

# Земледелие и Растениеводство

Научно-практический журнал



*С Новым годом!*



№ 6 (139),  
2021



## **Дорогие друзья, коллеги, партнёры!**

Поздравляем вас с Новым годом и Рождеством!  
Пусть символ 2022 года – Водяной Тигр – придаст вам ещё больше энергии, смелости, духовных и физических сил для реализации новых идей.

А компания «Щёлково Агрохим» будет рядом с вами, как добрый друг и надёжный партнёр на все времена!

**В новый год с новыми решениями!**



**ЩЕЛКОВО  
АГРОХИМ**

[betaren.ru](https://betaren.ru)



15 лет рядом!

С Рождеством  
и Новым Годом!

150 г/л тиаметоксама + 25 г/л тритиконазола + 75 г/л прохлораза

# КРЕСТОФ ФОРТЕ

КОМПЛЕКСНЫЙ  
ИНСЕКТИЦИДНО-ФУНГИЦИДНЫЙ  
ПРЕПАРАТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СЕМЯН  
ЗЕРНОВЫХ КОЛОСОВЫХ  
КУЛЬТУР И КУКУРУЗЫ



Надежная защита вашего урожая!

- ▶ Эффективен против комплекса почвенных вредителей и вредителей всходов
- ▶ Обеззараживание не только семян, но и почвы
- ▶ Способствует появлению сильных и дружных всходов
- ▶ Максимальная защита от болезней в насыщенных зерновых севооборотах
- ▶ Не обладает ретардантным эффектом
- ▶ Имеет лечебное и профилактическое действие

Регламент применения

Культура	Вредный объект	Норма расхода	Способ, время обработки
Пшеница озимая	Твердая головня, плесневение семян, корневая гниль, спорынья, проволочники*	2,0 л/т	Протравливание семян
Пшеница яровая	Твердая головня, корневая гниль, плесневение семян, проволочники*, злаковые мухи*		
Тритикале озимая	Плесневение семян, корневая гниль, снежная плесень, спорынья, проволочники*		
Ячмень яровой	Пыльная головня, корневая гниль, плесневение семян, проволочники*, злаковые мухи*		
Кукуруза	Пузырчатая головня, плесневение семян, гниль проростков, проволочники	3,0-3,5 л/т	

\* в отношении вредных объектов, помеченных звездочкой, проводится государственная регистрация.

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО  
ООО «ЗемлякоФФ Кроп Протекшен»  
в Республике Беларусь

г. Минск, ул. Домбровская, д. 9  
+375 (17) 388 22 81, +375 (29) 625-49-46, +375 (29) 382-60-96  
info@zemlyakoff.by

# Земледелие и Растениеводство

Научно-практический журнал

№ 6 (139)

ноябрь–декабрь 2021 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Crop farming and plant growing  
Scientific-Practical Journal

№ 6 (139)

November–December 2021

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

## ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

## НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

**Т. М. Булавина**, доктор с.-х. наук,  
**РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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



В НОМЕРЕ		IN THE ISSUE
На тему дня		On the topic of day
<i>Бруй И. Г., Холодинский В. В.</i> Готовим к севу семена яровых зерновых и зернобобовых культур	7	<i>Bruy I. G., Kholodinsky V. V.</i> Prepare for sowing spring grain crops and pulse crops seeds
Агротехнологии		Agrotechnologies
<i>Ганусевич А. Г., Гесть Г. А.</i> Эффективность применения КАС с добавками микроэлементов и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы	11	<i>Ganusevich A. G., Gestj G. A.</i> Efficiency of KAS application with the micro elements and growth regulators supplement by spring wheat cultivation.
<i>Клочков А. В., Соломко О. Б.</i> Влияние вариантов магнитной обработки поливной воды на сельскохозяйственные культуры	14	<i>Klochkov A. V., Solomko O. B.</i> Influence of variants of irrigation water magnet treatment on agricultural crops
<i>Устинова Н. В.</i> Реализация потенциала продуктивности гибридов и сортов подсолнечника в условиях северо-востока Беларуси	18	<i>Ustinova N. V.</i> Realization of herbicides potential productivity of sunflower hybrids and varieties under north-east conditions of Belarus

Агрохимия	Agrochemistry
23 <i>Семененко Н. Н.</i> Диагностика обеспеченности почв усвояемой растениями формой азота – важнейший резерв повышения эффективности использования азотных удобрений	23 <i>Semenenko N. N.</i> Diagnostics of soil provision with plant acceptable nitrogen form – an important reserve of raising the efficiency of nitrogenous fertilizers application
Защита растений	Plant protection
28 <i>Булавин Л. А., Гвоздов А. П., Гвоздова Л. И., Кранцевич В. Д., Белановская М. А., Пынтиков С. А., Ленский А. В.</i> Влияние гербицидов и сроков их внесения на экономическую эффективность возделывания кукурузы на зерно	28 <i>Bulavin L. A., Gvozдов A. P., Gvozдова L. I., Krantsevich V. D., Belanovskaya M. A., Pyntikov S. A., Lensky A. V.</i> Influence of herbicides and their application periods on economic efficiency of corn cultivation for grain
31 <i>Запрудский А. А., Привалов Д. Ф., Нехведович С. И., Пенязь Е. В.</i> Вредоносность фитофагов в агроценозах кормовых бобов в Беларуси	31 <i>Zaprudsky A. A., Privalov D. F., Nekhvedovich S. I., Penyazj E. V.</i> Harmfulness of phytophages in fodder beans agrocoenoses in Belarus
35 <i>Нехведович С. И., Войтка Д. В.</i> Влияние предпосевной обработки семян на распространенность и развитие болезней льна масличного	35 <i>Nekhvedovich S. I., Voitka D. V.</i> Influence of pre-sowing seed treatments on the extension and development of oil flax diseases
40 <i>Нехведович С. И.</i> Эффективность фунгицидов в защите льна масличного от болезней в период вегетации	40 <i>Nekhvedovich S. I.</i> Fungicides efficiency for oil flax protection against the diseases during vegetation
Льноводство	Flax growing
44 <i>Андроник Е. Л., Иванова Е. В., Минина Е. М., Дуктова Н. А.</i> Влияние метеорологических факторов на продуктивность и содержание масла в семенах льна масличного	44 <i>Andronik E. L., Ivanova E. V., Minina E. M., Duktova N. A.</i> Influence of meteorological factors on productivity and oil content of oil flax
48 <i>Богдан В. З., Лемеш В. А., Богданова М. В., Богдан Т. М., Литарная М. А.</i> Генетическая паспортизация новых сортов льна-долгунца белорусской селекции с использованием молекулярных маркеров	48 <i>Bogdan V. Z., Lemesh V. A., Bogdanova M. V., Bogdan T. M., Litarnaya M. A.</i> Genetic passport system of Belarusian selection new fiber flax varieties with the use of molecular markers
Овощеводство	Vegetable growing
52 <i>Степура М. Ф.</i> Влияние дражирования семян на всхожесть и урожайность моркови столовой	52 <i>Stepuro M. F.</i> Influence of seeds pelleting on table carrot germination and yield
Страницы истории	Pages of history
56 <i>Богдевич И. М.</i> Талантлива во всем (глава из книги «Земледельцы»)	56 <i>Bogdevich I. M.</i> Talented in everything (chapter from the book «Farmers»)
Информация	Information
58 <i>Персикова Т. Ф., Курганская С. Д., Мурзова О. В., Валеяша Е. Ф., Поддубный О. А., Царёва М. В.</i> Настоящее – есть ключ к пониманию прошлого (к 100-летию кафедры почвоведения БГСХА)	58 <i>Persikova T. F., Kurganskaya S. D., Murzova O. V., Valeysha E. F., Poddubny O. A., Tsareva M. V.</i> The present is a key to past understanding (to the 100-th anniversary of soil science chair foundation of the BSAA)
61 Опубликовано в 2021 году	61 Published in 2021

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

### **ПАВАЖАНЬЯ СЯБРЫ!**

*Мы шчыра ўдзячны Вам за ўвагу  
да нашага часопіса і спадзяёмся,  
што Вы застанецеся з намі і ў будучым.*

*Вінішчым з Новам 2022 годам!*

*Жадаем Вам здароўя, шчасця,  
дабрабыту, плённай працы  
і багатых ураджаяў!*

*Рэдакцыя часопіса*

Фото: поверхность листа,  
многократное увеличение

Соединяем эффект  
проникновения и  
максимум усвоения

# Ультрамаг Комби

Многокомпонентные комплексные  
микроудобрения для листовых подкормок  
сельскохозяйственных культур

- Сбалансированный состав микроэлементов, подобранных с учетом индивидуальных потребностей культуры
- Совместим с большинством пестицидов
- Специальный комплекс адъювантов способствует лучшей растекаемости, удержанию рабочих растворов на листьях и быстрому проникновению питательных элементов
- Технологичная жидкая форма

Культуры применения: зерновые, масличные,  
зернобобовые, свекла, кукуруза, картофель

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



ЩЕЛКОВО  
АГРОХИМ

Где найти ответы на важные для аграриев вопросы: как повысить урожайность сельскохозяйственных культур и при этом сохранить плодородие почвы?

## ПОДПИШИТЕСЬ

на научно-практический журнал  
**«Земледелие и растениеводство»**  
на 2022 год

Концепция журнала – оперативное информирование специалистов АПК по наиболее актуальным вопросам земледелия и растениеводства в области науки и практики.

### ВЫ УЗНАЕТЕ:

- о современных ресурсосберегающих технологиях производства биологически полноценной продукции растениеводства;
- о результатах научных исследований по улучшению плодородия почвы;
- об экологически безопасных режимах применения средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков;
- о новых высокопродуктивных сортах и гибридах зерновых, зернобобовых, масличных и кормовых культур;
- о многих других разработках белорусских ученых-аграриев в области растениеводства.

### ВЫ СМОЖЕТЕ:

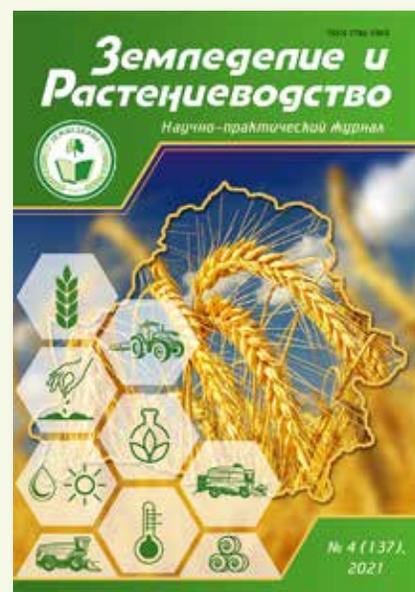
- повысить урожайность за счет применения усовершенствованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-климатических условий вашего региона;
- максимально использовать естественные природные ресурсы;
- рационально, на научной основе применять удобрения и СЗР.

### Подписку на журнал можно оформить:

- через отделения связи
  - в Беларуси – РУП «Белпочта» <https://belpost.by/onlinesubscription/items?search=00247>
  - в Украине – ГП «Пресса» <http://presa.ua/zemledelie-i-zaschita-rastenij.html>
  - в России – Агентство подписки Информнаука ([informnauka.com](http://informnauka.com)), ООО «Прессинформ» /Presskiosk – Подписка/
- непосредственно в редакции, позвонив по телефонам +375 17 509-24-89, +375 29 659-64-47, +375 29 640-23-10, либо прислав запрос на e-mail: [info@zemledelie.by](mailto:info@zemledelie.by)
- на сайте [www.Земледелие.бел](http://www.Земледелие.бел), [www.Zemledelie.by](http://www.Zemledelie.by)

### Подписные индексы:

00247 – для индивидуальных подписчиков, 002472 – для организаций



Журнал представляет несомненный интерес для руководителей и агрономов сельскохозяйственных предприятий, научных работников, преподавателей аграрных университетов и колледжей, фермеров, любителей сада и огорода.

По промокоду **ПОДПИСКА** скидка 10 %

## Готовим к севу семена яровых зерновых и зернобобовых культур

И. Г. Бруй, В. В. Холодинский, кандидаты с.-х. наук  
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 17.11.2021)

Одним из требований к элементам технологии возделывания культуры является использование качественного посевного материала. Стандарты качества семян предусматривают такие показатели, как сортовая чистота, влажность, масса зерна, всхожесть, зараженность болезнями, вредителями и др., оказывающие существенное влияние на величину будущей урожайности. К началу весенних полевых работ семена яровых культур должны быть очищены, отсортированы, откалиброваны и пройти оценку в контрольно-семенной инспекции. Если по каким-то причинам семена не соответствуют стандарту, их необходимо доработать и довести до необходимой кондиции.

Многочисленные исследования показывают, что возбудители основных болезней, поражающих растения на самом раннем этапе их развития, сохраняются внутри и на поверхности семян. И именно семена являются источником инфекции большинства болезней. Ежегодно проводимая фитозэкспертиза семян показывает высокую инфицированность семенного материала (рисунок 1 а) возбудителями болезней: фузариоза, гельминтоспориоза, головни, различных пятнистостей.

При поражении семян яровой пшеницы возбудителями фузариоза, гельминтоспориоза и других болезней проростки имеют низкую жизнеспособность, что приведет к изреживанию посевов и дальнейшему распространению болезней корневой системы (рисунок 1 б), которая не сможет обеспечить полноценное питание и вызовет неизбежные потери урожая.

Кроме того, в последние годы в практику вошло использование коротких севооборотов, насыщенных зерновыми культурами. Нарушения в технологии возделывания культур, неиссякаемые запасы инфекции в почве, минимизация обработки почвы способствуют

накоплению инфекционной нагрузки в посевах. Существенное влияние на фитопатологическое состояние посевов и формирование урожайности оказывает качество подготовки семян. Поэтому заключительным этапом и обязательным приемом в подготовке семян к севу является их обеззараживание. При этом особое внимание уделяется определению инфицированности семян патогенной микрофлорой и выбору протравителя для освобождения их от внутренней и наружной инфекции, а также защиты от почвенных патогенов.

Состав патогенного комплекса семян включает множество видов грибов и бактерий, среди которых преобладают возбудители особо вредоносных болезней зерновых, таких как твердая, пыльная и другие виды головни, гельминтоспориозные и фузариозные корневые гнили, септориоз, фузариоз колоса, различные пятнистости, а на люпине – антракноз, фузариоз, бактериоз и плесневение семян. Многолетние исследования показывают, что в отдельные годы суммарная инфекция семян зерновых и зернобобовых культур составляет более 80 % [1].

В зависимости от сложившихся погодных условий, агротехники возделывания интенсивность зараженности семян по годам может существенно различаться, однако семенная инфекция присутствует на посевном материале ежегодно.

В настоящее время имеется широкий выбор высокоэффективных препаратов для предпосевной обработки семян, различающихся действующим веществом и его спектром действия против вредных организмов. Подавляющее большинство препаратов включает по 2–3 фунгицидных составляющих, это обеспечивает защиту посева от комплекса возбудителей семенной и почвенной инфекции, и от аэрогенной в начальный период вегетации.



Фитозэкспертиза семян



Пораженные (слева) корневыми гнилями и здоровые (справа) корни

Рисунок 1 – Фитопатологический анализ семян и растений на пораженность болезнями

Биологическая эффективность современных препаратов против семенной инфекции достаточно высокая и в среднем за последние годы против наиболее вредоносной фузариозной инфекции составила на ячмене 92,7–100 %, гелиминтоспориозной – 86,9–100 % (таблица 1).

Действие препаратов не ограничивается снижением зараженности посевного материала: распространяясь на почвенную микобиту, фунгициды помогают растениям более эффективно противостоять возбудителям корневой гнили, снижая ее развитие до фазы кущения на 39,1–59,0 %.

В защите ячменя от пыльной головни важное значение имеет не только биологическая эффективность препарата, которая достаточно высокая у всех разрешенных к применению протравителей семян, но и срок сева культуры. Замечено, что при поздних сроках сева эффективность препаратов снижается. В графике (рисунок 2) приведены средние показатели биологической эффективности по шести протравителям семян в максимальных нормах их применения. Смещение оптимальных сроков сева на 10 дней снижает эффективность протравителей с 93,3 % до 84,0 %, а опоздание с севом на месяц – до 80,7 % [2]. Следует отметить, что семеноводческие посевы ячменя необходимо высевать в первую очередь, а для протравливания использовать высокоэффективные протравители, которые максимально пол-

но освобождают семена от инфекции, даже при высокой зараженности (более 3 %).

Защита проростков и корневой системы на начальных этапах развития зерновых культур от патогенных комплексов путем протравливания семян позволяет повысить урожайность яровой пшеницы в среднем на 4,7–10,2 %, ярового ячменя – на 5,0–9,7 % (таблица 2).

В настоящее время сельскохозяйственному производству предлагаются не только фунгицидные препараты, но и инсектицидные протравители (Имидор про, КС; Табу, ВСК; Табу супер, СК и др.), а также многокомпонентные препараты инсекто-фунгицидного действия (Селест топ, КС; Круйзер, СК; Вайбранс интеграл, ТКС; Квестер форте, КС и др.), которые кроме грибной инфекции защищают посевы от злаковой мухи, проволочников

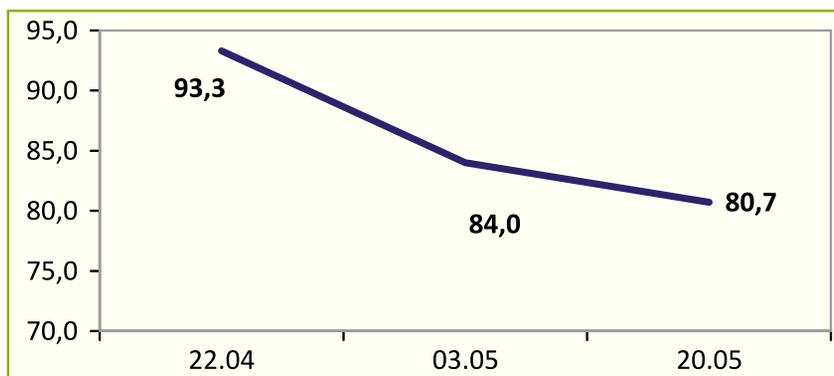


Рисунок 2 – Биологическая эффективность протравителей в зависимости от сроков сева, %

Таблица 1 – Биологическая эффективность протравителей против болезней ячменя (среднее за 2012–2020 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/т	Биологическая эффективность, %				
		семенная инфекция			корневые гнили в фазе кущения	пыльная головня
		фузариоз	гелиминтоспориоз	альтернариоз		
Кинто дуо, КС	2,5	94,8	95,6	88,2	53,8	96,8
Баритон, КС	1,5	94,2	91,3	91,1	47,8	94,6
Максим форте, КС	2,0	97,4	86,9	82,3	46,9	87,5
Ламадор про, КС	0,5	92,7	88,3	71,1	53,4	97,5
Селест топ, КС	2,0	94,7	91,5	82,9		
Магнат тотал, КС	1,0	97,5	98,5	85,4	56,6	98,5
Квестер форте, КС	2,0	100	100	85,7	59,0	100

Таблица 2 – Повышение урожайности яровых зерновых культур в зависимости от примененного протравителя (2012–2019 гг.)

Протравитель, норма расхода, л/т	Прибавка урожая зерна, %			
	яровая пшеница		ячмень	
	min	max	min	max
Кинто дуо, КС, 2,5	3,5	12,5	6,7	7,9
Баритон, КС, 1,5	2,6	9,1	3,2	8,2
Максим форте, КС, 2,0	5,4	8,2	4,1	10,6
Ламадор про, КС, 0,5	5,1	10,4	5,6	13,1
Магнат тотал, КС, 1,0	4,9	9,6	4,7	8,8
Квестер форте, КС, 2,0	6,4	11,6	5,4	9,3
Среднее	4,7	10,2	5,0	9,7

и других почвообитающих вредителей. Использование многофункциональных протравителей гарантирует получение плотного стеблестоя в посеве и реализацию потенциала урожайности сорта.

Уникальным действием выделяется протравитель Систива, КС, который «работает» не только против семенной и почвенной инфекции, но и обладает длительной защитой листа против комплекса пятнистостей листьев ячменя (сетчатая, полосатая, темно-бурая). Например, обработка семян ячменя этим протравителем гарантирует защиту посева от сетчатой пятнистости до колошения.

В полевом эксперименте на восприимчивом к сетчатой пятнистости сорте ячменя Торгал уже в начале выхода в трубку развитие болезни как в контроле (не протравленные семена), так и в варианте защиты семян высокоэффективным протравителем Кинто дуо, КС составило 15–16 %.

В варианте протравливания «листовым» препаратом Систива, КС (рисунок 3) данный показатель не превышал 6,2 %. Протравитель Систива, КС активно сдерживал развитие сетчатой пятнистости вплоть до фазы флагового листа (рисунок 4): при развитии в контроле 63,2 % биологическая эффективность против пятнистости составила 70,7 %.

В результате при урожайности культуры в контроле 54,5 ц/га применение протравителя Систива, КС повысило урожайность ячменя на 15,7 ц/га зерна.

К весеннему севу необходимо позаботиться и о качестве протравливания зернобобовых культур. В первую очередь подобрать для люпина высокоэффективный протравитель против антракноза и фузариоза, поскольку основным источником такой инфекции являются семена. Разрешены для применения на территории республики для бобовых культур более 15 препаратов.

Однако следует отметить, что некоторые препараты не нашли широкого применения на люпине из-за недостаточной эффективности против комплекса патогенов и ингибирования ростовых процессов, так как люпин является высокочувствительной культурой по отношению к химическим средствам защиты растений. Поэтому на практике выбор препаратов для люпина несколько ограничен. В последнее время наиболее востребован Максим XL, КС и Иншур перформ, КС, находит применение Винцит форте, КС. Изучаемые протравители проявляют высокую биологическую эффективность против семенной инфекции, которая сохраняется и против болезней в фазе стеблевания (таблица 3).



Рисунок 3 – Эффективность протравителя семян ярового ячменя против сетчатой пятнистости (сорт Торгал)

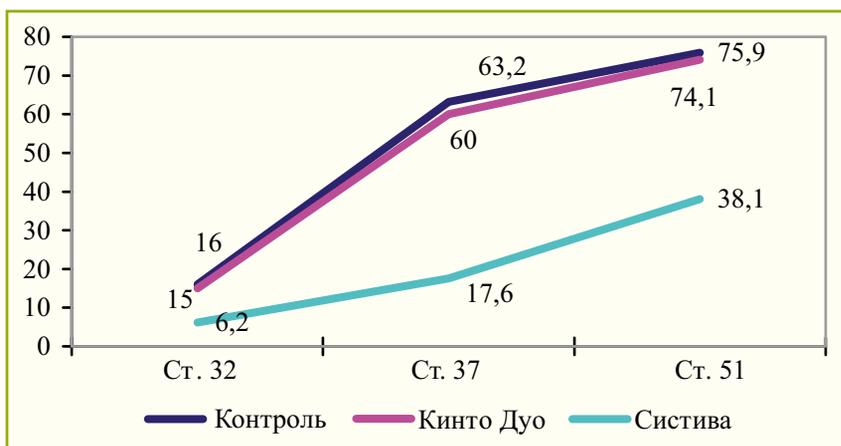


Рисунок 4 – Развитие сетчатой пятнистости ярового ячменя в зависимости от протравителя, %

Таблица 3 – Урожайность узколистного люпина в зависимости от примененных препаратов для предпосевной обработки семян и их биологическая эффективность против болезней (2011–2014 гг.)

Протравитель, норма расхода, л/т	Биологическая эффективность, %		Урожайность, ц/га зерна			Прибавка урожая	
	семенная инфекция	болезни (фаза стеблевания)	min	max	средняя	ц/га	%
Контроль (без обработки)	–	–	20,7	32,4	25,9	–	–
Максим XL, КС, 2,0	96,7	80,4	25,8	33,7	28,8	2,9	11,1
Селест топ, КС, 1,5	97,9	89,3	30,1	39,5	33,3	7,4	28,5
Иншур перформ, КС, 0,4	93,8	83,9	26,5	42,2	32,1	6,2	23,9

С целью защиты растений гороха и люпина от проволочников, клубеньковых долгоносиков, тли и трипсов рекомендуется в фунгицидные составы для обработки семян вводить инсектицидные протравители в рекомендуемых нормах расхода: Пикус, КС или Табу супер, СК. Возможно применение и комбинированных инсекто-фунгицидных препаратов, таких как Богрец супер, КС.

В современных технологиях использование при предпосевной подготовке семян только протравителей является недостаточным. Условием успешного прорастания семян является активизация их ферментативной системы. Наиболее доступным способом повышения интенсивности биохимических превращений в прорастающих семенах, а также стимуляции прорастания и развития растений – это обогащение семян микроэлементами и биологически активными веществами на фоне обязательного обеззараживания семенного материала, т. е. посредством инкрустации семян защитно-стимулирующими составами. Сегодня необходимость использования регуляторов роста стимулирующего действия, физиологически активных веществ и микроудобрений для предпосевной подготовки семенного материала не вызывает сомнения. Нашими многолетними исследованиями доказана экономическая целесообразность использования защитно-стимулирующих составов для обработки семян. Следует отметить, что введение различного рода адаптогенов в защитные составы не снижает биологическую эффективность композиционных смесей против семенной инфекции в сравнении с отдельными протравителями, а в ряде случаев она возрастает на 5–7 %. Кроме того, повышается полевая всхожесть семян на 1,2–8,2 % и устойчивость к засухе за счет более развитой корневой системы.

Доказано, что обработка семян зерновых культур препаратами на основе аминокислотных комплексов повышает урожайность яровой пшеницы на 7,9–15,4 %, ярового ячменя – на 7,3–9,6 %. Не менее эффективны стимуляторы роста гуминовой природы: прирост урожайности составлял от 5,2 до 10,2 %, использование микроудобрений повышает урожайность ячменя ярового на 5,3–6,3 %.

Сегодня для активизации прорастания семян и их развития на начальных этапах роста находят применение:

– **гуминовые препараты** – **Блекджек, Оксидат торфа, Гидрогумат, Оксигумат** – продукты, полученные из торфа, в котором активизированы гумусовые вещества. Известно, что гуминовые вещества, поступая в растения, способны оказывать влияние на многие биохимические процессы, в том числе и те, которые связаны с защитными реакциями растений, повышением общей устойчивости объекта;

– **препараты на основе аминокислот** – **Терра-Сорб, Фертигрейн старт, Райкат старт, Биофордж** и др., применение которых повышает скорость прорастания, полевую всхожесть, равномерность всходов, увеличивает силу проростков и усиливает образование и активность клубеньков у бобовых. Кроме того, ряд препаратов позволяет оздоравливать корневую систему, обеспечивая непрерывный рост новых корней для эффективного поглощения питательных веществ;

– **регуляторы роста растений на основе триптереновых кислот** – **Экосил, Альфастим**, которые обладают иммуностимулирующим действием, свойствами антиокислителя и адаптогена;

– **микроудобрения с различным содержанием меди, цинка, бора, молибдена, марганца, кобальта, железа** – **сульфаты меди и марганца, микроудобрения марки «Наноплант», Дисолвин АБЦ, Сейбит** и др.

Итак, **предпосевная подготовка семян обеспечивает:**

- обеззараживание семян от возбудителей болезней;
- защиту проростков и всходов от поражения болезнями и вредителями;
- оптимизацию прорастания и создание стеблестоя;
- улучшение условий для стартового роста и интенсификацию ростовых процессов на ранних этапах развития растений;
- возможность «листовой» защиты растений и сокращение либо сдвиг на более поздние сроки фунгицидных обработок.

*Особенно тщательно следует подходить к обеззараживанию семян для семеноводческих посевов. Не допускается снижение доз протравителей, применения низкоэффективных препаратов и биологических средств защиты, которые не способны уничтожить головневую инфекцию.*

Согласно Приказу Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь № 246 от 25.05.2004 «О реализации семян элиты» и № 594 от 22 декабря 2005 г. «Об условиях реализации оригинальных семян», необходимо реализовывать все оригинальные и элитные семена только после обеззараживания их высокоэффективными протравителями и проверки в КТЛ на качество протравливания.

#### Необходимо знать:

- сроки протравливания семян не оказывают влияния на качество обеззараживания, так как используются препараты системного действия, эффективность которых реализуется только при поступлении внутрь зерновки действующего вещества, т. е. при набухании семян в почве;
- протравливание семян необходимо проводить при положительных температурах воздуха в помещениях (5 °С и выше) для качественного и равномерного нанесения препарата. Расход рабочей жидкости не должен превышать 10 л/т семян;
- влажность зерна после протравливания и во время его хранения не должна превышать стандартную (14 %) более чем на 1 %. В случае использования рабочей жидкости в объеме выше 10 л/т и при повышении температуры воздуха в период длительного хранения возможно снижение посевных качеств семян;
- приготовление рабочих жидкостей для инкрустации семян ведётся при постоянном перемешивании в следующей последовательности: сначала в ½ объема воды, как правило, добавляется регулятор роста, макро-, микроудобрения, затем протравитель, выбранный в соответствии с культурой и спектром действия, и всё доводится водой до расчётного количества.

#### Литература

1. Предпосевная обработка семян зерновых и зернобобовых культур / Г. В. Будевич [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. – 2017. – С. 80–86.
2. Предпосевная обработка семян зерновых и зернобобовых культур / Ю. К. Шашко [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси. – 2007. – С. 204–209.

## Эффективность применения КАС с добавками микроэлементов и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы

А. Г. Ганусевич, Г. А. Гесть, кандидаты с.-х. наук  
Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 02.10.2021)

*Внесение карбамидно-аммиачной смеси совместно с микроэлементами меди и марганца и регуляторами роста растений Гидрогуматом и Эпином способствовало увеличению урожайности зерна яровой пшеницы на 3,5–6,9 ц/га, уровня рентабельности – на 1,2–11,9 п. п., биоэнергетического коэффициента – на 0,3–0,6 ед. по сравнению с контрольным вариантом. Лучшим является вариант, где карбамидно-аммиачная смесь применялась совместно с Cu и Mn, регулятором роста Эпин на фоне  $N_{15}P_{55}K_{120}$ . Получена урожайность яровой пшеницы 63,3 ц/га. При этом уровень рентабельности составил 52,5 %, биоэнергетический коэффициент – 9,4 ед.*

### Введение

Яровая пшеница является высокоценной культурой, продукты переработки которой используются в хлебопечении и в изготовлении кондитерской выпечки. Культура появилась задолго до формирования современного общества и сейчас возделывается во всех странах мира. Яровая пшеница завоевала лидерские позиции среди сельскохозяйственных культур и возделывается в умеренных широтах всего земного шара. В Республике Беларусь в последние годы она занимает все более значительное место. Так, по посевным площадям и валовым сборам она сравнялась с озимой пшеницей. Яровая пшеница способна адаптироваться к сложным условиям произрастания, а поэтому может использоваться как уплотняющая культура, когда часть озимых зерновых погибает. Урожайность яровой пшеницы высокая при соблюдении всех элементов технологии ее возделывания. Положительными качествами яровой пшеницы можно считать ее устойчивость к умеренным пониженным температурам, низкий порог осыпаемости, иммунитет к фузариозу, меньшие затраты на средства защиты растений, более высокое качество зерна, широкий спектр районированных сортов. К факторам, отрицательно влияющим на урожайность яровой пшеницы, необходимо отнести: засуху, проливные дожди, сильные ветры, а также вредные организмы [1, 3].

Яровая пшеница больше всего нуждается в азотных удобрениях. Дозы внесения фосфорных и калийных удобрений зависят от их запасов в почве. На формирование 1 т зерна она потребляет 30,4 кг азота, 11,6 кг фосфора и 27,7 кг калия. Наибольшую потребность в азоте яровая пшеница испытывает в период от начала кущения до выхода в трубку. За это время поглощается около 40 % азота, потребляемого за весь вегетационный период.

Критическим периодом потребности в фосфоре является начальный период роста растений. Фосфор способствует росту корневой системы, формированию крупного колоса и более раннему созреванию. По

*The introduction of the urea-ammonia mixture together with trace elements of copper and manganese and plant growth regulators Hydrohumate and Epin contributed to an increase in the yield of spring wheat grain by 3,5–6,9 c/ha, the level of profitability – by 1,2–11,9 p. p., bioenergy coefficient – by 0,3–0,6 unit.. compared to the control option. The best option is where the urea-ammonia mixture was used together with Cu and Mn, an Epin growth regulator against the background of  $N_{15}P_{55}K_{120}$ . The yield of spring wheat was 63,3 c/ha. At the same time, the level of profitability was 52,5 %, the bioenergy coefficient was 9,4 units.*

сравнению с азотными удобрениями фосфорные дают меньшую прибавку урожая, но без них растения хуже усваивают доступный азот и калий из почвы.

Самое большое количество калия поглощается растениями в начальные периоды роста и развития яровой пшеницы.

Если дозы азотных удобрений не превышают 60 кг/га д. в., то их эффективнее вносить в один прием под предпосевную культивацию. Высокие дозы азотных удобрений (более 60 кг/га д. в.) с целью снижения полегаемости растений следует вносить дробно. Доза азотных удобрений для подкормки может корректироваться в зависимости от содержания азота в растениях на основании данных растительной диагностики.

Подкормка яровой пшеницы азотными удобрениями может быть эффективной только при условии достаточного увлажнения почвы. Лучшая форма азотных удобрений для основного внесения – это карбамидно-аммиачная смесь (КАС), так как в этом случае обеспечивается наиболее высокая равномерность распределения удобрения по поверхности почвы. Для подкормки растений КАС ее следует смешивать с водой в соотношении 1 : 4; 1 : 5.

Фосфорные и калийные удобрения следует вносить осенью с заделкой под зяблевую вспашку, культивацию или весной под предпосевную культивацию.



Внесение азотных удобрений с добавками микроэлементов и регуляторов роста под сельскохозяйственные культуры позволяет улучшить режим азотного питания растений, повысить эффективность их применения, сократить затраты на внесение, увеличить урожайность и качество зерна, а следовательно, повысить основные экономические показатели. Это и определило выбор темы наших исследований [2, 4].

Цель работы – обосновать эффективность применения карбамидно-аммиачной смеси (КАС) с добавками микроэлементов и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы сорта Рассвет на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

### Материал и методика исследований

На современном этапе развития растениеводства в условиях дефицита финансовых и материальных ресурсов ставится задача снизить затраты на производство сельскохозяйственной продукции и получить максимальную отдачу от вложенных средств. При этом необходимо увеличивать уровень производства и постоянно улучшать качество продукции. Это возможно при использовании интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Опыты проводили в 2016–2018 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве производственного участка «Лापенки» УО СПК «Путришки» Гродненского района. Общая площадь делянки в полевых опытах составляла 48 м<sup>2</sup>, учётная площадь – 35 м<sup>2</sup>. Повторность во все годы исследований 4-кратная.

Агрохимические показатели пахотного горизонта дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы следующие: рН<sub>KCl</sub> – 6,0, содержание гумуса – 2,05 %, подвижного фосфора – 211 мг/кг почвы, обменного калия – 225, меди – 3,5, магния – 92, марганца – 0,73, цинка – 3,1 и бора – 0,75 мг/кг почвы.

Схема опыта включала варианты, представленные в таблице 1. В первом варианте опыта удобрения не вносили (контроль). В качестве фонового варианта были взяты дозы минеральных удобрений N<sub>15</sub>P<sub>55</sub>K<sub>120</sub>. Из фосфорных удобрений применяли аммонизированный суперфосфат, калийных – хлористый калий. На данном фоне изучали эффективность внесения КАС.

Из азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы в третьем и последующих вариантах дополнительно применяли карбамидно-аммиачную смесь (КАС<sub>30</sub>). Ее вносили в чистом виде в количестве 90 кг/га д. в.

(60 кг д. в. в основное внесение, 30 кг д. в. – в подкормку), а также с добавками микроэлементов меди, марганца и регуляторов роста растений Гидрогумата и Эпина. Фосфорные и калийные удобрения вносили осенью, азотные – в основное внесение (N<sub>60</sub>) и в некорневую подкормку (N<sub>30</sub>). Дозы удобрений рассчитаны на основании агрохимических показателей почвы, на которой проводили исследования.

Урожайность зерна яровой пшеницы по вариантам опыта учитывали путем уборки учетной площади делянок комбайном «Сампо» с последующим взвешиванием полученной продукции. Аминокислотный состав зерна определяли согласно ГОСТ 9353-90.

Расчет экономической и энергетической эффективности применения минеральных удобрений, микроэлементов и регуляторов роста в посевах яровой пшеницы проводили на основании технологической карты возделывания культуры с применением балансового и монографического методов, а также отдельных приемов экономико-статистического метода.

### Результаты исследований и их обсуждение

Нами установлено, что за три года исследований самая низкая урожайность яровой пшеницы была в контрольном варианте, где минеральные удобрения не применялись – 40,7 ц/га (таблица 1). В фоновом варианте она увеличилась в среднем за три года на 11,5 ц/га. Внесение КАС дало прибавку 15,7 ц/га зерна по сравнению с контрольным вариантом. Дальнейший анализ полученных данных показал, что самые высокие прибавки урожая яровой пшеницы были в вариантах с внесением КАС с микроэлементами и регуляторами роста (в среднем за три года – 3,5–6,9 ц/га). Лучшим оказался вариант с внесением КАС совместно с Эпином, медью и марганцем (+6,9 ц/га; НСР<sub>05</sub> = 2,7–3,2 ц/га).

Минеральные удобрения, наряду с урожайностью, оказали заметное влияние на аминокислотный состав зерна (таблица 2). За три года исследований было отмечено увеличение содержания в зерне таких аминокислот, как валин (5,19–6,52 г/кг), фенилаланин (4,84–6,21 г/кг), лейцин (3,40–4,69 г/кг зерна). Самое большое общее количество аминокислот отмечено в вариантах, где КАС применяли совместно с микроэлементами и регуляторами роста (37,3–38,4 г/кг зерна). В зерне яровой пшеницы в этих вариантах получено высокое содержание критических аминокислот (треонин + метионин + лизин) – 9,5–10,5 г/кг зерна. Лучшим по аминокислотному составу

**Таблица 1 – Влияние КАС с добавками микроэлементов и регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы**

Вариант	Урожайность, ц/га							
	2016 г.	±	2017 г.	±	2018 г.	±	среднее	±
1. Контроль (без удобрений)	44,1	–	41,8	–	36,3	–	40,7	–
2. N <sub>15</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> (фон)	51,3	–	63,5	–	41,7	–	52,2	–
3. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub>	55,9	–	67,4	–	46,0	–	56,4	–
4. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu и Mn	59,1	3,2	71,8	4,4	48,7	2,7	59,9	3,5
5. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Гидрогумат	60,8	4,9	68,1	0,7	47,2	1,2	58,7	2,3
6. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu	63,8	7,9	73,1	5,7	49,6	3,6	62,2	5,8
7. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu + Эпин	60,9	5,0	73,7	6,3	52,1	6,1	62,2	5,8
8. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Эпин + Cu и Mn	62,9	7,0	75,7	8,3	51,4	5,4	63,3	6,9
НСР <sub>05</sub>	3,2		3,0		2,7			

зерна был вариант, где применяли КАС совместно с микроэлементами меди и марганца и регулятором роста Эпин – 10,5 г/кг зерна.

На основании полученных данных были рассчитаны экономическая и энергетическая эффективность применения различных форм удобрений.

Установлено, что в фоновом варианте и в варианте с применением КАС дополнительный чистый доход составил 206,7–217,1 руб./га. Уровень рентабельности варьировал от 40,6 до 41,8 % (таблица 3).

Применение КАС, микроэлементов, регуляторов роста как совместно, так и в отдельности обусловило увеличение затрат на их внесение на 10,3–15,3 руб./га

по сравнению с фоновым вариантом. Однако при этом дополнительный чистый доход увеличился на 4,8–63,8 руб./га, уровень рентабельности – на 1,2–11,9 п. п.

Наиболее экономически оправданным является вариант, где вносили КАС с микроэлементами Cu, Mn и регулятором роста Эпин, так как здесь получен самый высокий дополнительный чистый доход – 280,9 руб./га и уровень рентабельности 52,5 %.

Наиболее стабильным показателем эффективности любого технологического процесса является энергетический, выраженный в мегаджоулях (МДж).

Энергетическая оценка проводилась на основании технологической карты возделывания яровой пшеницы

**Таблица 2 – Влияние КАС с добавками микроэлементов и регуляторов роста на аминокислотный состав зерна яровой пшеницы**

Вариант	Содержание аминокислот, г/кг зерна								итого критических
	треонин*	валин	метионин*	фенилаланин	изолейцин	лейцин	лизин*	итого	
1. Контроль (без удобрений)	2,59	5,19	1,23	4,84	4,34	7,64	3,40	29,2	7,22
2. N <sub>15</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> (фон)	2,89	5,44	1,51	5,11	4,61	8,00	3,61	31,2	8,01
3. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub>	3,19	5,69	1,79	5,38	4,87	8,35	3,82	33,1	8,80
4. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu и Mn	3,27	6,04	1,89	5,77	5,21	8,91	3,96	35,1	9,12
5. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Гидрогумат	3,5	6,46	2,0	6,19	5,6	9,52	3,98	37,3	9,5
6. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu	3,67	6,52	2,00	6,2	5,64	9,58	3,84	37,5	9,54
7. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu + Эпин	3,73	6,46	2,01	6,18	5,61	9,65	4,20	37,8	9,94
8. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Эпин + Cu и Mn	3,78	6,40	2,00	6,21	5,60	9,72	4,69	38,4	10,5

Примечание – \*Критические аминокислоты.

**Таблица 3 – Влияние КАС с добавками микроэлементов и регуляторов роста на экономическую эффективность производства зерна яровой пшеницы**

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Стоимость прибавки, руб.	Затраты на производство дополнительной продукции, руб.	Дополнительный чистый доход, руб.	Уровень рентабельности, %
1. Контроль (без удобрений)	40,7	–	–	–	–	–
2. N <sub>15</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> (фон)	52,2	11,5	715,2	508,5	206,7	40,6
3. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub>	56,4	15,7	736,8	519,7	217,1	41,8
4. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu и Mn	59,9	19,2	763,1	530,4	232,7	43,9
5. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Гидрогумат	58,7	18,0	749,8	527,9	221,9	42,0
6. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu	62,2	21,5	776,2	514,6	261,6	50,8
7. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu + Эпин	62,2	21,5	776,2	510,7	265,5	51,9
8. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Эпин + Cu и Mn	63,3	22,6	815,9	535,0	280,9	52,5

**Таблица 4 – Биоэнергетическая оценка применения макроудобрений, микроэлементов и регуляторов роста в посевах яровой пшеницы**

Вариант	Урожайность, ц/га	Затраты энергии, МДж/га	Энергоемкость, МДж/ц	Выход энергии с 1 га, МДж	БЭК
1. Контроль (без удобрений)	40,7	8054	197,9	66951	8,3
2. N <sub>15</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> (фон)	52,2	10299	197,3	85869	8,3
3. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub>	56,4	10497	186,1	92779	8,8
4. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu и Mn	59,9	10843	181,0	98536	9,1
5. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Гидрогумат	58,7	10620	180,9	96726	9,1
6. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu	62,2	11050	177,6	102319	9,2
7. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Cu + Эпин	62,2	11050	176,6	102319	9,2
8. N <sub>60+30</sub> P <sub>55</sub> K <sub>120</sub> + Эпин + Cu и Mn	63,3	11152	176,2	104129	9,4

цы. При этом рассчитывались прямые энергетические затраты по каждому варианту опыта.

Нами установлено (таблица 4), что самые высокие затраты энергии (11 152 МДж/га) наблюдались в варианте, где совместно с КАС вносились микроэлементы меди и марганца, а также регулятор роста Эпин. При этом в данном варианте отмечен самый высокий выход энергии с 1 га – 104 129 МДж. Биоэнергетический коэффициент (БЭК) составил 9,4 ед.

В остальных вариантах опыта затраты энергии находились в пределах 8 054–11 050 МДж/га. Выход энергии с 1 га варьировал от 66 951 до 102 319 МДж, а биоэнергетический коэффициент составлял 8,3–9,2 ед.

### Заключение

Проведенные исследования показали, что внесение карбамидно-аммиачной смеси совместно с микроэлементами меди и марганца и регулятором роста Эпин на фоне  $N_{15}P_{55}K_{120}$  на дерново-подзолистой легкосуглинистой

почве способствовало получению урожайности зерна яровой пшеницы 63,3 ц/га. Уровень рентабельности при этом составил 52,5 %, биоэнергетический коэффициент – 9,4 ед.

### Литература

1. Гриб, С. И. Производство яровой пшеницы / Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / сост. д-р с.-х. наук, проф. М. А. Кадыров; канд. с.-х. наук Д. В. Лужинский, А. Н. Киселева; под общ. ред. М. А. Кадырова. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2005. – С. 42–55.
2. Система применения удобрений: уч. пособие / В. В. Лапа [и др.]; под науч. ред. В. В. Лапа. – Гродно, 2011. – С. 206–216.
3. Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь / В. Г. Гусаков [и др.]; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) / Нац. акад. наук Беларуси. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск: Белорусская наука, 2020. – С. 414–416.
4. Системы применения микроудобрений под сельскохозяйственные культуры: рекомендации / М. В. Рак [и др.]; РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси». – Минск, 2006. – 28 с.

УДК 633.11:631.67.03

## Влияние вариантов магнитной обработки поливной воды на сельскохозяйственные культуры

А. В. Клочков, доктор технических наук, О. Б. Соломко, кандидат с.-х. наук  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 10.09.2021)

В статье анализируются возможности использования магнитных устройств для изменения свойств воды, которая может эффективно использоваться в системах полива и орошения различных сельскохозяйственных культур. Данный технологический прием наиболее приемлем при возделывании растений в условиях защищенного грунта, но может применяться и для полевых систем орошения. При этом параметры и конструкция устройств для омагничивания воды оказывают существенное влияние на развитие и урожайность возделываемых растений. Исследование 10 различных вариантов использования постоянных магнитов позволило установить преимущества при выращивании различных сельскохозяйственных культур с улучшением итоговых показателей при более высоких параметрах магнитной индукции и увеличении зоны действия магнитного поля на подаваемую воду.

### Введение

Перспективным направлением повышения урожайности сельскохозяйственных культур является использование при поливе растений омагниченной воды. Данная технология характеризуется экологичностью и относительно невысокими затратами на ее реализацию. Многими отечественными и зарубежными исследователями установлено, что магнитная обработка изменяет параметры воды [1–11]:

- микроскопические электронные характеристики;
- молекулярный состав;
- атомное строение;
- поверхностное натяжение;

*The article analyzes the possibilities of using magnetic devices to change the properties of water, which can be effectively used in irrigation and irrigation systems of various crops. This technological reception is most appropriate when cultivating plants in the conditions of protected soil, but can also be applied for field irrigation systems. In this case, the parameters and design of water metering devices have a significant impact on the development and yield of cultivated plants. A study of 10 different options for using permanent magnets made it possible to establish advantages in the cultivation of various crops with achievement in the best embodiments of the final indicators with higher parameters of magnetic induction and increasing the zone of the magnetic field to the supplied water.*

- вязкость;
- электропроводность;
- кислотность pH.

Изучались возможности использования омагниченной воды в различных сферах практической деятельности: теплоэнергетике, строительстве, медицине, животноводстве [12–15]. Рассматривая влияние магнитного поля на воду, необходимо представить себе упорядоченное движение молекул в результате данного воздействия. Было доказано, что вода, которая проходит через постоянный источник силового поля, становится структурированной. Химические реакции, происходящие внутри жидкости, ускоряются в несколько раз, хотя сущность этих явлений пока точно не выяснена. В. И. Классен [16], известный

ученый в области магнитной обработки воды, подразделяет имеющиеся на этот счет гипотезы на три основные группы: «коллоидные», «ионные» и «водяные». В соответствии с первой гипотезой предполагается, что магнитное поле, действуя на воду, может разрушать содержащиеся в ней коллоидные частицы: «косолки» образуют центры кристаллизации примесей, ускоряя их удаление.

Сторонники гипотез «ионной» теории объясняют действие магнитного поля наличием ионов в воде, считая, что поле оказывает особое влияние на гидратацию ионов, то есть на возникновение вокруг них гидратных оболочек, состоящих из молекул воды с несколько измененной подвижностью. В последнее время получены экспериментальные данные в пользу «ионных» гипотез: обнаружено, что под влиянием магнитного поля происходит временная деформация гидратных оболочек ионов, изменяется их распределение в воде.

Сторонники гипотез третьей группы предполагают, что магнитное поле оказывает воздействие непосредственно на структуру ассоциатов воды. Это может привести к деформации водородных связей или перераспределению молекул воды во временных ассоциативных образованиях, что также влечет за собой изменение физико-химических характеристик протекающих в ней процессов.

После воздействия на воду магнитного поля омагниченная вода становится более структурированной, чем вода обычная. В ней увеличивается скорость химических реакций и кристаллизации растворенных веществ, интенсифицируются процессы адсорбции, улучшается коагуляция примесей и выпадение их в осадок. Магнитная обработка воды оказалась весьма эффективной при борьбе с накипью.

На сегодня наиболее популярна динамическая теория омагничивания воды [2]. Поток вязкой жидкости сводится, с молекулярно-кинетической точки зрения, к трансляционному движению ионов и молекул воды в направлении движения приложенной силы. На заряженные примеси, движущиеся в потоке воды под действием магнитного поля, действует сила Лоренца, которая пытается изменить траекторию движения этих частиц – закручивает вокруг магнитных линий. Однако до сих пор недостаточно разработаны вопросы практического применения омагниченной воды, в частности для использования в системах полива

и орошения сельскохозяйственных культур, учитывая техническую реализацию поставленной задачи повышения урожайности [17]. Цель исследований заключалась в определении эффективности применения поливной воды при различных вариантах омагничивания с вариантами полива разных видов сельскохозяйственных культур.

**Материал и методика исследований**

Для максимального исключения возможности действия неуправляемых погодных факторов исследования проводили в условиях закрытого грунта и управляемого режима подачи поливной воды. Для омагничивания поливной воды использовали ферритовые и неодимовые постоянные магниты с различной индукцией и разными возможными вариантами расположения относительно подаваемой воды (таблица 1).

**Таблица 1 – Варианты омагничивания поливной воды и параметры используемых устройств**

Вариант устройства для омагничивания поливной воды	Обозначение	Схема расположения магнитов	Количество используемых магнитов, шт.	Максимальная магнитная индукция (нормальная составляющая у полюсов S-N), мТл
Одностороннее расположение кольцевого ферритового магнита вокруг рукава с капельницей (N к рукаву)	I		1	16,6
Кольцевой ферритовый магнит, одетый на поливную рукав (омагничивание воды S→N)	II		1	12,0–16,6
Кольцевой ферритовый магнит, одетый на поливную рукав (омагничивание воды N→S)	III		1	16,6–12,0
Кольцевой неодимовый магнит, одетый на поливную рукав (подковообразный)	IV		1	155,0–165,0
Фильтр-омагничиватель ФО-3 в системе полива	V		2	12,0–16,6
Двустороннее расположение кольцевых ферритовых магнитов вокруг поливного рукава	VI		2	12,0–16,6
Двустороннее расположение пластинчатых неодимовых магнитов вокруг поливного рукава	VII		2	218,0–220,0
Одностороннее расположение кольцевых ферритовых магнитов вокруг центрального поливного рукава (полюс N к рукаву)	VIII		1	24,3
Перемешивание воды над магнитом (полюс N) перед поливом, 100 оборотов рукоятки миксера	IX		1	17,8–24,3
Омагничивание через устройство для индивидуального полива с направлением подачи воды: N-S S-N	X		2	7,2–7,4

Капельное орошение томата сорта Беркут проводили с вариантами омагничивания воды I–VIII. Индивидуальный полив томата в вегетационных сосудах (вариант X) осуществляли через комплект кольцевых магнитов (неодимовый + ферритовый диаметром 22 мм), размещенных внутри поливных емкостей с направлениями движения воды при различном расположении полюсов. С поливом по варианту IX выращивали ячмень двурядный сорта Добрый.

Возделываемые культуры с капельным поливом по варианту VIII: 1) фасоль спаржевая; 2) базилик; 3) перец сладкий; 4) томат.

Растения высевали рядами с междурядьем 70 см, обусловленным расположением рукавов с капельницами. Расстояние между растениями в ряду с системой капельного полива составляло 30 см. Всего в каждом поливаемом рядке произрастало по 11–12 растений томата, перца, фасоли и базилика.

### Результаты исследований и их обсуждение

Наблюдения за биометрическими показателями растений томата с различными вариантами полива, проведенные в фазе цветения растений, показали некоторые заметные различия по основным показателям. Среди них можно отметить эффективность вариантов: V и VII – по высоте растений; VI и VIII – по диаметру корневой шейки; контрольного варианта – по количеству узлов и распустившихся цветков; I и VII – по количеству завязавшихся плодов. Однако по количеству сформировавшихся соцветий и завязавшихся плодов контрольный вариант с поливом обычной водой показывал минимальные результаты в сравнении с применением различных вариантов омагничивания поливной воды.

После уборки урожая плодов получены и проанализированы основные оценочные показатели томата (таблица 2).

Среди полученных результатов можно выделить следующие оценки:

- в вариантах IV–VIII растения томата были более высокорослыми и с утолщенными стеблями;
- большее количество соцветий наблюдалось при режимах омагничивания V, VI и в контрольном варианте;
- по количеству зрелых плодов лидирует контрольный вариант и режимы омагничивания воды V, VII, VIII;
- по средней массе одного плода более высокие результаты получены в вариантах VI, VII, IV.

Итоговая средняя масса плодов с одного растения с небольшими отклонениями более высокая в вариантах полива VII, VI и в контрольном варианте. Относительно низкие показатели урожайности зафиксированы в вариантах полива III, II и I.

Общее итоговое заключение по данному циклу исследований состоит в том, что примененные варианты омагничивания поливной воды через систему капельного орошения томата, ввиду кратковременного характера воздействия магнитной индукции, не обеспечивают получения значительного положительного влияния на развитие и итоговую продуктивность растений томата. Некоторое положительное воздействие по различным показателям проявляется при использовании более мощных неодимовых магнитов (VII) и при большей зоне воздействия ферритового магнита (VI, VIII).

В дополнение к изучению возможности применения омагничивания поливной воды в индивидуальных вегетационных сосудах проведены наблюдения за продуктивностью томата с использованием сочетания небольших (диаметр 22 мм) ферритовых и неодимовых магнитов в поливном устройстве. Полученные результаты показали близкие итоговые показатели суммарной урожайности с получением 22–24 плодов, но в вариантах применения омагничиванной воды созревание было более ранним. В варианте полива с направлением подачи воды N-S плоды были несколько более крупными (на 7 %).

Отдельный цикл исследований был проведен на растениях рядового посева с поливом предварительно омагничиванной водой путем ее перемешивания в емкости объемом 1 л над ферритовым магнитом с ориентацией полюса N к дну емкости смешивания. Рукояткой миксера совершали 100 оборотов в течение 1,5 минут. Таким образом, обеспечивалось достаточно длительное воздействие магнитной индукции на воду с перспективами практической реализации принципа такой технологии при орошении путем полива или дождевания.

Показательные результаты с поливом растений ячменя, где применение омагничиванной воды показало высокую эффективность (таблица 3).

Растения ячменя в результате полива омагничиванной водой значительно лучше кустились и имели большее количество колосьев. В итоге полученное число зерен с растения увеличилось в 1,9 раза.

При поливах омагничиванной (по варианту I) водой наблюдалось увеличение высоты растений фасоли спаржевой, базилика и перца сладкого (рисунок 1).

Таблица 2 – Итоговые средние показатели томата сорта Беркут

Вариант	Количество растений, шт.	Высота, см	Диаметр корневой шейки, мм	Количество узлов, шт.	Количество зрелых плодов, шт.	Средняя масса 1 плода, г	Средняя масса плодов с растения, г	Масса плодов к контролю, %
Контроль	12	106,8	15,3	13,3	24,3	57,8	1401,0	100,0
I	12	105,0	14,4	13,4	18,0	58,8	1059,3	75,6
II	10	103,2	14,7	12,3	16,8	60,4	1017,3	72,6
III	8	109,1	15,1	14,8	19,1	52,3	998,4	71,3
IV	9	114,3	16,1	14,4	19,4	68,8	1332,1	95,1
V	9	119,0	15,3	15,0	21,9	60,0	1314,2	93,8
VI	9	113,8	16,8	12,7	19,9	70,7	1407,5	100,5
VII	8	119,1	16,9	13,8	20,8	69,4	1443,1	103,0
VIII	9	118,9	17,3	12,1	20,6	65,1	1343,2	95,9

Особенно проявлялось стимулирующее воздействие омагниченной поливной воды на растениях базилика, которые в контрольных замерах были на 14,7 % выше (на 27.07.2021). В итоге сформировалась большая полезная растительная масса базилика – на 21,7 % (рисунок 2).

При поливах перца сладкого омагниченной водой формировались более мощные растения (рисунок 2), и завязывалось в 1,7 раза больше плодов, чем в контрольном варианте. В результате увеличение массы плодов с одного растения составило в среднем 31,4 % (таблица 4).

В исследованных вариантах орошения получены близкие значения параметров фасоли спаржевой с незначительным увеличением общей массы плодов с растения.

### Выводы

Омагничивание изменяет свойства воды, которая может эффективно использоваться для полива и орошения различных сельскохо-

зяйственных культур. Данный технологический прием наиболее приемлем при возделывании растений в условиях защищенного грунта, но может применяться и для полевых систем орошения. При этом параметры и конструкция устройств для омагничивания воды оказывают существенное влияние на развитие и урожайность возделываемых растений.

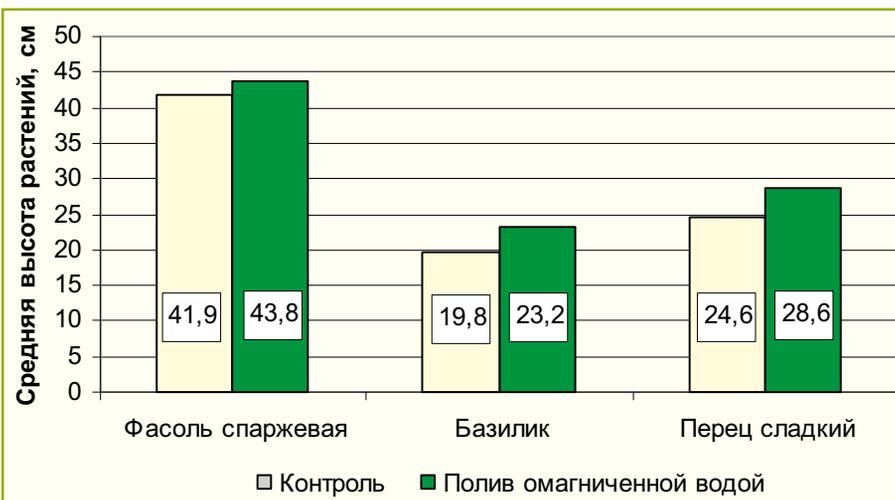


Рисунок 1 – Сравнительные показатели высоты растений на 27.07.2021



Рисунок 2 – Вид растений базилика (а) и перца сладкого (б) при обычном (слева) и омагниченном (справа) поливах

Таблица 3 – Структура урожайности ячменя двурядного сорта Добрый (среднее по 25 растениям)

Вариант	Высота, см	Общая кустистость	Продуктивная кустистость	Среднее число зерен с колоса, шт.	Число зерен с растения, шт.
Контроль	90,4	8,2	2,2	13,3	29,0
Полив омагниченной водой по варианту IX	95,7	17,5	4,7	11,3	55,8

Таблица 4 – Сравнительные показатели растений перца сладкого

Вариант	Высота растений, см	Диаметр корневой шейки, мм	Число узлов, шт.	Количество разветвлений, шт.	Количество плодов на 1 растение, шт.	Масса плодов с 1 растения, г
Контроль	47,0	13,7	15,8	5,3	3,4	376,6
Полив омагниченной водой по варианту VIII	63,2	14,9	16,4	6,3	5,9	549,0

Исследование 10 различных вариантов использования постоянных магнитов позволило установить преимущества устройств с более значительными параметрами магнитной индукции и увеличения зоны действия магнитного поля на проходящую воду при выращивании различных сельскохозяйственных культур для улучшения итоговых показателей.

### Литература

1. Кузнецова, С. Ю. Магнитные свойства воды / С. Ю. Кузнецова // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 10. – С. 49–51.
2. Очков, В. Ф. Магнитная обработка воды: история и современное состояние / В. Ф. Очков // Энергосбережение и водоподготовка. – 2006. – № 2. – С. 23–29.
3. Мосин, О. В. Магнитные системы обработки воды. Основные перспективы и направления / О. В. Мосин // Сантехника. – 2011. – № 1. – С. 21–25.
4. Богатина, Н. И. Возможные механизмы действия магнитного, гравитационного и электрического полей на биологические объекты, аналогии в их действии / Н. И. Богатина, В. М. Литвин, М. П. Травкин // Электронная обработка материалов. – 1986. – № 1. – С. 64–70.
5. Банников, В. В. Электромагнитная обработка воды / В. В. Банников // Экология производства. – 2004. – № 4. – С. 25–32.
6. Анализ некоторых процессов при омагничивании воды и их детектирование / А. М. Калякин [и др.] // Совершенствование методов гидравлических расчетов водопропускных и очистных сооружений: междуу. науч. сб. / Саратовский гос. техн. ун-т; отв. ред.: Л. И. Высоцкий. – Саратов, 2008. – С. 96–112.
7. Применение омагничиванной воды в животноводстве / И. А. Боголюбова [и др.] // Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК: сб. науч. ст. по материалам Между-

нар. науч.-практ. конф. (19–20 мая 2017 г.) / Куб. ГАУ. – Ставрополь, 2017. – С. 33–35.

8. Чеснокова, Л. Н. Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем / Л. Н. Чеснокова. – М.: Цветметинформация, 1971. – 75 с.
9. Кофанов, Д. Е. Совершенствование конструкции модульных аппаратов магнитной обработки воды для систем теплоснабжения животноводческих объектов / Д. Е. Кофанов // Дисс. канд. техн. наук. – Ставрополь, 2009. – 167 с.
10. Соловьева, Г. Р. Перспективы применения магнитной обработки воды в медицине / Г. Р. Соловьева // Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем: сборник. – Москва, 1974. – 112 с.
11. О некоторых лечебных свойствах воды, обработанной магнитным полем / Э. М. Шимкус [и др.] // Влияние электромагнитных полей на биологические объекты: сборник. – Харьков, 1973. – 212 с.
12. Тебенихин, Е. Ф. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике / Е. Ф. Тебенихин, Б. Т. Гусев. – М.: Энергия, 1970. – 144 с.
13. Щелоков, Я. М. О магнитной обработке воды / Я. М. Щелоков // Новости теплоснабжения. – 2002. – Т. 8, № 24. – С. 41–42.
14. Мартынова, О. И. К вопросу о механизме влияния магнитного поля на водные растворы солей / О. И. Мартынова, Б. Т. Гусев, Е. А. Леонтьев // Успехи физических наук. – 1969. – № 98. – С. 25–31.
15. Мосин, О. В. Структура воды и физическая реальность / О. В. Мосин, И. А. Игнатов // Сознание и физическая реальность. – 2011. – Т. 16, № 9. – С. 16–32.
16. Классен, В. И. Вода и магнит / В. И. Классен. – М.: Наука, 1973. – 112 с.
17. Клочков, А. В. Возможности применения омагничиванной поливной воды / А. В. Клочков, О. Б. Соломко, А. А. Емельяненко // Эффективность применения инновационных технологий и техники в сельском и водном хозяйстве: сб. науч. тр. – Бухара, 2020. – С. 162–164.

УДК 631.526.325:633.854.78(476.-18)

## Реализация потенциала продуктивности гибридов и сортов подсолнечника в условиях северо-востока Беларуси

Н. В. Устинова, старший преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 02.10.2021)

В результате исследований в условиях северо-востока Беларуси установлено, что самую высокую урожайность подсолнечника обеспечивают гибриды Поиск, Агат, LG-5412. Наибольшая масса тысячи семян (64,1 г) получена у гибрида LG-5412. Максимальное количество семян в корзинке (1012,5 шт.) зафиксировано у гибрида Агат. Установлено, что 34,3 % тепла требуется для вегетативного роста и 65,7 % для цветения культуры и созревания семян. Продолжительность вегетационного периода группы раннеспелых сортов и гибридов составляет 113–120 дней, среднеранних – 120–138 дней, сумма активных температур 2160,3–2245,0 °С для раннеспелой группы и 2345,1–2347,9 °С для среднеранней группы спелости.

*Hybrids Poisk, Agat, LG-5412 were found to be the most high-yielding as a result of the study in the north-east of Belarus. The largest mass of thousand seeds (64,1 g) was obtained from the hybrid LG-5412. The maximum number of seeds (1012,5 pcs.) was obtained from the hybrid Agat. 34,3 % of heat needs for vegetative growth and 65,7 % of heat needs flowering and ripening of theseeds was established. The growing season of early hybrids and varieties is 113–120 days; for mid-early hybrids and varieties is 120–138 days. The sum of active temperatures is 2160,3–2245,0 °C for early hybrids and varieties and 2345,0–2347,9 °C for mid-early hybrids and varieties.*

### Введение

В мировой практике возделывания масличных культур подсолнечник занимает лидирующие позиции наряду с такими культурами, как рапс, соя, масличная пальма

и хлопчатник. Ведущими странами по производству маслосемян являются Россия, Украина, Аргентина, Румыния и Китай. В Республике Беларусь посевы подсолнечника сосредоточены преимущественно в южных регионах.

Одним из основных факторов, лимитирующих увеличение доли подсолнечника в структуре посевных площадей в мировом земледелии в целом и Республике Беларусь в частности, является эволюционно обусловленная высокая потребность культуры в тепле. Для созревания семян в зависимости от региона возделывания культуры, группы спелости сортов и гибридов, а также погодных условий вегетационного периода требуется от 1800 до 2500 °С [1, 7, 11, 14].

Изменение погодно-климатических условий и ежегодно возрастающий спрос на семена подсолнечника и продукты его переработки создают предпосылки для расширения посевных площадей данной культуры в Республике Беларусь [14, 15]. В настоящее время в Беларуси свыше пятидесяти организаций, специализирующихся на переработке семян масличных культур, либо имеющих в своем составе соответствующие цеха [6].

Согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, доля импорта подсолнечного масла в общем объеме импорта растительных масел составляет от 69,2 до 87,4 % и в среднем достигает 116 тыс. т в год, в расчете на душу населения потребление растительного масла в среднем составляет 17,2 кг в год. Одним из побочных продуктов экстракционного способа получения подсолнечного масла является подсолнечный шрот, который является неотъемлемым компонентом рациона сельскохозяйственных животных и птиц. Ежегодный импорт подсолнечного шрота в Республику Беларусь варьирует от 490,8 до 652,2 тыс. т [12].

Таким образом, целесообразность выращивания подсолнечника в Республике Беларусь очевидна. Разработка адаптивной технологии возделывания культуры, корректный подбор гибридов по группам спелости, отлаженная система уборки и доработки семян подсолнечника обеспечит получение высоколиквидного сырья для изготовления масла, шрота и других продуктов переработки.

Согласно Государственному реестру сортов на 2020 г., в Республике Беларусь районировано 64 гибрида. Из числа районированных гибридов 3,1 % относятся к очень ранним, 29,7 % – раннеспелые, 31,3 % – среднеранние, 35,9 % – среднеспелые, из них в Брестской области районировано 56 гибридов, в Гомельской – 53, Минской – 44, Гродненской – 43, Могилевской – 3, Витебской – 1 (на сидеральные цели) [2].

Согласно результатам государственного испытания сортов за период с 2013 по 2018 г., средняя урожайность гибридов подсолнечника составила 40,7 ц/га, масса 1000 семян варьировала от 30,8 до 79,3 г, масличность семян – от 31,8 до 57,4 %. Продолжительность вегетационного периода гибридов подсолнечника различных групп спелости за период сортоиспытания составила от 86 до 147, в среднем – 117 дней [9, 10].

Целью наших исследований являлось изучение продуктивности и потребности в тепловых ресурсах гибридов и сортов подсолнечника в условиях северо-востока Беларуси.

#### Условия и методика проведения исследований

Исследования проводили в УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2010–2011 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лесовидных суглинках, слабокислая ( $pH_{KCl}$  5,9–6,0), содер-

жание гумуса – 1,9–2,0 %, обеспеченность подвижными формами  $P_2O_5$  – 172–178 и  $K_2O$  – 278–281 мг/кг почвы соответственно. Площадь опытной делянки – 50 м<sup>2</sup>, повторность опыта 4-кратная, размещение делянок систематическое.

Минеральные удобрения применяли из расчета  $N_{60}P_{60}K_{90}$ . Сев проводили в первой декаде мая с формированием густоты растений к уборке 60 тыс. шт./га. После сева до всходов культуры вносили гербицид Стомп, 33 % к. э. (5 л/га), в фазе начала закладки соцветий – Эколист Моно Бор (3 л/га). В исследованиях использовали среднеранний сорт Ясень, из раннеспелой группы – сорт Визави, гибриды – Степок, Поиск, Агат, ЛГ-5412, в качестве стандарта выступал раннеспелый гибрид Донской 22.

Погодные условия в период проведения наблюдений в целом благоприятно складывались для роста, развития и созревания раннеспелой и среднеранней групп спелости сортов и гибридов подсолнечника. В 2010 г. сумма активных температур за вегетационный период составила 2741,6 °С, в 2011 г. – 2624,6 °С. Режим увлажнения характеризовался равномерным выпадением осадков. Количество выпавших осадков с мая по сентябрь в 2010 г. составило 349 мм, в 2011-м – 388 мм (среднее многолетнее значение – 363 мм).

Согласно международной классификации этапов онтогенеза (по Д. Шпаару), фенологию развития подсолнечника принято делить на макро- и микростадии от прорастания семян до полного отмирания растений [7]. С целью проведения максимально объективной оценки потребности отдельных этапов онтогенеза подсолнечника в тепле фенология культуры была условно разделена на следующие периоды: I – прорастание – всходы, II – вегетативный рост (развитие), включающий развитие листьев, активный рост в длину, до стадии «звезды», III – развитие закладок цветков – цветение, IV – развитие и созревание плодов и семян.

Учет фенологии развития подсолнечника осуществляли каждые три дня, за начало фазы развития культуры принимали вступление в нее не менее 10 % растений, наступлением полной фазы считали не менее 75 % растений, вступивших в нее [8]. Для каждого периода развития подсолнечника, начиная с прорастания до созревания семян, рассчитана сумма активных температур путем суммирования средних суточных температур воздуха (свыше 10 °С) за период [3]. Определение масличности семян, содержания белка, лузжистости осуществляли согласно ГОСТ [4, 5, 13].

#### Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные исследования позволяют судить о высоком потенциале продуктивности изучаемых сортов и гибридов подсолнечника, реализация которого возможна в том числе в условиях северо-востока Беларуси.

В 2010 г. для созревания раннеспелой группы сортов и гибридов подсолнечника потребовалось 2245,0 °С, для среднеранней – 2347,9 °С, в 2011 г. данные показатели соответственно по группам спелости составили 2160,3 и 2345,1 °С (таблица 1).

В результате проведенных исследований было установлено, что для вегетативного периода развития подсолнечника (I, II) требуется 34,3 % тепловых ресурсов, для репродуктивного развития (III, IV) – 65,7 %, исходя

Таблица 1 – Потребность гибридов и сортов подсолнечника различных групп спелости в тепловых ресурсах (среднее по группам спелости)

Период развития культуры	Год	Гибрид-стандарт			Раннеспелая группа			Среднеранняя группа		
		Σ <sub>t</sub> акт. за период, °С	продолжительность		Σ <sub>t</sub> акт. за период, °С	продолжительность		Σ <sub>t</sub> акт. за период, °С	продолжительность	
			дн.	%		дн.	%		дн.	%
I. Прорастание – всходы	2010	140,0	9	6,3	140,0	9	6,2	140,0	9	6,0
	2011	171,2	12	8,1	171,2	12	8,0	171,2	12	7,3
II. Вегетативный рост (развитие)	2010	586,0	36	26,4	621,2	38	27,7	644,7	39	27,5
	2011	541,6	30	25,5	593,2	33	27,4	644,8	36	27,5
III. Развитие закладок цветков – цветение	2010	725,1	33	32,7	763,4	34	34,0	813,4	36	34,6
	2011	769,8	39	36,3	760,7	38	35,2	876,2	45	37,4
IV. Развитие и созревание плодов и семян	2010	767,1	33	34,6	720,4	32	32,1	749,8	36	31,9
	2011	640,4	39	30,1	635,2	40	29,4	652,9	45	27,8
Вегетационный период	2010	2218,2	111		2245,0	113		2347,9	120	
	2011	2123,0	120		2160,3	120		2345,1	138	

из общей потребности культуры в тепле. В разрезе групп спелости потребность в тепле для прохождения этапов онтогенеза представлена на рисунке 1.

Продолжительность вегетационного периода раннеспелой группы сортов и гибридов в 2010 г. варьировала от 108 дней (Поиск) до 117 дней (Агат) и в среднем для данной группы спелости составила 113 дней; продолжительность вегетации среднеранней группы спелости составила 120 дней, это на 1,8 % (2 дня) и 8,1 % (9 дней) превышает продолжительность вегетационного периода гибрида-стандарта соответственно по группам спелости. В 2011 г. продолжительность вегетационного периода раннеспелой группы сортов и гибридов подсолнечника по отношению к стандарту была выше на 2,5 % и на 15,0 % – для среднеранней группы, что составляет соответственно 123 и 138 дней.

За годы наблюдений для прохождения периода прорастания и формирования всходов требовалось 140,0–171,2 °С, что соответствует 6,0–8,1 % от общей потребности тепла за вегетацию, его продолжительность составила 9–12 дней. Наиболее раннее начало фазы всходов зафиксировано на третий день после сева в 2010 г.

Продолжительность вегетативного роста варьирует в диапазоне от 30 до 39 дней. Требуемое количество тепла для прохождения этого периода составляет 607,2 и 644,6 °С соответственно для раннеспелой и среднеранней группы спелости, что в среднем для изучаемых групп спелости соответствует 27,5 % от общей потребности в тепле за вегетацию.

За период наблюдения минимальное количество тепла, требующегося для вегетативного роста, зафиксировано в посевах гибрида Степок в 2011 г., которое составило 541,6 °С – это соответствует потребностям в тепловых ресурсах гибрида-стандарта для формирования листового аппарата и активного роста культуры.

Количество тепла для формирования закладок цветков и цветения подсолнечника за период наблюдения в посевах гибрида Донской 22 (st) составило 747,5 °С, в посевах изучаемых сортов и гибридов раннеспелой группы в среднем – 762,1 °С, среднеранней – 844,8 °С, что соответствует 34,0–37,4 % потребности тепла. В целом продолжительность периода по группам спелости за годы исследований составила 33–45 дней.

Для развития и созревания плодов и семян по группам спелости требуется 29,4–32,1 % тепла от общей

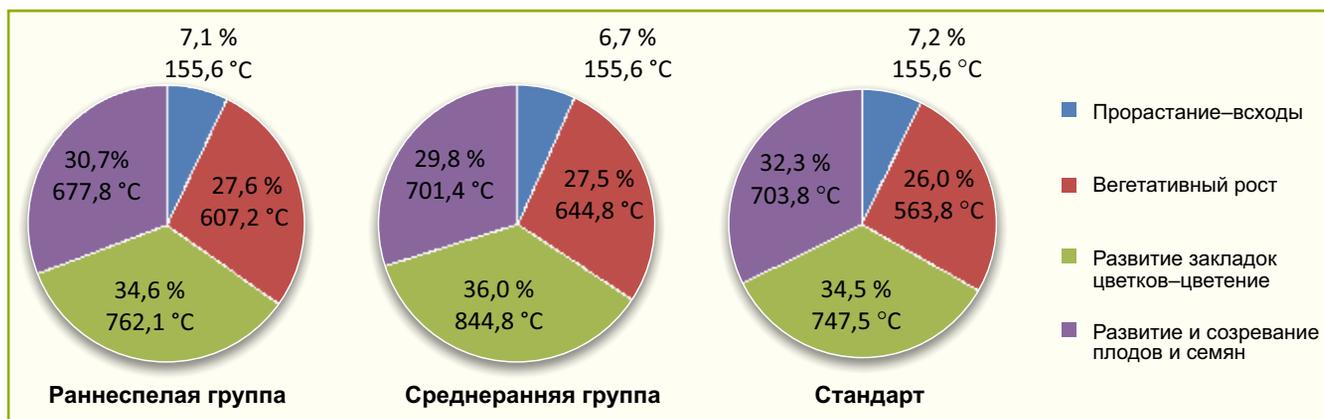


Рисунок 1 – Потребность гибридов и сортов подсолнечника в тепловых ресурсах

потребности за вегетационный период, что соответствует сумме активных температур для раннеспелой группы в среднем за годы наблюдений 677,8 °С, для среднеранней – 701,4 °С. Продолжительность периода составляет для раннеспелой группы 30–42 дня, среднеранней – 36–45 дней.

Полная спелость изучаемых сортов и гибридов подсолнечника в 2010 г. зафиксирована в III декаде августа – II декаде сентября, в 2011 г. – в I–III декаде сентября. Таким образом, на основании экологического испытания сортов и гибридов подсолнечника установлено, что теплообеспеченность северо-восточной части Республики Беларусь на 78,0 % соответствует потребностям среднеранней группы спелости сортов и гибридов подсолнечника в тепле и на 100 % соответствует потребностям раннеспелой группы (рисунок 2).

В целом погодноклиматические условия благоприятно складывались для роста и развития изучаемых сортов и гибридов подсолнечника (таблица 2).

Так, численность сохранившихся к уборке растений в 2010 г. варьировала от 6,1 до 6,5 шт./м<sup>2</sup>, в 2011 г. за счет большего распространения прикорневой и стеблевой формы белой и серой гнили нижний порог сохранившихся перед уборкой растений составил 5,8–5,9 шт./м<sup>2</sup>.

К числу важнейших элементов продуктивности сортов и гибридов подсолнечника относятся диаметр корзинки,

масса тысячи семян, количество и масса семян в корзинке. Диаметр корзинок изучаемых сортов и гибридов подсолнечника варьировал от 16,9 до 20,0 см. В период наблюдений наибольшим данный показатель во всех вариантах опыта зафиксирован в 2010 г. Размер корзинок в посевах гибрида Донской 22 (st) в среднем за два года наблюдений составил 17,8 см. Наибольший диаметр корзинок за период наблюдений зафиксирован в посевах гибридов ЛГ-5412, Степок, Агат, Поиск, который в среднем соответственно составил 19,7; 19,2; 18,9 и 18,4 см.

Масса тысячи семян изучаемых сортов и гибридов подсолнечника в 2010 г. варьировала в диапазоне 59,4–64,6 г, в 2011 г. – 56,7–63,6 г; количество семян в корзинке в 2010 г. составило 890–1015 шт., в 2011 г. – 860–1010 шт., наибольшее количество семян в корзинке как в 2010 г., так и в 2011 г. получено в посевах гибрида Агат, наименьшее – в посевах сорта Визави. За период наблюдений в посевах гибридов Поиск, Агат, ЛГ-5412 зафиксированы максимальные значения массы тысячи семян, которые в среднем составили 60,5; 61,9 и 64,0 г соответственно.

Урожайность сортов и гибридов в период наблюдений варьировала от 27,7 до 40,3 ц/га (таблица 3); в посевах сорта Ясень и гибридов Агат, Поиск, Степок, ЛГ-5412 в 2010 г. достоверно превысила стандарт на 6,8–24,8 %,

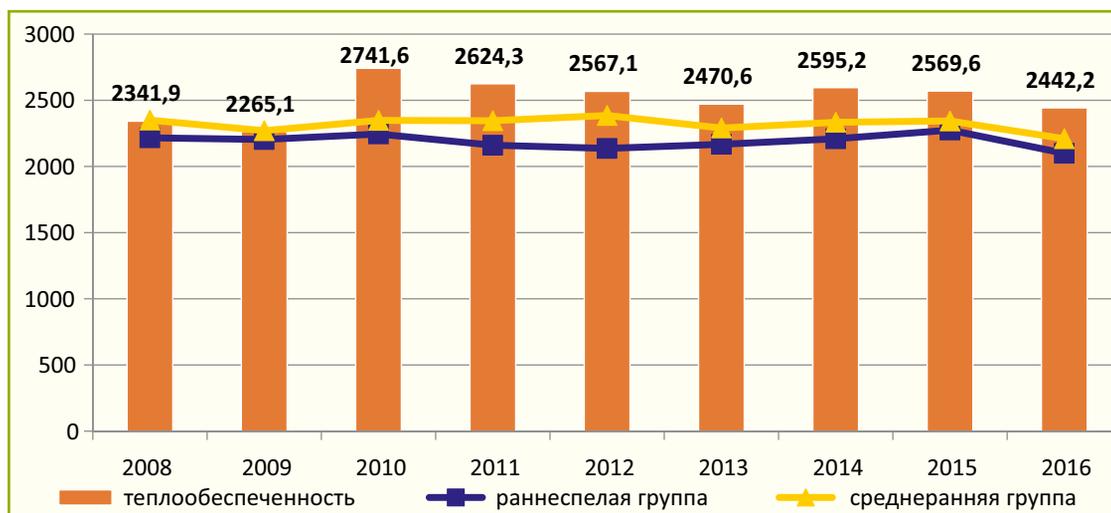


Рисунок 2 – Соотношение теплообеспеченности северо-восточной части Беларуси и потребности раннеспелой и среднеранней группы спелости сортов и гибридов подсолнечника

Таблица 2 – Структура урожая гибридов и сортов подсолнечника (УНЦ «Опытные поля БГСХА»)

Гибрид, сорт	Количество растений, шт./м <sup>2</sup>		Диаметр корзинки, см		Масса 1000 семян, г		Количество семян в корзинке, шт.		Масса семян в корзинке, г	
	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.
Донской 22 (st)	6,1	6,1	18,0	17,5	60,7	58,9	915	890	55,6	52,4
Визави*	6,1	6,0	17,3	16,9	59,4	56,7	890	860	52,9	48,8
Ясень*	6,1	5,8	18,4	18,0	61,2	59,7	965	940	59,1	56,1
Степок	6,2	5,9	19,3	19,0	60,9	58,2	980	960	59,7	55,9
Поиск	6,2	6,1	18,5	18,2	61,5	60,3	995	990	61,2	59,7
Агат	6,4	6,3	19,1	18,7	62,1	60,0	1015	1010	63,1	60,6
ЛГ-5412	6,5	6,4	20,0	19,3	64,6	63,6	1005	990	64,9	63,0

Примечание – \*Сорт.

Таблица 3 – Продуктивность сортов и гибридов подсолнечника (УНЦ «Опытные поля БГСХА»)

Гибрид, сорт	Урожайность, ц/га			Масличность, %		Содержание белка, %		Лузжистость, %	
	2010 г.	2011 г.	среднее	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.	2010 г.	2011 г.
Донской 22 (st)	32,3	30,2	31,3	29,2	37,3	25,3	31,4	27,0	25,8
Визави**	30,7	27,7*	29,2	34,2	38,4	20,4	21,6	24,5	23,2
Ясень**	34,5*	30,4	32,5	34,5	32,9	23,5	16,4	24,5	27,6
Степок	35,4*	31,1	33,3	39,3	34,7	17,1	18,5	22,0	24,5
Поиск	36,1*	34,3*	35,2	32,8	33,6	21,8	21,4	15,4	18,7
Агат	38,5*	36,2*	37,4	37,3	35,2	20,7	21,7	26,9	27,3
ЛГ-5412	40,3*	38,0*	39,2	51,6	43,5	20,6	15,1	24,8	26,0
НСР <sub>05</sub>	1,89	2,12							

Примечание – \*Достоверные отклонения, \*\*сорт.

урожайность сорта Визави (30,7 ц/га) зафиксирована на уровне стандарта. В 2011 г. получено достоверное отклонение (4,1–7,8 ц/га) урожайности в посевах гибридов Поиск, Агат, ЛГ-5412, урожайность гибрида Степок и сорта Ясень находилась на уровне стандарта и соответственно составила 31,1 и 30,4 ц/га. Урожайность сорта Визави в данный период составила 27,7 ц/га, что достоверно ниже стандарта (30,2 ц/га).

Качественные показатели семян подсолнечника отличались по годам (таблица 3). Масличность варьировала от 29,2 % (Донской 22, 2010 г.) до 51,6 % (ЛГ-5412, 2010 г.). Максимальное содержание белка получено в семенах гибрида Донской 22, минимальное – в семенах гибридов Степок, ЛГ-5412. Лузжистость семян в среднем варьировала от 17,1 % (Поиск), за счет большей выполненности и яйцевидной формы семян, до 27,1 % (Агат).

### Закключение

Таким образом, на основании проведенного экологического испытания установлена возможность формирования высокопродуктивных агроценозов подсолнечника сортов и гибридов раннеспелой и среднеранней группы спелости в условиях северо-востока Беларуси, которые позволяют получать урожайность 27,7–40,3 ц/га. Для реализации продуктивности гибридов и сортов раннеспелой группы в условиях северо-востока Беларуси сумма активных температур составляет 2160,3–2245,0 °С, для среднеранней группы – 2345,1–2347,9 °С.

### Литература

1. Васильев, Д. С. Подсолнечник / Д. С. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 174 с.
2. Государственный реестр сортов / Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2020. – 270 с.
3. Кажарский, В. Р. Фитосанитарный контроль и прогноз как теоретическая основа интегрированной защиты растений / В. Р. Кажарский. – Горки: БГСХА, 2008. – 60 с.
4. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения азота и сырого протеина: ГОСТ 13496.4–2019: введ. РБ 1.05.2021. – Минск: Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2021. – 22 с.
5. Корма, комбикорма, комбинированное сырье. Методы определения массовой доли сырого жира: ГОСТ 13496.15–2016: введ. РБ 1.04.2018. – Минск: Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2018. – 12 с.

6. О программе развития производства семян масличных культур, масложировой продукции и белкового корма в Республике Беларусь на 2012–2015 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 31 авг. 2012 г., № 799 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: [programms/d55e9cc52497e851.html](http://programms/d55e9cc52497e851.html). – Дата доступа: 19.10.2019.
7. Посевной и посадочный материал сельскохозяйственных культур (в 2-х книгах) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. Книга 2. – Берлин, 2001. – 380 с.
8. Растениеводство. Полевая практика / Д. И. Мельничук [и др.]; под ред. Д. И. Мельничука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 296 с.
9. Результаты испытания сортов растений картофеля, овощных, плодово-ягодных, рапса озимого и ярового, сои, подсолнечника, льна-долгунца и масличного на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2013–2015 годы / С. А. Любовицкий [и др.]. – Минск: Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений, 2016. – 159 с.
10. Результаты испытания сортов растений картофеля, овощных, плодовых и ягодных, рапса озимого и ярового, сои, подсолнечника, льна-долгунца и льна масличного на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2016–2018 годы / С. А. Любовицкий [и др.]. – Минск: Гос. инспекция по испытанию и охране сортов растений, 2019. – 186 с.
11. Саскевич, П. А. Экологические аспекты онтогенеза подсолнечника в условиях северо-востока Беларуси: / П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский, Н. В. Устинова // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», Жодино, 5–6 июля 2017 г.: РУП «Науч. – практ. центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 150–153.
12. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сборник / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь; сост.: И. В. Медведевой [и др.]; под ред. И. С. Кангаро. – Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2020. – 178 с.
13. Семена масличные. Методы определения лузжистости: ГОСТ 10855-64: введ. РБ 17.12.1992. – Минск: Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1992. – 4 с.
14. Технология возделывания подсолнечника в условиях северо-востока Республики Беларусь: рекомендации / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2012. – 58 с.
15. Устинова, Н. В. Продуктивность сортов и гибридов подсолнечника в условиях северо-восточной части Беларуси / Н. В. Устинова П. А. Саскевич // Инновационные направления развития отрасли растениеводства: материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Харьков, 7–8 июля 2016 г.: Ин-т растениеводства им. В. Я. Юрьева; редкол.: О. О. Посылаева [и др.]. – Харьков, 2016. – С. 152–155.

## Диагностика обеспеченности почв усвояемой растениями формой азота – важнейший резерв повышения эффективности использования азотных удобрений

Н. Н. Семененко, доктор с.-х. наук  
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 10.08.2021)

Предложен для широкого использования в производстве метод проведения диагностики обеспеченности почв потенциально усвояемой растениями формой азота. Разработаны градации обеспеченности дерново-подзолистых почв потенциально усвояемым азотом и потребности сельскохозяйственных культур в азотных удобрениях на планируемую урожайность, поправочные коэффициенты к дозам удобрений. Дифференцированное по полям применение доз азотных удобрений с учетом данных содержания в почвах Нусв. обеспечивает повышение урожайности зерновых культур до 6–10 ц/га при снижении потерь на 17–24 и экономии азота удобрений до 20 кг/га д. в., уменьшении минерализации ОВ на 12–26 % и потерь гумуса почвы.

*For the wide use in the production a method of doing the diagnostics of soil provision with the potentially acceptable by plants nitrogen form is proposed. The gradations of sod-podzolic soils provision with the potentially acceptable nitrogen and the agricultural crop needs in nitrogenous fertilizers for the planned yield, correction factors to the rates of fertilizers are developed. The differentiated by fields application of nitrogenous fertilizer rates considering the data of N assimilation content in soils provides with the grain crops yield increase up to 6–10 cwt/ha at losses decrease for 17–24 and the nitrogenous fertilizers economy up to 20 kg/ha a. i., poisoning substance (PS) mineralization for 12–26 % and soil humus losses decrease.*

### Введение

Перед аграрным комплексом страны поставлена задача – увеличить объемы производства растениеводческой и животноводческой продукции, снизить её себестоимость, сохранять и повышать плодородие почв. Опыт земледелия стран Западной Европы с развитым сельским хозяйством и результаты новых научных исследований показывают, что достичь этого возможно за счет внедрения в производство усовершенствованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на адаптивной интенсификации продукционного процесса, реализации генетического потенциала почв и растений, повышении их урожайности. Особая роль в получении высокой и стабильной урожайности, снижении себестоимости продукции и сохранении плодородия почв отводится применению под сельскохозяй-

ственные культуры дифференцированных по полям доз азотных удобрений в основное внесение и подкормки посевов с учетом обеспеченности почв и растений азотом и погодных условий. Такая стратегия в применении азотных удобрений актуальна и для производственных условий Беларуси.

Исследованиями зарубежных и отечественных ученых (С. Н. Иванов, 1962; Т. Н. Кулаковская, 1965, 1970 и др.) с использованием радиоактивных изотопов фосфора <sup>32</sup>P и калия <sup>40</sup>K в полевых опытах было доказано, что дифференцированное применение доз фосфорных и калийных удобрений по полям с учетом содержания подвижных соединений фосфора и калия в почвах Беларуси повышает коэффициент их использования и эффективность на 15–20 %.

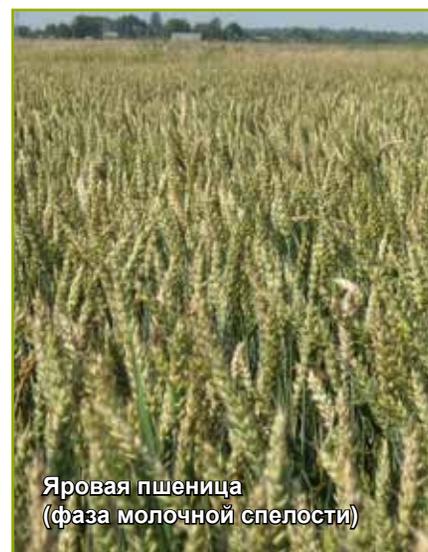
С применением же азотных удобрений проблем значительно больше. Технологии применения азотных



Озимая пшеница



Озимое тритикале



Яровая пшеница  
(фаза молочной спелости)

Состояние производственных посевов при внесении удобрений с использованием новой технологии применения удобрений

удобрений под сельскохозяйственные культуры и их эффективность принципиально отличаются от применения фосфорных и калийных. С одной стороны азот – один из важнейших элементов, определяющих плодородие почвы, минеральное питание растений, урожайности и качество растениеводческой продукции. На дерново-подзолистых почвах азотные удобрения обеспечивают повышение урожайности зерновых культур на 20–40 % и более. На почвах более окультуренных – до 90 % от общей прибавки урожая от минеральных удобрений приходится на азотные. С другой стороны – избыточное азотное питание зерновых культур приводит к полеганию, большей пораженности растений болезнями, потерям азота удобрений, снижению урожайности, качества продукции и окупаемости затрат на 20–30 % и более, усилению минерализации и потерь органического вещества почвы, снижению ее плодородия.

Соединения азота почвы и внесенных удобрений в течение вегетационного периода подвержены биологической, химической и физической трансформации, интенсивность которой зависит от формы удобрения и сопутствующих гидротермических условий. Считается, что дерново-подзолистые почвы бедны азотом, а содержание его минеральных соединений весьма изменчиво. Отсутствие объективного метода оценки обеспеченности почв доступными для растений соединениями азота позволило некоторым специалистам при расчете доз азотных удобрений на планируемую урожайность, основное внесение и в подкормки культур обходиться без корректировки доз на этот показатель.

В то же время установлено, что в настоящее время почвы Беларуси в пределах даже одного сельхозпредприятия в 3 раза и более различаются по полям содержанием гумуса, а значит и азота [1]. В результате проведенных нами исследований в 1980–1990 гг. впервые был разработан аналитический метод определения содержания в почвах потенциально усвояемых растениями соединений азота, пропись которого представлена в работах [2–5]. Многолетние результаты исследований, проведенных на почвах разного гранулометрического состава, окультуренности, увлажнения и подверженных эрозии, показывают, что запасы усвояемого азота в наиболее корнеобитаемом слое почвы (0–40 см) колеблются в пределах от 60 до 450 кг/га и более (чаще 80–350 кг/га). Были разработаны «Республиканский стандарт по определению потенциально усвояемого азота почвы» и «Методические указания по применению азотных удобрений под зерновые культуры на основе данных почвенной и растительной диагностики» [3–5], которые являлись составной частью широко используемых в условиях производства в то время интенсивных технологий возделывания зерновых и других культур.

Анализ результатов почвенной диагностики посевов озимых зерновых культур осенью, проведенной агрохимической службой Беларуси на площади 621 тыс. га, по данным ЦСУ за 1990 г., показывает, что в каждом сельхозпредприятии различия в содержании доступного растениям азота в почвах по отдельным полям достигают 3–4 и более раз. Выявлено, что из общей обследуемой площади на долю с очень низкой и низкой обеспеченностью Нусв. в среднем по Беларуси приходилось 25 % (колебания по областям – 14–38 %), средней – 34 (23–44), повышенной – 30 (13–48), высокой и очень высокой – 11 % (9–14 %). Только за счет корректировки рекомен-

дуемой Минсельхозпродом к применению в условиях производства усредненной дозы 70 кг/га д. в. азота при внесении в ранневесеннюю подкормку озимых зерновых культур по полям с учетом содержания усвояемых соединений азота в почве средневзвешенная доза удобрений могла бы снизиться на 20 кг/га д. в. азота. Однако с распадом СССР, значительным снижением доз азотных удобрений в последующие годы технология их применения максимально упростилась, спрос на диагностику почв и растений практически отпал.

В последние годы для выполнения продовольственной программы, увеличения валовых сборов зерна на продукты питания и корм животным значительно выросли объемы поставок сельхозпредприятиям и применения удобрений. Необходимо искать резервы для повышения урожайности и снижения себестоимости произведенной растениеводческой и животноводческой продукции.

Одним из наиболее актуальных вопросов технологий возделывания сельскохозяйственных культур является определение оптимальных по полям доз азотных удобрений на планируемую урожайность, основное внесение и внесение в подкормки. Рекомендуемые в настоящее время дозы азотных удобрений для применения под сельскохозяйственные культуры увеличились до 120–180 кг/га д. в. и более. Предлагаемое применение усредненных доз азотных удобрений: 60–70 кг/га – под озимые зерновые культуры на планируемую урожайность 35–80 ц/га – в ранневесеннюю подкормку и 80–90 кг/га азота – основное внесение под яровые зерновые не учитывает уровень обеспеченности почв усвояемой формой азота [6, 7]. Также рекомендуется проведение 2–3-х некорневых подкормок зерновых культур усредненными по полям дозами азотных удобрений – 30–50 кг/га д. в. без учета состояния посевов и погодных условий. Поэтому на одних полях рекомендуемые дозы азота удобрений будут оптимальными, а на других – завышенными, что вызывает негативные последствия в посевах как озимых, так и яровых культур. Такие технологические принципы применения азотных удобрений не способствуют оптимизации азотного питания и тем более не позволяют управлять продуктивностью посевов зерновых и других культур, за счет усиления минерализации гумуса снижается плодородие почв.

В связи с изложенным разработка приемов более эффективного, природоохранного использования азотных удобрений для Беларуси продолжает быть актуальной, имеет большое народнохозяйственное значение. В предлагаемой статье основное внимание уделено вопросам совершенствования методов проведения почвенной диагностики на азот и оптимизации доз азотных удобрений под зерновые культуры с учетом содержания усвояемого азота в почве.

### Объекты и методы проведения исследований

Результаты полевых исследований показывают, что мощность перегнойного слоя дерново-подзолистых почв колеблется от 18–20 до 35–38 см. В связи с этим при равном содержании азота в почве, выраженном в мг/кг, фактические запасы азота в почве и обеспеченность им растений с учетом мощности перегнойного слоя значительно различаются. В исследованиях с применением изотопа азота  $^{15}\text{N}$  было также доказано, что основная роль в питании растений и формировании урожайности

сельскохозяйственных культур принадлежит запасам доступных растениям соединений азота в 0–40 см слое почвы (кг/га) [8]. Поэтому диагностику почв на обеспеченность их доступными для растений соединениями азота необходимо проводить в слое 0–40 см. В более ранних наших работах и республиканском стандарте по проведению почвенной диагностики на азот рекомендуется почвенные пробы отбирать отдельно из слоев 0–20 и 21–40 см. В то же время проведенными в последние годы дополнительными статистическими исследованиями выявлено, что между запасами усвояемого азота (кг/га) в слое почвы 0–20 см и слоя 0–40 см имеет место тесная связь ( $R^2 = 0,98–0,99$ ), описываемая соответствующими уравнениями регрессии:

– почвы суглинистые:  $Y_1 = 1,064x + 35,27$ ;  $R^2 = 0,99$ ;

– супесчаные:  $Y_2 = 1,085x + 38,16$ ;  $R^2 = 0,98$ ;

– песчаные:  $Y_3 = 1,20x + 18,69$ ;  $R^2 = 0,99$ ,

где:  $Y$  – запас  $N_{\text{усв.}}$  в слое 0–40 см почвы, кг/га;

$X_{35-310}$  – запас  $N_{\text{усв.}}$  в слое 0–20 см почвы, кг/га.

Запас  $N_{\text{усв.}}$  в слое 0–20 см почвы рассчитывают по формуле:

$$N_{\text{усв.}} = (C \times B) / 1000,$$

где:  $N_{\text{усв.}}$  – запас азота в слое 0–20 см почвы, кг/га;

$C$  – содержание азота в почве слоя 0–20 см, мг/кг почвы;

$B$  – средний вес слоя почвы 0–20 см: суглинистые – 2400, супесчаные – 2600 и песчаные – 2800 т/га;

1000 – коэффициент пересчета данных содержания азота с мг/кг почвы на кг/га.

Установлено, что без ущерба точности оценку уровня обеспеченности почв  $N_{\text{усв.}}$  в слое 0–40 см можно проводить по данным запаса азота в слое 0–20 см. Зная запас усвояемого азота в этом слое, по соответствующим уравнениям регрессии определяют с высокой долей достоверности (отклонения от средних не превышает 5 %) запас азота в слое 0–40 см. Это позволяет сократить затраты и время на проведение диагностики почв на содержание потенциально усвояемой фракции азота почти в два раза.

### Результаты исследований и их обсуждение

Многочисленные результаты исследований по оценке влияния уровня обеспеченности почв усвояемой формой азота на урожайность сельскохозяйственных культур,

эффективность азота удобрений и качество продукции приведены в работах [9–11 и др.]. Из-за ограничения объема в статье приведены лишь некоторые результаты этих исследований. Представленные на рисунке и в других источниках данные показывают, что зависимость уровня урожайности зерновых культур, кукурузы, рапса и картофеля от содержания потенциально усвояемого азота в слое 0–40 см почвы носит криволинейный характер и различается для почв разного гранулометрического состава. По всем опытам между запасом азота в почве и уровнем урожайности установлена тесная связь ( $R^2 = 0,83–0,99$ ), описываемая соответствующими уравнениями регрессии.

В исследованиях с применением изотопа азота  $^{15}N$  нами впервые установлено, что культурные растения в течение своей вегетации поглощают азот из двух источников: почвы и вносимых азотных удобрений пропорционально содержанию их соединений в доступной для растений форме [9–11 и др.]. Выявлена закономерность: чем больше почва содержит азота потенциально усвояемых растениями соединений, тем меньше растения поглощают азот удобрения. Доказано, что доля участия азота удобрений в общем выносе его урожаем изменяется от 55–50 % при очень низком и низком до 10–15 % – высоким и очень высоким содержании потенциально усвояемого азота в почве. Между данными запаса  $N_{\text{усв.}}$  в почвах и долей участия азота удобрений в общем выносе его урожаем установлена тесная устойчивая связь, описываемая соответствующими уравнениями регрессии:

$Y_1 = -0,12x + 57,4$ ;  $R^2 = 0,99$ ; (яровые);

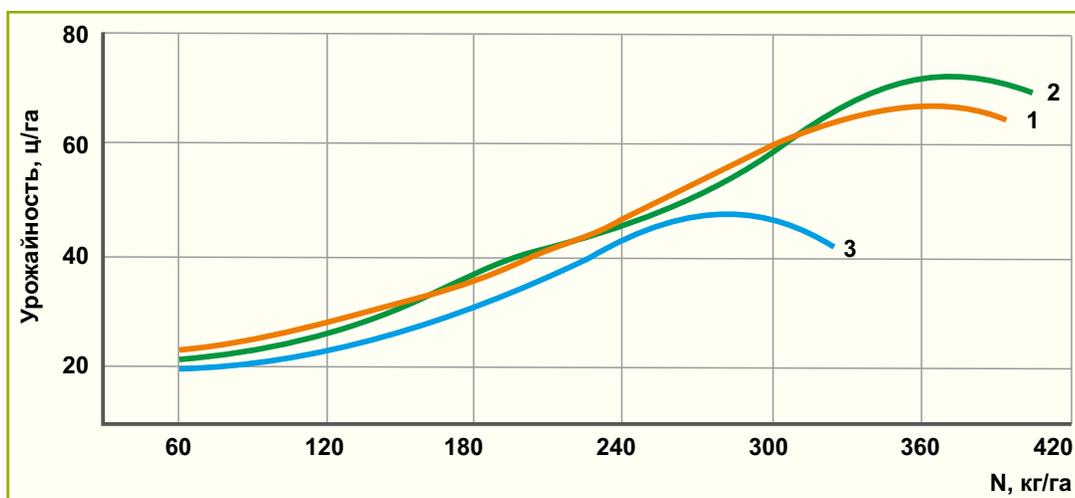
$Y_2 = -0,12x + 61,37$ ;  $R^2 = 0,98$ ; (озимые),

где:  $Y$  – долевое участие азота удобрений в общем выносе его урожаем, %;

$X_{60-450}$  – содержание  $N_{\text{усв.}}$  в почве, кг/га.

Это положение явилось основой при определении оптимальных, дифференцированных по полям доз азотных удобрений.

На основании установленной функциональной зависимости уровня урожайности и выноса азота почвы и удобрений с урожаями, эффективности азотных удобрений от запаса потенциально усвояемого азота в почвах определены ориентировочные градации обеспеченности дерново-подзолистых почв потенциально усвояемым азотом в слое 0–40 см, корректирующие



Зависимость уровня урожайности озимой ржи от содержания усвояемого азота в почвах (1 – суглинистые, 2 – супесчаные, 3 – песчаные)

коэффициенты к расчетным дозам азота на планируемую урожайность (таблица 1), дозы азотных удобрений для ранневесенней подкормки озимых зерновых культур (таблица 2) и основного внесения под яровые зерновые культуры (таблица 3).

Доза азота на планируемую урожайность рассчитывается по формуле:

$$\text{Нуд.} = (\text{Упл.} \times \text{Нуд. в.}) \times \text{Кв.},$$

где: Нуд. – доза азотного удобрения, кг/га д. в.;

Упл. – планируемая урожайность основной продукции культуры, т/га;

Нуд. в. – норматив удельного выноса азота основной с учетом побочной продукции, кг/т;

Кв. – нормативный коэффициент возмещения удобрениями выноса азота урожаем культуры.

Исследованиями также установлено, что при запасе потенциально усвояемого азота (слой 0–40 см) 300 кг/га и более в песчаных и 400 кг/га и более – в суглинистых почвах содержание нитратов в картофеле, корнеплодах и травах, как правило, превышает предельно допустимый уровень (ПДК). В таких почвах содержание нитратов в значительных количествах обнаруживается не толь-

ко в верхних слоях почвенной толщи, но и на глубине 80–100 см, что может привести к загрязнению грунтовых вод нитратами.

Приведенные в таблице 4 и в источниках [9–11 и др.] некоторые результаты полевых и производственных опытов показывают, что применение азотных удобрений с учетом требований инновационной технологии возделывания зерновых культур обеспечивает повышение урожайности в среднем на 6,5 ц/га, достигая уровня 50–80 ц/га, и окупаемости азота удобрениями на 40 % и более, снижение дозы азота в среднем на 20 кг/га, удельных энергозатрат – на 20–40 % и полегаетости посевов.

Следует отметить, что в опытах, когда посевы не могут реализовать биологический потенциал урожайности сортов по причинам, не связанным с уровнем азотного питания, происходит экономия азотных удобрений до 30 и более кг/га д. в. Особенно высокая агроэкологическая эффективность предлагаемой технологии применения азотных удобрений установлена на эродированных почвах [12 и др.].

В наших исследованиях, проведенных с изотопом азота <sup>15</sup>N, также выявлено [4, 5, 11 и др.], что при вне-

**Таблица 1 – Градации обеспеченности дерново-подзолистых почв потенциально усвояемым азотом и потребность зерновых культур в азотных удобрениях на планируемую урожайность 5–8 т/га**

Группа	Нусв. (слой 0–40 см), кг/га	Степень обеспеченности почв азотом	Потребность растений в азотных удобрениях	Коэффициент возмещения выноса
1	менее 80	очень низкая	очень высокая	1,1–1,2
2	80–120	низкая	высокая	1,1–1,0
3	121–200	средняя	средняя	0,8–0,7
4	201–300	повышенная	низкая	0,6–0,5
5	301–400*	высокая	очень низкая	0,3–0,2**
6	более 400	экологически опасная	отсутствует	0

Примечание – \*Экологически опасный уровень содержания азота в песчаных и супесчаных, подстилаемых песком, почвах;

\*\*азотные удобрения применяют в подкормку.

**Таблица 2 – Ориентировочные дозы азотных удобрений для ранневесенней подкормки озимых зерновых культур (планируемая урожайность 6–8 т/га)**

Группа	Нусв. (слой 0–40 см), кг/га	Степень обеспеченности почв азотом	Потребность растений в азотных удобрениях	Доза азота, кг/га
1	менее 80	очень низкая	очень высокая	80–90*
2	80–120	низкая	высокая	70–80
3	121–200	средняя	средняя	50–60
4	201–300	повышенная	низкая	40–50
5	301–400	высокая	очень низкая	20–30
6	более 400	экологически опасная	отсутствует	–

Примечание – \*При изреженных, слабо развитых растениях; более высокие дозы – для пшеницы и тритикале.

**Таблица 3 – Ориентировочные дозы азотных удобрений для основного внесения под яровые зерновые культуры (планируемая урожайность 5–7 т/га)**

Группа	Нусв. (слой 0–40 см), кг/га	Степень обеспеченности почв азотом	Потребность растений в азотных удобрениях	Доза азота, кг/га
1	менее 120	низкая	высокая	80–90*
2	120–200	средняя	средняя	60–70
3	201–300	высокая	низкая	40–50
4	301–400	очень высокая	очень низкая	15–25
5	более 400	экологически опасная	отсутствует	–

Примечание – \*Более высокие дозы для пшеницы и тритикале.

**Таблица 4 – Сравнительная эффективность технологий применения азотных удобрений под озимые зерновые культуры (среднее за 3 года)**

Почвы, культура	Технология применения удобрений	Вариант	Доза азота*, кг/га	Урожайность, ц/га	Оплата 1 кг азота зерном, кг	Удельные энергозатраты, МДж/ц
Суглинистые (озимая пшеница)	(дробно) базовая	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> N <sub>90</sub> +30	120	72,0**	25,3	452
	дробно по диагностике	P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> N <sub>120</sub>	120	76,1	28,8	407
	± к базовой		0	+4,1	+3,5	-45
Суглинистые (озимая рожь)	дробно (базовая)	P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> N <sub>90</sub> +30	120	64,6	23,7	590
	дробно по диагностике	P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> N <sub>100</sub>	100	68,3	32,2	490
	± к базовой		-20	+3,7	+8,5	-100
Супесчаные (озимая рожь)	дробно (базовая)	P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> N <sub>90</sub> +30	120	54,6	20,6	593
	дробно по диагностике	P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> N <sub>110</sub>	110	70,9	37,4	408
	± к базовой		-10	+16,3	+16,8	-185

Примечание – \*На фоне РК; \*\*полегание.

сении дифференцированных по полям доз азотных удобрений с учетом содержания усвояемых соединений азота в почве в среднем за 6 лет севооборота коэффициент их использования в сравнении с базовым вариантом повышается на 13–18 %, а потери снижаются на 17–24 кг/га д. в. При инновационной технологии применения азотных удобрений снижается минерализация органического вещества на 12–26 % и потери азота почвы в слое 0–40 см: суглинистые – на 41 кг/га, супесчаные – 46 и песчаные – 65 кг/га. Расчеты показывают, что при внедрении инновационной технологии применения азотных удобрений хотя бы на посевной площади 2 млн га и внесении средних доз азота удобрений суммарная экономия азота (почвы и удобрений) может составить более 100 тыс. т д. в. ежегодно. При этом ориентировочные потери плодородия почв снизились бы на 1,7 млн т гумуса.

Следует отметить, что проведение почвенной диагностики на азот – мероприятие высококоррелябельное. По данным ОПИСХ, затраты на отбор и анализ одной почвенной пробы составляют около 10 рублей. Это значит, что дополнительные затраты на проведение почвенной диагностики на содержание азота по предлагаемому методу составляют менее 1 руб./га. В настоящее время при крупных животноводческих комплексах сельхозпредприятий имеются, как правило, хорошие аналитические лаборатории, оснащенные соответствующим оборудованием, на котором можно проводить анализ на содержание усвояемых соединений азота в почвах. Это позволяет сельхозпредприятиям снизить затраты на проведение почвенной диагностики на азот.

## Выводы

Предложен для широкого использования в производстве метод проведения диагностики обеспеченности почв потенциально усвояемой растениями формой азота. Содержание этой фракции азота в слое почвы 0–40 см по полям колеблется в широких пределах – 60–450 кг/га, чаще – 80–350 кг/га. Растения поглощают азот почвы и внесенных удобрений пропорционально наличию их в почве.

Доказано, что доля участия азота удобрений в общем выносе его урожаем изменяется от 55–50 % при очень низком и низком до 10–15 % – высоком и очень высоком содержании потенциально усвояемого азота в почве.

Приведены градации обеспеченности почв Нусв. и поправочные коэффициенты к дозам удобрений. Применение дифференцированных по полям доз азотных удобрений обеспечивает повышение урожайности зерновых культур на 6–10 ц/га при снижении потерь на 17–24 и экономии азота удобрений до 20 кг/га д. в., уменьшении минерализации ОВ и потерь гумуса почвы на 12–26 %.

## Литература

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 275 с.
2. Семеновко, Н. Н. Метод определения усвояемого азота в дерново-подзолистых почвах / Н. Н. Семеновко // Агрохимия. – 1981. – № 11. – С. 129–134.
3. Методические указания по проведению комплексной почвенно-растительной диагностики азотного питания зерновых культур / Н. Н. Семеновко [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1988. – 32 с.
4. Почвы. Метод определения потенциально усвояемого азота. РСТ Беларуси 908–91/ Н. Н. Семеновко [и др.]. – Минск: Минсельхозпрод РБ, 1991. – 13 с.
5. Семеновко, Н. Н. Адаптивная система применения азотных удобрений под зерновые культуры: методические рекомендации / Н. Н. Семеновко. – Минск, 2005. – 35 с.
6. Рекомендации по экономически обоснованным приемам управления продуктивностью посевов зерновых культур в агротехнологиях различной интенсивности на дерново-подзолистых почвах / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2014. – 24 с.
7. Применение удобрений при возделывании зерновых культур: отраслевой регламент / Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии», разработ. В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2014. – 16 с.
8. Семеновко, Н. Н. Доступность растениям минеральных соединений азота подпахотных слоев дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и их роль в формировании урожая озимой ржи. / Н. Н. Семеновко, Н. Н. Цыбулько // Агрохимия. – 1995. – № 7. – С. 21–24.
9. Семеновко, Н. Н. Азот в земледелии Беларуси / Н. Н. Семеновко, В. Н. Невмержицкий. – Мн.: Хата, 1997. – 195 с.
10. Семеновко, Н. Н. Адаптивная система применения азотных удобрений / Н. Н. Семеновко. – Мн.: Хата, 2003. – 164 с.
11. Семеновко, Н. Н. Инновационные технологии применения азотных удобрений: теория, методология, практика / Н. Н. Семеновко. – Минск: ООО «Альфа – книга», 2020. – 320 с.
12. Семеновко, Н. Н. Влияние способов применения азотных удобрений на формирование элементов продуктивности и урожайность зерновых культур на эродированных почвах / Н. Н. Семеновко, И. М. Почичкая // Известия ААН РБ. – 2001. – № 4. – С. 42–47.

## Влияние гербицидов и сроков их внесения на экономическую эффективность возделывания кукурузы на зерно

Л. А. Булавин, доктор с.-х. наук, А. П. Гвоздов, Л. И. Гвоздова, кандидаты с.-х. наук,  
В. Д. Кранцевич, младший научный сотрудник, М. А. Белановская, научный сотрудник,  
С. А. Пынтиков, младший научный сотрудник  
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию  
А. В. Ленский, кандидат экономических наук  
Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства  
(Дата поступления статьи в редакцию 07.10.2021)

В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности применения различных гербицидов при возделывании кукурузы. Установлено, что наибольший экономический эффект обеспечило применение в фазе 2–3 листа кукурузы гербицида Аденго, КС (0,3 и 0,4 л/га). При использовании в посевах этой культуры гербицидов Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) и Люмакс, СЭ (4,0 л/га) чистый доход снижался в сравнении с применением гербицида Аденго, КС (0,4 л/га) на 0,52–23,61 у. е./га, рентабельность – на 0,18–2,14 %, а себестоимость зерна увеличивалась на 0,01–0,16 у. е./ц в зависимости от срока проведения химической прополки и применяемого препарата.

### Введение

Для производства в требуемом объеме кормов в Беларуси большое внимание уделяется возделыванию кукурузы, посевная площадь которой в 2021 г. составила в республике 1124,0 тыс. га, в т. ч. на силос – 854,0 тыс. га, на зерно – 270,0 тыс. га.

Уровень продуктивности кукурузы в значительной степени зависит от засоренности посевов. Это связано с низкой конкурентоспособностью указанной культуры на ранних этапах развития по отношению к сорнякам [4]. Экономический порог вредоносности двудольных видов малолетних сорных растений для кукурузы составляет лишь 3–10 шт./м<sup>2</sup> [5]. Поэтому при наличии в посевах 50, 100, 200 шт./м<sup>2</sup> сорняков урожайность зелёной массы снижается соответственно на 27,4 %, 52,7 и 74,0 % [7]. В этой связи применение эффективных гербицидов является немаловажным фактором в формировании высокой урожайности кукурузы.

Для повышения урожайности культуры несомненный интерес представляет оптимизация сроков проведения химической прополки посевов. Применять гербициды при её возделывании необходимо на самых ранних этапах роста и развития растений, не позже чем через 10 дней после появления всходов культуры. Установлено, что уничтожение сорняков через 20, 30, 40, 50 дней после всходов кукурузы приводит к снижению урожайности соответственно на 11 %, 20, 41 и 62 % даже при использовании высокоэффективных гербицидов [4]. Поэтому для повышения эффективности защиты посевов кукурузы от сорняков актуальным вопросом является не только совершенствование ассортимента применяемых гербицидов, но и оптимизация сроков их внесения применительно к конкретным условиям произрастания.

### Методика проведения исследований

В течение 2019–2020 гг. изучали эффективность гербицидов в посевах кукурузы в зависимости от сроков их

*The article presents the results of studies on the effectiveness of the use of various herbicides in the cultivation of corn. It was found that the greatest economic effect was provided by the use of the herbicide Adengo, CS (0,3 and 0,4 l/ha) in the phase of 2–3 maize leaves. When using the herbicides Extracorn, SE (4,0 l/ha) and Lumax, SE (4,0 l/ha) on the crops of this crop, net income decreased in comparison with the use of the herbicide Adengo, CS (0,4 l/ha) by 0,52–23,61 cu/ha, profitability – by 0,18–2,14 %, and the cost of grain increased by 0,01–0,16 cu/c depending on the duration of chemical weeding and the drug used.*

внесения. Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,45–2,67 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 303–314 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 289–301 мг/кг почвы, рН<sub>KCl</sub> – 5,9–6,3). Кукурузу в опыте возделывали в повторном посеве. После уборки предшественника вносили фосфорно-калийные удобрения (P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>)



Посевы кукурузы на опытном участке в период проведения исследований

с последующей заделкой дисковыми орудиями. Осенью, после внесения подстилочного навоза (60 т/га), проводили вспашку на глубину 18–20 см. Весной при наступлении физической спелости почвы проводили ранневесеннюю культивацию с целью закрытия влаги, а затем под предпосевную культивацию вносили азотные удобрения ( $N_{60}$ ). Кукурузу высевали в конце III декады апреля в 2019 г. и в начале I декады мая в 2020 г. В фазе 5 листьев культуры проводили азотную подкормку ( $N_{60}$ ). Технология возделывания кукурузы, за исключением изучаемого фактора, проводилась в соответствии с отраслевым регламентом [4]. Изучаемые гербициды применяли согласно схеме опыта: до появления всходов, а также в фазе 2–3 и 5 листьев кукурузы. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га.

### Результаты исследований и их обсуждение

В посевах кукурузы на опытном участке в период проведения исследований преобладали марь белая, просо куриное, горец вьюнковый, щирца запрокинутая, подмаренник цепкий, которые составляли 95,0–98,0 % от общей численности сорняков. Из многолетних сорных растений присутствовал только осот желтый, составляющий лишь 0,4–1,0 % сорного ценоза.

Установлено, что в сложившихся в период проведения исследований погодных условиях наибольший эффект в защите кукурузы от сорняков получен при использовании в фазе 2–3 листа культуры гербицида Аденго, КС (0,4 л/га) (таблица 1). В этом случае численность сорняков снижалась в среднем на 99,5 %, их сырая масса – на 99,9 %, что обеспечило прибавку урожая 62,3 ц/га зерна (167,9 %). При использовании гербицида Аденго, КС (0,4 л/га) и других изучаемых препаратов до появления всходов кукурузы биологическая эффективность была ниже по сравнению с их внесением в фазе 2–3 листа культуры на 0,3–3,0 % по численности и на 0,4–3,3 % – по массе, а урожайность зерна кукурузы – на 1,0–1,7 %. При внесении гербицидов в фазе 5 листьев кукурузы гибель сорняков была ниже на 4,3–14,5 %, а снижение их сырой массы – на 1,3–5,5 % по сравнению с их применением в фазе 2–3 листа культуры, что привело к недобору урожая зерна на 3,0–3,9 % [1].

Для более объективной оценки полученных результатов исследований проведен их экономический анализ. С этой целью были определены эксплуатационные затраты на

выполнение операций по возделыванию кукурузы современным комплексом отечественных машин, которые включают амортизационные отчисления на используемую технику, затраты на ее обслуживание и ремонт, заработную плату механизаторов, топливо и энергию [2]. Проведенные расчеты показали, что при технологии возделывания кукурузы на зерно, которая предусматривает внесение навоза (60 т/га), проведение отвальной обработки почвы, применение на фоне  $P_{60}K_{120}$  азотных удобрений в дозах  $N_{60+60}$ , использование гербицидов эксплуатационные затраты при урожайности зерна 80 ц/га составляют 454,31 у. е./га (таблица 2). В зависимости от полученной урожайности и применения гербицидов этот показатель в вариантах опыта изменялся в пределах 395,39–480,23 у. е./га (таблица 3).

Расчет производственных затрат проводили дифференцированно по всем вариантам опыта с учетом затрат на применяемые гербициды и полученную урожайность. При этом использовалась стоимость соломистого навоза, применяемого по перевалочной технологии (4,17 у. е./т) с учетом того, что на первую культуру, возделываемую после его внесения, приходится 60 % затрат на применение [3, 6]. Стоимость минеральных удобрений, семян кукурузы и применяемых гербицидов определялась по состоянию на начало весенне-полевых работ в 2021 г. В соответствии с проведенными расчетами производственные затраты на возделывание кукурузы на зерно изменялись по вариантам опыта в пределах 845,38–999,82 у. е./га (таблица 3).

По данным сельскохозяйственных предприятий системы МСХП Республики Беларусь, стоимость зерна кукурузы в 2019–2020 гг. составила в среднем 142,73 у. е./т. В результате стоимость продукции по вариантам опыта изменялась в пределах 529,53–1 418,74 у. е./га (таблица 3).

Анализ основных показателей экономической эффективности свидетельствует о том, что при возделывании кукурузы без применения гербицидов производственные затраты превышали стоимость зерна на 313,27–315,85 у. е./га при максимальной его себестоимости – 22,67–22,79 у. е./ц.

Наибольший экономический эффект обеспечило применение в фазе 2–3 листа кукурузы гербицида Аденго, КС в норме 0,3 и 0,4 л/га. Чистый доход в этом случае составил соответственно 420,78 и 418,92 у. е./га, рентабельность – 42,90 и 41,90 %, себестоимость – 9,99 и 10,06 у. е./ц. В вариантах, где в этой фазе развития кукурузы вносили гер-

Таблица 1 – Влияние гербицидов на урожайность зерна кукурузы

Вариант	Срок внесения	Урожайность, ц/га			Прибавка	
		2019 г.	2020 г.	среднее	ц/га	%
Контроль (без обработки)	–	22,8	51,7	37,3	–	–
Аденго, КС, 0,4 л/га	до всходов	95,8	99,6	97,7	60,4	161,9
Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га	до всходов	92,0	99,2	95,6	58,3	156,3
Люмакс, СЭ, 4,0 л/га	до всходов	94,7	99,5	97,1	59,8	160,3
Контроль (без обработки)	–	23,1	51,9	37,1	–	–
Люмакс, СЭ, 4,0 л/га	2–3 листа	96,4	99,7	98,1	61,0	164,4
Аденго, КС, 0,4 л/га	2–3 листа	99,0	99,8	99,4	62,3	167,9
Аденго, КС, 0,3 л/га	2–3 листа	97,2	99,1	98,2	61,1	164,7
Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га	2–3 листа	95,2	97,9	96,6	59,5	160,4
Контроль (без обработки)	–	22,9	51,6	37,3	–	–
Люмакс, СЭ, 4,0 л/га	5 листьев	96,7	91,1	94,3	57,0	152,8
Аденго, КС, 0,4 л/га	5 листьев	98,6	94,2	96,4	59,1	158,4
Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га	5 листьев	94,1	92,0	93,3	56,0	150,1
НСР <sub>05</sub>		3,6	3,9			

**Таблица 2 – Технологическая карта возделывания кукурузы на зерно**

Технологическая операция	Состав агрегата	Заработная плата, у. е./га	Амортизация, у. е./га	ТО и ремонт, у. е./га	Топливо, у. е./га	Всего, у. е./га
Дискование	Беларус 3022 + БПД-7МВ	1,2	4,7	3,6	6,3	15,8
Погрузка минеральных удобрений	Амкордор 332С4	0,04	0,04	0,03	0,1	0,21
Транспортировка и внесение минеральных удобрений	Беларус 1221 + РУ-7000	0,4	1,3	1	1,1	3,8
Погрузка твердых органических удобрений	Амкордор 332С4	8,7	9,97	7,97	13,2	39,84
Транспортировка и внесение твердых органических удобрений	Беларус 3022 + МТУ-18	4,23	27,9	22,32	14,04	68,49
Вспашка	Беларус 3022 + ППО-8-40К	3,2	14,9	12,8	16,9	47,8
Культивация	Беларус 3022 + КПМ-12	0,8	3,8	2,7	4	11,3
Погрузка минеральных удобрений	Амкордор 332С4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Транспортировка и внесение минеральных удобрений	Беларус 1221 + РУ-7000	0,4	1,2	1	1,1	3,7
Предпосевная обработка почвы	Беларус 3022 + АКШ-7,2	1,5	6,2	4,7	7,9	20,3
Погрузка минеральных удобрений и семян	вручную	1,3	1	0,8	0	3,1
Сев с внесением удобрений	Беларус 1221 + Monosem NG4	1,9	4,5	3,3	3,9	13,6
Химическая прополка	Беларус 820 + Мекосан-2500–24	0,5	0,8	0,6	0,7	2,6
Погрузка минеральных удобрений	Амкордор 332С4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Транспортировка и внесение минеральных удобрений	Беларус 1221 + РУ-7000	0,4	1,2	1	1,1	3,7
Прямое комбайнирование с измельчением соломы	КЗС-1218А + КОК-6–1	3,9	62,4	26,18	21,5	113,98
Транспортировка зерна, 8 т/га	МАЗ-6501	1,95	2,66	1,86	8,89	15,36
Очистка и сушка	Зерносушильный комплекс типа ЗСК-40	3,52	45,76	19,37	21,28	89,93
<b>Итого</b>		<b>34,14</b>	<b>188,53</b>	<b>109,43</b>	<b>122,21</b>	<b>454,31</b>

**Таблица 3 – Экономическая эффективность применения гербицидов при возделывании кукурузы на зерно**

Срок внесения гербицида	Гербицид	Производственные затраты, у. е./га					Стоимость продукции, у. е./га	Чистый доход, у. е./га	Рентабельность, %	Себестоимость, у. е./ц
		семена	удобрения (навоз + НРК)	гербициды	эксплуатационные затраты	всего				
До всходов	Контроль (без обработки)	149,59	300,40	–	395,66	845,65	532,38	-313,27	-37,05	22,67
	Аденго, КС, 0,4 л/га	149,59	300,40	69,6	477,98	997,57	1394,47	396,90	39,79	10,21
	Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га	149,59	300,40	42,92	475,21	968,12	1364,50	396,38	40,94	10,13
	Люмакс, СЭ, 4,0 л/га	149,59	300,40	66,0	477,19	993,18	1385,91	392,73	39,54	10,23
2–3 листа	Контроль (без обработки)	149,59	300,40	–	395,39	845,38	529,53	-315,85	-37,36	22,79
	Люмакс, СЭ, 4,0 л/га	149,59	300,40	66,0	478,51	994,50	1400,18	405,68	40,79	10,14
	Аденго, КС, 0,4 л/га	149,59	300,40	69,6	480,23	999,82	1418,74	418,92	41,90	10,06
	Аденго, КС, 0,3 л/га	149,59	300,40	52,2	478,64	980,83	1401,61	420,78	42,90	9,99
	Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га	149,59	300,40	42,92	476,53	969,44	1378,77	409,33	42,32	10,04
5 листьев	Контроль (без обработки)	149,59	300,40	–	395,66	845,65	532,38	-313,27	-37,05	22,67
	Люмакс, СЭ, 4,0 л/га	149,59	300,40	66,0	473,50	989,49	1345,94	356,45	36,02	10,49
	Аденго, КС, 0,4 л/га	149,59	300,40	69,6	476,27	995,86	1375,92	380,06	38,16	10,33
	Экстракорн, СЭ, 4,0 л/га	149,59	300,40	42,92	472,18	965,09	1331,67	366,58	37,98	10,34

бициды Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) и Люмакс, СЭ (4,0 л/га), указанные выше показатели были равны соответственно 409,33 и 405,68 у. е./га, 42,22 и 40,79 %, 10,04 и 10,14 у. е./ц. Следовательно, в этом случае отмечалось снижение чистого дохода в сравнении с наиболее эффективным вариантом Аденго, КС (0,3 л/га) на 11,45 и 15,10 у. е./га, рентабельности – на 0,68 и 11,43 % при повышении себестоимости зерна на 0,05 и 0,15 у. е./ц (таблица 3).

При внесении изучаемых гербицидов до появления всходов кукурузы наибольший чистый доход (396,90 у. е./га) был получен при использовании Аденго, КС (0,4 л/га). Рентабельность в этом случае составила 39,79 %, а себестоимость – 10,21 у. е./ц.

В вариантах с довсходным применением гербицидов Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) и Люмакс, СЭ (4,0 л/га) эти показатели были равны соответственно 396,38 и 392,73 у. е./га, 40,94 и 39,54 %, 10,13 и 10,23 у. е./ц. Различия по величине чистого дохода в этом случае в сравнении с применением Аденго, КС (0,4 л/га) были незначительными и составили 0,52 и 4,17 у. е./га, рентабельности – 1,15 и 0,25 %, а себестоимости – 0,08 и 0,02 у. е./ц. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что при довсходном внесении указанных выше гербицидов чистый доход в сравнении с их использованием в фазе 2–3 листа кукурузы снижался соответственно на 22,02; 12,95; 12,95 у. е./га, рентабельность – на 2,11; 1,28; 1,25 %, а себестоимость зерна увеличивалась на 0,15; 0,09; 0,09 у. е./ц.

Самый низкий экономический эффект был получен при проведении химической прополки в фазе 5 листьев кукурузы. При внесении в этой фазе гербицида Аденго, КС (0,4 л/га) чистый доход составил 380,06 у. е./га, рентабельность – 38,16 %, а себестоимость – 10,33 у. е./ц. В вариантах с использованием гербицидов Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) и Люмакс, СЭ (4,0 л/га) указанные выше показатели были равны соответственно 366,58 и 356,45 у. е./га, 37,98 и 36,02 %, 10,34 и 10,49 у. е./ц. В сравнении с применением Аденго, КС (0,4 л/га) различия по величине чистого дохода в этом случае составили 13,48 и 23,61 у. е./га, рентабельности – 0,18 и 2,14 %, а себестоимости – 0,01 и 0,16 у. е./ц. Сопоставление представленных выше результатов показывает, что при внесении в фазе 5 листьев кукурузы указанных выше гербицидов чистый доход в сравнении с их использованием в фазе 2–3 листа этой культуры снижался соответственно на 38,86; 42,75; 49,23 у. е./га, рентабельность – на 3,74; 4,34; 4,77 %, а себестоимость зерна увеличивалась на 0,27; 0,3; 0,35 у. е./ц.

УДК 633.353:632.7(476)

## Вредоносность фитофагов в агроценозах кормовых бобов в Беларуси

А. А. Запрудский, Д. Ф. Привалов, кандидаты с.-х. наук,  
С. И. Нехведович, Е. В. Пенязь, научные сотрудники  
Института защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 14.11.2021)

Выявлено, что в 2015–2021 гг. в посевах кормовых бобов доминантными вредителями являлись клубеньковые долгоносики (полосатый и щетинистый), которые в структуре фитофагов занимали 75,3–76,4 %, а также бобовая тля – 20,4–21,6 %. В зависимости от погодных условий при увеличении численности имаго клубенько-

### Выводы

Наибольший чистый доход обеспечило применение в фазе 2–3 листа кукурузы гербицида Аденго, КС в норме 0,3 и 0,4 л/га – 420,78 и 418,92 у. е./га, рентабельность при этом составила соответственно 42,90 и 41,90 %, а себестоимость зерна – 9,99 и 10,06 у. е./ц. При использовании Аденго, КС (0,4 л/га) до появления всходов кукурузы или в фазе 5 листьев культуры чистый доход снижался на 22,02 и 38,86 у. е./га, рентабельность – на 2,11 и 3,74 %, а себестоимость зерна повышалась на 0,15 и 0,27 у. е./ц.

При применении в посевах кукурузы гербицидов Экстракорн, СЭ (4,0 л/га) и Люмакс, СЭ (4,0 л/га) чистый доход снижался в сравнении с использованием гербицида Аденго, КС (0,4 л/га), в зависимости от срока проведения химической прополки и применяемого препарата, на 0,52–23,61 у. е./га, рентабельность – на 0,18–2,14 %, а себестоимость зерна увеличивалась на 0,01–0,16 у. е./ц.

### Литература

1. Влияние гербицидов и сроков их внесения на засоренность посевов и продуктивность кукурузы / А. П. Гвоздов [и др.] // Вестник БГСХА. – 2021. – № 2. – С. 129–134.
2. Ленский, А. В. Формирование эффективной системы машин для механизации растениеводства / А. В. Ленский; РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2018. – 377 с.
3. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.] – Минск, 1988. – 30 с.
4. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н. Ф. Надточев [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 453–492.
5. Обзор распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур в 2009 году и прогноз их появления в 2010 году в Республике Беларусь / Минсельхозпрод, ГУ «Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. А. В. Майсеенко, С. В. Сороки. – Минск, 2010. – С. 192.
6. Система применения удобрений: учебник для студентов учреждений высшего образования по агрономическим специальностям / В. В. Лапа [и др.]; ред. В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 439 с.
7. Тубол, М. И. Особенности применения гербицидов в севообороте: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / М. И. Тубол. – М., 1974. – 19 с.

*It is determined that for the period of 2015–2021 in fodder bean crops the dominant pests have been tubercular weevils (lined and bristle) which in the phytophage structure have made 75,3–76,4 % and also bean aphid – 20,4–21,6 %. Depending on weather conditions by tubercular weevil imago increase for 1 indiv./m<sup>2</sup> the yield losses have made*

вых долгоносиков на один экземпляр/м<sup>2</sup> потери урожая составили 0,36–0,97 ц/га, а при увеличении численности бобовой тли на одну особь/растение – 0,04–0,48 ц/га. С учетом уровня планируемого урожая при применении инсектицидов из различных химических групп ЭПВ имаго клубеньковых долгоносиков составил 7,0–14,7 экз./м<sup>2</sup>, бобовой тли – 7,4–16,4 особи/растение.

### Введение

Проведение своевременной и качественной защиты посевов кормовых бобов (*Vicia faba* L.) от вредных организмов является одним из важнейших факторов в реализации потенциальной возможности культуры. Наряду с болезнями и сорными растениями ощутимый вред кормовым бобам наносят вредители. Нашими исследованиями выявлено, что вклад средств защиты растений в сохраненный урожай зерна кормовых бобов может составлять 40 % и более, в том числе за счет применения инсектицидов [1].

По данным польской литературы, максимальный вред посевам кормовых бобов наносят полосатый (*Sitona lineatus* L.) и щетинистый (*Sitona crinitus* Hrbst.) клубеньковые долгоносики, бобовая тля (*Aphis fabae* S.), в меньшей степени гороховая зерновка (*Bruchus rufimanus* Boh.) [2, 3, 4]. Согласно исследованиям российских ученых, основными вредителями всходов кормовых бобов являются клубеньковые долгоносики (полосатый и щетинистый), в период формирования генеративных органов – гороховая тля [5, 6, 7].

В условиях Беларуси ведется расширение посевных площадей под кормовые бобы, при этом отсутствуют данные по видовому составу и структуре доминирования вредителей, а также не разработаны экономические пороги вредоносности фитофагов, что, в совокупности, и является целью наших исследований.

### Методика проведения исследований

Исследования по изучению видового состава, структуры доминирования фитофагов проводили в 2015–2021 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений», в хозяйствах республики, возделывающих кормовые бобы. Вредоносность доминантных фитофагов кормовых бобов изучали на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в 2015–2021 гг. методом химического контроля, предложенным Л. И. Трешко (2000), с использованием препаратов из различных химических групп и механизма

0,36–0,97 cwt/ha and by bean aphid increase for one indiv./plant – 0,04–0,48 cwt/ha. Considering the planned yield by insecticides application from different chemical groups, the ETH for tubercular weevils has made 7,0–14,7 indiv./m<sup>2</sup>, bean aphid – 7,4–16,4 indiv./plant.

действия при различном уровне планируемого урожая культуры: Бискайя, МД (*тиаклоприд*, 240 г/л) – 0,3 л/га, Эсперо, КС (*альфа-циперметрин*, 120 г/л + *имidakлоприд*, 200 г/л) – 0,15 л/га, Сиванто энерджи, КС (*флупирадифулон*, 75 г/л + *дельтаметрин*, 10 г/л) – 0,6 л/га и Фастак, КЭ (*альфа-циперметрин*, 100 г/л) – 0,1 л/га.

Технология возделывания культуры – общепринятая для центральной агроклиматической зоны. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [8]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel.

### Результаты исследований и их обсуждение

Согласно оценке энтомологического состояния посевов кормовых бобов, проведенной в 2015–2021 гг., выявлено, что в агроценозе культуры получили распространение более 20 видов насекомых-фитофагов: полосатый (*Sitona lineatus* L.) и щетинистый (*Sitona crinitus* Hrbst.) клубеньковые долгоносики; бобовая (*Aphis fabae* Scop.) и гороховая (*Acyrtosiphon pisum* Koch.) тли; гороховая плодоярка (*Laspeyresia nigricana* F.) и др. [9]. Вместе с тем доминантными вредителями, имеющими хозяйственное значение, являлись клубеньковые долгоносики (полосатый и щетинистый), которые в структуре фитофагов занимали 75,3–76,4 %, а также бобовая тля – 20,4–21,6 %.

Установлено, что клубеньковые долгоносики отмечались в посевах культуры в фазе листообразования (ВВСН 12–18). При этом в 2015–2021 гг. их численность составляла в новой агроклиматической зоне 4,6–12,5 экз./м<sup>2</sup>, в южной – 8,4–12,4 экз./м<sup>2</sup>, в центральной – 4,5–12,3 экз./м<sup>2</sup> и в северной – 9,5–15,2 экз./м<sup>2</sup> (таблица 1) [1, 10, 11, 12].

Заселенность бобовой тлей по годам исследования была различной. Так, если в засушливых погодных условиях 2015 г. бобовая тля заселяла посевы культуры в начале стеблевания (ВВСН 31) с численностью 20–40 особей/растение, то в 2016–2018 гг. численность тлей была невысокой. В 2019 г. вредитель за-



Имаго клубенькового долгоносика



Характер повреждения растений долгоносиком



Растения после обработки инсектицидами

сеял посевы кормовых бобов в начале стеблевания (ВВСН 31) с численностью 8,1–10,4 особи/растение, а в 2020 г. – в начале цветения (ВВСН 61) при численности 9,0–12,3 особи/растение с заселенностью 60–100 % [1, 10, 11, 12]. В 2021 г. бобовая для заселения посевы культуры в фазе начала цветения (ВВСН 61). Максимальная ее численность наблюдалась в конце цветения (ВВСН 65) и составила 13,7–17,5 особи/растение с заселенностью 75,0–100 %.

На отдельных участках в северной и центральной агроклиматических зонах в 2017 и 2018 г., а также в центральной и южной в 2019 и 2020 г. выявлено единичное повреждение генеративных органов гороховой плодояркой (*Cydia nigricana* St.).

Оценка вредоносности клубеньковых долгоносиков в посевах кормовых бобов показала, что однократное опрыскивание растений в фазе листообразования вышеизложенными препаратами обеспечило снижение численности клубеньковых долгоносиков до 1,1–1,6 экз./м<sup>2</sup>, тогда как в варианте без применения инсектицида она составляла 11,3 экз./м<sup>2</sup> [1, 12] (таблица 2). При этом во все годы исследований отмечено влияние численности фитофагов на формирование отдельных элементов структуры урожая, которое выра-

жалось в уменьшении количества бобов на растении, числа зерен в бобе и массы 1000 зерен. В целом достоверно сохраненный урожай зерна кормовых бобов в вариантах с применением препаратов составлял 6,3–8,6 ц/га или 22,3–27,6 %.

В ходе проведенных исследований были рассчитаны уравнения линейной регрессии, характеризующие зависимость величины потерь урожая от численности клубеньковых долгоносиков в фазе листообразования. Согласно проведенным расчётам, были получены коэффициенты вредоносности, которые отражали потери урожая при увеличении численности имаго клубеньковых долгоносиков на один экз./м<sup>2</sup>. Выявлено, что при повышенном температурном режиме в мае (+2,1...+4,4 °С к норме) коэффициент вредоносности клубеньковых долгоносиков составлял 0,59–0,97 ц/га (таблица 3).

При среднесуточной температуре воздуха, близкой к уровню среднесезонных значений, потери урожая при увеличении численности имаго клубеньковых долгоносиков на один экз./м<sup>2</sup> составляли 0,40 ц/га. При пониженном температурном режиме (–1,5...–2,1 °С к норме) с выпадением достаточного количества осадков коэффициент вредоносности фитофагов был в пределах 0,36–0,38 ц/га.

**Таблица 1 – Численность клубеньковых долгоносиков в посевах кормовых бобов (маршрутные обследования)**

Агроклиматическая зона	Средняя численность клубеньковых долгоносиков, экз./м <sup>2</sup>						
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Новая	11,3	7,6	4,6	9,5	12,5	10,4	12,3
Южная	12,4	8,4	11,5	8,5	10,0	9,1	10,5
Центральная	10,6	10,2	12,3	4,5	9,2	11,3	10,4
Северная	15,2	9,5	10,1	12,9	14,3	13,0	14,6

**Таблица 2 – Влияние численности клубеньковых долгоносиков на урожайность зерна кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты, среднее, 2015–2021 гг.)**

Вариант	Численность, экз./м <sup>2</sup>	Количество бобов на растении, шт.	Число зерен в бобе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
						ц/га	%
Без применения инсектицида	11,3	8,7	2,7	422,6	29,3	–	–
Биская, МД (0,3 л/га)	1,1	11,3	3,0	435,1	37,1	7,8	27,6
Эсперо, КС (0,15 л/га)	1,2	10,6	3,0	434,8	35,8	7,5	26,5
Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га)	1,1	11,4	2,9	433,7	36,9	8,6	30,4
Фастак, КЭ (0,1 л/га)	1,6	10,2	2,9	432,9	34,6	6,3	22,3

Примечание – НСР<sub>05</sub>: 2015 г. – 3,3 ц/га; 2016 г. – 3,1 ц/га; 2017 г. – 3,0 ц/га; 2018 г. – 3,5 ц/га; 2019 г. – 2,9 ц/га; 2020 г. – 2,7 ц/га; 2021 г. – 3,1 ц/га.

**Таблица 3 – Зависимость урожайности кормовых бобов от численности клубеньковых долгоносиков (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты)**

Год	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R <sup>2</sup> )	Коэффициент вредоносности, ц/га	Среднесуточная температура воздуха, °С	
					за май	± к норме
2015	Y = 35,91–0,469x	–0,93	0,86	0,40	12,0	–0,7
2016	Y = 37,44–0,757x	–0,88	0,77	0,59	14,8	+2,1
2017	Y = 38,43–0,744x	–0,95	0,90	0,67	15,6	+2,9
2018	Y = 37,28–1,099x	–0,94	0,88	0,97	17,1	+4,4
2019	Y = 34,50–0,503x	–0,89	0,79	0,40	13,9	+1,2
2020	Y = 31,90–0,556x	–0,83	0,69	0,38	10,6	–2,1
2021	Y = 32,24–0,425x	–0,92	0,85	0,36	11,2	–1,5

Полученные данные позволили нам рассчитать экономические пороги вредоносности клубеньковых долгоносиков. Выявлено, что ЭПВ имаго клубеньковых долгоносиков с учетом различного уровня планируемой урожайности зерна кормовых бобов – от 30 до 50 ц/га составил: для системного препарата Биская, МД (0,3 л/га) – 12,4–8,8 экз./м<sup>2</sup>, комбинированных препаратов Эсперо, КС (0,15 л/га) – 11,3–8,0 и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) – 14,7–9,6, синтетического пиретроида Фастак, КЭ (0,1 л/га) – 10,7–7,0 экз./м<sup>2</sup> (таблица 4).

Также проводили оценку вредоносности бобовой тли в посевах кормовых бобов. Выявлено, что в 2015 г. в варианте без применения инсектицида была достигнута максимальная численность фитофага в посевах культуры – 21,6–22,3 особи/растение. В результате применения препаратов достоверно сохранен урожай зерна кормовых бобов составил 4,2–4,7 ц/га. В 2016–2018 гг. количество бобовой тли составляло 2,1–2,4 особи/растение, что не позволило при применении инсектицидов получить достоверно сохраненный урожай – 1,1–1,2 ц/га. В условиях 2019–2021 гг. в посевах культуры насчитывалось 11,5–12,1 особи/растение, что позволило сохранить 3,3–3,8 ц/га зерна в вариантах Биская, МД (0,3 л/га), Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) и Фастак, КЭ (0,1 л/га). В среднем за годы исследований численность фитофага в агроценозе культуры в варианте без обработки составляла 10,6 особи/растение и снижалась при применении инсектицидов до 1,1–1,5 особи/растение. Снижение урожая зерна выражалось в уменьшении количества бобов на растении, числа зерен в бобе и массы 1000 зерен.

В результате проведенной математической обработки полученных данных установлено, что в 2016–2018 гг. при среднесуточной температуре воздуха в июне, близкой к уровню среднегодовых значений, коэффициент вредоносности составил 0,04–0,09 ц/га на одну особь/растение бобовой тли (таблица 5).

При повышенном температурном режиме 2015 г. и 2019–2021 гг. при увеличении численности бобовой тли на одну особь/растение потери урожая составляли 0,19–0,48 ц/га.

В этой связи нами были рассчитаны экономические пороги вредонос-

**Таблица 4 – Экономические пороги вредоносности клубеньковых долгоносиков в посевах кормовых бобов (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты, среднее за 2015–2021 гг.)**

Инсектицид	Экономические пороги вредоносности, экз./м <sup>2</sup>		
	при планируемой урожайности		
	30 ц/га	40 ц/га	50 ц/га
Биская, МД (0,3 л/га)	12,4	10,3	8,8
Эсперо, КС (0,15 л/га)	11,3	9,2	8,0
Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га)	14,7	10,6	9,6
Фастак, КЭ (0,1 л/га)	10,7	8,2	7,0

ности бобовой тли при различном уровне планируемой урожайности с учетом инсектицидов, под действием которых был получен достоверно сохраненный урожай зерна кормовых бобов. Выявлено, что ЭПВ бобовой тли при планируемой урожайности зерна кормовых бобов – от 30 до 50 ц/га составил: для системного препарата Биская, МД (0,3 л/га) – 16,4–11,8 особи/растение, комбинированных препаратов Эсперо, КС (0,15 л/га) – 12,3–9,0 ц/га и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) – 15,1–10,3, синтетического пиретроида Фастак, КЭ (0,1 л/га) – 10,3–7,4 особи/растение.



**Бобовая тля в посевах кормовых бобов**



**Посевы кормовых бобов после обработки инсектицидами**

**Таблица 5 – Зависимость урожайности кормовых бобов от численности бобовой тли (РУП «Институт защиты растений», полевые опыты)**

Год	Уравнение линейной регрессии	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (R <sup>2</sup> )	Коэффициент вредоносности, ц/га	Среднесуточная температура воздуха, °С	
					за июнь	± к норме
2015	Y = 34,85 – 0,560x	–0,92	0,85	0,48	18,9	+2,9
2016	Y = 33,24 – 0,870x	–0,32	0,10	0,09	16,7	+0,7
2017	Y = 32,57 – 0,577x	–0,25	0,06	0,04	15,5	–0,5
2018	Y = 33,23 – 1,017x	–0,26	0,07	0,07	17,1	+1,1
2019	Y = 37,03 – 0,362x	–0,77	0,59	0,21	19,7	+3,7
2020	Y = 33,41 – 0,403x	–0,89	0,79	0,32	20,5	+4,5
2021	Y = 33,93 – 0,227x	–0,91	0,82	0,19	19,9	+3,9

**Заключение**

В 2015–2021 гг. в агроценозе кормовых бобов доминантными вредителями, имеющими хозяйственное значение, являлись клубеньковые долгоносики (полосатый и щетинистый), которые в структуре фитофагов занимали 75,3–76,4 %, а также бобовая тля – 20,4–21,6 %.

При среднесуточной температуре воздуха в мае, близкой к норме, потери урожая при увеличении численности имаго клубеньковых долгоносиков на один экз./м<sup>2</sup> составляли 0,40 ц/га, при повышенном температурном режиме (+2,1...+4,4 °С к норме) – 0,59–0,97 ц/га, при низкой среднесуточной температуре (–1,5...–2,1 °С к норме) – 0,36–0,38 ц/га. ЭПВ клубеньковых долгоносиков с учетом различного уровня планируемой урожайности зерна кормовых бобов – от 30 до 50 ц/га составил: для системного препарата Биская, МД (0,3 л/га) – 12,4–8,8 экз./м<sup>2</sup>, комбинированных препаратов Эсперо, КС (0,15 л/га) – 11,3–8,0 и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) – 14,7–9,6, синтетического пиретроида Фастак, КЭ (0,1 л/га) – 10,7–7,0 экз./м<sup>2</sup>.

В 2016–2018 гг. при среднесуточной температуре воздуха в июне, близкой к норме, потери урожая при увеличении численности бобовой тли на одну особь/растение составляли 0,04–0,09 ц/га, при повышенном температурном режиме 2015 г. и 2019–2021 гг. – 0,19–0,48 ц/га. Отмечено, что ЭПВ бобовой тли с учетом различного уровня планируемой урожайности зерна кормовых бобов – от 30 до 50 ц/га составил: для системного препарата Биская, МД (0,3 л/га) – 16,4–11,8 особи/растение, комбинированных препаратов Эсперо, КС (0,15 л/га) – 12,3–9,0 и Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) – 15,1–10,3, синтетического пиретроида Фастак, КЭ (0,1 л/га) – 10,3–7,4 особи/растение. Следует отметить, что ЭПВ бобовой тли были рассчитаны в вариантах с инсектицидами, где был получен достоверно сохраненный урожай зерна культуры.

**Литература**

1. Защита кормовых бобов от вредных организмов в Республике Беларусь / А. А. Запрудский [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 37–46.
2. Jaworska, M. Potential of non-chemical control of broad bean (*Vicia faba* L.) against pests / M. Jaworska // Progress in plant protection / Inst. of plant protection; red.: S. Pruszyński, Jerzy

- J. Lipa, D. Wolna. – Poznań, 2004. – Vol. 44, № 2. – P. 755–757.
3. Dietrych-Szostak, D. Wpływ uszkodzeń powodowanych przez owady z rodziny *Bruchidae* na zawartość wybranych metabolitów wtórnych w nasionach bobiku i grochu / D. Dietrych-Szostak, I. Matłosz, W. Oleszek // Progress in plant protection / Inst. of plant protection; red.: S. Pruszyński, Jerzy J. Lipa, D. Wolna. – Poznań, 2002. – Vol. 42, № 2. – P. 706–708.
4. Ropek, D. Pest control in organic cultivation of faba bean / D. Ropek, B. Kulig // Progress in plant protection / Inst. of plant protection; red.: S. Pruszyński, Jerzy J. Lipa, D. Wolna. – Poznań, 2010. – Vol. 50, № 1. – P. 170–174.
5. Спахов, С. В. Вредители сои и кормовых бобов в условиях лесостепи Воронежской области и приемы ограничения их численности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.11 / С. В. Спахов; Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж, 2004. – 28 с.
6. Экологический мониторинг энтомокомплекса кормовых бобов в северной лесостепи Приобья / Е. Ю. Мармулева [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (101). – С. 51–56.
7. Давыдова, Н. В. Оптимизация фитосанитарного состояния посевов кормовых бобов в лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / Н. В. Давыдова. – Новосибирск, 2012. – 16 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5 изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Бойко, С. В. Видовой состав вредителей и болезней кормовых бобов в Беларуси / С. В. Бойко, А. А. Запрудский // Состояние и перспективы защиты растений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 45-летию со дня организации РУП «Институт защиты растений» (Минск – Прилуки, 17–19 мая 2016 г.) / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – С. 329–332.
10. Запрудский, А. А. Мониторинг фитосанитарной ситуации в посевах кормовых бобов / А. А. Запрудский, А. М. Ходенкова, Д. Ф. Привалов // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 3. – С. 31–35.
11. Фитосанитарное состояние агроценозов кормовых бобов в Республике Беларусь / А. А. Запрудский [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 5. – С. 28–31.
12. Запрудский, А. А. Защита кормовых бобов от доминантных вредителей в Республике Беларусь / А. А. Запрудский, Д. Ф. Привалов, А. М. Яковенко // Защита растений в условиях перехода к точному земледелию: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию со дня основания РУП «Ин-т защиты растений» (аг. Прилуки, 27–29 июля 2021 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр по земледелию, Ин-т защиты растений; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – С. 125–127.

УДК 633.854.54:632.93:631.53.01:632.4

**Влияние предпосевной обработки семян на распространенность и развитие болезней льна масличного**

С. И. Нехведович, научный сотрудник, Д. В. Войтка, кандидат биологических наук  
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 30.09.2021)

В статье представлены результаты исследований по влиянию предпосевной обработки на фитопатологическое состояние семенного материала льна масличного. Показано положительное влияние химических протравителей и биологических препаратов на посевные качества семян, снижение зараженности грибной

The article presents the research on the effect of pre-sowing treatment on the phytopathological state of oil flax seeds. The positive effect of chemical disinfectants and biological preparations on the sowing qualities of seeds, a decrease in the fungal infection, and a limitation of the prevalence and development of anthracnose has been shown.

инфекцией, ограничение распространенности и развития антракноза. Установлена хозяйственная эффективность применения препаратов для предпосевной обработки семян и сформирован ассортимент перспективных протравителей.

### Введение

Больные семена служат резервацией, источником возобновления и распространения многочисленных инфекций. Учитывая, что затраты на защиту растений в сельском хозяйстве находятся на втором месте после удобрений, они могут быть обоснованно снижены за счет обработки семян [12].

По данным Всероссийского научно-исследовательского института льна [6], в России ежегодно 8,0–12,0 % площадей льна засеваются непротравленными семенами, хотя протравливать их можно в любое время, начиная от засыпки семенных фондов и до сева. Установлено, что при влажности семенного материала не выше 12,0–13,0 % длительное воздействие протравителей не снижает их всхожесть и энергию прорастания и в то же время эффективно дезинфицирует. Кроме того, выполнение этой работы задолго до сева позволяет более тщательно провести данную операцию и снижает напряженность труда во время весенних полевых работ [12].

По данным И. А. Голуба [1], обработка семян льна-долгунца препаратом Витавакс 200 ФФ (2,0 л/т) способствовала повышению урожая льносоломы на 8,4 ц/га, льнотресты и льноволокна – на 10,6 ц/га. В исследованиях Л. П. Картавенковой [4], прибавка урожая льноволокна от применения вышеуказанного протравителя составила 12,3 ц/га, что явилось следствием повышения полевой всхожести в среднем за три года на 5,3 %. Н. А. Кудрявцев [5] в своей работе доказал, что обработка семян Артафитом, ВРК (полидиаллилдиметиламмоний хлорид, 100 г/л) в чистом виде снижала пораженность всходов антракнозом в среднем за 3 года в 25 раз, крапчатостью – в 22 раза, в смеси с ТМТД эффективность составляла до 100 %.

В Республике Беларусь для протравливания семян льна масличного зарегистрировано 5 химических препаратов, и только три из них обладают фунгицидной

*The economic efficiency of the use of preparations for pre-sowing seed treatment has been proved, and an assortment of promising seed disinfectants has been formed.*

активностью – Иншур перформ, КС; Вершина, КС и Ламадор, КС [3]. При этом фитопатологическая оценка семенного материала льна масличного показывает высокую инфицированность семян крапчатостью (до 60,0 %), бактериальной инфекцией (до 32,0 %) и грибами родов *Fusarium* (до 5,0 %), *Colletotrichum* (до 5,5 %), *Alternaria* (до 95,5 %), *Aspergillus* (до 88,5 %), *Penicillium* (до 15,0 %), *Cladosporium* (до 8,0 %), *Mucor* (до 8,5 %), *Rhizopus* (до 2,0 %) [11].

В связи с этим целесообразность предпосевной обработки семян льна масличного не вызывает сомнений, а учитывая пищевую и биологическую ценность льняного масла, для получения экологически чистой продукции необходимо включать в систему защиты культуры не только химические средства защиты растений, но и биологические.

Целью наших исследований была оценка роли химических и биологических препаратов для предпосевной обработки семян в снижении развития и распространения болезней льна масличного.

### Методика и объекты исследований

Исследования проводили в лабораторных и полевых условиях на базе РУП «Институт защиты растений» в 2013–2016 гг. Объектами исследований служили семена льна масличного сортов отечественной селекции, а также препараты для предпосевной обработки семян: Раксил, КС (тебуконазол, 60 г/л); Ламадор, КС (тебуконазол, 150 г/л + протиоконазол, 250 г/л); Кинто дуо, КС (триконазол, 20 г/л + прохлораз, 60 г/л); Витовт, КС (флутриафол, 25 г/л + тиабендазол, 25 г/л); ТМТД, ВСК (тирам, 400 г/л); Круйзер рапс, СК (тиаметоксам, 280 г/л + мефеноксам, 33,3 г/л + флудиоксонил, 8 г/л); Винцит форте, КС (флутриафол, 37,5 г/л + тиабендазол, 25 г/л + имазалил, 15 г/л); Витарос, ВСК (карбоксин, 198 г/л + тирам, 198 г/л); Иншур перформ, КС (пираклостробин, 40 г/л + триконазол, 80 г/л) и биопрепараты на ос-



Больные всходы льна масличного (семена не обработаны протравителем)



Антракноз на семядолях и корнях льна масличного



Здоровые всходы льна масличного (семена обработаны протравителем)

нове грибов-антагонистов: Триходермин-БЛ, титр не менее 6 млрд жизнеспособных спор/г (*Trichoderma viride* (*lignorum*), штамм Т 13–82) и препарат биологический Фунгилекс, Ж (*Trichoderma* sp., штамм D-11 БИМ F-457 Д).

Фитопатологическую экспертизу семян проводили во влажной камере на питательной среде картофельно-глюкозный агар (КГА) [10]. Зараженность семян болезнями оценивали в соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 12044-93 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями» [2].

Общую зараженность семян патогенами в процентах вычисляли согласно методике [7].

Почвы опытного участка дерново-подзолистые легкосуглинистые, рН – 5,5, содержание гумуса – 2,2 %. Агротехнические условия проведения испытаний – общепринятые для возделывания льна масличного в условиях центральной агроклиматической зоны Беларуси. Срок сева оптимальный, норма высева – 22 млн шт./га всхожих семян, способ сева рядовой, ширина междурядий – 12,5 см. Повторность опытов – 4-кратная, расположение деленок рендомизированное, размер деленок – 15 м<sup>2</sup>. Расход рабочей жидкости – 7 л/т семян.

Для учетов пораженности растений льна масличного основными болезнями использованы стандартные фитопатологические методики для льна-долгунца, оценку распространенности и развития болезней, расчет биологической эффективности проводили общепринятыми методами [8, 9].

### Результаты исследований и их обсуждение

Установлено, что в 2013 г. семена льна масличного в значительной степени были поражены крапчатостью (*Ozonium vinogradovi* Kudr.) – 80,5 % и плесневением (грибы-сапротрофы) – 0,5 %. Предпосевная обработка

химическими препаратами – Иншур перформ, КС (0,4 л/т), Кинто дуо, КС (2,5 л/т), ТМТД, ВСК (4,0 л/т) способствовала снижению общей инфицированности семян на 26,2–47,2 %, биологическими – Триходермин-БЛ (5,0 кг/т), Фунгилекс, Ж (2,5 л/т) – на 59,5–82,1 %.

При анализе эффективности протравителей биологическим методом на питательной среде КГА (для выявления фитопатогенных и сапротрофных контаминантов) установлено недостаточное снижение зараженности семян грибной инфекцией – биологическая эффективность препаратов варьировала от 22,8 до 38,9 %.

В 2014–2016 гг. проводили оценку эффективности различных норм расхода более широкого ассортимента препаратов. Предпосевная обработка посевного материала льна масличного химическими препаратами способствовала повышению лабораторной всхожести семян по сравнению с контролем на 1,5–11,0 %, полевой – до 24,5 %, биологическими – на 1,0–6,5 % и 3,3–19,8 % соответственно (таблица 1).

Установлено, что все испытанные протравители ингибировали семенную инфекцию, не проявляли фитотоксического действия, однако ни один из испытанных препаратов не смог полностью элиминировать семенных контаминантов (таблица 2).

В варианте без обработки зараженность семян в годы исследований варьировала от 33,0 до 94,0 %. Как более эффективные протравители отмечены Кинто дуо, КС (2,5 л/т), Ламадор, КС (0,4 л/т), Круйзер рапс, СК (1,2 л/т), ТМТД, ВСК (4,0 л/т) – 72,3 %. Препарат биологический Фунгилекс, Ж снижал общую зараженность семян микроинфекцией на 27,3–41,2 %. Варьирование показателя эффективности связано с высокой зараженностью семян различного рода грибными контаминантами, их развитием, отличавшимся по годам исследований, а также с особенностями строения семени льна масличного (способностью ослизняться).

Таблица 1 – Влияние протравителей на посевные качества семян льна масличного (метод влажной камеры)

Вариант	Норма расхода, л/т, кг/т	Посевные качества семян					
		лабораторная всхожесть			полевая всхожесть		
		± к контролю, %					
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Контроль (без обработки)	–	86,0*	89,0*	92,0*	64,3*	56,0*	64,2*
Иншур перформ, КС	0,4	+2,0	+5,0	+4,5	+10,0	+10,3	+1,1
ТМТД, ВСК	4,0	+2,0	+9,0	+5,0	+14,5	+24,5	+5,6
Витовт, КС	2,0	+5,0	+5,5	+5,0	+10,0	+6,5	+0,8
Винцит форте, КС	1,25	+5,5	+5,0	+5,0	+12,5	+4,3	+1,5
Витарос, ВСК	1,5	+2,0	+2,0	+1,5	+6,5	+4,0	0,0
Витарос, ВСК	2,0	+2,5	+2,0	+2,5	+10,0	+6,0	+1,5
Кинто дуо, КС	2,0	+7,0	+8,0	+8,0	+12,0	+4,5	+4,0
Раксил, КС	0,25	+5,0	+5,5	+5,0	+11,0	+12,0	+5,5
Ламадор, КС	0,4	+6,0	+7,0	+6,0	+12,0	+11,8	+6,0
Круйзер рапс, СК	1,0	+11,0	+8,0	+8,0	+11,2	+9,3	+12,0
Круйзер рапс, СК	1,2	+9,0	+7,0	+8,0	+15,7	+19,5	+15,5
Триходермин–БЛ	5,0	+1,0	+2,0	+1,0	+19,8	+15,0	+5,0
Фунгилекс, Ж	2,5	+5,0	+6,0	+5,5	+16,0	+14,3	+3,3
Фунгилекс, Ж	5,0	+6,0	+6,5	+6,5	+15,0	+15,5	+5,3

Примечание – В 2014–2015 гг. исследования проводили на сорте Брестский, в 2016 г. – на сорте Салют;

\*в контроле – всхожесть семян: лабораторная и полевая, %.

Предпосевная обработка семян льна масличного полностью не устраняла инфицированность посевного материала и не препятствовала проявлению болезней во время вегетации культуры. Так, показатели биологической эффективности по снижению развития антракноза были подтверждены значительными колебаниями, что обусловлено биологическими особенностями гриба – возбудителя болезни.

При наблюдении за развитием фитопатологической ситуации в посевах культуры антракноз был отмечен в макростадию льна «развитие листьев» (стадия

ВВСН-17) в виде оранжевых пятен на подсемядольном колене и корнях. В контроле было поражено антракнозом 49,0 % растений с развитием болезни 20,0 %, в эталоне (Иншур перформ, КС) – 35,0 % при развитии – 14,4 % (таблица 3).

В вариантах с применением препаратов пораженность растений антракнозом достигала 24,0–47,0 % при развитии болезни 8,0–19,3 %. Биологическая эффективность по снижению развития антракноза в эталоне составила 28,0 %. Лучшими вариантами были ТМТД, ВСК и биологический препарат Триходермин-БЛ с биологическим

**Таблица 2 – Влияние протравителей на инфицированность семян льна масличного грибными контаминантами**

Вариант	Норма расхода, л/т, кг/т	Инфицированность семян грибными контаминантами, %			Биологическая эффективность, %		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Контроль (без обработки)	–	68,0	94,0	33,0	–	–	–
Иншур перформ, КС	0,4	45,0	44,0	12,0	33,8	53,2	63,6
ТМТД, ВСК	4,0	32,0	26,0	25,0	52,9	72,3	24,2
Витовт, КС	2,0	30,0	44,0	13,0	55,9	53,2	60,6
Винцит форте, КС	1,25	31,5	90,0	25,0	53,7	4,3	24,2
Витарос, ВСК	1,5	32,0	53,0	25,0	52,9	43,6	24,2
Витарос, ВСК	2,0	31,0	50,5	23,5	54,4	46,3	28,8
Кинто дуо, КС	2,0	28,0	8,0	10,5	58,8	91,5	68,2
Раксил, КС	0,25	45,0	90,0	25,5	33,8	4,3	22,7
Ламадор, КС	0,4	28,0	39,0	13,0	58,8	58,5	60,6
Круйзер рапс, СК	1,0	44,5	88,0	10,5	34,6	6,4	68,2
Круйзер рапс, СК	1,2	31,0	59,0	10,0	54,4	37,2	69,7
Триходермин-БЛ	5,0	45,0	59,0	24,0	33,8	37,2	27,3
Фунгилекс, Ж	2,5	44,5	60,0	24,0	34,6	36,2	27,3
Фунгилекс, Ж	5,0	40,0	53,0	20,5	41,2	43,6	37,9

Примечание – В 2014–2015 гг. исследования проводили на сорте Брестский, в 2016 г. – на сорте Салют.

**Таблица 3 – Влияние протравителей семян на развитие антракноза льна масличного в период вегетации культуры**

Вариант	Норма расхода, л/т, кг/т	Развитие болезни, %				Биологическая эффективность, %			
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Контроль (без обработки)	–	20,0	9,5	15,6	41,7	–	–	–	–
Иншур перформ, КС	0,4	14,4	7,5	12,3	8,5	28,0	21,1	21,2	78,9
ТМТД, ВСК	4,0	8,0	3,5	6,5	16,8	60,0	63,2	58,3	59,7
Витовт, КС	2,0	×	5,5	6,3	23,9	×	42,1	59,6	42,7
Винцит форте, КС	1,25	×	5,8	7,0	25,0	×	38,9	55,1	40,0
Витарос, ВСК	1,5	×	5,5	6,3	24,3	×	42,1	59,6	41,7
Витарос, ВСК	2,0	×	3,4	4,6	11,0	×	64,2	70,5	73,6
Кинто дуо, КС	2,0	19,3	8,5	15,6	41,0	3,5	10,5	0,0	1,7
Раксил, КС	0,25	×	5,8	6,1	23,9	×	38,9	60,9	42,7
Ламадор, КС	0,4	×	3,4	4,6	8,4	×	64,2	70,5	79,9
Круйзер рапс, СК	1,0	×	4,8	6,7	16,8	×	49,8	57,1	59,7
Круйзер рапс, СК	1,2	×	4,3	3,4	8,4	×	43,4	78,2	79,9
Триходермин-БЛ	5,0	10,0	4,8	6,7	16,8	50,0	49,8	57,1	59,7
Фунгилекс, Ж	2,5	14,7	4,3	4,4	18,8	26,5	43,4	71,8	54,9
Фунгилекс, Ж	5,0	×	4,8	4,0	12,5	×	49,8	74,4	70,0

Примечание – В 2013–2015 гг. исследования проводили на сорте Брестский, в 2016 г. – на сорте Салют; «×» – исследования не проводили.

**Таблица 4 – Хозяйственная эффективность применения препаратов для предпосевной обработки семян льна масличного**

Вариант	Норма расхода, л/т, кг/т	Биологическая урожайность, ц/га семян				Сохраненный урожай, ц/га семян			
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Контроль (без обработки)	–	12,0	9,0	19,0	14,1	–	–	–	–
Иншур перформ, КС	0,4	13,0	10,0	24,0	15,0	1,0	1,0	5,0	0,9
ТМТД, ВСК	4,0	15,0	15,0	28,5	16,8	3,0	6,0	9,5	2,7
Витовт, КС	2,0	×	12,0	32,4	19,3	×	3,0	13,4	5,2
Винцит форте, КС	1,25	×	12,5	25,6	15,5	×	3,5	6,6	1,4
Витарос, ВСК	1,5	×	10,0	24,5	15,0	×	1,0	5,5	0,9
Витарос, ВСК	2,0	×	11,5	22,1	15,0	×	2,5	3,1	0,9
Кинто дуо, КС	2,0	15,0	12,0	23,9	16,0	3,0	3,0	4,9	1,9
Раксил, КС	0,25	×	16,0	26,4	16,8	×	7,0	7,4	2,7
Ламадор, КС	0,4	×	16,5	24,0	19,5	×	7,5	5,0	5,4
Круйзер рапс, СК	1,0	×	16,0	26,7	19,5	×	7,0	7,7	5,4
Круйзер рапс, СК	1,2	×	18,0	32,6	23,1	×	9,0	13,6	9,0
Триходермин-БЛ	5,0	13,0	11,5	28,5	15,5	1,0	2,5	9,5	1,4
Фунгилекс, Ж	2,5	12,1	16,0	28,4	16,3	0,1	7,0	9,4	2,3
Фунгилекс, Ж	5,0	×	17,0	32,4	22,0	×	8,0	13,4	7,9
НСР <sub>05</sub>		0,6	0,9	2,1	1,0				

Примечание – В 2013–2015 гг. исследования проводили на сорте Брестский, в 2016 г. – на сорте Салют; «×» – исследования не проводили.

ческой эффективностью 60,0 и 50,0 % соответственно. Высокий эффект проявили химические препараты Витарос, ВСК (2,0 л/т), ТМТД, ВСК (4,0 л/т), Ламадор, КС (0,4 л/т) и Круйзер рапс, СК (1,2 л/т). Следует отметить высокую эффективность биологических препаратов Фунгилекс, Ж (2,5–5,0 л/т) и Триходермин-БЛ (5,0 л/т) – 43,4–74,4 % и 49,8–59,7 % соответственно.

Все испытанные препараты способствовали сохранению урожая семян льна масличного до 13,6 ц/га к контролю (таблица 4).

Максимальный урожай семян был получен в 2015 г. в варианте с применением препарата Круйзер рапс, СК (1,2 л/т) – 32,6 ц/га.

### Выводы

Предпосевная обработка семян льна масличного является обязательным приемом и позволяет снизить инфицированность семян грибными контаминантами, оказать положительное влияние на посевные качества семян, повышая лабораторную и полевую всхожесть на 11,0 % и 24,5 % соответственно.

Наиболее эффективными из химических препаратов в снижении инфицированности семян грибными контаминантами являются Кинто дуо, КС (2,5 л/т), ТМТД, ВСК (4,0 л/т), Ламадор, КС (0,4 л/т) и Круйзер рапс, СК (1,2 л/т). Препарат биологический Фунгилекс, Ж снижал зараженность семян на 27,3–41,2 %.

Предпосевная обработка семян позволяет ограничить распространенность и развитие антракноза и защитить культуру на начальных этапах роста и развития. Самую высокую эффективность в снижении развития антракноза в период вегетации из химических препаратов показали Витарос, ВСК (2,0 л/т), ТМТД, ВСК (4,0 л/т), Ламадор, КС (0,4 л/т) и Круйзер рапс, СК (1,2 л/т), из биологических препаратов – Фунгилекс, Ж и Триходермин-БЛ (5,0 л/т).

### Литература

1. Голуб, И. А. Новые приемы в технологии возделывания льна-долгунца / И. А. Голуб, А. Н. Ермалович // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 3. – С. 17–21.
2. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. – М.: Стандартинформ, 2011. – 55 с.
3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. изд. / сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
4. Картавенкова, Л. П. Эффективность применения микроэлементов в хелатной форме и ростовых веществ на льне-долгунце / Л. П. Картавенкова, А. В. Лисов // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 4. – С. 35–37.
5. Кудрявцев, Н. А. Мониторинг вредных организмов в посевах льна и использование высокомолекулярного препарата Артафит для их контроля / Н. А. Кудрявцев, Л. М. Захарова, Л. А. Зайцева // Земледелие, агрохимия и почвоведение. – 2018. – № 2 (84). – С. 32–37.
6. Льноводство / А. Р. Рогаш [и др.] // Тр. ВНИИЛ. – М.: Колос, 1967. – 583 с.
7. Методические указания по инвентаризации болезней и микрофлоры льна и конопли / ВИР; под ред. Г. Г. Давидяна. – Л.: ВИР, 1979. – 199 с.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений»; подгот.: С. Ф. Буга [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
9. Методические указания по фитопатологической оценке устойчивости льна-долгунца к болезням / сост.: Н. И. Лошаковой [и др.] – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 52 с.
10. Наумова, Н. А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию / Н. А. Наумова. – Ленинград: Колос, 1970. – 208 с.
11. Нехведович, С. И. Фитосанитарное состояние посевного материала льна масличного / С. И. Нехведович // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: Л. И. Трепашко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Вып. 39. – С. 77–84.
12. Саскевич, П. А. Управление вредными организмами агроценозов льна-долгунца: монография. / П. А. Саскевич, С. Н. Козлов. – Горки: БГСХА, 2010. – 348 с.

## Эффективность фунгицидов в защите льна масличного от болезней в период вегетации

С. И. Нехведович, научный сотрудник  
Института защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 12.10.2021)

В статье представлены результаты исследований по изучению биологической, хозяйственной и экономической эффективности перспективных химических и биологических фунгицидов в защите льна масличного от доминирующих болезней (антракноза, фузариоза и септориоза) в период вегетации культуры. Установлено, что обработка посевов фунгицидами способствует снижению развития болезней на 22,1–100 % и сохранению от потерь урожая семян 0,3–24,2 ц/га.

In the article the results of researches on studying the biological, farming and economic efficiency of the perspective chemical and biological fungicides for oil flax protection against the dominant diseases (anthracnose, wilt of flax and septoria leaf spot) during crop vegetation are presented. It is determined that the fungicide treatment promotes the diseases development for 22,1–100 % and raising the crop yield for 0,3–24,2 cwt/ha.

### Введение

Потенциал биологической и хозяйственной продуктивности льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) в условиях Республики Беларусь как ценной технической культуры остается не использованным. Одной из серьезных причин, препятствующих получению стабильно высоких урожаев льна масличного, является широкое распространение болезней. Потенциальные потери льноводства от болезней составляют 27,0 % валового сбора урожая [7]. Проведенные ранее исследования показали, что решить проблему защиты льна от комплекса болезней только путем протравливания семян затруднительно. Связано это прежде всего с биологическими особенностями грибов, поражающих растения льна в течение всего вегетационного периода, и вызывающих такие болезни, как фузариозное увядание (*Fusarium oxysporum* v. *orthoceras* f. *lini* (Boll) Bilai), побурение (*F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. avenaceum* v. *herbarum* (Corda) Sacc.), антракноз (*Colletotrichum lini* Manns et Bolle), а также септориоз или «пасмо» (*Septoria linicola* (Speg.) Garass.), который наиболее вредоносен в поздних фазах вегетации [3]. К тому же ассортимент разрешенных к применению на льне масличном препаратов фунгицидного действия недостаточен. До 2016 г. в Республике Беларусь не было ни одного зарегистрированного фунгицида для применения на льне масличном, и только в 2016 г. в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» был включен препарат Феразим, КС (карбендазим, 500 г/л) против антракноза и пасмо [1]. Поэтому в задачу наших исследований, проводимых на протяжении 2013–2018 гг., входила оценка эффективности перспективных фунгицидов и биологических препаратов.

### Методика и объекты исследований

Изучение эффективности фунгицидов проводили в полевых условиях на базе РУП «Институт защиты растений» в 2013–2016 гг. в соответствии с методиками [2, 4]. Объектами исследований служили возбудители болезней растений льна масличного.

Агротехнические условия проведения испытания – общепринятые для возделывания льна масличного в республике. Уход за посевами в опытах заключался в протравливании семян инсектицидным протравителем Табу, ВСК

(1,0 л/т), некорневых подкормках микроэлементами: комплексное жидкое удобрение КомплеМет Лен (2,0 л/га) в фазе «елочка» (ВВСН 19–20) совместно с гербицидами против двудольных сорных растений – Гербитокс, ВРК (0,7 л/га) + Секатор турбо, МД (0,05 л/га), а также в фазе начала быстрого роста (ВВСН 30) совместно с гербицидом против однолетних и многолетних злаковых сорных растений – Фюзилад форте, КЭ (1,5 л/га). Стадии развития растений льна масличного приведены в соответствии со шкалой ВВСН [8].

В опытах изучали эффективность перспективных фунгицидов системного действия: Абакус ультра, СЭ (эпоксиконазол, 62,5 г/л + пираклостробин, 62,5 г/л); Рекс дуо, КС (эпоксиконазол, 187 г/л + тиофанат-метил, 310 г/л); Амистар экстра, СК (азоксистробин, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л); Понезим, КС (карбендазим, 500 г/л) и биопрепаратов на основе грибов-антагонистов: Триходермин-БЛ, титр не менее 6 млрд жизнеспособных спор/г (*Trichoderma viride* (Ignorum), штамм Т 13–82) и препарат биологический Фунгилекс, Ж (*Trichoderma* sp., штамм D-11 БИМ F-457 Д).

Обработку фунгицидами проводили одно- и (или) двукратно в фазах всходов (ВВСН 9–10) и интенсивного роста (ВВСН 33). Распространенность, развитие болезней, расчет биологической, хозяйственной и экономической эффективности фунгицидов осуществляли согласно общепринятым методикам [4]. Уборка – методом пробного снопа (биологическая урожайность).

Производственную проверку эффективности технологии защиты льна масличного от болезней проводили на базе ОАО «Воложинский льнокомбинат» Минской области в 2018 г. на площади 10 га.

### Результаты исследований и их обсуждение

В посевах льна масличного в вегетационные сезоны 2013–2016 гг. проявились такие болезни, как антракноз, фузариозное увядание и септориоз. Антракноз отмечен в период всходы – «елочка» (ВВСН 10–11). Установлено, что однократная обработка фунгицидами не снижала развитие антракноза на корнях, но препятствовала проявлению болезни на стебле. Следует отметить, что метеорологические условия вегетационного периода 2013 г. характеризовались достаточным количеством осадков и близкой к среднемноголетней температурой воздуха, что способствовало развитию болезней на льне

масличном. Так, в фазе интенсивного роста (стадия ВВСН 35) в контроле развитие антракноза достигало 15,8 %, в вариантах с применением фунгицидов показатель был намного ниже – 2,3–8,0 % (таблица 1).

Биологическая эффективность изучаемых препаратов по снижению развития антракноза в фазе интенсивного роста (ВВСН 35) составила в 2013 г. 49,4–85,4 %, в 2015 г. – 22,1–93,5 % и в 2016 г. – 77,1–92,5 %. В 2013 и 2014 г. препарат Понезим, КС (1,0 л/га) показал довольно низкую эффективность в контроле антракноза – 53,2 и 57,4 % соответственно (при развитии болезни в варианте без обработки – 15,8 и 17,6 %). Стабильно высокая эффективность против антракноза (85,8–93,5 %) была характерна для препарата Амистар экстра, СК (0,5 л/га).

В период проведения учета перед уборкой (созревание плодов и семян, ВВСН 83) из болезней были отмечены антракноз, септориоз и фузариоз. В 2013 г. распространенность септориоза в контрольном варианте достигала 90,6 % при развитии болезни 81,7 %, с применением препаратов – 66,4–96,0 % при развитии 45,3–59,0 %. Биологическая эффективность препаратов варьировала в 2013 г. от 27,8 % (Рекс дуо, КС и Понезим, КС) до 44,6 % (Абакус ультра, СЭ) и в 2015 г. – от 24,4 % (Абакус ультра, СЭ) до 48,8 % (Амистар экстра, КС). Биологическая эффективность изучаемых препаратов по снижению степени поражения растений льна масличного

антракнозом в 2013–2015 гг. составила 30,2–78,6 %. Лучшим вариантом по сдерживанию болезни был Амистар экстра, КС, биологическая эффективность которого составила 64,8–78,6 %.

Развитие фузариоза в 2013–2016 гг. носило депрессивный характер (до 4,7 %). К концу вегетации биологическая эффективность всех препаратов составила 42,6–100 %.

В связи с ограниченным периодом защитного действия фунгицидов против болезней представляло интерес изучить их эффективность при увеличении кратности обработок. В 2016 г. был проведен опыт с использованием двукратной обработки фунгицидами. Обработки проводили при проявлении первых признаков антракноза в период всходы – «елочка» (стадия ВВСН 10–11) и в фазе интенсивного роста (стадия ВВСН 33). Двукратная обработка посевов льна масличного фунгицидом Абакус ультра, СЭ снизила развитие антракноза на 83,3–92,6 %, Амистар экстра, СК – на 92,5–93,6 % и Рекс дуо, КС – на 91,6–93,4 %. Биологическая эффективность испытываемых препаратов в отношении септориоза составляла 81,9–84,8 %. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что двукратная обработка улучшает фитопатологическое состояние посевов, снижая развитие и распространенность болезней.

Установлено, что применение биологических препаратов Триходермин-БЛ и Фунгилекс, Ж путем опрыскивания

Таблица 1 – Эффективность фунгицидов в защите льна масличного от болезней

Вариант	Год	Норма расхода, л/га	Фаза интенсивного роста (стадия ВВСН 35)		Созревание плодов и семян (стадия ВВСН 83)					
			антракноз		антракноз		септориоз		фузариоз	
			Р, %	БЭ, %	Р, %	БЭ, %	Р, %	БЭ, %	Р, %	БЭ, %
Контроль	2013	–	15,8	–	14,0	–	81,7	–	4,7	–
	2014		17,6	–	17,8	–	29,5	–	0,0	–
	2015		23,1	–	38,1	–	4,1	–	0,0	–
	2016		31,5	–	49,8	–	62,0	–	0,9	–
Абакус ультра, СЭ	2013	0,5	5,5	65,2	7,0	50,0	45,3	44,6	0,0	100
	2015	0,5	3,5	84,8	15,4	59,6	3,1	24,4	0,0	–
	2016	0,5; 0,5	2,0	83,3	3,7	92,6	11,0	82,3	0,0	100
Рекс дуо, КС	2013	0,6	4,7	70,3	4,0	71,4	59,0	27,8	0,0	100
	2015		4,0	82,7	26,6	30,2	2,8	31,7	0,0	–
	2016		0,6; 0,6	1,0	91,6	3,3	93,4	11,2	81,9	0,0
Амистар экстра, СК	2013	0,5	2,3	85,4	3,0	78,6	49,7	39,2	0,0	100
	2015		1,5	93,5	13,4	64,8	2,1	48,8	0,0	–
	2016		0,5; 0,5	0,9	92,5	3,2	93,6	9,4	84,8	0,0
Понезим, КС	2013	1,0	7,4	53,2	6,0	66,3	59,0	27,8	2,3	51,1
	2014		7,5	57,4	8,0	55,1	20,3	31,2	0,0	–
Триходермин-БЛ	2013	2,0	4,7	70,3	5,0	64,2	×	×	2,7	42,6
	2015		17,7	23,4	15,0	60,6	×	×	0,0	–
Фунгилекс, Ж	2013	2,5	8,0	49,4	7,5	46,4	×	×	2,5	46,8
	2015		18,0	22,1	14,8	61,2	×	×	0,0	–
	2016	2,5; 2,5	7,2	77,1	22,7	54,8	6,6	9,6	0,0	100
	2013	5,0	4,7	70,3	6,5	53,6	×	×	2,0	57,4
	2015		17,7	23,4	12,0	68,5	×	×	0,0	–
	2016		5,0; 5,0	5,3	83,2	22,2	55,9	5,6	23,3	0,0

Примечание – Р – развитие болезни; БЭ – биологическая эффективность; исследования проводили на сортах Брестский и Илим; «×» – исследования не проводили.

растений в период вегетации культуры также способствовало снижению развития болезней и ограничивало их распространение. При применении Триходермина-БЛ и Фунгилекса, Ж развитие антракноза в фазе интенсивного роста варьировало в 2013 г. от 4,7 до 8,0 %, в 2015 г. – от 17,7 до 18,0, в 2016 г. – от 5,3 до 7,2 %, тогда как в контроле данный показатель составил 15,8–31,5 %. Исследования показывают, что при применении биопрепаратов биологическая их эффективность достигала в 2013 г. 70,3 %, в 2016 г. – 77,1–83,2 %. В фазе созревания плодов и семян (стадия ВВСН 83) использование биопрепаратов также положительно сказалось на стабилизации фитопатологической ситуации в посевах льна. Биологическая эффективность Триходермина-БЛ по снижению развития антракноза к концу вегетации варьировала от 60,6 до 64,2 %, а Фунгилекса, Ж – от 46,4 до 68,5 %.

Установлено, что в результате снижения развития болезней максимальная величина сохраненного урожая (24,2 ц/га) была получена в 2016 г. при применении препарата Фунгилекс, Ж (5,0 л/га) (таблица 2).

При производственной проверке эффективности технологии защиты льна масличного от болезней пороговый уровень развития антракноза (9,8 %) отмечен в начале фазы «елочка» (ВВСН 11), что послужило основанием к применению фунгицидов. К следующему учету (конец фазы «елочка», ВВСН 19) в варианте без применения

фунгицида было поражено антракнозом 86,1 % растений с развитием болезни 27,8 %, в вариантах с применением фунгицидов развитие болезни было значительно ниже и составляло 0,9–5,7 %. Поражение посевов септориозом и мучнистой росой носило депрессивный характер – 3,6 и 1,2 % соответственно.

Сохраненный урожай семян льна масличного был равен 2,2–3,7 ц/га (таблица 3). Чистый доход и уровень рентабельности составили: в варианте с препаратом Спирит, СК – 64,2 руб./га и 85,6 %; Амистар Экстра, КЭ – 182,81 руб./га и 104,8 %; Абакус ультра, СЭ – 315,08 руб./га и 150,0 %; Рекс дуо, КС – 148,63 руб./га и 104,16 %; Фунгилекс, Ж – 100,8 руб./га и 197,3 % соответственно.

### Выводы

Применение фунгицидов в период вегетации льна масличного способствует сдерживанию распространенности и развития болезней. В фазе интенсивного роста (ВВСН 35) наибольшей эффективностью (85,8–93,5 %) против антракноза обладает фунгицид Амистар экстра, СК. Препарат биологический Фунгилекс, Ж способствует снижению развития болезни на 22,1–77,1 %.

Однократное применение фунгицидов в период вегетации не всегда позволяет эффективно сдерживать распространенность и развитие антракноза и септориоза до периода уборки. Двукратная обработка посевов



**Фузариоз льна-масличного в период вегетации**



**Лен масличный (цветение) – двукратная обработка фунгицидами**



**Септориоз (пасмо) льна масличного в период вегетации**



**Лен масличный (созревание) – двукратная обработка фунгицидами**

**Таблица 2 – Хозяйственная эффективность применения фунгицидов на льне масличном**

Вариант	Год	Норма расхода, л/га	Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, ц/га семян	Сохраненный урожай, ц/га семян
Контроль	2013	–	5,8	18,8	–
	2014		6,0	9,4	–
	2015		6,8	20,8	–
	2016		6,0	12,2	–
Абакус ультра, СЭ	2013	0,5	7,7	20,8	2,0
	2015	0,5	7,6	28,0	7,2
	2016	0,5; 0,5	7,7	21,0	8,8
Рекс дуо, КС	2013	0,6	7,5	22,0	3,2
	2015	0,6	7,6	30,7	9,9
	2016	0,6; 0,6	7,6	22,0	9,8
Амистар экстра, СК	2013	0,5	7,0	20,8	2,0
	2015	0,5	7,0	29,0	8,2
	2016	0,5; 0,5	7,8	30,5	18,3
Понезим, КС	2013	1,0	6,4	19,1	0,3
	2014	1,0	6,8	18,3	8,9
Триходермин-БЛ	2013	1,0	7,1	19,8	1,0
	2015	1,0	7,1	20,0	0,0
Фунгилекс, Ж	2013	2,5	7,2	19,6	0,8
	2015	2,5	7,1	40,0	19,2
	2016	2,5; 2,5	6,9	29,7	17,5
	2013	5,0	7,3	21,0	2,2
	2015	5,0	7,2	45,0	24,2
	2016	5,0; 5,0	7,0	33,4	21,2
НСР <sub>05</sub>	2013		0,2	0,5	
	2014		0,2	2,5	
	2015		0,3	0,4–2,0	
	2016		0,2	5,0–10,3	

Примечание – В 2013–2015 гг. исследования проводили на сортах Брестский и Илим, в 2016 г. – на сорте Салют.

**Таблица 3 – Экономическая эффективность защиты льна масличного от болезней (производственный опыт, ОАО «Воложинский льнокомбинат», 2018 г.)**

Показатель	Препараты для предпосевной обработки семян					
	без фунгицида	Витарос, ВСК (2,0 л/т)				Фунгилекс, Ж (5,0 л/т)
		препараты для обработки растений в период вегетации				
		Спирит, СК (0,5; 0,5 л/га)	Амистар экстра, СК (0,5; 0,5 л/га)	Абакус ультра, СЭ (0,5; 0,5 л/га)	Рекс дуо, КС (0,6; 0,6 л/га)	Фунгилекс, Ж (5,0; 5,0 л/га)
Развитие антракноза (конец фазы «елочка»), %	27,8	5,0	1,1	0,9	2,2	5,7
Биологическая эффективность, %	–	82,0	96,0	96,8	92,0	79,5
Развитие септориоза, % (фаза бутонизации)	3,6	0,8	0,8	0,7	0,8	2,5
Биологическая эффективность, %	–	77,8	77,8	80,6	77,8	30,6
Урожайность, ц/га семян	6,6	9,2	9,3	10,3	8,8	9,4
Сохраненный урожай, ц/га семян	–	2,6	2,7	3,7	2,2	2,8
Стоимость затрат на защиту растений, руб./га	–	75,0	174,4	209,8	142,7	51,1
Чистый доход, руб./га	–	64,2	182,81	315,08	148,63	100,8
Уровень рентабельности, %	–	85,6	104,8	150,0	104,16	197,3

Примечание – Расчет произведен в ценах на 01.10.2018 при использовании маслосемян на пищевые цели.

льна масличного фунгицидом Абакус ультра, СЭ позволяет снизить развитие антракноза на 83,3–92,6 %, Амистар экстра, СК – на 92,5–93,6 %, Рекс дуо, КС – на 91,6–93,4 % и получить биологическую эффективность на уровне 81,9–84,8 %.

**Литература**

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. изд. / сост. А. В. Писkun [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Теоретические и методические инновации в учетах и прогнозах болезней, вредителей и сорняков льна в испытании против них нового высокомолекулярного препарата, способствующего фитосанитарной стабилизации льноводства /

Н. А. Кудрявцев [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3 (72). – С. 215–220.

4. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений»; подгот.: С. Ф. Буга [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
5. Саскевич, П. А. Управление вредными организмами агроценозов льна-долгунца: монография. / П. А. Саскевич, С. Н. Козлов. – Горки: БГСХА, 2010. – 348 с.
6. Защита посевов льна масличного от болезней и вредителей в условиях Южного Федерального округа РФ / В. Т. Пивень [и др.] // Масличные культуры. Науч.-техн. бюл. Всерос. науч.-иссл. инстит. масл. к-р. – 2011. – Вып. 1 (146–147). – С. 138–146.
7. Снижение вредоносности основных вредителей и болезней льна масличного в условиях центральной зоны Краснодарского края / В. Т. Пивень [и др.]. // Агро XXI. – 2011. – № 4–6. – С. 25–27.
8. Яровые масличные культуры / Под общей ред. В. А. Щербатова. – Мн.: ФУАинформ, 1999. – 288 с.

УДК 633.521:58.056

**Влияние метеорологических факторов на продуктивность и содержание масла в семенах льна масличного**

Е. Л. Андроник<sup>1</sup>, Е. В. Иванова<sup>1</sup>, Е. М. Минина<sup>2</sup>, Н. А. Дуктова<sup>3</sup>, кандидаты с.-х. наук

<sup>1</sup>Институт льна

<sup>2</sup>Гродненский государственный аграрный университет

<sup>3</sup>Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 22.09.2021)

В статье представлены результаты проведения полного факторного эксперимента (анализ Парето) по изучению условий получения высоких показателей продуктивности и содержания масла у линий льна масличного селекционного сортоиспытания. Из обзора литературы следует, что в климате республики с каждым годом все более ощутимы последствия глобальных климатических изменений, которые требуют усиления изучения и улучшения условий роста и развития растений в процессе онтогенеза. Дано описание климатических условий вегетационных периодов 2016–2019 гг. и их влияния на величину урожаев и масличности селекционных линий льна масличного. Установлено, что оптимальными значениями суммы среднесуточных температур и суммы осадков, при которых формируется масличность семян не ниже 38 % в сочетании с высокой продуктивностью, являются 270 °C – 285 °C и 340 мм – 450 мм соответственно.

*The article presents the results of a complete factorial experiment (Pareto analysis) in order to study the conditions for obtaining high productivity and oil content in flax lines of oilseed breeding variety testing. It follows from the literature review that the consequences of global climate changes are becoming more and more noticeable in the climate of the republic every year, which require increased study and improvement of plant growth and development conditions in the process of ontogenesis. The description of the climatic conditions of the growing seasons of 2016–2019 of the selection lines of oilseed flax and their influence on the value of yields and oil content is given. It was found that the optimal values of the sum of average daily temperatures and precipitation, at which the oil content of seeds is formed at least 38 % in combination with high productivity, are 270 °C – 285 °C and 340 mm – 450 mm, respectively.*

**Введение**

В настоящее время интенсификация сельскохозяйственного производства идет по двум путям: выведение новых сортов соответствующего уровня урожайности и качества продукции и разработка системы земледелия, агротехнических приемов. Направление по созданию новых сортов использует теоретические разработки моделей сортов с определенными признаками и свойствами, соответствующими высоким уровням урожая и его качества в заданных условиях среды. Второй путь направлен на изучение и улучшение условий роста и развития растений в процессе онтогенеза с целью получения высококачественного и высокого урожая.

Однако надо отметить, что эти направления тесно взаимосвязаны между собой, так как они опираются на знание окружающей среды, в которой растет и развивается растение [1].

Климат Республики Беларусь характеризуется как умеренно-континентальный с мягкой и влажной зимой и относительно прохладным солнечным летом, однако и в нем с каждым годом все более ощутимы последствия глобальных климатических изменений. В Беларуси отмечается самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений за последние 130 лет [2], особенность которого не только в небывалой его продолжительности, но и в более высокой температуре воздуха (за последние 25 лет она повысилась на

1,2 °С относительно климатической нормы). За последнее десятилетие в республике зафиксированы самая высокая абсолютная температура воздуха +38,9 °С (2010 г.) и самая высокая среднегодовая температура 8,8 °С (2019 г.).

Последствия изменения климата оказывают существенное влияние на сельское хозяйство, на которое приходится 40 % всего ущерба, наносимого неблагоприятными погодными явлениями [3]. Главными факторами внешней среды, первично воздействующими на развитие сельскохозяйственных отраслей (в том числе и льноводства), являются температура и влажность.

Лён масличный относится к культурам, предъявляющим к складывающемуся в период вегетации температурному режиму умеренные требования [4]. Продолжительность вегетационных периодов в зависимости от спелости и погодных условий северо-западной части республики составляет 70–110 суток. Вследствие интенсивного роста и относительно высокого транспирационного коэффициента (400–430), культура требовательна к влаге, но, благодаря развитой корневой системе, способна получать ее из глубоких горизонтов почвы [5–7].

Для прорастания семян льна необходимо около 140 % воды от их собственной массы. Это поясняется присутствием в них ослизняющего слоя, который впитывает из почвы воду и крепко её удерживает [8], в то время как за вегетацию в среднем для образования 1 т семян растения льна расходуют до 440 т воды [9].

В период всходы – конец фазы «ёлочка» отсутствие дождей не оказывает решающего значения на урожайность семян, однако с начала периода бутонизации и в течение последующих двух-трех недель до образования коробочек, растениям льна масличного необходимо достаточное количество осадков и их равномерное распределение для формирования высокого урожая семян [10]. Высокая температура воздуха (более 22 °С) в период цветения – зелёная спелость снижает высоту растений льна масличного, а при недостатке влаги в этот период снижается ветвление соцветия, уменьшается продолжительность цветения, формируются коробочки с низкой массой семян, снижается масличность.

Большинство селекционных экспериментов со льном, как правило, являются многофакторными и связаны с оптимизацией качества продукции, поиском оптимальных условий проведения опытов, разработкой наиболее рациональных подходов и т. д. Системы признаков, которые служат объектом селекционных исследований, очень часто являются весьма сложными. Несмотря на значительный объем выполняемых научно-исследовательских работ, из-за отсутствия реальной возможности достаточно полно изучать значительное число объектов селекционных исследований, многие решения принимаются на основании информации, имеющей случайный характер.

Решением данной проблемы могут стать статистические методы планирования эксперимента, предложенные английским статистиком Рональдом Фишером (конец 1920-х гг.), который впервые показал целесообразность одновременного варьирования всеми факторами в противостав широко распространенному однофакторному эксперименту [11].

Планирование эксперимента – это комплекс мероприятий, направленных на эффективную постановку опытов, основная цель которого – достижение максимальной точности измерений при минимальном количестве про-

веденных опытов и сохранении достоверности результатов. Важным достоинством планирования является универсальность, пригодность в огромном большинстве областей исследований [12].

Исходя из вышеизложенного, необходимость поиска пути, позволяющего изучить условия формирования высоких показателей продуктивности и содержания масла у генотипов льна масличного, является достаточно актуальным. Поэтому целью исследований стало проведение полного факторного эксперимента (анализ Парето) для изучения условий получения высоких показателей продуктивности и масличности у линий селекционного сортоиспытания.

### Методика проведения исследований

Объектом исследований являлись 19 селекционных линий льна масличного. Предметом исследований – данные по урожайности семян и содержанию масла, полученные в результате испытаний селекционных линий в питомнике селекционного сортоиспытания в севообороте лаборатории селекции льна масличного РУП «Институт льна» в 2016–2019 гг., а также среднесуточные температуры воздуха и сумма выпавших осадков вегетационных периодов этих лет.

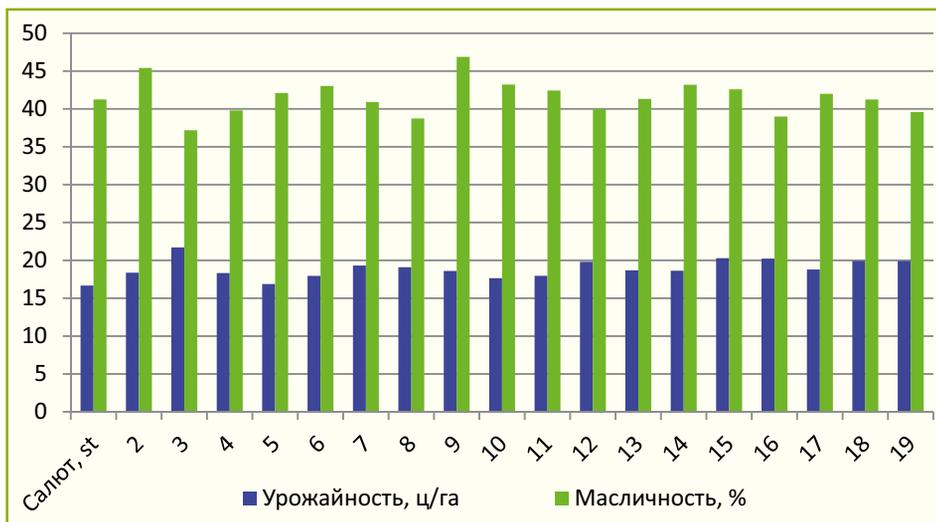
Агрохимические показатели почвенных участков, обработка почвы под посев льна масличного, уход и наблюдения за посевами отвечали требованиям технологического регламента и методике закладки полевых опытов со льном [13, 14].

Для определения оптимальных значений суммы среднесуточных температур и суммы осадков, при которых формируются семена льна с содержанием масла не ниже 38 % и продуктивностью не ниже 15 ц/га, использовали метод математического планирования полного факторного эксперимента ПФЭ 2<sup>2</sup> с помощью компьютерной системы планирования двухфакторного эксперимента STATGRAPHICS Centurion for Windows [15].

### Результаты исследований и их обсуждение

Для прохождения растением той или иной стадии развития необходим определенный комплекс внешних условий: влажность, температура воздуха, свет, минеральное питание. Метеорологические условия 2016–2019 гг. характеризовались колебаниями температуры и количества выпавших осадков по месяцам и годам исследований, вследствие чего масличность и урожайность семян селекционных линий варьировала в широких пределах (8,38 ц/га – 26,20 ц/га при НСР<sub>05</sub> – 4,15 ц/га и 35,3 % – 50,1 % при НСР<sub>05</sub> – 0,98 % соответственно) (рисунок 1).

Относительно тёплые погодные условия весной 2016 г. позволили вовремя провести весенние полевые работы (переход средней суточной температуры воздуха через +10 °С в сторону повышения произошел на северо-восточной части территории страны 25 апреля – 2 мая). Сухими месяцами за вегетационный период были май, июнь и август. В III декаде июня, при вступлении льна масличного в фазу бутонизации, наблюдали благоприятные погодные условия для формирования семенной продуктивности (индекс среды (*I<sub>j</sub>*) = +4,04). Средняя продуктивность линий питомника в 2016 г. была наибольшей за годы исследований (20,75 ц/га – 25,70 ц/га)



**Рисунок 1 – Семенная продуктивность и масличность селекционных линий льна масличного (2016–2019 гг.)**

с самым низким размахом варьирования (таблица 1), что свидетельствует о выравнивании фенотипов в условиях вегетации.

Однако в это же время происходило незначительное снижение накопления масла в семенах ( $I_j = -0,34$ ).

Условия вегетации в период посев – всходы в 2017 г. имели характерные особенности, связанные с недостатком осадков и резкого понижения температуры в I декаде мая. Это негативно сказалось на появлении всходов, они были растянуты во времени (до 12 суток). Растянутым был и период начало – конец цветения (от 7 до 13 суток).

Июньская температура воздуха 2017 г. соответствовала климатической норме. Сочетание оптимальной температуры воздуха в период бутонизации с небольшим количеством осадков (33 % от нормы), несмотря на их последующее чрезмерное выпадение (300 % от нормы) в виде проливных дождей в период формирования и созревания семян, позволили сформировать линиям питомника достаточно высокую урожайность семян (20,23–26,20 ц/га) с высоким содержанием масла в них (до 46,6 %).

На протяжении всего вегетационного периода 2018 г. наблюдались положительные аномалии температуры воздуха. 29–30 апреля, почти на месяц раньше своих обычных сроков, произошел переход средней суточной температуры воздуха через +14 °С в сторону более высоких значений. В результате аномально теплых и сухих III декады апреля и I декады мая со среднесуточной температурой выше климатической нормы на 1,5 °С и 6,7 °С соответственно и суммой осадков от 30 % до 0 % от нормы, сев линий селекционного питомника начали в конце I декады мая, а всходы отмечали на 7–8 сутки.

В июне – августе 2018 г. средняя температура воздуха составляла +18,9 °С, что на 1,6 °С выше нормы. Самым влажным месяцем периода вегетации был июль,

с выпавшими 153 мм осадков (191 % от месячной нормы), что в сочетании с сильными порывами ветра вызывало сильное полегание посевов льна масличного в период формирования и налива семян. При повышенных увлажнении почвы и температуре воздуха II и III декад июля происходило относительно медленное формирование семян. Условия года оказались неблагоприятными для формирования продуктивного ценоза ( $I_j = -3,41$ ) и накопления масла в семенах образцов сортоиспытания ( $I_j = -1,09$ ).

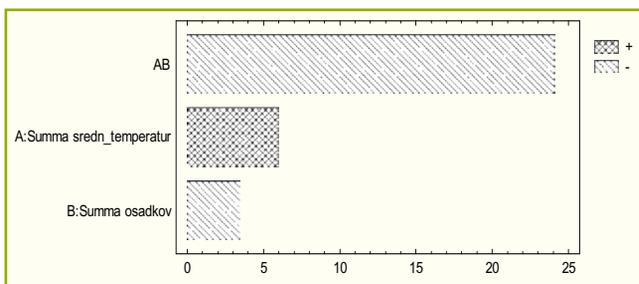
Температура воздуха в апреле – мае в 2019 г. находилась в пределах нормы. Отсутствие

осадков в III декаде апреля компенсировалось дождями в I декаде мая (240 % от нормы). Недостаток осадков в I и II декадах июля (быстрый рост – бутонизация) отрицательно отразился на формировании генеративных органов, обеспечивающих урожай семян ( $I_j = -4,26$ ). В результате произошло снижение числа коробочек на одном растении и количества семян в них.

При проведении полного факторного эксперимента ПФЭ 2<sup>2</sup> в качестве факторов были выбраны сумма среднесуточных температур и сумма осадков за вегетационный период 2016–2019 гг., а в качестве выходного показателя – семенная продуктивность льна (рисунок 2). Сумма средних температур за вегетационный период 2016–2019 гг. в среднем составила 263,6 °С, сумма осадков – 400,6 мм.

Анализ карты Парето показал распределение влияния факторов на выходной показатель. На семенную продуктивность льна наибольшее влияние оказывает совместное воздействие суммы среднесуточных температур и суммы осадков. С их увеличением семенная продуктивность уменьшается.

Вторым по значимости фактором является среднесуточная температура. С ее увеличением продуктивность



**Рисунок 2 – Карта Парето для семенной продуктивности льна масличного**

**Таблица 1 – Характеристика условий испытания генотипов льна масличного по индексу среды**

Показатель	1*	2**	1	2	1	2	1	2
	2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.	
$X_{cp} \pm \sigma$	22,94 ± 1,22	41,23 ± 2,54	22,52 ± 1,53	42,05 ± 2,36	15,48 ± 3,21	40,48 ± 2,40	14,63 ± 3,06	42,54 ± 2,82
$I_j$	4,04	-0,34	+3,62	+0,47	-3,41	-1,09	-4,26	+0,96

Примечание – \*1 – урожайность семян, ц/га; \*\*2 – масличность семян, %.

увеличивается. Третье по значимости влияние оказывает сумма выпавших осадков – их увеличение снижает семенную продуктивность, о чем свидетельствует знак «минус» на карте Парето.

При значениях суммы осадков 400,6 мм и суммы среднесуточных температур 263,6 °С семенная продуктивность составит 15,3 ц/га (рисунок 3).

Анализируя контурную диаграмму, можно выделить две области, в которых происходит увеличение семенной продуктивности: сочетание суммы среднесуточных температур в диапазоне 240 °С – 257 °С и суммы осадков – 420 мм – 460 мм в период вегетации или же 270 °С – 290 °С и 340 мм – 410 мм соответственно.

Анализ карты Парето содержания масла (рисунок 4) показал, что влияние факторов на выходной показатель распределилось следующим образом: на содержание масла в семенах льна наибольшее влияние оказывает среднесуточная температура (увеличение значений этого фактора приводит к уменьшению содержания масла).

Вторым по значимости фактором является совместное воздействие суммы среднесуточных температур и суммы осадков, с их увеличением увеличивается и содержание масла. Третье по значимости влияние оказывает сумма выпавших осадков – их увеличение снижает содержание масла, о чем свидетельствует знак «минус» на карте Парето.

При значениях суммы осадков (400,6 мм) и суммы среднесуточных температур (263,6 °С), которые были в среднем характерны для вегетационного периода 2016–2019 гг., содержание масла в семенах будет находиться в пределах 42 %

(рисунок 5). Снижение суммы среднесуточных температур (240 °С – 257 °С) и увеличение суммы осадков (390 мм – 450 мм) приведет к увеличению содержания масла. Увеличение суммы среднесуточных температур до 290 °С и снижение суммы осадков до 340 мм приведет к снижению содержания масла до 38 %, что является допустимым.

### Заключение

На основании полученных данных можно заключить, что семенная продуктивность льна масличного будет значительно снижаться при одновременном увеличении суммы среднесуточных температур и суммы осадков вегетационного периода. На содержание масла значительное отрицательное влияние оказывает в большей мере рост суммы средних температур вегетационного периода.

Оптимальными значениями суммы среднесуточных темпера-

тур и суммы осадков, при которых формируются семена льна с содержанием масла не ниже 38 % в сочетании с высокой продуктивностью, являются 270 °С – 285 °С и 340 мм – 450 мм соответственно.

### Литература

1. Галицкий, Г. Н. Влияние условий окружающей среды на накопление масла в семенах льна масличного и его качество / Г. Н. Галицкий, В. П. Шаманин // «Вестник НГАУ». – 2015. – № 2 (35). – С. 18–24.
2. Мельник, В. Что происходит с изменением климата в Беларуси? [Электронный ресурс] / В. Мельник // ПРООН в Беларуси. – Режим доступа: [https://www.by.undp.org/content/belarus/ru/home/presscenter/articles/agriculture\\_climate\\_change\\_belarus.html](https://www.by.undp.org/content/belarus/ru/home/presscenter/articles/agriculture_climate_change_belarus.html). – Дата доступа: 03.11.2020.
3. Корзун, О. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.
4. Лен Беларуси: монография / РУП «Белорусский НИИ льна»; под ред. И. А. Голуба. – Минск: ЦУП «Орех», 2003. – 245 с.

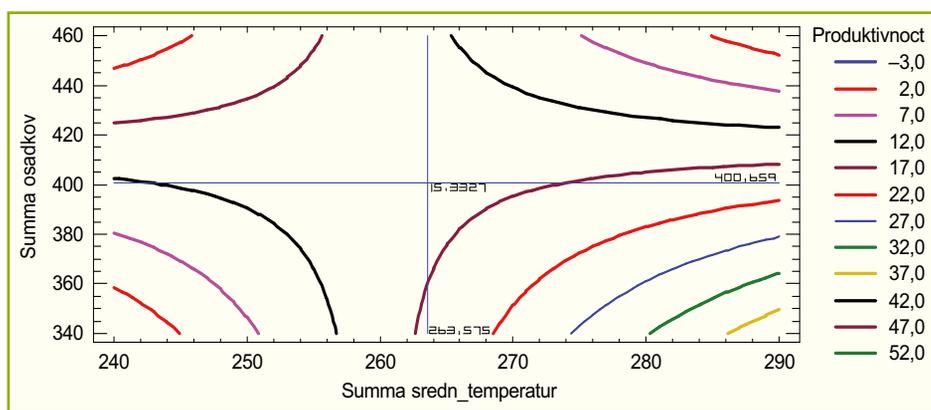


Рисунок 3 – Контурная диаграмма для семенной продуктивности льна масличного

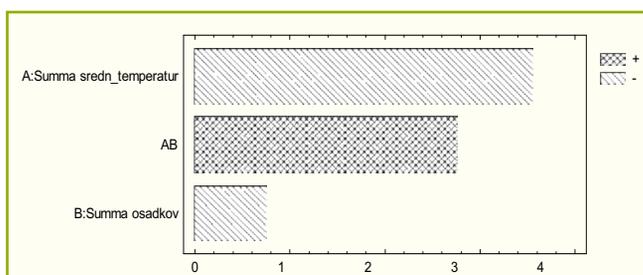


Рисунок 4 – Карта Парето для содержания масла в семенах льна

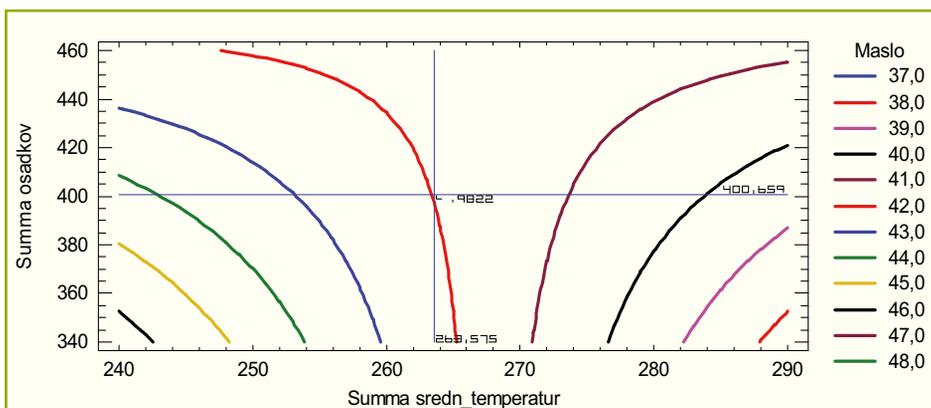


Рисунок 5 – Контурная диаграмма для содержания масла в семенах льна

5. Применение льняного масла холодного прессования в качестве лечебно-профилактического средства при атерогенном нарушении липидного обмена / В. Ф. Виноградов [и др.] // Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствования технологии возделывания и первичная переработка льна-долгунца. – Торжок, 2000. – С. 83–85.
6. Галкин, Ф. М. Лён масличный – перспективная рыночная культура для Северного Кавказа / Ф. М. Галкин, Л. Г. Рябенко // Главный агроном. – 2005. – № 5. – С. 77.
7. Дьяков, А. Б. Физиология и экология льна / А. Б. Дьяков. – Краснодар, 2006. – 224 с.
8. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного: методические рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 52 с.
9. Доронин, С. В. Лён-долгунец. Технология возделывания и селекции: монография / С. В. Доронин, С. Ф. Тихвинский. – Киров: Вятская ГСХА, 2003. – 112 с.
10. Лён масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Галкин Ф. М. [и др.] // РАСХН, ГНУ ВНИИМК. – Краснодар, 2008. – С. 30.
11. Хамканов, К. М. Основы планирования эксперимента: методическое пособие / К. М. Хамканов. – 2001, ВСГУТУ. – Улан-Удэ. – 94 с.
12. Никитина, М. А. Применение методов планирования эксперимента в технологических исследованиях / М. А. Никитина, В. Б. Крылова, Е. Б. Сусь // Все о мясе. – 2016. – № 1. – С. 14–17.
13. Возделывание льна масличного в Республике Беларусь / И. А. Голуб [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2017. – С. 666–682.
14. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.); под ред. Н. К. Лемешева. – Ленинград, 1988. – 29 с.
15. Кошак, Ж. В. Моделирование и оптимизация технологических процессов зерноперерабатывающей и хлебопекарной промышленности: учеб. пособие / Ж. В. Кошак, А. Э. Кошак. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 152 с.

УДК 633.521:631.527

## Генетическая паспортизация новых сортов льна-долгунца белорусской селекции с использованием молекулярных маркеров

В. З. Богдан<sup>1</sup>, кандидат с.-х. наук, В. А. Лемеш<sup>2</sup>, М. В. Богданова<sup>2</sup>, кандидаты биологических наук, Т. М. Богдан<sup>1</sup>, М. А. Литарная<sup>1</sup>, кандидаты с.-х. наук

<sup>1</sup>Институт льна

<sup>2</sup>Институт генетики и цитологии НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 14.09.2021)

Представлены результаты изучения генетического полиморфизма 9 сортов льна-долгунца, созданных в РУП «Институт льна»: Грант, Лада, Мара, Рубин, Маяк, Дукат, Талер, Алтын, Эверест с использованием SSR-маркеров. По микросателлитным ДНК-маркерам были идентифицированы пики на электрофореграмме, что позволило выявить генетическое разнообразие по уникальным локусам у новых сортов льна-долгунца. На основе выбранной системы маркеров, включающих 11 локусов с высоким уровнем информативности, составлены генетические паспорта новых сортов льна-долгунца. Полученные результаты исследований в дальнейшем будут способствовать повышению эффективности селекционной и семеноводческой работы по культуре льна, а также послужат механизмом защиты авторских прав.

*The results of the study of genetic polymorphism of 9 varieties of flax, created in Institute of Flax: Grant, Lada, Mara, Rubin, Mayak, Dukat, Taler, Altyn, Everest using SSR markers are presented. The peaks on the electrophoregram were identified using microsatellite DNA markers, which made it possible to identify genetic diversity by unique loci in new varieties of flax. On the basis of the selected system of markers, including 11 loci with a high level of informativeness, genetic passports of new varieties of flax have been compiled. The obtained research results will further contribute to improving the efficiency of breeding and seed-growing work on flax culture, as well as serve as a mechanism for copyright protection.*

### Введение

Лён-долгунец представляет собой уникальную культуру, потенциал которой необычайно велик для многих отраслей промышленности. Для отечественной текстильной промышленности льноволокно является практически единственным натуральным экологически чистым целлюлозным сырьем. Сопряженной продукцией при производстве льна-долгунца являются льносемена, представляющие сырье для получения льняного масла, содержащего в своем составе уникальный комплекс незаменимых жирных кислот Омега-3, Омега-6 и др.

Важная роль в повышении урожая и качества льнопродукции принадлежит сорту. Селекция льна-долгунца

в Республике Беларусь имеет богатый опыт и традиции успешного производства сортов с отличными потребительскими показателями. Некоторые из них (например, эталон по качеству волокна Оршанский 2) доминировали в посевах льносеющих республик бывшего СССР, широко использовались в селекционных учреждениях в качестве источников продуктивности, тонковолокнистости и других показателей, характерных для белорусских сортов [5].

Основной ресурсного материала для селекционного процесса является национальный генофонд льна-долгунца, включающий 628 образцов различного эколого-географического происхождения из 34 стран мира. На настоящем этапе развития селекции льна-долгунца

в РУП «Институт льна» основным методом создания сортов является внутривидовая гибридизация. Зачастую в схемы создания новых сортов включаются высокопродуктивные мутантные линии, созданные на основе химического и физического мутагенеза.

Из 18 сортов льна-долгунца селекции РУП «Институт льна», включенных в Государственный реестр (36 % всего сортимента), 8 сортов включены в течение 2014–2021 гг. [2]. В 2021 г. они занимали площадь возделывания 22,3 тыс. га или 53,1 % в структуре посевов льна-долгунца в республике.

Сорта льна-долгунца обычно не имеют ярко выраженных морфологических различий. Однако между собой они различаются по хозяйственно-биологическим показателям: урожайности, устойчивости к полеганию и болезням, содержанию и качеству волокна [3]. Кроме того, морфологические признаки имеют определенные ограничения, связанные с субъективностью в анализе признака. На них может оказывать влияние окружающая среда и элементы агротехники. Некоторые диагностические признаки проявляются только на конкретной стадии развития растения (цветения или созревания плода). По морфологическим признакам трудно различить сорта близкородственного происхождения.

Сложности, связанные с использованием морфологических признаков, приводят к необходимости поиска новых, более удобных и надежных методов идентификации сортов растений. Ими на полном основании могут стать молекулярные методы анализа генома. Особенно активно применение молекулярных маркеров в идентификации сортов развивается по видам растений со слабыми межсортными различиями: лен, рапс и др. [6].

В настоящее время для повышения эффективности процесса селекции льна наиболее рациональным считается применение высокоточных, быстрых и надежных молекулярно-генетических методов, основанных на использовании полимеразной цепной реакции (ПЦР). Наиболее эффективными для льна являются микросателлитные или SSR (Simple Sequence Repeats) маркеры, количество которых превышает 1300 [4]. Полученные на основании ДНК-маркеров данные можно использо-

вать для идентификации ценных генотипов, подбора родительских форм для скрещивания, маркирования отдельных генов и локусов растений, а также для пастеризации сортов и линий [8, 10].

Цель данных исследований – изучение генетического полиморфизма новых сортов льна-долгунца селекции РУП «Институт льна» с использованием SSR-маркеров и разработка на их основе генетических паспортов.

### Материал и методы исследований

В качестве материала для исследований были использованы 9 сортов льна-долгунца, созданных в РУП «Институт льна», из которых 8 (Грант, Лада, Мара, Рубин, Маяк, Дукат, Талер, Алтын) включены в Госреестр в течение 2014–2021 гг. и один (Эверест) проходит государственное сортоиспытание. Сорта, включенные в Госреестр, созданы методом гибридизации и индивидуального отбора с привлечением в качестве родительских компонентов лучших сортов отечественной селекции, а также географически отдаленных образцов (сорта Томской селекции, Западной Европы). Сорт Эверест мутантного происхождения, полученный в результате обработки семян образца Мелина химическим мутагеном азид натрия ( $\text{NaN}_3$ ) в концентрации 0,07 % при экспозиции 14 ч. и последующего индивидуального отбора.

Подготовку растительного материала и экстракцию ДНК проводили, используя Genomic DNA Purification Kit (Thermo Scientific™) по протоколу производителя. ДНК выделяли из листьев 7-дневных проростков индивидуальных растений, по 4 индивидуальных растения каждого сорта. Концентрацию ДНК измеряли с использованием нанофотометра NanoPhotometer® N50 (Implen, США) при длине волны 260 нм (ультрафиолетовый спектр).

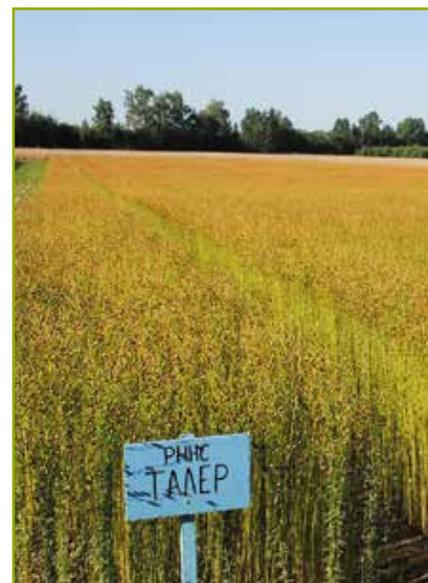
Анализ полиморфизма микросателлитов проводили с использованием ПЦР с флуоресцентно-мечеными праймерами. Праймеры были отобраны по литературным источникам [7, 9]. Так как в двух статьях разные праймеры имели одинаковые названия (Lu), праймерам



Цветение раннеспелого сорта Дукат



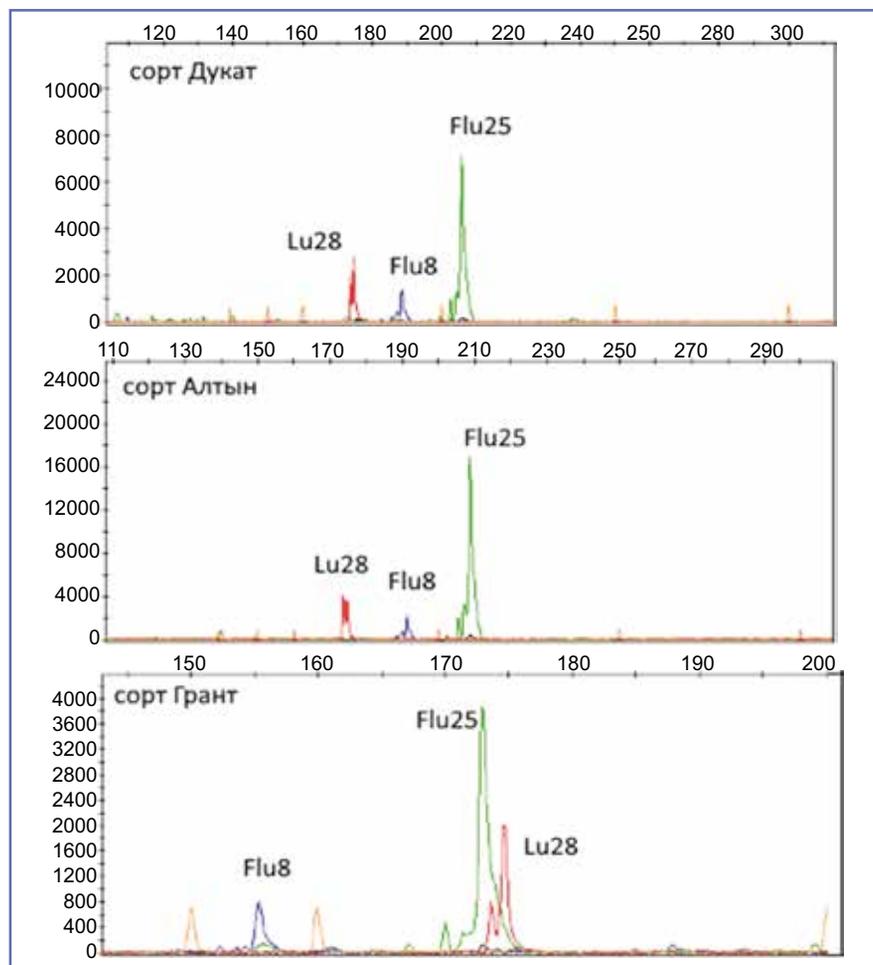
Цветение раннеспелого сорта Грант



Сорт Талер в фазе желтой спелости

Таблица 1 – Нуклеотидные последовательности использованных SSR-праймеров

Локус	Нуклеотидная последовательность праймеров (5' – 3')	Температура отжига (T <sub>m</sub> ), °C	Сигнал	Метка праймера
Lu3	F: CTTTTTTGAGTCACCAAGCC R: CGCTGGAGTCTGAATCCTAG	55	Green	R6G
Lu8	F: ACACCTTGCTATTAGCTACAAGAGAG R: CAGCATCCAGAGGTTCTCAC	55	Yellow	TAMRA
Lu13	F: TGTGCCAATAGCCATGTGAG R: GTATGGCTTCCATATGGGCTAAC	55	Red	ROX
Lu15	F: GGGTTATACATTGTTCTTCATTCCGG R: CAAGAGGAATGCAGGATGCC	55	Blue	FAM
Lu17	F: ATGATCGCATGAGCAAATTG R: GTTTGTGAGGTGACGGTGAG	55	Yellow	TAMRA
Lu21	F: CCGAGTCCGAAAGAATCTGG R: CAGCTCCATTGTTGTTCCC	55	Red	ROX
Lu23	F: CATGACCATGTGATTAGCATCG R: CATAGGAGGTGGGTTGCTGC	57	Green	R6G
Lu28	F: TCCAGCGAGTTTGGTGAG R: TGGAGGAACATAATTGTGGCAAG	55	Red	ROX
Flu7	F: CATCCAACAAGGGTGGTG R: GGAACAAGGGTAGCCATGA	58	Green	R6G
Flu8	F: TCCCGTAATATTCTATGTTCTTCC R: TGAGTTGACCTTACAAGACTCA	58	Blue	FAM
Flu25	F: TCTACAGAGTTCAATCCCGTAA R: GTTGGACCTTACAAGACTCACTG	58	Green	R6G



Результаты фрагментного анализа сортов льна-долгунца Дукат, Алтын и Грант по мультиплексному набору, включающему SSR-маркеры Lu28, Flu8 и Flu25

из статьи X. Deng [et al.] [7] были даны названия Flu (таблица 1).

Реакционная смесь объемом 25 мкл включала 25 нг геномной ДНК, по 0,25 мкМ прямого и обратного праймера, смесь для ПЦР 5x qPCRmix-HS (Евроген, РФ) и бидистиллированную воду.

ПЦР проводили в термоциклере MyCycler™ (Bio-Rad, США) в следующих условиях: 94 °C в течение 5 мин., 30 циклов с параметрами: денатурация при температуре 94 °C в течение 30 сек., отжиг праймеров в течение 45 сек. (температура отжига подбирается в зависимости от праймера), элонгация при 72 °C в течение 45 сек. Конечная элонгация при 72 °C 5 мин. Продукты амплификации денатурировали формамидом и разделяли методом капиллярного электрофореза на генетическом анализаторе ABI Prism 3500 (Applied Biosystems, США). Определение размеров аллелей осуществляли при помощи программного обеспечения GeneMapper v4.1. (Applied Biosystems, США), используя стандарт Orange DNA Size Standard (MCLAB, США).

**Результаты исследований и их обсуждение**

В ходе работы использовались праймеры с разными флуоресцентными метками для проведения мультиплексного фрагментного анализа. На рисунке представлены результаты фрагментного анализа сортов льна Дукат, Алтын и Грант по микросателлитным ДНК-маркерам Lu28, Flu8 и Flu25, которые вошли в один мультиплексный набор. Результаты представлены в рабочем интерфейсе программы GeneMapper 4.1.

Как видно из рисунка, для каждого из маркеров идентифицируются пики на электрофореграмме. Несмотря на близость диапазонов размеров фрагментов амплификации у маркеров Lu28 и Flu25 у сорта Грант, благодаря использованию разных флуоресцентных меток для данных маркеров (красный и зеленый цвет пиков), удается безошибочно их идентифицировать. В результате работы были получены SSR-фингерпринты для всех сортов, задействованных в работе. ДНК-фингерпринты приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, каждый из сортов обладает уникальным SSR-фингерпринтом. При этом очевидно, что маркеры проявили различ-

Таблица 2 – ДНК-фингерпринты сортов льна-долгунца селекции РУП «Институт льна» по 11 SSR-маркерам

Сорт	№ раст.	Аллели локусов										
		Lu15	Lu13	Lu3	Lu8	Lu17	Lu21	Lu23	Lu28	Flu7	Flu8	Flu25
Дукат	1.1	185:196	330:360	155	192	273	210	247	174	140	188	206
	1.2	185:196	330:360	158	192	273	210	247	174	140	188	206
	1.3	185:196	330:360	158	192	273	210	247	174	140	188	206
	1.4	185:196	330:360	155	192	273	210	247	174	140	188	206
Алтын	2.1	196	329:357	155	206	273	210	240	174	140	191	209
	2.2	196:196	329:357	155	206	273	210	240	174	140	191	209
	2.3	196:196	329:357	157	206	273	210	240	174	140	191	209
	2.4	196:196	329:357	155	206	273	210	240	174	140	191	209
Мара	3.1	198	329:358	156	206	273	210	240	174	140	189	206
	3.2	198	329:358	156	206	273	210	240	174	140	189	206
	3.3	198	329:358	156	206	273	210	240	174	140	189	206
	3.4	198	329:358	156	206	273	210	240	174	140	189	206
Маяк	4.1	186:198	330:362	156:162	207:215	274	210	240	174	150	190	206:214
	4.2	186:198	330:362	156:162	207:215	274	210	240	174	150	190	206:214
	4.3	186:198	330:362	156:162	207:215	274	210	242	174	140	190	206:214
	4.4	186:198	330:362	156:162	207:215	274	210	242	174	140	190	206:214
Грант	5.1	185:196	330:360	156	192	275	208	242	175	140	190	205
	5.2	185:196	330:360	156	192	275	208	244	175	140:150	155	173
	5.3	185:196	330:360	156	192	275	208	244	175	140:150	155	173
	5.4	185:196	330:360	156	192	275	208	244	175	140:150	155	173
Эверест	6.1	186:198	330:360	157:164	207	274	208	247	174	150	196:202	212:220
	6.2	198	330:360	157:164	207	274	210	247	174	150	196:202	212:220
	6.3	198	330:360	157:164	207	274	208	247	174	150	196:202	212:220
	6.4	198	330:360	157:164	207	274	210	247	174	150	196:202	212:220
Лада	7.1	186:198	330:362	158	206	277	210	250	174	140	188	206
	7.2	186:198	330:362	158	206	274	210	240:248	174	140:146	188	206:212
	7.3	186:198	330:362	158	206	277	210	250	174	140	188	206
	7.4	186:198	330:362	158	206	277	210	250	174	140	188	206
Талер	8.1	197	330:361	157	206	274	210	247	174	150	189	206
	8.2	197	330:361	157	206	274	210	247	174	150	189	206
	8.3	197	330:361	157	206	274	210	247	174	150	189	206
	8.4	197	330:361	157	206	274	210	247	174	150	189	206
Рубин	9.1	197	330:362	155	206	276	210	247	175	140	189	206
	9.2	197	330:362	155	206	276	210	247	175	140	189	206
	9.3	197	330:362	155	206	276	210	247	175	140	189	206
	9.4	197	330:362	155	206	276	210	242	175	140	195	212

ный уровень полиморфизма. Количество аллелей, выявленных по использованным в работе SSR-маркерам, варьировало от двух аллелей на локус – по маркерам Lu8, Lu21 и Lu28 до восьми аллелей на локус – по маркерам Lu15 и Flu8. Для оценки информативности использованных в работе SSR-маркеров рассчитали показатели количества эффективных аллелей и индекс информативности Шеннона (таблица 3).

Генетический паспорт растения должен содержать информацию о количестве и размере аллелей определенных локусов, характеризующих генотип данного сорта. Общие характеристики использованных микросателлитных маркеров, их полиморфизм и представленность в сортах льна-долгунца, включенных в Государственный реестр до 2012 г., были опубликованы нами ранее [1, 4]. Для идентификации и паспортизации новых сортов льна-долгунца было отобрано 11 локусов

Таблица 3 – Анализ информативности использованных SSR-маркеров

Локус	N*	Na	Ne	I
Lu3	36	4	3.789	1.358
Lu8	36	2	1.528	0.530
Lu15	36	8	4.596	1.782
Lu13	36	6	4.588	1.617
Lu17	36	5	3.429	1.402
Lu21	36	2	1.385	0.451
Lu23	36	6	3.933	1.512
Flu7	36	3	1.617	0.616
Lu28	36	2	1.528	0.530
Flu8	36	8	4.320	1.700
Flu25	36	6	2.922	1.384

Примечание – \*N – количество образцов в выборке, Na – количество аллелей, Ne – количество эффективных аллелей, I – индекс информативности Шеннона.

Таблица 4 – Генетические паспорта сортов льна-долгунца селекции РУП «Институт льна»

Сорт	Год включения в Госреестр	Генетический паспорт										
		A <sub>330,360</sub>	B <sub>185,196</sub>	C <sub>156</sub>	D <sub>192</sub>	E <sub>275</sub>	F <sub>208</sub>	G <sub>244</sub>	H <sub>175</sub>	I <sub>140,150</sub>	J <sub>155</sub>	K <sub>173</sub>
Грант	2014	A <sub>330,360</sub>	B <sub>185,196</sub>	C <sub>156</sub>	D <sub>192</sub>	E <sub>275</sub>	F <sub>208</sub>	G <sub>244</sub>	H <sub>175</sub>	I <sub>140,150</sub>	J <sub>155</sub>	K <sub>173</sub>
Лада	2015	A <sub>330,362</sub>	B <sub>186,198</sub>	C <sub>158</sub>	D <sub>206</sub>	E <sub>277</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>250</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>140</sub>	J <sub>188</sub>	K <sub>206</sub>
Мара	2016	A <sub>329,358</sub>	B <sub>198</sub>	C <sub>156</sub>	D <sub>206</sub>	E <sub>273</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>240</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>140</sub>	J <sub>189</sub>	K <sub>206</sub>
Рубин	2017	A <sub>330,362</sub>	B <sub>197</sub>	C <sub>155</sub>	D <sub>206</sub>	E <sub>276</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>247</sub>	H <sub>175</sub>	I <sub>140</sub>	J <sub>189</sub>	K <sub>206</sub>
Маяк	2017	A <sub>330,362</sub>	B <sub>186,198</sub>	C <sub>156,162</sub>	D <sub>207,215</sub>	E <sub>274</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>240,242</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>140,150</sub>	J <sub>190</sub>	K <sub>206,214</sub>
Дукат	2019	A <sub>330,360</sub>	B <sub>185,196</sub>	C <sub>155,158</sub>	D <sub>192</sub>	E <sub>273</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>247</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>140</sub>	J <sub>188</sub>	K <sub>206</sub>
Талер	2019	A <sub>330,361</sub>	B <sub>197</sub>	C <sub>157</sub>	D <sub>206</sub>	E <sub>274</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>247</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>150</sub>	J <sub>189</sub>	K <sub>206</sub>
Алтын	2021	A <sub>329,357</sub>	B <sub>196</sub>	C <sub>155,157</sub>	D <sub>206</sub>	E <sub>273</sub>	F <sub>210</sub>	G <sub>240</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>140</sub>	J <sub>191</sub>	K <sub>209</sub>
Эверест	в ГСИ	A <sub>330,360</sub>	B <sub>198</sub>	C <sub>157,164</sub>	D <sub>207</sub>	E <sub>274</sub>	F <sub>208,210</sub>	G <sub>247</sub>	H <sub>174</sub>	I <sub>150</sub>	J <sub>196,202</sub>	K <sub>212,220</sub>

с высоким уровнем информативности. Данная система маркеров достаточна для идентификации сортов льна.

Нами составлены генетические паспорта для всех исследованных сортов (таблица 4).

Паспорта представляют собой молекулярно-генетическую формулу, где каждому генетическому локусу соответствует буквенный код (A – Lu13, B – Lu15, C – Lu3, D – Lu8, E – Lu17, F – Lu21, G – Lu23, H – Lu28, I – Flu7, J – Flu8, K – Flu25), а индекс означает размер аллеля данного локуса. Выбранная система маркеров позволяет отличить генотипы льна друг от друга на молекулярном уровне.

### Заключение

Использование SSR-маркеров позволило выявить генетическое разнообразие по уникальным локусам конкретных новых сортов льна-долгунца. На основе выбранной системы маркеров, включающих 11 локусов с высоким уровнем информативности, составлены генетические паспорта новых сортов льна-долгунца, созданных в РУП «Институт льна». Это позволит в дальнейшем повысить эффективность селекционной работы, послужит механизмом защиты авторских прав, а также усилит контроль в семеноводстве культуры льна-долгунца.

### Литература

1. Богданова, М. В. Микросателлитный анализ сортов льна, включенных в Государственный реестр Республики Беларусь / М. В. Богданова // Актуальные проблемы генетики и молекулярной биологии в рамках фестиваля науки: материалы всероссийской молодежной конф. в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-

педагогические кадры инновационной России», Уфа, Россия, 24–28 сент. 2012 г. / ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ. – Уфа, 2012. – С. 17–25.

2. Государственный реестр сортов / отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2021. – С. 46–47.
3. Лен – прядильная и масличная культура: учеб. пособие / В. А. Зубцов [и др.]. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2017. – 304 с.
4. Полиморфизм микросателлитных локусов льна (*Linum usitatissimum* L.) как основа генетической паспортизации сортов / В. А. Лемеш [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 2013. – Т. 57, № 2. – С. 74–78.
5. Самсонов, В. П. Сорт – важнейший фактор повышения эффективности льноводства / В. П. Самсонов, В. З. Богдан // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 6. – С. 78–80.
6. Семашко, Т. В. Современное развитие методологии использования молекулярных маркеров в испытании сортов на отличимость, однородность и стабильность (ООС) / Т. В. Семашко, В. А. Бейня // Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы: (к 100-летию со дня рождения академика Н. В. Турбина): Международная научная конференция: мат. конф., 8–11 октября 2012 г. – Минск, 2012. – С. 100.
7. Isolation and characterization of polymorphic microsatellite markers from flax (*Linum usitatissimum* L.) / X. Deng [et al.] // African Journal of Biotechnology. – 2011. – V.10, № 5. – P. 734–739.
8. Development of genomic simple sequence repeat markers for linseed using next-generation sequencing technology / S. M. Kale [et al.] // Mol. Breed. – 2012. – V. 30, № 1. – P. 597–606.
9. Polymorphic microsatellite loci in *Linum usitatissimum* / C. Roose-Amsaleg [et al.] // Mol. Ecol. Notes. – 2006. – V. 6, № 3. – P. 796–799.
10. Characterization of novel genetic SSR markers in *Linum usitatissimum* (L.) and their transferability across eleven *Linum* species [Electronic resource] / B. J. Soto-Cerda [et al.] // Electron. J. Biotechnol. – 2011. – V. 14, № 2. – Mode of access: <http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/v14n2-6/1285>. – Date of access: 07.12.2019.

УДК [635.11+635.132]:631.531.027.2

## Влияние дражирования семян на всхожесть и урожайность моркови столовой

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

(Дата поступления статьи в редакцию 17.08.2021)

В статье представлены результаты исследований по влиянию защитно-стимулирующих составов драже семян моркови столовой на всхожесть, урожайность и товарность продукции.

The article presents the results of studies on the effect of protective-stimulating compositions of table carrots on germination, yield and marketability of products.

### Введение

Дражирование – создание гранул наращиванием вокруг семян смесей питательных, защитных и стимулирующих веществ. Это комплексный прием, который включает нанесение на семена инертных органических и минеральных веществ с целью получения равномерной шарообразной формы каждого семени. Такой процесс обработки семян в зарубежной литературе называется пеллетированием (pelleting), коатированием (coating), пиллированием (pilliering), дражированием [4].

Дражирование семян используют для получения равномерных всходов, для размещения растений на заранее заданное расстояние при рядовом севе сеялками для мелкосемянных культур. За счет дражирования увеличиваются размеры и масса семян, улучшается их сыпучесть. Сев дражированными калиброванными семенами делает возможным точный высев и тем самым исключает необходимость прореживания, уменьшая затраты труда по уходу за посевами на 15–20 %. Кроме того, сев дражированными семенами позволяет в 1,5–2 раза и более снизить расход семян. В гранулу можно включать необходимые микроэлементы, фунгициды, инсектициды [3, 6].

В нашей стране особенно широко применяют дражирование семян сахарной свеклы. В семеноводстве

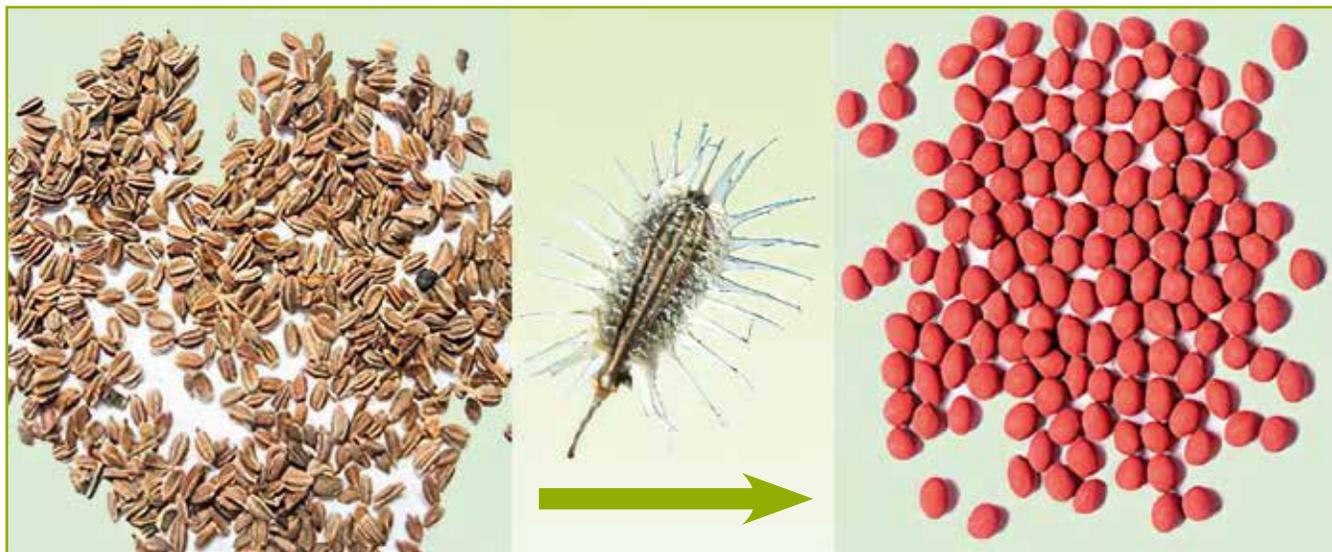
овощных культур этот прием используется ограниченно. До недавнего времени основным наполнителем для драже служил торф. Как показали исследования кафедры овощеводства МСХА, торф можно использовать при недостатке влаги в почве, при ее избытке семена резко снижают полевую всхожесть [1].

Дражировать целесообразно только семена с исходной всхожестью не ниже 95 %. Перед обработкой семена следует продезинфицировать и откалибровать, что облегчит получение более выравненного по размеру драже. Иначе эффект может быть обратный. Слишком большой размер драже задерживает прорастание и снижает всхожесть семян, кроме того, в более крупных драже семена задыхаются. Оптимальные размеры получаемых драже должны быть в пределах: 3–4 мм – для мелких семян, 5–6 мм – для средних семян, 7–10 мм – для крупных семян.

Цель работы – разработать рецептурный композиционный состав защитно-стимулирующих препаратов для дражирования семян моркови столовой, обеспечивающий повышение энергии прорастания семян, всхожесть, урожайность и качество продукции.

### Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт овощеводства», расположенном в агрогородке



Прорастание гранулированных семян моркови



Полевая всхожесть гранулированных семян моркови

Самохваловичи Минского района, в 2016–2018 гг. Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями:  $pH_{KCl}$  – 6,2, содержание гумуса – 2,4–2,5 %, содержание подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – 248 и 152 мг/кг почвы соответственно.

Объектами исследований являлись: семена моркови столовой сорта Лявоніха, физиологически активные соединения, протравители.

Физиологически активные соединения применяли в следующих дозах: Гисинар-М (0,5 л/т), КомплеМет (1,5 л/т, 3 л/т), Тосагум комплекс (3 л/т), Наноплант-8 (0,25 л/т, 0,5 л/т), Фотомест (5 кг/т), Элегум комплекс (2 л/т). Протравители использовали в рекомендуемых нормах: Престиж, КС – 100 мл/кг семян, ТМТД, ВСК – 10 л/т семян.

Наблюдения и учеты проводили согласно «Методике полевого опыта» Б. А. Доспехова [2] и «Методике полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» В. Ф. Белика [5]. Полученные в результате проведения исследований данные подвержены статистической обработке дисперсионным методом по Б. А. Доспехову [2] с использованием программы Microsoft Excel.

### Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлены эффективные защитно-стимулирующие составы (ЗСС) для дражирования семян моркови столовой.

Наибольшие показатели энергии прорастания – 77,6 % и 78,0 % отмечены у семян моркови столовой, обработанных комплексами Гисинар-М (0,5 л/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг) и Фотомест (5 кг/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг), что на 15,0 % и 15,6 % выше, чем в контроле (67,5 %).

Несколько меньшая энергия прорастания (76,8 % и 77,2 %) отмечена у семян моркови столовой при включении в дражированный состав комплексов Гисинар-М (0,5 л/т) + КомплеМет (1,5 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг) и Фотомест (5 кг/т) + КомплеМет (1,5 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг), что выше контроля на 13,8 % и 14,4 % соответственно. В варианте дражирования семян моркови без добавления ЗСС и с добавлением только протравителя системного действия Престиж наблюдалось уменьшение энергии прорастания на 3,7 % и 6,7 % по сравнению с контролем без дражирования семян (таблица 1).

При изучении влияния дражирования семян моркови столовой на полевую всхожесть лучше себя зарекомендовали составы защитно-стимулирующих препаратов Престиж, КС (100 мл/кг) + Фотомест (5 кг/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т) и Престиж, КС (100 мл/кг) + Фотомест (5 кг/т) + КомплеМет (1,5 л/т). При обработке семян этими составами полевая всхожесть моркови столовой повысилась на 8,7–11,2 % по сравнению с контролем (таблица 2).

Наибольшая урожайность корнеплодов моркови столовой – 50,2–51,8 т/га получена по вариантам: Престиж, КС (100 мл/кг) + Гисинар-М (0,5 л/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т), Престиж, КС (100 мл/кг) + Фотомест (5 кг/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т). Прибавка урожая составила 12,1–13,7 т/га или 32–36 % при товарности столовых корнеплодов 79–80 %. Внесение в драже семян композиции препаратов Престиж, КС (100 мл/кг) + Гисинар-М (0,5 л/т) + КомплеМет (1,5 л/т) снизило урожайность на 3,0–4,6 т/га и товарность на 2–3 % по сравнению с урожайностью и товарностью в указанных выше вариантах (таблица 3).

Экономическая эффективность производства овощных культур и, в частности, столовых корнеплодов определяется товарностью продукции.

**Таблица 1 – Влияние защитно-стимулирующих составов на энергию прорастания дражированных семян моркови столовой**

Вариант	Семена моркови столовой	
	энергия прорастания, %	± к контролю, %
Контроль (без дражирования семян)	67,5	–
Контроль (дражирование без ЗСС)	65,0	–3,7
Контроль (дражированные семена) + Престиж, КС (100 мл/кг)	63,0	–6,7
Элегум комплекс (2 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг)	71,0	5,2
Тосагум комплекс (3 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг)	70,0	3,7
Наноплант-8 (0,5 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг)	73,0	8,1
Гисинар-М (0,5 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг)	74,6	10,5
КомплеМет (3 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг)	72,5	7,4
Фотомест (5 кг/т) + Престиж, КС (100 мл/кг)	75,0	11,1
Гисинар-М (0,5 л/т) + ТМТД, ВСК (10 л/т)	71,4	5,8
Фотомест (5 кг/т) + ТМТД, ВСК (10 л/т)	71,8	6,4
Гисинар-М (0,5 л/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг)	77,6	15,0
Фотомест (5 кг/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг)	78,0	15,6
Гисинар-М (0,5 л/т) + КомплеМет (1,5 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг)	76,8	13,8
Фотомест (5 кг/т) + КомплеМет (1,5 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг)	77,2	14,4
НСР <sub>05</sub>	0,52	

**Таблица 2 – Влияние многокомпонентных защитно-стимулирующих составов для дражирования семян моркови столовой на полевую всхожесть**

Вариант	Полевая всхожесть, %			
	через количество дней от начала появления всходов			
	5	7	9	11
Престиж, КС (100 мл/кг) – фон (контроль)	8,9	15,2	31,3	49,2
Фон + Гисинар-М (0,5 л/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т)	10,4	17,3	38,8	58,3
Фон + Гисинар-М (0,5 л/т) + КомплеМет (1,5 л/т)	10,8	17,2	38,6	53,8
Фон + Фотомест (5 кг/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т)	12,8	18,9	42,4	60,4
Фон + Фотомест (5 кг/т) + КомплеМет (1,5 л/т)	11,9	18,4	41,7	57,9

Примечание – Сев моркови столовой 07.05, появление всходов – 24.05.

**Таблица 3 – Урожайность корнеплодов моркови столовой в зависимости от защитно-стимулирующих составов драже**

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Товарность, %
		т/га	%	
Престиж, КС (100 мл/кг) – фон (контроль)	38,1	–	–	74
Фон + Гисинар-М (0,5 л/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т)	50,2	12,1	32	79
Фон + Гисинар-М (0,5 л/т) + КомплеМет (1,5 л/т)	47,2	9,1	24	77
Фон + Фотомест (5 кг/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т)	51,8	13,7	36	80
Фон + Фотомест (5 кг/т) + КомплеМет (1,5 л/т)	49,6	11,5	30	78
НСР <sub>05</sub>	0,88			0,52

Наибольший выход товарных корнеплодов моркови столовой отмечен при использовании защитно-стимулирующих комплексов в драже семян по вариантам: Престиж, КС (100 мл/кг) + Гисинар-М (0,5 л/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т) и Престиж, КС (100 мл/кг) + Фотомест (5 кг/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т) – 81 и 82 % соответственно, что на 3–4 % выше данного показателя (78 %) в варианте с протравителем Престиж, КС (100 мл/кг) (таблица 4).

**Таблица 4 – Влияние защитно-стимулирующих составов для дражирования семян моркови столовой на выход товарных корнеплодов**

Вариант	Выход корнеплодов, %	
	товарных	нетоварных
Престиж, КС (100 мл/кг) – фон (контроль)	78	22
Фон + Гисинар-М (0,5 л/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т)	81	19
Фон + Гисинар-М (0,5 л/т) + КомплеМет (1,5 л/т)	79	21
Фон + Фотомест (5 кг/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т)	82	18
Фон + Фотомест (5 кг/т) + КомплеМет (1,5 л/т)	80	20
НСР <sub>05</sub>	0,48	0,52

### Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что самая высокая энергия прорастания – 78,0 % отмечена у семян моркови столовой, дражированных комплексом Фотомест (5 кг/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг), и 77,6 % – у семян, обработанных комплексом Гисинар-М (0,5 л/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т) + Престиж, КС (100 мл/кг).

Наибольшая урожайность корнеплодов моркови столовой – 50,2–51,8 т/га получена по вариантам Престиж, КС (100 мл/кг) + Гисинар-М (0,5 л/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т) и Престиж, КС (100 мл/кг) + Фотомест (5 кг/т) + Наноплант-8 (0,25 л/т). Прибавка урожая составила 12,1–13,7 т/га или 32–36 % при товарности корнеплодов 79–80 %.

### Литература

- Алексейчук, Г. Н. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки / Г. Н. Алексейчук, Н. А. Ламан. – Минск: Право и экономика, 2005. – 48 с.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

- Кабашникова, Л. Ф. Способ ранней диагностики эффективности многокомпонентных капсулирующих составов для обработки семян: метод. указания / Л. Ф. Кабашникова. – Минск, 2003. – 31 с.
- Лудилов, В. А. Семеноводство овощных и бахчевых культур / В. А. Лудилов. – М.: Глобус, 2000. – 256 с.
- Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР, Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и бахчеводства; под ред. В. Ф. Белика, Г. Л. Бондаренко. – М., 1979. – 210 с.
- Мухин, В. Д. Рекомендации по барботированию и дражированию семян / В. Д. Мухин. – М.: ВНИПТИХИМ, 1984. – 26 с.



## Талантлива во всем

глава из книги «Земледельцы»\*, \*\*  
(посвящена Тамаре Никандровне Кулаковской\*\*\*)

*Теоретическое наследие академика Т. Н. Кулаковской огромно – более 400 печатных работ, в том числе 4 монографии и 60 книг и сборников, изданных под ее редакцией. Ее талант и трудоспособность поразительны. К тому же еще надо добавить тридцать кандидатов наук, выполнивших и защитивших диссертации под руководством Тамары Никандровны, которые творчески развивают ее учение о повышении плодородия почв. Невозможно переоценить большой вклад Т. Н. Кулаковской в развитие почвенно-агрохимической науки и сельского хозяйства Беларуси. Мне представляется, что ее монографии еще многие годы будут настольными книгами ученых и специалистов практиков не только у нас, но и за пределами республики. Знакомство с научными публикациями в России, Украине и других странах вызывает удовлетворение, что многие исследователи в области почвоведения и агрохимии на постсоветском пространстве продолжают ссылаться на ее работы. Богатый событиями жизненный путь Тамары Никандровны Кулаковской, ее научные достижения детально описаны в научных изданиях, публицистике, их можно найти даже в интернете. Но с каждым годом все меньше остается в жизни людей, которые были лично знакомы с этим прекрасным человеком и могут донести свои впечатления до молодых поколений.*



Мне посчастливилось 22 года работать рядом, под руководством Тамары Никандровны. Я ее помню и кандидатом наук, и доктором, и академиком. И каждый раз испытывал при встрече одновременно два чувства: восхищения необыкновенно красивым и талантливым человеком и ощущение мощного потока доброй энергии.

В 1964 году я поступил в аспирантуру НИИ почвоведения и был прикреплен к отделу почвенного питания растений, возглавляемому кандидатом наук Т. Н. Кулаковской. Мой научный руководитель в аспирантуре академик Иван Степанович Лупинович умер, когда у меня не было написано ни строчки диссертации. Я пришел к Тамаре Никандровне и думал, как попросить о помощи. Но она сама предложила помочь составить план диссертации, а затем тщательно исправляла и отредактировала рукопись работы. Организаторский талант и щедрость были постоянным свойством души Тамары Никандровны и проявлялись во всем. Например, она не могла просто подсказать, как лучше заложить опыт. Несмотря на занятость, садилась и детально расписывала схему или приносила редкую книгу, нужную статью.

Особое внимание она уделяла теоретическому уровню исследований. На производственных совещаниях решались не только текущие вопросы, но заслушивались и обсуждались обзоры литературы, которые периодически поручались научным сотрудникам и аспирантам. Удивлял и нетипичный для того времени демократический стиль руководства. Прежде чем принять решение, Тамара Никандровна внимательно выслушивала всех, независимо от возраста и занимаемого положения. Ей удалось создать замечательный коллектив отдела, в котором всегда была дружеская, творческая атмосфера и увлечение работой.

Именно в эти годы Тамара Никандровна **положила начало новому направлению в агрохимии по зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от агрохимических свойств почв, дифференцированным дозам минеральных и органических удобрений, регулированию баланса биогенных элементов в почве.** Результаты этих исследований легли в основу ее докторской диссертации и опубликованной в 1965 году монографии «Агрохимические свойства почв и их значение в использовании удобрений». Монография и серия опубликованных рекомендаций имели широкий резонанс во многих научных учреждениях страны – в России, Украине, республиках Прибалтики и были взяты на вооружение только что организованной государственной агрохимической службой. В 1966 году Тамара Никандровна была награждена орденом Трудового Красного Знамени.

Важной отличительной чертой Тамары Никандровны было умение смотреть вперед, поэтому докторская диссертация и последующее общесоюзное признание не стали ее творческой вершиной, как бывает у многих исследователей. Еще во время подготовки к изданию первой монографии она уже готовила план новых углубленных исследований. Тогда под ее руководством были заложены многолетние стационарные опыты по изучению влияния различных удобрений и мелиорантов на продуктивность культур и характер почвенных процессов, по мониторингу систем удобрений и формированию плодородия почв. Эти опыты до настоящего времени являются важным источником научной информации. Центральной проблемой нового поиска был переход от расчета требуемых удобрений для конкретного поля к системе удобрений в севообороте для формирования не только определенного уровня урожайности культур,

\* В № 5 (138), 2021, стр. 45, колонка слева, 2-я строка сверху, предложение «На опытной станции **выведены...**» следует читать "На опытной станции **выделены...**";

\*\* В № 5 (138), 2021, стр. 47, колонка слева, 14–15 строка снизу, предложение "...авторы: К. С. **Девликапов**, И. И. Козел, Г. А. **Праженик**, Я. В. Забродская..." следует читать «...авторы: К. С. **Девликапов**, Т. Н. Семенцова, И. И. Козел, Г. А. **Праженик**, Я. В. Забродская, Т. С. Макаревич...».

\*\*\* Тамара Никандровна Кулаковская (17 февраля 1919 – 15 ноября 1986) – советский учёный в области почвоведения и агрохимии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик ВАСХНИЛ, член-корреспондент АН БССР, директор Белорусского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии. Герой Социалистического Труда (1979), заслуженный деятель науки Белорусской ССР (1973). (Источник – Википедия).

но и планомерного повышения плодородия почв. Мне повезло участвовать в разработке первой такой системы удобрений для колхоза им. Гастелло Минского района. Тамара Никандровна умела не только хорошо работать сама, ее видение передавалось нам, работали увлеченно, не считаясь со временем. Спорили, пересчитывали, искали оптимальные варианты. В известном тогда хозяйстве нашу разработку приняли с большим энтузиазмом и тщательно выполняли все этапы проекта. Какова же была радость, когда подвели итоги первых пяти лет осуществления системы. Плодородие пашни повысилось почти вдвое, исчезли поля и участки с кислой реакцией и низким содержанием элементов питания растений. Итогом этого периода исследований (1966–1969) было издание в 1970 году монографии «Применение удобрений». Эта книга была весьма популярной, изданная тиражом 9 тысяч экземпляров уже через два месяца была полностью распродана.

Секрет особой востребованности работ Т. Н. Кулаковской заключался как в новизне идей и знаний, так и в надежной экспериментальной обоснованности выводов, рекомендуемых приемов и технологий. Вся её деятельность отличалась государственным подходом по принципу «раньше думай о Родине, а потом о себе...». Она очень ответственно говорила не только материалы, направляемые в печать, но и каждое публичное выступление, всегда советуясь с теми сотрудниками, которые могли сделать критические замечания. Каждый её доклад на семинаре, научной конференции, союзном или республиканском производственном форуме становился событием. Этот стиль работы не изменился и в дальнейшем, несмотря на высокие должности и звания.

С 1969 по 1979 год Тамара Никандровна была директором НИИ почвоведения и агрохимии. На эти годы пришелся пик ее творческой активности, полностью раскрылся талант организатора, педагога и общественного деятеля. Ей удалось создать в институте необыкновенную атмосферу творчества, сплоченности и ответственности за порученное дело. Этот период без преувеличения можно назвать вторым рождением института. Именно в те годы разработки института начали масштабно внедряться в сельскохозяйственное производство и оказывать заметное влияние на повышение урожайности культур и плодородия почв в большинстве хозяйств нашей республики. Деятельность НИИ почвоведения и агрохимии получает широкую известность не только в нашей стране, но и за рубежом. Институт посещают делегации из многих научных учреждений Советского союза, Болгарии, Германии, Польши, Чехословакии, Финляндии.

Т. Н. Кулаковская вела весьма активную общественную работу, избиралась делегатом партийных пленумов и съездов, депутатом Верховного Совета БССР, делегатом XXII сессии Генеральной Ассамблеи ООН. Уму непостижимо, как ей удавалось находить время, чтобы продолжать плодотворную научную работу и помогать готовить диссертации многочисленным аспирантам. Характерно и то, что она читала каждую страницу диссертации и не ограничивалась пометками на полях, что надо переделать, а писала на обороте страницы свой, отредактированный текст или образец лучшего графика, таблицы и др.

Очередной этап исследований она посвящает моделированию агрохимических факторов для программирования урожайности наиболее ценных культур и в 1977 году издает монографию «Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев», а в 1984 году – известный коллективный труд «Оптимальные параметры плодородия почв». Активную научную работу Тамара Никандровна продолжает, не-

смотря на тяжелую болезнь, до последних дней жизни. И последнюю монографию Т. Н. Кулаковской, незавершенную при жизни автора, «Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений» готовит к печати её друг и соратник Лидия Поликарповна Детковская и издает в 1990 году.

Многие считали Тамару Никандровну весьма требовательной и строгой. У меня сложилось мнение, что эта требовательность и строгость проявлялась в большей мере к себе самой. Лучшие годы моей жизни, когда я был у нее заместителем директора по научной работе. Тамара Никандровна не имела привычки приказывать, а говорила: «нам надо сделать...». Она, как никто другой, умела прощать ошибки своих учеников и сотрудников и больше не вспоминать о них. И учила как-то очень по-доброму, на собственном примере – смотри, как это просто делается. Ну, разумеется, мы всегда очень старались как можно лучше выполнить каждое ее поручение. И очень радовались, если наша работа понравилась Тамаре Никандровне. В то время каждое ее задание воспринималось, скорее как награда, и не было в тягость. До сих пор поражает ее деликатность и уважительное отношение к окружающим. В каждом человеке Тамара Никандровна находила какие-то хорошие качества и пыталась стимулировать их развитие. Я не помню ни одного резкого (а тем более грубого) критического замечания в чей-либо адрес. И в то же время Тамара Никандровна была очень принципиальным ученым и не боялась высказать свою точку зрения или свое несогласие любому авторитету, включая и первых лиц в руководстве республики.

Тамара Никандровна была талантлива во всем, умела отлично выполнить любую работу дома, организовать веселый праздник, создать уют в семье, воспитать замечательных детей и внуков. Её заботу и внимание ощущали многие. Возвращаясь из многочисленных поездок, Тамара Никандровна всегда привозила какие-либо сувениры своим помощникам и друзьям. Если у кого-то из нас, заместителей или сотрудников, случались жизненные трудности, первой приходила на помощь Тамара Никандровна.

Все эти годы я имел счастье быть учеником Тамары Никандровны: и будучи аспирантом, и 9 лет работая ее заместителем, и позже еще 9 лет в качестве директора института. И всегда было чему учиться и всегда хотелось быть хоть немного похожим на учителя. Многому хорошему, что удалось сделать, я обязан Тамаре Никандровне. Жаль только, что не все добрые качества удается перенять от своего учителя. С возрастом все более отчетливо понимаешь, что ученые такого масштаба рождаются очень редко, даже на нашей благодатной земле.

*И. М. Богдевич, академик НАН Беларуси*



На опытном поле, 1974 г.

## Настоящее – есть ключ к пониманию прошлого

(к 100-летию кафедры почвоведения БГСХА)

Т. Ф. Персикова, С. Д. Курганская, О. В. Мурзова,  
Е. Ф. Валейша, О. А. Поддубный, М. В. Царёва

«Если я видел дальше других,  
то потому, что стоял на плечах гигантов»  
Исак Ньютон

Почвы играют основополагающую роль для жизни на Земле. Рациональное использование почв является одним из неотъемлемых элементов устойчивого сельского хозяйства, а также представляет собой ценный инструмент регулирования климата и путь к сохранению экосистемных услуг и биоразнообразия. Почвенные ресурсы – ничем не заменимое национальное богатство страны. Чем плодороднее почва, тем богаче те, кто ее бережет. Знания о почве закладываются и передаются из поколения в поколение, изучаются свойства почвы и на научной основе.

100-летний юбилей кафедры почвоведения Белорусской государственной сельскохозяйственной академии призывает напомнить нам о той роли, которую сыграли в развитии науки почвоведения преподаватели и сотрудники, которые в разные годы работали на кафедре.

На должность первого заведующего кафедрой почвоведения в 1921 г. был приглашен ученик В. В. Докучаева, профессор Яков Никитич Афанасьев, выпускник Санкт-Петербургского университета. Русский ученый, он стал основоположником белорусской школы научного почвоведения. Горецкий период (1921–1931 гг.) был в жизни Я. Н. Афанасьева весьма плодотворным. Уже в 1922 г. он организовал широкие почвенные исследования Белоруссии, Брянской и Курской губерний. Вместе с ним работали в эти годы известные ученые: А. Г. Медведев, П. П. Роговой, В. И. Пашин, П. А. Кучинский, В. Н. Протасеня, Н. П. Булгаков.

Интенсивное развитие географического почвоведения продолжил ученик Я. Н. Афанасьева Андрей Григорьевич Медведев. Он заведовал кафедрой с 1935 по 1941 г., а затем с 1944 по 1956 г.

В послевоенный период под руководством А. Г. Медведева преподаватели и студенты в составе почвенных отрядов (начальники: Р. М. Искрова, Л. А. Макарова, М. Ф. Комаров, А. В. Калиновский), позднее преобразованных в почвенную экспедицию (начальник А. П. Седлухо), участвовали в проведении сельскохозяйственного районирования территории БССР, продол-

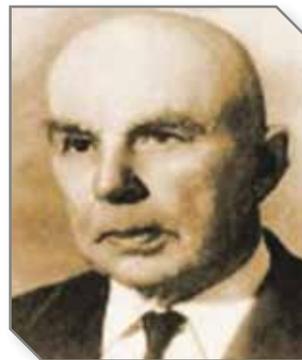


жали крупномасштабные почвенные исследования в колхозах и совхозах. В это время были изготовлены крупномасштабные почвенные карты, а многочисленные почвенные исследования легли в основу написания агропочвенных очерков для колхозов и совхозов. Начиная с 1960 г., по инициативе А. Г. Медведева совместно с БелНИИПА, были начаты разработки методических и теоретических основ качественной оценки почв, проведены исследования эрозии почв в Беларуси, которые послужили основой для проектов противоэрозионной организации территории с комплексом почвозащитных мероприятий для всех хозяйств республики с эрозированными почвами.

С 1956 по 1964 г. заведующим кафедрой был избран Иван Федосеевич Гаркуша, который продолжал проводить научные исследования в области окультуривания дерново-подзолистых почв. Результаты этих исследований нашли обобщение в его монографии «Окультуривание почв как современный этап почвообразования», отмеченной премией имени В. Р. Вильямса. Написанный им учебник «Почвоведение» выдержал 7 изданий и был издан на 9 языках. Одновременно продолжались крупномасштабные почвенные исследования, в которых принимали участие все преподаватели, работавшие в те годы на кафедре: М. Ф. Комаров, А. В. Калиновский, А. В. Красикова, Н. Я. Седлухо, Л. А. Макарова, Е. Ф. Богданович, А. Х. Кондюкова, Ю. И. Бланкфельд.

С 1964 г. главным направлением исследований кафедры стало развитие концепции расширенного воспроизводства плодородия почв. Решению проблемы способствовало создание проблемной лаборатории питания растений при кафедре агрохимии с отделом гумуса при кафедре почвоведения. В это время обязанности заведующего исполняла Юдифь Израилевна Бланкфельд, которую в 1969 г. сменил доктор сельскохозяйственных наук, профессор Анатолий Михайлович Брагин.

После окончания Воронежского сельскохозяйственного института, а затем аспирантуры, А. М. Брагин прибыл в 1949 г. в БСХА на должность ассистента



кафедры агрохимии. С первых дней работы в академии Анатолий Михайлович проявил большую заинтересованность к проведению исследований. На опытном поле «Ивановы» в пятипольном севообороте им был заложен длительный опыт по схеме Д. Н. Прянишникова, в котором он с сотрудниками кафедры почвоведения начал изучать сравнительную эффективность навозной, минеральной и навозно-минеральной систем удобрения. Впервые для дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Беларуси были определены нормативы внесения удобрений для достижения бездефицитного баланса гумуса и питательных элементов. Длительные, брагинские, как их называют, опыты вошли в каталог длительных опытов БССР и СССР, а первый из них включен в каталог европейских опытов. Под его руководством кандидатские диссертации защитили: Г. В. Савицкая, И. Р. Вильдфлуш, В. Н. Прокопович, В. И. Каль, Е. И. Петровский, И. В. Цыцковская.

**С 1981 до 1998 г. кафедрой заведовала Анна Ивановна Горбылева.**

После окончания Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева, а затем аспирантуры, Анна Ивановна Горбылева по распределению была направлена в Белорусскую сельскохозяйственную академию, где прошла путь от ассистента до заведующей кафедрой почвоведения, профессора, доктора сельскохозяйственных наук. Причем, среди академических ученых-агрономов она была первой женщиной – доктором наук. В эти годы основное внимание сотрудников кафедры было направлено на изучение гумусового состояния и свойств почвенного поглощающего комплекса как основных важнейших факторов стабилизации свойств и плодородия почвы при антропогенных нагрузках. Благодаря педагогическому таланту, высокой профессиональной эрудиции и большому трудолюбию ею подготовлено 17 кандидатов наук: Комаров М. М., Поддубный О. А., Минченко Т. Э., Воробьев В. Б., Валейша Е. Ф., Иванова М. И., Трифоненкова Л. И., Козловская И. П., Лаломова Т. В., Чернуха Г. А., Миронова Т. П., Петровская В. А., Хайченко В. А., Кротов Д. Г., в том числе граждане России (Паукштис С. И), Египта (Ахмед Саид Метвали), Вьетнама (Нгуен Хью Тхань).

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

Под ее непосредственным руководством усилиями преподавателей и сотрудников кафедры созданы геологический кабинет, а также первый и единственный в Республике Беларусь почвенный музей. В них представлены почвенные монолиты основных типов



почв Республики Беларусь и стран СНГ, а также богатая коллекция минералов и горных пород, которые являются большим подспорьем в образовательном процессе.

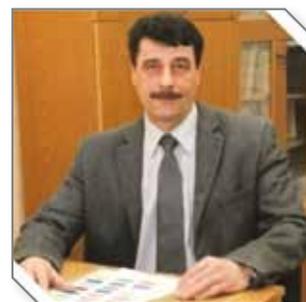
**С 1998 по 2011 г. руководил кафедрой ученик А. И. Горбылевой Вадим Борисович Воробьев.**

Являясь выпускником агрономического факультета БГСХА, он в 1988 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Накопление и качество растительных остатков некоторых сельскохозяйственных культур в связи с гумусовым состоянием и удобрением дерново-подзолистых почв». Результаты дальнейших научных исследований легли в основу докторской диссертации: «Трансформация гумусового состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы под влиянием антропогенной нагрузки», защита которой состоялась в 2019 г. Под руководством Вадима Борисовича кандидатские диссертации защитили: Г. В. Седукова, И. М. Швед, И. Ю. Грищенко и С. И. Ласточкина.



Славные традиции кафедры с сентября 2011 г.

продолжил выпускник факультета агрохимии и почвоведения БГСХА, ученик А. И. Горбылевой, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Поддубный Олег Андреевич, который работал в должности заведующего кафедрой по январю 2012 г.



Олег Андреевич на кафедре с 1990 г. и прошел путь от ассистента до заведующего кафедрой. В 2001 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Влияние величины содержания гумуса в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах на трансформацию почвенных фосфатов». Высокие деловые и организаторские качества дали возможность Олегу Андреевичу длительное время работать заместителем декана агрономического, а затем агроэкологического факультета, а с 2013 г. по настоящее время – начальником учебно-методического управления академии. В этот период исследования продолжались в соответствии с тематикой научных исследований кафедры.

**С февраля 2012 г. по настоящее время возглавляет кафедру доктор сельскохозяйственных наук, профессор Тамара Филипповна Персикова.**

Тамара Филипповна окончила БГСХА, факультет агрохимии и почвоведения в 1974 г. Преподавательская ее деятельность началась в 1986 г., когда после окончания аспирантуры она была зачислена ассистентом на кафедру



агрохимии. В 1987 г. она успешно защитила кандидатскую диссертацию на тему: «Продуктивность клевера лугового в зависимости от условий питания на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Беларуси» и была избрана старшим преподавателем, а затем и доцентом кафедры агрохимии. В 2003 г. Т. Ф. Персикова защитила докторскую диссертацию на тему: «Научные основы эффективности использования биологического азота в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Беларуси». Её диплом доктора сельскохозяйственных наук прошел настрификацию в России и эквивалентен диплому, полученному в Российской Федерации.

С 1999 по 2012 г. Т. Ф. Персикова работала деканом агроэкологического факультета, профессором кафедры агрохимии. В это время научные исследования ею проводились по темам, входящим в Государственные программы научных и фундаментальных исследований.

Являясь заведующей кафедрой почвоведения, она не только сохранила сложившиеся к этому времени традиции, но и определила новые, **перспективные направления научных исследований**, направленные на:

- изучение закономерностей изменения свойств дерново-подзолистых почв при использовании куриного помёта с целью научного обоснования системы мероприятий по снижению отрицательных последствий его утилизации;
- оценку эффективности влияния на урожайность и качество зеленных культур (укропа, салата, петрушки, шпината) и картофеля органического удобрения на основе термически обработанного куриного помёта;
- мониторинг плодородия дерново-подзолистых почв Беларуси, пути его сохранения, повышения и рационального использования.

Под ее руководством подготовлено и защищено 6 магистерских и 7 кандидатских диссертаций (А. Г. Подольяк, А. В. Какшинцев, И. И. Сергеева, А. А. Ходянков, Н. Л. Почтовая, Е. А. Блохина, Ю. В. Коготько).

Кафедра имеет свои филиалы: РУП «Учхоз БГСХА», РУП «Институт почвоведения и агрохимии», где в целях совершенствования уровня теоретической и профессиональной подготовки, овладения современными методами почвенных исследований и эффективными технологиями повышения плодородия почв студенты проходят учебную и производственную практики, а преподаватели и сотрудники кафедры – стажировку. Преподаватели кафедры являются постоянными участниками международных, республиканских съездов и конференций, научно-производственных семинаров. С периодичностью 3–5 лет на кафедре проводятся международные научно-практические конференции с последующим изданием сборников материалов конференций.

Кафедра постоянно поддерживает и расширяет научные связи с ведущими учеными России, Украины, Казахстана, Азербайджана, что позволило выйти на высокий уровень научных исследований как по постановке целей и задач, так и по способам их реализации.

На кафедре большое внимание уделяется изданию научной, учебной и методической литературы. **За последние десять лет коллективом кафедры подготовлены и изданы: 1 учебник, 5 учебных пособий, 2 справочника, 52 учебные программы, 6 учебно-методических комплексов для самостоятельной работы студентов, в том числе 3 – электронных, 5 монографий, 4 рекомендации производству, около 450 статей, 1 отраслевой регламент, сборники и материалы конференций.** Результаты многих исследований внедрены в сельскохозяйственное производство и образовательный процесс.

Кафедра почвоведения постоянно оказывает консультационную помощь хозяйствам республики по разработке и внедрению современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и рационального использования почв.

За годы существования кафедры сотрудниками и преподавателями проведена большая научно-исследовательская работа. Исследования прошлых лет всегда были востребованы и продолжают в настоящее время. Они нашли отражение более чем в 40 кандидатских и 4 докторских диссертациях.

В настоящее время на кафедре работают профессор Т. Ф. Персикова, доценты С. Д. Курганская, О. А. Поддубный, Е. Ф. Валейша, О. В. Мурзова, М. В. Царева, заведующая учебной лабораторией Н. А. Подлипская и лаборант И. И. Муравьева. Преподают следующие дисциплины: почвоведение, почвоведение с основами геологии, почвы Беларуси, геология, картография почв, мелиоративное почвоведение, основы рационального землепользования; обучаются студенты агрономического, агроэкологического, землеустроительного и мелиоративно-строительного факультетов очной и заочной формы получения образования.

Работа преподавателей кафедры всегда получала высокую оценку со стороны руководства УО «БГСХА», Национальной академии наук Беларуси, Международной академии аграрного образования. Не случайно академиками НАН Беларуси стали Я. Н. Афанасьев, А. Г. Медведев, И. Ф. Гаркуша, заслуженным работником высшей школы – А. М. Брагин, академиком Международной академии аграрного образования, лауреатом премии им. академика Д. Н. Прянишникова, стипендиатом Президента Республики Беларусь – А. И. Горбылева, член-корреспондентом Международной академии аграрного образования – В. Б. Воробьев. Т. Ф. Персикова – академик Международной академии аграрного образования, «Отличник образования» Республики Беларусь, получатель персональной надбавки Президента Республики Беларусь за выдающийся вклад в развитие высшего образования, награждена медалью «Почётный агрохимик» (Россия). В 2021 г. Указом Президента Республики Беларусь Т. Ф. Персикова награждена медалью Франциска Скорины.

Сегодня кафедра почвоведения активно развивается. Научный задел, созданный нашими великими предшественниками, является прочным фундаментом для последующих исследований в области почвоведения.

## ОПУБЛИКОВАНО В 2021 ГОДУ

## На тему дня

- ✍ Бруй И. Г., Холодинский В. В. Готовим к севу семена яровых зерновых и зернобобовых культур. № 6. – С. 7–10.
- ✍ Лапа В. В., Жабровская Н. Ю. Институту почвоведения и агрохимии – 90 лет. № 4. – С. 3–5.
- ✍ Надточаев Н. Ф., Лужинский Д. В., Богданов А. З. Энергосберегающие технологии уборки и заготовки кормов из кукурузы с учетом сложившихся погодных условий 2021 года. № 5. – С. 3–7.
- ✍ Пиллюк Я. Э. Особенности ухода за посевами озимого рапса в весенне-летний период вегетации. № 2. – С. 3–6.
- ✍ Сорока С. В. Институту защиты растений – 50 лет. № 4. – С. 6–7.

## Селекция

- ✍ Привалов Ф. И., Гриб С. И., Матыс И. С. Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений – научный объект Национального достояния Республики Беларусь. № 2. – С. 10–14.
- ✍ Привалов Ф. И., Гриб С. И., Матыс И. С., Дмитриева С. А., Авакян А. Основные направления и приоритеты Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений в Республике Беларусь. № 2. – С. 6–10.

## Агротехнологии

- ✍ Власов А. Г., Халецкий С. П., Безлюдный В. Н., Булавина Т. М. Продуктивность сортов овса в зависимости от погодных условий и уровня азотного питания. № 5. – С. 11–15.
- ✍ Ганусевич А. Г., Гесть Г. А. Эффективность применения КАС с добавками микроэлементов и регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы. № 6. – С. 11–14.
- ✍ Гесть Г. А., Корзун О. С. Агроэкономическая и энергетическая эффективность возделывания проса и пайзы в зависимости от приемов агротехники. № 1. – С. 3–6.
- ✍ Гнилозуб В. П., Чететкина И. В., Гуляка М. И., Кашевич Е. М., Шкраба Е. А., Чижевский В. В., Моисеев А. Л. Продуктивность и качество гибридов сахарной свеклы, включенных в Государственный реестр сортов Республики Беларусь, в производственных испытаниях 2020 года. № 3. – С. 10–14.
- ✍ Клочков А. В., Соломко О. Б. Влияние вариантов магнитной обработки поливной воды на сельскохозяйственные культуры. № 6. – С. 12–16.
- ✍ Лукашевич Н. П., Шлома Т. М., Ковалева И. В., Коваль И. М., Шимко И. И. Продуктивное долголетие многолетних кормовых агрофитоценозов. № 4. – С. 8–11.
- ✍ Малышкина Ю. С., Хроменкова Т. Л. Сравнительная экономическая оценка перспективных сортообразцов белого и желтого люпина. № 1. – С. 6–10.
- ✍ Набздоров С. В. Влияние режимов орошения и удобрений на урожай и содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы. № 3. – С. 14–17.
- ✍ Надточаев Н. Ф., Лужинский Д. В., Богданов А. З. Корреляционный анализ оценки скороспелости гибридов кукурузы по ФАО. № 3. – С. 7–10.
- ✍ Пашкевич П. А., Дубарь Д. А. Направления селекции топинамбура в Беларуси. № 5. – С. 18–21.
- ✍ Пиллюк Я. Э., Бакановская А. В., Пикун О. А., Павловская А. Н. Оценка экологической адаптивности и стабильности сортов ярового рапса. № 3. – С. 3–7.
- ✍ Привалов Ф. И., Холодинский В. В., Бруй И. Г., Шантыр В. А., Холодинская Н. Л. Уточнение оптимальных сроков сева озимых зерновых культур в связи с потеплением климата Беларуси за последние 25 лет. № 2. – С. 14–17.
- ✍ Радовня О. С., Урбан Э. П., Радовня В. А., Капылович В. Л. Дзива – новый сорт озимой ржи с повышенной устойчивостью к предуборочному прорастанию зерна. № 5. – С. 7–11.
- ✍ Седляр Ф. Ф., Андрусевич М. П. Влияние биостимулятора Мегафол на урожайность и качество маслосемян озимого рапса. № 5. – С. 15–18.
- ✍ Седляр Ф. Ф., Андрусевич М. П. Влияние микроэлементного комплекса АгроНАН на урожайность маслосемян озимой сурепицы. № 5. – С. 22–24.
- ✍ Устинова Н. В. Реализация потенциала продуктивности гибридов и сортов подсолнечника в условиях северо-востока Беларуси. № 6. – С. 18–22.
- ✍ Чирко Е. М., Гончаревич Т. В. Влияние аэродинамического фракционирования семян на урожайность зеленой массы суданской травы. № 4. – С. 11–15.

## Агрохимия

- Богатырева Е. Н., Серая Т. М., Кирдун Т. М., Бирюкова О. М., Белявская Ю. А. Дозовые нагрузки биогенных элементов и тяжелых металлов на дерново-подзолистые почвы в зоне влияния животноводческих комплексов и птицефабрик. № 2. – С. 18–22.
- Вильдфлуш И. Р., Ионас Е. Л., Цыганов А. Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность и продуктивность среднепозднего картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. № 2. – С. 27–31.
- Вильдфлуш И. Р., Хизанейшвили Н. Э. Применение комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок при возделывании свеклы столовой. № 3. – С. 18–21.
- Коготько Е. И. Экономическая и энергетическая эффективность применения макро-, микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата на яровой пшенице. № 1. – С. 10–14.
- Куркина Г. Н., Романович А. Н., Холодинская Н. Л. Формирование урожая кукурузы в зависимости от погодных условий, доз, сроков и способов внесения карбамида. № 2. – С. 23–26.
- Мезенцева Е. Г., Кулеш О. Г., Симанков О. В. Урожайность и качество маслосемян ярового рапса в зависимости от систем удобрения и погодных условий. № 4. – С. 15–19.
- Мосур С. С., Журавский А. С., Вильдфлуш И. Р. Экономическая эффективность применения органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста при возделывании кукурузы на зерно и зеленую массу. № 4. – С. 23–26.
- Персикова Т. Ф., Радкевич М. Л. Динамика накопления основных элементов питания в надземной биомассе в период вегетации и урожайность люпина узколистного в зависимости от макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений. № 1. – С. 14–18.
- Прудников В. А., Степанова Н. В., Чирик Д. П., Чуйко С. Р., Любимов С. В. Эффективность фосфорного удобрения при возделывании льна-долгунца на супесчаной почве. № 3. – С. 21–24.
- Седукова В. Г., Кристова Н. В., Исаченко С. А. Урожайность и параметры перехода  $^{90}\text{Sr}$  в зеленую массу сорго сахарного при разных системах удобрений и условиях увлажнения вегетационного периода. № 4. – С. 20–23.
- Семененко Н. Н. Диагностика обеспеченности почв усвояемой растениями формой азота – важнейший резерв повышения эффективности использования азотных удобрений. № 6. – С. 23–27.
- Семененко Н. Н. Пути повышения эффективности использования азотных удобрений в земледелии Беларуси. № 3. – С. 24–27.
- Сироштан А. А., Заима А. А., Кавунец В. П., Дубовик Д. Ю. Влияние микроудобрения на посевные качества семян и урожайность пшеницы озимой. № 4. – С. 26–29.

## Защита растений

- Билувус Г. Я., Ващишин О. А., Пристацкая О. Н., Олифир Ю. Н. Развитие септориоза листьев на пшенице озимой в зависимости от элементов системы агротехнических мероприятий в условиях западной лесостепи Украины. № 3. – С. 34–37.
- Булавин Л. А., Гвоздов А. П., Гвоздова Л. И., Кранцевич В. Д., Белановская М. А., Пынтиков С. А., Ленский А. В. Влияние гербицидов и сроков их внесения на экономическую эффективность возделывания кукурузы на зерно. № 6. – С. 28–31.
- Булавин Л. А., Гвоздов А. П., Кранцевич В. Д., Белановская М. А., Пынтиков С. А. Влияние гербицидов на засоренность посевов и урожайность кукурузы. № 4. – С. 29–33.
- Волчкевич И. Г., Халаева В. И., Попов Ф. А., Вабищевич В. В. Оценка эффективности фунгицида Купроксат, КС в защите пасленовых культур от болезней. № 4. – С. 42–45.
- Гулиев Ф. А., Гусейнова Л. А. Микозы гранатовых кустов в условиях западной части Азербайджана. № 3. – С. 37–41.
- Запрудский А. А., Привалов Д. Ф., Нехведович С. И., Пенязь Е. В. Вредоносность фитофагов в агроценозах кормовых бобов в Беларуси. № 6. – С. 31–35.
- Запрудский А. А., Яковенко А. М., Пенязь Е. В., Белова Е. С. Фитосанитарное состояние агроценозов кормовых бобов в Республике Беларусь. № 5. – С. 28–31.
- Запрудский А. А., Яковенко А. М., Привалов Д. Ф., Белова Е. С. Влияние десикантов на урожай зерна и посевные качества семян кормовых бобов. № 3. – С. 27–31.
- Запрудский А. А., Яковенко А. М., Привалов Д. Ф., Белова Е. С. Роль протравителей семян в защите кормовых бобов от болезней. № 4. – С. 38–41.
- Кажарский В. Р., Козлов С. Н., Карпицкий А. М., Исаков А. В., Козлов Н. А. Эффективность применения фунгицида Геката, КМЭ на яблоне в условиях северо-востока Беларуси. № 2. – С. 44–48.

- ☞ Конопатцкая М. В., Середа Г. М., Волчкевич И. Г. Сравнительная оценка фунгицидов, применяемых способом предпосадочной обработки клубней, в защите картофеля от ризоктониоза. № 3. – С. 31–34.
- ☞ Крупенько Н. А., Радына А. А., Халаев А. Н., Жуковский А. Г. Протравители для защиты ярового ячменя от болезней. № 4. – С. 33–38.
- ☞ Лешкевич Н. В. Развитие болезней в посевах сортов и гибрида озимого рапса в условиях Республики Беларусь. № 1. – С. 32–38.
- ☞ Лешкевич Н. В., Буза С. Ф. Роль протравителей в снижении развития болезней и формировании урожайности озимого рапса. № 1. – С. 18–22.
- ☞ Матиевская Н. А. Эффективность фунгицидов в защите чеснока озимого от гнилей. № 1. – С. 27–31.
- ☞ Надточаев Н. Ф., Куркина Г. Н. Эффективность выращивания кукурузы при комплексной обработке семян протравителями. № 2. – С. 31–36.
- ☞ Нехведович С. И., Войтка Д. В. Влияние предпосевной обработки семян на распространенность и развитие болезней льна масличного. № 6. – С. 35–39.
- ☞ Нехведович С. И. Эффективность фунгицидов в защите льна масличного от болезней в период вегетации. № 6. – С. 40–44.
- ☞ Романовский С. И., Волчкевич И. Г., Вабищевич В. В., Косыхина О. И. Регулирование численности чешуекрылых вредителей в посадках капусты белокочанной. № 1. – С. 22–27.
- ☞ Свидунович Н. Л., Жуковский А. Г. Эффективность протравителей в защите кукурузы от болезней. № 1. – С. 38–42.
- ☞ Сташкевич А. В., Сташкевич Н. С. Гербицид Корнеги, СЭ в посевах кукурузы. № 2. – С. 37–40.
- ☞ Степук Л. Я., Сорока С. В., Беугн П. П. Проблемы технического обеспечения химзащитных работ и пути их решения. № 5. – С. 25–28.
- ☞ Суцевич Ю. А., Шашко Ю. К. Соответствие лабораторного и полевого метода оценки коллекции ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости. № 2. – С. 40–43.

### Льноводство

- ☞ Андроник Е. Л., Иванова Е. В., Минина Е. М., Дуктова Н. А. Влияние метеорологических факторов на продуктивность и содержание масла в семенах льна масличного. № 6. – С. 44–48.
- ☞ Богдан В. З., Лемеш В. А., Богданова М. В., Богдан Т. М., Литарная М. А. Генетическая паспортизация новых сортов льна-долгунца белорусской селекции с использованием молекулярных маркеров. № 6. – С. 48–52.
- ☞ Литарная М. А., Блохина И. Н. Оценка исходного материала льна-долгунца различного эколого-географического происхождения по показателям урожайности и качества волокна. № 2. – С. 51–54.
- ☞ Прудников В. А., Степанова Н. В., Чирик Д. П., Чуйко С. Р., Любимов С. В., Коробова Н. В., Пашкевич Е. В. Эффективность азотного удобрения при возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой связносупесчаной почве. № 2. – С. 48–51.
- ☞ Прудников В. А., Степанова Н. В., Чуйко С. Р. Применение гербицидов в период вылежки льняной соломы для получения стланцевой тресты с нормативной засоренностью. № 4. – С. 45–48.
- ☞ Снежинский А. А. Приемы оптимизации возделывания льна-долгунца в целях повышения урожайности льнотресты. № 5. – С. 31–35.

### Овощеводство

- ☞ Кохтенкова И. Г., Скорина В. В., Домблides А. С. Идентификация сортообразцов чеснока озимого (*Allium sativum* L.) с использованием микросателлитных маркеров. № 3. – С. 44–48.
- ☞ Соловей О. В., Досина-Дубешко Е. С. Сорта пряно-ароматических и лекарственных растений, созданные в РУП «Институт овощеводства». № 5. – С. 35–39.
- ☞ Степура М. Ф. Влияние дражирования семян на всхожесть и урожайность моркови столовой. № 6. – С. 52–55.
- ☞ Степура М. Ф. Влияние минеральных удобрений и вермикомпоста на содержание хлорофилла, каротиноидов, биохимические показатели и урожайность овощных культур. № 4. – С. 48–51.
- ☞ Степура М. Ф., Гануш Г. И., Крапивка А. В. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений на различных фонах действия и последствия органических удобрений при выращивании чеснока. № 3. – С. 48–50.
- ☞ Степура М. Ф., Крапивка А. В. Влияние сортовых особенностей чеснока на урожайность и качество лукович при выращивании в условиях Беларуси. № 1. – С. 43–45.
- ☞ Степура М. Ф., Матюк Т. В., Пась П. В., Семененко И. С. Влияние дражирования семян на всхожесть и урожайность свеклы столовой. № 5. – С. 39–41.

## Плодоводство

- ✍ *Гаджиев С. Г., Самусь В. А.* Производство сертифицированного (элитного) посадочного материала – основа рентабельного промышленного производства продукции плодоводства. № 1. – С. 46–50.
- ✍ *Капичникова Н. Г., Леонович И. С., Будилович К. А.* Урожайность черешни в зависимости от высоты окулировки и глубины посадки деревьев. № 3. – С. 41–44.

## Страницы истории

- ✍ *Богдевич И. М.* Талантлива во всем (глава из книги «Земледельцы»). № 6. – С. 56–57.
- ✍ Версты аграрной науки (глава из книги «Земледельцы»). № 5. – С. 43–51.
- ✍ *Гусаков В. Г.* Дань благодарности (глава из книги «Земледельцы»). № 5. – С. 42.

## Информация

- ✍ Владимир Григорьевич Иванюк (к 80-летию со дня рождения). № 4. – С. 52–53.
- ✍ Забара Юрий Михайлович (к 80-летию со дня рождения). № 2. – С. 55–56.
- ✍ К 80-летию Нины Анатольевны Зазулиной. № 1. – С. 56.
- ✍ *Клочков А. В., Соломко О. Б.* Изменение электропроводности воды при омагничивании для сельскохозяйственного использования. № 3. – С. 50–54.
- ✍ Козлов Виктор Алексеевич – победитель в ежегодном конкурсе на лучшую докторскую диссертацию в номинации «ветеринарные и сельскохозяйственные науки» за 2020 г. № 2. – С. 55.
- ✍ Лапа Виталий Витальевич (к 70-летию со дня рождения и 45-летию научной и творческой деятельности). № 3. – С. 56–57.
- ✍ Мееровский Анатолий Семенович (к 85-летию со дня рождения). № 3. – С. 55–56.
- ✍ Онуфрейчик Николай Григорьевич (к 80-летию со дня рождения). № 2. – С. 56–57.
- ✍ Опубликовано в 2021 году. № 6. – С. 61–64.
- ✍ Памяти Зои Аркадьевны Козловской. № 3. – С. 59–60.
- ✍ *Персикова Т. Ф., Курганская С. Д., Мурзова О. В., Валеяша Е. Ф., Поддубный О. А., Царёва М. В.* Настоящее – есть ключ к пониманию прошлого (к 100-летию кафедры почвоведения БГСХА). № 6. – С. 58–60.
- ✍ Поздравляем с юбилеем! № 1. – С. 55–56.
- ✍ Светлой памяти Василия Николаевича Шлапунова. № 4. – С. 54–55.
- ✍ Светлой памяти Нины Николаевны Колядко. № 4. – С. 55–56.
- ✍ Светлой памяти Трешко Людмилы Ивановны. № 5. – С. 52.
- ✍ Светлой памяти Шибута Леонида Ивановича посвящается. № 2. – С. 59–60.
- ✍ Сорока Сергей Владимирович (к 65-летию со дня рождения). № 2. – С. 57–58.
- ✍ Степура Мечеслав Францевич (к 50-летию научной деятельности). № 3. – С. 57–58.
- ✍ *Ходько Е. М., Ходько А. С.* Формирование устойчивой эколого-энергетической системы Республики Беларусь. № 1. – С. 50–55.

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

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

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

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

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

Тел./факс: +375 (17) 509-24-89, тел. моб.: +375 29 659-64-47, +375 29 640-23-10

e-mail: ahova\_raslin@tut.by, info@zemledelie.by

www.zemledelie.by, www.земледелие.бел

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

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

Подписано в печать 15.12.2021 г. Цена свободная.

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

Формат 60x84/8. Бумага мелованная. Тираж 1000 экз. Заказ № 1298.

Свидетельство о ГРИИРПИ ЛП № 02330/71 от 23.01.2014 г.

# ОПЕРЕЖАЙТЕ

## В РЕШЕНИЯХ ВМЕСТЕ С «АВГУСТОМ»



*Новый системный фунгицид против болезней яблони и вишни*

**Преимущества:**

- высокоэффективная защита от наиболее значимых болезней яблони (парша) и вишни (коккомикоз, монилиальный ожог, кластероспориоз) в широком диапазоне температур;
- мощное профилактическое и лечащее действие;
- быстрое проникновение и надежное закрепление в тканях листьев;
- улучшенная формуляция, хорошая растворимость в холодной воде.

**Приам<sup>®</sup>**

ципродинил, 250 г/л

**ЗАО «Август-Бел»**

Тел.: (01713) 938-00

**По вопросам приобретения**

обращаться по

тел.: (017) 306-01-08,

**применения –**

тел.: (017) 306-01-09

avgust.com



# ПОЗДРАВЛЯЕМ С НОВЫМ 2022 ГОДОМ!

Каждый Новый год — это шаг в будущее, и только от нас с Вами зависит, каким оно станет. Смелые решения и инновационный подход создают мир, в котором мы будем жить завтра. Пусть уверенность и готовность к экспериментам, любознательность и удача, вдохновение и оптимизм всегда будут с Вами.

Счастья и благополучия в Новом году!

**BASF**  
We create chemistry