

# Земледелие и Растениеводство



Научно-практический журнал

№ 4 (131), 2020

**BASF**  
We create chemistry

## Бутизан® Дуо

На поле только рапс!

agro.basf.by  
+345(17) 359-24-00

# Земледелие и Растениеводство

Научно-практический  
журнал

№ 4 (131)  
июль–август 2020 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Agriculture and plant protection  
Scientific-Practical Journal

№ 4 (131)  
July–August 2020

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;  
**Л. В. Сорочинский,** доктор с.-х. наук, *РУП «Институт защиты растений»*;  
**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

### Агротехнологии

- Гриб С. И. Стратегия и приоритеты селекции полевых культур в Беларуси 3
- Тиво П. Ф., Саскевич Л. А., Постникова Д. А. Качество урожая люцерны, возделываемой в условиях Поозерья 7
- Гончарук В. А., Зенчик С. С., Синевиц Т. Г. Эффективность возделывания подсолнечника на маслосемена в условиях Гродненской области на дерново-подзолистых супесчаных почвах 13
- Мееровский А. С., Бирюкович А. Л. Познивной посев клевера лугового на торфяных почвах 17
- Прудников В. А., Степанова Н. В. Возделывание льна-долгунца в звене зерно-льняного севооборота, уплотненного промежуточными познивными культурами на зеленое удобрение 21

## IN THE ISSUE

### Agricultural technology

- Grib S. I. Strategy and priorities of field crops breeding in Belarus 3
- Tivo P. F., Saskevich L. A., Postnikova D. A. Quality of alfalfa crop cultivated under Lake District conditions 7
- Goncharuk V. A., Zenchik S. S., Sinevich T. G. Efficiency of sunflower for oil seeds cultivation in the Grodno region on sod-podzolic sandy loam soils 13
- Meerovsky A. S., Biryukovich A. L. Stubble sowing of meadow clover on peat soils 17
- Prudnikov V. A., Stepanova N. V. Fiber flax cultivation in grain-flax crop rotation chain, compacted by intermediate stubble crops for green manure 21

### Агрохимия

- Вильдфлуш И. Р., Хизанейшвили Н. Э. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику площади листовой поверхности, урожайность и качество столовой свеклы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве 24
- Бамбалов Н. Н., Соколов Г. А. Новое поколение комплексных гранулированных органоминеральных удобрений пролонгированного действия 28
- Анохина Т. А., Полховская И. В. Эффективность использования минеральных удобрений при возделывании детерминантной диплоидной гречихи на примере сорта Лакнея 33

### Защита растений

- Сорока С. В. Особенности изменения видового состава сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси 37
- Привалов Ф. И., Шантыр В. А., Сорочинский Л. В. Фитосанитарные риски при возделывании зерновых культур в Беларуси 43
- Романовский С. И., Волчкевич И. Г., Вабищевич В. В. Эффективность препаратов различной химической природы в контроле тепличных популяций трипса табачного 47
- Лукьянюк Н. А., Турук Е. В. Эффективность применения фунгицидов в посевах сахарной свеклы при контроле церкоспороза 50

### Овощеводство

- Волосюк С. Н., Аутко А. А. Температурный режим воздуха и фазы развития арбуза при различных способах возделывания 54
- Степура М. Ф., Матюк Т. В., Бамбалов Н. Н., Соколов Г. А. Эффективность некорневых подкормок свеклы столовой микроудобрениями 58

### Вести из Украины

- Туренко В. П., Батова Е. Н. Корневые гнили озимой пшеницы и эффективные меры ограничения их развития 60
- Гутянский Р. А. Эффективность послевсходовых гербицидов в посевах гороха в условиях восточной лесостепи Украины 64

### Информация

- О присвоении ученой степени доктора сельскохозяйственных наук Сороке С. В. 68

### Agrochemistry

- Wildflush I. R., Khizaneishvili N. E. Influence of macro-, micronutrient fertilizers and growth regulators on the dynamics of leaf surface area, yield and quality of red beet on sod-podzolic light loamy soil 24
- Bambalov N. N., Sokolov G. A. A new generation of long-acting complex granular organic-mineral fertilizers 28
- Anokhina T. A., Polkhovskaya I. V. Efficiency of mineral fertilizers use in the cultivation of determinant diploid buckwheat by the example of the Lakney variety 33

### Plant protection

- Soroka S. V. Features of changing the weed species composition in winter grain crops in Belarus 37
- Privalov F. I., Shantyr V. A., Sarochynsky L. V. Pest risks in cereals cultivation in Belarus 43
- Romanovsky S. I., Volchkevich I. G., Vabishchevich V. V. Efficiency of various chemical nature preparations in the control of greenhouse populations of tobacco thrips 47
- Lukyanuk N. A., Turuk E. V. Efficiency of fungicides application in sugar beet crops for cercosporosis control 50

### Vegetable growing

- Volosiuik S. N., Autko A. A. Air temperature and stages of watermelon development at various cultivation methods 54
- Stepuro M. F., Matyuk T. V., Bambalov N. N., Sokolov G. A. Efficiency of non-root top dressing of red beet with micronutrient fertilizers 58

### News from Ukraine

- Turenko V. P., Batova E. N. Root rots of winter wheat and the effective measures to limit their development 60
- Gutyansky R. A. Efficiency of post-emergence herbicides in pea crops in the conditions of the eastern forest-steppe of Ukraine 64

### Information

- About awarding Mr. Soroka S.V. the degree of Doctor of Agricultural Sciences 68

### **Вниманию авторов!**

Журнал «Земледелие и растениеводство» входит в перечень изданий, рекомендованных ВАК для публикации научных трудов соискателей ученых степеней.

УДК 633:631[524+526.32](476)

## Стратегия и приоритеты селекции полевых культур в Беларуси

С. И. Гриб, академик НАН Беларуси  
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 28.05.2020 г.)

*Современная стратегия селекции полевых культур в Беларуси, при сохранении приоритета устойчивого роста урожайности, направлена на повышение адаптивного потенциала устойчивости новых сортов к биотическим и абиотическим стрессорам. Ее реализация базируется на использовании разнообразного генофонда, современных методов селекции и создании систем адаптивных взаимодополняющих сортов, адекватных требованиям производства: с широкой нормой гомеостаза; высокопродуктивных для интенсивного растениеводства; целевого назначения для специализированных видов продукции.*

Селекция растений – специфическая область научной деятельности, которая базируется на комплексе научных дисциплин, интуиции и высоком профессионализме.

Выдающийся сорт как результат многолетнего творческого коллективного труда профессионалов – товар штучный. Как свидетельствует мировой опыт, шедевры селекции появляются редко, каждый из них знаменует новую веху прогресса по конкретной культуре.

Весомые результаты и методологические основы белорусской научной школы селекции были заложены известными учеными селекционерами: академиком П. И. Альсмиком, профессорами Н. Д. Мухиным, А. М. Богомоловым и др. К шедеврам отечественной селекции по праву относятся сорта: картофеля – Темп, озимой ржи – Беняконская, Белта, ярового ячменя – Зазерский 85, озимого тритикале – Михась и др.

Нынешнее поколение белорусских селекционеров достойно продолжает и развивает достижения селекции растений. Сорта отечественной селекции основных сельскохозяйственных культур занимают в Беларуси около 80 % в структуре посевов, а реализованная в условиях государственного сортоиспытания и передовых хозяйствах республики урожайность, например, зерновых культур превышает 10–12 т/га зерна.

Роль селекции в Беларуси особенно рельефно проявилась в 1970-е годы, когда огромные капиталовложения в мелиорацию земель, химизацию, техническое перевооружение не могли обеспечить ожидаемый эффект из-за несоответствия старых сортов новому уровню технологий. Например, из-за сильного полегания посевов вместо ожидаемой прибавки урожая существующие сорта зерновых еще более снижали урожайность и были тормозом научно-технического прогресса.

Период с 1970 по 1990 г. по праву можно назвать расцветом белорусской селекции. Организация в 1970 г. Западного селекцентра по зерновым, зернобобовым и крупяным культурам в г. Жодино и селекцентра по картофелю, плодовым и овощным культурам в Самохваловичах, строительство фитотронно-тепличного комплекса, создание современной материально-технической и приборной базы, подготовка квалифицированных кадров

*Current strategy of field crops breeding in Belarus with priority of a sustainable growth of yield is directed at increasing adaptive resistance capacity of new varieties to biotic and abiotic stresses. Its implementation is based on the use of diverse genepool, modern methods of breeding and creation of the system of adaptive complementary varieties meeting the requirements of production: wide norm of homeostasis, high yield for intensive plant production and for specialized types of products.*

обеспечили быстрый прогресс и создание высокоурожайных сортов, конкурентоспособных с лучшими достижениями мировой селекции по зерновым, зернобобовым, кормовым и техническим культурам, картофелю, льну, плодовым и ягодным.

С распадом СССР внимание к селекции в Беларуси, как и на всем постсоветском пространстве, было ослаблено, резко сократилось финансирование и материально-техническое обеспечение селекции и семеноводства, упал престиж профессии селекционера, в научных программах нарушился принцип планирования селекционных работ: с пятилетнего цикла перешли на двух-трехлетний, что подорвало фундаментальную основу селекционного процесса (еще никому в мире не удавалось создать сорт за 2–3 года). В этой ситуации усилилась конкуренция со стороны зарубежных фирм, предложивших ежегодно десятки новых сортов и гибридов.

Ситуация в отечественной селекции особенно усугубилась с принятием Постановления Совета Министров Республики Беларусь № 961, пункт 14 от 31.08.2005 г., предусматривающего возврат выделенных средств в случае отклонения нового сорта Государственной комиссией по сортоиспытанию или невыполнения планируемых объемов посевов нового сорта в производстве в течение первых 3-х лет. Такого ничем не обоснованного отношения к селекции нет ни в одной стране мира.

Новый сорт представляет собой сложнейший биологический комплекс признаков и свойств, который не всегда и не во всех условиях обеспечивает ожидаемый результат. Для этого и существует во всех странах мира система государственного сортоиспытания, своеобразная система технического контроля как завершающий этап селекционного процесса. Эта служба призвана помочь селекционеру обнаружить скрытые недостатки сорта и, в случае необходимости, преградить ему путь в производство, чтобы не нанести ущерба. А селекционер принимает меры к устранению выявленных недостатков, целенаправленно продолжая работу над новым сортом. Согласно статистике, в Государственный реестр включается от 30 до 50 % передаваемых на государственное

испытание сортов, что во всех странах, кроме Беларуси, считается нормой.

Главным в стратегии селекции полевых культур обозримого периода развития земледелия было и остается постоянное повышение генетического потенциала продуктивности и уровня его реализации в производстве [1, 2, 3]. При этом на перспективу акцент среди приоритетов селекции, по нашему мнению, следует сконцентрировать на повышении потенциала адаптивности создаваемых новых сортов, который существенно лимитирует величину и стабильность уровня реализации в производстве достигнутого высокого потенциала урожайности и качества продукции.

Стратегия и приоритеты селекции растений, адекватно этапам развития земледелия, периодически требуют коррекции и определяются объективными факторами. К их числу относятся:

- изменение климата и обусловленного им биоклиматического потенциала возделываемых растений;
- разнообразие пахотных земель по гранулометрическому составу и уровню плодородия;
- изменение структуры посевов сельскохозяйственных культур;
- увеличение вредоносности действия абиотических и биотических стрессоров;
- изменение видового и расового состава возбудителей болезней растений и фитофагов;
- дифференциация сельскохозяйственных предприятий по экономическому потенциалу и урожайности.

С 1989 г. в Беларуси наблюдается устойчивый продолжительный период потепления. Среднегодовая температура воздуха с 1989 по 2015 г. на 1,3 °С превысила климатическую норму. В результате потепления произошло изменение границ агроклиматических зон. Северная агроклиматическая область распалась, а на юге Белорусского Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая зона.

Потепление климата обусловило активное распространение в Беларуси таких теплолюбивых культур, как кукуруза (в том числе на зерно и семена), озимый рапс, арбуз и дыня, виноград, орех грецкий и др.

При сохранении стабильной общей площади посевов зерновых и зернобобовых культур на протяжении 1990–2015 гг. соответственно 2,64 и 2,72 млн га площади посева отдельных культур изменились в разы. В частности, посевы озимой ржи сократились в 3,5 раза, ярового ячменя и овса – в 2,1–2,2 раза, в то же время посевы пшеницы увеличились в 5,1 раза, тритикале – с нуля до 540 тыс. га, кукурузы на зерно – с 8 до 200 тыс. га.

Природно-климатический, почвенный, биологический, организационно-экономический факторы, определяющие стратегию и приоритеты селекции, дополняются постоянно возрастающей потребностью диверсификации производства сырья для целевых видов продукции продовольственного и технического назначения.

Таким образом, основными приоритетами селекции полевых культур на современном этапе развития земледелия нами определены: повышение адаптивного потенциала устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам в сочетании с высокой продуктивностью, качеством продукции, ресурсоэнергетической экономичностью и экологической безопасностью. Их реализация базируется на создании систем адаптивных взаимодополняющих сортов по следующим основным направлениям селекции:

- адаптивных к условиям изменения климата с широкой нормой генотипической реакции;
- с высокой потенциальной продуктивностью для условий интенсивного растениеводства и системы точного земледелия;
- экологически безопасных для органического земледелия и широкого набора разнообразных сортов целевого использования для производства специализированных видов продукции.

Реализация стратегии и приоритетных направлений селекции зерновых, кормовых и технических культур в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» базируется на сформированном банке генетических ресурсов растений, включая генетические коллекции, источники и доноры хозяйственно ценных признаков и свойств, молекулярных методах идентификации и отбора короткостебельных, устойчивых к полеганию и болезням с высоким качеством продукции генотипов; использование в селекционном процессе молекулярных маркеров, технологии получения удвоенных гаплоидов и др.

Опыт отечественной и зарубежной селекции свидетельствует, что исходный генофонд растений обеспечивает более 50 % успеха. Исходный материал образно и точно академик Н. И. Вавилов назвал краеугольным камнем селекции [1]. Благодаря принятой в 2000 г. по распоряжению Президента страны А. Г. Лукашенко Государственной программе «Генофонд растений», создан Национальный банк генетических ресурсов в составе более 78 тыс. сортообразцов распространенных в Беларуси видов растений. Сформированы генетические коллекции, выделены источники ценных признаков и свойств, что существенно повысило эффективность селекции. За период с 2000 по 2018 г. с использованием национального генофонда создано более тысячи сортов различных растений. Генетические коллекции 6 научно-исследовательских институтов НАН Беларуси признаны научными объектами национального достояния. Это – семенные коллекции полевых культур НПЦ НАН Беларуси по земледелию, коллекции плодовых и ягодных Института плодородия, живые коллекции и гербарии Центрального ботанического сада, гербарий природной флоры Беларуси Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича, генетические и ДНК-коллекции Института генетики и цитологии, коллекция картофеля НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству.

Плодотворное использование в селекции молекулярных маркеров и технологии получения удвоенных гаплоидов во многом определяется научной кооперацией селекционеров и генетиков. В этом плане стратегия повышения эффективности селекционного процесса направлена, с одной стороны, на повышение потенциала продуктивности и адаптивности (отдаленные скрещивания, использование гетерозиса, создание трансгенных растений) и ускорение селекционного процесса, с другой стороны (применение культуры органов и тканей *in vitro*, ДНК-технологий, исследование генома).

В Беларуси организована плодотворная научная кооперация по селекции растений в рамках совместных проектов научных исследований с ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», в результате выполнения которых разработаны технологии хромосомной реконструкции полигеномов тритикале с различным

типом цитоплазмы на основе поэтапного ДНК-маркирования гибридного материала. Подобраны ДНК-маркеры к генам короткостебельности (Rht-B-1, Rht-D-1, Rht 8) и устойчивости к предуборочному прорастанию зерна (Vp-1B). Изучен аллельный состав данных генов у сортов, рекомбинантных форм гексаплоидных тритикале и выделены перспективные для селекции сортообразцы [4].

На основе ДНК-маркирования устойчивости пшеницы и тритикале к грибным болезням сформирована коллекция из более 500 изогенных линий и сортов с известными 50 генами устойчивости к возбудителям мучнистой росы, бурой и стеблевой ржавчины [5]. Разработана эффективная технология создания удвоенных гаплоидов тритикале в культуре пыльников *in vitro* [6]. С использованием гаплопродюсера сорта сорго веничное создан короткостебельный сорт тритикале озимого Ковчег.

Осуществлена дифференциация сортов ячменя ярового с использованием SSR маркеров к QTL локусам, ассоциированным с пивоваренными свойствами, а также по степени термостабильности β-амилазы с использованием ПЦР-ПДРФ-метода, на основе чего разработана и осуществляется система создания высокоурожайных сортов с аллелями Sd3 и Sd2H гена Vmy1 высоко-термостабильной β-амилазы [7].

Наглядным примером эффективного использования разнообразных методов служат результаты селекции озимого и ярового рапса в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» (рисунок 1). На основе внутри- и межвидовой гибридизации, мутагенеза, применения методов культуры *in vitro* и ДНК-маркеров создано 47 сортов, которые возделываются в республике на площади 350 тыс. га, занимая около 80 % площади посева.

Среди актуальных направлений селекции зер-

новых культур следует выделить: селекцию тритикале на продовольственные (хлеб, печенье, кондитерские изделия) и технические (крахмал, спирт) цели; озимой ржи на целевое использование зерна (продовольственное, кормовое, техническое); овса голозерного с высоким содержанием белка (до 18 %) и жира (до 7 %) и др. Представляет интерес создание сортов пшеницы и тритикале с высоким содержанием каротиноидов, ячменя кормового с низким содержанием фитиновой кислоты и др.

В результате многолетней целенаправленной работы по селекции диплоидной и тетраплоидной ржи для целевого использования зерна в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» создана соответствующая система сортов (таблица). Она представлена сортами диплоидной ржи: Зарница, Бирюза, Лота, Алькора, Офелия, Голубка, характеризующимися устойчивостью к предуборочному прорастанию (ЧП 130–300 сек) и повышенным содержанием общих и растворимых пентазанов, предназначенными для производства хлеба. Сорта тетраплоидной ржи: Верасень, Спадчына, Завяя 2, Полновесная, Пламя, Пралеска, благодаря повышенному содержанию протеина, низкому содержанию

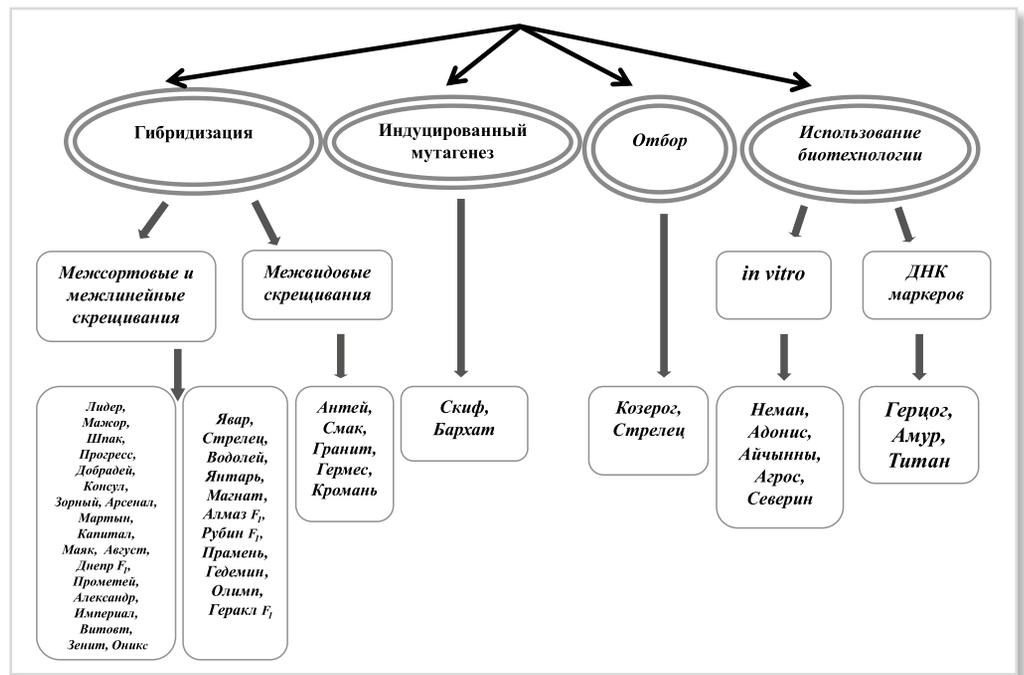


Рисунок 1 – Основные методы и результаты селекции озимого и ярового рапса

**Система целевого использования сортов озимой ржи**

Направление использования	Требования к качеству зерна	Название сорта
Хлебопекарное	* Устойчивость к предуборочному прорастанию * Низкая активность амилолитических ферментов (ЧП 130–300 сек, амилограмма 450–600 ед. а.) * Высокое содержание общих и растворимых пентазанов (некрахмальные полисахариды)	<b>Диплоидная рожь:</b> Ясельда, Зуброўка, Зарница, Юбилейная, Лота, Бирюза, Алькора, Офелия, Голубка
Получение комбикормов	* Устойчивость к предуборочному прорастанию * Повышенное содержание белка * Низкое содержание алкилрезорцинолов, общих и растворимых пентазанов	<b>Тетраплоидная рожь:</b> Верасень, Сяброўка, Спадчына, Завяя-2, Пламя, Дубинская, Полновесная, Пралеска, Белая Вежа
Получение крахмала и переработка на спирт	* Высокая натура зерна (более 700 г/л) * Повышенное содержание крахмала * Высокое содержание общих и низкое содержание растворимых пентазанов	<b>Диплоидная рожь:</b> Радзіма, Калинка, Талисман, Нива, ЛоБел 103, Галинка, Плиса.

алкилрезорцинолов, общих и растворимых пентазанов, предназначены для производства комбикормов. Сорты диплоидной ржи: Талисман, Нива, Лобел 103 и др., с высоким содержанием крахмала и низким содержанием растворимых пентазанов, рекомендованы для производства крахмала и спирта [8].

Особый интерес представляет создание трансгенных растений методом генной инженерии, улучшенных по питательной ценности. Имеются сообщения [10] о создании трансгенных линий кукурузы с подавленным синтезом α-зеинов с удвоенным содержанием триптофана и лизина в зерне, а также трансгенных линий пшеницы с подавленным синтезом глиадинов для получения безглютеновых продуктов зернового питания.

- Приоритетами в селекции многолетних трав служат:
- совершенствование методов фитоценотической, экотипической и адаптивной селекции многолетних трав с целью создания качественно нового генофонда по устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды (болезни, вредители), вызванных изменением климата;
  - использование биотехнологии для создания сортов клевера ползучего, клевера лугового, клевера гибридного, люцерны, донника, эспарцета и люцерны рогатого с повышенным продуктивным долголетием и стабильной семенной продуктивностью для различных типов почв;
  - синтез сортов многолетних злаковых трав укосного и пастбищного использования с высокой конкурентной способностью в травосмесях;
  - создание фертильных межродовых (фестулолиум райграсового и овсяничного морфотипа) и межвидовых гибридов многолетних трав с использованием методов эмбриокультуры, полиплоидии и биотехнологии.

В стратегии повышения адаптивного потенциала новых сортов первостепенное значение имеет устойчивость к болезням и вредителям. В этом плане приоритет в селекции на устойчивость к болезням зерновых культур принадлежит созданию сортов, устойчивых к фузариозу, листовой и стеблевой ржавчине, антракнозу люпина и др. В качестве примера эффективной селекции на устойчивость к болезням можно привести схему создания антракнозоустойчивых сортов узколистного люпина на основе разнообразных доноров устойчивости (рисунок 2) и создание на этой основе толерантного сорта Талант.

Важную роль в повышении адаптивного потенциала устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам имеет организация экологической селекции растений. Наш десятилетний опыт научной кооперации с ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр» по селекции яровой пшеницы и тритикале убедительное тому подтверждение.

Сущность экологической селекции заключается в том, что

создаваемые в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» лучшие гибридные популяции F3 (25–30 шт.) параллельно с Жодио высеваются на опытном поле в Верхневолжском ФАНЦ, где проводится их изучение, отбор и испытание ценных генотипов в селекционных питомниках с последующей передачей совместного сорта в государственное сортоиспытание РФ и РБ [9].

В результате, за период с 2008 по 2018 г., создано 5 сортов яровой пшеницы: Сударыня, Славянка, Мадонна, Ладья и Каменка, включенные в Государственный реестр РФ и (или) РБ, и четыре сорта ярового тритикале совместной селекции: Норманн, Аморе, Доброе и Гелио.

Таким образом, современная стратегия селекции растений в Беларуси, сохраняя приоритет повышения урожайности, направлена на активизацию и повышение эффективности исследований по созданию сортов с групповой, комплексной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам, что обеспечивает повышение адаптивного потенциала и уровня реализации в производстве высокой потенциальной урожайности с хорошим качеством продукции.

Основными приоритетами селекции растений на современном этапе являются:

- повышение адаптивного потенциала устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам наряду с продуктивностью, качеством, ресурсоэффективностью и экологической безопасностью продукции;
- создание систем адаптивных взаимодополняющих сортов по следующим направлениям: адаптивных к условиям изменения климата с широкой нормой сортовой реакции; высокопродуктивных для условий интенсивного растениеводства и точного земледелия; экологически безопасных для органического земледелия; целевого назначения для производства специализированных видов продукции.

**Для реализации стратегии селекции растений необходимо** отменить или внести поправки в Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 961 (2005 г.) и № 1326 (2010 г.) по вопросам финансирования научных проектов и освоения вновь созданной продукции, в частности:

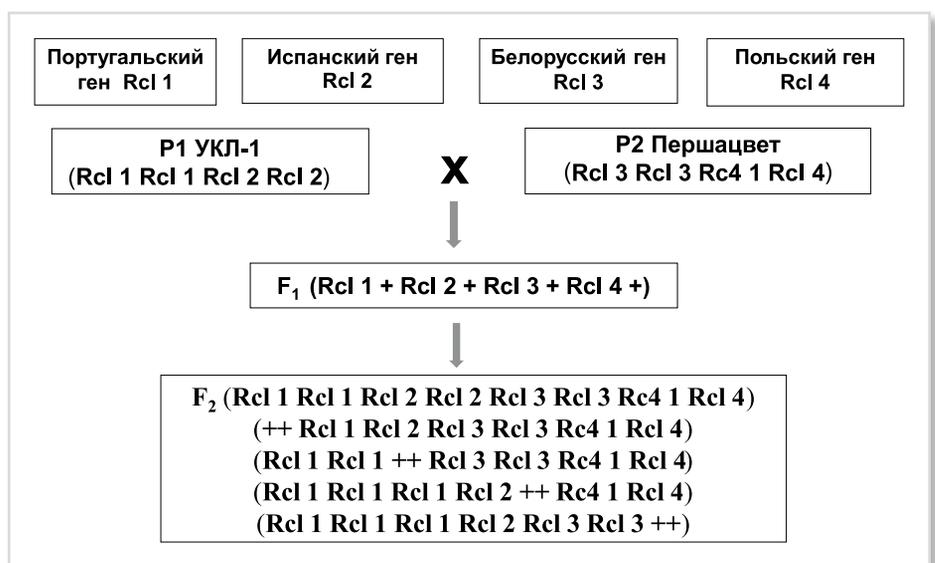


Рисунок 2 – Схема селекции антракнозоустойчивых сортов узколистного люпина на основе доноров устойчивости

- регламентирование выделения средств по периодам, нереальным для создания сорта (2–3 года);
- условие обязательного привлечения до 50 % внебюджетного финансирования;
- требование пятикратной окупаемости проекта по созданию нового сорта (гибрида) в первые три года освоения, что привело к невозможности ущерба национальных программ по селекции сельскохозяйственных культур;
- признать селекционные проекты в программах ГНТП социально значимыми, направленными на обеспечение национальной безопасности страны;
- вернуться к пятилетнему циклу планирования, финансирования и реализации селекционных проектов;
- увеличить объемы целевого финансирования селекционных научно-исследовательских работ до полной обоснованной потребности;
- повысить престиж профессии селекционера и заинтересованности в результатах труда.

#### Литература

1. Вавилов, Н. И. Теоретические основы селекции растений / Н. И. Вавилов. – М–Л., 1935. – Т. 1. – 990 с.
2. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко. – М.: РУДН, 2011. – Т. 1. – 780 с.
3. Гриб, С. И. Приоритеты селекции растений на этапе адаптивной интенсификации земледелия в Беларуси / С. И. Гриб // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 6. – С. 12–13.
4. Идентификация селекционного материала тритикале по генам короткостебельности с использованием методов ДНК-маркирования / Н. И. Дубовец [и др.] // Генофонд и селек-

- ция растений: тез. докл. III междунар. конф., посв. 130-летию Н. И. Вавилова, Новосибирск, 28.03–30.03.2017 г. – Новосибирск, 2017. – С. 18–19.
5. Долматович, Т. В. Идентификация генов устойчивости к бурой, стеблевой и желтой ржавчине в сортах яровой мягкой пшеницы (*T. aest. L.*) / Т. В. Долматович, А. А. Булойчик, С. И. Гриб // Доклады НАН Беларуси. – 2017. – Т. 61. – № 5. – С. 97–102.
  6. Молекулярно-генетический анализ состава селекционно-ценных генов отдаленных гибридов тритикале / О. И. Зайцева [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2016. – № 3. – С. 50–56.
  7. Зубкович, А. А. Современное состояние и приоритетные направления селекции ячменя для условий Республики Беларусь / А. А. Зубкович, С. И. Гриб // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: матер. междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 90-летию РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», Жодино, 5–6 июля 2017 г. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 220–224.
  8. Высокопродуктивные сорта – важнейший фактор повышения урожайности сельскохозяйственных культур / С. И. Гриб [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2016. – Приложение к № 3. – С. 5–15.
  9. Опыт организации экологической селекции яровой пшеницы и тритикале в условиях Беларуси и России на основе научной кооперации / С. И. Гриб [и др.] // Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модели аграрного производства. Коллективная монография; ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». – Суздаль, 2016. – С. 27–282.
  10. Эльконин, Л. А. Генетическая инженерия как инструмент модификации состава запасных белков и повышения питательной ценности зерна у злаков / Л. А. Эльконин, И. В. Доманина, Ю. В. Итальянская // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 1. – С. 17–30.

УДК 636.085:631.442

## Качество урожая люцерны, возделываемой в условиях Поозерья

П. Ф. Тиво, доктор с.-х. наук, Л. А. Саскевич, старший научный сотрудник, Д. А. Постникова, младший научный сотрудник  
Института мелиорации

(Дата поступления статьи в редакцию 02.04.2020 г.)

*В результате проведенных исследований установлено преимущество бобовых культур над злаковыми травами по содержанию сырого протеина, нейтрально-детергентной (НДК) и кислотно-детергентной клетчатки (КДК). Запоздывание с уборкой многолетних трав, включая и люцерну, ухудшает качество зеленой массы из-за избыточного накопления клетчатки.*

#### Введение

Люцерна является ценной кормовой культурой, высокообеспеченной белком, каротином и витаминами. По содержанию сырого протеина, сбор которого может достигать 1,5–2,6 т/га, люцерна превосходит остальные многолетние бобовые травы, причем его производство обходится многократно дешевле, чем приобретение дорогостоящего соевого шрота. Отличается она и высоким выносом кальция по сравнению с другими растениями, что в значительной мере обусловлено повышенной потребностью культуры в этом элементе и объясняет

*As a result of the studies, the advantage of legumes over cereal herbs in the content of crude protein, neutral detergent fiber (NDF) and acid-detergent (ADF) was established. The delay in harvesting perennial herbs, including alfalfa, affects the quality of the green mass due to excessive accumulation of fiber.*

положительную реакцию на известкование дерново-подзолистых почв. Главное условие для её произрастания на минеральных почвах – нейтральная реакция среды ( $pH_{KCl}$  6,5–7,0), что активизирует азотфиксацию. Так, при  $pH_{KCl}$  5,0 она составляет всего лишь 40 кг, в то время как в условиях оптимальных значений  $pH$  – 200–350 кг/га [1].

Люцерна превосходит клевер луговой и лядвенец рогатый по продуктивному долголетию, качеству урожая и засухоустойчивости. Её корневая система обладает высокой сосущей силой [2]. Несмотря на высокий коэф-

фициент транспирации, люцерна способна использовать воду из более глубоких слоев почвы. Это особенно актуально в условиях потепления климата и дефицита атмосферных осадков.

Существенна ее роль в повышении плодородия почв (возрастании содержания гумуса и азота) и ограничении эрозионных процессов на склоновых минеральных землях, преобладающих в Белорусском Поозерье. Не менее важно и то, что при возделывании многолетних бобовых трав отпадает необходимость в использовании дорогостоящих азотных удобрений. В итоге снижаются затраты на производство кормов.

В настоящее время в нашей республике под люцерной занято 221 тыс. га с перспективой дальнейшего увеличения ее посевной площади.

**Условия проведения исследований**

При выращивании учитывались требования люцерны к водному и пищевому режимам. Для культуры непригодны как песчаные (прежде всего из-за недостатка влаги), так и тяжелые по гранулометрическому составу суглинистые почвы (из-за переувлажнения). Однако в Поозерье наиболее распространены легкие суглинки и связные супеси, где нами и проводились исследования.

Успешное возделывание многолетних бобовых трав невозможно без внесения удобрений, тем более что люцерна – самая требовательная к содержанию в почве фосфора сельскохозяйственная культура, а на калий отзывается почти так же, как и сахарная свекла. Дозы удобрений определяли по балансовому методу, с учетом планируемой урожайности, содержания фосфора и калия в почве и выноса их растениями.

В полевых опытах фосфорные и калийные удобрения вносили перед севом люцерны в основную заправку в дозах 80 и 120 кг/га д. в. Содержание в почве подвижных форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> составляло 170 мг/кг, планируемая урожайность зеленой массы – 400 ц/га. В данном случае проводилась ежегодная подкормка посевов трав фосфором (в один прием) дозой 60 кг/га д. в. Повышенная потребность бобовых растений в этом элементе обусловлена ключевой ролью АТФ (аденозинтрифосфорная кислота) в энергетическом обеспечении азотфиксации. Считается, что на фиксацию 1 молекулы азота растениями затрачивается 15 молекул АТФ [1].

Из микроэлементов применяли молибден (для обработки семян – 20 г/ц и некорневой подкормки – 40 г/га д. в.) и бор (20–30 г/ц и 50 г/га). Улучшение питания растений молибденом существенно повышает продуктивность и содержание люцерны в травостое, а следовательно, и сырого протеина в растениях.

Учитывалась также высокая отзывчивость люцерны на калийные удобрения, хотя дозы их не должны быть чрезмерными, иначе произойдет излишнее обогащение корма калием и ухудшение соотношения калия к натрию и калия к кальцию и магнию. Поэтому при наличии в пахотном слое обменного K<sub>2</sub>O порядка 200 мг/кг в первый год пользования травостоем следует отказаться от подкормки калийными удобрениями. В последующий период (после 2 года пользования трав) необходимо под каждый укос вносить по 40–60 кг/га д. в. K<sub>2</sub>O. В наших исследованиях суммарные дозы калия за вегетационный период при трехукосном использовании многолетних трав составляли 120 и 180 кг/га д. в. Контролем являлся вариант без применения удобрений. Однократное внесение таких доз калия может привести к избыточному содержанию этого элемента в растениях, что существенно ухудшит минеральный состав травяных кормов.

Азотные удобрения на бобово-злаковых травостоях с содержанием люцерны или клевера не менее 30–40 % не применялись.

**Современные представления о качестве углеводов.** Для жвачных животных основой рациона являются объемистые корма, которые содержат структурные и неструктурные углеводы (рисунок 1).

Оценка качества кормовых культур, включая люцерну и клевер луговой, предусматривала определение содержания структурных и неструктурных углеводов, а также сырой клетчатки. Несмотря на то что жвачные животные обладают сложной системой, приспособленной к перевариванию клетчатки, она далеко не полностью усваивается в их пищеварительном тракте. Сырая клетчатка дает лишь приблизительное представление о степени переваримости кормов. Проблемой определения сырой клетчатки является то, что в процессе химического анализа корма часть гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина под действием кислот и щелочей растворяется и фильтруется, при подсчете учитывается в БЭВ (безазотистые экстрактивные вещества). Таким образом, истинная картина содержания углеводов искажается [4, 5].

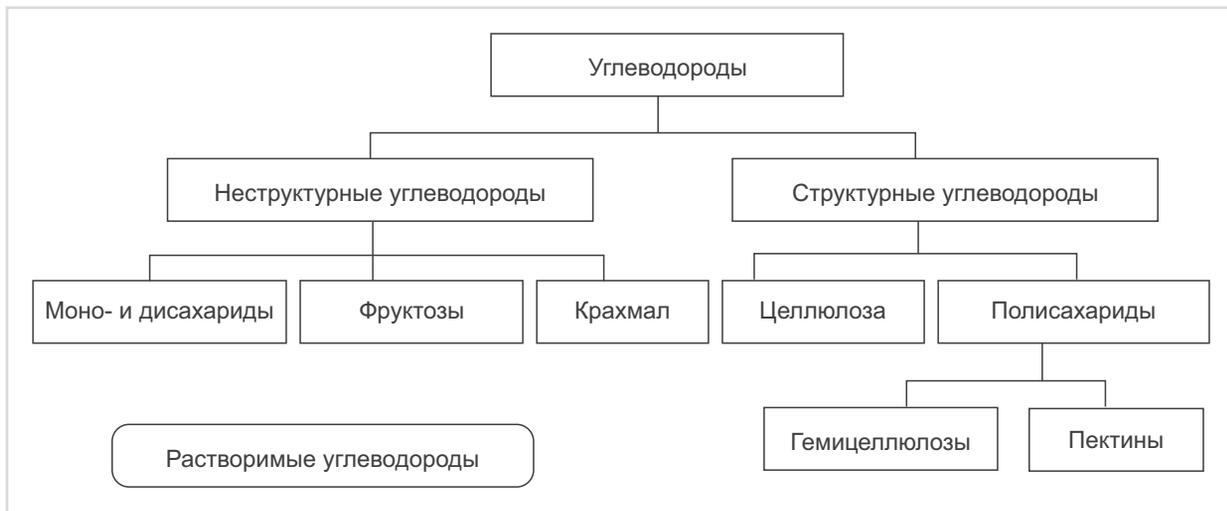


Рисунок 1 – Группы углеводов в растительных кормах [3]

В результате этого невозможной становится разработка научно-обоснованного рациона кормления животных, что не лучшим образом сказывается на их продуктивности.

Клетчатка является необходимым элементом питания для всех сельскохозяйственных животных и, прежде всего, для жвачных. Она обеспечивает нормальную моторику желудочно-кишечного тракта и образование в рубце уксусной кислоты и других летучих жирных кислот, необходимых для синтеза молочного жира [6]. Недостаток углеводов приводит к расщеплению жиров тела с образованием повышенного количества ацетоуксусной и бета-оксимасляной кислот, что вызывает заболевание животных кетозом. Малое количество структурных веществ и легкогидролизуемых углеводов в траве служит причиной нарушения обмена веществ у животных [7]. При содержании в рационе НДК и КДК меньше 35 % и 19 % соответственно не исключается заболевание животных ацидозом [8]. В то же время избыточное количество клетчатки снижает переваримость корма, уменьшает концентрацию энергии в сухом веществе и молочную продуктивность. Основная причина этого – заготовка кормов из перестоявших трав [9].

Учитывая важную роль клетчатки, современные подходы к определению качества корма и его питательности предлагают введение новых параметров для характеристики качества кормов. Согласно им, при анализе корма вместо общепринятой «сырой клетчатки» определяется нейтрально-детергентная клетчатка (НДК) и кислотно-детергентная клетчатка (КДК) [10, 11].

Оптимальное содержание структурообразующих углеводов в корме – одно из основных условий нормальной работы пищеварительного тракта, а также улучшения переваримости и использования органических веществ жвачными животными.

Для высокоудойных коров НДК в сухом веществе рациона составляет около 37–38 %, причем основное её количество должно поступать от грубых кормов [12]. Избыточное содержание структурных углеводов в рационе ингибирует переваримость питательных веществ кормов.

По исследованиям российских ученых, оптимальный уровень НДК и КДК, в расчете на сухое вещество в рационах коров после 100 дней лактации, находится в пределах 32–37 % и 25,0–25,5 % соответственно. Для третьих 100 дней лактации целесообразно использовать рационы с НДК 38–40 %, которые не способствуют излишнему жиронакоплению и подготавливают коров к запуску, сухостойному периоду и увеличению потребления объемистых кормов [13]. В. П. Лазаренко указывает, что уровень НДК в рационах высокопродуктивных коров должен быть в пределах 30–35 %, КДК – 20–22 % [14]. По оценке Ю. В. Сизовой, оптимальным содержанием НДК в рационах коров является 31–35 % [15]. Согласно рекомендациям NRC (2001), в сухом веществе рационов для высокопродуктивных молочных коров должно содержаться НДК от 25 до 28 % [16]. Примерно такие же данные называют и другие специалисты [17, 18]. Применительно к объемистым кормам в Нидерландах называются более высокие цифры [19]. Согласно стандарту США, в сене бобово-злаковых трав НДК может составлять 54–65 %, а КДК – 32–41 %. В отношении бобовых трав уровень этих показателей несколько ниже [20].

Показательны в этом отношении данные специалистов Ленинградской области, где достигнут самый

высокий годовой надой коров (в среднем 8 тыс. кг) в Российской Федерации. У них выработан свой уникальный подход к качеству кормов. Там классифицируют корма, заготавливаемые из бобовых и бобово-злаковых трав, следующим образом (таблица 1).

По-видимому, полученные результаты могут быть использованы в условиях нашей республики, где ставится задача существенно повысить продуктивность молочных коров.

### Результаты исследований и их обсуждение

Полученные нами данные на минеральных почвах выявили в 1 укосе многолетних трав такую закономерность: сухая масса люцерны в фазе ветвления характеризовалась более низким содержанием НДК и КДК, чем костреч безостый в фазе трубкования (таблица 2). Так, в первом случае их величина составляла соответственно 45,4 и 25,1 %, а во втором – 59,0 и 35,6 %. Та же тенденция наблюдалась и в посевах клевера лугового первого года пользования. Сложнее сложилась ситуация в отношении влияния минеральных удобрений на содержание структурных углеводов. Применительно к этой фазе развития растений можно говорить пока о тенденции повышения количества НДК и КДК в травостое люцерны на фоне  $P_{60}K_{120}$  относительно контроля (без удобрений). В фазах бутонизации и цветения две дозы удобрений увеличивали концентрации НДК и КДК. У клевера лугового, наоборот, наблюдалось увеличение содержания структурных углеводов в варианте с повышенной дозой калия. Не выявлено особых различий между осушенным и неосушенным участками по качеству урожая этой бобовой травы, что в определенной мере можно объяснить погодными условиями текущего года: в июне выпало в 2,5 раза меньше осадков по сравнению с нормой. Аналогичная закономерность отмечалась и при определении качества трав в фазе бутонизации бобовых растений и колошения – злаковых.

Между тем, по утверждению В. В. Прокошева и И. П. Дерюгина, калий усиливает синтез целлюлозы, что увеличивает толщину клеточных стенок [22]. Однако содержание лигнина (отрицательно влияющего на переваримость корма), наоборот, снижается относительно контроля (без удобрений) [23]. Не исключено, что это связано с совместным внесением фосфора и калия, а не односторонним внесением одних калийных удобрений. Но в любом случае данная проблема требует более детальных исследований.

Независимо от вида многолетних бобово-злаковых трав количество кислотно-детергентной клетчатки в них было существенно ниже содержания нейтрально-детергентной клетчатки. В свою очередь, кислотно-детергентная клетчатка превосходила по содержанию

**Таблица 1 – Классность бобовых и бобово-злаковых объемистых кормов [21]**

Класс	Сырой протеин, % СВ	КДК, % СВ	НДК, % СВ	Относительная кормовая ценность, баллы
1	>19	<31	<40	>140
2	17–19	31–35	40–46	124–140
3	13–17	36–41	47–51	101–123
4	<13	>41	>51	<100

Таблица 2 – Качество урожая 1 укоса многолетних трав (ВОМС, 2019 г.)

Год пользования (г. п.) травостоев и фаза (ф.) развития	Вариант	СП	СЗ	НДК	КДК	СК	СЖ
1. Люцерна 7 г. п. – ф. ветвления	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	26,1	12,8	45,4	25,1	18,4	2,6
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	24,5	12,2	46,8	26,6	19,1	2,5
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	22,6	11,4	42,6	22,5	20,8	2,4
2. Люцерна 7 г. п. – ф. бутонизации	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	20,6	10,6	49,0	28,3	25,4	2,3
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	20,5	10,9	52,5	31,0	28,1	2,2
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	22,0	11,8	52,5	30,7	25,9	2,3
3. Люцерна 7 г. п. – ф. цветения	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	16,9	9,4	50,6	29,2	31,1	2,2
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	18,2	9,5	47,5	26,9	28,9	2,4
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	17,1	9,3	49,4	28,1	30,7	2,4
4. Кострец 7 г. п. – ф. трубкования	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	17,7	11,3	59,0	35,6	28,5	2,1
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	17,2	10,8	58,9	35,5	28,9	2,2
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	12,4	9,3	55,2	32,8	26,7	2,2
5. Кострец 7 г. п. – ф. цветения	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	17,5	11,5	62,5	38,8	31,5	2,0
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	14,3	9,7	63,2	39,3	34,9	2,0
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	11,8	8,8	59,3	36,4	33,5	1,8
6. Клевер 1 г. п. – ф. ветвления	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	25,1	12,6	42,6	23,5	15,2	2,6
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	22,4	12,1	41,1	21,7	16,3	2,6
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	20,5	11,8	44,9	24,6	19,1	2,4
7. Клевер 1 г. п. – ф. бутонизации	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	20,2	11,1	47,2	27,1	21,6	2,4
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	18,7	10,7	48,4	27,7	23,9	2,4
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	17,1	10,0	49,4	28,8	25,9	2,3
8. Осушенный участок, клевер 1 г. п. – ф. ветвления	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	22,5	11,6	41,0	22,4	14,7	2,5
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	22,5	11,7	43,6	24,0	17,1	2,5
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	22,0	11,9	43,2	23,2	17,9	2,4
9. Осушенный участок, клевер 1 г. п. – ф. бутонизации	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	16,8	9,8	49,3	28,6	26,3	2,3
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	19,2	10,6	46,7	26,5	23,2	2,4
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	17,2	10,1	48,4	27,7	24,8	2,4
10. Неосушенный участок, клевер 1 г. п. – ф. ветвления	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	23,0	12,0	43,8	24,3	14,3	2,4
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	20,5	11,4	42,0	22,4	17,4	2,4
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	24,2	12,7	45,8	25,6	16,3	2,5
11. Неосушенный участок, клевер 1 г. п. – ф. бутонизации	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	19,6	11,2	47,7	27,2	23,1	2,4
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	18,8	10,4	45,5	25,9	23,1	2,4
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	18,7	10,7	46,1	26,1	22,4	2,4

Примечание – Варианты 1–7 – почва дерново-подзолистая глееватая; варианты 8–11 – почва дерново-глеевая; СП – сырой протеин; СЗ – сырая зола; НДК – нейтрально-детергентная клетчатка; КДК – кислотнo-детергентная клетчатка; СК – сырая клетчатка; СЖ – сырой жир.

сырую клетчатку, что согласуется с литературными данными.

Содержание НДК, КДК и другие показатели в урожае бобовых трав определялись и после второго укоса (таблица 3) и по завершению вегетации (таблица 4).

Наблюдались некоторые различия по содержанию НДК и КДК между люцерной 7 и 1 года пользования: меньше оно было у молодого травостоя. Аналогичная закономерность отмечается применительно к сырому протеину и сырой клетчатке.

Установлено также, что прежняя методика определения сырой клетчатки занижает её содержание. В этой связи возникла необходимость в использовании системы детергентного анализа для контроля качества травостоя в отношении углеводов, что дает возможность

объективно оценить качество растительного сырья и заготавливаемых кормов.

Определение НДК и КДК получило широкое распространение в странах Запада. Присутствуют эти показатели и в российской системе нормирования рационов, особенно в хозяйствах с наличием высокопродуктивных коров.

Согласно нашим данным, по 3 укосам и отдельным фазам развития растений можно рассчитать содержание неструктурных углеводов (НСУ) и гемицеллюлозы по следующим формулам:

$$\text{НСУ (\%)} = 100 - (\text{СП (\%)} + \text{СЖ (\%)} + \text{СЗ (\%)} + \text{НДК (\%)});$$

$$\text{Гемицеллюлоза (\%)} = \text{НДК (\%)} - \text{КДК (\%)}.$$

На рисунке 2 и 3 представлено среднее содержание неструктурных углеводов и гемицеллюлозы в травостое люцерны посевной 7 года пользования.

Приведенные данные свидетельствуют, что в фазах ветвления и цветения в контрольном варианте растения имели недостаточное содержание неструктурных углеводов, несколько меньше, чем в вариантах с фосфорно-калийными удобрениями. Относительно гемицеллюлозы устоявшей закономерности не установлено.

Что касается травостоя люцерны посевной 1 года пользования, то НСУ здесь составляли 20,5–28,4 %, а гемицеллюлоза – 19,0–21,6 %.

Известно, что большое значение в питании животных имеет сырой протеин, дефицит которого наблюдается в

республике. Для его устранения приходится ежегодно закупать за рубежом 380–420 тыс. т белкового сырья, что удорожает производство животноводческой продукции. Поэтому расширение посевных площадей многолетних бобовых трав, особенно люцерны, при строгом соблюдении технологии их возделывания ускорит решение данной проблемы. Тем более что содержание сырого протеина в бобовых растениях значительно выше, чем у злаков, что нашло подтверждение в наших исследованиях.

Сказывается на качестве растительной массы и срок ее уборки. На более ранней фазе развития бобовых трав

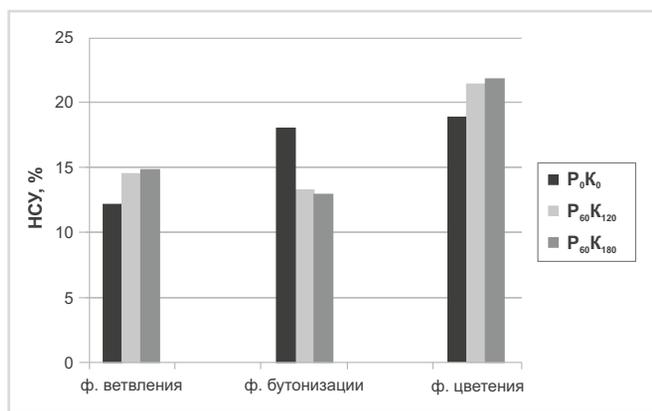


Рисунок 2 – Среднее содержание неструктурных углеводов (НСУ) в травостое люцерны посевной 7 года пользования

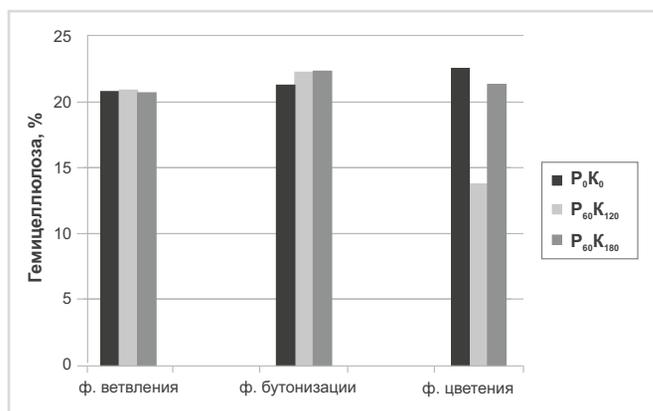


Рисунок 3 – Среднее содержание гемицеллюлозы в травостое люцерны посевной 7 года пользования

Таблица 3 – Качество урожая 2 укоса многолетних трав (ВОМС, 2019 г.)

Год пользования (г. п.) травостоем и фаза (ф.) развития	Вариант	СП	СЗ	НДК	КДК	СК	СЖ
1. Люцерна 1 г. п. – ф. ветвления	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	19,5	10,2	41,6	21,8	19,9	2,3
2. Люцерна 1 г. п. – ф. бутонизации	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	17,7	10,4	41,3	22,3	25,3	2,3
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	16,2	8,7	44,5	24,5	26,4	2,2
3. Люцерна 1 г. п. – ф. цветения	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	18,3	10,2	45,2	25,5	23,9	2,1
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	17,9	10,0	49,3	28,1	26,0	1,9
4. Люцерна 7 г. п. – ф. ветвления	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	24,7	12,6	48,8	27,8	20,5	2,7
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	20,7	10,9	50,8	29,4	20,7	2,3
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	25,4	13,2	50,0	28,7	19,3	2,6
5. Люцерна 7 г. п. – ф. бутонизации	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	22,4	11,7	51,4	29,6	26,5	2,1
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	23,2	12,6	54,7	32,5	22,8	2,3
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	24,0	12,6	52,2	30,4	23,2	2,5
6. Люцерна 7 г. п. – ф. цветения	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	14,0	9,8	57,7	34,1	27,6	1,7
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	12,6	9,2	56,0	49,3	28,5	1,8
7. Осушенный участок, клевер 1 г. п. – ф. бутонизации	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	18,7	11,6	51,5	29,7	24,6	1,8
8. Неосушенный участок, клевер 1 г. п. – ф. бутонизации	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	19,2	11,1	50,8	28,9	24,4	1,9

Примечание – Варианты 1–6 – почва дерново-подзолистая глееватая; варианты 7–8 – почва дерново-глеевая.

Таблица 4 – Качество урожая 3 укоса многолетних трав (ВОМС, 2019 г.)

Год пользования (г. п.) травостоем и фаза (ф.) развития	Вариант	СП	СЗ	НДК	КДК	СК	СЖ
1. Люцерна 7 г. п. – ф. бутонизации	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	16,8	9,6	47,2	25,7	26,3	1,9
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	16,1	10,3	53,0	30,2	27,4	1,8
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	14,1	9,5	55,6	32,2	30,1	1,8
2. Люцерна 1 г. п. – ф. бутонизации	P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	19,9	11,1	46,8	25,2	24,9	1,7
	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	19,0	10,8	47,5	25,7	26,2	1,6
	P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	20,1	11,2	44,5	23,7	24,2	1,9

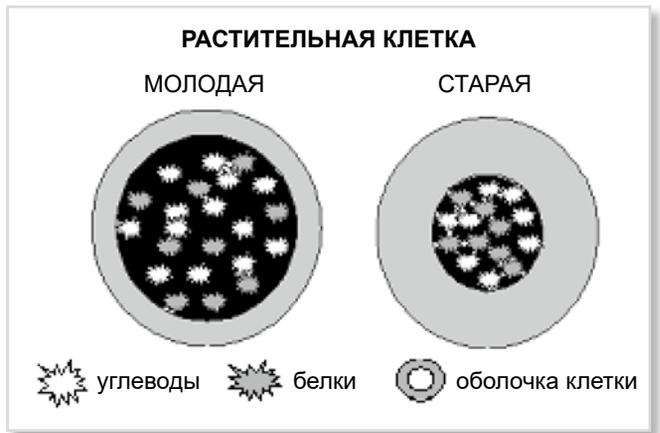
содержание сырого протеина самое высокое. Последнее схематично изображено на рисунке 4.

**Выводы**

1. Независимо от вида многолетних трав количество КДК в них было существенно ниже содержания НДК. В свою очередь, КДК превосходило по содержанию сырую клетчатку.
2. Установлено, что прежняя методика определения сырой клетчатки занижает показатель её содержания. В этой связи возникла необходимость в использовании системы детергентного анализа для контроля качества травостоя в отношении углеводов, что дает возможность объективно оценить качество растительного сырья, используемого для заготовки кормов.
3. Содержание детергентной клетчатки возрастает в более поздней фазе развития: в период бутонизации ее содержится больше, чем во время ветвления бобовых растений. Аналогичная ситуация наблюдается и на злаковых травах при сравнении фаз выхода в трубку и колошения. Это имеет практическое значение для времени сбора урожая.
4. Содержание сырого протеина в многолетних бобовых и злаковых травах резко снижается при запаздывании с уборкой урожая.
5. Не установлено устойчивого влияния минеральных удобрений на содержание в растениях НДК и КДК. Следовательно, эта проблема требует более детального изучения.
6. Используя значения НДК и КДК, рассчитывалось содержание в растениях люцерны гемицеллюлозы. Показано, что различия в содержании гемицеллюлозы в зависимости от удобрений проявилось только в фазе бутонизации и цветения, чего нельзя сказать о фазе ветвления.
7. Что касается неструктурных углеводов, то растения на фоне удобрений отличались их повышенным количеством в фазе ветвления и цветения.
8. Наблюдались некоторые различия по содержанию нейтрально-детергентной клетчатки и кислотно-детергентной клетчатки между люцерной 7 и 1 года пользования: более низкие показатели НДК и КДК были у молодого травостоя. Аналогичная закономерность отмечается применительно к сырому протеину и сырой клетчатке.
9. Кострец безостый при пониженных нормах высева в травосмесях не оказывает угнетающего влияния на бобовый компонент.

**Литература**

1. Посыпанов, Г. С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка: монография / Г. С. Посыпанов. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 251.
2. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Пер. с чеш. З. К. Благовещенской. – М.: Колос, 1984. – 367 с.
3. Кормовые культуры. Производство, уборка, консервирование и использование грубых кормов: в 2 т. / Г. Гибелхаузен [и др.]; под общ. ред. Д. Шлаара. – 2-е изд., дораб. и доп. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2009. – 784 с.
4. Structural carbohydrates content in feeding mass of breeding of samples of perennial legume grasses / S. M. Dashkevich [et al.] // Theoretical & Applied Science. – 2016. – V. 37. – P. 58–63.
5. Мошкина, С. В. Структурные углеводы в кормлении молочного скота: учебно-методическое пособие / С. В. Мошкина, Н. В. Абрамкова, Т. Ю. Колганова. – Орел, 2016. – 56 с.
6. Технологическое сопровождение животноводства: новые технологии: практическое пособие / Н. А. Попков [и др.];



**Рисунок 4 – Содержимое клеток в молодой и перестоявшей траве [9]**

НПЦ НАН Беларуси по животноводству. – 2-е изд. – Жодино, 2013. – 496 с.

7. Новые методы оценки уровня и качества клетчатки в кормах / Н. Ф. Бондарь [и др.] // Агротехнологии. – 2008. – № 5. – С. 15–19.
8. Воронов, Д. Ацидоз, кетоз и их влияние на молочную железу коровы / Д. Воронов // Белорусское сельское хозяйство. – 2019. – № 7. – С. 60–62.
9. Ганущенко, О. Клетчатка в рационах коров. Часть 1-я / О. Ганущенко // Белорусское сельское хозяйство. – 2017. – № 8. – С. 38–41.
10. Саханчук, А. И. Влияние фракционного состава клетчатки на переваримость кормов коровами в период сухостоя / А. И. Саханчук, А. А. Курепин // Животноводство и ветеринария, медицина. – 2012. – № 3. – С. 5–9.
11. Сизова, Ю. В. Роль нейтрально-детергентной клетчатки в кормлении молочных коров / Ю. В. Сизова // Инновационная наука. – 2015. – № 6. – С. 101–102.
12. Переднев, В. Базовые принципы физиологии и основы кормления КРС. Часть 1. / В. Переднев // Белорусское сельское хозяйство. – 2019. – № 4. – С. 36–39.
13. Влияние разного уровня НДК, КДК в рационах на молочную продуктивность коров / Н. С. Муратова [и др.] // Вестник АПК Верхневолжья. – 2014. – № 2. – С. 39–43.
14. Лазаренко, В. П. Переваримость структурных и неструктурных углеводов кормов у коров / В. П. Лазаренко // Зоотехния. – 1996. – № 9. – С. 9–11.
15. Сизова, Ю. В. Влияние разного уровня нейтрально-детергентной клетчатки в рационе на обеспеченность коров аминокислотами / Ю. В. Сизова // Вестник НГАУ. – 2014. – № 4. – С. 109–114.
16. Хотмирова, О. В. Сравнение методов переваримости кормов методами in sacco и in vivo / О. В. Хотмирова // Вестник Брянской ГСХА. – 2013. – № 6. – С. 10–14.
17. Филинская, О. В. Практические методы контроля полноценности кормления высокопродуктивных коров в условиях современного комплекса / О. В. Филинская // Вестник АПК Верхневолжья. – 2018. – № 4. – С. 30–36.
18. Маслюк, А. Н. Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров / А. Н. Маслюк, М. А. Токарева // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 4. – С. 164–171.
19. Буряков, Н. Нормирование рационов в России и Нидерландах / Н. Буряков, Е. Демидова // Животноводство России. – 2012. – № 5. – С. 61–63.
20. Попов, В. В. Интернет об оценке качества кормов / В. В. Попов, О. А. Гетьман // Кормопроизводство. – 1999. – № 4. – С. 27–30.
21. Богомолов, В. В. Как достоверно определить энергетическую питательность корма? / В. В. Богомолов, И. И. Малинин // Сельскохозяйственные вести. – 2009. – № 3. – С. 20–21.
22. Прокошев, В. В. Калий и калийные удобрения: практическое пособие / В. В. Прокошев, И. П. Дерюгин. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.
23. Козырь, Г. С. Влияние минеральных удобрений на содержание углеводов и лигнина в пастбищном корме / Г. С. Козырь // Агротехнологии. – 1976. – № 5. – С. 91–96.

## Эффективность возделывания подсолнечника на маслосемена в условиях Гродненской области на дерново-подзолистых супесчаных почвах

В. А. Гончарук, С. С. Зенчик, Т. Г. Синевич, кандидаты с.-х. наук  
Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 06.05.2020 г.)

*Представлены результаты производственных опытов и определена экономическая эффективность возделывания подсолнечника на маслосемена в Гродненской области.*

*The results of production experiments are presented and the economic efficiency of sunflower cultivation for oilseeds in the Grodno region is determined.*

### Введение

Важнейшей задачей масложировой отрасли Республики Беларусь является наращивание объемов производства масличных культур (рапс, подсолнечник, лен, соя). Растительное масло входит в перечень базовых продуктов Концепции национальной продовольственной безопасности страны, согласно которой собственное производство должно находиться в пределах 80–85 %, импорт – 15–20 %, экспорт – 15–20 % [7]. Исторически сложилось, что основным маслом, применяемым в пищевой промышленности в странах СНГ, является подсолнечное, и Беларусь не является исключением. Подсолнечное масло в республике практически не производится, либо производится из ввозимого сырья. Для обеспечения республики собственным подсолнечным маслом необходимо производить не менее 100 тыс. т этой продукции [13].

В Республике Беларусь с каждым годом увеличивается количество высокотехнологичных молочно-товарных ферм, свинокомплексов, комплексов по выращиванию КРС на откорме, и, чтобы получать высокие надои и привесы животных с более низкой себестоимостью, необходимо производить собственные корма, богатые белком. Для развития животноводства Беларусь вынуждена ежегодно закупать недостающее количество растительного белка в виде шрота в среднем 950 тыс. т, из них около 600 тыс. т подсолнечного. Так, экспорт подсолнечного шрота из Украины в сезоне 2017/2018 гг. составил 505 тыс. т, (сентябрь 2018 г. – июнь 2019 г.) – 360 тыс. т, а из России за аналогичный период – 101 тыс. т и 121 тыс. т соответственно [5]. Импорт подсолнечного масла составляет ежегодно около 100 тыс. т [13]. Не трудно посчитать, что Беларусь ежегодно тратит на закупку подсолнечного масла при средней цене 750 \$ за тонну около 75 млн \$, на шрот при средней цене 250 \$ за тонну – около 150 млн \$. В 2018 г. из России было ввезено около 34 тыс. т маслосемян подсолнечника на сумму около 12 млн \$ [11].

Подсолнечник – одна из самых рентабельных культур в мире. Хороший урожай подсолнечника за один сезон можеткратно обогатить производителя при сравнительно небольших затратах на выращивание. Эксперты считают, что поля подсолнечника по прибыльности можно сравнить с золотыми приисками.

По итогам деятельности производства семян подсолнечника сельхозпредприятиями Украины уровень рентабельности в 2015 г. составил 80,5 %, в 2016 г. – 63,0 %, 2017 г. – 41,3 %, 2018 г. – 32,5 % при сравни-

тельно невысокой урожайности в данные годы – 21,6; 22,4; 20,2; 23,0 ц/га соответственно [6, 16].

В республике масличные культуры занимают ежегодно 7–8 % в структуре посевных площадей [10]. В соседних странах масличные культуры – драйвер растениеводства. Именно поэтому масличные культуры в структуре посевных площадей России в 2019 г. занимали более 18 % или 14,5 млн га, из них 8,5 млн га – подсолнечник – 59 %, 3 млн га – соя, 1,6 млн га – рапс, 1,4 млн га – другие масличные. В Украине масличные культуры были размещены на площади 8,7 млн га или 32,9 %, из них подсолнечник – 5,85 млн га – 21,6 %, соя – 1,78 млн га – 6,6 %, рапс – 1,27 млн га – 4,7 % и около 25 тыс. га – лен масличный [6].

Маслодобывающая отрасль Беларуси представлена 49 предприятиями. В 2020 г. проектные мощности по переработке масличных культур в республике будут доведены до 2,1 млн т. При этом увеличивается спрос главным образом на соевый и подсолнечный шрот, в связи с чем растут объемы переработки данных культур, в частности импортных [9]. Аналитики ИА «АПК-Информ» также отмечают, что Беларусь сокращает импорт подсолнечного масла и шрота второй сезон, что обусловлено возросшими темпами переработки семян подсолнечника внутри страны [1].

Возделывание масличных культур – одно из направлений в аграрном производстве, которое сегодня способно кардинально изменить экономику хозяйств, которая в большинстве случаев ох как не радуется.

В Беларуси выполнен ряд научных работ и разработаны технологии получения высокой урожайности маслосемян подсолнечника [2, 3, 4, 12, 14]. Районированы новые гибриды с высоким потенциалом урожайности и содержанием жира до 56 % и белка до 16 %. Но посевные площади в Беларуси пока небольшие, их необходимо расширять, этому способствует потепление климата и повышение плодородия почв [8]. Более высокие температуры вегетационных периодов последних лет с более низким и неравномерным количеством выпавших осадков ставят подсолнечник в приоритетное положение по сравнению с другими яровыми культурами.

Подсолнечник – требовательная культура к плодородию почв и условиям минерального питания. Это культура хорошо окультуренных высокоплодородных суглинистых почв [15]. Но такие почвы, как правило, используются для возделывания сахарной свеклы, озимой и яровой пшеницы. Важно установить, какой уровень урожайности возможен на менее плодородных, но наиболее распро-

страненных рыхлосупесчаных почвах, которые занимают около 30 % от всей площади пашни республики, а в Гродненской области – все 60 %. Помимо агрономических показателей необходимо определить и экономическую составляющую возделывания подсолнечника, чтобы знать аграриям, какие необходимо понести затраты и на какой экономический эффект можно рассчитывать.

В связи с этим целью исследований являлось определение экономической эффективности возделывания подсолнечника на маслосемена в условиях Гродненской области.

### Объекты и методика исследований

Производственные испытания проводили в Щучинском районе Гродненской области в 2018 г. в ОАО «Агро-ГЖС» на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, подстилаемой с глубины 40 см легким моренным суглинком, на площади 10 га и ОАО «Василишки» на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, подстилаемой с глубины 35 см связной супесью, на площади 20 га; в 2019 г. – в КСУП «Заря и К» Волковысского района Гродненской области на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, подстилаемой с глубины 45 см легким моренным суглинком, на площади 20 га.

В ОАО «Агро-ГЖС» высевали среднеспелый гибрид АС33102 КЛ фирмы Aspria Seeds (Украина), ОАО «Василишки» – среднеспелый гибрид Агат фирмы ООО «Соя-Север Ко» (Беларусь) и среднеспелый гибрид Кларика КЛ фирмы Caussade Semences (Франция), в КСУП «Заря и К» – гибрид Кларика КЛ. Особого внимания заслуживает гибрид Кларика КЛ. Данный гибрид включен Государственный реестр сортов как высокоолеиновый – олеиновой кислоты в масле содержится не менее 60 % (оливковое масло содержит 70–75 %), может возделываться по системе Clearfield. За годы испытаний в ГСХУ «Жировичская СС» средняя урожайность составила 52,5 ц/га, максимальная – 65,1 ц/га, а содержание жира в семенах – 49,3 %.

Агрохимическая характеристика пахотного слоя хозяйств представлена в таблице 1. Почва характеризовалась недостаточным содержанием гумуса, реакцией среды слабокислой, близкой к нейтральной, средним и повышенным содержанием подвижного фосфора и калия. По содержанию подвижных соединений бора, марганца и цинка почва имела среднюю, по меди – низкую обеспеченность.

В качестве основного удобрения под подсолнечник с осени под зяблевую вспашку вносили хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O) (150 кг/га д. в.), весной под культивацию – аммонизированный суперфосфат (8 % N, 30 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (90 кг/га д. в.), под предпосевную обработку почвы – карбамид (46 % N) (80 кг/га д. в.).

Предшественником подсолнечника в ОАО «Агро-ГЖС» был озимый рапс, который после плохой зимовки

был запахан, сев проводили 10 мая. В ОАО «Василишки» предшественником была кукуруза на силос, сев проводили 27 апреля. В КСУП «Заря и К» Волковысского района предшественником было озимое тритикале, сев – 11–12 мая. Для сева использовали кукурузную сеялку точного посева после смены высевающих дисков с диаметром отверстий 2,5–3 мм с нормой посева семян 75 тыс. шт./га и шириной междурядий 70 см, глубина заделки семян – 4–5 см. В борьбе с сорняками применяли почвенные гербициды: в ОАО «Агро-ГЖС» – Экстракорн (312,5 г/л с-метолахлора + 187,5 г/л тербутилазина), 3,5 л/га; в ОАО «Василишки» – Примэксра голд TZ (312,5 г/л с-метолахлора + 187,5 г/л тербутилазина), 4,0 л/га (после перерегистрации данный гербицид сменил название на Гардо голд, КС); в КСУП «Заря и К» – Гамбит (прометрин 500 г/л), 4,0 л/га. Из многолетних наблюдений выявлено, что д. в. прометрин плохо сдерживает куриное просо и особенно марь белую в условиях недостатка влаги и на культурах широкорядного посева, в то время как метолахлор + тербутилазин данную проблему сводят к минимуму. В условиях недостатка влаги гербициды следует применять в день сева в вечернее время с нормой расхода рабочей жидкости не менее 300 л/га. При оптимальных условиях гербициды необходимо применять не позже, чем через 4–5 дней после сева, так как всходы могут появляться уже на 6–7 день.

На сегодняшний день в республике зарегистрированы гибриды различных производственных систем – это Clearfield®, Clearfield® Plus, ExpressSun®, но пока не зарегистрированы гербициды под данные системы, но и тут есть различные варианты внесения необходимых гербицидов. По заверению представителей различных фирм, при условии увеличения посевных площадей необходимые гербициды будут зарегистрированы. В то же время производители семян ежегодно регистрируют более 5 новых гибридов и видят будущее белорусского подсолнечника.

Подсолнечник очень чувствителен к недостатку микроэлементов в период вегетации, поэтому проводили 2–3 подкормки следующими удобрениями в различных комбинациях.

В ОАО «Агро-ГЖС» 1-ю подкормку проводили в фазе 5–6 листьев: карбамид, 5 кг/га д. в. + ИНТЕРМАГ Бор, 1 л/га + ИНТЕРМАГ Хелат Mn-13, 0,5 кг/га + ИНТЕРМАГ Зерновые, 1,5 л/га + Экосил, 80 мл/га; 2-ю – в фазе 10–12 листьев: ИНТЕРМАГ Бор, 1 л/га + ИНТЕРМАГ Хелат Mn-13, 0,5 кг/га + ИНТЕРМАГ Зерновые, 1,5 л/га + Гидрогумат торфа, 1,5 л/га; 3-ю – начало цветения: ИНТЕРМАГ Бор, 1 л/га + ИНТЕРМАГ Хелат Mn-13, 0,5 кг/га + ИНТЕРМАГ Зерновые, 1,5 л/га + Пиктор, 0,5 л/га.

В ОАО «Василишки» 1-ю подкормку проводили в фазе 5–6 листьев: Басфолиар Бор СЛ, 1 л/га + Дисолвин АБЦ, 0,5 кг/га; 2-ю – в фазе начало цветения: АДОб Бор,

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы хозяйств

Хозяйство	Показатели							
	гумус, %	рН (KCl)	содержание, мг на 1 кг почвы					
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B	Cu	Mn	Zn
ОАО «Агро-ГЖС»	1,8	5,8	180	230	0,55	1,0	4,2	3,6
ОАО «Василишки»	1,7	5,7	195	205	0,47	1,4	3,6	4,4
КСУП «Заря и К»	1,95	5,9	210	195	0,39	1,3	4,7	3,9

1 л/га + ЭКОЛИСТ МОНО Марганец, 0,5 л/га + Басфолиар 36 Экстра, 2 л/га + Пиктор, 0,5 л/га.

В КСУП «Заря и К» 1-ю подкормку проводили в фазе 5–6 листьев: карбамид, 5 кг/га д. в. + ИНТЕРМАГ Бор, 1 л/га + ИНТЕРМАГ Хелат Mn-13, 0,5 кг/га + ИНТЕРМАГ Зерновые, 1,5 л/га; 2-ю – в фазе 10–12 листьев: ИНТЕРМАГ Бор, 1,5 л/га + ИНТЕРМАГ Хелат Mn-13, 0,5 кг/га + ИНТЕРМАГ Зерновые, 1,5 л/га; 3-ю – начало цветения: ИНТЕРМАГ Бор, 1 л/га + ИНТЕРМАГ Зерновые, 1,5 л/га + Пиктор, 0,5 л/га.

Учет урожайности проводили с общей уборочной площади.

### Результаты исследований и их обсуждение

Уборку подсолнечника в 2018 г. проводили без десикации в ОАО «Агро-ГЖС» 25 сентября комбайном Полесье GS-12 с зерновой жаткой при влажности семян 15 %. В ОАО «Василишки» среднеспелый гибрид Агат убирали 29 августа, влажность семян доходила до 11 %, среднеспелый гибрид Кларики КЛ – 18 сентября при влажности 12 % зерноуборочным комбайном фирмы CLAAS – Lexion 580 с кукурузной приставкой. Более поздний посев подсолнечника в КСУП «Заря и К» требовал проведения десикации Реглоном супер, ВР – 2 л/га, так как влажность семян была на уровне 20–22 %. Через 11 дней провели уборку 8 октября зерноуборочным комбайном фирмы CLAAS – Lexion 580 с кукурузной приставкой, а влажность семян была уже 9–11 %. Отсюда следует, что при более раннем посеве существует возможность уборки подсолнечника без десикации, а при возделывании среднеспелых гибридов – и сев озимых культур. Многолетний опыт возделывания подсолнечника показывает, что сев в зависимости от почвенно-климатических условий необходимо проводить в III декаде апреля, до 1 мая сев должен быть завершен.

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований существенно не отличались, но сильно отличались от среднесезонных значений по температуре: на несколько градусов выше, а количество выпавших осадков, наоборот, ниже нормы. Причем осадки выпадали неравномерно не только в пределах района, но даже в границах самих хозяйств и даже полей. Наблюдения в период вегетации показали, что на подсолнечника высокие температуры оказывают незначительное влияние с фазы 8–10 листьев, когда уже формируется мощная корневая система, способная извлекать влагу из подпахотного горизонта. Большее угнетение, как и все культуры, подсолнечник испытывает на ранних фазах роста, особенно при нехватке влаги.

Как правило, это май месяц, который в 2018 и 2019 г. был сухим и жарким. Но даже такие экстремальные и не типичные вегетационные периоды позволили получить урожайности в зависимости от хозяйств и гибридов 29,2–37,5 ц/га при 7 % влажности, а масличность составила 48,5–49,7 %. При правильно построенной системе минерального питания и ухода за культурой в более благоприятный год, по нашему мнению, можно получить не менее 50,0 ц/га маслосемян. Сам показатель урожайности еще ни о чем не говорит, для аграриев в большинстве случаев конечным показателем является чистый доход. При расчете экономической эффективности мы привели данные при условии продажи семян и при условии собственной переработки, так как во многих хозяйствах республики есть или строится собственная переработка семян масличных культур, тренд на которую будет только увеличиваться. И это понятно, так как масличные культуры становятся сегодня важным фактором, который оказывает все большее влияние на экономику сельского хозяйства. Расчет экономической эффективности проводился по данным за 2018 и 2019 г. по технологической карте, учитывающей все виды работ, по расценкам и закупочным ценам на 01.12.2018 г. и 01.12.2019 г. Средняя стоимость реализации семян подсолнечника в 2018 г. составила 760 руб. за тонну, в 2019 г. – 650 руб. за тонну. Цена в 2019 г. ниже, чем в 2018 г., что связано с рекордным урожаем культуры в России и Украине.

Весь урожай реализовался на ООО «Бионика» (г. Лида Гродненской области) сразу за деньги или на условиях: им – масло, хозяйствам – высококачественный подсолнечный жмых с содержанием белка не менее 36 %, жира – не менее 13 %, углеводов – не менее 18 %.

Урожайность представлена в весе после доработки при стандартной влажности 7 %. Анализ основных показателей экономической эффективности возделывания подсолнечника показывает, что его производство является высокорентабельным (таблица 2).

Более низкий чистый доход, полученный в КСУП «Заря и К», – 1131 руб./га связан с более низкой закупочной ценой на маслосемена. Возделывание подсолнечника позволило получить чистую прибыль 1034 руб./га в ОАО «Василишки» при выращивании гибрида Агат и 1244 руб./га – в ОАО «Агро-ГЖС» на гибриде АС33102 КЛ. Как уже отмечено выше, гибрид Кларики КЛ включен в перечень высокоолеиновых сортов: за тонну такого подсолнечника в Украине и России предусмотрена надбавка от 20 до 50 \$ в зависимости от содержания олеиновой кислоты, что позволяет получать дополнительную прибыль. В 2020 г. при сдаче семян на перерабатывающие

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания подсолнечника на маслосемена

Хозяйство, гибрид	Урожайность, ц/га (влажность 7 %)	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты на 1 га, руб.	Чистый доход, руб./\$ на 1 га	Рентабельность, %
ОАО «Агро-ГЖС», АС33102 КЛ	34,4	2614	1370	1244/552	90,8
ОАО «Василишки», Агат	29,2	2219	1185	1034/483	87,3
ОАО «Василишки», Кларики КЛ	32,4	2462	1296	1186/527	92,3
КСУП «Заря и К», Кларики КЛ	37,5	2581	1450	1131/503	78,0

предприятия будем ходатайствовать, чтобы данное обстоятельство учитывалось и оплачивалось.

Из года в год 1 т подсолнечного масла стоит в среднем 700–750 \$, подсолнечного жмыха – 230–250 \$. При холодном отжиме выход масла с 1 т семечек составляет около 35 % и жмыха – 55 %. Масличность семян в зависимости от гибрида была на уровне 48,5–49,7 %, и это не предел: в республике уже имеются гибриды с потенциалом масличности до 56 %. В таблице 3 представлена экономическая эффективность возделывания подсолнечника при собственной переработке маслосемян (производственные затраты взяты с таблицы 2).

Как видно из таблицы 3, собственная переработка куда более выгодна, доказательством чему являются увеличивающиеся объемы импорта маслосемян (рапс, подсолнечник, соя) в республику. Так, максимальный чистый доход составил 821,9 \$.

Нулевая рентабельность при интенсивной технологии возделывания подсолнечника находится в районе 18,0 ц/га. При возделывании подсолнечника на площади 100 га и более есть смысл приобрести специализированную жатку для уборки или специальную приставку (лифтер) для навешивания на зерновую жатку, что позволит снизить потери до минимума – 0,3–0,5 %, за счет чего она окупится уже в первый год эксплуатации. При уборке в данных хозяйствах потери доходили до 12 %, т. е. к полученной урожайности можно смело прибавлять 10 %, в результате уровень рентабельности превысит уверенно 100 %.

### Заключение

Проведенные производственные испытания возделывания подсолнечника в Гродненской области в сложных климатических условиях 2018 и 2019 г. показывают, что подсолнечник на наших полях вовсе не гость, а культура с высоким потенциалом урожайности. Это подтверждается не только урожайностью, но и экономической составляющей по получению чистого дохода с одного гектара, что позволит купить на сегодняшний день только за чистую прибыль 3–4 т фуража зерновой группы, а при собственной переработке – более 5–6 т.

Возделывание подсолнечника на маслосемена позволит не только увеличить валовую прибыль, но и объем валовой продукции в хозяйстве, в то время как в масштабах страны – это получение импортозамещающей

продукции (масло и шрот), что на сегодняшний день делает данное направление (в связи с ростом энергозатрат и цен на энергоресурсы), а также импортное сырье (маслосемена) не только актуальным, но и финансово перспективным.

Производители Украины и России делают ставку из года в год на производство масличных культур (подсолнечник, рапс, соя) как наиболее рентабельных. По мнению аналитиков, в 2020 г. площади под подсолнечником в Украине и России обновят рекорды. По нашему мнению, возделывание в Беларуси до 8–10 % подсолнечника в структуре посевных площадей будет как с агрономической, так и, особенно, с экономической точки зрения обосновано.

### Литература

1. Беларусь сократила импорт подсолнечного масла на 21 % [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.oilworld.ru/analytics/worldmarket/289085>. – Дата доступа: 10.12.2019.
2. Влияние новых форм комплексных удобрений при основном внесении в почву на урожайность и качество маслосемян подсолнечника / Г. В. Пироговская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1 (56). – С. 176–192.
3. Гончарук, В. А. Экономическая эффективность применения микроудобрений при возделывании подсолнечника / В. А. Гончарук // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 2 (117). – С. 20–22.
4. Гончарук, В. А. Эффективность применения микроудобрений в посевах подсолнечника / В. А. Гончарук, М. С. Брилев // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 2 (117). – С. 17–20.
5. Дайджест прессы 25.07.2019 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://exoil.org/digest/digest-of-press-25072019-g/>. – Дата доступа: 27.12.2019.
6. Державна служба статистики України [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. – Дата звернення: 10.12.2019.
7. Лагодич, Л. В. Разработка и обоснование системы индикаторов устойчивого развития продовольственного рынка Республики Беларусь / Л. В. Лагодич // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК: сб. науч. ст. 7-й Международ. науч.-практ. конф., Минск, 28–29 мая 2015 г. / Белорус. гос. аграрн. технич. ун.-т; редкол.: Г. И. Гануш [и др.]. – Минск, 2015. – С. 63–67.
8. Мельник, В. И. Основные результаты мониторинга изменения климата на территории Республики Беларусь / В. И. Мельник // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 6–7 апр. 2016 г. – Брест, 2016. – С. 228–235.
9. Минсельхозпрод ставит во главу угла кормопроизводство и переработку масличных культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agronews.com/by/ru/news/>

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания подсолнечника при собственной переработке (при выходе масла 35 % и 55 % жмыха)

Хозяйство, гибрид	Урожайность, ц/га (влажность 7 %)	Масличность, %	Производственные затраты на 1 га, руб./\$	Выход масла с 1 га, ц	Выход жмыха с 1 га, ц	Итого, \$/га	Чистый доход, \$/га
				стоимость, \$	стоимость, \$		
ОАО «Агро-ГЖС», АС33102 КЛ	34,4	48,8	1370/608	12,1	18,9	1333,7	725,7
				879,7	454		
ОАО «Василишки», Агат	29,2	48,5	1185/526	10,2	16,1	1131,5	605,5
				746,1	385,4		
ОАО «Василишки», Кларица КЛ	32,4	49,7	1296/576	11,3	17,8	1255,5	679,5
				827,8	427,7		
КСУП «Заря и К», Кларица КЛ	37,5	49,3	1450/644	13,3	20,6	1465,9	821,9
				970,9	495,0		

- agrosfera/2018-03-13/posevnaja-2018. – Дата доступа: 20.12.2019.
10. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by>. – Дата доступа: 24.12.2019.
11. Об экспорте семян подсолнечника из России в 2015–2019 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/ob-eksporte-semyan-podsolnechnika-iz-rossii-v-2015-2019-gg>. – Дата доступа: 12.12.2019.
12. Привалов, Ф. И. Использование микроудобрений при возделывании подсолнечника масличного / Ф. И. Привалов // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 5. – С. 35–38.
13. Рынок растительных масел Беларуси: импортозависимый сегмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1089477>. – Дата доступа: 10.12.2019.
14. Сухаревич, В. А. Приемы интенсификации технологии возделывания подсолнечника масличного в Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х.: 06.01.09 / В. А. Сухаревич; Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2012. – 20 с.
15. Технология возделывания подсолнечника в условиях северо-востока Республики Беларусь: рекомендации / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 58 с.
16. Экономика масличных культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://svetich.info/publikacii/analitika/yeconomika-maslichnyh-kultur.html>. – Дата доступа: 24.12.2019.

УДК 633.321:631.445.12:631.5

## Пожнивной посев клевера лугового на торфяных почвах

А. С. Мееровский, доктор с.-х. наук

Институт мелиорации

А. Л. Бирюкович, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 02.03.2020 г.)

*Изложены результаты посева клевера лугового (*Trifolium pratense*) после уборки озимой ржи на торфяной почве. Установлено, что в связи с изменением климата появилась возможность проводить посев клевера лугового не под покров зерновых культур, а после их уборки. Период развития растений от посева до появления первого настоящего листа составил 19–22 суток, формирование первого междоузлия происходило на 55–56 сутки. Среднесуточный прирост надземной массы клевера составил 2,8 мм. Урожайность клевера во втором году жизни составила 118,3–125,5 ц/га сухой массы. Приведены изменения технологических приемов при более поздних сроках сева клевера лугового. Приведены показатели энергии прорастания и лабораторной всхожести семян *Trifolium pratense*, *T. repens*, *T. hybridum*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus silvestris* при их проращивании при пониженных температурах.*

### Введение

Для обеспечения кормления скота и птицы по сбалансированным рационам планируется расширить на 10 % посевы многолетних трав (до 1 млн га) с одновременным повышением в их структуре доли бобовых и бобово-злаковых травостоев до 85 %. Приобретение и использование отечественной кормоуборочной техники и оборудования позволят увеличить в 3 раза объемы заготовки травяных кормов в полимерной упаковке, что улучшит их сохранность [1]. По данным инвентаризации 2019 г., площадь многолетних трав составила 907,8 тыс. га, в т. ч. бобовых и бобово-злаковых – 714,0 тыс. га. Согласно регламенту, клевер луговой следует сеять на следующих почвах: дерново-подзолистые средне- и легкосуглинистые, осушенные и неосушенные слабogleеватые (временно избыточно увлажненные) средне- и легкосуглинистые и подстилаемые песками глубже 0,5 м, а также связносупесчаные и подстилаемые суглинками. Размещение на всех других почвах снижает его урожайность, повышает риск выпадения из травостоя

*The results of sowing meadow clover (*Trifolium pratense*) after harvesting winter rye on peat soil are presented. It has been established that in connection with climate change, it became possible to sow meadow clover not under the cover of crops, but after harvesting. The period of plant development from sowing to the appearance of the first true leaf was 19–22 days, the formation of the first internode took place on days 55–56. The average daily increase in the aerial mass of clover was 2,8 mm. Clover yield in the second year of life was 118,3–125,5 c/ha of dry weight. Changes in technological methods are given for later sowing of meadow clover. The results of germination energy and laboratory germination of seeds of *Trifolium pratense*, *T. repens*, *T. hybridum*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus silvestris* when they are germinated at low temperatures are presented.*

[2]. В то же время на антропогенно-преобразованных торфяных почвах с содержанием органического вещества 5–21 % продуктивность люцерны посевной составила 5,3–6,7 т/га к. ед., а лядвенца рогатого и галеги восточной – 3,5–3,6 т/га к. ед. [3, 4].

Согласно существующим рекомендациям, прополку зерновых с подсевом клевера необходимо проводить ориентируясь на фазу развития клевера (1–2 настоящих листа). При химпрополке покровной культуры в более ранние сроки подсеянный клевер погибает. Кроме того, снижение нормы высева покровной культуры на 15–20 %, уменьшение дозы азотных подкормок, более позднее проведение химпрополки ведет к уменьшению ее урожайности на 10–15 %. Беспокровный сев клевера рекомендуется проводить не позднее 15 июня. Однако при этом способе сева урожайность многолетних трав первого года жизни довольно низкая и, например, у люцерны составляет около 19,2–41,8 ц/га сухой массы [5]. Летний сев многолетних бобовых трав включительно до 15–20 июля лучше проводить беспокровно

с последующим внесением гербицидов. Для районов южнее Минска допустим беспокровный сев клевера лугового, гибридного и ползучего, люцерны и лядвенца до 5 августа после уборки ранних зерновых культур. К концу вегетации они достигают фазы 6–8 листьев и нормально зимуют [6].

Проведение сева бобовых трав после уборки зерновых культур позволило бы получить более высокую урожайность зерновых культур за счет максимальной интенсификации приемов их выращивания.

Анализ формирования урожайности сельскохозяйственных культур в Беларуси и Украине показал, что в связи с удлинением вегетационного периода появилась возможность увеличивать их ассортимент и площади посевов на мелиорированных почвах [7]. Многокомпонентным анализом температурных рядов в Беларуси выявлено, что за период 1991–2003 гг. среднесуточная температура воздуха августа повысилась относительно среднего значения на 0,7 °С [8].

В связи с удлинением периода вегетации растений осенью, трансформации торфяников при их сельскохозяйственном использовании появились предпосылки для пожнивного посева многолетних бобовых трав.

Цель исследований – установить максимально поздний срок сева клевера лугового в качестве поживной культуры на торфяной почве.

**Методика проведения исследований**

Торфяная почва характеризовалась содержанием подвижных форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 77,3–140,2 и K<sub>2</sub>O – 95,6–236,7 мг/кг почвы, рН<sub>KCl</sub> – 5,12–5,45. Мощность торфа – 40–60 см.

Определение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян проводили при температурах 20 °С, 10 и 6 °С. Энергию прорастания клеверов и лядвенца рогатого определяли на 6 день, чины многолетней – на 7, всхожесть – соответственно на 10 и 14 день.

Осенью 2016 г. было проведено дискование участка (БДТ-2) и сев дисковой сеялкой СН-16 озимой ржи сорта Лота с нормой высева 4,5 млн шт./га всхожих семян. Весной 2017 г. провели подкормку посева в дозе N<sub>30</sub>. В III декаде июля (25.07) озимую рожь убрали на зерно (Samro-2000). Урожайность составила 35 ц/га. Во II декаде августа была убрана солома ржи и внесен гербицид Торнадо, ВР – 6 л/га. В конце августа (31.08) и II декаде сентября было проведено дискование участка, его прикатывание и 16 сентября проведен сев клевера

лугового сорта Витебчанин с нормой высева 12 кг/га. В связи с тем, что клевер не взошел, в 2017 г. проведена повторная закладка опыта. Весной, в I декаде мая провели дискование, сев озимой ржи (17.05.2017 г.), ее обработку фунгицидом Рекс Дуо, КС – 0,6 л/га и подкормку N<sub>30</sub>. После уборки ржи на зеленую массу (урожайность – 430 ц/га зеленой массы) в I декаде августа был внесен Торнадо, ВР – 6 л/га и проведен сев клевера в три срока: 11, 21 и 31 августа. На второй год жизни (г. ж.) клевера (27.04.2018 г.) проведены подкормки в дозах P<sub>40</sub>K<sub>90</sub> и N<sub>30</sub>P<sub>40</sub>K<sub>90</sub>. Площадь делянки – 20 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная.

Период август – I и II декады сентября 2016 г. был засушливым, и ГТК II декады сентября составил 0,1. В I декаде октября ночные температуры воздуха составили 0 °С, а начиная с 13 октября отмечено снижение среднесуточной температуры воздуха ниже +5 °С. В дальнейшем, до конца месяца, температура воздуха в ночные часы не превышала +2...2,5 °С, а в отдельные ночи опускалась до –4 °С, что было недостаточно для прорастания многолетних трав. Влажность почвы в слое 0–20 см составила 6,62–7,21 %, поэтому посев клевера во II декаде сентября 2016 г. был неудачным.

В 2017 г. период III декада августа – II декада сентября был теплым и влажным, что создало благоприятные условия для всходов и роста клевера (ГТК = 3,5–2,8). В 2018 г. полное таяние снежного покрова отмечено 1–2 апреля. Почва в это время была сильно переувлажнена и еще не оттаяла, в результате вегетация клевера наступила 16 апреля. Погода мая характеризовалась высокой среднесуточной температурой воздуха (выше средней многолетней на 4–5 °С), поэтому 1 укос клевера был проведен раньше обычного, примерно, на 10–12 дней (21 мая).

**Результаты исследований и их обсуждение**

Для определения скорости прорастания бобовых трав в условиях пониженных температур оценивали их лабораторную всхожесть и энергию прорастания при температурах 20 °С, 10 и 6 °С. Установлено, что при снижении температуры с 20 °С до 10 °С энергия прорастания многолетних бобовых трав изменялась в различной степени. Минимальное снижение энергии прорастания наблюдалось у клевера ползучего – 4,5 % (таблица 1).

Значительно сильнее на пониженные температуры в фазе проростков реагировали лядвенец рогатый и чина

**Таблица 1 – Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян бобовых видов трав при разных температурах**

Вид трав	Энергия прорастания, %			Всхожесть, %		
	температура проращивания семян, °С					
	20	10	6	20	10	6
Клевер луговой	99,0	92,5	36,0	100,0	96,0	78,5
Клевер ползучий	76,0	71,5	5,0	79,0	74,5	64,0
Клевер гибридный	36,0	28,5	2,0	48,5	40,5	3,0
Лядвенец рогатый	66,5	43,5	4,0	69,0	59,5	52,5
Чина многолетняя	80,0	2,0	2,0	89,5	69,5	4,0
HCP <sub>05</sub> вид = 5,3; HCP <sub>05</sub> t °С = 4,1; HCP <sub>05</sub> взаим. = 9,2				HCP <sub>05</sub> вид = 5,4; HCP <sub>05</sub> t °С = 4,2; HCP <sub>05</sub> взаим. = 9,3		

многолетняя, у которых энергия прорастания снизилась на 23 и 78 %.

Понижение температуры проращивания с 10 °С до 6 °С в еще большей степени снижало энергию прорастания семян: так у клевера лугового она составила 56,5 %, клевера ползучего – 66,5 %. При температуре +6 °С энергия прорастания семян бобовых трав составила 2–5 %, за исключением клевера лугового (36 %).

Показатель лабораторной всхожести семян бобовых видов трав также снижался при понижении температуры. Так, при снижении температуры с 20 °С до 10 °С он уменьшился у клевера лугового на 4,0 %, клевера ползучего – 4,5, клевера гибридного – 8,0, лядвенца рогатого – 9,5, чины многолетней – на 20,0 %. При температуре 6 °С величина лабораторной всхожести семян клевера лугового снизилась на 17,5 %, клевера ползучего – 10,5, клевера гибридного – 37,5, лядвенца рогатого – 7,0, чины многолетней – на 65,5 %. Можно сделать вывод, что при осеннем севе клевера лугового, ползучего, гибридного или лядвенца рогатого при температуре, близкой к 10 °С, норму высева необходимо повышать на 10–15 %. При температуре 6 °С семена клевера гибридного и чины многолетней практически не прорастали.

При севе трав в полевых условиях 11, 21 и 31 августа продолжительность осенней вегетации клевера лугового составила соответственно 76 суток, 66 и 56 суток. Продолжительность прохождения растениями фаз развития по срокам сева различалась незначительно. Так, период от сева до появления первого настоящего листа составил 19–22 суток. Формирование первого междоузлия происходило на 55–56 сутки. Среднесуточный прирост надземной массы клевера составил 2,8 мм и был интенсивнее роста корневой системы в 2,5 раза. В III декаде октября высота растений клевера, посеянного в I декаде августа, составляла 16 см, II – 9 см, III – 4 см, длина корневой системы – 9 см, 7 и 5 см соответственно (рисунок).

После начала вегетации на второй год жизни клевера установлено, что при севе 31 августа клевер не перезимовал, его гибель составила 95 %. Сохранность клевера, посеянного 11 и 21 августа, составила 70,1–72,5 %.

На второй год жизни клевера лугового в сумме за 3 укоса его урожайность составила 639,0–710,4 ц/га зеленой массы и 118,3–125,5 ц/га сухой массы (таблица 2). В среднем, урожайность клевера, посеянного 11 августа, составила 699,0 ц/га зеленой массы и была лишь на 4 % выше, чем при сроке сева 21 августа, а урожайность сухой массы – на 3,3 %. Следует отметить, что в 1 укосе при сроке сева 11 августа урожайность зеленой массы была выше, чем при севе 21 августа, на 43,7 %, а сухой массы – на 28,9 %. Во 2 и 3 укосах эта разница в урожае нивелировалась. Внесение N<sub>30</sub> не оказало влияния на урожайность сухой массы. Низкая эффективность минеральных удобрений в период формирования первого укоса объясняется коротким промежутком времени между их внесением и уборкой, а также отсутствием осадков в этот период.

Ботанический состав агрофитоценоза 2 г. ж. практически не изменялся в зависимости от срока сева клевера. Так, при севе 11 августа доля клевера составила в среднем за вегетацию 61,2 %, 21 августа – 69,6 % (таблица 3). Доля разнотравья в травостое снижалась от 1 укоса и в конце вегетации при севе 11 августа составила 20,4 %, а 21 августа – 14,4 %.

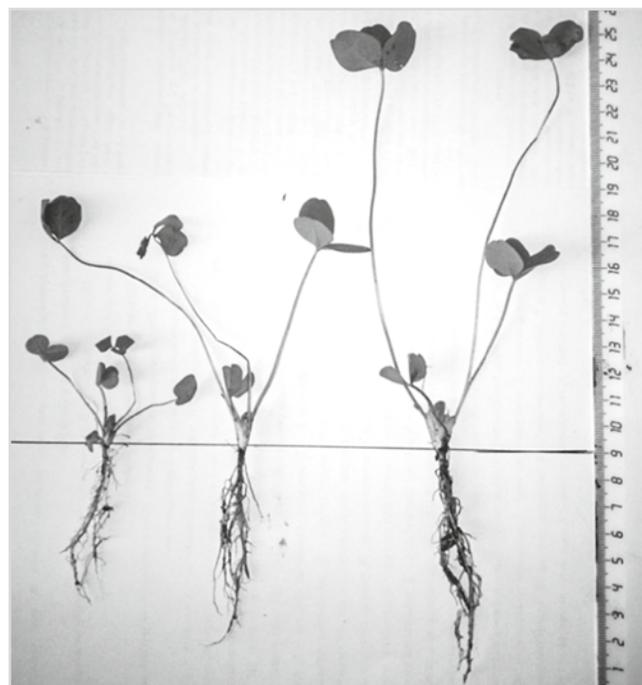
Оценка экономической эффективности пожнивных посевов клевера лугового на торфяных почвах показала, что в год сева дополнительно может быть получено: 300–450 кг зерна × 0,24 руб. = 72–108 руб. (в ценах 2019 г.). Расход топлива на сев клевера будет складываться из транспортировки семян, сева с повышенной нормой высева (на 2 кг/га), послепосевого прикатывания и составит 6,3 кг/га. Если дополнительно потребуются внесение гербицидов, то расход топлива составит 2,3 кг/га. Продуктивность травостоев второго года жизни, с учетом процентного содержания клевера по укосам, при севе 11.08 составила 61,2 ц/га кормовых единиц, 21.08 – 67,9 ц/га, а сбор переваримого протеина с урожаем клевера – 870 и 915 кг/га соответственно. Стоимость кормовой единицы из многолетних трав при расчете себестоимости кормов в год пользования, без учета затрат на закладку травостоев и себестоимости 1 т сенажа, в среднем по республике составляет 38–40 рублей [9].

Таким образом, на второй год жизни стоимость продукции составила 238,7–264,8 руб./га. Стоимость 1 т шрота из подсолнечника составляет 480–500 руб., соевого шрота – 850–900 руб., т. е. стоимость 1 т белка, импортируемого в республику, составляет от 1390 до 1800 руб. Белок собственного производства обойдется республике в 5–6 раз дешевле.

### Закключение

На основании полученных данных можно сформулировать следующие выводы:

- сев клевера лугового на торфяной почве возможен после уборки ранубираемых культур до 20 августа и позволяет на второй год жизни получить 870–915 кг/га протеина;
- норма высева семян клевера лугового при севе в более поздние сроки должна быть увеличена на 10–15 %;
- при подготовке почвы к севу необходима тщательная уборка пожнивных остатков; обязательно проведение послепосевого прикатывания;



Растения клевера лугового 1 г. ж. (25.10.2017 г.; слева направо – 3-й, 2-й, 1-й срок сева)

Таблица 2 – Урожайность клевера лугового 2-го года жизни при разных сроках сева

Срок сева (фактор А)	Удобрение (фактор В)	Урожайность, ц/га				± Прибавка	
		укос			Σ	ц/га	%
		1	2	3			
<i>Зеленая масса</i>							
11 августа	P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	233,0	235,3	219,3	687,6	–	–
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	256,7	282,3	171,4	710,4	22,8	3,3
Среднее по фактору А		244,9	258,8	195,4	699,0		
21 августа	P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	162,0	301,7	175,3	639,0	–	–
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	178,7	270,7	255,3	704,7	65,7	10,3
Среднее по фактору А		170,4	286,2	215,3	671,9		
<i>Сухая масса</i>							
11 августа	P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	35,9	46,8	42,8	125,5	–	–
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	35,4	53,6	30,5	119,5	–6,0	–4,8
Среднее по фактору А		35,7	50,2	36,7	122,5		
21 августа	P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	27,5	60,6	30,2	118,3	–	–
	N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>90</sub>	27,9	50,3	40,6	118,8	0,5	0,4
Среднее по фактору А		27,7	55,5	35,4	118,6		
НСР <sub>05</sub> , ц/га сухой массы				А	8,2		
				В	6,3		
				АВ	11,4		

Таблица 3 – Ботанический состав травостоя клевера лугового второго года жизни

Срок сева	Ботанический состав травостоя, %							
	укос						среднее	
	1		2		3		клевер луговой	разно-травье
	клевер луговой	разно-травье	клевер луговой	разно-травье	клевер луговой	разно-травье		
11.08	41,2	58,8	62,7	37,3	79,6	20,4	61,2	38,8
21.08	56,4	43,6	66,7	33,3	85,6	14,4	69,6	30,4

– экономический эффект технологии получается за счет повышения урожайности зерновой культуры (на 10–15 %), посеянной в чистом виде, в результате высева оптимальной нормы семян, внесения необходимых доз удобрений и проведения химической прополки посевов в оптимальные сроки.

**Литература**

- Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://government.by/upload/docs/program\\_ek2016-2020/](http://government.by/upload/docs/program_ek2016-2020/). – Дата доступа: 09.01.2020.
- Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отрасл. регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч. практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск: Беларусь, 2012. – С. 147–159.
- Пташеч, О. В. Агрэоэканамічная эфектыўнасць возделывания люцерны посевной для кормовых целей на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.06 / О. В. Пташеч. – Минск, 2015. – 154 л.
- Червань, С. Г. Влияние удобрений на производительную способность и плодородие минеральных остаточно-торфяных и постторфяных почв Полесья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / С. Г. Червань. – Минск, 2013. – 15 с.
- Шлапунов, В. Н. Результаты исследований беспокровного посева люцерны / В. Н. Шлапунов, А. Л. Бирюкович, А. Н. Романович // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 6 (120). – С. 5–8.
- Технологические аспекты возделывания многолетних трав [Электронный ресурс] / Ф. И. Привалов [и др.]. – Режим доступа: <http://mshp.gov.by/arekomendacii/zs/2013/ret.pdf/> – Дата доступа: 09.01.2020.
- Слюсар, И. Т. Использование осушенных земель в условиях климатических изменений / И. Т. Слюсар, В. Г. Кургак, А. Л. Бирюкович // Мелиорация. – 2010. – № 1 (63). – С. 49–55.
- Камышенко, Г. Погодные условия Беларуси и урожайность сельскохозяйственных культур (математико-статистический анализ) / Г. Камышенко. – Deutschland: Lap Lambert Academic Publishing, 2013. – 158 с.
- Многолетние травы – гарант производства высококачественных кормов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://03.05.2019.mshp.gov.by/>. – Дата доступа: 09.01.2020.

## Возделывание льна-долгунца в звене зерно-льняного севооборота, уплотненного промежуточными пожнивными культурами на зеленое удобрение

В. А. Прудников, доктор с.-х. наук, Н. В. Степанова, кандидат с.-х. наук  
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 10.04.2020 г.)

В работе представлены результаты трехлетних исследований (2016–2018 гг.) по возделыванию промежуточных пожнивных культур (гречиха посевная, редька масличная, горчица белой,) на зеленое удобрение при уплотнении звена зерно-льняного севооборота в северо-восточной части Беларуси на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Запашка зеленого удобрения обеспечила среднюю прибавку урожая семян льна-долгунца 0,8–1,5 ц/га, тресты – 3,4–4,5, волокна – 1,0–1,7 ц/га, повышение гибкости волокна на 16–19 %, тонины – на 13–20 %, добротности льняной пряжи – на 7–8 %, прибыль с гектара посева – 811,6–891,5 руб. при рентабельности выращивания 55–61 %.

### Введение

В настоящее время организация сельскохозяйственного производства не может полностью обеспечить бездефицитный баланс гумуса пахотных земель. Особенно это касается зерно-льняных севооборотов. Низкое естественное плодородие почв, выделяемых под лен, компенсируется минеральными удобрениями, однако для получения рентабельной конкурентоспособной продукции этого недостаточно.

Использование под лен-долгунец только минеральных удобрений за последние десятилетия привело к повышению содержания азота в льносоломе в 2 раза: с 0,3–0,4 % (отмеченное 50 лет назад) до 0,7–0,8 % (в настоящее время) [1]. Увеличение содержания азота в стебле стимулирует образование труднорастворимых форм пектинов с пониженным молекулярным весом и меньшим содержанием метоксильных групп [2]. Это затрудняет отделяемость костры от целлюлозы и снижает номер волокна. Низкая оструктуренность пахотного слоя и обеспеченность необходимого водно-воздушного режима снижает содержание пектиновых веществ и лигнина внутри клеточных стенок волокна, что нарушает соединение элементарных волокон в волокнистом пучке и приводит к снижению прочности волокна. А нарушение соотношения в лубе гемицеллюлоз и лигнина по тем же причинам снижает гибкость волокна. Таким образом, потери качества волокна тесно связаны с физическими и химическими свойствами почвы, которые влияют на формирование структуры и прядильной способности суровых льняных волокон: содержание гемицеллюлоз, лигнина, пектинов, степень одревеснения средних пластинок и суммарную энергию водородных связей, которая связана с плотностью волокна [3].

Мониторинг посевных площадей льна установил массовое наличие зерно-льняных севооборотов, на полях которых вообще не вносятся органические удобрения в виду их дефицита или отсутствия в хозяйствах. И это одна из основных причин, почему в Беларуси нет высоких номеров волокна. Возделывание промежуточ-

*The work presents the results of three years of research (2016–2018) on the cultivation of intermediate crop crops (buckwheat, oilseed radish, white mustard) for green manure during compaction of the crop rotation link in the north-eastern part of Belarus on sod-podzolic medium loamy soil. The stocking of green fertilizer provided an average increase in flax seeds of 0,8–1,5, trusts – 3,4–4,5, fiber – 1,0–1,7 c/ha, increasing the flexibility of the fiber by 16–19 %, fineness – by 13–20 %, quality factor of linen yarn – by 7–8 %; profit per hectare of sowing – 811,6–891,5 rubles with a profitability of cultivation of 55–61 %.*

ных пожнивных культур на зеленое удобрение может стать источником пополнения в почве органического вещества, что позволит улучшить отдельные показатели плодородия почвы, видовой и количественный состав микроорганизмов почвы, участвующих в деструкции стеблей льна в период их мацерации.

Целью исследований стало изучение влияния уплотнения звена зерно-льняного севооборота промежуточными пожнивными культурами в северо-восточной части Беларуси для пополнения в почве органического вещества на продуктивность и качество льна-долгунца.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» в Оршанском районе Витебской области в 2016–2018 гг. с использованием сорта льна-долгунца Грант. В качестве промежуточной культуры изучались: гречиха посевная с нормой высева семян 80 кг/га, редька масличная – 15 кг/га, горчица белая – 8,0 кг/га.

Полевые опыты закладывали на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, развивающейся на лессовидном пылеватом суглинке, подстилаемом с глубины 100 см мореной, с содержанием гумуса 1,8 %, подвижных форм фосфора – 190–200, калия – 130–185, цинка – 3,5–4,2, бора – 0,62, меди – 2,2–2,8 мг/кг почвы, кислотность почвенного раствора pH (KCl) – 5,3–5,6. Повторность полевого опыта четырехкратная, площадь общей деланки – 28, учетной – 15 м<sup>2</sup> [4].

Сев изучаемых промежуточных культур осуществляли после уборки озимой пшеницы сеялкой Амазоне АД-303 в 2015–2017 гг. без внесения минеральных удобрений. Перед севом стерню пшеницы обрабатывали дисковым БДМ-4, зеленую массу измельчали МБУ-4 и запахивали на глубину 20–22 см.

Сев льна-долгунца проводили сеялкой Саксония с междурядьем 10 см, норма высева семян – 22,0 млн шт./га. Мероприятия по защите посевов от сорной растительности и болезней проводили согласно отраслевому технологическому регламенту возделывания

льна-долгунца [5]. Уборку осуществляли терблением посева (ТЛН-1,5) с последующей вязкой стеблей в снопы, ручным обмолотом и расстилом в ленты.

Химический состав зеленой массы определяли методом мокрого озоления с последующим определением макроэлементов [6, 7, 8], качество льнопродукции – согласно действующим стандартам на тресту льняную СТБ 1194–2007 [9] и длинное трепаное волокно СТБ 1195–2008 [10].

**Результаты исследований и их обсуждение**

Для формирования промежуточными культурами зеленой массы большое значение имеют погодные условия, а следовательно, и сроки сева. Сев культур в 2015 и 2016 г. осуществляли в оптимальные сроки (28 и 29 июля). При развитии растений в удовлетворительных по температуре и влагообеспечению условиях к моменту запашки они накопили сырую биомассу: гречихи посевной – 216,6 ц/га, редьки масличной – 201,1, горчицы белой – 116,6 ц/га (таблица 1). В пересчете на воздушно-сухую биомассу это соответствовало 18,1–32,5 ц/га.

По химическому составу полученная биомасса в пересчете на физический вес содержала 21–34 кг/га д. в. азота, 20–50 кг/га д. в. фосфора, 22–70 кг/га д. в. калия. Максимальное накопление элементов по фосфору и калию обеспечил посев гречихи посевной, по азоту – посев редьки масличной.

В 2017 г. сев промежуточных культур был осуществлен 17 августа в связи с поздней уборкой стерневой культуры. К моменту их запашки на зеленое удобрение (24.10.2017) накопление сырой биомассы составило: гре-

чихи посевной – 44,4 ц/га, редьки масличной – 126,0, горчицы белой – 77,4 ц/га. В пересчете на воздушно-сухую биомассу промежуточные культуры сформировали только 7,4–15,6 ц/га. По отношению к урожаю 2015–2016 гг. к моменту запашки гречиха посевная сформировала только 20,5 % сырой биомассы, редька масличная – 62,7 %, горчица белая – 66,4 %.

В 2017 г. изучаемые промежуточные культуры накопили в зеленой массе только 6–19 кг/га д. в. азота, 11–25 кг/га д. в. фосфора, 12–25 кг/га д. в. калия. Максимальное накопление элементов обеспечил посев редьки масличной при запашке 126 ц/га зеленой массы.

Для чистоты эксперимента по определению эффективности промежуточных культур в качестве зеленого удобрения урожайность льнопродукции приведена при внесении минеральных удобрений в дозах калия 90, фосфора – 60, азота – 0 кг/га д. в. При выдержанных сроках и приемах технологии возделывания льна-долгунца в севообороте без уплотнения в среднем за 2016–2018 гг. было получено 6,1 ц/га семян, 43,5 ц/га тресты и 14,3 ц/га волокна (таблица 2).

Посев изучаемых промежуточных культур после озимой пшеницы и запашка на зеленое удобрение обеспечил достоверную прибавку урожая: семян – 0,8–1,5 ц/га, тресты – 3,4–4,5, волокна – 1,0–1,7 ц/га, в том числе длинного – 0,8–1,3 ц/га. Максимальные прибавки урожая семян – 1,5 ц/га, тресты – 4,5 ц/га и волокна – 1,7 ц/га получены при посеве в качестве промежуточной культуры редьки масличной, которая в условиях 2015–2017 гг. сформировала 126–201 ц/га зеленой массы и накопила в ней азота 19–34, фосфора – 25–44, калия – 25–45 кг/га д. в.

**Таблица 1 – Накопление биомассы промежуточными культурами при уплотнении звена зерно-льняного севооборота**

Промежуточная культура	Урожайность, ц/га биомассы		Накопление сухого вещества, %	Содержание элементов питания, кг/га д. в.		
	сырая	воздушно-сухая		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<i>В удовлетворительных условиях развития растений 2015–2016 гг.</i>						
Гречиха посевная	216,6	32,5	15,0	25,0	50,4	70,2
Редька масличная	201,1	28,2	14,0	34,1	44,3	44,6
Горчица белая	116,6	18,1	15,5	21,2	20,1	21,9
<i>В условиях позднего сева 2017 г.</i>						
Гречиха посевная	44,4	7,4	16,7	5,7	11,5	16,0
Редька масличная	126,0	15,6	12,4	18,9	24,5	24,6
Горчица белая	77,4	10,0	12,9	11,7	11,1	12,1

**Таблица 2 – Влияние посева промежуточных культур на зеленое удобрение в звене зерно-льняного севооборота на урожайность льна-долгунца (2016–2018 гг.)**

Вариант	Полегание посева, балл	Урожайность, ц/га				Содержание волокна в тресте, %	
		семена	треста	волокно		общее	длинное
				общее	длинное		
Контроль	5,0	6,1	43,5	14,3	10,4	32,8	23,9
Гречиха посевная	5,0	7,4	47,0	15,5	11,2	33,0	23,9
Редька масличная	4,8	7,6	48,0	16,0	11,7	33,3	24,3
Горчица белая	4,8	6,9	46,9	15,3	11,3	32,7	24,1
НСР <sub>0,5</sub>		0,45	1,54	0,49	0,38		

**Таблица 3 – Влияние посева промежуточных культур на зеленое удобрение в звене зерно-льняного севооборота на показатели качества длинного трепаного волокна (2016–2018 гг.)**

Вариант	Горстевая длина, см	Цвет, группа	Гибкость, мм	Разрывная нагрузка, Н	Тонина, мм/мг	Номер волокна	Добротность пряжи, км
Контроль	61	4	32	278	180,6	12	13,2
Гречиха посевная	61	4	37	280	210,6	12	14,1
Редька масличная	61	4	37	282	203,2	12	14,1
Горчица белая	60	4	38	276	216,6	12	14,2

**Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания льна-долгунца в звене севооборота, уплотненном промежуточными культурами на зеленое удобрение (в ценах 2018 г.)**

Вариант	Урожайность, ц/га		Номер тресты	Стоимость продукции, руб./га	Затраты на выращивание, руб./га	Прибыль (убытки), руб./га	Рентабельность, %
	семян	тресты					
Контроль	6,1	43,5	2,00	2097,6	1417,8	679,8	47,9
Гречиха посевная	7,4	47,0	2,00	2295,0	1483,4	811,6	54,7
Редька масличная	7,6	48,0	2,00	2345,6	1454,1	891,5	61,3
Горчица белая	6,9	46,9	2,00	2270,1	1419,4	850,7	59,9

Возделывание промежуточных пожнивных культур на зеленое удобрение не влияло на номер длинного трепаного волокна. По совокупности физико-механических показателей номер волокна 12 соответствовал контрольному варианту (таблица 3). Однако волокно, полученное после заправки изучаемых промежуточных культур, имело некоторые преимущества по показателям качества гибкости (+5–6 мм к контролю) и тонины (+22,6–36,0 мм/мг) к контролю. На основании полученных показателей качества длинного трепаного волокна рассчитана прогнозная прядильная способность волокна – добротность пряжи. При заправке промежуточных культур на зеленое удобрение добротность льняной пряжи повышалась на 6,8–7,6 %.

Использование изучаемых промежуточных культур на зеленое удобрение в звене зерно-льняного севооборота обеспечило прибыль с гектара посева льна-долгунца 811,6–891,5 рублей при рентабельности выращивания 54,7–61,3 % (таблица 4). Экономическая эффективность данного технологического приема по культурам составила: гречиха посевная – 131,8 руб./га, редька масличная – 211,7, горчица белая – 170,9 руб./га.

### Заключение

Уплотнение звена зерно-льняного севооборота промежуточными пожнивными культурами (гречихой посевной, редькой масличной, горчицей белой) в качестве органического удобрения в условиях северо-восточной части республики в среднем за 2016–2018 гг. обеспечило достоверную прибавку урожая семян льна-долгунца – 0,8–1,5 ц/га, тресты – 3,4–4,5, волокна – 1,0–1,7 ц/га, в том числе длинного – 0,8–1,3 ц/га, прибыль с гектара посева – 811,6–891,5 руб. при рентабельности выращивания 54,7–61,3 %. Полученное волокно имело преимущество по показателям качества гибкости (+16–19 % к контролю), тонины (+13–20 % к контролю), добротности пряжи (+7–8 % к контролю) без повышения расчетного номера.

Наиболее эффективным определен посев редьки масличной (15 кг/га) после уборки озимой пшеницы,

который при накоплении к моменту заправки зеленой массы 126–201 ц/га, что в пересчете на физический вес соответствовало 19–34 кг/га д. в. азота, 25–44 кг/га д. в. фосфора, 25–45 кг/га д. в. калия, обеспечил урожайность 7,6 ц/га семян, тресты – 48,0, волокна – 16,0 ц/га, в том числе длинного – 11,7 ц/га, прибыль – 891,5 руб./га при рентабельности выращивания льна 61 %.

### Литература

1. Технология и организация производства высококачественной продукции льна-долгунца / В. П. Понажев [и др.]; под общ. ред. А. А. Нетесова. – М: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 148 с.
2. Соболев, М. А. Химия льна и лубоволокнистых материалов / М. А. Соболев. – Москва: Изд-во науч.-технич. лит. лег. пром. «Гизлегпром», 1963. – 142 с.
3. Гурусова, А. А. Влияние химического состава и структуры волокон на их качество и основные принципы построения технологии получения тресты с применением химических реагентов: автореф. ... дис. канд. тех. наук: 05.19.02 / А. А. Гурусова; Костромской технологический институт. – Кострома, 1998. – 19 с.
4. 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.
5. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы / В. Г. Гусаков [и др.]. // Утвержден Минсельхозпрод РБ. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 47 с.
6. Агрохимия. Практикум: учебное пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; УО «БГСХА»; под ред. И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреша. – Минск, 2010. – 368 с.
7. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. ГОСТ 13496.4–93. – Введ. 01.01.1995. – Москва: Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2011. – 18 с.
8. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора. ГОСТ 26657–97. – Введ. 01.01.1999. – Минск: Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 10 с.
9. Треста льняная. Требования при заготовках. СТБ 1194–2007. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Госстандарт РБ, 2009. – 12 с.
10. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия. СТБ 1195–2008. – Введ. 01.11.2008. – Минск: Госстандарт РБ, 2008. – 18 с.

# Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику площади листовой поверхности, урожайность и качество столовой свеклы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

И. Р. Вильдфлуш, доктор с.-х. наук, Н. Э. Хизанейшвили, аспирант  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 14.05.2020 г.)

*В статье изложены результаты изучения влияния на урожайность и качество корнеплодов столовой свеклы белорусских микроудобрений МикроСтим, регулятора роста Экосил, польского микроудобрения Эколист Бор. Установлено, что применение изучаемых микроудобрений способствует повышению урожайности корнеплодов столовой свеклы, а также содержанию в них сухого вещества и сахаров.*

*The article presents the results of a study of the impact on yield and quality of root crops of beetroot of Belarusian microfertilizers MicroStim, Ecosil growth regulator, Polish microfertilizer Ekolist Bor. It has been established that the use of the micronutrients under study contributes to an increase in the yield of table beet root crops, as well as to the content of dry matter and sugars in them.*

## Введение

Стремительное нарастание экологической нагрузки на человека в современном мире требует полноценного, качественного питания, основанного на овощной продукции. Здоровье человека, его работоспособность и продолжительность жизни непременно зависят от наличия в рационе овощей, которые являются источником витаминов, макро-, микроэлементов, антиоксидантов, и других биологически активных веществ [1].

Широко распространенным овощем в Беларуси является столовая свекла, которая богата углеводами, минеральными веществами, органическими кислотами и витаминами [2]. Годовая норма потребления столовой свеклы составляет около 18 кг [3].

В Республике Беларусь отмечается снижение посевных площадей столовых корнеплодов, при этом средняя урожайность в производственных условиях не превышает 30 т/га, хотя потенциал урожайности современных сортов и гибридов столовой свеклы составляет более 80 т/га [4, 5].

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур возможно только при поступлении в растения всех элементов питания в расчетных дозах и в наиболее критические периоды роста и развития, причем наиболее оптимальным является одновременное поступление макро- и микроэлементов [6, 7].

Ввиду низкого содержания в почвах Беларуси подвижных форм микроэлементов, они являются одним из лимитирующих факторов повышения продуктивности растений [8]. Еще одним рычагом в управлении ростом и развитием растений являются регуляторы роста, которые при незначительных затратах способны повышать устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды и повышать урожайность [6].

В Республике Беларусь в лаборатории микроэлементов Института почвоведения и агрохимии разработаны и зарегистрированы различные марки жидких микроудобрений МикроСтим с биостимулятором (гидрогумат) [9]. Изучение влияния данных микроудобрений на урожайность и качество продукции при возделывании сельскохозяйственных культур является весьма актуальным для продвижения отечественных микроудобрений на рынок и импортозамещения.

Цель исследований – изучить влияние систем удобрения на динамику нарастания площади листовой поверхности посевов, урожайность и качество корнеплодов свеклы столовой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

## Методика и объекты исследований

Исследования со столовой свеклой сорта Гаспадыня проводили в 2018–2019 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Гаспадыня – это среднеспелый сорт столовой свеклы, односторостковый, выведен в РУП «Институт овощеводства». Vegetационный период составляет 85–115 дней. Потенциальная урожайность корнеплодов – более 60 т/га. Товарность – 95 %. Корнеплоды округлые и округло-плоские, массой 220–420 г, окраска поверхности корнеплода бордовая, кольцеватость слабовыраженная. Вкусовые качества высокие, сорт среднеустойчив к поражению церкоспорозом и пероноспорозом. Предназначен для потребления в свежем виде, переработки и хранения. Лежкость – 82–86 %, сорт включен в Госреестр Республики Беларусь по всем областям с 2010 г. [4].

По агрохимическим показателям почва опытного участка характеризовалась низким и средним содержанием гумуса (1,2–1,7 %), слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды ( $pH_{KCl} = 5,5–6,1$ ), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (208,7–265,5 мг/кг почвы) и калия (293,5–295,0 мг/кг почвы), средним содержанием подвижных форм меди и низким и средним содержанием цинка (1,54–1,71 и 1,53–3,75 мг/кг почвы соответственно).

В опытах применяли удобрения: карбамид (46 % N), суперфосфат аммонизированный (42 %  $P_2O_5$ , 10 % N), хлорид калия (60 %  $K_2O$ ); Эколист Бор (150 г/л бора) (Польша); МикроСтим В (150 г/л бора, 0,6–8,0 г/л гуматов, 50 г/л N), МикроСтим Си (78 г/л меди, 0,6–5,0 г/л гуматов, 65 г/л N), МикроСтим В, Си (40 г/л бора, 40 г/л меди, 0,6–6,0 г/л гуматов, 65 г/л N), регулятор роста Экосил (50 г/л тритерпеновых кислот) (Беларусь).

Минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия) вносили до сева в один прием под культивацию.

Некорневую подкормку микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим В проводили в дозе 2 л/га в фазе начала формирования корнеплода, повторно – через месяц в той же дозе. МикроСтим Си и МикроСтим В, Си применяли в дозах 1 и 2 л/га соответственно в той же фазе развития столовой свеклы с повторным внесением в тех же дозах через месяц после первой обработки. Регулятор роста Экосил применяли двукратно в дозе 50 мл/га в фазе 8–10 листьев и повторно через 15 дней.

Определение сухого вещества проводили методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 28561–90, содержание сахаров – по Бертрану ГОСТ 8756,13–87, нитратов – количественным ионометрическим методом по ГОСТ 29270–95. Площадь листьев определяли по методике Н. Ф. Коняева [10]. Учет урожая корнеплодов проводили сплошным поделяночным методом путем взвешивания корнеплодов. Статистическая обработка результатов исследований проведена по Б. А. Доспехову [11] и М. Ф. Дембицкому [12].

Общая площадь делянки – 14,4 м<sup>2</sup>, учетная – 10,8 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная. Предшественник – картофель. Посев однострочный, на ровной поверхности с междурядьем 45 см, норма высева – 12 кг/га. Срок сева – I декада мая. Агротехника возделывания – общепринятая для Беларуси.

Система защиты посевов столовой свеклы от болезней, вредителей и сорняков включала в себя следующие мероприятия: 1-я химпрополка – Пирамин турбо в норме расхода 2 л/га через 3 дня после сева; 2-я химпрополка – Пирамин турбо, 1,5 л/га + Бельведер форте, 0,7 л/га через 10 дней после первой обработки; 3-я химпрополка – Пирамин турбо, 1 л/га + Бельведер форте, 0,7 л/га при появлении семядолей сорняков; 4-я химпрополка – Бельведер форте, 0,7 л/га при появлении семядолей сорняков. Против злаковых сорняков применяли граминцид Фюзилад форте в норме расхода 1 л/га однократно при появлении всходов проса куриного независимо от фазы развития свеклы. Против

вредителей (свекловичные блошки) и церкоспороза применяли инсектицид Фаскорд, 0,1 л/га в смеси с фунгицидом Прозаро, 0,6 л/га в фазе 4–6 листьев. Применяемая система защиты столовой свеклы от вредных организмов способствовала формированию здорового листового аппарата растений, практически полному отсутствию сорняков в посевах, что благоприятно сказалось на урожайности корнеплодов.

### Результаты исследований и их обсуждение

В начальный период роста площадь листовой поверхности у растений столовой свеклы существенно не отличалась по вариантам кроме контроля, где этот показатель был самым низким и составил 53,3 см<sup>2</sup> (таблица 1). В фазе начала формирования корнеплода до проведения некорневых подкормок микроудобрениями с возрастанием доз минеральных удобрений соответственно возрастала площадь листовой поверхности растений. В фазе технической спелости все изучаемые микроудобрения и регулятор роста Экосил на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> способствовали увеличению площади листовой поверхности на 62,3–182,8 см<sup>2</sup>. Наибольшая площадь листьев у растений свеклы была в варианте N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> + МикроСтим В, Си – 1245,7 см<sup>2</sup>, что обеспечивало максимальную урожайность корнеплодов в этом варианте опыта. К моменту уборки площадь листовой поверхности во всех вариантах уменьшилась из-за естественного отмирания старых нижних листьев у растений свеклы.

За 2018–2019 гг. исследований средняя урожайность корнеплодов столовой свеклы в варианте без удобрений составила 20,3 т/га (таблица 2). Применение минеральных удобрений в дозе N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> обеспечивало прибавку урожая корнеплодов 18,8 и 24,4 т/га соответственно по отношению к контролю. Окупаемость 1 кг NPK кг корнеплодов в этих вариантах составила 82 и 81 кг соответственно.

Некорневая подкормка посевов свеклы микроудобрениями Эколист В и МикроСтим В на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> повышала урожайность корнеплодов на 5,4 и 6,1 т/га при окупаемости 1 кг NPK 99 и 102 кг корнеплодов соответственно. Белорусское микроудобрение МикроСтим В

Таблица 1 – Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику площади листовой поверхности растений столовой свеклы (среднее, 2018–2019 гг.)

Вариант	Площадь листовой поверхности одного растения, см <sup>2</sup>			
	3–4 листа	начало формирования корнеплода	техническая спелость	уборка
1. Контроль (без удобрений)	53,3	598,1	705,2	675,9
2. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	73,9	659,9	797,5	764,7
3. N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> – фон	73,0	679,1	1062,9	995,6
4. Фон + Эколист В	73,1	675,2	1176,2	1081,1
5. Фон + МикроСтим В	72,8	678,6	1192,7	1054,4
6. Фон + МикроСтим Си	72,9	679,3	1128,9	1028,2
7. Фон + МикроСтим В, Си	72,9	681,3	1198,6	1017,1
8. Фон + Экосил	74,6	683,1	1125,2	1025,4
9. N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub> + МикроСтим В, Си	74,6	701,9	1245,7	1096,1
НСР <sub>05</sub>	3,3	21,0	42,0	38,3

**Таблица 2 – Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность корнеплодов столовой свеклы**

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка урожая, т/га		Окупаемость 1 кг NPK, кг корнеплодов
	2018 г.	2019 г.	среднее	к контролю	к фону	
1. Контроль (без удобрений)	17,4	23,3	20,3	–	–	–
2. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	37,7	40,5	39,1	18,8	–	82
3. N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> – фон	42,6	46,9	44,7	24,4	–	81
4. Фон + Эколист В	49,6	50,7	50,1	29,8	5,4	99
5. Фон + МикроСтим В	49,9	51,8	50,8	30,5	6,1	102
6. Фон + МикроСтим Си	45,9	53,9	49,9	29,6	5,2	99
7. Фон + МикроСтим В, Си	51,5	53,8	52,7	32,4	8,0	108
8. Фон + Экосил	46,2	52,5	49,3	29,0	4,6	97
9. N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub> + МикроСтим В, Си	53,6	56,0	54,8	34,5	–	105
НСР <sub>05</sub>	2,3	2,1	1,6	–	–	–

**Таблица 3 – Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на показатели качества корнеплодов столовой свеклы (среднее, 2018–2019 гг.)**

Вариант	Товарность, %	Сухое вещество, %	Сахара, %	Нитраты, мг/кг сырой массы	
				2018 г.	2019 г.
1. Контроль (без удобрений)	66,0	14,7	10,7	882	645
2. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	84,2	13,7	11,3	1078	870
3. N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> – фон	88,4	15,3	12,1	1341	1025
4. Фон + Эколист В	92,8	16,5	13,6	1209	913
5. Фон + МикроСтим В	94,6	16,1	13,4	1237	865
6. Фон + МикроСтим Си	90,6	15,9	12,8	1261	898
7. Фон + МикроСтим В, Си	92,7	17,1	14,9	1242	753
8. Фон + Экосил	90,2	15,7	13,3	1171	772
9. N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub> + МикроСтим В, Си	92,7	17,3	15,6	1354	923
НСР <sub>05</sub>	2,6	0,5	0,6	58	39

по влиянию на урожайность корнеплодов не уступало польскому микроудобрению Эколист В, и поэтому оно может быть использовано для импортозамещения, так как дешевле польского.

Обработка посевов микроудобрением с регулятором роста МикроСтим Си на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> обеспечило прибавку урожая 5,2 т/га с окупаемостью 1 кг NPK 99 кг корнеплодов.

Микроудобрение с регулятором роста МикроСтим В, Си на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> и N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> обеспечивало урожайность на уровне 52,7 и 54,8 т/га с окупаемостью 1 кг NPK 108 и 105 кг корнеплодов соответственно. Таким образом, на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> некорневые подкормки медными и борными микроудобрениями по действию на урожайность корнеплодов были равнозначными. Максимальная урожайность корнеплодов достигалась внесением борно-медных микроудобрений.

Применение регулятора роста Экосил в посевах свеклы на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> повышало урожайность корнеплодов на 4,6 т/га, а окупаемость 1 кг NPK составила 97 кг корнеплодов.

Минимальная доля товарных корнеплодов была отмечена в варианте без удобрений – 66 % (таблица 3). Одностороннее применение минеральных удобрений, а также их сочетание с обработкой посевов микроудобрениями и регулятором роста способствовало значительно повышению выхода товарных корнеплодов в доле урожая.

Так, по сравнению с контролем внесение минеральных удобрений в дозах N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> увеличивало выход товарных корнеплодов на 18,2 и 22,4 % – с 66,0 % до 84,2 и 88,4 % соответственно.

Микроудобрения Эколист В и МикроСтим В на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> повышали товарность корнеплодов свеклы на 4,4 и 6,2 % соответственно.

В вариантах с применением микроудобрения МикроСтим Си и регулятора роста Экосил на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> не отмечено увеличения товарности корнеплодов столовой свеклы.

Обработка посевов свеклы микроудобрением МикроСтим В, Си на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> и N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> повышало товарность корнеплодов на 4,3 %.

В среднем за 2018–2019 гг. исследований содержание сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы по вариантам опыта составляло от 13,7 до 17,3 %. В варианте без удобрений этот показатель находился на уровне 14,7 %. При внесении  $N_{70}P_{60}K_{100}$  происходило снижение содержания сухого вещества на 1 %. При повышении уровня минерального питания до  $N_{90}P_{80}K_{130}$  процент сухого вещества возрастал на 0,6 %.

На фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  обработка посевов микроудобрениями Эколист В, МикроСтим В, МикроСтим Си, МикроСтим В, Си повышала содержание сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы на 1,2 %, 0,8, 0,6 и 1,8 % соответственно.

Применение регулятора роста Экосил на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  не оказывало существенного влияния на содержание сухого вещества в корнеплодах.

Наибольшее содержание сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы (17,3 %) было отмечено при применении микроудобрения МикроСтим В, Си на фоне  $N_{100}P_{90}K_{140}$ .

Содержание сахаров в корнеплодах свеклы в варианте без удобрений было самым низким в опыте – 10,7 %. Внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{70}P_{60}K_{100}$  увеличивало содержание сахаров в корнеплодах на 0,6 %, а  $N_{90}P_{80}K_{130}$  – на 1,4 %.

Некорневая подкормка микроудобрениями Эколист В и МикроСтим В на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  увеличивала содержание сахаров на 1,5 и 1,3 % соответственно.

Обработка посевов свеклы микроудобрениями МикроСтим Си и МикроСтим В, Си на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  увеличивала содержание сахаров в корнеплодах на 0,7 и 2,8 % соответственно.

Применение регулятора роста Экосил на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  повышало содержание сахаров на 1,2 %.

Наибольшее содержание сахаров в корнеплодах столовой свеклы было в варианте  $N_{100}P_{90}K_{140}$  + МикроСтим В, Си – 15,6 %.

За период исследований в 2018–2019 гг. уровень содержания нитратов в корнеплодах столовой свеклы не превышал ПДК, значение которого для столовой свеклы составляет 1400 мг/кг сырой массы.

В 2018 г. содержание нитратов в корнеплодах было выше, чем в 2019 г. В среднем за годы исследований минимальное содержание нитратов в корнеплодах было отмечено в варианте без удобрений – 764 мг/кг сырой массы. Применение минеральных удобрений в дозах  $N_{70}P_{60}K_{100}$  и  $N_{90}P_{80}K_{130}$  повышало содержание нитратов по отношению к контролю на 196 и 459 мг/кг в 2018 г. и на 225 и 380 мг/кг в 2019 г.

Применение микроудобрений для некорневых подкормок и регулятора роста Экосил на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  снижало содержание нитратов в корнеплодах на 80–170 мг/кг сырой массы в 2018 г. и на 112–272 – в 2019 г.

## Выводы

1. Применение микроудобрений и регулятора роста существенно увеличивало площадь листовой поверхности растений столовой свеклы к фазе технической спелости и к моменту уборки.
2. Наибольшая площадь листовой поверхности одного растения столовой свеклы в фазе технической

спелости (1198,6 и 1245,7 см<sup>2</sup>) отмечена в вариантах  $N_{90}P_{80}K_{130}$  + МикроСтим В, Си и  $N_{100}P_{90}K_{140}$  + МикроСтим В, Си, что и обеспечило наиболее высокую урожайность корнеплодов (52,7 и 54,8 т/га) в этих вариантах опыта.

3. Некорневая подкормка посевов столовой свеклы микроудобрением МикроСтим В, Си на фоне  $N_{100}P_{90}K_{140}$  способствовала получению урожайности корнеплодов 54,8 т/га с наибольшим содержанием сухого вещества и сахаров – 17,3 и 15,6 % соответственно при окупаемости 1 кг NPK 105-ю кг корнеплодов.
4. Микроудобрение МикроСтим В на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  обеспечивало наибольшую товарность корнеплодов – 94,6 %.
5. Изучаемые системы удобрения с применением микроудобрений и регулятора роста Экосил не вызывали повышения содержания нитратов в корнеплодах столовой свеклы свыше ПДК.

## Литература

1. Царева, М. В. Факторы экологизации интенсивных технологий возделывания овощных культур и получения качественной продукции / М. В. Царева // Экологический мониторинг, моделирование и проектирование в условиях природных, городских и агроэкосистем: сб. материалов Московской междунар. летней экологич. школы MOSES-2015, Москва, 1–11 июля 2015 г. / РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева; редкол.: И. И. Васенева [и др.]. – М.: ООО «Скрипта манент», 2015. – С. 181–183.
2. Современные технологии в овощеводстве / А. А. Аутко [и др.]; под ред. А. А. Аутко. – Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 490 с.
3. Рынок овощей «борщового набора» / Т. Кучеренко // Овощеводство. – 2011. – № 12 (84). – С. 34–40.
4. Аутко, А. А. Концепция развития овощеводства в Республике Беларусь на период до 2015 года / А. А. Аутко, Н. П. Купренко // Овощеводство: сб. науч. тр. / РУП Ин-т овощеводства НАН Беларуси; редкол.: А. А. Аутко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 17. – С. 7–19.
5. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2018. – 235 с.
6. Оптимизация системы удобрения сельскохозяйственных культур при комплексном применении макро-, микроудобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 34 с.
7. Микроэлементы в сельском хозяйстве / С. Ю. Булыгин [и др.]; под ред. С. Ю. Булыгина. – 3-е изд. – Днепропетровск: Січ, 2007. – 100 с.
8. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
9. Эффективность некорневых подкормок жидкими микроудобрениями МикроСтим при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах / М. В. Рак [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 1 (60). – С. 180–192.
10. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – М., 2011. – 650 с.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1985. – 235 с.
12. Дзямібці, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямібці // Вес. Нац. акад. аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3 – С. 60–64.

## Новое поколение комплексных гранулированных органоминеральных удобрений пролонгированного действия

Н. Н. Бамбалов, Г. А. Соколов  
Институт природопользования НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 30.03.2020 г.)

*Быстрая растворимость в воде стандартных минеральных удобрений является главной причиной их больших потерь (до 40 %) и загрязнения окружающей среды элементами питания растений. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и качества продукции с увеличением доз минеральных удобрений ограничено негативными экологическими и экономическими последствиями.*

*Использование органических удобрений в земледелии также ограничено экологическими и экономическими факторами и сырьевыми ресурсами. Предлагается комплексное решение проблемы путем применения экологически надёжных комплексных органоминеральных гранулированных удобрений (КГУ) пролонгированного действия. Рассматриваются преимущества КГУ и перспективы их применения в земледелии Беларуси. Создана пилотная установка по производству КГУ с выпуском до 1000 т удобрений в год, выполнены государственные регистрационные испытания КГУ на овощных культурах и картофеле. Сделан вывод о том, что во второй половине XXI века удобрения с программированным высвобождением питательных веществ постепенно станут доминирующей формой.*

### Введение

В мировой научной и популярной литературе много внимания уделяют неудовлетворительному качеству сельскохозяйственной продукции и негативным процессам в окружающей среде, происходящим под воздействием быстрорастворимых форм минеральных удобрений, и, как протест общества против их применения, сформировалась новая практика хозяйствования – органическое земледелие.

Последние 170 лет принято считать эпохой ускоренного развития общемирового производства и применения минеральных удобрений, позволившей человечеству совершить большой скачок в обеспечении населения продовольствием за счёт многократного повышения урожайности сельскохозяйственных культур, валовых сборов зерна, овощей, производства мяса, молока и другой продукции [1]. Полагают, что земледелию на планете более 4 тысяч лет, и почти всё это время урожайность сельскохозяйственных культур не превышала нескольких центнеров с гектара в пересчёте на зерно. Рост урожая начался лишь после распространения посевов бобовых культур и особенно ускоренно – с применением минеральных удобрений.

В Беларуси за последние 60 лет среднегодовая урожайность увеличилась в 3,5–5 раз по сравнению с получаемой в течение предшествующего века. Применяемые ныне минеральные удобрения дают ощутимые прибавки урожая всех культур, и без них не было бы тех достижений, которые имеет сельское хозяйство: впер-

*The fast solubility of standard forms of mineral fertilizers in water is the main reason for their large losses (up to 40 %) and environmental pollution by nitrogen and potassium. Raising crop yields and product quality up with increasing doses of mineral fertilizers is limited by negative environmental and economic consequences. The use of organic fertilizers in agriculture is also limited by environmental and economic factors as well as raw material resources.*

*A compromise solution to the problem is proposed by using environmentally compatible long-acting Complex organomineral Granulated Fertilizers (CGF). The advantages of CGF and their application prospects in agriculture of Belarus are considered. A Pilot Plant for the production of CGF with the capacity of 1000 ton of fertilizers per year was created and the CGF state registration tests with vegetable crops and potatoes were completed. It is concluded that in the second half of the 21st century, fertilizers with programmed release of nutrients will gradually become the dominant form.*

вые за всю историю Беларуси валовые сборы зерна в 2012 и 2014 г. значительно превышали 9 млн т [2], что явилось интегрированным результатом работ в области селекции, защиты растений, механизации и т. д., в том числе и применения удобрений, и это – выдающееся достижение науки и практики. В нашей стране навсегда исчезло такое понятие, как голод из-за неблагоприятных климатических явлений.

Конечно, урожай – это интегральный результат совместного действия многих факторов: обработки почвы, селекции, минерального и водного питания растений, их защиты от вредителей и болезней и многих других, всего – около 50. Причём все факторы незаменимы: отсутствие или недостаточное действие любого из них неизбежно ведёт к снижению урожайности. Однако даже на фоне блестящих успехов селекции, механизации работ и защиты растений определяющая роль гармоничного минерального питания растений при благоприятном водном режиме в построении величины и качества урожая несомненна. В Беларуси от применения одного килограмма минеральных удобрений получают 12–13 кг зерна. С точки зрения экономики это выгодно, потому что затраты на приобретение, доставку и внесение удобрений хорошо окупаются прибавками урожая. Вместе с тем применение минеральных удобрений имеет существенные агрономические, экологические и даже экономические ограничения, которые возрастают по мере увеличения их доз.

В гумидной зоне, где расположена Беларусь, нередко происходит загрязнение почв, поверхностных и грунтовых

вод, продукции растениеводства соединениями азота, калия, фосфора и сопутствующими им примесями, а в семиаридной и аридной зонах происходит аккумуляция в обрабатываемом слое почвы кадмия, урана и других тяжёлых металлов, являющихся природными примесями в фосфоритных и калийных рудах.

Из-за неравномерности внесения и быстрой растворимости минеральных удобрений в пахотном слое возникают локальные избыточные концентрации солей, оказывающие стрессовое воздействие на растения и почвенную биоту, особенно во время засух, когда их концентрация в почвенном растворе возрастает вследствие испарения воды. В дождливые периоды, наоборот, возникает недостаток питательных веществ из-за их выноса вертикальными и горизонтальными водными потоками, что негативно отражается не только на величине, но и на качестве урожая. Согласно опубликованным данным, в 2010–2018 гг. в Беларуси ежегодно вносили в пересчёте на 100 % питательные вещества: азота (N) – 377–497 тыс. т, калия ( $K_2O$ ) – 358–623 тыс. т, а теряли по 25–35 % от внесённого количества в зависимости от свойств почв [2]. Выходит, чтобы обеспечить потребность растений в питательных веществах для формирования урожая, приходится вносить в почву как минимум на четверть более фактически необходимого количества. Фосфорных удобрений вымывается значительно меньше – лишь несколько процентов от внесённой дозы. В целом получается, что чем больше вносим, тем больше теряем. К потерям также надо добавить затраты на перевозку удобрений от предприятий-производителей к районным и хозяйственным складам, на внесение удобрений, и если часть удобрений вымылась из почвы, то вместе с ней «вымылись» и все понесённые на эту часть расходы по доставке.

Кроме потерь питательных веществ обществу наносится огромный ущерб за счёт загрязнения окружающей среды вымываемыми из почвы удобрениями и сопутствующими примесями. Так, после проведения мелиорации земель в Полесье в результате применения быстрорастворимых удобрений содержание хлора, калия и азота в реке Припять и её притоках увеличилось от 3 до 40 раз [3]. В результате попадания питательных веществ в водоёмы и водотоки ускоренно развивались сине-зелёные водоросли («цветение» воды), которые, отмирая и разлагаясь с потреблением больших количеств растворённого кислорода, нередко приводили к летним заморам рыбы.

Особенно важный негативный факт: внесение быстрорастворимых форм минеральных удобрений при недостатке поступления органического вещества ведёт к ускоренному разрушению гумуса – фундамента плодородия. Это особенно чётко проявилось в период повсеместного применения жидкого аммиака в 70-х годах прошлого века, как наиболее дешёвого азотного удобрения. Избыток хорошо растворимых калийных удобрений действует аналогично. К сожалению, пока в Беларуси мало внимания обращают на нарастающую проблему дегумификации почв пашни. Лишь в монографии [4] даны количественные характеристики этого процесса и говорится о его опасности для земледелия.

Локальные избыточные концентрации минеральных удобрений разрушают агрономически ценные агрегаты почв, поэтому в периоды дождей суглинистые почвы с нарушенной структурой «заплывают», сильно замедляя

фильтрацию воды, что ведёт к её застою в понижениях, образованию вымочек и в итоге – к снижению урожайности.

Следует отметить, что в XX веке были созданы, безусловно, необходимые и оправдавшие себя на том временном этапе развития технологии производства минеральных удобрений, в том числе комплексных гранулированных, содержащих одновременно азот, фосфор и калий. Эти удобрения хорошо обеспечивают растения питательными веществами в нужных соотношениях, но они не обладают свойством пролонгированного действия. Содержащиеся в них азот и калий растворяются так же быстро, как и при раздельном внесении азотных и калийных удобрений, поэтому им присущи все пагубные последствия, характерные для простых либо смешанных минеральных удобрений. Даже при некоторых агротехнических преимуществах комплексные гранулированные минеральные удобрения уже морально устарели и не отвечают требованиям современного экологически безопасного и рационального земледелия из-за их быстрой растворимости, что предопределяет дробление нормы с обязательными подкормками растений азотом и калием, либо большие потери.

Возникают вопросы: как долго и сколько будем ещё непроизводительно терять питательные вещества и что необходимо сделать для предотвращения или хотя бы для снижения столь огромных потерь?

Экспериментально доказано, что с увеличением доз минеральных удобрений прибавки урожая сначала возрастают, но после достижения некоторой величины их прирост замедляется и постепенно становится незначительным. При этом удельные затраты на получение прибавок урожая непропорционально возрастают, «большие» урожаи становятся экономически излишне напряжёнными. При этом теряется хозяйственный смысл увеличения доз производимых ныне стандартных видов минеральных удобрений. В Западной Европе уже пройден предел, выше которого увеличение доз минеральных удобрений не приводит к желаемому и экономически выгодному повышению урожайности, но существенно снижает агрономическую, экологическую, экономическую, энергетическую эффективность и качество продукции. По этим причинам страны ЕС были вынуждены снизить дозы применяемых минеральных удобрений с 387 кг/га действующего вещества (NPK), применявшихся в среднем в 1990–2000 гг. до 292 кг/га в 2000–2018 г., то есть на четверть.

Возможность стабильного и долговременного получения «больших» урожаев за счёт быстрорастворимых минеральных удобрений по целому ряду реалий даже на лучших пахотных землях в мире оказалась состоятельной только на отрезок времени, ограниченный прошлым веком. Поэтому ныне применяемые минеральные удобрения без существенных изменений постепенно становятся всё более обременительными для Беларуси и всего мирового сообщества из-за их быстрой растворимости и недостаточной экологической совместимости.

На начальном этапе развития агрохимии как науки формировались два противоположных мнения о том, какие удобрения следует применять: быстро или медленно растворимые. Первую точку зрения выдвинул выдающийся немецкий химик Ю. Либих, вторую – не менее выдающийся русский химик Д. И. Менделеев. В то время в этом споре победа, обоснованная опытами и практикой, оказалась на стороне быстрорастворимых удобрений,

однако это была эпоха ограниченного распространения минеральных удобрений, когда вместе с увеличением доз быстро росли и прибавки урожая, а экологических и экономических проблем тогда ещё не возникало. Теперь же всё изменилось «до наоборот»: быстрорастворимые формы минеральных удобрений пришли в противовес с экологическими и экономическими законами развития земледелия и мирового сообщества, а востребованными становятся медленно растворимые формы удобрений (*slow release fertilizers*) особенно с программируемой скоростью высвобождения питательных веществ в течение всего периода вегетации растения.

Для замедления растворимости минеральных удобрений в почве применяют полимерные покрытия – полистирол, поливинилацетат, нитроцеллюлозу, поливинилхлорид, полиуретан, дициклопентадиен, полифенолы, винилацетат, силиконы, гидролизованный полиакрилонитрил, глицериновые эфиры органических ненасыщенных кислот, парафины, нефтяные масла, битумы, гидролизный лигнин, алкидные смолы, поверхностно-активные и многие другие синтетические вещества в дозах от 4 до 22 % от общей массы удобрения. Все эти соединения остаются в почве после использования растениями питательных веществ. Они чужеродны для биосферы, поэтому несовместимы с ней, а многие из них опасны для здоровья людей, животных и почвенной биоты. Многие из перечисленных веществ медленно разлагаются и способны накапливаться в корнеобитаемом слое, а при выносе из почв вертикальными и горизонтальными водными потоками загрязняют поверхностные и подземные воды, отравляют окружающую среду. Таким образом, многочисленные попытки создания медленно растворимых форм минеральных удобрений с использованием синтетических веществ пока не дали должного, с точки зрения экологической совместимости, результата, поэтому аграрии вынуждены пользоваться формами быстрорастворимых туков, поставляемых промышленностью.

Решить проблему питания населения за счёт органических удобрений тоже не получается из-за необходимости значительных объёмов их внесения в почву, что влечёт за собой существенные агрономические, экономические, экологические и даже сырьевые ограничения. Разные виды органических удобрений, как правило, не сбалансированы по питательным элементам, поэтому при дозах 100 и более тонн на гектар продукция и окружающая среда загрязняются нитратами и тяжёлыми металлами. Загрязнённые почвы уже появились вблизи крупных животноводческих комплексов. Необходимость многотоннажных перевозок и равномерного распределения по удобряемой площади требует существенных затрат. Вместе с тем белорусское земледелие испытывает дефицит органических удобрений: для поддержания бездефицитного баланса гумуса требуется ежегодно вносить в среднем по 12–13 т на один гектар, а вносится в среднем лишь по 9–11 т. Многие поля, особенно удалённые от животноводческих ферм, получают и того меньше.

Органическое (биологическое) земледелие не получило широкого распространения в Беларуси и других странах из-за низкой производительности, сложности с защитой растений и ряда других причин. Такое земледелие на данном этапе развития в принципе не сможет решить проблему обеспечения растущего населения планеты продуктами питания. Об этом свидетельствует,

например, опыт Черногории, где стремились всё земледелие сделать органическим. По истечении первых 3–4 лет, в связи с исчерпанием ранее накопленных питательных веществ в почве, урожаи резко снизились, создав серьёзные проблемы фермерам и обусловив возврат к прежним органоминеральным системам удобрений. Практика органического земледелия сопряжена с вероятным снижением на 30 % и более продуктивности возделываемых культур и оправдывает себя лишь в странах с избыточным уровнем сельскохозяйственного производства в относительно небольших специализированных предприятиях при условии соблюдения важнейшего закона земледелия – закона возврата.

### Основная часть

В связи с быстрым ростом численности населения планеты, обеспечение его потребностей в продуктах питания, наряду с количественными показателями, должно гарантировать их высокое качество для сохранения здоровья людей с минимальным ущербом для природной среды.

Разумный компромисс решения данных проблем может быть найден в производстве и применении органоминеральных комплексных гранулированных удобрений (КГУ) пролонгированного действия на основе натуральных органических веществ, так как они, с одной стороны, обладают свойствами минеральных удобрений снабжать растения питательными веществами, а с другой – свойствами органических удобрений снижать негативные последствия от высоких концентраций минеральных солей в почвенном растворе, способствовать улучшению почвенной структуры, сохранению гумуса, поддержанию микробиологической активности почвы и, кроме того, стимулируют рост и развитие растений за счёт наличия натуральных биологически активных веществ в оптимальных концентрациях.

Идея создания органоминеральных удобрений с замедленной растворимостью на основе торфа выдвинута и обоснована в 1930 г. российским торфохимиком профессором С. С. Драгуновым. В 30–60-х годах прошлого века для реализации данной идеи в СССР создавались простые смеси порошковых туков с органическими материалами (торф, перегной) и гранулированные формы. Однако простые смеси оказались недостаточно эффективными, а гранулированные не имели достаточной физической прочности для их перевозок [5].

Улучшенные формы комплексных гранулированных органоминеральных удобрений были получены лишь в конце 80-х годов прошлого столетия в Беларуси под руководством доктора технических наук А. В. Тишковича [6, 7], и был построен цех по их выпуску до 1–2 тысяч тонн КГУ в год. При активном содействии академика Т. Н. Кулаковской выполнена проверка их эффективности в разных почвенно-климатических зонах республики (около 150 опыто-лет с различными сельскохозяйственными культурами). Однако из-за несовершенства рецептур и технологических режимов, обуславливающих низкое качество гранул, высокую металлоёмкость, большие удельные затраты энергии, быстрый выход из строя технологических узлов [8], а также в связи с неспособностью оборудования к точному воспроизводству заданных рецептур и свойств КГУ в Беларуси в 1990-х годах их производство было прекращено. Тогда же была предложена и вторая технология получения гранулированных орга-

номинеральных удобрений методом прессования сухих торфо-минеральных смесей на торфобрикетном заводе, но из-за многих недостатков она не получила развития, работы были прекращены. Эффективность удобрений того поколения оказалась относительно не большой.

Несмотря на эти трудности и недостатки, идею С. С. Драгунова о создании органоминеральных удобрений с замедленной растворимостью следует признать плодотворной, потому что при введении натуральных органических веществ в стандартные минеральные удобрения, последующей грануляции и сушке создаётся возможность регулирования скорости перехода питательных и биологически активных веществ из гранул в почвенный раствор, формирования в микроразнообразии гранул благоприятной среды для стимулирования роста и развития растений и почвенной биоты [8, 9].

Использование уникальных свойств различных видов натуральных органических материалов (торф, сапропель, биогумус) позволило создать КГУ нового поколения, обладающих рядом преимуществ перед минеральными удобрениями: заданный и управляемый в необходимом диапазоне сбалансированный состав элементов питания; содержание природных стимуляторов роста растений; формирование полезных микробоценозов в корневой зоне растений; экологическая совместимость, снижение потерь питательных веществ по сравнению с минеральными удобрениями на 30–70 %, что минимизирует загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод химическими веществами; однократное внесение полной нормы КГУ в один приём в предпосевную обработку почвы либо локально при севе; КГУ не слеживаются при хранении, не пылят при внесении в почву, оказывают в 1,5–2,0 раза меньшее коррозионное действие на сельскохозяйственную технику; по сравнению с минеральными туками на 9–18 %, а в отдельных случаях до 25 % и более повышают урожайность (суммарно действие – последствие) возделываемых культур, особенно на песчаных и супесчаных почвах; они обладают пролонгированным высвобождением элементов питания, благодаря чему обеспечивают до 1,5 раза повышение коэффициента использования питательных веществ по сравнению со стандартными гранулированными минеральными удобрениями; имеют высокий эффект последствие, поэтому экономически выгодны; не способствуют накоплению нитратного азота в растениеводческой продукции, улучшают её качество.

Высвобождение питательных веществ из органоминеральных гранул в почвенный раствор происходит в разы и десятки раз медленнее по сравнению со стандартными комплексными минеральными удобрениями. Гранулы нового поколения КГУ постоянно обеспечивают растения питательными веществами независимо от погодных условий, снимают стрессы у растений, вызванные засухами, минимизируют непроизводительные потери азота и калия от избыточных осадков.

Ранее проведенными опытами доказано, что, благодаря медленной растворимости и пролонгированности действия данных удобрений, можно программировать их дозы, исключая дополнительные подкормки растений, так как они обеспечиваются должным питанием в течение всего периода вегетации. Это позволяет экономить значительные финансовые средства, горюче-смазочные материалы, уменьшить продолжительность работы и износ сельскохозяйственной техники, экономить рабочее

время, а также избежать разрушения структуры почвы и потерь урожаев на технологических колеях, поскольку надобность в последних отпадает. Современные органоминеральные удобрения позволяют лучше удовлетворять требования точного земледелия.

В течение последних трёх лет в Институте природопользования НАН Беларуси при активной поддержке Президиума НАН Беларуси, Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь разработана инновационная технология производства КГУ пролонгированного действия. На экспериментальной базе «Свислочь» изготовлена пилотная установка с производительностью (при 2-сменной работе) до 1000 т КГУ в год, содержащих 50–70 % минеральных удобрений белорусского производства и 30–50 % торфа в активизированной форме. Дозы внесения КГУ обеспечивают переход в почвенный раствор водорастворимых гуминовых веществ из активизированного торфа в оптимальных для растений концентрациях, стимулирующих их рост и развитие [10].

Суть инновационности пилотной установки состоит в том, что, в отличие от прежней технологической линии, созданной в 80-х годах прошлого столетия, в ней установлены современные высокоточные дозаторы с тензиметрами и электронным управлением, сушка гранул вместо прямого обогрева пламенем горелки, направляемым в барабанный окатыватель на прежней технологической линии, теперь сочетает ТЭН и СВЧ-модуль в режимах окатывания и сушки гранул. Впервые реализована возможность нагревания органоминеральных удобрений с использованием энергии сверхвысокочастотных электромагнитных волн и обеспечения оперативного управления режимами сушки гранул разных составов, что позволило в 2,4 раза снизить энергоёмкость процесса. Считаем, что это не предел: при введении дополнительного модуля инфракрасной или микроволновой сушки затраты энергии возможно снизить еще на 20–30 %.

При выполнении задания разработаны принципиально новые составы и более эффективные рецептуры приготовления органоминеральных удобрений взамен устаревших. Переход промышленности на производство аммонизированного суперфосфата обусловил необходимость пересмотра составов и рецептур производимых органоминеральных удобрений. Имеется ряд других новаций и оригинальных технических решений, обеспечивших снижение металлоёмкости и расширение возможностей созданной технологической линии.

В 2018–2019 гг. в Научно-практическом центре НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству проведены государственные регистрационные испытания четырех марок КГУ с овощными культурами (томат, перец сладкий, огурец, свекла столовая, морковь, капуста белокочанная, руководитель – доктор с.-х. наук М. Ф. Степура) и картофелем (руководитель – кандидат с.-х. наук Д. Д. Фицуро). Согласно данным исследованиям, прибавки урожая указанных культур в открытом грунте варьировали от 11 до 20 % (в среднем 13,4 %) и достигали 14,5 т/га кабачка, 8,4 т/га капусты белокочанной, 6,6 т/га свеклы столовой по сравнению с эквивалентными дозами стандартных азотно-фосфорно-калийных минеральных удобрений. В теплицах прибавки составляли от 1 до 2 и более кг/м<sup>2</sup> перца сладкого, томата и огурца при существенном, на 4–5 пунктов, повышении товарности и

качества продукции соответственно. Окупаемость КГУ прибавками урожая овощей в рублях на рубль затрат составила: капуста – 2,8 руб.; кабачок – 1,7; свекла столовая – 2,6; огурец – 10,6; томат – 7,6 руб.

При возделывании картофеля на суглинистой почве прибавка урожая от КГУ по сравнению с эквивалентом минеральных удобрений составила 4,6 т/га. Это в 4 раза выше по сравнению с КГУ, производимыми в 80–90-х годах прошлого века, и объясняется лучшим качеством гранул нового поколения.

### Заключение

Таким образом, новое поколение органоминеральных КГУ имеет более высокую агрономическую, экологическую, энергетическую и экономическую эффективность, чем стандартные комплексные минеральные удобрения отечественного производства. Необходимо расширение исследований эффективности нового поколения КГУ, прежде всего на такие высоко требовательные культуры, как сахарная свекла, кукуруза, зерновые, лен, рапс с углубленным анализом их экономической и экологической эффективности, а также расширения набора машин для внесения КГУ. Без активного участия научно-исследовательских институтов аграрного профиля эти задачи не решить.

Организация промышленного выпуска КГУ в Беларуси наиболее целесообразна в местах, приближенных к источникам органического сырья, каковыми могут быть торф, сапропель, биогумус. Соответственно этому, местами расположения промышленных цехов КГУ могут быть предприятия агросервиса, торфопредприятия, а также территории вблизи крупных животноводческих комплексов или птицефабрик как наиболее выгодные варианты размещения производства, где до минимума будут сокращены перевозки органического сырья к месту изготовления КГУ.

При должной организации взаимоотношений между производителями минеральных и органоминеральных удобрений АПК Беларуси можно получить достаточное количество высокоэффективных, конкурентоспособных и экологически безопасных КГУ пролонгированного действия для таких основных, наиболее требовательных культур, как овощные, картофель, сахарная свекла, кукуруза и другие.

Экологически безопасные удобрения особенно нужны для ведения земледелия в экологически напряженных зонах, например, в бассейне озера Нарочь, в поймах рек, прежде всего Припяти, в буферных зонах заповедников, на песчаных и супесчаных почвах Полесья, а также на землях с холмистым рельефом. Большие потребности в КГУ в российских регионах с промывным водным режимом почв и в странах Евросоюза. Медленно растворимые органоминеральные удобрения нужны в КНР, Вьетнаме, Индии и других странах, возделывающих рис. Востребованность высококачественных биологически активных КГУ несомненна, а для Республики Беларусь они могут стать предметом экспорта.

Анализ мировых тенденций развития земледелия показывает, что в XXI веке неизбежно будет происходить постепенная замена быстрорастворимых форм минеральных удобрений медленно растворимыми, в том числе органоминеральными, и во второй половине столетия удобрения с программированным высвобождением питательных веществ станут доминирующей формой.

Эпоха применения быстрорастворимых минеральных удобрений принесла человечеству много выгод и благ, но вместе с тем и ряд региональных проблем, предопределивших необходимость и неизбежность перехода от производимых сейчас минеральных удобрений к более совершенным формам с программированным высвобождением питательных веществ. Неизбежность такого перехода обусловлена и подготовлена всем ходом исторического развития агрономии, энергетики, экологии и экономики земледелия, а также увеличением населения нашей планеты.

Новое поколение КГУ, созданное в НАН Беларуси, соответствует требованиям, предъявляемым к удобрениям XXI века, что объясняет возрастающий интерес к ним со стороны иностранных производителей и агропредприятий. Журнал *Scientific American*, Всемирный экономический форум совместно с ведущими экспертами в области технологий определили топ-10 «лучших новейших технологий» 2019 г. В разделе 5 «Окружающая среда» констатируется, что «умные» удобрения, обеспечивающие почву и растения питанием по мере реальной необходимости, в состоянии радикально снизить уровень загрязнения окружающей среды, что также свидетельствует о возрастающих перспективах развития данного направления [12].

Созданное нами новое поколение органоминеральных КГУ пролонгированного действия не является единственным вариантом производства природосовместимых удобрений с элементами программирования. Вполне возможны и другие варианты, например, органоминеральные удобрения на основе лигнина [11], а также природных минеральных веществ (глин, бентонитов, цеолитов и др.). Не исключается возможность применения и синтетических экологически безопасных пролонгаторов растворимости питательных веществ, если таковые будут созданы. Главные требования к удобрениям ближайшего будущего – экологическая надежность, пролонгированность действия с элементами программирования, высокая агрономическая и экономическая эффективность.

### Литература

1. Бамбалов, Н. Н. Неизбежность замены минеральных удобрений органоминеральными / Н. Н. Бамбалов, Г. А. Соколов // Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февраля 2019 г. – Минск, 2019. – С. 18–19.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: [Статистический сборник]. – Минск, 2018. – С. 43–48.
3. Влияние осушительных мелиораций на химический состав вод р. Припяти и её притоков / И. И. Лиштван [и др.] // Проблемы Полесья. – Вып. 8. – Минск: Наука и техника, 1983. – С. 128–134.
4. Агрохимическая характеристика сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2007–2010) / И. М. Богдевич [и др.] – Минск: Институт почвоведения и агрохимии. – 2012. – 276 с.
5. Авдонин, Н. С. Гранулированные удобрения / Н. С. Авдонин. – М., 1952. – 532 с.
6. Технология приготовления органоминеральных гранулированных удобрений (Информ. листок № 115–1991) / А. В. Тишкович [и др.]; БелНИИТИ и ТЭИ Госплана БССР. – Минск, 1991. – 8 с.
7. Вирысов, Г. П. Комплексные гранулированные удобрения на основе торфа / Г. П. Вирысов. – Минск, 1988. – 160 с.
8. Соколов, Г. А. Агроэкологические и энергетические преимущества производства и использования комплексных гранулированных удобрений на основе торфа / Г. А. Соколов, Н. С. Гаврильчик // Актуальные научно-технич. и экологич. проблемы сохранения среды обитания: (сб. науч. статей): ма-

териалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 23–25 апреля 2014 г. – Ч. 1. – Брест, 2014. – С. 49–53.

10. Сосновская, Н. Е. Активизация гуминовых веществ в процессе получения комплексных органоминеральных гранулированных удобрений / Н. Е. Сосновская, Н. Н. Бамбалов, Г. А. Соколов // Повышение плодородия почв и применение

удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февраля 2019 г. – Минск, 2019. – С. 107–108.

11. Мельников, Л. Ф. Органоминеральные удобрения – залог экологической и продовольственной безопасности / Л. Ф. Мельников. – 2013. – 536 с.

УДК 633.12:631.8

## Эффективность использования минеральных удобрений при возделывании детерминантной диплоидной гречихи на примере сорта Лакнея

Т. А. Анохина, доктор с.-х. наук

Институт льна

И. В. Полховская, кандидат с.-х. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 13.05.2020 г.)

В статье приведены данные по динамике урожайности и площади посева гречихи в Беларуси за последние восемь лет, соотношение площадей, занимаемых детерминантными и индетерминантными сортами. На примере диплоидного сорта Лакнея показана отзывчивость растений гречихи детерминантного морфотипа на применение минеральных удобрений.

### Введение

В настоящее время сорт является одним из основных факторов повышения уровня урожая. С ростом урожайности возрастает значение сорта как одного из самых доступных средств увеличения валовых сборов формируемой продукции культуры. Это обусловлено тем, что сорт является биологическим фундаментом технологии возделывания любой культуры, обеспечивая реализацию достижений научно-технического прогресса в земледелии. Как правило, основным условием стимулирования расширения объемов возделывания культуры является снижение ее себестоимости, что увеличивает спрос на данную продукцию.

Благодаря селекции колосовых культур, их урожайность достигает 100 ц/га и выше [1, 2]. Однако гречиха, в силу своих биологических особенностей и недостаточной селекционной проработки, значительно уступает другим зерновым культурам по величине урожайности, а в результате этого и по объемам ее внедрения как у нас в Республике Беларусь (рисунок 1), так и за ее пределами [3]. Поэтому основным направлением селекции гречихи остается повышение урожайности зерна и снижение его себестоимости.

Селекционная работа способствовала созданию ограниченно растущих детерминантных сортов как на диплоидном, так и на тетра-

*The article presents data on the dynamics of yield and area of buckwheat sowing in Belarus over the past eight years, the ratio of areas occupied by determinant and indeterminate varieties. The responsiveness of buckwheat plants of the determinant morphotype to the use of mineral fertilizers is shown on the example of a diploid variety of Lacnea.*

плоидном уровне. Это привело к тому, что в настоящее время в республике из 13 сортов, рекомендованных к возделыванию в республике, 9 – это детерминантные сорта, которые занимают 85,1 % площади посева. Учитывая, что оригинальное семеноводство культуры проводится только в НПЦ НАН Беларуси по земледелию, поскольку он является их оригинатором, то можно ожидать еще большее увеличение площадей, засеваемых детерминантными сортами. Перспективы возделывания детерминантных сортов в производственных условиях выше по сравнению с индетерминантными, что повышает экономическую заинтересованность в их изучении.

Главным отличием сортов детерминантного морфотипа от традиционного является отсутствие щитковидных соцветий на верхушке стебля и ветвях (рисунок 2). У индетерминантного растения (а) верхушечное соцветие

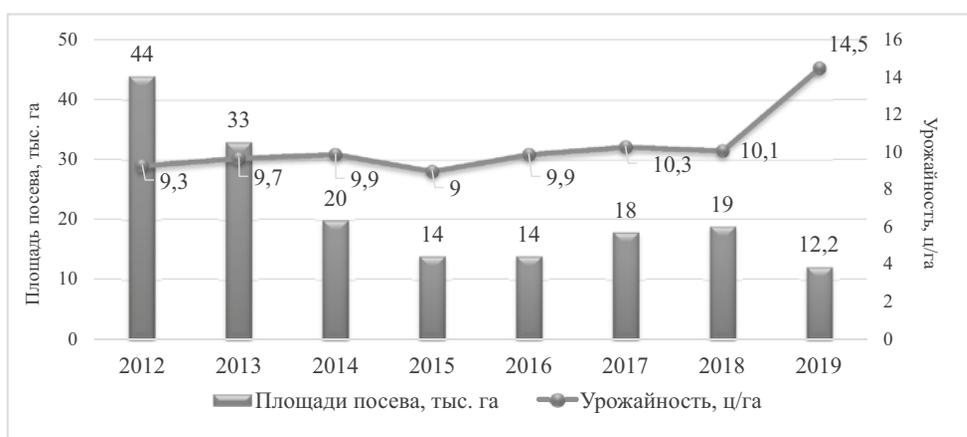
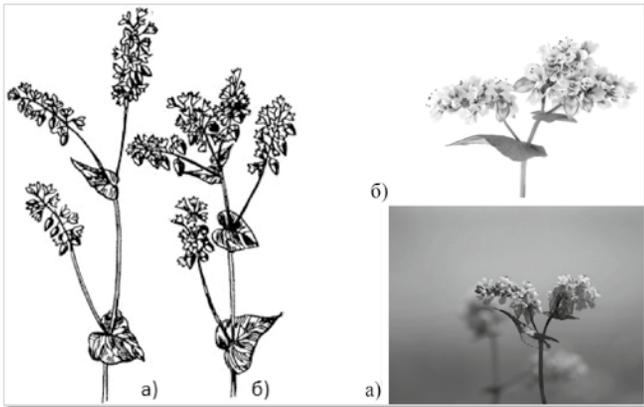


Рисунок 1 – Динамика посевных площадей и урожайности плодов гречихи в Республике Беларусь



**Рисунок 2 – Особенности строения соцветий растений гречихи индетерминантного (б) и детерминантного (а) морфотипов**

тие и ветви заканчиваются щитком, у детерминантного растения (б) стебель заканчивается одиночной кистью.

Основным приемом, с помощью которого можно существенно повысить урожайность любой культуры, является внесение удобрений, в первую очередь минеральных. Совершенствование питания растений путем определения наиболее оптимального сочетания доз азотных, фосфорных и калийных удобрений – это решающий агротехнический прием для формирования высоких и стабильных урожаев гречихи [4]. Поэтому немаловажным является изучение вопроса отзывчивости детерминантных растений гречихи на внесение минеральных удобрений. Целью наших исследований являлось определение влияния минеральных удобрений на урожай гречихи и его качество, а также полегаемость посевов и ее связь с изменением морфотипа растений.

#### **Материал, условия и методика проведения исследований**

Исследования по изучению влияния внесения различных доз минеральных удобрений под гречиху проводили в 2012–2014 гг. в полевых опытах на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Почва участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1,2 м моренным суглинком. Пахотный горизонт по годам исследований характеризовался слабокислой и близкой к нейтральной ( $pH_{KCl}$  5,6–6,2) реакцией почвенной среды с содержанием общего азота 0,08–0,12 % (по Кьельдалю), низким содержанием гумуса (1,21–1,48 % по Тюрину), повышенной и высокой обеспеченностью подвижными формами фосфора (246–276 мг/кг почвы по Кирсанову) и повышенной – подвижного калия (225–284 мг/кг почвы по Кирсанову). Индекс окультуренности ( $I_{ок}$ ) составил 0,72, что соответствует градации для среднеокультуренной почвы [5].

Объектом исследования выступал диплоидный сорт гречихи Лакнея с детерминантным морфотипом растения, внесенный в Госреестр в 2012 г. Согласно данным ГСИ, средняя урожайность плодов за 2009–2011 гг. составила 21,0 ц/га, максимальная – 33,0 ц/га, которая получена на Каменецком ГСУ в 2011 г. Сорт устойчив к полеганию и осыпанию семян, характеризуется дружным созреванием семян. Средняя масса 1000 семян – 29,9 г. Технические и крупяные качества хорошие, вы-

равненность плодов – 85 %, пленчатость – 22,3 %. Выход крупы – 72 %, крупяного ядра – 55 %, содержание белка в крупе – 14,8 %. Вкус каши – 5 баллов. Включен в список наиболее ценных по качеству сортов [6]. К моменту проведения исследований сорт высевался на площади 225 га. К 2018 г. его посевы увеличились до 1243 га или в 5,5 раза и достигли доли 7,5 % от всех площадей, занимаемых гречихой в Республике Беларусь.

Расчетная норма посева составила 95 кг/га (3 млн шт./га всхожих семян). Способ сева – узкорядный. Сев осуществляли в третьей декаде мая в 2012 и 2014 г. и в первой декаде июня в 2013 г., что связано с погодными условиями.

В качестве основного удобрения под гречиху с осени вносили аммофос (12 % N, 50 %  $P_2O_5$ ) и хлористый калий (60 %  $K_2O$ ), весной под предпосевную культивацию – карбамид (46 % N). Контрольным вариантом был выбран фон без внесения удобрений. Азотные удобрения вносили в сочетании с калийными и фосфорными в дозах 14, 30, 45 и 60 кг/га д. в. с учетом содержания азота в аммофосе с целью расширенного изучения действия данных удобрений от минимальной до максимальной доз азота, рекомендуемых для внесения под гречиху в Республике Беларусь [7]. Вносимые дозы фосфорных – 60 кг/га д. в. и калийных удобрений – 90 кг/га д. в. рассчитаны на получение урожая плодов гречихи в размере 20–30 ц/га. Варианты  $N_{30}K_{90}$ ,  $N_{30}P_{30}K_{90}$  и  $N_{30}P_{60}K_{90}$  выбраны для изучения влияния фосфорных удобрений на развитие растений гречихи.

Полевой опыт проводили в четырехкратной повторности. Общая площадь делянки – 21 м<sup>2</sup>, учетная – 17 м<sup>2</sup>. Определение структуры урожая выполняли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8]. Учет урожайности – сплошной поделночный. Полученные данные обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа с помощью программ Microsoft Excel 2010 и статистика (ГСХИ, 1994) [9, 10].

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

Применение минеральных удобрений способствовало повышению урожайности плодов гречихи. В результате, в среднем за три года, была получена прибавка к контролю от 2,0 до 6,4 ц/га или 15,6–50,0 % (рисунок 3). Наиболее высокий сбор плодов гречихи (19,2 ц/га) отмечен на фоне питания  $N_{45}P_{60}K_{90}$ . При этом прибавка урожая по отношению к контролю составила 6,4 ц/га или 50,0 % при окупаемости NPK 3,3 кг плодов на 1 кг д. в.

Снижение дозы внесения фосфорных удобрений с 60 до 30 кг/га д. в. при одинаковом уровне калийного и азотного питания привело к незначительному уменьшению урожайности (в среднем за три года на 0,8 ц/га), что может быть связано с высокой обеспеченностью почвы опытного участка подвижными формами фосфора и способностью гречихи хорошо усваивать данный элемент из почвы. Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что применение 45 кг/га д. в. азота в сочетании с  $P_{60}K_{90}$  позволило получить более высокую прибавку урожая по сравнению с внесением 60 кг/га д. в. при одинаковой дозе фосфора и калия, что связано с интенсивным наращиванием растениями вегетативной массы, повышением их полегаемости и запаздыванием созревания плодов.

Изучение и анализ структуры урожая позволяет более полно выявить влияние исследуемых факторов

на урожайность культуры. Для гречихи важными показателями продуктивности растений являются высота и густота стояния растений перед уборкой, количество и масса плодов с одного растения.

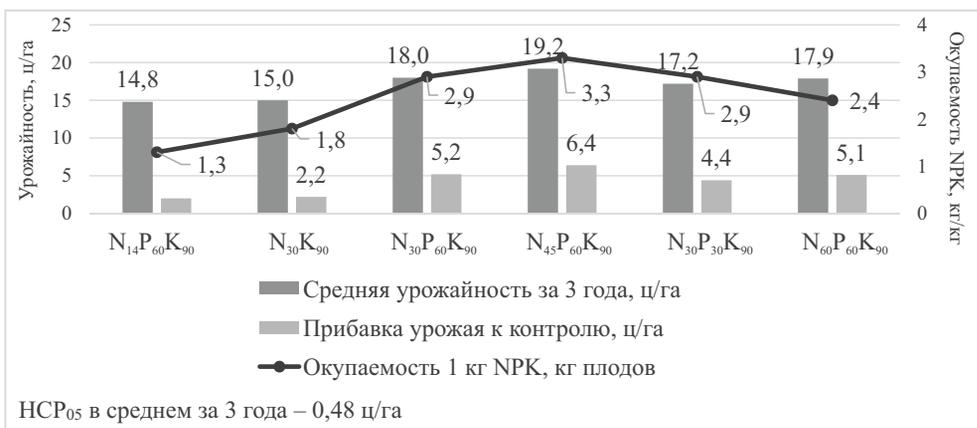
Многие исследователи пишут о положительной взаимосвязи между высотой растений и их урожайностью [11, 12]. Но в то же время Н. В. Фесенко [13] и Л. П. Картавенкова [12] отмечают предрасположенность к полеганию посевов гречихи с увеличением высоты растений, что приводит не только к снижению биологической урожайности, но и затрудняет механизованную уборку посевов.

Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению высоты растений гречихи в течение всего периода вегетации, что окончательно и наиболее выражено проявлялось к моменту уборки (таблица 1). В вариантах с внесением средних доз азотных удобрений ( $N_{30}$ ,  $N_{45}$ ) на фоне 30 или 60 кг/га д. в. фосфорных и 90 кг/га д. в. калийных удобрений наблюдалось увеличение высоты растений гречихи к уборке на 22,4–28,8 % по сравнению с контролем. Повышение дозы внесения минерального азота до 60 кг/га д. в. привело к значительному росту растений в высоту, превысив контрольный показатель на 46 см или 50,7 %, что в конечном итоге привело к полеганию посевов.

Внесение минеральных удобрений способствовало увеличению количества плодов на одном растении гречихи в среднем за 3 года на 2,5–5,2 шт. или на 7,9–16,5 % (таблица 1). Наибольшее количество плодов на 1 растении отмечено в варианте  $N_{45}P_{60}K_{90}$ . Данный показатель составил 36,7 плодов на растение, что выше контрольного варианта на 16,5 %. Применение 30 кг/га д. в. азота на фоне  $P_{60}K_{90}$  увеличивало количество плодов на 1 растении гречихи на 4,8 шт. или 15,1 %, 60 кг/га д. в. азота – на 4,7 шт. или 14,8 % по сравнению с контрольным вариантом.

**Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на структуру урожая гречихи детерминантного морфотипа (опытное поле БГСХА, 2012–2014 гг.)**

Вариант	Высота растений к уборке			Количество плодов с 1 растения			Масса плодов с 1 растения		
	среднее за 3 года, см	отклонение от контроля		среднее за 3 года, шт.	отклонение от контроля		среднее за 3 года, г	отклонение от контроля	
		см	%		шт.	%		г	%
Контроль	91,0	–	–	31,5	–	–	0,87	–	–
$N_{14}P_{60}K_{90}$	106,5	15,6	17,1	34,0	2,5	7,9	0,95	0,08	8,8
$N_{30}K_{90}$	109,0	18,0	19,7	34,2	2,7	8,7	0,95	0,08	9,2
$N_{30}P_{60}K_{90}$	114,1	23,1	25,4	36,3	4,8	15,1	1,02	0,15	17,2
$N_{45}P_{60}K_{90}$	114,5	23,5	25,8	36,7	5,2	16,5	1,05	0,17	19,8
$N_{30}P_{30}K_{90}$	111,4	20,4	22,4	35,3	3,8	12,1	1,00	0,13	14,9
$N_{60}P_{60}K_{90}$	137,1	46,1	50,7	36,2	4,7	14,8	1,01	0,14	16,0
$HCP_{05}$	2,9	–	–	1,76	–	–	0,05	–	–



**Рисунок 3 – Влияние минеральных удобрений на урожайность гречихи детерминантного морфотипа (опытное поле БГСХА, 2012–2014 гг.)**

Использование 60 кг/га д. в. фосфора на фоне  $N_{30}K_{90}$  позволило увеличить количество плодов на 2,1 шт. или 5,8 % по сравнению с используемым уровнем питания и на 4,8 шт. или на 15,1 % по сравнению с контролем. Снижение уровня минерального фосфорного питания гречихи на 30 кг/га д. в. не повлияло на количество плодов на 1 растении.

Увеличение озерненности растений гречихи под действием минеральных удобрений привело к статистически достоверному повышению массы плодов на 1 растении (таблица 1). Самая большая масса плодов отмечена в варианте с внесением  $N_{45}P_{60}K_{90}$ . Данный показатель по результатам исследований составил 1,1 г, что на 0,2 г или 19,8 % выше контрольного значения.

Масса плодов при внесении  $N_{14}P_{60}K_{90}$  и  $N_{30}K_{90}$  составила 0,95 г, что на 0,08 г или 9,2 % выше контроля, но на 0,07 г (46,7 %) ниже прибавки к контролю показателей варианта  $N_{30}P_{60}K_{90}$ . Снижение вносимой дозы фосфора с 60 до 30 кг/га д. в. в среднем за 3 года незначительно повлияло на массу плодов с 1 растения. Постепенное увеличение дозы минерального азота на одинаковом уровне фосфорно-калийного питания от 30 до 45 и до 60 кг/га д. в. позволило повысить массу плодов по отношению к контролю на 17,2 %, 19,8 и 14,9 % соответственно и на 7,4 %, 10,5 и 6,3 % – по отношению к уровню питания  $N_{14}P_{60}K_{90}$ .

Таким образом, внесение повышенных доз минерального азота не обеспечивает увеличение продуктивности растений гречихи вследствие наращивания вегетативной массы, полегания посевов и снижения количества и массы плодов с одного растения.

В настоящее время большое внимание уделяется показателям зерна гречихи, влияющим на выход и качество крупы в результате переработки. К таким физическим свойствам зерна данной культуры относятся масса 1000 плодов, пленчатость, натура, крупность и выравненность.

Внесение минеральных удобрений при возделывании гречихи детерминантного морфотипа привело к увеличению массы 1000 плодов, но являлось статистически значимым только при использовании всех трех макроэлементов (таблица 2). При внесении 30 кг/га д. в. азота совместно с 60 кг фосфора и 90 кг/га д. в. калия масса 1000 плодов возросла на 0,55 г (2,0 %), 45 кг/га д. в. – на 1,13 г (4,1 %), 60 кг/га д. в. – на 0,76 г (2,7 %) по отношению к контролю. Наибольшая масса 1000 плодов получена в варианте с минеральным питанием  $N_{45}P_{60}K_{90}$ . Данный показатель составил в среднем за 3 года 28,93 г. Снижение вносимой дозы минерального фосфора с 60 до 30 кг/га д. в. при внесении  $N_{30}K_{90}$  существенно не повлияло на изменение показателя массы 1000 плодов.

Оптимизация минерального питания растений гречихи способствовала получению плодов гречихи с пленчатостью 20–21 % в вариантах с внесением  $N_{45}P_{60}K_{90}$  и  $N_{60}P_{60}K_{90}$ , что отвечает градации среднепленчатости для зерна гречихи [14]. Снижение дозы внесения минерального фосфора на уровне азотно-калийного питания  $N_{30}K_{90}$  с 60 до 30 кг/га д. в. не повлияло на снижение доли плодовых оболочек в зерне гречихи. Внесение азотных удобрений позволило повысить выполненность плодов гречихи и уменьшить процент содержания в них плодовых оболочек в среднем на 0,5–0,9 п. п. на каждые вносимые 15 кг/га д. в., снижая эффективность после достижения оптимального уровня азотного питания.

Таким образом, отсутствие одного из элементов минерального питания или снижение доз внесения азота приводили к увеличению содержания плодовых оболочек и получению высокопленчатого зерна.

При внесении всех трех макроудобрений показатель натуры увеличился на 2,5–4,8 % по отношению к контролю и достигал максимальных значений при внесении  $N_{45}P_{60}K_{90}$  (в среднем за 3 года 621 г/л).

### Заключение

В настоящее время селекционная работа по гречихе направлена на создание и расширение разнообразия сортов детерминантного морфотипа, которые занимают 85 % посевных площадей, отводимых под гречиху. Однако до сих пор актуальным остается вопрос оптимизации минерального питания гречихи с учетом морфотипических особенностей и сортовой отзывчивости.

По результатам проведенных исследований, наибольший урожай плодов (19,2 ц/га) гречихи сорта Лакнея детерминантного морфотипа был получен в варианте с внесением  $N_{45}P_{60}K_{90}$  за счет увеличения количества (на 16,5 %) и массы (на 19,8 %) плодов на 1 растении. Внесение данной дозы минеральных удобрений способствовало увеличению роста растений в высоту (на 25,8 %) и улучшению физических качеств зерна за счет увеличения массы 1000 плодов (на 1,13 г или 4,1 %), натуры (на 28 г/л или 4,8 %) и снижения пленчатости зерна (на 3,8 п. п. или 15,7 %).

Увеличение дозы внесения минерального азота до 60 кг/га д. в. на фоне  $P_{60}K_{90}$  приводит к интенсивному росту растений в высоту, повышению их полегаемости, запоздалому созреванию плодов, снижению продуктивности растений и ухудшению качества полученной продукции.

### Литература

1. Направления и основные результаты селекции озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в Республике Беларусь / С. И. Гордей [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2019. – Т. 57, № 4. – С. 444–453.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / председатель редкол.: И. В. Медведева; Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2019. – 211 с.
3. Культура гречихи: в 3 ч. / Е. С. Алексеева [и др.]; под ред. Е. С. Алексеева. – Каменец-Подольский: Подольск. гос. аграр.-технич. ун-т; НИИ крупяных культур, 2005. – Ч. 1: История культуры, ботанические и биологические особенности. – 192 с.
4. Алексеева, Е. С. Технология возделывания гречихи: учеб. пособие / Е. С. Алексеева. – Кишинев: Кишиневс. с.-х. ин-т им. Фрунзе, 1981. – 58 с.
5. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под общ. ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
6. Сорт Лакнея / ГУ «Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений» // Сорта, включенные в Госреестр – основа высоких урожаев: в IX ч. – Минск: Минскминпроект, 2012. – Часть VII: Характеристика сортов, включенных в Госреестр 2012 г. – С. 18–19.

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на качественные показатели плодов гречихи детерминантного морфотипа (опытное поле БГСХА, 2012–2014 гг.)

Вариант	Масса 1000 плодов			Натура			Пленчатость		
	среднее за 3 года, г	отклонение от контроля		среднее за 3 года, г/л	отклонение от контроля		среднее за 3 года, %	отклонение от контроля	
		г	%		г/л	%		п. п	%
Контроль	27,80	–	–	593	–	–	24,5	0,0	0,0
$N_{14}P_{60}K_{90}$	28,10	0,30	1,1	601	8	1,3	23,3	–1,2	–4,9
$N_{30}K_{90}$	28,04	0,24	0,9	599	6	1,1	23,2	–1,3	–5,4
$N_{30}P_{60}K_{90}$	28,35	0,55	2,0	607	15	2,5	22,0	–2,4	–10,0
$N_{45}P_{60}K_{90}$	28,93	1,13	4,1	621	28	4,8	20,6	–3,8	–15,7
$N_{30}P_{30}K_{90}$	28,55	0,75	2,7	613	20	3,4	22,1	–2,4	–9,8
$N_{60}P_{60}K_{90}$	28,56	0,76	2,7	613	21	3,5	21,5	–2,9	–12,0
НСР <sub>05</sub>	0,38	–	–	5,9	–	–	0,6	–	–

7. Организационно–технологические нормативы возделывания зерновых, зерно-бобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ. Ф. И. Привалов [и др.]: введ. 3.11.2011. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй: зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / под общ. ред. А. И. Григорьева. – М.: Колос, 1989. – 194 с.
9. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматтадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 1994. – № 3. – С. 60–64.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 2-е. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Савицкий, М. С. Структура урожая зерновых культур в Белоруссии: метод. пособие для повышения квалификации агрономов / М. С. Савицкий, М. Е. Николаев. – Горки, 1974. – 62 с.
12. Картавенкова, Л. П. Применение регуляторов роста растений совместно с минеральным азотом при возделывании диглоидной гречихи: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Л. П. Картавенкова. – Жодино, 2005. – 107 л.
13. Фесенко, Н. В. Селекция и семеноводство гречихи / Н. В. Фесенко. – М.: Колос, 1983. – 191 с.
14. Пилипюк, В. Л. Технология хранения зерна и семян: учеб. пособие / В. Л. Пилипюк. – М.: Вузовский учебник, 2014. – 457 с.

УДК 633.1«324»:632.51

## Особенности изменения видового состава сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси

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

(Дата поступления статьи в редакцию 02.06.2020 г.)

Установлено, что в результате применения значительных объемов глифосатсодержащих гербицидов после уборки предшественника, а также химических сорняков в процессе вегетации культур, численность сорных растений в посевах озимых зерновых культур к уборке продолжает снижаться к величинам, близким к пороговым. В погодных условиях с мягкими зимами, а также в условиях минимальной обработки почвы, в посевах озимых зерновых культур увеличивается видовое разнообразие сорняков, при этом единично стали произрастать сорняки, не типичные для их агрофитоценозов. Предлагается дальнейшее совершенствование химического метода.

### Введение

Все большую роль в распространении сорняков и усилении их вредоносности играет хозяйственная деятельность человека. Это в том числе и применение технологий минимальной обработки почвы в целях сохранения влаги. Некоторые фермеры уже 15–20 лет работают без плугов, используя вместо них для основной обработки почвы лапчатые культиваторы на 50 % полей [1].

По данным А. М. Туликова [22], флористическое обилие сорных растений в агрофитоценозе Московской области за последние 60 лет сократилось более чем на 20 видов, при этом изменение видового состава и сокращение числа видов сорняков произошло с ростом окультуренности почвы, что предполагает плужную вспашку [13], использование современных гербицидов, в том числе производных глифосата [17].

В Беларуси в 1939 г. в качестве наиболее часто встречаемых в посевах ржи озимой исследователи отмечали пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), полевую белую (*Agrostis alba* L.), погремек бескрылый (*Rhinanthus apterus* (Fries.)), метлицу обыкновенную (*Apera spica-venti* (L.) Beauv.), костер ржаной (*Bromus secalinus* L.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), трехреберник непахучий

*It is determined that as a result of significant volumes of glyphosate-containing herbicides application after harvesting the precursor, as well as chemical weeding during the growing season, the number of weeds in winter grain crops by harvesting coming continues to decrease close to the threshold values. Under weather conditions with mild winters, as well as in the conditions of minimal soil tillage, in winter grain crops, the weed species diversity is increased, for this, the singleness of occurrence of weeds non-typical for their agrophytoenoses is seen. Further chemical method improvement is proposed.*

(*Tripleurospermum inodora* (L.) Sch. Bip.), щавель малый (*Rumex acetosella* L.), клевер полевой (*Trifolium arvense* L.), горошек узколистный (*Vicia villosa* Roth.), куколь обыкновенный (*Agrostemma githago* L.), плевел опьяняющий (*Lolium temulentum* L.), коноплю сорную (*Cannabis ruberialis* Janisch.) и др. [18].

К 1996 г. практически исчезли из посевов ржи костер ржаной, костер полевой (*Bromus arvensis* L.), плевел опьяняющий, полевика белая, конопля сорная, погремек бескрылый. Это связано с совершенствованием техники по очистке семян и агротехники, с сокращением посевов льна и изменением структуры посевных площадей в послевоенные годы (сокращение посевов зерновых культур и расширение пропашных), с 50-х годов прошлого века – с интенсивным использованием гербицидов группы 2,4-Д, 2М-4Х. Из группы доминирующих исчез хвощ полевой, что связано с увеличением объема известкования. Широкое распространение получила польня обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), занесенная на поля в результате использования торфа в составе органических удобрений [12].

Многие виды сорных растений в процессе эволюции приспособились к биологии культурных растений и постоянно засоряют только их посева. Например, в Беларуси в посевах сои произрастает 47 видов [6],

льна-долгунца – 51–67 [7], картофеля – 66 [14], овса – 18 [15], проса посевного – 75 [24], ярового рапса – 42 [21], ярового ячменя – 70 [20], доминируют яровые и многолетние сорняки, в озимой пшенице – 91 вид, доминируют многолетние, озимые и зимующие [16].

В условиях Латвии в посевах озимой пшеницы чаще встречаются живокость полевая (*Consolida regalis* S. F. Gray), сушеница топяная (*Gnaphalium uliginosum* L.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.), дивала однолетняя (*Scleranthus annuus* Z.), дрема белая (*Melandrium album* (Mill.)), ситник жабий (*Juncus bifonius* L.) [9]. В Литве в настоящее время не зарегистрированы такие виды сорняков, как костер ржаной, куколь посевной (обыкновенный), значительно сократилась встречаемость тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.), мать-и-мачехи обыкновенной (*Tussilago farfata* L.), щавелька малого, видов пикульника (*Galeopsis* spp.), но зато значительно увеличилась засоренность трехреберником западным [11].

В Беларуси в 2006–2009 гг. и по настоящее время в посевах озимых зерновых культур доминируют многолетние, зимующие, озимые и яровые сорняки – пырей ползучий, метлица обыкновенная, фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), ромашка непахучая, подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), василек синий, звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), незабудка полевая (*Myosotis arvensis* L.), ясколка полевая (*Cerastium arvense* L.), подорожник большой (*Plantago major* L.), дрема белая, осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), вероника полевая (*Veronica arvensis* L.), полынь обыкновенная и другие. В группе часто встречаемых – марь белая (*Chenopodium album* L.), просо куриное (*Echinochloa crus-galli* L.) [18].

При проведении маршрутных обследований мы ставили цель получить сведения о фактической засоренности посевов озимых зерновых культур, что позволяет выявить закономерности ее динамики и, исходя из этого, конкретизировать оптимальное построение основных элементов системы земледелия – чередования культур, обработки почвы, применения гербицидов и других специальных приемов подавления сорняков.

## Методика и методы исследований

Маршрутные обследования сельскохозяйственных культур проводили в хозяйствах республики за 2–3 недели до уборки урожая согласно общепринятым методикам [5, 10]. Маршрут устанавливали с таким расчетом, чтобы максимально охватить почвенные разности республики. История полей, их агротехнические характеристики, перечень мероприятий по уходу за посевами устанавливали путем собеседования с агрономами (фермерами) хозяйств.

Видовой состав сорняков, их численность и встречаемость определяли по методике И. И. Либерштейна, А. М. Туликова [8], ботанические названия сорных растений и их принадлежность к семействам – по определителям [2–4, 19, 23].

## Результаты исследований и их обсуждение

Несмотря на то что озимые зерновые в 2017–2019 гг. ежегодно пропалывались более чем на 100 % площадей (таблица 1), общая засоренность посевов перед уборкой оставалась достаточно высокой, но значительно снизилась по сравнению с 2006–2009 гг. Так, в посевах озимой

пшеницы произрастало в среднем 30,4 (25,9–32,6) шт./м<sup>2</sup> против 47,9 (таблица 2); в посевах озимого тритикале – 45,5 (39,2–56,0) шт./м<sup>2</sup> и 58,4 (таблица 3); 50,9 (44,8–54,9) шт./м<sup>2</sup> против 89,6 в посевах озимой ржи (таблица 4).

Одной из причин снижения общей засоренности посевов озимых зерновых культур многолетними видами сорных растений является значительный объем применения глифосатсодержащих гербицидов после уборки предшественника, что в первую очередь отразилось на численности пырея ползучего, видов осота и других многолетних сорняков.

Известные причины, способствующие увеличению засоренности, по-прежнему актуальны – насыщение севооборота зерновыми культурами более 50 %, распространение 3–4-польных севооборотов, монокультура, неполное выполнение комплекса агротехнических мероприятий, непродуманная минимальная обработка и другие. При этом формируется комплекс сорных растений, близкий по биологическим особенностям и опасный для данной местности.

Анализ таблиц 3–4 показывает, что к доминирующим в 2006–2009 гг. многолетним сорнякам – бодяку полевому, осоту желтому, подорожнику большому, ясколке полевой, полыни обыкновенной, пырею ползучему – в последние 3 года добавились выюнок полевой, мята полевая, хвощ полевой, полынь обыкновенная, подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata* L.), чистец болотный, ясколка дернистая (*Cerastium holosteoides* Fries.). Кроме дремы белой из двулетних также произрастает вероника плющелистная (*Veronica hederifolia* L.). При этом дрема белая произрастает как факультативный двулетник, то есть весь цикл ее развития похож на зимующие однолетние сорные растения, что типично для южных регионов.

В группе зимующих и озимых сорных растений к васильку синему, подмареннику цепкому, звездчатке средней, метлице обыкновенной, мятлику однолетнему, незабудке полевой, ромашке непахучей, торнице полевой, фиалке полевой, ярутке полевой, веронике полевой, самосеву рапса (*Brassica napus* L.) добавились живокость полевая, мелкопестик канадский; в группе яровых сорных растений добавились аистник цыкутный (*Erodium cicutarium* L.), галинсога мелкоцветная, паслен черный (*Solanum nigrum* L.), ситник жабий, виды щетинника (*Setaria* spp.) (таблица 3, 4).

В условиях с мягкой зимой 2017–2019 гг., а возможно и в условиях минимальной обработки почвы в посевах озимых зерновых культур единично стали произрастать не типичные для их агрофитоценозов многолетние сорняки – горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), мать-и-мачеха обыкновенная, кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), льянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.), лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), тысячелистник обыкновенный; двулетние – лопух паутинистый (*Arctium tomentosum* Mill.), люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.), синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.); однолетние – клевер пашенный (*Trifolium arvense* L.), бородавник обыкновенный (*Lapsana communis* L.), герань рассеченная (*Geranium dissectum* L.), жерушник болотный (*Rorippa palustris* (L.) Bess.), молочай солнцегляд (*Euphorbia helioscopia* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), осот огородный (*Sonchus*

*oleraceus* L.), галинсога мелкоцветная (*Galinsoga parviflora* Cav.) и др.

На протяжении последних 16 лет в приграничных районах в западной части республики (Гродненский, Сморгонский, Лидский, Берестовицкий, Новогрудский и Брестский) наблюдается расширение ареала мака-самосейки (*Papaver rhoeas* L.). Его всходы появляются после прополки в посевах культур, на обочинах дорог, где растения образуют семена, способные распростра-

Таблица 1 – Объемы химической прополки озимых зерновых культур в Беларуси (данные ЦСУ Беларуси)

Год	Прополото, тыс. га	% к посевной площади	В том числе осенью
2017	1091,1	90,8	9,0
2018	1173,8	108,8	27,0
2019	1208,2	103,8	34,7

Таблица 2 – Динамика засоренности посевов озимой пшеницы перед уборкой урожая в Республике Беларусь (маршрутные обследования)

Сорное растение	Засоренность, шт./м <sup>2</sup>				
	2006–2009 гг.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее за 2017–2019 гг.
<i>Многолетние сорные растения</i>					
Бодяк полевой	0,3	0,4	0,2	0,5	0,4
Вьюнок полевой	–	0,1	0,2	0,1	0,1
Мята полевая	–	0,2	–	1,7	0,6
Осот полевой	0,9	0,5	1,0	0,3	0,6
Подорожник большой	0,8	0,8	0,1	0,1	0,3
Пырей ползучий	14,6	1,6	4,7	3,1	3,1
Хвощ полевой	–	0,2	0,1	–	0,1
Полынь обыкновенная	–	0,2	0,2	–	0,1
<i>Двулетние сорные растения</i>					
Дрема белая	0,8	1,4	0,6	0,4	0,8
Вероника плющелистная	–	1,1	0,8	0,3	0,7
<i>Зимующие и озимые сорные растения</i>					
Василек синий	1,1	0,6	1,0	0,6	0,7
Живокость полевая	–	0,1	0,2	–	0,1
Звездчатка средняя	1,1	0,2	0,2	–	0,1
Мятлик однолетний	1,0	0,3	1,1	0,1	0,5
Метлица обыкновенная	3,8	3,9	4,4	3,9	4,1
Незабудка полевая	0,6	0,4	0,1	0,2	0,2
Подмаренник цепкий	–	0,1	0,5	0,2	0,3
Ромашка непахучая	1,1	0,9	1,2	1,1	1,1
Фиалка полевая	2,8	4,9	3,0	3,1	3,7
Ярутка полевая	1,0	1,9	0,4	1,1	1,1
<i>Яровые сорные растения</i>					
Аистник цикутный	–	0,5	0,1	–	0,2
Галинсога мелкоцветная	–	–	0,4	1,3	0,6
Горец вьюнковый	2,2	2,1	1,1	1,2	1,5
Горец птичий	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7
Горец шероховатый	–	0,3	0,1	0,3	0,2
Марь белая	3,6	0,5	1,1	3,2	1,6
Мелколпестник канадский	–	1,1	0,2	0,3	0,5
Паслен черный	–	0,5	–	1,1	0,5
Пикульник обыкновенный	–	0,6	–	0,2	0,3
Просо куриное	3,4	6,1	1,8	8,3	5,4
Ситник жабий	–	0,2	0,2	–	0,1
Сушеница топяная	0,2	0,2	0,2	–	0,1
Щетинник сизый	0,7	0,6	–	–	0,2
Щетинник зеленый	–	–	0,3	–	0,1
Прочие	8,1	1,4	0,1	0,1	0,5
<b>Всего</b>	<b>47,9</b>	<b>32,6</b>	<b>25,9</b>	<b>32,7</b>	<b>30,4</b>

няться далее, в том числе посредством переноса на поля сельскохозяйственной техникой.

В 40 районах Беларуси встречается овсюг обыкновенный (*Avena fatua* L.), численность которого на отдельных полях может достигать 100 и более растений/м<sup>2</sup>. Предполагалось, что в процессе зимовки семена

овсюга погибнут. Но этого не произошло. Если зимы будут такими же теплыми, как в 2020 г., к указанным сорным растениям добавятся и другие сорняки, приспособленные к южным регионам. Обнадеживает то, что, несмотря на расширение ареала, в группе доминирующих *Avena fatua* и *Papaver rhoeas* пока представлены не повсеместно.

**Таблица 3 – Динамика засоренности посевов озимого тритикале перед уборкой урожая в Республике Беларусь (маршрутные обследования)**

Сорное растение	Засоренность, шт./м <sup>2</sup>				
	2006–2009 гг.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее за 2017–2019 гг.
<i>Многолетние сорные растения</i>					
Бодяк полевой	0,5	0,1	0,1	0,2	0,1
Вьюнок полевой	–	0,2	–	0,1	0,1
Осот полевой	1,4	0,6	0,3	0,5	0,5
Подорожник большой	1,6	0,6	0,5	0,1	0,4
Подорожник ланцетолистный	0,3	0,7	–	–	0,2
Пырей ползучий	16,8	2,0	6,6	2,1	3,6
Полынь обыкновенная	–	0,3	0,1	0,1	0,2
Мята полевая	–	0,2	–	–	0,1
Ясколка дернистая	–	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Двулетние сорные растения</i>					
Дрема белая	1,6	0,9	2,3	1,1	1,4
Вероника плющелистная	–	0,9	1,8	0,4	1,0
<i>Зимующие и озимые сорные растения</i>					
Василек синий	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0
Живокость полевая	–	0,2	0,2	–	0,1
Звездчатка средняя	1,7	0,3	0,4	0,6	0,4
Метлица обыкновенная	3,9	5,9	7,9	3,7	5,8
Мятлик однолетний	0,8	0,4	1,2	0,1	0,6
Мелколепестник канадский	–	0,9	1,5	0,7	1,0
Незабудка полевая	1,4	0,6	0,5	0,1	0,4
Пастушья сумка	0,7	–	0,3	0,1	0,1
Подмаренник цепкий	–	0,2	0,3	–	0,2
Ромашка непахучая	2,9	1,1	1,2	1,0	1,1
Торица полевая	–	0,2	0,1	–	0,1
Фиалка полевая	3,9	9,4	8,9	6,0	8,1
Ярутка полевая	0,8	0,1	1,2	0,4	0,6
<i>Яровые сорные растения</i>					
Аистник цикутный	–	0,3	0,1	0,3	0,2
Галинсога мелкоцветная	–	0,1	0,1	0,3	0,2
Горец вьюнковый	2,3	3,6	2,9	2,3	2,9
Горец птичий	1,7	0,4	0,4	0,5	0,4
Горец шероховатый	–	0,3	0,1	0,4	0,3
Марь белая	3,5	0,7	3,7	4,4	2,9
Овсюг обыкновенный	–	–	0,4	0,1	0,2
Паслен черный	–	0,1	0,1	0,2	0,1
Пикульник обыкновенный	–	0,4	0,1	0,1	0,2
Просо куриное	2,9	7,3	5,3	11,2	7,9
Сушеница топяная	0,5	0,6	0,6	–	0,4
Виды щетинника	0,1	–	5,4	0,2	1,9
Прочие	9,1	0,8	1,3	1,0	1,0
<b>Всего</b>	<b>58,4</b>	<b>41,5</b>	<b>56,0</b>	<b>39,2</b>	<b>45,5</b>

**Заклучение**

Численность сорных растений в посевах озимых зерновых культур к уборке продолжает снижаться к величинам, близким к пороговым (в среднем 30,4–50,9 шт./м<sup>2</sup>). Одной из причин снижения общей засоренности посевов озимых зерновых культур многолетними видами сорных растений является применение в значительных объе-

мах глифосатсодержащих гербицидов после уборки предшественника, что в первую очередь отразилось на численности пырея ползучего, видов осота и других многолетних сорняков, а также химические прополки в процессе вегетации культур.

Но при этом в последние годы в посевах увеличивается видовое разнообразие сорняков: в группе многолетних

**Таблица 4 – Динамика засоренности посевов озимой ржи перед уборкой урожая в Республике Беларусь (маршрутные обследования)**

Сорное растение	Засоренность, шт./м <sup>2</sup>				
	2006–2009 гг.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее за 2017–2019 гг.
<i>Многолетние сорные растения</i>					
Бодяк полевой	0,8	0,1	0,6	–	0,2
Вьюнок полевой	–	0,1	–	0,3	0,1
Одуванчик лекарственный	–	0,4	0,1	0,1	0,2
Осот полевой	2,7	2,9	0,6	0,6	1,4
Подорожник большой	2,8	0,9	0,1	0,1	0,4
Подорожник ланцетолистный	0,1	0,5	0,5	–	0,3
Пырей ползучий	24,8	5,7	7,4	4,1	5,7
Чистец болотный	–	–	0,1	0,1	0,1
Хвощ полевой	–	0,3	0,6	0,2	0,4
Полынь обыкновенная	–	0,1	0,8	0,1	0,3
Ясколка дернистая	–	0,2	0,3	0,1	0,2
<i>Двулетние сорные растения</i>					
Дрема белая	2,0	1,7	3,1	2,7	2,5
Вероника плющелистная	–	0,9	0,4	0,8	0,7
<i>Зимующие и озимые сорные растения</i>					
Василек синий	1,3	0,9	2,4	2,5	1,9
Живокость полевая	–	0,2	0,6	0,1	0,3
Звездчатка средняя	3,5	0,3	0,4	0,8	0,5
Метлица обыкновенная	7,8	2,2	6,9	7,5	5,5
Мятлик однолетний	1,0	0,1	0,1	–	0,1
Мелколепестник канадский	–	1,6	0,8	0,8	1,1
Незабудка полевая	3,5	1,6	1,7	0,4	1,2
Пастушья сумка	0,5	–	0,2	0,2	0,1
Ромашка непахучая	4,8	2,2	3,7	1,1	2,3
Торица полевая	–	0,1	0,2	–	0,1
Фиалка полевая	6,8	6,2	5,4	12,2	7,9
Ярутка полевая	0,8	0,4	1,2	0,4	0,8
<i>Яровые сорные растения</i>					
Аистник цикутный	–	0,6	0,9	0,7	0,7
Горец вьюнковый	2,6	2,4	2,5	1,6	2,2
Горец птичий	0,9	0,7	0,7	0,5	0,6
Горец шероховатый	–	0,4	0,3	0,8	0,5
Марь белая	5,7	1,2	3,4	1,9	2,2
Очный цвет полевой	–	0,1	0,4	–	0,2
Паслен черный	–	0,2	0,3	0,7	0,4
Пикульник обыкновенный	–	0,1	0,1	0,1	0,1
Просо куриное	2,4	8,1	5,8	12,3	8,7
Сушенница топяная	0,9	0,2	0,1	0,1	0,1
Виды щетинника	1,0	0,3	0,1	0,4	0,3
Прочие	13,7	1,2	1,4	0,8	1,1
<b>Всего</b>	<b>89,6</b>	<b>44,8</b>	<b>53,1</b>	<b>54,9</b>	<b>50,9</b>

в последние 3 года добавились вьюнок полевой, мята полевая, хвощ полевой, подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata* L.), чистец болотный, яссколка дернистая (*Cerastium holosteoides* Fries.); среди двулетних – вероника плющелистная (*Veronica hederifolia* L.); зимующих и озимых – живокость полевая, мелколепестник канадский; в группе яровых сорных растений добавились аистник цикутный (*Erodium cicutarium* L.), галинсога мелкоцветная, паслен черный (*Solanum nigrum* L.), ситник жабий, виды щетинника (*Setaria* spp.), во многих районах – мак-самосейка и овсюг.

Кроме того, в условиях с мягкими зимами 2017–2019 гг., а возможно и в условиях минимальной обработки почвы, в посевах озимых зерновых культур единично стали произрастать не типичные для их агрофитоценозов многолетние сорняки – горошек мышинный (*Vicia cracca* L.), мать-и-мачеха обыкновенная, кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.), лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), тысячелистник обыкновенный; двулетние – лопух паутинистый (*Arctium tomentosum* Mill.), люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.), синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.), а также и однолетние – клевер пашенный (*Trifolium arvense* L.), бородавник обыкновенный (*Lapsana communis* L.), герань рассеченная (*Geranium dissectum* L.), жерушник болотный (*Rorippa palustris* (L.) Bess.), молочай солнцегляд (*Euphorbia helioscopia* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), осот огородный (*Sonchus oleraceus* L.), галинсога мелкоцветная (*Galinsoga parviflora* Cav.) и др.

Учитывая, что негативные факторы, способствующие сохранению высокой засоренности (несоблюдение севооборота, возделывание многолетних трав 3 года и более, отказ от лущения стерни и полупаровой обработки, систематическое нарушение сроков зяблевой вспашки, узкий спектр применяемых гербицидов и многие другие антропогенные факторы) сохраняются, считаем, что достигнутые объемы применения глифосатсодержащих гербицидов в республике (не менее 1 млн га) необходимо сохранить на ближайшие 2–3 года, а также сохранить объемы защиты от однолетних сорняков в посевах озимой пшеницы и тритикале до 100 %, и озимой ржи – увеличить до 80–90 %.

Предлагается, наряду с агротехническими мероприятиями, дальнейшее совершенствование химического метода (в том числе переход на осеннее внесение гербицидов, использование комбинированных гербицидов с двумя и более действующими веществами), а также усиление контроля сорняков в посевах всех культур севооборота.

**Литература**

1. Бесплужные технологии как адаптация к изменению климата // Наше сельское хозяйство. – 2020. – № 7. – С. 74, 76–81.
2. Васильченко, И. Т. Определитель сорных растений / И. Т. Васильченко. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. – 344 с.
3. Верещагин, Л. Н. Атлас сорных, лекарственных и медоносных растений. Хозяйственно вредные сорно-полевые, мусорные растения, растения естественных угодий и водной среды. Изд. второе, испр. и доп. / Л. Н. Верещагин. – Киев: Юнивест Маркетинг, 2002. – 384 с.
4. Губанов, И. А. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР: пособие для учителей / И. А. Губанов, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. – М.: Просвещение, 1981. – 287 с.

5. Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ. Подгот. Л. М. Державин и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 16 с.
6. Корпанов, Р. В. Видовой состав сорной растительности и обоснование рационального применения гербицидов в посевах сои в Беларуси: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Р. В. Корпанов; РУП «Ин-т защиты растений». – Прилуки, 2008. – 20 с.
7. Лапковская, Т. Н. Агробиологическое обоснование химической системы защиты посевов льна-долгунца от сорных растений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Т. Н. Лапковская; НИРУП «Белорус. науч. – исслед. ин-т защиты растений». – п. Прилуки, Мин. р-н., 2003. – 21 с.
8. Либерштейн, И. И. Современные методы изучения и картирования засоренности / И. И. Либерштейн, А. М. Туликов // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. – М., 1980. – С. 54–67.
9. Мелеце, Л. П. Изучение видового состава и сезонной динамики сорняков на посевах зерновых в условиях Латвийской ССР / Л. П. Мелеце // Бюл. ВИЗР. – Л., 1983. – № 57. – С. 27–29.
10. Методические указания по картированию сорных растений в колхозах и совхозах / Сост. А. И. Туликов. – М., 1979. – 12 с.
11. Монствилайте, Я. И. Результаты исследований засоренности посевов в Литовской ССР и научное обоснование химических средств борьбы / Я. И. Монствилайте // Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями. – М., 1980. – С. 178–186.
12. Протасов, Н. И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н. И. Протасов, К. П. Паденов, П. М. Шерснев. – Мн.: Ураджай, 1987. – 272 с.
13. Саскевич, П. А. Агробиологическое обоснование мер борьбы с многолетней сорной растительностью в условиях Республики Беларусь: монография / П. А. Саскевич, Ю. А. Миренков, С. В. Сорока. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип., 2008. – 238 с.
14. Сонкина, Н. В. Сорная растительность агроценозов картофеля и пути снижения ее вредности: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Н. В. Сонкина; РУП «Ин-т защиты растений». – п. Прилуки, Мин. р-н., 2007. – 22 с.
15. Сорока, Л. И. Агробиологическое обоснование химической защиты посевов овса от сорных растений в Беларуси: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Л. И. Сорока; НИРУП «Белорус. ин-т защиты растений». – п. Прилуки, Мин. р-н., 2004. – 21 с.
16. Сорока, С. В. Биологическое обоснование рационального применения гербицидов в посевах озимой пшеницы в Белорусской ССР: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / С. В. Сорока; Белорус. НИИ земледелия. – Жодино, 1990. – 21 с.
17. Сорока, С. В. Особенности осеннего применения глифосатсодержащих гербицидов в Беларуси / С. В. Сорока // Белорус. сел. хоз-во. – 2007. – № 8 (64). – С. 36–40.
18. Сорока, С. В. Распространенность и вредоносность сорных растений в посевах озимых зерновых культур в Беларуси: монография / С. В. Сорока, Л. И. Сорока / РУП «Институт защиты растений». – Минск: Колорград, 2016. – 132 с.
19. Станков, С. С. Определитель высших растений Европейской части СССР / С. С. Станков, В. И. Талиев. – М.: Сов. наука, 1949. – 1151 с.
20. Терещук, В. С. Агробиологическое обоснование применения гербицидов в агрофитоценозе ячменного поля в Беларуси: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.11 / В. С. Терещук // Белорус. науч.-исслед. ин-т защиты растений. – д. Прилуки, Мин. р-н., 1999. – 20 с.
21. Тибец, Ю. А. Эффективность применения гербицидов и регуляторов роста растений при возделывании ярового рапса в северо-восточной части Республики Беларусь: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Ю. А. Тибец; УО «Белорус. гос. с.-х. акад.» – Горки, 2007. – 21 с.
22. Туликов, А. М. Сегетальная сорная флора Московской области / А. М. Туликов // Изв. ТСХА. – 1982. – Вып. 5. – С. 46–53.
23. Фисюнов, А. В. Справочник по борьбе с сорняками / А. В. Фисюнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 255 с.
24. Якимович, Е. А. Биологическое обоснование химической защиты посевов проса от сорных растений: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / Е. А. Якимович; РУП «Ин-т защиты растений». – д. Прилуки, Мин. р-н., 2006. – 20 с.

УДК 633.1:632.913(476)

## Фитосанитарные риски при возделывании зерновых культур в Беларуси

Ф. И. Привалов, член-корреспондент НАН Беларуси, В. А. Шантыр, кандидат с.-х. наук  
 Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию  
 Л. В. Сорочинский, доктор с.-х. наук  
 Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 23.07.2020 г.)

*В статье изложены результаты исследований по оценке возможных фитосанитарных рисков при возделывании зерновых культур.*

*The paper presents the results of the research on the evaluation of possible pest risks in cereals cultivation.*

### Введение

Производство зерна является одной из важнейших задач агропромышленного комплекса Республики Беларусь, при этом рост валовых сборов зерна должен осуществляться не за счет расширения посевных площадей, а на основе всесторонней интенсификации технологий их возделывания. Эта задача может быть решена только в том случае, если аграрии научатся предвидеть и предотвращать различные риски, прежде всего фитосанитарные, связанные с распространением вредных организмов и необходимостью нести значительные затраты на защиту урожая.

Фитосанитарные риски характеризуются рядом показателей: площадью распространения вредных организмов с разными уровнями опасности (высокий, средний и низкий – ниже ЭПВ), снижением продуктивности агроценозов зерновых культур и потерями урожая зерна. Для характеристики рисков учитываются также затраты на снижение потерь урожая до экономически безопасного уровня. Фитосанитарные риски проявляются не только в снижении валового сбора зерна. Их действие выражается в том, что на неблагоприятных посевах при уменьшении урожая ниже рентабельного (безубыточного) уровня производство зерна становится невыгодным, и альтернативы улучшению фитосанитарного состояния агроценозов при решении задач сокращения рисков просто нет [1, 2].

В связи со сказанным, оценка биологических и экономических данных с целью определения статуса вредных организмов, установления целесообразности и интенсивности применения против них необходимых фитосанитарных мероприятий является весьма актуальной задачей при возделывании зерновых культур.

### Методика и место проведения исследований

Оценку фитосанитарного состояния агроценозов зерновых культур проводили на опытных полях РУП «Институт защиты растений» (2008–2010 гг.) и РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» (2016–2018 гг.). В течение вегетационного периода за ростом и развитием растений вели фенологические наблюдения.

Учет вредителей, болезней растений и сорняков, расчеты потерь урожая зерновых культур от вредных организмов проводили в соответствии с общепринятыми в защите растений методиками [3, 4, 5].

### Результаты исследований и их обсуждение

#### Фитосанитарное состояние агроценозов зерновых культур

##### Засоренность посевов зерновых культур

Засоренность сельскохозяйственных угодий является серьезным фактором, сдерживающим рост урожайности культур.

В Беларуси встречается свыше 300 видов сорных растений, из них около 30 – доминирующие. Сорный ценоз представлен однолетними и многолетними видами из группы однодольных и двудольных растений.

В посевах озимой пшеницы из сорных видов преобладали: метлица обыкновенная, пырей ползучий, фиалка полевая, ромашка непахучая, звездчатка средняя. Аналогичная ситуация по засоренности прослеживается в посевах озимого тритикале. В посевах яровых зерновых культур из двудольных видов преобладали: марь белая, виды горца, фиалка полевая, ромашка непахучая; из однодольных – пырей ползучий и просо куриное (таблица 1).

Поскольку суммарные показатели по засоренности посевов зерновых культур значительно превышают их пороговые значения, борьбу с сорняками следует рассматривать как обязательное мероприятие технологий возделывания зерновых культур.

#### Распространение болезней на зерновых культурах

##### Озимые зерновые

**Снежная плесень.** В годы наблюдений (2016–2018 гг.) болезнь отмечена на 50,1–71,0 % опытных посевов озимых зерновых культур при преобладании депрессивного развития и умеренного в очагах. Гибели посевов от поражения снежной плесенью не отмечено.

**Мучнистая роса.** В годы наблюдений отмечено депрессивное развитие мучнистой росы. Болезнью было поражено до 59,0 % стеблей озимого тритикале и до 68,0 % – озимой пшеницы.

**Бурая ржавчина.** В течение вегетационных периодов (2016–2018 гг.) развитие бурой ржавчины было депрессивным. Распространенность на зерновых культурах в стадии флаг-лист – колосение составляла 7,2–9,5 %, развитие болезни наблюдалось в пределах 1,8–2,7 %.

**Желтая пятнистость злаков (пиренофороз).** Распространенность и вредоносность данного заболевания в последние годы повсеместно существенно возросла.

В наших опытах в фазе флаг-лист распространенность желто-бурой пятнистости составляла 14–17 % на озимой пшенице и тритикале. Развитие болезни – 2,1–2,2 %. Во второй половине вегетации распространенность возросла до 30,0–35,0 %, развитие болезни достигло 5,6–7,3 %.

**Септориоз.** В годы наблюдений в фазе флаг-лист – колосение распространенность болезни на озимой пшенице составляла 48,0–56,0 %, на озимом тритикале – 28,0–39,0 %. Среднее развитие болезни составляло 1,1–1,6 %, что в пределах порогового уровня.

**Фузариоз колоса.** Это заболевание зерновых культур, вызывающее значительные потери урожая и качества зерна. Распространенность болезни на опытных полях

**Таблица 1 – Численность наиболее распространенных сорных растений в посевах зерновых культур (опытное поле РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», средняя численность перед уборкой, 2016–2018 гг.)**

Вид	Численность доминирующих видов, шт./м <sup>2</sup>			
	пшеница озимая	тритикале озимое	пшеница яровая	ячмень яровой
Пырей ползучий	11,0	11,2	9,3	10,1
Метлица обыкновенная	3,0	5,8	0,7	1,1
Мятлик однолетний	1,7	2,6	0,3	0,2
Просо куриное	1,1	0,7	5,2	3,4
Фиалка полевая	5,0	6,5	5,2	6,1
Звездчатка средняя	1,7	4,5	1,1	2,1
Ромашка непахучая	2,0	5,3	2,1	–
Марь белая	1,2	1,1	3,8	4,2
Горец вьюнковый	2,0	1,0	1,8	1,6
Василек синий	1,3	1,5	–	–
Пастушья сумка	1,2	1,4	1,8	2,1
Пикульник обыкновенный	1,9	2,0	0,7	1,2
Осот полевой	0,7	3,1	0,7	0,6
Дрема белая	1,1	2,2	1,6	1,0
Прочие	12,0	13,4	10,2	17,8
Всего сорных растений	46,9	62,0	44,5	51,5
Порог вредоносности*, шт./м <sup>2</sup>	20	40	14–16	30–50

Примечание – Пороги вредоносности приведены по данным С. В. Сороки [5].

составляла на озимой пшенице 38,3 %, на озимом тритикале – 29,4 %.

**Корневые гнили.** Характерные признаки болезни – поражение первичных и вторичных корней, подземного междоузлия, эпикотили и основания стебля. Основными источниками инфекции являются семена, пораженные растительные остатки, почва. В годы наблюдений распространенность корневых гнилей составляла 65,4–74,1 % при умеренно-депрессивном развитии.

**Яровые зерновые культуры**

В посевах яровых зерновых культур в сезонах 2016–2018 гг. наблюдалось депрессивно-умеренное развитие болезней. Увеличилось распространение септориоза и фузариоза.

**Гельминтоспориоз.** Из пятнистостей на ячмене наибольшее распространение имел сетчатый гельминтоспориоз. Раннее проявление болезни в посевах было обусловлено оптимальными погодными условиями для возбудителя. Первые симптомы поражения растений обнаружены в фазе 1–2 листа. К моменту флаг-лист – колошение распространенность сетчатого гельминтоспориоза составляла 48–67 %. Средневзвешенный процент развития болезни был в пределах 3,1–6,4. В дальнейшем, к периоду налива зерна – молочной спелости, максимальный средневзвешенный процент развития болезни не превысил 5,7.

Основа мер борьбы с гельминтоспориозами – протравливание и высокое качество высеваемых семян.

**Мучнистая роса.** В посевах яровых зерновых культур появляется в фазе трубкования. В период флаг-лист – колошение посевов яровой пшеницы распространенность болезни составляла от 49 до 64 %. Средневзвешенное развитие болезни не превышало 4,8 %.

В посевах ярового ячменя мучнистая роса не получила широкого распространения.

**Септориоз.** Пораженность посевов яровой пшеницы септориозом листьев отмечена к концу трубкования культуры. В период флаг-лист – колошение распространенность болезни составляла 36–59 %, к наливу зерна – молочной спелости – колебалась в пределах 52–60 %. Средневзвешенный процент развития болезни был в пределах 1,8–8,3. Поражение колоса септориозом было отмечено в фазе молочно-восковой спелости. Распространенность септориоза колоса – 24 %, развитие болезни – 2–4 %.

**Корневые гнили.** В условиях 2016–2018 гг. болезнь встречалась повсеместно. Уже в фазе кущения распространенность корневой гнили в посевах яровой пшеницы колебалась в пределах 58–64 % при развитии болезни до 18 %, к фазе молочно-восковой спелости возросла до 73–100 %. Пораженность посевов ярового ячменя болезнью была несколько ниже.

**Фузариоз колоса.** В годы исследований складывались благоприятные погодные условия для поражения колоса яровых зерновых культур фузариозом. Распространенность болезни в посевах пшеницы достигала 40 %. Ниже была распространенность фузариоза колоса на ячмене и составила 15,2 % при 1–2 % развития болезни.

**Распространение вредителей на зерновых культурах**

**Шведские мухи.** Погодные условия в годы наблюдений (2016–2018 гг.) благоприятствовали активному лету шведских мух на озимых зерновых культурах. На единицу учета вылавливалось до 4–6 мух, однако заселялись в основном посевы ранних и оптимально-ранних сроков сева. Поврежденность растений составила от 0,7 до 1,6 %, максимальная – 3,8 % отмечена на озимой пшенице.

Особенностью 2018 г. была поздняя и затяжная весна. Массовый лет мух отмечен в конце I и начале II декады мая и совпал с периодом прохождения уязвимых фаз (2 листа – начало кущения) у яровых культур. Численность вредителя составляла 32–50 экземпляров на 100 взмахов сачком. Средневзвешенный процент поврежденных растений ячменя составил 1,6–3,7 %.

**Пьявица.** Вредитель отмечен в посевах всех зерновых культур, было заселено до 100 % площади опытных посевов, в том числе на 10 % площадей вредитель имел хозяйственное значение. Выход жуков из мест зимовки проходил в III декаде апреля – I декаде мая. Заселение озимых начиналось в конце апреля, яровых – в I декаде мая и наблюдалось в течение всего мая. Численность жуков в этот период составляла не более 10 особей/100 взмахов сачком, максимально выкашивалось 13–16 особей/100 взмахов сачком. Теплая сухая погода благоприятствовала развитию личинок. Личинки наносили вред яровым зерновым, начиная с фазы стеблевания, максимальная вредоносность отмечена в фазе флаг-лист.

Поврежденность листьев достигала 40 % с плотностью 0,2–0,6 особей/стебель.

**Злаковые тли.** В течение вегетационных сезонов 2016–2018 г. отмечен депрессивный уровень развития злаковых тлей в посевах зерновых культур. Преобладающим видом, встречающимся в посевах озимых и яровых зерновых культур, была большая злаковая тля. Основным фактором, сдерживающим численность злаковых тлей на допороговом уровне, были погодные условия конца мая, и она составила 0,96–1,05 особи/стебель при 24–28 % заселенных стеблей. На яровых культурах пик численности большой злаковой тли наблюдался в середине июня в фазе колошения. Процент заселенных стеблей не превышал 3–13 с численностью 0,1–1,1 особи на обследованный стебель.

**Потери урожая зерна от вредных организмов**

Оптимальные уровни защитных мероприятий и планирование этих мероприятий должны быть следствием складывающегося фитосанитарного состояния: степени распространения вредителей, болезней растений и засоренности сельскохозяйственных угодий. Обобщающим показателем фитосанитарного состояния считается уровень и величина потерь, вызываемых вредными организмами.

Определение потерь урожая, вызываемых вредителями, болезнями и сорняками, необходимо для объективной оценки их вредоносности.

Различают потенциальные, устранимые и актуальные потери зерна, которые выражаются в натуральных или денежных единицах. Потенциальные потери – размер вреда, причиняемого вредными организмами при отсутствии мер борьбы с ними; актуальные (фактические, неустрашимые) – потери, причиняемые вредными организмами в

конкретных условиях; устранимые потери: сохраненная урожайность – объем продукции культуры на единице площади (ц, т, % на 1 га, м<sup>2</sup>), полученной в результате применения защитных мероприятий, и сохраненный урожай – объем продукции культуры (ц, т, %), полученный в конкретном хозяйстве, регионе в результате применения защитных мероприятий [6].

Величины сохраняемого урожая на зерновых культурах устанавливаются опытным путем на основании результатов изучения эффективности защитных мероприятий в отношении отдельных групп вредных организмов или их комплексов.

Результаты многочисленных полевых и производственных опытов по изучению эффективности защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков послужили основанием для разработки нормативов сохраняемого урожая как в отношении отдельных приемов (протравливание, борьба с сорняками, защита от болезней и вредителей), так и систем защиты растений от комплексов вредных организмов (таблица 2).

По данным ряда исследователей, осуществление комплекса защитных мероприятий на зерновых культурах обеспечивает снижение потенциальных потерь на 50–55 % [8, 9].

Оценка потерь урожая зерновых культур от вредных организмов, проведенная по результатам полевых опытов, показала, что устранимость потенциальных потерь достигала 60–65 %, при этом величина сохраненного урожая (устрашимые потери) зависела от уровня интенсивности фитосанитарных технологий (таблица 3).

Усредненные данные в относительных величинах по размерам потерь урожая зерновых культур от вредных организмов, оцененные по методике Д. Шпаара [1], дают

**Таблица 2 – Нормативы сохраняемого урожая от применения пестицидов на зерновых культурах с уровнем продуктивности 30–50 ц/га (на основании данных около 400 полевых опытов РУП «Институт защиты растений») [7]**

Культура	Сохраняемый урожай, ц/га				
	протравители	гербициды	фунгициды	инсектициды	система защиты
Зерновые культуры	1,7	3,1	5,4	1,7	7–9
Пшеница озимая	1,9	3,4	6,0	1,6	8–10
Тритикале озимое	1,9	3,3	5,5	1,6	8–10
Рожь озимая	1,8	2,6	5,0	1,6	6–8
Пшеница яровая	1,5	3,3	5,5	1,8	7–9
Ячмень яровой	1,8	3,3	5,7	1,8	7–9
Тритикале яровое	1,5	3,3	5,5	1,8	7–9
Овес	1,5	2,5	4,5	1,4	6–8

**Таблица 3 – Потери зерна зерновых культур от вредных организмов (среднее, 2016–2018 гг.)**

Культура	Фитосанитарная технология	Потери зерна, ц/га		
		устрашимые	неустрашимые	потенциальные
Пшеница озимая	обычная (до 40 ц/га)	8,5	5,7	14,2
	интенсивная (40–60 ц/га)	11,2	7,5	18,7
	высокоинтенсивная (60 ц/га и более)	17,3	11,5	28,8
Тритикале озимое	обычная (до 40 ц/га)	7,2	4,8	12,0
	интенсивная (40–60 ц/га)	11,1	7,4	18,5
	высокоинтенсивная (60 ц/га и более)	15,4	10,3	25,7
Пшеница яровая	обычная (до 30 ц/га)	5,2	3,5	8,7
	интенсивная (30–50 ц/га)	8,7	5,8	14,5
	высокоинтенсивная (50 ц/га и более)	13,1	8,7	21,8
Ячмень яровой	обычная (до 30 ц/га)	5,4	3,6	9,0
	интенсивная (30–50 ц/га)	8,3	5,5	13,8
	высокоинтенсивная (50 ц/га и более)	11,2	7,5	18,7

Достижимый (потенциальный) урожай <b>100 %</b>	Актуальный (фактический) урожай <b>65,5 %</b>	Актуальные (неустраняемые) потери <b>34,5 %</b>	Сорняки	Потенциальные потери <b>62,3 %</b>
		Урожай спасен СЗР (устраняемые потери) <b>27,8 %</b>	Вредители	
Урожай без защиты растений (контроль) <b>37,7 %</b>			Болезни	
		Сорняки		
		Вредители		
		Болезни		

**Потери урожая зерновых культур от вредных организмов (2016–2018 гг.)**

более полное представление о структуре потерь и их классификации (рисунок).

В перспективе устранимость потерь урожая зерновых культур от вредных организмов может быть повышена за счет всесторонней интенсификации технологий их возделывания.

**Издержки по предотвращению потерь урожая зерна от вредных организмов**

Затраты, связанные с проведением мероприятий по защите растений, складываются в основном из затрат на средства защиты растений и затрат на их внесение. Нами при расчетах потерь принимались во внимание только затраты, связанные со стоимостью средств защиты растений при проведении отдельных фитосанитарных мероприятий или фитосанитарных технологий на зерновых культурах.

Стоимостные параметры отдельных фитосанитарных мероприятий обусловлены главным образом ценами на средства защиты растений, в то время как затраты на фитосанитарные технологии определялись полнотой проводимых мероприятий и стоимостью пестицидов (таблица 4, 5).

Таким образом, снижение фитосанитарных рисков при возделывании зерновых культур, может достигаться значительными финансовыми издержками, размеры которых необходимо корректировать с учетом уровней продуктивности агроценозов.

**Заключение**

Фитосанитарные риски при возделывании зерновых культур обусловлены видовым составом вредных организмов, уровнем их численности и распространенности в посевах, потерями урожая зерна, связанными с их жизнедеятельностью, а также необходимыми затратами на снижение их вреда до экономически целесообразных уровней.

Системное применение средств защиты растений на зерновых культурах обеспечивает повышение фактического урожая зерна на 17,5–29,4 % (норматив сохраняемого урожая), при этом устранимость потенциальных потерь урожая от вредных организмов составляет 60–65 %.

Затраты денежных средств, связанных с предотвращением потерь урожая зерна от вредных организмов с учетом полноты проводимых мероприятий и исполь-

зованных средств, могут составлять от 35,0 до 268,0 \$ США на 1 га или 8,0–24,5 % от прямых технологических затрат, что актуализирует проблему их оптимизации с учетом уровней продуктивности агроценозов зерновых культур и их фитосанитарного состояния.

**Литература**

1. Защита растений в устойчивых системах землепользования: в 4-х кн. / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – Торжок: Вариант, 2003. – Кн. 2. – 374 с.
2. Васютин, А. С. Фитосанитарные риски в агроэкосистемах (оценка и управление) / А. С. Васютин, В. А. Захаренко. – Москва, 2014. – 128 с.
3. Интегрированные системы защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Беларуси; Ин-т защиты растений; под ред. С. В. Сороки. – Несвиж, 2012. – 175 с.
4. Зерновые культуры: выращивание, уборка, доработка и использование / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: Агродело, 2008. – 656 с.
5. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. наук Беларуси; Ин-т защиты растений; под ред. С. В. Сороки. – Минск: Беларус. наука, 2005. – 450 с.
6. Защита растений: термины и определения, межгосударственный стандарт, ГОСТ 21507–2013. – Москва: Стандартинформ, 2013.
7. Нормативы зависимости урожайности от качества проведения агротехнических мероприятий / Центр аграр. экономики; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Ин-т экономики НАН Беларуси, 2007. – 134 с.
8. Справочник агронома по защите растений / А. Ф. Ченкин [и др.]. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 367 с.
9. Захаренко, В. А. Чрезвычайные фитосанитарные ситуации в земледелии: состояние, оценка, прогноз и предупреждение. / В. А. Захаренко // Защита и карантин растений. – 2016. – № 8. – С. 3–5.

**Таблица 4 – Стоимость фитосанитарных мероприятий на зерновых культурах (в ценах 2018 г.)**

Фитосанитарное мероприятие	Стоимость, \$ США/га
Протравливание семян	1,8–30,0
Защита от сорняков	2,0–34,4
Фунгицидная обработка (однократно)	6,0–62,0
Борьба с вредителями	2,5–12,0
Внесение ретарданта	3,5–23,0

**Таблица 5 – Стоимость фитосанитарных технологий на зерновых культурах (в ценах 2018 г.)**

Фитосанитарная технология	Стоимость, \$ США/га
Протравливание семян → борьба с сорняками	5,0–65,0
Протравливание семян → борьба с сорняками → фунгицидная обработка	12,0–127,0
Протравливание семян → борьба с сорняками → фунгицидная обработка → борьба с вредителями	18,0–164,0
Протравливание семян → борьба с сорняками → фунгицидная обработка (двукратно) → борьба с вредителями → внесение ретарданта	24,0–209,0
Протравливание семян → борьба с сорняками → фунгицидная обработка (трехкратно) → борьба с вредителями → внесение ретарданта (двукратно)	35,0–268,0

## Эффективность препаратов различной химической природы в контроле тепличных популяций трипса табачного

С. И. Романовский, И. Г. Волчкевич, кандидат с.-х. наук,  
В. В. Вабищевич, кандидат биологических наук  
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 21.04.2020 г.)

Проведена оценка биологической эффективности инсектицидов Мовенто, КС (спиротетрамат, 100 г/л), Пленум, ВДГ (пиметрозин, 500 г/кг), Конфидор экстра, ВДГ (имдаклоприд, 700 г/кг) и Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л) в контроле численности трипса табачного на культуре огурца защищенного грунта. Показана зависимость эффективности препаратов Мовенто, КС и Пленум, ВДГ от исходной численности и дальнейшей динамики роста популяции фитофага. Установлено, что максимальный защитный эффект инсектицида Мовенто, КС, полученный в нормах расхода 1,0 и 1,5 л/га, был на уровне 93,2–98,2 %. Инсектицидная активность препарата Пленум, ВДГ в контроле трипса табачного достигала 89,0–100 %. Наибольшая биологическая эффективность инсектицидов Конфидор экстра, ВДГ и Актеллик, КЭ не превышала 56,0 и 71,7 % соответственно. Отмечено, что максимальный защитный эффект изучаемых препаратов достигается при условии обработки растений огурца в период начального заселения вредителем.

### Введение

Растительноядные трипсы из семейства *Thripidae* – экономически важная группа вредителей во всем мире. Некоторые виды являются общими для многих стран и представляют значительную опасность для широкого ряда сельскохозяйственных культур. Обладая высокой экологической пластичностью, трипсы достаточно хорошо адаптируются к жизнедеятельности в агробиоценозах овощных и цветочно-декоративных культур защищенного грунта, среди них в первую очередь повреждают огурец, перец и розу.

Основным представителем семейства, повсеместно встречающимся в агроценозах культуры огурца в условиях производственных теплиц Республики Беларусь, является трипс табачный (*Thrips tabaci* Lind.) [9]. Согласно литературным данным, увеличение плотности популяции вредителя в посадках огурца до 23,8 особей/лист ведет к сокращению биологического потенциала растений на уровне 21,9 %, при этом потери урожая могут достигать 12,55 кг/м<sup>2</sup>. Однако, исключая прямой ущерб, причиняемый в результате питания имаго и личинок 1-го и 2-го возрастов на листьях, цветках и плодах культуры, фитофаг также способствует переносу вирусных патогенов [2, 6].

Все более актуальным становится риск проникновения адвентивных видов вредителей из семейства *Thripidae*, возросший в результате значительного расширения международной торговли сельскохозяйственной продукцией (продукты питания, семена, оранжерейные и тепличные растения), а также путем туризма, с транспортом и, частично, путем естественной миграции. Так, на

*The assessment of biological efficiency of insecticides of various chemical nature Movento, SC (spirotetramate, 100 g/l), Plenum, VG (pimetrozin, 500 g/kg), Confidor extra, VG (imidacloprid, 700 g/kg), Actellik, EC (pyrimifos-methyl, 500 g/l) in the control of number of thrips tobacco on the cucumber culture of the protected soil is carried out. The dependence of efficiency of preparations Movento, SC and Plenum, VG on the initial number and growth dynamics of the phytophage population is shown. It is established that the maximum protective efficiency of the preparation Movento, SC at the rates of consumption 1,0 and 1,5 l/ha has made 93,2–98,2 %. The insecticidal activity of the preparation Plenum, VG in the control of thrips tobacco has reached 89,0–100 %. The high protective effect of the preparations Confidor extra, VG and Actellik, EC hasn't outreached 56,0 % and 71,7 % respectively. It is noted that the maximum protective effect of the studied preparations is achieved under the condition of treatment cucumber plants during the initial pest settlement.*

фоне высокой полифагии и стремительного расширения ареала обитания существует потенциальная опасность массового распространения западного цветочного (калифорнийского) трипса (*Frankliniella occidentalis* Perg.), способного полностью вытеснить популяцию трипса табачного, что было ранее выявлено в посадках огурца защищенного грунта [4, 5].

В настоящее время фитофаг обнаружен в теплицах во многих регионах Евразийского континента, а также в открытом грунте в странах со средиземноморским климатом [3, 4]. Данный вид входит в Перечень ограниченно распространенных вредителей в условиях Республики Беларусь, общая площадь заселения которым на начало 2020 г. составляла 11,3 га тепличных посадок овощных и цветочно-декоративных культур.

В данный момент на территории республики разработка защитных мероприятий направлена в отношении ограничения распространения и массового заселения огурца трипсом табачным [9]. Следует отметить, что в последние годы значимых трансформаций в ассортименте инсектицидов, разрешенных для контроля вредителя в условиях защищенного грунта, не происходило [1].

Таким образом, оценка применения в посадках огурца традиционно используемых (Актеллик, КЭ, Конфидор экстра, ВДГ) и относительно новых препаратов (Пленум, ВДГ, Мовенто, КС) в отношении трипса табачного вызывает научный интерес.

### Методика и условия проведения исследований

Оценка биологической эффективности инсектицидов в контроле трипса табачного проведена в 2014–2017 гг.

в посадках огурца (Яни F<sub>1</sub>, Мирабелл F<sub>1</sub>, Кураж F<sub>1</sub>, Сигурд F<sub>1</sub>), выращиваемого способом малообъемной гидропоники в остекленных теплицах с естественным типом вентилирования на базе агрокомбината ОАО «Озерицкий-Агро» Смолевичского района Минской области. Густота посадок огурца – 2,5 растений/м<sup>2</sup>.

Поддерживаемые для культуры технологические параметры в теплице включали температурный режим +18...+28 °С и относительную влажность воздуха 70–100 %.

Закладку и проведение опытов осуществляли согласно всем предъявляемым требованиям методических указаний. Вид опыта – мелкоделяночный, расположение делянок рендомизированное. Площадь опытной делянки – 10 м<sup>2</sup>, повторность – 4-кратная [7].

В исследованиях по контролю трипса табачного в биоценозе огурца защищенного грунта использовали препараты различных химических классов, нормы расхода и кратность применения которых были следующими: Актеллик, КЭ (пиримифос-метил, 500 г/л) – 3,0 л/га, Пленум, ВДГ (пиметрозин, 500 г/кг) – 0,6 кг/га и Конфидор экстра, ВДГ (имдаклоприд, 700 г/кг) – 0,2 кг/га (2-кратно); Мовенто, КС (спиротетрамат, 100 г/л) – 0,8 л/га, 1,0 и 1,5 л/га (3-кратно). Биологическую эффективность препаратов рассчитывали по формуле Хендерсона и Тилтона [7].

**Результаты исследований и их обсуждение**

Энтомомониторинг посадок огурца, выращиваемых в зимне-весенний период в условиях производственных теплиц агрокомбината ОАО «Озерицкий-Агро», позволил установить, что временной период появления первых особей трипса табачного на растениях охватывает третью декаду марта – первую декаду мая. Типичные для данного периода среднесуточные параметры окружающей среды и микроклимат теплиц (t +18...+25 °С, относительная влажность воздуха 70–80 %) способны несколько сдерживать массовое развитие вредителя. Однако изменения гидротермических показателей в сторону их увеличения (t +25...+30 °С, относительная влажность воздуха 80–100 %) ежегодно способствовали непрерывному накоплению имаго и личинок трипса табачного в посадках культуры, численность которых достигала 19,8 особей/лист.

Такое развитие ситуации требует регулярного фитосанитарного контроля и постоянного применения инсектицидов, что может способствовать снижению чувствительности популяции вредителя вплоть до приобретения резистентности [8].

Согласно литературным данным, применение Мовенто, КС (1,0 л/га) на растениях огурца является высокоэффективным и составляет 100 % даже при начальной

высокой численности трипса табачного 27 особей/лист [10]. По результатам наших исследований было отмечено, что биологическая эффективность на 7-й день после однократной обработки препаратом в нормах расхода 0,8 и 1,0 л/га, при средней исходной численности вредителя 2,5 особей/лист, составила 75,0 и 82,1 % соответственно (таблица 1). Последующие обработки позволили выявить дальнейшую разницу воздействия препарата на популяцию вредителя в изучаемых нормах расхода. Так, биологическая эффективность Мовенто, КС в норме расхода 1,0 л/га варьировала от 73,1 до 93,2 % на протяжении последующих наблюдений, в то время как использование препарата в минимальной норме способствовало получению максимального защитного эффекта на уровне 75,7 % только на 3-и сутки после второй обработки. Результаты мониторинга численности трипса табачного и полученной биологической эффективности в последующие сроки свидетельствуют о нецелесообразности увеличения интервала до 14 дней между обработками в данном опытном варианте.

В связи с высокой плодовитостью трипса табачного в овощеводстве защищенного грунта практикуется использование инсектицидов уже при обнаружении первых имаго вредителя. Поэтому в 2016 г. первую обработку инсектицидами проводили при средней исходной численности фитофага 0,5 особей/лист. Несмотря на высокую эффективность Мовенто, КС в норме расхода 1,0 л/га, в схему опыта был включен вариант с нормой расхода препарата 1,5 л/га; интервал между обработками не превышал 7 дней.

На протяжении эксперимента популяция вредителя в варианте без обработки характеризовалась интенсивным увеличением численности фитофага, достигая 19,5 особей/лист к концу проведения опыта. На фоне сложившейся фитосанитарной ситуации в результате применения Мовенто, КС в минимальной норме расхода биологическая эффективность составила 70,2 % после однократного применения, 80,1 % – после двукратного и 84,1 % – после трехкратного опрыскивания на 7 день наблюдений (таблица 2). Следует отметить, что увеличение нормы расхода инсектицида до 1,5 л/га позволило получить более высокий защитный эффект, уровень которого даже при учете вредителя на 21-й день после третьей обработки достигал 88,0 %.

Результаты опыта свидетельствуют о том, что применение Мовенто, КС в нормах расхода 1,0 и 1,5 л/га в период начального заселения посадок огурца трипсом табачным является обоснованной тактикой при планировании защитных мероприятий. В связи с высокой биологической эффективностью инсектицида после 2 обработки, на наш взгляд, проведение третьей может

**Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицида Мовенто, КС в контроле трипса табачного на огурце защищенного грунта (зимне-весенний культурооборот, ОАО «Озерицкий-Агро» Смолевичского района Минской области, Яни F<sub>1</sub>, 2015 г.)**

Вариант	Норма расхода, л/га	Биологическая эффективность, % на день наблюдений после обработки						
		первой		второй			третьей	
		3	7	3	7	14	3	7
Без обработки*	–	5,6	6,6	6,8	7,0	11,0	14,9	16,7
Мовенто, КС	0,8	57,4	75,0	75,7	55,5	65,0	70,9	61,8
	1,0	87,4	82,1	86,1	73,1	82,8	93,2	80,4

Примечание – \*В варианте без обработки – средняя численность имаго и личинок трипса табачного, особей/лист.

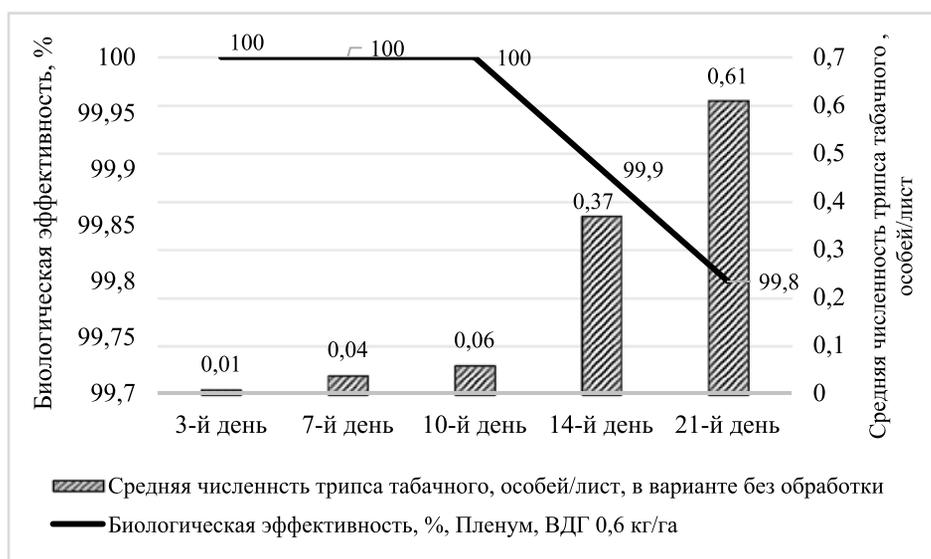
быть сдвинуто на более поздний срок в зависимости от складывающейся фитосанитарной ситуации в теплице.

Инсектицид Пленум, ВДГ характеризуется длительным защитным действием от комплекса вредителей культуры огурца. Однако, по данным наших исследований, эффективность препарата также зависела от исходной численности трипса табачного. Так, применение Пленума, ВДГ в норме расхода 0,6 кг/га при средней заселенности вредителем 6,0 особей/лист, в условиях дальнейшего умеренного развития популяции, позволило достичь биологической эффективности на уровне 89,0 % на 14-й день после двукратной обработки растений (таблица 3). В этих же условиях инсектицид Конфидор экстра, ВДГ (0,2 кг/га) при двукратном применении характеризовался более низкой эффективностью, которая не превышала 56,0 %, что дает основание предполагать формирование устойчивости у популяции вредителя данного биоценоза к имидаклоприду в связи с его продолжительным использованием в посадках огурца в агрокомбинате.

В опыте, где предусматривалась обработка посадок огурца

препаратом Пленум, ВДГ в период выявления единичных особей трипса табачного (0,01 особей/лист), защитный эффект был более длительным и даже при однократном применении составил 99,8 % на 21-й день учета (рисунок).

В системе интегрированной защиты производственных посадок огурца агрокомбината ОАО «Озерицкий-



**Влияние препарата Пленум, ВДГ на динамику численности трипса табачного в период выявления единичных имаго и личинок в посадках огурца защищенного грунта (зимне-весенний культурооборот, ОАО «Озерицкий-Агро» Смолевичского района Минской области, Сигурд F<sub>1</sub>, 2017 г.)**

**Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицида Мовенто, КС в контроле трипса табачного на огурце защищенного грунта (зимне-весенний культурооборот, ОАО «Озерицкий-Агро» Смолевичского района Минской области, Кураж F<sub>1</sub>, 2016 г.)**

Вариант	Норма расхода, л/га	Биологическая эффективность, % на день наблюдений после обработки							
		первой		второй		третьей			
		3	7	3	7	3	7	14	21
Без обработки*	–	0,8	1,2	2,5	3,6	6,4	7,2	12,4	19,5
Мовенто, КС	1,0	64,3	70,2	91,4	80,1	91,1	84,1	80,4	79,5
	1,5	79,2	86,2	93,4	96,7	98,2	90,7	83,8	88,0

Примечание – \*В варианте без обработки – средняя численность имаго и личинок трипса табачного, особей/лист.

**Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицидов в контроле трипса табачного на огурце защищенного грунта (зимне-весенний культурооборот, ОАО «Озерицкий-Агро» Смолевичского района Минской области)**

Вариант	Норма расхода, кг, л/га	Биологическая эффективность, % на день наблюдений после обработки					
		первой			второй		
		3	7	3	7	14	
<i>Мирабелл F<sub>1</sub>, 2014 г.</i>							
Без обработки*	–	6,5	5,15	5,5	6,1	6,9	
Пленум, ВДГ	0,6	44,6	68,8	65,5	80,3	89,0	
Конфидор экстра, ВДГ	0,2	35,8	53,8	5,7	24,3	56,0	
<i>Яни F<sub>1</sub>, 2015 г.</i>							
Без обработки*	–	5,6	6,6	6,8	7,0	11,0	
Актеллик, КЭ	3,0	58,2	62,5	71,7	56,8	65,0	
<i>Картео F<sub>1</sub>, 2016 г.</i>							
Без обработки*	–	5,8	6,5	7,8	8,6	19,3	
Актеллик, КЭ	4,0	58,6	–	59,7	56,4	–	

Примечание – \*В варианте без обработки – средняя численность имаго и личинок трипса табачного, особей/лист.

Агро» от вредных организмов ежегодно использовался Актеллик, КЭ. По данным исследований 2015 г., его эффективность после двукратного применения против трипса табачного в норме расхода 3,0 л/га варьировала от 56,8 до 71,7 %, в зависимости от даты учета численности вредителя. Предположив, что увеличение нормы расхода препарата позволит получить более высокие показатели биологической эффективности, в 2016 г. проведена оценка Актеллика, КЭ в норме расхода 4,0 л/га. Вместе с тем, в аналогичной предыдущему году фитосанитарной ситуации, отмечали снижение инсектицидного воздействия на формирование популяции фитофага. При учете на 7-й день после первой и 14-й день после повторной обработки препаратом фиксировали значительное увеличение плотности личинок и имаго вредителя относительно варианта без обработки, что отразилось на получении отрицательных показателей биологической эффективности (таблица 3).

### **Выводы**

Исследуемые препараты способствуют контролю численности трипса табачного в посадках огурца защищенного грунта, в то время как длительность защитного действия и показатели эффективности были различны.

Установлено, что максимальный защитный эффект инсектицида Мовенто, КС в нормах расхода 1,0 и 1,5 л/га на уровне 93,2 и 98,2 % достигается при условии обработки растений в период начального заселения вредителем. Эффективность Пленума, ВДГ (0,6 кг/га) также зависит от исходной численности фитофага и может составлять 99,8 % на 21-е сутки после обработки растений на фоне выявления единичных особей трипса табачного или 89,0 % после двукратной обработки при начальной заселенности посадок огурца 6,0 особей/лист. В то же время изучение традиционно применяемых препаратов в биоценозе огурца ОАО «Озерицкий-Агро» показало, что биологическая эффективность Конфидора экстра, ВДГ (0,2 кг/га) не превышала 56,0 %, а максимальный защитный эффект Актеллика, КЭ (3,0–4,0 л/га) в годы исследований достигал 71,7 %.

Таким образом, препараты Мовенто, КС и Пленум, ВДГ могут быть использованы в системе интегрированной защиты посадок огурца от трипса табачного, кратность и сроки применения которых следует регулировать в зависимости от складывающейся фитосанитарной ситуации. В связи с полученными невысокими показа-

телями биологической эффективности инсектицидов Конфидор экстра, ВДГ и Актеллик, КЭ следует ограничить их применение в изучаемом биоценозе.

### **Литература**

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / Гл. гос. инсп. по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2017. – 687 с.
2. Доброхотов, С. А. Совершенствование методов разведения и применения хищных клещей из рода *Amblyseius* для борьбы с трипсами в теплицах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / С. А. Доброхотов; Россельхозцентр по Ленинградской обл. – Санкт-Петербург, 2008. – 20 с.
3. Западный цветочный трипс – опасный карантинный вредитель в теплицах Украины / А. Ф. Челомбитко [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 6. – С. 28–31.
4. Ижевский, С. С. Западный цветочный трипс: возможное решение проблемы / С. С. Ижевский // Гавриш. – 2006. – № 1. – С. 28–32.
5. Клишина, И. С. Фитосанитарное обоснование контроля карантинных видов трипсов в теплицах северо-запада России: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / И. С. Клишина; Всероссийский науч.-исслед. ин-т защиты растений. – Санкт-Петербург, 2009. – 20 с.
6. Люминесцентные показатели здоровых и пораженных трипсом листьев огурца / С. А. Поздняков [и др.] // Лесной вестн. – 2006. – № 3. – С. 220–223.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, радентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений»; под ред. Л. И. Трепашко. – Несвиж, 2009. – 320 с.
8. Мунтян, Е. М. Чувствительность тепличных популяций трипсов к инсектицидам / Е. М. Мунтян, М. Г. Батко // Интегрированная защита растений: стратегия и тактика: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 5–8 июля 2011 г.) / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Несвиж, 2011. – С. 888–890.
9. Романовский, С. И. Динамика развития популяции трипса табачного и контроль численности фитофага на культуре огурца защищенного грунта в условиях зимне-весеннего культурооборота / С. И. Романовский // Экологическая безопасность защиты растений: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 105-летию со дня рожд. чл.-корр. А. Л. Амбросова и 80-летию со дня рожд. акад. В. Ф. Самерсова, Прилуки, 24–26 июля 2017 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Минск: Белорусская наука, 2017. – С. 348.
10. Эффективность применения препарата Movento SC100 в технологии возделывания томатов и огурцов / П. Б. Ильев [и др.] // Pomicultura, Viticultura și Vinificația. – 2016. – № 5–6 [65–66]. – С. 37–39.

УДК 633.63:632.952:632.4

## **Эффективность применения фунгицидов в посевах сахарной свеклы при контроле церкоспороза**

*Н. А. Лукьянюк, кандидат с.-х. наук*

*Представительство компании KWS SAAT SE в Республике Беларусь*

*Е. В. Турук, кандидат с.-х. наук*

*Гродненский государственный аграрный университет*

(Дата поступления статьи в редакцию 21.04.2020 г.)

*В статье представлены результаты изучения эффективности применения фунгицидов в посевах сахарной*

*The article presents the results of studying the effectiveness of fungicides in sugar beet crops. It is established that*

свеклы. Установлено, что фунгициды из группы бензимидазолов и стробилуринов предпочтительно использовать на ранних этапах развития церкоспороза (до 5 %) как профилактические. Фунгициды из группы триазолов обладают лечащим эффектом, поэтому можно их использовать в более поздних фазах развития болезни (до 15 %). При проведении защитных мероприятий важнее соблюдение срока обработки, чем выбор фунгицида. Двукратное применение фунгицидов при умеренном и сильном развитии церкоспороза на сахарной свекле повышает продуктивность культуры. При слабом развитии болезни двукратные обработки не эффективны.

### Введение

В современном сельском хозяйстве невозможно получать высокие урожаи сахарной свеклы без ориентации всей агротехники на предупреждение потерь от вредных организмов. При защите сахарной свеклы от болезней листьев главной задачей является поддержание листового аппарата в здоровом состоянии для высокопродуктивной фотосинтетической активности [9].

Наиболее распространенным, вредоносным и экономически значимым среди болезней сахарной свеклы считается церкоспороз, возбудителем которого является гриб *Cercospora beticola*. Болезнь проявляется повсеместно, где занимаются выращиванием культуры, но с разной степенью развития, что влияет на ее вредоносность [2, 7].

Также необходимо учитывать, что возбудитель церкоспороза сахарной свеклы обладает высокой приспособляемостью к неблагоприятным факторам внешней среды и факторам интенсификации [4]. Поэтому необходима постоянная коррекция рекомендуемых мер защиты сахарной свеклы от данного заболевания и особенно коррекция ассортимента средств защиты. В настоящее время ассортимент фунгицидов, рекомендованных на сахарной свекле, в основном состоит из фунгицидов двух химических групп: бензимидазольной и триазольной, а в мировой практике все больший интерес представляют препараты из группы стробилуринов [3, 6]. Однако целесообразность их применения и кратность обработок в сильной степени зависят от сроков появления болезни, складывающихся погодных условий, устойчивости гибридов сахарной свеклы к церкоспорозу и других внешних факторов [1, 4].

### Методика и условия проведения исследований

Полевые опыты по изучению эффективности применения фунгицидов при возделывании сахарной свеклы проводили в Несвижском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (содержание гумуса – 2,56–2,9 %,  $P_2O_5$  – 164–205 мг/кг,  $K_2O$  – 188–33 мг/кг, pH 6,0–6,6). Повторность опыта четырехкратная, учетная площадь делянки – 27 м<sup>2</sup>. Предшественник – озимые зерновые. Фосфорные и калийные удобрения ( $P_{90}K_{150}$ ) вносили осенью под вспашку. Азотные удобрения  $N_{120}$  вносили весной под предпосевную культивацию. Сев – 15–20 апреля. В посевах сахарной свеклы применяли гербициды: Бетанал эксперт ОФ, КЭ (1,0 л/га) + Голтикс, КС (1,0–1,25 л/га) в фазе семядолей сорняков (трехкратно); Лонтрел 300, ВР (0,4 л/га), Пантера, КЭ (1,0 л/га). Микроэлементы Поликом «Свекла-1» и Поликом «Свекла-2» (2,0 и 2,5 л/га соответственно) в смеси с борным удобрением «Полибор» (2,5 л/га) вносили в

*fungicides from the group of benzimidazoles and strobilurins are preferably used at the early stages of development of cercosporosis (up to 5 %), as preventive. Fungicides from the triazole group have a healing effect, so they can be used in later stages of the disease (up to 15 %). When carrying out protective measures, it is more important to observe the processing time than to choose a fungicide. Two-time application of fungi with moderate and strong development of cercosporosis on sugar beet increases the productivity of the crop. With a weak development of the disease, double treatments are not effective.*

фазах ВВСН 39 и ВВСН 43. Фунгициды применяли в соответствии со схемой опыта ранцевым опрыскивателем Jecto-16. Норма расхода рабочей жидкости – 400 л/га.

Церкоспороз учитывали согласно методике Института защиты растений [8]. Расчёт показателей распространенности и развития болезни проводили по общепринятым в фитопатологии формулам [8, 10, 11].

Уборка механизированная – трехрядным свеклоуборочным комбайном с последующей ручной доочисткой. Урожайность определяли поделяночным взвешиванием корнеплодов. Технологические их качества (сахаристость, калий, натрий, альфа-аминный азот) оценивали на автоматической линии «Венема» [5].

### Результаты исследований и их обсуждение

В 2011–2013 гг. проведена оценка сравнительной эффективности фунгицидов различной химической природы: бензимидазолы (Дерозал, СК), триазолы (Импакт, КС, 250 г/л); Альто супер, КЭ; Прозаро, КЭ; Рекс ДУО, КС; Менара, КЭ), стробилурины (Амистар экстра, СК; Абакус ультра, СЭ). В результате проведения исследований установлено, что в годы умеренного развития церкоспороза период защитного действия составил 30–35 суток. При этом значимых различий среди изучаемых фунгицидов по сдерживанию развития церкоспороза не выявлено. Через 45 суток после применения препаратов развитие церкоспороза в варианте с фунгицидом Дерозал, СК составило 24,6 %; триазолов – 23,8–31,6 %; стробилуринов – 29,2–32,1 %. Это свидетельствует о том, что в годы умеренного развития болезни главным защитным фактором является срок обработки посевов сахарной свеклы. Одной из причин достаточно низкой эффективности фунгицидов являются высокие температуры на момент обработки и после ее проведения.

В среднем за три года исследований в вариантах с применением фунгицидов прослеживалась тенденция роста урожайности корнеплодов, сахаристости и выхода сахара с гектара. При использовании фунгицида Дерозал, СК (группа бензимидазолы) достоверная прибавка урожая получена только по сахаристости (+0,9 %), а выход сахара с гектара увеличился на 1,2 т/га. Из группы триазолов математически доказан рост урожайности в вариантах с применением фунгицидов Импакт, Менара, Рекс ДУО и Прозаро – 68,9–70,5 т/га против 63,2 т/га в контроле. Защита вышеперечисленными фунгицидами, а также Альто супер, КЭ обеспечивала получение достоверной прибавки по сахаристости. В варианте с комбинированным фунгицидом Амистар экстра, СК (группа стробилурины) показатели урожайности, сахаристости и выхода сахара с гектара выше, чем при применении Абакуса ультра, СЭ. Имеющиеся различия в урожайности и сахаристости

корнеплодов по вариантам защиты сахарной свеклы от церкоспороза фунгицидами различных химических групп математически недоказуемы (таблица 1).

В полевых условиях при применении фунгицидов различных химических групп не выявлено снижения их фунгицидной активности, что свидетельствует о слабой резистентности гриба *C. beticola* к данным препаратам.

В системе контроля болезней листьев сахарной свеклы очень важно учитывать сроки и кратность фунгицидных обработок в зависимости от времени появления первых признаков, а также интенсивности развития заболевания. В наших исследованиях изучали эффективность одно- и двукратного применения фунгицидов из группы стробилуринов и триазолов. Однократная обработка проводилась в фазе смыкания междурядий и при первых признаках появления церкоспороза (интервал между обработками – до 14–18 суток). По результатам исследований было установлено, что двукратное применение фунгицидов обеспечивало снижение развития церкоспороза с 13,7–20,7 % до 6,0–6,6 %. Биологическая эффективность фунгицидов в годы с умеренным (2008–2009 гг.) и эпифитотийным (2010 г.) развитием церкоспороза отразилась на продуктивности корнеплодов. Так, в вариантах с двукратным внесением фунгицидов в сравнении с контролем получена прибавка урожая

корнеплодов 6,5–7,0 т/га, причем в 2009 г. и 2010 г. она была достоверной. Также при применении фунгицидов в два срока прослеживалась тенденция роста урожайности на 2,1–3,0 т/га (3,2–4,7 %) в сравнении с однократным их внесением, однако достоверная прибавка получена только в 2009 г. (таблица 2).

Сахаристость корнеплодов при применении фунгицидов возрастала на 0,4–1,0 %. Причем в 2008 г. и 2010 г. во всех вариантах ее рост был математически доказуем и только в 2009 г. достоверный рост сахаристости был получен при двукратном применении – 15,8 % и 16,3 % соответственно. В вариантах с внесением фунгицидов двукратно в сравнении с однократной обработкой отмечена тенденция к росту сахаристости с 16,2–16,3 % до 16,5–16,8 % (таблица 2).

При применении фунгицидов была получена прибавка выхода сахара 0,8–1,8 т/га (9,8–22,0 %), причем при двукратном применении прибавка составила от 3,2–4,2 % до 7,5–7,8 %. Не установлено различий в показателях продуктивности при однократном внесении (при первых признаках болезни) и двукратном применении (таблица 2).

В 2011–2013 гг. исследования были продолжены с использованием более высоких норм расхода фунгицидов из группы стробилуринов. При однократном и

**Таблица 1 – Эффективность применения фунгицидов различных химических групп (2011–2013 гг.)**

Вариант	Норма расхода, л/га	Развитие церкоспороза, %	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	AmN, ммоль/кг	Выход сахара, т/га
Контроль	–	55,3	63,2	16,9	17,9	9,3
Дерозал, СК	0,8	24,6	67,0	17,8	16,5	10,5
Импакт, КС	0,5	31,6	68,9	17,6	16,6	10,6
Альто супер, КЭ	0,75	26,5	68,6	17,8	14,3	10,8
Рекс ДУО, КС	0,5	26,0	70,1	17,7	16,1	10,9
Прозаро, КЭ	0,6	23,8	70,5	17,3	15,3	10,7
Менара, КЭ	0,5	29,1	69,7	17,7	15,9	10,9
Амистар экстра, СК	0,6	29,2	69,0	17,7	15,9	10,7
Абакус ультра, СЭ	1,25	32,1	67,6	17,6	14,7	10,4
НСР <sub>05</sub>			5,6 (4,2–6,5)	0,6 (0,3–0,8)		

**Таблица 2 – Урожайность и технологические качества корнеплодов в зависимости от срока и кратности фунгицидной обработки сахарной свеклы (2008–2010 гг.)**

Вариант	Норма расхода, л/га	Развитие церкоспороза, %	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	AmN, ммоль/кг	Выход сахара, т/га
Контроль	–	46,7	60,3	15,8	16,8	8,2
Абакус ультра, СЭ (смыкание междурядий)	0,6	20,7	63,8	16,2	14,8	9,0
Абакус ультра, СЭ (при первых признаках болезни)	0,6	13,7	65,5	16,4	14,8	9,4
Абакус ультра, СЭ → Рекс ДУО, КС	0,6 → 0,5	6,0	66,8	16,5	15,6	9,7
Амистар экстра, СК (смыкание междурядий)	0,4	17,9	65,2	16,3	16,1	9,3
Амистар экстра, СК (при первых признаках болезни)	0,4	15,7	66,3	16,6	15,2	9,6
Амистар экстра, СК → Альто супер, КЭ	0,4 → 0,5	6,6	67,3	16,8	14,5	10,0
НСР <sub>05</sub>			5,4 (4,2–6,5)	0,4		

двукратном их применении выявлена тенденция роста урожайности на 2,1–6,5 т/га, сахаристости – на 0,1–0,4 % и выхода сахара с гектара – на 0,9–1,4 т/га (таблица 3).

В то же время лишь при умеренном развитии церкоспороза и обработке посевов сахарной свеклы фунгицидами достоверные прибавки урожая корнеплодов – 6,0–8,4 т/га получены в 2011 г. и сахаристости – 0,6–1,4 % в 2013 г. Необходимо отметить и тот факт, что достоверных различий между эталонным вариантом (применение фунгицидов при первых признаках болезни) и двукратным применением фунгицидов ни по одному из изучаемых параметров (урожайность и сахаристость) как в среднем за три года (таблица 3), так и по годам выявлено не было.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что двукратное применение фунгицидов (первое – в качестве профилактического, второе – при первых признаках) при умеренном и депрессивном развитии церкоспороза не обеспечивает повышения урожайности или сахаристости корнеплодов. Различий в продуктивности посевов сахарной свеклы на фоне однократного и двукратного применения фунгицидов при умеренном (позднее появление болезни) и депрессивном развитии церкоспороза не установлено.

Более важным фактором при применении фунгицидов является грамотный подбор норм и сроков их внесения. Двукратное опрыскивание посевов имеет смысл лишь при сильном развитии церкоспороза или умеренном его развитии и ранних сроках появления болезни, а также в условиях, когда в посевах сахарной свеклы развивается не только церкоспороз, а комплекс листовых болезней.

В 2012 г. изучена эффективность применения на сахарной свекле удобрения Блекджек, КС, включающего органические вещества, гуминовые кислоты и фульвокислоты. При совместном его применении с фунгицидом Рекс ДУО, КС в период появления первых

признаков церкоспороза не установлено влияния на развитие болезни (16,8–16,9 %), однако подтверждено действие на продуктивность посевов, что позволило получить прибавку корнеплодов 4,5 т/га. Также отмечено увеличение выхода сахара с гектара на 0,4 т, при этом снижение сахаристости составило 0,3 % (таблица 4).

### Заключение

Таким образом, фунгициды из группы бензимидазолов (Дерозал, СК) и стробилуринов (Абакус ультра, СЭ и Амистар экстра, СК) предпочтительно использовать на ранних этапах развития церкоспороза (развитие до 5 %) как профилактические. Фунгициды из группы триазолов (Менара, КЭ; Рекс ДУО, КС; Импакт, КС; Прозаро, КЭ) возможно использовать в более поздних фазах развития болезни (до 15 %).

Двукратное применение фунгицидов при умеренном и сильном развитии церкоспороза обеспечивает повышение урожайности корнеплодов на 6,5–7,0 т/га, сахаристости – 0,1–1,0 %, выхода сахара – на 0,9–1,8 т/га, при слабом развитии церкоспороза обработки не эффективны. Достоверных различий в продуктивности между однократным и двукратным применением фунгицидов при умеренном развитии церкоспороза не установлено.

Удобрение Блекджек, КС, применяемое в норме 1,5 л/га совместно с фунгицидом Рекс ДУО, КС, не влияет на развитие болезни, однако, благодаря росторегуляторной функции, прибавка урожая корнеплодов составляет 4,7 т/га (7,1 %), выхода сахара – 0,4 т/га (4,0 %).

### Литература

1. Безлер, Н. В. Особенности действия Альто Супер и биопрепаратов в свекловичных агроценозах / Н. В. Безлер, А. А. Синицын // Сахар. свекла. – 2011. – № 5. – С. 32–35.
2. Бородавченко, А. А. Обзор фунгицидов на сахарной свекле: вчера, сегодня, завтра / А. А. Бородавченко // Защита и карантин растений. – 2012. – № 12. – С. 41–42.

**Таблица 3 – Урожайность и технологические качества корнеплодов в зависимости от кратности применения фунгицидов на сахарной свекле (2011–2013 гг.)**

Вариант	Норма расхода, л/га	Развитие церкоспороза, %	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Выход сахара, т/га
Контроль		38,6	67,3	18,0	10,6
Рекс ДУО, КС (эталон 1)	0,6	18,9	71,8	18,4	11,7
Рекс ДУО, КС	0,5 → 0,5	22,4	73,8	18,3	12,0
Абакус ультра, СЭ → Рекс ДУО, КС	1,25 → 0,5	22,9	71,4	18,1	11,5
Менара, КЭ (эталон 2)	0,5	23,5	71,5	18,3	11,6
Менара, КЭ	0,4 → 0,4	23,7	69,4	18,4	11,3
Амистар экстра, СК → Менара, КЭ	0,6 → 0,4	21,9	71,8	18,3	11,6
НСР <sub>05</sub>			5,3	0,6	

**Таблица 4 – Влияние удобрения Блекджек, КС на урожайность и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы (2012 г.)**

Вариант	Развитие болезни, %	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Содержание, ммоль/кг			Выход сахара, т/га
				К	Na	AmN	
Контроль	40,3	59,6	17,3	60,1	1,7	23,2	8,9
Рекс ДУО, КС – 0,6 л/га	16,9	63,7	17,9	54,8	1,3	15,3	10,1
Рекс ДУО, КС – 0,6 л/га + Блекджек, КС – 1,5 л/га	16,8	68,2	17,6	54,2	1,3	20,0	10,5
НСР <sub>05</sub>		4,1	0,7				0,9

3. Брилев, М. С. Изучение различных фунгицидов против церкоспороза сахарной свеклы / М. С. Брилев, С. В. Брилёва // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 4. – С. 40–43.
4. Гаджиева, Г. И. Эффективность фунгицида Эминент 125 МЭ (тетраконазол, 125 г/л) в посевах сахарной свеклы / Г. И. Гаджиева, О. В. Подковенко // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 3. – С. 40–41.
5. Глеваский, И. В. Свекловодство: практикум / И. В. Глеваский, В. Ф. Зубенко, А. С. Мельниченко. – Киев: Выща шк., 1989. – 206 с.
6. Гутковская, Н. С. Эффективность фунгицида Страж в защите сахарной свеклы и яровой пшеницы от основных болезней / Н. С. Гутковская, М. А. Калясень, М. М. Гриценко // Земляробства і ахова раслін. – 2013. – № 3. – С. 42–44.
7. Зенчик, С. С. Эффективность применения новых фунгицидов в посевах сахарной свеклы / С. С. Зенчик, Д. А. Брукиш, В. Т. Михальчик // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. ст. по материалам XX международного науч.-практ. конф. (Гродно, 26 мая, 24 марта, 21 марта 2017 г.): к 10-летию инженер.-технол. фак. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2017. – С. 295–296.
8. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Ин-т защиты растений Нац. акад. наук Беларуси; под ред. С. В. Сороки. – Минск: Беларус. наука, 2005. – 462 с.
9. Лукьянюк, Н. Сахарная свекла. Чтобы листья не болели / Н. Лукьянюк, Н. Лепетило, Е. Гринашкевич // Беларус. сел. хоз-во. – 2011. – № 7. – С. 20.
10. Методические указания по созданию инфекционных фондов и оценке сортов сахарной свеклы на устойчивость к основным болезням / сост.: К. Н. Хованская [и др.]; Науч.-произв. об-ние «Сахсвекла», Всесоюз. науч.-исслед. ин-т сахар. свеклы. – Киев, 1985. – 48 с.
11. Фитосанитарная диагностика / А. Ф. Ченкин [и др.]; под ред. А. Ф. Ченкина. – М.: Колос, 1994. – 322 с.

УДК 635.615–15:631.547

## **Температурный режим воздуха и фазы развития арбуза при различных способах возделывания**

*С. Н. Волосюк, кандидат с.-х. наук*

*Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина*

*А. А. Аутко, доктор с.-х. наук*

*Гродненский государственный аграрный университет*

(Дата поступления статьи в редакцию 21.05.2020 г.)

*В статье представлены результаты исследований влияния временных укрытий посевов и посадок рассады на температурный режим воздуха, суммы активных температур, сроки наступления и продолжительность фаз развития растений различных по скороспелости сортов и гибрида арбуза.*

*The article presents the results of the studies on the effect of temporary coverings of crops and seedlings on the temperature rate of air, the sum of active temperatures, the onset and duration of the phases of plant development of varieties of a watermelon early maturity and its hybrid.*

### **Введение**

Арбуз является ценной культурой, обладающей питательными и лечебно-профилактическими свойствами [1, 2]. В Беларуси увеличивается ежегодное потребление арбуза населением. В 2012 г. импорт арбуза составил более 9,0 тыс. т, в 2016 г. – 17,9 тыс. т на сумму 4517,8 тыс. долл. США, в 2017 г. – 24,8 тыс. т на сумму 4584,7 тыс. долл. США, в 2018 г. – 31,0 тыс. т на сумму более 5 млн долл. США. При этом собственное производство обеспечивает менее 5 % потребности рынка. В то же время почвенно-климатические условия Беларуси являются достаточно приемлемыми для возделывания арбуза, этому способствует потепление климата [3, 4]. Изменение климата проявилось также в увеличении числа и продолжительности весенних и летних засух [5, 6], что указывает на необходимость возделывания засухоустойчивых культур. Таким образом, в Беларуси производство арбуза является актуальным и требует изучения его агробиологических особенностей для совершенствования технологии возделывания на промышленной основе, обеспечивающей получение качественной продукции и высокой урожайности.

При возделывании арбуза большого внимания заслуживает использование временных укрытий из полимерных материалов, позволяющих получать более раннюю продукцию [7, 8, 9]. В настоящее время при возделывании сельскохозяйственных культур широко

применяют временные укрытия из нетканого материала СпанБел, который предохраняет растения от ранневесенних заморозков, хорошо пропускает воду и уменьшает ее испарение, защищает культуры от вредителей, в том числе от переносчиков вирусных заболеваний [10].

Цель исследований – изучить влияние временного укрытия нетканым материалом СпанБел посевов и посадок рассады арбуза на сумму активных температур, сроки наступления и продолжительность фаз развития растений.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи.

1. Выявить влияние укрытия на температурный режим воздуха при возделывании арбуза.
2. Установить сроки и продолжительность фаз развития растений различных по скороспелости сортов и гибрида арбуза при различных способах возделывания.
3. Определить сумму активных температур, необходимую для наступления очередных фаз развития арбуза в зависимости от способов возделывания.

### **Материалы и методы исследований**

Исследования выполнены в 2015–2017 гг. на базе ОАО «Черняны» Малоритского района Брестской области. Почва опытного участка дерново-глебоватая песчаная

на водно-ледниковом связном песке, подстилаемом с глубины 0,3 м рыхлым песком. Основные агрохимические показатели пахотного слоя почвы (0–20 см):  $pH_{(KCl)}$  – 6,6–6,9; гумус (по И. В. Тюрину) – 2,3–2,6 %;  $P_2O_5$  и  $K_2O$  (по А. Т. Кирсанову) – соответственно 284–298 мг/кг и 296–332 мг/кг воздушно-сухой почвы. Минеральные удобрения применяли в дозе  $N_{90}P_{60}K_{135}Mg_{15}$ , предшествующей культурой была озимая рожь. Объектами исследования являлись сорта арбуза российской селекции: раннеспелый Триумф, среднеспелый Импульс, среднепоздние Икар и Холодок, а также раннеспелый голландский гибрид Романза F<sub>1</sub>.

Планирование исследований, закладку и проведение опытов осуществляли по общепринятым методикам [11, 12, 13, 14]. Посев семян и посадку 25-дневной рассады в открытый грунт проводили в I–II декадах мая при прогревании почвы на глубине 10 см выше 14 °С по схеме 210×80. Высаженную рассаду и посеи семян укрывали нетканым материалом СпанБел (плотность 20 г/м<sup>2</sup>) шириной 80 см, который снимали перед началом цветения женских цветков. В контроле исследуемые сорта и гибрид возделывали без укрытия. Повторность опыта – четырехкратная, площадь учетной делянки – 80 м<sup>2</sup> [14]. Температуру воздуха измеряли при помощи датчиков температуры Thermochron iButton DS1921G-F5 с интервалом измерений 2 часа под укрытием нетканым материалом СпанБел в течение 24, без укрытия – в течение 138 суток. По результатам измерений рассчитывали сумму активных температур воздуха ( $\Sigma t > 10$  °С) от высева семян (посадки рассады) арбуза до наступления очередных фаз развития растений [15].

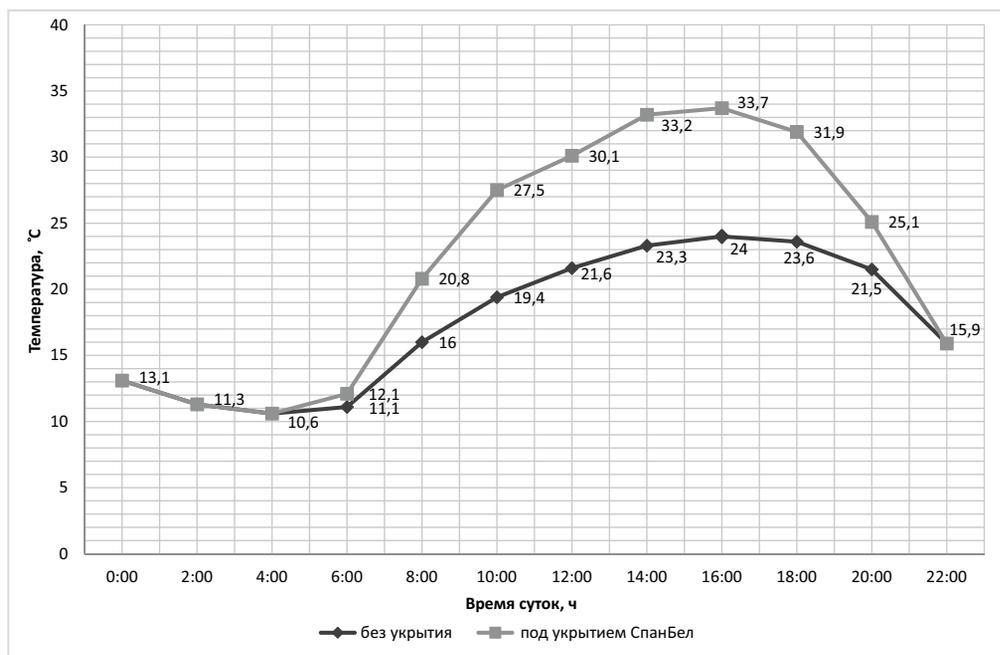
Обработка почвы в предпосевной период заключалась в двукратном, а в период вегетации – в трехкратном рыхлении междурядий и ручной прополкой в рядах. В период вегетации арбуза с периодичностью 7–10 суток проводили фоновые некорневые подкормки препаратом Экосил (0,1 л/га). Химические средства защиты растений не применяли. Уборку урожая проводили выборочно по мере созревания плодов, урожайность учитывали сплошным методом путем взвешивания товарных плодов со всей делянки [12]. Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием методики Б. А. Доспехова (1985) и пакета программ статистической обработки данных MS Excel.

### Результаты исследований и их обсуждение

На основании данных температуры воздуха при возделывании арбуза без укрытия и при использовании укрытия нетканым материалом, была определена среднесуточная динамика температуры в период с конца II декады мая до I декады июня (рисунк).

Установлено, что среднесуточная температура воздуха в указанный период под укрытием составила 22,1 °С. Минимальная температура зафиксирована в 4 часа, после чего наблюдался ее рост, а температурный максимум, составляющий 33,7 °С, отмечен в 16 часов, после чего происходило постепенное снижение температуры воздуха. Амплитуда колебания температур составила 23,1 °С. Среднесуточная температура воздуха без укрытия была равна 17,6 °С, минимальная температура 10,6 °С отмечена в 4 часа, максимальная – 24,0 °С в 16 часов, а амплитуда колебания температур составила 13,4 °С. Выявлено, что в период с 22 до 4 часов температура воздуха под укрытием равна температуре воздуха без укрытия. После 4 часов наблюдались различия температур в изучаемых условиях. Так, в 6 часов температура воздуха под укрытием была выше температуры воздуха без укрытия на 1,0 °С, в 8 часов – на 4,8 °С, в 10 часов – на 8,1 °С, в 12 часов – на 8,5 °С. Наибольший температурный эффект от использования СпанБел отмечен в 14 часов и заключался в увеличении температуры воздуха под укрытием на 9,9 °С. Данное время соответствовало максимальной высоте стояния солнца в этот период. После 14 часов разница температур под укрытием и без укрытия постепенно уменьшалась, а к 22 часам, после захода солнца, температуры не различались. Установлено, что укрытие способствовало повышению температуры воздуха только в светлое время суток. За время его использования в течение 24 суток, среднесуточное увеличение температуры воздуха составило 5,4 °С, а суммы активных температур – 128,6 °С. Таким образом, температурный эффект от применения временного укрытия нетканым материалом заключается в повышении среднесуточной температуры воздуха, увеличении суммы активных температур и уменьшении периода действия низких температур в течение суток.

Установлены сроки наступления очередных фаз развития различных по скороспелости сортов и гибрида арбуза и соответствующие им суммы активных температур в зависимости от способов возделывания.



Среднесуточная динамика температуры воздуха без укрытия и под укрытием (среднее, 2016–2017 гг.)

Так, у всех исследуемых сортов арбуза при возделывании посевом семян всходы появлялись, в среднем, на 9 сутки, а при укрытии СпанБел – на 6 сутки, суммы активных температур составляли соответственно 222 и 266 °С. Фаза «шатрик» наступала на 38 сутки от посева семян ( $\Sigma t = 680$  °С) при возделывании без укрытия, и на 32 сутки ( $\Sigma t = 694$  °С) при применении укрытия. Плетеобразование у исследуемых сортов и гибрида арбуза начиналось на 42 сутки ( $\Sigma t = 762$  °С), а при использовании укрытия – на 36 сутки ( $\Sigma t = 774$  °С). Цветение мужских цветков отмечено на 56 сутки ( $\Sigma t = 1024$  °С) без использования укрывного материала, а при его применении – на 51 сутки ( $\Sigma t = 1046$  °С). Минимальная продолжительность периода «посев семян – цветение женских цветков» была характерна для гибрида Романза F<sub>1</sub> и составила 59 суток ( $\Sigma t = 1072$  °С) при возделывании без использования укрытия, при укрытии посевов этот период продолжался в течение 53 суток ( $\Sigma t = 1085$  °С). Применение временного укрытия посевов арбуза гибрида Романза F<sub>1</sub> ускоряло наступление фазы «цветение женских цветков» на 6 суток. У сортов Триумф, Икар, Импульс, Холодок период «посев семян – цветение женских цветков» по продолжительности не отличался и длился в течение 64 суток ( $\Sigma t = 1166$  °С) при возделывании без использования укрытия и 59 суток ( $\Sigma t = 1201$  °С) при укрытии посевов. Использование этого материала для укрытия посевов арбуза указанных сортов ускоряло наступление фазы «цветение женских цветков» на 5 суток. Основные отличия по скороспелости изученных сортов заключались в продолжительности периодов «плодоношение – первый сбор плодов». У гибрида Романза F<sub>1</sub> этот период продолжался в течение 47 суток без использования укрытия и 48 суток при его применении, сорта Триумф – соответственно 48 и 47 суток, Икар – 62 и 63, Импульс – 70 и 72, Холодок – 72 и 74 суток. Таким образом, использование укрытия посевов арбуза способствует ускорению наступления фазы «цветение женских цветков» на 5–6 суток и не оказывает существенного влияния на продолжительность последующих фаз развития растений.

При возделывании арбуза посадкой рассады фаза «шатрик» у всех исследуемых сортов наступала на 15 сутки после ее посадки, а при использовании укрытия – на 11 сутки. Сумма активных температур, необходимых для наступления этой фазы, составляла 266 °С как без использования СпанБел, так и в вариантах опыта с его применением. Фаза «плетеобразование» наступала на 24 сутки ( $\Sigma t = 422$  °С), а при использовании укрытия – на 18 сутки ( $\Sigma t = 426$  °С). Цветение мужских цветков

отмечено на 39 сутки ( $\Sigma t = 738$  °С) без использования укрывного материала, а при его применении – на 34 сутки ( $\Sigma t = 701$  °С). Сортowych отличий в суммах активных температур и продолжительности периодов «посадка рассады – шатрик», «посадка рассады – цветение мужских цветков» в исследуемых условиях выявлено не было. Наименьшая продолжительность периода «посадка рассады – цветение женских цветков» была характерна для гибрида Романза F<sub>1</sub> и составила 42 суток ( $\Sigma t = 762$  °С) при возделывании без укрытия, и 36 суток ( $\Sigma t = 774$  °С) при укрытии. Использование этого материала для укрытия посевов арбуза гибрида Романза F<sub>1</sub> ускоряло наступление фазы «цветение женских цветков» на 6 суток. У сортов Триумф, Икар, Импульс, Холодок продолжительность периода «посев семян – цветение женских цветков» не отличалась и составила 46 суток ( $\Sigma t = 838$  °С) при возделывании без использования нетканого материала и 41 сутки ( $\Sigma t = 870$  °С) при укрытии. Использование укрытия посадок рассады арбуза ускоряло наступление фазы «цветение женских цветков» на 5 суток. Основные отличия по скороспелости изученных сортов заключались в продолжительности периодов «плодоношение – первый сбор плодов». У гибрида Романза F<sub>1</sub> этот период продолжался в течение 54 суток как без использования укрытия, так и при его применении, сорта Триумф – 55 суток, Икар – 73, Импульс – 80, Холодок – 82–83 суток. Таким образом, использование нетканого материала для укрытия посадок рассады арбуза способствует ускорению наступления фазы «цветение женских цветков» на 4–5 суток, не влияя при этом на продолжительность периода от начала плодоношения до первого сбора плодов.

Установлена продолжительность периодов от посева семян (посадки рассады) до первого сбора плодов арбуза (таблица 1).

Применение СпанБел при возделывании посевом семян ускоряло получение продукции арбуза раннеспелых гибрида Романза F<sub>1</sub> и сорта Триумф на 5–6 суток, среднеспелого сорта Импульс и среднепоздних сортов Икар и Холодок – на 3–4 суток. Использование укрытия при рассадном способе возделывания способствовало ускорению получения первой продукции на 5–6 суток. Возделывание арбуза посадкой рассады позволило получить урожай гибрида Романза F<sub>1</sub> и сорта Триумф на 11 суток, сортов Импульс, Икар и Холодок на 7–8 суток раньше, чем при выращивании посевом семян. Сочетание рассадного способа возделывания с применением укрытия обеспечивало получение первой продукции арбуза гибрида Романза F<sub>1</sub> и сорта Триумф на 16 суток, Импульс, Икар и Холодок – на 12–13 суток раньше, чем

**Таблица 1 – Продолжительность периодов от посева семян (посадки рассады) арбуза до первого сбора плодов при различных способах возделывания (среднее, 2016–2017 гг.)**

Способ возделывания	Продолжительность периода от посева семян (посадки рассады) до первого сбора плодов, суток				
	сорт, гибрид				
	Романза F <sub>1</sub>	Триумф	Икар	Импульс	Холодок
Посев семян, контроль	109	114	128	136	138
Посев семян с укрытием	104	108	124	133	135
Посадка кассетной рассады	98	103	121	128	130
Посадка кассетной рассады с укрытием	93	98	116	123	126

при возделывании посевом семян. Раннеспелые гибрид Романза F<sub>1</sub> и сорт Триумф реагировали на применение укрытия лучше, чем среднеспелый сорт Импульс и среднепоздние сорта Икар и Холодок.

В результате проведенных исследований установлены суммы активных температур, необходимые для получения первой продукции арбуза (таблица 2).

Выявлено, что в зависимости от скороспелости сортов арбуза и способов их возделывания для получения первой продукции требуются различные суммы активных температур. При возделывании посевом семян суммы активных температур составляют от 2038 до 2427 °С в зависимости от скороспелости сортов (гибрида), а при укрытии эти показатели варьируют в пределах от 2089 до 2533 °С. При рассадном способе возделывания суммы активных температур сокращаются на 87–171 °С по сравнению с контролем, а при использовании укрытия составляют от 1914 °С до 2412 °С.

### Заключение

Использование нетканого материала СпанБел в качестве временного укрытия при возделывании арбуза способствует повышению среднесуточной температуры воздуха на 5,4 °С, увеличению суммы активных температур – на 128,6 °С и сокращению периода действия низких температур в течение суток. Укрытие вызывает повышение температуры воздуха под ним только в светлое время суток, а в темное время температуры воздуха под укрытием и без укрытия равны.

Скороспелость арбуза в условиях юго-западной части Беларуси определяется, преимущественно, продолжительностью периода от начала цветения женских цветков до созревания плодов. Более раннее образование завязей характерно только для гибрида Романза F<sub>1</sub>, у исследуемых сортов женские цветки зацветают в одни и те же сроки. Использование укрытия посевов и посадок арбуза нетканым материалом способствует ускорению наступления фазы «цветение женских цветков» на 4–6 суток и не оказывает влияния на продолжительность последующих фаз развития растений.

Применение временного укрытия позволяет сократить период от посева семян или посадки рассады арбуза до первого сбора плодов на 3–6 суток. Возделывание арбуза посадкой рассады способствует ускорению получения первого сбора плодов на 5–6 суток, а использование рассадного способа возделывания в сочетании с укрытием обеспечивает получение первой продукции арбуза раннеспелых гибрида Романза F<sub>1</sub> и сорта Триумф на 16 суток, среднеспелого сорта Импульс и среднепоздних сортов Икар и Холодок – на 12–13 суток раньше, чем при возделывании посевом семян. Для получения первой

продукции арбуза, в зависимости от скороспелости сортов и способов их возделывания, необходимы суммы активных температур от 1867 до 2533 °С.

### Литература

1. Аутко, А. А. Арбуз и дыня в Беларуси: [витаминный дар природы] / А. А. Аутко. – Минск: Белорус. дом печати, 2015. – 125 с.
2. Коршиков, Б. М. Лекарственные свойства сельскохозяйственных растений / Б. М. Коршиков, Г. В. Макарова, Н. Л. Налетько; под общ. ред. М. И. Борисова, С. Я. Соколова. – Изд. 2-е. – Минск: Ураджай, 1985. – 272 с.
3. Логинов, В. Ф. Сезонные особенности изменения климата Беларуси / В. Ф. Логинов, Ю. А. Бровка // Природопользование: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск, 2014. – Вып. 25. – С. 16–22.
4. Мельник, В. И. Изменение климата и меры адаптации сельского хозяйства к этим изменениям в Республике Беларусь / В. И. Мельник // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 12 авг. 2012 г. / сост. Н. И. Поречина. – Минск: Мэджик, 2012. – С. 57–60.
5. Логинов, В. Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В. Ф. Логинов. – Минск: ТетраСистемс, 2008. – 496 с.
6. Логинов, В. Ф. Многолетние сезонные изменения температуры воздуха в Беларуси и пространственно-временные особенности формирования засух / В. Ф. Логинов, Ю. А. Бровка // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: материалы Междунар. науч. конф., Минск, 5–8 мая 2015 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: П. С. Лопух (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – С. 17–19.
7. Белик, В. Ф. Бахчевые культуры / В. Ф. Белик. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1975. – 271 с.
8. Филлов, А. И. Бахчеводство: [для агроном. спец.] / А. И. Филлов. – М.: Колос, 1969. – 263 с.
9. Кныш, В. Способы получения ранней продукции арбуза в полевых условиях / В. Кныш // Овощеводство. – 2013. – № 3. – С. 44–47.
10. Стадницкая, И. Нетканые материалы / И. Стадницкая // Овощеводство. – 2007. – № 3. – С. 32.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / В. Ф. Белик [и др.]; под ред. В. Ф. Белика, Г. Л. Бондаренко. – М.: НИИОХ, УкрНИИОБ, 1979. – 210 с.
13. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве: [сб. ст.] / Всесоюз. Акад. с.-х. наук; под ред. В. Ф. Белика. – М.: НИИОХ, 1970. – 211 с.
14. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве: моногр. / С. С. Литвинов; Всерос. науч.-исслед. ин-т овощеводства. – М.: Россельхозакадемия, 2011. – 648 с.
15. Белик, В. Ф. Физиология бахчевых культур / В. Ф. Белик // Физиология сельскохозяйственных растений: в 12 т. / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова; гл. ред. Б. А. Рубин. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – Т. 8: Физиология овощных и бахчевых культур. – С. 335–379.

Таблица 2 – Суммы активных температур от посева семян (посадки рассады) арбуза до первого сбора плодов (среднее, 2016–2017 гг.)

Способ возделывания	Суммы активных температур, °С				
	сорт, гибрид				
	Романза F <sub>1</sub>	Триумф	Икар	Импульс	Холодок
Посев семян, контроль	2038	2104	2309	2413	2427
Посев семян с укрытием	2089	2153	2388	2512	2533
Посадка кассетной рассады	1867	1946	2223	2309	2340
Посадка кассетной рассады с укрытием	1914	1996	2268	2375	2412

## Эффективность некорневых подкормок свеклы столовой микроудобрениями

М. Ф. Степуро, доктор с.-х. наук, Т. В. Матюк, старший научный сотрудник  
Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству  
Н. Н. Бамбалов, академик, Г. А. Соколов, кандидат с.-х. наук  
Институт природопользования НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 11.05.2020 г.)

*В статье представлены экспериментальные данные по урожайности, товарности, биохимическим показателям корнеплодов свеклы столовой в зависимости от действия видов и доз микроэлементов при некорневых подкормках.*

*The article presents experimental data on yield, marketability, biochemical parameters in the roots of beetroot, depending on the action of the types and doses of trace elements in foliar feeding.*

### Введение

Анализ мировых тенденций развития земледелия показывает неизбежность постепенной замены простых минеральных удобрений более совершенными органоминеральными. Актуальность этого вопроса возрастает в нынешних условиях усиливающегося загрязнения минеральными удобрениями окружающей среды, постоянного удорожания их, отсутствия высококачественного навоза, необходимости производства полноценной и безопасной сельскохозяйственной продукции. Повышение эффективности использования удобрений является важной государственной задачей, стоящей перед почвенно-агрохимической наукой и аграрной отраслью. С учетом этого и в соответствии с постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 08.11.2017 г. Институтом природопользования НАН Беларуси разработана и реализуется новая технология получения комплексных органоминеральных гранулированных удобрений пролонгированного действия на основе торфа (КГУ) [2].

Новые комплексные органоминеральные гранулированные удобрения в определяющей степени совмещают в себе свойства органических и минеральных удобрений по влиянию на растения и превосходят их при отдельном применении [5].

По данным Г. В. Пироговской [4], ежегодная потребность в комплексных минеральных удобрениях в сельском хозяйстве составляет 698,7 тыс. т действующего вещества (1391 тыс. т в физическом весе).

Эти удобрения обладают многими положительными качествами и свойствами – технологичны в применении, позволяют точно дозировать норму внесения, совмещать внесение удобрений с другими агротехническими приемами (обработка пестицидами), обеспечивать внесение за один прием нескольких питательных элементов, оперативно регулировать процессы роста и развития растений свеклы столовой [6].

Свекла столовая – одна из основных корнеплодных овощных культур, получившая широкое распространение в Беларуси. В сельскохозяйственных организациях посевные площади под этой культурой занимают около 2,5 тыс. гектаров. Природно-климатические условия нашей страны благоприятны для возделывания свеклы столовой. Однако урожайность в среднем по Республике Беларусь, согласно данным статистического ежегодника комитета статистики, за последние годы составляет 20–25 т/га корнеплодов. Одной из причин

низкой урожайности является то, что применяются несбалансированные дозы простых удобрений, а также почти не используются комплексные гранулированные органоминеральные удобрения пролонгированного действия и не проводятся некорневые подкормки микроудобрениями.

Некорневые подкормки вегетирующих растений являются экономически целесообразным способом применения микроудобрений. При этом некорневые подкормки микроудобрениями особенно рекомендуется проводить на почвах легкого механического состава и даже на почвах третьей группы обеспеченности микроэлементами [7].

В связи с вышеизложенным целью исследований являлось изучить эффективность микроудобрений на фоне доз комплексных гранулированных удобрений при некорневых подкормках свеклы столовой.

### Материалы и методика исследований

Научно-исследовательская работа выполнена на опытном участке РУП «Институт овощеводства», расположенном в аг. Самохваловичи Минского района, в 2018–2019 гг. Объектом исследования служил сорт свеклы столовой Прыгажуна – среднеранний сорт белорусской селекции. Период вегетации сорта составляет 10–110 дней. Масса корнеплода достигает 250–400 г. Корнеплоды от округлых до округло-плоских. Погруженность в почву средняя. Мякоть темно-бордовая, сладкая, со слабо выраженной кольцеватостью. Вкусовые качества отличные.

Опыты были заложены в четырехкратной повторности. Размер учетных делянок – 28 м<sup>2</sup>. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая с 1,2 м подстилаемая песком. По степени обеспеченности элементами питания относится к средней группе.

Комплексное гранулированное органоминеральное удобрение содержит не менее 10 % азота; не менее 10 % фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и не менее 15 % калия (K<sub>2</sub>O); влаги – не более 10–12 %. Фоновая доза данных удобрений составляла 1,08 т/га.

Наблюдения и учеты проводили согласно «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова [1] и «Методике полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» В. Ф. Белика [3]. Полученные в результате проведения исследований данные подвержены статистической обработке дисперсионным методом по Б. А. Доспехову с использованием программы Microsoft Excel.

### Результаты исследований и их обсуждение

В системе питания свеклы столовой морфометрические параметры относятся к важнейшим показателям. В результате сравнительной оценки видов и доз микроудобрений бора, меди и марганца выявлены некоторые отличия по основным морфометрическим показателям: высоте растений, площади листьев, длине корнеплода, диаметру корнеплода, массе корнеплода.

Наибольшая высота растений – 59,1 и 59,7 см отмечена в вариантах подкормки свеклы бором и марганцем в дозах 0,3 + 0,3 кг/га на фоне  $N_{108}P_{108}K_{162}$ . Среднее значение показателя «высота растений» по дозе  $N_{108}P_{108}K_{162}$  составило 51,4 см.

Площадь листьев столовой свеклы по дозам и видам микроудобрений изменялась от 30,2 до 37,0 тыс. м<sup>2</sup>/га. Наибольшая площадь листьев – 38,0 тыс. м<sup>2</sup>/га отмечена по дозе  $N_{108}P_{108}K_{162} + B(0,3 + 0,3) + Cu(0,25 + 0,25) + Mn(0,3 + 0,3)$ .

Длина корнеплода свеклы столовой по различным видам микроудобрений составила от 6,8 до 7,4 см, диаметр корнеплода – от 6,8 до 7,2 см при средних значениях 6,7 и 6,4 см по дозе  $N_{108}P_{108}K_{162}$  соответственно.

Наибольшая масса корнеплода – 182 и 189 г получена при внесении доз микроудобрений  $B(0,2 + 0,2) + Cu(0,15 + 0,15) + Mn(0,2 + 0,2)$  и  $B(0,3 + 0,3) + Cu(0,25 + 0,25) + Mn(0,3 + 0,3)$  на фоне  $N_{108}P_{108}K_{162}$  соответственно. Наименьшая масса корнеплода свеклы столовой – 168 г отмечена по дозе  $N_{108}P_{108}K_{162} + Cu(0,15 + 0,15)$  (таблица 1).

В результате исследований выявлено, что в фоновом варианте  $N_{108}P_{108}K_{162}$  урожайность корнеплодов свеклы столовой составила в среднем 46,4 т/га, сумма сахаров – 10,6 %, содержание нитратов – 1037 мг/кг. Выявлено, что некорневая подкормка микроудобрениями оказала существенное влияние на урожайность и товарность корнеплодов свеклы столовой.

Использование микроудобрений для некорневой подкормки в среднем за два года позволило получить прибавку урожая 3,3–9,7 т/га или 7–21 %. Лучшими по урожайности являются варианты с внесением трех микроэлементов: бора, меди и марганца в дозах  $N_{108}P_{108}K_{162} + B(0,2 + 0,2) + Cu(0,15 + 0,15) + Mn(0,2 + 0,2)$  и  $N_{108}P_{108}K_{162} + B(0,3 + 0,3) + Cu(0,25 + 0,25) + Mn(0,3 + 0,3)$ , которые обеспечили прибавку урожая 7,9 и 9,7 т/га или 17 % и 21 % соответственно при средней урожайности за годы исследований 54,3 и 56,1 т/га корнеплодов свеклы столовой (таблица 2).

Изучение влияния вида микроэлементов на величину прибавки урожая столовых корнеплодов показало, что наибольшую прибавку – 8,8 т/га или 19 % обеспечило некорневое внесение марганца в дозе  $Mn(0,3 + 0,3)$ . Использование меди в дозе  $Cu(0,25 + 0,25)$  на 1,9 и 4,2 т/га уступает по прибавке урожая при применении вышеуказанных максимальных доз бора и марганца.

Комплексное внесение микроудобрений (бора, меди и марганца) на фоне  $N_{108}P_{108}K_{162}$  оказало также положительное влияние и на товарность корнеплодов свеклы столовой. Товарность корнеплодов повысилась в сред-

Таблица 1 – Морфометрические показатели свеклы столовой в зависимости от видов и доз микроудобрений

Вариант	Высота растений, см	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	Длина корнеплода, см	Диаметр корнеплода, см	Масса корнеплода, г
Без удобрений (контроль)	38,4	15,5	4,8	4,6	142
$N_{108}P_{108}K_{162}$ – 1,08 т/га (фон)	51,4	25,5	6,7	6,4	164
Фон + B (0,2 + 0,2) кг/га	57,2	34,3	6,8	6,8	173
Фон + B (0,3 + 0,3) кг/га	59,1	36,5	7,2	7,1	178
Фон + Cu (0,15 + 0,15) кг/га	56,0	30,2	6,8	6,7	168
Фон + Cu (0,25 + 0,25) кг/га	56,9	34,9	7,0	6,9	172
Фон + Mn (0,2 + 0,2) кг/га	57,8	34,8	7,3	7,0	174
Фон + Mn (0,3 + 0,3) кг/га	59,7	37,0	7,4	7,2	176
Фон + B (0,2 + 0,2) + Cu (0,15 + 0,15) + Mn (0,2 + 0,2) кг/га	57,2	36,3	7,3	7,6	182
Фон + B (0,3 + 0,3) + Cu (0,25 + 0,25) + Mn (0,3 + 0,3) кг/га	57,4	38,0	7,5	7,9	189
НСР <sub>05</sub>	0,56	0,48	0,38	0,41	0,52

Таблица 2 – Урожайность и товарность столовых корнеплодов в зависимости от видов и доз микроудобрений

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая		Товарность, %
		т/га	%	
Без удобрений (контроль)	32,6	–	–	73
$N_{108}P_{108}K_{162}$ – 1,08 т/га (фон)	46,4	–	–	91
Фон + B (0,2 + 0,2) кг/га	51,5	5,1	11	92
Фон + B (0,3 + 0,3) кг/га	52,9	6,5	14	93
Фон + Cu (0,15 + 0,15) кг/га	49,7	3,3	7	91
Фон + Cu (0,25 + 0,25) кг/га	51,0	4,6	10	92
Фон + Mn (0,2 + 0,2) кг/га	53,1	6,7	14	90
Фон + Mn (0,3 + 0,3) кг/га	55,2	8,8	19	92
Фон + B (0,2 + 0,2) + Cu (0,15 + 0,15) + Mn (0,2 + 0,2) кг/га	54,3	7,9	17	93
Фон + B (0,3 + 0,3) + Cu (0,25 + 0,25) + Mn (0,3 + 0,3) кг/га	56,1	9,7	21	94
НСР <sub>05</sub>	1,2–1,5			

Таблица 3 – Биохимический состав корнеплодов свеклы столовой в зависимости от видов и доз микроудобрений

Вариант	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Нитраты, мг/кг
Без удобрений (контроль)	17,4	10,4	678
$N_{108}P_{108}K_{162}$ – 1,08 т/га (фон)	17,2	10,6	1037
Фон + В (0,2 + 0,2) кг/га	17,3	10,8	892
Фон + В (0,3 + 0,3) кг/га	17,4	10,7	878
Фон + Cu (0,15 + 0,15) кг/га	17,2	10,6	976
Фон + Cu (0,25 + 0,25) кг/га	17,3	10,8	974
Фон + Mn (0,2 + 0,2) кг/га	17,3	10,9	989
Фон + Mn (0,3 + 0,3) кг/га	17,4	10,7	981
Фон + В (0,2 + 0,2) + Cu (0,15 + 0,15) + Mn (0,2 + 0,2) кг/га	17,8	10,9	921
Фон + В (0,3 + 0,3) + Cu (0,25 + 0,25) + Mn (0,3 + 0,3) кг/га	18,1	11,0	884
НСП <sub>05</sub>	0,18	0,16	1,24

нем на 2 % по сравнению с внесением по отдельности видов и доз микроудобрений.

Повышение содержания сухого вещества в корнеплодах свеклы столовой составило 0,3 % за счет двух некорневых подкормок микроудобрениями, содержащими бор, медь и марганец, в среднем по всем вариантам опыта. Максимальное накопление сухого вещества, в среднем за 2018 и 2019 г., к моменту уборки соответствовало в вариантах:  $N_{108}P_{108}K_{162}$  + Mn (0,3 + 0,3) – 17,4 %;  $N_{108}P_{108}K_{162}$  + В (0,2 + 0,2) + Cu (0,15 + 0,15) + Mn (0,2 + 0,2) – 17,8 %;  $N_{108}P_{108}K_{162}$  + В (0,3 + 0,3) + Cu (0,25 + 0,25) + Mn (0,3 + 0,3) – 18,1 %.

Содержание нитратов в корнеплодах свеклы столовой к моменту их уборки составило в среднем по вариантам микроудобрений 936,8 мг/кг сырой массы. В варианте с применением комплексных гранулированных удобрений пролонгированного действия в сочетании с внесением В (0,3 + 0,3) + Cu (0,25 + 0,25) + Mn (0,3 + 0,3) получено наименьшее содержание нитратов – 884 мг/кг.

Применение двух некорневых подкормок микроудобрениями способствовало снижению нитратов в корнеплодах на 48–159 мг/кг сырой массы по сравнению с содержанием нитратов 1037 мг/кг в варианте с внесением дозы  $N_{108}P_{108}K_{162}$  без микроэлементов (таблица 3).

### Заключение

На основании проведенных исследований можно заключить, что совместное применение комплексных гранулированных удобрений и микроудобрений при выращивании свеклы столовой на дерново-подзолистой

легкосуглинистой почве обеспечило получение прибавки урожая 8,8–9,7 т/га или 19–21 %, повышение товарности корнеплодов – на 2–3 %, снижение содержания нитратов – на 48–159 мг/кг сырой массы и улучшение биохимического состава продукции.

По уровню влияния на урожайность и товарность столовых корнеплодов используемые микроэлементы можно расположить в следующем порядке: Mn > В > Cu.

### Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак; Белорус. науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2002. – 183 с.
3. 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.
4. Пироговская, Г. В. Медленно действующие удобрения / Г. В. Пироговская // БелНИИПА. – Минск, 2000. – 287 с.
5. Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февраля 2019 г. / Институт почвоведения и агрохимии; редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 158 с.
6. Степура, М. Ф. Научные основы интенсивных технологий возделывания овощных культур / М. Ф. Степура, А. А. Аутко, Н. Ф. Рассоха. – Минск, 2011. – 295 с.
7. Степура, М. Ф. Удобрение овощных культур / М. Ф. Степура. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 193 с.

УДК [632.488.43Г:633.11"324":632.93

## Корневые гнили озимой пшеницы и эффективные меры ограничения их развития

В. П. Туренко, доктор с.-х. наук, Е. Н. Батова, старший преподаватель  
Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 17.04.2020 г.)

В посевах озимой пшеницы, в восточной части лесостепи Украины, на протяжении 2016–2019 гг. проведен

During 2016–2019 on the winter wheat crops in the eastern part of the forest-steppe of Ukraine monitoring of

мониторинг развития корневых гнилей, определен видовой состав их возбудителей (*Bipolaris sorokiniana* Shoem. и грибы из рода *Fusarium*). Изучена роль предшественников (черный пар и горох на зерно) на развитие корневых гнилей. Приведены результаты изучения сроков сева и сортовой устойчивости озимой пшеницы к корневым гнилям, охарактеризовано влияние этих показателей на урожайность.

### Введение

В Украине озимая пшеница является основной продовольственной культурой, доля которой в валовом сборе зерновых культур превышает 50 %. Общая ее посевная площадь в мире занимает 144 млн га, в Украине – 6,3 млн га, в т. ч. в Харьковской области – около 500 тыс. га [1].

Производство зерна пшеницы озимой является одним из стратегических направлений укрепления экономики Украины, но в последние годы потенциал ее урожайности не используется в полной мере в связи с поражением посевов болезнями.

Известно, что в Украине годовой недобор урожая зерна пшеницы озимой из-за вредоносного действия болезней составляет 12–14 %, это приравнивается к стоимости зерна пшеницы с площади в 1 млн га [5, 6]. Этому способствует ухудшение фитосанитарной ситуации в посевах, что обусловлено сокращением ротации зерновых культур, посевом по зерновым предшественникам, использованием некачественного посевного материала, нарушения равновесия в агроценозах под влиянием пестицидов. Также в популяциях возбудителей болезней постоянно происходят эволюционные процессы, которые увеличивают их генетическое разнообразие. Поэтому защита пшеницы от болезней является существенным резервом увеличения валового сбора зерна и повышения его качества.

Корневые гнили распространены в Украине во всех районах, где выращивается озимая пшеница.

Целью проводимых исследований являлось изучение эффективных мер, ограничивающих развитие корневых гнилей.

### Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили в условиях ЧП «Меловское» Балаклейского района Харьковской области в течение 2016–2019 гг. Сев пшеницы озимой осуществляли в оптимальные сроки с нормой высева 5 млн шт./га всхожих семян. Предшественники – черный пар и горох на зерно. Технология выращивания – общепринятая для зоны лесостепи.

Учет поражения озимой пшеницы корневыми гнилями проводили по методике Коршуновой А. Ф. [2], микологический анализ семян – по методике Н. А. Наумовой [4]. Статистический анализ результатов исследований осуществляли в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [7]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

### Результаты исследований и их обсуждение

На озимой пшенице выделяют несколько видов корневых гнилей, среди них: питиозная (виды рода *Pythium*), фузариозная (виды рода *Fusarium*), гельминтоспориозная (*Helminthosporium*), офиоболезная (*Gaeumonomycetes graminis*), церкоспореллезная (*Pseudocercospora herpotrichoides*), ризоктониозная (*Rhizoctonia cerealis*). При

the root rot development was carried out and the species composition of the main pathogens of root rot (*Bipolaris sorokiniana* Shoem and fungi from the genus *Fusarium*) was determined. The role of the precursors (black fallow and peas for grain) in the development of root rot was studied. The results of the research on the sowing terms and varietal resistance of winter wheat to root rots as well as the effect of these indicators on wheat productivity are presented.

этом в восточной части лесостепи Украины преобладают гельминтоспориозная и фузариозная корневые гнили.

Общей для возбудителей всех типов корневых гнилей является связь с почвой, широкая распространенность, способность переходить от сапрофитного питания к паразитному и отсутствие строгой специализации в поражении растений-хозяев. Но возбудители отличаются по биологическим и экологическим признакам и условиям своего существования.

Вредоносность корневых гнилей основана на снижении урожайности и ухудшении качества урожая. У пораженных растений снижается зимостойкость, что вызывает изреженность посевов. При сильном поражении масса зерна с одного растения уменьшается с 3,7 до 0,7 г, а масса 1000 зерен – с 31,8 до 19,3 г [3]. Также существенно ухудшается качество клейковины, выполненность зерна, падает содержание белка.

Вследствие полегания посевов увеличиваются затраты на уборку урожая, снижаются посевные качества семян.

В результате проведенных нами исследований установлено, что в условиях восточной лесостепи Украины реализация потенциала выращивания сортов озимой пшеницы невозможна без применения научно обоснованных севооборотов, а их нарушение приводит к активизации развития основных болезней, в частности корневых гнилей. Преимущественную роль в этом играют сроки сева, и отклонение от оптимальных сроков вызывает существенные потери урожая и уменьшение валовых сборов зерна.

Установлено, что для развития озимой пшеницы с осени необходим период 50–55 суток с суммой среднесуточных температур 500–580 °С. За такое время озимая пшеница развивает достаточное количество побегов и приобретает повышенную морозостойкость.

Поздние посевы озимой пшеницы больше поражаются возбудителями твердой головки. Пшеница, посеянная раньше оптимальных сроков, перерастает, и это приводит к тому, что у таких растений на втором этапе органогенеза больше вытягивается и дифференцируется конус нарастания, чем у растений, посеянных в оптимальные сроки. Кроме того, ранние сроки сева приводят к сильному поражению корневыми гнилями. Срок сева озимой пшеницы принадлежит к факторам, которые нельзя ни изменить, ни компенсировать другими. Он влияет на рост и развитие растений, морозо- и зимостойкость, устойчивость к болезням, вредителям и полеганию, урожайность и качество зерна.

В разных экологических зонах Украины сроки сева озимой пшеницы находятся в пределах: сентябрь – начало октября. Но глобальное потепление и связанное с этим частое повторение засухи в осенний и весенне-летний периоды, а также увеличение срока осенней вегетации озимой пшеницы, суровые зимы, которые сопровождаются оттепелями и нередко осадками с по-

теплением и возобновлением вегетации несколько раз за зиму, обусловили проведение экспериментальных исследований по уточнению сроков сева и их влияния на урожайность с учетом гидротермических условий года и реакции на них сортов – инноваций с интенсивным стартовым ростом.

В последние годы смещение сроков сева в сторону поздних связано с высокой насыщенностью севооборотов нетрадиционными предшественниками (стерневые, кукуруза на зерно, подсолнечник, соя). Исходя из этого, под влиянием природных и антропогенных факторов значительно ухудшилась ситуация на полях региона.

Установлено, что сроки и нормы высева имеют практическое значение для защиты посевов озимой пшеницы от вредных организмов. Посевы оптимальных сроков в меньшей степени поражались возбудителями болезней. Озимые культуры ранних сроков сева сильнее поражались корневыми гнилями, мучнистой росой, септориозом и другими пятнистостями, вирусными инфекциями.

Оптимальные сроки сева озимых зерновых культур наступают после перехода среднесуточной температуры воздуха через 15–16 °С.

Норму высева устанавливали дифференцированно с учетом размера семян, сортовых особенностей, почвенно-климатических условий региона, увлажненности, сроков сева. Оптимальной является норма высева семян озимой пшеницы 4,5–5,5 млн шт./га. При севе озимых зерновых культур в поздние сроки (8 октября) норму высева рекомендуется увеличить на 20 %. Высеивать необходимо на глубину 4–5 см, а при поздних сроках сева уменьшать ее до 3–4 см. Важное значение имеет запас продуктивной влаги в почве, что определяет состояние растения в период вегетации пшеницы. В загущенных посевах в сравнении с оптимальными растения чаще поражаются корневыми гнилями и быстрее отмирают. Для получения равномерных всходов существенное значение имеет глубина заделки семян.

При глубоком залегании семян всходы появляются позже. Побеги сильно истощаются за период их выхода на поверхность, образуются вытянутые бледные подземные побеги и в большей степени поражаются возбудителями корневых гнилей. Такие растения легко погибают от суховея, сильного нагревания поверхности почвы, поражения возбудителями болезней.

Оптимальным сроком сева для восточной лесостепи Украины является период 15–20 сентября, допустимым – до 10 октября.

Опыты проведены в севооборотах по предшественникам черный пар и горох на зерно с внесением минеральных удобрений  $N_{60}P_{60}K_{60}$  под озимую пшеницу. Основная обработка почвы: черный пар – проведена отвальная вспашка, после гороха на зерно – чизельная обработка. Озимую пшеницу сортов Розкишна и Василина высевали в три срока: 19 сентября, 1 октября и 11 октября. Норма высева семян по черному пару составила 4,5 млн шт./га, по гороху на зерно – 5,0 млн шт. всхожих семян на 1 га. Экспериментальные данные показали, что развитие корневых гнилей на озимой пшенице сортов Василина и Розкишна осенью, весной и перед уборкой урожая было меньше, чем ЭПВ. Перед уборкой урожая наименьшее развитие корневых гнилей после черного пара установлено в посевах сорта Василина (5,2 %) при севе 11 октября, Розкишна (2,8 %) – при севе 1 октября (таблица 1).

Наибольшая урожайность получена при севе в середине оптимального срока – 19 сентября у сорта Василина – 6,00 т/га зерна, у сорта Розкишна – 5,20 т/га. При севе 1 и 11 октября урожайность сорта Василина составила 5,92 и 5,20 т/га, а сорта Розкишна – 5,0 и 4,80 т/га зерна соответственно (таблица 2).

По предшественнику горох на зерно развитие корневых гнилей в посевах сортов озимой пшеницы Василина и Розкишна осенью и весной было ниже, чем ЭПВ. Установлено, что перед уборкой урожая наименьшее развитие корневых гнилей по предшественнику горох на зерно было в посевах сорта Розкишна (4,1 %) при сроке сева 19 сентября, сорта Василина (9,9 %) – 11 октября (таблица 3).

После данного предшественника наибольшая урожайность по сорту Василина – 6,30 т/га была отмечена при севе 19 сентября. Наименьшая урожайность зафиксирована при севе 1 и 11 октября – соответственно 6,00 и 4,80 т/га.

Урожайность озимой пшеницы сорта Розкишна была наибольшей после сева 1 октября и составила 6,40 т/га. Урожайность данного сорта при севе 19 сентября и 11 октября составила 5,70 и 5,0 т/га зерна соответственно (таблица 4).

Полученные результаты свидетельствуют, что интенсивность развития корневых гнилей озимой пшеницы и ее урожайность в большей степени зависят от оптимальных сроков сева культуры.

## Выводы

За годы исследований отмечено снижение развития корневых гнилей за счет использования в качестве предшественника под озимую пшеницу черного пара и гороха на зерно. Наибольшая урожайность была отмечена при севе 1 октября у сорта Розкишна – 6,40 т/га и 19 сентября у сорта Василина – 6,30 т/га по предшественнику горох на зерно.

Растения из семян, высеянных в оптимально поздние сроки, нормально проходят физиологическую закалку с осени и обладают большей устойчивостью к заражению. В то же время возбудители болезни при пониженной осенней температуре развиваются слабо. Поэтому предельно поздние сроки сева еще больше ограничивают заболевание, но не могут быть рекомендованы, так как пшеница в этом случае дает более низкий урожай.

## Литература

1. Іващенко, О. О. Напряма збільшення виробництва продовольства в Україні / О. О. Іващенко, О. І. Рудник-Іващенко // Вісн. аграр. науки. – 2012. – № 9. – С. 6–8.
2. Коршунова, А. Ф. Защита пшеницы от корневых гнилей / А. Ф. Коршунова, А. Е. Чумакова, Р. И. Щекочихина. – Ленинград: Колос, 1966. – С. 34–49.
3. Ковалишина, Г. М. Озима пшениця і кореневі гнилі / Г. М. Ковалишина. – Пропозиція, 1999. – № 10. – С. 34–36.
4. Наумова, Н. А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н. А. Наумова. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1960. – 197 с.
5. Disease epidemiology on cereal crops in the European region of Russia / S. S. Sanin [et al.]. – Phytopathology, 2006. – Vol. 99. – P. 102.
6. Федоренко, В. П. Інтегрований захист сільськогосподарських культур в Україні / В. П. Федоренко // Інтегрований захист рослин на початку XXI століття: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Київ, 2004. – С. 3–28.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Таблица 1 – Влияние сорта и сроков сева озимой пшеницы на распространенность и развитие корневых гнилей (предшественник – черный пар, среднее, 2016–2019 гг.)

Срок учета корневых гнилей	Сорт					
	Василина			Розкишна		
	сроки сева					
	19.09	01.10	11.10	19.09	01.10	11.10
<i>Распространенность, %</i>						
Осенью	1,1	0,8	–	4,2	0,7	–
Весной	22,3	11,4	0,0	10,8	6,2	0,0
Перед уборкой урожая	20,6	28,0	17,6	15,2	7,9	12,4
<i>Развитие, %</i>						
Осенью	0,7	0,1	–	3,8	0,4	–
Весной	16,7	6,9	0,0	5,8	3,4	0,0
Перед уборкой урожая	7,5	10,8	5,2	7,6	2,8	3,9

Таблица 2 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от сроков сева и сорта (предшественник – черный пар)

Срок сева (фактор А)	Сорт (фактор В)	Урожайность, т/га зерна			
		2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.	среднее
19.09	Василина	5,98	5,72	6,32	6,0
01.10		5,73	5,89	6,17	5,92
11.10		4,8	5,5	5,4	5,20
19.09	Розкишна	4,5	5,8	5,5	5,20
01.10		4,9	5,5	4,5	5,0
11.10		4,5	4,8	4,9	4,8
НСР <sub>05</sub> для фактора А		2,1	1,2	1,4	–
НСР <sub>05</sub> для фактора В		0,25	0,13	0,4	–
НСР <sub>05</sub> для фактора АВ		1,9	1,2	1,1	–

Таблица 3 – Влияние сорта и сроков сева озимой пшеницы на распространенность и развитие корневых гнилей (предшественник – горох на зерно, среднее, 2016–2019 гг.)

Срок учета корневых гнилей	Сорт					
	Василина			Розкишна		
	сроки сева					
	19.09	01.10	11.10	19.09	01.10	11.10
<i>Распространенность, %</i>						
Осенью	0,0	0,0	–	1,7	0,0	–
Весной	10,5	14,8	0,0	11,8	5,0	0,0
Перед уборкой урожая	28,2	30,0	32,2	13,6	23,8	21,0
<i>Развитие, %</i>						
Осенью	1,4	0,0	–	0,3	0,0	–
Весной	4,4	8,2	1,0	5,2	2,7	0,0
Перед уборкой урожая	11,2	13,0	9,9	4,1	9,9	5,9

Таблица 4 – Урожайность озимой пшеницы в зависимости от сроков сева и сорта (предшественник – горох на зерно)

Срок сева (фактор А)	Сорт (фактор В)	Урожайность, т/га зерна			
		2016–2017 гг.	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.	среднее
19.09	Василина	6,54	5,97	6,35	6,30
01.10		6,25	6,10	5,62	6,0
11.10		5,31	4,0	4,98	4,80
19.09	Розкишна	6,37	5,11	5,59	5,70
01.10		6,91	6,45	5,93	6,40
11.10		5,23	4,88	4,9	5,0
НСР <sub>05</sub> для фактора А		1,1	3,2	2,5	–
НСР <sub>05</sub> для фактора В		0,4	0,34	0,58	–
НСР <sub>05</sub> для фактора АВ		0,7	1,5	0,9	–

## Эффективность послевсходовых гербицидов в посевах гороха в условиях восточной лесостепи Украины

Р. А. Гутянский, кандидат с.-х. наук  
Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 14.05.2020 г.)

Наиболее эффективно контролировала сорняки композиция гербицидов Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (2,5 л/га) в фазе 5–6 листьев гороха (баковая смесь) → Лемур (1,5 л/га) в конце бутонизации. Наибольший уровень урожайности гороха сформировался при внесении гербицида Пульсар 40 (1,0 л/га) в фазе 2–3 листьев гороха, а белка в семенах – в фазе 5–6 листьев.

### Введение

Сельхозпроизводители Украины все больше внимания уделяют гороху [1]. Семена гороха богаты белком и углеводами. Зеленую массу гороха используют на зеленый корм, силос, сенаж, сено. Эта зернобобовая культура является одним из лучших предшественников под пшеницу озимую [2].

Одной из проблем, которая может существенно влиять на урожайность гороха, – это засоренность посевов сорняками [3, 4]. Система защиты гороха от них базируется на применении гербицидов, выбор которых зависит от видов сорняков на конкретном поле [5, 6].

В связи с вышеизложенным вопрос контроля сорной растительности послевсходовыми гербицидами и их композициями в посевах гороха в условиях восточной лесостепи Украины является актуальным, чему и было посвящено наше исследование, которое проводили в отделе растениеводства и сортоизучения Института растениеводства им. В. Я. Юрьева в течение 2016–2018 гг.

### Материалы и методика исследований

Почва – чернозем типичный тяжелосуглинистый. Предшественник – ячмень яровой. Сорт гороха, в посевах которого проводили исследования, – Оплот с усатым типом листа. Ширина междурядий – 15 см при сплошном способе сева. Сразу после сева провели прикатывание почвы с внесением на ее поверхность гербицида Фронтьер оптим (диметенамид-П, 720 г/л). В период вегетации гербициды Пульсар 40 (имазамокс, 40 г/л), Базагран (бентазон, 480 г/л), Базагран М (бентазон, 250 г/л + МЦПА (2М-4Х), 125 г/л), Лемур (хизалофоп-П-тефурил, 40 г/л) [7, 8] применяли в соответствии со схемой опыта (таблица 1).

Препараты вносили ранцевым опрыскивателем с расходом рабочей жидкости 300 л/га. Размер учетной делянки – 36,0 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. В конце вегетации гороха подсчитывали количество и сырую массу сорняков в разрезе основных агробиологических групп. Уборку проводили селекционным комбайном «Samro-130». Содержание белка в семенах определяли на приборе «Инфралком ФТ-10».

### Результаты исследований и их обсуждение

Анализ видового состава сорной растительности, определенной при учете, показал, что в контроле до-

*The weeds were the most efficiently controlled by Pulsar 40 (0,5 l/ha) + Bazagran (2,5 l/ha) applied during the “5–6 pea leaves” phase (tank mixture) → Lemur (1,5 l/ha) applied at the end of budding. The highest pea yield was achieved, when herbicide Pulsar 40 was applied (1,0 l/ha) during the “2–3 pea leaves” phase, and the highest protein content in seeds – during the “5–6 leaves” phase.*

минирующее положение среди сорняков по количеству занимали злаковые однолетние виды (77 %), а по массе – двудольные многолетние (70 %). Яровые виды сорняков составляли 92 %. Доминировал в посевах ежовник обыкновенный (59 %). Щетинник сизый и зеленый, марь белая, щирица обыкновенная, чистец однолетний, дрема белая, бодяк полевой, осот желтый в сумме занимали 40 %, а другие виды – 1 %.

Наблюдения в 2016 г. показали, что в день внесения гербицидов, когда растения гороха находились в фазе 2–3 и 5–6 листьев, злаковые однолетние виды формировали соответственно 1–2 и 3–4 листа, а бодяк полевой и осот желтый имели высоту растений 10–20 и 20–30 см. В указанные периоды двудольные малолетние виды находились соответственно в фазе: семядолей и двух листьев – щирица обыкновенная, паслен черный; одного листа и четырех листьев – марь белая, чистец однолетний, дрема белая; двух листьев и пяти листьев – горец вьюнковый, горец развесистый.

Вышеуказанная ситуация повторялась во все годы исследований. Но следует отметить, что время массового появления сорняков в посевах зависело от погодных условий года. Так, длительный период отсутствия осадков перед внесением гербицидов в фазе 2–3 листьев в 2017 г. не способствовал дружному появлению сорняков. В целом с фазы 2–3 листьев до конца фазы бутонизации произошло заметное увеличение количества яровых поздних видов сорняков.

На фоне внесения Фронтьера оптим (эталон I) не выявлено угнетения всходов растений гороха. Его эффективность в контроле сорняков зависела от количества осадков в первые дни после внесения. Так, в 2016 г. и 2018 г. при количестве осадков соответственно 24,8 мм и 5,7 мм в первые два дня после внесения гербицида его эффективность в подавлении общего количества злаковых однолетних и двудольных малолетних сорняков составила соответственно 93 % и 76 %, а их массы – 96 % и 68 %. При отсутствии осадков в первые дни после внесения препарата в 2017 г. его эффективность в контроле сорняков и массы злаковых однолетних и двудольных малолетних видов составила соответственно 62 % и 12 %.

В среднем за 2016–2018 гг. Фронтьер оптим лучше контролировал злаковые однолетние сорняки (по количеству и массе соответственно на 76 % и 86 %), чем двудольные малолетние (по количеству и массе соответственно на 49 % и 53 %).

Средняя эффективность Фронтъера оптимума относительно основных сорняков, что произрастали из семян, составляла: 92 % – щетинник зеленый; 69 % – щетинник сизый; 77 % – ежовник обыкновенный; 36 % – марь белая; 75 % – щирица обыкновенная; 6 % – чистец однолетний; 73 % – дрема белая.

После применения гербицидов в фазе 2–3 листьев ежегодно фиксировали существенное угнетение растений гороха Базаграном М, внесенным как отдельно, так и в баковой смеси с Пульсаром 40. При внесении Базаграна как отдельно, так и в баковой смеси с Пульсаром 40 в фазах 2–3 и 5–6 листьев, ежегодно наблюдали меньшее угнетение по сравнению с вариантами, где применяли Базагран М. Степень угнетения больше зависела от температуры воздуха в день обработки, чем от фаз роста и развития гороха. Так, при внесении в фазе 2–3 листьев наибольшее угнетение наблюдали в 2016 г., когда температура воздуха в день обработки была +24,0 °С. Для сравнения, в 2017 г. и 2018 г. данный показатель был соответственно +13,6 °С и +18,2 °С. При внесении в фазе 5–6 листьев угнетение растений наблюдали в 2017 г. и 2018 г., когда температура воздуха в день обработки составляла соответственно +28,0 °С и +26,7 °С, тогда как в 2016 г. – +17,0 °С. В целом наибольшую двухнедельную задержку в прохождении ключевых фаз гороха наблюдали в 2018 г. в варианте с применением Пульсара 40 (эталон II) в фазе 5–6 листьев. Вероятно, к этому привела высокая температура воздуха (+27,4 °С) в этот период и отсутствие осадков в течение следующей декады после внесения данного препарата. Следует отметить, что в 2018 г. при совместном баковом использовании Пульсара 40, в меньших на 50–70 % от эталона нормах внесения, с Базаграном в фазе 5–6 листьев подобной картины не наблюдали.

Связь погодных условий, времени появления сорняков и эффективности гербицидов в отдельные годы исследований можно наглядно показать на примере Пульсара 40. Так, его эффективность в фазе 2–3 листьев в 2016 г. и 2018 г., которые были благоприятными для дружного появления сорняков, составляла относительно общего количества сорняков, соответственно 86 % и 90 %, а их массы – 98 % и 91 %. В засушливом 2017 г. при отсутствии дружного появления сорняков ко времени внесения гербицида в фазе 2–3 листьев у гороха его эффективность в контроле общего количества указанных видов составила 46 %, а их массы – 20 %. Применение его в фазе 5–6 листьев приводило к увеличению или к уменьшению эффективности контроля отдельных групп сорняков в контрастные по погодным условиям годы исследований. Например, в 2017 г. эффективность гербицида в фазе 2–3 листьев относительно количества и массы злаковых однолетних сорняков составила 50 % и 9 %, а в фазе 5–6 листьев – 77 % и 88 %. Такое существенное увеличение эффективности в фазе 5–6 листьев относительно указанных видов объясняется более дружным появлением их в фазе 5–6 листьев, чем в фазе 2–3 листьев. В то же время в 2018 г. эффективность препарата в фазе 2–3 листьев относительно количества и массы указанных видов составляла 90 % и 94 %, а в фазе 5–6 листьев – 74 % и 89 %. Такое уменьшение эффективности в фазе 5–6 листьев объясняется стрессом у сорняков, вызванным высокой температурой воздуха и отсутствием осадков в период обработки, как отмечалось выше.

В среднем за три года, эффективность Пульсара 40 при внесении в фазах 2–3 и 5–6 листьев относительно общего количества сорняков в посевах досто-

**Таблица 1 – Эффективность гербицидов и их композиций в контроле засоренности посевов гороха (среднее, 2016–2018 гг.)**

Вариант		Снижение, % к контролю										
		количества сорняков				сырой массы сорняков						
		злаковых однолетних	двудольных малолетних	двудольных многолетних	всего	злаковых однолетних	двудольных малолетних	двудольных многолетних	всего			
Контроль (с сорняками, без гербицидов)		–	–	–	–	–	–	–	–			
Фронтьер оптимума (1,2 л/га) – эталон I		до всходов		76*	49*	+15	65*	86*	53*	13	30*	
Пульсар 40 (0,3 л/га) + Базагран (1,5 л/га)		2–3 листа гороха	Лемур (1,5 л/га) в конце бутони- зации гороха	95*	70*	17	85*	99*	86*	29	48*	
Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (1,5 л/га)				96*	67*	+2	85*	98*	91*	44*	59*	
Пульсар 40 (0,3 л/га) + Базагран М (1,5 л/га)				96*	63*	+20	83*	99*	89*	14	38*	
Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран М (1,5 л/га)				96*	58*	+7	83*	98*	88*	51*	64*	
Пульсар 40 (1,0 л/га)				–	–	–	65*	66*	+14	60*	76*	89*
Базагран (3,0 л/га)		5–6 листьев гороха	Лемур (1,5 л/га) в конце бутони- зации гороха	92*	57*	9	81*	95*	85*	39	55*	
Базагран М (3,0 л/га)				92*	59*	+14	79*	96*	83*	56*	67*	
Пульсар 40 (0,3 л/га) + Базагран (1,5 л/га)				91*	87*	+12	83*	96*	90*	55*	66*	
Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (1,5 л/га)				92*	88*	+6	84*	96*	98*	55*	67*	
Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (2,0 л/га)				90*	83*	10	84*	94*	93*	69*	76*	
Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (2,5 л/га)		95*	93*	25	90*	97*	97*	71*	79*			
Пульсар 40 (1,0 л/га) – эталон II		–	–	–	79*	69*	+24	70*	94*	89*	55*	66*

Примечание – +Увеличение засоренности, \*статистически достоверно к контролю (НСР<sub>05</sub>).

верно составляла соответственно 60 % и 70 %, а их массы – 54 % и 66 %. Препарат лучше контролировал количество и массу злаковых однолетних сорняков при внесении в фазе 5–6 листьев, чем в фазе 2–3 листьев. Эффективность гербицида относительно двудольных малолетних сорняков при разных сроках внесения была близкой. Не выявлено достоверного влияния сроков внесения препарата на двудольные многолетние сорняки. Применение его в фазе 2–3 листьев достоверно контролировало количество щетинника сизого, ежовника обыкновенного, мари белой и щирицы обыкновенной в посевах соответственно на 59 %, 69, 65 и 84 %, а в фазе 5–6 листьев – на 62 %, 83, 57 и 93 %. Также при внесении его в фазе 5–6 листьев выявлено достоверное уменьшение количества дремы белой. Устойчивым к Пульсару 40 оказался чистец однолетний.

В среднем за годы исследований, эффективность применения в фазе 2–3 листьев гороха гербицидов Базагран и Базагран М в контроле количества двудольных малолетних сорняков достоверно составила 57 % и 59 %, а их массы – 85 % и 83 % соответственно. Базагран лучше контролировал марь белую, а Базагран М – щирицу обыкновенную и дрему белую. Базагран достоверно уменьшал численность мари белой, щирицы обыкновенной и дремы белой соответственно на 75 %, 57 и 68 %, а Базагран М – на 61 %, 74 и 85 % соответственно. Эти препараты не контролировали чистец однолетний. Базагран М достоверно лучше контролировал массу двудольных многолетних видов, чем Базагран.

В среднем за 2016–2018 годы, при внесении баковых смесей Базагран (1,5 л/га) с Пульсар 40 в нормах 0,3 л/га и 0,5 л/га в фазе 2–3 листьев произошло увеличение эффективности контроля количества двудольных малолетних сорняков соответственно на 13 % и 10 %, а в фазе 5–6 листьев – на 30 % и 31 %, по сравнению с полной нормой внесения Базаграна (3,0 л/га). Увеличение эффективности контроля массы этих сорняков на фоне вышеуказанных баковых смесей составило 1 % и 6 %, а в фазе 5–6 листьев – 5 % и 13 % соответственно. Но следует заметить, что Базагран (3,0 л/га), внесенный в фазе 2–3 листьев, лучше контролировал марь белую, чем его баковые смеси с Пульсар 40. В целом баковые смеси Пульсар 40 + Базагран были более эффективны относительно двудольных малолетних сорняков в фазе 2–3 листьев, чем баковые смеси Пульсар 40 + Базагран М.

Действие гербицидов Базагран, Базагран М, Пульсар 40 и их баковых смесей на двудольные многолетние сорняки, прежде всего, бодяк полевой и осот желтый, наиболее заметно проявлялось через неделю после внесения – в снижении массы двудольных многолетних видов, и оно было намного выше, чем снижение их количества. Это обусловлено тем, что у значительной части двудольных многолетних сорняков, которые сначала находились в слишком подавленном состоянии, произошло появление новых побегов. Вероятно, из-за этого не было отмечено достоверного влияния данных гербицидов и их композиций на количество двудольных многолетних видов. Достоверно в большей степени (на 71 %) контролировала массу двудольных многолетних сорняков баковая смесь Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (2,5 л/га), внесенная в фазе 5–6 листьев.

Резкое колебание температуры воздуха в течение первых дней после внесения гербицида Лемур отрица-

тельно повлияло на его эффективность относительно злаковых сорняков. Так, в 2018 г. после резкого снижения среднесуточной температуры воздуха на 8,5 °С, в течение следующих двух дней после внесения его эффективность в контроле количества злаковых однолетних сорняков в среднем по опыту составляла 76 %, а при отсутствии температурных колебаний в 2016 г. и 2017 г. – 99 % и 98 % соответственно. Кроме того, в среднем за 2016–2018 гг. на фоне внесения баковых смесей гербицидов в фазе 5–6 листьев выявлена меньшая эффективность Лемура в контроле численности щетинника сизого (86–89 %), чем в фазе 2–3 листьев (95–96 %). Вероятно, это связано с действием Пульсара 40 на щетинник сизый, который находился в более стрессовом состоянии от предварительной обработки этим гербицидом в фазе 5–6 листьев, чем в фазе 2–3 листьев. Эффективность Лемура в снижении количества злаковых однолетних сорняков по вариантам составляла от 90 % до 96 %, а их массы – от 95 % до 99 %.

В вариантах с внесением Фронтьера оптимума и Пульсара 40, где не применяли Лемур, выявлены наибольшие уровни засоренности злаковыми однолетними видами. В целом наилучший контроль количества и массы двудольных малолетних и многолетних сорняков обеспечивала баковая смесь Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (2,5 л/га). Эта баковая смесь наиболее успешно среди всех вариантов контролировала марь белую (98 %) и бодяк полевой (54 %).

Установлено, что уменьшение нормы внесения Пульсара 40 на 50–70 % за счет бакового сочетания с половинными нормами Базаграна (1,5 л/га) и Базаграна М (1,5 л/га) в комбинации с гербицидом Лемур (1,5 л/га) является более эффективным в контроле общего количества сорняков, чем полные нормы Пульсара 40 (1,0 л/га) с внесением в фазах 2–3 и 5–6 листьев. В целом применение баковой смеси Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (2,5 л/га) в фазе 5–6 листьев с последующим внесением Лемура (1,5 л/га) в конце бутонизации достоверно наиболее эффективно контролировало общее количество и массу сорняков.

Существенные осадки и достаточное количество тепла в 2016 г. в течение вегетационного периода гороха и низкий уровень засоренности двудольными многолетними видами (7 % от общей сырой массы сорняков в варианте без гербицидов) способствовали значительному увеличению массы гороха в контроле. Это усилило фитocenотический прессинг культуры на сорняки, что привело к получению в контроле максимальной урожайности в опыте (3,34 т/га). Фитотоксическое влияние гербицидов на горох, особенно при использовании их в фазе 2–3 листьев, и высокий уровень присутствия в отдельных вариантах двудольных многолетних видов привели к формированию на фоне гербицидов меньшей урожайности (2,77–3,33 т/га), чем в контроле.

В течение вегетации в 2017 г. недостаточное количество осадков (на 52 % меньше нормы) и высокая засоренность двудольными многолетними видами (89 %) предопределили формирование сверхнизкой урожайности гороха (в среднем 0,89 т/га). При таких условиях достоверно наибольший уровень урожайности обеспечил Пульсар 40 (1,0 л/га) в фазе 2–3 листьев и композиция Пульсар 40 (0,3 л/га) + Базагран М (1,5 л/га) в фазе 2–3 листьев (баковая смесь) → Лемур (1,5 л/га) в конце бутонизации – 1,07 т/га и 1,06 т/га соответственно.

Наименьший уровень урожайности был сформирован в эталоне II (0,59 т/га).

Недостаточное количество осадков в мае – июне 2018 г. (на 47 % меньше нормы) и высокий уровень засоренности двудольными многолетними видами (73 %) привели к формированию низкой средней урожайности (1,97 т/га). Наибольший уровень урожайности – 2,10–2,11 т/га (в пределах ошибки опыта) обеспечило внесение в фазе 2–3 листьев гербицидов Пульсар 40 (1,0 л/га), Базагран (3,0 л/га) и композиции Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран М (1,5 л/га) в фазе 2–3 листьев (баковая смесь) → Лемур (1,5 л/га) в конце бутонизации гороха. Наименьшая урожайность сформирована в эталоне II (1,73 т/га).

В среднем за 2016–2018 гг. не выявлено статистически достоверного увеличения урожайности гороха на фоне гербицидов в сравнении с контролем. Такая ситуация связана с контрастностью уровня урожайности в вариантах опыта в отдельные годы исследований. В то же время применение Пульсара 40 в фазе 5–6 листьев (эталон II) привело к формированию статистически достоверно наименьшей урожайности относительно контроля и большинства вариантов опыта. В этой связи относительно эталона II наибольший прирост урожайности был сформирован на фоне внесения Пульсара 40 в фазе 2–3 листьев (0,44 т/га или 26 %). В целом наибольший уровень урожайности – 2,14 т/га был при внесении Пульсара 40 (1,0 л/га) в фазе 2–3 листьев, тогда как при его использовании в фазе 5–6 листьев наименьший – 1,70 т/га (таблица 2).

По сравнению с контролем наибольшее статистически достоверное содержание белка в семенах гороха было в 2017 г. (23,3 %) и 2018 г. (23,6 %) на фоне применения Пульсара 40 в фазе 5–6 листьев. В среднем за 2016–2018 гг. в этом варианте и на фоне композиции Пульсар 40 (0,3 л/га) + Базагран (1,5 л/га) в фазе 2–3 листьев (баковая смесь) → Лемур (1,5 л/га) в конце бутонизации нами определено достоверно большее содержание белка в семенах соответственно на 1,4 % и 0,7 % относительно контроля (21,5 %). Несмотря на достаточно большее

содержание белка в семенах, сформированных в эталоне II, по сравнению с другими вариантами, именно этот вариант дал наименьший сбор белка с гектара в опыте (0,33 т/га). Все остальные варианты со сбором белка на уровне 0,39–0,40 т/га достоверно обеспечили больший сбор белка с гектара относительно эталона II.

### Заклучение

Видовой состав сорной растительности в посевах гороха в условиях восточной лесостепи Украины наиболее эффективно контролировала композиция гербицидов Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (2,5 л/га), внесенная в фазе 5–6 листьев (баковая смесь), с последующим применением в конце бутонизации гербицида Лемур (1,5 л/га). Наибольший уровень урожайности гороха сформировался при внесении Пульсара 40 (1,0 л/га) в фазе 2–3 листьев, а белка в семенах – при его использовании в фазе 5–6 листьев.

### Литература

1. Жуйков, О. Г. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи (оглядова) / О. Г. Жуйков, К. В. Лагутенко // Таврійський науковий вісник. – 2017. – № 98. – С. 65–71.
2. Рослинництво: навч. посібник / А. О. Рожков, Є. М. Огурцов. – Х.: Тім Пабліш Груп, 2017. – 363 с.
3. Котлярова, О. Г. Динамика сорной растительности в посевах гороха в зависимости от интенсивности обработки почвы и минерального питания / О. Г. Котлярова, Е. Г. Котлярова, С. М. Лубенцов // Вестник Курской ГСХА. – 2012. – № 7. – С. 51–53.
4. Зуза, В. Горох без бур'янів / В. Зуза // The Ukrainian Farmer. – 2013. – № 3. – С. 100–102.
5. Оптимізація інтегрованого захисту польових культур (довідник); за ред. В. В. Кириченка, Ю. Г. Красиловця. – Х.: Магда LTD, 2006. – С. 116–130.
6. Рекомендації з оптимізованої системи контролювання бур'янів у посівах польових культур; підгот.: Р. А. Гутянский, В. С. Зуза / НААН, ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН – Х., 2015. – 47 с.
7. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні: спец. випуск журналу «Пропозиція». – К.: ТОВ «Юнівест Медіа», 2016. – 1023 с.
8. Каталог. Засоби захисту рослин. – ТОВ «БАСФ Т.О.В.». – К., 2015. – 222 с.

**Таблица 2 – Урожайность и качество семян гороха на фоне применения гербицидов и их композиций (среднее, 2016–2018 гг.)**

Вариант	Урожайность, т/га	Белок	
		содержание, %	сбор, т/га
Контроль (с сорняками, без гербицидов)	1,93	21,5	0,36
Фронтьер оптимума (1,2 л/га) – эталон I	до всходов		1,90
Пульсар 40 (0,3 л/га) + Базагран (1,5 л/га)	2–3 листа гороха	Лемур (1,5 л/га) в конце бутонизации гороха	2,02
Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (1,5 л/га)			2,09
Пульсар 40 (0,3 л/га) + Базагран М (1,5 л/га)			2,00
Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран М (1,5 л/га)			2,01
Пульсар 40 (1,0 л/га)		–	2,14
Базагран (3,0 л/га)		1,97	22,0
Базагран М (3,0 л/га)	2,05	21,7	
Пульсар 40 (0,3 л/га) + Базагран (1,5 л/га)	5–6 листьев гороха	Лемур (1,5 л/га) в конце бутонизации гороха	2,06
Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (1,5 л/га)			2,05
Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (2,0 л/га)			1,89
Пульсар 40 (0,5 л/га) + Базагран (2,5 л/га)			2,00
Пульсар 40 (1,0 л/га) – эталон II		–	1,70
НСР <sub>05</sub>	0,22	0,6	0,05

**17 июня 2020 г. Сергею Владимировичу Сороке  
Президиумом ВАК Беларуси присуждена ученая степень  
доктора сельскохозяйственных наук.**

Сергей Владимирович Сорока родился в 1956 г. в д. Лешня Мозырского района Гомельской области в крестьянской семье.

После окончания в 1980 г. агрономического факультета Белорусской сельскохозяйственной академии был направлен в Белорусский научно-исследовательский институт защиты растений, где начал работу младшим научным сотрудником.

С начала трудовой деятельности Сергей Владимирович активно и плодотворно включился в научно-исследовательскую работу, о чем свидетельствует полученная в 1988 г. за разработку и внедрение «Системы рационального применения гербицидов в посевах озимой пшеницы» серебряная медаль ВДНХ СССР.

В 1994 г. Сорока Сергей Владимирович возглавил лабораторию по борьбе с сорной растительностью, где успешно продолжил решение важной для нашей страны проблемы усовершенствования мер борьбы с сорной растительностью. Этому способствовала и успешно защищенная кандидатская диссертация на тему «Биологическое обоснование рационального применения гербицидов в посевах озимой пшеницы в Белорусской ССР».

Именно тематика, посвященная борьбе с сорной растительностью, определила круг научных интересов, которым Сергей Владимирович остается верен до настоящего времени.

При его непосредственном участии разработаны, опубликованы и активно внедряются интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков, рекомендации по борьбе с сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур.

Он является соавтором «Организационно-технологических нормативов возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур» (сборник отраслевых регламентов), которые являются одним из основополагающих документов в сельском хозяйстве страны.

Сорока С. В. – ведущий ученый в области защиты растений. Им опубликовано 24 книги и учебных пособий, 50 отраслевых регламентов, 677 научных работ.

Большое внимание он уделяет общественной и просветительской работе. Ежегодно Сорока С. В. принимает участие в работе республиканских съездов, конференций, совещаний и семинаров, постоянно выступает с докладами и лекциями перед руководителями и специалистами сельского хозяйства.

Кроме того, им уделяется большое внимание подготовке научных кадров. К настоящему времени он воспитал целую плеяду учеников. Под его руководством защищено 9 диссертаций на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук.

Сорока С. В. является членом совета по защите кандидатских диссертаций К 01.53.01 при РУП «Институт защиты растений» по специальности 06.01.07 – защита растений, член редакционного совета журналов «Вестник защиты растений», ВИЗР, «Защита и карантин растений», «Карантин растений. Наука и практика» (Россия), заместитель главного редактора журнала «Земледелие и растениеводство» (Беларусь), председатель ученого совета РУП «Институт защиты растений», член группы экспертов по оценке биологической эффективности гербицидов и член Совета по пестицидам и удобрениям ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений».



**УЧРЕДИТЕЛИ:** РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»;  
РУП «Институт защиты растений»

**ИЗДАТЕЛЬ:** ООО «Земледелие и защита растений»

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

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

Тел./факс: главный редактор: (017 75) 3-25-68, (029) 615-58-08; зам. главного редактора: (017) 509-23-38, (029) 699-23-38;

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

E-mail: ahova\_raslin@tut.by

**Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь 22.07.2020 г. в Государственном реестре средств массовой информации за № 1249**

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

*Подписано в печать 03.08.2020 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная Тираж 1200 экз. Заказ № 0421/20. Цена свободная.*

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

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