

Земледелие и Растениеводство

Научно-практический журнал



ОЗИМЫЙ РАПС:

влияние основных элементов
технологии возделывания
на перезимовку и урожайность

➤ стр. 7

№ 4 (143),
2022

Фото: разрез соевого боба,
электронная микрофотография

Соединяем
НАНОзащиту семени и проростка

Депозит, МЭ

+ 40 г/л флудиоксонила
+ 40 г/л имазалила
+ 30 г/л металаксила

Специализированный фунгицидный протравитель
в инновационной формуляции для обработки
семян озимых зерновых культур

- Контроль наиболее широкого спектра патогенов и максимально быстрый защитный эффект
- Направленное действие против семенной и почвенной инфекций
- Стоп-эффект фузариозу на протяжении всего периода вегетации
- Формирование мощной корневой системы и активное стимулирование роста вегетативной массы, начиная с ранних фаз развития культуры
- Полное отсутствие ретардантного эффекта
- Контроль корневых гнилей, в т.ч. питиозных

betaren.ru



ЩЕЛКОВО
АГРОХИМ

г. Минск, пр-т Независимости, д. 11, корп. 2, к. 408
Тел.: 8 (017) 209-94-23, 209-95-70



Реклама

С нами расти легче

avgust 
crop protection

Сорняки в опасности

Питон®

ГЕРБИЦИД

пропизохлор, 720 г/л

Почвенный гербицид для борьбы с широким спектром однолетних злаковых и однолетних и многолетних двудольных сорняков в посевах рапса.

Контролирует не только уже взошедшие сорные растения, но и сдерживает появление их новых «волн» благодаря созданию почвенного «экрана». Может применяться до всходов или по всходам рапса. Гарантирует чистоту посевов от опрыскивания до уборки урожая. Высокоселективен к рапсу. Не имеет ограничений по севообороту.



avgust.com

ЗАО «Август-Бел»
Тел.: (01713) 938-00

По вопросам приобретения обращаться по тел.: (017) 306-01-08,
применения – тел.: (017) 306-01-09

agro.basf.by

КОНТАКТЫ



BASF

We create chemistry

Марафон® Плюс

Работает, когда другим гербицидам «холодно»

- Эффективно подавляет сорные растения при пониженных температурах;
- Способствует оптимальной перезимовке зерновых;
- Надёжно защищает осенью и весной одновременно от злаковых и двудольных сорняков;
- Почвенная и послеуборочная активность;
- Не содержит сульфонилмочевин и гормональных д. в.:
 - » Нет последствия на последующие культуры;
 - » Обеспечивает профилактику резистентности.

Фото: конидии фитопатогена рода *Colletotrichum* - возбудителя антракноза и корневых гнилей различных культур, 3D иллюстрация

NEW*

Эмергентность – новый суперэффект в защите семян

Гераклион, КС

+ 400 г/л тирама
+ 25 г/л тебуконазола
+ 15 г/л азоксистробина

Уникальный фунгицидный протравитель семян зерновых культур и гороха

- Самый эффективный протравитель в своем классе за счет эмергенции 3-х компонентов – появление антибактериального эффекта в сочетании с фунгицидной защитой
- Высокая эффективность против широкого спектра фитопатогенов
- Мощное стимулирующее действие – работа на качество урожая
- Экономичность и высокий результат защиты

betaren.ru



**ЩЕЛКОВО
АГРОХИМ**

г. Минск, пр. Независимости, д. 11, корп. 2, оф. 408
Тел.: 8 (017) 209-94-23, 209-95-70, 209-90-10

* новый российский продукт

Реклама



Фото, прорастающее зерно пшеницы,
сканирующая электронная
микрофотография



Протрави, а то проиграешь!

Протезо Макс, МЭ



+ 75 г/л протиоконазола
+ 25 г/л пираклостробина
+ 25 г/л тебуконазола

**Инновационный фунгицидный
протравитель семян зерновых
культур**

- НANOзащита «премиум-класса»
для семян зерновых культур
- Высочайший уровень контроля
болезней от семени до флаг листа
- Исключает риски снежной плесени
при перезимовке культур
- Контролирует гибеллиноз

betaren.ru



**ЩЕЛКОВО
АГРОХИМ**

г. Минск, пр. Независимости, д. 11, корп. 2, оф. 408
Тел.: 8 (017) 209-94-23, 209-95-70, 209-90-10

Реклама



Земледелие и Растениеводство

Научно-практический
журнал

№ 4 (143)
июль–август 2022 г.
Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Crop farming and plant growing
Scientific-Practical Journal

№ 4 (143)
July–August 2022
Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Ф. И. Привалов, академик НАН Беларуси, доктор с.-х. наук, профессор,
генеральный директор *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»*

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

Э. П. Урбан, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор с.-х. наук, профессор,
заместитель генерального директора *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»* по науке

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. С. Анженков, кандидат технических наук, директор *РУП «Институт мелиорации»*;
Т. М. Булавина, доктор с.-х. наук, профессор, ведущий научный сотрудник
РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»;

И. А. Голуб, академик НАН Беларуси, доктор с.-х. наук, профессор, директор *РУП «Институт льна»*;
С. И. Гриб, академик НАН Беларуси, доктор с.-х. наук, профессор, председатель совета по защите
диссертаций *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»*;

А. А. Запрудский, кандидат с.-х. наук, директор *РУП «Институт защиты растений»*;
В. В. Лапа, академик НАН Беларуси, доктор с.-х. наук, профессор,
главный научный сотрудник *РУП «Институт почвоведения и агрохимии»*;

Д. В. Лужинский, кандидат с.-х. наук, заместитель генерального директора *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»* по науке;

С. В. Сорока, доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник *РУП «Институт защиты растений»*;

Ю. А. Шашко, доктор с.-х. наук, директор *РУП «Институт почвоведения и агрохимии»*;

Л. П. Шиманский, кандидат с.-х. наук, директор *РУП «Полесский институт растениеводства»*



РАПС – культура больших возможностей

Обеспечение республики растительным маслом и кормовым белком собственного производства – одна из первоочередных задач сельского хозяйства Беларуси на современном этапе развития.

В настоящее время в мире наблюдается четкая тенденция роста производства масличных культур. Среди всех масличных культур климатические условия нашей страны наиболее подходят для выращивания рапса, в семенах которого содержится 42–52 % масла и 22–28 % кормового белка. В 1 кг семян современных сортов рапса содержатся 1,97–2,3 кормовые единицы, а урожай семян рапса 22 ц/га равноценен по энергопротеиновому отношению 65 ц/га зерновых культур. Один гектар рапса может обеспечить годовую норму потребления растительного масла для 50 человек и дает до 1000 кг кормового белка, который близок по аминокислотному составу к соевому шроту и им можно сбалансировать по протеину 6,0–8,0 т зернофуража.

Рапс в нашей стране представлен на 70–85 % потенциально более продуктивной озимой формой, а это одна из проблемных по зимостойкости среди всех зимующих культур, возделываемых в Беларуси. Путем селекции на зимо- и морозостойкость, разработкой отечественной технологии возделывания культуры перезимовка рапсового поля повысилась в среднем по республике с 55 до 78 %. При этом валовые сборы возросли до 732 тыс. т или в 4,9 раза (к 2005 г.) при росте урожайности до 20,6 ц/га (+67,5 %). Но экстремальные погодные условия в отдельные годы подтвердили необходимость ориентации сельскохозяйственного производства страны, находящейся в зоне рискованного земледелия, на возделывание двух форм рапса – озимого и ярового. Без их взаимодополняющего использования не может стабильно развиваться маслянистая промышленность страны.

В настоящий период образовалась практически новая для Беларуси отрасль – **маслоперерабатывающая промышленность**, т. е. если в 2005 г. мощности предприятий по производству растительного масла составляли 120 тыс. т маслосемян, в 2009 г. – 405 тыс. т, в 2011 г. – 943 тыс. т, то в 2020 г. было переработано 1700 тыс. т при росте в 14,2 раза к 2005 г. (отечественное маслосырье составило 43 %).

Однако, несмотря на жесткие условия перезимовки (2011 г., 2015–2016 гг. и 2022 г.), за последнее десятилетие рапосеяние в Беларуси развивается динамично. История возделывания рапса показала, что доля посевных площадей озимого рапса должна быть выше в западных регионах (до 10 % пашни и более), как наиболее благоприятных для реализации потенциала культуры и увеличения валовых сборов маслосемян.

Для получения 1 млн т маслосемян рапса нам необходимо высевать до 500 тыс. га этой культуры и убирать не менее 450 тыс. га при средней урожайности 22–25 ц/га.

В настоящее время исследования по этой культуре направлены на дальнейшее повышение урожайности и качества маслосемян, улучшение жирно-кислотного состава рапсового масла и питательной ценности рапсового шрота, разработку новых приемов повышения его продуктивности.

Ценность семян рапса определяется, прежде всего, высоким содержанием жиров и белка, суммарная доля

которые достигает 70 %. В рапсовом масле содержится свыше 30 жирных кислот. Доля ненасыщенных жирных кислот в пищевом рапсовом масле может достигать 90 % и более. Дефицит ненасыщенных жирных кислот – одна из основных причин низкой продолжительности жизни людей и ее качества. Современное рапсовое масло пользуется



большим спросом и считается одним из лучших диетических растительных масел в мире и широко потребляется в пищу: для жарения, приготовления салатов, изготовления майонеза, маргарина и т. п. Оно долго сохраняет прозрачность, не приобретает неприятного запаха под воздействием воздуха как, например, соевое.

Оптимальное соотношение ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав рапсового масла, играет важную роль в укреплении стенок кровеносных сосудов, снижая уровень заболеваний инсульта и инфаркта миокарда, регулировании жирового обмена, уменьшает уровень холестерина, риск тромбообразования и ряда других заболеваний, в том числе онкологических. Рапсовое масло содержит витамин F и E. Олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты составляют группу витаминов F и способствуют снижению чувствительности организма к ультрафиолетовым лучам и радиоактивному излучению. Витамин E считается витамином молодости. Важно отметить, что витамин E является координатором работы всех биологически активных факторов в организме. Так, по нашим данным, в семенах районированных отечественных сортов рапса содержится витамина E от 17 до 30 мг/100 г, в масле – от 30 до 60 мг/100 г.

Увеличение производства белка для удовлетворения в нем животноводства, а через его продукцию и населения страны является одной из острых проблем и имеет в настоящее время первостепенное значение. По данным ФАО, примерно половина населения мира постоянно испытывает белковое голодание. Жмых или шрот, получаемые в результате переработки маслосемян рапса, являются ценными белковыми компонентами в рационе животных, близкими по аминокислотному и минеральному составу к соевому или льняному, но в 5–10 раз дешевле, чем аналогичные продукты микробиологического синтеза.

Животноводство республики из-за дефицита протеина испытывает серьезные трудности с обеспечением полноценности рационов и комбикормов для крупного рогатого скота, свиней и птицы. Недобор продукции животноводства при дефиците протеина может достигать более 30 %, а ее себестоимость возрастать в 1,5 раза.

Природно-климатические условия Беларуси позволяют выращивать во всех зонах республики универсальную маслично-белковую культуру рапс, которая при строгом соблюдении технологии возделывания может позволить решить две проблемы: повышения обеспечения населения диетическим маслом, а животноводства – кормовым белком.

Ф. И. Привалов, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси, генеральный директор РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

СОДЕРЖАНИЕ		CONTENTS	
Колонка главного редактора		Editor-in-Chief Column	
 Привалов Ф. И. РАПС – культура больших возможностей	4	 <i>Privalov F. I.</i> Rapeseed is a culture of great possibilities	
На тему дня		On the topic of day	
 Пилук Я. Э. Влияние основных элементов технологии возделывания на перезимовку и урожайность озимого рапса	7	 <i>Pilyuk Ya. E.</i> Influence of the main elements of cultivation technology on overwintering and the yield of winter rapeseed.	
Новости науки		Science news	
 Научно-практический семинар «ДНИ ПОЛЯ-2022»	12	 Scientific and practical workshop «Field Days-2022»	
 РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» – 95 лет!	19	 RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture» – 95 years!	
Агротехнологии		Agrotechnologies	
 Буштевич В. Н., Шишлова Н. П., Позняк Е. И., Безлюдный В. Н., Лаптёнок М. М. Влияние мучнистой росы и септориоза на продуктивность и качество зерна озимого тритикале при возделывании по традиционной и интенсивной технологиям	21	 <i>Bushtevich V. N., Shishlova N. P., Poznyak E. I., Bezlyudny V. N., Laptenok M. M.</i> Influence of powdery mildew and septoria leaf spot on the productivity and quality of winter triticale grain during cultivation by conventional and intensive technologies	
 Будько А. С. Адаптивность пшеницы мягкой озимой по массе 1000 зерен	25	 <i>Budko A. S.</i> Adaptability of soft winter wheat by weight of 1000 grains	
 Зенькова Н. Н., Шлома Т. М., Ковалёва И. В. Сравнительная продуктивность и качественный состав зеленой массы засухоустойчивых культур в северном регионе Республики Беларусь	29	 <i>Zenkova N. N., Shloma T. M., Kovaleva I. V.</i> Comparative productivity and qualitative composition of green mass of drought-resistant crops in the northern region of the Republic of Belarus	
 Клименко В. И. Результаты сравнительных исследований элементов технологий интегрированного земледелия	33	 <i>Klimenko V. I.</i> The results of comparative studies of the elements of integrated farming technologies	
Агрохимия		Agrochemistry	
 Голуб И. А., Череухина Е. В., Снежинский А. А., Фомина Е. К. Влияние микроудобрения АмиСтим, ВР на продуктивность растений льна-долгунца	37	 <i>Golub I. A., Chereukhina E. V., Snezhinsky A. A., Fomina E. K.</i> Effect of microfertilizer AmiStim, VR on the productivity of fiber flax plants	
 Антонюк А. С., Терлецкая Н. Ф., Гапонюк А. Н. Оценка токсичности производственных отходов методом фитотестирования	39	 <i>Antonyuk A. S., Terletsкая N. F., Gaponyuk A. N.</i> Evaluation of industrial waste toxicity by phytotesting	
 Медведь В. И. Седляр Ф. Ф. Влияние листового удобрения Терра-сорб Комплекс на урожайность и качество маслосемян озимого рапса	43	 <i>Medved V. I. Sedlyar F. F.</i> Effect of leaf fertilizer Terra-sorb Complex on the yield of winter rapeseed oilseeds	
Защита растений		Plant protection	
 Крупенько Н. А., Жук Е. И. Влияние состава протравителей на эффективность ограничения семенной и почвенной инфекции яровой пшеницы	47	 <i>Krupenko N. A., Zhuk E. I.</i> Influence of the composition of dressing agents on the effectiveness of limiting seed and soil infection of spring wheat	
 Крупенько Н. А., Жуковский А. Г., Буга С. Ф., Жук Е. И., Пилат Т. Г., Радивон В. А., Лешкевич В. Г., Свидуневич Н. Л., Поплавская Н. Г., Жуковская А. А., Бурнос Н. А., Одинцова И. Н. Развитие корневой гнили в посевах зерновых культур в Беларуси	50	 <i>Krupenko N. A., Zhukovsky A. G., Buga S. F., Zhuk E. I., Pilat T. G., Radivon V. A., Leshkevich V. G., Svidunovich N. L., Poplavskaya N. G., Zhukovskaya A. A., Burnos N. A., Odintsova I. N.</i> Development of root rot in grain crops in Belarus	

СОДЕРЖАНИЕ		CONTENTS	
✍ Пилат Т. Г., Жуковский А. Г., Крупенько Н. А., Жуковская А. А., Лешкевич В. Г. Поражаемость сортов озимых зерновых культур снежной плесенью	54	✍ Pilat T. G., Zhukovsky A. G., Krupenko N. A., Zhukovskaya A. A., Leshkevich V. G. Infection of varieties of winter crops by snow mold	
Картофелеводство		Potato growing	
✍ Клименко В. И. Природоохранные технологии интегрированного земледелия при возделывании картофеля: результативность научных изысканий	58	✍ Klimenko V. I. The results of studies of environmental technologies of integrated farming in the cultivation of potatoes	
Информация		Information	
✍ Семинар-совещание по организации проведения уборочной кампании и сева озимых культур в 2022 году	62	✍ Seminar-meeting on the organization of the harvesting campaign and sowing of winter crops in 2022	
✍ К 90-летию со дня рождения академика Василия Николаевича Шлапунова	63	✍ On the 90 th anniversary of the birth of Academician Vasily Nikolayevich Shlapunov	



УЧРЕДИТЕЛИ: РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
 РУП «Институт защиты растений»,
 ООО «Земледелие и защита растений»

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

Подписные индексы: 002472 – для организаций и предприятий, 00247 – для индивидуальных подписчиков

РЕДАКЦИЯ: А. П. Будревич, М. И. Жукова, М. А. Старостина, С. И. Ярчакская, выпускающий редактор Н. Л. Новосад. Верстка: Г. Н. Потева

Адрес редакции: Республика Беларусь, 223011, Минский район, аг. Прилуки, ул. Мира, 2-64

Тел./факс: +375 (17) 509-24-89, тел. моб.: +375 29 659-64-47

e-mail: ahova_raslin@tut.by, info@zemledelie.by

www.zemledelie.by, www.zemledelie.by

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь 22.07.2020 г. 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 _____ 2022 г. Цена свободная.

Отпечатано «ГРАДИЕНТ»®, ООО «НАВИТЕХ». Ул. Бабушкина, 6А 220024, г. Минск.

Формат 60x84/8. Бумага мелованная. Тираж 500 экз. Заказ № _____.

Свидетельство о ГРИИРПИ № 2/194 от 23.02.2017.

Влияние основных элементов технологии возделывания на перезимовку и урожайность озимого рапса

Я. Э. Пилюк, доктор с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 25.07.2022)

Представлены результаты влияния основных элементов технологии возделывания озимого рапса в летне-осенний период на перезимовку и урожайность. Установлено, что для оптимального развития растений озимого рапса и успешной перезимовки, даже в благоприятные годы, период летне-осенней вегетации его должен составлять 57 дней и более. Выявлено, что основным фактором развития растений озимого рапса на фоне оптимального минерального питания является срок сева, обеспечивающий прибавку урожая от 4,0 до 32,5 ц/га или 12–63 %. Показано, что наибольшую урожайность этой культуры (44,2 ц/га) обеспечил в условиях центральной зоны Беларуси сев 20 августа при продолжительности осенней вегетации 64–90 суток. Показано, что из-за температурного фактора даже оптимальные сроки сева этой культуры должны «страховаться» применением регуляторов роста, перезимовка которой изменялась от 52,8–55,6 % (контроль) до 81,5–89,2 % (в вариантах с применением регуляторов роста) на фоне минерального питания, нормы высева и сроков сева.

The results of the influence of the main elements of the technology of cultivation of winter rapeseed in the summer-autumn period on overwintering and productivity are presented. It has been established that for the optimal development of winter rapeseed plants and successful overwintering, even in favorable years, the period of summer-autumn vegetation should be 57 days or more. It was revealed that the main factor in the development of winter rapeseed plants, against the background of optimal mineral nutrition, is the sowing time, which provides an increase in yield from 4,0 to 32,5 c/ha or by 12–63 %. It is shown that the highest yield of this crop (44,2 q/ha) was ensured by sowing in the conditions of the central zone of Belarus on August 20, with the duration of the autumn vegetation of 64–90 days. It has been shown that due to the temperature factor, even the optimal sowing time for this crop should be "insured" by the use of growth regulators, the overwintering of which varied from 52,8–55,6 % (control) to 81,5–89,2 % (in variants with the use of growth regulators), against the background of mineral nutrition, seeding rates and sowing dates.

Введение

Озимый рапс – одна из самых технологичных и высокопродуктивных маслических культур Беларуси. Однако состояние растений перед уходом в зиму и перезимовка этой культуры по-прежнему актуальны особенно для восточных и даже центральных регионов республики. Поэтому вопросу снижения гибели озимого рапса в период перезимовки должны быть подчинены все технологические приемы его возделывания в летне-осенний период, особенно на фоне участившихся засух в период наступления оптимальных сроков сева культуры. В настоящее время озимый рапс возделывается практически во всех областях Республики Беларусь, однако перезимовка его

разная и существенно снижается при продвижении его с запада на восток (таблица 1). Перезимовка озимого рапса по годам возделывания различна и изменялась за последние 10 лет от 42,7 и 47,0 % в 2015 и 2016 г. до 95,9 и 91,0 % в (2012 и 2020 г.), т. е. в неблагоприятные годы она снижалась в 2,0–2,3 раза. Соответственно валовой сбор (амбарный) и урожайность рапса (озимый + яровой) в неблагоприятном 2016 г. составили 260 тыс. т и 12,4 ц/га и были максимальными в 2020 г. – 732,7 тыс. т (+2,81 раза) и 20,6 ц/га маслосемян (+66,1 %). Перезимовка озимого рапса оказывает существенное влияние на уборочные площади рапса в Беларуси. При этом гибель посевов этой культуры за весь вегетационный период в среднем по республике за 2011–2021 гг. соста-



Растения и корни озимого рапса 11.01.2014

Таблица 1 – Перезимовка озимого рапса в Беларуси (2011–2021 гг.)

Годы	Наименование областей Беларуси						Среднее за год
	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская	
Среднее за 2011–2021 гг.	90,7	68,6	56,6	91,9	82,8	73,4	78,0
min	68,8	22,1	6,4	63,1	35,1	10,4	42,7
max	98,3	96,0	91,0	100	98,8	94,9	96,6

вила 23,5 % при ее размахе по годам от 4,1 % (2012 г.) до 53,3 % (2015 г.).

Основными факторами, снижающими перезимовку рапса и вызывающими его гибель в республике или по отдельным регионам, являлись высокий перепад температур до 30 °С (1993/1994, 1995/1996, 1998/1999 г.), морозы до –20 °С и более без снежного покрова (2002/2003, 2009/2010, 2010/2011, 2014/2015, 2015/2016 г.), сильные весенние заморозки до –15–19 °С (2021/2022 г.).

Установлено, что плохой перезимовке всегда предшествовала засушливая осень, что способствовало появлению поздних или неравномерных всходов, недостаточное развитие растений и накопление пластических веществ в осенний период.

Между продолжительностью вегетации растений в осенний период, которая лучше всего по годам может быть представлена суммой эффективных температур в этот период, и урожайностью маслосемян, даже в благоприятные по перезимовке годы, установлена сильная корреляционная зависимость ($R^2 = 0,77 - 0,99$) [4].

Методика проведения исследований

Исследования проводили в 1987–2021 гг. в отделе масличных культур на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Почвы, на которых закладывались полевые опыты, – дерново-подзолистые, среднеподзоленные, легкосуглинистые или связно-супесчаные, развивающиеся на лессовидных и песчанисто-пылеватых суглинках, подстилаемых с глубины 0,5–1,0 м моренным суглинком или песком. Содержание гумуса в пахотном слое (20–24 см) (по Тюрину) – 1,8–2,4 %, рН (KCl) – 5,6–6,4, гидролитическая кислотность – 2,2–3,1 и сумма поглощенных оснований – 2,5–3,7 м-экв. на 100 г почвы. Содержание подвижных питательных веществ: фосфор (P_2O_5) – 144–340, калий (K_2O) – 182–358, кальций (CaO) – 1284–1386, магний (MgO) – 175–320, бор (В) – 0,59–0,62, медь (Cu) – 1,0–1,2, цинк (Zn) – 1,5–1,8 мг на 1 кг почвы.

Исходным материалом и объектом исследований служили основные элементы технологии возделывания и сорта (гибриды) озимого рапса.

Полевые опыты выполнены в соответствии с общепринятыми методиками: «Методика полевого опыта» [7], «Методика государственного сортоиспытания сель-

скохозяйственных культур» [8], «Методические рекомендации по оценке состояния посевов рапса после перезимовки и заморозков» [3]. Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Опыт многих лет выращивания озимого рапса предполагает тщательное и своевременное выполнение всех технологических рекомендаций возделывания культуры [1, 2, 3, 5, 6]. На рисунке 1 представлена эффективность элементов технологии возделывания озимого рапса за 1987–2021 гг. в условиях центральной части Беларуси.

Исследованиями РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» установлено, что при возделывании озимого рапса после зерновых культур (основной предшественник в условиях производства) срок сева оказывает большее влияние на перезимовку культуры, чем норма высева (до 1,0 млн шт./га) и способ сева (рядовой или широкорядный) [2, 5]. Срок сева озимого рапса – важнейший вопрос агротехники культуры. Современные интенсивные технологии возделывания требуют качественного проведения сева в оптимальные сроки, равномерного размещения семян и соблюдения заданной нормы высева: чем более благоприятные условия в этот период, тем меньше густота стояния культуры.

На практике срок сева озимого рапса зависит прежде всего от складывающихся погодных условий, региона возделывания культуры, предшественника, сроков и системы подготовки почвы, ее плодородия, сорта (гибрида)



Рисунок 1 – Эффективность основных элементов технологии возделывания озимого рапса (1987–2021 гг.)

и др. Для успешной перезимовки большое значение имеет степень развития растений озимого рапса перед уходом в зиму, диаметр корневой шейки от 6–8 мм (лучше 10 мм) и достаточное количество накопившихся пластических веществ (от 18–22 % сахаров и более), поэтому продолжительность периода от сева до наступления зимнего покоя оказывает решающее влияние на перезимовку, а затем и на урожайность озимого рапса. Установлено, что для оптимального развития растений озимого рапса и успешной перезимовки период летне-осенней вегетации его должен составить 65–70 дней и более [3]. В таблице 2 представлена урожайность и продолжительность осенней вегетации растений озимого рапса в зависимости от сроков сева и года.

Наименьшая продолжительность осенней вегетации растений озимого рапса отмечена в летне-осенний период 2017 г. (от 69 до 44 суток) и урожайность маслосемян (от 44,2 до 12,0 ц/га) в 2018 г. Наибольшую урожайность обеспечил срок сева этой культуры 20 августа при продолжительности осенней вегетации 64–90 суток, а также сев этой культуры в 2018 г. (под урожай 2019 г.) по всем его срокам. Продолжительность летне-осенней вегетации озимого рапса за всю историю его возделывания была наибольшей в 2019 г. при всех сроках сева. Обусловлено это теплой осенью и поздним окончанием вегетационного периода (устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха ниже +5 °С – II декада ноября), при этом сумма активных температур превышала норму на 38–56 % по всем срокам. Следовательно, сроки сева должны быть научно обоснованы, и развитие растений в начале оптимальных сроков должно контролироваться применением регуляторов роста.

Наиболее оптимальным сроком сева озимого рапса в Беларуси является II декада августа, на северо-востоке республики – первая половина августа. Сев сортов и гибридов озимого рапса должен быть завершён на северо-востоке республики до 23 августа, в центральных и восточных районах – до 25 августа, в южных – до 31 августа. В таблице 3 представлены оптимальные

сроки сева озимого рапса с учетом густоты стояния и предшественника.

Оптимальное развитие растений озимого рапса перед уходом в зиму – основной гарант перезимовки и урожайности этой культуры, которое во многом зависит от регуляторов роста. Если до конца сентября растения рапса сформируют 4–6 настоящих листьев, а сумма активных температур от всходов до этой стадии составит 350–400 °С, такое состояние посевов считается хорошим.

Регуляция ростовых процессов посевов озимого рапса в осенний период при оптимальном сроке сева способствовала в наших опытах повышению урожайности культуры на 2,9–14,2 ц/га или на 9–48 % к контролю (рисунок 1). При оптимальном сроке сева (20 августа) применение регуляторов роста в фазе 4–6 настоящих листьев приводило к увеличению длины корня на 8,7–12,0 %, диаметра корневой шейки – на 13,3–15,0 % а высота точки роста снижалась на 17,1–21,4 % по сравнению с контролем. При севе озимого рапса через 10 дней (30 августа) и при применении регуляторов роста длина корня увеличивается только на 1,6–2,4 %, диаметр корневой шейки – соответственно на 10,1–14,5 %, а высота точки роста снизилась на 7,0–18,4 % по сравнению с вариантом без применения регуляторов. Анализ перезимовки растений озимого рапса в 2020/2021 г. показал, что регуляторы роста оказали большее влияние на этот показатель, который изменялся от 52,8–55,6 % (контроль) до 81,5–89,2 % в вариантах с применением регуляторов роста Карамба турбо, Баклер, Ретацел.

При благоприятном развитии растений в осенний период (фаза 4–6 листьев, диаметр корневой шейки – 0,5–0,6 мм, до конца вегетационного периода 1–1,5 месяца и густота стояния свыше 40 шт./м²) необходимо незамедлительно провести обработку регуляторами роста и ретардантами: Карамба турбо, КС – 1,0–1,2 л/га; Сетар, СК – 0,3–0,5; Карамба, ВР – 0,8–1; Прозаро, КЭ – 0,6–1,0; Колосаль, КЭ – 0,8–1,0; Ретацел, ВРК – 0,4–0,6 + 0,2 ПАВ; Центрино, ВК – 0,4–0,75 л/га и др.

Таблица 2 – Урожайность маслосемян и продолжительность осенней вегетации растений озимого рапса в зависимости от сроков сева

Срок сева	Урожайность, ц/га					Продолжительность летне-осенней вегетации, сутки
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	
15 августа	–	–	42,3	41,4	41,8	69–95
20 августа	44,2	46,4	42,8	43,2	44,2	64–90
25 августа	35,4	44,7	44,8	40,2	41,3	57–85
30 августа	23,0	44,3	38,4	34,3	35,0	50–80
05 сентября	12,0	35,6	35,2	21,6	29,1	44–75
НСР ₀₅	2,28	1,86	2,68	2,42		

Таблица 3 – Оптимальные сроки сева и густота стояния растений озимого рапса в 2022 г.

Зона	Сроки сева	Густота стояния растений, шт./м ²	Предшественник, почва
Северная	5–20 августа	50–60	Зерновые культуры, легкие почвы
	5–23 августа	45–60	Многолетние травы, плодородные почвы
Центральная	5–23 августа	50–60	Зерновые культуры, легкие почвы
	10–25 августа	45–70	Многолетние травы, плодородные почвы
Южная	7–25 августа	50–80	Зерновые культуры, легкие почвы
	10–31 августа	45–60	Многолетние травы, плодородные почвы

Таблица 4 – Влияние глубины заделки на полевую всхожесть семян озимого рапса (на фоне засухи, 2021 г.)

Глубина заделки, см	Полевая всхожесть, %
1	72,0
2	67,7
4	54,5
6	33,3
8	22,7
10	0

Многолетними исследованиями по перезимовке растений и оценке содержания пластических веществ в них выявлено, что благоприятной перезимовке озимого рапса в республике предшествует оптимальное развитие растений перед уходом в зиму и наличие в абсолютно-сухом веществе растений 18,5–26,0 % сахаров и более. При поздних сроках сева или в неблагоприятные для развития растений озимого рапса годы в растениях накапливается лишь 8,0–11,5 % сахаров, чего недостаточно для успешной перезимовки или получения хорошего урожая культуры. Содержание сахаров в надземной массе и корнях озимого рапса в зависимости от сроков сева за 2018–2021 гг. изменялось от 12,0 до 26 % в надземной массе и от 24,0 до 33,5 % в корнях.

Влияние глубины заделки на полевую всхожесть семян озимого рапса, которая оказывает прямое влияние на перезимовку и урожайность культуры, представлено в таблице 4. Сельскохозяйственные предприятия, которые оснащены сеялками с дисковыми сошниками (сеялка АПП-6Д), в условиях засухи в период сева должны тщательно следить за глубиной заделки семян. В засуху, которая участилась в 2–3 раза в последнее время, такая сеялка «проваливается» на глубину 5–7 см, и мелкосемянная культура не способна равномерно взойти (рисунок 2) и сформировать урожай в отличие от зерновых, семена которых крупнее и всходят на легких почвах с глубины 6–8 см. Поэтому при севе сеялкой АПП-6Д в условиях засухи следует максимально «выглубить» сошники и прикатать поле до сева, а не после.

Многолетними исследованиями РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» установлено, что оптимальная густота стояния растений перед уходом в зиму должна составлять 40–80 шт./м². Для получения такой плотности стеблестоя рекомендуется высевать сорта озимого рапса с нормой 0,6–0,9 млн шт. всхожих семян, а гибриды – 0,5–0,8 млн всхожих семян на гектар, что соответствует весовой норме 3,5–6 кг/га. Чем раньше проводится сев, тем меньше норма высева. При севе в засушливую погоду и в конце оптимальных сроков сева норма высева увеличивается на 10–30 %. Загущение посевов озимого рапса может привести к повышению вероятности их гибели, снижению перезимовки и урожайности. Оптимальная густота после перезимовки составляет 30–60 растений на 1 м², при равномерном размещении – 20–25 шт./м² хорошо развитых здоровых растений рапса. При севе в начале



Рисунок 2 – Посевы озимого рапса осенью 2015 г. (засуха, сеялка АПП-6Д)

оптимальных сроков (фаза 4–5 настоящих листьев в I–III декадах сентября) и густоте стояния растений ≥ 40 шт./м² рекомендуется обязательное применение регуляторов роста. Не допускается применение регуляторов роста в посевах озимого рапса за 2–3 суток до и после ночных заморозков. Обработку проводят при температуре воздуха +10 °С и более.

Перед уходом в зимовку растения рапса должны иметь хорошо развитую корневую систему и розетку листьев (таблица 5).

Подготовка семян к севу. Семена озимого рапса **за 5 и более дней до сева необходимо протравливать против болезней одним из препаратов:** Кинто дуо, КС – 2,5 л/т; Витарос, ВСК – 2,5; Скарлет, МЭ – 0,3–0,4; Винцит форте, КС – 1,25 л/т и от вредителей всходов: Табу, ВСК – 6–7 л/т; Пикус, КС – 6,5 л/т и др. Протравливание семян рекомендуется проводить также в сочетании с использованием микроэлементов (В – 200 г/т, Мп – 300 г/т семян) и др., а также аминокислот (Терра-сорб Комплекс, Аминокат и др.) и гуминовых удобрений (Биовермтехно и др.). Протравливание семян способствует сохранению от 3,4 до 4,4 ц/га семян рапса и, учитывая низкую норму высева (1 т можно засеять 200–250 га), это самый дешевый и рентабельный прием возделывания культуры.

Борьба с сорной растительностью. При высокой засоренности и после многолетних трав за 1,5 месяца до сева озимого рапса проводят обработку глифосатсодержащими препаратами. **Для борьбы с однолетними двудольными и злаковыми сорняками** рекомендуется применять гербициды: Бутизан 400, КС – 1,5–2,0 л/га; Бутизан стар, КС – 1,5–2,0; Пронит, КЭ – 2,5–3,0; Теридокс, КЭ – 1,5–2,0 (на легких почвах), 2,0–2,5 (на тяжелых); Султан, КС – 1,2–1,8; Сириус, КС – 1,5–2,0; Кардинал 500 КС – 1,2–1,8; Метаза 500 КС – 1,2–1,8; Пионер, КЭ – 1,0–1,3 л/га и др. (до всходов культуры); Нимбус, КС – 1,5–1,8 л/га; Хломекс, КЭ – 0,15 (опрыскивание почвы в течение 30 часов после сева); Пронит, КЭ – 2,5–3,0; Бутизан 400, КС – 1,75–2,0; Кардинал 500 КС –

Таблица 5 – Оптимальные параметры растений рапса озимого перед уходом в зиму

Число листьев на 1 растении, шт.	Масса растения, г	Толщина корневой шейки, мм	Высота растений, см	Высота расположения точки роста, см
6–8 и более	30 и более	6 и более	20–30	не более 3

Таблица 6 – Вынос питательных элементов озимым рапсом [6]

Урожайность, т/га маслосемян	Вынос питательных элементов, кг/га				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
2,5	120–140	55	120	50	15
3,0	135–165	70	145	55	18
3,5	160–190	80	170	60	20
4,0	180–220	90	190	70	24
4,5	200–240	100	210	75	27
5,0	220–260	110	240	80	30

1,2–1,8; Метаза 500 КС – 1,2–1,8 л/га (опрыскивание по всходам культуры в фазе семядольных листьев сорняков); **против видов осота, ромашки, гречишки, горцев, подмаренника цепкого** – Лонтрел 300, ВР – 0,3–0,4 л/га; Лонтрел гранд, ВДГ – 0,12–0,16 кг/га; Агрон, ВР – 0,3–0,4 л/га; Агрон гранд, ВДГ – 0,12–0,17 кг/га; Лорнет, ВР – 0,3–0,4 л/га (1–3 листа ромашки и горцев, фаза розетки – стеблевания осота, в фазе 3–4 листьев культуры); **против однолетних злаковых** – Агросан, КЭ – 1,0 л/га; Тарга супер, 5 % к. э. – 1,0; Таргет супер, КЭ – 0,9–1,0; Леопард, КЭ – 1,0; Фюзилад форте, КЭ – 0,75–1,0; Зеллек супер, КЭ – 0,5; Миура, КЭ – 0,4–0,8; Тайфун, КЭ – 1,0–1,5; Форвард, МКЭ – 0,6–0,8; Фенова экстра, ВЭ – 0,5–0,75 л/га (по вегетации сорняков, в фазе развития рапса 2–4 настоящих листьев); **против многолетних злаковых сорняков** – Агросан, КЭ – 1,0 л/га; Зеллек супер, КЭ – 1,0; Леопард, КЭ – 2,0; Миура, КЭ – 0,8–1,0; Таргет супер, КЭ – 0,9–1,0; Форвард, МКЭ – 1,2–1,8; Фюзилад форте, КЭ – 1,5–2,0 л/га; Хакер, ВРГ – 0,12–0,16 кг/га; Пантера, КЭ – 1,0–1,5 л/га (при высоте пырея ползучего 10–15 см, в фазе развития рапса 3–4 листа); Дуал голд, КЭ – 1,6 (до всходов); Галера супер 364, ВР – 0,2–0,3 л/га (осоты, ромашки, горцы и др. двудольные, фаза 4–6 листьев осенью или весной до фазы бутонизации культуры) и др.

Удобрение. Дозы минеральных удобрений под посев озимого рапса рассчитывают в зависимости от уровня обеспеченности почв элементами питания, величины планируемого урожая, густоты стояния растений и др. При урожайности 30–35 ц/га оптимальная доза внесения минеральных удобрений должна составлять $N_{120-170}P_{50-70}K_{120-180}$. Вынос питательных элементов озимым рапсом с урожаем маслосемян представлен в таблице 6.

Минеральные удобрения – фосфорные, калийные либо азотно-фосфорно-калийное комплексное (АФК) вносят под основную обработку почвы. Азотные удобрения осенью вносят на бедных почвах и при наличии большого количества соломы после зернового предшественника в дозе 30–40 кг/га д. в. (до 1/6 от нормы) под предпосевную обработку почвы.

Органические удобрения вносят в дозах 20–30 т/га полуперепревшего навоза, 8–15 т/га птичьего помета или 30–40 т/га торфонавозного компоста непосредственно перед основной обработкой почвы (при условии применения регуляторов роста в фазе 4–5 настоящих листьев озимого рапса) или под предшествующую парозанимающую культуру.

Уже к стадии 4–5 настоящих листьев озимый рапс потребляет 40–50 кг/га азота, а к стадии 8–10 – 80–100 кг/га. Следовательно, он хорошо реагирует на внесение азотных удобрений, особенно сульфата аммония в пред-

посевную обработку почвы, при севе после 17 августа в особенности.

Закключение

Установлено, что при возделывании озимого рапса после зерновых культур (основной предшественник в условиях производства) для оптимального развития растений озимого рапса и успешной перезимовки, даже в благоприятные годы, период летне-осенней вегетации его должен составить 57 дней и более. Выявлено, что основным фактором развития растений озимого рапса на фоне оптимального минерального питания является срок сева, обеспечивающий прибавку урожая от 4,0 до 32,5 ц/га или 12–63 %.

Регуляция ростовых процессов посевов озимого рапса в осенний период при оптимальном сроке сева способствовала в наших опытах повышению урожайности культуры на 2,9–14,2 ц/га или на 9–48 % к контролю. Выявлено, что регуляторы роста оказали большее влияние на перезимовку культуры, которая изменялась от 52,8–55,6 % (контроль) до 81,5–89,2 % в вариантах с применением регуляторов роста, чем сроки сева, густота стояния растений и уровень питания в осенний период.

Литература

- Озимый рапс / Ф. И. Привалов [и др.] // Научные основы технологий возделывания озимых зерновых культур, рапса и кукурузы / А. А. Аутко [и др.]; под общ. ред. А. А. Аутко, Ф. И. Привалова. – Минск, 2021. – Гл. 2. – С. 265–362.
- Пилюк, Я. Э. Основные приемы возделывания озимого рапса в Беларуси / Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский, С. Г. Яковчик // Ахова раслін. – 2002. – № 4. – С. 11–14.
- Методические рекомендации по оценке состояния посевов рапса после перезимовки и заморозков / Я. Э. Пилюк [и др.]; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2011. – 34 с.
- Пилюк, Я. Э. Перезимовка и продуктивность озимого рапса в Беларуси и пути их повышения / Я. Э. Пилюк // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2020. – Вып. 56. – С. 224–235.
- Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания): моногр. / Я. Э. Пилюк. – Мн.: Бизнесофсет, 2007. – 240 с.
- Возделывание озимого рапса на маслосемена / Ф. И. Привалов [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Мн.: Беларус. навука, 2012. – С. 363–379.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под ред. М. А. Федина. – М., 1988. – 121 с.

Научно-практический семинар «ДНИ ПОЛЯ-2022»

С 27 июня по 8 июля 2022 г. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» проходил ежегодный научно-практический семинар «Дни поля-2022».

В рамках семинара был представлен большой спектр новейших достижений в области селекции сельскохозяйственных растений и современных технологий возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных и кормовых культур.

Демонстрационные поля с новейшими сортами сельскохозяйственных растений отечественной селекции посетили представители Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Национальной академии наук Беларуси, председатели районных исполнительных комитетов Гомельской области, руководители и специалисты сельскохозяйственных организаций Минской и Гродненской областей.

Гостям были представлены новые, наиболее адаптированные к условиям Республики Беларусь сорта зерновых селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Опытные посевы представили ведущие сотрудники Центра.

ПОСЕВЫ ОЗИМОГО И ЯРОВОГО РАПСА

представляла руководитель отдела масличных культур, доктор с.-х. наук, доцент **Пилюк Ядвига Эдвардовна**.

Она рассказала, что в 2022 г. на демонстрационном поле РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» представлены лучшие сорта **озимого рапса** – *Витень, Николай, Северин, Оникс, Империял, гибрид F₁ Днепр* и **ярового** – *Феникс, Верас, Яровит, Вихрь, Гедемин, гибрид F₁ Алмаз* и другие.



На экспозиции участникам семинара были продемонстрированы опыты по изучению влияния основных элементов технологии возделывания (сроков сева, внесения удобрений, интегрированной защиты посевов от сорняков, вредителей, болезней, полегания) на урожайность маслосемян озимого и ярового рапса.

ПОСЕВЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ демонстрировал ведущий научный сотрудник отдела озимых зерновых культур, кандидат с.-х. наук **Сацюк Игорь Васильевич**.

Были представлены результаты по изучению сроков сева новых сортов озимой пшеницы. Исследования проводили на шести сортах – *Августина*, *Амелия*, *Элегия*, *Вилора*, *Асима* и *Варя*, районированных в разные годы и различающихся между собой как по морфотипу растений, так и по требованиям к отдельным элементам технологии возделывания.



Игорь Васильевич рассказал участникам семинара о том, что уровень перезимовки посевов озимой пшеницы каждый конкретный год исследований определялся оптимальностью погодных условий осени и наличием (отсутствием) неблагоприятных факторов среды во время перезимовки. В последние годы климат становится более континентальным. Такие изменения требуют пересмотра некоторых позиций в традиционных технологиях возделывания озимой пшеницы, в частности, её сроков сева. Поэтому необходимо дополнительное изучение сроков сева современного сортимента озимой пшеницы. Среднегоголетние (календарные) сроки сева имеют большое практическое значение, но они не гарантируют оптимального состояния озимых культур к моменту прекращения осенней вегетации.



Для практической цели очень важно знать вероятность наступления фаз развития озимых перед уходом в зиму при различных сроках сева с учётом изменяющихся агроклиматических условий.

Для этого на протяжении последних лет закладываются опыты, включающие шесть сроков сева с интервалом 10–11 дней с 31 августа по 20 октября. В данном опыте моделируется ситуация, в которой растения различных сортов озимой пшеницы входят в зиму как с сильно развитой надземной вегетативной массой (переросшие посевы), так и не достигшие оптимальных параметров развития в осенний период. Изучаются особенности их роста и развития в весенне-летний период. Проводится оценка качества и количества урожая зерна с посевов различных сроков сева.

Исследования по определению оптимальных сроков сева должны быть постоянно действующими. Их нужно выяснять, уточнять и мотивировать для каждого сорта в определенной почвенно-климатической зоне.

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» осуществляется **СЕЛЕКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ЯЧМЕНЯ ПО ДВУМ НАПРАВЛЕНИЯМ: ПИВОВАРЕННОГО И КОРМОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.**

Демонстрационные посе́вы представлял руководитель лаборатории ячменя, кандидат с.-х. наук **Зубкович Александр Александрович**. Им были представлены сорт **озимого ячменя Буслик** и новые сорта **ярового ячменя Колдун, Мажор, Корнет, Дева, Рейдер**.

Буслик – среднеспелый сорт озимого ячменя кормового направления использования.

Колдун – среднеспелый сорт ярового ячменя пивоваренного направления использования.

Мажор, Корнет – среднеспелые сорта ярового ячменя кормового направления использования.

Дева, Рейдер – среднеспелые сорта кормового и продовольственного направления использования.

Все представленные сорта характеризуются высокими показателями средней (до 56 ц/га) и максимальной (до 109,3 ц/га) урожайности и превосходят по этим показателям многие иностранные сорта, имеют высокую устойчивость к полеганию, содержание белка – от 13 до 17 %. Сорта *Колдун, Корнет, Рейдер и Дева* с 2022 г. включены в Госреестр Российской Федерации.

Участникам «Дни поля-2022» было рассказано о преимуществах, недостатках и рисках при возделывании озимого ячменя.



ПОСЕВЫ ОЗИМОЙ РЖИ представлял первый заместитель генерального директора по научной работе, доктор с.-х. наук, профессор **Урбан Эрома Петрович**.



Он рассказал участникам семинара, что на Днях поля-2022 озимая рожь представлена в двух демонстрационных опытах.

В первом опыте показаны результаты по сравнительному изучению различных сортов озимой диплоидной и тетраплоидной ржи как уже включенных в Государственный реестр за последние годы (*Офелия, Голубка, Белги, Росана, Камея 16, Пралеска*), так и проходящих сортоиспытание в настоящее время (*РПД 19, РПД 201, РПД 202, Забава, РПТ 20, Виксана*).

Созданные в последние годы сорта ржи в значительной мере изменили представление об этой культуре как экстенсивной. Потенциальные возможности новых сортов полнее раскрываются при соответствующем уровне культуры земледелия. Широкий ассортимент позволяет получать высокий и стабильный урожай зерна в различных климатических зонах на почвах с разным уровнем плодородия и является гарантом обеспечения республики зерном продовольственного, кормового и технического назначения.

В результате совершенствования схемы селекционного процесса, использования метода сложной межсортовой гибридизации, доноров короткостебельности, зимостойкости, скороспелости, интенсивного семейного отбора нами получены перспективные сортообразцы, характеризующиеся комплексом хозяйственно ценных признаков.

В последнее время в мировой селекции все больше внимания уделяется проблеме исследования гетерозиса у ржи. Включенные в Государственный реестр РБ гибриды F₁ обладают более высоким потенциалом адаптивности, устойчивости к болезням, качества зерна и стабильной урожайности.

Второй опыт был заложен с популяционным сортом **Голубка** и двумя гибридами – **Белги F₁** и **KWS Воно F₁**. Цель опыта состояла в проведении сравнительного анализа уровня урожайности гибридов F₁



озимой ржи иностранного происхождения и отечественной селекции, и популяционного сорта, выращиваемых при одинаково высоком уровне интенсификации технологии возделывания. Как показали наблюдения, при точном соблюдении агротехники возделывания разница в урожайности между популяционным сортом и гибридами довольно мала, что говорит о высоком потенциале современных сортов озимой ржи и их высокой отзывчивости к интенсификации выращивания.

ПОСЕВЫ ОВСА продемонстрировал руководитель лаборатории, кандидат с.-х. наук **Халецкий Сергей Павлович**.

На опытном поле были представлены сорта овса: *Мирт*, *Фристайл*, *Шанс*, *Реверанс* и *Квант*.

Высокоурожайный сорт **Фристайл** формирует зерно с высокими показателями качества. В настоящее время он занимает максимальные посевные площади в республике.

Сорт **Мирт**, наряду с высокими показателями продуктивности в государственном сортоиспытании (максимальная 95,2 ц/га), проявил высокую пластичность и стабильность в специальных технологических опытах. Благодаря этим показателям, сорт *Мирт* определен в качестве контроля в государственном сортоиспытании республики.

Сорт **Шанс** в Госреестре с 2019 г. Обладает высокой зерновой продуктивностью, формирует крупное зерно с высоким содержанием белка и жира. Элитное семеноводство этого сорта развернуто в полном объеме.

Высокую урожайность и адаптивные свойства к условиям возделывания в государственном сортоиспытании республики проявили новые сорта **Реверанс (Люкс)** и **Квант**, которые включены в Госреестр с 2022 г. Первый среднеранний сорт *Квант* рекомендуется для северных регионов республики.

Использование новых высокоурожайных, адаптивных сортов является одним из основных факторов стабильного производства зерна овса.



В настоящее время в животноводческой отрасли республики остро стоит проблема дефицита белкового корма в рационе животных.

Одним из путей решения данной проблемы является выращивание в сельскохозяйственных предприятиях республики высокобелковых культур (горох, люпин узколистный) с целью производства кормов, что будет способствовать обеспечению отрасли собственным полноценным белком и сокращению его импорта.

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ведется селекционный процесс по созданию кормовых сортов гороха посевного и полевого, люпина узколистного и желтого.

ПОСЕВЫ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР представлял руководитель отдела, кандидат с.-х. наук **Крицкий Михаил Николаевич**.

Он продемонстрировал участникам семинара сорта люпина узколистного, относящиеся к различным типам: **Ярык** (2022 г.) – колосовидный (зернового направления использования), **Кулец** (2022 г.) – с редуцированным обычным типом ветвления (дикий тип) (универсального направления использования) и **Кармавы** – с редуцированным ветвлением псевдодикого типа (зеленую направление использования). Потенциал зерновой продуктивности сортов превышает 5,0 т/га, содержание белка в семенах высокое – 32–36 %, алкалоидов в зерне – низкое (0,03–0,06 %). Также был представлен сорт люпина желтого **Владко** (зернового направления использования) с содержанием белка в зерне – 38–44 %.



Были показаны сорта гороха посевного и полевого листочкового и усатого (безлисточкового) морфотипов. Можно было увидеть и оценить сорта усатого гороха **Спринт** (2022 г.), относящегося к пелюшкам (гороху полевому (фиолетовые цветки)) и сорт **Презент** (2019 г.) (горох посевной (белые цветки)) с высоким потенциалом продуктивности – 61,7 ц/га, а также сорта листочковые – **Миллениум** (2019 г.) (горох посевной) (содержание белка в зерне до 24,8 %) и **Марат** (2019 г.) (горох полевой). Все новые сорта гороха отличаются достаточно высоким содержанием белка – до 25–27 %.

ПОСЕВЫ ОЗИМОГО И ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ демонстрировал руководитель лаборатории тритикале, кандидат с.-х. наук, доцент **Буштевич Виктор Николаевич**.

Он рассказал, что при создании сортов тритикале и яровой пшеницы ставилась цель повысить урожайность, устойчивость к болезням и полеганию, получить высокое качество зерна. Демонстрируемые на опытном поле **сорта озимого тритикале Звено, Славко, Атлет 17, Гродно; ярового тритикале Дело, Новое; яровой пшеницы Знамя, Вена, Восточка 17** соответствуют этим требованиям. Все зарегистрированные сорта зерновых Центра имеют уровень урожайности более 100 ц/га и успешно конкурируют с лучшими представителями зарубежной селекции.



Достижением отечественной селекции является сорт яровой пшеницы **Дарья**, который на протяжении последних 15–20 лет занимает большие площади посевов в Беларуси и является одним из основных сортов яровой пшеницы во 2–4-м регионах России, благодаря высокой урожайности, устойчивости к полеганию и качеству зерна.



Вклад науки в современное травосеяние неоспорим. В отделе многолетних трав РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ведется селекционная работа по 19 видам многолетних злаковых и бобовых трав, в Государственном реестре зарегистрировано 35 сортов, созданных в Центре.

ПОСЕВЫ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ представляла руководитель отдела, кандидат с.-х. наук, доцент **Клыга Елена Руслановна**.

Она рассказала участникам семинара о том, что учеными отдела создана система одновременно созревающих сортов **клевера лугового: раннеспелые** – Устойливы, Янтарный, Працауник; **среднеспелые** – Витебчанин, Лев; **позднеспелые** – Яскравы, Меряя (БСХА). Имея три различных по спелости группы клевера лугового, можно организовать зеленый конвейер, который позволяет расширить оптимальные сроки уборки с 18–20 дней до 40–45 дней. Начало уборки совпадает с подкосом семенников 25 мая – 10 июня, 10–15 июня убираются травостой среднеспелого сорта, а затем с 15 июня по 1 июля убирают позднеспелые травостой.

Создана система сортов **клевера ползучего: раннеспелый** – Чародей, **среднеспелый** – Матвей, **позд-**



неспелые – *Духмяны* и *Волат*, которые позволяют создавать пастбищные травосмеси с продуктивностью на супесчаных почвах 55–60 ц/га к. ед., на суглинистых – 85–97 ц/га к. ед.

Разработаны многокомпонентные пастбищные травосмеси из белорусских сортов многолетних трав, обеспечивающие равномерное поступление зеленого корма с урожайностью зеленой массы 300–320 ц/га на супесчаных и 550–640 ц/га на суглинистых почвах, характеризующиеся быстрым отрастанием после стравливания (формируют до 6 циклов стравливания при достатке влаги) и высоким содержанием сырого белка – 22–24 %.

Для сенокосных травостоев созданы сорта **костреца безостого** (*Усходни*, *Выдатны*), **двукосточника тростникового** (*БелРос-76*), **райграса пастбищного** (*Гусяр*, *Гаспадар*), **межродовые и межвидовые гибриды злаковых трав** (фестулолиум). Кострец безостый формирует урожайность зеленой массы за два укоса до 700 ц/га на суглинистых и 320–400 ц/га на супесчаных почвах. Фестулолиум характеризуется хорошей зимостойкостью (уровень овсяницы) и высоким качеством корма (уровень райграсов), быстрым отрастанием после стравливания.

С целью оптимизации видового состава многолетних трав к изменяющимся погоднo-климатическим условиям и с учетом наличия в республике более 50 % песчаных и супесчаных почв в отделе многолетних трав ведется работа по селекции новых видов многолетних трав, являющихся межродовыми гибридами (фестулолиум морфотипа овсяницы луговой, фестулолиум морфотипа овсяницы тростниковой, межродовый гибрид житняка гребенчатого с райграсом пастбищным), для повышения кормовой продуктивности легких почв с 12–17 до 30–32 ц/га кормовых единиц.



В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» по полной схеме селекционные процессы осуществляются по озимым зерновым культурам (оз. рожь, оз. пшеница, оз. тритикале), яровым культурам (ячмень, овёс, яровая пшеница), зернобобовым культурам (горох полевой, горох посевной, люпин узколистный, люпин жёлтый, вика яровая), крупяным культурам (гречиха, просо), масличным культурам (рапс яровой и озимый, горчица белая, сурепица озимая), по 8 видам бобовых и 11 видам злаковых трав.

В результате реализации текущих селекционных проектов создаётся новый исходный материал для создания высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений; разрабатываются новые методики создания исходного материала на основе использования белковых и ДНК маркеров; разрабатываются новые и усовершенствуются существующие методы оценки и отбора селекционно-ценных генотипов на ранних этапах селекции с заданными параметрами для ускорения и повышения эффективности селекционного процесса сельскохозяйственных растений.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в регионах Российской Федерации на 2022 г., включено 45 сортов по 15 культурам селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», из них оригинальное семеноводство поддерживается по 24 сортам. Сорта зерновых, ярового и озимого рапса, многолетних трав белорусской селекции занимают в Российской Федерации более 3 млн га.



Участники семинара обсудили проблемы селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений в Республике Беларусь, пути повышения эффективности научного сопровождения развития растениеводства на основе современных научных достижений, получили рекомендации ученых по оптимизации структуры посевных площадей, подбору сортов, совершенствованию основных элементов технологий возделывания, оптимизации сроков сева, системам ресурсосберегающей обработки почвы.

Ежегодное проведение таких мероприятий – это оптимальная возможность для диалога между научными организациями, специалистами сельскохозяйственных предприятий, руководителями хозяйств различных категорий, представителями власти.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» – 95 лет!

7–8 июля 2022 г. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» прошла Международная научно-практическая конференция «Стратегия, приоритеты и достижения в развитии земледелия и селекции сельскохозяйственных растений в Беларуси», приуроченная к 95-летию со дня основания нашего предприятия.

Программа мероприятий, посвященных юбилейной дате, включала в себя пленарные доклады, торжественное собрание с участием Председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси Владимира Григорьевича Гусакова, Министра сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь Игоря Вячеславовича Брыло, администрации города Жодино, Смолевичи, а также коллег и партнеров из Беларуси и России.



Немало поздравлений и теплых слов прозвучало в адрес нашего предприятия, а многолетний плодотворный труд сотрудников был отмечен памятными знаками, Почетными грамотами и благодарностями.

В рамках конференции обсуждались вопросы приоритетных направлений селекции зерновых, зернобобовых, кормовых и технических растений в Республике Беларусь, основные результаты исследований по повышению эффективности севооборотов в условиях интенсификации системы земледелия в Беларуси, травосеяние и ряд других вопросов.





Ознакомьтесь с практическими результатами работы Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию участники конференции смогли во время выезда на опытные поля Центра. К конференции был издан сборник материалов Международной научно-практической конференции «Стратегия, приоритеты и достижения в развитии земледелия и селекции сельскохозяйственных растений в Беларуси», в состав которого вошли тезисы, представленные учеными из Беларуси, России, Молдовы, Казахстана.



Влияние мучнистой росы и септориоза на продуктивность и качество зерна озимого тритикале при возделывании по традиционной и интенсивной технологиям

В. Н. Буштович, кандидат с.-х. наук, Н. П. Шишлова, кандидат биологических наук, Е. И. Позняк, кандидат с.-х. наук, В. Н. Безлюдный, кандидат биологических наук, М. М. Лаптеенок, младший научный сотрудник
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 07.06.2022)

В статье представлены результаты анализа влияния мучнистой росы, септориоза листьев и колоса на элементы продуктивности и физико-химические показатели сортов и перспективных сортообразцов озимого тритикале, выращиваемых по традиционной и интенсивной технологиям возделывания. Комплекс изученных болезней оказал наиболее ощутимое воздействие на урожайность и биохимический состав зерна. Степень сопряженности между этими признаками заметно снижалась при усилении интенсификации технологии возделывания озимого тритикале.

The analysis results of the effect of powdery mildew and Septoria leaf and ear disease on productivity elements, physical and chemical parameters of winter triticale cultivars and appreciable varieties which are grown using common and intensive cultivation technologies are presented in the article. The complex of the studied diseases had the greatest effect on seed yield and biochemical composition. Increase in the intensification level of winter triticale cultivation technology reduced significantly the degree of association between those parameters.

Введение

Одним из приоритетных направлений селекционных программ по созданию новых сортов тритикале является повышение их устойчивости к стрессовым факторам и толерантности к основным болезням. Интенсификация технологии возделывания за счет использования дополнительных обработок посевов фунгицидами и микроэлементами способна обеспечить снижение развития болезней и увеличить урожайность.

Целью исследований являлась оценка устойчивости образцов озимого тритикале к болезням, анализ биометрических, технологических и биохимических показателей и выявление достоверных зависимостей между изученными количественными признаками при разных уровнях интенсивности технологии возделывания.

Методика и объекты исследований

Объектом исследований служили 30 сортов и перспективных сортообразцов озимого гексаплоидного тритикале (\times *Triticosecale* Wittm. & A. Camus, $2n = 42$) отечественной и зарубежной селекции из питомника конкурсного сортоиспытания. Образцы выращивали в 2019–2020 и 2020–2021 гг. по традиционной и интенсивной технологиям возделывания в трех рендомизированных повторениях с нормой высева 4,5 млн всхожих семян на гектар. Фосфорно-калийные удобрения в дозе $P_{80}K_{120}$ вносили осенью под основную обработку почвы, азотные (карбамид) – весной в два приема: N_{60} – при возобновлении вегетации и N_{30} – в начале выхода в трубку (стадия 31 по Цадоксу). При интенсивном уровне возделывания применяли дополнительную дозу азотных удобрений N_{30} при появлении флагового листа (стадия 37), микроэлементы Cu и Mn (50 г/га) – в виде некорневых подкормок в стадии 31, а также регуляторы роста и фунгициды на основе тебуконазола и биксафена – в стадии 31 и протиконазола и тебуконазола – в стадии 37.

В полевых условиях оценивали устойчивость образцов озимого тритикале к мучнистой росе (*Blumeria graminis* (DC.) Speer), септориозу листьев и колоса (*Septoria nodorum* (Berk.) Berk. или по современной классификации *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley & Crous.) [1, 2].

Определяли урожайность, биометрические параметры растения, массу зерна [3], массу 1000 семян [4], а также содержание в зерне сырого протеина, клейковины и крахмала методом ближней ИК-спектроскопии [5].

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия весенне-летнего периода 2020 г. можно охарактеризовать в целом как благоприятные для развития растений озимого тритикале. Температура воздуха была близкой к норме, распределение осадков носило достаточно равномерный характер, за исключением засушливой первой декады апреля. В питомнике конкурсного сортоиспытания отмечалась высокая сохранность растений после перезимовки с единичными случаями поражения снежной плесенью.

В 2021 г. сложные условия перезимовки, приведшие в итоге к выпреванию и вымоканию растений озимого тритикале, обусловили сильную степень поражения их снежной плесенью – на уровне 6–8 баллов. В процессе активной вегетации состояние посевов существенно улучшилось благодаря хорошей обеспеченности осадками в первой и второй декадах мая (161 и 507 % от нормы соответственно), что однако не позволило достигнуть прошлогоднего уровня продуктивности. Отмечалось снижение урожайности в питомнике конкурсного сортоиспытания на 32,4 и 40,3 % соответственно при традиционной и интенсивной технологиях (таблица 1). Также в 2021 г., независимо от технологии возделывания, наблюдалось снижение массы тысячи семян, массы зерна, содержания сырого крахмала и особенно количества продуктивных стеблей по сравнению со значениями предыдущего года. При этом отмечалось увеличение высоты растений

и элементов продуктивности главного колоса, а также рост содержания в зерне сырого протеина и клейковины. Несмотря на увеличение содержания протеина, падение урожайности в 2021 г. повлекло за собой существенное снижение такого ценного хозяйственного показателя, как «сбор сырого протеина с гектара» – на 28,9 и 33,3 % соответственно при традиционной и интенсивной технологии возделывания.

Повышение уровня интенсификации способствовало более эффективной реализации потенциала продуктивности образцов озимого тритикале: прибавка урожая относительно традиционной технологии в 2020 г. составила 30,0 %, в 2021 г. – 14,7 %.

По результатам многолетних наблюдений, стабильный положительный эффект при применении интенсивной технологии сказывался на таких показателях, как «сбор сырого протеина», «количество продуктивных стеблей», «содержание сырого протеина и клейковины». Нередко при этом отмечалось незначительное, иногда в пределах ошибки опыта, уменьшение количества и массы зерна главного колоса, а также натуры и массы 1000 семян, что и наблюдалось в 2021 г.

Использование фунгицидов и микроэлементов при выращивании озимого тритикале по интенсивной технологии направлено на укрепление иммунитета и стрессоустойчивости генотипа. В полевых условиях оценивали степень устойчивости образцов озимого тритикале из питомника конкурсного сортоиспытания к наиболее вредоносным болезням, получившим в последние годы широкое распространение в посевах этой культуры. Исследования показали, что при возделывании по традиционной технологии существенной разницы по степени поражения мучнистой росой, септориозом листьев и колоса между годами не наблюдалось (таблица 2). Заметные различия отмечались при анализе генотипической изменчивости: значительной вариацией признака характеризовались листовые инфекции, особенно мучнистая роса в 2020 г. Дифференциация образцов по показателю устойчивости к септориозу колоса находилась на среднем уровне.

Повышение уровня интенсификации выращивания приводило к повышению уровня болезнеустойчивости выборки в целом. Наиболее ощутимый эффект наблюдался в 2020 г., особенно для листовых инфекций, где

Таблица 1 – Показатели хозяйственной ценности образцов озимого тритикале в питомнике конкурсного сортоиспытания (n = 30)

Показатель	Технология возделывания			
	традиционная		интенсивная	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Урожайность, ц/га	82,2 ±1,4	55,6 ±3,1	106,9 ±1,7	63,8 ±3,4
Сбор сырого протеина, ц/га	9,7 ±0,2	6,9 ±0,3	12,9 ±0,2	8,6 ±0,4
Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	580 ±10	402 ±11	608 ±10	427 ±12
Высота растения, см	109 ±2	121 ±1	109 ±2	121 ±1
Главный колос:				
длина, см	10,5 ±0,1	12,0 ±0,1	10,5 ±0,1	12,0 ±0,1
количество колосков, шт.	27,3 ±0,3	29,6 ±0,3	27,3 ±0,3	29,8 ±0,3
количество зерен, шт.	49,3 ±0,8	60,0 ±0,8	51,0 ±0,6	58,5 ±1,1
масса зерна, г	2,34 ±0,05	2,62 ±0,05	2,59 ±0,05	2,52 ±0,06
Натура зерна, г/л	711 ±4	659 ±4	709 ±4	654 ±4
Масса 1000 семян, г	48,8 ±0,9	44,8 ±0,7	51,6 ±0,9	42,9 ±0,8
Сырой протеин, % (абс. сух. в-во, N × 6,25)	13,7 ±0,1	14,7 ±0,2	14,0 ±0,1	15,9 ±0,2
Клейковина, %	18,9 ±0,5	22,4 ±0,5	20,0 ±0,5	26,0 ±0,5
Сырой крахмал, % (абс. сух. в-во)	71,7 ±0,3	69,5 ±0,2	71,9 ±0,2	69,3 ±0,2

Таблица 2 – Статистическая характеристика показателей устойчивости к болезням образцов озимого тритикале (КСИ, n = 30)

Год наблюдения	Технология возделывания					
	традиционная			интенсивная		
	среднее	lim	V, %	среднее	lim	V, %
<i>Устойчивость к мучнистой росе, балл</i>						
2020	5,2 ±0,4	1,5–9	37,95	7,8 ±0,2	5,5–9	14,08
2021	5,6 ±0,2	3,5–7,5	17,91	6,2 ±0,2	4–8	17,76
<i>Устойчивость к септориозу листьев, балл</i>						
2020	3,9 ±0,2	2–6	25,73	6,5 ±0,1	6–7,5	6,65
2021	3,5 ±0,2	2–6	26,73	4,4 ±0,2	3–7	27,76
<i>Устойчивость к септориозу колоса, балл</i>						
2020	4,9 ±0,1	3,5–6,5	14,00	5,2 ±0,1	4,5–6	9,65
2021	4,1 ±0,1	3–5	10,09	4,3 ±0,1	3–5	10,55

показатели устойчивости к мучнистой росе и септориозу листьев выросли на 2,6 балла на фоне резкого снижения генотипической изменчивости признаков. В 2021 г. коэффициенты вариации практически не изменялись при переходе от традиционной к интенсивной технологии возделывания, что связано с тем, что и уровень болезнеустойчивости образцов озимого тритикале при этом увеличивался незначительно. К наиболее стабильным показателям можно отнести устойчивость к септориозу колоса, так как степень поражения образцов озимого тритикале слабо зависела как от погодных условий, так и от уровня интенсификации возделывания.

Корреляционный анализ взаимосвязей между устойчивостью к болезням и количественными признаками озимого тритикале показал, что большинство достоверных зависимостей проявилось при возделывании озимого тритикале по традиционной технологии (таблица 3). Интенсификация выращивания, повышая уровень болезнеустойчивости, способствовала снижению генотипической изменчивости выборки и ослаблению сопряженности количественных признаков.



Мучнистая роса на обычной технологии



Интенсивная технология

Заметное влияние болезней на урожайность изученных образцов озимого тритикале подтверждалось более высоким количеством достоверных зависимостей, направление и значимость которых определялись видом болезни, годом наблюдения и технологией возделывания. Например, устойчивость растений озимого

Таблица 3 – Корреляционный анализ связей между устойчивостью к болезням и количественными признаками образцов озимого тритикале

Признак	Устойчивость к мучнистой росе				Устойчивость к септориозу листьев				Устойчивость к септориозу колоса			
	2020 г.		2021 г.		2020 г.		2021 г.		2020 г.		2021 г.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Урожайность	0,627**	0,438*	0,763**	0,769**	0,187	0,161	-0,594**	-0,575**	0,381*	0,246	0,316	0,336
Количество продуктивных стеблей	-0,060	-0,292	0,596**	0,621**	0,132	0,062	-0,430*	-0,405*	-0,454*	-0,462*	0,189	0,201
Высота растения	-0,514**	-0,512**	0,221	0,172	0,435*	0,368*	-0,134	-0,133	-0,027	-0,209	-0,036	0,164
Главный колос: длина	-0,019	0,095	-0,323	-0,180	0,117	-0,102	0,320	0,131	0,474**	0,254	-0,273	-0,297
количество колосков	-0,284	-0,141	0,101	0,189	0,001	0,113	0,005	-0,091	0,168	0,130	0,139	0,080
количество зерен	-0,213	-0,199	-0,098	0,048	-0,346	0,015	0,479**	0,263	0,436*	0,167	-0,104	-0,013
масса зерна	0,114	0,547**	0,077	0,224	-0,252	-0,160	0,255	0,360	0,612**	0,521**	-0,212	-0,238
Натура	-0,012	-0,241	-0,010	-0,373*	0,400*	0,200	-0,380*	0,117	0,222	0,001	0,436*	0,255
Масса 1000 семян	0,478**	0,681**	0,385*	0,146	-0,109	-0,165	-0,340	0,126	0,431*	0,472**	-0,024	-0,210
Протеин	0,479**	0,077	-0,440*	-0,223	-0,351	-0,241	0,745**	0,483**	0,077	0,247	-0,480**	-0,295
Клейковина	0,453*	0,357	-0,384*	-0,140	-0,343	-0,261	0,766**	0,280	0,357	0,356	-0,347	-0,238
Крахмал	-0,201	0,090	0,482**	-0,308	0,174	-0,032	-0,459*	0,291	0,090	0,047	0,366*	-0,137
Количество достоверных зависимостей	5	4	6	3	2	1	7	3	6	3	3	0

Примечание – 1 – традиционная, 2 – интенсивная технология возделывания; * – достоверно при P_{0,05}, ** – при P_{0,01}.

тритикале к мучнистой росе достоверно положительно влияла на реализацию потенциала продуктивности в 2020 и 2021 г. при разных уровнях интенсификации технологии возделывания. Вредоносность септориоза колоса была заметно ниже, чем у мучнистой росы, но также оказывала угнетающее действие средней силы на реализацию потенциала продуктивности образцов озимого тритикале.

Септориоз листьев в 2021 г. выступал как антагонист другой болезни листьев – мучнистой росы. Подобная отрицательная зависимость (мучнистая роса – желтая ржавчина) описывается в масштабном исследовании D. Loserta с сотрудниками, проводившемся на европейских генотипах тритикале [6]. Корреляционный анализ взаимосвязей между показателями устойчивости образцов озимого тритикале к изучаемым нами болезням выявил наличие достоверных отрицательных зависимостей: $r = -0,583^{**}$ (традиционная) и $-0,453^*$ (интенсивная технология). Влияние септориоза листьев на урожайность озимого тритикале в питомнике конкурсного сортоиспытания в 2020 г. было несущественным, в 2021 г. – достоверно положительным в отличие от мучнистой росы и септориоза колоса.

Достоверность и направление корреляционных связей между устойчивостью к болезням и другими количественными признаками озимого тритикале во многом зависели от года наблюдения и технологии возделывания. Уровень интенсификации влиял главным образом на величину коэффициента корреляции, в то время как год наблюдения – на силу и направление связи. Среди изученных пар признаков, зависимости между которыми носили как прямой, так и обратный характер, выделилась коррелирующая пара «мучнистая роса – масса 1000 семян» с достоверно положительными коэффициентами корреляции. Не выявили достоверных связей между устойчивостью к болезням и длиной главного колоса, количеством колосков, за исключением пары признаков «устойчивость к септориозу колоса – длина колоса»

(2020 г., традиционная технология). Влияние болезней, особенно септориоза колоса, на такие показатели, как количество и масса зерен в колосе, было более существенным.

Для оценки совокупного влияния изучаемых болезней на урожайность, элементы продуктивности и качество зерна образцов озимого тритикале использовали множественный корреляционный анализ, который позволил оценить степень сопряженности между этими признаками в зависимости от года и технологии возделывания. В 2020 г. отмечалось значимое влияние болезней на высоту растений тритикале, массу зерна главного колоса и массу тысячи семян; в 2021 г. – на количество продуктивных стеблей, натуру зерна и содержание в нем сырого протеина (таблица 4).

Интенсификация технологии возделывания озимого тритикале сопровождалась ослаблением совокупного влияния болезней на урожайность, что особенно четко проявилось в 2020 г., когда степень сопряженности между признаками снизилась с 55,3 до 21,5 %. В 2021 г. уменьшение инфекционной нагрузки на образцы озимого тритикале при переходе от традиционной к интенсивной технологии возделывания было незначительным, что и обусловило минимальное снижение степени сопряженности урожайности с устойчивостью к комплексу изученных болезней.

Повышение уровня интенсификации возделывания заметно ослабляло влияние изучаемых болезней на биометрические параметры главного колоса, за исключением показателя «масса зерна». Кроме того, существенное влияние болезней на биохимический состав зерна озимого тритикале, наблюдаемое при использовании традиционной технологии возделывания, заметно ослаблялось на интенсивном фоне. По результатам двухлетних наблюдений установили, что устойчивость к болезням в наибольшей степени влияла на урожайность образцов озимого тритикале, в наименьшей – на количество колосков, длину колоса и содержание в зерне крахмала.

Таблица 4 – Степень сопряженности устойчивости к болезням с количественными признаками образцов озимого тритикале (КСИ, n = 30)

Результативный признак	Коэффициент множественной детерминации (R ²), %			
	технология возделывания			
	обычная		интенсивная	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
<i>Устойчивость к мучнистой росе, септориозу листьев, септориозу колоса</i>				
Урожайность	55,3	65,9	21,5	61,9
Количество продуктивных стеблей	22,0	37,5	22,8	40,6
Высота растения	39,7	7,0	41,0	4,5
Главный колос: длина	25,7	14,1	7,8	9,7
количество колосков	13,7	4,0	8,0	3,6
количество зерен	42,6	30,4	12,4	10,6
масса зерна	42,1	15,7	42,8	35,9
Натура	22,3	32,3	11,5	29,1
Масса 1000 семян	34,3	24,0	53,4	11,8
Протеин	30,5	56,5	12,7	25,2
Клейковина	34,4	59,7	20,4	10,1
Крахмал	8,0	29,4	0,6	12,4

Выводы

Сравнительная оценка количественных признаков образцов озимого тритикале показала, что интенсификация технологии возделывания достоверно положительно влияла на урожайность, количество продуктивных стеблей, содержание и сбор сырого протеина, а также содержание клейковины в зерне. Остальные изученные показатели характеризовались слабой отзывчивостью на дополнительные агротехнические приемы возделывания.

Интенсификация технологии возделывания способствовала повышению устойчивости образцов озимого тритикале к мучнистой росе, септориозу листьев и колоса, а также снижению генотипической изменчивости этих признаков. Комплекс изученных болезней оказал наиболее ощутимое воздействие на показатель урожайности и биохимический состав зерна.

УДК 633.111«324»:631[526.32.527]

Адаптивность пшеницы мягкой озимой по массе 1000 зерен

А. С. Будько, соискатель, научный сотрудник
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 25.05.2022)

В статье представлены результаты определения адаптивного потенциала сортообразцов пшеницы мягкой озимой по массе 1000 зерен при испытании в центральном регионе Республики Беларусь. Выделены ценные генотипы экстенсивного и интенсивного типа, которые в зависимости от уровня агротехники и погодных условий обеспечат высокое качество урожая. Получена ценная информация о реакции генотипов на условия произрастания, благодаря чему значительно повысилась эффективность селекционного процесса.

Введение

Перед сельскохозяйственным производством стоит задача получения не только высоких и устойчивых урожаев, но также и зерна высокого качества как в технологическом, так и в пищевом плане.

Исторически сложилось, что приоритетным направлением большинства исследований является создание сортов с высоким потенциалом продуктивности и генетической устойчивостью к различным агроклиматическим условиям возделывания. При этом изучение адаптивности к условиям выращивания по показателям качества зерна отодвигается на второй план.

В зависимости от агроклиматических условий сорта пшеницы мягкой озимой со сравнительно высоким качеством зерна могут сохранять это свойство или резко снижать его. Предпочтение отдается генотипам, стабильно сохраняющим хорошее качество при различных условиях выращивания.

Генотип-средовые взаимодействия – сложные процессы, существенно влияющие на реализацию генотипа в фенотипе. Для надежного моделирования поведения конкретных сортов в определенных экологических усло-

Литература

1. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ / Л. Т. Бабаянц [и др.]. – Прага: [б. и.], 1988. – 321 с.
2. Септориозы зерновых культур и их вредоносность / Н. А. Крупенько [и др.]. // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. агр. навук. – 2017. – № 4. – С. 66–75.
3. ГОСТ 10840-64. Зерно. Методы определения природы.
4. ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.
5. ГОСТ Р 50817-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира и влаги с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области.
6. Phenotypic and genotypic analyses of diversity and breeding progress in European triticale (*×Triticosecale* Wittmack) / D. Losert. [et al.] // Plant Breeding. – 2017. – № 136. – P. 18–27.

The article presents the results of determining the adaptive potential of varieties of soft winter wheat by weight of 1000 grains when tested in the central region of the Republic of Belarus. Valuable genotypes of extensive and intensive types have been identified, which, depending on the level of agricultural technology and weather conditions, will ensure maximum crop quality. Valuable information was obtained about the reaction of genotypes to growing conditions, which significantly increased the efficiency of the breeding process.

виях их природа изучена недостаточно. В связи с этим исследования по данному направлению представляют большой интерес как для адаптивного растениеводства, так и при подборе исходного материала для селекции новых сортов.

Масса 1000 зерен может служить критерием для косвенной оценки и отбора адаптивных генотипов на всех этапах селекции [1].

От крупности зерна зависят мукомольные и хлебопекарные свойства пшеницы. Более крупные зерна имеют большую устойчивость к лимитирующим факторам среды [2].

Зерна с высокой массой 1000 обладают, как правило, достаточным запасом питательных веществ и имеют повышенные посевные и урожайные свойства. Крупность зерна контролируется сложной генетической системой и представляет собой интегральный признак, определяющий целый рядом комплексных генетических факторов, находящихся во взаимодействии с окружающей средой. Знание статистических параметров зависимости массы 1000 зерен от условий среды и наследственных особенностей сортов позволит более целенаправленно решать вопросы использования генотипов и подбирать исходный материал [3].

Таким образом, целью наших исследований было определить адаптивный потенциал сортообразцов пшеницы мягкой озимой по массе 1000 зерен при испытании в центральном регионе Республики Беларусь.

Условия и объекты исследований

Объектом исследований служили перспективные сортообразцы пшеницы мягкой озимой конкурсного сортоиспытания и сорт Элегия, который являлся контролем (К).

Исследования проводили в 2016–2019 гг. в Смолевичском районе Минской области в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая моренным суглинком с содержанием гумуса (по Тюрину) 2,31–2,95 % и кислотностью pH_{KCl} – 5,4–5,8; с содержанием подвижных P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) – 213–230 и 268–310 мг/кг почвы соответственно. Предшествующей культурой являлся озимый рапс.

Сев проводили высококачественными семенами в I декаде сентября с нормой высева 4,0 млн шт./га всхожих семян сеялкой Wintersteiger по методике двухфакторного опыта методом рендомизированных блоков в 3-кратной повторности с учетной площадью деланки 10 м². Посевной материал обеззараживали протравителем Баритон, КС в норме 1,5 л/т.

Фосфорные удобрения (двойной суперфосфат) вносили из расчета 75 кг/га действующего вещества (д. в.) и калийные (хлористый калий) – 120 кг/га д. в. Азотные удобрения (карбамид) вносили в виде трех подкормок: первая – при возобновлении весенней вегетации пшеницы озимой из расчета 60 кг/га д. в., вторая – в фазе конец кущения – начало выхода в трубку – 50 кг/га д. в. и третья (интенсивная технология) – при появлении флагового листа в дозе 40 кг/га д. в.

Для защиты посевов от сорной растительности осенью применяли гербицид Алистер гранд, МД (в фазе ДК 11–13) в норме 0,7 л/га. Фунгицидную обработку посевов проводили препаратом Зантара, КЭ в норме расхода 0,8 л/га (в фазе ДК 37–39).

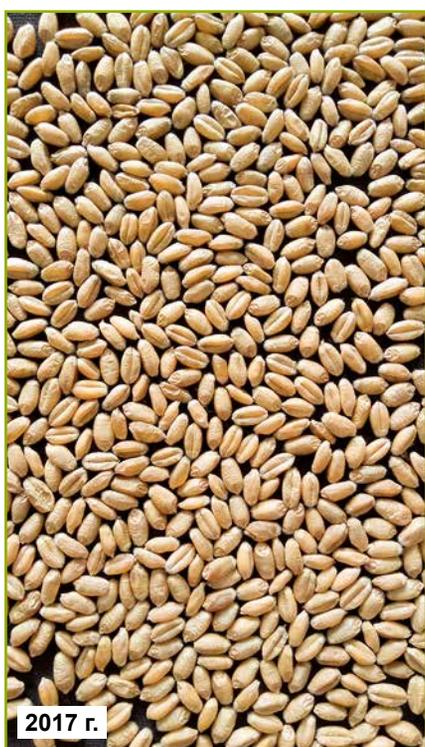
При интенсивной технологии половинную норму (0,2 л/га) ретарданта Моддус, КЭ вносили в фазе ДК 30–31. Для защиты колоса от болезней использовали фунгицид Прозаро, КЭ, опрыскивание проводили (ДК 61–63) с нормой расхода препарата 0,8 л/га.

Согласно учетам и наблюдениям Борисовской метеостанции, в годы проведения исследований имелись значительные различия по температурному режиму и сумме выпавших осадков, что позволило объективно оценить изучаемые сортообразцы.

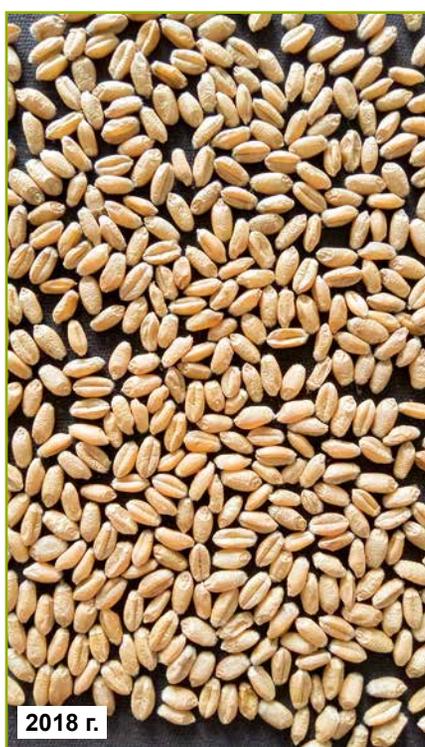
За время активной вегетации осеннего периода в годы проведения исследований сумма активных температур составила 511–637 °С, что на 43–70 % выше климатической нормы. За этот период в 2016 г. осадков выпало на уровне климатической нормы, в 2017 г. – на 39 % выше, а в 2018 г. лишь 60 % от нормы.

Условия перезимовки были достаточно благоприятными. Самыми холодными периодами были первая декада января 2017 г. (–11,6 °С) и третья декада февраля 2018 г. (–13,4 °С). Температура воздуха на глубине узла кущения во время перезимовки в эти годы не опускалась ниже –3 °С. Период покоя длился 110–120 дней. Вегетация возобновлялась в апреле, когда среднесуточная температура воздуха превышала +5 °С.

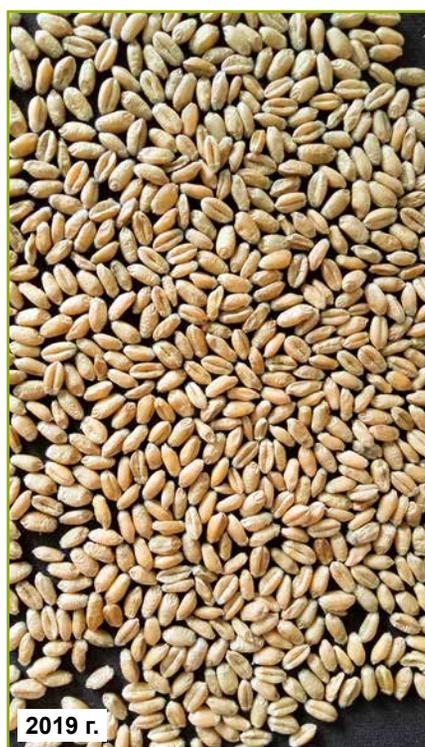
Погодные условия 2017 г. выдались умеренно теплыми. Среднесуточная температура воздуха за весенне-летний период вегетации (апрель – июль) составила 12,6 °С при норме 13,6 °С. В сумме атмосферных осадков за этот период выпало в пределах 265,5 мм, данный уровень приближался к многолетним значениям и составил 91 % от нормы. Характер выпадения осадков был неравномерным, наибольшее их количество пришлось



2017 г.



2018 г.



2019 г.

Фото демонстрируют различия выполненности зерен озимой пшеницы в зависимости от года

на III декаду апреля – I декаду мая (218 % к норме). В летний период основная доля осадков пришлась на II–III декады июня (65 % от нормы) и II–III декады июля (152 %).

Весенний период 2018 г. выдался очень теплым и сухим. Температура воздуха во все декады была выше климатической нормы на 2–6 °С. Апрельская и майская засуха крайне негативно отразилась на посевах озимой пшеницы, гидротермический коэффициент составил соответственно всего 0,64 и 0,19. Улучшению условий вегетации способствовали дожди (27–24 % от нормы), прошедшие в I и II декадах июня, а также избыточное количество осадков в I и II декадах июля (136–189 % от нормы) при средней температуре воздуха +17–19 °С.

Условия вегетации 2019 г. отличились нестабильностью распределения тепла и осадков по декадам. Погода в апреле была сухой, количество осадков за месяц составило всего 0,6 мм при превышении нормы среднесуточных температур на 2 °С. В I декаде мая выпало 330 % осадков от нормы, однако в дальнейшем сильных дождей не наблюдалось вплоть до II декады июня. Начиная со II декады мая и до конца июля установилась жаркая погода с небольшим количеством осадков. Температура воздуха была выше нормы на 2,5–6 °С, а количество осадков не превысило 50 % от нормы.

Масса 1000 зерен сортообразцов выступала в качестве учетного признака. Уровень варьирования определяли по классификации Гужова Ю. Л: уровень незначительный ($V = 8$ %); умеренно слабый ($V = 8,1–10,0$ %); ниже среднего ($V = 10,1–12,0$ %); средний ($V = 12,1–18,0$ %); выше среднего ($V = 18,1–20,0$ %); умеренно высокий ($V = 20,1–24,0$ %); высокий ($V = 24,1–36,0$ %); очень высокий ($V = 36,1$ %) [4]. Для расчета показателя гомеостатичности применяли метод В. В. Хангильдина [6]. Генетическую гибкость сортообразцов рассчитывали как среднюю урожайность в контрастных (стрессовых и не стрессовых) условиях $((Y_{max} + Y_{min}) \div 2)$. Высокие значения этого показателя указывают на большую степень соответствия между генотипом сортообразца и факторами среды [5].

Результаты исследований и их обсуждение

На формирование массы тысячи зерен оказывают влияние как генотип, так и условия произрастания пшеницы мягкой озимой. На рисунке представлена круговая диаграмма, которая показывает долю влияния факторов на изменчивость массы 1000 зерен в наших исследованиях.

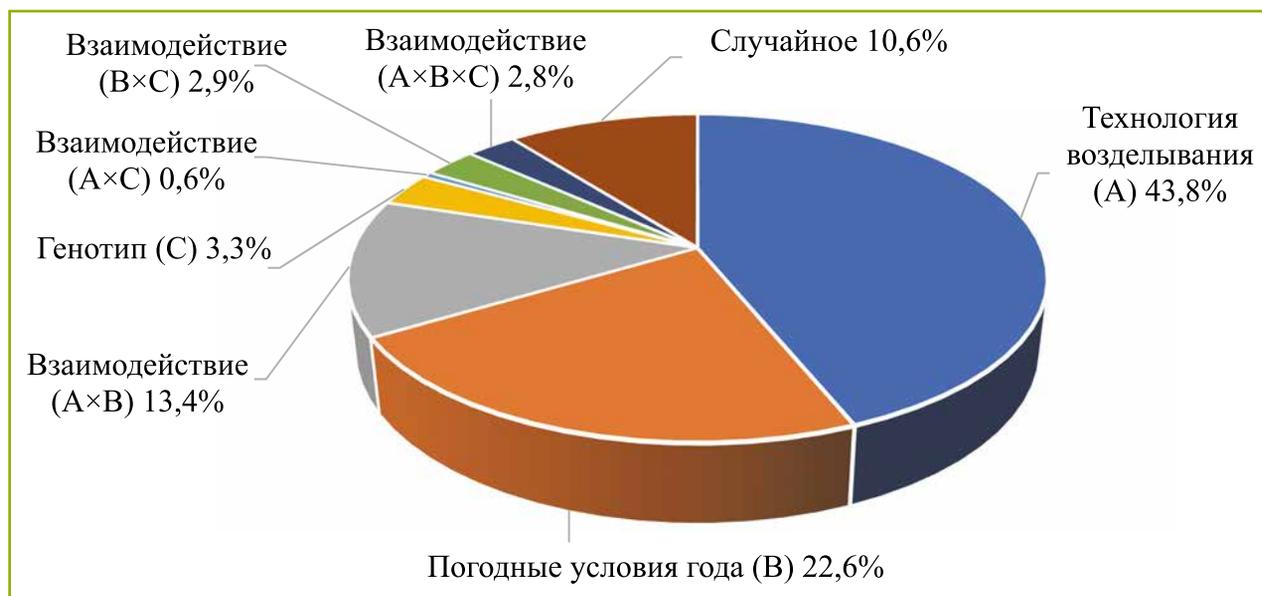
Согласно данным рисунка, доминирующее влияние на изменчивость массы 1000 зерен оказывал уровень интенсификации технологии возделывания (44 %). Погодные условия произрастания повлияли на 23 %. На долю особенностей генотипа пришлось порядка 3,3 %. Взаимодействие факторов повлияло от 1 % до 13 % в зависимости от комбинации.

За весь период исследований масса 1000 зерен в среднем по всем сортообразцам составила 45,1 г, изменяясь от 28,0 г до 56,4 г. Наиболее благоприятные условия для формирования крупного зерна сложились в 2017 г. – индекс условий среды составил $\bar{I}_j = +7,08$ при традиционной технологии возделывания и $\bar{I}_j = +8,51$ – при интенсивной. Среднее значение массы 1000 зерен в данном году находилось на уровне 52,2 г при традиционной технологии и 53,6 г – при интенсивной. Самое щуплое зерно сформировалось в 2019 г.: индекс условий среды оказался отрицательным и изменялся в зависимости от технологии от $\bar{I}_j = -10,26$ до $\bar{I}_j = -10,31$. Среднее значение массы 1000 зерен за этот год составило 34,8 г (таблица 1).

Коэффициент вариации за годы исследований изменялся от 14,73 % до 21,91 %, что свидетельствует о незначительной его изменчивости.

Высокой крупностью зерна в среднем за годы исследований характеризовались сортообразцы: № 1385 – 47,3 г; № 1228-4-1 – 47,0 г; № 1391 – 46,6 г. Самое мелкое зерно за весь период исследований формировал сортообразец № 1128-4-11 (41,7 г). Данные сортообразцы могут выступать в качестве источника крупности зерна при гибридизации.

В таблице 2 представлены результаты расчетов параметров адаптивности по массе 1000 зерен.



Доля влияния факторов на изменчивость массы 1000 зерен пшеницы мягкой озимой

Таблица 1 – Изменчивость массы 1000 зерен сортообразцов пшеницы мягкой озимой

Сортообразец	Масса 1000 зерен, г						χ_i	V, %
	2017 г.		2018 г.		2019 г.			
	I	II	I	II	I	II		
Элегия (К)	52,4	54,3	47,5	50,7	34,9	31,8	45,3	21,08
1372	54,6	56,4	46,9	50,3	32,1	37,4	46,3	20,95
1339-1-1	53,9	54,1	47,1	49,4	32,1	37,4	45,6	19,78
1385	55,2	55,7	48,3	50,0	42,0	33,0	47,3	18,29
1172-3-2	51,7	54,1	48,7	49,1	38,0	34,6	46,0	17,09
1172-3-1	54,2	55,7	48,2	49,4	33,5	37,7	46,4	19,30
1228-4-1	51,5	55,9	47,5	48,1	43,5	35,7	47,0	14,73
1228-4-2	50,9	52,0	42,2	44,1	34,0	38,4	43,6	16,09
1391	54,4	55,0	48,3	50,8	35,5	35,6	46,6	19,09
1338-1-1	51,4	52,1	45,8	48,6	41,1	32,6	45,3	16,36
1202-1	51,4	51,9	48,6	49,9	31,3	32,4	44,2	21,91
1209-2-1	50,5	53,5	41,7	48,1	36,0	30,3	43,3	20,73
1202-2	50,1	50,7	47,7	48,4	29,0	36,0	43,6	20,58
1128-4-11	49,5	50,1	41,0	45,2	28,0	36,2	41,7	20,40
1328-2-3	51,1	52,8	47,6	48,8	31,9	33,0	44,2	21,05
χ_j	52,2	53,6	46,5	48,7	34,8	34,8	–	–
V, %	3,47	3,66	5,60	3,84	13,2	7,16	–	–
I_j (индекс среды)	7,08	8,51	1,35	3,62	-10,26	-10,31	–	–

Примечание – Технология возделывания: I – традиционная, II – интенсивная.

Таблица 2 – Параметры адаптивности массы 1000 зерен сортообразцов пшеницы мягкой озимой

Сортообразец	Параметры адаптивности							
	Y_{max}	Y_{min}	$Y_{min} - Y_{max}$	$(Y_{max} + Y_{min}) \div 2$	χ_i	Ном _j	β_i	S ²
Элегия (К)	54,3	31,8	-22,5	43,1	45,3	12,0	1,13	2,1
1372	56,4	32,1	-24,3	44,2	46,3	12,7	1,14	3,9
1339-1-1	54,1	32,1	-22,0	43,1	45,6	14,1	1,06	3,9
1385	55,7	33,0	-22,8	44,3	47,3	17,5	0,98	10,6
1172-3-2	54,1	34,6	-19,5	44,4	46,0	18,4	0,93	2,1
1172-3-1	55,7	33,5	-22,2	44,6	46,4	14,8	1,06	2,5
1228-4-1	55,9	35,7	-20,2	45,8	47,0	28,7	0,76	9,9
1228-4-2	52,0	34,0	-18,0	43,0	43,6	25,0	0,79	7,1
1391	55,0	35,5	-19,5	45,2	46,6	14,7	1,06	0,2
1338-1-1	52,1	32,6	-19,5	42,4	45,3	21,9	0,83	9,0
1202-1	51,9	31,3	-20,6	41,6	44,2	10,8	1,14	4,2
1209-2-1	53,5	30,3	-23,2	41,9	43,3	14,2	1,04	7,1
1202-2	50,7	29,0	-21,7	39,8	43,6	12,7	1,02	9,3
1128-4-11	50,1	28,0	-22,1	39,1	41,7	15,5	0,96	9,7
1328-2-3	52,8	31,9	-20,9	42,3	44,2	11,9	1,10	1,6
HCP _{0,5}	–	–	–	–	3,18	–	–	–

Как следует из данных таблицы 2, наименьшая разница между минимальной и максимальной массой 1000 зерен, а именно высокая стрессоустойчивость отмечена у сортообразца № 1228-4-2 ($Y_{min} - Y_{max} = -18,0$ г), также по $Y_{min} - Y_{max} = -19,5$ г показали сортообразцы № 1172-3-2, № 1391 и № 1338-1-1.

Высокой генетической гибкостью отличились сортообразцы № 1228-4-1 (45,8 г), № 1391 (45,2 г), № 1172-3-1 (44,6 г).

Взаимосвязь гомеостатичности и коэффициента вариации говорит об устойчивости признака в изменяющихся условиях среды. В наших исследованиях высокую гомеостатичность и низкий коэффициент вариации показал сортообразец № 1228-4-1 (Ном_j = 28,7; V = 14,7 %).

Такие сортообразцы, как № 1372, № 1202-1 показали коэффициент регрессии (β_i) (пластичность) выше единицы. Многие сортообразцы по пластичности оказались близкими к единице. Самый низкий коэффици-

ент отмечен по сортообразцам № 1228-4-1 ($b_1 = 0,76$) и № 1228-4-2 ($b_1 = 0,79$).

Величина дисперсии отклонений от линии регрессии (S^2) характеризует устойчивость показателя во времени и пространстве, и чем меньше дисперсия, тем большей устойчивостью отличается сортообразец. В наших исследованиях наиболее стабильными были сортообразцы № 1391 ($S_i^2 = 0,2$), № 1328–2–3 ($S_i^2 = 1,6$). Низкой стабильностью отличались сортообразцы № 1385 ($S_i^2 = 10,6$), 1228-4-1 ($S_i^2 = 9,9$), 1128-4-11 ($S_i^2 = 9,7$).

Выводы

Таким образом, по результатам анализа массы 1000 зерен сортообразцов пшеницы мягкой озимой по параметрам адаптивности выделены ценные генотипы экстенсивного и интенсивного типа, которые в зависимости от уровня агротехники и погодных условий обеспечат высокое качество урожая. С опорой на результаты исследований можно заключить, что проанализированные параметры дают ценную информацию о реакции генотипов на условия произрастания.

Методы оценки адаптивных свойств, которые применялись в данных исследованиях, взаимодополняемы, благодаря чему увеличивается информативность о реакции генотипов на изменение условий вегетации. С целью получения более объективных и достоверных данных методы оценки адаптивных свойств необходимо применять в комплексе.

УДК 633.2:631.524.84(476)

Сравнительная продуктивность и качественный состав зеленой массы засухоустойчивых культур в северном регионе Республики Беларусь

Н. Н. Зенькова, Т. М. Шлома, И. В. Ковалёва, кандидаты с.-х. наук

Витебская государственная ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины

(Дата поступления статьи в редакцию 26.01.2022)

Сорговые культуры в северном регионе Республики Беларусь формируют урожайность зеленой массы в пределах 252,7–530,4 ц/га. Наиболее продуктивным из них является сорго-суданковый гибрид при одноукосном использовании, минимальную урожайность зеленой массы сформировала чумиза. По сбору сырого и переваримого протеина преимущество имели посеvy сорго-суданкового гибрида при одноукосном использовании, где эти показатели составили 14,3 и 9,7 ц/га и суданской травы – 9,20 и 6,2 ц/га соответственно. У всех изучаемых сорговых культур обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином находилась в пределах 68–91 г.

Введение

Повышение эффективности животноводства, увеличение производства продукции возможно только при создании прочной кормовой базы. Производство и заготовка травяных кормов в настоящее время осуществляется с использованием традиционного ассортимента кормо-

Литература

1. Корзун, О. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.
2. Зыкин, В. А. Экология пшеницы: монография / В. А. Зыкин, В. П. Шаманин, И. А. Белан. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2000. – 124 с.
3. Стрижова, Ф. М. Роль сортовых особенностей яровой мягкой пшеницы в формировании признака "масса 1000 зерен" / Ф. М. Стрижова, Л. В. Беленинова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (90). – С. 19–20.
4. Гужов, Ю. Л. Закономерности модификационного и генотипического варьирования количественных признаков у сортов яровой пшеницы с разным числом генов карликовости / Ю. Л. Гужов // Сельскохозяйственная биология. – 1978. – № 1. – С. 49–56.
5. Мартынова, С. В. Формирование урожайности высокопродуктивных линий ярового ячменя в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины / С. В. Мартынова, В. Н. Пакуль // Современное состояние и приоритетные направления развития генетики, эпигенетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур: докл. и сообщ. XI Междунар. генетико-селекц. шк. семинара (пос. Краснообск, 9–13 апреля 2013 г.) / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд.-ние. Сиб. науч.-исслед. ин-т растениеводства и селекции. – Новосибирск, 2013. – С. 139–143.
6. Хангильдин, В. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин, С. В. Бирюков // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. – 1984. – № 1. – С. 67–76.

Sorghum crops in the northern region of the Republic of Belarus form the yield of green mass in the range of 252,7–530,4 c/ha. The most productive of them is the sorghum-sudank hybrid with single-axis use, the minimum yield of the green mass was formed by chumiza. For the collection of raw and digestible protein, sorghum-sudanese hybrid crops had an advantage with single-crop use, where these indicators were 14,3 and 9,7 c/ha and sudanese grass – 9,20 and 6,2 c/ha, respectively. In all the studied sorghum cultures, the provision of a feed unit with digestible protein was in the range of 68–91 g.

вых культур. Однако в условиях, характеризующихся недостатком влаги и высоким температурным режимом, большое значение для стабилизации и увеличения производства кормов имеет возделывание культур, обеспечивающих высокую урожайность в экстремальных условиях [1, 3]. В этой связи появилась необходимость поиска культур, являющихся альтернативой традиционным однолетним кормовым культурам. Большие перспек-

тивы в укреплении кормовой базы региона открываются при внедрении в производство сорговых культур: сорго-суданкового гибрида, сахарного сорго, суданской травы, чумизы, пайзы и др. Обладая высокой экологической пластичностью, урожайностью, отавностью, широким спектром использования (зеленый корм и консервированные корма), хорошей поедаемостью, они являются ценным компонентом для создания зеленого и сырьевого конвейеров [5].

Эти качества ставят сорговые культуры в ряд ценных кормовых растений, особенно в засушливые годы, в том числе и для почвенно-климатических условий северного региона Республики Беларусь [2].

Целью проводимых исследований явилось изучение продуктивности и качественного состава зеленой массы сорговых культур в почвенно-климатических условиях Витебской области.

Методика и объекты исследований

Полевые опыты проведены на дерново-подзолистой среднесуглинистой, подстилаемой с глубины 1 м моренным суглинком, почве. Она имела следующую агрохимическую характеристику пахотного горизонта: рН (в КС1) – 6,4, содержание подвижного фосфора – 180 мг, обменного калия – 240 мг на 1 кг почвы, гумуса – 1,91 %. Технология возделывания изучаемых культур соответствовала рекомендациям отраслевых регламентов.

Объектом исследований явились культуры и сорта сорговых культур: пайза (Удалая 2), суданская трава (Сочностебельная 18), чумиза (Стрела), сорго-суданковый гибрид (Почин 80), сорго сахарное (Порумбень 4).

Сев культур провели 10 мая. Способ сева рядовой (30 см), норма высева семян: пайза – 5 млн шт./га всхожих семян; суданская трава – 2,5 млн; чумиза – 4,5 млн; сорго-суданковый гибрид – 1 млн; сорго сахарное – 0,9 млн шт./га всхожих семян.

Минеральные удобрения (суперфосфат, хлористый калий, карбамид) вносили под предпосевную культивацию из расчета $N_{130}P_{60}K_{90}$. После скашивания проводили подкормку карбамидом с нормой внесения 52 кг/га действующего вещества.

Уборку пайзы, суданской травы, чумизы проводили в фазе выметывания метелки. Сорго-суданковый гибрид и сорго сахарное убирали в два срока: одноукосно – в фазе молочно-восковой спелости зерна; двухукосно –

выход в трубку – начало выметывания. Уборку второго укоса всех культур провели в I–II декадах октября.

Исследования химического состава зеленой массы проводили путем зоотехнического анализа в соответствии с методиками ГОСТов.

Результаты исследований и их обсуждение

Отличительной особенностью сорговых культур является высокая требовательность к температурному режиму почвы в период посев – всходы. Учитывая биологические особенности изучаемых культур и почвенно-климатические условия, закладку полевого опыта провели 10 мая. Всходы появились 20–25 мая. Период от сева до всходов в зависимости от вида культуры составил 10–15 дней. Наиболее коротким он оказался у суданской травы и пайзы – 10 и 11 дней, более продолжительным – у сорго сахарного и чумизы – 14 и 15 дней соответственно.

Для сорговых культур характерно максимальное накопление питательных веществ в зеленой массе в фазе выметывания метелки. Наиболее коротким межфазный период всходы – выметывание метелки был отмечен у пайзы и чумизы, который составил 62 и 65 дней соответственно, а культуры достигли уборочной спелости к 23–30 июля. Более продолжительным этот период отмечен у сорго-суданкового гибрида и сорго сахарного, который составил 79 и 82 дня, а растения были готовы к уборке 10–15 августа.

Важными биологическими особенностями изучаемых культур для кормопроизводства являются способность быстро отрастать, формируя два и более полноценных укоса, вегетировать до октября месяца, что особенно актуально в системе зеленого конвейера. Второго укоса эти культуры достигают уборочной спелости в то время, когда другие однолетние культуры и многолетние травы уже убраны, что очень значимо для восполнения недостатка зеленого корма в осенний период.

Изучаемые культуры имеют продолжительный вегетационный период и обладают достаточно высокой кустистостью, от которой зависит количество и качество корма. Все они после укоса образуют новые побеги. При высоте скашивания на уровне первого стеблевого узла (6–8 см от узла кущения) новые побеги в основном (около 78–80 %) образуются из почек от узла кущения, 18–20 % – от первого стеблевого узла и незначительное



Просо



Сорго

количество (1,5–2 %) на побегах, отросших из срезанных стеблей. Более низкий срез (2–4 см) и срез выше первого стеблевого узла (10–12 см) отрицательно сказывается на последующем отрастании.

Сорго-суданковый гибрид и сорго сахарное при одноукосном использовании достигли уборочной спелости (молочно-восковая спелость зерна) за 111 и 109 дней соответственно. При двухукосном использовании уборочная спелость (выметывание метелки) первого укоса у сорго-суданкового гибрида наступила через 80 дней (10 августа), второго – через 65 дней после первого (15 октября). У сорго сахарного на формирование первого укоса было необходимо на три дня больше (83 дня), а второй укос сформировался к 11 октября, т. е. спустя 56 дней после первого.

В почвенно-климатических условиях Витебской области пайза, чумиза, суданская трава за сезон сформировали по два укоса. Из этих культур более скороспелой являлась пайза. Ее первый укос сформировался к 13 июля, т. е. за 53 дня, второй укос – к 28 августа, через 46 дней после скашивания. Чумиза и суданская трава формировали первый укос за 58, 56 дней, что на 3–5 дней больше по сравнению с пайзой. Отмечено

более длительное формирование второго укоса чумизы (48 дней).

В ходе исследований установлено, что в начале вегетации сорговые культуры в связи с интенсивным формированием корневой системы растут медленно, а в фазе выхода в трубку дают интенсивный прирост. Кроме того, они могут находиться в анабиотическом состоянии в период недостатка влаги.

В результате исследований установлено, что наиболее урожайной культурой являлся сорго-суданковый гибрид как при одноукосном использовании, убранный в фазе молочно-восковой спелости зерна (530,4 ц/га), так и при двухукосном, убранный в фазе выметывания метелки (457,0 ц/га) (таблица).

При двухукосном использовании сорго-суданкового гибрида урожайность зеленой массы в первом укосе составила 310,0 ц/га (67,8 % от общей урожайности), а во втором – 147,0 ц/га. Пайза в сумме за два укоса обеспечила получение урожайности зеленой массы 424,7 ц/га. Следует отметить, что в отличие от сорго-суданкового гибрида урожайность в первом укосе составила 45,0 %, что связано с очень медленным ростом и развитием в начальный период жизни растений.

Сравнительная продуктивность кормовых культур

Культура, укос	Урожайность, ц/га зеленой массы	Сбор сухого вещества, ц/га	Выход к. ед., ц/га	Сбор, ц/га		Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином, г	
				сырого протеина	переваримого протеина		
<i>Пайза</i>							
Укос	1-й	191,1	43,0	33,1	4,04	2,7	82
	2-й	233,6	48,3	36,1	4,90	3,3	91
Всего		424,7	91,3	69,2	8,94	6,0	86
<i>Суданская трава</i>							
Укос	1-й	211,7	48,1	46,0	4,95	3,3	69
	2-й	187,7	39,4	37,5	4,25	2,9	72
Всего		399,4	87,5	83,5	9,20	6,2	71
<i>Чумиза</i>							
Укос	1-й	141,5	35,5	27,7	4,30	2,9	81
	2-й	110,9	25,9	21,4	3,32	2,2	86
Всего		252,7	61,4	49,1	7,62	5,1	83
<i>Сорго-суданковый гибрид (одноукосное использование)</i>							
		530,4	136,2	116,6	14,43	9,7	71
<i>Сорго-суданковый гибрид (двухукосное использование)</i>							
Укос	1-й	310,0	34,1	27,9	3,14	2,1	75
	2-й	147,0	13,2	11,8	1,27	0,8	85
Всего		457,0	47,3	39,7	4,41	2,9	78
<i>Сорго сахарное (одноукосное использование)</i>							
		424,5	101,0	97,6	10,30	6,9	68
<i>Сорго сахарное (двухукосное использование)</i>							
Укос	1-й	206,7	20,7	18,0	2,34	1,6	76
	2-й	111,3	8,9	8,0	1,05	0,7	79
Всего		318,0	29,6	26,0	3,39	2,3	78
НСР ₀₅		15,3					

Кроме сорго-суданкового гибрида одно- и двухукосное использование имеет сорго сахарное. Его урожайность при одноукосном использовании составила 424,5 ц/га. Двухукосное использование обеспечило урожайность зеленой массы 318,0 ц/га (206,7 ц/га и 111,3 ц/га).

В почвенно-климатических условиях Витебской области среди изучаемых нами культур чумиза сформировала наименьшую урожайность зеленой массы – 252,7 ц/га. Это связано с более высокой требовательностью этой культуры к температурному режиму и гранулометрическому составу почвы.

Питательная ценность кормов во многом зависит от содержания в них сухого вещества [4]. Максимальные показатели содержания сухого вещества отмечены в зеленой массе культур при одноукосном использовании. У сорго-суданкового гибрида его содержание составляло 25,3 %, а у сорго сахарного – 23,8 %. Следует отметить, что высокое содержание сухого вещества в зеленой массе дает возможность использовать ее в качестве сырья для заготовки консервированных кормов. Двухукосное использование культур способствовало снижению содержания сухого вещества в зеленой массе. При этом наибольшее его содержание во всех изучаемых культурах приходилось на первый укос.

Сбор сухого вещества составил 29,6–136,2 ц/га. Преимущество по данному показателю имели культуры, используемые одноукосно: сорго-суданковый гибрид и сорго сахарное, где сбор сухого вещества с одного гектара составил 136,2 и 101,0 ц. При двухукосном использовании суммарный сбор сухого вещества у сорго-суданкового гибрида оказался ниже на 65,2 % по сравнению с одноукосным, а у сорго сахарного – на 70,5 %. Среди культур, которые использовались двухукосно, преимущество имели пайза (91,3 ц/га) и суданская трава (87,5 ц/га).

Обобщающим показателем продуктивности и кормового достоинства является выход кормовых единиц и сбор сырого протеина с единицы площади. При этом в системе комплексной оценки питательности кормов особая роль принадлежит протеину.

Зеленая масса просо-сорговых культур характеризуется сравнительно невысоким содержанием сырого протеина. Так, у сорго-суданкового гибрида в фазе молочно-восковой спелости зерна его содержание составляло 10,6 %, а в фазе выметывания метелки – 9,2–9,6 %, у сорго сахарного в фазе выметывания метелки содержание переваримого протеина составило 11,3–11,8 %, суданской травы – 10,3–10,8 %, пайзы – 9,4–10,2 %.

Сбор переваримого протеина зависит от урожайности кормовых культур и его содержания в зеленой массе. Одноукосное использование сорго-суданкового гибрида позволило обеспечить сбор переваримого протеина 9,7 ц/га, что на 2,8 ц/га больше, чем сорго сахарного. Среди посевов двухукосного использования преимущество имеют суданская трава (6,2 ц/га) и пайза (6,0 ц/га). Минимальными показателями характеризуются сорго сахарное (2,3 ц/га) и сорго-суданковый гибрид (2,1 ц/га).

Наибольшим выходом кормовых единиц с единицы площади характеризовались посева суданской травы при двухукосном использовании (83,5 ц/га). Первый укос обеспечил получение 46,0 ц/га, второй – 37,5 ц/га. Пайза по выходу кормовых единиц уступила суданской траве

14,3 ц/га. В первом укосе выход кормовых единиц составил 33,1 ц/га, во втором – 36,1 ц/га, что на 28 % и 3,7 % ниже по сравнению с суданской травой. Наименьшим выходом кормовых единиц характеризовалась чумиза (49,1 ц/га): в первом укосе их выход составил 27,7 ц/га, во втором – 21,4 ц/га.

Обеспеченность кормовой единицы зеленой массы переваримым протеином культур, используемых одноукосно, была ниже по сравнению с посевами, используемыми двухукосно. Меньше всего переваримого протеина в одной кормовой единице содержалось в сорго сахарном (68 г) и сорго-суданковом гибриде (71 г). Двухукосное использование способствовало получению общей обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином до 86 г. Максимальное содержание переваримого протеина в кормовой единице отмечено в зеленой массе пайзы. В среднем обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином составила 86 г, при этом кормовая единица зеленой массы первого укоса содержала 82 г переваримого протеина, второго – 91 г. Кормовая единица чумизы в первом укосе была обеспечена переваримым протеином на 1 г, во втором – на 5 г меньше по сравнению с пайзой. Минимальная обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином отмечена у суданской травы: кормовая единица зеленой массы первого укоса содержала 69 г переваримого протеина, второго – 72 г, в среднем – 71 г.

Выводы

В северном регионе Республики Беларусь по продуктивности преимущество среди засухоустойчивых культур имеет сорго-суданковый гибрид как при одноукосном использовании, убранный в фазе молочно-восковой спелости зерна (530,4 ц/га), так и при двухукосном, убранный в фазе выметывания метелки (457,0 ц/га). Далее в ранжированном ряду по урожайности зеленой массы изучаемые культуры расположились следующим образом: сорго сахарное одноукосного использования – 424,5 ц/га, суданская трава – 399,4 ц/га, сорго сахарное двухукосного использования – 318,0 ц/га, чумиза – 252,7 ц/га.

По сбору сырого и переваримого протеина преимущество имели посева сорго-суданкового гибрида при одноукосном использовании.

У всех изучаемых просо-сорговых культур обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином была значительно ниже научно обоснованной нормы кормления и находилась в пределах 68–91 г.

Литература

1. Герасименко, Л. А. Влияние густоты стояния растений на урожайность и углеводный состав сахарного сорго / Л. А. Герасименко // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 2 (99). – С. 17.
2. Зенькова, Н. Н. Продуктивность и кормовые достоинства просо-сорговых культур / Н. Н. Зенькова, Т. Н. Шлома // Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2010. – Т. 46, № 1–2. – С. 127–133.
3. Практическое руководство по использованию кормовых ресурсов в кормопроизводстве / Н. Н. Зенькова [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2021. – 176 с.
4. Современные подходы к приготовлению кормов / О. Ф. Ганущенко [и др.]. – Москва: РУСАЙНС, 2021. – 416 с.
5. Сырьевая база кормопроизводства и оптимизация приемов заготовки кормов / Н. Н. Зенькова [и др.]. – Витебск: ВГАВМ [Электронный ресурс], 2021. – 356 с.

Результаты сравнительных исследований элементов технологий интегрированного земледелия

В. И. Клименко, доктор технических наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 25.05.2022)

В статье раскрывается необходимость перехода на более широкое использование технологий интегрированного земледелия с нанесением на вегетативную часть растений легкоусвояемых полифункциональных комплексов, содержащих макро- и микроэлементы для питания растений и обладающих как фунгицидным, так и ростостимулирующим эффектом.

Проведен анализ результатов сравнительных исследований технологий и машин для поверхностной и основной обработки почвы. Показаны преимущества отечественных технологий и техники.

The article reveals the need to switch to a wider use of integrated farming technologies with the application to the vegetative part of plants of easily digestible polyfunctional complexes containing macro and microelements for plant nutrition and having both a fungicidal and growth-stimulating effect.

The analysis of the results of comparative studies of technologies and machines for surface and basic soil treatment is carried out. The advantages of domestic technologies and equipment are shown.

Введение

Закон минимума, сформулированный для технологий традиционного земледелия известным ученым Юстасом Либихом, гласит: «Продуктивность поля находится в прямой зависимости от необходимой составной части пищи растения, содержащейся в почве в самом минимальном количестве: извести, азота, калия, воды, фосфорной кислоты, углекислоты, кислорода, света, тепла». Они составляют так называемую «бочку Либиха». Для успеха нужно, чтобы она постоянно была полна, и растения получали по меньшей мере девять основных элементов питания.

Немецкими учеными также установлено, что легкие и средние почвы (содержание гумуса менее 3,5 %), наиболее часто встречающиеся в Республике Беларусь, не обладают упругой структурой [1]. Под воздействием природных факторов (дождей, таяния снегов, засух), а также проходов тяжелых машин такая почва уплотняется с разрушением ее структуры. Причем впоследствии не происходит восстановления структуры. Это ухудшает жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, и как результат, ухудшается питание растений, что резко снижает урожай.

Место и методика проведения исследований

Исследования проведены посредством полевых и производственных экспериментов.

При изучении эффективности полифункциональных комплексов в растениеводстве в качестве основных объектов исследований были выделены картофель, одна из наиболее вредоносных болезней культуры – фитофтороз (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.), защитно-стимулирующие средства под названием Полиазофос и Полислав, технология применения которых включала опрыскивание посадок в период вегетации. Полевые опыты закладывали (1998 г.) в совхозе «Ветковский» (Ветковский район, Гомельская область) и на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (Минский район, Минская область) по схеме, представленной в таблице 1. Почва опытных участков характеризовалась следующими показателями: в совхозе

«Ветковский» почва дерново-подзолистая супесчаная, содержание органического вещества – 1,3 %, K_2O – 180 мг/кг, P_2O_5 – 160 мг/кг почвы, pH – 6,8; на опытном поле РУП «Институт защиты растений» почва дерново-подзолистая суглинистая, содержание органического вещества – 2,1 %. Вид опытов – полевые мелкоделяночные, площадь опытных делянок – 25–30 м², повторность 4-кратная, расположение делянок – рендомизированное. Агротехника возделывания картофеля общепринятая для данных зон возделывания. Для проведения опытов в качестве защитно-стимулирующего средства использовали Полиазофос (ПКС-2), 63 % пс. (сульфат меди, 32 % + комплекс макро- и микроэлементов) и Полислав, 63 % ПС (сернокислый цинк, 20 % + комплекс макро- и микроэлементов). Эталонами для сравнения являлись фунгициды Азофос, 65 % пс. (аммоний-медьфосфат, АМФ) и Ридомил голд МЦ, СП (манкоцеб, 640 г/кг + металаксил, 40 г/кг). Степень поражения листьев картофеля фитофторозом учитывали через 20–25 дней после последней обработки посадок средствами защиты растений. Урожайность картофеля определяли посредством уборки учетных делянок.

Изучение технологических возможностей агрегатов универсальных комбинированных АДУ-6АКД и АДУ-6АКЧ для обработки почвы проводили в 2010–2011 гг. в базовых хозяйствах Минского района (ОСП «Совхоз Минский», ТП РУП «Дор ОРС» Белорусской ЖД). В испытаниях на Белорусской МИС по стандартным методикам и руководствуясь положениями нормативно-технической документации (ТУ ВУ400450339.017-2010, ТУ 400450339.015-2009, руководство по эксплуатации на агрегаты АДУ) определяли значения технических и технологических показателей изучаемых агрегатов в сравнении с почвообрабатывающими агрегатами, имеющими рабочие органы западноевропейских фирм-производителей.

Результаты исследований и их обсуждение

Преимущество нанесения на вегетирующие растения макроудобрений в рамках интегрированного земледелия (например, азота в виде КАС) установлено многими исследователями. Такое технологическое решение по-

звояет обеспечить более высокий урожай при меньших затратах в сравнении с традиционным внесением макроудобрений и микроэлементов в почву.

Для интегрированного земледелия также предназначены разработанные ЗАО «Славянская технология» препараты Полиазофос и Полислав как полифункциональные комплексы, которые содержат азот, калий, фосфорную кислоту и микроэлементы в легкоусвояемой растениями форме для внесения через вегетативную часть растений. Это позволяет более эффективно использовать макроэлементы, необходимые растениям. Микроэлементы также дополнительно улучшают усвоение макроэлементов, что способствует повышению урожая. При этом возможно уменьшение количества химических веществ, загрязняющих нижележащие слои почвы, реки и озера.

Анализ результатов проведенных в РУП «Институт защиты растений» исследований показал, что полифункциональный препарат Полиазофос обладает мощным защитным и ростстимулирующим эффектом на картофеле и обеспечивает получение прибавки урожая в сравнении с контролем без обработок более 150 ц/га [2].

Как следует из представленных в таблице 1 данных, 3-кратное опрыскивание вегетирующих растений картофеля сорта Орбита смесевой композицией Полиазофос + Полислав обеспечило снижение развития фитофтороза в сравнении с контролем без обработки в 2,5 раза и получение 330,5 ц/га клубней, что в 1,8 раза выше, чем в контроле (179,0 ц/га). На фоне 2-кратного применения комбинированного фунгицида Ридомил голд МЦ как эталона урожайность сорта Орбита составила 334 ц/га.

Полиазофос не уступал и фунгициду Азофос как эталону при защите от фитофтороза посадок сорта Брянский ранний (совхоз «Ветковский»), обеспечивая снижение развития болезни в 1,8–2 раза в сравнении с необработанным контролем (таблица 1). По отношению к эталону эффективность подавления фитофтороза Полиазофосом в комбинации с Полиславом имела тенденцию повышения, при этом прибавка урожая клубней сорта Брянский ранний составила 19,5 ц/га, что обусловлено наличием у защитно-стимулирующего комплекса микроэлементов.

Для производственных испытаний была выпущена опытная партия препаратов семейства «Полиазофос» в количестве 70 т. Опыт их применения как элемента

технологии интегрированного земледелия в Республике Беларусь и Российской Федерации подтвердил значимость результатов проведенных исследований.

На составную часть питания растений – составляющую «бочки Либиха», о которой говорится выше, активно влияет и обработка почвы. Так, от нее зависит стабильность газообмена – получение растениями кислорода, отвод углекислого газа и т. д. Она может регулировать обеспечение растений водой, бесперебойно подавая к корням растений капиллярную влагу в засушливые периоды и эффективно отводя ее в ниже лежащие слои почвы при избыточных осадках, то есть механическая обработка почвы может обеспечить растения достаточным для нормального роста и развития количеством воды и кислорода, выводом углекислого газа, либо создать острый дефицит этих трех важнейших факторов для жизнедеятельности растений [2]. В последнем случае по закону минимума Либиха наблюдается резкое падение урожайности. Кроме того, инновационные технологии обработки почвы могут сократить потери урожая, связанные со «смывом» растений из-за эрозии почвы.

Разрыв почвы с помощью современных способов поперечной автовибрации рабочих органов, в том числе и агрегатами АДУ, разработанными учеными УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и ЗАО «Славянская технология», позволяет ликвидировать первый «минимум» – факторы недостатка или переизбытка влаги. При этом глубина обработки должна быть достаточной, чтобы создать условия для подачи капиллярной влаги в засуху и отвод ее в период проливных дождей или таяния обильных снегов. Агрегатами АДУ с помощью последовательно установленных друг за другом противозерозионных катков и основных чизельных или дисковых рабочих органов формируется мелкокомковатая структура почвы, которая препятствует образованию на поверхности почвы плотной корки, крайне затрудняющей газообмен. Так, ликвидируется второй опасный для растений «минимум» – кислородный, плюс в припочвенные слои атмосферы в течение суток с каждого гектара беспрепятственно выводится 26–500 кг углекислого газа, выделяемого при минерализации органики, который в случае его скапливания в почве резко ухудшает условия жизнедеятельности растений. По мнению многих исследователей, правильная и качественная обработка почвы может сформировать до 25 % урожая.

Таблица 1 – Эффективность защиты картофеля от фитофтороза (полевые опыты, 1998 г.)

Вариант	Кратность обработок	Сорт Орбита (опытное поле РУП «Институт защиты растений», Минская область)		Сорт Брянский ранний (совхоз «Ветковский», Гомельская область)	
		развитие фитофтороза, %	урожайность, ц/га	развитие фитофтороза, %	урожайность, ц/га
Полиазофос, 4 кг/га	3	35,0	316,7	44,0	245,4
Полиазофос, 4 кг/га + Полислав, 1 кг/га	3	30,0	330,5	40,0	255,3
Азофос, 4 кг/га – эталон	3	–	–	45,0	235,8
Ридомил голд МЦ, 2,5 кг/га – эталон	2	20,0	334,0	–	–
Контроль – без обработки фунгицидами	–	75,0	179,0	80,0	189,3



Агрегат универсальный комбинированный чизельный АДУ-6АКЧ на разуплотнении почвы

Учитывая наступившие аномальные изменения климата, новые технологические подходы позволят земледельцу сохранить и еще 25 % урожая, который ранее он терял из-за критически низкого обеспечения растений кислородом, влагой или, наоборот, переизбытка влаги и проблемами с выводом углекислого газа из почвы. Авторами и разработчиками технологий проведены испытания опытных образцов нового типа дисковых и чизельных почвообрабатывающих агрегатов [3]. На разработанные орудия и их рабочие органы получены патенты [4, 5, 6, 7, 8 и др.]. Для оценки перспективности образцов, по инициативе разработчиков, на Белорусской МИС в сравнительных испытаниях установлены технические и агротехнологические показатели разработанных агрегатов в сравнении с почвообрабатывающими агрегатами, имеющими рабочие органы западноевропейских фирм-производителей [9].

Согласно результатам испытаний, проведенных на Белорусской МИС (таблица 2), на предмет выявления почвообрабатывающих агрегатов, способных при агрегатировании с трактором Беларус 3522 обеспечить качество и глубину сплошной обработки почвы на глубину классической вспашки (18 см и более), было выявлено:

- агрегаты «Дископак-6» (фирма-производитель «Kverneland» и ДП «Минойтовский РЗ»), АПМ-6 (РУП



Агрегат универсальный комбинированный дисковый АДУ-6АКД на мульчировании почвы

«НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»), АМП-5 (РУМП «Кузлитмаш») показали повышенный удельный расход топлива – 11,0 кг/га, 11,69 и 14,31 кг/га при глубине обработки почвы соответственно 16,7 см, 11,9 и 15,8 см;

- агрегат КУ-600 «Карат» производства фирмы «Lemken» и ОАО «БелТАПАЗ» имел ширину захвата 5 м (вместо 6 м у аналогов), что позволяло обеспечить коэффициент использования мощности двигателя лишь на 88,1 % при удельном расходе топлива 9,76 кг/га, скорости 9,8 км/ч и глубине обработки в 16,6 см, что не соответствовало мощностным характеристикам трактора Беларус 3522;
- агрегат АД-600 «Рубин» производства фирмы «Lemken» и ОАО «Витебский МРЗ» при глубине обработки в 15,4 см и ширине захвата 6 м использовал 98,3 % мощности двигателя трактора, при этом возможность заглубления до 18 см рабочих органов уже не обеспечивалась мощностными характеристиками трактора;
- агрегаты АДУ-6АКЧ и АДУ-6АКД при заглублении их рабочих органов на 16,6 и 16,7 см соответственно и скорости 11,3 и 10,6 км/ч полностью соответствовали тяговым характеристикам трактора Беларус 3522 при удельном расходе топлива в 8,53 и 9,14 кг/га. Исследованиями установлено, что сплошная обра-

Таблица 2 – Технические и технологические характеристики почвообрабатывающих агрегатов (Белорусская МИС, сплошная обработка почвы, энергетическое средство – трактор Беларус 3522, фон – стерня зерновых)

Наименование показателя	Почвообрабатывающие агрегаты									
	АД-600 «Рубин»	Дископак-6	АДУ-6АКД		АПМ-6	КУ-600 «Карат»	АМП-5	АДУ-6АКЧ		
Рабочая скорость, км/ч	10,5	8,8	10,6	8,3	8,3	9,8	8,1	12,0	11,3	10,9
Удельный расход топлива, кг/га	9,26	11,0	9,14	9,15	11,69	9,76	14,31	8,13	8,53	8,9
Тяговая мощность, кВт	159	164	156	162	162	143	165	148	145	148
Коэффициент использования мощности двигателя, %	98,3	97,0	97,0	96,2	96,2	88,1	97,5	97,0	95,8	97,0
Глубина обработки, см	15,4	16,7	16,7	18,7	11,8	16,6	15,8	12,4	16,6	21,2
Степень заделки растительных и пожнивных остатков, %	88	80	80	80	81	87	81	86	90	95
Крошение пласта на комки менее 25 мм (мульчирование почвы), %	91,6	82,2	84,3	84,0	76,5	88,8	75,4	95,7	77,5	82,1

ботка почвы на глубину более 18 см была обеспечена лишь агрегатами разработки УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и ЗАО «Славянская технология» – АДУ-6АКЧ и АДУ-6АКД. При сплошной основной обработке почвы на глубину 21,2 см и скорости 10,9 км/ч агрегатом чизельным универсальным АДУ-6АКЧ обеспечена степень заделки растительных остатков на уровне 95 %, а крошение почвы на комки размером менее 50 мм составляло 95,6 %, что близко по значению к результату современных импортных отвальных плугов, но удельный расход топлива составил всего лишь 8,9 кг/га, что в 2 раза меньше, чем у отвальных плугов при позднеосенней вспашке (срок испытаний – октябрь 2010 г.). При обработке почвы на глубину 12,4 см и скорости 12,0 км/ч степень заделки растительных и пожнивных остатков агрегатом АДУ-6АКЧ снизилась до 86 %, но крошение пласта на комки размером менее 25 мм составило 95,7 %, что явилось наилучшим результатом из всех исследованных агрегатов (чизельных и дисковых).

При сплошной основной обработке почвы на глубину 18,7 см и скорости 8,3 км/ч агрегат дисковый универсальный АДУ-6АКД обеспечил степень заделки растительных и пожнивных остатков 80 %, крошение пласта на комки размером менее 50 мм составило 96,7 % при удельном расходе топлива 9,15 кг/га.

Для широких производственных испытаний было выпущено серийно более 1000 агрегатов универсальных комбинированных АДУ-6АКД и АДУ-6АКЧ для обработки почвы, внедрение которых в Республике Беларусь и Российской Федерации подтвердило результаты проведенных исследований.

Выводы

1. Исследованиями установлено, что предназначенные для интегрированного земледелия препараты на основе сульфата меди и сульфата цинка в комплексе с макро- и микроэлементами, именуемые как защитно-стимулирующие комплексы Полиазофос и Полислава, проявляют фунгицидный и рост-стимулирующий эффект: на картофеле в полевых условиях (сорт Орбита) эффект совместного их трехкратного применения состоит в обеспечении снижения степени поражения растений фитофторозом в 2,5 раза и превышения урожая клубней в 1,8 раза в сравнении с посадками без защиты от болезней в период вегетации. Увеличение кратности обработок картофеля и количества наносимых на вегетирующие растения легкоусвояемых компонентов защитно-стимулирующего комплекса предопределяет необходимость уменьшения количества вносимых макро- и микроэлементов в почву.
2. Разработанные инновационные способы обработки почвы посредством ее разрыва поперечной автовибрацией рабочих органов позволяют создать структуру почвы, наиболее благоприятную для роста и развития растений во всем объеме пахотного горизонта в сравнении с традиционной обработкой, что активизирует три основных элемента «бочки

Либиха»: обеспечение растений кислородом, влагой и обеспечение беспрепятственного отвода углекислого газа из почвы.

3. Исследования показали, что отличительной от аналогов особенностью инновационных методов обработки почвы, разработанных УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» и ЗАО «Славянская технология», является наличие сплошной основной обработки почвы чизельными или дисковыми агрегатами на глубину более 18 см (классическая основная обработка). Это позволяет создавать мелкокомковатый, структурный слой почвы, что, в свою очередь, обеспечивает беспрепятственное проникновение корней растений вглубь для получения влаги и элементов питания из лежащих ниже слоев.
4. Чередование прогрессивных инновационных способов обработки почвы с помощью дисковых и чизельных агрегатов, рабочие органы которых имеют современные системы автовибраций и спиральные противозерозионные катки, позволяет уменьшить энергоресурсные затраты в 2 раза, повысить плодородие почвы, урожайность сельскохозяйственных культур и производительность труда, улучшить гумусный баланс почвы, увеличить глубину и качество дробления пласта на мелкие почвенные агрегаты.
5. Современная культура интегрированного земледелия, обеспечивающая повышение урожая, – это, прежде всего, технологии и полифункциональные защитно-стимулирующие комплексы, позволяющие обеспечить увеличение объема нанесения макро- и микроэлементов на вегетирующие растения, а также создание в процессе обработки почвы с помощью поперечной автовибрации рабочих органов условий, более благоприятных для растений и жизнедеятельности почвенных микроорганизмов в сравнении с традиционным земледелием, что уменьшает количество применяемых удобрений, обеспечивает импортозамещение пестицидов, экологично и повышает урожай.

Литература

1. Заленский, В. А. Обработка почвы и плодородие / В. А. Заленский, Я. У. Яроцкий. – Минск: Беларусь, 2004. – 550 с.
2. Клименко, В. И. Ресурсоэффективная технология и машины для возделывания картофеля: монография / В. И. Клименко. – Гомель: БелГУТ, 2009. – 211 с.
3. Протокол приемочных испытаний опытного образца агрегата универсального комбинированного АДУ-6АК. – Привольный: Белорус. машиностроительная ст., 2008. – С. 42.
4. Дисковый почвообрабатывающий орган: пат. U6672 / В. И. Клименко. – Оpubл. 30.07.2010.
5. Способ обработки почвы и устройство для его осуществления: пат. 2412573 / В. И. Клименко. – Оpubл. 27.02.2011.
6. Способ подготовки семенного ложа: пат. 2395951 / В. И. Клименко. – Оpubл. 10.01.2010.
7. Дисковый почвообрабатывающий орган: пат. 96310 / В. И. Клименко. – Оpubл. 27.07.2010.
8. Устройство для предпосевной обработки почвы: пат. 97025 / В. И. Клименко. – Оpubл. 27.08.2010.
9. Протокол оценки конструкции и показателей назначения агрегата почвообрабатывающего мульчирующего АПМ-6ДН и агрегатов универсальных комбинированных АДУ-6АКД и АДУ-6АКЧ. – Привольный: Белорус. машиноиспытательная ст., 2011. – С. 22.

Влияние микроудобрения АмиСтим, ВР на продуктивность растений льна-долгунца

И. А. Голуб, доктор с.-х. наук, Е. В. Черехухина, кандидат с.-х. наук, А. А. Снежинский, соискатель Институт льна
Е. К. Фомина, кандидат химических наук
НИИ ФХП БГУ

(Дата поступления статьи в редакцию 14.04.2022)

В статье изложены результаты исследований по эффективности микроудобрения АмиСтим, ВР. Установлено, что в сравнении с эталоном при некорневой обработке растений льна-долгунца повысились: выживаемость растений – на 0,4 %, урожайность семян – на 0,7 ц/га, урожайность общего волокна – на 1,3 ц/га, длинного – на 0,9 ц/га, качество волокна – на один номер.

The article presents the results of research on the effectiveness of micro-fertilizers AmiStim, VR. It was found that in comparison with the standard, the foliar treatment of flax plants increased: plant survival – by 0,4 %, seed yield – by 0,7 c/ha, total fiber yield – by 1,3 c/ha, long – by 0,9 c/ha, fiber quality – by one number.

Введение

Лен предъявляет повышенные требования к плодородию почвы в силу своих биологических особенностей: неглубокого расположения основной массы корневой системы, ее слабой способности к усвоению питательных веществ, а также короткого вегетационного периода (70–80 дней). Поэтом одним из важнейших факторов, обеспечивающих высокую урожайность и качество волокна, является сбалансированное минеральное питание растений макро- и микроэлементами, которое можно обеспечить при использовании эффективных макро- и микроудобрений.

Растения часто нуждаются в тех же питательных веществах, что и человек. Они необходимы для полноценного функционирования растительного организма и его дальнейшего развития. Среди таких важных соединений – аминокислоты, использование которых в выращивании сельскохозяйственных культур может давать поразительные результаты. Активное изучение воздействия на растения подкормок аминокислотами началось в 70–80-е годы прошлого века [1]. Многие ученые отмечали, что эти вещества активируют механизмы роста после стресса и низких температур, повышают фертильность пыльцы и образование завязи плодов, увеличивают способность усвоения элементов питания и устойчивость к вредителям, болезням [2].

Растения и животные быстрее и лучше усваивают натуральные α-аминокислоты оптически активной L-конфигурации, из которых строятся белки. Такие модификации легко воспринимаются растительным организмом и быстро включаются в метаболизм как собственные.

В принципе, сами растения способны синтезировать все необходимые для них аминокислоты (в процессе нормального обмена веществ). Однако в стрессовых состояниях обмен веществ замедляется, и синтез аминокислот снижается. Поступление аминокислот извне (со специальными удобрениями на основе аминокислот) позволяет растению ускорить метаболические процессы, не тратя при этом дополнительную энергию на собственный синтез. Растения будут в лучших условиях, что неизменно отразится на их росте и развитии. Необходимо отметить мощное антиоксидантное действие аминокислот на растения, препятствующее старению

и разрушению пигментов, что позволяет листьям долго оставаться зелеными.

Внесение аминокислот возможно путем некорневого опрыскивания через листья (фертигация) и через корневую систему. При внесении на листья аминокислоты проникают в листовую пластинку через устьица и, попав внутрь клетки, транспортируются в другие органы и части растения.

Добавление препаратов с аминокислотами в баковые смеси с пестицидами уменьшает стрессовую нагрузку на растение. Также эти препараты хорошо показывают себя в ситуациях, когда растения пострадали от заморозков, града, влияния низких температур, и позволяют быстрее исправить ситуацию. Наряду с этим, низкомолекулярные аминокислоты усиливают проникновение в ткани самих пестицидов, позволяя снижать их нормы при совместном использовании.

В Республике Беларусь аминокислоты достаточно широко используются в качестве кормовых добавок для животных. Из-за меньшей степени очистки они имеют не такую высокую стоимость, как аминокислоты, используемые в медицине (лекарственные препараты). Чаще всего их получают гидролизом белков из растительных отходов (соевый шрот, рисовая барда и др.); отходов перера-



Опытное поле льна-долгунца в фазе «елочка». Слева направо варианты: Гисинар Линум, ВР – 2,0 л/га, АмиСтим, ВР – 0,1 л/га, контроль (без удобрений)

ботки животного сырья (кровь, шерсть, рога и копыта, остатки рыбы); отходов животноводства и компостов; из водорослей; белка культивируемых микроорганизмов; экстрактов растительного сырья и др. Такие аминокислоты (L-изомеры) могут применяться и как компоненты специальных препаратов для растениеводства.

Сегодня на мировом рынке уже существуют удобрения на основе аминокислот, в основном известных компаний Испании и Нидерландов. Отечественных пока нет. Такие удобрения могут состоять как из одних аминокислот: Текамин Макс (14,4 % аминокислот) производства испанской компании AgriTespno, АМИНОКАТ (10 % и 30 % аминокислот) производства компании Atlantica Agricola, Испания, так и содержать наряду с аминокислотами другие важные элементы питания: микроэлементы Zn, Mn, B (Терра-Сорб фолиар (Bioiberica, Испания); МИКРОКАТ (Atlantica Agricola, Испания)); микроэлементы Fe, Cu, Zn, Mn, B и экстракты морских водорослей (Текамин Райс, Испания); макро- и микроэлементы, полисахариды, цитокинины (РАЗОРМИН, РАЙКАТ Старт, РАЙКАТ Развитие, РАЙКАТ Финал (Atlantica Agricola, Испания)); ТОПМАКС и ТОПКРОП (Holland Farming, Нидерланды). Все импортные препараты имеют очень высокую стоимость. Например, минимальная цена Терра-Сорб фолиар в Республике Беларусь – около 14 долл. США за 1 л.

Таким образом, целью исследований являлась разработка нового микроудобрения, содержащего в своем составе в качестве действующих веществ хелатные комплексы микроэлементов Zn (II), Cu (II) в виде комплекса борной кислоты с многоатомными спиртами, свободные аминокислоты, а в качестве вспомогательных адгезионных, пленкообразующих, пролонгирующих и улучшающих смачивающую способность веществ – полимерные добавки.

Методика и объекты исследований

Полевые опыты были заложены в 2019–2020 гг. на опытном поле РУП «Институт льна» в Оршанском районе Витебской области по общепринятой методике [3]. Повторность полевого опыта четырехкратная, учетная площадь делянок – 12,5 м².

Агротехника общепринятая для возделывания льна-долгунца в Республике Беларусь. Норма высева – 22 млн шт. всхожих семян на гектар. Объектами исследований являлись растения льна-долгунца сорта Грант. Способ сева – узкорядный. Предшественник – яровые зерновые.

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели представлены в таблице 1.

Основное удобрение вносили общим фоном перед севом льна из расчета, д. в.: азот – 18 кг/га, фосфор – 63 кг/га, калий – 96 кг/га.

Уход за посевами проводили в соответствии с отраслевым регламентом по возделыванию льна-долгунца

Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы

Показатель	2019 г.	2020 г.
pH солевой вытяжки	5,90	5,10
Гумус (по Тюрину), %	2,60	2,06
P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг почвы	192	245
K ₂ O (по Масловой), мг/кг почвы	227	234

гунца [4]. Разработанное микроудобрение АмиСтим, ВР (действующее вещество, г/л, не менее: Zn – 14,5; Cu – 7,5; B – 49; свободные аминокислоты – 27) вносили однократно ранцевым опрыскивателем в фазе «елочка» в соответствии со схемой опыта, включающей следующие варианты: 1 – контроль (без удобрений), 2 – Гисинар Линум, ВР – 2,0 л/га (эталон), 3 – АмиСтим, ВР – 0,1 л/га. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га.

Теребление льна-долгунца проводили льнотеребилкой в стадии ранней желтой спелости. Приготовление льнотресты осуществляли методом «росяной мочки». Качество льноволокна определяли по СТБ 1195-2008 «Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия» [5].

Условия периода вегетации 2019 г. характеризовались избытком атмосферных осадков (127,7–174,3 % нормы) за исключением июня (отклонение от нормы – 51,3 %) и теплым периодом вегетации. Температура в апреле – августе превысила средние многолетние значения на 1,4 °С. Отклонение от нормы находилось в пределах от –1,9 до 4,3 °С.

Погодные условия периода вегетации 2020 г. характеризовались количеством атмосферных осадков на уровне нормы за период апрель – август (101,5 % от нормы) за исключением июня (отклонение от нормы – 111,7 %) и августа (отклонение от нормы – 199,0 %). Температура в апреле – августе превысила средние многолетние значения на 0,4 °С. Отклонение от нормы находилось в пределах от –1,7 до 3,3 °С.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что применение исследуемого удобрения и эталона в период вегетации льна-долгунца увеличило показатели выживаемости и сохраняемости растений по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений).

Выживаемость растений была наибольшей в варианте с исследуемым удобрением АмиСтим, ВР – 81,4 % в сравнении с контрольным вариантом без (удобрений) – 78,7 % и эталоном (удобрение Гисинар Линум, ВР) – 81,0 %. Сохраняемость растений в вариантах контроль – эталон – исследуемое удобрение составила 95,1 %, 98,4 и 99,2 % соответственно (таблица 2).

Статистическая обработка данных по урожайности льна-долгунца (таблица 3) свидетельствует, что урожайность семян в варианте с обработкой растений по вегетации удобрением АмиСтим, ВР с нормой расхода 0,1 л/га составила 11,3 ц/га и превысила контроль на 1,6 ц/га, эталон – на 0,7 ц/га.

Положительное влияние оказало внесение удобрения АмиСтим, ВР при норме расхода 0,1 л/га на увеличение урожайности льноволокна и качества длинного волокна.

Урожайность общего волокна в контрольном варианте составила 13,0 ц/га, при обработке растений удобрением Гисинар Линум, ВР при норме расхода 2,0 л/га – 14,3 ц/га, в варианте с обработкой растений удобрением АмиСтим, ВР – 15,6 ц/га. При использовании удобрения АмиСтим, ВР прибавка урожая общего и длинного волокна относительно эталона составила 1,3 и 0,9 ц/га соответственно; качество длинного волокна повысилось до номера 12 в сравнении с эталоном – удобрение Гисинар Линум, ВР (номер 11) и контролем (номер 10) (таблица 4).

Выводы

Некорневая обработка растений льна-долгунца удобрением АмиСтим, ВР (д. в., г/л: не менее Zn – 14,5; Cu – 7,5; бор – 49; свободные аминокислоты – 27) в фазе «елочка» при норме расхода 0,1 л/га является эффективной в отношении повышения качества, биологических и хозяйственных параметров льна-долгунца.

В сравнении с эталоном повысились: выживаемость растений – на 0,4 %; урожайность семян – на 0,7 ц/га, общего волокна – на 1,3 ц/га, длинного – на 0,9 ц/га, качество волокна – на один номер. Чистый доход с гектара посева увеличился на 199,3 рублей, а рентабельность – на 22,8 %.

Таблица 2 – Влияние удобрения АмиСтим, ВР на выживаемость и сохраняемость растений льна-долгунца (среднее, 2019–2020 гг.)

Вариант	Выживаемость растений			Сохраняемость растений, %
	%	±		
		к контролю	к эталону	
Контроль (без удобрений)	78,7	–	–2,3	95,1
Гисинар Линум, ВР – эталон	81,0	2,3	–	98,4
АмиСтим, ВР	81,4	2,7	0,4	99,2
НСР ₀₅	0,5–0,9			

Таблица 3 – Влияние обработки растений удобрением АмиСтим, ВР на урожайность семян льна-долгунца (среднее, 2019–2020 гг.)

Вариант	Урожайность семян		
	ц/га	±	
		к контролю	к эталону
Контроль (без удобрений)	9,7	–	–0,9
Гисинар Линум, ВР – эталон	10,6	0,9	–
АмиСтим, ВР	11,3	1,6	0,7
НСР ₀₅	0,5–0,6		

Таблица 4 – Влияние обработки растений удобрением АмиСтим, ВР на урожайность льноволокна (среднее, 2019–2020 гг.)

Вариант	Урожайность волокна				Качество волокна, номер
	общего		длинного		
	ц/га	± к эталону	ц/га	± к эталону	
Контроль (без удобрений)	13,0	–1,3	8,3	–1,1	10
Гисинар Линум, ВР – эталон	14,3	–	9,4	–	11
АмиСтим, ВР	15,6	1,3	10,3	0,9	12
НСР ₀₅	0,7–1,1		0,5–0,6		

Литература

1. Аминокислоты для растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agbz.ru/articles/aminokisloty-dlya-rasteniy>.
2. Современный подход к технологии возделывания зерновых [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/sovremenniy-podhod-k-tehnologii-vozdelyvaniya-zernovyh.html>.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
4. Отраслевой регламент. Возделывание и уборка льна-долгунца. Типовые технологические процессы. – Минск: Институт льна, 2019. – 15 с.
5. СТБ 1195–2008 «Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия». – Минск: Госстандарт, 2008. – 18 с.

УДК 628.3:631.95

Оценка токсичности производственных отходов методом фитотестирования

А. С. Антонюк, научный сотрудник, Н. Ф. Терлецкая, кандидат биологических наук, А. Н. Гапонюк, научный сотрудник
Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 23.05.2022)

В статье представлены результаты фитотестирования производственных отходов, образующихся в результате деятельности КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод». Установлено, что исследуемые отходы не оказывают токсического влияния на рост овса, ячменя, пшеницы, кукурузы, люцерны, рапса и редьки масличной на ранних стадиях развития. Отмечено

The article presents the results of phytotesting of production waste generated as a result of the activities of UPUE «Brest Waste Processing Plant». It has been established that the studied wastes do not have a toxic effect on the growth of oats, barley, wheat, maize, alfalfa, rape and oilseed radish in the early stages of development. A significant stimulating effect of water extract from production waste on

достоверное стимулирующее влияние водной вытяжки из производственных отходов на рост гипокотыля проростков рапса и редьки масличной.

Введение

В настоящее время одной из важных экологических проблем является рациональная утилизация осадков сточных вод (ОСВ), которые, накапливаясь на очистных сооружениях городов и промышленных объектов, создают потенциальную опасность для окружающей среды [1, 2]. Наряду с этим в ОСВ содержится значительное количество органического вещества, азота и зольных элементов, что обуславливает целесообразность их применения в качестве удобрений в сельском хозяйстве и как компонентов почвогрунтов при благоустройстве городских территорий и рекультивации нарушенных земель [3–5]. При таком направлении использования ОСВ обязательным является определение в них содержания тяжелых металлов, органических поллютантов и патогенной микрофлоры.

Интегральную оценку действия загрязняющих веществ может дать метод фитотестирования, позволяющий в лабораторных условиях выявить степень токсичности ОСВ [6]. Данный метод основан на чувствительности растений к воздействию неблагоприятных факторов, что отражается на ростовых и морфологических характеристиках [7]. Устойчивость к токсикантам зависит от этапа онтогенеза растений. Максимальная восприимчивость к влиянию данного фактора отмечается в период прорастания семян [6], и показателями тест-функции могут являться всхожесть, длина зародышевых корешков и ростков, биомасса проростков. Для определения фитотоксичности ОСВ применяются такие культуры, как овес, ячмень, пшеница, рапс, редька посевная, редис, кресс-салат и др.

Согласно литературным данным, в зависимости от состава ОСВ могут оказывать как ингибирующее, так и стимулирующее воздействие на тестируемые растения [7–14]. Фитотоксичность ОСВ проявляется в снижении всхожести семян, замедлении роста зародышевых корешков и ростков, уменьшении массы проростков относительно контрольных вариантов. Предложены различные приемы снижения степени токсичности осадков [7–10]. Так, свежие ОСВ, характеризующиеся как умеренно фитотоксичные, после года хранения утрачивают ингибирующие свойства, и семена, пророщенные на данном субстрате, не отличаются от контрольных по всхожести и длине корешков [7]. Смешивание ОСВ с почвой или песком, торфом, опилками в разных соотношениях также сопровождается ослаблением их токсических свойств [8–10].

В литературе имеются сведения о том, что водные вытяжки, полученные из механически обезвоженных свежих осадков, а также из ОСВ, хранящихся на иловых картах в течение трех месяцев после их поступления из аэротенков, оказывают стимулирующее действие на всхожесть семян и рост проростков озимой пшеницы [11] и ярового рапса [12]. Фитотестирование почвенных смесей, содержащих в своем составе ОСВ, показало их стимулирующее влияние на длину ростков овса [13], прорастание и развитие проростков кресс-салата [14].

Таким образом, фитотестирование позволяет быстро и эффективно оценивать токсичность ОСВ, компостов и почвенных смесей на их основе для дальнейшего их

the growth of the hypocotyl of seedlings of rape and oilseed radish was noted.

применения в сельском хозяйстве, городском зеленом строительстве, при рекультивации нарушенных земель.

Целью наших исследований являлась оценка токсичности производственных отходов КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» методом фитотестирования.

Методика и объекты исследований

Объектом исследований являлись производственные отходы 8439900 «Прочие осадки очистки сточных вод на очистных сооружениях, не вошедшие в группу 3» (далее ОСВ), образующиеся в результате деятельности КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод».

Оценка фитотоксичности ОСВ осуществлялась с использованием инструкции по определению степени токсичности отходов производства, утвержденной заместителем Министра здравоохранения – главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь [15]. Метод основан на способности семян реагировать на экзогенное химическое воздействие путем изменения интенсивности прорастания корней, что позволяет их длину принять за показатель тест-функции. Критерием вредного действия считается ингибирование роста корней проростков семян.

Подготовку отходов к исследованиям проводили путем гомогенизации, а затем экстракции токсичных соединений при соотношении образца ОСВ и дистиллированной воды 1 г : 10 мл. Эксперимент проводили путем проращивания семян овса, ячменя, пшеницы, кукурузы, люцерны, рапса, редьки масличной в чашках Петри. В контрольном варианте использовалась дистиллированная вода.

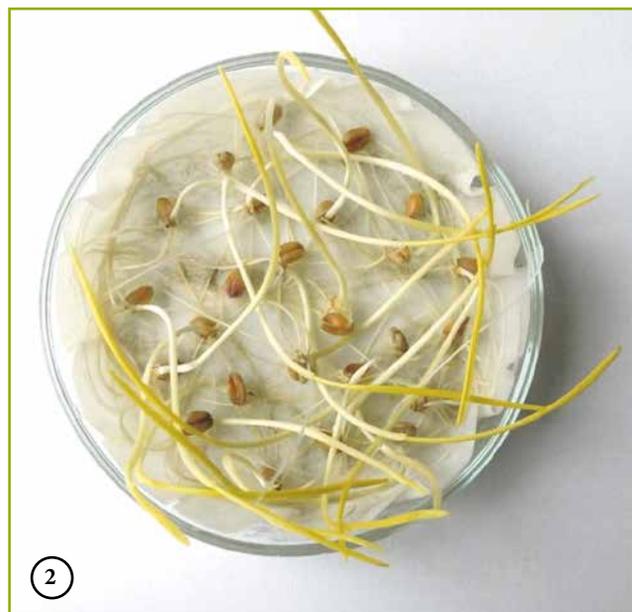
Согласно данному методу исследований, ОСВ оказывают фитотоксическое действие, если наблюдается ингибирование развития корешков проростков на 20 % и более относительно контроля [15].

В эксперименте фитотоксическое действие ОСВ на тест-культуры оценивали также с учетом массы и количества корешков, длины ростков, количества проростков в опытных и контрольных вариантах. Субстрат считается экологически чистым при разнице 10 % между количеством проростков в опыте и контроле. Снижение количества проростков в опытном варианте по сравнению с контрольным на 10–30 % показывает слабую фитотоксичность. Разница от 30 до 50 % указывает на среднюю степень фитотоксичности субстрата, выше 50 % – свидетельствует о высокой (недопустимой) степени фитотоксичности [9].

Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные нами исследования показали, что водная вытяжка из ОСВ не оказывает существенного токсического воздействия на прорастание семян изучаемых тест-культур. Так, снижение количества проростков у всех растений в опытных вариантах составило менее 10 % относительно контрольных, что свидетельствует



1 – контрольный вариант с дистиллированной водой; 2 – опытный вариант с водной вытяжкой из ОСВ

Рисунок 1 – Влияние ОСВ на прорастание семян пшеницы

Таблица 1 – Влияние ОСВ на прорастание семян тест-культур

Показатель тест-функции	Наименование тест-культуры						
	овес	ячмень	пшеница	кукуруза	люцерна	рапс	редька масличная
Разница между количеством проростков в опыте и контроле, %	1,7	2,2	3,2	5,2	1,8	5,7	1,4

об отсутствии фитотоксического действия ОСВ, оцениваемого по данному показателю (таблица 1, рисунок 1).

Интенсивность начальных ростовых процессов у всех тест-культур в вариантах с ОСВ находилась на уровне контроля, что подтверждается полученными данными по длине корешков проростков, представленными в таблице 2. Разница между значениями тест-параметра у проростков в опыте и контроле находилась в пределах ошибки.

Оценивая количество корешков, сформировавшихся у проростков злаковых растений в опытных и контрольных вариантах, можно констатировать слабое ингибирующее влияние водной вытяжки из ОСВ на семена пшеницы (таблица 3).

Проращивание семян исследуемых злаковых и бобовых растений в водной вытяжке из ОСВ способствовало снижению на 2,7–10,4 % биомассы корешков проростков относительно контрольных вариантов. У крестоцветных растений наблюдался противоположный эффект – биомасса корешков увеличилась на 1,1 и 6,8 % по сравнению с контролем (рисунок 2).

Фитотестирование показало отсутствие токсического влияния ОСВ на изучаемые растения на ранних стадиях развития, поскольку эффект торможения роста корешков у исследуемых культур составил менее 20 %, в частности, у злаковых растений – 3,5–6,9 %, у бобовых – 7,8 % (рисунок 3). Отрицательные значения эффекта торможения свидетельствуют о стимулирующем влиянии ОСВ на проростки рапса и редьки масличной – представителей семейства крестоцветных.

В рамках эксперимента анализировалась также длина ростков изучаемых тест-культур (таблица 4). Согласно полученным данным, водорастворимые вещества вытяжки, содержащей органоминеральные компоненты

Таблица 2 – Влияние водной вытяжки из ОСВ на длину корешков проростков

Наименование тест-культуры	Средняя длина корешков*, мм	
	контроль	опыт
Овес	131,9 ±10,44	127,3 ±8,11
Ячмень	108,8 ±5,09	101,3 ±4,66
Пшеница	106,7 ±6,19	100,1 ±7,67
Кукуруза	89,2 ±8,73	85,0 ±8,27
Люцерна	16,6 ±1,85	15,3 ±1,56
Рапс	105,1 ±8,69	106,5 ±9,33
Редька масличная	82,7 ±8,32	92,2 ±8,88

Примечание – *Показатель тест-функции.

Таблица 3 – Влияние водной вытяжки из ОСВ на количество корешков у проростков

Наименование тест-культуры	Среднее количество корешков*, шт./проросток	
	контроль	опыт
Овес	3,6 ±0,18	3,8 ±0,23
Ячмень	5,6 ±0,12	5,4 ±0,13
Пшеница	4,5 ±0,14	4,1 ±0,18

Примечание – *Показатель тест-функции.

ОСВ, способствовали активизации роста гипокотилия у проростков рапса и редьки масличной, длина которого увеличилась соответственно на 64,4 и 38,0 % относительно контрольных вариантов.

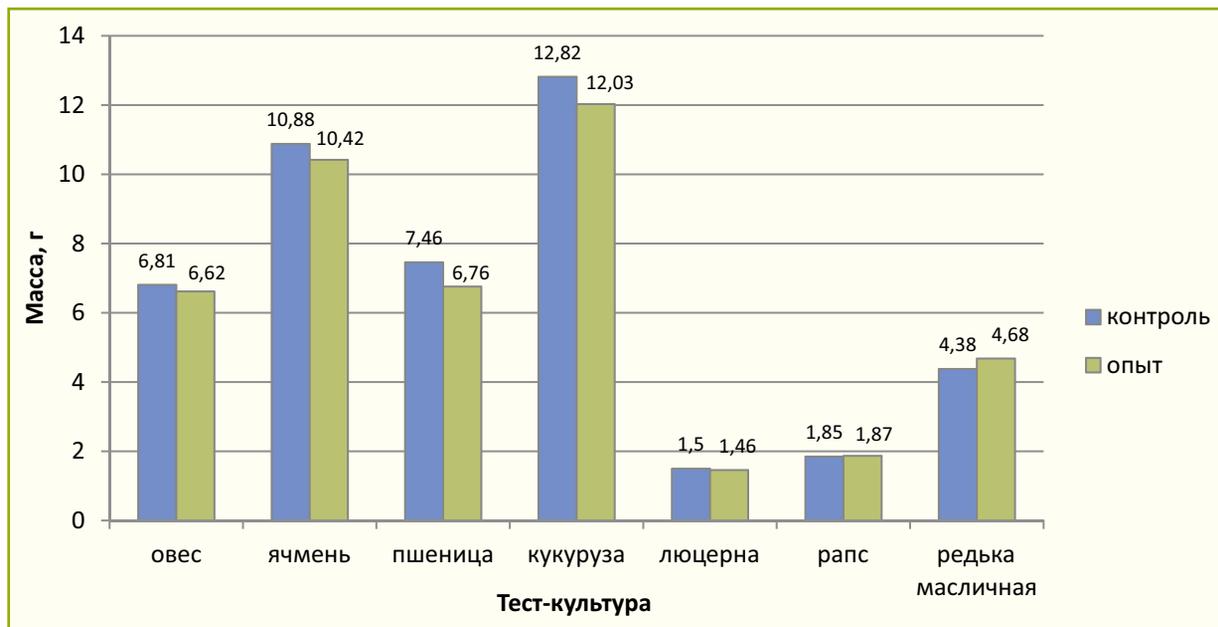


Рисунок 2 – Влияние водной вытяжки ОСВ на массу корешков 100 проростков

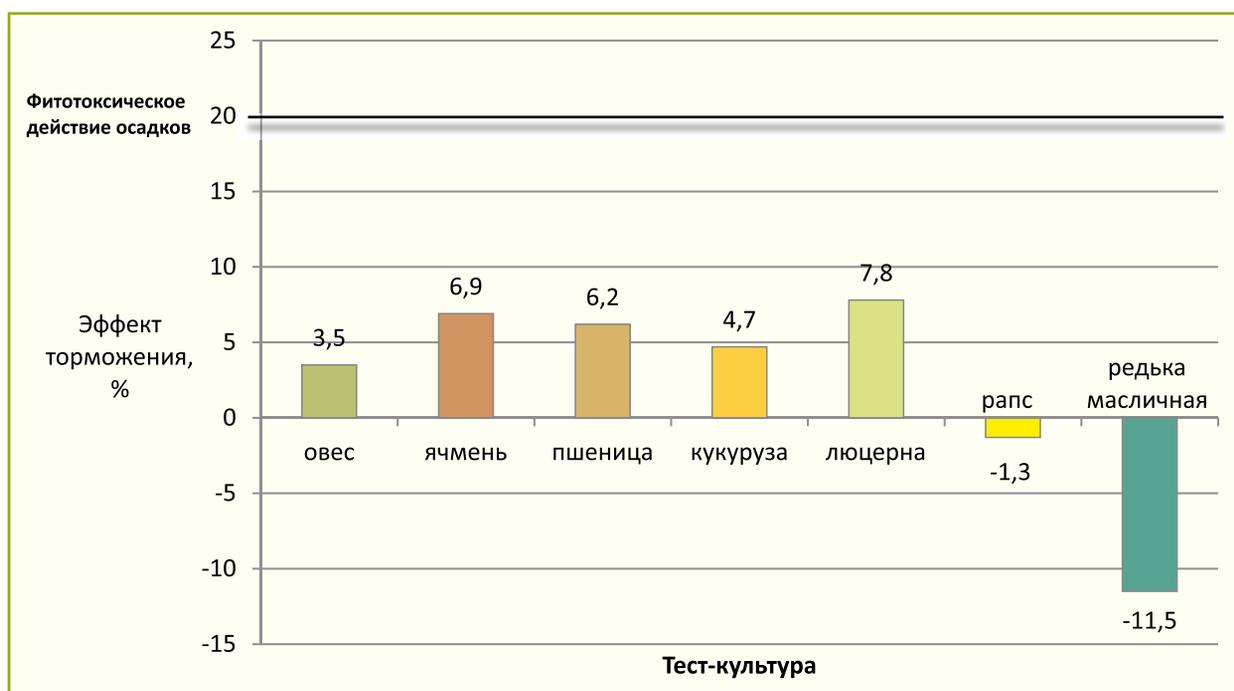


Рисунок 3 – Фитотоксичность ОСВ

Наблюдаемый эффект может быть связан с физиологической активностью ОСВ. Согласно литературным данным [16, 17], продукты жизнедеятельности микроорганизмов, участвующих в очистке и сбраживании ОСВ, обладают гормональной активностью и действуют как регуляторы процессов роста и развития растений.

Закключение

По результатам фитотестирования установлено отсутствие токсического воздействия производственных отходов «Прочие осадки очистки сточных вод на очистных сооружениях, не вошедшие в группу 3», образующихся в результате деятельности КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод», на биометрические показатели овса, ячменя, пшеницы,

Таблица 4 – Влияние водной вытяжки из ОСВ на длину ростков тест-культур

Наименование тест-культуры	Средняя длина ростков*, мм	
	контроль	опыт
Овес	92,9 ±8,33	87,7 ±8,70
Ячмень	104,9 ±5,82	112,7 ±4,85
Пшеница	66,9 ±3,26	69,5 ±4,92
Кукуруза	33,3 ±3,72	38,3 ±3,95
Люцерна	39,4 ±4,09	42,8 ±3,30
Рапс	38,8 ±3,00	63,8 ±5,27
Редька масличная	39,7 ±3,32	54,8 ±5,52

Примечание – *Показатель тест-функции.

кукурузы, люцерны, рапса и редьки масличной на ранних стадиях развития.

Использование водной вытяжки из производственных отходов при проращивании семян способствовало активизации роста гипокотыля у проростков рапса и редьки масличной.

Полученные данные по фитотестированию представляются важными с позиции выбора наиболее оптимального способа переработки изучаемых производственных отходов и дальнейшего экологически приемлемого их использования.

Литература

1. Оценка последствий обогаченных компостов ОСВ на дерново-подзолистых супесчаных почвах Владимирской Мещеры / А. С. Рауэлиаривуни [и др.] // *Агрохимический вестник*. – 2013. – № 2. – С. 42–44.
2. Захаров, Н. Г. Эколого-биологическая оценка продукции растениеводства при использовании осадков сточных вод г. Димитровграда Ульяновской области / Н. Г. Захаров, Т. В. Починова // *Тр. Кубанского гос. аграр. ун-та*. – 2007. – № 4 (8). – С. 80–83.
3. Проблема утилизации осадков сточных вод (ОСВ) в качестве удобрения сельскохозяйственных культур / А. Х. Куликова [и др.] // *Вестн. Ульяновской гос. с.-х. акад.* – 2007. – № 1 (4). – С. 8–18.
4. Васильева, В. А. Сравнительная эффективность доз применения осадков сточных вод при создании обыкновенных газонов / В. А. Васильева, Н. К. Сюняева, А. В. Филиппова // *Изв. Оренбургского гос. аграр. ун-та*. – 2014. – № 5 (49). – С. 157–158.
5. Берлякова, О. Г. Использование осадков сточных вод (ОСВ) в рекультивации нарушенных земель / О. Г. Берлякова, Н. Б. Ермак, Л. И. Линдина // *Вестн. Кемеровского гос. ун-та*. – 2010. – № 1 (41). – С. 33–37.
6. Проколова, Л. В. Функционирование агроценозов при использовании осадка сточных вод в качестве органического удобрения / Л. В. Проколова, Ю. И. Житин // *Вестн. Воронежского гос. аграр. ун-та*. – 2013. – № 1 (36). – С. 35–39.
7. Малюхин, Д. М. Оценка экотоксичности новых органических субстратов, используемых при рекультивации полигона ТБО / Д. М. Малюхин, В. И. Бардина, Л. Г. Бакина // *Изв. Спб. лесотехнической акад.* – 2014. – № 206. – С. 55–64.
8. Фитоиндикация содержания подвижных форм соединений тяжелых металлов в осадках промышленно-бытовых сточных вод / Н. Н. Куликова [и др.] // *Агрохимия*. – 2004. – № 11. – С. 71–79.
9. Зайцева, О. В. Моделирование почвоподобных тел на основе осадка сточных вод и оценка их токсичности / О. В. Зайцева, С. М. Севастьянов, Д. В. Демин // *Молодежь в науке – 2017: сб. материалов Междунар. конф. молодых ученых (Минск, 30 октября – 02 ноября 2017 г.): в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]*. – Минск, 2018. – Ч. 1. Аграрные, биологические науки. – С. 164–173.
10. Гунина, Е. А. Агроэкологическая оценка осадков сточных вод очистных сооружений Южное Бутово г. Москвы для применения в агрикультуре: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.04 / Е. А. Гунина. – М., 2017. – 28 с.
11. Касатиков, В. А. Влияние компостирования осадков сточных вод на их агроэкологические свойства / В. А. Касатиков, И. П. Шабардина // *Изв. Оренбургского гос. аграр. ун-та*. – 2008. – № 2. – С. 28–31.
12. Макарова, М. П. Агроэкологическая оценка воздействия осадка сточных вод на базовые компоненты агроэкосистем с яровым рапсом в условиях южной части Нечерноземной зоны: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / М. П. Макарова. – М., 2013. – 23 с.
13. Ананьева, Ю. С. Экологическая оценка воздействия осадков сточных вод на почву по фитотестированию / Ю. С. Ананьева, А. С. Давыдов // *Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та*. – 2009. – № 8 (58). – С. 38–40.
14. Сорока, Н. В. Оценка экологической безопасности использования отходов при рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов / Н. В. Сорока, А. В. Синдирева, Д. А. Мельников // *Вестн. Омского ГАУ*. – 2018. – № 2 (30). – С. 53–62.
15. Инструкция по применению № 044–1215 «Метод экспериментального определения токсичности отходов производства»: утв. заместителем Министра здравоохранения – главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 07.04.2016 г. – Минск, 2015. – 51 с.
16. Роль субстратов и некорневых обработок в укоренении зеленых черенков крыжовника в пластиковых ячеек / О. Н. Аладина [и др.] // *Известия ТСХА*. – 2008. – Вып. 1. – С. 111–122.
17. Архангельский, В. Н. Осадки городских сточных вод – биостимуляторы и органо-минеральные удобрения декоративных культур / В. Н. Архангельский, С. А. Аладин, С. М. Бакулин // *Вода*. – 2012. – № 3. – С. 16–18.

УДК 631.82:633.853.494«324»

Влияние листового удобрения Terra-sorb Комплекс на урожайность и качество маслосемян озимого рапса

В. И. Медведь, студентка, Ф. Ф. Седляр, кандидат с.-х. наук
Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 10.06.2022)

Изучено влияние листового удобрения Terra-sorb Комплекс на элементы структуры урожая озимого рапса. Листовое удобрение Terra-sorb Комплекс при внесении в дозе 0,4–0,6 л/га в фазе начала бутонизации и в дозе 0,4–0,6 л/га в фазе полной бутонизации увеличивало по сравнению с контрольным вариантом количество стручков на 1 растении на 7–24 шт., массу 1000 семян – на 0,06–0,32 г, массу семян с 1 растения – на 1,01–3,29 г, биологическую урожайность маслосемян – на 0,44–0,67 т/га. В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян озимого рапса – 4,32 т/га получена в третьем варианте, прибавка к контролю составила 0,52 т/га или 13,7 %. Наибольшую

Studied influence of leaf fertilizer Terra-sorb Complex on elements of structure of a crop winter rape. Leaf fertilizer Terra-sorb Complex at entering into a doze of 0,4–0,6 l/hectares in a phase the beginning budding and in a doze of 0,4–0,6 l/hectares in a phase full budding increased in comparison with a control variant quantity of pods on 1 plant on 7–24 pieces, weight of 1000 seeds – on 0,06–0,32 g, weight of seeds from 1 plant – on 1,01–3,29 g, biological productivity oilseeds – by 0,44–0,67 t/hectares. On the average the maximal productivity oilseeds winter rape 4,32 t/hectares is received for three years of researches in the third variant, the increase to the control has made 0,52 t/hectares or 13,7 %. The greatest increase on gathering a crude protein (0,1 t/hec-

прибавку по сбору сырого протеина (0,1 т/га) и по сбору жира (0,34 т/га) озимый рапс обеспечивал при внесении листового удобрения *Терра-сорб Комплекс* в дозе 0,4 л/га в фазе начала бутонизации и в дозе 0,4 л/га в фазе полной бутонизации.

Введение

Рапс является основной белково-масличной культурой многих государств мира и Беларуси. Рапсовое масло – диетическое по составу жирных кислот и витаминов. Рапс оказывает благоприятное влияние на экологическое состояние окружающей среды. С одного гектара рапса выделяется в среднем 10,6 млн л кислорода, что в 2,5 раза больше, чем с одного гектара леса. После уборки рапса остается 60 ц/га корневых остатков, что в 6–7 раз больше, чем у зерновых культур, и в 2 раза больше, чем у клевера. Рапс является благоприятным предшественником для ячменя, озимой и яровой пшеницы, прерывает распространение корневых гнилей и снижает пораженность болезнями [8].

В повышении урожайности маслосемян озимого рапса важная роль принадлежит микроэлементам. Для оптимального роста и развития растений наряду с главными элементами питания необходимы микроэлементами. Однако нужны они растениям только в небольших количествах. Потребность в микроэлементах растет в связи с применением высококонцентрированных макроудобрений, которые лучше очищены и почти не содержат примесей микроэлементов. Внесение повышенных доз азота, фосфора и калия сдвигает полное равновесие почвенного раствора часто в сторону, неблагоприятную для поглощения растениями микроэлементов. На подвижность микроэлементов, а значит и на их поступление в растения значительное влияние оказывают свойства почвы, применение органических, минеральных и известковых удобрений. При возделывании сельскохозяйственных культур высокопродуктивные сорта имеют интенсивный обмен веществ, которые требуют достаточной обеспеченности не только макро-, но и микроэлементами. Оптимизация питания растений, повышение эффективности использования удобрений в огромной степени связаны с обеспечением нужного соотношения в почве макро- и микроэлементов. В результате полевых опытов было установлено, что наиболее важными микроэлементами для рапса являются бор,

тарес), and on gathering fat (0,34 t/hectares) winter rape provided at entering leaf fertilizer Terra-sorb Complex into a doze of 0,4 l/hectares in a phase the beginning budding and in a doze of 0,4 l/hectares in a phase full budding.

медь, марганец. Среди них внесению бора под рапс должно уделяться первостепенное внимание, так как его недостаток наиболее сильно сказывается на образовании жиров и урожайности семян [1, 2, 3, 4, 5, 7].

Различные симптомы острого дефицита микроэлементов отмечаются на растениях рапса. Так, например, светлая окраска листьев (хлороз) проявляется при дефиците магния и цинка, отмирание плодовой оси – при дефиците меди, деформация стеблей – при дефиците бора, деформация листьев – при дефиците молибдена. По мнению доктора Эвальда Шнуга (Институт питания растений и почвоведения, Германия), у рапса наиболее часто распространен скрытый дефицит микроэлементов, который проявляется без видимых симптомов, но уровень урожая ограничен. Скрытый дефицит обнаруживают путем проведения почвенных и растительных анализов. Почвенные обследования особенно хорошо подходят для оценки обеспеченности бором, медью, цинком и молибденом. Для оценки обеспеченности магнием лучше подходит метод растительных анализов и почвенных исследований [6].

Терра-сорб Комплекс является высококонцентрированным комплексом природных биологически активных веществ. Уникальность состава обеспечивает его высокую эффективность при применении на большинстве возделываемых культур. Повышенное содержание свободных L-аминокислот, которые являются исходным материалом для биосинтеза белков и ферментных систем растений, способствует улучшению процессов роста, цветения, образования завязи и созревания урожая. Особенно эффективен для преодоления последствий стрессов сельскохозяйственных культур, вызванных засухой, температурными колебаниями, засоленностью почв и действием гербицидов. В целях экономии затрат рекомендуется использовать препарат совместно с гербицидами, фунгицидами, инсектицидами, НРК и микроудобрениями. Состав *Терра-сорб Комплекса*: свободные аминокислоты – 20 %; общий азот (N) – 5,5 %; органический азот (N) – 5,0 %; магний (MgO) – 0,8 %; бор (B) – 1,5 %; железо (Fe) – 1,0 %; марганец (Mn) – 0,1 %;



Озимый рапс в фазу цветения



Определение элементов структуры урожая озимого рапса

цинк (Zn) – 0,1 %; молибден – 0,001 %; органическая материя – 25 %.

Материал и методика исследований

Изучение влияния доз листового удобрения Терра-сорб Комплекс на элементы структуры урожая, урожайность и качество маслосемян озимого рапса в 2019–2021 гг. было проведено в почвенно-климатических условиях опытного поля УО СПК «Путришки» Гродненского района Республики Беларусь. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая с глубины 0,7–1,0 м моренным суглинком. Агрохимические показатели почвы следующие: pH_{KCl} – 6,1–6,6, содержание P_2O_5 – 212–232 мг/кг почвы, K_2O – 269–287, серы – 4,5–5,0, бора – 0,40–0,43, меди – 1,3, цинка – 2,4, марганца – 1,2 мг/кг почвы, гумуса – 2,37–2,48 %. Мощность пахотного слоя почвы – 24–25 см. Гибрид озимого рапса – Петрол F₁. Норма высева – 0,6 млн шт. всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянки – 20 м², общая площадь делянки – 36 м², повторность трехкратная. Способ сева – рядовой с шириной междурядий 12,5 см. Предшественник – яровой ячмень. Фон минерального питания озимого рапса – $N_{20}P_{70}K_{120} + N_{100} + N_{70} + N_{30}$.

Листовое удобрение Терра-сорб Комплекс вносили в два срока: в начале фазы бутонизации и в конце фазы бутонизации.

Погодные условия вегетационных периодов в годы исследований складывались неоднозначно. Зимний период во все годы проведения исследований характеризовался устойчивым снежным покровом, обеспечившим хорошую перезимовку озимого рапса. Сумма выпавших атмосферных осадков в апреле, мае, июне и июле 2019 г. составила соответственно 28, 118, 39 и 87 % от среднемноголетних значений. Недостаток влаги

стал причиной формирования невысокой урожайности маслосемян озимого рапса. Наиболее благоприятным для формирования высокой урожайности рапса оказался 2020 г. Сумма выпавших осадков в апреле, мае, июне и июле составила соответственно 15, 163, 124 и 58 % от нормы (критический период по отношению рапса к влаге – май, июнь). Погодные условия 2021 г. были вполне благоприятными для роста и развития растений озимого рапса и формирования хорошего урожая маслосемян.

Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа в изложении Б. А. Доспехова.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследованиями по изучению влияния доз Терра-сорб Комплекса на элементы структуры урожая озимого рапса установлено, что в 2019 г. удобрение способствовало увеличению количества стручков на одном растении, количества семян в стручке и массы семян с одного растения. Максимальная биологическая урожайность маслосемян – 3,35 т/га получена в третьем варианте с внесением изучаемого удобрения в два срока по 0,4 л/га, превысив контрольный вариант на 0,57 т/га (таблица 1). В третьем – пятом вариантах с внесением удобрения Терра-сорб Комплекс в два срока по 0,4–0,6 л/га количество стручков на растении увеличилось до 105–110 шт., количество семян в стручке возросло до 24,7–25,2 шт., масса семян с одного растения достигла 11,51–11,75 г, превысив контрольный вариант на 2,55–2,79 г.

В 2020 г. максимальная биологическая урожайность маслосемян – 5,65 т/га получена в третьем варианте с внесением изучаемого удобрения в два срока по 0,4 л/га, превысив контрольный вариант на 0,66 т/га.

Таблица 1 – Элементы структуры урожая и биологическая урожайность озимого рапса в зависимости от доз внесения удобрения Терра-сорб Комплекс

Вариант	Количество			Масса семян, г		Биологическая урожайность, т/га
	растений, шт./м ²	стручков на 1 растении, шт.	семян в стручке, шт.	1000 шт.	с 1 растения	
2019 г.						
1. Контроль	31	92	23,5	4,12	8,96	2,78
2. Терра-сорб Комплекс, 0,3 → 0,3 л/га	30	96	21,2	4,70	9,53	2,86
3. Терра-сорб Комплекс, 0,4 → 0,4 л/га	29	105	24,7	4,44	11,55	3,35
4. Терра-сорб Комплекс, 0,5 → 0,5 л/га	28	110	25,1	4,24	11,75	3,29
5. Терра-сорб Комплекс, 0,6 → 0,6 л/га	29	109	25,2	4,21	11,51	3,34
2020 г.						
1. Контроль	43	102	25,5	4,76	11,60	4,99
2. Терра-сорб Комплекс, 0,3 → 0,3 л/га	40	101	26,3	4,80	12,80	5,12
3. Терра-сорб Комплекс, 0,4 → 0,4 л/га	38	113	27,1	4,85	14,86	5,65
4. Терра-сорб Комплекс, 0,5 → 0,5 л/га	39	109	27,3	4,82	14,36	5,60
5. Терра-сорб Комплекс, 0,6 → 0,6 л/га	38	110	27,8	4,87	14,89	5,66
2021 г.						
1. Контроль	34	137	22,3	4,15	12,76	4,34
2. Терра-сорб Комплекс, 0,3 → 0,3 л/га	36	134	21,9	4,20	12,33	4,44
3. Терра-сорб Комплекс, 0,4 → 0,4 л/га	32	157	22,4	4,26	14,93	4,78
4. Терра-сорб Комплекс, 0,5 → 0,5 л/га	35	161	21,1	4,05	13,77	4,82
5. Терра-сорб Комплекс, 0,6 → 0,6 л/га	33	154	22,0	4,29	14,54	4,80

В третьем – пятом вариантах с внесением удобрения Терра-сорб Комплекс в два срока по 0,4–0,6 л/га количество стручков на растении увеличилось до 110–113 шт., количество семян в стручке возросло до 27,1–27,8 шт., масса семян с одного растения достигла 14,36–14,89 г, превысив контрольный вариант на 2,76–3,29 г.

В 2021 г. максимальная биологическая урожайность маслосемян – соответственно 4,78, 4,82 и 4,80 т/га – получена в третьем, четвертом и пятом вариантах, превысив контрольный вариант на 0,44–0,48 т/га. В третьем – пятом вариантах с внесением удобрения Терра-сорб Комплекс в два срока по 0,4–0,6 л/га количество стручков на растении увеличилось до 157–161 шт., количество семян в стручке возросло до 22,0–22,4 шт., масса 1000 семян увеличилась до 4,05–4,29 г, масса семян с одного растения достигла 13,77–14,93 г, превысив контрольный вариант на 1,01–2,17 г. Определены коэффициенты корреляции между количеством стручков ($r = 0,70–0,75$), количеством семян в стручке ($r = -0,45–0,98$), массой 1000 семян ($r = 0,24–0,91$), массой семян с 1 растения ($r = 0,66–0,92$) и дозами внесения удобрения Терра-сорб Комплекс.

Исследованиями по изучению влияния доз листового удобрения Терра-сорб Комплекс на урожайность маслосемян озимого рапса установлено, что в 2019 г. максимальная урожайность – 3,11 т/га получена в третьем варианте с внесением в два срока по 0,4 л/га. В четвертом и пятом вариантах с внесением удобрения в дозах по 0,5 и 0,6 л/га соответственно в два срока достоверной прибавки урожая маслосемян не выявлено (таблица 2). Аналогичная закономерность отмечена в 2020 и 2021 г. В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян озимого рапса – 4,32 т/га получена в третьем варианте: прибавка к контролю составила 0,52 т/га или 13,7 %.

Влияние различных доз листового удобрения Терра-сорб Комплекс на качество маслосемян озимого

рапса представлено в таблице 3. Как видно из данных таблицы, при увеличении доз изучаемого удобрения происходило уменьшение содержания сырого протеина в маслосеменах озимого рапса. Максимальный сбор сырого протеина (0,90 т/га) отмечен в третьем варианте с внесением удобрения в два срока по 0,4 л/га, прибавка к контролю составила 0,10 т/га. Установлено, что с увеличением доз удобрения Терра-сорб Комплекс наблюдалось повышение содержания в маслосеменах озимого рапса жира с 35,17 % в первом варианте до 38,92–38,91 % в третьем – пятом вариантах опыта. Максимальный сбор жира – 1,68 т/га отмечен в третьем варианте, прибавка к контролю составила 0,34 т/га. Таким образом, наибольшую прибавку по сбору сырого протеина и жира озимый рапс обеспечивал при внесении листового удобрения Терра-сорб Комплекс в дозах по 0,4 л/га в два срока – в фазе начала бутонизации и в фазе полной бутонизации.

Заключение

1. Листовое удобрение Терра-сорб Комплекс при внесении в два срока по 0,4–0,6 л/га в фазе начала бутонизации и в фазе полной бутонизации увеличивало по сравнению с первым вариантом количество стручков на одном растении на 7–24 шт., количество семян в стручке – на 1,2–2,3 шт., массу 1000 семян – на 0,06–0,32 г, массу семян с одного растения – на 1,01–3,29 г, биологическую урожайность маслосемян – на 0,44–0,67 т/га.

2. В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян озимого рапса – 4,32 т/га получена в третьем варианте при внесении листового удобрения Терра-сорб Комплекс по 0,4 л/га в фазе начала бутонизации и в фазе полной бутонизации, прибавка к контролю составила 0,52 т/га или 13,7 %.

3. Наибольшую прибавку по сбору сырого протеина (0,1 т/га) и жира (0,34 т/га) озимый рапс обеспечил при

Таблица 2 – Урожайность маслосемян озимого рапса в зависимости от доз внесения удобрения Терра-сорб Комплекс

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка к контролю	
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	т/га	%
1. Контроль	2,57	4,74	4,08	3,80	–	–
2. Терра-сорб Комплекс, 0,3 → 0,3 л/га	2,65	4,86	4,17	3,89	0,09	2,4
3. Терра-сорб Комплекс, 0,4 → 0,4 л/га	3,11	5,37	4,49	4,32	0,52	13,7
4. Терра-сорб Комплекс, 0,5 → 0,5 л/га	3,05	5,32	4,53	4,30	0,50	13,2
5. Терра-сорб Комплекс, 0,6 → 0,6 л/га	3,09	5,38	4,51	4,32	0,52	13,7
НСР ₀₅	0,23	0,27	0,20			

Таблица 3 – Влияние доз листового удобрения Терра-сорб Комплекс на качество маслосемян озимого рапса (2019–2021 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Содержание, %		Сбор, т/га		Прибавка к контролю, т/га	
		сырого протеина	жира	сырого протеина	жира	сырого протеина	жира
1. Контроль	3,80	21,13	35,17	0,80	1,34	–	–
2. Терра-сорб Комплекс, 0,3 → 0,3 л/га	3,89	21,02	35,77	0,82	1,39	0,02	0,05
3. Терра-сорб Комплекс, 0,4 → 0,4 л/га	4,32	20,89	38,92	0,90	1,68	0,10	0,34
4. Терра-сорб Комплекс, 0,5 → 0,5 л/га	4,30	20,34	38,94	0,87	1,67	0,07	0,33
5. Терра-сорб Комплекс, 0,6 → 0,6 л/га	4,32	20,07	38,91	0,87	1,68	0,07	0,34

внесении листового удобрения Терра-сорб Комплекс в дозах по 0,4 л/га в два срока – в фазе начала бутонизации и в фазе полной бутонизации.

Литература

- Лапа, В. В. Использование жидких удобрений Адоб, Басфолиар и Солюбор ДФ в посевах зерновых культур, рапса и льна / В. В. Лапа, В. В. Рак // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 37.
- Песковский, Г. А. Эффективность применения некорневых удобрений Эколист на рапсе / Г. А. Песковский // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 60–62.
- Пилюк, Я. Э. Некорневая подкормка озимого рапса удобрениями типа Басфолиар, Адоб и Солюбор ДФ как метод повышения урожайности культуры / Я. Э. Пилюк, С. Г. Яковчик, В. В. Зеленяк // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 9. – С. 42–44.
- Рак, М. В. Применение микроудобрений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М. В. Рак, Г. М. Сафроновская, С. А. Титова // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 2. – С. 7–11.
- Чикалова, Ж. В. Актуальность изучения различных видов, форм и доз микроудобрений в посевах ярового и озимого рапса при разных уровнях азотного питания / Ж. В. Чикалова, М. В. Рак // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2008. – С. 134–135.
- Schnug, Ewald. Für hohe Rapsertage werden Spurennährstoffe immer wichtig. Rapsanbau für Könnner / Ewald Schnug // Das Magazin für moderne Landwirtschaft. Landwirtschaftsverlag GmbH Münster. – Hilstrup, 1991. – P. 50–53.
- Яхимчак, А. Некорневые подкормки эффективны и в посевах рапса / А. Яхимчак // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 18–19.
- Пилюк, Я. Э. Научные основы селекции и технологии возделывания рапса (*Brassica napus oleifera* Metzg.) в Беларуси: дис. ... д-ра с.-х. наук в виде научного доклада: 06.01.05; 06.01.09 / Я. Э. Пилюк. – Жодино, 2021. – 80 л.

УДК 633.11«321»:632.484

Влияние состава протравителей на эффективность ограничения семенной и почвенной инфекции яровой пшеницы

Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук, Е. И. Жук, кандидат с.-х. наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 17.05.2022)

В статье проанализирована эффективность 18 протравителей в защите от семенной и почвенной инфекции зерна яровой пшеницы в зависимости от состава действующих веществ за период 2010–2021 гг. Наличие в составе протравителей семян флудиоксонила или прохлораза обуславливает 100%-ное снижение зараженности зерновок грибами рода *Fusarium*. Самыми эффективными препаратами в снижении инфицированности зерновок грибами *Alternaria* spp. были флудиоксонилсодержащие препараты. В защите яровой пшеницы от фузариозной корневой гнили биологическая эффективность всех проанализированных протравителей независимо от их состава была высокой даже в условиях искусственного инфекционного фона болезни.

Введение

Семена и почва являются источником инфекции до 60 % всех болезней сельскохозяйственных культур [21]. Поражение растений только грибными болезнями приводит к существенному снижению урожайности, а также неоспоримо влияет на качество получаемой продукции.

Исследования ученых свидетельствуют, что в настоящее время партии семян любой зерновой культуры независимо от региона ее возделывания инфицированы возбудителями болезней [9, 19, 20, 22, 26]. При этом в отдельных случаях значения показателя являются чрезвычайно высокими [2, 3, 11, 16], что обуславливает риск раннего проявления ряда болезней. Так, поражение патогенами, вызывающими корневую гниль, в период прорастания семян может обуславливать побурение, искривление и угнетение проростков, формирование некрозов на корнях, а при интенсивном заражении – гибель растений. Вредоносность корневой гнили зер-

Efficacy of 18 seed dressers for protection of spring wheat against soil and seed infection, depending on the composition of active ingredients is represented for the period 2010–2021. Efficacy of seed dressers including fludioxonil or prochloraz for protection against Fusarium fungi on seeds has reached 100 %. The most effective seed dressers against Alternaria fungi on seeds are ones including fludioxonil. Regardless of their composition, all analyzed seed dressers provides a high efficacy against Fusarium root rot even in an artificial inoculation with pathogens before sowing.

новых культур в отдельных регионах в зависимости от гидротермических условий может достигать 30–35 % [4].

Развитие болезней, источниками инфекции которых являются семена и почва, усиливается в случае нарушения агротехники. Так, при насыщении севооборотов зерновыми культурами, минимальной обработке почвы, нарушениях фона минеральных удобрений риск развития болезней увеличивается [10, 17, 24, 25]. Это обусловлено тем, что почва в условиях любого агроценоза является многолетним резерватом покоящихся структур фитопатогенных грибов (хламидоспор, склероциев и т. д.). Как отмечает Е. Ю. Торопова, исходная численность популяции таких видов в почве имеет решающее значение [18].

Единственным радикальным, наиболее важным приемом, влияющим на формирование и поддержание оптимальной фитопатологической ситуации в посевах, на начальном этапе является протравливание семян. Это достигается в результате снижения пораженности

проростков семенной и почвенной инфекцией, а также за счет появления дружных всходов. Благодаря протравливанию возможный риск раннего поражения болезнями растений, находящихся в наиболее уязвимой стадии онтогенеза, снижается.

В настоящее время предпосевная обработка семян рассматривается как один из наиболее эффективных, целенаправленных и экономически целесообразных и экологически малоопасных приемов [5].

Ассортимент протравителей семян, разрешенных для применения на яровой пшенице в Беларуси, включает свыше 45 препаратов. В связи с этим для специалистов агрономических служб возникают определенные трудности, связанные с выбором биологически и экономически эффективного препарата. В данной работе обобщены многолетние данные исследований по изучению влияния протравителей семян культуры на почвенную и семенную инфекцию в зависимости от состава компонентов. Критерием для дифференциации препаратов послужило наличие (отсутствие) в их составе флудиоксонила и прохлораза, обеспечивающих высокую эффективность в защите озимой пшеницы от болезней [8].

Материалы и методы исследований

Изучение эффективности протравителей семян яровой пшеницы, перечень которых представлен в таблице 1, проводили в 2010–2021 гг. в лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений».

Почвы опытных участков дерново-подзолистые среднесуглинистые. Агротехника общепринятая для возделывания пшеницы яровой в центральной агроклиматической зоне Беларуси [12]. Стадии развития растений отмечали в соответствии со шкалой ВВСН [13].



Корневая гниль

Для определения влияния препаратов на семенную инфекцию проводили фитоэкспертизу в соответствии с требованиями ГОСТ с использованием метода рулонов [15], оценку лабораторной и полевой всхожести – согласно общепринятым методикам [14].

Оценку эффективности протравителей семян в защите от фузариозной корневой гнили осуществляли согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» в условиях искусственных инфекционных фонов, которые готовили за 1–1,5 месяца до сева [1]. Нарботку инокулюма осуществляли на зерновом субстрате с использованием высокопатогенных изолятов гриба *Fusarium culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc. Инфекционный материал вносили в почву непосредственно перед севом из расчета 30 г на погонный метр. Размер опытной деланки составлял 1 м², повторность опыта 4-кратная.

Степень поражения растений культуры корневой гнилью определяли путем проведения учетов в динамике по стандартным методикам, предложенным А. Е. Чумаковым, Т. И. Захаровой, А. Ф. Коршуновой и Р. И. Щекочиной [7, 23]. Биологическую эффективность препаратов рассчитывали по снижению развития болезни в сравнении с вариантом без протравливания.

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли по общепринятым методикам с использованием программного обеспечения MS Excel [6]. В связи с большим количеством полученных данных в статье представлены усредненные значения показателей по каждой группе протравителей, для оценки различий между анализируемыми группами препаратов использовали стандартное отклонение.

Результаты исследований и их обсуждение

Фитоэкспертиза семян методом рулонов – наиболее простой в применении способ, который позволяет оперативно получить информацию о фитопатологическом состоянии семенного материала. Так, было установлено, что на зерновках яровой пшеницы встречались грибы *Fusarium* spp. и *Alternaria* spp., инфицированность которыми в среднем составила 15,7 % и 68,8 % соответственно (таблица 2).

Наиболее эффективный способ снижения зараженности семенного материала грибами-возбудителями болезней – протравливание. Обобщение многолетних данных позволило установить, что препараты, в состав которых входит флудиоксонил или прохлораз, обеспечили 100 % биологическую эффективность в отношении фузариозной инфекции. В то же время максимальные значения показателя в отношении грибов рода *Alternaria* spp. отмечены при использовании флудиоксонилсодержащих протравителей – 97,5 % (таблица 3).

Высокая зараженность семян является одной из предпосылок раннего развития корневой гнили, а в случае проникновения мицелия возбудителей во внутренние слои зерновок обуславливает снижение всхожести или изреженность посевов вследствие полной гибели проростков. Поэтому роль протравливания в формировании оптимального по густоте посева сложно переоценить. Исследования показали, что лабораторная всхожесть при применении всех проанализированных протравителей была на одном уровне – 92,9–95,4 %, тогда как максимальные значения полевой всхожести отмечены

Таблица 1 – Препараты, включенные в исследования

Препараты, содержащие в составе		
флудиоксонил	прохлораз	другие д. в.
Максим Форте, КС – 2,0 л/т (2015, 2018–2019); Прокси-ма, КС – 2,0 л/т (2018–2019); Рекорд Форте, КС – 2,0 л/т (2017–2018);	Кинто Дуо, КС – 2,5 л/т (2010–2014); Санидан, КС – 1,0 л/т (2012–2013)	Винцит Форте, КС – 1,25 л/т (2012–2013); Винцит, КС – 2,0 л/т (2010–2011); Витовт, КС – 2,0 л/т (2010–2011); Гераклион, КС – 1,2 л/т (2020–2021); Иншур Перформ, КС – 0,5 л/т (2012–2016, 2019–2020); Ламадор Про, КС – 0,5 л/т (2010–2011); Ламадор, КС – 0,2 л/т (2010–2011); Оплот Трио, ВСК – 0,6 л/т (2016, 2020–2021); Протего Макс, МЭ – 1,0 л/т (2019–2020); Раксил, КС – 0,5 л/т (2010–2011); Ранчо, КС – 0,5 л/т (2010–2012); Систива, КС – 0,75 л/т (2012–2013); Скарлет, МЭ – 0,4 л/т (2012, 2015, 2019)

Примечание – В скобках указаны годы исследований.

Таблица 2 – Посевные качества непротравленных семян яровой пшеницы (2010–2021 гг.)

Значение показателя	Инфицированность грибами, %		Всхожесть, %	
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.	лабораторная	полевая
Среднее*	15,7 ±12,7	68,8 ±23,8	94,4 ±3,7	81,9 ±7,0
Мин. – макс.	2,0–45,0	16,0–93,0	86,0–98,0	70,3–90,3

Примечание – Представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

Таблица 3 – Биологическая эффективность протравителей в снижении инфицированности семян яровой пшеницы

Возбудители	Биологическая эффективность (%) препаратов, содержащих в составе		
	флудиоксонил	прохлораз	другие д. в.
<i>Fusarium</i> spp.	100 ±0,0	100 ±0,0	92,2 ±17,1
<i>Alternaria</i> spp.	97,5 ±4,6	89,2 ±10,1	69,3 ±28,1

Примечание – Представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

Таблица 4 – Влияние протравителей на всхожесть семян (%) яровой пшеницы

Всхожесть	Препараты, содержащие в составе		
	флудиоксонил	прохлораз	другие д. в.
Лабораторная	92,9 ±5,9	95,4 ±3,6	94,1 ±4,3
Полевая	78,8 ±5,1	84,2 ±6,0	83,3 ±7,8

Примечание – Представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

Таблица 5 – Биологическая эффективность протравителей семян в снижении развития фузариозной корневой гнили в условиях искусственного инфекционного фона

Стадия развития растений	Биологическая эффективность (%) препаратов, содержащих в составе		
	флудиоксонил	прохлораз	другие д. в.
Середина кущения	50,8 ±8,6	51,7 ±15,3	52,3 ±12,7
Стадия 2-х узлов	48,9 ±10,7	57,1 ±14,1	54,3 ±14,2

Примечание – Представлены средние значения показателя ± стандартное отклонение.

при протравливании препаратами, содержащими прохлораз или другие действующие вещества (таблица 4).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что все проанализированные протравители семян независимо от состава были эффективными в защите яровой пшеницы от фузариозной корневой гнили даже в условиях искусственной инокуляции почвы возбудителями болезни (таблица 5). При этом фунгицидное действие препаратов было продолжительным – до стадии 2-х узлов.

инфекции грибов рода *Fusarium* spp. При этом флудиоксонилсодержащие препараты также являются наиболее эффективными в снижении инфицированности зерновок грибами *Alternaria* spp. В защите яровой пшеницы от корневой гнили фузариозной этиологии биологическая эффективность всех проанализированных протравителей, независимо от их состава, была высокой даже в условиях искусственного инфекционного фона болезни.

Литература

1. Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред. С. Ф. Буга; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.
2. Гагкаева, Т. Ю. Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 году / Т. Ю. Гаг-

Заключение

Проведенные многолетние исследования позволили установить, что наличие в составе протравителей флудиоксонила или прохлораза обуславливает 100%-ную эффективность в защите яровой пшеницы от семенной

- каева, Ф. Б. Ганнибал, О. П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 37–41.
3. Ганнибал, Ф. Б. Изучение факторов, влияющих на развитие альтернариоза зерна у злаков, возделываемых в Европейской части России / Ф. Б. Ганнибал // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – Т. 53, № 3. – С. 605–615.
 4. Григорьев, М. Ф. Роль микромицетов в поражении зерновых культур корневыми гнилями в Центральном Нечерноземье России / М. Ф. Григорьев // Известия ТСХА. – 2012. – Вып. 1. – С. 101–117.
 5. Средства защиты растений для предпосевной обработки семян / В. И. Долженко [и др.]. – СПб.: ВИЗР, 2001. – 54 с.
 6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
 7. Коршунова, А. Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / А. Ф. Коршунова, А. Е. Чумаков, Р. И. Щекочихина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1976. – 186 с.
 8. Крупенько, Н. А. Влияние состава протравителей семян на их эффективность в защите озимой пшеницы от болезней / Н. А. Крупенько, И. Н. Одинцова // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – 2021. – Минск: Колорград, 2021. – Вып. 45. – С. 145–152.
 9. Лаптиева, А. Б. Новые препараты для защиты яровых зерновых культур от семенной и почвенной инфекции / А. Б. Лаптиева, О. В. Кунгурцева // Защита и карантин растений. – 2016. – № 2. – С. 20–23.
 10. Максимов, В. А. Поражение зерновых культур корневыми гнилями в различных севооборотах / В. А. Максимов, С. А. Замятин, Н. Н. Апаева // Вестник защиты растений. – 2011. – № 2. – С. 53–56.
 11. Мониторинг и контроль заболеваний пшеницы в Южном Зауралье / С. Д. Каракотов [и др.] // Защита и карантин растений. – 2019. – № 7. – С. 18–25.
 12. Организационно-технические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов // Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред.: В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.
 13. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхоф: Ландвиртшафтсферлаг, 2004. – 183 с.
 14. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. – Взамен ГОСТ 12038-66; введ. 01.07.1986. – Минск: Белстандарт, 1986. – 49 с.
 15. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями: ГОСТ 12044-93. – Взамен ГОСТ 12044-81; введ. 01.01.1995. – Минск: Белстандарт, 1995. – 87 с.
 16. Семынина, Т. В. Качество семян не позволяет экономить на протравливании / Т. В. Семынина // Защита и карантин растений. – 2013. – № 8. – С. 19–21.
 17. Танский, В. И. Влияние способов обработки почвы на развитие вредных организмов / В. И. Танский // Вестник защиты растений. – 2007. – № 3. – С. 14–22.
 18. Торопова, Е. Ю. Диагностика здоровья почвы / Е. Ю. Торопова // Защита и карантин растений. – 2019. – № 4. – С. 19–22.
 19. Грибы рода *Fusarium* на зерне пшеницы в Западной Сибири / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2019. – № 1. – С. 21–23.
 20. Тютюрев, С. Л. Протравливание семян зерновых колосовых культур / С. Л. Тютюрев. – М.: Защита и карантин растений, 2005. – 132 с. (Приложение к журналу «Защита и карантин растений»; № 3).
 21. Тютюрев, С. Л. Совершенствование химического метода защиты сельскохозяйственных культур от семенной и почвенной инфекции / С. Л. Тютюрев. – СПб.: ВИЗР, 2000. – 251 с.
 22. Хазиев, А. З. Роль протравливания семян в борьбе с корневыми гнилями / А. З. Хазиев, Т. В. Зайцева, Ф. М. Хакимуллина // Защита и карантин растений. – 2015. – № 3. – С. 20–23.
 23. Чумаков, А. Е. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А. Е. Чумаков, Т. И. Захарова; Всесоюз. акад. с.-х. наук им. Ленина, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.
 24. Infection of stem bases and grains of winter wheat by *Fusarium culmorum* and *F. graminearum* and effects of tillage method and maize-stalk residues / G. L. Bateman [et al.] // Plant Pathology. – 2007. – Vol. 56. – P. 604–614.
 25. Łukanowski, A. Winter wheat stem base infestation and fungal communities occurring on stems in dependence on cropping system // Phytopathologia. – 2009. – Vol. 53. – P. 43–55.
 26. What influences the composition of fungi in wheat grains? [Electronic resource] / B. Bankina [et al.] // Acta Agrobotanica. – 2017. – Vol. 70, No. 4. – Mode of access: <https://pbsociety.org.pl/journals/index.php/aa/article/view/aa.1726/7406> – Data of access: 07.07.2022.

УДК 633.1:632.4 (476)

Развитие корневой гнили в посевах зерновых культур в Беларуси

*Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук, А. Г. Жуковский, кандидат с.-х. наук, С. Ф. Буга, доктор с.-х. наук, Е. И. Жук, кандидат с.-х. наук, Т. Г. Пилат, кандидат биологических наук, В. А. Радивон, старший научный сотрудник, В. Г. Лешкевич, Н. Л. Свидуневич, Н. Г. Поплавская, А. А. Жуковская, Н. А. Бурнос, И. Н. Одинцова, научные сотрудники
Институт защиты растений*

(Дата поступления статьи в редакцию 27.05.2022)

В статье представлены результаты многолетнего мониторинга (2017–2021 гг.) развития корневой гнили в посевах зерновых культур в условиях сортоиспытательных станций и участков. Проведенные исследования свидетельствуют о ежегодной поражаемости посевов озимых (пшеница, тритикале, рожь, ячмень) и яровых (пшеница, ячмень, тритикале, овес) зерновых культур корневой гнилью. При этом из озимых культур сильнее поражаются ячмень и пшеница, яровых – пшеница. За период исследований развитие болезни среди

The article presents the data of long-term monitoring (2017–2021) of the development of root rot on cereal crops in the conditions of variety testing stations and plots of Belarus. The data represents that disease is common on winter crops (wheat, triticale, rye, barley) and spring crops (wheat, barley, triticale, oats). Among winter crops, barley and wheat crops were more intensively affected during the observation period, and among spring crops wheat as well. During investigation disease severity among winter crops has reached 49,7 % (wheat), 29,7 % (triticale), 22,7 % (rye),

озимых зерновых культур достигало 49,7 % (пшеница), 29,7 % (тритикале), 22,7 % (рожь), 60,5 % (ячмень), тогда как яровых – 39,8 % (пшеница), 26,1 % (ячмень), 26,7 % (тритикале), 19,0 % (овес).

Введение

Корневая гниль является одной из актуальных проблем на зерновых культурах в Беларуси на протяжении многих десятилетий [2]. Это обусловлено благоприятными погодными условиями, которые обеспечивают ежегодное присутствие в посевах патогенов. К их числу относятся виды рода *Fusarium*, вызывающие различные болезни у многих сельскохозяйственных культур. На зерновых они являются основными возбудителями корневой гнили [3, 4]. Значительное варьирование физиолого-биохимических свойств, позволяющее грибам *Fusarium* spp. заселять различные экологические ниши, а также развиваться в широком диапазоне температур, влажности и других абиотических факторов, является определяющим в их высокой вредоносности и распространенности.

Симптомы корневой гнили проявляются в виде некроза и гнили основания стебля и корней, при этом отмечается побурение и почернение ткани. Поражая растения пшеницы в течение вегетации, грибы рода *Fusarium* вызывают их угнетение, приводящее к отставанию в росте и слабому кущению, нередко продуктивные стебли отмирают уже в период колошения, что сказывается на количестве и качестве урожая.

Развитие корневой гнили усиливается в условиях высокой насыщенности севооборотов зерновыми культурами. Согласно исследованиям Е. Ю. Тороповой и соавторов, проведенным в условиях Западной Сибири и Зауралья, доля влияния предшественника выше по сравнению с гидротермическими условиями вегетационного сезона, способом обработки почвы и другими факторами, и составляет 62,1–89,2 % [10]. В таких условиях происходит быстрое накопление инфекции грибов-возбудителей болезни в почве, что обуславливает усиление ее развития [7, 9].

Ежегодный недобор урожая вследствие поражения зерновых культур корневой гнилью в мире оценивается на уровне 9,5 % [12]. При этом болезнь широко

60,5 % (barley), whereas on spring crops 39,8 % (wheat), 26,1 % (barley), 26,7 % (triticale), 19,0 % (oat).

распространена во всех регионах их возделывания [5, 11, 13–16].

Все вышесказанное свидетельствует об актуальности изучения корневой гнили зерновых культур, при возделывании которых оценка их поражаемости является основополагающей, так как позволяет оценить не только текущую фитопатологическую ситуацию, но и прогнозировать ее изменение в будущих вегетационных сезонах.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2017–2021 гг. в посевах 4–5 сортов каждой зерновой культуры (озимые пшеница, тритикале, рожь, ячмень; яровые пшеница, ячмень, тритикале, овес), находящихся в конкурсном сортоиспытании в условиях государственных сельскохозяйственных учреждений (ГСХУ) – сортоиспытательных станций и участков. В работе представлены усредненные данные, которые позволяют оценить фитопатологическую ситуацию в посевах каждой культуры в зависимости от места и года возделывания, а также в целом сравнить культуры между собой по поражаемости болезнью.

Степень поражения растений корневой гнилью определяли на основании шкалы, предложенной А. Ф. Коршуновой, А. Е. Чумаковым и Р. И. Щекочихиной [6]:

- 0 – здоровые растения;
- 1 – слабое побурение восприимчивых органов, не более 25 % от всего растения;
- 2 – сильное побурение корневой системы, не более 50 % от всего растения;
- 3 – очень сильное побурение корней, 50 % и более;
- 4 – гибель растения.

Развитие болезни (R, %) определяли по формуле [1]:

$$R = \frac{\sum(n \times b)}{N \times K} \times 100,$$

где $\sum(n \times b)$ – сумма произведений числа больных расте-



Корневая гниль яровой пшеницы



Непротравленные семена яровой пшеницы

ний (n) на соответствующий им балл поражения (b); N – общее количество учетных растений, шт.; K – наивысший балл поражения шкалы учета для перевода балльной оценки развития болезни в процентную категорию.

Погодные условия в период исследований существенно различались в зависимости от региона возделывания зерновых культур (таблица 1).

В целом по республике температуры ниже среднегодовой нормы наблюдались лишь в 2017 г., тогда как в 2018–2021 гг. – выше нормы. Сумма осадков варьировала по регионам и годам исследований.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты проведенных исследований показали, что в посевах озимой пшеницы степень поражения кор-

невой гнилью варьировала от 16,2 до 49,7 %. При этом не выявлено существенной разницы в поражаемости культуры по годам. В то же время развитие болезни различалось в зависимости от места возделывания. Так, средние значения показателя были максимальными в условиях ГСХУ «Лепельская СС» – 29,3 %, тогда как минимальные отмечены в посевах озимой пшеницы ГСХУ «Кобринская СС» – 20,9 % (таблица 2).

Установлено, что наибольшая степень поражения корневой гнилью в посевах всех проанализированных озимых культур была в условиях ГСХУ «Лепельская СС» – от 22,7 % (рожь) до 60,5 % (ячмень). В целом же развитие болезни в посевах озимых тритикале и ржи было ниже в сравнении с таковым на озимой пшенице. В то же время степень поражения озимого ячменя болезнью зачастую была выше, чем озимой пшеницы, – до

Таблица 1 – Гидротермические условия в апреле – июле (по данным ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»)

Название метеостанции	Температура, °C						Сумма осадков, мм					
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	норма	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	норма
Горки	12,1	14,8	14,4	13,0	15,0	13,2	296,9	272,6	233,7	280,3	186,7	274,8
Кобрин	14,8	17,8	16,5	15,0	16,0	14,9	277,3	313,5	238,7	278,7	263,8	242,4
Шучин	13,4	16,8	15,5	14,1	15,4	13,7	302,7	315,0	167,9	241,1	274,2	264,0
Лепель	12,5	15,6	14,9	13,6	15,2	13,5	282,1	181,5	328,8	250,9	212,0	279,6
Мозырь	14,4	17,2	16,5	15,1	16,3	14,7	327,6	273,3	292,1	236,1	251,5	272,4

Таблица 2 – Развитие корневой гнили в посевах озимых зерновых культур (маршрутные обследования, стадия 69–85)

Наименование СС / ГСУ	Развитие корневой гнили, %					
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее по СС / ГСУ
<i>Пшеница</i>						
ГСХУ «Горецкая СС»	22,1	22,9	23,8	16,2	24,7	21,9
ГСХУ «Кобринская СС»	24,4	23,3	21,7	18,4	16,5	20,9
Щучинский ГСУ	25,5	24,2	17,2	18,5	22,0	21,5
ГСХУ «Лепельская СС»	23,2	24,9	24,2	49,7	24,6	29,3
ГСХУ «Мозырская СС»	24,5	–	23,2	–	22,6	23,4
Среднее	23,9	23,8	22,0	25,7	22,1	23,4
<i>Тритикале</i>						
ГСХУ «Горецкая СС»	13,0	7,9	12,6	10,5	14,3	11,7
ГСХУ «Кобринская СС»	19,3	12,7	9,5	15,9	17,7	15,0
Щучинский ГСУ	16,7	10,8	9,0	11,5	14,4	12,5
ГСХУ «Лепельская СС»	13,3	18,8	14,3	29,7	16,6	18,5
Среднее	15,6	12,6	11,4	16,9	15,8	14,4
<i>Рожь</i>						
ГСХУ «Горецкая СС»	11,0	5,0	7,0	11,1	14,9	9,8
ГСХУ «Кобринская СС»	19,8	13,6	14,2	10,8	18,1	15,3
ГСХУ «Лепельская СС»	16,5	8,7	6,0	22,7	11,7	13,1
Среднее	15,8	9,1	9,1	14,9	14,9	12,7
<i>Ячмень</i>						
ГСХУ «Горецкая СС»	–	–	10,7	15,6	25,6	17,3
ГСХУ «Кобринская СС»	–	–	30,0	27,7	27,1	28,3
Щучинский ГСУ	–	–	–	30,5	18,5	24,5
ГСХУ «Лепельская СС»	–	–	9,3	60,5	33,7	34,5
Среднее	–	–	16,7	33,6	26,2	26,2

60,5 %. В среднем посевы культуры слабее поражались в условиях ГСХУ «Горецкая СС» – 17,3 %.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в посевах озимых зерновых культур не произошло снижения развития болезни в сравнении с проведенными ранее исследованиями [8].

Оценка фитопатологической ситуации в посевах яровых зерновых культур позволяет сделать вывод о том, что корневую гнилью интенсивнее поражается пшеница (таблица 3).

При этом максимальное развитие болезни отмечалось в посевах ГСХУ «Мозырская СС», которое в среднем составило 34,2 %. Напротив, минимальные значения показателя отмечены в условиях ГСХУ «Горецкая СС» – 13,2 %. Корневая система ярового ячменя сильнее поражалась в условиях Щучинского ГСУ: развитие болезни за период исследований в среднем составило 21,4 %. В посевах ярового тритикале развитие корневой гнили достигало 26,7 % (Щучинский ГСУ, 2019 г.). Минимальные значения показателя были в условиях ГСХУ «Горецкая СС» и составили в среднем за период исследований 9,6 %. На овсе степень поражения болезнью достигала 19,0 % (ГСХУ «Лепельская СС», 2019 г.).

Заключение

Анализ данных маршрутных обследований (2017–2021 гг.) посевов озимых (пшеница, тритикале, рожь, ячмень) и яровых (пшеница, ячмень, тритикале, овес) зер-

новых культур в условиях сортоиспытательных станций и участков свидетельствует о ежегодной поражаемости культур корневой гнилью. Это обусловлено сохранением в природе источников инфекции болезни.

Среди озимых культур за период наблюдений интенсивнее были поражены посевы ячменя и пшеницы – в среднем 26,2 и 23,4 % соответственно, яровых – пшеницы (21,3 %). На озимых зерновых культурах развитие болезни достигало 49,7 % (пшеница), 29,7 % (тритикале), 22,7 % (рожь), 60,5 % (ячмень), на яровых – 39,8 % (пшеница), 26,1 % (ячмень), 26,7 % (тритикале), 19,0 % (овес).

Исследования выполнены по заданию «Изучение комплекса грибов рода *Fusarium*, паразитирующих на зерновых культурах (видовой состав, патогенность, взаимоотношения, вредоносность)» в рамках Государственной научной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность», подпрограмма «Плодородие почв и защита растений», номер государственной регистрации 20211442.

Литература

1. Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.
2. Буга, С. Ф. Развитие исследований в лаборатории фитопатологии в 1971–2021 гг. / С. Ф. Буга, А. Г. Жуковский, Н. А. Кру-

Таблица 3 – Развитие корневой гнили в посевах яровых зерновых культур (маршрутные обследования, стадия 69–85)

Наименование СС / ГСУ	Развитие корневой гнили, %					
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее по СС / ГСУ
Пшеница						
ГСХУ «Горецкая СС»	13,7	15,1	22,4	9,7	5,1	13,2
ГСХУ «Кобринская СС»	20,4	26,9	23,5	21,3	14,7	21,4
Щучинский ГСУ	17,7	25,3	23,3	12,2	10,0	17,7
ГСХУ «Лепельская СС»	20,7	18,5	27,4	24,5	8,6	19,9
ГСХУ «Мозырская СС»	36,0	–	39,8	–	26,9	34,2
Среднее	21,7	21,5	27,3	16,9	13,1	21,3
Ячмень						
ГСХУ «Горецкая СС»	20,3	23,3	12,4	4,6	7,0	13,5
ГСХУ «Кобринская СС»	18,5	13,8	6,8	–	26,1	16,3
Щучинский ГСУ	25,8	–	12,7	23,5	23,4	21,4
ГСХУ «Лепельская СС»	11,1	16,9	15,6	13,0	7,2	12,8
ГСХУ «Мозырская СС»	–	–	6,6	–	22,6	14,6
Среднее	18,9	18,0	10,8	13,7	17,3	15,7
Тритикале						
ГСХУ «Горецкая СС»	9,6	10,0	18,8	3,8	5,6	9,6
ГСХУ «Кобринская СС»	12,9	21,8	21,3	12,8	13,8	16,5
Щучинский ГСУ	12,1	–	26,7	13,4	6,0	14,6
ГСХУ «Лепельская СС»	9,8	16,9	19,5	14,0	7,6	13,6
Среднее	11,1	16,2	21,6	11,0	8,3	13,6
Овес						
Щучинский ГСУ	12,2	9,6	12,6	6,8	13,9	11,0
ГСХУ «Лепельская СС»	14,7	12,4	19,0	9,3	10,3	13,1
Среднее	13,5	11,0	15,8	8,1	12,1	12,1

- пенько // Защита растений: сб. науч. тр. – 2021. – Вып. 45. – С. 104–115.
3. Видовое разнообразие возбудителей фузариозной корневой гнили озимых зерновых культур / Н. А. Крупенько [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 1. – С. 36–40.
 4. Видовой состав грибов рода *Fusarium*, вызывающих корневую гниль яровых зерновых культур / Н. А. Крупенько [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 2. – С. 40–43.
 5. Григорьев, М. Ф. Типы корневых гнилей зерновых культур и патогенные комплексы их возбудителей в Центральном Нечерноземье России / М. Ф. Григорьев // Известия ТСХА. – 2012. – Вып. 6. – С. 87–100.
 6. Коршунова, А. Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / А. Ф. Коршунова, А. Е. Чумаков, Р. И. Щечкинина. – Л.: Колос, 1976. – 184 с.
 7. Максимов, В. А. Поражение зерновых культур корневыми гнилями в различных севооборотах / В. А. Максимов, С. А. Замятин, Н. Н. Апаева // Вестник защиты растений. – 2011. – № 2. – С. 53–56.
 8. Фитопатологическая ситуация в посевах озимых зерновых культур на сортоиспытательных станциях и участках / А. Г. Жуковский [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трешко [и др.]. – Минск, 2016. – Вып. 40. – С. 168–176.
 9. Фитосанитарное состояние почвы в зависимости от агротехнических приемов возделывания зерновых культур / Н. Н. Апаева [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2. – С. 26–31.
 10. Фузариозные корневые гнили зерновых культур в Западной Сибири и Зауралье / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2013. – № 9. – С. 23–26.
 11. Cook, R. J. Management of wheat and barley root diseases in modern farming systems / R. J. Cook // Australian Plant Pathology. – 2001. – Vol. 30. – P. 119–126. <https://doi.org/10.1071/AP01010>.
 12. Crop damage estimates for crown rot of wheat and barley in the Pacific Northwest / R. W. Smiley [et al.] // Plant Disease. – 2005. – Vol. 89. – P. 595–604. <https://doi.org/10.1094/PD-89-0595>.
 13. Effect of climate on the distribution of *Fusarium* spp. causing rot of wheat in the Pacific Northwest of the United States / G. J. Poole [et al.] // Phytopathology. – 2013. – Vol. 103. – P. 1130–1140.
 14. Spatial distribution of root and crown rot fungi associated with winter wheat in the North China Plain and its relationship with climate variables / F. Xu [et al.] // Frontiers in Microbiology. – 2018. – Vol. 9. – Article 1054. – <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01054>.
 15. Species compositions of root rot agents of spring barley / D. T. Gentosh [et al.] // Ukrainian Journal of Ecology. – 2020. – Vol. 10. – P. 106–109. https://doi.org/10.1542/2020_141.
 16. Study of the fungal complex responsible for root rot of wheat and barley in the North-west of Morocco / S. Qostal [et al.] // Plant Archives. – 2019. – Vol. 19, № 2. – P. 2143–2157.

УДК 633.1.324:632.4

Поражаемость сортов озимых зерновых культур снежной плесенью

Т. Г. Пилат, кандидат биологических наук, А. Г. Жуковский, кандидат с.-х. наук, Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук, А. А. Жуковская, В. Г. Лешкевич, научные сотрудники Института защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 26.05.2022)

В статье представлены результаты (2019–2021 гг.) оценки поражаемости сортов озимых зерновых культур снежной плесенью. Установлено, что степень развития болезни зависит от высоты снежного покрова ($r = 0,81$) и продолжительности его залегания ($r = 0,74$). Степень поражения озимой пшеницы достигала 87,4 % (сорт Августина), озимого тритикале – 68,6 % (сорт Динамо), озимой ржи – 47,8 % (сорт Зазерская 3), озимого ячменя – 42,0 % (сорт Изоцел).

Введение

Снежная плесень в настоящее время является одной из наиболее вредоносных болезней в посевах озимых зерновых культур. В благоприятные для ее развития годы она наносит значительный ущерб сельскому хозяйству. В условиях Беларуси ежегодно отмечается поражение посевов озимых зерновых культур снежной плесенью. За последнее время эпифитотии снежной плесени в посевах озимой пшеницы и тритикале случались раз в несколько лет с развитием болезни до 88,7 % и гибелью растений до 68,1 % [7, 8].

Болезнь проявляется на всходах, вызывая гибель проростков, или на листьях в виде водянистых зеленоватых, а со временем буреющих пятен, ограниченных от здоровой ткани светлым ободком. Осенью можно наблюдать поражение первого листа у основания. Зимует

The article presents the results (2019–2021) of assessing the susceptibility of winter cereal crops varieties to snow mold. It was found that the degree of disease severity depends on the height of snow cover ($r = 0,81$) and the duration of its occurrence ($r = 0,74$). Disease severity reached 87,4 % (variety Augustine), winter triticale – 68,6 % (variety Dynamo), winter rye – 47,8 % (variety Zazerskaya 3), winter barley – 42,0 % (variety Isocel).

мицелий гриба в тканях пораженного растения. В период продолжительных оттепелей гриб может возобновлять свое развитие. Ранней весной после таяния снега на листьях образуются пятна, которые затем могут покрываться серо-белым, а позднее пушистым налетом [2, 6, 15]. В период весенней вегетации при холодной погоде в загущенных посевах возбудители болезни вызывают загнивание точки роста. При сильном поражении наблюдается отмирание узла кущения, листовых влагалищ и гибель всего растения, а иногда и полная гибель посевов [1]. Из-за выпадения растений образуются «плешины», зачастую посевы на всей площади могут быть сильно изрежены [1, 5]. При эпифитотиях потери урожая могут достигать 40 % [5, 14]. Листья теряют тургор, склеиваются, разрушаются и отмирают. Пораженные растения обладают меньшей интенсивностью весеннего отрастания, боковые побеги развиваются неполноценными,

особенно при сильном поражении, нередко отмирают или образуют бесплодные колосья и щуплое зерно. Ю. Б. Трофимовой и Н. М. Боме было установлено, что при интенсивном развитии снежной плесени урожайность озимой ржи снижается на 38,1 %, площадь листьев – на 1 м², количество зерен с растения, масса зерна с колоса и растения – более чем на 50 % [14]. Исследования, проведенные А. Г. Жуковским, показали, что при степени поражения растений в пределах 1–25 % не наблюдается существенного снижения урожая, в пределах 26–50 % – потери урожая могут достигать 28,7 % за счет снижения количества продуктивных стеблей (на 11,3 %), зерен (на 10,4 %) и массы колоса (на 21,9 %). При степени поражения в пределах 51–75 % отмечаются более высокие потери урожая – 42,4 % [6].

Ранее считалось, что возбудителем болезни является гриб *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels et I. Hallet [1, 5, 6]. В настоящее время с помощью методов молекулярной диагностики установлено, что снежную плесень озимых зерновых культур наряду с грибом *M. nivale* вызывает гриб *M. majus* (Wollenw.) Glynn & S. G. Edwards [3, 16, 18]. Установлено, что гриб *M. nivale* чаще встречается на растениях озимой ржи, тогда как *M. majus* – на пшенице, ячмене и тритикале [18]. Вместе с тем другие исследователи отмечают присутствие ДНК обоих видов *Microdochium* в образцах зерновых культур в равном количестве [17] либо преобладание *M. nivale* [3]. Исследования Т. Ю. Гагкаевой и соавторов показали, что на зерновых культурах наряду с указанными видами может присутствовать также вид *M. seminicola* [3, 16.]. Хотя грибы-возбудители снежной плесени относят к разряду криофильных, у них есть как психрофильная фаза, позволяющая развиваться зимой под снежным покровом, так и мезофильная, при которой они способны поражать растения летом при повышенной влажности и умеренных температурах [19]. Так, в Краснодарском крае отмечали развитие как снежной плесени, так и ожога листьев и фузариоза колоса, вызываемых грибами р. *Microdochium* [3, 5].

Согласно литературным данным, метеорологические факторы играют решающую роль в скорости и интенсивности развития снежной плесени. Усилению развития болезни способствуют, с одной стороны, погодные условия осени и температурный фактор в момент установления снежного покрова. К ним относятся: недобор тепла в период осенней вегетации; обильные атмосферные осадки осенью (1,5–2,5 нормы); выпадение снега на талую почву

при слабом ее промерзании (до 50 см). С другой стороны – условия, неблагоприятные для растения-хозяина и благоприятные для возбудителя болезни, – продолжительный (более 100 дней) и глубокий (свыше 30 см) снежный покров (особенно в феврале и марте) или частые длительные оттепели зимой, а также растянутый период таяния снега, сопровождаемый туманами с преобладанием пониженных положительных температур [5]. В последние десятилетия на всей территории республики наблюдаются изменения температурного режима, отмечается тенденция к повышению теплообеспечения вегетационного периода [11]. Климатические изменения становятся реальным фактором, обуславливающим трансформацию ценозов сельскохозяйственных культур. Под воздействием высоких температур у растений-хозяев ухудшается обмен веществ, в результате чего они могут изменить свой иммунный статус [9]. В связи с этим целью исследований являлась оценка поражаемости сортов озимых зерновых культур снежной плесенью.

Материалы и методы исследований

Поражаемость сортов озимых зерновых культур (пшеница – 12 сортов, тритикале – 6, рожь – 10, ячмень – 2) снежной плесенью изучали в течение 2019–2021 гг. в полевых условиях на опытном поле РУП «Институт защиты растений» на фоне протравливания семян флудиоксонилсодержащим препаратом. Учеты проводили весной после таяния снежного покрова во время возобновления весенней вегетации. В посевах каждого сорта отбирали все растения с двух учетных площадок по 0,5 м². Определяли распространенность и развитие болезни, процент погибших растений [12].

Статистическую обработку результатов исследований проводили, используя пакет программ статистической обработки данных MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Уровень развития снежной плесени при наличии инфекции определяется в первую очередь метеусловиями – ранним переходом температуры через 0 °С, длительным залеганием снежного покрова, растянутым периодом таяния снега. Все это приводит к ослаблению растений и способствует активной жизнедеятельности патогенов, которые развиваются в течение всего зимнего периода. Согласно литературным данным, развитие



Посев, пораженный снежной плесенью



Спородохии грибов-возбудителей снежной плесени на листьях озимых зерновых культур

и вредоносность снежной плесени усиливается, если осенью снег выпадает на незамерзшую землю, а потом под его покровом продолжительное время сохраняется положительная температура. Растения, не вступившие в состояние покоя, продолжают вегетировать, интенсивно дышать, расходуя запасы питательных веществ, и начинают испытывать углеводное голодание, что ускоряет распад белков. Поражению снежной плесенью также сопутствует высокий снежный покров, позднее таяние снега и холодная погода с частыми осадками весной [10].

За период исследований развитие снежной плесени в посевах зерновых культур не отмечено весной 2020 г., при этом осенне-зимний период характеризовался аномально теплой погодой, без устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0 °С в сторону понижения. Продолжительность залегания снежного покрова не превышала 10 дней, а максимальная его высота – не более 4 см.

В результате обследований посевов озимых зерновых культур в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» определены средние показатели развития болезни (рисунок).

В 2019 г. уровень развития снежной плесени колебался от депрессивного (в посевах озимого ячменя) до эпифитотийного (в посевах озимой пшеницы) уровня. В посевах озимых тритикале и ржи отмечено умеренное развитие болезни. Осенний период 2018 г. характеризовался неустойчивым температурным режимом. Температура воздуха была выше многолетних значений. Начиная со второй половины ноября установился снежный покров, высота которого достигала 24 см, а длительность его залегания составила более 80 дней. Температура почвы на глубине залегания узла кущения была выше оптимальных значений (от 0 до –1 °С), что способствовало повышенному расходу питательных веществ.

В результате продолжительной осени 2020 г. период осенней вегетации озимых зерновых культур увеличился, и посевы ушли в зиму переросшими. В последней декаде ноября отмечено выпадение снега на слабо промерзшую почву. Высота снежного покрова достигала 28 см, продолжительность залегания составила более 95 дней. Все вышеперечисленное обусловило повышенный расход сахаров растениями и их истощение. В дальнейшем в результате затяжной холодной весны с повторным выпадением снега на таких растениях интенсивно развивалась снежная плесень. В результате сочетания ухудшения физиологического состояния посевов и благоприятных для развития патогена погодных условий развитие болезни в среднем составляло от 36,3 % (озимая рожь) до 70,6 % (озимая пшеница).

В результате исследований установлено, что на развитие заболе-

вания оказывает влияние высота снежного покрова ($r = 0,81$) и продолжительность периода его залегания ($r = 0,74$), что согласуется с литературными данными, полученными для других регионов возделывания зерновых культур [4, 13]. Чем выше высота снежного покрова и длительнее период нахождения растений под снегом, тем выше степень поражения озимых зерновых культур снежной плесенью.

При оценке поражаемости сортов зерновых культур снежной плесенью отмечено, что в 2019 и 2021 г. в посевах всех обследованных сортов озимой пшеницы отмечено эпифитотийное развитие болезни (таблица).

Отмечено, что среди обследованных сортов озимой пшеницы наиболее поражаемыми оказались сорта Августина, Мроя, Ода и Ядвися, тогда как гибель была максимальной на сорте Августина (28,8 %).

В посевах озимого тритикале наиболее восприимчивыми к возбудителям снежной плесени оказались сорта Гренадо, Динамо и Толедо. Гибель растений на этих сортах варьировала от 15,7 (Гренадо) до 25,9 % (Толедо). Наиболее устойчивым к поражению болезнью оказался сорт Импульс (18,5 %).

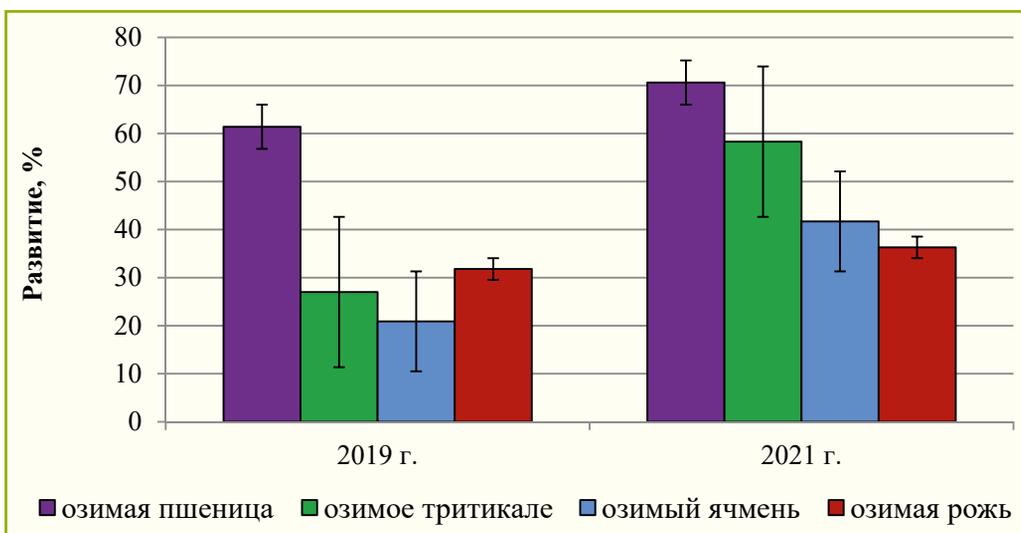
Среди сортов озимой ржи в большей степени поражаются болезнью сорта Вердена, Голубка, гибриды Пикассо и КВС Боно. В целом не отмечено существенной разницы между поражаемостью сортов и гибридов озимой ржи снежной плесенью.

В посевах озимого ячменя развитие снежной плесени на сорте Изоцел достигало 42,0 %, гибель культуры составила 15,3 %.

Таким образом, установлено, что все обследованные сорта озимых зерновых культур поражаются снежной плесенью. Устойчивых к болезни сортов в годы исследований не выявлено.

Закключение

Проведенные исследования свидетельствуют о существенном влиянии абиотических факторов на развитие снежной плесени в посевах зерновых культур. Установлено, что степень развития болезни зависит от высоты снежного покрова и продолжительности его залегания.



Развитие снежной плесени в посевах озимых зерновых культур (РУП «Институт защиты растений», ст. 25)

В годы исследований (2019–2021 гг.) степень поражения растений в посевах озимой пшеницы достигала 87,4 % (сорт Августина), озимого тритикале – 68,6 % (сорт Динамо), гибель растений вследствие поражения болезнью – соответственно 51,5 и 25,6 %. На озимой ржи максимальная степень поражения отмечена в 2019 г. в посевах сорта Зазерская 3 – 47,8 %, гибель растений составила 7,4 %. В посевах озимого ячменя сорта Изоцел в период исследований развитие снежной плесени было умеренным и достигало 42,0 % с гибелью растений 15,3 %. Не поражаемых возбудителями снежной плесени сортов не выявлено.

Литература

1. Андреева, Е. И. Снежная плесень озимых зерновых (методы изучения и меры борьбы) / Е. И. Андреева, О. Ю. Молчанов. – М.: НИИТЭХИМ, 1987. – 45 с. – (Обзорная информация / НИИ техн.-хим. исслед.).
2. Буга, С. Ф. Химическая защита озимой ржи от комплекса заболеваний в период вегетации / С. Ф. Буга, И. И. Иодко, Л. А. Ушкевич // Сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – Минск, 1988. – Вып. 12.: Защита растений. – С. 106–112.
3. Гагкаева, Т. Ю. Разнообразие грибов рода *Microdochium*, выявленных на зерновых культурах в России / Т. Ю. Гагкаева, А. С. Ордина, О. П. Гаврилова // Микология и фитопатология. – 2020. – Т. 54, № 5. – С. 347–364.

Поражаемость сортов озимых зерновых культур снежной плесенью (РУП «Институт защиты растений», ст. 25, 2019 и 2021 г.)

Сорт	Развитие болезни, %		Гибель растений, %	
	min-max	среднее	min-max	среднее
<i>Озимая пшеница</i>				
Августина	59,5–87,4	73,5	6,0–51,5	28,8
Александр	63,8–71,6	67,7	6,4–7,8	7,1
Балитус	–	52,2	–	0,0
Богатка	61,5–63,6	62,3	0,7–4,7	2,7
Маркиза	–	57,7	–	0,5
Мроя	–	73,0	–	7,7
Нутка	–	53,4	–	0,0
Ода	69,4–72,4	70,9	4,6–13,9	9,3
Сейлор	55,5–63,4	59,5	1,1–5,5	3,3
Фигура	–	59,8	–	3,6
Элегия	61,5–70,3	65,9	2,2–8,1	5,2
Ядвися	–	73,4	–	7,3
<i>Озимое тритикале</i>				
Бальтико	–	24,5	–	0,0
Благо	–	37,1	–	3,4
Гренадо	31,6–66,4	49,0	0,0–31,4	15,7
Динамо	33,2–68,6	50,9	1,2–25,6	13,4
Импульс	–	18,5	–	0,0
Толедо	–	61,1	–	25,9
<i>Озимая рожь</i>				
Вердена	–	47,1	–	–
Голубка	–	42,6	–	0,0
Зазерская 3	28,4–47,8	38,1	0,0–7,4	3,7
Офелия	27,5–33,0	30,3	0,0–6,4	3,2
F ₁ Пикассо	37,0–43,5	40,3	3,2–4,3	3,8
F ₁ ЗУ Драйв	–	22,3	–	1,9
F ₁ ЗУ Мефисто	–	29,4	–	0,0
F ₁ ЗУ Незри	–	31,9	–	0,0
F ₁ ЗУ Форзетти	–	34,1	–	0,0
F ₁ КВС Боно	–	40,3	–	4,8
<i>Озимый ячмень</i>				
Изоцел	–	42,0	–	15,3
Тереза	20,9–41,3	31,1	1,2–11,7	6,5

Примечание – «–» – приведены однолетние данные.

4. Гончаренко, А. А. Иммунологическая и селекционная оценка озимой ржи на провокационных и инфекционных фонах / А. А. Гончаренко, С. И. Шадура // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова. – 1990. – № 201. – С. 24–26.
5. Горьковенко, В. С. Вредоносность гриба *Microdochium nivale* в агроценозе озимой пшеницы / В. С. Горьковенко, Л. А. Обертюхина, Е. А. Куркина // Защита и карантин растений. – 2009. – № 1. – С. 34–36.
6. Жуковский, А. Г. Вредоносность снежной плесени в посевах озимого тритикале и эффективность протравителей в ограничении развития болезни / А. Г. Жуковский // Проблемы защиты растений в условиях современного сельскохозяйственного производства, Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005 г.: Материалы научной конференции / РАСХН ВИЗР, Инновационный центр защиты растений. – СПб, 2009. – С. 58–60.
7. Распространенность и развитие снежной плесени в посевах озимых зерновых культур в Беларуси / А. Г. Жуковский [и др.] // Защита растений. – 2018. – Вып. 42. – С. 96–102.
8. Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур на территории Республики Беларусь / А. Г. Жуковский [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 2 (111). – С. 9–12.
9. Левитин, М. М. Защита растений от болезней при глобальном потеплении / М. М. Левитин // Защита и карантин растений. – 2012. – № 8. – С. 16–17.
10. Марьина-Чермных, О. Г. Взаимосвязь агроклиматических условий на заболеваемость и устойчивость сортов посевов озимой пшеницы к снежной плесени / О. Г. Марьина-Чермных, Г. М. Хисматуллина // Вестник Марийского государственного университета. – 2015. – № 3. – С. 32–35.
11. Оценка агроклиматических ресурсов территории Беларуси за период с 1989 по 2015 г. / В. И. Мельник [и др.] // Природные ресурсы. – 2018. – № 2. – С. 88–101.
12. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – 511 с.
13. Сайнакова, А. Б. Оценка устойчивости сортообразцов озимой ржи к снежной плесени / А. Б. Сайнакова // Современное состояние и приоритетные направления развития генетики, эпигенетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур: докл. и сообщ. XI Междунар. генетико-селект. шк.-семинара (пос. Краснообск, 9–13 апреля 2013 г.) / Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. регион. отд.-ние, Сиб. науч.-исслед. ин-т растениеводства и селекции. – Новосибирск, 2013. – С. 226–230.
14. Трофимов, Ю. Б. Параметры вредоносности снежной плесени и устойчивость сортов озимой ржи к болезни / Ю. Б. Трофимов, Н. А. Боме // Вестник защиты растений. – 2006. – № 1. – С. 33–36.
15. Analysis of *Microdochium nivale* isolates from wheat in the UK during 1993 / D. W. Parry [et al.] // Ann. Appl. Biol. – 1995. – Vol. 126, № 3. – P. 449–455.
16. Evidence of *Microdochium* fungi associated with cereal grains in Russia / T. Yu. Gagkaeva [et al.] // Microorganisms. – 2020. – Vol. 8 (3). – P. 340.
17. Jonavičienė, A. *Microdochium nivale* and *M. majus* ascausative agents of seedling blight in spring cereals / A. Jonavičienė, S. Supronienė, R. Semaškienė // Zemdribyste-Agriculture. – 2016. – Vol. 103, № 4. – P. 363–368.
18. *Microdochium nivale* and *Microdochium majus* in seed samples of Danish small grain cereals / L. K. Nielsen [et al.] // Crop Protection. – 2013. – Vol. 43. – P. 192–200.
19. Low temperature disease caused by *Microdochium nivale*. In: Low temperature plant microbe interaction under snow / A. M. Tronsmo [et al.] // Chapter 5. Hokkaido National Agricultural Experiment Station, 2001. – P. 75–86.

УДК 631.332.635.21(075.8)

Природоохранные технологии интегрированного земледелия при возделывании картофеля: результативность научных изысканий

В. И. Клименко, доктор технических наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 27.05.2022)

В статье представлены результаты многолетних исследований и испытаний инновационных технологий интегрированного земледелия при возделывании картофеля, показаны преимущества способов подготовки почвы под «зелёное удобрение» – предшественник картофеля, основной обработки и культивации, мульчирования почвы, подготовки гряд, гребней и междурядных обработок. Определены возможности использования распылительных систем «Шквал» для обработки клубней семенного картофеля и внесения агрохимикатов способом опрыскивания.

Введение

Наиболее вероятной постиндустриальной направленностью развития земледелия является интегрированное земледелие, позволяющее уменьшить применение минеральных удобрений и пестицидов, снизить энерго- и трудозатраты, а также экологически опасные нагрузки на окружающую среду при получении высоких

The article presents the results of many years of research and testing of innovative technologies of integrated farming in the cultivation of potatoes, shows the advantages of soil preparation methods for "green fertilizer" – the precursor of potatoes, basic soil treatment and cultivation, soil mulching, preparation of seed beds, rows and inter-row treatments. The possibilities of using "Shkval" spray systems for treatment of seed potato tubers and the use of agrochemicals by spraying have been determined.

урожаев. Такое земледелие вобрало (интегрировало) в себя лучшие черты других систем использования земли и приобретает все больше сторонников в мировой науке и практике.

При выращивании сельскохозяйственных культур широко осваивают технологии интегрированного земледелия с рациональным использованием растительных остатков, разработанные за последние десятилетия учёными разных стран [2].

Место и методика проведения исследований

Производственные и хозяйственные испытания технических агрегатов и средств для инновационных технологий интегрированного земледелия проводили посредством лабораторно-полевых экспериментов.

Эксплуатационно-технологические показатели культиватора фрезерного универсального КФУ-3,2 оценивали на полях Полесского института растениеводства (2004–2006 гг.) в Мозырском районе Гомельской области по ТУ 400450339.010-2005 и руководству по эксплуатации на культиваторы фрезерные универсальные КФУ-2,3; КФУ-3,2; КФУ-4,0.

Сравнительные исследования по оценке эксплуатационно-технологических показателей и эффективности культиваторов КГО-3,0 и КГО-3,6 проводили на полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» (2002–2003 гг.) по ТУ 400450339.009-2003 и руководству по эксплуатации на культиваторы-грядообразователи-окучники КГО.

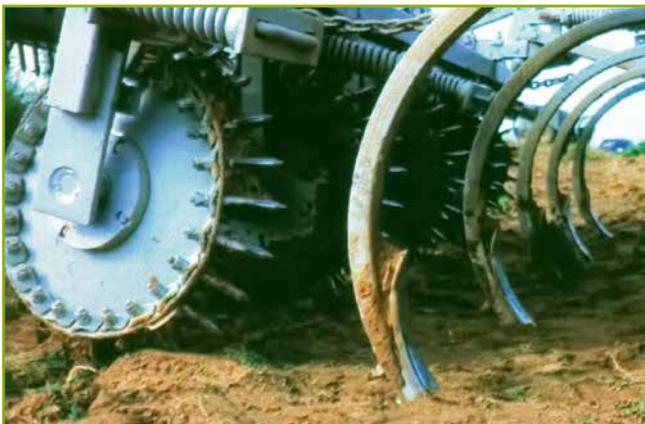
Эффективность распылительной системы «Шквал» оценивали в производственных условиях при протравливании клубней семенного картофеля и при установке на тракторный опрыскиватель для применения агрохимикатов способом опрыскивания.

Для обработки экспериментальных данных использовали статистические методы.

Результаты исследований и их обсуждение

Обработка почвы во все времена была и остаётся фундаментальной основой земледелия. По мнению многих исследователей, правильная и качественная обработка почвы может сформировать до 25 % урожая, а в условиях аномально изменившегося климата сохранить и ещё 25 % урожая!

Безотвальная обработка почвы, особенно минимальная, по сравнению с отвальной менее энерго- и трудозатратна, но её способы и реализующие её рабочие органы сельскохозяйственных машин не соответствуют современным требованиям. Она предполагает применение в значительных объёмах гербицидов, что приводит к удорожанию сельскохозяйственной продукции и увеличивает пестицидную нагрузку на окружающую среду. Выход из этого положения может быть найден в современных технологиях обработки почвы, при которых исключаются операции резания корневищ сорняков, почва разрыхляется и перемешивается с одновременной сепарацией.



Расположение рабочих органов культиватора КГО

Более чем 20-летние исследовательские и практические работы позволили найти новые способы минимальной обработки почвы и разработать новые рабочие органы. Основой таких способов стали операции рыхления и перемешивания почвы. Для их выполнения разработаны комбинированные рабочие органы – горизонтальные и фронтальные низкоскоростные фрезы, которые раздавливают комки, рыхлят и сепарируют почву, отделяют от нее сорняки, вычёсывая их. Они работают с низкой линейной скоростью (8–20 км/ч), поскольку приводятся во вращение от сцепления с почвой. Это позволяет в сравнении с высокоскоростным фрезерованием (привод от ВОМ трактора) уменьшить энергозатраты на культивацию почвы в 2 раза и более.

Создание таких комбинированных рабочих органов позволило разработать шлейф лёгких навесных сельскохозяйственных машин нового поколения для тракторов «Беларус» и других энергосредств. Характерная особенность этих машин (культиваторов фрезерных универсальных – КФУ-3,2; КФУ-4,0; КФУ-7,3; КФУ-7,8) – наличие блоков низкоскоростных фрез и мощных рыхлителей, представляющих собой дугообразные лапы, установленные на жёсткоупругих стойках. Универсальность этой техники в том, что она за один проход агрегата выполняет операции лущения, дискования, основной обработки, культивации почвы и подготовки семенного ложа. При этом обеспечивается необходимая глубина обработки почвы (с эффективным мульчированием поверхности): при лущении – 5–7 см, при культивации – 8–17 см, при основной безотвальной обработке – 18–23 см. По своему назначению культиваторы типа КФУ – многофункциональные комбинированные агрегаты на основе чизельного плуга, сокращающие в 2–3 раза сроки и затраты на проведение полевых работ.

По данным исследований и производственных испытаний, проведенных в Полесском институте растениеводства, затраты энергоресурсов на обработке почвы культиваторами типа КФУ по сравнению с использованием стандартных чизельных агрегатов уменьшаются в 2,2–2,8 раза, по сравнению с традиционной технологией с применением вспашки – в 2,8–3,5 раза. При этом осенью в почву качественно заделываются стерня, измельченная солома и пожнивные остатки.

Эти данные подтверждают государственные приёмоочные испытания Белорусской МИС и Кировской МИС (Российская Федерация). При испытаниях особо подчеркивалось, что горизонтальные низкоскоростные фрезы крошат пласт почвы до частиц размером меньше 50 мм (98,6 %), а 84,1 % почвы крошится до частиц размером менее 10 мм, наиболее благоприятных для роста и развития растений.

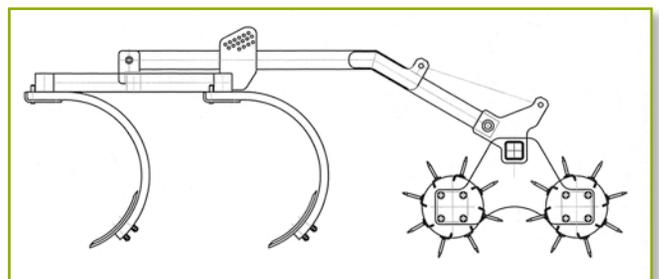


Схема расположения рабочих органов культиватора КФУ

Благодаря возможности поверхностной обработки почвы новые культиваторы позволяют значительно увеличить площади выращивания растений на сидерат. При изучении влияния способов обработки дерново-подзолистой почвы на урожайность пожнивных крестоцветных [3, 4], являющихся наилучшим предшественником под картофель, а также ярового ячменя, было установлено, что лущение стерни с подготовкой семенного ложа на глубину 5–6 см за один проход агрегата под пожнивный посев редьки масличной на зеленое удобрение обеспечило максимальную прибавку урожая зеленой массы с 1 га – до 39,7 % (таблица 1, 2004 г.) в сравнении с дискованием БДТ-3,0 и предпосевной обработкой почвы агрегатом АКШ-3,6 (эталон). При использовании КФУ средняя урожайность редьки масличной на зеленую массу за 3-летний период исследований составила 21,8 т/га (таблица 1), в то время как при традиционной технологии – 19,9 т/га, то есть превышение урожайности составило в среднем 9,5 %. Одновременно с прибавкой урожая зеленой массы получена экономия топлива – 70,4 % на каждом гектаре посева (таблица 2).

На яровом ячмене как предшественнике под картофель энергозатраты в сравнении с традиционной технологией (вспашка + АКШ) уменьшились в 3,2 раза, а трудозатраты – в 2,96 раза при одинаковой урожайности.

При практическом использовании культиватора фрезерного универсального КФУ-7,3 в КСУП «Экспериментальная база Гомельская» Гомельского района (2004 г.) для лущения с образованием мульчи, подготовки почвы под посев озимых зерновых и подъема зяби его общая наработка в осенний период составила 1348 га, а средняя сменная производительность (при работе в одну смену) – 40–50 га. Впервые за 20 лет подъем зяби был выполнен в запланированном объеме и с высоким качеством.

В технологии возделывания картофеля значительное внимание уделяется новым способам подготовки гряд, гребней и междурядным обработкам, которые обеспечиваются культиваторами-грядообразователями-окучниками КГО-3,0; КГО-3,6; КГО-3,0Г; КГО-3,6Г [5].

Культиватор-грядообразователь-окучник работает следующим образом. Каждый окучник устанавливается по центру междурядья, при движении культиватора рыхлитель-щелеобразователь каждого окучника рыхлит почву по центру междурядья и образует щель в почве глубиной 0,03–0,2 м. Эта щель разделяется с помощью правого и левого дисков-загортачей окучника с рыхлящими элементами у кромок дисков. Процесс разделки

щелей осуществляется, когда каждый диск-загортач в результате сцепления с почвой его рыхлящих элементов вращается при поступательном перемещении культиватора. При этом рыхлящие элементы входят в почву в зоне щели у центра междурядья, образуютной поступательно перемещающимся рыхлителем-щелеобразователем. В процессе вращения диска-загортача рыхлящие элементы измельчают почву в зоне щелей по всей ширине междурядий и боковин гребня и, сообщая при этом микрокомкам измельченной почвы скорость в направлении вершины гребня и по ходу перемещения культиватора, одновременно выбрасывают измельченную почву на вершину гребня. Попавшая на поверхность вращающегося диска-загортача почва под воздействием центробежных сил подается на рыхлящие элементы, которыми измельчается и укладывается в гребень. Идущие за дисками-загортачами планчато-зубовые рыхлители (горизонтальные низкоскоростные фрезы) рыхлят и перемешивают почву на глубину 5–7 см, сепарируют её, отделяя сорняки от почвы, или «укладывают» их в верхний слой почвы, где лишенные света они погибают.

Исследованиями, проведенными в НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству, подтверждено, что создаваемая при обработках культиваторами-грядообразователями-окучниками КГО-3,0 и КГО-3,6 структура почвы позволяет повышать урожайность картофеля до 15 %, эффективно подавлять сорные растения, уменьшать потери клубней за комбайном, а также уменьшать в 2 раза количество примесей в ворохе убранный картофеля [6, 9].

Приведенные выше технологические процессы обработки почвы, семейство культиваторов фрезерных универсальных нового поколения КФУ-2,3; КФУ-3,2; КФУ-4,0; КФУ-7,3; КФУ-7,8 и семейство культиваторов-грядообразователей-окучников КГО-3,0; КГО-3,0Г; КГО-3,6; КГО-3,6Г содержат 41 изобретение, защищены патентами Республики Беларусь (№ 2052, № 4081, № 4167, № 4168, № 4219, № 4581, № 6772, № 6881, № 6911 и др.) и Российской Федерации (№ 2125783, № 2130241, № 2200376, № 2222126, № 2222131, № 2229778 и др.).

Новые технологические приемы обработки почвы и культиваторы, с помощью которых они осуществляются, прошли испытания в хозяйствах всех областей Беларуси, Кировской и Брянской областей России, а также успешно прошли государственные приемочные испытания, рекомендованы к серийному производству и успешно работают в указанных регионах с 2003 г. и по настоящее

Таблица 1 – Урожайность редьки масличной на зеленую массу в зависимости от способов обработки почвы

Способ обработки почвы	Урожай зеленой массы				
	2004 г.	2005 г.	2006 г.	среднее	
	т/га				%
Обработка БДТ, 10–12 см + АКШ-3,6 (эталон)	14,1	21,9	23,7	19,9	100
Обработка КФУ-3,2, 10–12 см	19,7	20,6	25,1	21,8	109,5

Таблица 2 – Экономия топлива в зависимости от способов обработки почвы под посев редьки масличной на зеленую массу

Способ обработки почвы	Расход топлива		Экономия топлива, %
	кг/га	%	
Дискование БДТ-3, 10–12см + АКШ-3,6 (эталон)	15,9	100	–
Обработка КФУ-3,2, 10–12 см	4,7	29,6	70,4

время. Для широких хозяйственных испытаний всего было выпущено серийно более 500 культиваторов фрезерных универсальных семейства КФУ для обработки почвы, более 600 культиваторов-грядообразователей-окучников семейства КГО, внедрение которых в Республике Беларусь и Российской Федерации подтвердило результативность научных изысканий по техническому обеспечению природоохранных технологий интегрированного земледелия при возделывании картофеля.

В комплекс машин для интегрированного земледелия «Славянская технология» входит также распылительная система «Шквал», устанавливаемая на протравливатель семян ОПС-1А [7, 8] (испытания прошли успешно на Белорусской МИС и в 70 хозяйствах Беларуси). Производственные испытания экспериментальной камеры протравливания клубней семенного картофеля проводили в условиях колхоза им. Суворова Минской области [9]. В качестве исходного материала использовали сорта картофеля белорусской селекции Явар, Орбита, Верба. Испытания были проведены в сравнении с оборудованием ОПС-1, разработанным РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» (бывший ЦНИИ МЭСХ). Согласно представленным в таблице 3 результатам испытаний, использование распылительной системы «Шквал» позволяет уменьшить количество наносимого на поверхность клубней препарата ТМТД в 9 раз, что экономично и резко уменьшает загрязнение окружающей среды при обеспечении качества обработки.

Производственные испытания (1999–2003 гг.) показали [10], что распылительная система «Шквал», устанавливаемая на универсальный тракторный опрыскиватель ОУК-24–80, позволяет обрабатывать пестицидами, в том числе и препаратами семейства «Полиазофос», картофель, плодовые и овощные культуры, вносить ЖКУ, дезинфицировать животноводческие и складские помещения и прилегающие территории.

Заключение

По результатам проведенных исследований и испытаний можно сделать следующие выводы.

1. Использование культиваторов типа КФУ при выращивании сидерата – редьки масличной и последующей зяблевой обработке почвы культиватором КФУ под картофель позволяет при повышении урожайности уменьшить ресурсные затраты более чем в 2 раза, а экономия топлива составляет 70,4 % в сравнении с традиционной технологией.

2. Использование при возделывании картофеля культиваторов типа КГО в сравнении с культиваторами КОН-2,8 традиционной технологии позволяет повышать урожайность картофеля до 15 %, эффективно подавлять

сорные растения, уменьшать потери клубней за комбайном, а также уменьшать в 2 раза количество примесей в ворохе убранный картофеля.

3. Использование распылительных систем «Шквал» обеспечивает уменьшение количества пестицидов, наносимых на поверхность семенных клубней и вегетирующих растений, что экологично.

4. Перспективность изложенных технологий интегрированного земледелия подтверждена использованием их на протяжении 20 последних лет во всех областях Республики Беларусь, Брянской, Кировской и других областях Российской Федерации.

5. Для получения наибольшего эффекта от использования природоохранных технологий интегрированного земледелия необходимо применять их не по одному элементу, а комплексно, начиная с экономически стабильных опорных хозяйств, например, для начала хотя бы по одному хозяйству в каждой из областей Республики Беларусь. При этом необходимо более широко использовать при возделывании картофеля комбинированную обработку почвы, разумно сочетающую операции современной безотвальной обработки и вспашки.

Литература

1. Материалы белорусско-голландского семинара по картофелеводству / L. A. Van Hogendorp, Paul C. M. Van Eijck. – Минск, 1998. – 42 с.
2. Системы и методы рационального землепользования. – Monsanto: «Айова Экспорт-Импорт США», 1999. – 185 с.
3. Клименко, В. И. Новый блок комбинированных рабочих органов для культивации почвы / В. И. Клименко // Картофель и овощи. – 2007. – № 8. – С. 20–21.
4. Семеновко, Н. Н. Промежуточные культуры – важнейший фактор интенсификации почвозащитного земледелия на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья / Н. Н. Семеновко, П. П. Крот // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 1. – С. 13–19.
5. Устройство для подготовки семенного ложа и междурядных обработок: пат. 4168 / В. И. Клименко. – Оpubл. 30.12.2001.
6. Отчет о научно-исследовательской работе по заданию «Установить эффективность приемов предпосадочной и междурядной обработки почвы при возделывании картофеля на дерново-подзолистых среднесуглинистых, супесчаных и торфяных почвах» / БелНИИ картофелеводства. – Самохваловичи, 2000. – 9 с.
7. Клименко, В. И. Обработка семенного картофеля защитно-стимулирующими препаратами в лотковой камере протравливания: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В. И. Клименко. – Горки: БГСХА, 1993. – 237 л.
8. Клименко, В. И. Механизация обработки семенного картофеля / В. И. Клименко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1989. – № 5. – С. 13–14.
9. Клименко, В. И. Ресурсоэффективная технология и машины для возделывания картофеля / В. И. Клименко. – УО БелГУТ, 2009. – 211 с.
10. Устройство для распыления жидкого вещества: пат. 2131783 / В. И. Клименко. – Оpubл. 20.06.1999.

Таблица 3 – Показатели протравливания клубней семенного картофеля

Показатель	Значение показателя		
	по техническому заданию	испытываемые машины	
		ОПС-1	ОПС-1А
Установочная норма расхода рабочей жидкости, м ³ /кг	–	4,0 × 10 ⁻⁶	0,5 × 10 ⁻⁶
Фактическая норма расхода рабочей жидкости, м ³ /кг	–	3,6 × 10 ⁻⁶	0,4 × 10 ⁻⁶
Производительность, кг/с	6,9	6,94	6,94
Полнота протравливания, %	100 ±20	120	99
Повреждение клубней (с учетом погрузки в тару), %	не более 2	0,5	0,5

Семинар-совещание по организации проведения уборочной кампании и сева озимых культур в 2022 году

15 июля 2022 года, в соответствии с решением Председателя Президиума НАН Беларуси Гусакова В. Г., на базе РПУП "Устье" НАН Беларуси" состоялся семинар по организации проведения уборочной кампании текущего года и сева озимых культур.

В семинаре приняли участие руководители и агрономы Оршанского агропромышленного объединения, представители Управления по сельскому хозяйству и продовольствию Оршанского райисполкома, руководители сельскохозяйственных предприятий ОАН НАН Беларуси.



На сегодняшний день потенциал урожайности многих сортов и гибридов зерновых достигает 100 ц/га. На практике в хозяйствах получают урожай в два-три раза меньше. Полностью реализовать потенциал сортов и гибридов сложно и вместе с тем вполне реально. В значительной степени основой будущего урожая является качественная подготовка почвы, соблюдение сроков сева и технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

На семинаре-совещании с учётом особенностей нынешнего года были рассмотрены вопросы подготовки техники и организации проведения технологических этапов уборки и сева озимых культур.

На семинаре-совещании выступили ведущие ученые научных организаций Национальной академии наук.

Заведующий отделом механизации возделывания сельскохозяйственных культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», кандидат технических наук, **Лепешкин Николай Данилович** рассказал участникам семинара об *основных мероприятиях, позволяющих повысить качество и снизить ресурсопотребление при проведении работ по осеннему севу и регулировке сельскохозяйственной техники для уборки, сушки и доработке зерна, обработки почвы и сева.*



Об особенностях уборки озимого рапса в сложившихся условиях текущего года и подготовке к севу под урожай 2023 года участникам семинара рассказала руководитель отдела масличных культур РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», доктор с.-х. наук, доцент **Пилюк Ядвига Эдвардовна**.

Руководитель лаборатории тритикале РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», кандидат с.-х. наук, доцент, **Буштевич Виктор Николаевич** ознакомил присутствующих с *особенностями уборки зерновых колосовых культур в условиях текущего года и основными мероприятиями по осеннему севу.*



Главный научный сотрудник РУП «Институт защиты растений», доктор с.-х. наук, профессор **Сорока Сергей Владимирович** выступил с докладом «*Особенности уборки полеглых и сильно засоренных посевов, применение десикантов*».

Подвел итоги директор РУП "Институт льна", академик НАН Беларуси, доктор с.-х. наук, профессор И. А. Голуб.

Для получения консультации по вопросам уборки и сева сельскохозяйственных растений можно обращаться по телефонам:

Зерновые колосовые культуры – Буштевич Виктор Николаевич 8 (029) 613-41-38;

Рапс – Пиллюк Ядвига Эдвардовна 8 (029) 613-38-93;

Защита растений – Сорока Сергей Владимирович 8 (029) 699-23-38;

Подготовка техники – Лепешкин Николай Данилович 8 (017) 281-68-11.

К 90-летию со дня рождения академика ВАСИЛИЯ НИКОЛАЕВИЧА ШЛАПУНОВА

*Нет более быстрого пути к овладению знаниями,
чем искренняя любовь к мудрому учителю.*

Сюньцзы

Афоризм древнекитайского философа Сюньцзы, положенный в качестве эпитафии, как ничто лучше характеризует талантливейшего ученого-педагога Василия Николаевича Шлапунова, подготовившего 27 кандидатов и двух докторов сельскохозяйственных наук в области кормопроизводства. Даже слово «подготовившего» для Василия Николаевича является несколько сухим, казенным, не совсем подходящим. Больше подойдет – взрастившего. Потому что для каждого своего ученика, а их одновременно могло быть до шести, он находил личное время, которого у руководящего работника, в течение 30 лет проработавшего заместителем директора ведущего научного учреждения страны, как известно, мало, отдавая не только свои знания, но и вкладывая свою душу. Характерной особенностью Василия Николаевича было умение слушать, направлять собеседника на путь к истине без авторитарного решения и диктата. Таким талантом может обладать только профессионал, мастер своего дела, многогранная и яркая личность. Поэтому работать с Василием Николаевичем было просто и интересно. Он всегда видел перспективу, четко ставил задачи, помогал поверить в себя, ценил оригинальные идеи и трудолюбие.

За плечами у Василия Николаевича был долгий и нелегкий жизненный путь. Он родился 30 июля 1932 г. в деревне Белая Дуброва Костюковичского района Могилевской области. Окончив семь классов, поступил в Марьиногорский сельскохозяйственный техникум, после окончания которого в 1950 г. был направлен на должность участкового агронома Мостовской машинно-тракторной станции Гродненской области. С 1953 г., после демобилизации из армии, работал участковым агрономом Костюковичской МТС Могилевской области, а с 1956 г. – за-



ведущим Давид-Городокским госсортоучастком в Брестской области. Здесь, по словам юбиляра, он получил хорошие навыки методики проведения полевых опытов, анализа полученных результатов.

В 1960 г. по окончании (заочно) Белорусской сельскохозяйственной академии назначен начальником Пинской райсельхозинспекции, затем главным государственным инспектором по закупкам сельхозпродуктов по Пинскому району.

Дальнейшая полувековая научная деятельность Василия Николаевича связана с Белорусским научно-исследовательским институтом земледелия и Научно-практическим центром НАН Беларуси по земледелию. Научную и педагогическую деятельность на протяжении 60 лет работы В. Н. Шлапунов посвятил теоретическому и экспериментальному обоснованию путей и способов решения актуальной проблемы производства и улучшения качества кормов.

В 1962–1964 гг. он обучался в аспирантуре при Белорусском НИИ земледелия. После ее окончания с 1965 по 1970 г. – старший научный сотрудник, а затем на протяжении 30 лет (1970–2000 гг.) – заместитель директора по научной работе Белорусского НИИ земледелия и по совместительству заведующий лабораторией промежуточных культур, затем однолетних трав. В 2001–2005 гг. – заведующий отделом полевого кормопроизводства, с 2005 г. – главный научный сотрудник РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Основное направление научной деятельности В. Н. Шлапунова – кормопроизводство. Его кандидатская диссертация «Влияние предпосевной обработки семян и других агротехнических приемов на полевую всхожесть, рост, развитие и урожай кукурузы» была посвящена этой проблеме.

После аспирантуры работал по селекции кукурузы, где вел раздел по повышению холодостойкости кукурузы с использованием химических и физических мутагенов.

История кукурузосеяния в Беларуси в отличие от других культур изобилует взлетами и падениями. Так, например, если в 1957 г. было посеяно кукурузы 200 тыс. га, в 1962 г. – 736 тыс., то в 1967 г. – 138 тыс. га. Причины таких колебаний, как отмечал В. Н. Шлапунов, – административные перегибы, особенно в 50–60 гг. прошлого столетия, низкий уровень интенсификации сельскохозяйственного производства, отсутствие холодостойких раннеспелых гибридов кукурузы, приспособленных к условиям Беларуси.

В связи с этим в начале 1980-х годов В. Н. Шлапунов с сотрудниками своей лаборатории организует совместную с селекционерами Молдавского института кукурузы и сорго работу по созданию гибридов кукурузы для условий Беларуси. Результатом этой работы было создание белорусско-молдавских гибридов (Бемо 160 МВ, Бемо 181 СВ, Бемо 172 СВ) с семеноводством в Молдове.

Однако после распада СССР обострилась проблема импорта семян кукурузы, что привело к резкому сокращению ее посевов – с 430 тыс. га в 1990 г. до 160 тыс. га в 1995 г. В этих условиях В. Н. Шлапунов организует селекцию кукурузы в Белорусском НИИ земледелия и кормов с целью создания отечественных гибридов с возможным выращиванием собственных семян. Непосредственно селекционный процесс поручает только что окончившему Белорусскую сельскохозяйственную академию научному сотруднику отдела Л. П. Шиманскому. Под руководством и с участием Василия Николаевича впервые созданы белорусские гибриды Белиз, Полесский 195 СВ, Полесский 212 СВ и другие с урожайностью до 170–180 ц/га сухого вещества. Одновременно организуется сотрудничество с селекционерами Украины. В итоге – включение в Государственный реестр сортов Республики Беларусь более 20 гибридов кукурузы и награждение Премией трех Академий наук Беларуси, Молдовы и Украины за создание и внедрение в производство новых высокопродуктивных гибридов кукурузы.

Под руководством и при непосредственном исполнении В. Н. Шлапунова разработаны и внедрены в производство усовершенствованные технологии возделывания кукурузы на силос, зерно и семена.

Научно обоснована возможность и экономическая целесообразность возделывания на силос, сенаж и зеленый корм однолетних 2–3-укосных бобово-злаковых агрофитоценозов с продуктивностью до 100 ц/га к. ед. без применения азотных удобрений или при минимальных дозах их внесения.

Разработаны экономически эффективные технологии производства зерносенажа из одновидовых и смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур, обеспечивающих увеличение продуктивности на 20–25 %.

Усовершенствованы технологии возделывания озимого и ярового рапса, озимой сурепицы, редьки масличной, подсолнечника на корм и маслосемена, галеги восточной, клевера лугового и гибридного, райграса однолетнего, эспарцета песчаного, лядвенца рогатого на корм и семена, включенные в рекомендации производству и отраслевые технологические регламенты.

Обоснованы зональные системы зеленого конвейера для крупного рогатого скота на пастбищный период.

Разработана система производства кормов в поукосных, пожнивных, озимых и подсеваемых промежуточных посевах, обеспечивающая повышение реализации биоклиматического потенциала на 18–20 % и увеличение продуктивности гектара за счет получения 2–3-х урожаев в год на 25–30 %. По результатам этих исследований во Всесоюзном НИИ кормов Василием Николаевичем в 1987 г. защищена докторская диссертация: «Кормовые культуры в промежуточных посевах и технологии их возделывания в Белоруссии».

С 2014 г. Василий Николаевич Шлапунов выполнял исследования по совершенствованию технологии возделывания ценной высокобелковой культуры – люцерны, площади под которой в нашей стране к настоящему времени возросли до 250 тыс. га, и это далеко не предел. Проводимые под его руководством опыты в центральной и южной зонах страны позволили установить оптимальные варианты покровного и беспокровного

посева люцерны, сроки сева, уборки покровных культур – ячменя, овса и горохо-овсяной смеси на зеленую массу, зерносенаж или зерно.

Особое внимание заслуживает рекордный срок работы В. Н. Шлапунова в должности заместителя директора по научной работе на протяжении 30 лет. Работа в научно-методических комиссиях, ученом совете Института земледелия, участие в совещаниях в институте, Министерстве сельского хозяйства, Западном отделении ВАСХНИЛ, сельхозотделе ЦК КПБ вплоть до участия в заседании Бюро ЦК КПБ, которое проводил П. М. Машеров, требовали постоянно быть в творческой форме и работать в полную силу.

Василия Николаевича как исследователя и организатора аграрной науки отличали скрупулезность и аналитический подход при обсуждении и принятии решений по организационным и научно-исследовательским вопросам. Ему было присуще умение проникнуть в сущность проблемы, рассмотреть ее с разных сторон, что обеспечивало верное принятие вносимых им предложений.

Важно отметить присущий В. Н. Шлапунову талант дипломата, способного в сложных ситуациях предложить взаимоприемлемый вариант решения проблемного вопроса. Это качество сполна проявилось у него в должности председателя экспертно-консультационного совета РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Василием Николаевичем **опубликовано более 400 научных трудов**, в том числе **монографий, книг, учебников для вузов – 37**: «Полевое кормопроизводство», «Кукуруза», «Кормовое поле Беларуси», «Кормопроизводство» и др.

Признанием большого вклада в развитие сельскохозяйственной науки явилось присвоение В. Н. Шлапунову ученого звания профессора, избрание академиком Академии аграрных наук Республики Беларусь (1996 г.), академиком Национальной академии наук Беларуси (2003 г.), иностранным членом Национальной академии аграрных наук Украины (1999 г.), почетным доктором Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.

Научные разработки Василия Николаевича были включены Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь в отраслевые рекомендации производству и технологические регламенты, широко используются в учебном процессе агрономических факультетов высших и средних учебных заведений.

За весомый вклад в развитие науки и внедрение разработок в сельскохозяйственное производство Василий Николаевич **был награжден медалью «За трудовую доблесть», орденом «Знак Почета», почетными грамотами Правительства, а в день 85-летия – Золотой медалью Национальной академии наук Беларуси.**

Академик В. Н. Шлапунов пользовался заслуженным авторитетом и признанием среди ученых аграрной науки в стране и за ее пределами. Его знали и помнят специалисты и руководители сельскохозяйственных предприятий. Коллектив отдела, которому посчастливилось работать непосредственно с Василием Николаевичем, благодарен ему за доброту, отзывчивость, душевное, внимательное отношение к каждому работнику. Василий Николаевич не страдал «звездной болезнью» и не только интересовался, но и принимал активное участие в научной работе и общественной жизни Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Василий Николаевич, обладая богатым жизненным опытом, энциклопедическими знаниями и мудростью, был лучшим советчиком во всех проблемных делах коллектива центра, отличный собеседник. Его способность помочь, разделить чужую беду – драгоценный талант Великого Человека!

К сожалению, жизненный путь нашего дорогого Василия Николаевича завершился менее года назад. Благодарность и светлая память о нем навсегда останутся в наших сердцах!

Ф. И. Привалов, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси

С. И. Гриб, доктор с.-х. наук, профессор, академик НАН Беларуси

Н. Ф. Надточаев, кандидат с.-х. наук, доцент