, Resy и др.

Известно, что созданные в последнее время сорта картофеля имеют лишь относительную или полевую устойчивость к вирусу скручивания листьев картофеля. Генетическая природа такой устойчивости обуславливается полигенным комплексом, позволяет повысить устойчивость картофеля к болезни путем получения трансгрессий. Последовательным скрещиванием трех–четырех устойчивых форм можно получить потомство с высокой устойчивостью к вирусу скручивания листьев. Симптомы болезни зависят от штамма вируса, сорта, внешних факторов, но в основном однотипны. В результате проведенных исследований в полевых условиях нами были выделены сорта с относительной (7,0 баллов) и высокой (9,0 баллов) устойчивостью к вирусу скручивания листьев картофеля: Кристалл, Ada, Bzura, Sprint, Aguila, Roxy, Shwalbe, Tempora, Turbella, Apta, Kardula, Iskra, Galina, Jaerla, Sante, Grata, Kardinal, Bintij, Ostara, Debora, Resy, Bintje, Buesa, Capella, Dryf, Grata, Ilse, Leda, Lutetia, Mansour, Runo, Петровский, Степяк, Ягодка. Отмечено, что основной составляющей устойчивости к вырождению данных сортов картофеля является генотип. Даже при влиянии неблагоприятных экзогенных факторов генотип некоторых сортов был способен реализовать свои потенциальные возможности и противодействовать вирусным болезням.

Данные многолетних визуальных исследований были подтверждены инструментальными методами диагностики вирусной инфекции. Методами иммуно-

ферментного анализа, полимеразной цепной реакции обнаружили наличие вирусов МВК и УВК, что также было подтверждено с помощью электронной микроскопии (рисунок 3).

Вирионы УВК нитевидные, модалная длина составляет 750 нм [29], согласно другим данным – 730 × 11 нм [30]. Вирус существует в виде комплекса штаммов, которые вызывают широкое многообразие симптомов на листьях и клубнях картофеля, что приводит к снижению урожая и потери качества клубней. УВК отличается способностью быстро развиваться с накоплением в популяциях мутаций и рекомбинаций между штаммами, приспосабливаясь к новым сортам картофеля в различных условиях внешней среды [31, 32]. Для МВК характерны вирионы длиной 650 нм и шириной 12 нм. Вирус также имеет много штаммов, которые отличаются вирулентностью и могут существовать длительное время в виде латентной инфекции.

По результатам исследований с целью целенаправленного вовлечения, эффективного использования и сохранения ценного генофонда, оптимизации состава и объема Национального генетического банка растений Украины была сформирована рабочая признаковая коллекция сортов картофеля по устойчивости к вирусным болезням, включающая 34 образца, которые происходят из 10 стран мира. Данная коллекция под № 85 зарегистрирована в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины. Такой тип коллекции, включающей источники и доноры ценных признаков вирусоустойчивости, создан для выполнения применительно к конкретным условиям селекционных, научных и учебных программ.

Заключение

В южной части лесостепи Украины для культуры картофеля наиболее вредоносными являются вирусные болезни. Проведенные исследования доказывают, что генотип является основным фактором устойчивости к вырождению сортов картофеля, а его развитие и проявление зависят от условий выращивания. Наибольший вред в данной зоне наносят вирусы L и Y. Следует учитывать смешанные инфекции, которые могут быть вызваны комплексом вирусов X, S, A, M. Имеет значение накопление вируса в растении.

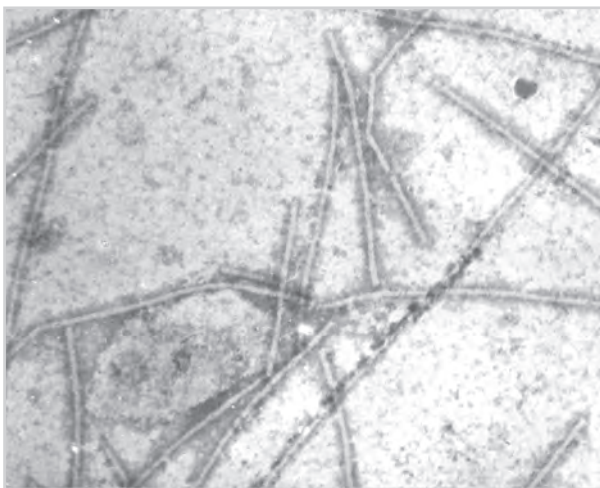
Методами электронной микроскопии, полимеразной цепной реакции и иммуноферментного анализа

подтверждены данные многолетних визуальных наблюдений и выделены сорта с высокой полевой устойчивостью к вирусному скручиванию листьев, морщинистой и полосчатой мозаике. С помощью генеалогического анализа выделен сорт *Sarella* не только как источник, но и донор высокой устойчивости к вирусу L. Для выполнения селекционных, научных и других программ сформирована рабочая признаковая коллекция сортов картофеля по устойчивости к вирусным болезням, насчитывающая 34 образца, которые происходят из 10 стран. Коллекция содержит источники и доноры ценных признаков вирусоустойчивости.

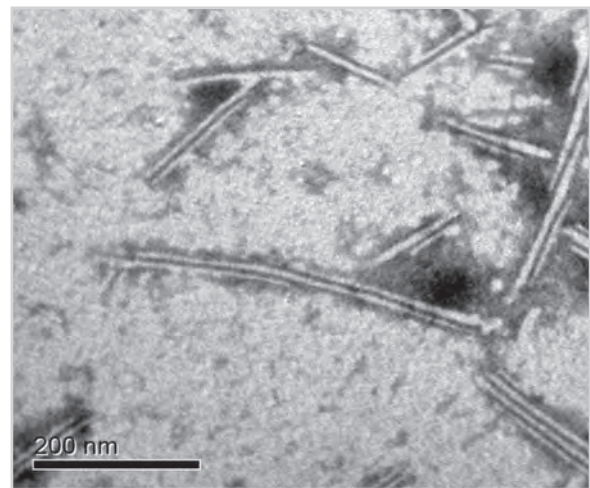
Появление новых заболеваний требует непрерывного вирусологического контроля и селекции сортов картофеля на комплексную устойчивость к наиболее вредоносным патогенам. Результаты проведенных исследований дают основание для дальнейшего поиска источников устойчивости к L, Y, M, X, A, S вирусам картофеля и создания, дополнения и расширения признаковых коллекций сортов картофеля, устойчивых к вирусному скручиванию листьев, морщинистой и полосчатой мозаике с целью дальнейшего практического использования в селекционных и других программах.

Литература

1. Jones, R. A. C Virus disease problems facing potato industries worldwide: viruses found, climate change implications, rationalizing virus strain nomenclature and addressing the Potato virus Y issue. Navarre R., Pavek, M. J. (Eds.), *The Potato: Botany, Production and Uses*. CABI, Wallingford, UK, 2014. – P. 202–224.
2. High temperature, high ambient CO₂, affect the interactions between three positive-sense RNA viruses and a compatible host differentially, but not their silencing suppression efficiencies / F. Del Torro [et al.] // *PLoS One*. – 2015. – Vol. 10, № 8 [e0136062].
3. The impact of global warming on plant diseases and insect vectors in Sweden / J. Roos [et al.] // *European Journal of Plant Pathology*. – 2011. – Vol. 129, № 1. – P. 9–19.
4. Impact of Global Climate Change on Potato Diseases and Strategies for Their Mitigation / M. Lal [et al.] / In: *Climate change and environmental concerns: Breakthroughs in research and practice*. – IGI-Global, USA, 2018. – P. 134–150.
5. Boland, G. J. Climate change and plant diseases in Ontario / G. J. Boland // *Canadian Journal of Plant Pathology*. – 2004. – Vol. 26. – P. 335–350.
6. Росс, Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы / Пер. с англ. В. А. Лебедева; под ред. И. М. Яшиной. – М.: Агропромиздат, 1989. – 183 с.
7. Міщенко, Л. Т. Вірусні хвороби озимої пшениці / Л. Т. Міщенко. – К.: Фітосоціоцентр, 2009. – 352 с.



Сорт Fausta (Германия)



Сорт Roslau (Германия)

Рисунок 3 – Электронограммы вирионов МВК и УВК, обнаруженные в листьях картофеля

8. Бондарчук, А. А. Виродження картоплі та прийоми боротьби з ним / А. А. Бондарчук. – Біла Церква: БДАУ, 2007. – 104 с.
9. Барабой, В. А. Стесс: природа, біологічна роль, механізми, исходы / В. А. Барабой. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 424 с.
10. Міщенко, Л. Т. Причини і наслідки почервоніння листків озимої пшениці на початку колосіння у Лісостепу України / Л. Т. Міщенко / Наук.-тех. Бюлетень Миронівського Ін-ту пшениці ім. В. М. Ремесла. – 2007. – Вип. 6–7. – С. 262–277.
11. Решетник, Г. В. Діагностика вірусних інфекцій пшениці за дії абіотичних чинників: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.06 / Г. В. Решетник; Нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – К., 2010. – 21 с.
12. Мінливість прояву вірусних інфекцій рослин картоплі / О. П. Таран [та інш.] // Карантин і захист рослин. – 2015. – № 2. – С. 10–14.
13. Бондус, Р. О. Оцінка вірусостійкості сортів картоплі на штучному інфекційному фоні та в колекційному розсаднику Устимівської дослідної станції рослинництва / Р. О. Бондус // Вивчення онтогенезу рослин природних і культурних флор у ботанічних закладах і дендропарках Євразії: матеріали 12 міжнар. наук. конф. – Полтава, 2000. – С. 44–45.
14. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / Під ред. В. В. Кононученко [та інш.]. – Немішаєво, ІК, 2002. – 183 с.
15. Методические рекомендации по проведению исследований с картофелем / Под ред. Н. А. Пика. – К.: УНИИСХ, 1983. – 216 с.
16. Международный классификатор СЭВ видов картофеля секции *Tuberarium* (Dun.) Buk. Рода *Solanum* L. / Сост. И. Задина [и др.]. – Ленинград, 1984. – 43 с.
17. Изучение и поддержание образцов мировой коллекции картофеля / Под ред. К. З. Будина. – Ленинград, ВИР, 1986. – 23 с.
18. Вірусні інфекції картоплі та їх перебіг за умов модельованої мікрогравітації / Л. Т. Міщенко [та інш.]. – К.: Фітосоціоцентр, 2011. – 144 с.
19. Clark, M. F. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses / M. F. Clark, A. N. Adams // J. Gen. Virology. – 1977. – V. 34, № 2. – P. 475–483.
20. Crowther, J. R. ELISA. Theory and practice / J. R. Crowther. – New York: Hamana Press, 1995.
21. Куценко, В. С. Картопля. Хвороби і шкідники / В. С. Куценко. – К., 2003. – Т. 2. – 240 с.
22. Амбросов, А. Л. Вирусные болезни картофеля и меры борьбы с ними. – Минск: Урожай, 1975. – 198 с.
23. Рейфман, В. Г. Вирусные болезни картофеля / В. Г. Рейфман, Л. Г. Брежетова. – М.: "Наука", 1966. – 211 с.
24. Detection of Multiple Potato Viruses in the Field Suggests Synergistic Interactions among Potato Viruses in Pakistan / A. Hameed [et al.]. // The Plant Pathology Journal. – 2014. – Vol. 30, № 4. – P. 407–415.
25. Шпаар, Д. Новый штамм вируса у картофеля / Д. Шпаар // Защита растений. – 1995. – № 6. – С. 43.
26. Капица, О. С. Проникновение Y-вируса в клубни первично зараженных растений картофеля / О. С. Капица, З. Н. Андреева // Труды Ин-та генетики АН СССР. – 1964. – № 31. – С. 47–53.
27. Lacomme, C. General Characteristics of *Potato virus Y* (PVY) and Its Impact on Potato Production: An Overview / C. Lacomme, E. Jacquot / *Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management*. – Springer, Cham, 2017.
28. Використання колекційного матеріалу томатів і картоплі для пошуку джерел стійкості до вірусних хвороб / Л. Т. Міщенко [та інш.] // Генетичні ресурси рослин. – 2011. – № 9. – С. 100–111.
29. Virus taxonomy. Ninth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses // A. M. Q. King [et al.]. – Elsevier, 2012. – 1327 p.
30. Brunt, A. A. Potiviruses / *Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes* (eds. G. Loebenshtein) / A. A. Brunt // Klumer Academic Publisher, 2001. – P. 77–87.
31. Karasev, A. V. Continuous and Emerging Challenges of Potato virus Y in Potato / A. V. Karasev, S. M. Gray // *Annual Review of Phytopathology*. – 2013. – Vol. 51. – P. 571–586.
32. Detection, distribution and control of *Potato mop-top virus*, a soil-borne virus, in northern Europe / J. Santala [et al.] // *Annals of Applied Biology*. – 2010. – Vol. 157. – P. 163–178.

УДК 633.2.03+634]:632.954

Действие метсульфурон-метила на травянистые и древесно-кустарниковые растения

О. А. Шклярёвская, научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 25.08.2018 г.)

Наряду с высокой эффективностью против борщевика Сосновского (до 98–99 %) излагаются результаты исследований по влиянию гербицида Магнум, ВДГ на травянистые и древесно-кустарниковые растения. Установлено, что по отношению к двудольным травянистым видам гербицид Магнум, ВДГ обеспечивает достаточно высокую биологическую эффективность, однако в естественных фитоценозах угнетение трав составляет 33–67 %, и со временем наблюдается активное зарастание участков. В борьбе с древесно-кустарниковой растительностью Магнум, ВДГ уничтожает иву козью, рябину обыкновенную, ольху серую и осину на 80–100 %, наиболее устойчивой оказалась береза повислая – до 10 %.

Введение

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) в Республике Беларусь начали изучать с 1955 г. как кормовое растение. Однако из-за содержания в нем фурукумаринов, вызывающих дерматиты по типу ожогов, борщевик перестали культивировать. Отсутствие контроля по распространению привело к тому, что борщевик начал произрастать на различных

*Along with high efficacy against the *Heracleum sosnowskyi* (up to 98–99 %), the results of studies on the effect of the herbicide Magnum, WDG on herbaceous and woody-bush plants are presented. It is determined that, in relation to herbaceous dicotyledonous species, the herbicide Magnum, WDG provides with rather high biological efficiency, however, in natural phytocenoses the inhibition of grasses makes 33–67 %, and over time there is an active plots overgrowing. To control woody-bush vegetation Magnum, WDG kills goat willow, mountain ash, gray alder and aspen for 80–100 %, hanging birch turned out to be the most resistant – up to 10 %.*

категориях земель, вдоль дорог и рек, возле ферм и заброшенных зданий. Данный инвазивный вид интенсивно размножается семенами и расселяется, захватывая новые территории. Растения борщевика Сосновского оказывают негативное действие на биоразнообразие, наиболее восприимчивыми являются луговые растения, которые быстро исчезают из фитоценоза, а также вытесняет кормовые и лекарственные растения, проис-

ходит выпадение из травостоя корневищных, мочковатокорневых, корнеотпрысковых растений [1, 2, 3, 4, 5].

Сейчас борщевик проник и на лесные земли, в крупные города и деревни, а также в парки и заповедники. Борщевик Сосновского является серьезным конкурентом для саженцев сосны и ели [6, 7].

Технические способы борьбы с борщевиком не дают желаемых результатов, так как инвазия быстро отрастает и возобновляется семенами. Единственным методом уничтожения зарослей и предотвращения распространения борщевика является применение гербицидов.

Для решения данной проблемы нами был изучен гербицид Магнум, ВДГ на основе метсульфурон-метила, который эффективно уничтожает заросли борщевика. По нашим данным, гербицид в борьбе с борщевиком Сосновского в норме 20–30 г/га через 2–3 месяца снижал его массу на 80,2–87,5 %; 40–50 г/га – 92,2–94,9 %; 100–300 г/га – 97,7–98,8 % соответственно [8].

Однако недостаточно сведений о влиянии данного действующего вещества на травянистые растения и древесно-кустарниковую растительность.

Объекты и методы исследований

На протяжении 2012–2014 гг. нами была проведена оценка действия гербицида Магнум, ВДГ (метсульфурон-метил, 600 г/кг) на травянистую и древесно-кустарниковую растительность фитоценоза. Опыты проводились на территории Минской области. В 2018 г. проводились производственные опыты на территории г. Минска.

Действие гербицида изучали согласно методическим указаниям [9]. Повторность опытов – трех-четырёхкратная, расположение делянок рендомизированное или последовательное. Обработка проводилась методом сплошного опрыскивания ручным ранцевым опрыскивателем «Jacto» с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га. Высота травянистого покрова при обработке достигала 30 см, древесно-кустарниковая поросль (молодые побеги растений от корней, из семян) – 0,15–1,0 м. Видовую принадлежность травя-

нистых растений и древесно-кустарниковую поросль определяли по определителям [10, 11].

Результаты исследований и их обсуждение

При изучении действия гербицида Магнум, ВДГ травянистые растения были представлены вейником наземным (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), крапивой двудомной (*Urtica dioica* L.), лопухом большим (*Arctium lappa* L.), мелколепестником канадским (*Erigeron canadensis* L.), морковью дикой (*Daucus carota* L.), мятликом однолетним (*Poa annua* L.), одуванчиком лекарственным (*Taraxacum officinale* Wigg.), осотом полевым (*Sonchus arvensis* L.), пыреем ползучим (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), тимофеевкой луговой (*Phleum pratense* L.), тысячелистником обыкновенным (*Achillea millefolium* L.), хвощом полевым (*Equisetum arvense* L.), щавелем малым (*Rumex acetosella* L.).

Биологическая эффективность гербицида Магнум, ВДГ была достаточно высокой. В норме 20–40 г/га крапива двудомная, мелколепестник канадский, осот полевой, тысячелистник обыкновенный, щавель малый погибли полностью. В норме внесения 20 г/га биологическая эффективность составила: хвощ полевой – 81,3 %, морковь дикая – 80,5 %, одуванчик лекарственный – 64,5 %, лопух большой – 37,3 %; в норме 30 г/га – одуванчик лекарственный – 68,6 %, лопух большой – 50,0 %; в норме 40 г/га – лопух большой – 50,0 %. В норме внесения гербицида Магнум, ВДГ 50–300 г/га гибель растительного компонента была 100 % (таблица 1).

Не совсем однозначным было действие гербицида Магнум, ВДГ на однодольные растения. При внесении препарата отмечалось увеличение численности и массы пырея ползучего, видов вейника и осоковых растений, однако была отмечена гибель растений проса куриного и мятлика однолетнего. В ряде опытов многолетние злаковые травы (ежа сборная, тимофеевка луговая, райграс пастбищный и др.) угнетались, но по причине отсутствия борщевика Сосновского со временем разрастались, и их вегетативная масса превышала контрольные варианты без обработки.

Таблица 1 – Чувствительность растительного сообщества к гербициду Магнум, ВДГ (полевые опыты, 2012–2014 гг., учет через 3 месяца)

Виды растений	Гибель, %						
	20 г/га	30 г/га	40 г/га	50 г/га	100 г/га	200 г/га	300 г/га
Вейник наземный	+	+	+	+	+	+	+
Крапива двудомная	100	100	100	100	100	100	100
Лопух большой	37,3	50,0	50,0	96,4	100	100	100
Мелколепестник канадский	100	100	100	100	100	100	100
Морковь дикая	80,5	100	100	100	100	100	100
Мятлик однолетний	84,3	88,4	91,2	100	100	100	100
Одуванчик лекарственный	64,5	68,6	100	100	100	100	100
Осот полевой	100	100	100	100	100	100	100
Осока (виды)	+	+	+	+	+	+	+
Пырей ползучий	+	+	+	+	+	+	+
Тысячелистник обыкновенный	100	100	100	100	100	100	100
Хвощ полевой	81,3	100	100	100	100	100	100
Щавель малый	100	100	100	100	100	100	100

Примечание – «+» – увеличение численности и массы растений.

В мае 2014 г. проведены наблюдения за участком и было отмечено, что делянки, обработанные гербицидами Террсан, ВДГ (сульфометурон-метила кислоты, 750 г/кг) и Грейдер, ВГР (имазапир, 250 г/л), были полностью свободны от травянистых растений, поверхность почвы была полностью чистой. В вариантах, где вносили гербицид Магнум, ВДГ, отмечен рост многолетних злаковых трав – ежи сборной и тимофеевки луговой, хотя их надземная вегетативная масса на 33,2–67,8 % была ниже по отношению к варианту без обработки (рисунок).

По визуальным наблюдениям, зарастание травянистыми растениями участков, обработанных гербицидами Террсан, ВДГ и Грейдер, ВГР, происходит через 1–1,5 года после их внесения, и намного раньше – через 5–8 месяцев (в зависимости от видового состава растений на участке) после внесения гербицида Магнум, ВДГ. Это, возможно, связано с более высокой скоростью разложения действующего вещества в почве. Отмечается положительное влияние на рост злаковых сорных растений (пырей ползучий, виды осоковых, ежа сборной и тимофеевка луговая).

В условиях производственного опыта, проведенного в г. Минске, через 3 месяца после внесения гербицида Магнум, ВДГ (100–300 г/га) отмечено его действие на вейник наземный, однако через 6 месяцев фитоценоз полностью восстанавливается и становится практически неотличимым от необработанной территории.

Высохшие погибшие растения – это отличительные признаки применения гербицида Грейдер, ВГР (2,5 л/га), а при внесении гербицида Магнум, ВДГ (100 г/га) преобладают отросшие злаковые травы.

Уже сегодня борщевик Сосновского распространился на земли лесного фонда. Оказывая существен-

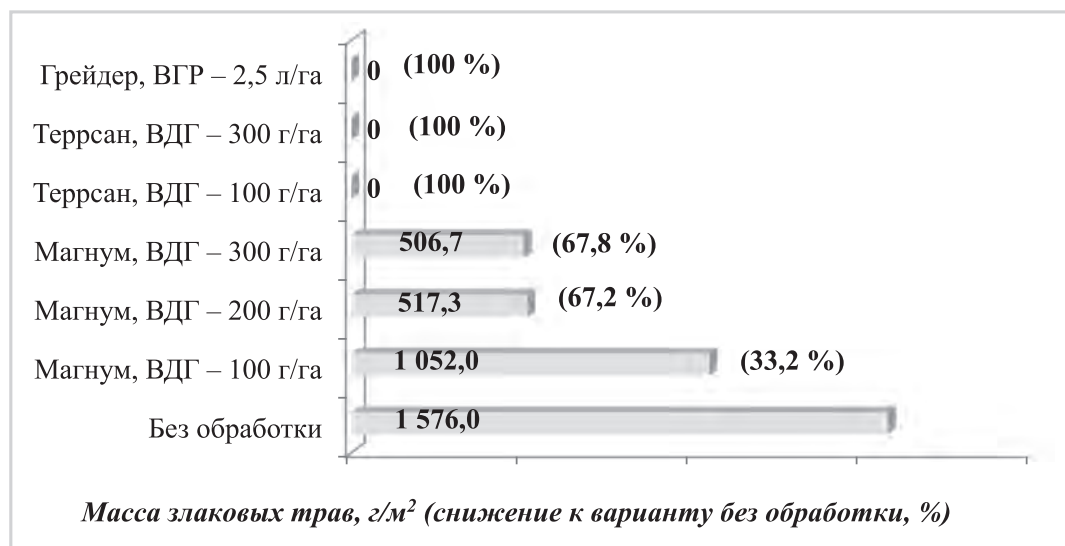
ное влияние на биоценоз в целом, вытесняя древесно-кустарниковые растения, он постепенно начал распространяться под полог леса.

Изучили влияние гербицида Магнум, ВДГ на древесно-кустарниковую поросль. Исследования показали, что Магнум, ВДГ в норме 100 г/га уменьшил поросль ольхи серой (*Alnus incana* (L.) Moench) на 95 %, рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) – на 100 %, ивы козьей (*Salix caprea* L.) – на 90,0 %, осины (тополь дрожащий) (*Populus tremula* L.) – на 80,0 %. Следует отметить, что с увеличением возраста повышается устойчивость древесных растений, происходит отмирание более тонких веток и стволов растений в диаметре до 1,0 см. Наиболее устойчивой была береза повислая (*Betula verrucosa* Ehrh.), гибель составила 0 % (таблица 2).

С увеличением нормы внесения гербицида Магнум, ВДГ (200–300 г/га) наибольшую чувствительность проявила ива козья, рябина обыкновенная, ольха серая (100 %), численность осины снизилась на 80,0–90,0 %. Действие на березу повислую было слабым и составило 5,0–10,0 %.

Выводы

1. Биологическая эффективность гербицида Магнум, ВДГ (100–300 г/га) была достаточно высокой по отношению к двудольным травянистым видам: хвощу полевому, моркови дикой, одуванчику лекарственному, лопуху большому и др. Однако в естественных фитоценозах угнетение трав (пырея ползучего, вейника, тимофеевки, осок и др.) составляет 33–67 % и со временем происходит активное залужение участков. В производственных опытах через 6



Влияние гербицидов на растительное сообщество (полевые опыты, Минский район, 2014 г., учет через год после обработки)

Таблица 2 – Эффективность гербицида Магнум, ВДГ в снижении численности древесно-кустарниковых растений (полевые опыты, Минский район, через два месяца после обработки, 2013–2014 гг.)

Вариант	Гибель, %				
	береза повислая	осина	ива козья	ольха серая	рябина обыкновенная
Магнум, ВДГ – 100 г/га	0	80,0	90,0	95,0	100
Магнум, ВДГ – 200 г/га	5,0	80,0	100	100	100
Магнум, ВДГ – 300 г/га	10,0	90,0	100	100	100

месяцев фитоценоз на фоне обработки гербицидами не отличался от необработанной территории.

2. Магнум, ВДГ (100–300 г/га) уничтожал иву козью, рябину обыкновенную, ольху серую, осину на 80,0–100,0 %. Действие на березу повислую составило до 10,0 %.

Литература

1. Ламан, Н. А. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси: Году родной земли посвящается / Н. А. Ламан, В. Н. Прохоров, О. М. Масловский. – Минск, 2009. – 40 с.
2. Комиссаренко, Н. Ф. Флавоноиды и кумарины листьев *Heracleum antasiaticum* Manden / Н. Ф. Комиссаренко, И. Ф. Сацыперова // Растит. ресурсы. – 1974. – Т. 10, вып. 4. – С. 567–572.
3. Богданов, В. Л. Распространение и устойчивость экологически опасного растения борщевика Сосновского в наземных экосистемах / В. Л. Богданов, Р. В. Николаев, И. В. Шмелева // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч. тр. / Рос. ун-т дружбы народов, Казах. нац. ун-т им. Аль Фараби, Ун-т Палермо. – М., 2013. – Вып. 15: Актуальные проблемы экологии и природопользования. – С. 53–57.
4. Никольский, А. Н. Методы борьбы с адвентивной рудеральной сорной растительностью на примере *Heracleum sosnowskyi*: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / А. Н. Никольский; Пенз. гос. с.-х. акад. – Пенза, 2011. – 18 с.
5. The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe / O. Booy [et al.]; eds.: C. Nielsen [et al.]. – Hoersholm: Forest and Landscape Denmark, 2005. – 44 p.
6. Овчаренко, А. А. Сорные растения как индикаторы состояния пойменных лесов / А. А. Овчаренко // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: материалы I Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 6–8 дек. 2011 г. / Рос. акад. с.-х. наук, ГРУ Россельхозакадемии «Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова». – СПб., 2011. – С. 255–261.
7. Егоров, А. Б. Гербициды для борьбы с борщевиком Сосновского в культурах ели европейской / А. Б. Егоров, Л. Н. Павлюченкова, В. И. Хайруллина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 11. – С. 26–28.
8. Шкляревская, О. А. Нормы внесения гербицида Магнум в борьбе с борщевиком Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) / О. А. Шкляревская // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 5. – С. 34–37.
9. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. – СПб, 2013. – 280 с.
10. Определитель высших растений Беларуси / Т. А. Сауткина [и др.]; под ред. В. И. Парфенова. – Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
11. Антипов, В. Г. Определитель древесных растений: справ. пособие / В. Г. Антипов, И. В. Гуняженко. – Минск: Выш. шк., 1994. – 486 с.

УДК 632.954:633.15

Регулирование засоренности посевов кукурузы гербицидом Корлеоне, КЭ

И. Г. Бруй, кандидат с.-х. наук, Ж. Е. Сенько, младший научный сотрудник
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 01.11.2018 г.)

В статье показаны результаты изучения эффективности применения гербицида Корлеоне, КЭ (дикамба, 420 г/л + никосульфурон, 80 г/л) для защиты кукурузы от однолетних и многолетних злаковых, однолетних и некоторых многолетних двудольных сорных растений.

Введение

Кукуруза – одна из наиболее распространенных сельскохозяйственных культур. Наряду с расширением посевных площадей (в Беларуси уже более 1 млн га) производители отдают предпочтение высокопродуктивным сортам и гибридам, технология возделывания которых предусматривает обязательную защиту посевов от сорной растительности, т. к. кукуруза обладает очень низкой конкурентоспособностью с сорняками. Без применения гербицидов и при наличии высокой численности сорных растений в посевах кукурузы потери урожая зеленой массы достигают 60,0–71,9 %, зерна – 64,5–92,2 % [2, 3].

Химический метод защиты посевов культурных растений от сорняков на данном этапе развития растениеводства является приоритетным направлением с позиции гарантированного сохранения урожая. Именно этим обусловлен постоянный поиск гербицидов и замена традиционных средств на современные препараты, обладающие повышенной селективностью, хозяйственной эффективностью и низкой токсикологической нагрузкой на объекты окружающей среды. В этом отношении перспективным является применение многокомпонентных гербицидов, содержащих 2–3

In the article the results of the herbicide Corleone, EC (dicamba, 420 g/l + Nicosulfuron, 80 g/l) efficiency application for corn protection against annual, perennial grass, annual and some perennial dicotyledonous weeds are shown.

действующих вещества с различным механизмом действия, что позволяет снизить затраты на химическую прополку и повысить рентабельность производства [1].

По данным исследований РУП «Институт защиты растений», в посевах кукурузы произрастает до 69 видов сорных растений. Довольно часто встречаются сорняки, устойчивые к гербицидам старого ассортимента, такие как паслен черный, дрема белая, галинсога мелкоцветковая, подмаренник цепкий, виды пылыни [4].

Гербицид Корлеоне, КЭ (д. в. дикамба, 420 г/л в виде диметиламинной соли + никосульфурон, 80 г/л) – это послевсходовый гербицид, предназначенный для контроля однолетних и многолетних двудольных и злаковых сорняков в посевах кукурузы. Благодаря своему комплексному действию против широкого спектра сорных растений препарат много лет с успехом применяется для защиты кукурузы на территории Российской Федерации.

В связи с этим исследования были направлены на изучение биологической и хозяйственной эффективности гербицида Корлеоне, КЭ ООО «ЗемлякоФФ Кроп Протекшен Бел» в посевах кукурузы в условиях Республики Беларусь.

Методика проведения исследований

Исследования проводили в 2016-2017 гг. на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (Смолевичский район Минской области).

Почва на участке дерново-подзолистая супесчаная, развивающаяся на песчанистом суглинке. Агрохимические показатели: рН – 5,9, содержание гумуса – 1,9 %, P₂O₅ – 280,5, K₂O – 265,0 мг/кг почвы. Предшественник – рапс. Агротехника возделывания общепринятая для центральной зоны Республики Беларусь. Внесение удобрений: азот – 120 кг/га (весной под предпосевную обработку – 90 кг/га + в фазе 5–7 листьев культуры – 30 кг/га); фосфор – 60 кг/га, калий – 100 кг/га (под вспашку).

Повторность опыта четырехкратная, площадь деланки – 60 м², расположение деланок рендомизированное. Исследования проводили в соответствии с

Методическими указаниями по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь [5]. Видовой состав сорной растительности определялся по А. В. Фисюнову [6].

Гибрид кукурузы Фалькон высевали с нормой 90 тыс. зерен на гектар в 2016 г. и 100 тыс. зерен на гектар – в 2017 г.

Схема опыта включала варианты с применением препарата Корлеоне в норме расхода 0,3 и 0,6 л/га. В качестве эталона использовали гербицид, зарегистрированный для защиты кукурузы, на основе действующих веществ дикамба кислоты (425 г/кг) и никосульфурона (125 г/кг) в норме расхода 0,5 кг/га, этот препарат применяли совместно с ПАВ (0,2 л/га). Расход рабочей жидкости – 200 л/га.

На момент обработки кукуруза находилась в фазе 3–4 листа, однолетние двудольные сорняки – семя-

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицида Корлеоне, КЭ в посевах кукурузы на 30-е сутки после прополки

Вид сорной растительности	Биологическая эффективность, %			
	варианты			
	контроль	эталон, 0,5 кг/га	Корлеоне, КЭ, 0,3 л/га	Корлеоне, КЭ, 0,6 л/га
2016 год				
Всего двудольных	109	93,8	92,8	94,7
в т. ч. преобладающих в ценозе:				
Марь белая	27,5	92,5	89,9	93,5
Подмаренник цепкий	16,0	95,4	95,0	96,4
Горец вьюнковый	9,5	95,0	95,5	97,4
Пикульник обыкновенный	17,0	89,5	87,0	90,0
Осот желтый	4,0	75,0	77,5	79,5
Всего злаковых	42,9	90,9	91,1	93,5
в т. ч.				
Пырей ползучий (побегов)	9	92,4	90,5	92,8
Куриное просо	30,4	89,5	90,4	92,8
Мятлик полевой	3,5	100	100	100
Всего сорняков	151,9 / 1026	93,0 / 94,8	92,3 / 94,4	94,3 / 96,8
2017 год				
Всего двудольных	123	88,2	89,2	91,0
в т. ч. преобладающих в ценозе:				
Марь белая	62	86,9	89,0	92,5
Подмаренник цепкий	6,0	88,5	92,5	95,5
Дрема белая	12	89,2	88,5	91,0
Горец вьюнковый	12	96,5	95,5	97,0
Осот желтый	6,5	91,2	92,4	94,5
Всего злаковых	99,5	90,6	93,5	96,2
в т. ч.				
Пырей ползучий (побегов)	73	88,5	92,5	95,5
Куриное просо	26,5	92,1	91,0	96,0
Всего сорняков	222,5 / 978	89,3 / 92,7	91,1 / 94,9	93,3 / 94,0

Примечание – В числителе БЭ по численности сорняков, %, в знаменателе БЭ по массе сорных растений, %; в контроле – численность сорняков, шт. (побегов)/м², сырая масса сорняков, г/м².

дольные листья, однолетние злаковые (просо куриное) – шилца, многолетние двудольные: осот желтый – розетка, пырей ползучий – 5–7 см.

Результаты исследований и их обсуждение

Оценка исходной засоренности посевов кукурузы перед применением гербицидов свидетельствует о распространении в посевах в среднем за два года мари белой (32 шт./м²), пикульника обыкновенного (8,5 шт./м²), проса куриного (12,3 шт./м²), пырея ползучего (27 побегов/м²), горца вьюнкового (14 шт./м²) и др. Общий уровень засоренности составил 130,3 шт./м².

Учеты сорняков, проведенные после химпрополки, показали высокую эффективность препарата против однолетних и многолетних злаковых, однолетних и некоторых многолетних двудольных.

Через месяц после применения гербицида, в фазе 3–4 листа кукурузы, общая засоренность в варианте без гербицида составила 151,9–222,5 шт./м². Корлеоне, КЭ в норме расхода 0,3–0,6 л/га полностью уничтожал следующие сорняки: рапс самосев, пастушью сумку, звездчатку среднюю, мяту полевую, ярутку по-

левую, мятлик полевой. Высокая эффективность гербицида отмечена против мари белой – 89,0–93,5 %, подмаренника цепкого – 92,5–96,4 %, пикульника обыкновенного – 87,0–90,0 %, дремы белой – 88,5–91,0 %, горца вьюнкового – 95,5–97,0 %, осота желтого – 92,4–94,5 %, проса куриного – 90,4–96,0 %, пырея ползучего – 90,5–95,5 %.

В целом биологическая эффективность Корлеоне, КЭ на 30-й день после внесения по снижению численности двудольных сорняков составила 89,2–94,7 %, злаковых – 91,1–96,2 %, сырая масса сорняков снизилась на 94,0–96,8 %. Биологическая эффективность эталона в максимальной норме расхода составила 88,2–93,8 % по снижению численности и 92,7–94,8 % по снижению массы сорняков (таблица 1).

Видовой и весовой учет, проведенный перед уборкой кукурузы, подтвердил, что гербицид Корлеоне, КЭ по биологической эффективности не уступал эталону и в норме расхода 0,6 л/га полностью уничтожал марь белую, ромашку непахучую, рапс самосев, горец вьюнковый, осот желтый, мяту полевую, ярутку полевую, мятлик полевой. Биологическая эффективность Кор-

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицида Корлеоне, КЭ в посевах кукурузы перед уборкой

Вид сорной растительности	Биологическая эффективность, %			
	варианты			
	контроль	эталон, 0,5 кг/га	Корлеоне, КЭ, 0,3 л/га	Корлеоне, КЭ, 0,6 л/га
<i>2016 год</i>				
Всего двудольных	77,8 / 2682	96,3 / 96,1	95,8 / 96,5	96,8 / 97,3
в т. ч. преобладающих в ценозе:				
Марь белая	35,7	96,8/97,4	95,5/96,1	97,0/96,9
Подмаренник цепкий	7,5	100	100	100
Щирица запрокинутая	5,5	96,5/97,1	95,5/96,9	97,0/97,8
Пикульник обыкновенный	12,6	95,6/98,4	96,5/97,4	98,5/97,1
Осот желтый	7	90,4/89,4	89,4/92,4	90,5/94,6
Всего злаковых	95,2 / 96,4	95,2 / 95,8	94,7 / 95,4	97,7 / 96,8
в т. ч.				
Пырей ползучий (побегов)	26,4	97,0	96,5	98,5
Куриное просо	52,0	94,0	93,5	96,5
Мятлик полевой	2,5	100	100	100
Всего сорняков	158,7 / 2890	95,8 / 94,1	95,3 / 93,5	97,0 / 95,6
<i>2017 год</i>				
Всего двудольных	58,8 / 1611,5	96,5 / 96,9	96,7 / 97,5	96,9 / 97,0
в т. ч. преобладающих в ценозе:				
Марь белая	12,5	93,5/96,7	93,0/96,0	97,1/97,9
Подмаренник цепкий	6,5	95,2/98,3	95,4/98,1	95,8/98,1
Дрема белая	6,0	92,0/95,1	93,1/95,0	95,0/96,1
Ромашка непахучая	3,5	96,1/96,5	95,0/96,4	97,6/96,8
Пикульник обыкновенный	4,5	100	100	100
Осот желтый	11,0	100	100	100
Всего злаковых	108 / 405,5	92,0 / 91,8	93,9 / 93,1	96,0 / 94,7
в т. ч.				
Пырей ползучий (побегов)	97,0	92,2	94,1	96,4
Куриное просо	11	93,5	93,0	96,7
Всего сорняков	166,5 / 2017,0	93,6 / 95,9	94,7 / 95,8	96,8 / 96,2

Примечание – В числителе БЭ по численности сорняков, %, в знаменателе БЭ по массе сорных растений, %; в контроле – численность сорняков, шт. (побегов)/м², сырая масса сорняков, г/м².

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность гербицида Корлеоне, КЭ в посевах кукурузы (среднее, 2016–2017 гг.)

Вариант	Норма расхода, кг/га, л/га	Урожайность, ц/га зеленой массы	Сохранено к контролю	
			ц/га	%
Контроль (без гербицида)		182,8	–	–
Эталон	0,5	392,9	210,1	114,9
Корлеоне, КЭ	0,3	374,3	191,5	104,9
Корлеоне, КЭ	0,6	406,5	223,3	122,2
НСР ₀₅		34,1–41,8		

леоне, КЭ незначительно зависела от нормы внесения (0,3–0,6 л/га) и составила 95,3–97,0 % по численности и 91,5–97,8 % по массе сорняков при высоком засорении посевов в контроле, где число сорняков составило 158,7–166,5 шт./м² массой 2017–2890 г/м² (таблица 2).

Урожайность зерна кукурузы находится в тесной обратной зависимости от количества и биомассы сорняков. Обработка посевов кукурузы гербицидом Корлеоне в норме расхода 0,3–0,6 л/га позволяет максимально реализовать продуктивность культуры в данных агрометеорологических условиях и сформировать урожайность зеленой массы более чем в два раза (на 104,9–122,2 %) выше в сравнении с контролем (таблица 3).

Заключение

Результаты исследований свидетельствуют о высокой эффективности гербицида Корлеоне, КЭ в условиях Республики Беларусь в рекомендованных технологиях возделывания кукурузы, что позволило включить гербицид в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты кукурузы от однолетних и многолетних злаковых, однолетних

и некоторых многолетних двудольных сорных растений в норме расхода 0,3–0,6 л/га.

Литература

1. Спиридонов, Ю. Я. Технология эффективного применения комбинированных гербицидов в посевах озимой пшеницы / Ю. Я. Спиридонов / Земледелие и защита растений. – 2012. – № 5. – С. 44–50.
2. Колесник, С. А. Комбинированные гербициды для защиты посевов кукурузы в Беларуси / С. А. Колесник, А. В. Сташкевич, Л. И. Сорока // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трешко (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Колоград, 2016. – Вып. 40. – С. 43–51.
3. Сташкевич, А. В. Критический период вредоносности сорняков в посевах кукурузы на зерно / А. В. Сташкевич, С. А. Колесник, С. В. Сорока // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 9. – С. 27–30.
4. Интегрированная система защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков / под ред. С. В. Сороки. – Минск, 2005. – С. 161–169.
5. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская – Несвиж: МОУП Несвиж. укуп. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
6. Фисюнов, А. В. Сорные растения: альбом-определитель / А. В. Фисюнов – М.: Колос, 1984. – 320 с.

УДК 631.633:631.81.095

Эффективность применения средств интенсификации в период вегетации льна-долгунца

*Е. В. Череухина, соискатель
Институт льна*

(Дата поступления статьи в редакцию 31.10.2018 г.)

В статье представлены результаты исследований о влиянии фунгицидов, регуляторов роста и микроэлементов при обработке вегетирующих растений льна-долгунца на урожайность общего и длинного волокна. Обработки вегетирующих растений льна-долгунца фунгицидами способствуют увеличению урожайности общего и длинного льноволокна.

Введение

Совершенствование технологии возделывания льна-долгунца на базе использования последних научных достижений невозможно без дальнейших разработок по оптимизации питания культуры микроэлементами. Почвы республики в среднем слабо- и среднеобеспечены подвижными формами микроэлементов, что отрицательно сказывается на количестве и качестве льноволокна [1, 2].

The article presents the results of studies on the effect of fungicides, growth regulators and trace elements for the treatment of vegetative plants of flax on the yield of total and long fiber. Treatments of vegetative flax plants with fungicides help to increase the yield of total and long flax fiber.

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что наиболее эффективны легкорастворимые в воде хелатные формы удобрений. По своей структуре хелаты близки к природным, благодаря чему обладают биологической активностью, хорошо усваиваются и, включаясь в метаболические процессы, в большей степени способствуют формированию урожая [1].

Наряду с внесением хелатных форм удобрений с микроэлементами, важным резервом повышения

урожайности льна-долгунца является более полная реализация потенциальной продуктивности растений с помощью применения регуляторов роста, позволяющих усиливать хозяйственно полезные качества и свойства в пределах нормы реакции организма, обусловленной генотипом сорта в условиях конкретной почвенно-климатической зоны. Использование синтетических и природных регуляторов роста для активизации метаболических процессов и повышения их продуктивности стало одним из приоритетных направлений современного производства многих полевых культур, включая лен-долгунец [3, 4]. Изыскание новых способов повышения продуктивности культуры, выхода волокна и его качества и их сочетание с традиционными приемами возделывания имеет большое значение для развития льноводства, поскольку проблемам качества волокна уделяется с каждым годом все большее внимание.

Недостаточное применение химических средств защиты растений для борьбы с возбудителями болезней привело к значительному ухудшению фитосанитарной ситуации в посевах льна. Поэтому возникает необходимость применения фунгицидов, особенно с регуляторными функциями (системные фунгициды). Для повышения эффективности действия фунгицидов на фитопатогенную микрофлору и усиления защитных функций растительного организма они применяются в составе композиционной смеси с физиологически активными веществами и микроэлементами.

Возможность использования физиологически активных веществ природного происхождения и микроэлементов совместно с фунгицидами для улучшения качества льноволокна весьма актуальна и требует всестороннего анализа.

Поэтому целью наших исследований являлось определение эффективности фунгицидов и комбинированных составов для обработки вегетирующих растений льна-долгунца в фазе «елочка».

Методика и условия проведения исследований

В течение 2011–2013 гг. изучали эффективность действия фунгицидов, микроэлементов и регуляторов роста на урожайность при обработке вегетирующих растений в посевах льна-долгунца в фазе «елочка» позднеспелого сорта Василек. Варианты опыта представлены в таблицах 2 и 3.

Исследования проводили по общепринятой методике [5] на опытных полях РУП «Институт льна» в Оршанском районе Витебской области на дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве, развивающейся на лессовидном суглинке, подстилаемом на глубине 1 м моренным суглинком со следующими агрохимическими показателями (таблица 1).

Технология возделывания льна-долгунца осуществлялась в соответствии с отраслевым регламентом [6]. Учетная площадь – 12,5 м². Повторность – четырехкратная. Норма высева – 22 млн всхожих семян на гектар. Способ сева – узкорядный. Предшественник – ячмень.

Метеорологические условия в период исследований существенно отличались от средних многолетних показателей как по температурному режиму, так и по количеству атмосферных осадков. Оценка сложившихся метеоусловий дает основание считать, что они не в полной мере отвечали требованиям культуры льна, прежде всего из-за недостаточного увлажнения на не-

которых этапах онтогенеза. Гидротермический коэффициент (ГТК) за май – август составил в 2011 г. 1,4, в 2012 – 1,2 и в 2013 г. – 0,9 при среднем значении этого показателя в регионе, где проводились исследования, 1,66. Это оказало некоторое негативное влияние на уровень урожайности волокнистой продукции льна-долгунца на протяжении всего периода исследований.

Результаты исследований и их обсуждение

Наличие на рынке довольно широкого ассортимента регуляторов роста и комплексных микроудобрений, в том числе и в хелатной форме, дают агрономам возможность выбора. Результаты, полученные нами при изучении эффективности этих препаратов, неоднозначны. Они способны повышать урожайность общего волокна на 0,6–1,8 ц/га, длинного – на 0,4–1,2 ц/га, однако их эффективность в сравнении с фоновым вариантом была различна и находилась, в среднем за три года, в пределах 3,8–11,5 и 3,4–10,3 % соответственно.

Как показывают наши исследования, обработка посевов фунгицидами обеспечивает повышение урожайности общего и длинного волокна. Прибавка урожая общего волокна по отношению к фоновому варианту с инкрустацией семян составляла от 1,5 ц/га в варианте с фунгицидом Амистар экстра до 1,8 ц/га с обработкой Альто супер и Рекс Дуо или 9,6–11,5 % соответственно. Однако максимальное повышение урожайности длинного волокна обеспечивал Рекс Дуо – 1,1 ц/га или 9,4 % (таблица 2).

Опрыскивание хелатными формами микроудобрений оказывало меньшее влияние на формирование как общего, так и длинного волокна. Максимальная прибавка урожая наблюдалась лишь при обработке препаратом Хелком Моно В (1,0 л/га) и составила 1,2 ц/га или 7,6 % для общего и 0,8 ц/га или 6,8 % для длинного волокна, что ниже по сравнению с обработкой фунгицидами: в 1,6 раза – при формировании общего волокна и в 1,4 раза – длинного. Необходимо также подчеркнуть, что обработка фунгицидами повышала урожайность волокна стабильно каждый год. Хелатные формы микроудобрений достоверную прибавку обеспечивали только в 2011 г., отличавшимся более обильными осадками в период вегетации по сравнению с 2012 и 2013 г., когда прибавка была ниже пятипроцентного уровня, т. е. статистически несущественна.

Обсуждая вопрос об использовании совместного применения регуляторов роста с удобрениями, необходимо отметить, что лишь сочетание препарата Экосил форте (100 мг/га) с ЖКУ (жидкие комплексные

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы опытных участков

Агрохимический показатель пахотного слоя	Годы проведения исследований		
	2011	2012	2013
pH (KCl)	5,2–5,4	5,6–5,8	5,5–6,0
Гумус (по Тюрину), %	2,00–2,20	1,80–1,95	2,15–2,25
P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг почвы	210	200–215	210–228
K ₂ O (по Масловой), мг/кг почвы	220	180–190	175–200

удобрения), применяемого на фоне предпосевной инкрустации семян, обеспечивало тенденцию повышения урожайности длинного волокна по сравнению с общим. Остальные препараты, главным образом, обеспечивали повышение урожайности общего волокна.

В целом, из 13 вариантов на существенном уровне десять комплексных сочетаний различных препаратов обеспечивали повышение урожайности общего волокна, а увеличение выхода длинного волокна – лишь восемь сочетаний.

Таблица 2 – Влияние средств интенсификации на урожайность общего и длинного волокна

№ п/п	Вариант	Урожайность, ц/га волокна							
		общего				длинного			
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее
1	Фон (инкрустация семян): Гисинар, 100 мл/т + Кинто Дуо, 2 л/т + Адоб Zn, 300 мл/т + Адоб В, 300 мл/т	11,3	18,6	17,1	15,7	8,5	14,7	11,9	11,7
2	Фон + Амистар экстрa, 0,5 л/га	12,1	20,9	18,6	17,2	9,9	15,9	12,9	12,9
3	Фон + Абакус, 0,5 л/га	12,9	21,2	18,4	17,5	9,5	16,1	12,6	12,7
4	Фон + Альто супер, 0,4 л/га	13,0	20,5	18,6	17,4	9,5	15,8	12,6	12,6
5	Фон + Рекс Дуо, 0,6 л/га	12,4	21,4	18,7	17,5	9,5	16,1	12,8	12,8
6	Фон + Хелком В23 (Zn + В), 0,5 л/га	11,9	18,9	17,9	16,2	9,8	14,5	12,3	12,2
7	Фон + Хелком Моно Zn, 1,0 л/га	12,9	19,5	17,8	16,7	9,9	15,1	12,2	12,4
8	Фон + Хелком Моно В, 1,0 л/га	13,4	19,3	17,9	16,9	10,3	14,6	12,6	12,5
9	Фон + МикроСил – Zn, В, 1,0 л/га	10,7	21,0	18,3	16,7	8,9	15,2	12,5	12,2
10	Фон + МикроСтим – Zn, В, 1,0 л/га	10,6	20,0	18,3	16,3	8,8	15,3	12,2	12,1
11	Фон + ЖКУ, 0,5 л/га	11,9	20,4	17,3	16,5	9,4	15,3	12,1	12,3
12	Фон + Экосил форте, 100 мл/га	11,7	21,4	17,0	16,7	8,7	16,3	11,5	12,2
13	Фон + Экосил форте, 100 мл/га + ЖКУ, 4,0 л/га	12,2	20,5	18,1	16,9	10,1	15,6	12,3	12,7
14	Фон + Гидрогумат, 1,5 л/га	11,6	19,6	18,4	16,5	9,5	14,9	12,2	12,2
	НСР ₀₅	0,4	1,3	0,6		0,3	1,0	0,7	

Таблица 3 – Влияние средств интенсификации на высоту растений и техническую длину стебля льна-долгунца

№ п/п	Вариант	Высота растений		Техническая длина стебля		Толщина стебля (диаметр)	
		см	%	см	%	мм	%
1	Фон (инкрустация семян): Гисинар, 100 мл/т + Кинто Дуо, 2 л/т + Адоб Zn, 300 мл/т + Адоб В, 300 мл/т	82,20 ±2,39	100	73,00 ±2,03	100	1,70 ±0,08	100
2	Фон + Амистар экстрa, 0,5 л/га	80,45 ±2,20	98	73,70 ±1,62	101	1,60 ±0,14	94
3	Фон + Абакус, 0,5 л/га	77,65 ±0,93	94	71,10 ±0,47	97	1,54 ±0,07	90
4	Фон + Альто супер, 0,4 л/га	77,05 ±0,82	94	71,50 ±0,92	98	1,50 ±0,06	88
5	Фон + Рекс Дуо, 0,6 л/га	75,70 ±2,16	92	71,00 ±1,60	97	1,55 ±0,07	91
6	Фон + Хелком В23 (Zn + В), 0,5 л/га	80,15 ±2,06	98	71,10 ±1,94	97	1,64 ±0,06	96
7	Фон + Хелком Моно Zn, 1,0 л/га	78,30 ±1,62	95	73,00 ±1,29	100	1,57 ±0,08	92
8	Фон + Хелком Моно В, 1,0 л/га	79,15 ±1,43	96	71,65 ±1,12	98	1,62 ±0,05	95
9	Фон + МикроСил – Zn, В, 1,0 л/га	77,35 ±1,09	94	70,90 ±0,96	97	1,66 ±0,07	98
10	Фон + МикроСтим – Zn, В, 1,0 л/га	75,45 ±1,65	92	71,00 ±1,95	97	1,34 ±0,06	79
11	Фон + ЖКУ, 0,5 л/га	81,55 ±1,65	99	72,50 ±1,32	99	1,81 ±0,07	106
12	Фон + Экосил форте, 100 мл/га	75,70 ±1,43	92	69,40 ±1,13	95	1,53 ±0,07	91
13	Фон + Экосил форте, 100 мл/га + ЖКУ, 4,0 л/га	76,75 ±1,97	93	72,10 ±1,29	99	1,37 ±0,04	81
14	Фон + Гидрогумат, 1,5 л/га	81,55 ±1,61	99	66,10 ±1,59	91	1,59 ±0,05	94
	НСР ₀₅		3		2,3		1,5

Общеизвестно, что применение биологически активных веществ по вегетирующим растениям влияет на их высоту, а также толщину стебля, что повышает устойчивость к полеганию. Особенно широко эти мероприятия применяются на зерновых культурах [7, 8]. Однако для льна-долгунца высота растений и техническая длина стебля определяют урожайность волокна. Поэтому, применяя их в посевах культуры, очень важно сохранить оптимальное соотношение между высотой растений и толщиной стебля.

Анализ этих показателей при обработке растений фунгицидами, хелатными формами удобрений и регуляторами роста позволил установить, что использование средств интенсификации по вегетирующим растениям в фазе «елочка» и в период быстрого роста, когда наблюдается интенсивный рост растений льна-долгунца в высоту и формируется основной урожай льноволокна, приводит к снижению как высоты, так и технической длины растений по сравнению с предпосевной инкрустацией семян во всех изученных вариантах на 1–9 %, за исключением варианта с обработкой препаратом Хелком Моно Zn (1,0 л/га), где техническая длина стебля была на уровне фона с инкрустацией семян (таблица 3).

Заключение

1. Обработка вегетирующих посевов льна-долгунца в фазе «елочка» препаратами Абакус (0,5 л/га) и Рекс Дуо (0,4 л/га) обеспечила, в среднем за три года, прибавку 1,8 ц/га или 11,5 % общего и 1,0–1,1 ц/га или 8,5–9,4 % длинного волокна, что является статистически значимой величиной.
2. Хелатные формы микроудобрений на фоне предпосевной обработки семян микроудобрениями и протравителем обеспечили повышение урожайности на 0,5–1,2 ц/га общего и 0,5–0,8 ц/га длинного волокна, однако их действие существенно зависело от погодных условий в период вегетации. Максимальная прибавка на фоне инкрустации семян получена в варианте с препаратом Хелком Моно В (1,0 л/га).

3. Комплексное сочетание препаратов Экосил форте (100 мл/га) + ЖКУ (4,0 л/га) способствует повышению урожайности длинного волокна в среднем на 1,0 ц/га или 8,5 %, общего – на 7,6 %.

Литература

1. Лапа, В. В. Комплексные макро- и микроудобрения в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / В. В. Лапа // Земледелие и защита растений. Приложение к № 3. – 2016. – С. 30–32.
2. Особенности возделывания и первичной переработки льна-долгунца / И. А. Голуб [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП "НПЦ НАН Беларуси по земледелию." – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 641–655.
3. Ущиповский, И. В. Повышение урожайности и качества льнопродукции как системная проблема отрасли / И. В. Ущиповский, С. Л. Белопухов // Инновационные разработки АПК: резервы снижения затрат и повышения качества продукции: материалы Междунар. науч.-практ. конференции (12–13 июля 2018 г.). – Минск: Белнавука, 2018. – С. 64–70.
4. Петрова, Л. И. Роль основных питательных элементов в формировании урожая и качества льна-долгунца / Л. И. Петрова // Селекция, семеноводство, агротехника возделывания льна-долгунца. Сб науч. тр. ВНИИЛ. – 1982. – Вып. 19. – С. 66–75.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований // Учебник для студентов высших с.-х. учебных заведений. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 346 с.
6. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы / В. Г. Гусаков [и др.]; под общей ред. В.Г. Гусакова. – Минск, 2012. – 47 с.
7. Изучение ретардантных свойств протравителей фунгицидного типа на яровой пшенице / Ю. К. Шашко [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. Сб. науч. тр. – 2017. – Вып. 53. – С. 132–138.
8. Жук, Е. И. Эффективность фунгицидов компании БАСФ в защите яровой пшеницы от болезней / Е. И. Жук, С. Ф. Буга, А. А. Радына // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 4. – С. 77–83.

УДК 635.615:631.544.43

Влияние густоты стояния растений и нормирования плодов на урожайность и качество продукции арбуза в необогреваемых теплицах

М. Ф. Степура, доктор с.-х. наук
Институт овощеводства

(Дата поступления статьи в редакцию 24.07.2018 г.)

Представлены результаты изучения эффективности возделывания арбуза в необогреваемых пленочных теплицах. Определены схемы посадки растений арбуза и нормирования плодов на растении в защищенном грунте. Дана экономическая эффективность возделывания арбуза в теплицах.

Введение

В настоящее время среди населения Республики Беларусь предьявляется повышенный интерес к культуре арбуза, что подтверждается завозимой продукцией ежегодно в количестве около 5 тыс. т плодов. При широком внедрении арбуза в производство в защи-

The results of studying the efficiency of cultivation of watermelon in unheated film greenhouses are presented. The schemes of planting watermelon plants and rationing of fruits on a plant in protected soil have been determined. Economic efficiency of cultivation of a water-melon in hothouses is given.

щенном грунте представляется возможность стабильно получать его продукцию в ранние сроки [1].

Так как арбуз относится к жаростойким растениям, он предьявляет весьма высокие требования к теплу. Семена начинают прорастать при температуре 16–17 °С. Но если набухшие семена выдержать в течение

суток при температуре 10 °С тепла, то прорастание может начаться и при 14–15 °С. В начальный период и впоследствии растения при температуре ниже 10 °С снижают рост и развитие. При недостатке тепла фотосинтез идет медленно, а накопление питательных веществ используется в основном на образование новых стеблей и листьев, и только незначительная часть их направляется на плодообразование. Поэтому плоды, созревшие при недостаточном количестве тепла, содержат меньше сахаров и бывают невкусными [5, 8].

Арбуз очень любит свет. Чем больше солнечных теплых дней в период вегетации, тем быстрее растут и созревают плоды. Безоблачная погода сокращает также разрыв в цветении между мужскими и женскими цветками. Особенно чувствительны к недостатку света молодые растения в фазе образования настоящих листьев. Вот почему для арбуза большое значение имеет равномерность размещения растений и чистота полей [2, 6, 7].

Технология тепличного производства арбуза базируется на управлении режимом выращивания культуры, обеспечивающим получение продукции высокого качества. Определяющим фактором повышения урожайности плодов арбуза в защищенном грунте является схема посадки и количество плодов на растении. Исследований по изучению схем посадки арбуза в теплицах и формирования количества плодов на растениях в условиях Республики Беларусь не проводилось. Поэтому изучением схемы посадки арбуза и нормирования плодов на каждом растении представляется возможность в дальнейшем регулировать рост и развитие вегетативной массы и величину продуктивных органов арбуза и этим самым эффективно использовать полезную площадь теплицы и получать ежегодно гарантированную урожайность плодов с хорошими биохимическими показателями и вкусовыми качествами.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в пленочных теплицах ангарного типа РУП «Институт овощеводства» (Минский район) в период 2014–2015 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развитая на лессовидном среднем суглинке, подстилаемая с глубины 0,6–0,8 м мореной. Основные агрохимические показатели пахотного слоя почвы (0–20 см): гумус (по И. В. Тюнину) – 2,2–2,5 %, pH_{KCl} – 6,2–6,4, подвижный P_2O_5 и обменный K_2O (по А. Т. Кирсанову) соответственно 150–180 и 230–260 мг/кг воздушно-сухой почвы. Минеральные удобрения в дозе $N_{90}P_{60}K_{155}Mg_{15}$ вносили весной в почвогрунт с заделкой на глубину 6–10 см.

Посадку рассады гибрида арбуза Романза F_1 в почвогрунт пленочных необогреваемых теплиц в центральной зоне Республики Беларусь проводили 5–7 мая. После высадки рассады через 3–5 дней стебель арбуза подвязывали к шпалере. Перед этим над рядом растений арбуза на высоте 2 м от поверхности почвы натягивали две параллельные проволоки на расстоянии 50 см друг от друга. Для лучшего светообеспечения растения подвязывали через одно к правой и левой проволокам, создавая V-образную шпалеру. Сначала шпагат привязывали к проволоке двойным скользящим узлом, затем к стеблю растения свободной петлей. По мере роста растений стебель обкручивали вокруг шпагата.

Важным элементом технологии является формирование растения, особенно в пленочных теплицах.

Растение начинали формировать при появлении на нижних узлах двух-трех самых мощных лиановидных стеблей, которые закручивали вокруг главного стебля, остальные боковые побеги до высоты главного стебля 60 см удаляли и проводили ослепление, что обеспечивает постоянный рост и развитие главного лиановидного стебля. Боковые стебли – плети, образующиеся на главном стебле на расстоянии выше 60 см от корневой шейки и на двух-трех стеблях первого порядка, закручивали вокруг главного стебля в виде «метелки», фиксацию осуществляли шпагатом и направляли вдоль и внутрь ряда.

Для нормального роста и развития растения арбуза в теплице необходимо постоянно поддерживать оптимальную температуру воздуха в солнечные дни на уровне 22–34 °С, в пасмурную погоду – 20–24 °С. Оптимальная влажность воздуха для арбуза – 70–75 %.

Поливы арбуза проводили в утренние часы подогретой в естественных условиях до 18–22 °С водой с нормой полива из расчета 2,5–4 л на растение, два-три раза в неделю. В течение вегетационного периода растения арбуза подкармливали жидкими комплексными удобрениями с концентрацией рабочего раствора 0,2 %. Первую некорневую подкормку применяли после 15–20 дней от высадки рассады баковой смесью Гидрогумин – 3 л/га + Наноплант – 100 мл/га на 300 л воды. Вторую некорневую подкормку проводили через 7–10 дней после первой в начале цветения 0,2 % раствором магния сернокислого в комплексе с препаратом Наноплант в норме 100 мл на 300 л/га воды и третью – при образовании плодов комплексным удобрением монофосфата калия 0,5 % рабочим раствором или из расчета 1,5 кг на 300 л/га воды. После образования необходимого количества плодов остальные завязи удаляли, а верхушки лиановидных стеблей прищипывали.

После 35–37 дней с момента образования завязи плоды достигали требуемой товарности и лучших вкусовых качеств. Их снимали, укладывали в ящики и отправляли на хранение. Если вовремя не убрать, то через 10–12 дней от образования плодов начиналось ухудшение вкусовых качеств. Для определения срока съема плодов подвешивают этикетки с датой образования завязи в диаметре 2–3 см и время уборки.

Наблюдения и учеты проводили согласно «Методики полевого опыта» Б. А. Доспехова [3] и «Методики полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» В. Ф. Белика [4]. Определение биохимических показателей выполнено в аналитической лаборатории РУП «Институт овощеводства». Сухое вещество определяли методом высушивания до постоянной массы согласно ГОСТу 28561–90, содержание сахаров – по Бертрану, нитратов – количественным ионометрическим методом. Полученные в результате проведения исследований данные подвержены статистической обработке дисперсионным методом по Б. А. Доспехову с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшая урожайность плодов – 1,1 кг/м² получена при использовании схемы посадки 100 + 40×40 см, что соответствует густоте стояния 1,8 шт./м². При такой плотности посадки товарность плодов составила 81 %, что на 19 % выше относительно данных контрольного варианта (100 + 40×20 см), где густота стояния составляла 3,6 растений на 1 м². Наименьшая

товарность плодов – 62 % по этой схеме объясняется наибольшим количеством (3,6 шт.) высаженных растений на квадратном метре.

При снижении плотности посадки арбуза с 1,8 до 1,2 шт./м² уровень товарности возрос с 81 до 86 %, в это время отмечено снижение урожайности на 0,9 кг/м². Наивысшие показатели урожайности – 7,0 и 7,1 кг/м² и товарности 83 и 81 % соответственно выявлены по схемам посадки 100 + 40×50 и 100 + 40×40 см. Прибавка урожая плодов арбуза составила 1,6–1,7 кг/м² или 30–31 % (таблица 1).

Для получения гарантированной урожайности с хорошими товарными качествами и биохимическими показателями продукции во время роста и развития культуры арбуза проводили нормирование количества плодов на растении.

В результате проведенных исследований выявлено, что наибольшая урожайность – 7,3 кг/м² получена в варианте, где растения имели два плода, а наименьшая урожайность – 6,7 кг/м² составила в варианте с нормированием по одному плоду на растении арбуза, хотя плоды в данном варианте характеризовались наибольшей товарностью – 89 %. Урожайность в этом варианте уменьшилась на 0,6 кг с каждого растения.

При нормировании 3 плода на растении урожайность и товарность снизились на 0,4 кг/м² и 11 % соответственно по отношению к урожайности 7,3 кг/м² и товарности 86 % в варианте с двумя плодами на растении.

Нормирование количества плодов на растении отражается не только на урожайности и товарности, но и на биохимическом составе продуктивных органов.

Наименьшее содержание сухого вещества – 8,6 % в плодах арбуза отмечено при нормировании трех плодов на растении. Наибольшее содержание сухого вещества – 9,1–9,2 % в плодах арбуза выявлено при нормировании одного–двух плодов на растении (таблица 2).

Содержание суммы сахаров в зависимости от вариантов опыта варьировало в пределах от 8,2 до 8,7 %. Высоким содержанием суммы сахаров – 8,7 % и аскорбиновой кислоты – 12,2 мг% характеризовались плоды, полученные в варианте нормирования двух плодов на растении арбуза.

Рекомендуемая схема нормирования по два плода на растении арбуза обуславливала снижение содержания нитратов на 2–7 мг/кг сырой массы по сравнению с содержанием нитратного азота 36–41 мг/кг в плодах, полученных при нормировании по одному и трем плодам на каждом растении.

При рекомендации технологического приема важным условием оценки является его экономическая эффективность. При системном анализе полученных данных можно констатировать, что применение схемы посадки 100 + 40×50 см рассады арбуза в неотапливаемых пленочных теплицах экономически целесообразно, так как при незначительном росте производственных затрат (0,19 руб./м²) это приводит к увеличению чистого дохода в 1,3 раза и повышению уровня рентабельности на 8 % в сравнении с экономическими показателями при выращивании арбуза по схеме 100 + 40×60 см. Коэффициент эффективности от использования схемы посадки 100 + 40×50 см достиг максимума и соответствовал уровню 1,39, себестоимость продукции в данном варианте снизилась на 0,03–0,15 руб./кг (таблица 3).

Заключение

Установлено, что оптимизация нормирования количества плодов по два на каждом растении арбуза в неотапливаемых теплицах способствовала повышению урожайности на 0,4 кг/м² или 6 % при товарности плодов 86 %.

Биохимический состав плодов арбуза Романза F₁ при нормировании их количества на растениях при

Таблица 1 – Влияние схемы посадки растений арбуза в почвенный грунт ангарной неотапливаемой теплицы на урожайность и товарность плодов (2014–2015 гг.)

Схема посадки, см	Густота стояния, шт./м ²	Урожайность, кг/м ²	Прибавка от минимальной урожайности		Товарность, %
			кг/м ²	%	
100 + 40×60	1,2	6,2	0,8	15	86
100 + 40×50	1,4	7,0	1,6	30	83
100 + 40×40	1,8	7,1	1,7	31	81
100 + 40×30	2,4	6,7	1,3	24	78
100 + 40×20	3,6	5,4	–	–	62
НСП ₀₅		0,6–0,7			

Таблица 2 – Урожайность и биохимический состав плодов арбуза в зависимости от их нормирования на растении при выращивании в неотапливаемой теплице (2014–2015 гг.)

Нормирование количества плодов на растении, шт.	Урожайность, кг/м ²	Товарность, %	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг%	Нитраты, мг/кг
1	6,7	89	9,2	8,6	11,7	36
2	7,3	86	9,1	8,7	12,2	34
3	6,9	78	8,6	8,2	10,2	41
НСП ₀₅	0,3–0,5					

Таблица 3 – Экономическая эффективность производства плодов арбуза при различных схемах посадки в неотапливаемых теплицах (2014–2015 гг.)

Схема посадки, см	Урожайность, кг/м ²	Стоимость продукции, руб./м ²	Затраты, руб./м ²	Чистый доход, руб./м ²	Уровень рентабельности, %	Коэффициент эффективности	Себестоимость продукции, руб./кг
100 + 40×60	6,2	37,2	2,83	0,89	31	1,31	0,46
100 + 40×50	7,0	42,0	3,02	1,18	39	1,39	0,43
100 + 40×40	7,1	42,6	3,29	0,97	30	1,29	0,46
100 + 40×30	6,7	40,2	3,46	0,56	16	1,16	0,52
100 + 40×20	5,4	32,4	3,11	0,13	4	1,04	0,58

выращивании в теплицах изменялся в сторону повышения показателей сухого вещества и суммы сахаров на 0,1–0,6 % и снижения содержания нитратов на 5–7 мг/кг сырой массы.

В результате системного анализа полученных данных установлено, что при выращивании арбуза в неотапливаемых пленочных теплицах на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве наиболее экономически выгодно использовать схему посадки растений 100 + 40×50 см, которая обеспечивает получение наибольшего расчетного чистого дохода – 1,8 руб./м² и рентабельность на уровне 39 %.

Литература

1. Влияние минеральных удобрений на урожайность арбуза на черноземе обыкновенном / Е. В. Агафонов [и др.] // Через инновации в науке и образовании к экономическому росту АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. ВАСХНИЛ П. Е. Ладана, п. Персиановский, 5–8 февраля 2008 г. / ДонГАУ; ред. А. И. Бараников [и др.]. – п. Персиановский, 2008. – С. 17–19.

- Борисов, В. А. Удобрение овощных культур / В. А. Борисов. – М.: Колос, 1978. – 206 с.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР, Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и бахчеводства; под ред. В. Ф. Белика, Г. Л. Бондаренко. – М., 1979. – 210 с.
- Переднев, В. П. Удобрение овощных культур / В. П. Переднев. – Минск: Ураджай, 1987. – 144 с.
- Технология возделывания арбуза в условиях Беларуси / М. Ф. Степура [и др.]. – Минск: РУП «Институт овощеводства», 2014. – 19 с.
- Степура, М. Ф. Удобрение и орошение овощных культур / М. Ф. Степура. – Минск, 2008. – 239 с.
- Степура, М. Ф. Урожайность, биохимический состав плодов арбуза и дыни в зависимости от доз минеральных удобрений и их экономическая оценка / М. Ф. Степура, А. В. Ботько // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 5. – С. 22–26.

УДК 635.342:631.55:631.8.476

Влияние видов и доз удобрений на потребление и вынос элементов питания урожаем капусты белокочанной

М. Ф. Степура, доктор с.-х. наук
Институт овощеводства

О. М. Таверыкина, кандидат с.-х. наук
Институт рыбного хозяйства

(Дата поступления статьи в редакцию 22.09.2018 г.)

Применение комплексных минеральных удобрений в дозе $N_{118}P_{109}K_{172}$ в сочетании с навозом, 60 т/га повышало урожайность кочанов капусты белокочанной на 4,5 т/га или 5 % по сравнению с эквивалентной дозой $N_{150}P_{90}K_{180}$ простых минеральных удобрений на аналогичном фоне при урожайности 90,9 т/га. Вышеуказанные дозы простых и комплексных минеральных удобрений на фоне навоза при выращивании капусты обеспечивают положительный баланс элементов питания в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Введение

Особенности питания овощных культур обусловлены генетической природой растений, различиями в строении корневой системы, ее способностью усваивать слаборастворимые соединения из почвы, скоростью нарастания вегетативных и репродуктивных органов.

The use of complex mineral fertilizers at a dose of $N_{118}P_{109}K_{172}$ in combination with manure 60 t/ha increased the yield of heads at 4,5 t/ha or 5% compared to the equivalent dose of $N_{150}P_{90}K_{180}$ simple mineral fertilizers on a similar background with a yield of 90,9 t/ha. The above doses of simple and complex mineral fertilizers on the background of manure when growing cabbage provide a positive balance of nutrients in sod-podzolic light loamy soil.

Для оптимизации роста и развития растений важно знать поступление питательных веществ по периодам органогенеза. В первый период роста растения овощных культур наиболее нуждаются в азоте и фосфоре, затем в калии. Количественная потребность в элементах питания определяется биологическими особенностями растений и другими факторами. По-

ступление питательных веществ в молодые растения всегда определяет образование сухой массы, поэтому в молодом возрасте они содержат больше азота, фосфора, калия, кальция, магния и других элементов, чем в более поздние периоды развития.

Известно, что растение через листья усваивает 95 % и более углекислоты и может усваивать путем некорневого питания из водных растворов зольные элементы, серу и азот. Однако основное количество азота, воды и зольных элементов в растение поступает из почвы через корневую систему [1, 2, 3, 5, 9].

Следует отметить, что динамика потребления элементов питания растениями по фазам роста и развития очень важна для правильной оценки почвенного плодородия и возможностей получения программированных урожаев овощных культур. Важно знать, какой уровень питательных веществ необходимо поддерживать в почве, чтобы создать растениям наиболее благоприятные условия для роста и развития [4, 7, 10, 11].

Сведений по уровням оптимального содержания питательных веществ в листьях овощных культур, возделываемых в открытом грунте, по периодам вегетации растений в литературе недостаточно.

Известно, что общая потребность растений в питательных веществах может быть охарактеризована тем количеством питательных элементов, которое растения вынесли из почвы вместе с урожаем. Вынос элементов питания зависит от величины урожая, доз минеральных удобрений, а также агрометеорологических и почвенных условий периода вегетации растений.

Условия и методика проведения исследований

Исследования проведены в 2006–2010 гг. на стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на лессовидном суглинке, подстилаемом песком. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта следующая: pH_{KCl} – 6,2–6,5, гидролитическая кислотность – 1,24–1,57, сумма обменных оснований – 9,52–10,2 мэкв/кг почвы, содержание подвижных P_2O_5 – 221–248, K_2O – 226–281 мг/кг почвы, гумуса – 2,65–2,95 %.

В опытах использовали районированный сорт капусты Мара, повторность опыта 4-кратная. Размер учетных делянок – 35 м². Посадка рассады капусты в

полевых условиях осуществлялась по схеме 70 см ряд от ряда и в ряду через 30–35 см.

Удобрения в виде мочевины, аммонизированного суперфосфата, хлористого калия, навоза вносили весной согласно схеме опыта, включающей, кроме того, 3 уровня комплексных удобрений.

Наблюдения и учеты проводили согласно «Методики полевого опыта» Б. А. Доспехова [6] и «Методики полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» под редакцией В. Ф. Белика и Л. Г. Бондаренко [8].

Полученные опытные данные подтверждены статистической обработкой дисперсионным методом по Б. А. Доспехову [6] с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлены ориентировочные уровни оптимального содержания питательных элементов в листьях капусты по двум основным периодам вегетации культуры.

Исследования показали, что в листьях капусты белокочанной содержание питательных веществ изменялось по фазам роста и развития растений. В фазе интенсивного роста вегетативной массы растения лучше отзывались на внесение азотных удобрений, так как потребление азота в этот период в среднем по вариантам находилось на уровне 4600–4850 мг/кг, что выше на 1300–1400 мг/кг потребления этого элемента в фазе образования кочана (таблица 1).

Наибольшее потребление азота растениями капусты белокочанной в фазе интенсивного роста вегетативной массы (4600 мг/кг сырой массы) и в фазе образования кочана (3300 мг/кг сырой массы) отмечено при внесении простых минеральных удобрений в дозе $N_{150}P_{90}K_{180}$ на фоне без органических удобрений.

При использовании данной дозы минеральных удобрений на фоне внесения навоза 60 т/га отмечено, что содержание азота в листьях капусты белокочанной увеличилось на 250 мг/кг сырой массы, калия – на 100 мг/кг, а содержание фосфора осталось неизменным.

В результате изучения содержания фосфора и калия в листьях капусты при использовании комплексных минеральных удобрений на фоне навоза 60 т/га

Таблица 1 – Содержание питательных элементов в листьях капусты белокочанной по периодам вегетации растений, мг/кг сырой массы

Вариант	Интенсивный рост вегетативной массы			Образование кочанов		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений (контроль)	3850	850	3900	2650	880	3950
$N_{150}P_{90}K_{180}$	4600	1300	4700	3300	1350	4750
$N_{94}P_{90}K_{138}$	4150	1200	4200	2950	1250	4250
$N_{106}P_{98}K_{155}$	4400	1250	4500	3100	1350	4500
$N_{118}P_{109}K_{172}$	4550	1300	4600	3250	1400	4650
Навоз, 60 т/га	4650	1250	4600	3250	1300	4600
Навоз, 60 т/га + $N_{150}P_{90}K_{180}$	4850	1300	4800	3450	1300	4800
Навоз, 60 т/га + $N_{94}P_{90}K_{138}$	4700	1150	4750	3200	1250	4700
Навоз, 60 т/га + $N_{106}P_{98}K_{155}$	4650	1200	4700	3150	1300	4750
Навоз, 60 т/га + $N_{118}P_{109}K_{172}$	4700	1250	4800	3500	1300	4700

резких отличий по фазам роста и развития не выявлено по причине высокого содержания подвижных форм фосфора и обменного калия в почве (рисунок).

Изучение в стационарном специализированном овощном севообороте влияния действия навоза при внесении простых и комплексных минеральных удобрений на урожайность овощных культур установлено, что наибольшая урожайность капусты – 95,4 т/га получена при внесении комплексных минеральных удобрений в дозе $N_{118}P_{109}K_{172}$ на фоне действия навоза, 60 т/га (таблица 2).

По нашим данным, при внесении дозы $N_{94}P_{90}K_{138}$ комплексных минеральных удобрений урожайность кочанов капусты уменьшилась на 9,5 т/га по сравнению с внесением дозы $N_{150}P_{90}K_{180}$ простых минеральных удобрений.

При выращивании капусты белокочанной на фоне навоза без внесения минеральных удобрений средняя

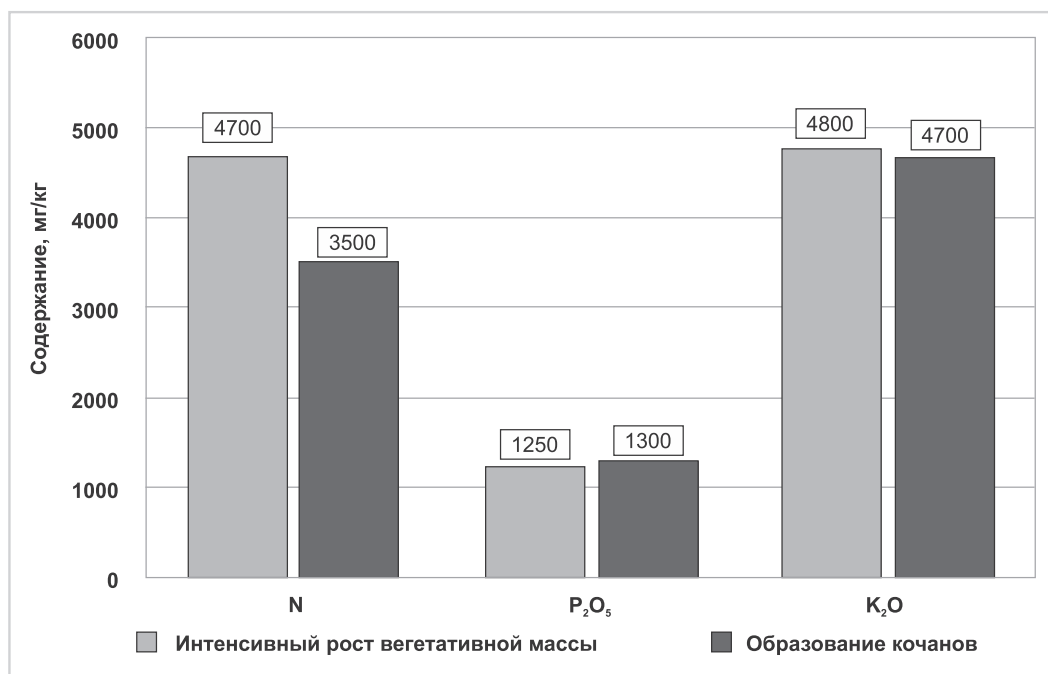
урожайность кочанов составила 67,3 т/га. Прибавка урожая капусты от действия навоза составила 16,0 т/га или 31 %.

Выявлено, что внесение простых минеральных удобрений в дозе $N_{150}P_{90}K_{180}$ в сочетании с навозом снижало урожайность капусты на 4,5 т/га по сравнению с эквивалентной дозой $N_{118}P_{109}K_{172}$ комплексных минеральных удобрений.

Однако наибольшая прибавка урожая капусты – 39,1–44,1 т/га или 76–86 % получена по дозам $N_{106-118}P_{98-109}K_{155-172}$ комплексных и дозе $N_{150}P_{90}K_{180}$ простых минеральных удобрений.

Внесение доз простых и комплексных минеральных удобрений на фоне действия навоза повышало товарность продукции с 79 до 88–90 %.

Установлено, что наибольший хозяйственный вынос азота и калия отмечен у растений капусты белокочанной при внесении доз минеральных удобрений на



Изменение содержания питательных элементов в листьях капусты белокочанной по периодам вегетации растений (вариант – навоз, 60 т/га + $N_{118}P_{109}K_{172}$)

Таблица 2 – Действие различных видов и доз удобрений на урожайность капусты белокочанной

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Товарность, %
		т/га	%	
Без удобрений (контроль)	51,3	–	–	78
$N_{150}P_{90}K_{180}$	83,8	32,5	63	88
$N_{94}P_{90}K_{138}$	74,3	23,0	45	87
$N_{106}P_{98}K_{155}$	80,3	29,0	57	88
$N_{118}P_{109}K_{172}$	84,9	33,6	66	89
Навоз, 60 т/га	67,3	16,0	31	79
Навоз, 60 т/га + $N_{150}P_{90}K_{180}$	90,9	39,6	77	89
Навоз, 60 т/га + $N_{94}P_{90}K_{138}$	86,1	34,8	68	89
Навоз, 60 т/га + $N_{106}P_{98}K_{155}$	90,4	39,1	76	88
Навоз, 60 т/га + $N_{118}P_{109}K_{172}$	95,4	44,1	86	90
HCP ₀₅	2,4–5,7			

Таблица 3 – Вынос и баланс элементов питания при выращивании капусты белокочанной в зависимости от видов и доз удобрений

Вариант	Внесение, кг/га			Хозяйственный вынос, кг/га			Баланс, ± кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений (контроль)	–	–	–	166	54	179	–166	–54	–179
N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₈₀	150	90	180	298	82	306	–148	+8	–126
N ₉₄ P ₉₀ K ₁₃₈	94	87	138	198	73	212	–104	+14	–74
N ₁₀₆ P ₉₈ K ₁₅₅	106	98	155	225	84	236	–119	+14	–81
N ₁₁₈ P ₁₀₉ K ₁₇₂	118	109	172	231	86	221	–113	+23	–49
Навоз, 60 т/га – фон	300	120	360	210	74	218	+90	+46	+142
Фон + N ₁₅₀ P ₉₀ K ₁₈₀	450	210	540	313	106	333	+137	+104	+207
Фон + N ₉₄ P ₉₀ K ₁₃₈	394	207	498	230	94	228	+164	+113	+270
Фон + N ₁₀₆ P ₉₈ K ₁₅₅	406	218	515	242	88	254	+164	+130	+261
Фон + N ₁₁₈ P ₁₀₉ K ₁₇₂	418	229	532	281	111	292	+126	+118	+240

фоне навоза. Так, в варианте с внесением N₁₅₀P₉₀K₁₈₀ на фоне навоза, 60 т/га хозяйственный вынос азота капустой белокочанной составил 313 кг/га, калия – 333 и фосфора – 106 кг/га (таблица 3).

При внесении только минеральных удобрений в указанной дозе хозяйственный вынос азота составил 298 кг/га, фосфора – 82 и калия – 306 кг/га. Внесение только простых и комплексных минеральных удобрений без применения навоза не обеспечило получения положительного баланса в почве по азоту и калию. Отрицательный баланс азота составлял 104–148 кг/га, а калия соответственно – 49–126 кг/га. Капуста белокочанная по своим биологическим особенностям при формировании урожая в 50–70 т/га выносит из почвы 166–298 кг/га азота и 179–306 кг/га калия. Внесение только минеральных удобрений в рекомендованных дозах не обеспечивает положительный баланс азота и калия.

Установлено, что баланс фосфора был положительным по всем изучаемым дозам удобрений как по фону навоза, так и без него. Объясняется это тем, что корневая система растений капусты белокочанной за вегетационный период сильно увеличивается в размере и способна хорошо использовать запасы почвенного фосфора. Внесение только навоза в количестве 60 т/га обеспечило положительный баланс по всем трем элементам питания: по азоту он составил +90 кг/га, фосфору и калию – соответственно +46 и +142 кг/га.

Выявлено, что внесение на фоне навоза, 60 т/га доз простых N₁₅₀P₉₀K₁₈₀ и комплексных N₉₄₋₁₁₈P₈₇₋₁₀₉K₁₃₈₋₁₇₂ минеральных удобрений при выращивании капусты белокочанной обеспечило положительный баланс элементов питания: содержание азота в почве увеличилось на 126–164 кг/га, фосфора – на 104–130 кг/га и калия – на 207–270 кг/га.

Заключение

Применение минеральной системы простых и комплексных удобрений увеличило урожай кочанов ка-

пусты белокочанной на 45–66 %, органоминеральной с внесением навоза – на 68–86 %. Выявлено, что использование органоминеральной системы удобрения способствует увеличению потребления азота и калия растениями капусты при формировании кочанов и незначительным повышением потребления фосфора по сравнению с потреблением его в период интенсивного роста вегетативной массы.

Литература

1. Андреев, Ю. М. Овощеводство / Ю. М. Андреев. – М.: Проф-ОбрИздат, 2002. – 256 с.
2. Аристархов, А. Н. Оптимизация питания растений и применения удобрений в агроэкосистемах / А. Н. Аристархов. – М.: ЦИНАО, 2000. – 522 с.
3. Технология возделывания овощных культур в Беларуси / А. А. Аутко [и др.] – Мн.: 2003. – 96 с.
4. Берестов, И. И. Урожайность и вынос основных элементов питания яровым тритикале в зависимости от сорта, доз азота и норм высева. / И. И. Берестов, П. А. Ширко // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 58. – С. 18–21.
5. Босак, В. Н. Экономическая эффективность применения удобрений в полевых севооборотах / В. Н. Босак, Т. М. Германович // Материалы междунар. науч.-практ. конф. IV съезда почвоведов // Минск, 2010. – Ч. 2. – С. 21–25.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для студ. высших с. – х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Маслова, И. Я. Диагностика и регуляция питания яровой пшеницы серой / И. Я. Маслова. – Новосибирск.: Наука, 1993. – 123 с.
8. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР, Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и бахчеводства; под ред. В. Ф. Беллика, Г. Л. Богдаренко. – М., 1979. – 210 с.
9. Тихова, Е. П. Значение обменных катионов в поглощении SO₄²⁻ почвами / Е. П. Тихова // НИРУП «Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». – 1958. – № 2. – С. 57–61.
10. Шкель, М. П. Применение серосодержащих удобрений / М. П. Шкель. – Минск: Ураджай, 1979. – 63 с.
11. Swain, P.V. Subsoiling / P. V. Swain // Soil Physical Condition and Crop Production: technical Bulletin. – 1975. – № 29. – P. 189–205.

Жизненный путь, достойный уважения

К 90-летию со дня рождения
Анны Ивановны Горбылевой
(1928–2015 гг.)

Анна Ивановна Горбылева родилась 18 декабря 1928 г. в мордовском селе Старая Горяша Краснослободского района в семье русских крестьян. Рано познав нелегкий крестьянский труд, в ее душу проникла любовь к земле, желание сделать ее более красивой и плодородной. И ей это удалось!

Вся ее долгая жизнь – беззаветное служение любимому делу.

Осенью 1946 г., после успешной сдачи экзаменов, сбывается мечта Анны Ивановны Горбылевой: она становится студенткой Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. И уже тогда она проявила себя с лучшей стороны, получая за отличную учебу и активную общественную работу именную стипендию им. М. И. Калинина. Окончив с отличием академию, а затем аспирантуру, в 1955 г. она с блеском защищает кандидатскую диссертацию на тему: «Динамика некоторых свойств почвы и урожай растений при трех вариантах системы удобрений в девятипольном севообороте».

По распределению и совету известного ученого О. Кедрова-Зихмана, Анна Ивановна приехала в маленький белорусский городок Горки. Да так и осталась здесь на всю жизнь. Тогда молоденькая Анна и не задумывалась о том, что горькая земля станет для нее второй родиной. Здесь, в Белорусской сельскохозяйственной академии, она пройдет путь от ассистента до доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика Международной академии аграрного образования, заведующего кафедрой почвоведения, здесь вырастут ее дети, здесь она обретет настоящих друзей и станет Почетным гражданином г. Горки. Но это будет потом, а впереди дорога, длиною в жизнь.

В 1958 г. молодой ученый организовала и до 1964 г. заведовала, на общественных началах, радиоизотопной лабораторией, которая



позднее была преобразована в кафедру сельскохозяйственной радиологии. С мая 1981 по август 1998 г. заведовала кафедрой почвоведения, где ярко проявились ее руководящие и организаторские качества.

Одновременно с основной деятельностью, в 1972–1990 гг. А. И. Горбылева руководила отделами опытов и проблемной лабораторией питания растений и гумуса БСХА, а с 1990 г. руководила исследованиями по одному из разделов республиканских программ «Плодородие» и «Агрокомплекс».

Докторскую диссертацию на тему «Совершенствование системы и технологии внесения удобрений на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах» защитила в 1979 г. Причем среди академических ученых-агрономов она была первой женщиной – доктором наук. Звание профессора ей было присвоено в 1981 г., в 1997 г. А. И. Горбылева избрана членом-корреспондентом Международной академии аграрного образования, а в 2008 г. становится действительным членом (академиком) этой академии.

Основные научные исследования А. И. Горбылевой посвящены установлению закономерностей в системе «почва – растения – удобрения» в условиях интенсивной химизации почв. На их основе разрабатываются принципы планирования системы удобрения в сево-

обороте с включением различных технологий внесения удобрений и в зависимости от способов обработки почвы, обеспечивающей целенаправленное регулирование плодородия почвы и охрану окружающей среды.

Наряду с научными исследованиями Анна Ивановна проводила большую работу по подготовке научно-педагогических кадров. Благодаря ее педагогическому таланту, высокой профессиональной эрудиции и трудолюбию, подготовлено 17 кандидатов наук, в том числе 3 гражданина России, 1 – Египта, 1 – Вьетнама. Она являлась автором более 260 научных, учебных и методических разработок и рекомендаций, в том числе 2 справочников по минеральным удобрениям, 2 – по известкованию и 5 учебных пособий, из которых 3 – с грифом Министерства образования Республики Беларусь.

Результаты ее исследований нашли отражение при разработке научных основ применения удобрений как у нас в стране, так и за рубежом. Многие из них вошли в качестве нормативов в модели почвенного плодородия и использованы при подготовке рекомендаций для сельскохозяйственного производства.

Анна Ивановна всегда поддерживала тесные связи со многими ведущими отечественными и зарубежными учеными (России, Украины, Молдовы, Литвы, Латвии, Польши и др. стран). Творческие контакты, встречи на конгрессах, съездах, конференциях, обмен корреспонденцией позволяли ей и ее сотрудникам быть всегда информированными о проводимых в мире исследованиях и способствовали признанию школы белорусских агрохимиков-почвоведов.

В 2002 г. за выдающийся вклад в развитие высшего образования Анна Ивановна была удостоена стипендии Президента Республики Беларусь.

Научно-исследовательскую и руководящую работу Анна Ивановна успешно сочетала с общественной научной деятельностью, являясь членом редколлегии журнала «Почвоведение и агрохимия», специализированного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций, научно-технического экспертного совета по агрономии и экологии БГСХА, Белорусского общества почвоведов и Международной ассоциации агроэкологов «Агроэколог», участником международных, республиканских съездов, конференций, научно-производственных семинаров.

За цикл исследований, посвященных вопросам эволюции почвенного плодородия и комплексным проблемам охраны почв, оптимизации минерального питания растений и почвенных процессов с целью создания высокопродуктивных и чистых агроценозов на дерново-подзолистых почвах, в 2004 г., на конкурсной основе, А. И. Горбылевой была присуждена престижная премия имени академика Д. Н. Прянишникова, учрежденная Правительством России для уче-

ных в области агрохимии. Не это ли высокий уровень международного признания научной работы профессора А. И. Горбылевой!

Добросовестный труд Анны Ивановны отмечен многочисленными наградами: знаками «Отличник сельского хозяйства СССР», «За отличные успехи в высшей школе», медалями «За доблестный труд», «За трудовую доблесть», почетной грамотой Верховного совета БССР, почетными грамотами Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Президиума Академии аграрных наук, Могилевского и Брестского областных исполнительных комитетов, Горецкого райисполкома и ректората УО БГСХА, а также множественно благодарностей.

Глубокие знания, порядочность, принципиальность и требовательность, сочетающаяся с отзывчивостью, добротой и скромностью, позволили Анне Ивановне заслужить огромный авторитет и признание среди ученых аграрной науки, а также специалистов и руководите-

лей сельскохозяйственных предприятий.

Шестьдесят лет Анна Ивановна Горбылева отдала любимому делу. Оглядываясь назад и оценивая свой жизненный путь, Анна Ивановна не раз восклицала:

*Судьбу мне нечего корить,
Она мне отвела немало!
И если бы пришлось
жизнь повторить,
Я повторила б все сначала...*

Жизненный путь Анны Ивановны завершился 16 июня 2015 г. на 87-м году жизни. Но школа А. И. Горбылевой, тот научный задел, созданный под ее руководством и при ее непосредственном участии, явились прочным фундаментом для последующих исследований в области агрохимии и почвоведения. Развитие ее идей и принципов продолжают и поныне, а образ ученого, преданного своему делу, навсегда сохранится в наших сердцах!

*Курганская Светлана Данишиловна,
Персикова Тамара Филипповна,
Валейша Евгения Францевна,
Поддубный Олег Андреевич*

30 ноября 2018 г.

НАУМОВИЧ ИВАН МИХАЙЛОВИЧ,

соискатель ученой степени кандидата с.-х. наук, защитил диссертацию «**Оптимизация сроков сева, норм высева семян, средств защиты растений в технологии возделывания гибридов рапса ярового в центральной части Беларуси**» по специальности 06.01.09 – растениеводство в Совете по защите диссертаций (Д.01.52.01) при РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Научный руководитель: Пиллюк Ядвига Эдвардовна, кандидат с.-х. наук, доцент.

Наумович И. М. родился 19 июля 1988 г. в д. Красное Кореличского района Гродненской области. В 2005 г. поступил в Гродненский государственный аграрный университет на агрономический факультет, после окончания которого с апреля по ноябрь 2010 г. работал заместителем председателя по идеологической работе в СПК «Заболотский АГРО» Вороновского района Гродненской области. С ноября 2010 г. по ноябрь 2013 г. обучался на дневном отделении в аспирантуре при РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». С ноября 2013 г. по настоящее время работает научным сотрудником в отделе масличных культур.

Рекомендации по практическому использованию результатов

На дерново-подзолистой супесчаной почве центральной части Беларуси для получения высокой урожайности рапса ярового рекомендуется:

- проводить посев гибридов Алмаз и Рубин в первые две недели после наступления физической спелости почвы, а сорта Гермес – в первые 11 дней с нормой высева семян 1,3–2,3 млн/га всхожих семян;
- для защиты посевов гибридов рапса ярового от сорняков (однолетние двудольные и злаковые) применять гербициды Нимбус, КС (1,7 л/га) или Теридокс, КЭ (2,0 л/га);
- в фазе начало активного роста использовать препараты с рострегулирующим действием – Карамба, ВР (0,8 л/га), Прозаро, КЭ (0,7 л/га), Сетар, СК (0,4 л/га), Фоликур БТ, КЭ (0,8 л/га) и Ретацел, ВРК (0,8 л/га) + Нью филм-17, КЭ (0,2 л/га);
- при прогнозируемом развитии склеротиниоза в фазе середина цветения вносить фунгициды Пиктор, КС (0,4 л/га) или Прозаро, КЭ (0,6 л/га), против альтернариоза в фазе зеленого стручка применять фунгициды Колосаль про, КМЭ (0,5 л/га) или Карамба, КЭ (0,8 л/га).



30 мая 2018 г.

РАДОВНЯ ОКСАНА СЕМЕНОВНА,

соискатель ученой степени кандидата наук, защитила диссертацию «Создание исходного материала озимой ржи для селекции сортов зернового и зеленоукосного использования» по специальности 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки) в Совете по защите диссертаций Д 01.52.01 при РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Научный руководитель: Урбан Эрома Петрович, доктор с.-х. наук, доцент, член-корреспондент НАН Беларуси, заместитель генерального директора РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Радовня Оксана Семеновна родилась 17 января 1980 г. в г. Витебске, гражданка Республики Беларусь, образование высшее. В 1998 г. поступила на агрономический факультет БГСХА, который окончила в 2003 г., специальность по диплому селекция и генетика с.-х. растений. С 2003 по 2006 г. – младший научный сотрудник лаборатории электрофореза РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». С 2006 по 2011 г. – начальник группы электрофореза РНДУП «Полесский институт растениеводства». С 2012 г. по настоящее время – ученый секретарь РУП «Минская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси». Имеет 15 печатных работ, свидетельство селекционера на сорт кормовой озимой ржи зеленоукосного направления и одну заявку на сорт озимой ржи продовольственного направления.

Рекомендации по практическому использованию результатов

В селекции озимой ржи в качестве комплексных источников ценных признаков и свойств рекомендуется использовать сорта, отличающиеся высоким числом падения: Аміло, Нива, Антарес, Альфа; сочетающие высокие хлебопекарные качества и повышенное содержание белка в зерне: Зарница, Радонь, Марусенька, Саратовская 6; устойчивые к предуборочному прорастанию зерна: Искра, Спадчына, Нива, Зарница, Лота, Алькора.

В селекционном процессе рекомендуется использовать новый исходный материал диплоидной ржи Популяция 1, Популяция 2 и тетраплоидной ржи Популяция 3 в качестве источника устойчивости к прорастанию на корню и эффективного использования растениями азота.

В селекции на устойчивость к прорастанию на корню отборы целесообразно проводить на фоне азотного питания N₆₀₊₃₀ после перестоя на корню в течение 2–3 недель после наступления полной спелости зерна.

Сорт кормовой озимой ржи Укосная рекомендуется возделывать в системе зеленого конвейера в озимых промежуточных посевах.

ОПУБЛИКОВАНО В 2018 ГОДУ

На тему дня

- ✍ *Ходько Е. М.* Устойчивое развитие Республики Беларусь как гармонизация отношений основных компонентов. – № 1. – С. 3–7.

Агротехнологии

- ✍ *Абраскова С. В., Долгова Е. Л., Дубовик Н. М.* Использование разных методов для идентификации токсикогенных грибов в зерне кукурузы. – № 6. – С. 20–23.
- ✍ *Бейня В. А., Лобач Е. И.* Анализ сортов пшеницы мягкой озимой, включенных в Государственный реестр. – № 5. – С. 16–20.
- ✍ *Берестов И. И.* К вопросу определения достоверности различий средних за ряд лет показателей краткосрочных полевых опытов. – № 6. – С. 16–20.
- ✍ *Билоус Г. Я., Ващишин О. А., Пристацкая О. Н.* Экономическая оценка выращивания современных сортов пшеницы озимой в условиях западной лесостепи Украины. – № 1. – С. 26–28.
- ✍ *Бродецкая К. П., Бродецкая Е. М.* Производительность зеленой массы различных морфотипов люпина белого. – № 4. – С. 12–14.
- ✍ *Бруй И. Г., Привалов Д. Ф., Мазюк Е. И.* Влияние ретардантов на устойчивость к полеганию и урожайность сортов ярового ячменя. – № 2. – С. 7–12.
- ✍ *Генин В. А., Клебанович Н. В.* Моделирование урожайности озимой пшеницы по данным дистанционного зондирования Земли. – № 4. – С. 7–12.
- ✍ *Гесть Г. А., Ганусевич А. Г.* Экономическая эффективность производства сельскохозяйственной продукции в Гродненской области. – № 2. – С. 13–15.
- ✍ *Князюк О. В., Козак В. В.* Влияние массы и схем посадки клубней на урожайность сортов картофеля. – № 2. – С. 15–17.
- ✍ *Крицкий М. Н., Чекель Е. И., Боровик А. А., Черепок И. А.* Формирование густоты продуктивного травостоя люцерны посевной в зависимости от норм высева и инокуляции семян бактериальным препаратом на основе *Rhizobium melilot*. – № 6. – С. 9–12.
- ✍ *Лутак И. А., Тимошенко О. В., Шаповал А. В.* Влияние крупности семян и внесенных удобрений на урожайность овса и его посевные качества. – № 1. – С. 29–32.

- ✍ Пашкевич П. А. Пути повышения урожайности семян детерминантных сортов гороха в условиях Беларуси. – № 1. – С. 20–23.
- ✍ Перськова Т. Ф., Радкевич М. Л. Влияние условий питания на урожайность и качественный состав зерна люпина узколистного при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях северо-востока Беларуси. – № 6. – С. 12–15.
- ✍ Сахненко В. В., Сахненко Д. В. Особенности применения смесей агрохимикатов при современных технологиях выращивания зерновых культур. – № 5. – С. 20–23.
- ✍ Семененко Н. Н., Крот П. П. Промежуточные культуры – важнейший фактор интенсификации почвозащитного земледелия на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья. – № 1. – С. 13–19.
- ✍ Соколов М. С. Актуальность оздоровления деградированных почв агроценозов. – № 5. – С. 3–5.
- ✍ Тиво П. Ф., Саскевич Л. А., Бут Е. А. Урожайность многолетних трав и кукурузы в Поозерье. – № 3. – С. 3–7.
- ✍ Урбан Э. П., Буштевич В. Н., Гордей С. И. Особенности весенне-летнего ухода за посевами озимых зерновых культур в условиях текущего года. – № 2. – С. 3–7.
- ✍ Цыбулько Н. Н. Противозероэрозийная эффективность основной обработки почв. – № 5. – С. 6–12.
- ✍ Цыганов А. Р., Полховская И. В. Влияние применения минеральных удобрений, Эпина, бора и бактериальных препаратов на потребление растениями гречихи основных элементов питания. – № 4. – С. 3–7.
- ✍ Цыганов А. Р., Чернуха Г. А. Влияние обработки почвы полифункциональным водорастворимым полимером на дождевых червей. – № 1. – С. 24–25.
- ✍ Цыганов А. Р., Чернуха Г. А. Продолжительность влияния обработки дерново-подзолистой песчаной почвы водорастворимым полимером на урожайность сельскохозяйственных культур и накопление радионуклидов. – № 5. – С. 12–16.
- ✍ Шлапунов В. Н., Бирюкович А. Л., Романович А. Н. Сортовое разнообразие люцерны в Беларуси. – № 1. – С. 8–12.
- ✍ Шлапунов В. Н., Бирюкович А. Л., Романович А. Н. Результаты исследований беспокровного посева люцерны. – № 6. – С. 5–8.

Селекция и семеноводство

- ✍ Бобкова О. Н. Оценка исходного материала для селекции салата кочанного по комплексу хозяйственно ценных признаков в зависимости от сроков сева. – № 6. – С. 33–37.
- ✍ Витко Г. И. Корреляции между количественными признаками у желтого люпина. – № 3. – С. 19–22.
- ✍ Гапоненко И. В. Источники морфобиологических и хозяйственно ценных признаков для селекции партенокарпического огурца. – № 3. – С. 13–16.
- ✍ Дуктова Н. А. Физиологические аспекты селекции твердой пшеницы на устойчивость к корневым гнилям. – № 6. – С. 24–27.
- ✍ Зайцева И. Е., Пугачева И. Г., Бабак О. Г., Кильчевский А. В. Микрогаметофитный отбор у томата как инструмент повышения устойчивости к биотическим (низкие положительные температуры) и биотическим (фузариозное увядание, кладоспориоз) стрессам. – № 3. – С. 8–12.
- ✍ Кожуро Ю. И., Пашкевич П. А., Шор В. Ч. Степень развития корневой системы проростков как критерий для оценки семенной продуктивности и урожайности семян гороха. – № 3. – С. 16–19.
- ✍ Любченко И. А., Любченко А. И., Рябовол Л. О. Влияние солевого стресса на каллусогенез рыжика ярого. – № 3. – С. 23–25.
- ✍ Мелентьева С. А. Продуктивность гибридов сахарной свеклы белорусской селекции. – № 6. – С. 28–33.

Агрохимия

- ✍ Богатырева Е. Н., Серая Т. М., Юхновец А. В., Касьяненко И. И. Влияние регулярных дозовых нагрузок жидких органических удобрений на содержание тяжелых металлов в дерново-подзолистых почвах и их поступление в растениеводческую продукцию. – № 3. – С. 29–35.
- ✍ Воробьев В. Б., Ласточкина С. И. Влияние азотных подкормок на баланс гумуса в посевах озимой пшеницы, возделываемой при разных уровнях ранневесеннего запаса минерального азота в почве. – № 4. – С. 15–20.
- ✍ Гончарук В. А. Экономическая эффективность применения микроудобрений при возделывании подсолнечника. – № 2. – С. 20–22.
- ✍ Гончарук В. А., Брилев М. С. Эффективность применения микроудобрений в посевах подсолнечника. – № 2. – С. 17–20.
- ✍ Лапа В. В., Михайловская Н. А., Погирницкая Т. В. Ферментативная диагностика почвы и ее применение для нормирования нагрузки по удобрениям. – № 3. – С. 26–28.
- ✍ Степура М. Ф., Матюк Т. В., Пась П. В. Влияние цинковых удобрений на содержание нитратов в продукции овощных культур. – № 2. – С. 25–28.
- ✍ Шешко П. С. Влияние некорневого применения удобрений КомплеМет на урожайность и качество плодов яблоки. – № 2. – С. 22–24.

Защита растений

- ✍ Биловус Г. Я., Ващишин О. А., Пристацкая О. Н., Добровецкая М. Р. Биологические препараты для защиты от болезней листьев пшеницы озимой в западной лесостепи Украины. – № 3. – С. 47–49.
- ✍ Бруй И. Г., Сенько Ж. Е. Регулирование засоренности посевов кукурузы гербицидом Корлеоне, КЭ. – № 6. – С. 49–52.
- ✍ Вабищевич В. В., Вага И. И. Оценка эффективности фунгицидов для защиты огурца от аскохитоза в условиях защищенного грунта. – № 2. – С. 39–42.
- ✍ Вага И. И. Влияние поврежденности корнеплодов моркови столовой личинками морковной мухи на их сохранность в период хранения. – № 1. – С. 48–50.

- Вага И. И., Попов Ф. А. Технология защиты лука репчатого от вредных организмов с использованием препаратов отечественного производства. – № 1. – С. 41–43.
- Волчкевич И. Г. Оценка применения гербицидов почвенного действия в посевах моркови столовой. – № 4. – С. 26–29.
- Волчкевич И. Г. Оценка применения граминицидов в посадках картофеля. – № 6. – С. 37–40.
- Гаджиева Г. И. Новые вредные организмы в посевах сахарной свёклы. – № 3. – С. 50–54.
- Гаджиева Г. И., Подковенко О. В. Эффективность фунгицида Эминент 125 МЭ (тетраконазол, 125 г/л) в посевах сахарной свеклы. – № 3. – С. 40–41.
- Гентош И. Д., Кирик Н. Н. Эффективность применения биологических препаратов против корневой гнили ячменя ярового. – № 1. – С. 54–56.
- Гутянский Р. А. Применение в посевах сои комбинаций послевсходовых гербицидов с регуляторами роста растений и микроудобрением. – № 1. – С. 50–54.
- Гутянский Р. А., Зуза В. С. Эффективность применения в посевах кукурузы послевсходовых гербицидов с широким спектром действия. – № 2. – С. 33–36.
- Дуктов В. П., Новик А. Л. Эффективность протравителей в защите яровой твердой пшеницы от корневых гнилей. – № 4. – С. 30–33.
- Запрудский А. А., Ходенкова А. М., Белова Е. С., Пенязь Е. В. Эффективность послевсходового применения гербицидов в защите кормовых бобов от сорных растений. – № 4. – С. 33–35.
- Запрудский А. А., Ходенкова А. М., Белова Е. С., Пенязь Е. В. Эффективность применения десикантов в посевах кормовых бобов. – № 4. – С. 38–40.
- Иванова К. А., Мамчур Р. Н. Обоснование системы защиты сорго от вредителей при современных трофических связях фитофагов в лесостепи Украины. – № 1. – С. 56–58.
- Комардина В. С., Плескацевич Р. И., Васеха Е. В. Поражаемость болезнями устойчивых и иммунных к парше сортов яблони отечественной селекции, возделываемых в промышленных садах Беларуси. – № 5. – С. 33–36.
- Комардина В. С., Ярчаковская С. И., Михневич Р. Л. Болезни аронии черноплодной в Беларуси и контроль их развития. – № 4. – С. 36–38.
- Курьята В. Г., Кушнир О. В. Действие триазолпроизводного ретарданта Фоликур на морфогенез, формирование фотосинтетического аппарата и урожайность перца сладкого. – № 4. – С. 40–42.
- Лянь Уян Видовое разнообразие листоедов (Chrysomelidae) на полях ярового рапса. – № 4. – С. 42–45.
- Лянь Уян. Влияние пестицидов на видовой состав паукообразных на полях озимого рапса. – № 2. – С. 42–46.
- Мелюхина Г. В. Сезонная динамика численности хищных клопов (Heteroptera: Nabidae, Anthocoridae) – насекомых-афидофагов злаковых тлей в посевах пшеницы озимой в условиях лесостепи Украины. – № 4. – С. 45–48.
- Мелюхина Г. В. Трофическая структура насекомых-фитофагов на пшенице озимой в условиях лесостепи Украины. – № 5. – С. 39–42.
- Налобова В. Л., Павлова И. В., Ивановская М. В. Дифференциация видового состава возбудителей мучнистой росы тыквенных культур. – № 1. – С. 44–47.
- Опимах В. В., Опимах Н. С., Федорова М. И. Оценка устойчивости к корнееду межсортовых гибридов свеклы столовой в условиях Беларуси. – № 5. – С. 30–33.
- Полозняк Е. Н. Райдер, ВДГ в посевах озимого рапса. – № 3. – С. 42–43.
- Попов Ф. А., Вага И. И. Эффективность приемов оздоровления моркови столовой, предназначенной для длительного хранения. – № 2. – С. 36–39.
- Радивон В. А. Эффективность протравителей в защите ярового тритикале от корневой гнили. – № 3. – С. 43–47.
- Сорока С. В., Сорока Л. И., Корпанов Р. В., Кабзарь Н. В., Петровец И. Ю. Контроль засоренности посевов озимых зерновых культур гербицидами, содержащими ЭГЭ 2,4-Д и флорасулам. – № 3. – С. 35–39.
- Сорока С. В., Сорока Л. И., Кабзарь Н. В., Корпанов Р. В. Эффективность гербицидов на основе дикамбы и действующих веществ сульфонилмочевинной группы в посевах озимых зерновых культур. – № 1. – С. 35–40.
- Супранович Р. В., Свирская Н. А. Эффективность гербицида Экстракорн, С в защите плодовых культур от сорной растительности. – № 2. – С. 28–30.
- Трепашко Л. И., Козич И. А., Бречко Е. В. Защита зерна от амбарных вредителей при хранении в осенне-зимний период. – № 5. – С. 23–27.
- Харченко Ю. В., Бондус Р. А., Мищенко Л. Т. Перспективность изучения вирусоустойчивости картофеля в условиях изменения климата. – № 6. – С. 40–46.
- Хромушкина Л. Н., Федоренко В. П. Анализ фитосанитарного риска вредителей запасов. – № 5. – С. 28–30.
- Шако Е. М., Федоренко В. П. Влияние предпосевной обработки семян люпина узколистного на его продуктивность. – № 2. – С. 31–33.
- Шклярёвская О. А. Действие метсульфурон-метила на травянистые и древесно-кустарниковые растения. – № 6. – С. 46–49.
- Ярчаковская С. И., Колтун Н. Е., Михневич Р. Л. Особенности развития и вредоносность боярышниковой огневки в насаждениях аронии черноплодной в Беларуси. – № 1. – С. 33–35.
- Ярчаковская С. И., Комардина В. С., Колтун Н. Е., Михневич Р. Л. Жесткокрылые вредители малораспространенных ягодных культур в Беларуси. – № 5. – С. 36–39.

Льноводство

- Богдан В. З., Богдан Т. М., Иванов С. А., Литарная М. А. Оптимизация сроков уборки тресты – основа сохранения качества льноволокна. – № 4. – С. 21–23.
- Маслинская М. Е., Андроник Е. Л., Иванова Е. В. Лен: лекарство или функциональный продукт? – № 5. – С. 42–47.

- ✍ Прудников В. А., Степанова Н. В., Чуйко С. Р., Любимов С. В., Коробова Н. В. Влияние обменной кислотности почвы на рост и развитие льна-долгунца. – № 4. – С. 23–26.
- ✍ Прудников В. А., Чуйко С. Р., Любимов С. В. Влияние уровней кислотности почвы на поступление минеральных элементов в растения льна-долгунца. – № 3. – С. 55–57.
- ✍ Черехуина Е. В. Эффективность применения средств интенсификации в период вегетации льна-долгунца. – № 6. – С. 52–55.

Плодоводство

- ✍ Васеха В. В., Козловская Э. А. Карунак – новый сорт декоративной яблони. – № 5. – С. 52–55.
- ✍ Гаджиева Э. А., Агаев Ф. А. Изучение влияния применяемых на виноградниках гербицидов на показатели качества винограда и урожайность. – № 1. – С. 61–64.
- ✍ Самусь В. А. Клоновые подвои яблони белорусской селекции. – № 1. – С. 58–60.
- ✍ Самусь В. А., Шкробова М. А. Перспективный клоновый подвой груши – S1. – № 2. – С. 46–48.

Овощеводство

- ✍ Забара Ю. М., Якимович А. В. Влияние сроков сева на урожайность и качество семян при гибридном семеноводстве капусты белокочанной. – № 3. – С. 57–60.
- ✍ Степуро М. Ф. Влияние густоты стояния растений и нормирования плодов на урожайность и качество продукции арбуза в необогреваемых теплицах. – № 6. – С. 55–58.
- ✍ Степуро М. Ф. Изменение морфометрических параметров и урожайности белокочанной капусты в зависимости от доз цинковых удобрений. – № 1. – С. 64–67.
- ✍ Степуро М. Ф., Таверкина О. М. Влияние видов и доз удобрений на потребление и вынос элементов питания урожаем капусты белокочанной. – № 6. – С. 58–61.
- ✍ Хлебородов А. Я., Провоторова О. С., Почуцкая И. М., Скрипкович П. А. Физико-химические показатели тыквенного масла сортов и линий твердокорой тыквы (*Cucurbita pepo* L.) белорусской селекции. – № 5. – С. 47–52.

Информация

- ✍ Гражданин, солдат, ученый-агрохимик (к 100-летию со дня рождения М. П. Шкеля). – № 2. – С. 51–52.
- ✍ Жизненный путь, достойный уважения (к 90-летию со дня рождения Анны Ивановны Горбылевой). – № 6. – С. 62–63.
- ✍ К 110-летию со дня рождения В. И. Шемпеля. – № 4. – С. 49.
- ✍ К 80-летию со дня рождения Ромуальда Эдуардовича Лойко. – № 1. – С. 68.
- ✍ Научному картофелеводству Беларуси – 90 лет. – № 4. – С. 50–51.
- ✍ Проблемы международной гармонизации правил по биологической защите растений. – № 2. – С. 49–51.
- ✍ Соискатели. – № 6. – С. 63.

Приложение к журналу № 1 “Масличные культуры: сорта и совершенствование технологии возделывания”

- ✍ Белявский В. М., Решетник Е. П. Технологические особенности возделывания озимой сурепицы типа «000» на маслосемена. – С. 43–46.
- ✍ Бобовкина В. В., Запрудский А. А., Ходенкова А. М., Бобович А. Н. О технологии возделывания подсолнечника. – С. 60–64.
- ✍ Дробудько И. Е. Влияние крестоцветных культур интенсивных агрофитоценозов и обработок почвы на засоренность ее пыреем ползучим. – С. 58–60.
- ✍ Запрудский А. А., Агейчик В. В., Полозняк Е. Н., Лешкевич Н. В., Гайдарова С. А. Особенности защиты озимого рапса от вредных организмов в Республике Беларусь. – С. 23–28.
- ✍ Лукашевич Т. Н., Пиллюк Я. Э., Ровдо М. В. Гербициды в посевах рапса и их эффективность. – С. 37–43.
- ✍ Пикун О. А., Бакановская А. В. Основные элементы технологии возделывания редьки масличной на маслосемена. – С. 47–49.
- ✍ Пикун О. А., Бакановская А. В., Пиллюк Я. Э. Особенности возделывания горчицы белой на маслосемена. – С. 50–54.
- ✍ Пикун О. А., Бакановская А. В., Пиллюк Я. Э. Особенности технологии возделывания горчицы сарептской на маслосемена. – С. 54–58.
- ✍ Пиллюк Я. Э. Рапс: результаты и перспективы селекции. – С. 4–7.
- ✍ Пиллюк Я. Э., Лукашевич Т. Н., Бороцько А. А., Храменко С. Ю., Ровдо М. В. Технологические основы возделывания озимого рапса в Республике Беларусь. – С. 12–23.
- ✍ Пиллюк Я. Э., Пикун О. А., Бакановская А. В. Основные направления селекции и характеристика сортов ярового рапса. – С. 28–33.
- ✍ Пиллюк Я. Э., Пикун О. А., Бакановская А. В., Наумович И. М., Залесский А. В. Технологические основы возделывания ярового рапса в Республике Беларусь. – С. 33–37.
- ✍ Пиллюк Я. Э., Храменко С. Ю., Бобко Н. Н., Авхимович О. Н. Основные направления селекции и характеристика сортов озимого рапса. – С. 7–11.
- ✍ Привалов Ф. И. Масличные культуры: состояние и перспективы возделывания в Беларуси. – С. 3.

Приложение к журналу № 2
“Плодородие почв и эффективное применение удобрений”

- ✍ *Богдевич И. М., Путятин Ю. В.* Минимизация перехода радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию на землях, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС. – С. 56–65.
- ✍ *Земляков А. А., Кобзев И. А., Zemlyakoff* в Беларуси: сегодня и завтра. – С. 77–79.
- ✍ *Лапа В. В.* Плодородие почв – основа устойчивого развития аграрной отрасли Республики Беларусь. – С. 3–9.
- ✍ *Лапа В. В., Азаренок Т. Н., Матыченков Д. В., Шульгина С. В., Шибут Л. И., Матыченкова О. В.* Почвенно-информационные системы в агропочвоведении. – С. 9–12.
- ✍ *Лапа В. В., Богдевич И. М., Пироговская Г. В.* Известкование кислых почв в комплексе мероприятий по сохранению и повышению их плодородия. – С. 26–29.
- ✍ *Лапа В. В., Шибут Л. И., Азаренок Т. Н.* Оценка сельскохозяйственных земель Беларуси на современном этапе. – С. 13–17.
- ✍ *Мезенцева Е. Г., Кулеш О. Г., Симанков О. В., Шедова О. А.* Оценка систем удобрения культур звена севооборота на высокоокультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. – С. 30–32.
- ✍ *Михайловская Н. А., Барашенко Т. Б., Дюсова С. В.* Эффективность Азобактерина на многолетних злаковых травах и льне-долгунце. – С. 74–76.
- ✍ *Пироговская Г. В., Хмелевский С. С., Сороко В. И., Исаева О. И.* Новые формы минеральных удобрений для сельскохозяйственных культур: разработка, освоение и применение. – С. 47–52.
- ✍ *Рак М. В.* Жидкие комплексные микроудобрения МикроСтим в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – С. 53–55.
- ✍ *Семененко Н. Н., Мезенцева Е. Г., Кулеш О. Г.* Система применения удобрений под зерновые культуры на дерново-подзолистых почвах в современных условиях. – С. 33–39.
- ✍ *Серая Т. М., Богатырева Е. Н., Белявская Ю. А.* Органическое земледелие – особенности, основные требования и экономические аспекты. – С. 65–74.
- ✍ *Серая Т. М., Богатырева Е. Н., Жабровская Н. Ю., Кирдун Т. М.* Органические удобрения и баланс гумуса в почвах Республики Беларусь. – С. 40–47.
- ✍ *Цыбулько Н. Н., Устинова А. М., Червань А. Н., Касьяненко И. И., Романенко С. С., Цырибко В. Б.* Эрозионная деградация почв Беларуси. – С. 19–26.
- ✍ *Шульгина С. В., Азаренок Т. Н., Матыченков Д. В., Матыченкова О. В., Шибут Л. И.* О подходе к разработке экологической оценки степени трансформации почв естественных и сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. – С. 17–18.

Приложение к журналу № 4
“Озимые зерновые культуры: совершенствование технологии возделывания”

- ✍ *Бушневич В. Н., Гриб С. И., Булавина Т. М.* Основные элементы технологии возделывания озимого тритикале. – С. 10–16.
- ✍ *Гордей С. И., Урбан Э. П., Сацюк И. В.* Сорты и технология возделывания озимой мягкой пшеницы. – С. 3–10.
- ✍ *Жуковский А. Г., Крупенько Н. А., Буга С. Ф., Лешкевич В. Г., Бурнос Н. А., Жуковская А. А., Крыжановская И. Н.* Основные болезни озимых зерновых культур. – С. 37–45.
- ✍ *Зубкович А. А., Булавин Л. А., Булавина Т. М., Седукова Г. В., Яцкевич И. И.* Озимый ячмень: основные элементы агротехники. – С. 23–26.
- ✍ *Сорока С. В., Сорока Л. И., Корпанов Р. В., Терещук В. С., Кабзарь Н. В.* Защита озимых зерновых культур от сорных растений. – С. 45–52.
- ✍ *Трепашко Л. И., Бойко С. В.* Вредители озимых зерновых культур. – С. 26–37.
- ✍ *Урбан Э. П., Гордей С. И.* Современные сорта озимой ржи и основные элементы технологии их возделывания. – С. 16–23.

Приложение к журналу № 5
“Севообороты и эффективные системы обработки почвы в интенсивном земледелии”

- ✍ *Булавин Л. А., Гвоздов А. П., Лепешкин Н. Д.* Полупаровая обработка почвы. – С. 33–35.
- ✍ *Булавин Л. А., Гвоздов А. П., Лепешкин Н. Д., Волоткевич В. И.* Агроэкологические аспекты совершенствования системы обработки почвы. – С. 28–29.
- ✍ *Гвоздов А. П., Булавин Л. А., Лепешкин Н. Д.* Предпосевная обработка почвы. – С. 36–37.
- ✍ *Гвоздов А. П., Булавин Л. А., Симченков Д. Г., Лепешкин Н. Д.* Послеуборочное лущение стерни. – С. 30–33.
- ✍ *Лепешкин Н. Д., Заяц Д. В.* Система машин для обработки почвы и посева промежуточных культур. – С. 38–40.
- ✍ *Привалов Ф. И., Булавин Л. А., Гвоздов А. П., Симченков Д. Г.* Обоснование системы обработки почвы в севообороте. – С. 24–27.
- ✍ *Привалов Ф. И., Скируха А. Ч.* Длительный стационарный полевой опыт по севооборотам как научная основа интенсификации системы земледелия Беларуси. – С. 3–8.
- ✍ *Скируха А. Ч.* Рациональная структура посевных площадей как основа агроэкономической эффективности земледелия. – С. 9–12.
- ✍ *Скируха А. Ч., Грибанов Л. Н., Куцева В. Н.* Концентрация зернобобовых в севообороте и ее влияние на урожайность и развитие фузариозных корневых гнилей. – С. 12–14.
- ✍ *Скируха А. Ч., Усеня А. А., Грибанов Л. Н.* Системы землепользования для хозяйств разной специализации. – С. 14–21.
- ✍ *Скируха А. Ч., Усеня А. А., Тупик С. И.* Оптимизация режима возделывания клевера лугового как фактор повышения продуктивности травостоя в специализированных севооборотах. – С. 21–24.