

# Земледелие и Растениеводство

Научно-практический журнал



№ 4 (137),  
2021

Для большого урожая  
немного НАНО!



оцени глубину  
проникновения  
МЭ

Протего Макс, МЭ<sup>NEW\*</sup> Бенефис, МЭ  
Поларис, МЭ Скарлет, МЭ  
Тебу 60, МЭ

[www.betaren.ru](http://www.betaren.ru)



**ЩЕЛКОВО  
АГРОХИМ**

*\* новый российский продукт*

Реклама

Представительство в Республике Беларусь 220030, г. Минск, пр-т Независимости, д. 11, корп. 2, оф. 408, 212.  
Тел./факс: 8 (017) 209-95-70, 209-94-23; тел. 209-90-10 E-mail: schelkovominsk@mail.ru

# Земледелие и Растениеводство

Научно-практический журнал

№ 4 (137)

июль– август 2021 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Crop farming and plant growing  
Scientific-Practical Journal

№ 4 (137)

July–August 2021

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

## ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

## НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

**В. Н. Шлапунов,** академик НАН Беларуси,  
*РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»*



## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- А. С. Анженков,** кандидат технических наук, директор *РУП «Институт мелиорации»*;  
**Т. М. Булавина,** доктор с.-х. наук, *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»*;  
**И. А. Голуб,** академик НАН Беларуси, директор *РУП «Институт льна»*;  
**С. И. Гриб,** академик НАН Беларуси, *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»*;  
**В. В. Лапа,** академик НАН Беларуси, директор *РУП «Институт почвоведения и агрохимии»*;  
**Д. В. Лужинский,** кандидат с.-х. наук, заместитель генерального директора *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»* по науке;  
**Э. П. Урбан,** член-корреспондент НАН Беларуси, заместитель генерального директора *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»* по науке;  
**Л. П. Шиманский,** кандидат с.-х. наук, директор *РУП «Полесский институт растениеводства»*

В НОМЕРЕ		IN THE ISSUE
На тему дня		On the topic of day
Лапа В. В., Жабровская Н. Ю. Институту почвоведения и агрохимии – 90 лет	3	Lapa V. V., Zhabrovskaya N. Yu. Institute of Soil Science and Agrochemistry is 90 years old
Сорока С. В. Институту защиты растений – 50 лет	6	Soroka S. V. Plant Protection Institute is 50 years old
Агротехнологии		Agrotechnologies
Лукашевич Н. П., Шлома Т. М., Ковалева И. В., Коваль И. М., Шимко И. И. Продуктивное долголетие многолетних кормовых агрофитоценозов	8	Lukashevich N. P., Shloma T. M., Kovaleva I. V., Koval I. M., Shimko I. I. Productive longevity of perennial fodder agrophytocenoses
Чирко Е. М., Гончаревич Т. В. Влияние аэродинамического фракционирования семян на урожайность зеленой массы суданской травы	11	Chirko E. M., Goncharevich T. V. Influence of aerodynamic seeds fractionation on Sudan grass green mass yield

Агрохимия		Agrochemistry
✍ Мезенцева Е. Г., Кулеш О. Г., Симанков О. В. Урожайность и качество маслосемян ярового рапса в зависимости от систем удобрения и погодных условий	15	✍ Mezentseva E. G., Kulesh O. G., Simankov O. V. Yield and quality of spring rapeseeds depending on fertilization systems and weather conditions
✍ Седукова В. Г., Кристова Н. В., Исаченко С. А. Урожайность и параметры перехода <sup>90</sup> Sr в зелёную массу сорго сахарного при разных системах удобрений и условиях увлажнения вегетационного периода	20	✍ Sedukova V. G., Kristova N. V., Isachenko S. A. Yield and parameters of <sup>90</sup> Sr transition into sweet sorghum green mass under different fertilization systems and weather conditions
✍ Мосур С. С., Журавский А. С., Вильдфлуш И. Р. Экономическая эффективность применения органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста при возделывании кукурузы на зерно и зелёную массу	23	✍ Mosur S. S., Zhuravsky A. S., Wildflush I. R. Economic efficiency of organic, macro- micronutrient fertilizers and growth regulator application in corn cultivation for grain and green mass
✍ Сироштан А. А., Заима А. А., Кавунец В. П., Дубовик Д. Ю. Влияние микроудобрения на посевные качества семян и урожайность пшеницы озимой	26	✍ Siroshstan A. A., Zaima A. A., Kavunets V. P., Dubovik D. Yu. Influence of micronutrient fertilization on sowing quality of winter wheat seeds and yield
Защита растений		Plant protection
✍ Булавин Л. А., Гвоздов А. П., Кранцевич В. Д., Белановская М. А., Пынтиков С. А. Влияние гербицидов на засоренность посевов и урожайность кукурузы	29	✍ Bulavin L. A., Gvozdov A. P., Krantsevich V. D., Belanovskaya M. A., Pyntikov S. A. Herbicides influence on crops weed infestation and corn yield
✍ Крупенько Н. А., Радына А. А., Халаев А. Н., Жукковский А. Г. Протравители для защиты ярового ячменя от болезней	33	✍ Krupenko N. A., Radyna A. A., Khalaev A. N., Zhukovsky A. G. Seed dressers for spring barley protection against the diseases
✍ Запрудский А. А., Яковенко А. М., Привалов Д. Ф., Белова Е. С. Роль протравителей семян в защите кормовых бобов от болезней	38	✍ Zaprudsky A. A., Yakovenko A. M., Privalov D. F., Belova E. S. The role of seed dressers in fodder beans protection against the diseases
✍ Волчкевич И. Г., Халаева В. И., Попов Ф. А., Вабищевич В. В. Оценка эффективности фунгицида Купроксат, КС в защите пасленовых культур от болезней	42	✍ Volchkevich I. G., Khalaeva V. I., Popov F. A., Vabishchevich V. V. Evaluation of Cuproxate, SC efficiency for nightshade family crops protection against the diseases
Льноводство		Flax growing
✍ Прудников В. А., Степанова Н. В., Чуйко С. Р. Применение гербицидов в период вылежки льняной соломы для получения стланцевой тресты с нормативной засоренностью	45	✍ Prudnikov V. A., Stepanova N. V., Chuiko S. R. Herbicides application in flax straw maturation period for obtaining retting flax stock with the normative weediness
Овощеводство		Vegetable growing
✍ Степура М. Ф. Влияние минеральных удобрений и вермикомпоста на содержание хлорофилла, каротиноидов, биохимические показатели и урожайность овощных культур	48	✍ Stepuro M. F. Influence of mineral fertilizers and vermicompost on the content of chlorophyll, carotenoids, biochemical parameters and vegetable yield Information
Информация		Information
✍ Владимир Григорьевич Иванюк (к 80-летию со дня рождения)	52	✍ Vladimir Grigorievich Ivanyuk (on the occasion of his 80 <sup>th</sup> Birthday)
✍ Светлой памяти Василия Николаевича Шлапунова	54	✍ To the blessed memory of Vasily Nikolaevich Shlapunov
✍ Светлой памяти Нины Николаевны Колядко	55	✍ To the blessed memory of Nina Nikolaevna Kolyadko

**Журнал «Земледелие и растениеводство»  
входит в перечень ВАК Беларуси для публикации  
научных трудов соискателей ученых степеней**

# ИНСТИТУТУ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ – 90 ЛЕТ

*В. В. Лапа, доктор с.-х. наук, Н. Ю. Жабровская  
Институт почвоведения и агрохимии*



**Институт почвоведения и агрохимии –  
современное научное учреждение, формирующее новое знание  
о плодородии почв, его сохранении и повышении**

Потенциал института во многом определяется интеллектуальными традициями, сложившимися много десятилетий назад. Институт является одним из старейших институтов Национальной академии наук Республики Беларусь. В 1925 г. на базе Белорусского и Горецкого сельскохозяйственных институтов была создана Белорусская сельскохозяйственная академия, где в дальнейшем при кафедре почвоведения по предложению Я. Н. Афанасьева создается научно-исследовательская лаборатория Академии наук БССР, которая стала руководящим центром почвенных исследований, проводимых на территории республики. Эту лабораторию по праву можно считать началом создания современного Института почвоведения и агрохимии. У истоков формирования почвенных и агрохимических исследований как особой, самостоятельной области знаний, а также создания специального научного учреждения, постоянно и целенаправленно ведущего разработку этого направления, стояли известные белорусские ученые О. К. Кедров-Зихман, Г. И. Протасеня, П. П. Роговой, А. Г. Медведев, С. Н. Иванов, В. М. Пилько, Н. П. Булгаков, В. Н. Четвериков, А. Н. Урсолов, Б. Б. Бельский, П. А. Кучинский, А. М. Галковский, В. И. Шемпель, И. М. Курбатов, В. И. Пашин и др.

**В марте 1931 г.** Президиум Белорусской академии наук принял решение о преобразовании Кафедры почвоведения АН БССР и Центральной агрохимической лаборатории Наркомзема БССР в Научно-исследовательский агропочвенный институт (Протокол № 9 заседания Президиума Белорусской академии наук от 29.03.1931).

Работу по организации института возглавил академик АН БССР Яков Никитич Афанасьев – первый директор института (1931–1938).

В созданном институте были продолжены исследования лаборатории. Вместе с тем было расширено направление по изучению применения удобрений в целях повышения плодородия почв.

По предложению Комиссариата земледелия БССР Постановлением Совета народных комиссаров **в 1933 г.** Институт агропочвоведения АН БССР и Институт удобрений и агропочвоведения Наркомзема БССР были объединены в Институт агропочвоведения и удобрений АН БССР, директором которого был назначен Я. Н. Афанасьев.

Сельское хозяйство остро нуждалось в разработке мероприятий по подъему земледелия, в ускорении темпов изучения природных ресурсов республики и изыскания приемов эффективного их использования.



**Лапа Виталий Витальевич,**  
академик НАН Беларуси,  
директор Института  
почвоведения и агрохимии

Сектором химизации были организованы крупномасштабные исследования химического состава почв, которые сопровождались постановкой полевых опытов по изучению эффективности минеральных и местных удобрений. **С 1932 по 1937 г.** были проведены большие работы по крупномасштабному почвенно-агрохимическому исследованию ряда хозяйств. В результате проведенной научно-исследовательской работы к 1936 г. были составлены почвенные карты для всей территории БССР в 10- и 30-километровом масштабе и свыше 400 агропочвенных планов колхозов и совхозов.

С целью расширения объема и углубления исследований в области земледелия, растениеводства, животноводства **в начале 1938 г.** по решению бюро ЦК КПБ, Правительства республики и постановления Президиума АН БССР

(21/3) на базе Института агропочвоведения и удобрений АН БССР организован Институт социалистического сельского хозяйства, в состав которого были переданы отдел сельскохозяйственного использования торфа из Института торфа, группы животноводства и борьбы с сорняками из Института биологии АН БССР. Решением Президиума АН БССР (1938 г.) директором института назначен кандидат химических наук С. Н. Иванов, в 1939 г. директором был назначен кандидат с.-х. наук А. Н. Урсолов.

Основными направлениями деятельности Института социалистического сельского хозяйства АН БССР стала разработка теоретических и практических вопросов в области агропочвоведения, агрономической и физической химии, агротехники, животноводства, экономики и организации сельского хозяйства. Задачи, поставленные перед учеными, состояли в создании условий для получения высоких, устойчивых урожаев, повышения производительности сельскохозяйственных животных и организации труда в аграрном производстве.

**В 1940 г.** по инициативе и на средства Института социалистического сельского хозяйства АН БССР проведена серия опытов с сахарной свеклой. В результате были подобраны и описаны 8 зон, пригодных для свеклосеяния. Определены оптимальные почвы для возделывания этой культуры, разработана система удобрения.

Продолжались работы по изучению кислотности дерново-подзолистых почв. Изучены новые, широко распространенные в европейской части Нечерноземной полосы известковые породы, определены дозы и периодичность известкования, изучена роль кальция и магния при известковании почв. Теоретические разработки ученых послужили основой для строительства Витебского

промышленного объединения «Доломит», обеспечивающего республику известковым удобрением и сегодня.

В процессе известкования дерново-подзолистых почв возникла необходимость изучения роли микроэлементов. В биохимической лаборатории изучалась микробиология подзолистых почв и органических удобрений. Под руководством А. Н. Урсулова в институте были организованы лизиметрические наблюдения с целью изучения динамики водного и воздушного режимов на основных почвенных разностях, построена лизиметрическая станция.

В послевоенный период были проведены маршрутные почвенные исследования в западных областях Беларуси, что позволило составить в 1949 г. почвенную карту республики в ее современных границах и подготовить монографию «Почвы БССР» (1952).

Ключевыми для института, как мощной исследовательской структуры, стали 1950-е годы, время послевоенного подъема. В 1958 г. на базе отдела почвоведения, лаборатории физико-химии почв и радиоактивных изотопов Белорусского научно-исследовательского института земледелия и лаборатории торфяно-болотных почв Белорусского научно-исследовательского института мелиорации и водного хозяйства был вновь организован Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии, который сегодня входит в систему научно-исследовательских учреждений Национальной академии наук и является ведущим научно-исследовательским центром в области почвоведения и агрохимии. Директором вновь созданного института был назначен академик АН БССР Павел Прокофьевич Роговой (1958–1962), затем его сменил член-корреспондент АН БССР Сергей Нестерович Иванов (1962–1969). С 1969 по 1980 г. возглавляла институт академик ВАСХНИЛ Тамара Никандровна Кулаковская, с 1980 по 2005 г. – академик Иосиф Михайлович Богдевич. В настоящее время руководит институтом академик Виталий Витальевич Лапа.

Становление института во многом связано с проведением крупномасштабных почвенных обследований всех хозяйств республики, которые были осуществлены в соответствии с Постановлением Правительства в 1957–1964 гг. почвенными отрядами, организованными при институте. В результате этой работы каждое хозяйство страны получило почвенные карты в масштабе 1:10000, агрохимические картограммы и картограммы агропроизводственных групп почв для рационального использования земель.

Обширный фактический материал, полученный в ходе первого и последующих циклов почвенных обследований, был положен в основу разработки классификации и диагностики почв, почвенно-экологического районирования территории Беларуси, а также четырех туров землеоценочных работ на разных уровнях землепользования – от каждого поля и рабочего участка до республики в целом.

Важное место в работах института занимают исследования по созданию почвозащитных систем земледелия для эрозионноопасных земель республики. К настоящему времени составлена почвенно-эрозионная карта Беларуси, отражающая закономерности распространения эрозионных процессов на обрабатываемых землях, в масштабе 1 : 500 000, разработана методика их прогнозирования при различном сельскохозяйственном использовании эрозионноопасных земель, предложены

противоэрозионные комплексы, адаптированные к конкретным ландшафтным условиям республики.

С 1967 г. под научно-методическим руководством института проведено 14 туров крупномасштабного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий республики, а после аварии на Чернобыльской АЭС институт стал методическим разработчиком и радиологического обследования почв загрязненных радионуклидами территорий.

Важным направлением в исследованиях института явилась разработка научных основ программирования урожаев сельскохозяйственных культур. Теоретические принципы программирования урожаев были реализованы в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, в частности, в приемах регулирования минерального питания растений. В этот период в институте активно развиваются исследования по изучению эффективности дробного внесения азотных удобрений, почвенной и растительной диагностике азотного питания зерновых культур.

С 1980 г. в институте развивается новое направление по разработке методических основ и созданию в республике автоматизированной системы управления (АСУ) плодородием почв. Основой АСУ плодородием почв становится автоматизированный банк данных агрохимических свойств почв республики, который создается по материалам четвертого тура агрохимического обследования почв (1981–1985 гг.). С этого времени всем хозяйствам республики наряду с агрохимическими картограммами выдаются агрохимические паспорта полей и сводные материалы по агрохимической характеристике почв полей и рабочих участков. Автоматизированная система управления плодородием почв включает решение ряда задач по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства, а именно: распределение фондов минеральных удобрений по областям, районам и хозяйствам; разработку планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры с учетом уровня планируемой урожайности и агрохимических свойств поля или рабочего участка; расчет эффективности использования минеральных удобрений; разработку проектно-сметной документации на известкование кислых почв.

С 1990 г. в институте развивается новое направление в агрохимических исследованиях по разработке ресурсосберегающих систем применения удобрений под сельскохозяйственные культуры на основе оптимизации минерального питания растений, сбалансированного комплексного применения органических, минеральных макро- и микроудобрений, регуляторов роста растений, средств химической защиты растений.

Одним из элементов ресурсосберегающих систем применения удобрений является сокращение затрат на применение минеральных удобрений. Достижение такого эффекта возможно за счет применения комплексных форм минеральных удобрений. Это направление в институте разрабатывается в лаборатории новых форм удобрений и мелиорантов. Всего разработано 84 марки новых форм комплексных удобрений со сбалансированным соотношением макро- и микроэлементов.

Уникальность новых форм комплексных удобрений защищена 34 патентами Республики Беларусь, Евразийского патентного ведомства и Украины. По разработкам института налажен выпуск минеральных удобрений на

ОАО «Гомельский химический завод», ОАО «Гродно-Азот», ОАО «Беларуськалий» и др.

В формировании высоких урожаев с хорошим качеством продукции важная роль принадлежит применению микроэлементов и регуляторов роста. Лабораторией микроэлементов института разработано 20 новых форм микроудобрений на хелатной основе с гуматами (ЭлеГум, МикроСтим) и регулятором роста Экосил (МикроСил). В настоящее время по лицензионным договорам института осуществляется их промышленное производство на трех предприятиях республики.

В институте успешно развиваются микробиологические исследования. Разработана система биохимических показателей для количественной оценки влияния антропогенных факторов на активность процессов минерализации и гумификации органических веществ и основных биогенных элементов. В сотрудничестве с Институтом защиты растений разработан состав микробактериальной композиции, включающей штаммы азотфиксирующих, калиймобилизующих бактерий и гриба-антагониста, содержащей свойства удобрения, регулятора роста и фунгицида.

В институте сформирован компьютерный банк данных агрохимических свойств почв, в котором с 1980 г. накапливаются данные по состоянию агрохимических показателей, которые актуализируются в соответствии с турами крупномасштабного агрохимического обследо-

вания почв. Банк данных используется для оценки результатов агрохимического обследования почв, разработки планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры по полям и рабочим участкам, проектно-сметной документации на известкование кислых почв, мероприятий по повышению плодородия почв.

Значительное место в работах института занимают исследования по мониторингу состояния почв в зонах крупных промышленных центров, разработке системы технологических приемов и регламентов для получения качественной растениеводческой продукции.

В предстоящие годы агропочвенная наука Беларуси должна обеспечить научные исследования по разработке не только агрохимических технологий сохранения и повышения плодородия почв, но и улучшения агрофизических свойств, повышения биологической активности почв, приемов, способствующих преобладанию в почвах процессов синтеза органического вещества над процессами их минерализации. Актуальными являются вопросы эффективного использования ресурсов в растениеводческой отрасли сельского хозяйства, в частности, повышения эффективности использования минеральных удобрений, и активного внедрения разработок института по созданию новых форм комплексных минеральных удобрений и жидких микроудобрений на хелатной основе.

24 июня 2021 г.

## Международная научно-практическая конференция «Плодородие почв и эффективное применение удобрений», посвященная 90-летию Института почвоведения и агрохимии (1931–2021 гг.)

Основная цель проведения конференции – обмен научной информацией с учеными из регионов с разными почвенно-климатическими и экономическими условиями.

На форуме широко обсуждались современные проблемы почвенной науки, агрохимические исследования и разработки по повышению продуктивности сельскохозяйственных культур. Основные направления работы конференции: эволюция почв и современные методы их картографирования, кадастровая оценка земель; сохранение и воспроизводство плодородия почв; защита почв от деградации, формирование почвозащитных адаптивно-ландшафтных систем земледелия и их охрана при интенсивном землепользовании; эффективное применение удобрений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

Участниками конференции стали представители научной элиты Беларуси, России, Украины, Литвы, Молдовы, Узбекистана, Кыргызстана.



Президиум конференции:  
В. В. Лапа, П. П. Казакевич, В. В. Гракун,  
Э. П. Урбан, Н. Н. Цыбулько

## ИНСТИТУТУ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ – 50 ЛЕТ



С. В. Сорока, доктор с.-х. наук  
Институт защиты растений

### Белорусский НИИ защиты растений организован в феврале 1971 г.

Организация института была обусловлена объективной производственной необходимостью развития сельского хозяйства в Беларуси. В это время в сельскохозяйственном производстве республики начался переход от экстенсивного пути к интенсивному его развитию. Увеличилось внесение органических и минеральных удобрений, возросла энерговооруженность. Поэтому возникла необходимость более интенсивной защиты растений от комплекса вредных организмов. Деятельность научного учреждения началась на базе Минской научно-исследовательской станции по колорадскому жуку, нематодам и раку картофеля Всесоюзного НИИ защиты растений, отдела защиты растений БелНИИ земледелия, отдела защиты растений и лабораторий биометода БелНИИ картофелеводства и плодовоовощеводства. Большую роль в организации института сыграли академики АН БССР Степан Гордевич Скоропанов и Николай Афанасьевич Дорожкин, член-корреспондент Антон Лаврентьевич Амбросов (первый директор института).

Под руководством А. Л. Амбросова институт в кратчайший срок стал методическим центром по защите растений в республике и вошел в число общепризнанных научных коллективов по этому направлению в СССР.

Структура института была ориентирована на научное обеспечение практической службы защиты растений. В тематике преобладали **исследования по разработке комплексных систем борьбы с вредными организмами, вопросы иммунитета, биологического метода защиты сельскохозяйственных культур, прогнозов развития вредителей**. В дальнейшем эта работа совершенствовалась и развивалась, появлялись новые биологические и химические средства, разрабатывались методологические основы компьютеризации защиты растений.

После ухода А. Л. Амбросова, институт в 1978 г. возглавил и более двадцати лет руководил им доктор, профессор, академик, заслуженный деятель науки Вилор Фридманович Самерсов. В своих трудах В. Ф. Самерсов сформулировал новый научный подход, где агроэкосистемы рассматриваются как управляемые, а направленная деятельность человека и природные элементы являются основными регулирующими факторами. Это позволило теоретически обосновать концепцию интегрированной системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорной растительности. Суть разрабатываемых систем состоит в том, что в борьбе с вредными организмами стали применяться экологические понятия и методы, опирающиеся не только на пестициды, но и на другие, ограничивающие рост популяции агрофагов (природный



Сорока Сергей Владимирович,  
директор Института  
защиты растений

биологический потенциал, агротехника, сорта и т. д.), факторы.

С 2000 г. директор Института защиты растений доктор сельскохозяйственных наук, профессор Сергей Владимирович Сорока, под руководством которого совершенствуются интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов.

В настоящее время институт входит в НПЦ НАН Беларуси по земледелию, является ведущим научным методическим центром, координирующим научную работу по этому профилю в республике, и известен далеко за ее пределами.

Стратегия научных исследований РУП «Институт защиты растений» направлена на общую фитосанитарную оптимизацию растениеводства,

что соответствует управлению популяциями вредных организмов.

Для обеспечения национальной безопасности Республики Беларусь и высокого качества жизни населения сотрудниками РУП «Институт защиты растений» **разрабатываются технологии оптимизации фитосанитарного состояния агроценозов**, предусматривающие использование приемов агротехники, устойчивых сортов, сохранение деятельности полезных организмов агроценозов, рациональное использование биологического и химического методов, обеспечивающие сокращение потерь урожая от вредных организмов на 15–30 %, ежегодное внедрение которых сотрудниками института в сельскохозяйственное производство обеспечивает получение около 2 млн долл. США чистого дохода.

Институт был одним из географических центров СССР по оценке селекционного материала картофеля на устойчивость к вирусной инфекции картофеля, нематоде и раку. Научные **разработки по усовершенствованию методов оценки селекционного материала**, использование комплексных инфекционных фонов позволило создать доноры устойчивости картофеля, люпина, льна и передать их селекционерам. Сотрудники института являются соавторами 19 сортов картофеля, 3 – льна, 2 – люпина и 1 – яблони.

С целью экономии валютных средств в институте проводятся **исследования по разработке медьсодержащих фунгицидов контактного действия с использованием местных сырьевых ресурсов**, в том числе жидких медьсодержащих отходов. Разработаны технологии и организовано промышленное производство новых оригинальных фунгицидных препаратов серии «Азофос» (Азофос, 65 % с. п.; Азофос, 50 % к. с.; Азофос модифицированный, 50 % к. с.; Азофос Форт, 30 % к. с.). Промышленное производство перечисленных фунгицидов организовано на базе УП «АзотХимФортис», ОАО «Гомельский химический комбинат». Стоимость защиты 1 га посевов с использованием фунгицидов серии «Азофос»

составляет 3–6 долл. США, против 17–20 долл. США, что обеспечивает экономию 250–350 тыс. долл. США в год на закупки импортных аналогов.

Для экологической безопасности систем защиты растений сотрудниками института **создаются микробиологические препараты для защиты растений от вредных организмов** на основе высокоактивных штаммов энтомопатогенных грибов, бактерий, нематод, грибов-антагонистов. Более 10 биологических препаратов внедрено в производство (Бактоцид, Бацитурин, Боверин, Мускардин Л, Мелобасс, Пециломицин-Б, Энтолек, Триходермин, Лигнорин, Фунгилекс, Ресойлер). Специалисты института проводят постоянную работу по поддержанию активности штаммов – основ микробиологических препаратов и обеспечивают биотехнические предприятия республики чистыми культурами штаммов для массового выпуска отечественных биологических средств защиты растений. Биопрепараты обладают высокой активностью по отношению к целевым объектам, легко встраиваются в интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур, в рамках которых способны заместить не только импортные аналоги, но и зарубежные инсектицидные и фунгицидные препараты химического синтеза.

В институте **разрабатываются методы определения остаточных количеств новых пестицидов в растениях, почве и воде**, не уступающие зарубежным аналогам по чувствительности определения остатков пестицидов, а стоимостью в 5–6 раз ниже.

Через аспирантуру институт готовит кадры высшей квалификации по защите растений, создан и функционирует ученый совет по защите кандидатских диссертаций.

Институт поддерживает творческие контакты с коллегами из белорусских и зарубежных организаций: Институт защиты растений (г. Познань, Польша), Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР), Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии и др. и сотрудничает с зарубежными фирмами-производителями средств защиты растений.

Несмотря на то что уже существуют интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур, которые позволяют стабилизировать фитосанитарную обстановку, сократить на 10–30 % уровень потерь уро-

жая продукции, возможности повышения эффективности и экологической безопасности защиты растений далеко не исчерпаны. Изменение погодных условий, технологий возделывания сельскохозяйственных культур, сортового состава, нарушение севооборотов, интродукция растений привели к изменению структуры доминирования, вредности аборигенных и появлению новых инвазивных видов вредных организмов в агроценозах. Поддержание оптимальных фитосанитарных условий при выращивании сельскохозяйственных культур – залог получения конкурентоспособной растениеводческой продукции.

В перспективе сельскохозяйственному производству необходимо предложить биологически обоснованные, экологически безопасные и экономически целесообразные интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур, предусматривающие комплексное использование современной агротехники, устойчивые сорта, рациональное применение биологических и химических средств защиты растений с учетом особенностей, специфики и общих тенденций развития земледелия.

Поставленная цель будет достигнута путем решения следующих задач:

- поиск и изучение новых высокоактивных штаммов микроорганизмов, перспективных в качестве основы биопрепаратов, и разработка биопрепаратов полифункционального действия;
- создание информационных баз данных по структуре доминирования, прогнозу развития и вредности аборигенных, так и инвазивных видов агрофагов, эколого-экономическим порогам целесообразности применения средств защиты растений, эффективности мероприятий по защите растений;
- совершенствование методик фитосанитарной диагностики, в том числе с использованием экспресс-тестов (молекулярных иммунологических) отечественного и зарубежного производства;
- разработка, совершенствование и внедрение в сельскохозяйственное производство инновационных технологий защиты агроценозов от фитопатогенов, фитофагов и сорной растительности, обеспечивающих сохранение 20–40 % урожая.



## Продуктивное долголетие многолетних кормовых агрофитоценозов

\*Н. П. Лукашевич, доктор с.-х. наук,

\*Т. М. Шлома, \*И. В. Ковалева, \*\*И. М. Коваль, кандидаты с.-х. наук, \*И. И. Шимко

\*Витебская государственная академия ветеринарной медицины

\*\*Витебская областная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений

(Дата поступления статьи в редакцию 17.05.2021)

На основе экспериментальных данных в статье дана оценка продуктивности агрофитоценозов с различными видами многолетних кормовых культур. Выявлено, что включение в состав травосмесей кормовых культур, обладающих высокими темпами отрастания надземной массы и продуктивным долголетием, способствует увеличению урожайности зеленой массы в течение четырехлетнего использования этих посевов. Наибольшим продуктивным долголетием среди изученных вариантов характеризовались многокомпонентные травосмеси, которые в среднем за четыре года пользования сформировали урожайность зеленой массы на уровне 477,2–480,0 ц/га. Сбор сырого белка у них составил 11,42–12,05 ц/га, выход обменной энергии – 9,87–10,82 ГДж/га.

On the basis of experimental data, the article evaluates the productivity of agrophytocenoses with various types of perennial forage crops. It was found that the inclusion of forage crops in the composition of grass mixtures, which have a high rate of growth of aboveground mass and productive longevity, contributes to an increase in the yield of green mass during the four-year use of these crops. The most productive longevity among the studied variants was characterized by multicomponent grass mixtures, which, on average, over four years of use, formed a yield of green mass at the level of 477,2–480,0 c/ha. The collection of raw protein in them was 11,42–12,05 c/ha, the yield of exchange energy was 9,87–10,82 GJ/ha.

### Введение

Сельское хозяйство Республики Беларусь специализируется на производстве животноводческой продукции. В связи с этим посевные площади под кормовыми культурами составляют свыше 85 %. Их величина определяется объемом и структурой продукции животноводства, а также уровнем продуктивности сельскохозяйственных культур в определенных почвенно-климатических условиях [1]. Поэтому главной задачей кормопроизводства является обеспечение животноводческой отрасли необходимым количеством кормов собственного производства, которые сбалансированы по содержанию питательных веществ.

Большое значение в производстве травяных кормов, как в зеленом конвейере, так и в сырьевом, имеют высокопродуктивные многолетние кормовые культуры. Установлено, что возделывание многолетних бобово-злаковых смесей является перспективным направлением энергосберегающих и экологически безопасных технологий продуктивного использования сельскохозяйственных земель [2, 3, 4].

Зеленая масса из многолетних кормовых культур является основным сырьем для заготовки травяных кормов в виде сенажа, сена, силоса, которые включены в рационы сельскохозяйственных животных, выращиваемых для производства молока и говядины. С целью снижения себестоимости животноводческой продукции необходимо возделывать кормовые культуры, обеспечивающие получение максимальной урожайности зеленой массы и полноценные по питательному составу. В настоящее время рационы для животных составляются с учетом содержания в кормах не только белкового компонента и энергии, но и витаминов, макро- и микроэлементов. При производстве растительных кормов необходимо учитывать обеспеченность кормов сахарами, в особенности легкорастворимыми. Соотношение между переваримым

протеином и сахарами должно находиться в пределах 1 : 0,8. Поэтому смешанные посевы многолетних кормовых растений различных видов и семейств будут способствовать не только увеличению продуктивности кормовых угодий, но сбалансированности корма по питательному составу согласно требованиям рациона [5, 6, 7, 8].

Практический интерес представляет создание оптимальной структуры кормовых агрофитоценозов, обеспечивающих на протяжении вегетационного периода несколько укосов зеленой массы и обладающих продуктивным долголетием. Многоукосность посевов достигается методом включения в смеси компонентов, которые способны отрастать после скашивания. Использование долголетних культур способствует снижению энергозатрат на технологию их возделывания, а также более полному использованию агроклиматических ресурсов. Кроме того, сохранность высокой продуктивности многолетних кормовых культур в течение 4–5 лет позволяет сэкономить затраты на приобретение семян и проведение посевных работ [9, 10].

Целью наших исследований являлось изучение многолетних кормовых агрофитоценозов, формирующих высокую урожайность зеленой массы в течение 4–5 лет с высоким содержанием питательных веществ в условиях северного региона Республики Беларусь.

### Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой, подстилаемой с глубины 0,8 м моренным суглинком, почве в пос. Тулово Витебского района. Почва имела следующую агрохимическую характеристику пахотного горизонта: содержание гумуса – 2,1 %, подвижного фосфора – 244–253 мг/кг и обменного калия – 287–329 мг/кг почвы, рН<sub>KCl</sub> – 5,9–6,2.

Технология возделывания многолетних травосмесей соответствовала отраслевым регламентам [10]. Проведение полевых опытов и статистическую обработку

результатов исследований осуществляли согласно существующим методикам, изложенным Б. А. Доспеховым [11].

Объектом исследования являлись сорта многолетних кормовых культур, внесенные в Государственный реестр.

Схема опыта включала следующие варианты: 1) тимофеевка луговая + клевер луговой; 2) тимофеевка луговая + овсяница луговая + мятлик луговой + клевер луговой + клевер ползучий; 3) тимофеевка луговая + овсяница луговая + фестулолиум + мятлик луговой + клевер луговой + клевер ползучий; 4) тимофеевка луговая + райграсс пастбищный + фестулолиум + мятлик луговой + клевер ползучий + лядвенец рогатый.

Метеорологические условия в годы проведения исследований несущественно различались и были благоприятными по количеству выпавших осадков и температурному режиму, поэтому не наблюдалось отрицательного влияния на перезимовку посевов, а также на рост и развитие растений в течение вегетационного периода.

### Результаты исследований и их обсуждение

Почвенно-климатические условия северной части Республики Беларусь способствуют формированию надземной биомассы при возделывании многолетних кормовых культур. Наиболее распространенными в этом регионе являются одновидовые посевы клевера лугового и его смеси с тимофеевкой луговой. Чтобы повысить продуктивное долголетие посевов многолетних трав, впервые нами было проведено изучение многокомпонентных травосмесей, где при разработке их структуры учитывались биологические особенности каждого вида. Из многолетних трав семейства мятликовые тимофеевка луговая является наиболее распространенной в Беларуси кормовой культурой. Она характеризуется позднеспелостью, является высокозимостойким видом. Овсяница луговая относится к среднеспелым видам многолетних растений, формирует 2–3 укоса зеленой массы. Мятлик луговой и райграсс многолетний (пастбищный) обладают скороспелостью и высокой отавностью. Фестулолиум обладает холодостойкостью, многоукосностью и хорошими кормовыми качествами.

Для увеличения продуктивного долголетия посевов в качестве бобового компонента необходимо использовать клевер ползучий, обладающий высокими темпами отрастания и продуктивным долголетием. Среди бобовых многолетних культур наименее требовательным к почвенно-климатическим условиям является лядвенец рогатый, который относится к среднеспелым, среднеотавным растениям сенокосно-пастбищного использования, в травостоях сохраняется в течение 5–6 лет. В структуру многолетних агрофитоценозов нами были включены

культуры, характеризующиеся формированием максимального уровня зеленой массы в различные годы жизни посева [2, 12].

Анализ полученных нами данных показывает, что посевы двухкомпонентной смеси тимофеевки луговой с клевером луговым наибольшую урожайность зеленой массы сформировали в первый и второй годы использования травостоя. Этот показатель составил 479 ц/га и 417 ц/га соответственно (таблица 1). В последующие вегетационные периоды в структуре двухкомпонентной смеси наблюдалось значительное снижение количества растений клевера лугового, урожайность зеленой массы на четвертый год пользования находилась на уровне 197 ц/га, а в структуре урожая более 90 % приходилось на тимофеевку луговую.

Посевы многокомпонентного агрофитоценоза – тимофеевка луговая + овсяница луговая + фестулолиум + мятлик луговой + клевер луговой + клевер ползучий (вариант 3) – в сумме за четыре года пользования сформировали урожайность зеленой массы 1909 ц/га, в среднем за четыре года пользования она составила 477,2 ц/га. Урожайность зеленой массы при посеве пятикомпонентной травосмеси (вариант 2) с участием культур с наибольшим продуктивным долголетием (овсяница луговая, мятлик луговой, клевер ползучий) была выше по сравнению с тимофеевкой луговой и клевером луговым и составила в первый год пользования 528 ц/га, во второй – 513 ц/га. В последующие годы наблюдалось снижение этого показателя, в среднем за четыре года он был на уровне 440,5 ц/га.

Максимальный показатель по урожайности зеленой массы среди многолетних травосмесей в первый и во второй год пользования составил 567 ц/га и 551 ц/га соответственно при включении следующих культур: тимофеевка луговая + райграсс пастбищный + фестулолиум + мятлик луговой + клевер ползучий + лядвенец рогатый (вариант 4). На третий год пользования травостоем урожайность зеленой массы снизилась на 120 ц/га и на четвертый – на 212 ц/га по сравнению с первым годом пользования. В среднем за четыре года этот показатель в варианте 4 составил 480,0 ц/га.

Включение в структуру многолетних травосмесей бобовых культур позволяет не только улучшить качество корма, но и снизить затраты на внесение минерального азота благодаря симбиотической деятельности клубеньковых бактерий. Результаты наших исследований показали, что все изучаемые травосмеси, за исключением варианта 2, обеспечили максимальный сбор сырого белка с урожаем зеленой массы в первый год пользования по сравнению с последующими годами. В зависимости от компонентов смеси этот показатель составил от 10,7 ц/га до 14,6 ц/га (таблица 2).

Таблица 1 – Урожайность травосмеси многолетних кормовых культур

Вариант	Урожайность травосмеси, ц/га зеленой массы					
	год пользования травостоем				сумма	среднее за 4 года
	1-й	2-й	3-й	4-й		
1	479	417	264	197	1357	339,2
2	528	513	402	319	1762	440,5
3	546	518	460	385	1909	477,2
4	567	551	447	355	1920	480,0
НСР <sub>05</sub>	27,7	31,4	24,4	25,6		

В последующие годы в посевах многолетних трав наблюдалось снижение сбора сырого белка, что связано со снижением доли участия в зеленой массе малолетней культуры клевера лугового. Однако многокомпонентные смеси с включением других видов бобовых культур сохранили более высокий уровень сбора белка по сравнению с двухвидовой смесью. Так, сбор белка с урожаем зеленой массы многокомпонентных смесей в среднем за четыре года пользования в вариантах 3 и 4 составил 11,42 ц/га и 12,05 ц/га соответственно. Нами установлена линейная зависимость между урожайностью зеленой массой травосмеси многолетних кормовых культур и сбором сырого протеина с урожаем зеленой массы, которая описывалась уравнением  $y = 0,025x + 1,086$ ,  $R^2 = 0,883$  (рисунки).

Обобщающим показателем продуктивности посевов многолетних культур является выход обменной энергии с одного гектара с урожаем зеленой массы (таблица 3).

Наибольшим этот показатель был у многокомпонентного агрофитоценоза (тимофеевка луговая + райграс пастбищный + фестулолиум + мятлик луговой + клевер ползучий + люцерна рогатый). В первый год пользования он составил 13,35 ГДж/га, а во второй – 13,02 ГДж/га (таблица 3). В среднем за четыре года пользования в зависимости от варианта сбор обменной энергии был в пределах от 7,15 ГДж/га до 10,82 ГДж/га. Нами установлена линейная зависимость между сбором сырого протеина с урожаем зеленой массы и сбором обменной энергии, которая описывалась уравнением  $y = 0,833x + 0,984$ ,  $R^2 = 0,854$ . Коэффициент корреляции составил 0,9.

урожайность зеленой массы в пределах вариантов опыта различалась в зависимости от ботанического состава травосмеси и по годам возделывания. Наибольшим продуктивным долголетием среди изученных вариантов обладали многокомпонентные травосмеси, которые в среднем за четыре года пользования сформировали урожайность зеленой массы на уровне 477,2–480,0 ц/га. Сбор сырого белка с урожаем зеленой массы у них составил 11,42–12,05 ц/га, выход обменной энергии – 9,87–10,82 ГДж/га. Таким образом, включение в состав травосмесей кормовых культур, обладающих высокими темпами отрастания надземной массы и продуктивным долголетием, способствует увеличению урожайности зеленой массы в течение четырехлетнего использования этих посевов.

**Литература**

1. Цыганов, А. Р. Оптимизация структуры посевных площадей кормовых культур как фактор повышения эффективности АПК Республики Беларусь / А. Р. Цыганов, А. А. Шелюто, Б. В. Шелюто // Адаптивная интенсификация земледелия и растениеводства: современное состояние и пути развития: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Горки: БГСХА, 2011. – С. 3–10.



**Зависимость сбора сырого протеина от урожайности зеленой массы травосмеси многолетних кормовых культур**

**Заключение**

Анализ результатов наших исследований показал, что

**Таблица 2 – Сбор сырого протеина с урожаем зеленой массы травосмеси многолетних кормовых культур**

Вариант	Сбор сырого протеина, ц/га				Сумма	Среднее
	год пользования травостоем					
	1-й	2-й	3-й	4-й		
1	11,4	8,7	5,2	4,1	29,4	7,35
2	10,7	11,2	7,3	7,4	36,6	9,15
3	14,2	11,4	10,5	9,6	45,7	11,42
4	14,6	13,1	11,3	9,2	48,2	12,05

**Таблица 3 – Сбор обменной энергии с урожаем зеленой массы травосмеси многолетних кормовых культур**

Вариант	Сбор обменной энергии, ГДж/га				среднее
	год пользования травостоем				
	1-й	2-й	3-й	4-й	
1	9,98	9,03	5,50	4,12	7,15
2	11,90	10,44	8,52	6,78	9,41
3	12,15	10,59	9,78	6,98	9,87
4	13,35	13,02	9,51	7,39	10,82

2. Шелюто, Б. В. Зеленые и сырьевые конвейеры: монография / Б. В. Шелюто, В. Н. Шлапунов, А. А. Шелюто. – Минск: Экоперспективы, 2008. – 239 с.
3. Реализация биологического потенциала продуктивности однолетних и многолетних агрофитоценозов: монография / Н. П. Лукашевич, Н. Н. Зенькова. – Витебск: ВГАВМ, 2014. – 206 с.
4. Лукашевич, Н. П. Кормопроизводство: учебник / Н. П. Лукашевич, Н. Н. Зенькова. – Минск: ИВЦ Минфин, 2014. – 592 с.
5. Формирование продуктивности многолетних бобово-злаковых агрофитоценозов / Н. П. Лукашевич [и др.] // Инновационные разработки АПК: резервы снижения затрат и повышения качества продукции: матер. междунар. науч.-практ. конф. (12–13 июля 2018 г., аг. Тулово). – Минск, 2018. – С. 297–300.
6. Тиво, П. В. Качество урожая люцерны, возделываемой в условиях Поозерья / П. В. Тиво, Л. А. Саскевич, Д. А. Постникова // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 4. – С. 7–12.
7. Мееровский, А. С. Поздний посев клевера лугового на торфяных почвах / А. С. Мееровский, А. Л. Бирюкович // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 4. – С. 17–20.
8. Бушуева, В. И. Закономерности формообразовательного процесса и эффективность методов селекции бобовых культур (*Lupinus angustifolius* L., *Galega orientalis* Lam., *Trifolium pratense* L.) в Беларуси: автореф. дис. доктора с.-х. наук: 06.01.05 / В. И. Бушуева; Бел. гос. с.-х. академия. – Горки, 2010. – 48 с.
9. Кормопроизводство: учебник для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям / А. А. Шелюто [и др.]; под ред. А. А. Шелюто. – Минск: ИВЦ Минфин, 2009. – 472 с.
10. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 460 с.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
12. Васько, П. П. Пастбищные травосмеси: подбираем компоненты / П. П. Васько, Е. Р. Клыга // Животноводство России. – 2016. – № 5. – С. 53–55.

УДК 633.28; 631.53.02

## Влияние аэродинамического фракционирования семян на урожайность зеленой массы суданской травы

Е. М. Чирко, кандидат с.-х. наук, Т. В. Гончаревич, научный сотрудник  
Брестская ОСХОС НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 13.04.2021)

В статье приведены результаты исследований по изучению зависимости урожайности зеленой массы суданской травы от фракционирования семян с использованием аэродинамического сепаратора. Предпосевное фракционирование семян позволяет формировать партии семенного материала, семена которых отличаются выравненностью и однородностью по массе 1000 семян и посевным качествам.

### Введение

Эффективное ведение животноводства невозможно без наличия прочной кормовой базы, обеспечивающей гарантированное и бесперебойное кормление поголовья кормами, обладающими высокими энергетическими и качественными показателями. В современных условиях ставка сделана на кукурузу, как на основную высокопродуктивную кормовую культуру, однако требующую интенсивное применение средств химизации. Поэтому остро встал вопрос о подборе менее требовательной культуры и в то же время обладающей высокой и стабильной продуктивностью, хорошими кормовыми достоинствами [1].

Постоянный поиск путей удешевления кормов, увеличения объемов их производства и улучшения качества остается весьма актуальным. В решении данного вопроса немаловажное значение имеют однолетние кормовые культуры позднего срока сева, в число которых входит суданская трава (*Sorghum sudanensis* Pipe). В последнее время данная культура становится все более популярной и востребованной в производстве. Для производителей суданская трава привлекательна, прежде всего, своей засухоустойчивостью, высокой продуктивностью, хорошим качеством зеленой массы, способностью бы-

*The article presents the results of studies to study the dependence of the yield of green mass of the Sudanese grass on the fractionation of seeds using an aerodynamic separator. Pre-sowing fractionation of seeds makes it possible to form batches of seed material, the seeds of which are distinguished by evenness and uniformity in the weight of 1000 seeds and sowing qualities.*

стро отрастать после скашивания. Именно поэтому она с успехом используется для получения зеленой массы, сена, силоса, а также как пастбищная культура [2]. При соблюдении технологических норм выращивания суданская трава способна формировать до 500–600 ц/га зеленой массы, 125–135 ц/га сена и 40–45 ц/га зерна. В 100 кг зеленой массы содержится до 3 кг переваримого протеина, а сено по своей питательности уступает только селу из бобовых трав [3]. При достаточном увлажнении суданская трава быстро отрастает, тем самым обеспечивая несколько укосов за вегетационный период, хорошо переносит выпас скота.

Семена суданской травы, которые используются для посева, являются однокомпонентной смесью, содержащей различные фракции по размеру, массе, удельной массе, степени созревания, то есть по качеству. Между размером семян и их всхожестью наблюдается прямая зависимость. У более крупных семян семядоли и зародыш больше, чем у мелких, а оболочка занимает меньшую удельную массу. Такие семена быстрее и лучше прорастают, поскольку зародыш снабжен питательными веществами лучше [4].

Для сортирования-калибровки однокомпонентной смеси с целью выделения наиболее полноценных фракций из общей массы рекомендуется применять

аэродинамическое сепарирование [5]. Исследования, проведенные Т. И. Крюковой по фракционированию семян суданской травы с использованием аэродинамического сепаратора САД-4, доказывают высокую эффективность данного приема подготовки семенного материала, способствующего повышению посевных качеств и урожайных свойств культуры [6]. В процессе фракционирования происходит отделение щуплых, неполновесных семян, имеющих недоразвитый зародыш. Как показывают исследования, удаление из вороха семян размером менее 1,7 мм увеличивает лабораторную всхожесть на 10 % [7].

Цель исследований – изучить возможность использования аэродинамического фракционирования как способа, повышающего посевные качества семенного материала и кормовую продуктивность суданской травы.

### Методика и условия проведения исследований

Полевые исследования проводили на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве опытных полей РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в 2019–2020 гг. Пахотный горизонт в годы исследований характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН – 6,11–6,32; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (по Кирсанову) – 267–279 мг/кг почвы; K<sub>2</sub>O (по Кирсанову) – 239–296 мг/кг почвы; гумус (по Тюрину) – 1,99–2,03 %. Мощность пахотного горизонта – 21–22 см. Предшественник – яровые зерновые.

Размер делянки – 27 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Сев проводили в 2019 г. 22 мая, в 2020 г. – 20 мая рядовым способом. Норма высева – 3,0 млн шт./га всхожих семян. Фон минерального питания – N<sub>60</sub>P<sub>70</sub>K<sub>90</sub>. Для борьбы с сорной растительностью до всходов использовали в 2019 г. гербицид Примэстра голд TZ, КС (1 л/га), в 2020 г. – Гардо голд, КС (1 л/га). Скашивание на зеленую массу осуществляли в фазе начало выметывания.

Объектом исследований являлся сорт суданской травы Пружанская, который районирован по республике с 2012 г. Сорт среднеспелый. Длина полного вегетационного периода при уборке на семена – 140–145 дней. За период вегетации при возделывании на зеленую массу дает 2 укоса. Сорт устойчив к полеганию и засухе. По данным госсортоиспытания, средняя урожайность сухого вещества – 112 ц/га, максимальная – 174 ц/га. Средняя урожайность семян – 15–18 ц/га.

Исходная партия семян суданской травы (в дальнейшем контроль) имела массу 1000 семян 18,6 г. В результате аэродинамического фракционирования на машине «Алмаз» МС-5 получено три фракции, масса 1000 семян которых составляла соответственно 19,8 г, 17,3 и 12,0 г. Впоследствии данные фракции были использованы в исследованиях в качестве вариантов опыта.

Метеорологические условия в годы исследований отличались по температурному режиму, а также по количеству осадков и характеру их распределения в течение вегетационного периода культуры.

По теплообеспеченности и количеству осадков 2019 г. характеризуется как благоприятный для роста и развития суданской травы. ГТК вегетационного периода составил 1,5 при сумме активных температур 2444 °С и сумме атмосферных осадков 365 мм.

2020 г. был более прохладным и засушливым. Недостаток тепла особенно ощущался на начальных стадиях развития культуры. В целом от сева до уборки сумма

активных температур была на уровне 2340 °С, а осадков выпало 283 мм. ГТК вегетационного периода культуры составил 1,2.

### Результаты исследований и их обсуждение

Фенологические наблюдения за ростом и развитием суданской травы свидетельствуют, что погодные условия оказывали существенное влияние на продолжительность межфазных периодов развития культуры и на общую длину вегетационного периода (таблица 1).

В 2020 г. общая продолжительность вегетационного периода суданской травы составила 144 дня, что на 22 дня больше, чем в 2019 г. В первый год исследований от посева до полных всходов прошло 14 дней, в то время как в 2020 г. – 19 дней. Но наиболее существенное различие было отмечено в наступлении фазы выметывания. В 2019 г. период от посева до наступления выметывания составил 55 дней. В 2020 г. полное выметывание было зафиксировано 4 августа или спустя 78 дней с момента сева культуры. Разница в продолжительности первых трех межфазных периодов в годы исследований в сумме составила 23 дня, что привело в конечном итоге в 2020 г. к значительному удлинению вегетационного периода культуры.

Как следствие, в 2020 г. первый укос суданской травы был проведен 22 июля, что на две недели позже, чем в 2019 г.

На момент первого укоса густота стеблестоя варьировала по вариантам опыта и составляла в 2019 г. от 162 до 219 шт./м<sup>2</sup>, в 2020 г. – от 176 до 216 шт./м<sup>2</sup> (таблица 2).

Самый разреженный стеблестой в годы исследований отмечался при использовании для посева мелкосемянной фракции, полевая всхожесть которой была ниже других вариантов в среднем на 14–17 %.

В 2019 г. наибольшая урожайность зеленой массы первого укоса (606 ц/га) была получена в варианте с использованием крупносемянной фракции. Это выше, чем в контроле на 88 ц/га. В варианте, где сев осуществляли семенами II фракции, урожайность также была выше контроля, однако эта разница была несущественной. Значительно уступал другим вариантам по урожайности вариант, где для посева были взяты самые мелкие семена. В 2020 г. самая низкая урожайность также была получена при использовании мелкосемянной фракции. Урожайность в других вариантах существенно не отличалась от контроля.

Важнейшей биологической особенностью суданской травы является способность к быстрому отрастанию после скашивания или срамливания. Благодаря побегообразовательной способности, она может давать при

**Таблица 1 – Продолжительность межфазных периодов развития суданской травы**

Период развития	Количество дней	
	2019 г.	2020 г.
Посев – всходы	14	19
Всходы – кущение	10	11
Кущение – выметывание	31	48
Выметывание – цветение	13	10
Цветение – полная спелость	54	56
Весь период вегетации	122	144

**Таблица 2 – Влияние аэродинамического фракционирования семян на урожайность зеленой массы суданской травы**

Вариант	Густота стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>			Урожайность, ц/га зеленой массы			Сбор сухого вещества, ц/га		
	2019 г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	среднее
<b>1 укос</b>									
Контроль	207	200	204	518,0	622,5	570,3	94,1	124,0	109,1
I фракция	219	180	200	606,0	641,5	623,8	107,1	126,3	116,7
II фракция	180	216	198	538,5	618,0	578,3	105,2	153,2	129,2
III фракция	162	176	169	489,3	536,0	512,7	84,0	111,4	97,7
НСР <sub>05</sub>				26,1	40,8		16,1	22,3	
<b>2 укос</b>									
Контроль	192	162	177	513,0	286,5	399,8	87,2	57,6	72,4
I фракция	172	121	147	557,0	263,0	410,0	87,2	52,3	69,8
II фракция	200	151	176	586,0	339,0	462,5	97,3	78,9	88,1
III фракция	152	122	137	509,3	241,5	375,4	82,0	48,2	65,2
НСР <sub>05</sub>				30,9	22,4		9,5	11,2	

благоприятных условиях вегетационного периода два, три, а иногда и четыре укоса [8].

Густота стеблестоя на момент второго укоса в 2019 г., который проводили в третьей декаде августа, составляла от 152 до 200 шт./м<sup>2</sup>. В 2020 г. на фоне неблагоприятных погодных условий отрастание суданской травы шло очень медленно, поэтому полноценный второй укос был сформирован только к концу сентября. В отличие от 2019 г. густота стеблестоя в 2020 г. была меньше и находилась в пределах 121–162 шт./м<sup>2</sup>. В первый год исследований урожайность зеленой массы во втором укосе приближалась практически к уровню первого укоса и составила в среднем по опыту 541,3 ц/га, тогда как в 2020 г. – 282,5 ц/га. При использовании более крупных семян урожайность в среднем за два года исследований составляла во втором укосе от 410,0 до 462,5 ц/га, тогда как урожайность зеленой массы, полученной от мелкосемянной фракции, составила 375,4 ц/га. По сбору сухого вещества с единицы площади наблюдалась та же тенденция, что и по урожайности зеленой массы.

Как показали исследования, в сумме за два укоса суданская трава в условиях региона способна обеспечивать урожайность зеленой массы на уровне 888–1040 ц/га, а в пересчете на сухое вещество – от 162 до 217 ц/га. При этом прием фракционирования или калибровки семенного материала по массе 1000 семян оказывает некоторое влияние на уровень урожайности культуры (рисунок 1).

Самая высокая продуктивность суданской травы получена при использовании для посева II фракции, масса 1000 семян которой составляет 17,3 г. В данном случае урожайность зеленой массы в сумме за два укоса составила 1040,8 ц/га, что на 70,7 ц/га выше, чем в контрольном варианте. Наименьшей продуктивностью обладали посевы, заложенные мелкосемянной

фракцией (масса 1000 семян 12 г). Однако урожайность зеленой массы на уровне 888,1 ц/га и сбор сухого вещества 162,9 ц/га свидетельствуют о том, что при возделывании суданской травы важна, прежде всего, всхожесть семян, а не их масса. Семена с массой 1000 семян 12 г также способны формировать полноценный высокопродуктивный стеблестой.

А. И. Стебут считал, что для получения высокой урожайности на первом месте стоит высокая жизнеспособность семян, а не их крупность [10]. При этом более важное значение имеет выравненность семенного материала по величине зерна и их полноценность. Выравненные семена обладают более высокой полевой всхожестью и, в свою очередь, обеспечивают более равномерный и выравненный стеблестой. Крупные семена имеют преимущества над мелкими семенами на первых фазах развития. В дальнейшем эти преимущества могут не сохраняться. Многие исследователи объясняют преимущество крупных семян тем, что в них больше запасных питательных веществ, крупнее зародыш, что и обуславливает их биологическую ценность.



**Рисунок 1 – Влияние фракционирования семян на кормовую продуктивность суданской травы (среднее за 2019–2020 гг. в сумме за два укоса)**

Крупное зерно при набухании медленнее поглощает влагу, чем мелкое. В частности в опытах с зерновыми культурами было выявлено, что мелкое зерно через сутки содержит вдвое больше воды, чем крупное, поэтому оно скорее прорастает, чем крупное, в результате чего при севе неоднородным по величине семенным материалом всходы появляются не одновременно [11]. Что касается суданской травы, во многом наличие или отсутствие семенной оболочки обуславливает разную скорость его набухания при прорастании, что, в свою очередь, сказывается на быстроте появления всходов. Лабораторные исследования показали, что в крупносемянной фракции до 47 % составляют обрубленные семена, которые обладают высокой энергией прорастания, лабораторной и полевой всхожестью, быстрыми опережающими темпами развития проростка и сроками появления всходов по отношению к более мелким семенам. Однако в дальнейшем эта разница нивелируется. Морфометрический анализ показал, что по высоте растений посева контроля, а также посева, заложенные семенами I фракции, уступали вариантам, где сев проводили II и III фракциями. На момент первого укоса высота растений в вариантах с семенами III фракции в среднем составляла 182 см, в то время как у растений контроля и I фракции высота была 173 и 172 см соответственно. Такая же закономерность наблюдалась и при уборке второго укоса

По диаметру стебля сортообразцы суданской травы делят на толстостебельные (диаметр 8 мм и более), средней толщины (от 5 до 8 мм) и тонкостебельные (до 5 мм) [12]. Данный признак, равно как и облиственность растений, имеет значение для получения более нежного и качественного корма, который лучше поедается и усваивается животными. В среднем за годы исследований по диаметру стебля варианты не имели существенных различий (рисунок 2).

Что касается массы растения, то наибольшей мощностью развития отличались растения посевов, заложенных мелкосемянной фракцией (рисунок 3). Учитывая то обстоятельство, что индивидуальное развитие растения в ценозе в значительной степени определяется плотностью и густотой стояния, то преимущества растений III фракции по массе и высоте над растениями других вариантов вполне объяснимо, поскольку именно в этих посевах отмечалась наименьшая полевая всхожесть и самый разреженный стеблестой.

Установлена отрицательная корреляционная зависимость урожайности зеленой массы и содержания сухого вещества от морфометрических показателей растения. В частности, коэффициент корреляции высоты растений и диаметра стебля с урожайностью сухого вещества составил  $-0,4081$  и  $-0,4324$ , с уро-

жайностью зеленой массы – соответственно  $-0,2025$  и  $-0,0266$ . Урожайность зеленой массы и сбор сухого вещества с единицы площади также отрицательно коррелировали со средней массой одного растения. Для урожайности зеленой массы коэффициент парной корреляции в данном случае был равен  $-0,4142$ , для сухого вещества  $-0,6383$ . Положительная корреляционная зависимость урожайности установлена только с густотой стояния стеблестоя: для зеленой массы  $-0,6817$ , для сухого вещества  $-0,5487$ . В данном случае увеличение количества стеблей на единице площади способствовало росту урожайности.

### Заключение

Семенной материал суданской травы, как свидетельствуют результаты аэродинамического сепарирования, имеет высокую степень неоднородности по размеру и массе 1000 семян, поэтому данный прием позволяет формировать отдельные партии, семена в которых обладают достаточной выравненностью не только по физическим, но и по биологическим характеристикам. В дальнейшем однородность и выравненность семенного материала обеспечивает равномерность прорастания и развития проростков на начальных этапах развития растений и минимизирует на данной стадии внутривидовую конкуренцию в ценозе, что в конечном итоге обеспечивает синхронность роста и развития растений и способствует общей выравненности стеблестоя.

Как показали исследования, в сумме за два укоса суданская трава в условиях региона способна обеспе-

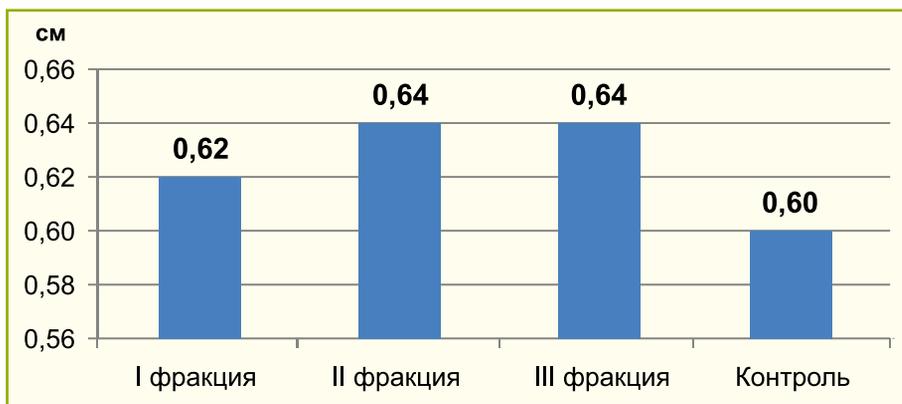


Рисунок 2 – Диаметр стебля суданской травы (см) при уборке на зеленую массу (I срок скашивания, среднее за 2019–2020 гг.)

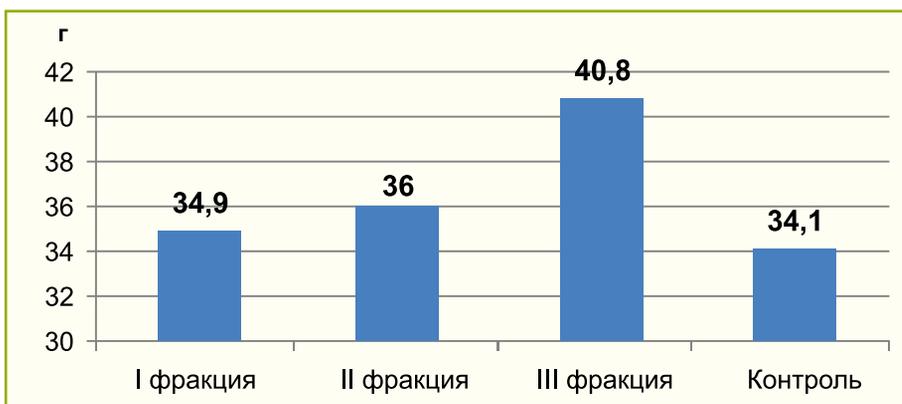


Рисунок 3 – Средняя масса одного растения суданской травы (г) при уборке на зеленую массу (I срок скашивания, среднее за 2019–2020 гг.)

чивать урожайность зеленой массы на уровне 890–1040 ц/га, а в пересчете на сухое вещество – от 162 до 217 ц/га. При этом прием фракционирования или калибровки семенного материала по массе 1000 семян оказывает положительное влияние на увеличение продуктивности культуры.

#### Литература

1. Дронов, А. В. Агробиологическое обоснование интродукции сорговых культур в юго-западный регион Нечерноземья России: дис. ... д-ра с.-х. наук / А. В. Дронов. – Брянск, 2007. – 539 с.
2. Наумова, Т. В. Влияние агротехнических приемов возделывания суданской травы на продуктивность и посевные качества семян / Т. В. Наумова // Кормопроизводство. – 2009. – № 6. – С. 25–28.
3. Анохина, Т. А. О целесообразности возделывания суданской травы в Беларуси / Т. А. Анохина, Р. М. Кадыров, В. И. Ульяничук // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 5. – С. 15–18.
4. Жеруков, Б. Х. Факторы, влияющие на полевую всхожесть суданской травы / Б. Х. Жеруков, К. Г. Магомедов, М. К. Магомедов // Земледелие. – 2006. – № 2. – С. 45–46.
5. Кирпа, Н. Я. Аэродинамическое сепарирование зерновых масс / Н. Я. Кирпа // Хранение и переработка зерна. – 2014. – № 3 (180). – С. 44–46.
6. Крюкова, Т. И. Посевные качества и урожайные свойства суданской травы в зависимости от фракционирования семян / Т. И. Крюкова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (47). – С. 22–26.
7. Барбашина, Т. В. Одновидовые и смешанные посевы сорговых культур в Приморском крае: дис...канд. с.-х. наук / Т. В. Барбашина. – п. Тимирязевский, 2005. – 202 с.
8. Тютюнников, А. И. Однолетние кормовые травы / А. И. Тютюнников. – М.: Россельхозиздат, 1973. – 200 с.
10. Стебут, А. И. Работы по семеноведению / А. И. Стебут // Тр. Саратов. с.-х. оп. станции. – 1915. – Вып. 3.
11. Носатовский, А. И. Пшеница (биология) / А. И. Носатовский. – М: Колос, 1965. – 586 с.
12. Шатилов, И. С. Суданская трава / И. С. Шатилов. – М.: Колос, 1981. – 205 с.

УДК 631.8:631.559:621.633.853.494

## Урожайность и качество маслосемян ярового рапса в зависимости от систем удобрения и погодных условий

Е. Г. Мезенцева, О. Г. Кулеш, кандидаты с.-х. наук, О. В. Симанков, ведущий агроном  
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 13.04.2021)

В статье приведены результаты исследований по оценке эффективности систем удобрения ярового рапса в зависимости от погодных условий. Оптимальной системой удобрения культуры на дерново-подзолистой суглинистой почве с высоким содержанием фосфатов и калия является комплексное применение  $N_{90+30}P_{40}K_{60}$  в сочетании с борным микроудобрением на фоне последствий 60 т/га солоمیстого навоза, за счет чего дополнительно формируется 12,9 ц/га маслосемян пищевого назначения, что составляет 50 % к варианту без удобрений. При неблагоприятных погодных условиях доля участия минеральных удобрений в формировании урожая ярового рапса возрастает более чем в 2 раза (до 58 %, в том числе азотных – до 47 %).

The results of studies on assessing the effectiveness of fertilization systems for spring rape, depending on weather conditions the presents in article. The optimal system for fertilizing crops on sod-podzolic loamy soil with a high content of phosphates and potassium is the complex application of  $N_{90+30}P_{40}K_{60}$  in combination with boron fertilization against the background of the aftereffect of 60 t/ha of straw manure. As a result 12,9 c/ha of edible oilseeds food purpose are formed, or 50 % to the option without fertilizers. The share of mineral fertilizers in the formation of the yield of spring rapeseed under unfavorable weather conditions is increases more than 2 times (up to 58 %, including nitrogen fertilizers – up to 47 %).

#### Введение

Приоритетом национальной стратегии любого государства является продовольственная безопасность, которая напрямую зависит от уровня самообеспечения не только зерновыми, но и масличными культурами. В настоящее время рапс – основная масличная культура в Республике Беларусь. Необходимость его возделывания на маслосемена обусловлена дефицитом растительного масла для продовольственных и промышленных целей и кормового белка для нужд животноводства, а также возможностью получать высокие урожаи маслосемян рапса, так как климатические условия в большинстве районов менее пригодны для выращивания таких теплолюбивых масличных культур, как подсолнечник и соя [1].

За прошедшие годы научными организациями накоплен значительный опыт получения высоких урожаев рапса, подготовлены многочисленные рекомендации,

разработаны и апробированы зональные ресурсосберегающие технологии возделывания, однако потенциал культуры реализуется не в полной мере [2–6]. Исследованиями научных учреждений Беларуси выявлен целый ряд неблагоприятных факторов в формировании высоких и устойчивых урожаев рапса [7]. В республике в последние 10 лет основную долю в посевах этой культуры (85–95 %) занимает более продуктивный озимый рапс, который в силу агроклиматических условий на востоке и в центральных районах в отдельные годы плохо перезимовывает, что обусловлено резкими колебаниями температур, образованием ледяной корки и вымоканием в зимний и ранневесенний периоды [8]. В связи с этим яровой рапс выступает в качестве страховой культуры при гибели озимого.

Посевные площади ярового рапса в сельскохозяйственных организациях страны постепенно расширялись. Так, если в 2010 г. посевы занимали 62,8 тыс. га, то к 2015 г. они достигли максимума и составили 107,1 тыс. га.

При средней урожайности культуры 10,6 ц/га валовой сбор маслосемян достиг 102,5 тыс. т (рисунок 1).

Начиная с 2016 г., урожайность ярового рапса увеличивалась, достигнув максимума (11,7–11,8 ц/га) в 2017 г. и 2019 г., тогда как его посевные площади в эти годы резко снизились, составив 67,7 и 50,2 тыс. га соответственно [9].

Часто при подборе сорта или гибрида (в основном интенсивного типа) не учитываются его требования к высокому уровню агротехники, в результате чего потенциал продуктивности культуры реализуется лишь на 15–20 %. Поэтому важным резервом увеличения валового сбора семян рапса является дальнейшее совершенствование агротехники его возделывания, в том числе разработка систем удобрения, позволяющих создать оптимальные условия для роста и развития растений, формирования высокой урожайности и качества масла. Особое значение при этом приобретает оптимизация минерального питания с учетом уровня обеспеченности почвы питательными веществами.

Согласно данным последнего тура агрохимических обследований установлено, что около 20–25 % площади пашни занимают дерново-подзолистые почвы с содержанием подвижных соединений фосфора и калия значительно выше оптимальных значений, что предполагает на таких полях снижение доз вносимых фосфорных и калийных удобрений, а соответственно и себестоимости производства маслосемян [10].

Для объективной оценки эффективности применения минеральных удобрений необходимо учитывать погодные условия в период вегетации, которые часто имеют решающее значение. Изменчивостью погодных условий объясняется 25–60 % изменений эффективности удобрений в Нечерноземной зоне [11].

Цель настоящих исследований – установить эффективность доз минеральных удобрений при возделывании ярового рапса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с содержанием фосфатов и калия выше оптимума, определить роль удобрений в повышении устойчивости ярового рапса к неблагоприятным погодным условиям.

### Методика и место проведения исследований

Экспериментальные исследования с яровым рапсом Миракел F<sub>1</sub> проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в 2017–2018 гг. в ОАО «Гастелловское» Минского района Минской области в зернопропашном севообороте: кукуруза на зеленую массу → яровая пшеница → яровой ячмень → яровой рапс → озимая пшеница. Пахотный слой почвы характеризовался оптимальным для сельскохозяйственных культур уровнем кислотности (рН 6,3), средним содержанием гумуса (2,3 %), очень низким – усвояемого азота (17 мг/кг), высоким – калия (366 мг/кг) и очень высоким – фосфора (652 мг/кг). Это

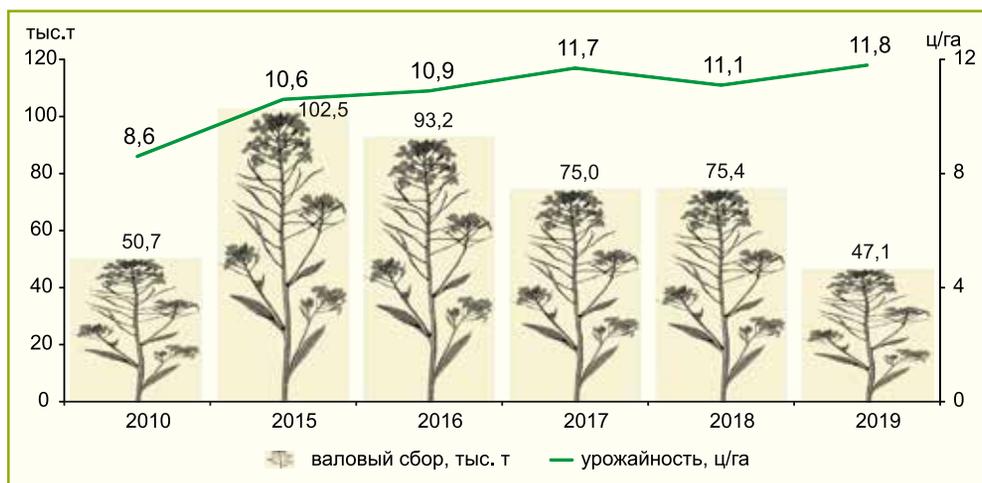


Рисунок 1 – Валовой сбор и урожайность маслосемян рапса в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь

указывает на сильную разбалансированность содержащихся в почве элементов питания и необходимость создания за счет удобрений оптимального режима питания растений ярового рапса. Повторность опыта – четырёхкратная, общая площадь делянки – 36 м<sup>2</sup>.

Органические удобрения в виде солоमистого навоза были внесены под кукурузу. Минеральные удобрения – мочевину, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий применяли под предпосевную культивацию, кроме того, мочевину – в подкормку в фазе стеблевания культуры. В качестве некорневой подкормки в фазе бутонизации использовали Адоб Бор (300 г/га д. в.).

Обработку почвы и уход за растениями осуществляли в соответствии с рекомендациями по интенсивной технологии возделывания ярового рапса и отраслевыми регламентами [12]. Уборку и учет урожая маслосемян проводили сплошным методом поделяночно.

Дисперсионный анализ экспериментальных данных выполнен согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова (1985) с использованием соответствующих программ пакета MS Excel.

На формирование урожая сельскохозяйственных культур, наряду с минеральным питанием растений, большое влияние оказывают водный и температурный режимы почв и воздуха в течение вегетации растений. Как избыток, так и недостаток влаги и тепла негативно сказываются на уровне урожая. Наиболее близкими величинами для характеристики оптимальных водного и теплового режимов почв и растений являются среднееголетние показатели осадков и температуры воздуха.

Гидротермические условия вегетационных периодов 2017–2018 гг. различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков (рисунок 2), что оказало определенное влияние на развитие растений и формирование урожайности.

Погодные условия вегетационного периода 2017 г. (пониженные температуры воздуха и неравномерное выпадение осадков) отклонялись от среднееголетних показателей. Температура воздуха на протяжении вегетации культуры была ниже среднееголетних показателей на 1,2–1,3 °С. При этом апрель характеризовался высокой влагообеспеченностью, а количество осадков в этот период на 56 % превышало норму. Значительный недобор осадков наблюдался в мае–июне (45 и 63 % к

норме), однако за счет обильных осадков в апреле и достаточной водоудерживающей способности почвы осадки не являлись лимитирующим фактором в формировании и развитии вегетативных и генеративных органов растений. Сумма осадков в июле, в период налива маслосемян, составила 168 % к норме, что растянуло период созревания рапса. В целом 2017 г. можно охарактеризовать как достаточно благоприятный для формирования относительно высокой урожайности маслосемян.

Гидротермические условия вегетационного периода 2018 г. были менее благоприятны для получения высокой продуктивности – на протяжении всего периода роста и развития ярового рапса фиксировались повышенные температурные показатели (за исключением августа, когда температура воздуха составила 17,5 °С, что на уровне среднесуточного показателя) и неравномерность выпадения осадков, что негативно отразилось на уровне урожайности маслосемян. Засушливая погода с количеством осадков в апреле-июне на уровне 53 % к среднесуточному показателю сменялась сильными затяжными дождями в июле (186 % к норме). В целом 2018 г. можно охарактеризовать как слабозасушливый (ГТК 1,2).

### Результаты исследований и их обсуждение

На основании полученных результатов установлено, что применение различных систем удобрения оказало

существенное влияние на урожайность и качество семян ярового рапса. При этом эффективность минеральных удобрений обуславливалась гидротермическими условиями вегетационных периодов. В менее благоприятный 2018 г. урожайность семян ярового рапса по отношению к показателю 2017 г. (который также не был оптимальным для формирования высокого урожая культуры), в среднем по опыту, была ниже более чем на треть (39 %) (таблица 1).

Результаты исследований свидетельствуют, что за счет почвенного плодородия, в среднем за два года исследований, урожайность маслосемян рапса составила 13,1 ц/га.

В зависимости от применяемой системы удобрения урожайность семян рапса, в среднем за два года, варьировала от 14,0 до 26,0 ц/га. Наиболее высокий уровень урожайности достигнут при комплексном применении минеральных макро- (N<sub>90+30</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub>) и микроудобрений на фоне последствия навоза – прибавка составила 12,9 ц/га или 50 % к неудобренному варианту.

Эффективность третьего года последствия соломистого навоза была недостоверна, прибавка урожайности маслосемян составила 0,9 ц/га или 7 % относительно неудобренного варианта при окупаемости 1 т навоза 1,5 кг семян.

Наиболее существенное влияние на формирование урожайности семян ярового рапса оказали азотные

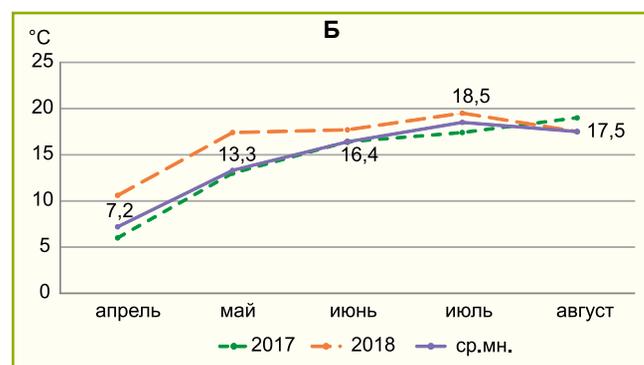
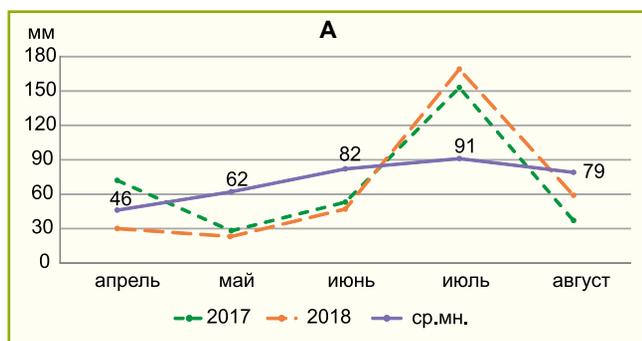


Рисунок 2 – Выпадение осадков (А) и среднесуточная температура воздуха (Б) в вегетационные периоды 2017–2018 гг.

Таблица 1 – Влияние систем удобрения на показатели урожайности и качества маслосемян ярового рапса

Вариант	Урожайность, ц/га				Сырой белок, % в сух. в-ве			Масличность, %		
	2017 г.	2018 г.	среднее	прибавка	2017 г.	2018 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	среднее
Без удобрений	17,8	8,4	13,1	–	15,3	25,0	20,2	42,5	49,4	46,0
П. н.* – фон 1	19,3	8,7	14,0	0,9	16,3	25,0	20,7	44,3	49,6	47,0
Фон 1 + N <sub>60</sub>	22,9	13,3	18,1	5,0	18,2	25,1	21,7	44,1	48,1	46,1
Фон 1 + N <sub>60+30</sub>	24,6	14,3	19,5	6,4	19,0	25,1	22,1	43,8	47,6	45,7
Фон 1 + N <sub>60+30</sub> + B <sub>300</sub>	28,0	14,4	21,0	7,9	19,1	25,4	22,3	43,1	47,4	45,3
Фон 1 + N <sub>90+30</sub> + B <sub>300</sub>	28,1	16,1	22,1	9,0	19,1	25,6	22,4	43,4	47,1	45,3
П. н.* + P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон 2	20,4	11,0	15,7	2,6	16,2	25,0	20,6	44,3	49,2	46,8
Фон 2 + N <sub>60</sub>	24,4	18,6	21,5	8,4	19,2	25,6	22,4	43,3	48,8	46,1
Фон 2 + N <sub>60+30</sub>	25,6	19,8	22,7	9,6	19,3	25,8	22,6	43,6	48,1	45,9
Фон 2 + N <sub>60+30</sub> + B <sub>300</sub>	29,4	19,8	24,4	11,3	19,3	26,1	22,7	42,9	48,8	45,9
Фон 2 + N <sub>90+30</sub> + B <sub>300</sub>	31,4	20,6	26,0	12,9	19,2	26,1	22,7	43,7	48,3	46,0
НСП <sub>05</sub>	1,3	1,1	1,1	–	0,6	0,5	0,4	1,2	1,3	1,1

Примечание – \*Последствие навоза.

удобрения, за счет которых прибавка урожая составила 4,1–10,3 ц/га в зависимости от применяемой дозы при окупаемости 1 кг азота 8,0–14,1 кг семян. Учеными неоднократно отмечалось, что азотные подкормки растений рапса в определенной степени предотвращают редуцирование побочных стеблей и замедляют сбрасывание цветков, что способствует большей сохранности урожая [4, 5, 13]. Результаты наших исследований показали, что в среднем по опыту применение азотных подкормок в дозе 30 кг/га д. в. достоверно увеличивало урожайность маслосемян на 1,2 ц/га.

В среднем за два года исследований, применение фосфорных и калийных удобрений в дозах  $P_{40}K_{60}$  обусловило получение 1,7 ц/га семян рапса при окупаемости 1 кг удобрений 1,7 кг семян.

За счёт применения микроудобрений урожайность семян достоверно повышалась на 1,5–1,7 ц/га.

В различных гидротермических условиях за счет почвенного плодородия было получено от 8,4 (менее благоприятные погодные условия) до 17,8 ц/га, т. е. под влиянием комплекса погодных факторов урожайность рапса изменялась более чем в 2 раза.

Применение минеральных удобрений способствовало повышению устойчивости растений к погодным стрессам. При использовании моноазотной ( $N_{90+30}$ ) системы удобрения в комплексе с микроудобрением урожайность рапса по годам исследований также варьировала, но в меньшей степени: от 28,1 до 16,1 ц/га (43 %). Эффективность полной системы удобрения ( $N_{90+30}P_{40}K_{60}$ ) в сочетании с микроудобрением проявилась в большей степени, обусловив значительно меньшую вариабельность урожайности (34 %) – с 31,4 до 20,6 ц/га.

Анализ влияния отдельных факторов (почва, последствие навоза, минеральные удобрения) на формирование урожайности маслосемян рапса в меняющихся погодных условиях показал, что при более благоприятных гидротермических условиях 2017 г. доля участия почвы и третьего года последствия навоза в формировании урожайности составляла 57 и 5 % соответственно. Показательно, что при менее благоприятных погодных условиях доля эффективного плодородия почвы снизилась на 16 % или в 1,4 раза, а последствия навоза – в 5 раз, составив всего 1 %. В то же время возросла эффективность минеральных удобрений (таблица 2).

Минеральное питание и водный обмен – взаимосвязанные и взаимовлияющие процессы. Лучшие условия

питания способствуют более продуктивному использованию влаги, а достаточная обеспеченность влагой, в свою очередь, повышает отдачу от внесения удобрений. Известно, что фосфорные и калийные удобрения в засушливых условиях снижают расход воды на образование единицы урожая на 10–20 % и более. Этот факт объясняется тем, что калий удерживает воду, повышая оводненность цитоплазмы, а фосфор удобрений в условиях недостатка влаги более доступен растениям, чем фосфаты почвы. В наших исследованиях, проведенных с другими культурами, установлено, что в засушливых условиях со снижением доли участия почвенного плодородия эффективность минеральных удобрений повышалась [14, 15]. Расчеты показали, что в условиях дефицита влаги в первой половине вегетации растений 2018 г. доля участия фосфорных и калийных удобрений (по отношению к более благоприятному по увлажнению 2017 г.) увеличилась с 3 до 11 %.

Роль азотных удобрений при неблагоприятных погодных условиях возрастает. Обеспеченность растений азотом в засуху достаточно высока, так как азот поступает в растения преимущественно путем массового потока и меньше зависит от обеспеченности почвы водой. Прибавка урожая семян рапса от применения азотных удобрений в оптимальном варианте при неблагоприятных погодных условиях увеличилась на 2,4 ц/га. При этом долевое участие азота в формировании урожайности культуры возросло более чем в 2 раза – с 23 до 47 % (при применении РК-удобрений) и с 19 до 45 % (с исключением РК-удобрений), что вполне объяснимо, так как на почвах с очень низким содержанием потенциально усвояемых соединений азота и высоким – фосфатов и калия основным элементом, оказывающим влияние на формирование урожайности возделываемых культур, является азот, поступающий с удобрениями.

Из всего комплекса химических показателей качества семян рапса наиболее значимыми являются содержание в них жира и протеина, а также жирнокислотный состав маслосемян.

В семенах масличных культур белки и жиры находятся в динамическом равновесии – при увеличении масличности содержание белков снижается и наоборот. Установлено, что в среднем за 2 года исследований показатели содержания жира в маслосеменах варьировали в пределах 45,3–47,0 % с максимальными значениями в фоновых вариантах и тенденцией снижения при более высоком уровне минерального питания. Содержание

**Таблица 2 – Участие почвы и удобрений в формировании урожайности рапса ярового при различных условиях вегетации растений**

Факторы	Годы							
	2017		2018		2017		2018	
	с РК				без РК			
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Почва	17,8	57	8,4	41	17,8	63	8,4	52
Последствие навоза	1,5	5	0,3	1	1,5	5	0,3	2
РК-удобрения	1,1	3	2,3	11	–			
N-удобрения	7,2	23	9,6	47	5,4	19	7,3	45
Микроудобрения	3,8	12	–	–	3,4	13	0,1	1
Урожайность, ц/га	31,4	100	20,6	100	28,1	100	16,1	100

сырого белка в семенах составило 20,2–22,7 % с более высокими показателями при комплексном применении минеральных удобрений и наименьшими – в фоновых вариантах. Отмечено, что возрастающие дозы азота снижали в семенах содержание жира на 0,1–0,8 % и увеличивали белка на 0,6–2,5 %.

В наших исследованиях погодные условия также оказали существенное влияние и на показатели качества маслосемян ярового рапса. В менее благоприятный 2018 г. семена характеризовались высокими показателями содержания жира (47,1–49,6 %) и белка (25,0–26,1 %), а применение азотных удобрений не оказало существенного влияния на повышение белковости семян. При этом стоит отметить, что за счет эффекта разбавления (при более высокой урожайности рапса) показатели содержания жира и белка в семенах урожая 2017 г. оказались ниже и составили соответственно 42,5–44,3 и 15,3–19,3 %, а применение азотных удобрений достоверно повышало содержание белка в семенах рапса в среднем на 15 %.

Семена, используемые на пищевое масло, должны иметь следующие показатели: отсутствие или не более 5 % эруковой кислоты, содержание линоленовой – не более 4–10 %, линолевой – 18–25, олеиновой – 55–70, стеариновой и пальмитиновой – 5–15 % [8]. Результаты анализа жирнокислотного состава масла показали, что содержание вредной эруковой кислоты в семенах ярового рапса при всех изучаемых уровнях минерального питания было незначительным (0,01–0,05 %). Содержание линоленовой кислоты находилось в пределах 8,27–9,41 % и так же не превышало допустимый уровень. Наибольший же процент (62,02–64,03 и 19,34–21,11 % соответственно) приходился на полезные кислоты – олеиновую и линолевою, что указывает на высокое пищевое качество масла.

По данным В. В. Стефанского и Г. С. Майстренко [16], применение фосфорных удобрений способствует снижению количества эруковой и повышению олеиновой и линолевой кислот в семенах рапса. В наших исследованиях такой зависимости не прослеживалось, что, вероятно, связано с очень высоким содержанием фосфатов в почве. Существенных различий в жирнокислотном составе маслосемян ярового рапса в зависимости от применяемых систем удобрения и погодных факторов не выявлено.

### Заключение

Таким образом, оптимальной системой удобрения при возделывании ярового рапса на дерново-подзолистой суглинистой почве с высоким содержанием фосфатов и калия является комплексное применение  $N_{90+30}P_{40}K_{60}$  в сочетании с борным микроудобрением на фоне последействия 60 т/га соломистого навоза. Такая система удобрения обеспечивает получение дополнительных 12,9 ц/га маслосемян пищевого назначения, или 50 % к варианту без удобрений. Основная часть урожая культуры формируется за счёт почвенного плодородия (более 40 %) и азотных удобрений. При неблагоприятных погодных условиях доля участия минеральных удобрений в формировании урожайности ярового рапса возрастает более чем в 2 раза (до 58 %, в том числе азотных – до 47 %).

### Литература

1. Рапс для Беларуси – важная масличная и кормовая культура / Д. Шпаар [и др.] // Междунар. аграрный журнал. – 1998. – № 6. – С. 22–25.
2. Шпаар, Д. Возделывание рапса / Д. Шпаар, Н. Маковски, В. Самерсов. – М.: ИК «Родник», 1996. – 130 с.
3. Пиллюк, Я. Э. Технология возделывания сортов озимого и ярового рапса качества «канола» на маслосемена (рекомендации) / Я. Э. Пиллюк, О. А. Пикун, В. В. Зеленяк. – Жодино: НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – 2010. – 42 с.
4. Пиллюк, Я. Э. Рапс в Беларуси: биология, селекция и технология возделывания / Я. Э. Пиллюк. – Мн.: Бизнесофсет, 2007. – 240 с.
5. Плевко, Е. А. Совершенствование системы удобрения редьки масличной, горчицы белой и рапса ярового при возделывании на семена на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Е. А. Плевко. – М., 2017. – 23 с.
6. Отраслевой регламент. Использование удобрений под сельскохозяйственные культуры в севооборотах и сохранение плодородия почв. Типовые технологические процессы / В. В. Лапа [и др.]. – Мн.: Институт почвоведения и агрохимии, 2017. – 32 с.
7. Пиллюк, Я. Э. Озимый рапс: особенности сева и ухода в осенний период 2011 / Я. Э. Пиллюк. – Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 7. – С. 38–44.
8. Пиллюк, Я. Э. Возделывание озимого рапса в Республике Беларусь / Я. Э. Пиллюк. – Земледелие и защита растений. – 2001. – № 9. – С. 10–15.
9. Сельское, лесное и рыбное хозяйство Беларуси. Статистический сборник [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika>. – Дата доступа: 20.03.2019.
10. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 276 с.
11. Минеев, В. Г. Влияние метеоусловий на варьирование величины оптимального содержания фосфора в почве для растений ячменя / В. Г. Минеев, Л. А. Лебедева, Н. Г. Васильева // Агрохимия. – 2010. – № 6. – С. 50–58.
12. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков и [др.]. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 460 с.
13. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур: монография / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Мн.: УП «Технопринт», 2005. – 276 с.
14. Кулеш, О. Г. Действие удобрений в зернопропашном севообороте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с очень высокими запасами фосфора и калия при различных погодных условиях / О. Г. Кулеш, Е. Г. Мезенцева, О. А. Шедова // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1 (62). – С. 109–118.
15. Семененко, Н. Н. Урожайность, вынос и коэффициенты возмещения выноса элементов питания в зависимости от погодных условий и применяемой системы удобрения под яровой ячмень / Н. Н. Семененко, О. Г. Кулеш, Е. Г. Мезенцева // Почвоведение и агрохимия – 2019. – № 1 (62). – С. 120–132.
16. Стефанский, В. В. Интенсивная технология производства рапса / В. В. Стефанский, Г. С. Майстренко. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 188 с.



## Урожайность и параметры перехода $^{90}\text{Sr}$ в зелёную массу сорго сахарного при разных системах удобрений и условиях увлажнения вегетационного периода

В. Г. Седукова, кандидат с.-х. наук, Н. В. Крестова, младший научный сотрудник,  
С. А. Исаченко, старший научный сотрудник  
Институт радиобиологии НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 18.05.2021)

Представлено влияние систем удобрений на урожайность и коэффициенты перехода ( $K_n$ )  $^{90}\text{Sr}$  в зелёную массу сорго сахарного, возделываемого на дерново-подзолистой супесчаной почве. Отмечено снижение  $K_n$   $^{90}\text{Sr}$  в зелёную массу сорго сахарного при увеличении дозы фосфорных удобрений до 10 %. При внесении NPK в посевах сорго сахарного наименьшие  $K_n$   $^{90}\text{Sr}$  в зелёную массу наблюдались при  $N_{70}P_{60}K_{80}$  и  $N_{70}P_{60}K_{100}$ . Установлена обратная сильная корреляционная связь между гидротермическим коэффициентом и  $K_n$   $^{90}\text{Sr}$  в зелёную массу сорго сахарного и прямая – с урожайностью. Максимальную урожайность сорго обеспечивает система удобрений  $N_{90}P_{60}K_{100}$ .

The article presents the effect of fertilizer systems on the yield and Transfer factor (TF) of  $^{90}\text{Sr}$  into the green mass of sugar sorghum cultivated on sod-podzolic sandy loam soil. A decrease in TF of  $^{90}\text{Sr}$  in the green mass of sugar sorghum was noted with an increase in the dose of phosphorus fertilizers up to 10 %. With the applying of NPK in the crops of sugar sorghum, the lowest TF of  $^{90}\text{Sr}$  in the green mass was observed with the fertilizer system like  $N_{70}P_{60}K_{80}$  and  $N_{70}P_{60}K_{100}$ . A strong inverse correlation was established between the hydrothermal coefficient and TF of  $^{90}\text{Sr}$  in the green mass of sugar sorghum. It is shown that the maximum yield of sorghum is provided by the fertilizer system  $N_{90}P_{60}K_{100}$  and the yield of sorghum depends on the degree of moisture in the growing season.

### Введение

Совершенствование кормопроизводства может происходить как за счёт оптимизации технологических приёмов возделывания широко распространённых сельскохозяйственных культур, так и за счёт расширения спектра культур, способных обеспечить в различных почвенно-климатических условиях хороший урожай продукции. Назрела необходимость диверсификации посевов кормовых культур.

Наметившееся потепление климата, проявляющееся в уменьшении количества осадков и увеличении среднегодовой температуры воздуха, диктует необходимость поиска способов улучшения системы производства кормов. Одним из таковых может стать внедрение в севообороты засухоустойчивых культур, которые по сравнению с традиционными культурами могут переносить периоды недостатка влаги и повышенных температур без резкого снижения продуктивности. К таковым культурам можно отнести сорго сахарное, сорго-суданковый гибрид, суданскую траву.

Рассматривая вопрос возможности производства данных культур на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь, необходимо изучить не только изменение урожайности, но и вероятности получения кормов, соответствующих нормативным требованиям по содержанию  $^{90}\text{Sr}$ . Даже спустя 35-летний период после катастрофы на Чернобыльской АЭС, острота вопроса производства нормативно чистых кормов, особенно по содержанию  $^{90}\text{Sr}$ , не снизилась. В республике определено, что удельная активность радионуклида в зелёной массе кормовых культур не должна превышать 37 Бк/кг для скармливания лактирующим коровам и получения молока цельного, 185 Бк/кг – для скармливания лактирующим коровам и получения молока-сырья на переработку [1]. Руководствуясь нормативными документами Союзного государства, удельная активность

$^{90}\text{Sr}$  в зелёных кормах не должна превышать 50 Бк/кг, в сене – 180 Бк/кг [2].

В связи с этим исследования, направленные на изучение влияния системы удобрений на параметры перехода  $^{90}\text{Sr}$  в зелёную массу сорго при разных условиях увлажнения вегетационного периода, весьма актуальны.

### Условия и методика проведения исследований

Исследования проведены в полевом опыте в условиях недостаточного (ГТК = 0,9), обеспеченного (ГТК = 1,1) и избыточного увлажнения (ГТК = 1,9). При определении условий увлажнения вегетационного периода использовали классификацию Селянинова [3].

Почва опытного участка – дерново-подзолистая супесчаная, характеризующаяся среднекислой реакцией почвенной среды ( $\text{pH}_{\text{KCl}} = 4,8$ ), недостаточным содержанием гумуса (1,7 %), средним содержанием подвижных форм калия ( $\text{K}_2\text{O} - 169 \text{ мг/кг}$ ) и высоким содержанием  $\text{P}_2\text{O}_5 - 341 \text{ мг/кг}$ . Индекс агрохимической окультуренности почвы составил 0,74, что позволяет отнести её к категории среднеокультуренной.

Плотность загрязнения пахотного горизонта почвы  $^{90}\text{Sr}$  составляла в среднем 16,65 Бк/кг :  $\text{кБк/м}^2$  (0,45 Ки/км<sup>2</sup>).

Площадь опыта – трёхкратная, размер делянки – 10 м<sup>2</sup>, учётной – 4 м<sup>2</sup>. Отбор проб для определения удельной активности  $^{90}\text{Sr}$  в зелёной массе и определения урожая проводили в фазе начала выброса метёлки. Урожай зелёной массы учитывали с учётной площади делянки.

Агрохимические показатели почвы определяли по ГОСТированным методикам: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО [4];  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  – потенциометрическим методом [5]; подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову [6]. Удельную активность  $^{90}\text{Sr}$  в пахотном горизонте почвы и в зелёной массе сорговых культур определяли путём радиохимического выделения ради-

онуклида по стандартной методике ЦИНАО с радиометрическим окончанием на аттестованном  $\alpha$ - $\beta$  счётчике Canberra-2400 [7].

Исследования проводили на сорго сахарном сорта Порумбень 4. Культуру возделывали при применении следующих систем удобрений:  $P_{40}K_{80}$ ;  $P_{40}K_{100}$ ;  $P_{60}K_{80}$ ;  $P_{60}K_{100}$ ;  $N_{70}P_{40}K_{80}$ ;  $N_{90}P_{40}K_{80}$ ;  $N_{70}P_{40}K_{100}$ ;  $N_{90}P_{40}K_{100}$ ;  $N_{70}P_{60}K_{80}$ ;  $N_{90}P_{60}K_{80}$ ;  $N_{70}P_{60}K_{100}$ ;  $N_{90}P_{60}K_{100}$ . В качестве контроля использовали вариант без применения минеральных удобрений.

**Результаты исследований и их обсуждение**

Установлено, что внесение минеральных удобрений способствует уменьшению коэффициентов перехода ( $K_p$ )  $^{90}Sr$  в продукцию сорго сахарного в среднем на 28 %. Так, в среднем по опыту значения  $K_p$   $^{90}Sr$  для зелёной массы сорго сахарного в зависимости от применяемой системы удобрений изменялись от 2,55 Бк/кг : кБк/м<sup>2</sup> до 3,74 Бк/кг : кБк/м<sup>2</sup> (рисунок 1).

Эффективность различных систем удобрений не одинакова. Увеличение дозы фосфора с 40 до 60 кг/га д. в. на фоне  $K_{80}$  обеспечило снижение  $K_p$   $^{90}Sr$  в зелёную массу культуры на 10 %, на фоне  $K_{100}$  – всего на 3 %.

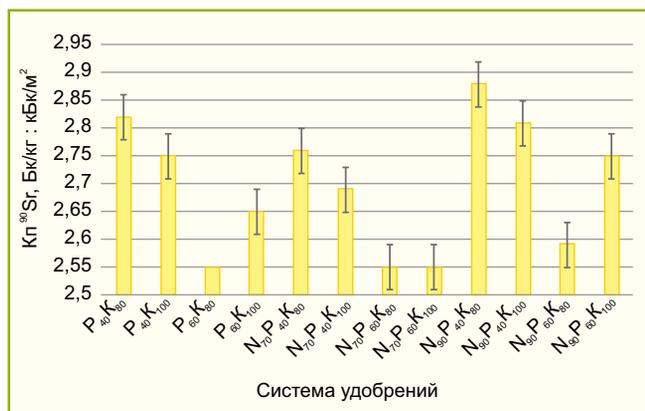
При внесении  $N_{70}P_{40}K_{80}$   $K_p$   $^{90}Sr$  в зелёную массу сорго было на 7 % выше, чем при  $N_{70}P_{60}K_{80}$ . Также положительное влияние фосфора на интенсивность накопления радионуклида отмечено и на более высоком фоне азотных удобрений ( $N_{90}P_{40}K_{80}$  и  $N_{90}P_{60}K_{100}$ ).

Следует отметить, что при применении азотных удобрений в дозе  $N_{70}$  на фонах  $P_{40}K_{80}$  и  $P_{40}K_{100}$  наблюдалась тенденция снижения  $K_p$   $^{90}Sr$  в зелёную массу культуры. При увеличении дозы азота до 90 кг/га д. в. параметры перехода радионуклида увеличились. Однако это увеличение было в пределах наименьшей существенной разницы.

Установлено, что изменение  $K_p$   $^{90}Sr$  в зелёную массу сорго сахарного имеет обратную корреляционную связь с гидротермическим коэффициентом, отражающим условия увлажнения вегетационного периода (рисунок 2).

Коэффициент корреляции 0,99 признан значимым на уровне 0,95 по критерию Стьюдента. По шкале Чеддока [8] данная связь характеризуется как весьма высокая.

Рассчитано уравнение регрессии  $y = -0,264x + 3,12$  при коэффициенте детерминации  $R^2 = 0,99$  и интервальная оценка для коэффициента корреляции: доверительный интервал составил 2,47–3,24 Бк/кг : кБк/м<sup>2</sup>.



**Рисунок 1 – Влияние системы удобрений на коэффициент перехода  $^{90}Sr$  в зелёную массу сорго сахарного**

Проводя оценку коэффициентов уравнения регрессии со стороны экономической составляющей, рассчитали и бета-коэффициент, который показывает: на какую часть величины своего среднего квадратичного отклонения изменится в среднем значение резульативного признака ( $K_p$   $^{90}Sr$  в зелёную массу сорго) при изменении факторного признака (ГТК) на величину его среднеквадратического отклонения при фиксированном на постоянном уровне значении остальных независимых переменных. Расчёт бета-коэффициента показал, что при увеличении ГТК на величину среднеквадратического отклонения ГТК приведёт к уменьшению среднего значения  $K_p$   $^{90}Sr$  на 99,8 % среднеквадратического отклонения  $K_p$ .

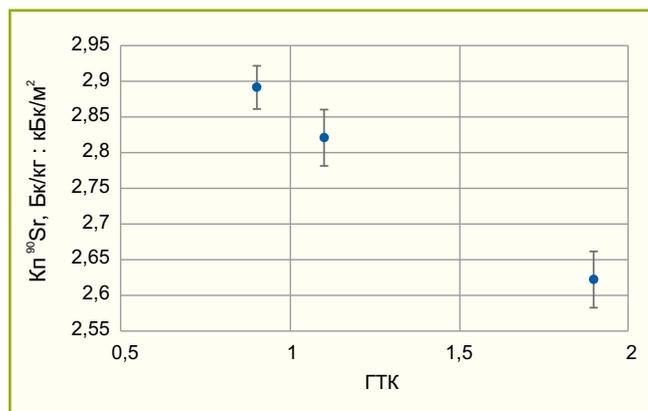
Средний коэффициент эластичности, показывающий на сколько процентов в среднем по совокупности изменится результат от своей средней величины при изменении фактора на 1 % от своего среднего значения, в нашем эксперименте равен -0,12. Следовательно, при изменении ГТК на 1 %,  $K_p$   $^{90}Sr$  в зелёную массу сорго уменьшится на 0,12 %.

Для оценки качества уравнения регрессии провели оценку с помощью ошибки абсолютной аппроксимации. Среднее отклонений расчётных значений от фактических в эксперименте составило 0,22 %. Следовательно, данное уравнение можно использовать в качестве регрессии.

Средний по опыту  $K_p$   $^{90}Sr$  в вегетативную массу сорго сахарного в условиях недостатка влаги был на 3 % выше, чем в год с достаточным увлажнением и на 9 % больше по сравнению с годом, характеризующимся избыточным увлажнением.

Урожайность зелёной массы сорго сахарного также значительно изменялась при разных условиях увлажнения вегетационного периода. Несмотря на то что сорго относится к засухоустойчивым культурам, при недостатке влаги в период активного роста урожайность зелёной массы снижается. Минимальный сбор зелёной массы с единицы площади был получен при засушливом периоде вегетации. Дефицит атмосферных осадков наблюдался на протяжении всего периода роста и развития культуры. Особенно критичным оказался июнь, когда выпало менее 60 % осадков от климатической нормы. Средняя урожайность по всем вариантам опыта в этом году составила 485 ц/га при изменениях от 401 ц/га до 553 ц/га.

Максимальная средняя урожайность по всем вариантам опыта – 1 035 ц/га получена в год, характери-



**Рисунок 2 – Изменение коэффициента перехода  $^{90}Sr$  в зелёную массу сорго сахарного при разных значениях ГТК**

зующийся высокой температурой воздуха (на уровне 19–21 °С) и достаточным количеством осадков (более 100 мм) на протяжении июня – июля, т. е. в период активного роста культуры. Средняя урожайность зелёной массы сорго сахарного, выращенного при обеспеченном увлажнении, составила 659 ц/га, что на 174 ц/га больше, чем в засушливом, и на 377 ц/га меньше, чем в год с избыточным увлажнением.

Анализ зависимости между средней урожайностью зелёной массы сорговых культур и гидротермическим коэффициентом показал наличие прямой корреляционной связи (рисунок 3).

Параметры уравнения регрессии, описывающего зависимость урожайности сорговых культур от ГТК, было получено с помощью метода наименьших квадратов. Коэффициент линейной парной корреляции составил 0,99. Полученное значение коэффициента корреляции признано значимым на уровне значимости 0,95 по критерию Стьюдента. По шкале Чеддока данная связь характеризуется также как весьма высокая. Интервальная оценка ГТК для коэффициента корреляции составляет от 0,3 до 1,67 ед.

Бета-коэффициент показал, что увеличение ГТК на величину среднеквадратического отклонения приведёт к увеличению средней урожайности на 98,8 % среднеквадратического отклонения урожайности.

Средний коэффициент эластичности в эксперименте равен 0,99. Следовательно, при изменении ГТК на 1 % урожайность изменится чуть менее чем на 1 %.

Среднее отклонений расчётных значений от фактических в нашем эксперименте составило 4,5 %. Поскольку ошибка меньше 7 %, то данное уравнение можно использовать в качестве регрессии.

На урожайность зелёной массы сорго сахарного существенное влияние оказывает система применения минеральных удобрений.

Средняя по опыту урожайность зелёной массы сорго за все годы исследований находилась в интервале 540–919 ц/га. В зависимости от системы удобрений прибавка зелёной массы по отношению к контрольному варианту варьировала от 56 ц/га в варианте P<sub>40</sub>K<sub>100</sub> до 379 ц/га при внесении N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub> (таблица).

Средний сбор зелёной массы с гектара посевов сорго на фоне применения фосфорных и калийных удобрений увеличился на 56–88 ц/га по сравнению с вариантом, где удобрения не применяли. При этом увеличение дозы внесения фосфора с 40 кг/га д. в. до 60 кг/га д. в. на фоне K<sub>80</sub> способствовало увеличению урожайности

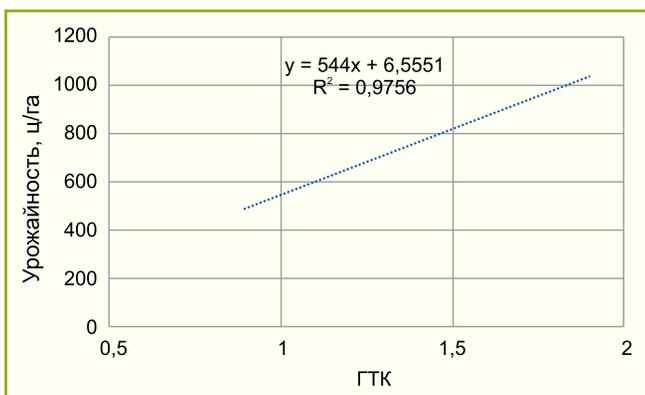


Рисунок 3 – Изменение урожайности зелёной массы сорго сахарного при различном ГТК

на 18 ц/га, на фоне K<sub>100</sub> – на 32 ц/га. Положительное влияние калия проявилось только на фоне внесения фосфора в дозе 60 кг/га д. в. Прибавка урожая зелёной массы при увеличении дозы калия с 80 до 100 кг/га д. в. при P<sub>60</sub> составила 13 ц/га.

Внесение полного минерального удобрения обеспечило более высокую прибавку урожая зелёной массы сорго – от 176 до 379 ц/га. Эффективность применения азота в дозе 70 кг/га д. в. на фоне P<sub>40</sub>K<sub>80</sub> и P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> составила соответственно 118 ц/га и 116 ц/га зелёной массы по сравнению с безазотным фоном. При увеличении дозы азота с 70 до 90 кг/га д. в. дополнительно получено соответственно 131 ц/га и 128 ц/га зелёной массы.

Прибавка урожая, полученная за счёт внесения N<sub>70</sub> на фоне P<sub>40</sub>K<sub>100</sub>, составила 153 ц/га, N<sub>90</sub> – 265 ц/га, на фоне P<sub>60</sub>K<sub>100</sub> – 154 и 291 ц/га соответственно. То есть увеличение дозы внесения азота с 70 до 90 кг/га д. в. на фоне P<sub>40</sub>K<sub>100</sub> обеспечило получение дополнительно 113 ц/га, на фоне P<sub>60</sub>K<sub>100</sub> – 137 ц/га зелёной массы сорго.

### Заключение

Внесение минеральных удобрений обеспечивает снижение коэффициентов перехода <sup>90</sup>Sr в зелёную массу сорго сахарного в среднем на 28 %. Минимальный коэффициент перехода <sup>90</sup>Sr в зелёную массу сорго сахарного составляет 2,55 Бк/кг : кБк/м<sup>2</sup> при системе удобрений N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>80</sub> и N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub>.

Существует обратная высокая корреляционная связь между коэффициентом перехода (Кп) <sup>90</sup>Sr в зелёную массу сорго и гидротермическим коэффициентом, характеризующим степень увлажнения вегетационного периода. Между урожайностью зелёной массы сорго и гидротермическим коэффициентом корреляционная связь также весьма высокая, однако прямая.

Внесение фосфорно-калийных удобрений позволяет увеличить урожай зелёной массы сорго на 56–88 ц/га, полного минерального удобрения (NPK) – на 176–379 ц/га по сравнению с контрольным вариантом.

Наибольшую урожайность зелёной массы сорго сахарного обеспечивает система удобрений N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub>.

### Влияние системы удобрений на урожайность зелёной массы сорго сахарного

Система удобрений	Урожайность, ц/га зелёной массы	Прибавка к контролю, ц/га
Контроль	540	–
P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	598	58
N <sub>70</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	716	176
N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>80</sub>	847	308
P <sub>40</sub> K <sub>100</sub>	596	56
N <sub>70</sub> P <sub>40</sub> K <sub>100</sub>	748	209
N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>100</sub>	861	321
P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	616	76
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	732	192
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	860	321
P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	628	88
N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	782	242
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	919	379
HCP <sub>0,5</sub>	48	–

## Литература

1. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 годы / Н. Н. Цыбулько [и др.]. – Минск, 2012. – 123 с.
2. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности кормов и кормовых добавок», Проект (ТР 201\_00\_Т/С).
3. Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. – Дата доступа: 09.04.2021.
4. Почвы. Определение органического вещества в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26212–91. – Введ. 01.07.93. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
5. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение pH по методу ЦИНАО: ГОСТ 26483–85. – Введ. 01.07.86. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 4 с.
6. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26207–91. – Введ. 01.07.93. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 6 с.
7. Методические указания по определению  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почвах и растениях / А. В. Кузнецов [и др.]. – М.: ЦИНАО, 1985. – 64 с.
8. Эконометрика: учебник / И. И. Елисеева [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 576 с.

УДК [631.16:658.155]:[631.8:636.086.15]

## Экономическая эффективность применения органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста при возделывании кукурузы на зерно и зелёную массу

С. С. Мосур, ассистент, А. С. Журавский, старший преподаватель  
И. Р. Вильдфлуш, доктор с.-х. наук  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 17.05.2021)

*В статье дан анализ экономической эффективности применения органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста при возделывании кукурузы на зерно и зелёную массу.*

*Установлено, что в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-востока Беларуси наиболее оптимальные агроэкономические показатели возделывания кукурузы гибрида Ладога возможны при применении комплексного удобрения Кристалон на фоне минеральных удобрений в дозе  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ .*

*The article analyzes the economic efficiency of the use of organic, macro-, micronutrient fertilizers and growth regulator in the cultivation of corn for grain and green mass.*

*It has been established that in the conditions of sod-podzolic light loamy soils in the north-east of Belarus, the most optimal agro-economic indicators of the Ladoga hybrid corn are possible with the use of complex fertilizer Kristalon against the background of mineral fertilizers at a dose of  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ .*

### Введение

Кукуруза (*Zea mays* L.) – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире. У неё высокая потенциальная урожайность и универсальность использования. Возделывание кукурузы на зерно в нашей стране стало одной из важнейших задач сельского хозяйства [1, 2].

Оптимизация питания растений и повышение эффективности внесения удобрений в огромной степени связаны с обеспечением оптимального соотношения в почве макро- и микроэлементов. Важным фактором повышения урожайности кукурузы является оптимизация минерального питания растений путем обеспечения их всеми необходимыми и незаменимыми макро- и микроэлементами [3–5].

В сложных и быстроменяющихся условиях ведения производственной деятельности каждое предприятие стремится получить больше прибыли за счет увеличения производства продукции и повышения ее качества с меньшими затратами. Дополнительные вложения должны давать опережающий прирост денежных поступлений. Достичь этого можно в первую очередь за счет рационального использования химических и биологических средств увеличения продуктивности почвы и растений.

Использование различных удобрений, а также схем их внесения при возделывании сельскохозяйственных

культур позволяет получить дополнительную продукцию по сравнению с контролем при одинаковых условиях выращивания.

При возделывании кукурузы на зерно с экономической выгодой в первую очередь необходимо обращать внимание на продуктивность гибридов. Ю. В. Соколов считает, что возделывание кукурузы на зерно экономически выгодно [6, 7].

Для расчета величины возможной дополнительной прибыли, полученной за счет увеличения урожайности, проведена оценка экономической эффективности возделывания кукурузы в зависимости от внесения различных комбинаций микроудобрений и регуляторов роста, затрат на производство и реализацию, а также цен на продукцию.

### Условия и методика проведения исследований

Исследования проводили на опытном поле «Тушково» УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2018–2020 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Почва опытного участка имела кислую и слабокислую реакцию почвенной среды, среднюю обеспеченность гумусом, подвижными формами меди и цинка, повышенное содержание подвижных форм фосфора, повышенное и высокое содержание подвижных форм калия (таблица 1).

**Таблица 1 – Агрохимические показатели почвы опытного участка перед закладкой опытов (среднее, 2018–2020 гг.)**

Год	Содержание гумуса, %	pH <sub>KCl</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn
			мг/кг почвы			
2018	1,51	5,56	238,4	291,0	3,474	4,436
2019	1,54	5,24	216,8	315,8	2,566	4,001
2020	1,60	5,83	234,5	328,0	1,5295	3,9107

Объектом исследований являлся гибрид кукурузы Ладога ФАО 240, среднеранний, включён в Госреестр сортов Беларуси в 2012 г.

В опытах применяли удобрения:

- мочевины (46 % N); аммонизированный суперфосфат (30 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 9 % N); хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O); комплексное удобрение для кукурузы, марка 15–12–19 с 0,2 % Zn и 0,1 % B, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии;
- органические удобрения – навоз КРС (влажность 78–79 %, органическое вещество – 21–22 %, N – 0,50–0,52 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,21–0,22 % и K<sub>2</sub>O – 0,55–0,57 %);
- микроудобрения: АДОБ Zn (6,2 % Zn, 9 % N и 3 % Mg); МикроСтим-Цинк (6–8 % Zn, 9–11 % N), МикроСтим-Медь (6–10 % N, 4,5–5,5 % Cu), МикроСтим-Цинк, Бор (4,6 % Zn, 9,3 % N, 3,0 % B, гуминовые вещества – 0,48–6,0 г/л);
- комплексное удобрение Кристалон (N – 18 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 18,0 %, K<sub>2</sub>O – 18,0 %, MgO – 3 %, SO<sub>3</sub> – 5 %, B – 0,025 %, Cu (ЭДТА) – 0,01 %, Fe (ЭДТА) – 0,07 %, Mn (ЭДТА) – 0,04 %, Mo – 0,004 %, Zn (ЭДТА) – 0,025 %);
- регулятор роста растений – Экосил, ВЭ (тритерпеновые кислоты, 50 г/л).

Обработку растений кукурузы проводили в фазе 6–8 листьев регулятором роста растений Экосил (50 мл/га), микроудобрением АДОБ Zn (1,5 л/га), комплексными микроудобрениями с регулятором роста МикроСтим-Цинк (1,5 л/га) + МикроСтим-Медь (1 л/га), МикроСтим-Цинк, Бор (1,65 л/га), комплексным удобрением Кристалон (2 л/га). Схема опыта включала варианты, представленные в таблицах 2, 3.

Общая площадь делянки – 25,2 м<sup>2</sup>, учётная – 16,8 м<sup>2</sup>, повторность – четырёхкратная.

Сев кукурузы был произведен сеялкой точного высева СТВ-8К в 2018 г. 5 мая, в 2019 г. – 19 апреля, в 2020 г. – 5 мая.

Расчет экономической эффективности возделывания проводили по методике определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений, разработанной РУП «Институт почвоведения и агрохимии» [8] в ценах 2021 г. (в долларах США по курсу Национального банка Республики Беларусь на 4 апреля 2021 г.).

Дополнительные затраты в проводимых нами исследованиях включают в себя: дополнительные затраты на макроудобрения, стоимость микроудобрений, дополнительные затраты на транспортировку и внесение удобрений, затраты на уборку и транспортировку дополнительного урожая.

Стоимость дополнительной продукции определена как произведение цены продукции на прибавку урожая. Прибавка урожая зеленой массы кукурузы выражалась в кормовых единицах.

Экономическая оценка применения микроудобрений и регулятора роста в посевах кукурузы на зерно и на зеленую массу проведена на основе соизмерения двух показателей: дополнительных затрат и дополнительной стоимости продукции с единицы площади, что давало возможность рассчитать рентабельность полученной продукции, величину условного чистого дохода.

Стоимость прибавки урожая зерна и зелёной массы кукурузы определяли исходя из предельных максимальных цен на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2020 г., установленных Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (постановление № 17 от 2 марта 2021 г.) [9].

Закупочные цены на минеральные удобрения, используемые в опытах, были взяты из прайс-листов за 2021 г. ОАО «Гродно Азот» и ОАО «Гомельский химический завод» [10, 11].

### Результаты исследований и их обсуждение

Главной задачей применения минеральных удобрений и регуляторов роста является увеличение урожая зерна и зелёной массы кукурузы. По результатам наших исследований, урожайность кукурузы, в зависимости от условий питания, в среднем за 3 года изменялась от 65 до 110 ц/га при возделывании на зерно и от 412 до 737 ц/га при возделывании на зелёную массу (таблицы 2, 3).

Применение минеральных удобрений в дозах N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> при возделывании кукурузы на зелёную массу было экономически невыгодным. Применение органических удобрений на фоне минеральных способствовало максимальному увеличению прибавки урожая, но в данных вариантах были самые большие затраты на внесение и приобретение удобрений, вследствие чего их экономическая эффективность была ниже большинства других с минеральной системой удобрения.

Дополнительные затраты по вариантам опытов колебались в пределах от 163,5 USD/га до 649,42 USD/га.

Прибавка урожая в 204 ц/га к контролю была получена в варианте с применением регулятора роста Экосил на фоне N<sub>90+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>, что составило 40,8 кормовых единиц. Условный чистый доход в данном варианте составил 96,75 USD/га при уровне рентабельности 32,9 %.

Получению чистого дохода на уровне 109,38 USD/га и рентабельности 36,1 % способствовало применение МикроСтим-Цинка на фоне N<sub>90+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>. Однако данный вариант по экономической эффективности уступал применению этого же микроудобрения на фоне более высоких доз минеральных удобрений – N<sub>120+30</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub>, где чистый доход составил 171,84 USD/га при рентабельности 42,6 %.

Максимальный уровень рентабельности (60 %) и чистый доход (217,78 USD/га) были получены в варианте с применением некорневой подкормки комплексным удобрением Кристалон на фоне N<sub>90+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub>. Также высоким уровнем рентабельности – 53,2 % был отмечен вариант с применением некорневой подкормки МикроСтим-Цинк, Медь на фоне N<sub>90+30</sub>P<sub>70</sub>K<sub>120</sub> с чистым доходом в размере 178,28 USD/га.

Экономическая эффективность возделывания кукурузы на зерно по отношению к контролю представлена в таблице 3. Дополнительные затраты по вариантам

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания кукурузы на зеленую массу (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Выход кормовых единиц, ц/га	Стоимость дополнительной продукции, USD/га	Затраты на уборку, USD/га	Затраты на приобретение и внесение удобрений, USD/га	Всего дополнительных затрат, USD/га	Условный чистый доход (убыток), USD/га	Рентабельность, %
Контроль	336	–	–	–			–	–	–
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	412	76	15,2	145,56	46,76	116,73	163,50	–17,93	–10,9
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> (стандартные)	448	112	22,4	214,52	68,92	157,92	226,84	–12,32	–5,4
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> (с Zn и B)	478	142	28,4	271,98	87,38	103,19	190,57	81,40	47,2
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> – фон	505	169	33,8	323,7	104,00	166,53	270,53	53,16	19,6
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>30</sub> + МикроСтим-Цинк	636	300	60	574,61	184,61	218,15	402,76	171,84	42,6
Фон + МикроСтим-Цинк	551	215	43	411,80	132,30	170,11	302,42	109,38	36,1
Фон + АДОБ Zn	565	229	45,8	438,62	140,92	166,76	307,68	130,93	42,5
Фон + МикроСтим-Цинк, Медь	604	268	53,6	513,32	164,92	170,11	335,03	178,28	53,2
Фон + Кристалон	639	303	60,6	580,36	186,46	176,11	362,57	217,78	60,0
Фон + Экосил	540	204	40,8	390,73	125,53	168,44	293,98	96,75	32,9
Фон + МикроСтим-Цинк, Бор	592	256	51,2	490,33	157,53	170,11	327,65	162,68	49,6
Навоз, 60 т/га + фон (N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> )	697	361	72,2	691,45	222,15	399,07	621,23	70,22	11,3
Навоз, 60 т/га + фон (N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> ) + МикроСтим-Цинк	737	401	80,2	768,06	246,76	402,65	649,42	118,64	18,2
НСР <sub>05</sub>	20,98								

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания кукурузы на зерно (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Стоимость дополнительной продукции, USD/га	Затраты на уборку, USD/га	Затраты на приобретение и внесение удобрений, USD/га	Всего дополнительных затрат, USD/га	Условный чистый доход (убыток), USD/га	Рентабельность, %
Контроль	47,9	–	–			–	–	–
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	65,0	17,1	171,65	55,90	116,73	172,63	–0,97	–0,5
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> (стандартные)	76,0	28,1	282,08	91,86	157,92	249,78	32,29	12,9
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> (с Zn и B)	80,5	32,6	327,25	106,57	103,19	209,76	117,48	56,0
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> – фон	87,5	39,5	396,51	129,13	166,53	295,67	100,84	34,1
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> + N <sub>30</sub> + МикроСтим-Цинк	96,3	48,3	484,85	157,90	218,15	376,05	108,80	28,9
Фон + МикроСтим-Цинк	93,8	45,8	459,76	149,73	170,11	319,84	139,91	43,7
Фон + АДОБ Zn	94,4	46,4	465,78	151,69	166,76	318,45	147,33	46,2
Фон + МикроСтим-Цинк, Медь	96,3	48,3	484,85	157,90	170,11	328,01	156,83	47,8
Фон + Кристалон	102,0	54,1	543,08	176,86	176,11	352,98	190,10	53,8
Фон + Экосил	93,0	45,0	451,73	147,11	168,44	315,55	136,17	43,1
Фон + МикроСтим-Цинк, Бор	98,5	50,5	506,94	165,09	170,11	335,21	171,73	51,2
Навоз, 60 т/га + фон (N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> )	107,5	59,5	597,28	194,51	399,07	593,59	3,69	0,6
Навоз, 60 т/га + фон (N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>120</sub> + N <sub>30</sub> ) + МикроСтим-Цинк	110,6	62,7	629,41	204,98	402,65	607,63	21,77	3,5
НСР <sub>05</sub>	5,17							

опыта колебались в пределах от 172,63 до 607,63 USD/га. Внесение  $N_{60}P_{60}K_{90}$  при возделывании кукурузы на зерно было экономически невыгодным.

Наиболее экономически эффективен вариант с применением Кристалона на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ , в котором был получен максимальный чистый доход – 190,10 USD/га и максимальный уровень рентабельности – 53,8 %.

Достаточно эффективен и вариант с применением микроудобрения МикроСтим-Цинк, Бор на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ . В этом варианте условный чистый доход составил 171,73 USD/га, а рентабельность – 51,2 %.

Как и при возделывании кукурузы на зелёную массу, применение органических удобрений способствовало максимальному увеличению урожайности кукурузы на зерно, но из-за высоких затрат на внесение и приобретение органических удобрений экономическая эффективность была ниже большинства вариантов с минеральной системой удобрения.

### Заключение

При возделывании кукурузы на зерно и зелёную массу в условиях северо-востока Беларуси на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах более высокая экономическая эффективность отмечена при сочетании азотных, фосфорных и калийных удобрений с микроэлементами и регулятором роста Экосил. Для получения урожайности зерна более 90 ц/га и более 500 ц/га зелёной массы наиболее экономически выгодно применять минеральные удобрения в дозе  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$  в сочетании с некорневыми подкормками микроудобрениями (МикроСтим-Цинк; МикроСтим-Цинк, Медь; МикроСтим-Цинк, Бор; АДОБ Zn), комплексным удобрением Кристалон и обработкой посевов кукурузы регулятором роста Экосил.

Варианты с применением навоза с минеральными удобрениями, хотя и обеспечивали самую высокую урожайность кукурузы на зерно и зелёную массу, но вследствие высоких затрат на применение органических удобрений по экономической эффективности уступали большинству вариантов с минеральной системой удобрения.

УДК 633.11:6318:631.559:631.53.011

## Влияние микроудобрения на посевные качества семян и урожайность пшеницы озимой

А. А. Сироштан, А. А. Заима, В. П. Кавунец, кандидаты с.-х. наук, Д. Ю. Дубовик  
Мироновский институт пшеницы им. В. Н. Ремесло, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 19.05.2021)

В зависимости от обработки семян сортов пшеницы озимой микроудобрением минеральным гранулированным «5 element» повышались посевные качества, а именно: активность наклевывания – на 6–8 %, энергия прорастания – на 3–4 %, лабораторная всхожесть – на 2–3 % и полевая всхожесть – на 5,4–7,1 %. В вариантах с применением микроудобрения увеличивалось количество продуктивных стеблей на 13–42 шт./м<sup>2</sup>, количе-

Наиболее экономически эффективным было применение Кристалона на фоне  $N_{90+30}P_{70}K_{120}$ , где получен максимальный чистый доход – 190,10 USD/га и уровень рентабельности – 53,8 % при возделывании кукурузы на зерно и 217,78 USD/га и 60 % – на зелёную массу.

### Литература

1. Вербицкая, Н. М. Интенсификация возделывания кукурузы на зерно / Н. М. Вербицкая. – М., 1988. – 49 с.
2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства кукурузы на зерно: метод. рек. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 72 с.
3. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур: монография / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Технопринт, 2005. – 276 с.
4. Булдыкова, И. А. Потребление элементов питания растениями кукурузы при некорневой подкормке микроэлементами / И. А. Булдыкова // Науч. обеспечение агропром. комплекса: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. / КубГАУ. – Краснодар, 2010. – С. 7–9.
5. Булдыкова, И. А. Роль микроэлементов в повышении урожайности и качества зерна кукурузы / И. А. Булдыкова // Энтузиасты аграр. науки. – 2010. – Вып. 12. – С. 84–86.
6. Корыстина, Д. С. Ультраранние гибриды кукурузы и оптимизация некоторых элементов их сортовой агротехники в северной лесостепи Зауралья / Д. С. Корыстина // автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Курган, 2004. – 19 с.
7. Соколов, Ю. В. Кукуруза на зерно в условиях Оренбуржья / Ю. В. Соколов, В. И. Вишнев // Известия Оренбургского ГАУ. – 2007. – № 14 (1), том 2. – С. 35–36.
8. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.] / РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.
9. Об установлении предельных и максимальных цен на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2021 года: постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2 марта. 2021 г., № 17 // Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/prices/postanovlenie17.pdf> 2021. – Дата доступа: 04.04.2021.
10. Сведения об отпускных ценах на азотные удобрения, выпускаемые ОАО «Гродно АЗОТ» на апрель 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.azot.by/products/prays-listy/Image290321090243.pdf> – Дата доступа: 07.04.2021.
11. Сведения об отпускных ценах на удобрения на основании действующего Прейскуранта отпускных цен № 1 удобрения от 02.03.2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://belfert.by/sites/default/files/preyskurant\\_superfosfat\\_1.pdf](http://belfert.by/sites/default/files/preyskurant_superfosfat_1.pdf) 2021. – Дата доступа: 07.04.2021.

Depending on the treatment of seeds of winter wheat varieties with micronutrient fertilizer granular «5 element», the sowing quality increased. Namely, pecking activity by 6–8 %, germination energy – by 3–4 %, laboratory germination – by 2–3 % and field germination – by 5,4–7,1 %. On variants with the use of microfertilizers, the number of productive stems increased by 13–42 pcs/m<sup>2</sup>, the number of grains per ear – by 2–6 pcs. and the weight of grain per ear – by 0,1–

ство зерен в колосе – на 2–6 шт. и масса зерна с одного колоса – на 0,1–0,4 г. Применение микроудобрения при протравливании семян и в посевах пшеницы озимой в весенне-летний период вегетации повышало урожайность сортов на 0,33–0,65 т/га и выход кондиционных семян – на 4,1–7,0 %. Максимальная урожайность (5,39–6,11 т/га) и выход кондиционных семян (77,6–81,1 %) в зависимости от сорта получены в вариантах с обработкой протравителем совместно с микроудобрением и внесением его на IV и VIII этапах органогенеза.

## Введение

Пшеница мягкая озимая является основной зерновой культурой в Украине, потому семенной рынок ее достаточно активен и динамичен. Чтобы получить высокий урожай при наименьших затратах и выдержать конкуренцию на рынке нужно иметь высококачественный посевной материал [1, 2].

Значительную роль в семеноводческих технологиях играют микроэлементы, основное значение которых заключается в повышении активности ферментов, катализирующих биохимические процессы. К микроэлементам относятся В, Мп, Сu, Zn, Со, Мо, Fe и др., содержание которых в растениях и почвах составляет тысячные доли процента в пересчете на сухое вещество. Недостаток микроэлементов в почве приводит к снижению урожая и его качества, повышает уровень повреждения растений вредителями и поражения болезнями. Роль микроэлементов в питании растений не ограничивается активизацией ферментов. Они способны образовывать комплексы с нуклеиновыми кислотами и другими соединениями, влияют на физические свойства, структуру и физиологические функции клеток, состояние и развитие корневой системы, формирование репродуктивных органов. По степени важности для растений их влияние на урожай и его качество вообще не «микро», а «макро» [3, 4].

Предпосевная обработка семян средствами защиты растений от вредителей и болезней, а также микроудобрениями занимает ведущее место. Однако внедрение новых микроудобрений в семеноводческих технологиях выращивания пшеницы озимой требует более углубленного изучения их влияния на урожайность и посевные качества семян при выращивании посевного материала в различных почвенно-климатических зонах.

Еще в 60-х годах XX в. под руководством академика П. А. Власюка были проведены комплексные фундаментальные исследования физиологической роли микроэлементов в продуктивном развитии растений, картографирование почв Украины по содержанию их подвижных форм и эффективность применения в форме чистых солей и в составе комплексных удобрений [5, 6].

За последние два десятилетия особое значение как источник микроэлементов получили хелаты (комплексные) – внутренне комплексные соединения органических веществ с металлами (В, Мо, Zn и т. д.). Они не поглощаются почвой, однако легко усваиваются растениями и имеют лучший эффект, чем органические соединения микроэлементов [7].

Предпосевное совместное применение препарата Селест Топ, КС и микроудобрения «Реаком» позволяет увеличить урожайность на 11–17,2 % [8]. Также положительным следствием от применения микроудобрения «Реаком» по сравнению с контролем является увеличе-

0,4 г. The use of micronutrient fertilizers for seed dressing and on sowing winter wheat in the spring-summer growing season increased the yield of varieties by 0,33–0,65 t/ha and the yield of conditioned seeds by 4,1–7,0 %. The maximum yield (5,39–6,11 t/ha) and the yield of conditioned seeds (77,6–81,1 %), depending on the variety, were obtained in variants with treatment with a dressing agent together with micronutrient fertilization and its introduction at IV and VIII stages of organogenesis.

ние выхода кондиционных семян после сортировки [9]. Важность микроудобрений в повышении урожайности пшеницы озимой отмечают и другие исследователи [10–12]. Комплексное микроудобрение содержит микроэлементы, хелатированные природными органическими кислотами, – карбоксилаты, необходимые для роста и развития растений. Оно усиливает интенсивность поглощения питательных веществ корневой системой более чем на 30 % [9]. А. И. Фатеев и М. А. Захарова [13], обобщая результаты опытов с микроудобрениями в различных почвенно-климатических зонах Украины, отмечают, что в опытах на пшенице озимой прироста урожая от микроудобрений достигали 6–9 %, подтвердив данные по технологической роли микроэлементов как резерва повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

Наиболее оправданным с экономической точки зрения является внесение микроэлементов при некорневой подкормке через листья, так как это гарантирует почти 100 % их усвоение [14].

Эффективность некорневой подкормки комплексом цинка (250 г/га) посевов пшеницы озимой в фазе кущения и стеблевания способствует развитию устойчивости растений к температурному стрессу [15].

Строна И. Г. утверждает [16], что одной из причин вырождения семян является недостаток или отсутствие в почве того или иного микроэлемента. Проведенные в Мироновском институте пшеницы исследования по изучению влияния микроэлементов на урожайность и посевные качества семян свидетельствуют о целесообразности применения их в семеноводческих посевах [17].

Внедрение новых удобрений с микроэлементами в семеноводческих технологиях выращивания пшеницы озимой является несколько ограниченным из-за отсутствия четких рекомендаций их использования в конкретных почвенно-климатических условиях, что требует более углубленного изучения их влияния.

## Методика проведения исследований

Исследования проводили в Мироновском институте пшеницы им. В. Н. Ремесло в 2018–2020 гг.

Почва на опытном поле – чернозем глубокий малогумусный, слабовыщелоченный. Содержание гумуса – 3,6–4,5 %, гидролизованного азота – 5,5–6,4 мг, подвижного фосфора – 19,0–27,1 мг, обменного калия – 11,2–18,0 мг на 100 г почвы; рН солевое – 5,3–6,4; сумма поглощенных оснований – 23,1–28,6 мг-экв. на 100 г почвы; степень насыщения основаниями – 86,2–94,4 %. Такие почвы имеют высокую и среднюю обеспеченность элементами минерального питания и отмечаются слабокислой, близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора, что хорошо сказывается на урожайности пшеницы озимой.

Полевые опыты проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [18] на делянках 10 м<sup>2</sup> в шестикратной повторности. Сев сортов пшеницы озимой Вежа миронівська, Трудівниця миронівська осуществляли в оптимальные сроки – 25 сентября сеялкой СН-10Ц по предшествующему сою с нормой высева 5 млн шт./га всхожих семян. Агротехника – общепринятая для пшеницы озимой в зоне лесостепи.

Семена обрабатывали за день до сева, а посевы – согласно схеме опыта (на IV и VIII этапах органогенеза (э. о.)) ручным опрыскивателем Квазар V-2 с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га при температуре воздуха не выше 20 °С. Учет урожая проводили путем обмолота учетной площади участка комбайном Сампо-130 с последующим пересчетом на стандартную (14 %) влажность зерна. Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью программ Statistica 6.0 и Excel 2003.

В лабораторных условиях определяли массу 1000 семян, энергию прорастания, лабораторную всхожесть по ГОСТУ 4138-2002 [19].

### Результаты исследований и их обсуждение

Посевные качества семян сортов при обработке их микроудобрением минеральным гранулированным «5 element» повышались: активность наклеивания – на 6–8 %, энергия прорастания – на 3–4 %, лабораторная всхожесть – на 2–3 %, а полевая всхожесть – на 5,4–7,1 % (таблица 1).

Высокие показатели посевных качеств и полевой всхожести семян сортов Вежа миронівська и Трудівниця миронівська получены в варианте с обработкой протравителем Максим Стар, КС и микроудобрением «5 element».

Установлено, что рост урожайности пшеницы озимой произошел за счет повышения показателей элементов структуры урожая. В вариантах с применением микроудобрения «5 element» увеличивалось количество продуктивных стеблей на 13–42 шт./м<sup>2</sup>, количество зерен в колосе – на 2–6 шт., масса зерна с одного колоса – на 0,1–0,4 г.

Применение микроудобрения при протравливании семян и в посевах пшеницы озимой в весенне-летний период вегетации повышало урожайность сортов на 0,33–0,65 т/га и выход кондиционных семян – на 4,1–7,0 % (таблица 2).

У сорта Вежа миронівська при урожае в контроле на уровне 5,46 т/га прирост урожайности в вариантах с применением фунгицида и микроудобрения составлял 0,31–0,65 т/га, а у сорта Трудівниця миронівська – 0,33–0,58 т/га (в контроле – 4,81 т/га). Максимальные урожайность (5,39–6,11 т/га) и выход кондиционных семян (77,6–81,1 %) в зависимости от сорта получены в вариантах с обработкой семян протравителем совместно с микроудобрением и внесением его на IV и VIII этапах органогенеза.

В вариантах с применением микроудобрения «5 element» была большей также масса 1000 семян на 1,3–2,8 г по сравнению с контролем. У семян, полученных в этих вариантах, прослеживался незначительный рост показателей энергии прорастания и лабораторной всхожести.

### Заключение

Анализ экспериментальных данных свидетельствует об эффективности использования микроудобрения минерального гранулированного «5 element» в семеноводческой технологии выращивания пшеницы озимой, что способствует повышению урожайности и улучшению посевных качеств семян.

### Литература

1. Гаврилюк, М. М. Основы сучасного насінництва / М. М. Гаврилюк // Київ: ННЦ ІАЕ, 2004. – 256 с.
2. Кіндрюк, М. О. Насінництво з основами насіннізнавства / М. О. Кіндрюк, В. М. Соколов, В. В. Вишневецький. – Київ: Аграрна наука, 2012. – 264 с.
3. Минеев, В. Г. Агротехника, биология и экология почвы / В. Г. Минеев. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.
4. Леена, Р. Нельзя забывать о микроэлементах / Р. Леена // Новое сельское хозяйство. – 2004. – № 3. – С. 28–30.
5. Власюк, П. А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений / П. А. Власюк. – Киев: Наукова думка, 1969. – 516 с.
6. Власюк, П. А. Карбоамофоска с микроэлементами: сб. науч. тр.; под ред. П. А. Власюка. – Киев: Наукова думка, 1980. – 172 с.
7. Толпчий, В. Мікродобрива – необхідний крок для росту врожаю / В. Толпчий, В. Жужа // Агроном. – 2004. – № 3. – С. 64–67.
8. Желязков, О. І. Вплив агротехнічних прийомів вирощування на зернову продуктивність пшениці озимої по стерньовому попереднику / О. І. Желязков // Бюл. Інституту сільського господарства степової зони НААН України. – 2014. – № 7. – С. 133, 135–139.
9. Мікроелементи в сільському господарстві / С. Ю. Булігін [та ін.]. – 3-є вид. доповнене. Д.: Січ, 2007. – 100 с.
10. Кудря, С. І. Сумісна дія попередників і мікродобрив на продуктивність пшениці озимої в Лівобережному Лісостепу України / С. І. Кудря, Я. І. Георгиця [Електронний ресурс]. –

Таблица 1 – Посевные качества семян сортов пшеницы озимой в зависимости от варианта их обработки (2018–2020 гг.)

Вариант	Активность наклеивания, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	
			лабораторная	полевая
<b>Сорт Вежа миронівська</b>				
Без обработки (контроль)	50	89	94	79,8
«5 element», 25 г/т	56	92	96	85,3
Максим Стар, КС, 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т	58	93	96	85,7
<b>Сорт Трудівниця миронівська</b>				
Без обработки (контроль)	56	91	95	75,1
«5 element», 25 г/т	63	95	98	82,2
Максим Стар, КС, 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т	64	95	97	81,5
НСП <sub>05</sub>	4,0	3,0	3,0	4,0

**Таблица 2 – Урожайность и посевные качества семян сортов пшеницы озимой в зависимости от вариантов обработки (2018–2020 гг.)**

Вариант	Урожайность, т/га	Выход семян, %	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
<b>Сорт Вежа миронівська</b>					
Без обработки (контроль)	5,46	71,4	40,2	89	90
«5 element», 25 г/т	5,77	75,5	41,5	90	91
Максим Стар, КС, 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т	5,85	75,7	41,7	90	92
Максим Стар, КС, 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т → «5 element», 25 г/га на IV э. о.	5,95	76,0	42,2	92	94
Максим Стар, КС, 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т → 5 element», 25 г/га на VIII э. о.	6,00	76,5	42,6	93	94
Максим Стар, КС, 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т → «5 element», 25 г/га на IV э. о. → «5 element», 25 г/га на VIII э. о.	6,11	77,6	43,0	92	93
<b>Сорт Трудівниця миронівська</b>					
Без обработки (контроль)	4,81	74,1	41,3	91	91
«5 element», 25 г/т	5,14	78,3	42,8	91	92
Максим Стар, КС, 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т	5,22	79,0	43,0	92	92
Максим Стар, КС, 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т → «5 element», 25 г/га на IV э. о.	5,28	79,6	43,3	92	93
Максим Стар, КС, 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т → «5 element», 25 г/га на VIII э. о.	5,31	80,4	43,2	93	94
Максим Стар, КС, 1,5 л/т + «5 element», 25 г/т → «5 element», 25 г/га на IV э. о. → «5 element», 25 г/га на VIII э. о.	5,39	81,1	43,8	94	94
НСР <sub>05</sub>	0,3	4,0	1,1	3,0	3,0

Режим доступа: URL: <http://www.institut-zerna.com/library/pdf39/31.pdf>.

- Кулик, М. І. Вплив препаратів «Байкал-1» і «Кристалон» на посівні властивості насіння, врожайність та якість зерна пшениці озимої / М. І. Кулик // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 3. – С. 55–56.
- Адаменко, С. М. Мікродобрива як важливий чинник для отримання підвищених урожаїв озимої пшениці / С. М. Адаменко, С. В. Машинник, І. П. Поліщук [Електронний ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://agronova.spravka.ua/articles/m-krodobrivajak-vazhlivij-chinnik-dlja-otrimannja-p-dvishchenih-urozha-v-ozimo-pshenits/177.html>.
- Фатеев, А. И. Основы применения микроудобрений / А. И. Фатеев, М. А. Захарова. – Харьков: КП «Типография № 13», 2005. – 134 с.
- Ямковський, В. Мікродобрива «Росток» основа отримання стабільних урожаїв / В. Ямковський // Зерно. – 2014. – № 2 (95). – С. 181.
- Кривенко, А. І. Ефективність форм і строків внесення цинку на посівах пшениці озимої / А. І. Кривенко, С. І. Бурикіна // Агрон. – 2019. – № 4 (66). – С. 52–56.
- Строна, И. Г. Общее семеноведение полевых культур / И. Г. Строна. – М.: Колос, 1966. – 464 с.
- Позакореневе внесення мікродобрив. Вплив на урожайність та посівні якості насіння на посівах пшениці озимої / В. С. Кочмарський [та ін.] // Насінництво. – 2013. – № 2. – С. 1–4.
- Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Загальна частина; за ред. В. В. Вовкодава. – Київ, 2000. – 100 с.
- Насіння сільськогосподарських культур: методика визначення якості: ДСТУ 4138-2002 [Чинний від 2003–01–01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с.

УДК 633.15:632[954+51]:631.559

## Влияние гербицидов на засоренность посевов и урожайность кукурузы

Л. А. Булавин, доктор с.-х. наук, А. П. Гвоздов, кандидат с.-х. наук,  
В. Д. Кранцевич, М. А. Белановская, С. А. Пынтиков  
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 14.04.2021)

В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности применения гербицидов

The article presents the results of research on the effectiveness of the use of herbicides in the cultivation of corn.

при возделывании кукурузы. Установлено, что в сложившихся в период исследований погодных условиях наибольший эффект в защите посевов кукурузы от сорняков был получен при использовании в фазе 3 листа культуры гербицида МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га). Гибель сорняков при этом составила в среднем 94,1 %, снижение их сырой массы – 98,3 %, прибавка урожая зеленой массы – 400,4 ц/га (165,4 %), а зерна – 65,7 ц/га (227,3 %).

## Введение

В Беларуси большое внимание уделяется возделыванию кукурузы, посевная площадь которой в 2020 г. составила 1 243,0 тыс. га, в т. ч. на силос – 1 037,1, на зерно – 205,9 тыс. га. Известно, что уровень урожайности кукурузы в значительной степени зависит от засорённости её посевов, что связано с низкой конкурентоспособностью этой культуры на ранних этапах развития по отношению к сорнякам [2]. Установлено, что экономический порог вредоносности двудольных видов сорняков для кукурузы составляет лишь 3–10 шт./м<sup>2</sup> [3]. Поэтому при наличии в её посевах 50, 100, 200 шт./м<sup>2</sup> сорных растений урожайность зелёной массы снижалась соответственно на 27,4; 52,7; 74,0 % [4]. В этой связи для формирования высокой урожайности кукурузы важно применение эффективных гербицидов.

Повышению эффективности химической прополки посевов кукурузы способствует оптимизация сроков ее проведения. Применять гербициды при возделывании этой культуры следует на самых ранних этапах роста и развития растений, не позже чем через 10 дней после появления ее всходов. Установлено, что уничтожение сорняков через 20, 30, 40, 50 дней после появления всходов кукурузы приводит к снижению урожайности соответственно на 11, 20, 41, 62 % даже при использовании высокоэффективных гербицидов [2].

По данным маршрутных обследований, в последние годы в Беларуси засорённость посевов кукурузы после проведения защитных мероприятий колеблется в пределах 34–36 шт./м<sup>2</sup> [1]. Поэтому для повышения эффективности защиты посевов этой культуры от сорняков актуальным вопросом является совершенствование ассортимента применяемых гербицидов и оптимизация сроков их внесения применительно к конкретным условиям произрастания.

## Методика и условия проведения исследований

В 2019–2020 гг. в Смолевичском районе Минской области изучали эффективность различных гербицидов в посевах кукурузы. Исследования проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,45–2,67 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 303–314 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 289–301 мг/кг почвы, рН<sub>KCl</sub> – 5,9–6,3). Фосфорно-калийные удобрения (P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>) и помет (20 т/га) вносили осенью под зяблевую вспашку. Весной под предпосевную культивацию применяли азотные удобрения (N<sub>60</sub>). В фазе 4–5 листьев кукурузы вносили азот в дозе N<sub>60</sub>. Технология возделывания кукурузы, за исключением изучаемого фактора, соответствовала отраслевому регламенту [2]. Изучаемые гербициды применяли в соответствии со схемой опыта в фазе 3 и 5 листьев кукурузы. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Учёт засорённости посевов проводили количественно-весовым методом через 30 дней после внесения гербицидов.

*It was found that in the weather conditions prevailing during the research period, the greatest effect in protecting corn crops from weeds was obtained when using the herbicide MeisTer Power, MD (1,3 l/ha) in phase 3 of the crop. The average loss of weeds was 94,1 %, the decrease in their raw weight was 98,3 %, the increase in the yield of green mass was 400,4 c/ha (165,4 %), and grain – 65,7 c/ha (227,3 %).*

Метеорологические условия в период проведения исследований существенно отличались от среднемноголетних как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. В 2019 г. за вегетационный период кукурузы сумма активных температур была выше нормы на 6,4 %, а количество атмосферных осадков превышало среднемноголетний уровень на 5,2 %. В 2020 г. сумма активных температур превысила норму на 3,3 %, а количество атмосферных осадков было выше среднемноголетних значений на 5,5 %. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил в 2019 г. 1,61, а в 2020 г. – 1,67 при норме для региона, где проводили исследования, 1,63.

## Результаты исследований и их обсуждение

Установлено, что в период исследований в посевах кукурузы на опытном участке преобладали просо куриное, марь белая, горец вьюнковый, подмаренник цепкий, которые составляли 87,7 % численности сорного ценоза.

### Эффективность гербицидов в фазе 3 листа кукурузы

В фазе 3 листа кукурузы в контрольном варианте, где гербициды не вносили, численность сорняков через 30 дней после химической прополки составила в среднем за 2019–2020 гг. 187 шт./м<sup>2</sup>, а их сырая масса – 1 855,1 г/м<sup>2</sup>. В вариантах с применением изучаемых гербицидов в фазе 3 листа кукурузы указанные выше показатели снижались соответственно на 75,9–94,1 и 87,2–98,3 %. Наибольшая гибель сорняков в этом блоке опыта отмечалась в варианте, где применяли МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га), а наименьшая – Милагро Плюс, МД (1,0 л/га) (таблица 1).

При внесении изучаемых гербицидов в фазе 3 листа кукурузы звездчатка средняя, пикульник обыкновенный и марь белая произрастали, кроме контроля, лишь в варианте с внесением гербицида Милагро Плюс, МД (1,0 л/га), который снижал их численность соответственно на 77,8; 91,7; 97,9 %, а сырую массу – на 93,6; 94,4; 98,2 %.

Чистец болотный полностью не уничтожался гербицидом Элюмис, МД (1,5 л/га). Под его влиянием численность этого сорняка снижалась на 50,0 %, а сырая масса – на 49,1 %.

Полную гибель подмаренника цепкого обеспечили МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га) и МайсТер Пауэр, МД (1,0 л/га) + Франкорн, КС (0,1 л/га). Использование гербицидов Элюмис, МД (1,5 л/га) и Милагро Плюс, МД (1,0 л/га) против данного сорняка было менее эффективно – гибель составила 69,8 и 75,0 % при снижении сырой массы 85,4 и 85,8 % соответственно.

Ромашку непахучую и фиалку трехцветную полностью уничтожал лишь гербицид МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га). При внесении МайсТер Пауэр, МД (1,0 л/га) + Франкорн, КС (0,1 л/га), Элюмис, МД (1,5 л/га) и Милагро Плюс, МД

(1,0 л/га) их численность снижалась соответственно на 50,0–80,0 и 81,8–95,5 %, а сырая масса – на 51,4–87,3 и 83,4–95,2 %. Наименьший эффект отмечен в варианте, где применяли гербицид Милагро Плюс, МД (1,0 л/га).

Гибель горца вьюнкового при использовании изучаемых гербицидов составила 55,1–88,0 %, а проса куриного – 52,7–89,5 %. Сырая масса этих сорняков снижалась соответственно на 57,2–93,2 и 82,5–96,6 %. Максимальную эффективность против данных сорных растений обеспечил МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га), а минимальную – Элюмис, МД (1,5 л/га) (таблица 1).

**Эффективность гербицидов в фазе 5 листьев кукурузы**

В фазе 5 листьев кукурузы численность сорняков в контроле, где химическую прополку не проводили, составила в среднем 176 шт./м<sup>2</sup>, сырая масса – 2 205,5 г/м<sup>2</sup>. В вариантах с применением изучаемых гербицидов указанные выше показатели были ниже соответственно на 86,4–96,6 и 90,1–99,1 % в зависимости от используемого препарата.

Наименьший эффект отмечался при использовании гербицида Милагро Плюс, МД (1,0 л/га), а наибольший – МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га).

Пикульник обыкновенный произрастал, кроме контроля, лишь в вариантах с внесением гербицида Милагро Плюс, МД (1,0 л/га) и Стеллар Стар, ВРК (1,0 л/га), которые снижали его численность соответственно на 70,0 и 90,0 %, а сырую массу – на 75,7 и 92,2 %.

Полную гибель звездчатки средней и подмаренника цепкого обеспечили МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) и МайсТер Пауэр, МД (1,0 л/га) + Франкорн, КС (0,1 л/га). При использовании гербицидов Элюмис, МД (1,5 л/га), Милагро Плюс, МД (1,0 л/га) и Стеллар Стар, ВРК (1,0 л/га) гибель указанных выше сорняков находилась в пределах 77,3–86,4 % при снижении сырой массы на 78,8–93,1 %. Наименьший эффект отмечен при внесении гербицида Милагро Плюс, МД (1,0 л/га).

Фиалку трехцветную полностью уничтожали гербициды МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) и Стеллар Стар, ВРК (1,0 л/га). Применение других изучаемых гербицидов снижало ее численность на 80,0–90,0 %, а сырую массу – на 73,1–93,4 %. Минимальная эффективность в ее

уничтожении отмечена при внесении Милагро Плюс, МД (1,0 л/га).

Горец вьюнковый и ромашка непахучая отсутствовали в посевах лишь при внесении гербицида МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га). Под влиянием других изучаемых гербицидов их численность снижалась соответственно на 53,3–94,0 и 44,4–66,7 %, а сырая масса – на 59,6–94,2 и 55,7–78,8 %.

Наименьший эффект в уничтожении горца вьюнкового отмечен при внесении Элюмис, МД (1,5 л/га), а ромашки непахучей – Стеллар Стар, ВРК (1,0 л/га).

Изучаемые гербициды снижали численность мари белой на 85,3–95,4 %, проса куриного – на 87,4–96,0 %, а их сырую массу – соответственно на 96,8–98,4 и 96,3–98,6 %. Максимальный эффект в уничтожении мари белой и проса куриного обеспечил МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га).

Наименьшая эффективность против мари белой отмечена при использовании гербицидов Милагро Плюс, МД (1,0 л/га) и Стеллар Стар, ВРК (1,0 л/га), а против проса куриного – Элюмис, МД (1,5 л/га) (таблица 2).

**Влияние гербицидов**

**на урожайность зеленой массы кукурузы**

Урожайность зеленой массы кукурузы, включающей стебли, листья и початки, составила в контрольном варианте с внесением гербицидов в фазе 3 листа культуры в среднем за 2019–2020 гг. 242,1 ц/га. При внесении в этой фазе развития растений изучаемых гербицидов наибольшая урожайность была получена в варианте с использованием МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га) – 642,5 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 165,4 %.

Применение гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,0 л/га) + Франкорн, КС (0,1 л/га), Милагро Плюс, МД (1,0 л/га) и Элюмис, МД (1,5 л/га) обеспечило урожайность зеленой массы соответственно 620,8; 610,8 и 609,5 ц/га. Прибавка в этом случае была равна 156,4; 152,3; 151,8 % (таблица 3).

Более низкая урожайность зеленой массы кукурузы была получена при внесении изучаемых гербицидов в фазе 5 листьев культуры. Наибольшим в этом случае указанный выше показатель был в варианте с использованием МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га). В

**Таблица 1 – Влияние гербицидов при внесении в фазе 3 листа кукурузы на засоренность посевов через 30 дней после химической прополки (среднее, 2019–2020 гг.)**

Вид сорного растения	Контроль (без обработки)		МайсТер Пауэр, МД, 1,3 л/га		МайсТер Пауэр, МД, 1,0 л/га + Франкорн, КС, 0,1 л/га		Элюмис, МД, 1,5 л/га		Милагро Плюс, МД, 1,0 л/га	
	шт./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	%	%	%	%	%	%	%	%
Всего сорняков	187	1855,1	94,1	98,3	84,5	94,2	76,5	90,7	75,9	87,2
Ромашка непахучая	5	98,6	100	100	80,0	87,3	80,0	77,9	50,0	51,4
Просо куриное	75	505,9	89,5	96,6	74,3	90,6	52,7	82,5	61,7	83,6
Горец вьюнковый	15	97,7	88,0	93,2	75,0	74,8	55,1	57,2	68,5	80,9
Подмаренник цепкий	10	69,0	100	100	100	100	69,8	85,4	75,0	85,8
Фиалка трехцветная	7	38,4	100	100	95,5	95,2	90,9	92,6	81,8	83,4
Чистец болотный	1	20,1	100	100	100	100	50,0	49,1	100	100
Звездчатка средняя	6	420,0	100	100	100	100	100	100	77,8	93,6
Пикульник обыкновенный	4	93,6	100	100	100	100	100	100	91,7	94,4
Марь белая	64	511,8	100	100	100	100	100	100	97,9	98,2

Примечание – В контрольном варианте представлена численность сорняков (шт./м<sup>2</sup>) и сырая масса сорняков (г/м<sup>2</sup>), в других вариантах – снижение указанных выше показателей (%).

среднем за 2 года он составил 604,5 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 147,4 %. Следовательно, применение этого гербицида в фазе 3 листа кукурузы обеспечило урожайность зеленой массы на 38,0 ц/га (5,9 %) выше по сравнению с его использованием в фазе 5 листьев.

Наименьшая урожайность (565,5 ц/га) зеленой массы была получена при внесении в этой фазе гербицида Милагро Плюс, МД (1,0 л/га), прибавка при этом была равна 131,5 %.

**Влияние гербицидов на урожайность зерна кукурузы**

Урожайность зерна кукурузы в контрольном варианте с внесением гербицидов в фазе 3 листа культуры составила в среднем 29,7 ц/га. Максимальной она была при внесении в этой фазе культуры гербицида МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га) и составила 97,2 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 227,3 %. При использовании в этой фазе гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,0 л/га) +

Франкорн, КС (0,1 л/га), Милагро Плюс, МД (1,0 л/га) и Элюмис, МД (1,5 л/га) указанный выше показатель составил 92,1; 91,2; 91,0 ц/га соответственно, т. е. был выше по сравнению с контролем на 210,4; 207,1; 206,4 % (таблица 4).

При внесении гербицидов в фазе 5 листьев кукурузы отмечено снижение урожайности зерна по сравнению с более ранним их применением во всех вариантах использования гербицидов. В этом случае гербицид МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) также был наиболее эффективным и обеспечил урожайность 92,4 ц/га, а прибавку к контролю – 203,9 %. Этот показатель был ниже по сравнению с внесением указанного выше гербицида в фазе 3 листа культуры в среднем на 4,8 ц/га (4,9 %). В вариантах, где применяли МайсТер Пауэр, МД (1,0 л/га) + Франкорн, КС (0,1 л/га), Стеллар Стар, ВРК (1,0 л/га), Милагро Плюс, МД (1,0 л/га) и Элюмис, МД (1,5 л/га) урожайность зерна была равна соответственно 89,7; 88,6; 88,4 и 86,3 ц/га.

**Таблица 2 – Влияние гербицидов при внесении в фазе 5 листьев кукурузы на засоренность посевов через 30 дней после химической прополки (среднее, 2019–2020 гг.)**

Вид сорного растения	Контроль (без обработки)		МайсТер Пауэр, МД, 1,5 л/га		МайсТер Пауэр, МД, 1,0 л/га + Франкорн, КС, 0,1 л/га		Элюмис, МД, 1,5 л/га		Милагро Плюс, МД, 1,0 л/га		Стеллар Стар, ВРК, 1,0 л/га	
	шт./м <sup>2</sup>	г/м <sup>2</sup>	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Всего сорняков	176	2205,5	96,6	99,1	92,6	97,2	87,5	91,9	86,4	90,1	89,8	92,0
Ромашка непахучая	4	103,2	100	100	66,7	78,8	66,7	72,5	55,6	74,9	44,4	55,7
Просо куриное	67	544,4	93,2	98,6	93,0	98,3	87,4	96,3	88,5	96,5	93,0	97,1
Горец вьюнковый	16	128,9	100	100	87,9	97,0	53,3	59,6	94,0	94,2	80,0	78,2
Подмаренник цепкий	12	67,0	100	100	100	100	83,4	85,5	83,4	78,8	83,4	85,0
Фиалка трехцветная	6	35,4	100	100	90,0	93,4	90,0	77,6	80,0	73,0	100	100
Чистец болотный	1	25,1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Звездчатка средняя	7	515,4	100	100	100	100	86,4	93,1	77,3	90,0	86,4	92,7
Пикульник обыкновенный	4	87,0	100	100	100	100	100	100	70,0	75,7	90,0	92,2
Марь белая	59	699,1	95,4	98,4	89,3	97,9	93,1	97,5	85,3	97,2	89,9	96,8

Примечание – В контрольном варианте представлена численность сорняков (шт./м<sup>2</sup>) и сырая масса сорняков (г/м<sup>2</sup>), в других вариантах – снижение указанных выше показателей (%).

**Таблица 3 – Влияние гербицидов на урожайность зеленой массы кукурузы**

Вариант	Срок внесения	Урожайность, ц/га			Прибавка	
		2019 г.	2020 г.	среднее	ц/га	%
Контроль (без обработки)	–	119,2	365,0	242,1	–	–
МайсТер Пауэр, МД, 1,3 л/га	3 листа	557,2	727,7	642,5	400,4	165,4
МайсТер Пауэр, МД, 1,0 л/га + Франкорн, КС, 0,1 л/га		549,3	692,2	620,8	378,7	156,4
Элюмис, МД, 1,5 л/га		532,3	686,6	609,5	367,4	151,8
Милагро Плюс, МД, 1,0 л/га		548,0	673,6	610,8	368,7	152,3
Контроль (без обработки)	–	121,3	367,3	244,3	–	–
МайсТер Пауэр, МД, 1,5 л/га	5 листьев	548,0	660,9	604,5	360,2	147,4
МайсТер Пауэр, МД, 1,0 л/га + Франкорн, КС, 0,1 л/га		536,4	627,4	581,9	337,6	138,2
Элюмис, МД, 1,5 л/га		513,0	651,9	582,5	338,2	138,4
Милагро Плюс, МД, 1,0 л/га		511,3	619,6	565,5	321,2	131,5
Стеллар Стар, ВРК, 1,0 л/га		519,3	615,2	567,8	322,9	132,3
НСР <sub>05</sub>		28,1	30,2			

Таблица 4 – Влияние гербицидов на урожайность зерна кукурузы

Вариант	Срок внесения	Урожайность, ц/га			Прибавка	
		2019 г.	2020 г.	среднее	ц/га	%
Контроль (без обработки)	–	21,1	38,3	29,7	–	–
МайсТер Пауэр, МД, 1,3 л/га	3 листа	99,6	94,8	97,2	67,5	227,3
МайсТер Пауэр, МД, 1,0 л/га + Франкорн, КС, 0,1 л/га		98,3	86,0	92,2	62,5	210,4
Элюмис, МД, 1,5 л/га		95,0	86,9	91,0	61,3	206,4
Милагро Плюс, МД, 1,0 л/га		98,2	84,2	91,2	61,5	207,1
Контроль (без обработки)	–	21,3	39,5	30,4	–	–
МайсТер Пауэр, МД, 1,5 л/га	5 листьев	99,6	85,1	92,4	62,0	203,9
МайсТер Пауэр, МД, 1,0 л/га + Франкорн, КС, 0,1 л/га		96,1	83,2	89,7	59,3	195,1
Элюмис, МД, 1,5 л/га		90,1	82,4	86,3	55,9	183,9
Милагро Плюс, МД, 1,0 л/га		96,2	80,5	88,4	58,0	190,8
Стеллар Стар, ВРК, 1,0 л/га		96,7	80,4	88,6	58,2	191,4
НСР <sub>05</sub>			4,3	4,5		

**Заключение**

В погодных условиях, сложившихся в период исследований, наибольший эффект в защите посевов кукурузы от сорняков получен при использовании в фазе 3 листа культуры гербицида МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га): численность сорняков снижалась в среднем на 94,8 %, а их сырая масса – на 98,4 %. Это обеспечило прибавку урожая зеленой массы 400,4 ц/га (165,4 %), а зерна – 67,5 ц/га (227,3 %).

Гербицид МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га) был наиболее эффективным и при внесении в фазе 5 листьев кукурузы. В этом случае различия по гибели сорняков и снижению сырой массы в сравнении с его применением в фазе 3 листа культуры не превышали 0,7–2,2 %. Однако из-за более позднего прерывания негативного влияния сорняков на культуру урожайность зеленой массы и зерна при внесении в фазе 5 листьев культуры была ниже в среднем на 5,9 % и 4,9 % соответственно.

Максимальная урожайность как зерна, так и зеленой массы при использовании гербицида МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га – в фазе 3 листа культуры или 1,5 л/га – в фазе 5 листьев культуры) в сравнении с другими гербицидами

была обеспечена за счет более высокой эффективности против проса куриного, горца вьюнкового и ромашки непахучей.

**Литература**

1. Колесник, С. А. Комбинированные гербициды для защиты посевов кукурузы в Беларуси / С. А. Колесник, А. В. Сташкевич, Л. И. Сорока // Защита растений: сб. науч. трудов РНДУП «Институт защиты растений», вып. 40. – Минск: Колорград, 2016. – С. 43–51.
2. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н. Ф. Надточев [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 453–492.
3. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2009 году и прогноз их появления в 2010 году в Республике Беларусь / Минсельхозпрод, ГУ «Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. А. В. Майсеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2010. – 192 с.
4. Тубол, М. И. Особенности применения гербицидов в севообороте: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / М. И. Тубол. – М., 1974. – 19 с.

УДК 633.16 «321»:632.95:632.3/.7

**Протравители для защиты ярового ячменя от болезней**

Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук, А. А. Радына, старший научный сотрудник, А. Н. Халаев, научный сотрудник, А. Г. Жуковский, кандидат с.-х. наук  
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 28.05.2021)

Представлены результаты изучения биологической и хозяйственной эффективности 12 протравителей семян в защите ярового ячменя от болезней в 2015–2020 гг. Исследования проводили на высоком уровне исходной инфицированности посевного материала грибами рода *Fusarium* (до 36,0 %) и *Alternaria* (до 94,0 %), эффективность препаратов в защите от патогенов составляла

*It is shown the results of biological and economical efficacy investigation of 12 seed dressers for spring barley protection against diseases in 2015–2020. Investigations were done on the high level of seed contamination with Fusarium spp. (up to 36,0 %) and Alternaria spp. (up to 94,0 %), and biological efficacy of seed dressers was 87,5–100 and 45,7–93,1 %, respectively. Biological efficacy*

87,5–100 и 45,7–93,1 % соответственно. Биологическая эффективность изучаемых протравителей семян в снижении развития фузариозной корневой гнили достигала 73,7 %, гельминтоспориозной – 56,1 %. Препараты Иншур Перформ, КС; Максим Форте, КС; Проксима, КС; Протего Макс, МЭ; Протект Форте, ВСК; Рекорд Форте, КС характеризовались высокой биологической эффективностью относительно возбудителя пыльной головни. За счет снижения развития болезней в посевах ярового ячменя было сохранено 1,9–4,6 ц/га зерна.

## Введение

Яровой ячмень является одной из наиболее возделываемых зерновых культур в Беларуси. В последние годы его посевные площади на кормовые и пивоваренные цели составляют свыше 413 тыс. га [14]. На получение стабильных и высоких урожаев этой культуры отрицательное влияние оказывают болезни, которые могут вызывать существенные потери урожая и ухудшать его качество, особенно сырья, предназначенного для получения пива.

Формирование оптимального фитопатологического состояния посевов во многом зависит от посевного материала, так как семена наряду с почвой являются источниками инфекции большинства болезней. В посевах ярового ячменя к числу таких заболеваний относятся пыльная головня, корневая гниль различной этиологии, сетчатая пятнистость и др. [3].

Это обуславливает высокие требования к качеству семенного материала не только с точки зрения сорта, массы 1000 зерен, но также его инфицированности грибами-возбудителями болезней. Однако данные ежегодной фитоэкспертизы семян, которую сотрудники лаборатории фитопатологии РУП «Институт защиты растений» проводят на протяжении нескольких десятилетий, свидетельствуют о достаточно высоком проценте зараженных зерновок в партиях как озимых, так и яровых культур независимо от сорта и хозяйства [3, 10]. В других регионах мира ситуация сходная [1, 4, 6, 17]. Практически повсеместно отмечается достаточно высокая инфицированность семян грибами рода *Fusarium* [4, 7]. Не менее распространенной группой грибов на семенном материале зерновых культур в республике являются виды рода *Alternaria* [10]. При этом в лабораторных условиях часть изолятов проявляет патогенные свойства [1, 18], что обуславливает пристальное внимание ученых-фитопатологов [5]. На яровом ячмене в отдельные годы отмечается также поражение зерновок возбудителями сетчатой пятнистости (возбудитель – гриб *Drechslera teres*) и гельминтоспориоза (возбудитель – гриб *Bipolaris sorokiniana*).

Значительная инфицированность семян обуславливает не только снижение полевой всхожести, но может также приводить к раннему поражению растений корневой гнилью. В условиях Беларуси, как и во многих регионах мира, на яровом ячмене встречается болезнь фузариозной и гельминтоспориозной этиологии [3, 8, 19–22]. Неудобор урожая вследствие поражения корневой гнилью в среднем составляет около 10 %, однако может увеличиваться как при дефиците, так и избытке осадков [20].

В посевах ярового ячменя одной из наиболее вредных болезней является пыльная головня, вызываемая

грибом *Ustilago nuda*. Источником инфекции являются семена, при этом в силу особенностей биологии возбудитель болезни сохраняется внутри зерновки.

Решить проблему инфицированности семян и защитить всходы от болезней на ранних этапах, а также повысить их полевую всхожесть, обеспечить более дружные всходы и оптимальное фитопатологическое состояние посева позволяет протравливание. Ассортимент препаратов для обработки семян ярового ячменя в Беларуси достаточно широкий и в настоящее время включает 55 наименований. Тем не менее он постоянно расширяется, в том числе за счет появления препаратов с новыми комбинациями действующих веществ, что и определило цель исследований.

Решить проблему инфицированности семян и защитить всходы от болезней на ранних этапах, а также повысить их полевую всхожесть, обеспечить более дружные всходы и оптимальное фитопатологическое состояние посева позволяет протравливание. Ассортимент препаратов для обработки семян ярового ячменя в Беларуси достаточно широкий и в настоящее время включает 55 наименований. Тем не менее он постоянно расширяется, в том числе за счет появления препаратов с новыми комбинациями действующих веществ, что и определило цель исследований.

## Материалы и методы исследований

Исследования проводили в РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки Минского района) в посевах ярового ячменя сортов Ксанаду (2015–2017 гг.) и Радзіміч (2018–2020 гг.). Изучаемые протравители семян представлены в таблице 1 в максимально зарегистрированной норме расхода.

Протравливание семян осуществляли с использованием протравочной машины «Неге-11», норма расхода рабочей жидкости – 10 л на 1 т семян. Зараженность семян грибами анализировали согласно ГОСТу 12044-93 с помощью метода «бумажных рулонов» [16]. Учет проводили на 7 сутки инкубации при комнатной температуре, анализируя инфицированность зерновок грибами определенного рода (вида) как отношение количества зараженных к их общему количеству в анализе.

Сев ярового ячменя проводили в оптимальные сроки мелкоделаяночной сеялкой Wintersteiger Plotseed с шириной междурядий 15 см и нормой высева семян 4,5 млн шт./га. Размер делянок в полевых опытах – 15 м<sup>2</sup>, повторность – 4-кратная.

Полевую всхожесть определяли согласно ГОСТу Республики Беларусь [15]. Оценку эффективности препаратов в защите от корневой гнили различной этиологии проводили в условиях искусственных инфекционных фонов. Инфекцию возбудителей болезней готовили в лабораторных условиях и вносили в почву непосредственно перед севом. Оценку степени поражения в контроле (без протравливания) и варианте проводили в стадии середина кушения (ст. 25) и двух узлов (ст. 32) [2]. Стадии развития растений ярового ячменя приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [12].

Биологическую эффективность (БЭ) протравливания по инфицированности семян и развитию болезней рассчитывали по формуле:

$$БЭ = \frac{M_k - M_o}{M_k} \times 100,$$

где  $M_k$  – показатель инфицированности семян (развития болезни) в контроле (обработка семян препаратами не проводилась);

$M_0$  – показатель инфицированности семян (развития болезни) в опытном варианте (протравленные семена).

Уборку урожая зерна осуществляли путем обмолота деланки комбайном «Hege MDW», после чего определяли бункерный, а затем амбарный вес зерна в пересчете на стандартную 14 % влажность и 100 % чистоту. Хозяйственную эффективность рассчитывали на основе величины сохраненного урожая, полученной за счет проведения защитных мероприятий в сравнении с контролем.

Статистическую обработку данных по хозяйственной эффективности осуществляли вычислением наименьшей существенной разницы (НСР) с использованием однофакторного дисперсионного анализа при уровне значимости  $p = 0,05$  [9]. Во всех вариантах опыта величина сохраненного урожая превышала НСР в сравнении с контролем.

Для анализа биологической эффективности при подсчете среднего значения использовали стандартное отклонение, которое показывает разброс значений признака.

### Результаты исследований и их обсуждение

Как следует из представленных на рисунке 1 данных инфицированности семян в контрольном варианте,

значения показателя в годы исследований были высокими. На зерновках преобладали грибы рода *Alternaria*, зараженность которыми варьировала от 14,0 до 94,0 %. Учитывая возделывание ячменя на пивоваренные цели, заражение зерна грибами *Alternaria* spp. может отрицательно сказываться на его качестве [5]. Инфицированность семян грибами рода *Fusarium* в годы исследований достигала 36,0 %. Представленные данные позволяют считать уровень зараженности семян достаточно высоким, что дает возможность объективно оценивать эффективность протравителей по снижению данного показателя.

Биологическая эффективность протравителей семян относительно грибов рода *Fusarium* была высокой независимо от препарата – от 87,5 (Рекорд Форте, КС) до 100 % (Баритон Супер, КС; Протект Форте, ВСК; Сидрон, ТКС) (таблица 2). Изучаемые протравители семян снижали их инфицированность грибами *Alternaria* spp. с различной эффективностью – 45,7–93,1 %.

Изучение влияния протравителей на развитие корневой гнили проводили в условиях искусственных инфекционных фонов различной этиологии, поскольку на яровом ячмене основными возбудителями болезни являются грибы рода *Fusarium*, а также *B. sorokiniana* [3]. На рисунке 2 представлена степень поражения ярового ячменя корневой гнилью в контрольном варианте. Развитие фузариозной корневой гнили в период исследований варьировало от 15,4 до 38,1 %, гельминтоспориозной – от 21,5 до 40,0 %, что свидетельствует о достаточно

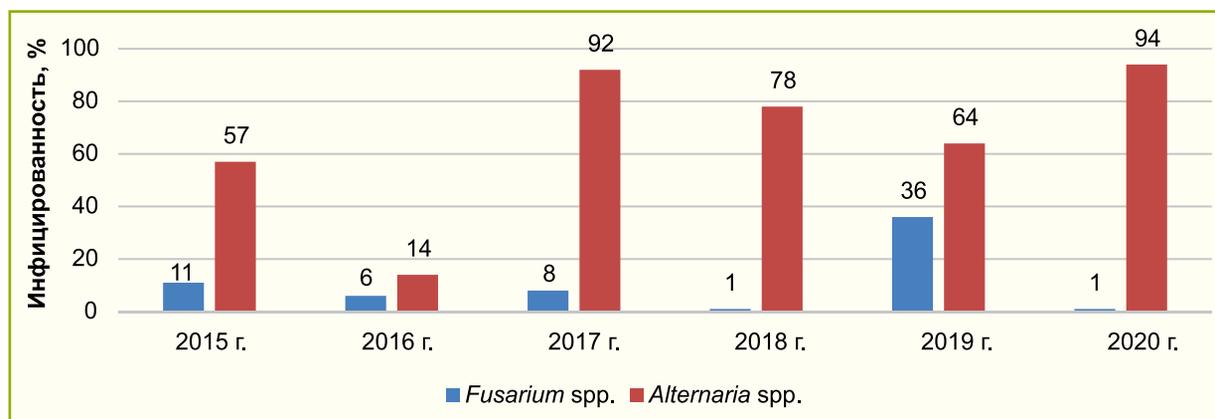


Рисунок 1 – Инфицированность грибами непротравленных семян ярового ячменя

Таблица 1 – Протравители семян, включенные в исследования

Препарат	Норма расхода, л/г	Годы исследований	Действующие вещества и их количество
Баритон Супер, КС	1,0	2016, 2018	флудиоксонил, 37,5 г/л + протиоконазол, 50 г/л + тебуконазол, 10 г/л
Баритон, КС	1,5	2016, 2017	протиоконазол, 37,5 г/л + флуоксастробин, 37,5 г/л
Вершина Плюс, КС	1,0	2019, 2020	ацетамиприд, 250 г/л + тебуконазол, 30 г/л + азоксистробин, 22 г/л
Иншур Перформ, КС	0,5	2015, 2019, 2020	пираклостробин, 40 г/л + тритиконазол, 80 г/л
Максим Форте, КС	2,0	2015, 2017, 2018, 2019	азоксистробин, 10 г/л + тебуконазол, 15 г/л + флудиоксонил, 25 г/л
Проксима, КС	2,0	2018, 2019	азоксистробин, 10 г/л + тебуконазол, 15 г/л + флудиоксонил, 25 г/л
Протего Макс, МЭ	0,8	2019, 2020	протиоконазол, 75 г/л + пираклостробин, 25 г/л + тебуконазол, 25 г/л
Протект Форте, ВСК	1,25	2015, 2016	флутриафол, 40 г/л + флудиоксонил, 30 г/л
Рекорд Форте, КС	2,0	2017, 2018	флудиоксонил, 25 г/л + тебуконазол, 15 г/л + азоксистробин, 10 г/л
Селест Макс, КС	1,5	2019, 2020	флудиоксонил, 25 г/л + тебуконазол, 15 г/л + тиаметоксам, 125 г/л
Сидрон, ТКС	1,0	2017, 2018	флудиоксонил, 50 г/л + тебуконазол, 10 г/л
Скарлет, МЭ	0,4	2018, 2019, 2020	имазалил, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л

**Таблица 2 – Биологическая эффективность протравителей в снижении инфицированности семян ярового ячменя**

Препарат	Биологическая эффективность, %	
	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>
Баритон Супер, КС	100 ±0,0	45,7 ±24,2
Баритон, КС	93,8 ±8,8	48,5 ±48,3
Вершина Плюс, КС	93,1 ±9,8	71,0 ±23,0
Иншур Перформ, КС	91,7 ±14,4	72,1 ±9,8
Максим Форте, КС	93,8 ±12,5	93,1 ±5,6
Проксима, КС	94,5 ±7,8	85,0 ±5,9
Протего Макс, МЭ	93,1 ±9,8	67,2 ±13,3
Протект Форте, ВСК	100 ±0,0	75,0 ±35,4
Рекорд Форте, КС	87,5 ±17,7	81,4 ±17,2
Селест Макс, КС	98,6 ±2,0	91,9 ±8,5
Сидрон, ТКС	100 ±0,0	87,7 ±9,8
Скарлет, МЭ	95,4 ±8,0	47,8 ±21,3

Примечание – Представлено среднее значение биологической эффективности ± стандартное отклонение.

высоком фоне болезни. Это является важным условием оценки не только эффективности препаратов, но и продолжительности их действия.

Как следует из данных таблицы 3, изучаемые препараты обусловили эффективность в защите от болезни до стадии двух узлов (ст. 32). Так, биологическая эффективность в этот период достигала 73,7 (фузариозная корневая гниль) и 56,1 % (гельминтоспориозная корневая гниль).

Как отмечалось выше, пыльная головня относится к числу наиболее вредоносных болезней ярового ячменя. На сегодняшний день встречаемость болезни в условиях республики сведена к минимуму, что объясняется широким использованием для обработки семян протравителей, обладающих системным действием и способных проникать внутрь зерновок [3].

Тем не менее согласно нормативной документации, в посевах оригинальных, элитных и РС-1 семян не допускается инфекция пыльной головни. Для защиты от болезни

необходимо использовать препараты, обеспечивающие стабильно высокий эффект (в пределах 98–100 %) [11]. Среди изучаемых протравителей высокой биологической эффективностью относительно возбудителя пыльной головни обладают препараты: Иншур Перформ, КС (0,5 л/т); Максим Форте, КС (2,0 л/т); Проксима, КС (2,0 л/т); Протего Макс, МЭ (0,8 л/т); Протект Форте, ВСК (1,25 л/т); Рекорд Форте, КС (2,0 л/т). Представленный перечень препаратов, характеризующихся высокой эффективностью в отношении пыльной головни, далеко не полный. Актуальный список протравителей со стабильно высокой эффективностью в защите от болезни публикуется ежегодно на сайте РУП «Институт защиты растений» в разделе «Оперативная информация» [13].

Фон урожайности ярового ячменя в контрольном варианте в период исследований представлен на рисунке 3.

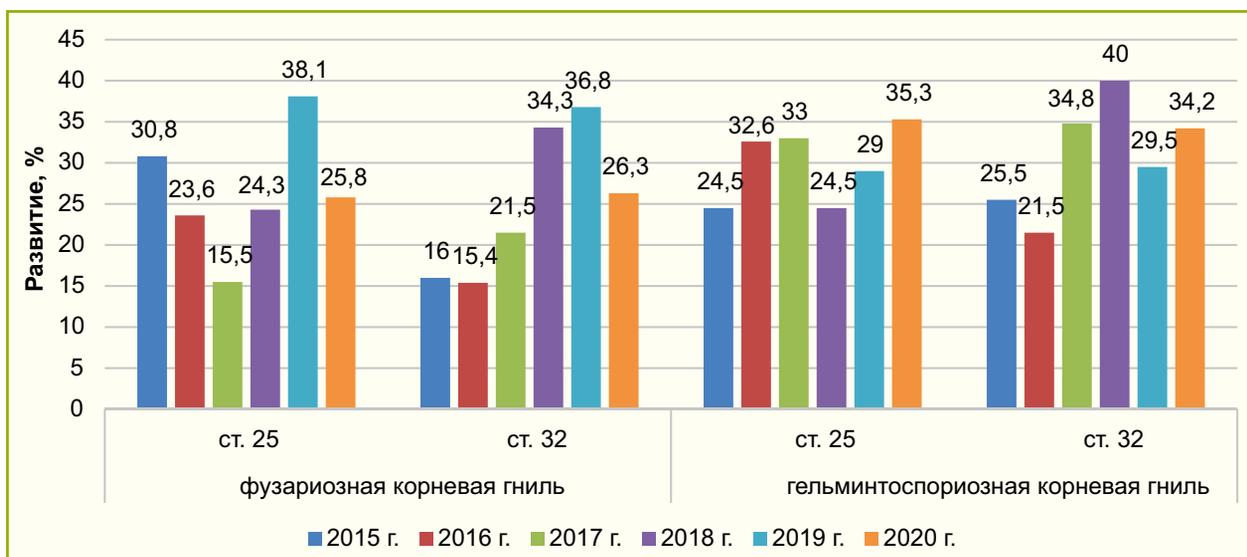
В этих условиях снижение развития болезней в вариантах с протравливанием позволило сохранить в среднем от 1,9 до 4,6 ц/га зерна (таблица 4).

**Заключение**

В статье представлены результаты изучения биологической и хозяйственной эффективности 12 протравителей семян в защите ярового ячменя от болезней в 2015–2020 гг. Исследования проводили на высоком уровне исходной инфицированности посевного материала грибами рода *Fusarium* (до 36,0 %) и *Alternaria* (до 94 %), эффективность препаратов в защите от патогенов составляла 87,5–100 и 45,6–93,1 % соответственно.

Развитие фузариозной корневой гнили в период исследований в контроле варьировало от 15,4 до 38,1 %, гельминтоспориозной – от 21,5 до 40,0 %. Биологическая эффективность изучаемых протравителей семян в снижении развития фузариозной корневой гнили достигала 71,7 %, гельминтоспориозной – 64,2 %.

Препараты Иншур Перформ, КС (0,5 л/т); Максим Форте, КС (2,0 л/т); Проксима, КС (2,0 л/т); Протего Макс, МЭ (0,8 л/т); Протект Форте, ВСК (1,25 л/т); Рекорд Форте, КС (2,0 л/т) характеризовались высокой биологической эффективностью относительно возбудителя пыльной головни. За счет снижения развития болезней в посевах ярового ячменя было сохранено 1,9–4,6 ц/га зерна.



**Рисунок 2 – Развитие корневой гнили ярового ячменя в контроле**

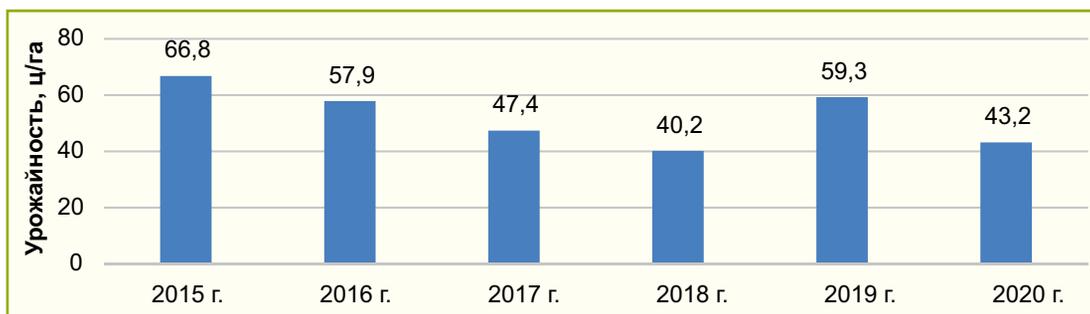


Рисунок 3 – Урожайность ярового ячменя в контроле

**Литература**

1. Альтернариоз зерна яровой пшеницы и ячменя в Западной Сибири и Восточном Зауралье / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2015. – № 1. – С. 20–22.
2. 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.
3. Буга, С. Ф. Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси / С. Ф. Буга; Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2013. – 239 с.
4. Гагкаева, Т. Ю. Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 году / Т. Ю. Гагкаева, Ф. Б. Ганнибал, О. П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 37–41.
5. Ганнибал, Ф. Б. Альтернариоз зерна – современный взгляд на проблему / Ф. Б. Ганнибал // Защита и карантин растений. – 2014. – № 6. – С. 11–15.
6. Ганнибал, Ф. Б. Виды рода *Alternaria* в семенах зерновых культур в России / Ф. Б. Ганнибал // Микология и фитопатология. – 2008. – Т. 42, вып. 4. – С. 359–368.
7. Грибы рода *Fusarium* на зерне пшеницы в Западной Сибири / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2019. – № 1. – С. 21–23.
8. 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.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Корневая гниль зерновых культур и роль инфицированности семян в ее развитии / А. Г. Жуковский [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 84–95.
11. Об установлении требований к сортовым и посевным качествам семян сельскохозяйственных растений [Электронный ресурс]: постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 29 октября 2015 г. № 37 // Мин. сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Бел. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/documents/plant/seed/a7275f160623df46.html>. – Дата доступа: 03.03.2021.
12. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхов: Ландвиртшафтсферлаг, 2004. – 183 с.
13. Протравливание семян яровых зерновых культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://izr.by/doc/res1\\_21.pdf](http://izr.by/doc/res1_21.pdf). – Дата доступа: 09.03.2021.

Таблица 3 – Биологическая эффективность протравителей семян в защите от корневой гнили различной этиологии (искусственные инфекционные фонны)

Препарат	Биологическая эффективность, %			
	корневая гниль			
	фузариозная		гельминтоспориозная	
	ст. 25	ст. 32	ст. 25	ст. 32
Баритон Супер, КС <sup>1</sup>	43,2	39,3	37,6	35,0
Баритон, КС	71,7 ±8,3	62,4 ±2,7	56,1 ±15,3	45,1 ±4,0
Вершина Плюс, КС <sup>2</sup>	66,4 ±17,6	64,2 ± 20,0	–	–
Иншур Перформ, КС <sup>1</sup>	50,3	43,8	37,9	50,9
Максим Форте, КС	52,6 ±5,1	56,4 ±14,2	44,5 ±10,7	45,2 ±6,5
Проксима, КС	52,6 ±3,0	54,1 ±8,1	54,3 ±20,7	46,2 ±15,1
Протега Макс, МЭ	65,6 ±25,4	57,8 ±20,5	–	–
Протект Форте, ВСК	73,7 ±11,0	54,8 ±27,2	–	–
Рекорд Форте, КС	53,3 ±11,3	50,1 ±29,2	39,9 ±1,5	37,1 ±6,5
Селест Макс, КС <sup>2</sup>	51,3 ±0,7	53,1 ±6,7	–	–
Сидрон, ТКС	55,4 ±5,7	44,7 ±13,7	40,9 ±1,8	35,6 ±8,9
Скарлет, МЭ	42,3 ±2,2	42,8 ±0,8	52,1 ±16,2	45,6 ±3,1

Примечание – «<sup>1</sup>» – однолетние данные; «<sup>2</sup>» – исследования проводили в условиях естественного фона болезни; представлено среднее значение биологической эффективности ± стандартное отклонение.

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность протравителей семян ярового ячменя в защите от болезней

Препарат	Сохраненный урожай, ц/га
Баритон Супер, КС	3,0 ±0,8
Баритон, КС	3,1 ±0,1
Вершина Плюс, КС	3,1 ±0,8
Иншур Перформ, КС	3,3 ±1,3
Максим Форте, КС	4,0 ±0,9
Проксима, КС	3,8 ±2,1
Протега Макс, МЭ	3,1 ±0,3
Протект Форте, ВСК	4,4 ±0,8
Рекорд Форте, КС	4,6 ±1,9
Селест Макс, КС	3,2 ±0,6
Сидрон, ТКС	3,6 ±0,6
Скарлет, МЭ	1,9 ±0,8

Примечание – Представлено среднее значение ± стандартное отклонение.

14. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных растений озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за

- 2015–2017 гг. / С. А. Любавицкий [и др.]; Мин-во сел. хоз.-ва и продовольствия Республики Беларусь, ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений». – Минск, 2018. – 162 с.
15. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038–84. – Взамен ГОСТ 12038–66; введ. 01.07.1986. – Минск: Белстандарт, 1986. – 49 с.
  16. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями: ГОСТ 12044–93. – Взамен ГОСТ 12044–81; введ. 01.01.1995. – Минск: Белстандарт, 1995. – 87 с.
  17. Семьинына, Т. В. Особенности инфицирования семян зерновых культур патогенами / Т. В. Семьинына // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 20–23.
  18. Склименок, Н. А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредности: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Н. А. Склименок; Нац. акад. наук Беларуси, Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 23 с.

19. 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.
20. 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.
21. Species composition of root rot agents of spring barley / D. T. Gentosh [et al.] // Ukrainian Journal of Ecology. – 2020. – Vol. 10. – P. 106–109.
22. Study of the fungal complex responsible for root rot of wheat and barley in the North-west Morocco / S. Qostal [et al.] // Plant Archives. – 2019. – Vol. 19, № 2. – P. 2143–2157.

УДК 632.952:633.353:632.4

## **Роль протравителей семян в защите кормовых бобов от болезней**

*А. А. Запрудский, А. М. Яковенко, Д. Ф. Привалов, кандидаты с.-х. наук, Е. С. Белова, научный сотрудник  
Институт защиты растений*

(Дата поступления статьи в редакцию 10.03.2021)

*В статье представлены данные трехлетних исследований по эффективности протравителей семян Скарлет, МЭ (0,4 л/т), Кинто плюс, КС (1,0 л/т) и Иншур перформ, КС (0,5 л/т) в защите кормовых бобов от болезней. Изучаемые препараты обеспечили снижение инфицированности семенного зерна грибами рода *Alternaria*, *Fusarium* и *Botrytis fabae* до 10,0–14,5 %, способствовали сохранению 4,0–5,0 ц/га зерна и получению условного чистого дохода 118,5–134,0 руб./га.*

*The article presents three-year studies data on the effectiveness of seed dressing agents Scarlet, ME (0,4 l/t), Kinto plus, SC (1,0 l/t) and Inshur perform, SC (0,5 l/t) for fodder beans protection against the diseases. The studied preparations have ensured grain infection decrease by fungi of the genus *Alternaria*, *Fusarium* and *Botrytis fabae* up to 10,0–14,5 %, have contributed to the preservation of 4,0–5,0 cwt/ha of grain and obtaining a conditional net income 118,5–134,0 rbl./ha.*

### **Введение**

В животноводческой отрасли Республики Беларусь главным источником кормового белка является растительный белок, производство которого требует комплексного подхода в организации технологии растениеводства. Важное место в данном процессе занимают зернобобовые культуры, посевные площади которых имеют тенденцию к увеличению [5, 14]. Вместе с тем для решения проблемы растительного белка, помимо традиционной группы культур – гороха, люпина и вики, особую роль следует уделять кормовым бобам. Отмечено, что их кормовая ценность характеризуется не только высоким содержанием белка в зерне, сбалансированного по аминокислотному составу, но и высокой перевариваемостью, хорошей поедаемостью [6, 7, 8].

Тем не менее, несмотря на наличие современных сортов и гибридов кормовых бобов, адаптированных к возделыванию в почвенно-климатических условиях республики, урожайность культуры остается невысокой. Одной из причин, сдерживающих повышение урожая зерна и зеленой массы культуры, является восприимчивость к поражению болезнями [4].

По данным литературных источников, наиболее распространенными болезнями культуры являются альтернариоз, фузариоз, черноватая и шоколадная пятнистости, ржавчина и мучнистая роса [9, 10]. Уста-

новлено, что при поражении семенного зерна грибами рода *Alternaria* происходит ухудшение его посевных качеств, поражение растений вызывает сокращение фотосинтетической поверхности листьев и преждевременное отмирание частей растений, снижение урожая [1]. Фузариоз (возбудитель – *Fusarium* spp.) способствует поражению сосудисто-проводящей системы растений, их увяданию, что впоследствии приводит к недобору урожая. Опасным заболеванием кормовых бобов считается шоколадная пятнистость (возбудитель – *Botrytis fabae* S.), вредоносность которой заключается в снижении ассимиляционной поверхности пораженного органа (листья отмирают, цветки и бобы засыхают), что приводит при благоприятных условиях к гибели растения [12].

Для оптимизации фитопатологического состояния посевов кормовых бобов особое место принадлежит предпосевной обработке семян препаратами фунгицидного действия. Данный прием позволяет защитить проростки и всходы культуры от комплекса болезней и тем самым обеспечить благоприятные условия для дальнейшего роста и развития растений [3, 4, 11].

В условиях Республики Беларусь целенаправленных исследований по изучению видового состава грибов, паразитирующих на кормовых бобах, определению структуры доминирования в патогенном комплексе не проводилось, а отсутствие разрешенных «Государственным реестром...» к применению протравителей

семян не позволяет обеспечить реализацию потенциальной продуктивности культуры. В этой связи целью наших исследований являлась оценка эффективности протравителей в защите кормовых бобов от комплекса возбудителей болезней, изучение их влияния на рост и развитие растений культуры.

### Методика проведения исследований

Фитопатологическое состояние посевного материала кормовых бобов под урожай 2018–2020 гг. определяли методами фитопатологической экспертизы – во влажных камерах и на картофельно-глюкозном агаре [13]. Посевные качества семян (лабораторная всхожесть), а также скрытую инфекцию болезней оценивали согласно ГОСТу – 12044-81.

Учеты развития болезней в динамике осуществляли в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» в посевах кормовых бобов сорта Стрелецкие. Опыт закладывали в четырехкратной повторности, размер опытных делянок – 20 м<sup>2</sup>. Агротехника в опытах общепринятая для возделывания кормовых бобов в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

Схема опыта включала следующие варианты: 1) без протравителя; 2) Скарлет, МЭ (имазалил, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л) – 0,4 л/т; 3) Кинто плюс, КС (флуксапироксад, 33,3 г/л + тритиконозол, 33,3 г/л + флудиоксонил, 33,3 г/л) – 1,0 л/т; 4) Иншур перформ, КС (пираклостробин, 40 г/л + тритиконозол, 80 г/л) – 0,5 л/т.

Протравливание семян бобов проводили на протравочной машине «Неге-11» с увлажнением при норме расхода рабочей жидкости 10 л/т. Стадии развития растений культуры приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [15]. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [2]. Расчет экономической эффективности произведен в ценах за 2020 г.

Погодные условия 2018 и 2019 г. характеризовались повышенным температурным режимом на 2,5–4,0 °С

с дефицитом выпадения осадков в первой половине вегетации культуры. В вегетационный период 2020 г. температура воздуха при прорастании и появлении всходов кормовых бобов была ниже на 1,3–2,6 °С с недостаточным количеством осадков, что впоследствии сказалось на развитии отдельных болезней в посевах культуры.

### Результаты исследований и их обсуждение

Инфицированность семенного зерна кормовых бобов патогенными микроорганизмами является одной из важнейших причин ухудшения его посевных качеств и возникновения болезней на вегетирующих растениях [12].

При проведении фитозащиты посевного материала кормовых бобов установлено, что инфицированность семян представлена в основном грибами *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *B. fabae*, а также микромицетами из родов *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, вызывающими его плесневение (таблица 1).

В годы исследований инфицированность посевного материала кормовых бобов комплексом возбудителей составляла 59,5–88,0 %, при этом доминировал альтернативизм – 16,0–22,0 %. Отмечено, что высокую ингибирующую активность в подавлении грибов рода *Alternaria* обеспечивал протравитель Скарлет, МЭ (0,4 л/т) и Иншур перформ, КС (0,5 л/т), минимизируя инфицированность посевного материала до 2,0 и 4,0 % соответственно.

Минимальная зараженность посевного материала грибами рода *Fusarium* колебалась по годам исследований от 1,0–4,0 % в варианте Скарлет, МЭ (0,4 л/т) до 3,5–7,5 % в варианте Кинто плюс, КС (1,0 л/т). В 2018 г. изучаемые протравители полностью подавляли развитие гриба *B. fabae*, а в 2019–2020 гг. инфицированность семян не превышала 1,0 %.

С целью выявления некоторых особенностей инфицированности зерна кормовых бобов возбудителями болезней грибной этиологии, развивающихся на поверхности и внутри зерна, нами были проведены специальные лабораторные опыты, где было установлено, что

Таблица 1 – Влияние протравителей на инфицированность посевного материала кормовых бобов

Вариант	Инфицированность грибами, %				
	общая	в том числе			
		<i>Alternaria</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>B. fabae</i>	прочие
<b>2018 г.</b>					
Без протравителя	88,0	21,0	7,0	10,0	50,0
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	31,0	5,0	1,0	0,0	25,0
Кинто плюс, КС (1,0 л/т)	22,0	6,0	2,0	0,0	14,0
Иншур перформ, КС (0,5 л/т)	39,0	8,0	4,0	0,0	27,0
<b>2019 г.</b>					
Без протравителя	77,0	22,0	17,0	6,5	31,5
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	21,5	7,0	1,0	1,0	12,5
Кинто плюс, КС (1,0 л/т)	27,5	8,5	7,5	1,0	10,5
Иншур перформ, КС (0,5 л/т)	28,0	9,5	6,0	1,0	11,5
<b>2020 г.</b>					
Без протравителя	59,5	16,0	13,0	4,5	26,0
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	10,0	2,0	4,0	1,0	3,0
Кинто плюс, КС (1,0 л/т)	15,0	5,5	3,5	1,0	5,0
Иншур перформ, КС (0,5 л/т)	14,5	4,0	3,0	1,0	6,5

Примечание – Прочие – *Penicillium* spp., *Mucor* spp., *Rhizopus* spp., *Cladosporium* spp., *Aspergillus* spp.

присутствие грибов в зерне без оболочки (внутренняя инфекция) и с оболочкой (поверхностная инфекция) существенно различалось (таблица 2).

Установлено, что в среднем за 2018–2020 гг. инфицированность зерна без оболочки составила 18,0 %, тогда как с оболочкой достигала 54,0 %. При прорастании инфицированного зерна с оболочкой отмечается более высокое количество грибов, вызывающих его плесневение (*Rhizopus* spp. – 16,0 %, *Mucor* spp. – 11,0 %). Результаты данных исследований свидетельствуют о необходимости обеззараживания семенного материала перед высевом, что снизит риск возникновения болезней в начальный период роста и развития растений.

В ходе исследований отмечено положительное влияние протравливания семенного зерна кормовых бобов на повышение лабораторной (до 2,0–3,5 %) и полевой (до 5,0–7,0 %) всхожести (таблица 3).

При проведении полевых исследований в 2018–2020 гг. альтернариоз был обнаружен в период развития листьев (ст. 12–13) в варианте без протравителя (1,3–2,0 %). В фазе стеблевания (ст. 35) при уровне развития болезни 3,2–7,6 % биологическая эффективность протравителей относительно альтернариоза в зависимости от изучаемого препарата составляла в 2018 г. 87,3–92,1 %, в 2019 г. – 56,3–68,8 %, а в 2020 г. – 84,2–86,8 % (таблица 4).

Поражение растений фузариозом бобов было отмечено в период стеблевания (ст. 31), при этом биологическая эффективность протравителей семян во всех опытных вариантах достигала 100 %. В дальнейшем, в фазе середина стеблевания (ст. 35) эффективность препаратов снижалась до 48,0–50,0 %.

В 2018–2019 гг. черноватая пятнистость на листьях культуры отмечена в фазе начало стеблевания (ст. 31–32) с развитием в варианте без применения протравителя на депрессивном уровне – 0,5–0,7 %. Однако уже в фазе середина стеблевания (ст. 35) биологическая эффектив-

ность изучаемых протравителей снижалась и составляла в 2018 г. 66,7–75,8 %, в 2019 г. – 63,6–72,7 %. В 2020 г. при пониженном температурном режиме на начальных этапах роста и развития культуры черноватая пятнистость в посевах кормовых бобов выявлена в ст. 12 (развитие листьев) с депрессивным уровнем развития – 0,3 %. В фазе середина стеблевания (ст. 35) отмечено повышение

**Таблица 2 – Инфицированность зерна кормовых бобов (среднее, 2018–2020 гг.)**

Возбудитель	Инфицированность зерна, %	
	без оболочки (внутренняя инфекция)	с оболочкой (поверхностная инфекция)
Всего пораженных зерен, в том числе:	18,0	54,0
<i>Alternaria</i> spp.	4,0	9,0
<i>Fusarium</i> spp.	2,0	6,0
<i>Botrytis fabae</i>	1,0	3,0
<i>Mucor</i> spp.	1,0	11,0
<i>Cladosporium</i> spp.	0	2,0
<i>Penicillium</i> spp.	1,0	4,0
<i>Rhizopus</i> spp.	8,0	16,0
<i>Aspergillus</i> spp.	1,0	3,0

**Таблица 3 – Влияние протравителей на всхожесть семенного зерна кормовых бобов (среднее, 2018–2020 гг.)**

Вариант	Всхожесть, %	
	лабораторная	полевая
Без протравителя	93,0	85,0
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	95,0	92,0
Кинто плюс, КС (1,0 л/т)	93,5	87,0
Иншур перформ, КС (0,5 л/т)	96,5	90,0

**Таблица 4 – Эффективность протравителей в снижении развития болезней в посевах кормовых бобов (полевые опыты, ст. 35)**

Вариант	2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
<b>Альтернариоз (<i>Alternaria</i> spp.)</b>						
Без протравителя	6,3	–	3,2	–	7,6	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	0,5	92,1	1,0	68,8	1,2	84,2
Кинто плюс, КС (1,0 л/т)	0,8	87,3	1,4	56,3	1,0	86,8
Иншур перформ, КС (0,5 л/т)	0,8	87,3	1,2	62,5	1,2	84,2
<b>Фузариоз (<i>Fusarium</i> spp.)</b>						
Без протравителя	2,5	–	6,0	–	2,2	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	1,0	60,0	2,4	60,0	0,8	63,6
Кинто плюс, КС (1,0 л/т)	1,0	60,0	2,0	66,6	1,0	54,5
Иншур перформ, КС (0,5 л/т)	1,3	48,0	2,2	63,3	1,1	50,0
<b>Черноватая пятнистость (<i>Stemphylium</i> spp.)</b>						
Без протравителя	3,3	–	2,2	–	5,7	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	0,8	75,8	0,6	72,7	1,4	75,4
Кинто плюс, КС (1,0 л/т)	1,0	69,7	0,8	63,6	1,6	71,9
Иншур перформ, КС (0,5 л/т)	1,1	66,7	0,8	63,6	1,6	71,9

Примечание – Ст. 35 – стадия (видно пятое растянутое междоузлие); R – развитие болезни; БЭ – биологическая эффективность.

**Таблица 5 – Хозяйственная и экономическая эффективность протравителей в защите посевов кормовых бобов от болезней в период вегетации (среднее, 2018–2020 гг.)**

Вариант	Элементы структуры урожая			Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	Условный чистый доход, руб./га
	количество		масса 1000 зерен, г			
	бобов на растении, шт.	зерен в бобе, шт.				
Без протравителя	9,6	2,7	424,6	37,9	–	–
Скарлет, МЭ (0,4 л/т)	10,9	2,7	424,2	42,9	5,0	183,5
Кинто плюс, КС (1,0 л/т)	10,4	2,7	423,1	42,1	4,2	118,1
Иншур перформ, КС (0,5 л/т)	11,2	2,7	423,3	41,9	4,0	134,0

Примечание – НСР<sub>0,5</sub>: 2018 г. – 2,8 ц/га; 2019 г. – 3,0 ц/га; 2020 г. – 2,5 ц/га.

уровня развития болезни в варианте без протравителя до 5,7 %. При этом биологическая эффективность изучаемых препаратов в снижении развития черноватой пятнистости составляла 71,9–75,4 %.

Следует отметить, что протравители семян позволяют сдерживать развитие альтернариоза, фузариоза и черноватой пятнистости до фазы середина стеблевания (ст. 35) кормовых бобов.

Расчеты хозяйственной эффективности показали, что применение фунгицидных протравителей позволило достоверно сохранить 4,0–5,0 ц/га зерна кормовых бобов (таблица 5). Разница между вариантами протравителей была несущественной. Повышение урожайности культуры было обеспечено за счет сохранения большего количества бобов на растении. При этом условный чистый доход от применения протравителей семенного зерна кормовых бобов составил 118,1–183,5 руб./га.

### Заключение

В 2018–2020 гг. протравливание семенного зерна кормовых бобов препаратами Скарлет, МЭ (0,4 л/т), Кинто плюс, КС (1,0 л/т) и Иншур перформ, КС (0,5 л/т) обеспечило снижение инфицированности его грибами *Alternaria* spp., *Fusarium* spp. и *Botrytis fabae* S. до 10,0–14,5 % по сравнению с вариантом без протравливания – 59,5–88,0 %. Отмечено положительное влияние изучаемых препаратов на полевую и лабораторную всхожесть семенного материала. Выявлено, что наибольшее количество семенной инфекции – 54,0 % присутствует в оболочке зерна кормовых бобов.

Протравливание семенного материала позволило сдерживать развитие альтернариоза, фузариоза и черноватой пятнистости в полевых условиях до фазы середина стеблевания (ст. 35) кормовых бобов. Это обеспечило сохранение урожая зерна культуры до 4,0–5,0 ц/га и получение условного чистого дохода 118,5–134,0 руб./га.

По результатам установленной биологической и хозяйственной эффективности, протравитель семян Скарлет, МЭ был включен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

### Литература

- Ганнибал, Ф. Б. Токсигенность и патогенность грибов рода *Alternaria* для злаков / Ф. Б. Ганнибал // Лаборатория микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского ВИЗР. История и современность / Рос. акад. с.-х. наук, ВИЗР; под ред. А. П. Дмитриева. – СПб., 2007. – С. 82–93. – (Приложение к журн. «Вестник защиты растений»; № 6).

- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропроиздат, 1985. – 351 с.
- Запрудский, А. А. Эффективность протравителей семян в защите кормовых бобов от болезней / А. А. Запрудский, Е. С. Белова, А. М. Ходенкова // Молодежь и инновации – 2017: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молод. ученых, г. Горки, 1–3 июня 2017 г.: в 2 ч. / БГСХА; редкол.: П. А. Саскевич (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2017. – Ч. 1. – С. 110–112.
- Запрудский, А. А. Эффективность протравливания семян кормовых бобов препаратами фунгицидного действия / А. А. Запрудский, Е. С. Белова, А. М. Ходенкова // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 5. – С. 32–34.
- Заяц, Л. К. Решение проблем производства кормового белка – важнейший резерв укрепления аграрной экономики / Л. К. Заяц // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 3–5.
- Зенькова, Н. Силосы из кормовых бобов / Н. Зенькова, М. Моисеева // Белорусское сел. хоз-во. – 2019. – № 2. – С. 91–93.
- Зенькова, Н. Н. Кормовые бобы: возрождение реально / Н. Н. Зенькова, В. Г. Микуленок // Наше сел. хоз-во. Сер. Агрономия. – 2017. – № 7. – С. 32–35.
- Каминский, В. Ф. Пути решения проблемы растительного белка на Украине / В. Ф. Каминский, А. В. Голодная // Проблемы дефицита растительного белка и пути его преодоления: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (13–15 июля 2006 г., г. Жодино) / НАН Беларуси, Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси; ред.: М. А. Кадыров [и др.]. – Минск, 2006. – С. 21–30.
- Куркина, Ю. Н. Болезни бобов в условиях Белгородской области / Ю. Н. Куркина // Науч. ведомости Белгородского гос. ун-та. Сер.: Естественные науки. – 2009. – № 3 (58). – С. 28–33.
- Куркина, Ю. Н. Грибные болезни бобов / Ю. Н. Куркина // Защита и карантин растений. – 2008. – № 10. – С. 41–42.
- Лысенко, Н. Н. Влияние современных протравителей семян на рост и развитие кормовых бобов / Н. Н. Лысенко, С. М. Пожарский // Russian Agricultural Science Review. – 2015. – Т. 6, № 6–1. – С. 133–136.
- Мероприятия по защите бобов кормовых от болезней в условиях Беларуси: рекомендации / А. А. Запрудский [и др.] / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред.: С. Ф. Буга, Е. В. Васеха. – Минск: Колорград, 2020. – 43 с.
- Наумова, Н. А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н. А. Наумова. – Ленинград: Колос, 1970. – 208 с.
- Никончик, П. И. Основные пути увеличения производства кормового белка на основе совершенствования структуры посевных площадей сельскохозяйственных предприятий Беларуси / П. И. Никончик, А. Ч. Скируха, А. А. Усеня // Проблемы дефицита растительного белка и пути его преодоления: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (13–15 июля 2006 г., г. Жодино) / НАН Беларуси, Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси; ред.: М. А. Кадыров [и др.]. – Минск, 2006. – С. 21–30.
- Определитель фаз развития однодольных и двудольных растений по шкале ВВСН / Р. В. Супранович, С. В. Сорока, Л. И. Сорока. – Минск: Колорград, 2016. – 102 с.

## Оценка эффективности фунгицида Купроксат, КС в защите пасленовых культур от болезней

И. Г. Волчкевич, В. И. Халаева, Ф. А. Попов, кандидаты с.-х. наук,  
В. В. Вабищевич, кандидат биологических наук  
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 10.06.2021)

Приведены результаты исследований по изучению биологической и хозяйственной эффективности фунгицида Купроксат, КС в защите пасленовых культур от фитофтороза и альтернариоза. Определено, что трехкратное применение препарата сдерживает развитие фитофтороза и альтернариоза в посадках томата защищенного грунта до 60,5 и 64,3 %, томата открытого грунта – до 60,9 % и картофеля – до 50,2 и 77,2 % соответственно. Снижение развития вредоносных болезней способствует сохранению от 18,0 до 28,7 % урожая пасленовых культур.

The results of studies on the biological and economic effectiveness of the fungicide Cuproxat, SC for the protection of nightshade crops against late blight and alternaria blight are presented. It is determined that three times preparation application inhibits the development of late blight and alternaria blight in tomato plantings in greenhouses up to 60,5 and 64,3 %, open ground tomato – to 60,9 and potatoes – to 50,2 and 77,2 %, respectively. The harmful diseases development reduction contributes up to 18,0 to 28,7 % of nightshade crops yield preservation.

### Введение

Болезни пасленовых культур, вызываемые грибами и грибоподобными организмами, наносят значительный ущерб сельскохозяйственному производству. Так, в посадках картофеля и томата отмечают повсеместное распространение фитофтороза, возбудителем которого является *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary [1, 4]. Это связывают в первую очередь с изменениями климата, в популяциях патогена, сменой выращиваемых сортов, индивидуальными стратегиями защиты, а также сопутствующим влиянием других вредных объектов [8]. Совокупность данных факторов способствует ежегодному росту экономических потерь от фитофтороза. Установлено, что за счет преждевременного отмирания ботвы на картофеле, пораженности плодов и сокращения ассимиляционной поверхности вегетативной массы томата потери урожая от болезни могут достигать 50 % и более [1, 4].

Также в последние годы отмечается активное распространение и развитие альтернариоза, видовой состав которого представлен *Alternaria solani* Sorauer. и *A. alternata* (Fr) Keissl [2]. При высоком развитии болезни в посадках картофеля потери урожая культуры составляют 20–40 %, а при поражении томата открытого грунта – 50–55 % [1, 2].

Защита пасленовых культур от болезней является сложной задачей, решение которой строится на комплексных мероприятиях, предусматривающих выращивание устойчивых сортов в сочетании с рациональным применением удобрений, регуляторов роста и эффективных фунгицидов, обладающих комбинированным и трансламинарным действием, а также системными и контактными свойствами [4]. Одними из первых фунгицидов в защите пасленовых культур были соединения меди, действующее вещество которых способствует денатурации структурных и ферментных белков патогена, препятствует многочисленным ферментативным реакциям и подавляет прорастание спор. В связи с этим применение медьсодержащих фунгицидов всегда играло ключевую роль в интегрированной защите картофеля и томата [7].

Целью наших исследований было оценить эффективность фунгицида Купроксат, КС в защите пасленовых культур от фитофтороза и альтернариоза.

### Методика проведения исследований

Эффективность фунгицида Купроксат, КС (сульфат меди трехосновной, 345 г/л) изучали в 2018 г. На растении томата (гибрид Ивановец) опыты проводили при выращивании культуры в защищенном грунте на базе тепличного комбината КСУП «Светлогорская овощная фабрика» Гомельской области. Оценку препарата на томате (сорт Тамина) при возделывании в открытом грунте и картофеле (сорт Скарб) осуществляли на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (Минский район). Мелкоделаячные опыты были заложены в 4-кратной повторности, размер и расположение которых соответствовали рекомендациям, изложенным в методических указаниях [3]. Все мероприятия по уходу за культурами проведены в соответствии с технологическим отраслевым регламентом [5]. Томат в защищенном грунте выращивали на почвогрунтах. Предшественниками при проведении исследований в открытом грунте являлись: для томата – картофель, для картофеля – озимые зерновые.

Купроксат, КС в норме расхода 5,0 л/га вносили трехкратно с интервалом 7–10 дней. Первое опрыскивание против альтернариоза проведено при появлении первых признаков болезни, против фитофтороза – профилактически (до появления первых признаков фитофтороза). На культуре томата защищенного грунта норма расхода рабочей жидкости составила 1500–2000 л/га, при возделывании культур в открытом грунте – 300 л/га.

Защитные свойства препарата Купроксат, КС в посадках томата и картофеля изучали на естественном инфекционном фоне. Учет болезней на растениях, оценку биологической и хозяйственной эффективности фунгицида осуществляли по общепринятым в фитопатологии методикам [3, 6].

### Результаты исследований и их обсуждение

При проведении исследований по оценке эффективности препарата Купроксат, КС в посадках томата защищенного грунта погодные условия вегетационного периода 2018 г. напрямую оказывали влияние на внутренний микроклимат и способствовали раннему проявлению болезней. Так, признаки альтернариоза на растениях

томата проявились в конце II декады июня, развитие которого перед первой обработкой фунгицидами (19.06.2018) достигало 0,3 % с постепенным увеличением степени поражения культуры болезнью (таблица 1).

На 8 сутки после трехкратного применения фунгицида развитие альтернариоза на растениях не превысило 7,1 %, что в 2,8 раза ниже, чем в варианте без защиты. Биологическая эффективность Купроксат, КС на последнюю дату учета (17.07.2018) составила 64,3 %.

Одновременно с альтернариозом отмечали нарастание степени поражения томата фитоспорозом. Первые признаки болезни были выявлены к концу июня в варианте без применения фунгицидов, развитие составило 0,6 % (таблица 1). К моменту проведения последней обработки (09.07.2018) симптомы фитоспороза отмечали на растениях всех вариантов, однако степень поражения варьировала от 0,9 до 3,1 %. После трехкратной обработки растений препаратом Купроксат, КС развитие болезни на дату последнего учета (17.07.2018) находилось в пределах 9,4 %, без проведения защитных мероприятий – 23,8 %. Биологическая эффективность изучаемого препарата в данный момент достигала 60,5 %.

Анализ данных хозяйственной эффективности фунгицида Купроксат, КС показал, что трехкратное применение препарата способствовало формированию урожая томата 4,65 кг/м<sup>2</sup> и снижению пораженности плодов фитоспорозом в 3,3 раза (таблица 1).

При проведении оценки эффективности препарата Купроксат, КС в условиях открытого грунта фитосанитарная ситуация в агроценозах растений томата и картофеля формировалась под влиянием сложившихся погодных условий вегетационного периода 2018 г.

Следует отметить, что обильные осадки в I и II декадах июля (240,7 и 295,9 % относительно нормы) и

пониженный температурный режим благоприятствовали развитию фитоспороза на растениях семейства пасленовые.

Первые признаки фитоспороза на листьях томата появились во всех вариантах опыта в III декаде июля (24.07.2018) на 10 сутки после проведения первой обработки фунгицидом Купроксат, КС. Оценка биологической эффективности изучаемого препарата после двух опрыскиваний (03.08.2018) показала, что фунгицид сдерживал развитие болезни на 29,3 %, на 10 сутки после трехкратной обработки (13.08.2018) – на 60,9 % в сравнении с вариантом без опрыскивания.

При оценке хозяйственной эффективности препарата Купроксат, КС определено, что его применение способствовало увеличению урожая плодов томата, который суммарно за все сборы составил 400 ц/га при сохранении 80,0 ц/га. Пораженность плодов фитоспорозом в варианте с защитой снизилась до 61,2 %, в варианте без обработки достигала 90,5 % (таблица 2).

При изучении эффективности препарата Купроксат, КС в посадках картофеля первая фунгицидная обработка проведена в фазе рост побегов (I декада июля, 07.07.2018). В данный период отмечено снижение средней температуры воздуха до 16,0 °С и увеличение количества осадков до 240,7 % от нормы, что предопределило поражение растений картофеля альтернариозом с развитием 0,9 % (таблица 3).

Мониторинг фитосанитарной ситуации, проведенный перед вторым применением (17.07.2018) фунгицида Купроксат, КС, показал, что развитие альтернариоза на растениях картофеля составило 5,3 % против 12,0 % в варианте без защитных мероприятий, при этом биологическая эффективность изучаемого препарата находилась на уровне 55,8 %. К моменту третьей обработки

**Таблица 1 – Эффективность фунгицида Купроксат, КС в посадках томата защищенного грунта (КСУП «Светлогорская овощная фабрика», Ивановец F<sub>1</sub>, весенне-летний культурооборот, 2018 г.)**

Вариант	Альтернариоз Фитоспороз							Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Сохраненный урожай, %	Пораженность плодов фитоспорозом, %
	R	R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ			
	19.06	29.06		09.07		17.07				
Без применения фунгицида	0,3	6,9 0,6	–	13,5 3,1	–	19,9 23,8	–	3,94	–	26,0
Купроксат, КС (5,0 л/га)	0,3	2,2 0,0	68,1 100	5,1 0,9	62,2 71,0	7,1 9,4	64,3 60,5	4,65	18,0	8,0
НСР <sub>05</sub>								0,52		

Примечание – R – развитие болезни, %; БЭ – биологическая эффективность, %; дата обработок – 19.06, 29.06, 09.07; дата учетов – 19.06, 29.06, 09.07, 17.07; учет урожая проведен с 10.07 по 29.08.

**Таблица 2 – Эффективность фунгицида Купроксат, КС в защите томата открытого грунта от фитоспороза (опытное поле РУП «Институт защиты растений», сорт Тамина, 2018 г.)**

Вариант	Фитоспороз						Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	Пораженность плодов фитоспорозом, %
	R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ			
	24.07		03.08		13.08				
Без применения фунгицида	0,6	–	7,5	–	47,1	–	320,0	–	90,5
Купроксат, КС (5,0 л/га)	0,3	50,0	5,3	29,3	18,4	60,9	400,0	80,0	61,2
НСР <sub>05</sub>							40,2		–

Примечание – R – развитие болезни, %; БЭ – биологическая эффективность, %; дата обработок – 14.07, 24.07, 3.08; дата учетов – 14.07, 24.07, 03.08, 13.08.

**Таблица 3 – Эффективность фунгицида Купроксат, КС в защите картофеля от болезней (опытное поле РУП «Институт защиты растений», сорт Скарб, 2018 г.)**

Вариант	Альтернариоз Фитофтороз							Урожай- ность, ц/га	Сохранен- ный урожай, ц/га	Потери урожая от фитофтороз- ной гнили, %
	07.07	17.07		27.07		06.08				
	R	R	БЭ	R	БЭ	R	БЭ			
Без применения фунгицида	0,9	12,0 12,3	–	31,2 70,9	–	93,1*	–	278,6	–	4,98
Купроксат, КС (5,0 л/га)	0,9	5,3 4,9	55,8 60,2	11,0 20,6	64,7 70,9	21,2 46,4	77,2 50,2	358,6	80,0	3,24
НСР <sub>05</sub>								54,4		

Примечание – R – развитие болезни, %; БЭ – биологическая эффективность, %; дата обработок – 07.07, 17.07, 27.07; дата учетов – 07.07, 17.07, 27.07, 06.08; \*суммарная степень поражения незащищенных растений фитофторозом и альтернариозом.

(27.07.2018) отмечено увеличение степени поражения альтернариозом необработанных растений до умеренного уровня (31,2 %), тогда как на фоне двух обработок Купроксатом, КС выявлено депрессивное развитие заболевания (11,0 %). Биологическая эффективность изучаемого фунгицида на данный учетный период составила 64,7 %. Учет, проведенный через 10 дней после последней обработки (06.08.2018), показал, что трехкратное применение препарата обеспечило умеренное развитие альтернариоза – 21,2 %.

Сложившиеся погодные условия в период вегетации картофеля способствовали раннему поражению растений фитофторозом, о чем свидетельствуют представленные в таблице 3 результаты оценки фитосанитарного состояния посадок. Симптомы болезни отмечены перед второй обработкой культуры (17.07.2018). Развитие болезни в изучаемых вариантах колебалось от 4,9 до 12,3 %, биологическая эффективность Купроксата, КС достигала 60,2 %.

В дальнейшем также отмечена высокая фунгицидная активность исследуемого препарата в защите картофеля от фитофтороза: на 10 сутки после второго опрыскивания биологическая эффективность по снижению развития болезни достигала 70,9 %, тогда как в варианте без защиты фитофтороз ускоренно прогрессировал с развитием до 70,9 % (таблица 3).

К I декаде августа дифференцировать симптомы болезней в варианте без применения фунгицида не представлялось возможным, поэтому при учете через 10 дней после последней обработки (06.08.2018) представлена суммарная степень поражения ботвы картофеля фитофторозом и альтернариозом. В то же время в условиях ежедневных осадков, высокой относительной влажности воздуха и инфекционной нагрузки возбудителя фитофтороза защитный эффект изучаемого фунгицида с контактным действующим веществом достиг 50,2 %. При этом, несмотря на поражение растений комплексом болезней в виде альтернариоза и фитофтороза, в анализируемый период отмечено доминирование последнего. В варианте без применения фунгицида выявлено практически полное усыхание не только листьев, но и стеблей растений картофеля, развитие болезней достигло 93,1 %.

Анализ данных хозяйственной эффективности препарата Купроксат, КС показал, что урожайность клубней картофеля составила 358,6 ц/га, прибавка урожая относительно варианта без применения фунгицида – 28,7 %. Потери урожая клубней от фитофторозной гнили были

ниже, чем в варианте без применения защиты от болезней, и достигали 3,24 % (таблица 3).

### Закключение

Таким образом, применение фунгицида Купроксат, КС в агроценозах пасленовых культур позволяет снизить развитие наиболее вредоносных болезней, таких как альтернариоз и фитофтороз.

В условиях защищенного грунта трехкратное опрыскивание томата препаратом Купроксат, КС способствует ограничению развития альтернариоза до 64,3 %, фитофтороза – до 60,5 % и сохранению урожая плодов в пределах 18,0 %.

Применение Купроксата, КС в посадках томата открытого грунта при подавлении развития фитофтороза с биологической эффективностью до 60,9 % способствует сохранению урожая до 25,0 % и снижению пораженности плодов фитофторозом до 61,2 %.

При защите картофеля фунгицид Купроксат, КС сдерживает развитие альтернариоза с биологической эффективностью 77,2 %, фитофтороза – до 50,2 % при высокой степени поражения растений болезнями, что позволяет сохранить 28,7 % урожая клубней и снизить потери от фитофторозной гнили до уровня 3,24 %.

Использование фунгицида Купроксат, КС целесообразно в качестве элемента комплексной системы защиты пасленовых культур от фитофтороза и альтернариоза.

### Литература

1. Еланский, С. Н. Видовой состав и структура популяций возбудителей фитофтороза и альтернариоза картофеля и томата: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.02.12 / С. Н. Еланский. – Москва, 2012. – 46 с.
2. Мельникова, Е. С. Вредоносность альтернариоза картофеля как основного биологического ресурса агроценоза Воронежской области / Е. С. Мельникова, Е. А. Мелькумова, А. М. Мохаммад // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1 (48). – С. 29–34.
3. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Ин-т защиты растений; под ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – 511 с.
4. Мыца, Е. Д. Влияние некоторых пестицидов на возбудителей грибных болезней картофеля и томата: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.12 / Е. Д. Мыца. – Москва, 2015. – 24 с.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сб. отраслевых регламентов – Нац. акад. наук Беларуси. Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси; рук. разработ.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 520 с.

6. Практикум по химической защите растений / А. И. Афанасьева [и др.] // Определение хозяйственной (урожайной) и экономической эффективности химических мероприятий. – М.: Колос, 1983. – 234 с.
7. Borkow, G. Copper as a Biocidal Tool / G. Borkow, J. Gabbay // Current Medicinal Chemistry 12. – 2005. – P. 2163–2175.
8. Climate change and potato production in contrasting South African agro-ecosystems 3. Effects on relative development rates of selected pathogens and pests / J. E. Van der Waals [et al.] // Potato Research. – 2013. – Vol. 56. – P. 67–84.

УДК 631.54:632.954:632.51:633.521

## Применение гербицидов в период вылежки льняной соломы для получения стланцевой тресты с нормативной засоренностью

В. А. Прудников, доктор с.-х. наук, Н. В. Степанова, кандидат с.-х. наук,  
С. Р. Чуйко, старший научный сотрудник  
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 20.05.2021)

В работе представлены результаты исследований по влиянию гербицидов на подавление падалицы крестоцветных культур и сорной растительности других семейств в период приготовления льняной тресты методом росяной мочки. Для уничтожения засорителей в разостланных лентах льна-долгунца целесообразно применение глифосатсодержащего гербицида Торнадо 500 с нормой расхода 1–2 л/га в зависимости от развития сорных растений на момент обработки и погодных условий, обеспечивающее получение тресты с нормативной засоренностью до 5 % без снижения её номера и содержания волокна, а также без повышения в тресте остаточных количеств глифосата.

### Введение

В Беларуси произрастают свыше 300 видов сорняков, из них более 50 видов засоряют посевы льна [1]. В последние годы серьезную угрозу вызывает падалица крестоцветных культур, при уборке которых происходят значительные потери семян различной степени зрелости с растянутым периодом покоя. Семена могут дозревать в почве в течение 2–3 лет и более, поэтому засорение посевов падалицей крестоцветных культур имеет длительный период после их возделывания [2, 3]. Наибольшим засорителем является падалица рапса, посевы которого в республике занимают 230–360 тыс. га [4].

Для льна-долгунца засорение падалицей крестоцветных культур представляет особую угрозу, так как семена дают всходы после теребления стеблестоя во время приготовления тресты, что затрудняет её прессование. Попадая в рулон, сырая масса сорняков вызывает очаговое гниение тресты и приводит к потере урожая и качества волокна. Проблема зарастания разостланной в поле соломы льна усугубляется растянутым периодом приготовления льнотресты до 30 суток и более, что повышает засоренность тресты и делает её некондиционной или малопригодной для переработки [5].

Цель работы заключалась в подборе и изучении эффективности гербицидов для уничтожения падалицы крестоцветных культур и сорной растительности других семейств в период вылежки соломы льна-долгунца в лентах, обеспечивающих получение тресты с засо-

*The paper presents the results of studies on the effect of herbicides on the suppression of weeds during the preparation of flax trusts by the dew lobe method. For the destruction of weeds in the spread ribbons of fiber flax, it is advisable to use the herbicide Tornado 500 with a consumption rate of 1–2 l/ha, depending on the phase of development of weeds at the time of processing and weather factors, providing trusts with a standard weediness of up to 5 % without reducing its number and fiber content, as well as without increasing the amount of glyphosate in the trust.*

ренностью на уровне государственного стандарта и сохранение урожая и качества льноволокна.

### Материалы и методика исследований

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» (Оршанский район, Витебская область) в переувлажненных погодных условиях вегетации 2019 г. (ГТК 1,70) и 2020 г. (ГТК 1,84). Почва опытных участков – дерново-подзолистая среднесуглинистая, развивающаяся на лесовидном пылевоматом суглинке, подстилаемом с глубины 100 см мареной, с содержанием органического вещества 1,8 %, подвижных форм фосфора – 160–180, калия – 170–180, цинка – 1,8–2,0, бора – 0,5–0,7 мг/кг почвы. Обменная кислотность  $pH_{KCl}$  – 5,2–5,4.

Обработка почвы включала лущение стерни, вспашку на глубину пахотного слоя в конце сентября, весеннюю культивацию для «закрытия влаги» на глубину 6–8 см, культивацию для заделки минеральных удобрений на глубину 8–10 см, предпосевную культивацию агрегатом АКШ-3,6. Сев проводили в оптимальные сроки сеялкой «Саксония» с нормой высева семян 22 млн шт./га рядовым способом с шириной междурядий 10 см.

Полевые опыты закладывали в соответствии с общепринятой методикой [6]: повторность опытов – 4-кратная, общая площадь делянки – 28 м<sup>2</sup>, учетной – 15 м<sup>2</sup>. Минеральные удобрения вносили из расчета 30 кг/га д. в. азота, 60 – фосфора, 90 кг/га д. в. калия. Защитные мероприятия посевов льна-долгунца от болезней проводили двукратно фунгицидом Алиот, КЭ – 0,4 л/га, от

двудольной сорной растительности применяли баковую смесь гербицидов Кортик, ВР – 0,9 + Секатор турбо, МД – 0,05 л/га, от однодольных сорных растений – гербицид Миура, КЭ – 1,0 л/га. Обработку соломы льна в лентах проводили согласно схеме опыта. Численность и видовой состав сорных растений определяли количественным методом [7]. Качество льняной тресты оценивали согласно действующему в стране стандарту [8].

**Результаты исследований и их обсуждение**

При растянутом периоде вылежки соломы льна-долгунца на стлище сквозь ленту прорастают полевые сорняки, которые затрудняют её прессование, повышают засоренность и делают малопригодной или непригодной для переработки. Согласно требованиям действующего стандарта СТБ 1194-2007, нормированная засоренность тресты льняной составляет 5 %. Предельная засоренность льносырья при сдаче на пункты переработки не должна превышать 10 %. При отклонении фактической засоренности тресты от нормированной её массу пересчитывают на массу партии льнотресты с нормированной влажностью и засоренностью по формуле:

$$M_{НС} = M_{Н} \times \frac{100 - C_{\Phi}}{100 - 5}$$

где  $M_{НС}$  – масса партии льнотресты с нормированной влажностью и засоренностью;

$M_{Н}$  – масса партии льнотресты с нормированной влажностью;

$C_{\Phi}$  – фактическая засоренность льнотресты, %;

5 – нормированная засоренность льнотресты, %.

Изменение зачетного веса льнотресты в зависимости от её засоренности графически отображено линией тренда (рисунок 1). При повышении засоренности тресты до 7 % от нормированной зачетный вес партии тресты уменьшается на 2 %, что снижает прибыль на 9 %, рентабельность выращивания и приготовления тресты льна-долгунца – на 2 % (таблица 1). При повышении засоренности тресты до 10 % зачетный вес партии тресты снижается на 5 %, прибыль – на 23 %, рентабельность – на 6 %. Треста с засоренностью более 10 %, согласно действующему СТБ 1194-2007, не подлежит переработке.

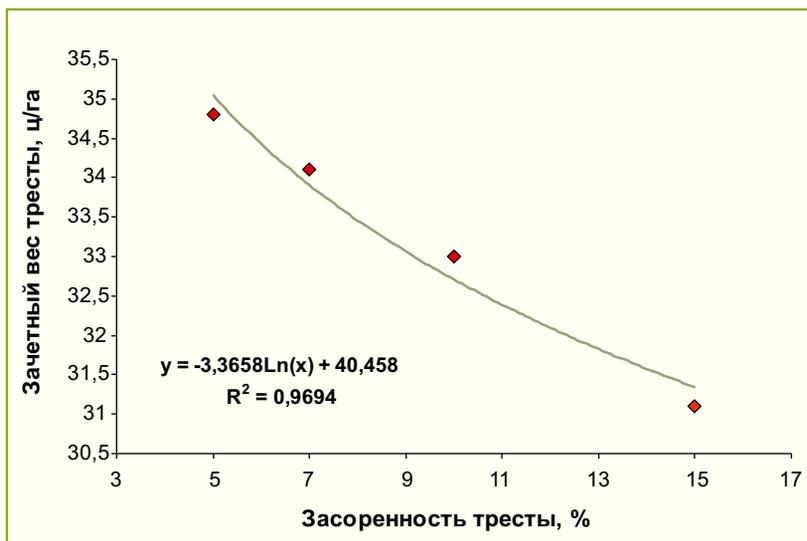
Исследования по вылежке соломы проводили на полях, где в 2017–2018 гг. осуществляли посев озимого рапса, в 2018–2019 гг. – посев озимой пшеницы, в 2019–2020 гг. – посев льна-долгунца. Уборку льна проводили комбайном ЛК-4 с одно-

временным очесом коробочек и расстилом стеблей в ленты для приготовления льнотресты. В условиях водно-температурного режима 2019 г. обработку соломы в лентах гербицидами против засорителей осуществляли через 18 суток после её расстила, в 2020 г. – через 14 суток.

Для борьбы с засорением лент соломы применяли гербициды Торнадо 500, ВР, 1–2 л/га; Метурон, ВДГ, 10 г/га; Секатор турбо, МД, 0,1 л/га.

Теребление стеблестоя льна-долгунца в 2019 г. проводили 26 июля. Через 18 дней после расстила льна на стлище количество сорной растительности в соломе составляло 13–15 шт./м<sup>2</sup>, в том числе падалицы озимого рапса – 49–63 % (таблица 2), что вызывало необходимость применения гербицидов. К моменту подъема тресты в варианте без применения гербицидов сырая масса сорняков достигала 602 г/м<sup>2</sup>, сорная примесь в общей массе льносырья составляла 25 % или в 5 раз превышала нормативную засоренность.

Через 12 дней после обработки соломы препаратами Метурон, 10 г/га и Секатор турбо, 0,1 л/га состояние сорняков практически не изменилось, так как эти гербициды имеют долговременный период ожидания гибели сорняков, но действие препаратов остановило их рост и развитие. В этих вариантах сырая масса сорняков составляла 320–325 г/м<sup>2</sup>, в том числе падалицы озимого рапса – 73–77 %, а засоренность приготовленной тресты достигала 17 %. В варианте с гербицидом Торнадо 500, 1 л/га сырая масса сорняков составляла 82 г/м<sup>2</sup>, а засоренность тресты – 2 %. Для получения тресты с нормативной засоренностью достаточно было 1 л/га глифосатсодержащего гербицида Торнадо 500.



**Рисунок 1 – Изменение зачетного веса льняной тресты в зависимости от её засоренности**

**Таблица 1 – Влияние засоренности тресты на экономическую эффективность возделывания льна-долгунца и приготовления льнотресты**

Засоренность тресты при стандартной влажности, %	Зачетный вес тресты при заготовке, %	Снижение стоимости льнопродукции, %	Снижение прибыли с гектара посева, %	Снижение рентабельности с гектара посева, %
5	100	0	0	0
7	98	1,8	8,9	2,3
10	95	4,6	22,8	5,9
>10	0	87,8	–	–

В условиях 2020 г. теребление стеблестоя льна осуществляли 6 августа. Обработку разостланной в ленты соломы льна гербицидами проводили через 14 суток при наличии сорняков 16–20 шт./м<sup>2</sup>, из которых падалица озимого рапса составляла 53–68 %.

Через 12 дней после применения гербицидов Метурон, 10 г/га и Секатор турбо, 0,1 л/га сырая масса сорняков в тресте достигала 264–275 г/м<sup>2</sup> с преобладанием падалицы рапса – 56–59 %. Засоренность приготовленной тресты достигала 12–13 %. Применение Торнадо 500 в норме расхода 1 л/га обеспечило сырую массу сорняков 157 г/м<sup>2</sup>, засоренность тресты – 5 %, при норме расхода 2 л/га – соответственно 121 г/м<sup>2</sup> и 3 %. Без применения гербицидов сырая масса сорняков в тресте достигала 305 г/м<sup>2</sup>, в том числе озимого рапса – 62 %, сорная примесь в общей массе заготовленного льносырья составляла 16 % или в 3 раза превышала нормативную засоренность.

Вынужденное применение гербицидов по разостланной соломе не влияло на показатели отделяемости и цвета волокна (таблица 3). В варианте без обработки гербицидами соломы льна содержание волокна составляло 32,9 %, в том числе длинной фракции – 18,2 %. Применение гербицида Торнадо 500, 1–2 л/га обеспечило общее содержание волокна в тресте 33,1–33,8 %, в том числе длинного волокна – 20,8–21,2 %. Vegetация

сорняков в контрольном варианте обеспечила среднюю за годы исследований засоренность заготовленной льнотресты – 20,5 %, что снижало номер тресты на 0,25 (1 сортономер) за счет снижения выхода длинной фракции волокон на 3 %.

Расчет экономической эффективности свидетельствует, что при обработке разостланной соломы гербицидом Торнадо 500 в норме расхода 1 л/га прибыль от выращивания льна и приготовления тресты составила 889,5 руб./га, рентабельность – 57 %, в норме расхода 2 л/га – соответственно 868,8 руб./га и 55 % (таблица 4).

Треста, полученная без использования гербицидов, имела засоренность 20,5 % (16–25 % по годам) и не подлежала приемке на заготовительных пунктах, поэтому в контрольном варианте при расчете экономической эффективности возделывания льна-долгунца учитывалась только стоимость семян, а выращивание культуры было убыточным. Следовательно, при зарастании разостланных в поле лент льна-долгунца и рентабельного получения льносырья целесообразно использование гербицида Торнадо 500, ВР в норме расхода 1–2 л/га в зависимости от развития сорных растений на момент обработки.

Треста, однократно обработанная гербицидом Торнадо 500, ВР в норме расхода 2 л/га, анализировалась на содержание остаточных количеств действующего

**Таблица 2 – Влияние обработки соломы льна-долгунца в лентах гербицидом на засоренность получаемой льнотресты**

Вариант	Количество сорняков в ленте до обработки		Биомасса сорняков через 12 дней после обработки, г/м <sup>2</sup>		Количество падалицы в сырой массе сорняков, %	Засоренность тресты, %
	всего, шт./м <sup>2</sup>	в т. ч. падалицы, %	сырая	воздушно-сухая		
<b>2019 г.</b>						
Контроль (без обработки)	13,8	52,2	602,0	91,5	76,2	25,3
Торнадо 500, ВР, 1 л/га	14,2	53,4	82,0	16,2	73,5	2,2
Торнадо 500, ВР, 2 л/га	13,6	48,6	61,3	11,5	68,7	1,0
Метурон, ВДГ, 10 г/га	13,3	63,0	325,3	68,2	72,6	17,3
Секатор турбо, МД, 0,1 л/га	15,2	55,3	320,2	66,1	76,6	16,6
<b>2020 г.</b>						
Контроль (без обработки)	17,5	63,4	305,3	62,1	83,1	15,8
Торнадо 500, ВР, 1 л/га	19,7	53,2	157,1	28,3	83,0	4,6
Торнадо 500, ВР, 2 л/га	17,0	68,1	121,2	24,3	82,6	3,3
Метурон, ВДГ, 10 г/га	20,2	58,5	275,2	58,5	78,2	12,6
Секатор турбо, МД, 0,1 л/га	16,3	60,6	264,0	55,6	79,8	11,6

**Таблица 3 – Влияние обработки гербицидом соломы льна-долгунца в лентах на содержание волокна в тресте и номер тресты (2019–2020 гг.)**

Вариант	Отделяемость волокна		Содержание волокна в тресте, %		Показатель цвета волокна	Число процентно-номеров	Номер тресты
	через 5 дней	через 12 дней	общее	длинное			
Контроль (без обработки)	3,0	7,8	32,9	18,2	1,7	153	1,25
Торнадо 500, ВР, 1 л/га	3,1	6,9	33,8	20,8	1,7	176	1,50
Торнадо 500, ВР, 2 л/га	3,1	6,7	33,1	21,2	1,7	177	1,50
Метурон, ВДГ, 10 г/га	3,2	7,3	33,7	21,3	1,6	177	1,50
Секатор турбо, МД, 0,1 л/га	3,0	7,7	32,8	20,9	1,7	178	1,50

Таблица 4 – Расчетная экономическая эффективность применения гербицидов по разостланной соломе льна-долгунца для уничтожения сорной растительности (2019–2020 гг.)

Вариант	Засоренность тресты, %	Стоимость продукции, руб./га	Затраты на выращивание, руб./га	Прибыль (убытки), руб./га	Рентабельность, %
Контроль (без обработки)	20,5	298,2	1 477,8	-1 179,5	-79,8
Торнадо 500, ВР, 1 л/га	3,4	2 453,8	1 564,3	889,5	56,9
Торнадо 500, ВР, 2 л/га	2,1	2 453,8	1 585,0	868,8	54,8

Примечание – Стоимость продукции в вариантах с обработкой соломы гербицидом рассчитана с учетом урожайности семян 7,1 ц/га, тресты – 54,1 ц/га.

вещества глифосата методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ). По результатам анализа в РУП «Институт защиты растений», остаточных количеств глифосата в тресте через 32 суток после обработки соломы не обнаружено.

### Заключение

При посеве льна-долгунца в звене севооборота «озимый рапс – озимая пшеница – лен-долгунец» и при подготовке льняной тресты в условиях 2019–2020 гг. засорение разостланной в лентах соломы сорной растительностью через 14–18 суток после теребления стеблестоя достигало 13–20 шт./м<sup>2</sup>, в том числе падалицей озимого рапса – 49–68 % и вызывало необходимость применения гербицидов.

Послевсходовые гербициды Метурон, ВДГ и Секатор турбо, МД подавляли рост сорной растительности, но к моменту уборки приготовленной тресты с поля сорная примесь от общей массы льносырья составляла 12–17 %, что значительно выше норматива.

Для уничтожения сорной растительности в лентах льна-долгунца целесообразно применение глифосатсодержащего гербицида Торнадо 500, ВР в норме расхода 1–2 л/га в зависимости от развития сорных растений на момент обработки и погодных факторов, что обеспечит получение тресты с нормативной засоренностью до 5 % без снижения содержания волокна в тресте и её номера, а также без содержания в тресте остаточных количеств глифосата.

При засорении посевов льна и разостланной в лентах соломы падалицей крестоцветных культур обработку

гербицидами необходимо осуществлять в фазе развития падалицы 2–4 настоящих листа.

### Литература

1. Нехведович, С. И. Фитосанитарное состояние льна в Беларуси и система мероприятий по защите культуры от вредных объектов / С. И. Нехведович // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 4. – С. 53–61.
2. Миренков, Ю. А. Интегрированная защита льна-долгунца от вредителей, болезней и сорняков в Республике Беларусь / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. Н. Козлов. – Горки: УО БГСХА, 2001. – 14 с.
3. Лужинский, Д. В. Борьба с засоренностью посевов сельскохозяйственных культур падалицей рапса / Д. В. Лужинский, Я. Э. Пиллюк, Л. А. Булавин // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 4. – С. 36–37.
4. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: Информационно-вычислительный центр Национального статистического комитета РБ, 2020. – 179 с.
5. Голуб, И. А. Научно-практические рекомендации по возделыванию, уборке льна и приготовлению тресты / И. А. Голуб, Ф. И. Привалов, Г. Н. Шанбанович. – Могилев: Могилев. обл. укруп. тип. им. С. Соболя, 2010. – 136 с.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
8. Треста льняная. Требования при заготовках. СТБ 1194–2007. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Госстандарт РБ, 2009. – 12 с.

УДК 631.8:[635.1/8:631.559]

## Влияние минеральных удобрений и вермикомпоста на содержание хлорофилла, каротиноидов, биохимические показатели и урожайность овощных культур

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

(Дата поступления статьи в редакцию 22.04.2021)

В статье представлены результаты изучения урожайности и биохимического состава продукции капусты белокачанной и свеклы столовой в условиях Республики Беларусь за период 2011–2012 гг. Выявлены оптималь-

The article presents the results of research on the yield and biochemical composition of the production of white cabbage and beetroot in the conditions of the Republic of Belarus for the period 2011–2012. The optimal doses of

ные дозы минеральных удобрений и вермикомпоста при выращивании овощных культур на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

## Введение

Урожайность и качество продукции овощных культур является результатом действия большого количества агрометеорологических факторов, главными из которых является свет, тепло, вода и питательные вещества, необходимые для фотосинтетической деятельности растений [11].

Процессы фотосинтеза идут в тканях, содержащих хлоропласты, преимущественно в листе, на который приходится большая часть процессов фотосинтеза [13]. На молекулярном уровне фотосинтез обеспечивают особые вещества – пигменты, благодаря которым энергия солнечного света становится доступной для биологических систем. При фотосинтезе зеленый лист использует лишь около 1 % падающей на него солнечной энергии, продуктивность составляет 1 г органического вещества на 1 м<sup>2</sup> поверхности в час. Поглощают красный и сине-фиолетовый свет и отражают зеленый хлорофиллы, придающие растениям характерную зеленую окраску.

Фотосинтез всегда поддерживается корневым питанием – поглощением из почвы воды и минеральных солей. При длительном применении минеральных удобрений в различных соотношениях могут изменяться отдельные биохимические показатели. Для оценки влияния того или иного фактора на растение важно выбрать определенный интегральный процесс, при котором синтезируются, наряду с основными продуктами – углеводами, также органические кислоты, витамины, аминокислоты, белки, жиры и другие вещества. Процессы фотосинтеза исследованы в период роста и развития растений (в начале первой декады августа): содержание хлорофилла А и Б, а также связанных с ними каротиноидов – β-каротина, ксантофилла и ликонина. При оценке капусты и свеклы столовой использовали биохимические показатели – общий белок, аскорбиновая кислота, сумма сахаров, клетчатка, бетанидин в свекле столовой, каротиноиды и сухое вещество [12].

Изучение биохимических показателей и их изменений может оказать существенную помощь в оценке целесообразности применения тех или других видов и доз органических и минеральных удобрений.

## Методика проведения исследований

Исследования проводили в 2011–2012 гг. на территории РУП «Институт овощеводства» (Минский район, Минская область). Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лесовидном суглинке, подстилаемом моренным песком с глубины 1,5 м. Содержание гумуса в пахотном слое – 2,2–2,4 %, рН<sub>(KCl)</sub> – 6,2–6,5, содержание подвижных форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O по Кирсанову – соответственно 221–248 и 262–281 мг/кг почвы.

Каротиноиды и хлорофиллы выделяли по методу С. С. Баславской и О. М. Трубицкой. Количественно рассчитывали хлорофилл А и Б по формуле Маккинни в 80 % ацетоне [2]. Суммы хлорофилла (А + Б) определяли фотоколориметрическим методом [13]. Определение производили на спектрофотометре СФ-101

*mineral fertilizers and vermicompost were revealed when growing vegetables on sod-podzolic light loamy soil.*

фирмы «Аквилон». Каротиноиды разделяли методом ступенчатой тонкослойной хроматографии на пластинках Силуфол в системах: первая ступень – гексан, вторая – гексан : серный эфир (3 : 7) [1]. Пятна идентифицировали с использованием R<sub>1</sub>: для β-каротина – 0,96, ксантофилла – 0,38, ликонина – 0,81. Использовали аналитические методы при реакции пятен с концентрированной серной кислотой [5–7]. Для количественного определения применяли коэффициент удельного поглощения для β-каротина E = 2550 при длине волны 451 нм, ликонина – E = 3470 при длине волны 474 нм, ксантофилла – E = 2160 при длине волны 475 нм.

Общее количество белка в кочанах капусты и в корнеплодах свеклы столовой определяли по методу Фолина-Чокальжеу с использованием готового реактива фирмы Sigma [3]. Клетчатку определяли модифицированным методом И. М. Скурихина [9], бетанидин в свекле столовой – методом А. П. Примака [8]. Для построения калибровочной кривой и выделения бетанидина применяли колоночную хроматографию на Сефадекс 6–25. Содержание аскорбиновой кислоты определяли фотометрическим методом с использованием ксилольной вытяжки [10], моно- и дисахаров – ферментативным методом с использованием готовых наборов глюкозооксидазы.

Полевые опыты закладывали в соответствии с требованиями «Методики полевого опыта» Б. А. Доспехова [4], «Методики физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве» В. Ф. Белика [6]. Минеральные удобрения вносили вразброс, а вермикомпост – локально в гребни из расчета 485 г на пог. м под капусту и 350 г на пог. м под свеклу столовую.

Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных методов вариационной статистики и программы Microsoft Excel.

## Результаты исследований и их обсуждение

В соответствии с принятой классификацией величины гидротермического коэффициента, 2011 г. считался слабо засушливым (ГТК – 1,5), а 2012 г. – засушливым (ГТК – 1,3).

Двухлетним изучением содержания хлорофилла А и Б, а также каротиноидов в листьях капусты и свеклы столовой установлено, что указанные показатели незначительно зависят от погодных условий, а наибольший вклад в колебание урожайности и биохимических показателей вносят вариации дозы минеральных удобрений и вермикомпост.

Из таблиц 1 и 2 видно, что минеральный фосфор одинаково влиял на содержание хлорофилла А как в листьях капусты, так и свеклы столовой. Увеличение в полтора раза дозы фосфора обеспечило снижение хлорофилла А на 0,8–1,7 мг/100 г. Хлорофилл Б в листьях капусты и свеклы столовой при высоких концентрациях фосфора повышался соответственно на 4,9–9,4 мг/100 г. При внесении вермикомпоста под вышеуказанные культуры хлорофилл А находился на уровне 8,2 и 12,7 мг/100 г, а хлорофилл Б – соответственно 80,4 и 28,7 мг/100 г в листьях капусты и свеклы столовой. Сумма хлорофилла А и Б по варианту с вермикомпостом в зеленых листьях капусты составила

86,6 мг/100 г, а свеклы столовой соответствовала сумме 41,4 мг/100 г сырой массы. Суммарное количество хлорофилла А и Б при отсутствии азотных удобрений снижалось на 15,4–16,6 мг/100 г.

Суммарное содержание каротиноидов значительно снижалось при отсутствии азотных удобрений. Повышение в 1,5 раза полных доз минеральных удобрений снижало содержание каротиноидов в листьях капусты на 1,2 мг/100 г, а в листьях свеклы столовой – на 0,7 мг/100 г по сравнению с их содержанием 0,89 мг/100 г и 2,92 мг/100 г соответственно в капусте и свекле столовой по дозам  $N_{120-150}P_{75-90}K_{150-180}$ . Отсутствие калийных удобрений особо не влияло на содержание каротиноидов в листьях овощных культур.

Внесение вермикомпоста в дозе 7 т/га под капусту и 5 т/га под свеклу столовую способствовало повышению суммы каротиноидов ( $\beta$ -каротин, ликонин, ксантофилл) в листьях свеклы столовой на 0,7 мг/100 г по сравнению с содержанием 2,92 мг/100 г по дозе  $N_{120}P_{75}K_{150}$ , а в листьях капусты увеличение каротиноидов было не существенным.

Важно подчеркнуть, что в вариантах без внесения азотных удобрений отношение суммы хлорофиллов к сумме каротиноидов в листьях капусты и в листьях свеклы столовой увеличивалось почти в 1,5–2 раза (таблица 1, 2).

Определенное влияние виды и дозы удобрений оказали на биохимический состав овощной продукции. В кочанах капусты и корнеплодах свеклы столовой по до-

зам фосфорно-калийных удобрений содержание аскорбиновой кислоты возрастало, а в корнеплодах свеклы столовой еще повысилось содержание бетаинидина в 1,5–1,9 раза по сравнению с содержанием его 171 и 209 мг% по дозам  $N_{120}K_{150}$  и  $N_{120}P_{75}$ .

Выявлено, что внесение полных доз минеральных удобрений снижало на 0,2–0,4 % содержание сухого вещества и суммы сахаров в кочанах капусты и корнеплодах свеклы столовой по сравнению с их содержанием по дозам  $P_{90}K_{180}$  и  $P_{75}K_{150}$  (таблица 3, 4).

Наименьшее содержание клетчатки в кочанах капусты сорта Мара – 1,21 % получено по дозе  $P_{90}K_{180}$ , а в корнеплодах свеклы столовой сорта Бордо 237 – 1,01 % по дозе  $P_{75}K_{150}$ .

Белки – это в основном ферменты. Повышение их содержания может быть со стороны растения только защитной реакцией, которая связана с неблагоприятными условиями выращивания. Наибольший показатель общего белка в кочанах капусты – 1,23 % и корнеплодах свеклы столовой – 1,90 % получен при внесении вермикомпоста в дозах 7 и 5 т/га.

Установлено, что при выращивании капусты и свеклы столовой наиболее экономически оправданными дозами удобрений являются  $N_{150}P_{90}K_{180}$  и  $N_{120}P_{75}K_{150}$ , по которым получена достаточно высокая урожайность – 72,3 и 57,7 т/га соответственно.

Однако использование вермикомпоста в дозе 7 т/га при выращивании капусты способствовало получению

**Таблица 1 – Влияние видов и доз удобрений на содержание хлорофилла и каротиноидов в зеленом листе капусты**

Вариант	Хлорофилл, мг/100 г			Каротиноиды, мг/100 г				Отношение ф/к
	А	Б	сумма	$\beta$ -каротин	ликонин	ксантофилл	сумма	
Контроль (без удобрений)	7,6	76,2	83,8	0,22	0,19	0,48	0,89	94,2
$P_{90}K_{180}$	8,2	69,8	78,0	0,14	0,11	0,25	0,50	156,0
$N_{150}P_{90}K_{180}$	8,4	86,2	94,6	0,11	0,19	0,59	0,89	116,2
$N_{150}K_{180}$	7,9	77,8	85,7	0,24	0,19	0,37	0,80	107,1
$N_{150}P_{90}$	8,3	82,8	91,1	0,23	0,18	0,39	0,80	113,9
$N_{225}P_{135}K_{270}$	7,4	79,2	87,3	0,19	0,17	0,41	0,77	113,3
Вермикомпост, 7 т/га	8,2	80,4	86,6	0,24	0,18	0,42	0,84	106,9
НСР <sub>05</sub>	0,22	0,63	0,48	0,24	0,34	0,17	0,27	0,67

**Таблица 2 – Влияние видов и доз удобрений на содержание хлорофилла и каротиноидов в зеленом листе свеклы столовой**

Вариант	Хлорофилл, мг/100 г			Каротиноиды, мг/100 г				Отношение ф/к
	А	Б	сумма	$\beta$ -каротин	ликонин	ксантофилл	сумма	
Контроль (без удобрений)	16,2	32,8	49,0	0,26	0,08	0,99	1,33	36,8
$P_{75}K_{150}$	12,3	14,8	27,1	0,17	0,06	0,32	0,52	49,3
$N_{120}P_{75}K_{150}$	12,8	29,7	42,5	0,82	0,16	1,74	2,92	14,6
$N_{120}K_{150}$	8,4	23,1	31,5	0,28	0,08	0,98	1,34	23,5
$N_{120}P_{75}$	12,2	27,8	40,0	1,48	0,28	1,13	2,89	13,8
$N_{180}P_{115}K_{225}$	10,6	19,7	30,3	0,56	0,24	1,42	2,22	13,6
Вермикомпост, 5 т/га	12,7	28,7	41,4	1,82	0,22	1,58	3,62	11,4
НСР <sub>05</sub>	0,38	0,46	0,62	0,42	0,16	0,33	0,28	0,58

**Таблица 3 – Влияние видов и доз удобрений на основные биохимические показатели в кочанах капусты (сорт Мара)**

Вариант	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг %	Общий белок, %	Клетчатка, %	Урожайность, т/га
Контроль (без удобрений)	8,7	5,2	33,0	1,07	1,27	41,3
P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	8,9	5,7	36,6	0,99	1,21	59,4
N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	8,8	5,5	34,7	1,14	1,32	72,3
N <sub>150</sub> K <sub>180</sub>	8,4	5,4	35,2	1,15	1,28	61,9
N <sub>150</sub> P <sub>90</sub>	8,3	5,2	36,1	1,09	1,31	55,4
N <sub>225</sub> P <sub>135</sub> K <sub>270</sub>	8,5	5,3	34,4	1,11	1,34	80,3
Вермикомпост, 7 т/га	8,8	5,6	36,2	1,23	1,33	79,2
HCP <sub>05</sub>	0,16	0,26	0,48	0,28	0,19	2,92

**Таблица 4 – Влияние видов и доз удобрений на основные биохимические показатели в корнеплодах свеклы столовой (сорт Бордо 237)**

Вариант	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Клетчатка, %	Аскорбиновая кислота, мг %	Общий белок, %	Бетанидин, мг %	Урожайность, т/га
Контроль (без удобрений)	18,8	12,4	1,04	7,1	1,40	216	37,3
P <sub>75</sub> K <sub>150</sub>	18,6	12,7	1,01	9,2	1,90	321	48,2
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub> K <sub>150</sub>	18,5	13,1	1,05	8,8	1,50	182	57,7
N <sub>120</sub> K <sub>150</sub>	18,6	12,3	0,98	8,2	1,60	171	51,6
N <sub>120</sub> P <sub>75</sub>	18,3	12,8	1,02	7,8	1,80	209	49,1
N <sub>180</sub> P <sub>115</sub> K <sub>225</sub>	18,4	12,4	0,99	7,3	1,60	221	62,9
Вермикомпост, 5 т/га	18,7	12,9	1,04	9,3	1,90	238	62,2
HCP <sub>05</sub>	0,19	0,24	0,14	0,29	0,18	0,32	2,54

79,2 т/га кочанов, что ниже на 1,1 т/га урожайности, полученной по высокой дозе N<sub>225</sub>P<sub>135</sub>K<sub>270</sub> минеральных удобрений, хотя разница в урожайности не существенна. Урожайность корнеплодов свеклы столовой при внесении вермикомпоста 5 т/га составила 47,8 т/га, что выше урожайности столовых корнеплодов на 2,3 т/га, полученных при применении повышенной дозы минеральных удобрений – N<sub>180</sub>P<sub>115</sub>K<sub>225</sub>. Следовательно, при внесении вермикомпоста в дозах 5 и 7 т/га уровень урожайности приравнивался к внесению повышенных доз минеральных удобрений – N<sub>180</sub>P<sub>115</sub>K<sub>225</sub> и N<sub>225</sub>P<sub>135</sub>K<sub>270</sub>.

### Заключение

Результаты исследований свидетельствуют о том, что использование сбалансированных доз минеральных удобрений и вермикомпоста благоприятно сказывается на обменных процессах у растений капусты белокачанной и свеклы столовой.

Установлено, что значительное повышение показателей (аскорбиновая кислота, сумма сахаров, общего белка и урожайности) связано с применением адаптированной к местным условиям системы питания.

Выявлено, что доступность подвижных форм элементов питания в почве во время вегетации культур обусловлена внесением оптимальных доз минеральных удобрений и вермикомпоста.

### Литература

- Ахрем, А. А. Тонкослойная хроматография / А. А. Ахрем, А. И. Кузнецова. – М.: Наука, 1965. – 175 с.
- Баславская, С. С. Практикум по физиологии растений / С. С. Баславская, О. М. Трубицкова. – М.: Изд.-во Московского университета, 1964. – 137 с.
- Бэйли, Дж. Методы химии белка / Дж. Бэйли. – М.: Мир, 1965. – С. 265–266.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5 изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Мецлер, Д. Биохимия / Д. Мецлер. – М.: Мир, 1980. – Т. 3. – 487 с.
- Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве / Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, Науч.-исслед. ин-т овощного хозяйства МСХ РСФСР; под ред. В. Ф. Белика. – М., 1970. – 211 с.
- Методы биохимического анализа растений / Академия наук Украинской ССР, Институт физиологии растений; под ред. Х. Н. Починок. – Киев: Наукова думка, 1976. – 335 с.
- Овчаров, К. Е. Роль витаминов в жизни растений / К. Е. Овчаров. – М.: Изд.-во АН СССР, 1958. – 285 с.
- Переднев, В. П. Удобрение овощных культур / В. П. Переднев. – Минск: Ураджай, 1987. – 144 с.
- Примаков, А. П. Селекция овощных культур / А. П. Примаков, М. В. Литвиненко. – М., 1983. – С. 77–80.
- Скурихин, И. М. Химический состав пищевых продуктов / И. М. Скурихин. – М., 1984. – Т. 3. – 292 с.
- Скурихин, И. М. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М.: Медицина, 1998. – С. 175–178.
- Справочник биохимика. – М.: Мир, 1991. – 544 с.

# ИВАНЮК ВЛАДИМИР ГРИГОРЬЕВИЧ

(к 80-летию со дня рождения)



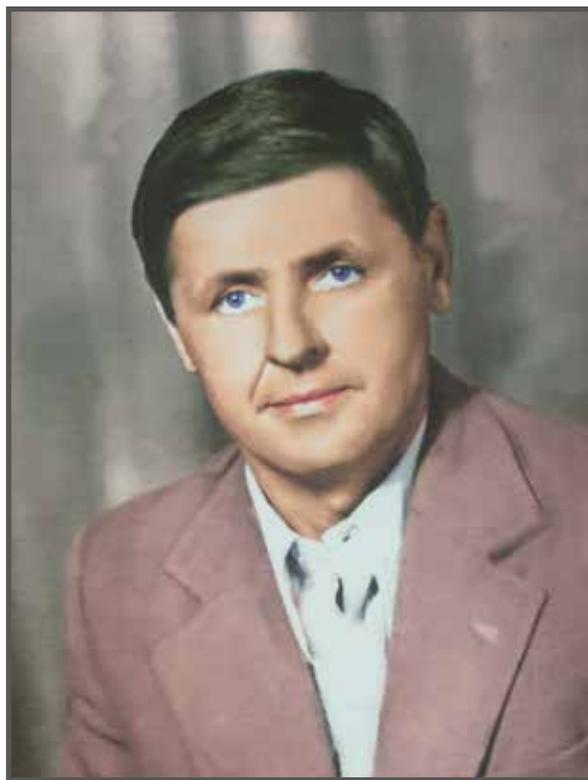
**23 июля 2021 г.** выдающемуся белорусскому ученому фитопатологу, фитоиммунологу, широко известному в стране и за ее пределами исследователю в области защиты растений, просто прекрасному и доброму человеку, Иванюку Владимиру Григорьевичу исполнилось бы 80 лет.

Член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор биологических наук, профессор В. Г. Иванюк родился **23 июля 1941 г.** в деревне Мефедовичи Кобринского района Брестской области. Вся свою выдающуюся жизнь он вспоминал тяжелые, голодные военные и послевоенные годы, которые ему, как и большинству жителей Беларуси, пришлось стойко пережить. Безусловно, выпавшие на долю испытания только положительно отразились на трудолюбии, жизненной силе и выносливости, характере будущего ученого, выстраивавшего свои отношения с окружающими людьми только на принципах человеколюбия и взаимоуважения.

**В 1959 г.** он окончил Городецкую школу, а **в 1964 г.** – с отличием Брестский государственный педагогический институт им. А. С. Пушкина, учебой в котором на первом и единственном в то время в стране естественно-географическом факультете очень гордился. Гордился профессор и своими однокурсниками, со многими из которых до конца жизни поддерживал тесные дружеские отношения.

**В 1967 г.** Владимир Григорьевич поступает в аспирантуру при Белорусском научно-исследовательском институте картофелеводства и плодоовощеводства, где под руководством Зои Ивановны Ремнёвой проводит исследования по ранней сухой пятнистости картофеля. Результаты исследований обобщены в диссертационной работе «Биологические особенности возбудителей ранней сухой пятнистости картофеля (*Macrosporium solani* Ell. et Mart., *Alternaria solani* Sor.) и некоторые меры борьбы с болезнью в условиях Белоруссии», после успешной защиты которой в Белорусском государственном университете им. В. И. Ленина по специальности «094 – Ботаника» **в 1969 г.** Владимиру Григорьевичу присуждена ученая степень кандидата биологических наук.

В дальнейшем молодой ученый продолжил исследования по избранной тематике, работая младшим научным сотрудником, а **с 1971 г.** – старшим научным сотрудником в отделе иммунитета картофеля, плодовых и овощных культур. Уже **в 1978 г.** Владимир Григорьевич подготовил диссертацию «Гифомицеты – возбудители пятнистостей пасленовых культур (особенности патогенеза и способы подавления паразитической активности)» на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности «03.00.05 – Ботаника», которую представил к защите в Институте экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича. Однако успешно защитить ее не удалось из-за неполного соответствия заявленной специальности.



Владимир Григорьевич не опустил руки, не отступил, а доработал диссертацию и уже **в 1981 г.** представил к защите диссертационную работу «Биологическое обоснование системы защитных мероприятий против ранней сухой пятнистости пасленовых культур в Белоруссии», по результатам защиты которой по специальности «06.01.11 – Фитопатология и защита растений» во Всесоюзном научно-исследовательском институте защиты растений **в 1982 г.** ему была присуждена ученая степень доктора биологических наук.

В дальнейшем продолжил работать старшим научным сотрудником, а **с 1986 по 1989 г.** заведовал отделом иммунитета картофеля, плодовых и овощных культур. В этот период Владимир Григорьевич много внимания уделял передаче опыта и организации научной школы. К этому времени провели исследования и начали защищать диссертационные работы его ученики, первый из которых – Александр Викторович Свиридов – **в 1987 г.** защитил диссертационную работу на тему «Устойчивость моркови к сухим гнилям и способы ее повышения». Здесь ярко проявился талант Иванюка В. Г. в выборе актуальных тем научных исследований, видении и глубоком понимании научных проблем, поиске и разностороннем обосновании разнообразных путей их решения.

**С 1989 по 1998 г.** В. Г. Иванюк работает в Белорусском НИИ защиты растений в должности главного научного сотрудника отдела защиты картофеля, где выполняет проекты фундаментальных и прикладных научных исследований, значительное внимание уделяет не только фитосанитарному состоянию посадок картофеля, но и болезням зернобобовых и овощных культур, активно ведет подготовку научных кадров. К 1998 г. под его руководством защитили кандидатские диссертации 12 аспирантов и соискателей.

**В 1992 г.** В. Г. Иванюку присвоено звание профессора. В этом же году он избран член-корреспондентом Академии аграрных наук Беларуси, а **в 2003 г.** –

член-корреспондентом Национальной академии наук Беларуси.

**С 1998 г.** Владимир Григорьевич работает главным научным сотрудником в лаборатории иммунитета Белорусского НИИ картофелеводства. Здесь, кроме выполнения проектов фундаментальных и прикладных научных исследований (в том числе в сотрудничестве с учёными России, Украины, Германии, Польши, Швеции), много внимания уделяет разработке проблем иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Под его научным руководством организована и проводилась оценка перспективного селекционного материала картофеля с использованием эффективных полевых, лабораторных, биотехнологических методов (в том числе оригинальных, защищенных авторскими свидетельствами) на искусственных и естественных провокационных и инфекционных фонах на устойчивость к фитофторозу, альтернариозу, ризоктониозу, сухой фузариозной гнили, антракнозу, раневой водянистой гнили, фомозу, резиновой гнили, парше серебристой, парше обыкновенной, черной ножке, кольцевой гнили, бурой бактериальной гнили, дитиленхозу.

Владимир Григорьевич Иванюк – известный и признанный ученый в области фитоиммунитета и защиты растений. Им проведено глубокое и всестороннее изучение биологии возбудителей болезней картофеля, овощных и зернобобовых культур. Много работ посвящено выявлению закономерностей и разработке методов прогноза и контроля изменчивости фитопатогенных микроорганизмов в пространстве и времени. Предложенные им высокоэффективные методы оценки и отбора селекционного материала по признаку болезнеустойчивости, способы подавления паразитической активности патогенов и повышения толерантности растений нашли широкое практическое применение в Беларуси и за рубежом. Владимир Григорьевич был великим ученым, способным решать научные проблемы не только сегодняшнего дня, но и видел перспективу далеко вперед. В конце 90-х годов прошлого века в своих статьях он неоднократно обращал внимание ученых и практиков на глобальные климатические изменения. Уже в те времена он разрабатывал стратегию и тактику защиты сельскохозяйственных культур в изменяющихся экологических условиях. Разработанная В. Г. Иванюком стратегия и тактика защиты ряда сельскохозяйственных культур от возбудителей болезней широко применяется в настоящее время в Беларуси и ряде стран СНГ.

Результаты исследований В. Г. Иванюка опубликованы почти в 500 научных работах в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе в 13 монографиях и книгах. Труд «Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков», изданный в 2005 г., является, пожалуй, самым выдающимся. Он представляет собой энциклопедию знаний и опыта, накопленного за значительный промежуток времени, и содержит ответы на большинство вопросов, касающихся проблем защиты данной культуры. Профессор **является автором 3 изобретений и соавтором 9 сортов картофеля и томата.**

Ему были присущи лучшие человеческие качества: доброта и внимание, оптимизм и мужество, высокая коммуникабельность и товарищеская ответственность. Всегда в очень доступной, понятной форме старался передать свои знания, свой жизненный опыт молодому поколению исследователей. Мы, его ученики, запомнили

Владимира Григорьевича, прежде всего, как эрудированного и мудрого преподавателя, надежного друга, общение с которым приносило интеллектуальное и духовное обогащение. За помощью к Владимиру Григорьевичу обращались не только ученые, аспиранты из Беларуси, но и из других стран. Он всегда очень тепло принимал всех, кто нуждался в совете, консультации, поддержке. Это позволило нам, его аспирантам, наладить хорошие деловые, научные, дружеские отношения с учеными ближнего и дальнего зарубежья, которые востребованы и сегодня.

Являясь одним из ведущих специалистов в области фитоиммунитета и защиты растений на постсоветском пространстве, В. Г. Иванюк был членом Всесоюзной комиссии по иммунитету растений; Всесоюзной комиссии по изучению грибных, бактериальных и вирусных болезней растений; экспертного совета Высшей аттестационной комиссии Беларуси; экспертного совета Фонда фундаментальных исследований; ученых советов по защите диссертаций в Институте защиты растений и Институте плодоводства; межведомственного научного совета по Государственной программе «Создание биорациональных химических средств защиты растений новых поколений»; редколлегий журнала «Земляробства і ахова раслін», сборников научных трудов «Картофелеводство», «Овощеводство», «Защита растений»; ученых советов Института защиты растений, Научно-практического центра НАН Беларуси по картофелеводству и плодовоощеводству.

В. Г. Иванюк значительную часть своего времени уделял пропаганде научных знаний, выступал с многочисленными лекциями и докладами на научных съездах, конференциях, научно-производственных семинарах, курсах повышения квалификации. Регулярно давал рекомендации по защите растений в средствах массовой информации. Работал профессором кафедр защиты растений в Гродненском государственном аграрном университете и Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. За 25-летний период он **подготовил 21 кандидата наук.** Одним словом являлся непререкаемым авторитетом в вопросах защиты растений у специалистов агропромышленного комплекса.

Труд Владимира Григорьевича неоднократно отмечался почетными грамотами, в том числе Грамотой Совета Министров Республики Беларусь, медалями ВДНХ.

Несмотря на свое уникальное значение для белорусской науки и абсолютное уважение в научных кругах, Владимир Григорьевич запомнился даже единожды встретившим его людям, прежде всего, как удивительно скромный и открытый человек, ученый, способный ясно и четко излагать свои мысли, давая тем самым шанс любому своему слушателю прикоснуться к истине и почерпнуть для себя что-то ценное из огромной кладовой имеющихся у него знаний.

Богатое научное наследие, оставленное Иванюком Владимиром Григорьевичем, ставит его в один ряд с известнейшими отечественными и зарубежными учеными в области фитопатологии и фитоиммунологии. Профессор и его труды навсегда останутся в умах и сердцах его коллег и учеников, будут служить примером и подспорьем для будущих исследований.

*Ученики и коллеги по работе*

## Светлой памяти ВАСИЛИЯ НИКОЛАЕВИЧА ШЛАПУНОВА

**4 августа 2021 г.** ушел из жизни Василий Николаевич Шлапунов, академик НАН Беларуси, главный научный сотрудник НПЦ НАН Беларуси по земледелию, научный редактор научно-практического журнала «Земледелие и растениеводство».

Василий Николаевич родился **30 июля 1932 г.** в д. Б. Дубрава Костюковичского района Могилевской области. **В 1960 г.** окончил Белорусскую сельскохозяйственную академию по специальности ученый агроном, **в 1962–1964 гг.** учился в аспирантуре Белорусского научно-исследовательского института земледелия. **С 1965 по 1970 г.** работал старшим научным сотрудником этого института. **С 1970 г.** и на протяжении 30 лет работал заместителем директора по науке Белорусского научно-исследовательского института земледелия. Одновременно все эти годы являлся и руководителем отдела полевого кормопроизводства. **С 2000 г.** – заведующий отделом полевого кормопроизводства, затем главный научный сотрудник НПЦ НАН Беларуси по земледелию. **С 2006 г.** – член редакционной коллегии научно-практического журнала «Земледелие и растениеводство», **с 2012 г.** – заместитель главного редактора, **с 2014 г.** – научный редактор журнала. Василий Николаевич являлся членом ученого совета по защите диссертаций и председателем экспертно-консультационного совета при РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Начиная с аспирантуры, вся дальнейшая основная **научная деятельность В. Н. Шлапунова ориентирована на теоретическое и экспериментальное обоснование путей и способов решения проблемы производства и улучшения качества кормов.** Его кандидатская диссертация посвящена вопросам повышения полевой всхожести семян кукурузы, докторская – научному обоснованию набора кормовых культур и технологий их возделывания в промежуточных посевах.

Под его руководством и при непосредственном участии разработаны многие вопросы по усовершенствованию технологии и отраслевых регламентов возделывания кукурузы, которые рекомендованы производству и применяются в настоящее время всеми хозяйствами республики. Разработанная технология в сельхозпредприятиях, ее выдерживающих, обеспечивает получение 100 ц/га и более кормовых единиц. Значительным вкладом в развитие кукурузосеяния явилась организованная Василием Николаевичем селекционная работа. Начиная с 80-х годов прошлого века, она велась в сотрудничестве с селекционерами Молдовы, а затем в сотрудничестве были вовлечены селекционеры Югославии, ФРГ, Украины. В результате были созданы и районированы в нашей республике 7 белорусско-молдавских, 10 украинско-белорусских гибридов кукурузы. По 12 совместным гибридам соавтором их создания является В. Н. Шлапунов.

За создание и внедрение совместных раннеспелых гибридов кукурузы в 2006 г. ему присуждена премия Академии наук Украины, Беларуси и Молдовы.

Крупным научным и практическим достижением для нашей страны явились результаты многолетней селекционной работы по созданию отечественных гибридов кукурузы, выполненные под его руководством. Такие гибриды как Белиз, Полесский 212, автором которых



является и Василий Николаевич, районированы в республике. Впервые в истории Беларуси начато семеноводство собственных гибридов.

В результате исследований по изучению реакции крестоцветных культур (не традиционных для республики в 1970-е годы) были разработаны основные вопросы технологии возделывания на корм и семена озимого и ярового рапса, озимой и яровой сурепицы, редьки масличной и горчицы белой, что способствовало широкому внедрению их в производство. В настоящее время рапс стал главной культурой по производству растительного масла в нашей стране, расширяются возможности использования на эти цели озимой сурепицы, а редька масличная заняла ведущее место среди культур, выращиваемых на корм в промежуточных посевах.

Значительным вкладом в развитие кормопроизводства являются исследования В. Н. Шлапунова по агроклиматическому и агротехническому обоснованию возможностей получения 2–3 урожаев сельскохозяйственных культур в 1 год за счет промежуточных посевов. Установлено, что при определенном сочетании культур основного и промежуточного сева и оптимизации условий выращивания продуктивность 1 га может возрасти в 1,6–2 раза. Выявлено, что в поукосных и пожнивных посевах крестоцветные культуры по содержанию протеина не уступают бобовым и потому являются резервом увеличения производства белка для животных.

Значительную научную и практическую ценность имеют исследования, выполненные В. Н. Шлапуновым с сотрудниками, по конструированию высокопродуктивных многоукосных агрофитоценозов однолетних трав и разработке технологий их возделывания с продуктивностью 90–100 ц/га кормовых единиц.

Разработанные с сотрудниками и рекомендованные производству схемы и технологии организации комбинированных зеленых конвейеров на пастбищный период для крупного рогатого скота позволяют обеспечивать бесперебойное поступление зеленого корма для животных и продлить его действие вместо установленных 150 до 180 дней.

Под руководством В. Н. Шлапунова выполнены важные разработки по усовершенствованию технологий возделывания на корм и семена клевера лугового и гибридного, галеги восточной, подсолнечника на маслемена, по выявлению эффективности использования биоконсервантов при силосовании кукурузы и бобово-злаковых травосмесей многолетних трав. Установлено, что эффект от применения консервантов достигается только при условии соблюдения всех других элементов технологии силосования. Значительный научный и практический интерес представляют исследования последних лет, выполненные под его руководством по изучению сорговых культур, что особенно актуально в условиях часто проявляющегося дефицита влаги в почве. Установлено, что сорго сахарное в зависимости от почвы и зоны выращивания формирует урожайность сухого вещества 150–220 ц/га, до 1000 ц/га зеленой массы.

Разработки, выполненные с участием В. Н. Шлапунова и под его руководством, приняты на внедрение Министерством сельского хозяйства БССР, а затем Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Они вошли в рекомендации производству и в отраслевые регламенты, включены в учебные пособия для студентов сельскохозяйственных вузов, учащихся средних специальных учреждений, слушателей

факультета повышения квалификации специалистов агропромышленного комплекса, широко используются сельхозпредприятиями нашей республики. Он являлся научным руководителем заданий ГКНТ.

Много внимания В. Н. Шлапунов уделял подготовке научных кадров. Подготовленные им **26 кандидатов** и **2 доктора сельскохозяйственных наук** работают в высших учебных и научно-исследовательских учреждениях, в сельскохозяйственном производстве страны.

Признанием большого научного вклада в развитие кормопроизводства стало избрание доктора сельскохозяйственных наук, профессора В. Н. Шлапунова академиком НАН Беларуси и иностранным членом Украинской академии аграрных наук.

Академиком В. Н. Шлапуновым лично и в соавторстве **написано более 320 научных трудов**, в том числе 10 книг, из них 7 монографий.

За значительный вклад в развитие сельскохозяйственной науки и аграрного производства В. Н. Шлапунов награжден орденом «Знак Почета», медалью «За трудовую доблесть», двумя Почетными грамотами Верховного Совета БССР.

Светлая память об этом выдающемся ученом, талантливом человеке навсегда останется в сердцах его учеников и коллег по работе!

*Ф. И. Привалов, генеральный директор  
НПЦ НАН Беларуси по земледелию,  
член-корреспондент НАН Беларуси;*

*С. И. Гриб, академик НАН Беларуси;  
коллектив редакции журнала  
«Земледелие и растениеводство»*

## Светлой памяти НИНЫ НИКОЛАЕВНЫ КОЛЯДКО

**27 июля 2021 г.** ушла из жизни бывший ведущий научный сотрудник лаборатории защиты овощных культур и картофеля РУП «Институт защиты растений», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Колядко Нина Николаевна.

Нина Николаевна родилась **4 января 1940 г.** в д. Песчанка Новогрудского района Гродненской области. **В 1958 г.** окончила Щерсовскую среднюю школу. После окончания школы два года возглавляла звено по выращиванию льна, кукурузы и сахарной свеклы в колхозе «Звезда» Новогрудского района. **В 1960–1965 гг.** обучалась в Гродненском сельскохозяйственном институте. **В 1965 г.** была направлена на работу в лабораторию биометода Белорусского НИИ картофелеводства и плодовоовощеводства, где была зачислена на должность младшего научного сотрудника. С момента организации Института защиты растений переведена в той же должности в отдел биометода Белорусского научно-исследовательского института защиты растений, где и проработала до 2014 г.

**В 1970 г.** она без отрыва от производства окончила аспирантуру и **в 1976 г.** по материалам многолетних исследований защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук.



Н. Н. Колядко много внимания уделила вопросам разработки научных основ биотехнологии производства и применения трихограммы на базе системного подхода, позволяющего выяснить пути и средства повышения эффективности искусственно размножаемых популяций энтомофага для применения в борьбе с вредителями овощных культур. Производственным биолaborаториям ею рекомендована технология наработки и применения трихограммы в борьбе с капустной совкой и гороховой плодожоркой. За внедрение своих разработок в сельскохозяйственное производство награждена серебряной и двумя бронзовыми медалями ВДНХ СССР.

В работе Нина Николаевна проявляла творческую инициативу, оказывала постоянную помощь производ-

ству. Она активно выступала с докладами на научных конференциях и производственных совещаниях, широко пропагандировала экологически безопасные системы защиты овощных культур от вредителей путем чтения лекций, выступлений по радио и телевидению. Ею **опубликовано свыше 130 статей** в научных и научно-производственных журналах, является **соавтором 3 книг и 4 рекомендаций** по вопросам защиты овощных культур от вредителей.

Светлая память о Нине Николаевне Колядко навсегда сохранится в сердцах тех, кто ее знал, любил, уважал.

**С. В. Сорока**, директор  
РУП «Институт защиты растений»;

**С. И. Ярчаковская**, ученый секретарь

## ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА

### Научно-практический журнал «Земледелие и растениеводство»

Самые актуальные научные исследования и практические разработки для специалистов АПК в области земледелия и растениеводства

**5 причин выписать наш журнал:**

- Широкий диапазон тем, освещаемых в журнале.
- Статьи, напечатанные в журнале, ранее нигде не печатались, т. е. уникальны.
- Статьи имеют практический характер, информируют о научных достижениях, которые можно сразу внедрять в Ваше производство.
- Авторами статей являются ведущие ученые агрономической науки.
- Рассылка каждого номера входит в стоимость подписки.

**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. Ярчаковская, Н. Л. Новосад. Верстка: Г. Н. Потеева

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

Тел/факс: главный редактор: +375 (1775) 5-13-83, 6-55-68, +375 (17) 294-92-97; зам. главного редактора: +375 (17) 509-23-38, +375 (29) 699-23-38; научный редактор: +375 (1775) 3-42-71, +375 (33) 492-00-17; редакция: +375 (17) 509-24-89, +375 (29) 659-64-47, +375 (29) 682-52-57

e-mail: [ahova\\_raslin@tut.by](mailto:ahova_raslin@tut.by)

[www.zemledelie.bel](http://www.zemledelie.bel)

[земледелие.бел](http://земледелие.бел)

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 19.08.2021 г. Цена свободная.

Отпечатано в республиканском унитарном предприятии «СтройМедиаПроект». Ул. Веры Хоружей, 13/61, 220123, г. Минск.

Формат 60x84/8. Бумага мелованная. Тираж 1000 экз. Заказ № 784.

Свидетельство о ГРИИРПИ № 2/42 от 13.02.2014.

# ОПЕРЕЖАЙТЕ

## В ИННОВАЦИЯХ ВМЕСТЕ С «АВГУСТОМ»



*Трехкомпонентный стробилуринсодержащий системный протравитель с ростостимулирующим эффектом для обработки семян зерновых культур*

### Преимущества:

- отличный контроль основного комплекса патогенов;
- надежное подавление развития внутренней и наружной семенной инфекции;
- длительная защита от почвенной и ранней аэрогенной инфекции;
- снижение риска возникновения резистентности у патогенов;
- стимулирование прорастания семян, формирование дружных и здоровых всходов, мощной корневой системы.

## Оплот<sup>®</sup> Трио

дифенокназол, 90 г/л  
+ тебуконазол, 45 г/л  
+ азоксистробин, 40 г/л



**ЗАО «Август-Бел»**

Тел.: (01713) 938-00

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

применения –  
тел.: (017) 306-01-09

avgust.com

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.