

Земледелие и Растениеводство

Научно-практический журнал



№ 2 (135),
2021

100 г/л феноксапроп-П-этила + 17,5 г/л флукарбазона
+ 34 г/л антидота клоквинтосет-мексила

НОВИНКА!



Авантикс ТУРБО

**ВЫСОКОСЕЛЕКТИВНЫЙ ГЕРБИЦИД
ДЛЯ ПОСЛЕВСХОДОВОЙ ОБРАБОТКИ
ПОСЕВОВ ПШЕНИЦЫ, ТРИТИКАЛЕ И РЖИ
ПРОТИВ ШИРОКОГО СПЕКТРА
ЗЛАКОВЫХ СОРНЯКОВ**

CROP PROTECTION
Zemlyakoff

Надежная защита вашего урожая!

- ▶ Широкий спектр уничтожения злаковых сорняков.
- ▶ Синергизм двух веществ различных химических классов.
- ▶ Отсутствие так называемой «второй волны» злаковой засоренности.
- ▶ Быстрый видимый эффект.
- ▶ Возможно совместное применение с препаратом Статус Гранд (HD Soft™) для полного контроля смешанного засорения.

Регламент применения

Культура	Вредный объект	Норма расхода	Способ, время обработки
Пшеница яровая и озимая, тритикале озимая	Однолетние злаковые сорняки (виды щетинника, просо куриное, овсюг обыкновенный, метлица обыкновенная)	0,6-0,8 л/га	Опрыскивание посевов по вегетирующим сорнякам, начиная с фазы 1-3 листьев до конца кущения (независимо от фазы развития культуры)
Рожь озимая	Однолетние злаковые сорняки		Опрыскивание посевов весной в фазу 1-3 листьев сорняков до конца кущения (независимо от фазы развития культуры)

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО
ООО «ЗемлякоФФ Крoп Прoтекшен»
в Республике Беларусь

г. Минск, ул. Домбровская, д. 9
+375 17 388 22 81
info@zemlyakoff.by

Фото:
возбудитель альтернариоза (*Alternaria alternata*),
3D иллюстрация

Фунгициды для защиты
зерновых культур и рапса

Азорро, КС*

300 г/л карбендазима + 100 г/л азоксистробина

Титул Трио, ККР*

160 г/л тебуконазола + 80 г/л пропиконазола + 80 г/л ципроконазола

Титул Дуо, ККР*

200 г/л пропиконазола + 200 г/л тебуконазола

Триада, ККР

140 г/л пропиконазола + 140 г/л тебуконазола + 72 г/л эпоксиконазола

Капелла, МЭ

120 г/л пропиконазола + 160 г/л флутриафола + 30 г/л дифеноконазола

ЗИМ 500, КС

500 г/л карбендазима

*Фунгициды зарегистрированы для применения
на зерновых культурах и на рапсе

www.betaren.ru



ЩЕЛКОВО
АГРОХИМ

FMC

An Agricultural
Sciences Company

Пятая по размеру в мире
компания по производству средств
защиты растений с собственными
научно-исследовательскими
центрами

ГЕРИБИЦИДЫ

Агроксон®
Агростар™
Глифос® Премиум
Инновейт®
Калибр®
Карибу®
Карибу® Дуо Актив
Сальса®
Тандем
Фокстрот™
Эллай® Лайт

ИНСЕКТИЦИДЫ

Авант®
Вантекс™
Данадим® Эксперт
Кораген®
Крафт
Пондус®
Простор®
Талстар®
Фуфанон®

ПАВ

Тренд®90

ФУНГИЦИДЫ

Зуммер®
Импакт®
Импакт® Супер
Импакт® Эксклюзив
Консул®

ОБРАБОТКА СЕМЯН

Винцит® Форте
Пикус

РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА

Перфект®

Представительство в России: ООО «ЭфЭмСи», г. Москва 115432, Проспект Андропова, 18, корпус 6

Более подробную информацию о препаратах можно получить у представителей компании:

БУДЬКО ВЛАДИМИР АНАТОЛЬЕВИЧ + 375 29 311 77 73

КРАКАСЕВИЧ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ + 375 29 638 14 33

www.fmcrossia.ru

Земледелие и Растениеводство

Научно-практический журнал

№ 2 (135)
март–апрель 2021 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Crop farming and plant growing
Scientific-Practical Journal

№ 2 (135)
March–April 2021

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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



В НОМЕРЕ

На тему дня

📌 *Пилук Я. Э.* Особенности ухода за посевами озимого рапса в весенне-летний период вегетации 3

Селекция

📌 *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 6

📌 *Привалов Ф. И., Гриб С. И., Матыс И. С.* Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений – научный объект Национального достояния Республики Беларусь 10

IN THE ISSUE

On the topic of day

📌 *Pilyuk Ya. E.* Peculiarities of taking care after winter rape crops during spring-summer vegetation period

Breeding

📌 *Privalov F. I., Grib S. I., Matys I. S., Dmitrieva S. A., Avakyan A.* Main directions and National strategy priorities on keeping and the stable use of plant genetic resources in the Republic of Belarus

📌 *Privalov F. I., Grib S. I., Matys I. S.* National seed bank of genetic economically useful plant resources is a scientific object of a National property of the Republic of Belarus

Агротехнологии

- 14 *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

Агрохимия

- 18 *Богатырева Е. Н., Серая Т. М., Кирдун Т. М., Бiryukova О. М., Белявская Ю. А.* Дозовые нагрузки биогенных элементов и тяжелых металлов на дерново-подзолистые почвы в зоне влияния животноводческих комплексов и птицефабрик
- 23 *Куркина Г. Н., Романович А. Н., Холодинская Н. Л.* Формирование урожая кукурузы в зависимости от погодных условий, доз, сроков и способов внесения карбамида
- 27 *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

Защита растений

- 31 *Надточаев Н. Ф., Куркина Г. Н.* Эффективность выращивания кукурузы при комплексной обработке семян протравителями
- 37 *Сташкевич А. В., Сташкевич Н. С.* Гербицид Корнеги, СЭ в посевах кукурузы
- 40 *Сущевич Ю. А., Шашко Ю. К.* Соответствие лабораторного и полевого метода оценки коллекции ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости
- 44 *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

Льноводство

- 48 *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
- 51 *Литарная М. А., Блохина И. Н.* Оценка исходного материала льна-долгунца различного эколого-географического происхождения по показателям урожайности и качества волокна

Информация

- 55 *Козлов Виктор Алексеевич* – победитель в ежегодном конкурсе на лучшую докторскую диссертацию в номинации «ветеринарные и сельскохозяйственные науки» за 2020 г.
- 55 *Забара Юрий Михайлович* (к 80-летию со дня рождения)
- 56 *Онуфрейчик Николай Григорьевич* (к 80-летию со дня рождения)
- 57 *Сорока Сергей Владимирович* (к 65-летию со дня рождения)
- 59 *Светлой памяти Шибута Леонида Ивановича* посвящается

Agrotechnologies

- 14 *Privalov F. I., Kholodinsky V. V., Bruy I. G., Shantyry V. A., Kholodinskaya N. L.* An accurate definition of optimum winter grain crops sowing periods in connection with warming up the climate of Belarus for the last 25 years

Agrochemistry

- 18 *Bogatyreva E. N., Seraya T. M., Kirdun T. M., Biryukova O. M., Belyavskaya Yu. A.* Dose loads of biogenic elements and hard metals in soddy-podzolic soil in a zone of cattle-breeding complexes and poultry farms
- 23 *Kurkina G. N., Romanovich A. N., Kholodinskaya N. L.* Corn yield formation depending on weather conditions, rates, periods and methods of carbamide application
- 27 *Wildflush I. R., Ionas E. L., Tsyganov A. R.* Influence of macro-, micro fertilizers and growth regulators on photosynthetic activity and medium – late ripeness potato productivity in soddy-podzolic light loamy soil

Plant protection

- 31 *Nadtochaev N. F., Kurkina G. N.* Efficiency of corn growing by complex seed treatment with disinfectants
- 37 *Stashkevich A. V., Stashkevich N. S.* Herbicide Cornegy, SE in corn crops
- 40 *Sushchevich Yu. A., Shashko Yu. K.* Correspondence of laboratory and field method of spring barley collection evaluation for resistance to net blotch
- 44 *Kazharsky V. R., Kozlov S. N., Karpitsky A. M., Isakov A. V., Kozlov N. A.* Efficiency of the fungicide Gekata, ME in apple-tree under North-East of Belarus conditions

Flax growing

- 48 *Prudnikov V. A., Stepanova N. V., Chirik D. P., Chuiko S. R., Lyubimov S. V., Korobova N. V., Pashkevich E. V.* Efficiency of nitrogenous fertilizer by fiber flax growing in derno-podzolic coherent sandy soil
- 51 *Litamaya M. A., Blokhina I. N.* Evaluation of original fiber flax material of different ecological geographic origin by yield and fiber quality parameters

Information

- 55 *Kozlov Victor Alexeevich* – an annual competition winner for the best Doctor's degree dissertation in the nomination "veterinary and agricultural sciences for 2020
- 55 *Zabara Yury Mikhailovich* (to the 80-th Anniversary of his Birth)
- 56 *Onuphreychik Nikolay Grigorievich* (to the 80-th Anniversary of his Birth)
- 57 *Soroka Sergey Vladimirovich* (to the 65-th Anniversary of his Birth)
- 59 *To the blessed memory of Shibut Leonid Ivanovich* is dedicated

Особенности ухода за посевами озимого рапса в весенне-летний период вегетации

Я. Э. Пиллюк, кандидат с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 01.03.2021 г.)

Под урожай 2021 г. озимый рапс на маслосемена в Республике Беларусь высеян на площади 375 тыс. га.

В текущем году сложились различные условия для перезимовки озимого рапса, особенно в северных районах и на юге республики, где в отдельных регионах практически отсутствовал снежный покров при морозах до -20°C и более в январе и феврале (после оттепелей до $+4^{\circ}\text{C}$). Поэтому перед проведением мероприятий по уходу за посевами озимого рапса в условиях текущего года обязательно следует провести оценку их состояния после перезимовки.

Оценка состояния посевов озимого рапса в период и после перезимовки

Диагностика состояния посевов озимых культур основывается на знании биологических особенностей роста и развития растений в ходе перезимовки и анализе метеорологических условий в этот период. Существует целый спектр **полевых, лабораторных и лабораторно-полевых методов определения состояния посевов** в течение и после перезимовки.

Визуальная оценка посевов по пятибалльной системе (по методике В. Я. Юрьева) в модификации Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию для рапса:

5 баллов – перезимовало $>85\%$ растений, нет явных пятен гибели;

4 балла – перезимовка 70% и более, растения равномерно размещены по полю, пятнистость не более 15% площади;

3 балла – перезимовка $\geq 50\%$ растений, растения равномерно размещены по полю, пятнистость до 30% ;

2 балла – перезимовка 30% и более, растения хорошо развиты, толщина корневой шейки $0,8\text{ мм}$ и более (наблюдать);

1 балл – гибель более 85% растений, пятнистость $>50\%$ (пересеять).

Данный метод можно применить лишь после возобновления вегетации. Но в течение перезимовки, особенно после воздействия на посевы сильных морозов и при слабом снежном покрове или его полном отсутствии, может возникнуть необходимость определения состояния посевов. Для этого случая существуют два экспресс-метода оценки: **метод монолитов** и **метод «торсов»** [1].

Весной, во время возобновления вегетации состояние растений озимого рапса определяют следующим образом: зеленые растения выкапывают на глубину $10\text{--}15\text{ см}$ и если главный корень не поврежден, даже при повреждении боковых корней, такие растения считают нормальными «живыми» и продолжают наблюдения через $5\text{--}10$ дней, а если главный корень легко размачивается, растения считают погибшими. Если размачивается только самая тонкая часть корня (его кончик), а при разрезании корня поперек сочные ткани имеют белую окраску, то такие растения считают живыми.

Степень повреждения посевов озимого рапса сильными морозами не всегда можно определить визуально. Сначала, с перезимовки они выходят зелеными, а затем медленно увядают. Здоровые растения озимого рапса уже начали интенсивный рост и находятся в тургорном состоянии. Больные или сильно поврежденные посевы к середине дня теряют тургор и определяются глазомерно.

Эффективной является следующая методика оценки состояния посевов и прогнозирования урожая.

1. Биологический урожай посевов озимого рапса определяется по формуле:

$$Y = ((A + 1) \times B) / 10 \quad (1),$$

где Y – биологическая урожайность, ц/га;

A – количество крупных розеточных листьев, шт.;

B – густота стояния здоровых растений, шт./м².

Например, при густоте стояния 30 здоровых растений на 1 м^2 и наличии в среднем 10 листьев на одном растении биологический урожай семян озимого рапса при оптимальной технологии возделывания и уборки составит:

$$Y = ((10 + 1) \times 30) / 10 = 33 \text{ ц/га}$$

Несложно подсчитать, что при густоте стояния 20 растений на 1 м^2 с крупной розеткой листьев ($11\text{--}15$ шт./растение) возможная урожайность рапса может составить $22\text{--}30$ ц/га, а при наличии 6 шт. листьев, что зачастую наблюдается на полях, уже 12 ц/га. Даже в благоприятные годы фактический урожай семян озимого рапса составляет $70\text{--}80\%$ от биологического;

2. Для объективной оценки перезимовки необходимо провести обследование каждого поля путем подсчета густоты стояния растений, степени их развития и выживаемости. При помощи продольного разреза всего растения ножом определить процент здоровых неповрежденных растений. Больные растения не смогут сформировать полноценный урожай и зачастую гибнут уже к середине мая. На площади посевов 10 га необходимо обследовать не менее 10 площадок, вырвать, сделать продольный разрез и оценить 50 растений и более.

3. После вышеназванной оценки, биологическую урожайность следует откорректировать с учетом повреждения растений и формула (1) будет иметь следующий вид:

$$Y = ((A + 1) \times B \times (0,01 \times C)) / 10 \quad (2),$$

где C – процент здоровых растений.

Например,

$$Y = ((10 + 1) \times 30 \times (0,01 \times 70)) / 10 = \\ = (11 \times 30 \times 0,7) / 10 = 23,1 \text{ ц/га}$$

При наличии в посевах озимого рапса 50% и более поврежденных растений необходимо провести их повторную оценку через $3\text{--}4$ дня, даже если биологический урожай составит 15 ц/га и более.

4. Оставлять посевы для получения маслосемян или пересевать их яровым рапсом необходимо после эконо-

мической оценки того или иного приема. Общеизвестно, что в 1 кг маслосемян рапса содержится 2 кормовые единицы, а по энерго-протеиновому отношению 22 ц рапса равны 65 ц ячменя. Поэтому, если вы уверены, что реально урожай маслосемян озимого рапса в вашем хозяйстве составит 15–20 ц/га, растения равномерно размещены по полю и не засорены сорняками, их следует подкормить азотными удобрениями в дозе 100–120 кг азота и защищать от вредителей.

5. Пересев неравномерно перезимовавших посевов озимого рапса яровым необходимо провести оперативно после их обследования. Для чего следует внести азотные удобрения в дозе 90–100 кг/га, провести чизелевание в 2 следа, предпосевную обработку АКШ-6 и посев. При использовании комбинированного агрегата типа «Амазоне» чизелевание проводится в 1 след.

Оценивают состояние озимого рапса после перезимовки по следующим параметрам (таблица 1).

Посевы озимого рапса могут в значительной степени повреждаться на наиболее низких или самых высоких участках поля из-за затопления или сдувания снежного покрова. В этом случае целесообразно перепахать и пересеять яровыми культурами даже отдельные погибшие участки поля.

Применение минеральных удобрений

Основным условием получения высоких урожаев семян рапса является рациональное внесение минеральных удобрений, однако важнейшим урожаеобразующим фактором для этой культуры является азот. Рапс характеризуется высокой потребностью в питательных веществах, основную долю которых (65–70 %) он потребляет до цветения культуры. От всходов до конца цветения рапс потребляет 96–98 % азота. Максимальная потребность в питательных веществах, и особенно в азотных, отмечается у озимого рапса весной. С 1 ц семян озимый рапс выносит 3,6–3,9 кг азота, а с учетом соломы фактическая потребность составляет 4,8–5,3 кг азота.

Дозы внесения минеральных удобрений рассчитывают балансовым методом с учетом содержания элементов питания в почве и запланированной урожайности. Оптимальная доза минеральных удобрений – 120–160 кг/га д. в. азота, 40–80 кг д. в. фосфора, 120–160 кг д. в. калия на 1 гектар. Озимый рапс хорошо реагирует на высокие дозы калийных удобрений под вспашку. Азотные удобрения осенью вносят только при необходимости (малопродуктивная почва, большое количество пожнивных остатков и соломы) в дозе 20–40 кг д. в., а остальные – в две–три подкормки весной. Минимальная доза азотных удобрений – 60 кг/га д. в.

Таблица 2 – Урожайность маслосемян рапса озимого в зависимости от доз азотных удобрений (легкий суглинок)

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка к фону		Окупаемость 1 кг азота, кг
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	ц/га	%	
N ₄₀ P ₈₀ K ₁₂₀ – фон	29,0	20,7	29,2	26,3	–	–	–
Фон + N ₆₀	38,7	23,8	33,2	31,9	5,6	21,3	9,3
Фон + N ₉₀	45,8	26,8	39,1	37,2	10,9	41,4	12,1
Фон + N _{120 (90 + 30)}	50,2	28,3	49,2	42,6	16,3	63,0	13,6
Фон + N _{150 (90 + 60)}	51,9	31,6	51,8	45,1	18,8	71,5	12,5
Фон + N _{180 (90 + 90)}	52,9	31,3	52,0	45,4	19,1	72,6	10,6
НСР ₀₅	2,32	1,74	2,14				

При недостатке удобрений лучше посеять меньшую площадь, но внести оптимальную дозу азота.

Появление белых корешков является сигналом весеннего возобновления вегетации озимого рапса. Корни рапса трогаются в рост при температуре почвы +2,9 °С, в условиях Беларуси в основном в первой-второй декадах апреля. Этот период наиболее благоприятный для проведения первой подкормки азотными удобрениями. Недостаток азотного питания приводит к снижению ветвления рапса, при содержании в листьях до 2,5 % азота вероятность опадения бутонов, цветков и стручков повышается на 25 % и более. Для достижения высокой урожайности этой культуры необходимо чтобы на 1 м² образовалось 450–500 продуктивных ветвей. С марта по май на одном растении рапса образуется от 2000 до 3000 ювенальных цветков, из них более 60 % опадает из-за недостаточного питания или несвоевременного внесения макро- и микроудобрений и особенно азотных.

Анализ многолетних исследований по минеральному питанию рапса (1987–2020 гг.), проведенных в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в различных почвенно-климатических условиях Беларуси, показал, что наибольшую прибавку урожая маслосемян озимого рапса – 11,6–21,8 ц/га или 57–122 % обеспечивает оптимальное применение азотных удобрений. Сбалансированное минеральное питание оказывает также большое влияние на показатели качества маслосемян, перезимовку и засухоустойчивость растений озимого рапса.

Урожайность маслосемян озимого рапса в зависимости от доз азотных удобрений в различные по влагообеспеченности годы представлена в таблице 2. Наибольшая окупаемость азотных удобрений (12,1–13,6 кг маслосемян на 1 кг азота) установлена при внесении в подкормку весной N_{90–150}.

Первая азотная подкормка в дозе N_{60–100} проводится весной при первой возможности выхода техники в поле, после оценки состояния посевов и при сходе талых вод. В этот период эффективны все виды азотных удобрений. Вторая подкормка в дозе N_{40–80} проводится

Таблица 1 – Оценка состояния посевов озимого рапса в зависимости от сохранившихся растений на 1 м²

Состояние	Количество растений, шт./м ²
Отличное	35–55
Хорошее	26–34, 56–65
Удовлетворительное	20–25, 66–80
Плохое	менее 15

через 2–2,5 недели в фазе стеблевания рапса, третья подкормка (N_{20-40}) – спустя еще 1–1,5 недели в фазе бутонизации. Для поздних подкормок рекомендуются аммиачная селитра или мочевины. В межфазный период стеблевания – бутонизация в течение двух-трех недель рапс очень интенсивно растет в высоту, а именно, на 5–8 см за сутки. За это время образуется примерно 50 % общей надземной биомассы.

Рапс отличается повышенной требовательностью к обеспеченности почв микроэлементами (бором, цинком, молибденом, марганцем и др.). При низкой обеспеченности в подкормку вносят не менее двух наиболее дефицитных видов микроэлементов согласно картограмме. Наиболее целесообразно применять их в период вегетации в виде некорневой подкормки совместно с инсектицидами против вредителей: Биовермтехно, Ж (1–2 л/га), Атоник, ВР (0,2 л/га), Хелком, ж. (1 л/га), Терра-Сорб фолиар, Ж (1 л/га), Терра-сорб Комплекс, Ж (0,6–1,2 л/га), Аминоквелент В, Ж (1–3 л/га), Блекджек, КС (1–2 л/га), Нутривант, п. (1–2 л/га), Фосфит-1, Ж (0,5–1 л/га), удобрения Экогумкомплекс, Экогум ФК и др.

Для некорневой подкормки бором применяется борная кислота, предварительно разведенная в теплой воде (0,3–0,6 кг/га), или органоминеральные формы бора Эколист Моно бор, ж. (1–2 л/га), Адоб бор, ж. (1–2 л/га), Полибор, ВРК, Органобор и др.

Применение регуляторов роста в весенний период

При достижении растениями озимого рапса фазы стеблевания (высота стебля 5–12 см) посевам необходимо обработать регуляторами роста, фунгицидами с росторегулирующим действием или ретардантами: Карамба Турбо, КС – 0,7–1,0 л/га; Сетар, СК – 0,5; Карамба, ВР – 0,8–1; Тилмор, КЭ – 0,7–0,9; Баклер, КМЭ – 0,6–0,8; Ретацел, ВРК – 1,5–2,0 + 0,2 ПАВ; Рэгги, ВК – 1,5–2,0; Центрино, ВК – 1,5–2,0 л/га и др. Исследованиями РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» установлено, что внесение фунгицидов с росторегулирующим действием, регуляторов роста и ретардантов в посевах озимого рапса при весеннем применении в фазе стеблевания обеспечивает высокую хозяйственную эффективность (таблица 3).

Внесение препаратов способствовало увеличению урожайности озимого рапса: прибавка урожая маслосемян по отношению к контрольному варианту (без обработки препаратами) составила от 4,0 до 6,1 ц/га или 11,1 и 16,9 % соответственно.

Все изучаемые препараты при весеннем применении оказали ингибирующее и стимулирующее действие на элементы архитектуры растений озимого рапса к уборке. Благодаря применению регуляторов роста в весенний период, высота растений была на 5–9 см или 6,3–7,9 % ниже контрольного варианта (без обработки препаратом), высота ветвления снижалась до 13,9 см или до 15,7 %, при этом диаметр корневой шейки увеличился до 17,6 %, количество боковых ветвей – до 11,4 %.

Защита от вредителей

Наиболее опасными и распространенными вредителями рапса являются рапсовый цветоед, а в последнее время – стеблевые и семенной скрытнохоботники, а также стручковый капустный комарик и моль. Против этих вредителей проводится двух-трехкратная обработка инсектицидами. Первая – в фазе стеблевания озимого рапса при наличии экономического порога вредоносности (ЭПВ) рапсового или стеблевого скрытнохоботника при совместном внесении с микроэлементами, в основном бором и марганцем. Вторая, как правило, через 10–14 дней при наличии на одном растении 2–3 особей цветоеда, при заселении 10 % растений, любым рекомендованным инсектицидом. Через 10–12 дней, в конце бутонизации (желтый бутон), при ЭПВ обработку повторяют. Для борьбы с вредителями озимого рапса перед цветением необходимо применять препараты, которые не угрожают пчелам.

Результаты наших многолетних исследований показали высокую хозяйственную и биологическую эффективность применения инсектицидов при одно-двух- и трехкратной обработке посевов озимого рапса. Полевыми испытаниями в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» установлено, что применение инсектицидов в посевах озимого рапса в условиях 2020 г. оказало существенное влияние на урожайность маслосемян этой культуры. Сохранный урожай маслосемян по отношению к контролю (без защиты от вредителей) в зависимости от срока и кратности применения составил от 7,4 до 12,9 ц/га или 25,5–44,5 %. Анализ динамики заселения и повреждения стеблевыми скрытнохоботниками и стручковым капустным комариком посевов озимого рапса показал, что за последние годы практически в 5–7 раз увеличилось повреждение этой культуры вредителями и особенно скрытнохоботниками. Наибольшая биологическая эффективность инсектицидов против стеблевого скрытнохоботника – 95,2 % была получена

Таблица 3 – Эффективность фунгицидов с росторегулирующим действием, регуляторов роста и ретардантов в посевах озимого рапса при весеннем применении (2020 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Урожайность, ц/га семян	Прибавка к контролю	
			ц/га	%
Контроль (без обработки)	–	36,0	–	–
Сетар	0,5	41,4	5,4	15,0
Баклер	0,8	40,0	4,0	11,1
Тилмор	0,9	40,9	4,9	13,6
Колосаль + Рэгги	1,5 + 0,5	42,1	6,1	16,9
Рэгги	1,75	41,2	5,2	14,5
Центрино	1,75	41,1	5,1	14,2
НСР ₀₅		2,12		

в «эпизотийный» 2020 г. при 3-кратной обработке посевов (повреждение скрытнохоботниками в варианте без применения инсектицида – до 83 %). При обработке посевов озимого рапса однократно (в фазе бутонизации) биологическая эффективность инсектицида против скрытнохоботников составила 59,0 %.

Против вредителей озимого рапса в весенний период необходимо применять следующие препараты: рапсовый и капустный скрытнохоботники – Борей, СК (0,1 л/га); Кинфос, КЭ (0,2–0,3); Нурелл Д, КЭ (0,5–1,0); Каратэ зеон, МКС (0,1–0,15); Фастак, КЭ (0,1–0,15) л/га и др., рапсовый цветоед, семенной скрытнохоботник – Актеллик, КЭ (0,5 л/га); Би-58 Новый, КЭ (0,8–1,0); Золон, КЭ (1,5–2,0); Кинмикс, КЭ (0,2–0,3); Нурелл Д, КЭ (0,5–1,0); Суми-альфа, КЭ (0,2–0,3); Рогор-С, КЭ (0,8–1,0); Брейк, МЭ (0,06–0,07); Фастак, КЭ (0,1–0,15); Фаскорд, КЭ (0,1–0,15); Фьюри, ВЭ (0,07); Шарпей, МЭ (0,14–0,24), Биская, МД (0,2–0,3 л/га); Децис профи, ВДГ (0,03 кг/га) и др.

Защита от болезней

Расширение посевных площадей под озимым рапсом в Беларуси сопряжено с ростом поражаемости его посевов болезнями. Болезни вызывают преждевременное созревание рапса, что приводит к образованию недоразвитых семян, растрескиванию стручков и, в итоге, к значительным потерям урожая. Налив семян и созревание озимого рапса продолжается 45–60 дней, поэтому так важно защитить стручки от болезней. В течение первых 20 дней после цветения происходит наиболее интенсивный рост семян и стручков. Уменьшение массы 1000 семян у озимого рапса на 1 г снижает урожайность на 25 %. Применение фунгицидов позволяет сдерживать развитие болезней, сохранять продолжительность

«жизни» стручков, улучшить развитие семян и повысить их массу.

Внесение препарата Пиктор, КС в посевах озимого рапса в стадии желтый бутон (DC59), середина цветения культуры (DC65), в фазе зеленого стручка (DC75) и дважды (DC59 → DC75) обеспечило высокую биологическую и достоверную хозяйственную эффективность, при этом прибавка урожая маслосемян озимого рапса, по отношению к варианту без обработки, составила 9,8–14,3 ц/га или 30,1–43,9 %.

Для защиты озимого рапса от болезней рекомендовано применять в посевах следующие фунгициды:

- **опрыскивание в фазе конец цветения – образование стручков против альтернариоза:** Амистар экстра, СК (0,75–1,0 л/га); Колосаль про, КМЭ (0,4–0,6); Ориус, ВЭ (0,75–1,0); Титул 390, ККР (0,26); Алиот, КЭ (0,4); Прозаро, КЭ (0,6–1,0 л/га) и др.
- **опрыскивание в фазе конец цветения – образование стручков против альтернариоза и серой гнили:** Импакт, КС (0,5 л/га); Менара, КЭ (0,4–0,5); Ориус, ВЭ (0,8–1,0 л/га) и др.
- **опрыскивание в период цветения против альтернариоза и склеротиниоза:** Пиктор, КС (0,4–0,5 л/га); Пропульс, СЭ (0,8–1,0); Прозаро, КЭ (0,6–1,0); Амистар экстра, СК (0,75–1,0 л/га) и др.

Все мероприятия по уходу за посевами озимого рапса целесообразно проводить по одной колее высококлиренсными опрыскивателями для предотвращения лишнего переуплотнения почвы и травмирования растений.

Литература

1. Методические рекомендации по оценке состояния посевов рапса после перезимовки и заморозков / Я. Э. Пилюк [и др.]; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2012. – 34 с.

УДК 633:631:[526.3+523](476)

Основные направления и приоритеты Национальной стратегии по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений в Республике Беларусь

Ф. И. Привалов¹, доктор с.-х. наук, С. И. Гриб¹, академик, доктор с.-х. наук,

И. С. Матыс¹, кандидат с.-х. наук, С. А. Дмитриева², доктор биологических наук, А. Авакян³

¹Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

²Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси

³ЗАО «Научный центр овощебахчевых и технических культур», Армения

(Дата поступления статьи в редакцию 15.01.2021 г.)

Представлены основные направления и приоритеты Национальной стратегии Республики Беларусь, в которой отражено состояние генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства, проанализированы факторы, угрожающие их разнообразию, и проблемы в области сохранения и устойчивого использования ГРПКСХ, определены первоочередные задачи и мероприятия, направленные на улучшение сохранности и эффективное использование ГРПКСХ, укрепление кадрового потенциала и сотрудничества в области генетических ресурсов растений на региональном, национальном и международном уровнях.

The paper presents the main directions and priorities of the National strategy of the Republic of Belarus, which reflects the current state of plant genetic resources for food and agriculture (PGRFA), analyzes factors threatening their diversity, depicts problems related to conservation and sustainable use of PGRFA, identifies priority tasks and actions aimed at improving preservation and effective use of PGRFA, strengthening human resource capacity and cooperation in the field of plant genetic resources at regional, national and international levels.

Введение

Генетические ресурсы растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства (ГРРПСХ) являются основным фактором устойчивого сельскохозяйственного производства, представляют биологическую основу продовольственной безопасности и жизнеобеспечения любой страны [1, 2]. Глобальное изменение климата, сокращение земельных угодий и водных ресурсов, деградация окружающей среды угрожают потерей разнообразных генетических ресурсов растений, пригодных для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства [3].

Мировым сообществом признаны суверенные права стран на их биологические ресурсы и вместе с этим – ответственность стран и народов за сохранение биологического разнообразия, мобилизацию генетических ресурсов и предотвращение их исчезновения. Территория нашей страны составляет 20 760 тыс. га, из которых 42 % приходятся на лесные земли, 41 % – на сельскохозяйственные земли, 6 % – на поверхностные воды, включая болота, 11 % – на прочие земли. Природные комплексы и экологические системы Республики Беларусь занимают 55 % территории страны [4]. Природная флора республики в целом включает около 2 тыс. видов сосудистых растений, а ее аборигенный компонент – более 1 тысячи.

Основная часть

С 2000 г. в Республике Беларусь действует Государственная программа «Генофонд растений», которая и сегодня служит основой для реализации государственной политики в области сбора, сохранения и устойчивого использования ГРРПСХ с целью последующего их использования для нужд науки и экономики страны.

В апреле 2017 г. Председателем Президиума НАН Беларуси В. Г. Гусаковым от имени Правительства Республики Беларусь и региональным представителем по Европе и Центральной Азии В. Рахманиным от имени Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) был подписан документ об оказании технической помощи по выполнению проекта «Усиление Государственной программы по генетическим ресурсам растений в Беларуси для сохранения и использования генетических ресурсов растений», в рамках которого была разработана Национальная стратегия по сохранению и использованию ГРРПСХ в Республике Беларусь на 2020–2035 гг.

Целью данной Национальной стратегии является обеспечение надежного сохранения, обогащения, всестороннего и углубленного изучения ГРРПСХ и создание условий для их эффективного использования в интересах продовольственной безопасности страны и устойчивого развития сельского хозяйства Республики Беларусь.

Объектами Национальной стратегии являются все возделываемые и произрастающие культуры, их дикие родичи и дикие продовольственные виды.

В процессе разработки данного документа было проанализировано состояние ГРРПСХ в Республике Беларусь, выявлены проблемы и определены пути их решения.

Сектор растениеводства

в агропромышленном комплексе страны

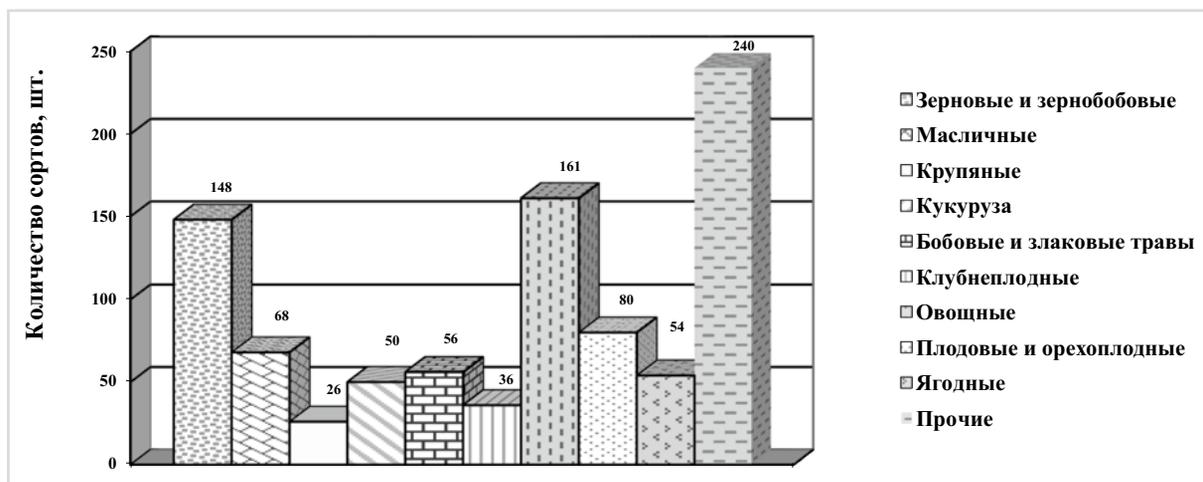
Растениеводство Республики Беларусь специализируется на выращивании традиционных для умеренных широт культур, где преобладают зерновые колосовые (преимущественно пшеница, тритикале, рожь, ячмень), а также кукуруза на зерно и кормовые культуры, основу которых составляют многолетние и однолетние травы и кукуруза, возделываемая на зеленый корм. Пахотные земли в сельскохозяйственных предприятиях республики занимают 4946 тыс. га, луговые угодья – 2 481 тыс. га, земли под постоянными культурами – 34,8 тыс. га, в крупных овощеводческих хозяйствах возделывают около 30 видов овощных и пряно-ароматических культур, а для приусадебного возделывания используются более 80 видов овощных культур.

Селекционные сорта и гибриды

Селекция в стране ведется по 80 видам сельскохозяйственных культур. Всего за период 2000–2020 гг. научно-исследовательскими организациями республики с использованием генетических ресурсов растений было создано и включено в Государственный реестр 919 сортов и гибридов сельскохозяйственных растений (рисунки).

Дикие родичи культурных растений и дикие продовольственные виды

По предварительной оценке инвентаризационный перечень ДРКР в настоящее время включает 668 видов, что составляет 33,4 % по отношению к общему числу видов во флоре республики и 59,6 % по отношению к числу хозяйственно полезных растений. Более 500 видов растений имеют продовольственное значение, ДРКР представлены 69 семействами и 243 родами.



Количество включенных в Государственный реестр сортов полевых культур (за период 2000–2020 гг.)

Ex situ сохранение

Ex situ коллекция генетических ресурсов растений Республики Беларусь в 2020 г. насчитывала более 88,6 тыс. коллекционных образцов и включает культурные растения и их дикие родичи: зерновые, зернобобовые, крупяные, масличные, технические, кормовые, овощные, картофель, плодовые, ягодные, орехоплодные, лекарственные и пряно-ароматические, декоративные, древесные, кустарниковые, лесные древесные породы, природные популяции хозяйственно значимых видов.

Семенные и полевые коллекции *ex situ* сохраняются в:

- Национальном банке семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Коллекция насчитывает 43,9 тыс. образцов и представлена 702 видами, 393 разновидностями растений. В их состав входят селекционные сорта, исходный материал, гибриды, мутанты, генетические линии, местные, стародавние сорта зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых, масличных, технических, овощных, пряно-ароматических культур, дикие родичи природных популяций растений, целевые признаковые, стержневые коллекции хозяйственно полезных видов; 46 % коллекции – образцы белорусского происхождения, 54 % – других стран мира [5];
- полевом геномном банке плодовых, ягодных, орехоплодных культур и винограда Института плодоводства, который содержит 5642 образцов, 40 культур, 110 видов на площади в 20 га;
- культуре *in vitro* в Научно-практическом центре НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству, где генофонд картофеля в количестве 2828 образцов представлен тремя коллекциями: видов и межвидовых гибридов *Solanum*; сортов, дигаллоидов и диких видов, поддерживаемых клубневым репродуктиванием; базисной коллекцией сортов картофеля белорусской селекции;
- генетической коллекции хозяйственно полезных растений Института генетики и цитологии НАН Беларуси (2699 образцов), включающей образцы зерновых культур, картофеля, льна, томата, перца, подсолнечника и сои, маркированные по молекулярно-цитогенетическим и ДНК-маркерам.

Сбор и обмен образцами. Пополнение коллекций осуществляется как за счет обмена образцами с зарубежными генетическими банками и селекционными центрами на основе двусторонних договоров о сотрудничестве, так и за счет экспедиционных сборов в естественных местах произрастания ГРПСХ. При сборе коллекционных образцов учитываются цели и задачи отечественной селекции. Источником пополнения *ex situ* коллекций является проведение совместных экспедиций. Однако такой опыт на сегодняшний день незначителен.

Восстановление / размножение образцов. Восстановление и размножение образцов проводится в полевых питомниках совместно с работами по описанию генетических ресурсов. Многие образцы, сохраняющиеся в полевых коллекциях, постоянно нуждаются в регенерации. Образцы некоторых видов воспроизводятся в защищенном грунте, но доля этого способа в общем объеме размножаемых образцов мала.

Документация и доступ к генетическому материалу. Важным условием целенаправленного использования генетических ресурсов растений является их

документирование и доступность информации. Часть сохраняемого материала задокументирована согласно Многофункциональным паспортным дескрипторам по сельскохозяйственным культурам и введена в общий каталог внутри страны (32 356 образцов). Доступ к информации, включенной в национальный каталог, ограничен, так как база данных не размещена во всемирной сети Интернет.

Дублирование в целях сохранности. В настоящее время в нашей стране не созданы условия по безопасному дублированию образцов ГРПСХ. В то же время в целях сохранности образцов на случай непредвиденных обстоятельств 499 коллекционных образцов пшеницы и ячменя белорусского происхождения дублируются в Арктическом геномном банке (Svalbard Global Seed Vault), CIMMYT (Мексика), ICARDA (Тунис).

Стратегические направления решения проблем ex situ сохранения

Для обеспечения сохранения ГРПСХ в условиях *ex situ* предусмотрено:

- создание оптимальных, соответствующих международным стандартам, условий для краткосрочного и долгосрочного хранения ГРПСХ путем современного оснащения и увеличения площадей лабораторных помещений геномного банка, увеличения количества лабораторий для хранения вегетативно размножаемых растений в условиях *in vitro* и криосохранения;
- обеспечить анализ видового и внутривидового разнообразия коллекций культивируемых и диких ГРПСХ, включая инвентаризацию с последующей разработкой стратегии целенаправленного пополнения образцов, инвентаризацию местных / фермерских сортов, а также пополнения коллекций путем репатриации и размножения утраченных в стране образцов;
- осуществить дублирование коллекционных образцов в рамках страны;
- разработать методологию оптимального содержания полевых коллекций с учетом биологических и агрономических характеристик;
- обновить системы документирования коллекционных образцов в соответствии с международными и европейскими стандартами, унифицирование системы паспортизации образцов и создание спроектированной информационной системы, разработка методических рекомендаций по управлению генетическими коллекциями ГРПСХ;
- углубить разработку методологии скрининга коллекционного материала по ряду основных признаков для выявления устойчивости к вредителям и заболеваниям, воздействию абиотических стрессоров, основанных на применении технологий молекулярного маркирования и геномики.

In situ сохранение

Сохранение генофонда растений в условиях *in situ* обеспечивает сохранность вида при воздействии широкого комплекса природных и антропогенных факторов.

В Республике Беларусь функционирует система особо охраняемых природных территорий (ООПТ), включающая 2 заповедника (Березинский биосферный и Полесский государственный радиационно-экологический), 4 Национальных парка (Беловежская пуца, Браславские озера, Припятский, Нарочанский), заказники республиканского и местного значения и памятники природы. Общая площадь охраняемых территорий составляет

20 148 кв. км (8,7 % от всей территории республики), выполняет важную роль и в сохранении генофонда ДРКР и диких видов.

Среди ДРКР преобладают виды растений, характеризующиеся на территории республики ограниченным распространением (75,6 %). Из них встречаются изредка 179 (26,8 %), редко – 138 (20,7 %), очень редко – 188 (28,1 %). Количество широко распространенных видов составляет 163 (24,4 %). Из 304 редких видов, включенных в 4-е издание Красной книги республики, 99 видов относятся к ДРКР. Распределение их по категориям национальной природоохранной значимости выглядит следующим образом: 17 видов находятся на грани исчезновения – CR (critically endangered, I категория); 18 – являются исчезающими – EN (endangered, II категория); 16 – относятся к уязвимым – VU (vulnerable, III категория); 13 – к потенциально уязвимым – NT (near threatened, IV категория). В список видов, нуждающихся в профилактической охране, включено 35 видов ДРКР. Во флоре республики имеется уникальная в генетическом отношении группа растений, состоящая из видов, находящихся на данной территории на границах своего естественного распространения.

В заповедниках и национальных парках республики представлено более 70 % видов ДРКР как обычных, так и редких. Распространение ДРКР в заказниках не проанализировано, детальные флористические исследования на этих территориях не проведены, не изучена представленность ДРКР и вне охраняемых территорий. Предварительный анализ распространения ДРКР на территории республики свидетельствует о том, что существующая система ООПТ не позволяет сохранить генофонд данного ценного компонента в необходимом объеме. Детальные флористические исследования в большинстве заказников страны не проведены.

Стратегические направления решения проблем *in situ* сохранения ГРРПСХ

Для обеспечения сохранения ГРРПСХ в условиях *in situ* стратегией предусмотрено:

- подготовить инвентаризационный перечень ДРКР в стране, выделить приоритетные виды ДРКР на основе критериев их уязвимости и экономической ценности;
- изучить географическую локализацию на охраняемых природных территориях (ООПТ) и вне их, а также экологические и биологические особенности ДРКР;
- построить картосхемы распространения видов ДРКР и при необходимости провести оптимизацию сети ООПТ, выявить возможные ядровые (ключевые) территории с локализацией максимального числа видов и организовать ООПТ различного ранга – заказников, памятников природы, специализированных резерватов по сохранению генофонда ДРКР;
- проводить систематический мониторинг по оценке состояния популяций ДРКР на примере модельных видов растений, выявить видоспецифичные факторы угрозы и оптимальные условия онтогенеза.

Устойчивое использование ГРРПСХ

ГРРПСХ используются достаточно широко в республике в исследованиях в области селекции, генетики, филогенетики, биотехнологии. Являясь источниками устойчивости к вредителям и болезням и абиотическим стрессорам, ГРРПСХ способствуют повышению продовольственной безопасности страны путем создания устойчивых и адаптивных сортов с высокой и стабильной

урожаем. В производстве посевные площади белорусских сортов зерновых, зернобобовых, масличных и крупяных культур в 2020 г. составили 75,8 %. А такие культуры, как рожь, овес, люпин, гречиха и просо, на 97,3–100 % представлены более адаптивными белорусскими сортами.

Стратегические направления решения проблем устойчивого использования ГРРПСХ

Для обеспечения устойчивого использования ГРРПСХ следует:

- активнее использовать в селекции признаковые, стержневые и ДНК-маркированные коллекции национального банка семян генетических ресурсов растений;
- повысить эффективность селекционного процесса в направлении создания засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур;
- создать системы адаптивных взаимодополняющих сортов в зависимости от уровня плодородия почв, степени интенсивности технологии возделывания;
- выявлять и использовать в селекции различные гены устойчивости к абиотическим стрессам и основным патогенам, повышенного качества, целевого использования продукции и т. д.;
- основываться в селекционной работе на методах гетерозиса и отдаленной гибридизации, маркер-сопутствующей селекции, биотехнологии, геномных технологий;
- для предотвращения проникновения и распространения карантинных вредных организмов расширить существующие и организовать новые карантинные питомники.

Институциональный и кадровый потенциал

Успешная реализация национальных стратегий и программ сохранения и использования ГРРПСХ зависит от квалифицированных кадров, способных дать всеобъемлющую оценку генетическому материалу, а также специалистов, владеющих знаниями и навыками использования и управления базами данных и информационными системами, и связана с укреплением сотрудничества на региональном, национальном и международном уровнях, соблюдением основополагающих положений международных конвенций и соглашений, повышением осведомленности общественности о роли генетических ресурсов растений.

В высших учебных заведениях на факультетах биологического и аграрного профиля в рамках учебных программ читаются лекции, проводятся практические занятия и семинары, затрагивающие вопросы биоразнообразия. Практические занятия для студентов проходят в ботанических садах, национальных парках, учебно-научных центрах.

В средних специальных учебных заведениях аграрного направления республики преподается цикл дисциплин по ботанике и физиологии растений, растениеводству и семеноводству, плодовоовощеводству, проводятся практикумы по ботанике с осуществлением сбора гербария диких родичей сельскохозяйственных культур. В учреждениях общего среднего образования с профильным обучением биологии проводятся курсы и предметные недели по биологии и экологии, биологические конкурсы и соревнования. Кроме того, в республике работает 19 экологических центров для школьников. В Республике Беларусь действует более 80 общественных организа-

ций и объединений природоохранной и экологической направленности, которые вносят существенный вклад в информирование общественности по вопросам сохранения биоразнообразия.

Республика Беларусь участвует в международной сети по генетическим ресурсам растений, проводится работа по обмену генофондом и информацией более чем с 145 зарубежными учреждениями. Республика Беларусь является членом Европейской кооперативной программы по генетическим ресурсам растений (ЕСPGR), входит в Интегрированную систему генбанков Европы (AEGIS).

Мероприятия по повышению уровня осведомленности общественности проводятся в рамках проектов международной технической помощи, имеющих отношение к сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия в Республике Беларусь, которые финансируются такими международными организациями, как ФАО, ГЭФ, ПРООН, Евросоюз и др.

Стратегические направления решения проблем институционального и кадрового потенциала

Для решения проблем институционального и кадрового потенциала намечено:

- разработать учебные программы специализированных курсов лекций по всем аспектам ГРПСХ для студентов, магистрантов и аспирантов профильных высших и средних учебных заведений, в том числе с применением дистанционного обучения, привлечением ученых и специалистов и проведением на базе научно-исследовательских учреждений практических занятий;
- осуществлять практическое обучение, регулярно проводить курсы повышения квалификации в области управления ГРПСХ;
- расширять и укреплять сотрудничество на региональном и международном уровнях в рамках программ / проектов сотрудничества и инициатив с привлечением к участию фермерских хозяйств для активного обмена знаниями и опытом;
- осуществить в 2021 г. присоединение Республики Беларусь к Международному договору о растительных генетических ресурсах для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства, что облегчит доступ к коллекционному материалу и обеспечит справедливое и равноправное распределение выгод, получаемых от использования ГРПСХ в аспекте устойчивого сельского хозяйства и продовольственной безопасности;

- разработать и принять национальное законодательство, касающееся сохранения, обмена и устойчивого использования ГРПСХ с учетом потребностей и проблем всех заинтересованных, в частности, «Закон о генетических ресурсах растений», который определит правовые основы деятельности в области сохранения и рационального использования ГРПСХ.

Проблемы, связанные с межведомственной координацией в области управления ГРПСХ, возможно решить за счет активной деятельности Координационного совета по генетическим ресурсам растений Республики Беларусь.

Заключение

Национальная стратегия Республики Беларусь по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства направлена на активный сбор, сохранение и эффективное использование ГРПСХ и будет осуществлена посредством выполнения разработанного Плана действий в 2021–2035 гг. после утверждения на бюро Президиума НАН Беларуси.

Литература

1. Жученко, А. А. Мобилизация генетических ресурсов цветковых растений на основе их идентификации и систематизации. – М., 2012. – 584 с.
2. Грыб, С. І. Праблема генафонду раслінных рэсурсаў / С. І. Грыб // Вес. Нац. акадэміі навук Беларусі. Сер. Біял. навук. – 1996. – № 1. – С. 56–59.
3. Второй глобальный план действий по генетическим ресурсам растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства / Комиссия по генетическим ресурсам для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства // Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций ФАО. – Рим, 2011. – 107 с.
4. Состояние биоразнообразия для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь // Страновой доклад. Редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2016. – 137 с.
5. Руководство по формированию, сохранению и изучению коллекций генетических ресурсов растений в генетическом банке семян: методические рекомендации / Ф. И. Привалов [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2018. – 51 с.
6. Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] – Минск: Четыре четверти, 2019. – 452 с.

УДК 633:631:[562.3+527](476)

Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений – научный объект Национального достояния Республики Беларусь

*Ф. И. Привалов, доктор с.-х. наук, С. И. Гриб, академик, доктор с.-х. наук, И. С. Матыс, кандидат с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию*

(Дата поступления статьи в редакцию 27.01.2021 г.)

В статье освещены вопросы создания и формирования Национального банка семян генетических ресурсов

The article reflects the issues related to the establishment and formation of the National Bank of Seeds of Economically

хозяйственно полезных растений. Показаны результаты мобилизации, сохранения, идентификации и использования генетических ресурсов для создания новых высокопродуктивных отечественных сортов и гибридов в целях обеспечения продовольственной безопасности страны.

Введение

Генетические ресурсы растений играют основополагающую роль в обеспечении глобальной продовольственной безопасности и экономического развития. *Ex situ* является самым значимым и широко распространенным методом сохранения генетических ресурсов растений. Мир в настоящее время стоит перед лицом множества проблем, одна из которых – основа продовольственной безопасности. За непродолжительный период на Земле уже утрачено около 30 % видов растений. И если не принять действенных мер, то к середине XXI века этот показатель может достигнуть 60 %. А ведь каждый вид – продукт длительной эволюции, представляющий уникальную планетарную ценность. Ресурсной базе угрожают глобальное потепление и изменение климата, сокращение земельных угодий, деградация окружающей среды, продолжающаяся утрата разнообразных генетических ресурсов растений, пригодных для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства [1]. Поэтому сохранение, изучение и эффективное использование зародышевой плазмы растений в большинстве стран мира рассматриваются как единая национальная задача, которая служит основой успеха в развитии устойчивого сельскохозяйственного производства. Генетическое разнообразие ресурсов растений позволяет созданным на их основе сортам приспосабливаться к постоянно меняющимся условиям и преодолевать проблемы, вызываемые вредителями, болезнями и абиотическими факторами. Сохранение, рациональное использование, справедливое и равноправное совместное участие в выгодах от использования генетических ресурсов являются предметом международной обеспокоенности и насущной необходимостью. Мировым сообществом признаны суверенные права стран на их биологические ресурсы и вместе с этим – ответственность стран и народов за сохранение биологического разнообразия, мобилизацию и использование генетических ресурсов. Для этого созданы национальные генбанки, где в условиях *ex situ* сохраняются различные коллекции генетических ресурсов.

Генные банки играют ключевую роль в сохранении, обеспечении доступности и использования широкого спектра генетического разнообразия растений для улучшения сельскохозяйственных культур и повышения продовольственной безопасности. Они помогают наладить связь между прошлым и будущим, обеспечивая доступность генетических ресурсов для научных исследований, селекции и предоставления улучшенных семян системам сельскохозяйственного производства для обеспечения их устойчивости и гибкости [2].

Во всем мире в настоящее время насчитывается более 1750 генных банков, которые расположены на всех континентах мира. В национальных генбанках мира хранится около 6,6 млн образцов из общемирового количества 7,4 млн образцов, причем 45 % из них сохраняется в семи странах мира.

Important Plant Genetic Resources. It states the results of conservation, mobilization, identification and use of genetic resources for creation of new high yield national varieties and hybrids in order to ensure food security of the country.

Методика проведения исследований

Образцы генофонда, селекционный материал, созданные сорта растений оцениваются по широкому комплексу хозяйственно-биологических признаков полевыми и лабораторными методами.

Результаты исследований и их обсуждение

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» координирует работу в стране по сбору, изучению и сохранению генофонда растений, являясь ведущим научным учреждением в области растениеводства, где сконцентрирована селекция более 40 сельскохозяйственных культур. С 2000 г. разработана и начала функционировать Государственная программа «Генофонд растений». Она стала основой для проведения мероприятий по сохранению и рациональному использованию отечественных и мировых растительных ресурсов, направлена на создание, систематизацию, изучение и использование растительных ресурсов. За период 2000–2015 гг. был сформирован основополагающий генетический фонд ресурсов растений и создан банк генетических ресурсов растений сельскохозяйственных культур и природной флоры Беларуси. В основу его формирования были положены следующие основные принципы: сохранение подлинности образца семян, поддержание жизнеспособности и генетической целостности образца, физическая сохранность коллекции, пополнение и использование зародышевой плазмы, обеспечение информации, активное управление генным банком [3].

В 2019 г. Национальный банк семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» получил статус научного объекта Национального достояния Республики Беларусь (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.12.2019 г. № 924) [4].

Сохранение и рациональное использование коллекции семян генбанка является исключительно важной задачей на современном этапе развития как в Республике Беларусь, так и в целом мирового сообщества, поскольку она непосредственно связана в первую очередь с обеспечением национальной и глобальной продовольственной безопасности. Коллекции генбанка пополняются путем обмена коллекционным материалом с генными банками мира, отечественными и зарубежными селекционными центрами, фирмами и учебными учреждениями. При формировании коллекций в первую очередь уделяется внимание на запросы отечественной селекции и растениеводства, осуществляется поиск новых видов и форм, местных и селекционных сортов, источников и доноров ценных признаков и свойств, воспроизведение максимально возможного генетического разнообразия собираемых видов. Материалы коллекций семян генетических ресурсов растений генбанка используются в первую очередь в селекционных целях при создании высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур с высоким качеством продукции, а также в познавательных-образовательных целях. Сохранение коллекции семян генбанка обеспечивается

регулируемыми условиями в камерах кратко-, средне- и долгосрочного хранения.

Состав Национального банка семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»

К 2021 г. коллекционный фонд *ex situ* Национального банка семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» сформирован в составе 43,9 тыс. коллекционных образцов, 47 культур, 356 родов, 702 видов, из них: активная коллекция – 12 842 шт., базовая коллекция – 10 553 шт., коллекция семян исходного образца – 20 570 шт. В относительном выражении наибольший удельный вес составляют образцы зерновых культур – 46,2 %. Зернобобовые составляют 15,9 % коллекционного фонда, масличные (крестоцветные) – 7,4 %, крупяные – 3,6 %, кормовые – 14, 6 %.

Коллекции генетических ресурсов растений *ex situ* сохраняются в виде сухих семян при низких температурах. Закладка коллекционных образцов на среднее и долгосрочное хранение в камерах позволяет существенно продлить период сохранения жизнеспособности семенного материала национального банка, повышает надежность сохранения генофонда и снижает затраты на регенерацию образцов. Работа с коллекцией включает сохранение, описание, оценку коллекции, а также управление данными и информацией, связанными с генетическими ресурсами растений [4].

Коллекция семян исходного образца. Сформирована и сохраняется в регулируемых условиях при t +4 °C коллекция семян исходного образца (20 570 шт.) (рисунок), которая предназначена для справочных целей, сравнительного анализа морфологических признаков или генотипа последующих поколений соответствующего образца (20–100 семян).

Базовая коллекция. В 2020 г. базовая коллекция насчитывала 10 553 коллекционных образцов, охватывает оригинальный семенной генофонд белорусского происхождения, лучшие зарубежные сорта, наиболее ценные уникальные либо редкие образцы и хранится при температуре –18 °C.



Состав коллекции семян исходного образца (2020 г.)

Коллекция не имеет аналогов в мире, ее состав включает 10 семейств, 21 род, 61 вид, 135 разновидностей полевых культур и 47 родов, 98 видов природной флоры Республики Беларусь, сохраняется до 40 лет.

Активная коллекция. Активная коллекция Национального банка семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений в 2020 г. насчитывала 12 842 коллекционных образцов, включает генофонд хозяйственно полезных растений 10 семейств, 21 род, 61 вид, 135 разновидностей, хранится 10–15 лет при температуре 0–+3 °C, предназначена для обмена и обеспечения коллекционными образцами отечественных и зарубежных селекционеров и исследователей, для создания новых ресурсо- и энергосберегающих сортов и гибридов 47 видов (зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых, масличных).

Коллекции семян генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых, масличных культур, сахарной свеклы и льна активной коллекции включают: селекционные сортообразцы (линии) и сорта с высокой степенью проявления отдельных ценных признаков и их сочетанием с донорскими свойствами; ценные самопыляемые линии с высокой комбинационной способностью; образцы с генетическими маркерами отдельных признаков; ценные константные образцы с измененным набором хромосом; мутантные образцы с явным отличием от исходного материала по отдельным признакам или их сочетаниями; образцы с интрогрессией ценных признаков из других видов, родов растений путем отдаленной гибридизации, геной инженерии и других методов; ценные аллоплазматические линии; образцы природных популяций диких родичей культурных растений, хозяйственно ценных и редких видов растений.

Стержневые коллекции. С использованием генофонда ресурсов растений впервые в Беларуси создана стержневая генетическая коллекция люпина узколистного, не имеющая аналогов в мире, хранится в активной и базовой коллекции генбанка. Разработана современная концепция создания и использования биологического банка генов (ББГ) люпина узколистного, который представляет систему из 14 комплементарных друг другу по многим генам компонентов (ББГ-1... ББГ-14),

где экспериментально сконцентрированы и хранятся контролируемые и необходимые для практической селекции люпина узколистного гены. По стержневой коллекции люпина создана идентификационная база данных (ИБД) с использованием фотографии [5].

Источники селекционных признаков. Генетические ресурсы растений, сохраняемые в коллекциях генбанка, служат главным источником исходного материала ценных признаков для создания новых высокопродуктивных сортов и гибридов [6, 7].

Ежегодно в коллекционных питомниках 20 полевых коллекций ведется изучение и размножение коллекционных образ-

цов зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных, кормовых культур по фенологическим, морфологическим, хозяйственно ценным признакам, учет болезней, идентификация образцов с использованием методики UPOV. Всего за 2016–2020 гг. было изучено 15 145 коллекционных образцов. Для примера приведены характеристики источников селекционно-ценных признаков яровой пшеницы.

Пшеница яровая (*Triticum L.*). В коллекции хранятся источники селекционно-ценных признаков белорусского происхождения: Виза – устойчивость к полеганию, устойчивость к поражению мучнистой росой и септориозом, высокое содержание белка и клейковины; Ростань – устойчивость к поражению мучнистой росой, септориозом и бурой ржавчиной, высокое содержание белка и клейковины; Дарья – высокая продуктивность, устойчивость к полеганию, устойчивость к поражению мучнистой росой, высокое содержание белка и клейковины; Рассвет – устойчивость к полеганию, урожайность, устойчивость к поражению мучнистой росой, бурой ржавчиной и септориозом, носитель идентифицированных генов устойчивости Pm3d, Pm4b, высокое содержание белка и клейковины; Белорусская 80 – носитель идентифицированных генов устойчивости pm1, pm2, pm3, pm4, pm5, pm6, pm8, pm16, pm17, pm18, pm19, pm21, pm22, pm23, pm24; Тома – высокая продуктивность, устойчивость к полеганию, устойчивость к поражению мучнистой росой и септориозом; Сабина – устойчивость к поражению мучнистой росой и бурой ржавчиной, высокое содержание белка и клейковины; Василиса – устойчивость к мучнистой росе, крупносемянность; Ласка – устойчивость к мучнистой росе; Любава – устойчивость к мучнистой росе, септориозу, высокое качество зерна; Сударыня – устойчивость к мучнистой росе и стеблевой ржавчине, обладает высокой устойчивостью к полеганию, по качеству зерна отнесен к ценным пшеницам; Славянка – ценная по качеству, хлебопекарного назначения, обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе; Монета – среднеранний, крупнозерный, продовольственного использования, устойчив к мучнистой росе; Мадонна – обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе, сорт продовольственного использования, крупнозерный; Награда – устойчивый к полеганию, обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе, крупнозерный; Эврика – высокоустойчив к мучнистой росе, слабовосприимчив к септориозу и фузариозу колоса, хорошие хлебопекарные качества.

Среди сортов иностранного происхождения находятся источники скороспелости – hechun11hao и longfu1 (CHN), Туймаада, Пушкинская 1, Пушкинская 3 и Приморская 50 (RUS), Ul Winchester (USA), Odeta (CZE), Bastian (NOR), k-66445 (GEO); короткостебельности – Dian 852–675 и longfu20 (CHN), Atrevido (ESP); устойчивости к полеганию – Robijs (LVA), Пушкинская 2 (RUS), k-66445 (GEO), Eleganza (FRA), Serenada (POL), Маттус (DEU), Zidane 89 (ALG), SW Kungsjet (SWE); высокой продуктивности – Longfu 2015 (CHN), KWS Torridon (DEU), Robijs (LVA), Voore (EST), Ерык 97 (KAZ); устойчивости к болезням – Atrevido (ESP), Лютесценс 540 и Эстивум 155 (RUS), Trappe (DEU) (устойчивость к мучнистой росе); высокой урожайности – Libertina и Китри (CZE).

Аналогично пшенице в Национальном генбанке хранятся источники селекционно-ценных признаков озимой пшеницы, озимой ржи, тритикале, ячменя,

овса, кукурузы, зернобобовых, крупяных, масличных, кормовых культур.

Международное сотрудничество. В области международного сотрудничества проведена работа по вступлению Республики Беларусь в X фазу международной Европейской Кооперативной программы 2019–2022 гг., в которой участвуют 47 стран, 37 из которых являются членами AEGIS, в том числе и Беларусь. Подготовлены и заключены международные договора о сотрудничестве в области сбора, изучения, сохранения и использования генетических ресурсов растений РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» с научными учреждениями России, Китая, Норвегии, Словакии, Болгарии, Украины, Молдавии, Литвы, Армении.

За 2016–2020 гг. коллекции послужили исходным материалом для создания в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» 65 новых сортов зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных, кормовых культур. Только за 2020 г. с использованием генофонда переданы в государственное сортоиспытание 23 сорта. Удельный вес сортов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в посевах сельскохозяйственных культур Республики Беларусь составил около 75 %. Коллекционный фонд генетических ресурсов культурных растений удовлетворяет запросы селекционеров на генетические источники хозяйственно полезных признаков и свойств, необходимых для создания высокопродуктивных, ресурсо- и энергосберегающих сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Генофонд растительных ресурсов расширяется и представляет собой материальную и интеллектуальную национальную ценность, он обеспечивает непрерывное развитие продовольственной и сырьевой базы государства.

Заключение

Таким образом, собранный генофонд ресурсов растений в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», разработанные современные методы селекции и полученные на их основе сорта обеспечивают надежный фундамент успешного развития отрасли растениеводства в стране. Коллекции семян Национального генбанка являются стратегическим ресурсом и основой устойчивого производства продукции растениеводства в Республике Беларусь, первоосновой создания новых высокопродуктивных отечественных сортов и гибридов и по праву относятся к научным объектам Национального достояния.

Литература

1. Состояние биоразнообразия для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства в Республике Беларусь: страновой доклад / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – 137 с.
2. Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Четыре четверти, 2019. – 452 с.
3. Привалов, Ф. И. Генетические ресурсы растений для развития приоритетных направлений селекции в Республике Беларусь / Ф. И. Привалов, С. И. Гриб, И. С. Матыс // IV Международная научно-практическая конференция «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве»: школа молодых ученых по эколого-генетическим основам северного

- растениеводства, Киров, 3–5 апреля 2018 г. // Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого; редкол.: Г. А. Баталова [и др.]. – Киров, 2018. – С. 50–54.
4. Стандарты генных банков для генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Издание второе, исправленное и дополненное ФАО. – Рим, 2015. – 162 с.
5. Стержневая генетическая коллекция *Lupinus angustifolius* L. Генетика, формирование биологического банка генов, использование / Н. С. Купцов [и др.] // РУП «Научно-

практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Жодино, 2014. – 127 с.

6. Гриб, С. И. Стратегия и приоритеты селекции полевых культур в Беларуси / С. И. Гриб // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 4. – С. 3–7.
7. Каталог генетических ресурсов зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных и кормовых культур (2016–2020 гг.) / Ф. И. Привалов [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 572 с.

УДК 633.1«324»:631.53.04(476)

Уточнение оптимальных сроков сева озимых зерновых культур в связи с потеплением климата Беларуси за последние 25 лет

*Ф. И. Привалов, доктор с.-х. наук, В. В. Холодинский, И. Г. Бруй, В. А. Шантыр, Н. Л. Холодинская, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию*

(Дата поступления статьи в редакцию 22.01.2021 г.)

В статье приведен анализ изменения теплообеспеченности периода осенней вегетации озимых зерновых культур за период 1996–2020 гг. в сравнении с теплообеспеченностью его по климатической норме 1940–1970 гг. Показано, что календарные сроки начала сева озимых зерновых в результате потепления климата сместились в анализируемом периоде на 4–10 дней, а окончания сева – на 1–5 дней при продолжительности 19–23 суток.

Введение

Климат всегда оказывал существенное влияние на деятельность человека. Особенно подвержены воздействию климата такие погодозависимые отрасли экономики, как сельское, лесное и водное хозяйство. С 1989 г. в Беларуси начался самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений за температурой воздуха на протяжении последних почти 130 лет. С начала XX века до конца 80-х гг. на территории Республики Беларусь наблюдалось чередование кратковременных периодов потепления и непродолжительных периодов похолодания. В 1989 г. начался очередной период потепления, который характеризовался резким повышением температуры зимой, при котором среднегодовая температура воздуха в Беларуси на 1,3 °С превысила климатическую норму, принятую Всемирной метеорологической организацией (ВМО). Этот период потепления не имеет себе равных по продолжительности и интенсивности за весь период метеонаблюдений в Республике Беларусь и продолжается в настоящее время. В результате потепления произошло изменение границ агроклиматических зон (областей): северная агроклиматическая область распалась, а на юге Белорусского Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая область. Исследования показывают, что тенденции этих изменений в ближайшие десятилетия сохраняются. Существенное изменение условий произрастания сельскохозяйственных культур в результате потепления требует коррективов в практике ведения сельского хозяйства при разработке стратегии

The article analyzes the changes in the heat supply of the autumn vegetation period of winter cereals for the period 1996–2020 in comparison with its heat supply according to the climatic norm of 1940–1970. It is shown that the calendar dates of the beginning of sowing of winter cereals as a result of climate warming shifted in the analyzed period by 4–10 days, and the end of sowing-by 1–5 days with a duration of 19–23 days.

развития растениеводческого производства и его адаптации к изменениям климата [6, 8].

Доказательная база изменения климата приведена в работах академика В. Ф. Логинова и его учеников [3–7]. Если в середине XX века Беларусь состояла из трех агроклиматических областей (зон): северной (I) – умеренно теплой, влажной, центральной (II) – теплой, умеренно влажной и южной (III) – теплой, неустойчиво влажной [1, 13], то к его концу северная агроклиматическая область распалась, определилась IV агроклиматическая зона (область) [6, 7], характеризующаяся суммой активных температур более 2600 °С; среднегодовая температура превысила климатическую норму на 1,1 °С [5–8]; более всего потеплели январь и апрель [3, 6, 7].

В. Ф. Логинов показал, что границы агроклиматических областей сдвинулись на 70–160 км на север (рисунок 1) [1–3].

В связи с этим возникла необходимость пересмотра сроков проведения сева озимых зерновых культур как одного из главных критериев, определяющих перезимовку культур в условиях потепления климата, так как отклонение сроков сева от оптимальных приводит к значительному недобору урожая. При этом сев раньше оптимальных сроков приводит к большему недобору зерна, чем сев после них. Сев озимых до оптимальных сроков ведет к снижению урожайности в пределах 1–1,2 % за одни сутки по причине перерастания и более значительного повреждения посевов вредителями и болезнями, а также физиологического выпревания с последующим развитием снежной плесени. Сев ози-

мых после оптимальных сроков снижает урожайность культур в пределах 0,9–1,0 % за сутки опоздания из-за плохого осеннего кушения, недостаточного закалывания и изреживания посевов во время перезимовки, вызванного низкими температурами воздуха и образованием ледяной корки, а также других неблагоприятных факторов внешней среды [14].

Результаты исследований и их обсуждение

В последнее десятилетие значительно изменилась характеристика теплообеспеченности озимых зерновых культур в течение осенних месяцев вегетации, которая играет основополагающую роль при определении оптимальности сроков их сева. Наиболее значимо повысилась по всем точкам наблюдения средняя декадная температура воздуха за последние 25 лет в сравнении

с климатической нормой в первой декаде ноября – на 2,0 °С и первой декаде октября – на 1 °С (таблица 1).

Продолжительность осенней вегетации зерновых культур увеличилась на 10–12 суток, поскольку переход среднесуточной температуры через +5 °С в меньшую сторону стал наблюдаться в III декаде октября – I декаде ноября.

Сумма накопленных среднесуточных положительных температур в связи с потеплением климата превышает среднеголетние значения в зависимости от региона от 75 °С при севе в первой пятидневке октября (Гродненская область) до 149 °С – при севе в первых числах сентября (Могилевская область). На примере Минской области в таблице 2 показано превышение сумм среднесуточных положительных температур за последние 25 лет при севе озимых зерновых культур с 1 сентября

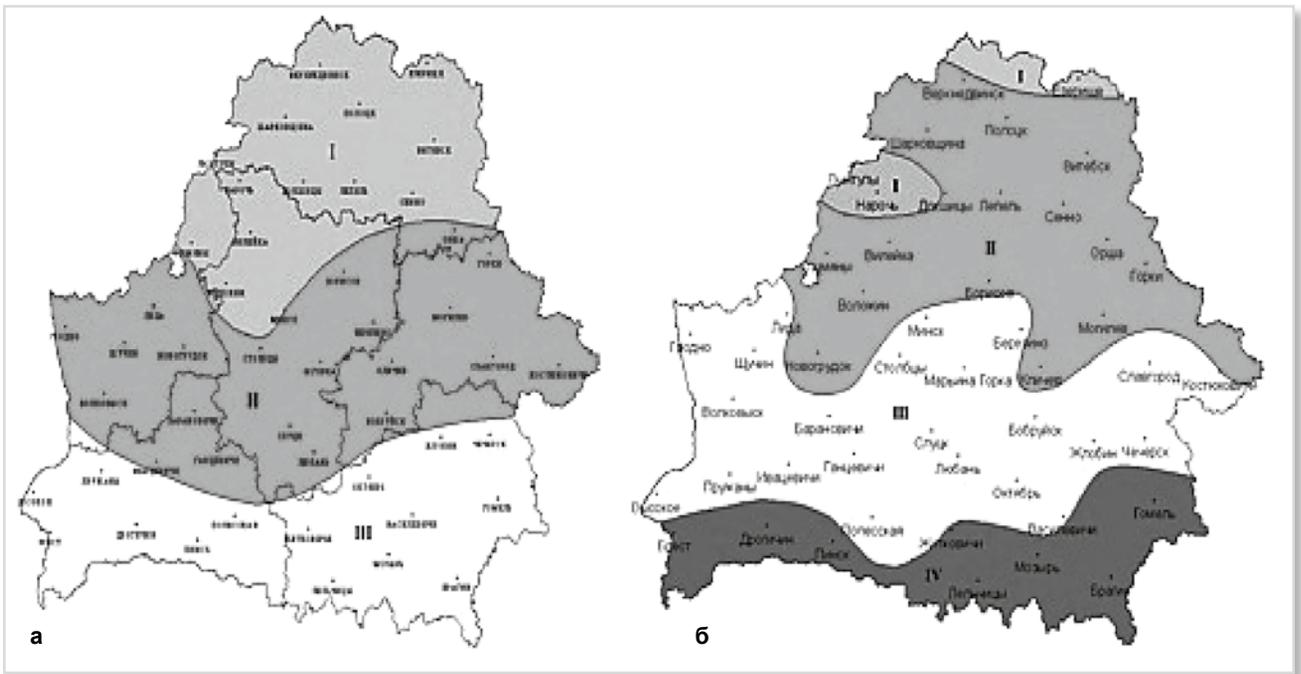


Рисунок 1 – Агроклиматические зоны Республики Беларусь:
 а) до потепления климата по А. Х. Шкляру (1973 г.). Сумма активных температур в зоне:
 I – менее 2200 °С, II – 2200–2400, III – 2400–2600 °С;
 б) по В. И. Мельнику за период 1989–2015 гг.
 Сумма активных температур в зоне: I – менее 2200 °С, II – 2200–2400, III – 2400–2600 и IV – более 2600 °С

Таблица 1 – Отклонение среднеобластной декадной температуры воздуха за период 1996–2020 гг. от климатической нормы

Область	Отклонение, °С						
	сентябрь			октябрь			ноябрь
	декады						
	I	II	III	I	II	III	I
Брестская	0,8	0,6	0,6	0,9	0,5	0,9	2,0
Витебская	1,0	0,9	0,9	1,2	0,8	0,8	1,9
Гомельская	1,1	0,9	0,8	1,2	0,8	0,8	2,0
Гродненская	0,9	0,6	0,8	0,8	0,5	0,8	1,9
Минская	1,1	0,9	0,8	1,2	0,7	0,8	2,0
Могилевская	0,8	0,6	0,6	1,1	0,8	0,8	2,2
Среднее	1,0	0,8	0,8	1,1	0,7	0,8	2,0

Таблица 2 – Отклонение сумм накопленных среднесуточных положительных температур от климатической нормы в Минской области за период 1996–2020 гг.

Дата сева	Норма	Среднее за 1996–2020 гг.	Отклонение	
			°С	%
01.09	564	665	101	118,0
06.09	496	592	96	119,4
11.09	428	519	91	121,3
16.09	370	456	86	123,2
21.09	311	393	82	126,2
25.09	261	340	79	130,1
01.10	211	287	76	135,8

по 1 октября.

В последние годы существенно повысилась вероятность возобновления вегетации во время продолжительных зимних оттепелей, способствующих вяло текущей вегетации растений, в результате которой за счет фотосинтеза пополнялись запасы ассимилятов, которые расходовались на дыхание и рост (кущение) растений, а также пополняли пул запасных веществ.

Наибольшая практическая значимость ежегодного уточнения сроков сева озимых зерновых культур в связи с потеплением климата выражается в обосновании смещения сроков начала и окончания сева, а также их продолжительности. Удлинение периода осенней вегетации озимых культур за счет потепления осенних месяцев, особенно в последние годы, способствует развитию болезней листьев, что в свою очередь провоцирует развитие снежной плесени и изреживание посевов. Учитывая данные факторы, целесообразно применять высокоэффективные препараты для предпосевной обработки семян, обеспечивающие надежную защиту растений озимых зерновых культур в период продолжительной осенней вегетации и после перезимовки. Особенно это актуально для посевов первых сроков сева, которые находятся в зоне риска перерастания.

Наиболее высокий уровень урожайности, при высокой вероятности благополучной перезимовки, обеспечивают посевы при наличии у растения в конце осенней вегетации 2–4 боковых побегов [9–12]. Теоретическое обоснование сроков сева озимых зерновых культур (озимой мягкой пшеницы) на базе учета сумм температур за осенний период вегетации дал А. И. Носатовский [9]. Суть его сводится к тому, что в условиях Северного Кавказа для образования 3–4 осенних побегов потребность в тепле от сева до перехода среднесуточной температуры через +5 °С составляет 580 °С положительных среднесуточных температур. При этом отступление от установленного срока сева пшеницы в ту или иную сторону на 5 дней существенного влияния на уровень формирующейся урожайности не оказывает.

В условиях нечерноземной зоны также подтверждено, что темп развития пшеничных растений в осенний период в основном определяет температура воздуха [11]. При этом необходимая сумма среднесуточных положительных температур от сева до появления полных всходов равняется 119 °С, от всходов до начала кушения – 232 °С и от начала кушения до наличия трех побегов – 133 °С.

В наших условиях получены аналогичные данные

по влиянию указанных К. И. Сараниным сумм положительных температур на развитие растений озимых зерновых культур. Поэтому первоначально для проведения ретроспективного анализа оптимальности сроков сева озимой пшеницы были приняты следующие параметры сумм положительных температур: для периода «начало сева – 4 побега» – 580 °С и для периода «конец сева – начало кушения» – 350 °С, озимого тритикале – 550 и 320 и озимой ржи – 520 и 290 °С соответственно [9, 11].

Однако проверка приведенных параметров в условиях Республики Беларусь показала необходимость их уточнения. Для формирования четырех побегов кушения озимой пшенице необходимо накопить большую сумму положительных температур, соответственно для периода «начало сева – 4 побега» требуется 620 °С. Значение параметра суммы положительных температур для периода «конец сева – начало кушения» озимой пшеницы не изменилось и составляет 350 °С. Не изменился рассматриваемый параметр для озимого тритикале – 550 и 320 и озимой ржи – 520 и 290 °С соответственно.

Чтобы результаты анализа можно было распространять на всю область, из набора районов, где проводили метеонаблюдения, выбирали самый холодный и самый теплый. По отобранным точкам определяли вероятность нахождения посевов озимой зерновой культуры в состоянии кушения по сумме активных температур в зависимости от срока сева. Учитывая изменчивость погодных условий по годам, начало и завершение оптимального срока определялось с вероятностью 75 %. При этом за дату начала сева озимых зерновых в анализируемой области принималась дата начала сева в самом холодном районе, а за дату завершения сева – дата окончания сева в самом теплом районе области.

Под оптимальными сроками сева озимых зерновых культур мы принимали такие, при которых урожайность возделываемой культуры статистически достоверно не отличается от максимальной, а у растений возделываемых культур ко времени прекращения их осенней вегетации наблюдается 2–4 побега [10, 12]. При этом рекомендовалось в оптимальные сроки первой культурой высевать пшеницу, затем соответственно со смещением на 5 дней – тритикале и рожь. Продолжительность оптимального срока сева одной культуры в хозяйстве на дерново-подзолистой почве составляет около 10 суток, в пределах которых урожайность колеблется от 97 до 100 % от максимальной.

Однако, в связи с потеплением климата, как пока-

Таблица 3 – Оптимальные сроки сева озимых зерновых культур в 2021 г. в связи с потеплением климата

Область	Оптимальные сроки сева			
	озимые зерновые	в том числе		
		озимая пшеница	озимое тритикале	озимая рожь
Брестская	09.09–01.10	09.09–28.09	15.09–29.09	17.09–01.10
Витебская	04.09–25.09	04.09–16.09	05.09–20.09	09.09–25.09
Гомельская	11.09–30.09	11.09–23.09	14.09–26.09	1.09–30.09
Гродненская	07.09–30.09	07.09–23.09	11.09–27.09	15.09–30.09
Минская	07.09–29.09	07.09–21.09	09.09–24.09	14.09–29.09
Могилевская	04.09–26.09	04.09–17.09	06.09–21.09	09.09–26.09
РБ	04.09–01.10	04.09–28.09	05.09–29.09	09.09–01.10

зали результаты ретроспективного анализа за период 1996–2020 гг., начало оптимальных сроков сева озимых зерновых культур сместилось на более поздний период: в Брестской области – на 4 суток, Гомельской, Гродненской и Минской – на 6 суток, Витебской и Могилевской – на 10 суток (таблица 3).

Продолжительность оптимальных сроков сева озимых зерновых практически сохранилась на уровне 19 (Гомельская), 21 (Витебская), 22 (Могилевская) и 23 (Брестская, Гродненская и Минская) суток. При этом календарные сроки завершения сева в большинстве областей изменились в меньшей степени, чем календарные сроки его начала.

Продолжительность сева одной культуры в пределах однородного по погодным условиям региона, как и до потепления климата, составляет примерно 10–12 суток, хотя в пределах области может достигать 14–19 суток (таблица 3). Чем разнообразнее погодные условия осени в пределах области, тем продолжительнее период сева культуры.

В свою очередь в пределах области выделялись более мелкие единицы – агроклиматические районы [13].

Выводы

Сумма накопленных среднесуточных положительных температур в связи с потеплением климата превышает среднесуточные значения в зависимости от региона от 75 °С при севе в первой пятнадцатке октября (Гродненская область) до 149 °С при севе в первых числах сентября (Могилевская область). Продолжительность осенней вегетации продлилась не менее чем на одну декаду, в результате чего повысилась вероятность перерастания посевов первых сроков сева.

В связи с потеплением погодных условий осени оптимальные сроки сева озимых зерновых культур по области сместились на более поздний период на 4–10 суток, а их продолжительность сохранилась на уровне 19–23 суток.

Чем разнообразнее почвенно-погодные условия области, тем дольше период оптимального срока сева озимой зерновой культуры. Продолжительность сева одной из озимых культур в однородных почвенно-погодных условиях региона (район, хозяйство) составляет примерно 10–12 суток, а в пределах области может достигать

14–19 суток.

Литература

1. Агроклиматический справочник / под ред. Н. А. Малашевско-го. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: Ураджай, 1970. – 248 с.
2. Инанец, С. Потепление идет: берегите леса и картошку / С. Инанец [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://news.tut.by/society/249329.html>. – Дата доступа: 08.09.2011.
3. Климат Беларуси / Под ред. В. Ф. Логинова. – Мн.: Институт геологических наук АН Беларуси, 1996. – 235 с.
4. Логинов, В. Ф. Радиационные факторы и доказательная база современных изменений климата / В. Ф. Логинов. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 266 с.
5. Мельник, В. И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность основных сельскохозяйственных культур Беларуси: автореф. дис... канд. географ. наук / В. И. Мельник. – Минск, 2004. – 21 с.
6. Мельник, В. И. Влияние современных изменений климата на ведение сельскохозяйственного производства в Белорусском Полесье / В. И. Мельник, Е. В. Камаровская // Природное асыроддзе Палесся: асабліваці і перспектывы развіцця: тез. докл. 4 Междунар. науч. конф., Брест, 10–12 сентября 2008 года. – С. 46.
7. Мельник, В. И. Изменение климата и меры адаптации сельского хозяйства к этим изменениям в Республике Беларусь / В. И. Мельник // Органическое сельское хозяйство Беларуси: перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Минск: «Донарит», 2012. – С. 57–60.
8. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.]. – Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf>. – Дата доступа: 11.01.2021.
9. Носатовский, А. И. Пшеница (биология) / А. И. Носатовский. – М.: Колос, 1965. – 189 с.
10. Привалов, Ф. И. Влияние потепления климата на оптимальность сроков сева озимых зерновых культур / Ф. И. Привалов // Вести НАН Беларуси. Сер. аграрных наук. – 2012. – № 4. – С. 49–52.
11. Саранин, К. И. Озимая пшеница / К. И. Саранин. – Москва: Московский рабочий, 1973. – 152 с.
12. Ретроспективный анализ оптимальности сроков сева озимых зерновых культур в Республике Беларусь за 1996–2011 годы в связи с потеплением климата / К. Г. Шашко [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 3. – С. 6–8.
13. Шкляр, А. Х. Климат Белоруссии и сельское хозяйство / А. Х. Шкляр. – Минск: изд-во Министерства высшего, среднего специального и профессионального образования БССР, 1962. – 423 с.
14. Rogen – Getreide mit Zukunft [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dnb.ddb.de/abruflbar>. – Дата доступа: 08.01.2008.

Дозовые нагрузки биогенных элементов и тяжелых металлов на дерново-подзолистые почвы в зоне влияния животноводческих комплексов и птицефабрик

Е. Н. Богатырева, Т. М. Серая, Т. М. Кирдун, О. М. Бирюкова, кандидаты с.-х. наук,
Ю. А. Белявская, научный сотрудник
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 06.01.2021 г.)

Определено содержание биогенных элементов, натрия, хлоридов и тяжелых металлов в жидком навозе КРС, стоках свиней и птичьим помете, рассчитаны уровни их поступления в почвы в зависимости от химического состава и дозовой нагрузки: ежегодно на 1 га в среднем поступает азота – 180–2407 кг, P_2O_5 – 90–1250 кг, K_2O – 73–1971 кг, CaO – 45–713 кг, MgO – 29–594 кг, органического вещества – 2,1–55,0 тонн. Поступление натрия составляет 7–743 кг/га, хлоридов – 13–668 кг/га, Fe – 4–161 кг/га, Zn – 0,4–20 кг/га, Mn – 0,9–14 кг/га, Cu – 0,2–6,9 кг/га, Ni – 21–737 г/га, Co – 6–138 г/га, Cr – 20–985 г/га, Cd и Pb – не более 38 и 257 г/га соответственно.

Введение

В Республике Беларусь животноводство представляет собой стратегически важную отрасль сельского хозяйства, обеспечивающую продовольственную безопасность населения страны. При существующей структуре и численности животных ежегодно в хозяйствах республики накапливается около 20 млн т бесподстильного навоза и помета, из них более 12 млн т приходится на экскременты, при смывании которых технологической водой, в зависимости от ее количества, образуются жидкий навоз и навозные стоки. Основным и наиболее распространенным способом их использования является применение в качестве органических удобрений, что обусловлено химическим составом (наличием макро- и микроэлементов, органического вещества).

При использовании жидкого навоза КРС, птичьего помета и свиных стоков в качестве удобрения они должны способствовать увеличению урожайности сельскохозяйственных культур без снижения качества урожая, не приводить к загрязнению почв, поверхностных и грунтовых вод, не ухудшать санитарно-гигиеническую обстановку. По данным ряда авторов [1–5], в жидком навозе КРС около 50–60 % азота находится в аммонийной форме, в птичьим помете в процессе его хранения – до 25–40 %, в свином навозе этот показатель может достигать более 70 %. Фосфор и калий в этих удобрениях содержатся в доступной для растений форме, т. е. по доступности элементов питания жидкий навоз и птичий помет равноценны минеральным удобрениям, и потребность растений в элементах питания можно полностью удовлетворить за счет их внесения. Однако при разработке систем удобрения сельскохозяйственных культур в хозяйствах часто не учитывают количества элементов питания, поступивших в почву с жидким навозом КРС, стоками свиней и пометом, что зачастую приводит к необоснованно завышенному внесению доз минеральных удобрений и, соответственно, снижению их экономической эффективности.

The content of biogenic elements, sodium, chlorides and heavy metals in liquid manure of cattle, pig manure effluents and poultry manure was determined, and the levels of their entry into the soil depending on the chemical composition and dose load were calculated: annually on 1 ha, on average, nitrogen is delivered – 180–2407 kg, P_2O_5 – 90–1250 kg, K_2O – 73–1971 kg, CaO – 45–713 kg, MgO – 29–594 kg, organic matter – 2,1–55,0 tons. Sodium admission is 7–743 kg/ha, chlorides – 13–668 kg/ha, Fe – 4–161 kg/ha, Zn – 0,4–20 kg/ha, Mn – 0,9–14 kg/ha, Cu – 0,2–6,9 kg/ha, Ni – 21–737 g/ha, Co – 6–138 g/ha, Cr – 20–985 g/ha, Cd and Pb – no more than 38 and 257 g/ha respectively.

Кроме того, во многих хозяйствах из-за недостаточного количества навозо- и пометохранилищ, а также отсутствия необходимых площадей для утилизации образующихся объемов жидких отходов животноводства и птичьего помета практикуется их бессистемное внесение в очень высоких дозах, в основном, на близлежащие поля. Постоянные нагрузки этих удобрений на одни и те же участки в течение длительного времени могут отрицательно сказаться на плодородии почв, приводя к их зафосфачиванию, очень высокой обеспеченности подвижными формами калия, нитратами и другими соединениями. К числу негативных факторов, ухудшающих свойства почв и снижающих рост продуктивности сельскохозяйственных культур, относится также наличие в составе жидких отходов животноводства и птичьего помета тяжелых металлов, натрия и хлоридов вследствие очистки, мойки и дезинфекции животноводческих помещений. По данным исследований [3, 6–9], содержание натрия в жидких отходах животноводства составляет 140–800 мг/л, хлоридов – 39–1300 мг/л, т. е. применение их в дозе 100 т/га обеспечит поступление в почву Na на уровне 14–80 кг, хлоридов – 3,9–130 кг.

Перевод животноводства и птицеводства на промышленную основу с повсеместным использованием при кормлении концентрированных кормов и различных добавок сказывается на химическом составе навоза и помета, что при их бессистемном внесении может вызвать изменения в биогеохимическом круговороте не только макро-, но и микроэлементов, в т. ч. тяжелых металлов.

В этой связи целью исследований являлось уточнение химического состава жидкого навоза КРС, свиных стоков и бесподстильного птичьего помета и установление дозовых нагрузок биогенных элементов и тяжелых металлов на дерново-подзолистые почвы вблизи животноводческих комплексов и птицефабрик.

Методика и объекты исследований

При выполнении работы в 2019–2020 гг. проведен отбор проб на трех птицефабриках – в Смолевичском, Пружанском и Дзержинском районах, на двух свинокомплексах (Гродненский и Браславский районы) и комплексе по откорму КРС (Браславский район). Дополнительно проанализированы также жидкие отходы животноводства, ранее отобранные при проведении маршрутных обследований на животноводческих комплексах (жидкий навоз КРС – в Дзержинском, Минском, Миорском, Узденском, Несвижском районах; стоки свиней – в Столбцовском, Брестском и Несвижском районах). В хозяйствах, где жидкий навоз КРС, птичий помет и стоки свиней отбирали неоднократно, принималось среднее значение по их химическому составу.

Химический анализ органических удобрений выполнен в соответствии с Государственными отраслевыми стандартами: определение влаги и сухого остатка – путем высушивания образцов до постоянной массы по ГОСТ 26713-85; органического вещества – по ГОСТ 27980-88; pH_{KCl} – потенциометрическим методом по ГОСТ 27979-88; общего и аммонийного азота – методом Кьельдаля по ГОСТ 26715-85 и ГОСТ 26716-85; нитратного азота – ионометрическим методом согласно [10]; общего фосфора – фотометрическим методом по ГОСТ 26717-85; общего калия – пламенно-фотометрическим методом по ГОСТ 26718-85, кальция и магния – атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 26570-95 и ГОСТ 30502-97 соответственно; содержание натрия определяли в водной вытяжке по ГОСТ 31869-2012, хлора – по ГОСТ 31867-2012. В отобранных пробах органических удобрений содержание тяжелых металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на атомно-абсорбционном спектрометре ISE3000 Series согласно «Методическим указаниям ...» [11].

Результаты исследований и их обсуждение

По результатам анализа видно, что химический состав жидкого навоза КРС, навозных стоков свиней и птичьего помета изменяется в широких пределах, что зависит от возраста животных, типа их кормления и состава кормов, технологии навозоудаления, типа

и мощности комплекса, срока отбора проб и ряда других факторов (таблица 1).

Жидкий навоз КРС, поступающий на удобрение полей в исследуемых хозяйствах, имел влажность 92–96 % при содержании в 1 т: азота – 1,2–2,8 кг, P_2O_5 – 0,6–1,8 кг, K_2O – 0,7–2,8 кг, CaO – 0,3–1,4 кг, MgO – 0,2–0,6 кг, органического вещества – 34–70 кг; pH_{KCl} – на уровне 6,11–8,23 ед. С 1 т свиноводческих стоков при влажности 97–99 % и реакции среды 6,39–7,77 ед. в почву поступало 0,8–1,9 кг азота, 0,8–1,7 – P_2O_5 , 0,4–1,0 – K_2O , 0,3–0,6 – кальция, 0,2–0,4 – магния и 8–24 кг органического вещества.

Птичий помет в исследуемых хозяйствах по химическому составу, в отличие от жидких отходов животноводства, различался в меньшей степени: содержание общего азота колебалось в пределах 14,9–16,3 кг/т, P_2O_5 – 7,9–11,2 кг/т, K_2O – 4,3–5,3 кг/т, CaO – 10,7–12,3 кг/т, MgO – 1,7–2,0 кг/т, органического вещества – 211–250 кг/т при влажности 71–72 % и pH_{KCl} – 7,67–8,43 ед.

Согласно источникам [1–6, 12–18], в 1 т жидкого навоза КРС при влажности 92–95 % содержится: N – 1,7–4,5 кг, P_2O_5 – 0,7–2,5 кг, K_2O – 0,5–3,7 кг; в стоках свиней (влажность 97–99 %): N – 0,7–0,9 кг, P_2O_5 – 0,1–0,9 кг, K_2O – 0,2–1,3 кг; в птичьем помете (влажность 70–74 %): N – 11–19 кг, P_2O_5 – 3–20 кг, K_2O – 3–7 кг, что сопоставимо с полученными нами результатами, за исключением содержания азота и фосфора в стоках свиней, количество которых практически во всех отобранных нами пробах было значительно выше, что, по-видимому, обусловлено переводом свиней при кормлении в последние 20 лет полностью на концентрированные корма.

В целом отобранные в хозяйствах республики жидкий навоз КРС, стоки свиней и птичий помет, которые вносят на земли сельскохозяйственного назначения, по агрохимическим показателям соответствовали требованиям ГОСТ 33830-2016. Суммарное содержание NPK в жидком навозе КРС в исследуемых образцах в среднем составило 5,0 кг/т, стоках свиней – 3,4 кг/т, птичьем помете – 30 кг/т. При этом в жидком навозе КРС 48 % азота находилось в виде аммонийных соединений при варьировании в пределах 41–59 %, стоках свиней – 63 % (50–89 %), птичьем помете – 41 % (25–60 %), содержание

Таблица 1 – Химический состав жидкого навоза КРС, стоков свиней и птичьего помета (на естественную влажность)

Показатель	Жидкий навоз КРС	Навозные стоки свиней	Птичий помет
$N_{\text{общ.}}$, кг/т	1,2–2,8	0,8–1,9	14,9–16,3
$N_{\text{ам.}}$, кг/т	0,7–1,5	0,7–1,7	4,0–9,0
$N_{\text{нит.}}$, кг/т	0,005–0,04	0,004–0,005	0,05–0,28
P_2O_5 , кг/т	0,6–1,8	0,8–1,7	7,9–11,2
K_2O , кг/т	0,7–2,8	0,4–1,0	4,3–5,3
CaO , кг/т	0,3–1,4	0,3–0,6	10,7–12,3
MgO , кг/т	0,2–0,6	0,2–0,4	1,7–2,0
Органическое вещество, кг/т	34–70	8–24	211–250
Натрий, кг/т	0,2–0,8	0,06–0,12	0,4–0,7
Хлориды, кг/т	0,3–0,7	0,12–0,16	0,8–1,3
pH_{KCl}	6,11–8,23	6,39–7,77	7,67–8,43
Влажность, %	92–96	97–99	71–72

нитратов было довольно низким и составляло не более 0,3 % от общего азота.

По нашим данным, содержание натрия в 1 т жидкого навоза КРС при естественной влажности было в пределах 0,2–0,8 кг, свиных стоках – 0,06–0,12 кг, птичьим пометом – 0,4–0,7 кг. При этом количество хлоридов в исследованных образцах составило 0,3–0,7 кг/т, 0,1–0,2 кг/т и 0,8–1,3 кг/т соответственно.

На основании данных по химическому составу жидкого навоза КРС, свиных стоков и птичьего помета проведены расчеты по определению дозовой нагрузки биогенных элементов, натрия и хлоридов на дерново-подзолистые почвы в зоне влияния животноводческих комплексов и птицефабрик (таблица 2).

Установлено, что в зависимости от интенсивности внесения жидкого навоза КРС (от 100–200 до 900–1000 т/га) и его химического состава ежегодное поступление азота на 1 гектар почвы достигало 180–2407 кг, фосфора – 90–1170 кг, калия – 225–1971 кг, кальция – 45–713 кг, магния – 30–594 кг, органического вещества – 5,1–55,0 т/га. При нагрузке свиных стоков от 100–200 до 700–800 т/га в год на почвы в зоне влияния свиноподкомплексов вносится: N – 218–975 кг/га, P₂O₅ – 180–1250 кг/га, K₂O – 94–333 кг/га, CaO – 53–350 кг/га, MgO – 38–220 кг/га, органического вещества – 2,1–14,3 т/га. В хозяйствах с функционирующими птицефабриками при среднегодовой дозе внесения птичьего помета 17–60 т/га поступление азота в почвы составило 254–975 кг/га, фосфора – 134–669 кг/га, калия – 73–318 кг/га, кальция – 182–663 кг/га, магния – 29–105 кг/га и органического вещества на уровне 3,6–15,0 т/га.

Расчеты показали, что в зоне влияния комплексов по откорму КРС на почвы ежегодно поступало 29–743 кг/га натрия и 47–668 кг/га хлоридов. При регулярном внесении свиных стоков эти показатели были на уровне 13–44 и 25–91 кг/га соответственно. Наименьшей дозой нагрузки по количеству поступившего натрия (7–39 кг/га) и хлоридов (13–79 кг/га) подвергались почвы, расположенные вблизи птицефабрик.

Специфика отходов животноводства и птицефабрик такова, что наряду с макроэлементами в них содержатся

тяжелые металлы. Следует отметить, что понятие «тяжелые металлы» довольно условно, поскольку в эту группу помимо действительно токсичных элементов (кадмия (Cd) и свинца (Pb)), входят эссенциальные, т. е. жизненно необходимые для растений элементы (Co, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Fe), которые в небольших количествах играют важную роль в протекании биохимических и физиологических процессов. При этом они могут быть токсичны, если присутствуют в значительных концентрациях, хотя их содержание в органических удобрениях не регламентируется (ПДК отсутствует).

В соответствии с требованиями ГОСТ 33830-2016 для удобрений органических на основе отходов животноводства, предельно допустимая концентрация (ПДК) валового содержания Pb – не более 130 мг/кг сухого вещества, Cd – 2 мг/кг. В обследуемых хозяйствах в жидком навозе КРС при естественной влажности кадмий либо не обнаружен, либо его концентрация не превышала 0,04 мг/кг. В стоках свиней данный показатель изменялся в пределах от 0,001 до 0,01 мг/кг. Концентрация Pb в этих удобрениях варьировала от 0,01 до 0,27 мг/кг. Среди исследуемых удобрений максимальные показатели по Cd (0,36–0,50 мг/кг) и Pb (0,95–3,50 мг/кг) отмечены в птичьем помете, тем не менее превышения установленных ПДК по этим элементам не обнаружено.

Химический анализ показал, что из тяжелых металлов во всех исследуемых удобрениях преобладали Fe, Zn, Mn и Cu (таблица 3).

В жидком навозе КРС содержание Fe находилось в пределах 81–221 мг/кг, Cu – 1,00–3,28 мг/кг, Zn – 2,80–37,1 мг/кг, Mn – 6,12–19,5 мг/кг, Ni – 0,14–1,34 мг/кг, Co – 0,04–0,11 мг/кг, Cr – 0,13–1,79 мг/кг. Свиные стоки характеризовались более низким содержанием Ni (0,14–0,32 мг/кг) и Cr (0,14–0,33 мг/кг) по сравнению с жидким навозом КРС и птичьим пометом, при этом содержание Cu (2,35–10,7 мг/кг) было выше, чем в жидком навозе КРС. По элементному составу при естественной влажности самым концентрированным являлся птичий помет: Fe – 185–463 мг/кг, Cu – 17,1–82,4 мг/кг, Zn – 151–162 мг/кг, Mn – 86–165 мг/кг, Ni – 1,88–5,31 мг/кг, Co – 0,70–1,69 мг/кг, Cr – 1,44–5,67 мг/кг.

Таблица 2 – Ежегодное поступление основных элементов питания, органического вещества, натрия и хлоридов в дерново-подзолистые почвы в зависимости от дозовой нагрузки жидкого навоза КРС, свиных стоков и птичьего помета (при естественной влажности)

Вид ОУ	Нагрузка ОУ, т/га в год	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Na	Хлориды	ОВ, т/га
		кг/га							
Жидкий навоз КРС	100–200	180–390	90–158	225–420	45–210	30–94	29–117	47–105	5,1–10,4
	200–300	633	263	519	188	156	196	176	14,5
	500–600	990	605	385	275	165	–	–	31,5
	600–700	1820	1170	1430	520	455	–	–	34,6
	900–1000	2407	998	1971	713	594	743	668	55,0
Навозные стоки свиней	100–200	218–259	180–191	94–143	53–75	38–45	13–18	25	2,1–2,3
	200–300	363–475	200–300	225–238	75–125	50–63	30	–	2,1–3,9
	300–400	455–508	420–583	140–333	163–175	82–88	21–42	42	5,4–6,7
	500–600	440–863	638–917	220–313	175–330	128–220	33–44	67–82	7,1–13,1
	700–800	975	1250	300	350	175	44	91	14,3
Птичий помет	≈17–20	254–325	134–223	73–106	182–221	29–35	7–13	13–26	3,6–5,0
	60	975	669	318	663	105	39	79	15,0

Примечание – ОУ – органическое удобрение, ОВ – органическое вещество.

Согласно источникам [13, 15, 19], содержание Zn в жидких органических удобрениях при естественной влажности составляет 5–94 мг/кг, Cu – 1,7–15 мг/кг, Co – 0,09–0,26 мг/кг, Cr – 0,02–0,13 мг/кг, Ni – 0,05–1,3 мг/кг, Cd – 0,002–0,02 мг/кг, Pb – 0,04–0,33 мг/кг, Mn – 17–24 мг/кг. В птичьем помете в расчете на влажность 70–74 % их содержание в 1 кг по Zn может достигать 2,9–192 мг, Cu – 1–25 мг, Co – 0,07–3,9 мг, Cr – 0,08–0,25 мг, Cd – 0,02–0,13 мг, Pb – 0,12–0,36 мг, Mn – 13–137 мг, Fe – 99–2700 мг [13]. Анализ показал, что пробы жидкого навоза КРС и свиных стоков, отобранные при проведении маршрутных обследований, имели более низкие показатели по кобальту и марганцу при повышенном содержании хрома; для птичьего помета характерна более высокая концентрация по Cu, Cr, Cd и Pb.

При агроэкологической оценке поступления тяжелых металлов в составе жидких отходов животноводства и птичьего помета в почвы важным моментом является не только их содержание в органических удобрениях, но и дозы внесения последних, поскольку постоянные сверхвысокие дозы применения на одни и те же поля могут привести к накоплению в почве этих элементов выше установленных ПДК и ОДК. Данные, представленные в таблице 4, показывают, что наиболее низкий уровень поступления в почвы в зоне влияния животноводческих комплексов и птицефабрик характерен для Cd, Pb, Ni и Co. Установлено, что на 1 гектар почвы ежегодно поступало не более 38 г кадмия, 2,0–257 г свинца, 21–737 г никеля, 6–138 г кобальта. Среднегодовой приход Cr в почвы при утилизации стоков

свиней на близлежащие поля составил 38–245 г/га, жидкого навоза КРС – 20–985 г/га, птичьего помета – 24–116 г/га. Значительно более высокий уровень поступления в почвы под воздействием жидких отходов животноводства и птичьего помета характерен для Fe, Zn, Mn и Cu. Так, применение жидкого навоза КРС в дозах от 100–200 до 900–1000 т/га обеспечивало ежегодное поступление в почвы Fe – 12–161 кг/га, Zn – 0,4–20 кг/га, Mn – 0,9–14 кг/га, Cu – 0,2–2,1 кг/га. В почвах, находящиеся в зоне влияния свинокомплексов, при нагрузке стоков свиней от 100–200 до 700–800 т/га поступало в год Fe на уровне 10–119 кг/га, Zn – 1,6–19 кг/га, Mn – 1,1–8,1 кг/га, Cu – 0,4–6,9 кг/га. На фоне внесения птичьего помета среднегодовой приход Fe находился в пределах 4–11 кг/га, Zn – 2,6–9,5 кг/га, Mn – 1,5–7,7 кг/га, Cu – 0,3–1,7 кг/га.

Проведенные нами исследования показали, что регулярные нагрузки жидкого навоза КРС в дозах от 100–200 до 900–1000 т/га и стоков свиней от 300–400 до 700–800 т/га на протяжении 20–30 лет практически не влияли на содержание Cd, Pb, Ni, Co и Cr в дерново-подзолистых почвах, что, по-видимому, обусловлено довольно низким их содержанием в используемых удобрениях. Концентрация подвижных форм Fe при этом увеличилась на 13–199 %, Cu – на 11–229, Zn – на 21–547, Mn – на 16–175 %. Тем не менее, превышения ПДК подвижных форм тяжелых металлов в почвах в зоне влияния животноводческих комплексов не установлено (полученные показатели были значительно ниже гигиенических нормативов ГН 2.1.7.12-1-2004 [20, 21]. В то

Таблица 3 – Содержание тяжелых металлов в жидком навозе КРС, свиных стоках и птичьем помете

Вид ОУ	Fe	Cu	Zn	Mn	Ni	Co	Cr
	мг/кг (на естественную влажность)						
Жидкий навоз КРС	81–221	1,00–3,28	2,80–37,1	6,12–19,5	0,14–1,34	0,04–0,11	0,13–1,79
Навозные стоки свиней	55–171	2,35–10,7	10,0–39,0	4,41–10,8	0,14–0,32	0,04–0,14	0,14–0,33
Птичий помет	185–463	17,1–82,4	151–162	86–165	1,88–5,31	0,70–1,69	1,44–5,67

Примечание – ОУ – органическое удобрение.

Таблица 4 – Ежегодное поступление тяжелых металлов в дерново-подзолистые почвы в зависимости от дозовой нагрузки жидкого навоза КРС, свиных стоков и птичьего помета

Вид ОУ	Нагрузка ОУ, т/га в год	Fe	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb	Ni	Co	Cr
		кг/га					г/га			
Жидкий навоз КРС	100–200	12–25	0,2–0,3	0,4–1,0	0,9–2,2	>0–6	2–41	21–81	6–22	20–113
	200–300	42	0,4	1,6	3,6	10	68	135	36	189
	500–600	122	0,7	20	5,7	>0	88	737	61	985
	600–700	108	2,1	17	13	>0	176	403	104	566
	900–1000	161	1,7	6,1	14	38	257	513	138	717
Навозные стоки свиней	100–200	10–18	0,4–1,6	1,6–5,8	1,3	0,2–2	6–21	32–48	15–21	38–42
	200–300	14–31	0,6–2,0	2,5–2,7	1,1–2,2	0,3	8–10	35–53	10–25	60–63
	300–400	43–55	0,8–3,2	3,7–8,9	3,1–3,8	0,4–4	14–43	74–106	35–50	88–114
	500–600	33–94	4,2–5,3	9,0–19	4,4–5,9	4–6	11–70	121–167	50–79	77–180
	700–800	119	6,9	19	8,1	9	93	228	108	245
Птичий помет	≈17–20	4–8	0,3–1,4	2,6–3,2	1,5–2,8	6–10	16–60	32–90	12–29	24–96
	60	11	1,7	9,5	7,7	29	77	215	85	116

Примечание – ОУ – органическое удобрение.

же время при нагрузках этих удобрений от 500–600 до 900–1000 т/га количество Сu достигало 0,07–0,34 ПДК, Zn – 0,10–0,31, Mn – 0,13–0,44 ПДК против 0,02–0,12; 0,04–0,07 и 0,10–0,19 ПДК соответственно в почвах без нагрузок.

Для оценки возможного совокупного действия тяжелых металлов на дерново-подзолистые почвы, расположенные вблизи животноводческих комплексов, нами был рассчитан суммарный показатель загрязнения (Z_c), отражающий общий уровень полиэлементного загрязнения. По суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами исследуемые почвы, независимо от дозовой нагрузки жидких отходов животноводства, характеризовались допустимым уровнем загрязнения ($Z_c < 16$). При этом отмечена четко выраженная тенденция увеличения данного показателя по мере увеличения нагрузки жидкого навоза КРС и стоков свиней на почвы. Так, при ежегодном их внесении в дозах не более 300–400 т/га величина Z_c не превышала 3 ед., 500–600 т/га – 4,1–8,8 ед., максимальные значения (11,2–12,0 ед.) получены при дозе стоков свиней 700–800 т/га и жидкого навоза КРС 900–1000 т/га. Таким образом, наблюдаемый негативный эффект повышения подвижности тяжелых металлов (в частности Zn, Cu, Mn, Fe) указывает на экологические риски при постоянной утилизации высоких доз этих органических удобрений на ограниченной территории, что в дальнейшем может привести к более значимому повышению содержания данных поллютантов в почвах, увеличивая вероятность загрязнения ими сельскохозяйственной продукции.

Выводы

1. По содержанию биогенных элементов жидкие отходы животноводства и птичий помет обследованных хозяйств Республики Беларусь соответствуют требованиям нормативной документации, превышения установленных нормативов по Cd и Pb не обнаружено.
2. В зависимости от химического состава и дозовой нагрузки жидких органических удобрений на основе отходов производства на 1 га почвы ежегодно поступает, в среднем, азота – 180–2407 кг, P_2O_5 – 90–1250 кг, K_2O – 73–1971 кг, CaO – 45–713 кг, MgO – 29–594 кг, органического вещества – 2,1–55,0 т. Количество внесенного натрия варьирует в пределах 7–743 кг/га, хлоридов – 13–668, Fe – 4–161, Zn – 0,4–20, Mn – 0,9–14, Cu – 0,2–6,9 кг/га, Ni – 21–737 г/га, Co – 6–138, Cr – 20–985, Cd и Pb – не более 38 и 257 г/га соответственно.
3. Агроэкологическое состояние почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c – 4,1–12,0 ед.) характеризуется допустимым уровнем загрязнения подвижными формами тяжелых металлов ($Z_c < 16$). Наблюдаемые негативные тенденции увеличения Z_c указывают на экологические риски при постоянной утилизации высоких доз этих органических удобрений на ограниченной территории.

Литература

1. Дозы и сроки внесения бесподстильного навоза: метод. рекомендации / ВИУА; сост.: Г. Е. Мерзлая [и др.]. – М.: ВИУА, 1990. – 23 с.
2. Агрономические рекомендации по подготовке и использованию бесподстильного навоза для удобрения: рекомендации / ВИУА; сост.: Н. С. Авдониц [и др.]. – М.: ВИУА, – 42 с.

3. Тиво, П. Ф. Эффективное использование бесподстильного навоза / П. Ф. Тиво, С. Г. Дробот. – Минск: Ураджай, 1988. – 166 с.
4. Использование жидкого навоза и навозных стоков животноводческих комплексов при внесении их мобильным транспортом с организацией природоохранных мероприятий: временные указания / сост.: В. А. Тикавый [и др.]. – Минск, 1989. – 31 с.
5. Применение птичьего помета на удобрение: рекомендации / БелНИИЗ, сост.: М. П. Шкель [и др.]. – Жодино, 1982. – 28 с.
6. Саскевич, Л. А. Химический состав животноводческих стоков и их ирригационная оценка / Л. А. Саскевич // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. тр. / БелНИИЗ; отв. ред.: А. П. Лихацевич. – Минск, 2001. – Т. XLVIII. – С. 257–269.
7. Тютюнов, С. И. Использование свиных стоков в качестве органических удобрений / С. И. Тютюнов, В. Д. Соловиченко, Е. В. Навольнева // Междунар. науч.-исслед. журнал. – 2015. – № 10 (41). – Ч. 3. – С. 76–79.
8. Демидов, А. Л. Воздействие навозосодержащих отходов животноводческих объектов Республики Беларусь на почвенный покров / А. Л. Демидов, В. В. Мажинская, И. В. Жигунова // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. по материалам III Междунар. науч. экологич. конф. / КубГАУ; под ред.: И. С. Белюченко. – Краснодар, 2013. – С. 20–25.
9. Степанова, Л. П. Экологическая оценка влияния использования навозных стоков КРС на состояние окружающей среды / Л. П. Степанова, Е. Н. Цыганок, Е. А. Коренькова // Вестник РУДН. – 2012. – № 2. – С. 79–85.
10. Еськова, Л. И. Методы анализа органических удобрений / Л. И. Еськова, С. И. Тарасов. – М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2003. – 552 с.
11. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства: методические указания: изд. 2-е, перераб. и дополненное / А. В. Кузнецов [и др.]; редкол.: А. М. Артюшин [и др.]. – М.: Мин-во сел. хоз-ва РФ, ЦИНАО, 1992. – 61 с.
12. Тиво, П. Ф. Подкормка многолетних трав бесподстильным навозом / П. Ф. Тиво, Л. А. Саскевич // НТИ и рынок. – 1996. – № 4. – С. 33–35.
13. Агроэкологические основы и технологии использования бесподстильного навоза / Г. Е. Мерзлая [и др.]. – М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2006. – 463 с.
14. Голченко, М. Г. Орошение сточными водами: учеб. пособие / М. Г. Голченко, В. И. Желязко // БГСХА. – Горки: БГСХА, 2008. – 96 с.
15. Использование сточных вод животноводческих комплексов на орошение с учетом охраны окружающей среды: обзорная информация / Ю. И. Ворошилов [и др.] // ВНИИТЭИСХ. – М., 1984. – 60 с.
16. Применение птичьего помета на удобрение в хозяйствах БССР: рекомендации / БелНИИЗ. – Минск, 1984. – 24 с.
17. Рекомендации по применению птичьего помета на удобрение: рекомендации / ВНИПТИОУ; под общ. ред. П. Д. Попова. – Владимир, 1986. – 32 с.
18. Производство, изучение и применение удобрений на основе птичьего помета / А. И. Иванов [и др.]; под общ. ред. А. И. Иванова, В. В. Лапы. – СПб: АльфаМиг, 2018. – 317 с.
19. Лукин, С. В. Агроэкологическая оценка влияния органических удобрений на микроэлементный состав почв / С. В. Лукин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 12. – С. 61–65.
20. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ: ГН 2.1.7.12–1–2004. – Введ. 25.02.2004 г. – Минск: Минздрав Респ. Беларусь, 2004. – 29 с.
21. Об утверждении ГН «Предельно допустимые концентрации подвижных форм цинка, хрома, кадмия в почвах (землях) различных функциональных зон населенных пунктов, промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного назначения»: Постановление Мин-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 06 нояб. 2008 г., № 187 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – 8/25624.
22. Гигиеническая оценка почвы населенных мест: Инструкция 2.1.7.11–12–5–2004: сб. нормативных документов по гигиенической оценке почв населенных мест. – Минск: Минздрав Респ. Беларусь, 2004. – С. 3–38.

Формирование урожая кукурузы в зависимости от погодных условий, доз, сроков и способов внесения карбамида

Г. Н. Куркина, научный сотрудник,
А. Н. Романович, Н. Л. Холодинская, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 11.02. 2021 г.)

В статье представлены результаты исследования по дозам (90–120 кг/га), способам (разбросное и локальное) и срокам (в предпосевную культивацию, при севе, в подкормку в фазе 5–6 или 7–8 листьев) внесения карбамида. Установлено, что наибольший урожай сухого вещества и зерна формируют варианты с внесением 30 кг/га азота в основную заправку и 60 или 90 кг/га в фазе 7–8 листьев кукурузы разбросным способом. Могут иметь место и другие варианты применения мочевины, поскольку снижение урожайности в них недостоверное, за исключением припосевного внесения 30 кг/га азота с междурядной подкормкой N_{60} в фазе 7–8 листьев.

Введение

Применение удобрений является значимым фактором, определяющим высокую продуктивность кукурузы, и выяснение закономерностей питания растений позволяет целесообразно управлять их ростом и развитием, а также наиболее рационально использовать удобрения. Вместе с тем система удобрений до настоящего времени остается одним из узких мест в повышении продуктивности этой культуры [1], а главным лимитирующим урожайность кукурузы элементом по-прежнему остается азот [2]. Именно он чаще всего в дерново-подзолистой почве оказывается в минимуме и в первую очередь влияет на величину урожая и его качество [3].

Несмотря на высокую потребность в элементах минерального питания, кукуруза чувствительна к повышенной концентрации солей в почве, особенно в период прорастания семян и появления всходов. Причем наиболее отрицательно действует увеличение концентраций соединений азота: медленнее прорастают семена, снижается всхожесть, усиленно развивается вегетативная масса в ущерб зерну, усиливается расход воды на транспирацию, повышается склонность к полеганию, снижается устойчивость к вредителям и болезням, задерживается развитие растений [4, 5].

На почвах с содержанием глины более 15 % рекомендуется вносить полную дозу азотных удобрений перед севом. На легких почвах азот лучше применять в два приема: перед севом и в фазе 6–8 листьев. При дробном внесении снижается общий расход азотных удобрений благодаря более продуктивному использованию азота независимо от погодных условий [6]. Дробное ленточное применение удобрений хорошо зарекомендовало себя на почвах с низкой степенью обеспеченности подвижными формами питательных веществ [7]. На дерново-подзолистой песчаной почве с содержанием гумуса 1,5–1,7 % наиболее эффективным оказалось внесение азота в срок, приближенный к периоду наибольшего потребления растениями [8]. В опытах НПЦ НАН Беларуси по земледелию внесение 30 кг/га азота

The article presents the results of a study on on rates (90–120 kg/ha), methods (scattered and local) and timing (in pre-sowing cultivation, sowing, additional fertilizing in 5–6 or 7–8 leaves) of urea application. It is established the highest yield of dry matter and grain are formed in the variants with 30 kg/ha of nitrogen in the basic application and 60 or 90 kg/ha in the phase of 7–8 corn leaves in a scatter way. There may be other options for using urea, since the yield reduction is equivocal, with the exception of the application of 30 kg/ha of nitrogen with side-dressing of N_{60} in 7–8 leaves.

в предпосевную культивацию и 60 кг/га в подкормку на фоне 50 т/га навоза на супесчаной, подстилаемой песками, почве по влиянию на урожайность кукурузы и его качество было равноценно 150–180 кг/га азота в предпосевную культивацию [9].

Условия и методика проведения исследований

Полевые опыты проводили в НПЦ НАН Беларуси по земледелию на дерново-подзолистой связносупесчаной почве с содержанием в пахотном слое 2,24–2,70 % гумуса, 180–200 мг/кг P_2O_5 , 257–286 мг/кг K_2O , pH – 6,05–6,14.

Предшественник – кукуруза. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. В опыте использовалось последствие навоза (60 т/га). Калийные (K_{105}) удобрения в виде хлористого калия ежегодно и фосфорные (P_{60} под урожай 2018 г.) в виде аммонизированного суперфосфата вносили перед зяблевой вспашкой. Сев гибрида Колизей осуществляли 25 апреля в 2017 г., 4 мая в 2018 г., 23 апреля в 2019 г., всходы отмечены 22.05 в 2017 г. и 12.05 в 2018 и 2019 г. Норма высева – 110 тыс. шт./га семян. Способ сева – широкорядный, ширина междурядий – 70 см. В фазе 2–3 листьев кукурузы применяли гербицид Люмакс, СЭ – 3,5 л/га. Площадь опытных делянок – 25 м². Повторность – четырехкратная.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования показали, что азотные удобрения по-разному влияют на формирование урожая кукурузы в зависимости от сложившихся погодных условий. Например, урожайность початков без оберток при внесении 90–120 кг/га д. в. в виде карбамида в 2017 г. повышалась на 20–31 % независимо от срока и способа его применения (таблица 1).

В итоге в среднем за 3 года азотные удобрения в количестве 90–120 кг/га д. в. обеспечивали существенную прибавку урожая початков без оберток, составившую 25–45 ц/га или 16–30 %. Все способы и сроки внесения

показали несущественно различающуюся урожайность (181–197 ц/га), за исключением варианта N₃₀ при севе + N₆₀ в междурядья в фазе 7–8 листьев, где она составила 177 ц/га.

При том что в 2017 г. получена самая высокая урожайность сырых початков, в пересчете на сухое вещество это превосходство не сохранилось. В среднем по опыту она составила 94,9 ц/га, тогда как в 2018 г. равнялась

Таблица 1 – Урожайность початков без оберток в зависимости от дозы, срока и способа внесения азотного удобрения

Вариант	Урожайность, ц/га							
	натуральной влажности				в сухом веществе			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее
N ₀	156	164	137	152	76,0	97,6	78,9	84,2
N ₉₀ в ПК	204	187	157	183	100,7	110,9	90,8	100,8
N ₉₀ в МР в 5–6 листьев	190	184	181	185	94,8	108,8	103,9	102,5
N ₉₀ ВР в 5–6 листьев	197	192	168	186	99,3	114,5	96,4	103,4
N ₁₀ при севе + N ₈₀ в МР в 5–6 листьев	188	182	172	181	92,5	109,8	98,9	100,4
N ₁₀ при севе + N ₈₀ ВР в 5–6 листьев	194	193	169	185	95,3	116,2	97,7	103,1
N ₃₀ при севе + N ₆₀ в МР в 7–8 листьев	190	173	167	177	93,7	100,5	96,4	96,9
N ₃₀ в ПК + N ₆₀ ВР в 7–8 листьев	194	207	178	193	98,2	122,7	103,9	108,3
N ₃₀ при севе + N ₆₀ ВР в 7–8 листьев	193	179	177	183	96,7	106,4	102,9	102,0
N ₁₂₀ в ПК	194	194	179	189	94,5	115,0	102,9	104,1
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ ВР в 7–8 листьев	201	194	196	197	99,8	116,0	112,8	109,5
N ₃₀ в ПК + N ₄₅ + N ₄₅ ВР в 5–6 и 7–8 листьев	194	191	183	189	96,8	113,5	103,6	104,6
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ в МР в 7–8 листьев	196	187	178	187	96,0	112,9	103,1	104,0
НСР ₀₅	17	16	20	18	8,6	9,7	11,6	10,0

Примечание – ПК – предпосевная культивация, МР – междурядье, ВР – вразброс.

Таблица 2 – Урожайность листостебельной массы кукурузы в зависимости от дозы, срока и способа внесения азотного удобрения

Вариант	Урожайность, ц/га							
	натуральной влажности				в сухом веществе			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее
N ₀	262	219	232	238	59,2	57,9	62,4	59,8
N ₉₀ в ПК	351	252	259	287	79,7	65,6	69,8	71,7
N ₉₀ в МР в 5–6 листьев	315	242	253	270	72,5	63,2	68,9	68,2
N ₉₀ ВР в 5–6 листьев	330	266	244	280	75,9	72,6	65,6	71,4
N ₁₀ при севе + N ₈₀ в МР в 5–6 листьев	311	268	259	279	70,6	70,2	69,3	70,0
N ₁₀ при севе + N ₈₀ ВР в 5–6 листьев	332	256	262	284	75,4	67,6	70,8	71,3
N ₃₀ при севе + N ₆₀ в МР в 7–8 листьев	321	262	279	287	72,9	67,0	75,0	71,6
N ₃₀ в ПК + N ₆₀ ВР в 7–8 листьев	336	266	276	293	77,6	69,5	74,5	73,9
N ₃₀ при севе + N ₆₀ ВР в 7–8 листьев	336	265	276	292	77,3	68,5	74,6	73,5
N ₁₂₀ в ПК	346	277	286	303	78,2	72,0	76,2	75,5
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ ВР в 7–8 листьев	344	270	285	300	78,4	71,1	76,6	75,4
N ₃₀ в ПК + N ₄₅ + N ₄₅ ВР в 5–6 и 7–8 листьев	338	273	268	293	77,7	71,2	71,8	73,6
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ в МР в 7–8 листьев	332	260	278	290	75,4	68,4	75,0	72,9
НСР ₀₅	30	23	27	27	6,8	6,1	7,4	6,8

Примечание – ПК – предпосевная культивация, МР – междурядье, ВР – вразброс.

111,1 ц/га, в 2019 г. – 99,4 ц/га. Дисперсионный анализ показал, что те варианты, которые были лучшими по урожайности сырых початков, остались такими и в пересчете на абсолютно сухие. В среднем за 3 года, азотные удобрения в количестве 90–120 кг/га д. в. обеспечивали существенную прибавку урожая сухого вещества початков без оберток, составившую 12,7–25,3 ц/га или 15–30 %. Все способы и сроки внесения показали несущественно различающуюся урожайность (100,4–109,5 ц/га), за исключением варианта N_{30} при севе + N_{60} в междурядья в 7–8 листьев, где она составила 96,9 ц/га.

В отличие от початков, азотные удобрения несколько по-иному воздействовали на формирование листостебельной массы кукурузы (таблица 2). Наиболее тесная корреляционная зависимость между урожайностью початков и листостебельной массы (ЛСМ) получена в 2017 г. ($r = 0,95$). В 2018 г. она оказалась средней ($r = 0,63$) и в 2019 г. немного возросла до сильной ($r = 0,72$). В 2017 г., подобно початкам, получен самый высокий сбор листостебельной массы от применения азотных удобрений, который составил в среднем 333 ц/га, что на 71 % превышает урожайность початков и в 2,1 раза – контрольный вариант. В 2018 г. средняя урожайность ЛСМ в удобренных вариантах равнялась 263 ц/га, что лишь на 39 % больше, чем собрано початков, и на 60 % – чем в контроле. В 2019 г. урожайность ЛСМ мало изменилась (269 ц/га), но относительно початков возросла до 54 %, а вариант без удобрений превысила в 2 раза.

Существенно уступивших по сбору ЛСМ вариантов, не считая контроля, в опыте было немного. Ежегодно низкий сбор показывало применение N_{90} в междурядья в фазе 5–6 листьев, в 2017 г. к ним добавился вариант с применением N_{10} при севе + N_{80} в междурядья в фазе 5–6 листьев, в 2018 г. – N_{90} в предпосевную культивацию,

в 2019 г. – N_{90} вразброс в фазе 5–6 листьев. В итоге в среднем за 3 года только контрольный (238 ц/га) и вариант с применением N_{90} в междурядья в фазе 5–6 листьев (270 ц/га) оказались самыми низкоурожайными, существенно уступившими вариантам, показавшим самую высокую урожайность ЛСМ – N_{30} в ПК + N_{90} вразброс в фазе 7–8 листьев и N_{120} в ПК (300–303 ц/га).

Что касается сухого вещества листостебельной массы, то по ее урожайности 2017 г. сохранил лидирующие позиции при среднем сборе 74,7 ц/га. В 2018 г. он составил 68,1 ц/га, в 2019 г. – 71,6 ц/га. Здесь, как и по початкам, сохранились статистически достоверные различия по вариантам опыта. В среднем за 3 года в контроле сбор сухого вещества с ЛСМ составил 59,8 ц/га, а при внесении удобрений – от 68,2 ц/га (N_{90} в междурядья в 5–6 листьев) до 75,4–75,5 ц/га (N_{30} в ПК + N_{90} вразброс в 7–8 листьев и N_{120} в ПК).

Таким образом, наши исследования показали, что азотные удобрения по-разному влияют на формирование урожая кукурузы в зависимости от дозы и способа их применения. Учет урожая зеленой массы кукурузы в среднем за три года показал, что не только в контрольном варианте ее сбор оказался меньшим, но и в вариантах с внесением азота в междурядья с заделкой при суммарной дозе 90 кг/га. Это произошло за счет существенно меньшей урожайности листостебельной массы, тогда как по урожайности початков все варианты с внесением азотных удобрений были равнозначными (таблица 3).

Вариант с внесением 30 кг/га азота в основную заправку и 90 кг/га вразброс в фазе 7–8 листьев (497 ц/га) показал самую высокую урожайность зеленой массы в среднем за 3 года. Вместе с тем существенной разницы по сбору зеленой массы между вариантами опыта не выявлено, за исключением контрольного, в котором он составил 390 ц/га.

Таблица 3 – Продуктивность кукурузы в зависимости от дозы, срока и способа внесения азотного удобрения (среднее за 3 года)

Вариант	Продуктивность кукурузы, ц/га			
	зеленая масса	сухое вещество	зерно 14%-й влажности	
			в натуре	сырой протеин
N_0	390	144,0	83,5	5,52
N_{90} в предпосевную культивацию (ПК)	470	172,5	100,1	7,26
N_{90} в междурядья в 5–6 листьев	455	170,7	102,7	7,73
N_{90} вразброс в 5–6 листьев	466	174,8	103,3	7,83
N_{10} при севе + N_{80} в междурядья в 5–6 листьев	460	170,4	100,1	7,59
N_{10} при севе + N_{80} вразброс в 5–6 листьев	469	174,3	102,0	7,40
N_{30} при севе + N_{60} в междурядья в 7–8 листьев	464	168,5	96,3	7,25
N_{30} в ПК + N_{60} вразброс в 7–8 листьев	486	182,1	107,5	8,26
N_{30} при севе + N_{60} вразброс в 7–8 листьев	475	175,5	101,3	7,62
N_{120} в ПК	492	179,6	103,5	7,90
N_{30} в ПК + N_{90} вразброс в 7–8 листьев	497	184,9	109,3	8,22
N_{30} в ПК + N_{45} + N_{45} вразброс в 5–6 и 7–8 листьев	482	178,2	103,7	8,14
N_{30} в ПК + N_{90} в междурядья в 7–8 листьев	477	176,9	102,7	7,84
НСР ₀₅	43	16,0	9,3	0,70

Наиболее высокий сбор сухого вещества в среднем за 3 года получен в вариантах с внесением 30 кг/га азота в основную заправку и 60 или 90 кг/га в фазе 7–8 листьев кукурузы разбросным способом. Он составил 182,1–184,9 ц/га. В то же время и другие варианты применения азотных удобрений с урожайностью сухого вещества 170,4–179,6 ц/га могут иметь место, поскольку снижение у них недостоверное. Исключением является вариант припосевного внесения 30 кг/га азота с междурядной подкормкой N_{60} в фазе 7–8 листьев, где урожайность упала до 168,5 ц/га.

По урожаю зерна в среднем за три года лучший результат получен в варианте с 30 кг/га д. в. мочевины в основную заправку + 60 или 90 кг/га д. в. мочевины вразброс в фазе 7–8 листьев кукурузы, где его сбор составил 107,5–109,3 ц/га. Возможны и другие варианты применения карбамида с урожайностью 100,1–103,7 ц/га. Единственным вариантом, показавшим два года из трех худший результат, а в итоге и в среднем за три года (96,3 ц/га), явилось припосевное внесение 30 кг/га азота + N_{60} с заделкой в междурядья в фазе 7–8 листьев кукурузы.

Поскольку питательная ценность растений кукурузы при использовании на корм определяется долей зерна в урожае, нами проведен анализ структуры урожая зеленой массы и сухого вещества в зависимости от доз, сроков и способов внесения азота под данную культуру. В среднем, по данным трехлетних исследований, на початки без оберток в общем урожае зеленой массы приходилось от 38,1 % (N_{30} при севе + N_{60} в междурядья в фазе 7–8 листьев) до 40,7 % (N_{90} в междурядья в фазе 5–6 листьев). Доля абсолютно сухого зерна в общем урожае колебалась от 49,2 % до 51,7 %, а абсолютно сухих початков – от 57,5 % до 60,0 % и соответствовала названным вариантам. К числу лучших с большей долей зерна в урожае можно также отнести варианты с внесением N_{90} вразброс в фазе 5–6 листьев, N_{10} при севе + N_{80} в междурядья в фазе 5–6 листьев, N_{10} при севе + N_{80} вразброс в фазе 5–6 листьев, N_{30} в ПК + N_{60} вразброс в фазе 7–8 листьев, N_{30} в ПК + N_{90} вразброс в фазе 7–8 листьев.

Известно, что азотные удобрения способствуют не только формированию более высокого урожая, но и могут задержать созревание растений, особенно при внесении повышенных доз в поздние фазы развития. Наши исследования показали, что на содержание влаги в зерне и сухого вещества в растениях сроки и способы внесения карбамида в количестве 90–120 кг/га оказывают малое влияние. Эти показатели в сильной степени изменяются под влиянием погодных условий, в первую очередь температурных, что было заметно при ежегодных наблюдениях. В среднем за 3 года, влажность зерна колебалась от 37 % (N_{30} в ПК + N_{60} вразброс в фазе 7–8 листьев) до 37,8 % (N_{30} при севе + N_{60} в междурядья в фазе 7–8 листьев), содержание сухого вещества в растениях – от 36,5 % (N_{30} при севе + N_{60} в междурядья в фазе 7–8 листьев) до 37,8 % (N_{90} в междурядья в фазе 5–6 листьев и N_{90} вразброс в фазе 5–6 листьев).

Корреляционный анализ показывает, что между влажностью зерна и содержанием сухого вещества в растениях кукурузы хотя и существует сильная обратная зависимость ($r = -0,76$), но и сама структура урожая является сильнодействующим фактором, влияющим на содержание сухого вещества в растениях.

В среднем за 3 года, внесение полной дозы азота в предпосевную культивацию обеспечило содержание сырого протеина в зерне 8,49–8,86 %, что на уровне применения по вегетирующим растениям. Более поздние азотные подкормки повышают содержание протеина в зерне на 0,1 %, а способ его применения не сказывается на этом показателе.

Выводы

1. На связносупесчаной дерново-подзолистой почве при повторном размещении кукурузы и использовании последствий 60 т/га навоза КРС внесение 90–120 кг/га д. в. карбамида повысило урожайность початков на 16–30 %. Все способы и сроки внесения показали несущественно различающуюся урожайность в сухом веществе (100,4–109,5 ц/га), за исключением варианта с припосевным внесением 30 кг д. в. карбамида + N_{60} в междурядья в фазе 7–8 листьев (96,9 ц/га) по причине снижения полевой всхожести семян и, как следствие, недостаточной густоты стояния растений.
2. По сбору листостебельной массы, в среднем за 3 года, прибавка составила 13–27 %. Все способы и сроки внесения также показали несущественно различающуюся урожайность в сухом веществе (70,0–75,5 ц/га), за исключением варианта с внесением 90 кг д. в. карбамида в фазе 5–6 листьев в междурядья по причине позднего поступления в растения, где она составила 68,2 ц/га.
3. Наибольший урожай сухого вещества и зерна сформирован в вариантах с внесением 30 кг/га азота в основную заправку и 60 или 90 кг/га в фазе 7–8 листьев кукурузы разбросным способом. Могут иметь место и другие варианты применения азотных удобрений, поскольку снижение урожайности у них недостоверное, за исключением припосевного внесения 30 кг/га азота с междурядной подкормкой N_{60} в фазе 7–8 листьев.

Литература

1. Семенов, Н. Н. Инновационные технологии применения азотных удобрений: теория, методология, практика / Н. Н. Семенов. – Минск: Альфа-книга, 2020. – 320 с.
2. Евдакова, М. В. Экологические аспекты применения минеральных удобрений при возделывании кукурузы / М. В. Евдакова // Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: материалы междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пос. Персиановский, 2020. – С. 233–239.
3. Современные аспекты возделывания кукурузы в связи с изменением климата / Н. Ф. Надточаев [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 153 с.
4. Лассер, Д. Локальное внесение азотных удобрений: да или нет? / Д. Лассер // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 4. – С. 62–64.
5. Шульц, П. Прямой сев кукурузы: плюсы и минусы / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 16–23.
6. Desvignes, P. Mais et azote les Clefs de la réussite. Cultivar / P. Desvignes // Кукуруза и сорго. – 1988. – № 11. – С. 3.
7. Оверчук, Н. А. Применение удобрений под кукурузу в США / Н. А. Оверчук // Химизация сельского хозяйства. – 1988. – № 12. – С. 66–69.
8. Бердников, А. М. Влияние азотных удобрений при разных сроках внесения в сочетании с зеленым удобрением на продуктивность кукурузы на дерново-подзолистой почве / А. М. Бердников, О. П. Гульчук // Агрохимия. – 1987. – № 7. – С. 3–6.
9. Надточаев, Н. Готовим и удобряем почву под кукурузу / Н. Надточаев // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 2. – С. 52–55.

Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность и продуктивность среднепозднего картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

И. Р. Вильдфлуш, доктор с.-х. наук, Е. Л. Ионас, кандидат с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
А. Р. Цыганов, академик НАН Беларуси, доктор с.-х. наук
Белорусский государственный технологический университет

(Дата поступления статьи в редакцию 11.11.2020 г.)

Существенно повысить урожайность и снизить затраты на удобрения можно за счет оптимизации минерального питания растений, совместного применения макро-, микроэлементов и регуляторов роста. Некорневые подкормки Нутривантом плюс на фоне более высоких доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ с нормой расхода 2,0 кг/га с трехкратной обработкой в среднем за 2014–2016 гг. исследований в период цветения – увядание ботвы среднепозднего сорта Вектар увеличивали фотосинтетический потенциал до 0,810 млн $m^2/га$ в сутки, а чистая продуктивность фотосинтеза снижалась более медленными темпами в отличие от других вариантов. Все это способствовало получению максимальной урожайности клубней картофеля в данном варианте (41,8 т/га).

Введение

Картофель занимает одну из лидирующих позиций в продуктивном рационе населения Республики Беларусь, что в свою очередь определяет необходимость масштабного возделывания данной культуры [1].

Для создания оптимальных условий роста и развития растений картофеля необходимо внедрять технологии выращивания, основанные на последних достижениях науки и производственной практики. Внесение удобрений под эту культуру является необходимым условием получения высокой урожайности и качества клубней [2].

В связи с этим система удобрения картофеля должна строиться таким образом, чтобы обеспечить оптимальное минеральное питание растений с начала прорастания клубней и до окончания вегетации. Достичь этого можно благодаря оптимизации фона питания, соотношения элементов питания в удобрении, видов и способов их внесения [3].

Одним из путей решения этой задачи является использование новых перспективных форм удобрений, в состав которых входят не только основные элементы питания, но и необходимый набор микроэлементов [4].

Целью наших исследований было усовершенствовать систему удобрения для среднепозднего сорта картофеля Вектар на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в северо-восточной части Беларуси, обеспечивающую высокую продуктивность с применением новых форм комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок и комплексных препаратов на основе удобрений и регуляторов роста.

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2014–2016 гг. в полевых опытах на территории УНЦ «Опытные поля Белорусской

It is possible to increase significantly the yield and reduce the cost of fertilizers by optimizing the mineral nutrition of plants, the combined use of macro-, micro nutrient elements and growth regulators. On average over 3 year research (2014–2016) foliar fertilizing with the application of Nutrivant plus against the background of higher doses of $N_{130}P_{90}K_{150}$ with a consumption rate 2,0 kg/ha and triple cultivation of medium-late Vektar variety during the period of flowering-wilting increased photosynthetic potential up to 0,810 million m^2/ha day, and the net photosynthesis productivity decreased at a slower rate than in other option. All this contributed to the high yield of potato tubers in this embodiment (41,8 t/ha) option.

государственной сельскохозяйственной академии» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. В качестве объекта исследований выступал среднепоздний сорт картофеля Вектар.

Почва опытного участка по годам исследований имела низкое и среднее содержание гумуса (1,2–1,7 %), кислую и слабокислую реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 5,1–5,8), высокое содержание подвижных форм фосфора (262–318 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (173,3–214,5 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижной меди (1,54–2,13 мг/кг), среднее содержание подвижного цинка (3,06–4,52 мг/кг), среднее и высокое содержание подвижного бора (0,54–0,77 мг/кг).

Предшественником картофеля были зерновые культуры. Общая площадь делянки – 25,2 m^2 , учетной – 16,8 m^2 , повторность в опыте – четырёхкратная. Густота посадки – 47,6 тыс. клубней на 1 га. Агротехника возделывания картофеля – общепринятая для условий Могилевской области.

Весной согласно схеме опыта вносили навоз КРС в дозе 40 т/га с содержанием по годам исследований: N – 0,48–0,52 %, P_2O_5 – 0,20–0,22 %, K_2O – 0,55–0,59 %. Под культивацию использовали стандартные формы минеральных удобрений, а также новые формы комплексных удобрений для основного внесения в эквивалентных дозах по азоту, фосфору и калию ($N_{90}P_{68}K_{135}$).

В опытах применяли карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P_2O_5), хлористый калий (60 % K_2O). Из комплексных удобрений для основного внесения использовали азотно-фосфорно-калийное (АФК) удобрение марки N: P: K (16:12:24) с содержанием 0,12 % V, 0,15 % Cu и 4,0 % S, разработанное в Институте почвоведения и агрохимии, а также комплексное бесхлорное органоминеральное гранулированное удобрение (ОМУ) для

картофеля с содержанием макро- и микроэлементов (N – 6,0 %, P₂O₅ – 8,0 %, K₂O – 9,0 %, MgO – 2,0 %, Fe – 0,07 %, Mn – 0,10 %, Cu – 0,01 %, B – 0,025 %, массовая доля гуминовых соединений – 2,0 %), производимое в России. Органическое бесхлорное гранулированное удобрение выравняли в эквивалентных дозах по NPK варианту 3, где применялись стандартные формы минеральных удобрений, путем добавления карбамида и сернокислого калия.

Для некорневой подкормки использовали израильское комплексное водорастворимое удобрение Нутривант плюс (картофельный), содержащее N₀ + P₄₃ + K₂₈ + Mg₂ + B_{0,5} + Mn_{0,2} + Zn_{0,2} + прилипатель Фертивант, которое вносили по вегетирующим растениям сорта Вектар по 2,0 кг/га в фазе смыкания ботвы, в фазе бутонизации и в фазе цветения.

Белорусское жидкое комплексное удобрение МикроСтим В, Си, включающее N – 65 г/л, B – 40 г/л, Си – 40 г/л, гуминовые вещества – 0,6–6,0 мг/л, применяли в опытах в дозе 1,3 л/га в фазе начала бутонизации. Регулятор роста Экосил в норме расхода 200 мл/га вносили в начале цветения; при массовом цветении; через 7 дней после последней обработки.

Площадь листьев картофеля определяли по методике Н. Ф. Коняева [5]; фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза – по общепринятым методикам [6, 7]. При этом чистую продуктивность фотосинтеза устанавливали по надземной биомассе растений картофеля без учета клубней. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [8].

Результаты исследований и их обсуждение

Продуктивность растений картофеля в основном зависит от эффективности работы фотосинтетического аппарата. Удобрения являются главным средством, с помощью которого можно регулировать размер листовой поверхности и таким образом влиять на уровень урожайности.

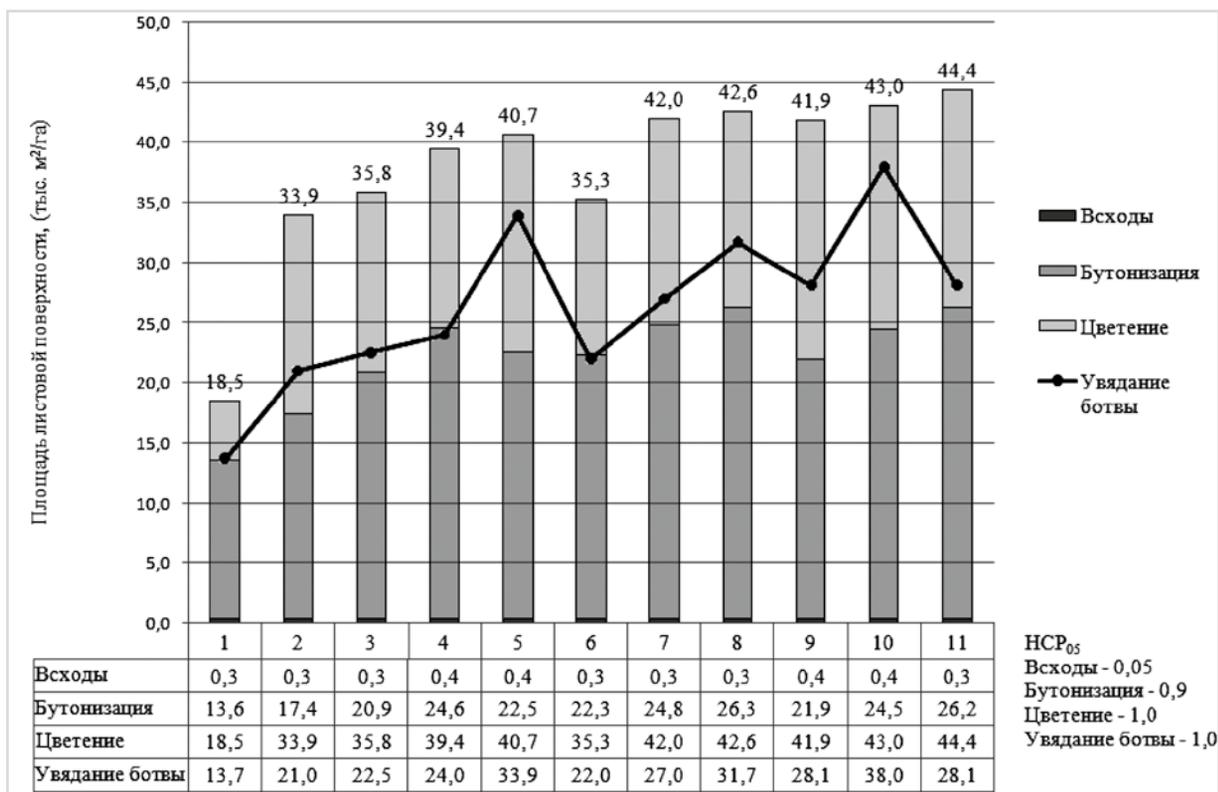
Наименьшая площадь листовой поверхности по фазам развития картофеля сорта Вектар в среднем за 2014–2016 гг. была в контрольном варианте (рисунок 1).

Наибольшая площадь листьев в фазе цветения зафиксирована в вариантах с применением некорневой подкормки Нутривантом плюс на фоне более высоких доз удобрений N₁₃₀P₉₀K₁₅₀ (43,0 тыс. м²/га), а также с внесением 40 т/га навоза на фоне N₉₀P₆₈K₁₃₅ (44,4 тыс. м²/га).

При использовании Нутриванта плюс и МикроСтива В, Си на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ площадь листовой поверхности составляла 42,6 и 42,0 тыс. м²/га.

Внесение до посадки ОМУ бесхлорного и хлорсодержащего АФК удобрения по действию на размер ассимиляционной поверхности листьев было равнозначным – 40,7 и 39,4 тыс. м²/га.

Проведенный нами анализ парной корреляционно-регрессионной зависимости урожайности (y) клубней картофеля сорта Вектар от площади листовой поверхности (x) в среднем за три года исследований (2014–2016 гг.) в фазе цветения показал, что между этими показателями наблюдается тесная взаимосвязь, которая описывается уравнением регрессии вида $y = 4,8264 + 0,8218 \times x$, с коэффициентом корреляции (r), равным 0,94.



Примечание – 1. Без удобрений; 2. N₉₀P₆₈; 3. N₉₀P₆₈K₁₃₅ – фон 1; 4. N₉₀P₆₈K₁₃₅ (АФК – хлорсодержащее); 5. ОМУ – бесхлорное + N₃₉K₅₈ (по NPK экв. варианту 3); 6. N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ – фон 2; 7. Фон 2 + МикроСтим В, Си; 8. Фон 2 + Нутривант плюс; 9. Фон 2 + Экосил; 10. N₁₃₀P₉₀K₁₅₀ + Нутривант плюс; 11. Фон 1 + навоз, 40 т/га.

Рисунок 1 – Влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на динамику нарастания площади листовой поверхности картофеля сорта Вектар (среднее, 2014–2016 гг.)

В фазе увядания ботвы, в среднем за три года исследований, у сорта Вектар наименьшие темпы снижения площади листьев были с некорневой подкормкой Нутривантом плюс на фоне более высоких доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ (38,0 тыс. m^2/ga), что обеспечило получение урожайности картофеля 41,8 т/га.

Внесение комплексного ОМУ бесхлорного способствовало наименьшему темпу снижения площади листовой поверхности по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 11,4 тыс. m^2/ga .

Проведенный нами анализ парной корреляционно-регрессионной зависимости урожайности (y) клубней картофеля сорта Вектар от площади листовой поверхности (x) в среднем за три года исследований (2014–2016 гг.) в фазе увядания ботвы показал, что между этими показателями наблюдается тесная взаимосвязь с коэффициентом корреляции 0,85 и уравнением регрессии $y = 14,6495 + 0,8105 \times x$.

Для более полного суждения об интенсивности роста площади листьев и их работе по созданию конечного урожая картофеля мы проанализировали такие важные показатели, как фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза в зависимости от применения новых форм комплексных удобрений и регуляторов роста.

У среднепозднего сорта Вектар фотосинтетический потенциал листовой поверхности максимальных значений достигал также к периоду цветения – увядание ботвы. В среднем за 2014–2016 гг. в варианте без применения удобрений он достиг 0,322 млн m^2/ga в сутки.

Новые формы комплексных удобрений и регуляторы роста способствовали увеличению фотосинтетического потенциала посадок картофеля сорта Вектар (рисунок 2).

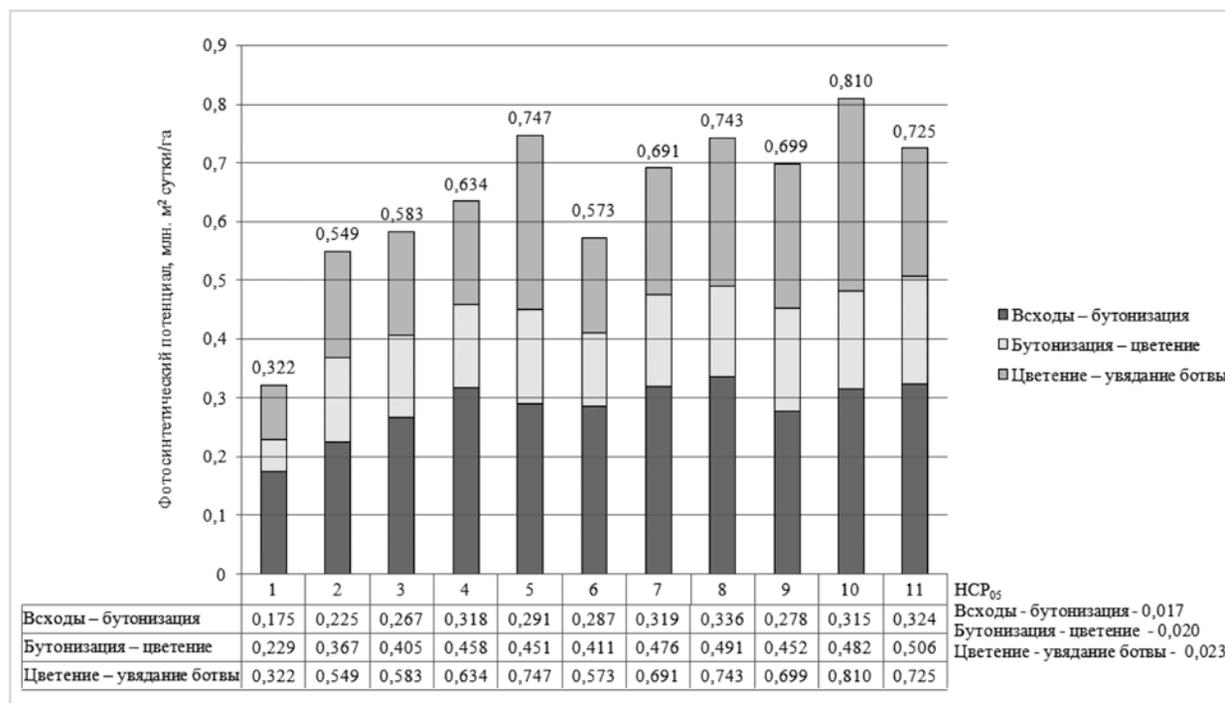
Внесение до посадки ОМУ бесхлорного к периоду цветения – увядание ботвы повышало фотосинтетический потенциал растений картофеля по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 0,164 млн m^2/ga в сутки.

При применении хлорсодержащего АФК удобрения фотосинтетический потенциал листовой поверхности увеличивался по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены стандартные удобрения, только на 0,051 млн m^2/ga в сутки.

При использовании некорневых подкормок в среднем за три года более высокий фотосинтетический потенциал отмечен в варианте с Нутривантом плюс на фоне более высоких доз удобрений $N_{130}P_{90}K_{150}$ (0,810 млн m^2/ga в сутки), что в итоге положительно сказалось и на продуктивности картофеля сорта Вектар. Несколько ниже он был в вариантах с использованием комплексного удобрения Нутривант плюс, микроудобрения МикроСтим В, Си и регулятора роста Экосил на фоне $N_{120}P_{70}K_{130}$, превышая фон на 0,170; 0,118 и 0,126 млн m^2/ga в сутки соответственно.

В среднем за 2014–2016 гг., проведенный парный корреляционно-регрессионный анализ показал тесную взаимосвязь ($r = 0,94$) урожайности (y) клубней картофеля сорта Вектар от фотосинтетического потенциала (x) в период цветения – увядание ботвы, которая описывается уравнением $y = 7,2477 + 44,7252 \times x$.

Результаты исследований показали, что интенсивное развитие ассимиляционной поверхности листьев в начале вегетации растений картофеля сорта Вектар способствовало суточному увеличению чистой продуктивности фотосинтеза. В среднем за три года, в варианте без применения удобрений она составила 8,22 г/ m^2 в сутки. Применение удобрений повышало чистую про-



Примечание – 1. Без удобрений; 2. $N_{90}P_{68}$; 3. $N_{90}P_{68}K_{135}$ – фон 1; 4. $N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК – хлорсодержащее); 5. ОМУ – бесхлорное + $N_{39}K_{58}$ (по NPK экв. варианту 3); 6. $N_{120}P_{70}K_{130}$ – фон 2; 7. Фон 2 + МикроСтим В, Си; 8. Фон 2 + Нутривант плюс; 9. Фон 2 + Экосил; 10. $N_{130}P_{90}K_{150}$ + Нутривант плюс; 11. Фон 1 + навоз, 40 т/га.

Рисунок 2 – Влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на фотосинтетический потенциал картофеля сорта Вектар (среднее, 2014–2016 гг.)

дуктивность фотосинтеза в данном периоде с 8,65 до 13,02 г/м² в сутки (рисунок 3).

Наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза зафиксирована в вариантах с некорневой подкормкой Нутривантом плюс на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ и с внесением 40 т/га навоза на фоне N₉₀P₆₈K₁₃₅, превышая фон на 2,68 и 3,30 г/м² в сутки соответственно. При внесении хлорсодержащего АФК удобрения чистая продуктивность фотосинтеза составила 10,35 г/м² в сутки, что было выше на 0,86 г/м² в сутки по сравнению с ОМУ бесхлорным удобрением.

С периода бутонизация – цветение в вариантах с применением как стандартных, так и новых форм комплексных удобрений, микроудобрений и регуляторов роста наблюдалось снижение чистой продуктивности фотосинтеза по отношению к контролю. Чистая продуктивность фотосинтеза у сорта Вектар при применении регулятора роста Экосил и микроудобрения МикроСтим В, Си на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ возрастала на 1,74 и 1,12 г/м² в сутки. Использование Нутриванта плюс на фоне повышенных доз удобрений N₁₃₀P₉₀K₁₅₀ по сравнению с его использованием на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ увеличивало продуктивность фотосинтеза на 0,95 г/м² в сутки. Внесение 40 т/га навоза на фоне N₉₀P₆₈K₁₃₅ снижало чистую продуктивность фотосинтеза к фону на 0,53 г/м² в сутки.

В период цветение – увядание ботвы по мере старения листьев чистая продуктивность фотосинтеза у сорта Вектар принимала отрицательное значение во всех вариантах опыта. Более быстро это происходило в контрольном варианте (без удобрений). Применение Нутриванта плюс на фоне повышенных доз удобрений N₁₃₀P₉₀K₁₅₀, а также внесение ОМУ бесхлорного в среднем за три года исследований обеспечило более медленное отмирание листьев растений картофеля. Это способствовало повышению урожайности в этих вариантах опыта.

Максимальная продуктивность картофеля (41,8 т/га) в среднем за три года исследований была получена у сорта Вектар от некорневой подкормки Нутривантом

плюс на фоне более высоких доз удобрений N₁₃₀P₉₀K₁₅₀ (таблица).

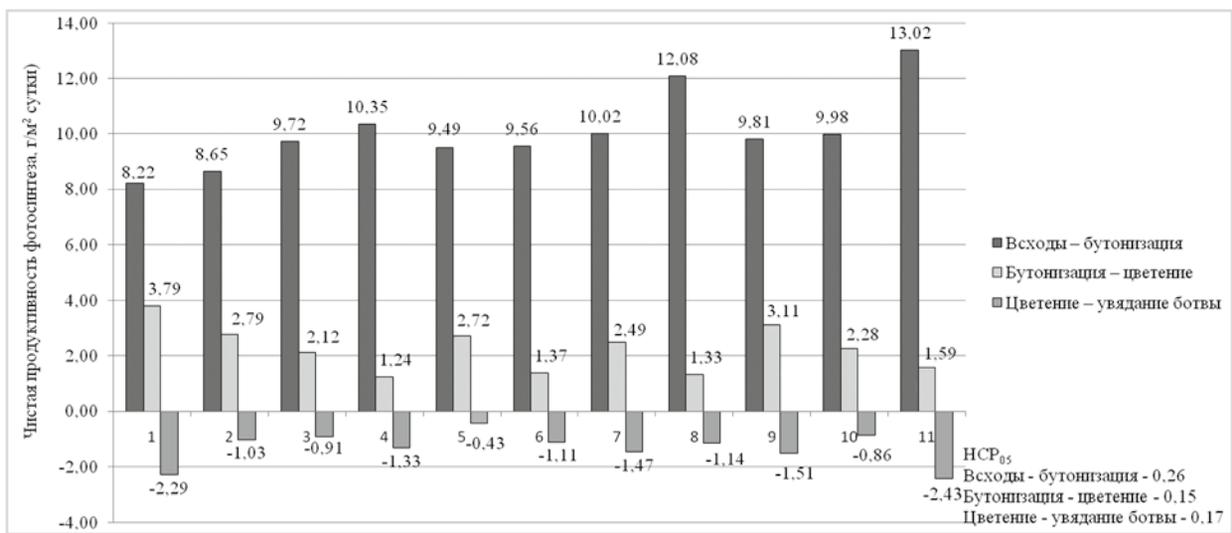
Внесение до посадки ОМУ бесхлорного удобрения и АФК хлорсодержащего по действию на урожайность сорта Вектар было равнозначным и повышало урожайность клубней по сравнению с вариантом, где в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий (N₉₀P₆₈K₁₃₅) в форме стандартных удобрений, на 7,1 т/га (с 32,6 до 39,7) и 6,3 т/га (с 32,6 до 38,9) при наибольшей окупаемости 1 кг НРК кг клубней – 62 и 59 кг соответственно. При использовании удобрений Нутривант плюс, МикроСтим В, Си и регулятора роста Экосил на фоне N₁₂₀P₇₀K₁₃₀ прибавка урожая картофеля к фону составила 4,3 т/га, 4,0 и 3,4 т/га.

Заключение

При использовании для некорневой подкормки Нутриванта плюс на фоне более высоких доз удобрений N₁₃₀P₉₀K₁₅₀ с нормой расхода 2,0 кг/га с трехкратной обработкой в среднем за три года исследований у среднепозднего сорта Вектар в период цветение – увядание ботвы увеличивался фотосинтетический потенциал до 0,810 млн м²/га в сутки, а чистая продуктивность фотосинтеза снижалась более медленными темпами в отличие от других вариантов. Все это способствовало получению высокой урожайности картофеля в данном варианте (41,8 т/га).

Литература

1. Линия по вакуумированию картофеля и топинамбура / З. В. Ловкис [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск: РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2016. – Т. 24. – С. 254–261.
2. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
3. Повышение урожайности раннеспелого сорта картофеля при комплексном применении агротехнологических факторов выращивания / Ю. Р. Ильчук [и др.] // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск: РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2018. – Т. 26. – С. 214–220.



Примечание – 1. Без удобрений; 2. N₉₀P₆₈; 3. N₉₀P₆₈K₁₃₅
Фон – 1; 4. N₉₀P₆₈K₁₃₅ (АФК – хлорсодержащее); 5. ОМУ – бесхлорное + N₃₉K₅₈ (по НРК экв. варианту 3); 6. N₁₂₀P₇₀K₁₃₀
Фон – 2; 7. Фон 2 + МикроСтим В, Си; 8. Фон 2 + Нутривант плюс; 9. Фон 2 + Экосил; 10. N₁₃₀P₉₀K₁₅₀ + Нутривант плюс;
 11. Фон 1 + Навоз 40 т/га.

Рисунок 3 – Влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на чистую продуктивность фотосинтеза картофеля сорта Вектар (среднее, 2014–2016 гг.)

Влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на урожайность картофеля сорта Вектар

Вариант	Урожайность, т/га клубней				Прибавка урожая, т/га		Окупаемость 1 кг д. в. НРК, кг клубней
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее	к контролю	к фону	
1. Без удобрений	21,3	22,8	20,6	21,6	–	–	–
2. N ₉₀ P ₆₈	25,3	28,8	27,3	27,1	5,5	–	35
3. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ – фон 1	31,0	35,1	31,8	32,6	11,0	–	38
4. N ₉₀ P ₆₈ K ₁₃₅ (АФК – хлорсодержащее)	33,2	43,2	40,3	38,9	17,3	–	59
5. ОМУ – бесхлорное + N ₃₉ K ₅₈ (по НРК экв. варианту 3)	34,5	43,6	40,9	39,7	18,1	–	62
6. N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₃₀ – фон 2	27,0	43,1	36,7	35,6	14,0	–	44
7. Фон 2 + МикроСтим В, Си	28,9	47,9	41,9	39,6	18,0	4,0	56
8. Фон 2 + Нутривант плюс	30,5	48,7	40,6	39,9	18,3	4,3	57
9. Фон 2 + Экосил	28,4	48,3	40,2	39,0	17,4	3,4	54
10. N ₁₃₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + Нутривант плюс	33,3	49,5	42,6	41,8	20,2	–	55
11. Фон 1 + навоз, 40 т/га	40,2	44,3	36,6	40,4	18,8	7,8	–
НСР ₀₅	1,6	2,4	2,3	1,2	–	–	–

4. Семенченко, О. Л. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на врожайність картоплі ранньої / О. Л. Семенченко, А. С. Даніліна // Бюл. Інституту сільського господарства степової зони. – 2012. – № 3. – С. 78–80.
5. Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник / В. В. Церлинг. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
6. Оптимизация минерального питания зерновых культур на основе регулирования интенсивности продукционных процессов: рекомендации / Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 12 с.
7. Тарасенко, С. А. Практикум по физиологии и биохимии растений: практ. пособие / С. А. Тарасенко, Е. И. Дорошкевич. – Гродно: Облиздат, 1996. – 122 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – М.: Колос, 1985. – 416 с.

УДК 632.95:633.15

Эффективность выращивания кукурузы при комплексной обработке семян протравителями

Н. Ф. Надточаев, кандидат с.-х. наук,
Г. Н. Куркина, научный сотрудник
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 08.01.2021 г.)

Представлены результаты трехлетних исследований по влиянию предпосевной защиты семян от вредителей и болезней на их всхожесть, выживаемость растений и урожайность кукурузы. Выявлено, что инсектицидные протравители Табу, ВСК (имдаклоприд, 500 г/л), 6 л/т и Пончо, КС (клоотианидин, 600 г/л), 7 л/т показывают более высокую биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность, чем Леатрин, КС (ацетамиприд, 300 г/л), 6,3 л/т и Табу супер, СК (имдаклоприд, 400 г/л + фипронил, 100 г/л), 6 л/т, а фунгицидный протравитель Максим XL, СК (флудиоксонил, 25 г/л + мепеноксам, 10 г/л), 1 л/т, чем Вершина, КС (тебуконазол, 30 г/л + азоксистробин, 22 г/л), 1 л/т и Виал-ТТ, ВСК (тебуконазол, 60 г/л + тиабендазол, 80 г/л), 0,5 л/т.

Введение

В Беларуси наиболее опасными почвообитающими вредителями являются проволочники – личинки жуков щелкунов. Вредителями заселено 89 % посевных площадей республики со средней численностью 15–30 экз./м²,

The results of three years of research on the effect of pre-sowing protection of seeds from pests and diseases on their germination ability, plant survival and yield of corn are presented. It has been revealed that the insecticide disinfectants Tabu, WSC (imidacloprid, 500 g/l), 6 l/t and Poncho, SC (clothianidin, 600 g/l), 7 l/t show higher biological and economic efficiencies than Leatrin, SC (acetamiprid, 300 g/l), 6,3 l/t and Tabu super, SC (imidacloprid, 400 g/l + fipronil, 100 g/l), 6 l/t, and the fungicide disinfectant Maxim XL, SC (fludioxonil, 25 g/l + mefenoxam, 10 g/l), 1 l/t than Vershina, SC (tebuconazole, 30 g/l + azoxystrobin, 22 g/l), 1 l/t, and Vial-TT, WSC (tebuconazole, 60 g/l + thiabendazole, 80 g/l), 0,5 l/t.

в очагах – 40–50 экз./м² и более. Основными резерваторами фитофагов являются посевы многолетних трав и запыреенные поля [1]. Практически нет растений, которые в той или иной степени не повреждались бы проволочниками, однако кукурузе они наносят наибольший вред. Кукурузу

почвообитающие вредители повреждают от высева семян до 8–9 листьев, наиболее «уязвимой» является фаза 2–4 листьев [2]. Вредят личинки, которые живут в почве и развиваются в течение 3–5 лет, питаясь высеянными семенами, проростками молодых стеблей и корнями растений [3, 4]. Максимальная вредоносность отмечается в годы, когда в почве преобладают личинки старших возрастов, интенсивно питающиеся перед окукливанием [5]. Это приводит к гибели молодых растений и семян и ослабляет растения, вызывая снижение урожайности. При этом потери могут достигать 30–60 % урожая [6]. Все стадии чувствительны к засухе [7]. В зависимости от условий погоды вредоносность проволочников может быть различной. Наибольший вред они наносят, когда весна и начало лета были холодными. Изреженность посевов может достигать 35–40 % [8]. Вредоносность личинок щелкунов усиливается тем, что поврежденные части растений открыты для проникновения микроорганизмов, вызывающих различные заболевания [3].

Исследования РУП «Институт защиты растений» показали, что при численности проволочников выше экономического порога вредоносности (12–15 ос./м² при возделывании кукурузы на зерно, 15–18 ос./м² при возделывании на зеленую массу) и 40%-ной поврежденности растений урожай зеленой массы снижается на 35–50 % [9]. Проведение комплекса агротехнических мероприятий может снижать численность проволочников в посевах кукурузы на 45–50 %. Однако наиболее радикальным приемом в защите посевов кукурузы от почвообитающих вредителей является предпосевная обработка семенного материала инсектицидными протравителями. По данным исследований, проведенных на опытном поле РУП «Институт защиты растений» и в производственных посевах кукурузы ОАО «Гастелловское» Минского района и СПК «Красная армия» Рогачевского района, применение инсектицидных протравителей позволило снизить поврежденность растений проволочниками на 66,7–95,9 % и сохранить 34,5–50,0 % урожая [10].

Протравливание семян инсектицидными препаратами позволяет защищать всходы кукурузы и от злаковых мух, которые откладывают яйца на молодые стебли растений (до стадии 3 листьев). Личинки проникают в растения и движутся к конусу нарастания. Поврежденные растения погибают или отстают в росте. Когда кукуруза разовьет 4–5 листьев, на них уже можно заметить повреждения, но особенно они видны в стадии 8–9 листьев: светлые пятна, дыры, разрывы. Если у стебля уничтожен конус нарастания, он прекращает рост и гибнет, даже не образуя пасынков. При более позднем повреждении основной стебель прекращает рост и начинает куститься, образуя один или несколько пасынков [7, 8]. Часто листья склеиваются, что затрудняет развертывание пластинок следующих листьев, поэтому наблюдается искривление стеблей, образование петель [4]. Опасность повреждения этими вредителями особенно высока при длительных периодах прохладной погоды, ведущих к замедлению роста кукурузы. Поврежденные мухой растения особенно восприимчивы к поражению пузырчатой головней [11].

Методика и условия проведения исследований

Полевые опыты проводили в 2017–2019 гг. на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию на дерново-подзолистой связносупесчаной почве. В 2017 г. предшествующей культурой была кукуруза

(агрохимическая характеристика опытного участка следующая: рН – 6,14, гумус – 2,70 %, P₂O₅ – 200 мг/кг, K₂O – 286 мг/кг), в 2018 г. – гречиха (рН – 5,62, гумус – 1,85 %, P₂O₅ – 147 мг/кг, K₂O – 210 мг/кг), в 2019 г. – люцерна (рН – 6,05, гумус – 2,24 %, P₂O₅ – 180 мг/кг, K₂O – 257 мг/кг).

Подготовка почвы включала дискование, зябловую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. В рекомендованных дозах применяли минеральные удобрения.

Сев кукурузы семенами отечественного производства проведен 24 апреля 2017 г., 4 мая 2018 г. и 24 апреля 2019 г., всходы отмечены 20, 12 и 14 мая соответственно годам исследований. Численность личинок жука щелкуна в 2017 г. составила 19 шт./м², в 2018 г. – 25 шт./м², а в 2019 г. – всего лишь 2 шт./м², несмотря на то что опыт пытались разместить по разным предшественникам с наиболее вероятным заселением вредителем.

За годы проведения исследований погодные условия складывались по-разному. Так, в третьей декаде апреля – первой декаде мая 2017 г. осадков выпало на 22,2 и 18,0 мм больше нормы, а средняя температура воздуха за этот период составила 5,3 и 8,7 °С, что на 3,1 и 2,7 °С ниже средних многолетних значений. Это негативно сказалось на полевой всхожести семян. Холоднее нормы оказались и первые два летних месяца (на 0,5 и 0,9 °С соответственно). В августе и сентябре среднесуточная температура воздуха соответственно на 1,8 и 2,0 °С превысила норму.

Температурные условия в 2018 г. оказались очень благоприятными для роста и развития кукурузы на протяжении всего вегетационного периода. Теплая погода 2018 г. способствовала быстрому прорастанию семян и высокой полноте всходов кукурузы. Во второй и третий летние месяцы, когда отмечается максимальная потребность растений кукурузы в воде, наблюдалось достаточное выпадение осадков, поэтому критический период также проходил в благоприятных условиях.

Погодные условия третьей декады апреля 2019 г. характеризовались повышенными среднесуточными температурами воздуха. Более высокая относительная норма температура воздуха была во второй и третьей декадах мая. В среднем с апреля по май температура воздуха оказалась на 1,5 °С выше нормы. Осадков в апреле выпало лишь 0,4 мм, за первую декаду мая – 56,1 мм, в последующие 2 декады – 16,6 мм. Погода в июне благоприятствовала хорошему росту и развитию культуры благодаря высоким температурам воздуха (на 4,5 °С выше нормы) и умеренному количеству осадков (50 мм). Июль оказался прохладным (на 1,3 °С ниже нормы) и влажным (105,5 мм осадков). Больше нормы выпало осадков и в августе при умеренных температурах. В целом погодные условия складывались благоприятно для формирования высокого урожая.

Сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в 2017 г. составила 843 °С, в 2018 г. – 1145 °С, в 2019 г. – 981 °С при норме 822 °С. С мая по сентябрь в 2017 г., по данным метеостанции Борисов, выпало 368 мм, в 2018 г. – 297 мм, в 2019 г. – 384 мм при норме 370 мм.

Результаты исследований и их обсуждение

Изучение совместного действия протравителей показало, что в продолжительно холодных условиях 2017 г. более важную роль на полноту всходов кукурузы сы-

грал фунгицидный, а не инсектицидный протравитель (таблица 1). Так, фунгицид Максим XL показал 86,2 % взошедших растений, в то время как Виал-ТТ и Вершина в комплексе с инсектицидными протравителями Табу и Леатрин снизили этот показатель на 20,7–30,4 %, а добавление к Максиму XL этих же инсектицидов, напротив, еще добавило 3,0–4,6 % растений. Самое негативное действие на всхожесть семян кукурузы оказал Табу супер, как в комплексе с фунгицидом Максим XL, так и с Виал-ТТ.

В 2018 г. инсектицидные протравители повышали полевую всхожесть семян относительно контрольного варианта незначительно (на 1,6–2,9 %). Это связано с тем, что к моменту сева почва прогрелась и температура воздуха после сева также была высокой, поэтому всходы кукурузы появились быстро (на 8-й день) и дружно.

Условия 2019 г. больше соответствуют 2017 г. И хотя довсходовый период оказался на 6 суток короче, на полевую всхожесть семян большее влияние оказал вид фунгицидного протравителя. Так, в вариантах, где применяли Виал-ТТ + Табу супер и Вершина + Леатрин, всхожесть семян в поле составила 91,0 и 92,0 % соответственно. В вариантах, где был применен фунгицидный протравитель Максим XL, она равнялась 96,8–99,5 % и не возрастала от применения инсектицидного протравителя. Отсутствие влияния инсектицидных протравителей на всхожесть семян связано с низким заселением опытного участка проволочником.

В среднем за три года наибольшая полевая всхожесть (95,4–95,5 %) оказалась в вариантах с инсектицидами Табу и Пончо на фоне фунгицидного протравителя Мак-

сим XL. С использованием инсектицидов Табу супер, Табу и Леатрин на фоне фунгицидов Виал-ТТ и Вершина полевая всхожесть снизилась до 81,3–84,7 % соответственно и оказалась даже меньшей, чем при использовании одного фунгицидного протравителя Максим XL (на 12,1–8,7 %).

Учет в фазе 6–7 листьев кукурузы показал, что инсектицидная защита семян обеспечивает меньшее повреждение растений проволочником и шведской мухой (таблица 2). Так, если в контрольном варианте в 2017 г. ими было повреждено 8,3 % растений, то при обработке семян Табу – 2,0–4,3 %, Пончо – 2,9 %, Табу супер – 4,0–5,3 %. Наибольшие значения отмечены по Леатрину – 4,6–12,7 %. Причем на фоне фунгицидного протравителя Максим XL поврежденность растений меньше, чем при использовании других, менее эффективных фунгицидов.

В 2018 г. в контрольном варианте проволочником было повреждено 25,5 % растений, а при обработке семян Табу и Пончо в смеси с Максимом XL повреждений совсем не наблюдалось. Наибольшие значения отмечены по Леатрину (3,4–4,1 %). От шведской мухи лучшую защиту обеспечил Табу супер в смеси с Виал-ТТ (0,2 %), а худшие результаты показали варианты с применением Леатрина (1,5–1,7 %) при поврежденности растений в контроле 2,6 %.

В 2019 г. в связи с низким заселением растений проволочником поврежденность составила 0,25–2,2 %, однако тенденция поврежденности сохранилась, как и в предыдущие два года. Менее поврежденными оказались растения в вариантах, где на фоне фунгицида Максим XL использовали инсектицидные протравители (0,2–0,8 %).

Таблица 1 – Влияние протравителей на полевую всхожесть семян кукурузы

Вариант	Полевая всхожесть семян, %			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее
Максим XL, СК, 1 л/т (контроль)	86,2	94,6	99,5	93,4
Максим XL, СК, 1 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	84,2	96,7	98,5	93,1
Максим XL, СК, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	89,2	96,2	96,8	94,1
Максим XL, СК, 1 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	90,8	96,2	99,2	95,4
Максим XL, СК, 1 л/т + Пончо, КС, 7 л/т	90,2	97,5	98,8	95,5
Вершина, КС, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	65,5	96,7	92,0	84,7
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	55,8	97,1	95,5	82,8
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	55,0	97,9	91,0	81,3
НСП ₀₅	4,9	6,2	3,0	4,9

Таблица 2 – Действие протравителей на повреждение кукурузы вредителями

Вариант	Поврежденность растений, %							
	2017 г.		2018 г.		2019 г.		среднее	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Максим XL, СК, 1 л/т (контроль)	5,9	2,4	25,5	2,6	1,5	0,5	11,0	1,8
Максим XL, СК, 1 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	2,7	1,3	0,2	1,1	0,2	–	1,0	0,8
Максим XL, СК, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	3,9	0,7	3,4	1,7	0,2	1,0	2,5	1,1
Максим XL, СК, 1 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	1,4	0,6	–	1,3	0,8	0,8	0,7	0,9
Максим XL, СК, 1 л/т + Пончо, КС, 7 л/т	2,3	0,6	–	0,6	0,5	0,2	0,9	0,5
Вершина, КС, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	9,7	3,0	4,1	1,5	2,2	–	5,3	1,5
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	2,7	1,6	0,2	0,9	1,0	–	1,3	0,8
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	4,4	0,9	0,2	0,2	1,0	–	1,9	0,4

Примечание – 1 – проволочником, 2 – шведской мухой.

В среднем за 3 года проведения исследований в контрольном варианте поврежденных проволочником и шведской мухой растений насчитывалось 12,8 %, с применением Леатрина – 3,6–6,8 %, Табу супер – 1,8–2,3 %, Табу – 1,6–2,1 %, Пончо – 1,4 %. На фоне фунгицидного протравителя Максим XL повреждение меньше, чем при использовании других, менее эффективных фунгицидов. Это свидетельствует о том, что данный препарат лучше защищает растение кукурузы от болезней и даже стимулирует его рост.

Выпадение растений в результате повреждения их вредителями отмечалось в течение вегетации (таблица 3). Инсектицидные протравители сдерживали этот процесс, особенно в 2018 г. при большой численности почвообитающих вредителей. Сохранность растений по отношению к контролю в среднем за три года исследований составила 2,6–6,1 %. Меньший показатель получен по Леатрину, наибольший – по Табу супер.

Выживаемость растений, рассчитанная нами по количеству растений, оставшихся к моменту уборки, выраженному в процентах к высеванным всхожим семенам, явилась итоговым показателем целесообразности использования фунгицидных и инсектицидных протравителей семян. Данные таблицы 3 свидетельствуют о низкой выживаемости растений в 2017 г., связанной в первую очередь с неблагоприятным для культуры дождовым периодом. На этом фоне первоочередную роль играл фунгицидный протравитель Максим XL. Тем не менее, инсектицидные протравители Табу и Пончо

добавили к уборке 5,2–5,4 % растений, в то время как Табу супер и Леатрин – только 1,4–1,9 %. В 2018 г., при наибольшей численности вредителя, из-за низкой сохранности растений при применении только фунгицидного протравителя этот вариант существенно уступил всем другим и по их выживаемости. В 2019 г., подобно 2017 г., для которых характерным отличием являлся длинный дождовый период, проявилась высокая эффективность фунгицидного протравителя Максим XL, где выживаемость растений составила 93,1–95,2 %. Лишь вариант с обработкой семян препаратами Виал-ТТ + Табу показал близкие результаты – 92,3 %. В среднем за 3 года выживаемость растений при использовании одного фунгицидного протравителя составила 84,5 %. Добавление к нему инсектицидных протравителей повышало этот показатель на 4,5–7,5 %. Меньшая прибавка получена от Леатрина, большая – от Табу и Пончо. Другие фунгицидные протравители в комбинации с инсектицидными показали на 3,8–4,9 % худший результат.

Экономические расчеты стоимости семян и протравителей с учетом выживаемости растений показывают, что самым оптимальным вариантом является Максим XL + Табу (таблица 4). В этом варианте требуется самая меньшая страховая надбавка, что в большей степени гарантирует получение заданной густоты стояния растений. Кроме того, гектарная стоимость семян вместе с препаратами также минимальная, как и в варианте с одним фунгицидным протравителем Максим XL (148,03 и 141,36 руб. соответственно). Низкая страховая над-

Таблица 3 – Сохранность и выживаемость растений кукурузы в зависимости от применяемых протравителей семян

Вариант	Сохранность растений, %				Выживаемость растений, %			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средняя	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средняя
Максим XL, СК, 1 л/т (контроль)	95,8	83,7	94,9	92,9	81,8	78,4	93,5	84,5
Максим XL, СК, 1 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	99,8	99,4	97,7	98,9	83,2	95,1	95,2	91,2
Максим XL, СК, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	94,7	95,7	96,1	95,5	83,7	91,2	92,1	89,0
Максим XL, СК, 1 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	96,8	100,0	95,1	97,3	87,0	95,2	93,4	91,9
Максим XL, СК, 1 л/т + Пончо, КС, 7 л/т	97,7	99,2	95,1	97,3	87,2	95,7	93,1	92,0
Вершина, КС, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	94,4	97,4	95,9	95,9	61,2	93,3	87,3	80,6
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	100,0	98,2	97,6	98,6	55,2	94,4	92,3	80,7
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	99,6	99,2	98,2	99,0	54,3	96,1	88,5	79,6
Среднее	97,4	96,6	96,3	96,9	74,2	92,4	91,9	86,2

Таблица 4 – Расчет гектарной стоимости семян и протравителей исходя из данных выживаемости растений кукурузы

Вариант	Требуется семян на 100 тыс. растений, тыс. шт.	Стоимость, руб./га			
		семян	протравителя		всего
			фунгицидного	инсектицидного	
Максим XL, СК, 1 л/т (фон)	118	138,06	3,30	0,00	141,36
Фон + Табу супер, СК, 6 л/т	110	128,70	3,08	24,40	156,18
Фон + Леатрин, КС, 6,3 л/т	112	131,04	3,13	13,86	148,03
Фон + Табу, ВСК, 6 л/т	109	127,53	3,05	15,08	145,66
Фон + Пончо, КС, 7 л/т	109	127,53	3,05	28,21	158,79
Вершина, КС, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	124	145,08	1,30	15,35	161,73
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	124	145,08	0,74	17,16	162,98
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	126	147,42	0,75	27,95	176,12

бавка также в варианте с Пончо, но этот препарат дорогостоящий, в настоящее время снят с регистрации.

Учет урожайности зеленой массы кукурузы в 2017 г. показал существенное ее снижение в вариантах, где не применялся фунгицидный протравитель Максим XL, а также при его использовании совместно с Леатрином (таблица 5). Относительно контроля (Максим XL) снижение составило 25–69 ц/га. Наибольшую урожайность зеленой массы обеспечили Максим XL + Пончо (464 ц/га), наименьшую – Вершина + Леатрин (374 ц/га).

В 2018 г. самая низкая урожайность зеленой массы получена в варианте с протравителем Максим XL без применения инсектицида (421 ц/га) или с его применением в смеси Леатрином (436 ц/га). Наибольшая урожайность отмечена в вариантах с инсектицидами Пончо и Табу супер на фоне фунгицидного протравителя Максим XL (по 496 ц/га), а также в варианте Виал-ТТ + Табу супер (516 ц/га).

В 2019 г. все инсектицидные протравители оказали приблизительно одинаковое влияние на урожайность зеленой массы кукурузы с незначительно большим показателем в варианте Максим XL + Пончо (613 ц/га) и меньшим – Виал-ТТ + Табу супер (580 ц/га).

В среднем за 2017–2019 г. лучшие результаты по урожайности зеленой массы показали Пончо, Табу супер и Табу на фоне препарата Максим XL (512–524 ц/га), наихудшие – Вершина + Леатрин (475 ц/га), а также Максим XL + Леатрин (482 ц/га).

В 2017 г. сбор сухого вещества наибольшим был в вариантах: Максим XL + Пончо (150,7 ц/га) и Максим XL + Табу (150,9 ц/га). Однако только Вершина +

Леатрин и Виал-ТТ + Табу супер показали существенно меньший сбор сухого вещества, который составил 124,3 и 130,0 ц/га соответственно.

В 2018 г. существенное снижение урожая сухого вещества относительно лучшего варианта Виал-ТТ + Табу супер (162,0 ц/га) выявлено в варианте без применения инсектицидного протравителя (134,7 ц/га) или с применением препаратов Максим XL + Леатрин (142,6 ц/га) и Виал-ТТ + Табу (143,7 ц/га).

В 2019 г. в варианте Вершина + Леатрин получен самый меньший сбор сухого вещества, который составил 181,3 ц/га, а по остальным вариантам он колебался в пределах 184,6–187,9 ц/га с несущественным превышением.

В результате, в среднем за три года по сбору сухого вещества лучшими оказались варианты с инсектицидами Пончо (166,6 ц/га), Табу супер (164,9 ц/га) и Табу (164,3 ц/га) на фоне фунгицидного протравителя Максим XL. Однако лишь только Вершина + Леатрин показали существенно меньшую относительно лучшего варианта урожайность, которая составила 150,4 ц/га.

Наименьшую зерновую продуктивность в 2017 г. показали варианты с фунгицидными протравителями Вершина + Леатрин (62,4 ц/га) и Виал-ТТ + Табу супер (65,8 ц/га) (таблица 6). Относительно лучшего варианта (Максим XL + Табу) существенная разница в урожайности отмечена и при использовании Виал-ТТ + Табу (7,7 ц/га при НСР = 6,6 ц/га).

Меньшая выживаемость растений в 2018 г. в варианте без применения инсектицидного протравителя приве-

Таблица 5 – Влияние протравителей на урожайность кукурузы

Вариант	Зеленая масса, ц/га				Сухое вещество, ц/га			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее
Максим XL, СК, 1 л/т (контроль)	443	421	602	489	146,4	134,7	187,9	156,3
Максим XL, СК, 1 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	462	496	602	520	149,2	159,9	185,5	164,9
Максим XL, СК, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	418	436	592	482	142,1	142,6	184,6	156,4
Максим XL, СК, 1 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	458	486	591	512	150,9	156,4	185,6	164,3
Максим XL, СК, 1 л/т + Пончо, КС, 7 л/т	464	496	613	524	150,7	161,2	187,7	166,6
Вершина, КС, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	374	468	584	475	124,3	145,5	181,3	150,4
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	418	466	602	495	140,0	143,7	185,6	156,4
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	396	516	580	497	130,0	162,0	187,5	159,8
НСР ₀₅	39	55	52	49	12,9	17,5	16,1	15,6

Таблица 6 – Действие протравителей на урожайность зерна кукурузы стандартной влажности

Вариант	Урожайность, ц/га зерна			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее
Максим XL, СК, 1 л/т (контроль)	75,4	64,2	95,4	78,3
Максим XL, СК, 1 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	74,0	76,2	94,6	81,6
Максим XL, СК, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	74,4	70,4	94,7	79,8
Максим XL, СК, 1 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	80,3	73,4	95,8	83,2
Максим XL, СК, 1 л/т + Пончо, КС, 7 л/т	76,1	78,0	93,2	82,4
Вершина, КС, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	62,4	66,6	89,7	72,9
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	72,6	66,2	93,2	77,3
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	65,8	75,5	96,9	79,4
НСР ₀₅	6,6	7,8	5,1	6,6

Таблица 7 – Экономическая эффективность применения протравителей при выращивании кукурузы на силос и зерно

Вариант	На силос				На зерно			
	стоимость продукции, руб./га	затраты, руб./га	чистый доход, руб./га	себестоимость 1 т к. ед., руб.	стоимость продукции, руб./га	затраты, руб./га	чистый доход, руб./га	себестоимость 1 т зерна, руб.
Максим XL, СК, 1 л/т (фон)	3527,55	1965,03	1562,52	181,04	2756,16	2039,18	716,98	260,43
Фон + Табу супер, СК, 6 л/т	3712,48	2037,01	1675,47	178,33	2872,32	2103,48	768,84	257,78
Фон + Леатрин, КС, 6,3 л/т	3543,48	1976,39	1567,08	181,27	2808,96	2050,75	758,21	256,99
Фон + Табу, ВСК, 6 л/т	3716,38	2014,27	1702,11	176,15	2928,64	2094,14	834,50	251,70
Фон + Пончо, КС, 7 л/т	3750,50	2047,62	1702,88	177,44	2900,48	2114,19	786,29	256,58
Вершина, КС, 1 л/т + Леатрин, КС, 6,3 л/т	3373,18	1965,32	1407,85	189,36	2566,08	2025,86	540,22	277,90
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу, ВСК, 6 л/т	3520,40	1990,62	1529,78	183,77	2720,96	2063,55	657,41	266,95
Виал-ТТ, ВСК, 0,5 л/т + Табу супер, СК, 6 л/т	3600,68	2006,23	1594,44	181,08	2794,88	2070,97	723,91	260,83

ла к снижению урожайности зерна, которая составила 64,2 ц/га. Близкие к ней значения имели варианты: Вершина + Леатрин (66,6 ц/га) и Виал-ТТ + Табу (66,2 ц/га). Максимальная урожайность (78,0 ц/га) получена в варианте с использованием Пончо.

В 2019 г. только протравители Вершина + Леатрин показали существенно меньшую урожайность относительно самого лучшего варианта Виал-ТТ + Табу супер. Урожайность зерна у них составила 89,7 и 96,9 ц/га соответственно. В остальных вариантах зерновая продуктивность колебалась от 93,2 до 95,8 ц/га.

В среднем за 2017–2019 гг. наибольшую урожайность зерна обеспечили Максим XL + Табу (83,2 ц/га), и только композиция Вершина + Леатрин существенно уступила (72,9 ц/га) по той причине, что ежегодно этот вариант показывал существенно меньшую урожайность зерна.

Экономические расчеты, основанные на трехлетних результатах исследований, показывают, что при выращивании кукурузы на силос добавление к фунгицидному протравителю Максим XL инсектицидных – Табу или Пончо обеспечивает наибольшую величину чистого дохода и наименьшую себестоимость кормовой единицы (таблица 7). Лучшие экономические показатели при выращивании кукурузы на зерно показывает только один вариант: Максим XL + Табу.

Заключение

1. При численности проволочника в пахотном слое почвы 15 особей на 1 м² обработка семян кукурузы смесью 1 л/т фунгицидного протравителя Максим XL, СК (флудиоксонил, 25 г/л + мефеноксам, 10 г/л) и 6 л/т инсектицидного протравителя Табу, ВСК (имidakлоприд, 500 г/л) с расходом 10 л/т рабочей жидкости обеспечивает максимальную выживаемость растений к уборке при низкой гектарной стоимости семян и протравителей и самую низкую себестоимость зерна по отношению к вариантам с одной фунгицидной защитой, а также с добавлением инсектицидных препаратов Леатрин, КС (ацетамиприд, 300 г/л) в норме 6,3 л/т; Пончо, КС (клотианидин, 600 г/л) – 7 л/т, Табу супер, СК (имidakлоприд, 400 г/л + фипронил, 100 г/л) – 6 л/т.

2. Баковые смеси протравителей Вершина, КС (тебуконазол, 30 г/л + азоксистробин, 22 г/л) в норме 1 л/т + Леатрин, КС и Виал-ТТ, ВСК (тебуконазол, 60 г/л + тиабендазол, 80 г/л) – 0,5 л/т + Табу, ВСК или Табу супер, СК показывают худший экономический результат по сравнению с вариантом применения этих же инсектицидных препаратов с фунгицидным протравителем Максим XL, главным образом по причине существенно более низкой полевой всхожести семян.

Литература

1. Протравители семян кукурузы и зерновых культур для защиты посевов от проволочников / Л. И. Трепашко [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. РУП «Ин-т защиты растений»; гл. ред. Л. И. Трепашко. – Несвиж, 2010. – Вып. 34. – С. 210–215.
2. Эффективный контроль проволочников / Л. И. Трепашко [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 24–30.
3. Кольбин, Д. А. Защита семян кукурузы от проволочников в Центрально-Черноземной зоне / Д. А. Кольбин, А. А. Богачев // Кукуруза и сорго. – 2016. – № 1. – С. 25–27.
4. Пинчук, Н. Враги королевы / Н. Пинчук // Зерно. – 2012. – № 5. – С. 104–111.
5. Циков, В. С. Кукуруза: технология, гибриды, семена / В. С. Циков. – Днепропетровск: Зоря, 2003. – 296 с.
6. Мигулев, П. А. Предпосевная обработка семян кукурузы в борьбе с проволочниками / П. А. Мигулев // Защита и карантин растений. – 2018. – № 10. – С. 42–44.
7. Берес, П. К. Самые опасные вредители кукурузы в Польше / П. К. Берес // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 55–60.
8. Шиндин, А. П. Кукуруза. Современная технология возделывания / А. П. Шиндин // Под общ. ред. академика РАСХН В. С. Сотченко. – Москва, 2009. – 127 с.
9. Трепашко, Л. Вредители кукурузы: прогноз и защита посевов / Л. Трепашко, А. Быковская // Белорусское сельское хозяйство. – 2018. – № 2. – С. 29–36.
10. Трепашко, Л. И. Предпосевная обработка семян препаратами инсектицидного действия для защиты кукурузы от проволочников / Л. И. Трепашко, А. В. Быковская, О. В. Илюк // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» ред. кол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 127–129.
11. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і вкористання / Д. Шпаар [та ін.] // Під загальною редакцією Д. Шпаара. – К.: Альфа-стевія ЛТД, 2009. – 396 с.

Гербицид Корнеги, СЭ в посевах кукурузы

А. В. Сташкевич, кандидат с.-х. наук, Н. С. Сташкевич, старший научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 05.01.2021 г.)

В условиях мелкоделяночных опытов изучено влияние гербицида Корнеги, СЭ (тербутилазин, 250 г/л + 2,4-Д кислота в виде 2 этилгексилового эфира, 80 г/л + никосульфурон, 30 г/л) на засоренность посевов кукурузы при применении в фазе 3–5 листьев культуры. Гербицид Корнеги, СЭ (1,5–2,0 л/га) эффективно подавлял однолетние и многолетние злаковые и однолетние двудольные сорняки. В 2019 г. гибель сорных растений через месяц после обработки составила 94,5–98,8 %, их вегетативная масса уменьшилась на 91,2–99,0 %, сохраненный урожай зерна кукурузы составил 79,1–99,8 ц/га, в 2020 г. – 91,8–96,4 % и 97,4–98,7 % соответственно. Сохраненный урожай зерна кукурузы составил 53,7–57,9 ц/га.

Введение

Уровень видового разнообразия сорных растений обуславливает, во многом, эффективность применяемых агроприемов, направленных на регулирование их вредоносности в посевах сельскохозяйственных культур до принятого лимитирующего порога. Общеизвестно, что засоренность полей была и остается серьезным препятствием в получении высоких и стабильных урожаев выращиваемых культур [9].

Конкуренция между культурным и сорным растением является сложным процессом, направляемым различными биологическими, внешнесредовыми и приближенными факторами (последние включают густоту стояния растений, соотношение видов, пространственное их расположение), определяется интенсивностью роста надземной массы и корней растений [11, 12, 13].

На динамику прорастания и формирования видового состава сорных растений оказывают влияние агроклиматические и погодные условия [2, 4]. Из-за изменения погодных условий отмечается увеличение численности значительной группы трудноискореняемых видов сорняков: корнеотпрысковых, зимующих, а также яровых злаковых видов [8]. Во влажные годы отмечается усиленное разрастание корневищ пырея ползучего [7]. Имеются доказательства, что пырей выделяет в почву ядовитые вещества, которые даже при сравнительно небольшой засоренности подавляют рост культурных растений, приводят к изреживанию посевов [3], снижают всхожесть семян культурных растений, уменьшают процент выживаемости всходов, замедляют первоначальный рост выживших растений и в результате к формированию низких урожаев [6, 14]. Просо куриное оказывает значительную конкуренцию кукурузе и достоверно снижает урожай ее зерна. Коэффициент кушения у проса очень высок: одно растение может формировать 20–30 и более плодоносящих стеблей высотой 160–190 см. При этом в годы с влажным вегетационным периодом сорняк вызывает более весомые потери урожая [1]. Потенциальные потери урожая зерна кукурузы от сорных растений составляют более 60 %, зеленой массы – более 40 % [10].

По данным маршрутных обследований засоренности посевов кукурузы установлено, что даже после проведения защитных мероприятий, в среднем по республике,

Under conditions of small-plot trials the influence of the herbicide Cornegy, SE (terbutylazine, 250 g/l + 2,4-D acid in the form of 2 ethylhexyl ether, 80 g/l + nicosulfuron, 30 g/l) on corn crops has been studied by application at 3–5 leaves of the crop. The herbicide Cornegy, SE (1,5–2,0 l/ha) effectively has suppressed the annual and perennial grass and annual dicotyledonous weeds. In 2019, the death of weeds in a month after treatment has made 94,5–98,8 %, their vegetative mass decreased by 91,2–99,0 %, the kept corn grain yield has made 79,1–99,8 ctw/ha, in 2020 – 91,8–96,4 % and 97,4–98,7 % accordingly. The kept corn grain yield has made 53,7–57,9 ctw/ha.

засоренность полей составляла 42,5 шт./м² в 2019 г. и 44,7 шт./м² – в 2020 г. Среди видов сорных растений в посевах было наиболее распространено просо куриное (14,6–15,1 шт./м²). В меньшем количестве произрастали марь белая (3,4–5,2 шт./м²), фиалка полевая (2,7–4,6), паслен черный (3,6–4,2), виды горца (2,8–3,3 шт./м²) и др.; из многолетних преобладали пырей ползучий (1,6–2,2 стеблей/м²) и виды осота (0,5–1,1 шт./м²).

В связи с тем, что в посевах кукурузы присутствует смешанный тип засорения (однолетние и многолетние однодольные и двудольные сорные растения), для борьбы с сорняками целесообразно использовать комбинированные гербициды.

Целью наших исследований было изучение биологической эффективности гербицида Корнеги, СЭ (тербутилазин, 250 г/л + 2,4-Д кислота в виде 2 этилгексилового эфира, 80 г/л + никосульфурон, 30 г/л) производства АО «Щелково Агрохим» (Россия) при внесении в фазе 3–5 листьев кукурузы для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми и однолетними двудольными сорными растениями.

Методика проведения исследований

В 2019–2020 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» были заложены мелкоделяночные опыты по изучению эффективности гербицида Корнеги, СЭ. Исследования проводили в соответствии с «Методическими указаниями...» [5]. Агротехника возделывания кукурузы общепринятая для центральной зоны Республики Беларусь. Норма высева – 100 тыс. шт./га всхожих зерен, ширина междурядий – 70 см. В годы исследований высевали гибрид Роналдинио. Площадь опытных делянок – 20 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированные блоки. Гербициды вносили ранцевым опрыскивателем «Jacto». Расход рабочей жидкости – 200 л/га. В фазе 3–5 листьев культуры фаза развития малолетних двудольных сорняков составляла 2–4 настоящих листа, однолетних злаковых – 2–3 листа, высота пырея ползучего – 10–15 см.

До внесения гербицидов проведен количественный учет засоренности с целью определения численности и видового состава сорных растений в посевах кукурузы. Количественно-весовые учеты засоренности проводили

через месяц и два месяца после внесения гербицидов. За ростом и развитием растений осуществляли фенологические наблюдения. Данные обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

В 2019 г. сев культуры проводили 25 апреля, в 2020 г. – 30 апреля.

Температура воздуха и сумма осадков в мае 2019 г. была на уровне среднемноголетних показателей. Июнь характеризовался повышенным температурным режимом (20,3 °С) при недостаточном выпадении осадков (54,5 мм, что на 32,4 мм ниже нормы). В целом за июль температура воздуха была на 2,1 °С ниже нормы. Осадков за месяц выпало 119,2 мм при норме 89,0 мм.

В апреле и мае 2020 г. установилась холодная погода с недостаточным количеством осадков. Средняя температура воздуха в мае составляла 10,7 °С при норме 13,3 °С. За месяц выпало 60,4 мм осадков при норме 68,0 мм. Июнь характеризовался повышенным температурным режимом: средняя температура воздуха составляла 19,5 °С при норме 16,4 °С с недостаточным количеством осадков (65,6 мм при месячной норме 86,9 мм).

В июле температура воздуха была ниже среднемноголетних значений на 0,8 °С. Осадков за месяц выпало 81,2 мм при норме 89,0 мм (таблица 1).

До внесения гербицидов засоренность полей кукурузы составляла в среднем 504,0–594,5 шт./м². Из однолетних сорняков доминировали марь белая (230,3–297,5 шт./м²), просо куриное (15,3–43,8), виды горцев (15,7–26,6 шт./м²);

из многолетних – пырей ползучий (34,3–63,8 стеблей/м²). В посевах также произрастали пикульник обыкновенный (3,8–41,3 шт./м²), ромашка непахучая (8,5–39,5), пастушья сумка (14,0–26,0), ярутка полевая (8,8–57,5), звездчатка средняя (10,3–10,8), падалица рапса (1,0–4,0 шт./м²) (таблица 2).

Гербицид Корнеги, СЭ показал высокую эффективность в борьбе с однолетними и многолетними сорняками, численность которых через месяц после обработки снизилась на 94,5–98,8 %, вегетативная масса – на 91,2–99,0 %. Полностью погибли такие однолетние двудольные сорняки, как ромашка непахучая, пикульник обыкновенный, горец шероховатый, пастушья сумка, ярутка полевая, звездчатка средняя и падалица рапса. Вегетативная масса мари белой снизилась на 95,1–100 %, проса куриного – на 91,1–94,2 %. Эффективность против пырея ползучего была на уровне 92,1–100 % по численности и 90,0–100 % – по массе.

Через два месяца после применения гербицидов биологическая эффективность гербицида оставалась высокой. Так, гибель сорных растений составила 96,9–98,4 %, вегетативная масса уменьшилась на 94,3–98,7 %. Численность растений мари белой снизилась на 98,7–100 %, проса куриного – на 92,1–94,7 % (таблица 3). Сохраненный урожай зерна кукурузы составил 79,1–99,8 ц/га.

В 2020 г. общая гибель сорных растений через месяц после внесения гербицида Корнеги, СЭ составила 91,8–96,4 %, их масса снизилась на 97,4–98,7 %. Гербицид эффективно подавлял однолетние и многолетние злаковые сорные растения. Так, вегетативная масса проса куриного снизилась на 86,3–92,4 %, пырея ползучего – на

Таблица 1 – Агрометеорологические показатели вегетационных периодов в годы исследований (по данным метеостанции Минск)

Месяц	Средняя температура воздуха, °С			Сумма осадков, мм		
	2019 г.	2020 г.	среднемноголетняя	2019 г.	2020 г.	среднемноголетняя
Апрель	7,7	6,6	7,2	3,7	10,2	42,5
Май	13,7	10,7	13,3	68,8	60,4	68,0
Июнь	20,3	19,5	16,4	54,5	65,6	86,9
Июль	16,4	17,7	18,5	119,2	81,2	89,0

Таблица 2 – Засоренность посевов кукурузы до внесения гербицидов (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Сорные растения	Численность сорняков, шт., стеблей/м ²	
	2019 г.	2020 г.
Марь белая	297,5	230,3
Виды горца	26,6	15,7
Пикульник обыкновенный	41,3	3,8
Ромашка непахучая	8,5	39,5
Пастушья сумка	14,0	26,0
Ярутка полевая	8,8	57,5
Звездчатка средняя	10,8	10,3
Падалица рапса	4,0	1,0
<i>Порог вредоносности однолетних двудольных сорных растений – 3–10</i>		
Пырей ползучий	34,3	63,8
<i>Порог вредоносности пырея ползучего – 15,5–28,0</i>		
Просо куриное	15,3	43,8
<i>Порог вредоносности проса куриного – 8,3–16,6</i>		
Всех сорняков	504,0	594,5

96,7–97,5 %. Препарат эффективно действовал и на однолетние двудольные виды сорняков. В посевах полностью погибли марь белая, мятлик однолетний, горец шероховатый, василек синий, пикульник обыкновенный, пастушья сумка, ярутка полевая, падалица рапса.

Учет засоренности через два месяца после обработки показал, что биологическая эффективность гербицида не снизилась по сравнению с первым учетом: гибель сорных растений составила 92,4–96,9 %, вегетативная масса

уменьшилась на 96,0–96,9 %. Численность растений проса куриного уменьшилась на 90,9–94,5 %, а масса – на 81,2–83,2 % (таблица 4). Сохраненный урожай зерна кукурузы составил 53,7–57,9 ц/га.

Закключение

Гербицид Корнеги, СЭ показал высокую эффективность в борьбе с однолетними и многолетними злаковыми и однолетними двудольными сорными растениями

Таблица 3 – Эффективность послевсходового внесения гербицида Корнеги, СЭ в посевах кукурузы (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2019 г.)

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю без прополки						
	марь белой	ромашки непахучей	пикульника обыкновенного	всех однолетних двудольных	пырея ползучего	проса куриного	всех
Контроль без прополки (шт./м ²)	<u>182,0</u> 149,0	<u>8,0</u> 16,0	<u>38,0</u> 32,0	<u>307,0</u> 242,0	<u>63,0</u> 39,0	<u>33,0</u> 38,0	<u>403,0</u> 319,0
Эталон – 1,5 л/га	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>98,7</u> 98,7	<u>95,2</u> 100	<u>87,9</u> 92,1	<u>97,3</u> 98,1
Корнеги, СЭ – 1,5 л/га	<u>97,8</u> 98,7	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>95,4</u> 97,1	<u>92,1</u> 100	<u>90,9</u> 92,1	<u>94,5</u> 96,9
Корнеги, СЭ – 2,0 л/га	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>99,3</u> 99,5	<u>100</u> 100	<u>90,9</u> 94,7	<u>98,8</u> 98,4
<i>Снижение вегетативной массы сорных растений, % к контролю без прополки</i>							
Контроль без прополки (г/м ²)	<u>985,5</u> 1623,0	<u>30,5</u> 76,0	<u>237,0</u> 304,0	<u>2115,5</u> 2445,0	<u>89,0</u> 53,5	<u>191,0</u> 212,0	<u>2395,5</u> 2710,5
Эталон – 1,5 л/га	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>97,8</u> 98,8	<u>92,1</u> 100	<u>86,6</u> 86,8	<u>96,7</u> 98,0
Корнеги, СЭ – 1,5 л/га	<u>95,1</u> 97,5	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>91,3</u> 94,9	<u>90,0</u> 100	<u>91,1</u> 86,8	<u>91,2</u> 94,3
Корнеги, СЭ – 2,0 л/га	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>99,4</u> 99,6	<u>100</u> 100	<u>94,2</u> 88,7	<u>99,0</u> 98,7

Примечание – В числителе – биологическая эффективность через месяц после внесения, в знаменателе – через два месяца.

Таблица 4 – Эффективность послевсходового внесения гербицида Корнеги, СЭ в посевах кукурузы (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2020 г.)

Вариант	Гибель сорных растений, % к контролю без прополки							
	марь белой	пастушьей сумки	звездчатки средней	пикульника обыкновенного	всех однолетних двудольных	проса куриного	пырея ползучего	всех
Контроль без прополки (шт./м ²)	<u>124,0</u> 135,0	<u>82,0</u> 39,0	<u>6,0</u> 6,0	<u>8,0</u> 4,0	<u>311,0</u> 233,0	<u>55,0</u> 55,0	<u>75,0</u> 45,0	<u>466,0</u> 356,0
Эталон – 1,5 л/га	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 83,3	<u>100</u> 100	<u>97,7</u> 97,9	<u>85,5</u> 94,5	<u>97,3</u> 100	<u>95,3</u> 96,6
Корнеги, СЭ – 1,5 л/га	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>83,3</u> 100	<u>100</u> 100	<u>95,8</u> 97,0	<u>81,8</u> 90,9	<u>89,3</u> 75,6	<u>91,8</u> 92,4
Корнеги, СЭ – 2,0 л/га	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>99,0</u> 99,6	<u>85,5</u> 94,5	<u>94,7</u> 91,1	<u>96,4</u> 96,9
<i>Снижение вегетативной массы сорных растений, % к контролю без прополки</i>								
Контроль без прополки (г/м ²)	<u>1511,0</u> 1506,5	<u>337,0</u> 80,0	<u>45,0</u> 48,0	<u>170,0</u> 51,0	<u>2667,5</u> 1984,6	<u>131,0</u> 95,5	<u>120,0</u> 53,5	<u>3534,0</u> 2960,5
Эталон – 1,5 л/га	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 87,5	<u>100</u> 100	<u>99,1</u> 98,7	<u>92,4</u> 85,3	<u>99,2</u> 100	<u>98,3</u> 96,1
Корнеги, СЭ – 1,5 л/га	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>93,3</u> 100	<u>100</u> 100	<u>98,6</u> 98,9	<u>86,3</u> 81,2	<u>96,7</u> 82,2	<u>97,4</u> 96,0
Корнеги, СЭ – 2,0 л/га	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>100</u> 100	<u>99,7</u> 99,8	<u>92,4</u> 83,2	<u>97,5</u> 90,0	<u>98,7</u> 96,9

Примечание – В числителе – биологическая эффективность через месяц после внесения, в знаменателе – через два месяца.

в норме внесения 1,5–2,0 л/га при применении в фазе 3–5 листьев культуры. На основании проведенных исследований препарат включен в «Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Литература

1. Алтухова, Т. В. Борьба с просом куриным в посевах кукурузы / Т. В. Алтухова, А. В. Костюк // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 32–33.
2. Быцкевич, Л. Ф. Порог вредоносности естественного набора сорняков в посевах овса / Л. Ф. Быцкевич // Вопросы агротехники, семеноводства и селекции полевых культур. – Жодино, 1982. – Вып. 2. – С. 161–164.
3. Крот, П. П. Борьба с сорняками на торфяных почвах / П. П. Крот. – Минск, 1982. – С. 4–11.
4. Мелеце, Л. П. Изучение видового состава и сезонной динамики сорняков на посевах зерновых в условиях Латвийской ССР / Л. П. Мелеце // Бюл. ВИЗР. – Л., 1983. – № 57. – С. 27–29.
5. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; Институт защиты растений; составители: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». – 2007. – 58 с.

6. Николаева, Н. Г. Токсичность почвы, ее генезис и способы преодоления / Н. Г. Николаева // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности: материалы Всерос. науч.-произв. совещ. – Пушкино, 1995. – С. 15–18.
7. Симонович, Л. Г. Краткий определитель сорных растений Белоруссии / Л. Г. Симонович, В. А. Михайловская, Н. В. Козловская. – Минск: Наука и техника, 1969. – 232 с.
8. Спиридонов, Ю. Я. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве / Ю. Я. Спиридонов, Г. Е. Ларина, В. Г. Шестаков. – Голицино: РАСХН-ВНИИФ, 2004. – 243 с.
9. Спиридонов, Ю. Я. Особенности видового состава сорной растительности в современных агроценозах Российского Нечерноземья / Ю. Я. Спиридонов // Вестник защиты растений. – 2004. – № 2. – С. 15–24.
10. Шашкевич, А. В. Гербициды на страже урожая кукурузы / А. В. Шашкевич, С. В. Сорока, С. А. Колесник // Земледелие и защита растений. – 2017. – Приложение № 2. – С. 31–32.
11. Туликов, А. М. Конкурентоспособность культур и засоренность их посевов / А. М. Туликов // Земледелие. – 1985. – № 6. – С. 40–43.
12. Фисюнов, А. В. Справочник по борьбе с сорняками / А. В. Фисюнов. – М.: Колос, 1976. – 254 с.
13. Doll, J. D. Quackgrass. Alive and welle / J. D. Doll // Crops + Soil Mag. – 1986. – Vol. 38, № 10. – P. 13–14.
14. Radosevich, S. R. Methods to study interactions among crops and weeds / S. R. Radosevich // Weed Technol. – 1987. – Vol. 1, № 3. – P. 190–198.

УДК 633.16«321»:632.48:631[527+524.86]

Соответствие лабораторного и полевого метода оценки коллекции ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости

Ю. А. Суцкевич, соискатель, Ю. К. Шашко, кандидат с.-х. наук
 Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 08.01.2021 г.)

В статье представлены результаты изучения устойчивости коллекции ярового ячменя к сетчатой пятнистости (*Pyrenophora teres* Drechsler). Установлена прямая зависимость развития болезни от количества выпавших осадков и температуры воздуха. Коэффициент корреляции (*r*) между количеством выпавших осадков и развитием болезни в первой декаде июня составил 0,96–0,99 (прямая связь), а между температурой воздуха и развитием болезни – в пределах от –0,48 до –0,62 (обратная связь). Установлена достоверная прямая корреляционная связь между лабораторной (бензимидазольный метод) и полевой (инфекционный фон) оценкой. Коэффициент корреляции находился в пределах 0,59–0,88, что свидетельствует о высокой достоверности связи. Выделены источники устойчивости к сетчатой пятнистости ячменя: *Linus*, *Нутанс 3291*, *Челябинский 95*, *Мик 1*, *Беркут*, *Дзівосны*, сохраняющие признак устойчивости как на начальных этапах, так и на протяжении всего онтогенеза.

Введение

Одной из важнейших причин недобора урожая зерновых культур в условиях Беларуси являются болезни. В посевах ячменя ярового наиболее распространены и вредоносны пятнистости листьев, корневые гнили,

*The article presents the results of studying the resistance of the collection of spring barley to netted spotting (*Pyrenophora teres* Drechsler). A direct dependence of the development of the disease on the amount of precipitation and air temperature has been established. The correlation coefficient (*r*) between the amount of precipitation and the development of the disease was 0,96–0,99 (direct relationship), and between the air temperature and the development of the disease in the range –0,48 – –0,62 (feedback). A reliable direct correlation was established between laboratory (benzimidazole method) and field (infectious background) assessment. The correlation coefficient was in the range 0,59–0,88, which indicates a high reliability of the relationship. Sources of resistance to barley netting are identified: *Linus*, *Nutans 3291*, *Chelyabinskiy 95*, *Mik 1*, *Berkut*, *Dzivosny*, which retain the resistance trait both at the initial stages and throughout ontogenesis.*

болезни колоса. Среди заболеваний листового аппарата растений ячменя лидирующие позиции занимает сетчатая пятнистость (*Pyrenophora teres* Drechsler). При благоприятных погодных условиях наблюдается интенсивное развитие болезни, и потери зерна могут достигать

более 50 % [2, 4, 7]. Ранняя инокуляция ячменя приводит к поражению почти 90 % поверхности листьев и к уменьшению числа зерен в колосе на 1–6 % [6]. В условиях Беларуси сетчатая пятнистость в посевах ярового ячменя наблюдается повсеместно, а при отсутствии защитных мероприятий часто носит эпифитотийный характер. Целью нашей работы являлось создание инфекционных фонов и оценка коллекционного материала ярового ячменя на устойчивость к сетчатой пятнистости в полевых и лабораторных условиях. Необходимо было установить корреляционную связь полевого и лабораторного метода оценки устойчивости к патогену и выделить источники устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости.

Материалы и методы исследований

Для проведения исследований лабораторным бензимидазольным методом растения каждого сорта ячменя выращивали в кюветах на вате, смоченной водой, в течение 8 суток. Для заражения использовали первый лист проростка, который разрезали на отрезки 4–5 см и раскладывали в кювету на фильтровальную бумагу, смоченную 0,004%-ным раствором бензимидазола.

Для инокуляции ячменя использовали культуру гриба 7–10-дневного возраста. Изоляты возбудителя выращивали на предварительно подобранной среде ЧЛМ (модифицированная среда Чапека) при постоянном освещении и температуре 25 °С [5]. За 2 суток перед инокуляцией чашки с грибом помещали в темное место с понижением температуры до 15 °С с целью усиления спороношения. Затем для приготовления суспензии культуру гриба с поверхности агара соскабливали микробиологической лопаткой и суспензировали в стерильной воде. Полученную суспензию фильтровали через один слой марли и разводили водой до концентрации $5-7 \times 10^3$ спор/мл [3]. Инокуляцию отрезков листьев ячменя проводили путем капельного нанесения суспензии гриба *Pyrenophora teres* f. *teres* с помощью микропипетки. Кювету помещали в затемненное место на 12–16 ч (при температуре 18–20 °С), а затем переносили под светоустановку с 12-часовым режимом освещения и температурой 21–26 °С. Учет типов реакций проводили на 5 сутки после инокуляции по шкале О. С. Афанасенко [1].

При создании искусственного инфекционного фона в полевых условиях через каждые 2 рядка испытуемых образцов ячменя высевали 1 рядок высоковосприимчивого сорта Тюрингия без разделения рядков дорожками. Для заражения растений применяли споровую суспензию из изолятов, собранных в предыдущий вегетационный сезон.

Инокуляцию проводили в фазе проростков (один – два листа) путем опрыскивания конидиальной суспензией *P. teres* с концентрацией $5-7 \times 10^4$ спор/мл [4], предварительно увлажнив листовую поверхность образцов ячменя водой при помощи ранцевого опрыскивателя. Концентрация споровой суспензии была выше, чем в суспензии, используемой в лабораторных условиях, что связано с большей площадью заражения. После инокуляции растения накрывали полиэтиленовой пленкой на 24 часа. Первый учет типов реакции растений проводили через 14 дней после заражения, второй – в фазе молочной спелости. При втором учете учитывали не только тип реакции, но и развитие болезни в %. Тип реакции в полевых условиях оценивали по той же шкале, что и в лабораторных условиях [1].

Для определения развития болезни на метровой делянке каждого образца произвольно отбирали 30 растений и каждое оценивали по шкале, которая включает следующие градации, балл: 0 – пораженность отсутствует; 1 – единичные пятна на нижних листьях; 2 – поражено более 50 % листовой поверхности нижних листьев и единичные пятна на листьях 2-го яруса; 3 – нижние листья отмирают, поражено более 50 % листовой поверхности листьев 2-го яруса и единичные пятна на верхних листьях; 4 – нижние листья отмирают, листовая поверхность листьев всех ярусов поражена более чем на 50 %.

Развитие болезни в процентах рассчитывали по общепринятой формуле:

$$R = \frac{\sum(a \times b)}{n \times 4} 100 \%, \text{ где}$$

- a – количество больных растений;
- b – соответствующий балл поражения;
- n – количество растений в пробе;
- 4 – высший балл шкалы учета.

Результаты исследований и их обсуждение

Материалом для изучения устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости послужили 182 сорта-образца коллекции ВИР, а также отечественные сорта, предоставленные Национальным банком семян генетических ресурсов хозяйственно полезных растений.

Первоначальным изучением коллекционных образцов в лабораторных условиях выявлена большая дифференциация их по устойчивости. Из изучаемых образцов абсолютно устойчивых к болезни не выявлено, высокоустойчивых образцов – 17 (9 %), относительно устойчивых – 90 (50 %), восприимчивых – 51 (28 %) и высоковосприимчивых – 24 (13 %).

В полевых условиях на искусственном инфекционном фоне изучали те же 182 коллекционных сорта-образца.

Первый учет был проведен через 7–10 дней после инокуляции, второй – в фазе молочной спелости.

В результате полевой оценки в фазе кущения выявлено: высокоустойчивых образцов – 16 (9 %), относительно устойчивых – 114 (63 %), восприимчивых – 32 (17 %), высоковосприимчивых – 20 (11 %); в фазе молочной спелости – высокоустойчивых образцов – 6 (3 %), относительно устойчивых – 26 (14 %), восприимчивых – 111 (61 %), высоковосприимчивых – 39 (22 %).

Установлено, что существует прямая связь между результатами оценки в лабораторных и полевых условиях, коэффициент корреляции (r) за 2 года находился в пределах 0,59–0,88, что свидетельствует о высокой достоверности связи. При этом наиболее тесная связь между лабораторной и полевой оценками наблюдалась в фазе кущения (r = 0,72–0,88). Достоверные результаты взаимосвязи получены также по лабораторной и полевой оценке в фазе молочной спелости, а также между учетами по фазам развития растений в полевых условиях. Оценка в фазе молочной спелости, возможно, искажается наличием других болезней, а также физиологических пятнистостей, что объясняет более низкий коэффициент корреляции между показателями. Выявленная тесная связь между полевой оценкой в фазе кущения и фазе молочной спелости позволяет предположить, что, скорее всего, данный признак контролируется одними и теми же генами (таблица 1).

Полученные данные показывают, что первичный скрининг по устойчивости бензимидазольным методом может быть использован в селекционной работе, однако наиболее достоверным является оценка материала в полевых условиях. Поэтому лабораторный метод оценки должен применяться как предварительный, его можно проводить в зимний период. Это позволит выбраковать весь неустойчивый материал, сократив, таким образом, объем полевых исследований.

В результате лабораторной и полевой оценки выделено 6 сортов (Linus, Дина, Челябинский 95, Мик 1, Беркут, Дзівосны), которые проявили себя как высокоустойчивые и могут служить в качестве источников устойчивости к сетчатой пятнистости ячменя в селекционном процессе.

Необходимо отметить, что степень поражения растений сетчатой пятнистостью в полевых условиях находится в прямой зависимости от складывающихся погодных условий. Анализ зависимости развития сетчатой пятнистости ячменя от количества выпавших осадков и температуры воздуха показал, что между ними существует очень тесная связь. Коэффициент корреляции между количеством выпавших осадков в первой декаде июня и развитием болезни в зависимости от года составил 0,96–0,99, а между температурой воздуха и развитием болезни –0,53 (таблица 2).

Развитие сетчатой пятнистости на сорте-эталоны Тюрингия в зависимости от количества осадков, выпавших в 1–2 декаде июня, описывается уравнением линейной регрессии:

$$y = 0,1271x - 0,1961; R^2 = 0,97 \quad (1),$$

где x – количество осадков (в течение первой декады июня), а y – балл степени поражения.

Таким образом, при увеличении количества осадков на 10 мм развитие болезни увеличивается на 1,3 балла (рисунок). Подобная зависимость наблюдается и в среднем по всей коллекции:

$$y = 0,0689x - 0,0832; R^2 = 0,93 \quad (2).$$

При изучении влияния температуры воздуха на развитие болезни выявлена обратная зависимость: чем выше температура воздуха во второй декаде июня, тем ниже степень поражения сетчатой пятнистостью. Однако данная зависимость не так сильно выражена и свидетельствует о том, что ведущим фактором, определяющим развитие сетчатой пятнистости ячменя, является количество осадков в анализируемый период.

Признак устойчивости к сетчатой пятнистости не сколько различается в зависимости от фазы развития растений, условий проведения опытов и по годам исследований. Рассчитанный коэффициент вариации показывает, что признак устойчивости варьирует в пределах 0,16–0,32 (таблица 3).

Показатель снижается в фазе молочной спелости ячменя из-за повышения степени поражения отдельных образцов. Выше коэффициент вариации в начальных фазах развития как при лабораторной, так и полевой оценке. Показатель $C_v \geq 0,2$ свидетельствует о возможности более эффективного целенаправленного отбора растений по устойчивости к сетчатой пятнистости на

Таблица 1 – Корреляционный анализ результатов оценки устойчивости к *P. teres* коллекции ячменя в лаборатории и полевых условиях

Вариант	Коэффициент корреляции, r		
	лабораторная оценка	полевая оценка	
		кущение	молочная спелость
<i>2012 г.</i>			
Оценка лабораторная (бензимидазол)	1,00		
Оценка на инфекционном фоне (фаза кущения)	0,88**	1,00	
Оценка на инфекционном фоне (фаза молочной спелости)	0,72**	0,86**	1,00
<i>2013 г.</i>			
Оценка лабораторная (бензимидазол)	1,00		
Оценка на инфекционном фоне (фаза кущения)	0,72**	1,00	
Оценка на инфекционном фоне (фаза молочной спелости)	0,59**	0,78**	1,00

Примечание – **Статистически достоверный коэффициент корреляции при уровне значимости $P = 0,01$.

Таблица 2 – Влияние погодных условий на развитие сетчатой пятнистости ячменя (корреляционный анализ)

Показатель	Коэффициент корреляции, r			
	май, декада	июнь, декады		
	3	1	2	3
<i>Осадки, мм</i>				
Степень поражения коллекционных сортообразцов (среднее, балл)	0,29	0,96**	–0,25	0,49
Степень поражения сорта Тюрингия, балл	0,26	0,99**	–0,38	0,50
<i>Температура, °C</i>				
Степень поражения коллекционных сортообразцов (среднее, балл)	0,02	–0,53	–0,62	–0,43
Степень поражения сорта Тюрингия, балл	–0,11	–0,51	–0,48	–0,15

Примечание – **Статистически достоверный коэффициент корреляции при уровне значимости $P = 0,01$.

ранних этапах их развития. Отбор в более поздних фазах затруднен проявлением других видов пятнистостей листьев инфекционной и физиологической этиологии.

Заключение

1. Высокая корреляция ($r = 0,59-0,88$) междулевой оценкой (инфекционный фон) и лабораторной (бензимидазольный метод) дает возможность проводить первичный скрининг исходного материала ячменя в лабораторных условиях и при этом ускорить отбор устойчивых образцов.

2. Развитие сетчатой пятнистости в посевах ячменя находится в прямой зависимости от количества выпавших осадков и температуры воздуха. Коэффициент корреляции между количеством выпавших осадков в первой декаде июня и развитием болезни составил $0,96-0,99$ (прямая связь), а между температурой воздуха и развитием болезни в пределах от $-0,48$ до $-0,62$ (обратная связь).

3. Коэффициент вариации по признаку устойчивости сортообразцов к сетчатой пятнистости в фазе кущения находился в пределах $0,25-0,31$, что свидетельствует о предпочтительности целенаправленного отбора по устойчивости к сетчатой пятнистости на ранних этапах развития растений.

4. В качестве источников устойчивости к сетчатой пятнистости (*P. teres*) можно рекомендовать сорта ярового ячменя Linus, Нутанс 3291, Челябинский 95, Мик 1, Беркут, Дзівосны, сохраняющих признак устойчивости как на начальных этапах, так и на протяжении всего онтогенеза.

Литература

1. Афанасенко, О. С. Лабораторный метод оценки устойчивости сортообразцов ячменя к возбудителю сетчатого гельминтоспориоза / О. С. Афанасенко // С.-х. биология. – 1977. – Т. 12, № 2. – С. 297–299.

2. Никитина, Е. В. Диагностика грибных пятнистостей зерновых культур в интенсивном земледелии: метод. указания / Всесоюз. акад. с.-х. наук, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т защиты растений; подгот. Е. В. Никитиной, Н. Л. Полозовой. – Л., 1990. – 69 с.

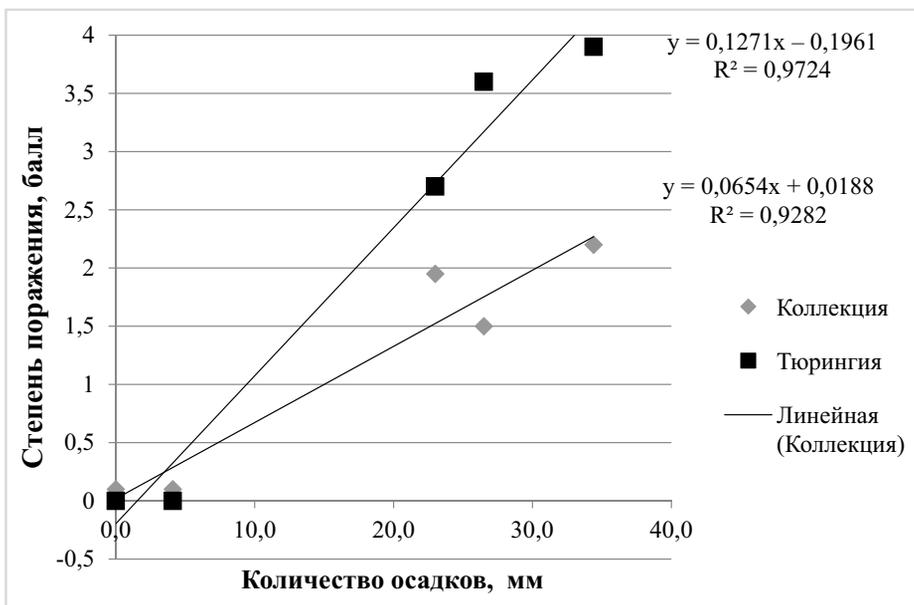
3. Радченко, Е. Е. Методы работы с чистыми культурами грибов / Е. Е. Радченко, И. Г. Одинцова // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: метод. пособие / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т растениеводства; [Е. Е. Радченко и др.]. – М., 2008. – С. 106–109.

4. Современная микология в России / Нац. акад. микологии Общерос. обществ. орг. – М., 2015. – Т. 4: Материалы III Международного микологического форума. – 366 с.

5. Сушевич, Ю. А. Изучение биологического разнообразия и особенностей культивирования возбудителя сетчатой пятнистости ячменя *Pyrenophora teres f. teres* Dreshler. в Республике Беларусь / Ю. А. Сушевич, Ю. К. Шашко // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 2. – С. 28–30.

6. Deimel, L. Grundlagen der Schadenswirkung der Netzfleckenkrankheit (Erreger: *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker) an Gerste: Dissertation / L. Deime. – München, 1988. – 148 Bl.

7. Jayasena, K. W. Yield reduction in barley in relation to spot-type net blotch / K. W. Jayasena // Australasian Plant Pathology. – 2007. – Vol. 36, № 5. – P. 429–433.



Влияние осадков на развитие сетчатой пятнистости ячменя

Таблица 3 – Варьирование признака устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости в зависимости от фазы развития растений и года исследования

Показатель	Лабораторная оценка	Полевая оценка	
		фаза кущения	фаза молочной спелости
<i>2012 г.</i>			
Степень поражения эталонного сорта Тюрингия, балл	3,9	3,9	3,9
Степень поражения сортообразцов коллекции (среднее по 182), балл	2,1	2,2	2,6
C_v (коэффициент вариации)	0,32	0,28	0,22
<i>2013 г.</i>			
Степень поражения эталонного сорта Тюрингия, балл	3,3	2,7	3,1
Степень поражения сортообразцов коллекции (среднее по 182), балл	2,1	1,5	2,3
C_v (коэффициент вариации)	0,26	0,25	0,16
<i>Среднее, 2012–2013 гг.</i>			
Степень поражения сортообразцов коллекции (среднее по 182), балл	2,1	1,7	2,4
C_v (коэффициент вариации)	0,28	0,31	0,19

Эффективность применения фунгицида Геката, КМЭ на яблоне в условиях северо-востока Беларуси

В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, А. М. Карпицкий, А. В. Исаков, Н. А. Козлов, кандидаты с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 15.01.2021 г.)

Биологическая эффективность фунгицида Геката, КМЭ (0,4–0,7 л/га) при трехкратном применении («розовый бутон», конец цветения, «лесной орех») в отношении парши листьев яблони составила 38,3–93,7 %, а в отношении парши на плодах – 17,2–94,4 %. Развитие филлостиктоза препарат снизил на 60,8–100 %. Применение фунгицида Геката, КМЭ в норме 0,4–0,7 л/га позволило достоверно увеличить урожайность яблони на 22,6–38,1 ц/га.

Введение

Яблоня – самая распространенная плодовая культура в Беларуси и сопредельных странах – России, Украине, Польше, странах Балтии. Это обусловлено ее высокими потребительскими и технологическими свойствами и экологической пластичностью. Яблоки незаменимы как продукт питания для людей всех возрастов, легко усваиваются, эффективны в профилактике многих заболеваний – ишемической болезни сердца, сахарного диабета, ожирения и др., способствуют выведению из организма тяжелых и радиоактивных металлов, защите организма от отрицательного действия свободных радикалов и т. д. [14, 17].

По данным А. М. Новака [11], оптимальная потребность в плодово-ягодной продукции для Беларуси составляет около 1 млн т в год. В настоящее время общая площадь плодовых насаждений в Беларуси достигла 95,5 тыс. га, из которых 16,3 тыс. га – сады интенсивного типа. Несмотря на определенные изменения в развитии плодового хозяйства республики, направленные на увеличение разнообразия сортаментов плодовых и ягодных культур, яблоня занимает лидирующее положение в товарных садах – более 90 % [13, 15, 16].

Наиболее распространенной и вредоносной болезнью яблони в Беларуси является парша. Эпифитотийное развитие заболевания наблюдается каждые три года, а в условиях северо-востока – и чаще [6]. Потери от парши достигают 12–40 % от потерь, которые приходится на комплекс вредителей и болезней [5, 8]. При этом потери зависят от распространенности и развития заболевания, которые в свою очередь обусловлены возрастом сада, сортовым составом, плотностью посадки, развитием заболевания в предыдущий год и главным образом системой защиты [7].

Парша, снижая урожайность и качество продукции, способствует развитию другого опасного заболевания – монилиоза, которое вызывает как потерю урожая, так и снижает сохранность плодов в период хранения – вплоть до 40 % [2, 3, 9].

В действующем «Государственном реестре средств защиты растений...» имеется более 40 фунгицидов для защиты яблони от болезней. Они относятся к разным химическим классам, имеют разный механизм действия, содержат одно или несколько действующих веществ. Но даже при таком разнообразии препаратов изучение

The biological effectiveness of the fungicide Hecate, OEC (0,4–0,7 l/ha) when applied three times («pink bud», end of flowering, «hazelnut») in relation to apple scab was 38,3–93,7 %, and for scab on fruits – 17,2–94,4 %. The drug reduced the development of phylostictosis by 60,8–100 %. The use of the fungicide Hecate, OEC at the rate of 0,4–0,7 l/ha made it possible to significantly increase the apple-tree yield by 2,26–3,81 m/ha.

новых фунгицидов, основанных на ранее не включенных в реестр действующих веществах для защиты яблони (тетраконазол), в силу интенсивности программ защиты актуально в целях соблюдения антирезистентной стратегии [1, 12].

Цель исследований заключалась в установлении биологической и хозяйственной эффективности фунгицида Геката, КМЭ при защите яблони от основных болезней в условиях естественного инфекционного фона.

Методика проведения исследований

Исследования проводили в 2019–2020 гг. в плодородном саду РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Сад заложен в 2008 г. по схеме 2,5 × 5 м (800 деревьев/га), сорт – Заря Алатау. Площадь опытной делянки – 62,5 м² (12,5 × 5 м), площадь учетной делянки – 37,5 м² (7,5 × 5 м), повторность – пятикратная. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке. Она характеризовалась следующими показателями: содержание гумуса – 1,94 %, P₂O₅–175, K₂O – 221 мг/кг почвы, рН_{KCl} – 6,1.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль (без обработки фунгицидом); 2 – Медея, МЭ (дифеноконазол, 50 г/л + флутриафол, 30 г/л) – 1,0 л/га; 3 – Геката, КМЭ (дифеноконазол, 120 г/л + тетраконазол, 60 г/л) – 0,4 л/га; 4 – Геката, КМЭ (дифеноконазол, 120 г/л + тетраконазол, 60 г/л) – 0,7 л/га. Норма расхода рабочей жидкости – 1000 л/га.

В 2019 г. фунгициды вносили 04.05 («розовый бутон»), 14.05 (конец цветения), 24.05 («лесной орех»), в 2020 г. – 25.04 («розовый бутон»), 08.05 (конец цветения), 22.05 («лесной орех»).

Учеты парши и филлостиктоза на листьях проводили непосредственно перед обработками фунгицидами, на 10-й день после последней обработки, в дальнейшем – с интервалом в 1 месяц, а учеты парши на плодах – с момента появления первых признаков с интервалом в 3 недели и перед уборкой урожая по общепринятым методикам [4, 10].

Результаты исследований и их обсуждение

Парша в 2019 г. была выявлена 24 мая, а в 2020 г. – 22 мая (таблица 1). Так, в варианте без фунгицидной защиты распространенность парши составила 26,4–30,2 %,

а развитие – 7,0–8,3 %. Применение фунгицида Геката, КМЭ в норме 0,4 и 0,7 л/га позволило снизить степень поражения яблони паршой на 90,9–91,8 % и 93,6–93,7 % соответственно, а эталонного препарата Медея, МЭ (1,0 л/га) – на 91,4–93,4 %.

Последующий учет (2019 г. – 08.06, 2020 г. – 01.06) в варианте без обработки показал увеличение распространенности парши листьев яблони до 41,7–45,2 % с усилением развития болезни до 14,1–15,1 %.

Защита яблони фунгицидом Геката, КМЭ в норме расхода 0,4 л/га обеспечила снижение развития болезни на 80,2–80,9 %, а при норме расхода 0,7 л/га отмечено повышение биологической эффективности до 84,9–85,1 %. У эталонного препарата (Медея, МЭ) данный показатель оказался равен 81,5–82,3 %.

Последовательными учетами, проведенными с интервалом в один месяц, выявлена тенденция увеличения распространенности и развития парши на листьях яблони. Так, к концу вегетации при отсутствии фунгицидных обработок паршой были поражены все листья (100 %), а степень их поражения достигала 78,3–82,3 % (таблица 1). При трехкратной обработке деревьев биологическая эффективность фунгицида Геката, КМЭ в норме 0,4 л/га в зависимости от срока проведения учета составила 39,2–77,7 % в 2019 г. и 38,3–80,8 % – в 2020 г. Повышение нормы расхода данного препарата способствовало росту эффективности на 2,6–8,8 и 3,9–4,1 % соответственно в 2019 г. и 2020 г. Биологическая эффек-

тивность эталонного препарата Медея, МЭ отличалась несущественно (40,1–79,1 %).

В связи с эпифитотийным развитием парши и отсутствием в дальнейшем фунгицидных обработок, которые, согласно методическим указаниям, и не должны проводиться, при каждом последующем учете отмечено снижение биологической эффективности вышеназванных препаратов. В итоге к уборке биологическая эффективность фунгицида Геката, КМЭ в норме 0,4 л/га (трехкратно) составила 38,3–39,2 %, в норме 0,7 л/га (трехкратно) – 41,8–42,4 %, а эталонного препарата Медея, МЭ (1,0 л/га) – 39,7–40,1 %.

Филлостиктоз в 2019 г. был выявлен 8 июля, в 2020 г. – 1 июля. В контроле его распространенность составила 13,2–17,2 %, а развитие – 3,1–3,6 %. На данный период учета болезни трехкратное применение фунгицида Геката, КМЭ в норме 0,4 л/га обусловило снижение ее распространенности и развития до 1,5–3,8 % и 0,3–0,8 % соответственно. При повышенной норме расхода препарата (0,7 л/га) в 2019 г. распространенность филлостиктоза была на уровне 3,0 % при развитии 0,6 %, а в 2020 г. болезнь к этому времени вовсе отсутствовала (таблица 2).

При каждом последующем учете распространенность филлостиктоза увеличивалась и к моменту уборки составила 32,3–34,2 %. На фоне эпифитотии другого заболевания – парши – развитие филлостиктоза усиливалось несущественно, составив к последнему учету 8,7–10,1 %.

Таблица 1 – Биологическая эффективность фунгицида Геката, КМЭ против парши листьев яблони (РУП «Учхоз БГСХА», Горецкий район Могилевской области)

Вариант	Показатель	Дата учета					
		2019 г.		2020 г.			
		24.05	08.06	08.07	08.08	08.09	24.09
Без обработки фунгицидом	P	26,4	45,2	77,4	92,0	100	100
	R	7,0	15,1	31,6	57,4	76,4	82,3
Медея, МЭ (1,0 л/га) – эталон	P	2,6	10,8	25,8	29,6	85,0	92,6
	R	0,6	2,8	6,6	22,4	41,2	49,3
	БЭ	91,4	81,5	79,1	61,0	46,1	40,1
Геката, КМЭ (0,4 л/га)	P	2,8	11,6	27,6	60,2	85,6	93,0
	R	0,6	3,0	7,0	22,5	41,9	50,1
	БЭ	90,9	80,2	77,7	60,8	45,2	39,2
Геката, КМЭ (0,7 л/га)	P	2,0	9,4	18,2	54,8	81,2	91,4
	R	0,4	2,3	4,6	20,0	38,0	47,9
	БЭ	93,7	84,9	85,5	65,2	50,3	41,8
		22.05	01.06	01.07	01.08	01.09	18.09
Без обработки фунгицидом	P	30,2	41,7	69,3	91,3	100	100
	R	8,3	14,1	33,9	55,1	71,1	78,3
Медея, МЭ (1,0 л/га) – эталон	P	2,6	8,3	25,4	58,4	85,3	89,9
	R	0,55	2,5	6,1	20,9	39,8	47,2
	БЭ	93,4	82,3	82,0	62,1	44,0	39,7
Геката, КМЭ (0,4 л/га)	P	2,7	8,9	28,8	61,2	87,9	90,5
	R	0,68	2,7	6,5	22,4	40,1	48,3
	БЭ	91,8	80,9	80,8	59,3	43,6	38,3
Геката, КМЭ (0,7 л/га)	P	2,3	7,2	21,2	53,1	82,2	88,2
	R	0,53	2,1	5,2	19,2	36,2	45,1
	БЭ	93,6	85,1	84,7	65,2	49,1	42,4

Примечание – P – распространенность, %; R – развитие, %; БЭ – биологическая эффективность, %.

Таблица 2 – Биологическая эффективность фунгицида Геката, КМЭ против филлостиктоза листьев яблони (РУП «Учхоз БГСХА», Горецкий район Могилевской области)

Вариант	Показатель	Дата учета			
		08.07	08.08	08.09	24.09
2019 г.					
Без обработки фунгицидом	P	17,2	29,8	32,8	34,2
	R	3,6	7,2	8,0	8,7
Медея, МЭ (1,0 л/га) – эталон	P	3,6	8,6	9,6	11,4
	R	0,8	2,0	2,3	3,2
	БЭ	78,7	72,8	71,1	62,7
Геката, КМЭ (0,4 л/га)	P	3,8	9,4	10,4	12,2
	R	0,8	2,1	2,5	3,4
	БЭ	77,5	70,6	69,2	60,8
Геката, КМЭ (0,7 л/га)	P	3,0	6,0	7,0	8,6
	R	0,6	1,3	1,6	2,4
	БЭ	83,1	82,2	79,6	71,9
2020 г.					
Без обработки фунгицидом	P	13,2	21,3	29,2	32,3
	R	3,1	6,9	8,3	10,1
Медея, МЭ (1,0 л/га) – эталон	P	1,3	5,8	7,1	12,6
	R	0,2	1,5	2,9	3,8
	БЭ	93,5	78,3	65,1	62,4
Геката, КМЭ (0,4 л/га)	P	1,5	6,1	7,8	13,2
	R	0,3	1,8	3,1	3,9
	БЭ	90,3	73,9	62,7	61,4
Геката, КМЭ (0,7 л/га)	P	0,0	4,2	6,9	10,2
	R	0,0	1,2	2,6	2,9
	БЭ	100	82,6	68,7	71,3

Примечание – P – распространенность, %; R – развитие, %; БЭ – биологическая эффективность, %.

В защите яблони от данной болезни лучшим оказался препарат Геката, КМЭ в норме расхода 0,7 л/га. Биологическая эффективность в зависимости от даты учета в 2019 г. достигала 71,9–83,1 %, в 2020 г. – 71,3–82,6 %. При норме расхода 0,4 л/га эффективность на 10,4–11,6 % и 7,0–9,9 % оказалась ниже в первый и второй год исследований и составила 60,8–70,6 % и 61,4–73,9 % по годам соответственно. На уровне минимальной нормы фунгицида Геката, КМЭ оказалась и биологическая эффективность эталонного фунгицида Медея, МЭ: в 2019 г. – 62,7–72,8 %, 2020 г. – 62,4–78,3 %.

Парша на плодах яблони была выявлена 24 июня в 2019 г. и 1 июля – в 2020 г.: в контроле распространенность болезни достигала 15,0–17,0 % при развитии 3,6–4,3 %. В 2019 г. трехкратное применение фунгицидов Геката, КМЭ в норме 0,4 л/га и Медея, МЭ – 1,0 л/га позволило снизить пораженность плодов паршой до 2,0 % и до 0,4 % ее развитие. При этом биологическая эффективность по снижению развития болезни составила 88,9 %. Увеличение нормы расхода препарата Геката, КМЭ до 0,7 л/га обусловило повышение биологической эффективности на 5,5 % (94,4 %). В 2020 г. в день, когда была выявлена парша на плодах в контрольном варианте, на обработанных делянках заболевание отсутствовало (биологическая эффективность – 100 %) (таблица 3).

При дальнейших учетах с интервалом в три недели отмечено увеличение распространенности и развития

болезни на плодах до 96,0 % и 41,6 % соответственно в 2019 г. и до 32,3 % и 10,1 % в 2020 г.

Так как фунгициды в первые две обработки вносили еще до образования плодов («розовый бутон» и конец цветения), то и биологическая эффективность препаратов в динамике снижалась достаточно существенно. К уборке уровень развития парши на плодах с обработанных фунгицидами и необработанных (контрольных) деревьев отличался всего на 4,4–4,8 % в 2019 г. и на 9,3–12,0 % в 2020 г.

Все варианты опыта с применением фунгицидов обеспечили достоверный рост урожайности яблони по отношению к контролю. Сохраненный урожай яблок в результате защиты культуры от парши и филлостиктоза посредством трехкратного внесения препарата Геката, КМЭ в норме 0,4 л/га составил 22,6–26,0 ц/га, а в норме 0,7 л/га – 24,1–38,1 ц/га. При внесении эталонного фунгицида Медея, МЭ (1,0 л/га, трехкратно) урожайность возросла на 23,3–32,7 ц/га и составила 135,2–181,0 ц/га (таблица 4).

Заключение

Для защиты яблони от парши на листьях целесообразно использовать фунгицид Геката, КМЭ в норме расхода 0,4–0,7 л/га. Биологическая эффективность данного фунгицида при трехкратном его применении («розовый бутон», конец цветения, «лесной орех») составила в зависимости от времени проведения учета

38,3–93,7 %, что находится на уровне эталонного препарата Медея, МЭ в норме расхода 1,0 л/га (39,7–93,4 %).

Для борьбы с филлостиктозом фунгицид Геката, КМЭ необходимо использовать в норме расхода 0,7 л/га. При данной норме расхода он превосходит эталон (на 3,6–9,4 %) и минимальную по опыту норму расхода фунгицида Геката, КМЭ – 0,4 л/га (на 5,6–11,6 %).

Для надежной защиты плодов яблони от парши целесообразно предусмотреть обработку фунгицидами в более поздние сроки, так как защитного действия препаратов, которые попадают на лепестки, молодые листья и молодые плоды, недостаточно. Так, биологическая эффективность фунгицида Геката, КМЭ в норме 0,4 л/га в отношении парши на плодах составила 17,2–91,8 %, а в норме 0,7 л/га – 26,3–94,4 %.

Применение фунгицида Геката, КМЭ в норме 0,4–0,7 л/га позволило достоверно увеличить урожайность

яблони – на 22,6–38,1 ц/га, что находится на уровне эталонного препарата Медея, МЭ (23,3–32,7 ц/га).

В целом трехкратное применение фунгицида Геката, КМЭ обеспечило высокий уровень биологической и хозяйственной эффективности. Однако для гарантированной защиты высоковосприимчивых сортов яблони от парши трех обработок фунгицидами в начале вегетации недостаточно. Программу обработок в данном эксперименте, цель которого заключалась в оценке эффективности фунгицида Геката, КМЭ вне комплексной системы защиты от болезней, не следует воспринимать как руководство к практическому применению. Результаты исследований свидетельствуют о возможностях и перспективности включения препарата Геката, КМЭ в качестве достаточно надежного звена в комплексные программы защиты яблони от парши и филлостиктоза.

Таблица 3 – Биологическая эффективность фунгицида Геката, КМЭ против парши плодов яблони (РУП «Учхоз БГСХА», Горецкий район Могилевской области)

Вариант	Показатель	Дата учета					
		2019 г.		24.06	15.07	05.08	26.08
Без обработки фунгицидом	P	15	43	79	89	92	96
	R	3,6	11,0	23,6	30,8	39,6	41,6
Медея, МЭ (1,0 л/га) – эталон	P	2	20	47	65	77	88
	R	0,4	4,6	14,4	21,4	31,6	37,0
	БЭ	88,9	58,2	39,0	30,5	20,2	6,6
Геката, КМЭ (0,4 л/га)	P	2	22	51	67	80	87
	R	0,4	5,2	15,8	22,0	32,8	37,2
	БЭ	88,9	52,7	33,1	28,6	17,2	6,1
Геката, КМЭ (0,7 л/га)	P	1	18	42	61	75	89
	R	0,2	4,0	12,8	20,0	29,2	36,8
	БЭ	94,4	63,6	45,8	35,1	26,3	7,1
2020 г.		01.07	22.07	12.08	02.09	18.09	–
Без обработки фунгицидом	P	17	42	63	97	100	–
	R	4,3	15,3	29,5	43,2	56,2	–
Медея, МЭ (1,0 л/га) – эталон	P	0	17	39	71	91	–
	R	0	4,9	11,2	20,1	46,2	–
	БЭ	100	68,0	62,0	53,5	17,8	–
Геката, КМЭ (0,4 л/га)	P	0	19	41	77	93	–
	R	0	5,7	12,4	21,3	46,9	–
	БЭ	100	62,7	58,0	50,7	16,5	–
Геката, КМЭ (0,7 л/га)	P	0	15	32	68	87	–
	R	0	4,2	9,6	18,9	44,2	–
	БЭ	100	72,5	67,5	56,3	21,4	–

Примечание – P – распространенность, %; R – развитие, %; БЭ – биологическая эффективность, %.

Таблица 4 – Хозяйственная эффективность фунгицида Геката, КМЭ против парши и филлостиктоза на яблоне (РУП «Учхоз БГСХА», Горецкий район Могилевской области)

Вариант	Урожайность, ц/га		Сохраненный урожай, ц/га	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Без обработки фунгицидом	111,9	148,3	–	–
Медея, МЭ (1,0 л/га) – эталон	135,2	181,0	23,3	32,7
Геката, КМЭ (0,4 л/га)	134,6	174,3	22,6	26,0
Геката, КМЭ (0,7 л/га)	136,1	186,4	24,1	38,1
НСР ₀₅	19,36	18,75		

Литература

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
2. Демидович, Е. И. Влияние предуборочных обработок и измененных условий хранения на распространенность болезней и товарные качества плодов яблони / Е. И. Демидович, А. М. Криворот // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 2. – С. 51–55.
3. Демидович, Е. И. Динамика потерь плодов яблони белорусского промышленного сорта от болезней во время длительного хранения / Е. И. Демидович, А. М. Криворот // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 5. – С. 48–52.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Эффективность фунгицида Приам, КЭ против парши на яблоне / В. Р. Кажарский [и др.] // Актуальные проблемы молодежной науки в развитии АПК: материалы Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., Курск, 11–13 дек. 2019 г.: в 2 ч. / Курск. гос. с.-х. акад.; редкол.: Е. В. Харченко [и др.]. – Курск: Изд-во КГСХА, 2020. – Ч. 1. – С. 20–25.
6. Колтун, Н. Е. Болезни и вредители сада / Н. Е. Колтун, С. И. Ярчаковская, Р. В. Супранович // Урожайные сотки. – Минск: Красико-Принт, 2007. – 64 с.
7. Комардина, В. С. Система защиты яблони от болезней в 2012 году / В. С. Комардина // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 6. – С. 96–99.
8. Комардина, В. С. Фитосанитарное состояние насаждений плодовых семечковых культур в 2015 году и прогноз его изменения в сезоне 2016 года / В. С. Комардина, Н. Е. Колтун // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 1. – С. 50–55.
9. Лесик, Е. В. Обоснование целесообразности проведения защитных мероприятий по снижению вредоносности монилиоза яблони в садах интенсивного типа / Е. В. Лесик, Л. В. Сорочинский // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 3. – С. 44–47.
10. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / под ред. С. Ф. Буга; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 512 с.
11. Новак, А. М. Развитие садоводства в Беларуси – приоритетные направления / А. М. Новак // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 20. – С. 78–83.
12. Плесацкевич, Р. И. Эффективность нового фунгицидного препарата Азофос Форт в системе защиты яблони / Р. И. Плесацкевич, Е. Е. Берлинчик, П. М. Кислушко // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 12. – С. 64–66.
13. Развитие растениеводства // Государственная программа возрождения и развития села на 2005–2010 годы. – С. 45–51.
14. Седов, Е. Н. История, результаты и перспективы селекции яблони / Е. Н. Седов, М. З. Серова // Состояние и перспективы селекции и сорторазведения плодовых культур: материалы междунар. науч.-метод. конф., Орел, 12–15 июля 2005 г. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2005. – С. 13–40.
15. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2016. – 230 с.
16. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2019. – 212 с.
17. Сухоцкий, М. И. Современное садоводство / М. И. Сухоцкий. – Минск: МФЦП, 2009. – 528 с.

УДК 631.811.1:633.521:631.442.1

Эффективность азотного удобрения при возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой связносупесчаной почве

В. А. Прудников, доктор с.-х. наук, Н. В. Степанова, Д. П. Чирик, кандидаты с.-х. наук, С. Р. Чуйко, С. В. Любимов, Н. В. Коробова, Е. В. Пашкевич, научные сотрудники Института льна

(Дата поступления статьи в редакцию 21.01.2021 г.)

В работе представлены результаты исследований по влиянию азотного удобрения на содержание волокна в тресте и урожайность льнопродукции при возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой связносупесчаной почве. При содержании в почве органического вещества 1,6–1,8 % оптимальная доза азотного удобрения установлена 30 кг/га д. в., что обеспечило урожайность тресты 45,1 ц/га, волокна – 14,2, в том числе длинного – 8,4 ц/га, рентабельность выращивания льна – 46 %. С увеличением дозы азотного удобрения до 45 кг/га д. в. установлено снижение содержания волокна в тресте, номера тресты и расчетной прибыли при рентабельности не более 12 %.

Введение

Согласно отраслевому регламенту возделывания льна-долгунца среди супесчаных почв пригодными для посева льна являются дерново-подзолистые связносупесчаные, подстилаемые песком, и рыхлосупесчаные, подстилаемые суглинком [1].

The paper presents the results of a study on the effect of nitrogen fertilization on the fiber content in the trust and the yield of products when cultivating flax on sod-podzolic sandy loam soil. With the content of organic matter in the soil 1,6–1,8 %, the optimal dose of nitrogen fertilizer was set at 30 kg/ha, which ensured the yield of trusts 45,1 c/ha, fibers 14,2, including long 8,4 c/ha, the profitability of flax cultivation is 46 %. With an increase in the dose of nitrogen fertilizer to 45 kg/ha, a decrease in the fiber content in the trust, the number of the trust and the profit was established with a profitability of no more than 12 %.

Супесчаные почвы, в сравнении с суглинистыми, характеризуются меньшим содержанием физической глины, минеральных и органических коллоидов, гумуса, элементов питания и менее устойчивым водным режимом. В супесчаных почвах быстрее разлагаются органические остатки и удобрения, поэтому в связи

с низкой поглотительной способностью происходят значительные потери питательных веществ (особенно азота), усиливающиеся при избытке осадков.

В формировании урожая сельскохозяйственных культур определяющим фактором является азотное удобрение. Лен не требует большого потребления минерального азота. При возделывании его на среднесуглинистой почве установлено, что избыточное азотное питание снижает содержание волокна в стеблях, особенно длинной фракции, вследствие чего происходит снижение урожайности и себестоимости волокна [2].

Оптимизация азотного питания льна-долгунца, направленная на повышение урожайности льнопродукции и применение экономически оправданных доз удобрений, является одним из главных элементов технологии возделывания этой культуры.

Цель исследований заключалась в установлении влияния доз азотного удобрения на урожайность и качество льнопродукции, экономическую эффективность их применения при возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой связносупесчаной почве.

Материалы и методы исследований

Полевые опыты проводили на опытном поле ОАО «Хотимский льнозавод» (Хотимский район, Могилевская область) с использованием сорта льна-долгунца Грант в слабозасушливых погодных условиях периода вегетации 2019 г. (ГТК 1,3) и переувлажненных 2020 г. (ГТК 1,9).

Почва опытного участка агродерново-подзолистая связносупесчаная, развивающаяся на водно-ледниковых пылевато-песчаных супесях, подстилаемых моренным суглинком с глубины 0,7–0,8 м. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы были следующие: рН_{KCl} – 5,2–5,3, содержание органического вещества – 1,6–1,8 %, подвижных фосфатов – 160–165 и калия – 145–180, цинка – 3,6–4,6, бора – 0,47–0,52, меди – 1,2–2,4 мг/кг почвы. Почва характеризовалась средним содержанием фосфора, калия, бора, цинка, низким и средним содержанием меди. Повторность полевого опыта четырехкратная, площадь общей делянки – 28 м², учетной – 15 м² [3].

Семена льна обрабатывали защитно-стимулирующим составом, включающим протравитель Витавакс 200ФФ, ВСК – 2,0 л/т, инсектицид Табу, ВСК – 1,0 л/т, микроэлементы цинк – 120 и бор – 100 г/т д. в.

Минеральные удобрения вносили весной в виде двойного суперфосфата, хлористого калия и КАСа согласно схеме опыта. Обработка почвы включала осеннюю вспашку на глубину пахотного слоя 20 см, весеннюю культивацию для закрытия влаги на глубину 5–7 см, вторую культивацию для заделки минеральных удобрений

на глубину 8–10 см, предпосевную обработку почвы агрегатом АКШ-6 на глубину 4–8 см. Сев льна-долгунца осуществляли сеялкой СПУ-6Л с шириной междурядий 6,25 см, норма высева – 20 млн шт./га всхожих семян.

Против сорной растительности посевы обрабатывали композиционным составом Агритокс, в. к., 0,7 л/га + Секатор турбо, МД, 0,05 л/га (фаза «ёлочка») и Миура, КЭ, 1,0 л/га (через 7 дней); против болезней льна – Феразим, КС, 1,0 л/га. Уборку посева осуществляли тереблением (ТЛН-1,5) с последующей вязкой стеблей в снопы, ручным обмолотом и расстилом в ленты. Качество льносырья определяли согласно действующим стандартам [4, 5], распространенность и развитие болезней льна-долгунца – согласно практическому руководству по фитосанитарному контролю посевов льна-долгунца [6].

Результаты исследований и их обсуждение

На супесчаной почве, содержащей 1,6–1,8 % органического вещества, изучали дозы азотного удобрения от 15 до 45 кг/га д. в. на фоне минерального питания Р₆₀К₁₂₀.

Определение динамики развития растений льна-долгунца в среднем за 2019–2020 гг. показало, что внесение минерального азота в почву до посева в дозах 15–45 кг/га д. в. достоверно увеличивало длину и массу стебля. Повышение дозы минерального азота от 0 до 45 кг/га д. в. увеличивало длину стебля в фазе «ёлочка» на 1,6–2,6 см (на 14–22 %), в фазе бутонизации – на 7,7–14,2 см (на 12–22 %), в фазе зеленой спелости – на 4,3–7,1 см (на 6–9 %); сырую биомассу 100 растений – соответственно на 6,0–8,4 г (на 25–35 %); 27,3–52,2 г (на 5–48 %); 33,0–73,0 г (на 24–53 %) (таблица 1).

Распространенность и развитие болезней льна-долгунца в сильной степени зависело от погодных условий вегетационного периода. В условиях недостатка осадков в 2019 г. к уборке льна (фаза ранней желтой спелости) наблюдалась невысокая пораженность растений антракнозом, а азотное удобрение способствовало развитию болезни. В фазе ранней желтой спелости распространенность антракноза увеличилась с 18,8 % в варианте без азота до 23,5 % при внесении 45 кг/га д. в. азота, развитие болезни – соответственно с 8,4 до 11,5 %.

В условиях избыточного выпадения осадков в 2020 г. установлена высокая пораженность льна-долгунца болезнями к уборке. В варианте без азотного удобрения распространенность антракноза достигала 21,0 %. Увеличение дозы азота с 15 до 45 кг/га д. в. повышало распространенность антракноза с 25,0 до 34,0 %.

Высокая пораженность льна-долгунца пасмо связана с избыточным увлажнением во второй половине вегетации растений, что обеспечило оптимальные условия

Таблица 1 – Влияние азотного удобрения на биометрические показатели растений льна-долгунца (2019–2020 гг.)

Доза азота, кг/га д. в.	Фаза «ёлочка»			Фаза бутонизации			Фаза зеленой спелости		
	длина стебля, см	биомасса 100 растений, г		длина стебля, см	биомасса 100 растений, г		длина стебля, см	биомасса 100 растений, г	
		сырая	сухая		сырая	сухая		сырая	сухая
0	11,6	23,6	3,7	65,8	109,0	28,8	77,1	137,8	49,8
15	13,2	29,6	4,9	73,5	136,3	36,2	81,4	170,8	66,6
30	13,4	30,8	5,0	77,8	147,4	37,8	83,2	181,8	70,0
45	14,2	32,0	5,4	80,0	161,2	42,3	84,2	210,8	77,8
НСР ₀₅	0,76	1,9	0,11	1,8	14,0	2,7	2,1	31,6	13,2

для развития возбудителя болезни – несовершенного гриба *Septoria linicola* (Speg.) Gar. В варианте без азотного удобрения распространенность пасмо достигала 62,5 % при развитии болезни 42,5 %. Увеличение дозы азота с 15 до 45 кг/га д. в. повышало распространенность пасмо с 74,0 до 87,3 %, развитие болезни – с 39,5 до 48,0 % соответственно.

Пораженность растений льна фузариозом составляла 2,5–3,0 %, влияния азотного удобрения на его распространенность не установлено.

В годы исследований полегания льна-долгунца не наблюдалось.

Азотное удобрение оказывало влияние на элементы структуры урожая льна в зависимости от дозы внесения. Достоверное увеличение длины стебля установлено при внесении дозы азота 30 кг/га д. в. и выше. Повышение дозы азота до 30 кг/га д. в. увеличивало общую и техническую длину стебля на 3 %, до 45 кг/га д. в. – на 6 и 5 % по отношению к варианту без внесения азота (таблица 2).

Максимальное количество коробочек на растении (4,4 шт.), семян в коробочке (7,2 шт.) и на растении (31,7 шт.) установлено при внесении 30 кг/га д. в. азота. Увеличение дозы азота до 45 кг/га д. в. обеспечивает тенденцию к снижению количества коробочек на растении и количества семян в коробочке на 9 и 4 % по отношению к 30 кг/га д. в. азота.

Содержание волокна в тресте также зависело от погодных условий вегетации растений. При недостаточном увлажнении 2019 г. содержание волокна в тресте было невысокое. Без внесения азотного удобрения

сформировалось 24,7 % общего, в т. ч. 14,0 % длинного волокна, в условиях избыточного выпадения осадков 2020 г. – соответственно 30,8 и 16,0 %.

В среднем за 2 года внесение в почву 15 кг/га д. в. минерального азота повышало содержание общего волокна с 27,8 до 31,1 %, в т. ч. длинного – с 15,0 до 17,6 % (таблица 3). Доля длинного волокна составляла 57 %. Внесение азотного удобрения 30 кг/га д. в. повышало содержание общего волокна до 31,4 % и длинной фракции – до 18,6 % с долей длинного волокна 59 %. Увеличение дозы азота до 45 кг/га д. в. снижало содержание общего на 1,1 % и длинного волокна – на 3,3 % по сравнению с 30 кг/га д. в. азота.

Азотное удобрение, внесенное в почву в дозах 30–45 кг/га д. в., достоверно повышало урожайность семян на 7–13 %, тресты – на 19–23 %, волокна – на 34–35 %, в т. ч. длинного – на 25–47 %. Однако по отношению к 30 кг/га д. в. доза азота 45 кг/га д. в. снижала урожайность длинного волокна на 1,3 ц/га (на 15 %) по причине снижения содержания волокна в тресте на 3,3 %.

Инструментальный анализ волокна свидетельствует, что выращивание льна-долгунца без внесения азотного удобрения обеспечило в среднем за 2019–2020 г. получение длинного трепаного волокна с горстевой длиной 55,5 см, гибкостью 41,5 мм, разрывной нагрузкой 163,0 Н и расчетным номером 9,5 (таблица 4). При внесении 15 кг/га д. в. азота качество волокна соответствовало контрольному варианту.

Повышение минерального азота до 30–45 кг/га д. в. по отношению к 15 кг/га д. в. снижало гибкость волокна

Таблица 2 – Влияние азотного удобрения на структуру урожая льна-долгунца (2019–2020 гг.)

Доза азота, кг/га д. в.	Длина стебля, см		Количество, шт.			Масса 1000 семян, г
	общая	техническая	коробочек на растении	семян в коробочке	семян на растении	
0	81,1	67,0	3,4	6,9	23,5	5,0
15	83,0	67,4	4,0	6,6	26,4	5,0
30	83,8	68,8	4,4	7,2	31,7	4,9
45	85,8	70,0	4,0	6,9	27,6	5,0
НСР ₀₅	2,1	1,3	0,27	0,26	1,3	–

Таблица 3 – Влияние азотного удобрения на содержание волокна в тресте и урожайность льнопродукции (2019–2020 гг.)

Доза азота, кг/га д. в.	Урожайность, ц/га				Содержание волокна в тресте, %	
	семена	треста	волокно		общее	длинное
			общее	длинное		
0	5,3	38,0	10,5	5,7	27,7	15,0
15	5,6	40,5	12,6	7,1	31,1	17,6
30	5,7	45,1	14,2	8,4	31,4	18,6
45	6,0	46,6	14,1	7,1	30,3	15,3
НСР ₀₅	0,40–0,36	2,8–2,2	0,57–0,78	0,38–0,36		

Таблица 4 – Влияние азотного удобрения на качество длинного трепаного волокна (2019–2020 гг.)

Доза азота, кг/га д. в.	Горстевая длина, см	Цвет, группа	Гибкость, мм	Разрывная нагрузка, Н	Номер волокна
0	55,5	3	41,5	163,0	9,5
15	57,0	3	42,5	158,5	9,5
30	58,0	3	40,5	150,5	10,0
45	58,5	3	39,0	138,0	10,0

Таблица 5 – Экономическая эффективность применения азотного удобрения при возделывании льна-долгунца на дерново-подзолистой связносупесчаной почве (2019–2020 гг.)

Доза азота, кг/га д. в.	Урожайность, ц/га		Номер тресты	Производственные затраты, руб./га	Стоимость продукции, руб./га	Прибыль, руб./га	Рентабельность, %
	семена	треста					
0	5,3	38,0	1,12	1348,7	1494,6	145,9	10,8
15	5,6	40,5	1,50	1404,6	1864,2	459,9	32,7
30	5,7	45,1	1,62	1463,1	2139,0	675,9	46,2
45	6,0	46,6	1,00	1499,8	1674,8	175,0	11,6

на 5–19 %, разрывную нагрузку – на 5–8 %, повысило горстевую длину на 2–3 % и расчетный номер – на 0,5 единиц. При тенденции снижения разрывной нагрузки и гибкости длинного трепаного волокна номер его повышался, т. к. определяющим показателем расчетного номера являлась горстевая длина.

Основной показатель качества льняной тресты – это содержание в ней длинной фракции волокна. При дозе до 30 кг/га д. в. минерального азота установлено повышение формирования длинного волокна в стеблях льна до 18,6 % и, следовательно, повышение номера тресты до 1,62. При 45 кг/га д. в. азота содержание длинной фракции волокна снижается до 15,3 %, что резко снижает номер тресты до 1,00 (на 2 сортономера) (таблица 5).

При средней урожайности тресты 38,0 ц/га и семян 5,3 ц/га в варианте без азотного удобрения расчетная прибыль составила 145,9 руб./га, рентабельность выращивания – 11 %. Внесение азотного удобрения в почву в дозе 15 кг/га д. в. обеспечило расчетную прибыль 459,9 руб./га, рентабельность – 33 %. Максимальная прибыль – 675,9 руб./га и рентабельность 46 % получены при внесении в почву 30 кг/га д. в. азотного удобрения. Увеличение дозы азота до 45 кг/га д. в. ухудшало качество льняной тресты, что снижало прибыль и рентабельность выращивания в 4 раза. Таким образом, на супесчаной почве, содержащей 1,6–1,8 % органического вещества, максимальная доза азотного удобрения не должна превышать 30 кг/га д. в.

Выводы

В условиях 2019–2020 гг. на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, подстилаемой моренным суг-

линком с глубины 0,7–0,8 м, содержащей органического вещества 1,6–1,8 %, установлено, что оптимальной дозой азотного удобрения для внесения перед посевом льна-долгунца является 30 кг/га д. в., обеспечивающая получение урожайности 5,7 ц/га семян, 45,1 ц/га тресты номером 1,62, 14,2 ц/га волокна, в том числе длинного – 8,4 ц/га, расчетной прибыли – 675,9 руб./га при рентабельности выращивания льна 46 %.

Повышение дозы азотного удобрения до 45 кг/га д. в. обеспечило тенденцию к увеличению урожайности семян и тресты, но снижало содержание в тресте общего на 1,1 % и длинного волокна на 3,3 %, урожайность длинного волокна – на 1,3 ц/га, качество тресты – на 0,62 номера (2 сортономера), прибыль – на 500,9 руб./га, рентабельность выращивания – на 35 % по отношению к дозе азота 30 кг/га д. в.

Литература

1. Отраслевой регламент. Возделывание льна-долгунца. Типовые технологические процессы / В. Г. Гусаков [и др.] // Утвержден Минсельхозпродом РБ. – Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2012. – 47 с.
2. Прудников, В. А. Исследования по агротехнике льна / В. А. Прудников. – Минск: Полиграфт», 2016. – 174 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
4. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия. СТБ 1195–2008. – Введ. 01.11.2008. – Минск: Госстандарт РБ, 2008. – 18 с.
5. Треста льняная. Требования при заготовках. СТБ 1194–2007. – Введ. 01.07.2011. – Минск: Госстандарт РБ, 2009. – 12 с.
6. Фитосанитарный контроль при возделывании льна-долгунца. Практическое руководство / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 112 с.

УДК 633.521:631.527

Оценка исходного материала льна-долгунца различного эколого-географического происхождения по показателям урожайности и качества волокна

М. А. Литарная, кандидат с.-х. наук, И. Н. Блохина, научный сотрудник
Института льна

(Дата поступления статьи в редакцию 10.11.2020 г.)

Приводятся результаты анализа содержания длинного волокна и его качества у 60 образцов коллекции различного эколого-географического происхождения за 2018–2019 гг. Установлено, что высокое качество воло-

The results of the analysis of the long fiber content and its quality in 60 samples of the collection of various ecological and geographical origin for 2018–2019 are presented. It was found that the high quality of the fiber, determined by

на, определяемое его номером, способны формировать образцы льна-долгунца, имеющие белорусское и литовское происхождение. Незначительно уступают образцы из России и Франции. Наиболее низкий номер длинного трепаного волокна наблюдался у образцов льна-долгунца украинского происхождения, что сдерживает их использование для получения гибридов, обладающих высокими показателями качества волокна.

Введение

Лен-долгунец – один из наиболее популярных прядильных видов северного полушария многоцелевого использования, имеющий высокую коммерческую востребованность в различных отраслях. Однако особое значение эта культура имеет для текстильной промышленности в производстве тканей, так как льняные ткани обладают бактерицидными свойствами, высокогигроскопичны и при этом достаточно прочные [1]. Поэтому повышение качества волокна и улучшение технологического сырья, производимого из него, одна из важнейших задач льноводства. Для ее успешного решения в селекции широко используется метод гибридизации, который является основным при создании новых конкурентоспособных сортов льна, когда в селекционный процесс вовлекаются родительские формы с генетически детерминированным высоким качеством волокна [2, 3]. Однако сложность отбора заключается в широкой модификационной изменчивости показателей качества, значительной их зависимости как от эндогенных, так и экзогенных факторов. Кроме того, для льна-долгунца характерен довольно ограниченный ареал возделывания, так как культура является требовательной к условиям внешней среды и имеет невысокое внутривидовое разнообразие из-за применяющегося искусственного отбора [4]. Поэтому необходимо постоянное пополнение генофонда льна-долгунца с целью создания новых сортов не только с высокой продуктивностью, но и сочетающих высокое качество волокна с устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, а также повышенными технологическими качествами для различных отраслей промышленности.

Учитывая, что внутривидовое разнообразие относительно невелико вследствие самоопыления культуры и невысокого числа исходных форм, необходим по-

стоянный поиск образцов с комплексом хозяйственно полезных свойств, в число которых обязательно входит количество и качество длинного трепаного волокна. Это и стало целью нашего исследования.

Условия, исходный материал и методика проведения исследований

В качестве объектов исследования использовали 60 образцов различного эколого-географического происхождения (рисунок 1).

Для определения целесообразности использования генофонда той или иной страны в селекции на качество волокна изучаемые образцы были разбиты на 6 групп. В последнюю группу вошли единичные образцы из различных континентов (таблица 1), поскольку один образец не может характеризовать типичность генофонда той или иной страны. Отличие четких морфо-биологических критериев продолжительности вегетационного периода требует сравнения с общереспубликанскими контролями, применяющимися в государственном сортоиспытании Республики Беларусь [5]. Для этих целей используют три контрольных сорта: Ярок (раннеспелый), Алей (среднеспелый) и Могилевский (позднеспелый). Однако на начальном этапе оценки изучаемого исходного материала, по нашему мнению, более важным является приспособленность того или иного вновь привлекаемого исходного материала по отношению к среднему контролю, с учетом всех трех сортов-контролей, особенно для оценки показателей качества волокна по каждой из шести групп.

Исследования проводили в 2018–2019 гг. на полях РУП «Институт льна». Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемая с глубины 1 м моренным суглинком со следующими агрохимическими

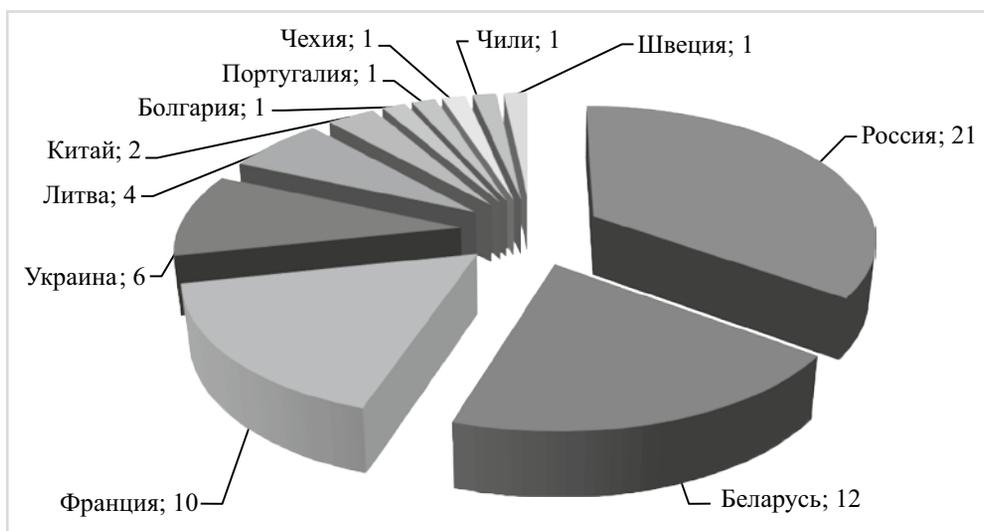


Рисунок 1 – Распределение образцов коллекции льна-долгунца в зависимости от их эколого-географического происхождения

показателями: pH_{KCl} – 5,8 и 5,42, гумуса – 1,8 и 1,8 %, содержание подвижных форм P_2O_5 – 375 мг/кг и 130 мг/кг почвы, обменного K_2O – 108 мг/кг и 116 мг/кг почвы соответственно.

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались различным температурным режимом, значительной периодичностью и характером выпадения осадков. Гидротермический коэффициент по Селянинову в 2018 г. составил 1,72 (избыточно влажный), в 2019 г. – 1,54 (оптимально влажный). Это позволило получить достаточно объективную информацию по реакции образцов на внешние условия возделывания.

Результаты исследований и их обсуждение

Основной признак, ради которого возделывается лен-долгунец, это длинное волокно. Повышение его качества при сохранении высоких показателей урожайности и содержания является главной задачей селекции этой культуры. Поскольку гибридизация в настоящее время остается основным методом создания новых коммерчески ценных сортов, важно выделение родительских компонентов с высокими признаками, обеспечивающих качество формируемой продукции. Поэтому мы поставили перед собой задачу систематизировать имеющийся в нашем распоряжении материал с целью выделения перспективного исходного материала для последующей селекции на повышение качества льнопродукции.

Изучение образцов льна-долгунца в зависимости от происхождения в сравнении с комплексным (средним) контролем показал, что исходный материал российского, украинского и группы образцов различного происхождения, находящийся в нашем изучении, уступает по величине урожайности общего волокна с единицы площади.

Если образцы из Литвы по этому показателю в годы изучения были практически на уровне контролей, то образцы из группы различного эколого-географического происхождения и Украины снижали его в 1,31 и 1,25 раза соответственно (таблица 2). При этом повышение содержания длинного волокна в стеблях растений характерно для исходного материала из Беларуси, Франции и Литвы. Минимальное содержание волокна наблюдалось в основном у образцов Украины, а также представителей других стран, т. е. группы прочие.

Важным показателем пригодности исходного материала к использованию в селекционном процессе при решении вопроса повышения качества волокна является его средний номер. В результате проведенного анализа видно, что ни одна из групп не превышает средний контроль, где номер волокна составил 11,2. Однако следует отметить литовские образцы льна-долгунца, у которых в среднем за два года изучения средний номер длинного трепаного волокна составил 11,0. Также среди изученных нами образцов льна-долгунца были выделены отдельные генотипы: Фаворит (Беларусь), В-150 (Литва), Сальдо × Родник (Россия), которые в различающихся агроклиматических условиях способны формировать высокие показатели номера волокна (11,5).

Анализируя образцы коллекции льна-долгунца за 2018–2019 гг. (рисунок 2), только генотипы из Литвы и Франции представляют интерес как исходный материал для дальнейшего селекционного процесса с целью повышения урожайности и содержания волокна. Определенную ценность в качестве исходного материала представляют образцы льна-долгунца нового поколения российской селекции – это Норд, Дипломат, Сурский, Тонус, которые превышают средний контроль

Таблица 1 – Распределение образцов коллекции льна-долгунца по группам в зависимости от эколого-географического происхождения

Страна происхождения	Количество образцов, шт.	Название образца
Беларусь (контроли)	3	Ярок, Алей, Могилевский
Россия	21	Белоснежка, Норд, Добрыня, Дипломат, Снежок, Тост 1, Батист, ВИР-12, ВИР-13, ВИР-14, Союз, ВИР-15, Парус, ВИР-17, Оршанский × Белочка, Л-35-4-5-1-2, Сурский, Тонус, Цезарь, Горизонт, Сальдо × Родник
Франция	10	Drakkar, Alizee, Silva, Aramis, Eden, Eeva, Novea, Vivea, Versailles, 363–4
Беларусь	9	Дукат, Лада, Мара, Рубин, Малахит, Ветразь, Фаворит, Грант, Нестерка
Украина	6	Поліський 4, Львовський 6, Львовський 8, Есмань, Міандр, Іванівський
Литва	4	В-192, В-150, В-154, В-168
Прочие	7	Heiya 8, China 1 TMP1919 (Китай), Vera (Чехия), SV 661654,79-39725 (Швеция), Venus (Португалия), Kaliakra (Болгария), Lino de fibra (Чили)

Таблица 2 – Характеристика образцов льна-долгунца по урожайности и качеству волокна (среднее, 2018–2019 гг.)

Группа происхождения	Признаки		
	урожайность общего волокна, г/м ²	содержание длинного волокна, %	номер волокна
Контроли РБ	117,8	22,7	11,2
Россия	111,6	21,8	10,5
Франция	140,1	24,0	10,5
Беларусь	144,5	25,1	10,8
Прочие	94,1	17,0	9,7
Украина	89,4	15,4	9,6
Литва	122,3	24,0	11,0

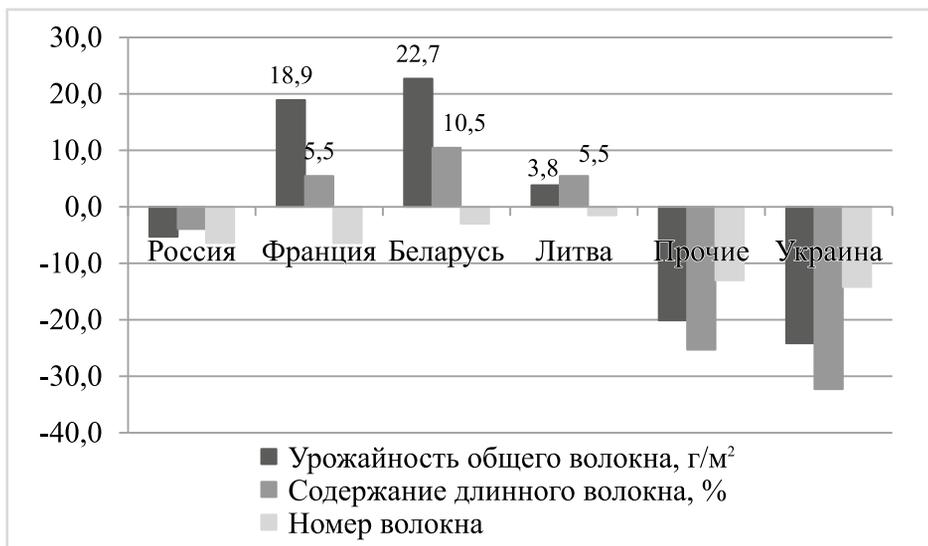


Рисунок 2 – Отклонение от общего контроля средних показателей в зависимости от происхождения образцов льна-долгунца, % (среднее, 2018–2019 гг.)

по урожайности и содержанию волокна в среднем на 16,3–33,8 г/м² и 2,8–3,7 % соответственно.

Наименьшую конкурентоспособность представляют образцы из Украины. Так, например, в условиях северо-востока Беларуси новые образцы Есмань (2014 г.) и Миандр (2016 г.) способны обеспечить получение волокна содержанием 22,6 % и 14,8 % соответственно и средним номером 10. Следует отметить, что образцы из Китая (Heiya 8, China 1 TMP1919), объединенные в группу прочие, способны формировать средний номер длинного трепаного волокна 10,5–11, при этом проявление данного признака не является стабильным, что также является сдерживающим фактором использования данных образцов в селекции на повышение качества.

Ежегодное изучение исходного материала льна-долгунца различного эколого-географического происхождения позволяет нам сделать вывод о том, что стародавние и кражевые формы льна-долгунца не целесообразно использовать в качестве исходного материала в селекционном процессе на увеличение показателей урожайности и качества волокна. Однако они могут успешно использоваться в сложных скрещиваниях с целью насыщения нового созданного материала признаками устойчивости к биотическим и абиотическим факторам внешней среды (фузариоз, антракноз, пасмо, засухоустойчивость и др.).

Несмотря на то что группа образцов из России уступает группам из Беларуси, Франции и Литвы, изучаемый исходный материал данной группы современной селекции представляет интерес с целью повышения урожайности и качества волокна. Так, образцы Норд, Добрыня, Дипломат, Сурский, Цезарь, Тонус способны обеспечить получение урожайности общего волокна на 6,3–33,8 г/м² (5,3–28,7 %) и содержание общего волокна – на 2,4–4,4 % (10,7–19,6 %) выше по отношению к среднему контролю, у которого данные показатели составили 117,8 г/м² и 22,7 % соответственно.

При подборе исходного материала в селекции льна-долгунца следует ориентироваться на исходный материал из стран, занимающихся селекцией данной культуры и являющихся основными производителями льноволокна, так как они заинтересованы в повышении

качественных и количественных характеристик культуры. Так, за период 2016–2020 гг. в Украине создано и включено в Государственный реестр сортов 4 сорта льна-долгунца, в Беларуси за аналогичный период создано и районировано 7 сортов, в России – 10 [6, 7, 8]. Для селекционной работы рекомендуется использовать образцы льна-долгунца Ветразь (Беларусь), Норд, Добрыня, (Россия) и Novea (Франция), которые способны обеспечить содержание длинного волокна в тресте на уровне 25,6–27,3 % и характеризуются стабильностью проявления признака качества волокна (номер волокна 11) в изменяющихся агроклиматических условиях.

Заклучение

Анализ 60 образцов коллекции льна-долгунца различного эколого-географического происхождения в неодинаковых метеорологических условиях периода их вегетации позволило установить наличие существенных различий в формировании показателей качества волокна. Наиболее качественное волокно при относительно высоком его содержании формировали образцы, имеющие французское, белорусское и литовское происхождение. Наиболее низкий номер длинного трепаного волокна (9,6) наблюдался у образцов льна-долгунца украинского происхождения.

По урожайности волокна и его содержанию в стеблях в дальнейшей селекционной работе целесообразно использовать образцы льна-долгунца из Франции, Беларуси и Литвы, у которых средние значения этих показателей выше по сравнению со средним белорусским контролем на 3,8–22,6 % и 5,7–10,5 % соответственно.

Литература

1. Digital gene expression profiling of flax (*Linum usitatissimum* L.) stem peel identifies genes enriched in fiber-bearing phloem tissue / Y. Guoa [et al.] // Gene. – 2017. – Vol. 626. – P. 32–40.
2. Оценка внутривидовых гибридов F₁ льна культурного (*Linum usitatissimum* L.) по продуктивности волокна и семян / Т. В. Никитинская [и др.] // Льноводство: реалии и перспективы: материалы междунар. науч.-практ. конф., 25–26 июня 2020 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Инст. льна; редкол.: И. А. Голуб (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Бел. наука, 2020. – С. 198–203.
3. Лен – прядильная и масличная культура: учеб. пособие / В. А. Зубцов [и др.]. – Тверь: Тверской госуд. университет, 2017. – 304 с.
4. Генетика, физиология и биохимия льна / В. В. Титок [и др.]. – Минск: Бел. наука, 2010. – 220 с.
5. Голуб, И. А. Оценка и отбор экологически пластичных сортов льна-долгунца / И. А. Голуб, С. А. Иванов // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 2. – С. 45–49.
6. Государственный реестр сортов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2019. – С. 46–47.
7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2020 рік. – Київ, 2016. – С. 284–285.
8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т. 1: Сорта растений. – М., 2019. – С. 103–104.

КОЗЛОВ Виктор Алексеевич – победитель в ежегодном конкурсе на лучшую докторскую диссертацию в номинации «ветеринарные и сельскохозяйственные науки» за 2020 г.

10 июля 2020 г. в совете по защите диссертаций Д 01.05.01 при РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» состоялась успешная защита докторской диссертации заведующего лабораторией генетики картофеля РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» Козлова Виктора Алексеевича по специальности 06.01.05 селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений на тему «Создание на основе мирового генофонда нового исходного материала для селекции картофеля».

Исследования, представленные в диссертации, направлены на:

- выделение источников хозяйственно ценных признаков среди мирового генофонда картофеля;
- создание нового перспективного гибридного материала картофеля для селекции на диплоидном и тетраплоидном уровне;
- усовершенствование схемы создания и методов оценки селекционного материала картофеля;
- подбор ДНК-маркеров, позволяющих более эффективно проводить

селекцию картофеля на высокое содержание крахмала и пригодность к промышленной переработке;

- выделение наиболее информативных почвенных сред для оценки селекционного материала картофеля по продуктивности, содержанию редуцирующих сахаров, крахмала, нитратов, витамина С, устойчивости к черной ножке.

В результате выполненной работы на основе мирового генофонда картофеля получена 31 исходная форма для селекции сортов различного целевого назначения; выведены новые белорусские сорта: среднеспелый – Волат и среднеранний – Карсан; созданы коллекции дигамплоидов, диких видов, межвидовых гибридов, сформирована коллекция сортов мирового генофонда картофеля, которые вошли в состав Республиканского генетического банка картофеля, включенного в список научных объектов, составляющих национальное достояние Республики Беларусь.

Решением конкурсной комиссии Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь по подведению итогов ежегодного конкурса на



лучшую докторскую диссертацию диссертационная работа Козлова Виктора Алексеевича «Создание на основе мирового генофонда нового исходного материала для селекции картофеля» признана победителем в номинации «ветеринарные и сельскохозяйственные науки» за 2020 г.

ЗАБАРА Юрий Михайлович

(к 80-летию со дня рождения)

Юрий Михайлович Забара родился 28 февраля 1941 г. в селе Гранитное Немировского района Винницкой области (Украина) в семье крестьян. Трудовую деятельность начал в 17 лет, сразу после окончания в 1958 г. средней школы в п. г. т. Брацлав Винницкой области. По комсомольской путевке трудился на подземных работах в шахте на Донбассе, затем разнорабочим гранитного карьера и в строительной отрасли.

С 1961 по 1964 г. служил в рядах Советской армии. В 1964 г. поступил на агрономический факультет Белорусской сельскохозяйственной академии, которую успешно окончил в 1969 г. по специальности плодоовощеводство и виноградарство с присвоением квалификации ученый агроном. После окончания учебы работал агрономом-садоводом, управляющим отделения и главным агрономом совхоза в Винницкой области. С 1972 г. – старший инспектор отдела пропаганды и патент-

ной службы Главного управления сельскохозяйственной пропаганды Министерства сельского хозяйства БССР.

Научную деятельность Юрий Михайлович начал в 1973 г. старшим агрономом-семеноводом лаборатории селекции, семеноводства и генетики овощных культур Белорусского НИИ картофелеводства и плодоовощеводства. С 1974 г. – младший, с 1983 г. – старший научный сотрудник, с 1986 г. – и. о. заведующего отделом технологии возделывания овощных культур. С 1988 г. – заведующий лабораторией технологии производства холодостойких овощных культур, с 1993 г. – заведующий лабораторией борьбы с сорной растительностью, с 1995 г. – заведующий лабораторией капустных овощных культур, с 2012 г. – главный научный сотрудник.

Ю. М. Забара – известный в стране и за рубежом ученый в области разработки технологий выращивания овощных культур. Им научно обоснованы



и реализованы на практике новые агротехнические приемы в интенсивных технологиях возделывания и уборки овощных культур на продовольственные и семенные цели, включающие: подбор и чередование культур в овощных и овоще-кормовых севооборотах; приемы основной и предпосевной обработки почв с использованием со-

временных машин и орудий; систему применения гербицидов различных классов химических соединений; оптимизацию применения органических и минеральных удобрений при основном внесении и комплексных удобрений с микроэлементами при некорневой подкормке растений и использование регуляторов роста. Он разработал технологию возделывания засолочного огурца, включающую применение временных бескаркасных пленочных укрытий, мульчирования почвы синтетическими материалами для тепловой мелиорации и оптимальные режимы поддержания влажности почвы при орошении дождеванием. Результаты этих исследований нашли свое отражение в кандидатской диссертации на тему: «Влияние орошения на рост, развитие и продуктивность огурца в условиях Белоруссии» (1981 г.). Юрий Михайлович является автором технологии конвейерного производства гороха овощного на промышленную переработку и различных видов капусты для круглогодичного снабжения населения свежей и переработанной продукцией, технологии элитного и репродукционного семеноводства капусты белокочанной, брокколи, кольраби и брюссельской в открытом грунте, линий гибридов капусты белокочанной в защищенном грунте, а также технологии семеноводства свеклы столовой. В многолетних исследованиях изучено влияние комплекса агротехнических приемов и условий окружающей среды на урожайность, химические показатели качества и сохраняемость продукции, содержание и вынос элементов минерального питания овощными культурами. На основе технологических разработок и передового опыта

овощеводческих хозяйств республики под научным руководством Ю. М. Забары разработаны отраслевые регламенты возделывания различных видов капусты.

Результаты многолетних и плодотворных исследований обобщены в докторской диссертации «Научное обоснование системы применения гербицидов и других агротехнических приемов в интенсивных технологиях возделывания овощных культур (2008 г.) по специальностям: 06.01.06 – овощеводство и 06.01.01 – общее земледелие и опубликованы в более 200 научных работах, 3-х монографиях и 13 книгах.

Ю. М. Забара – соавтор созданных и введенных в Государственный реестр сортов Республики Беларусь и внедренных в производство 7 сортов и 8 гибридов F₁ капусты белокочанной, сорта капусты брюссельской (1) и капусты брокколи (1), сочетающих высокую продуктивность с устойчивостью к стрессовым факторам внешней среды. Имеет научные труды по сельскохозяйственному почвоведению, агрохимии и физиологии растений. Полученные им результаты являются существенным вкладом в развитие теории и практики овощеводства и обеспечивают решение крупной прикладной проблемы – интенсификации овощеводства на основе использования новых технологий.

Юрий Михайлович постоянно осуществляет методическое руководство и оказывает консультационную помощь молодым ученым, научным сотрудникам, специалистам овощеводческих хозяйств и любителям-овощеводам по вопросам выращивания овощных культур. Под руководством Ю. М. За-

бары защищена 1 кандидатская диссертация.

Юрий Михайлович Забара активно ведет большую общественную работу, являясь членом ученого совета РУП «Институт овощеводства», совета по защите докторских диссертаций НПЦ НАН Беларуси по земледелию, совета по защите кандидатских диссертаций РУП «Институт защиты растений», членом группы экспертов по оценке биологической эффективности средств защиты растений ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», членом редколлегии сборников научных трудов РУП «Институт овощеводства» и РУП «Институт защиты растений».

За многолетнюю плодотворную научную работу Юрий Михайлович награжден медалью «Ветеран труда», почетными грамотами Совета министров Республики Беларусь, Президиума академии аграрных наук, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и Президиума НАН Беларуси.

Трудолюбие, широчайшая научная эрудиция, целеустремленность, требовательность к себе и другим, доброжелательность и внимательное отношение к людям снискали ему заслуженный авторитет, уважение и признательность ученых и практиков в нашей республике и за ее пределами.

Свой юбилей Юрий Михайлович Забара встречает полным сил и творческих замыслов. Искренне желаем Юбилюру крепкого здоровья, активного творческого долголетия и новых достижений в научной работе.

**Коллектив Института
овощеводства**

ОНУФРЕЙЧИК Николай Григорьевич

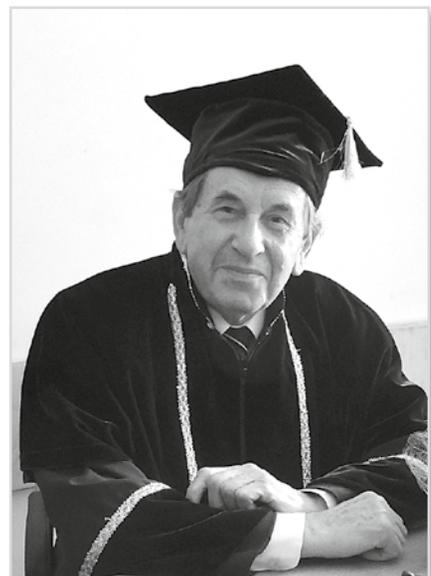
(к 80-летию со дня рождения)

25 февраля 2021 г. Почетный профессор Белорусской государственной орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии Онуфрейчик Николай Григорьевич отметил свой 80-летний юбилей.

Николай Григорьевич родился 25 февраля 1941 г. в деревне Пиняны Пружанского района Брестской области в крестьянской семье. В 1949 г. пошел в первый класс Россохской начальной школы, а в 1953 г. – в пятый класс Хоревской средней школы, которую успешно окончил в 1959 г.

Затем работал в полеводческой бригаде колхоза им. Ленина Пружанского района Брестской области.

В 1960 г. поступил в Гродненский сельскохозяйственный институт, где получил квалификацию ученого агронома по защите растений и диплом с отличием. Окончив институт, работал агрономом в Гродненском межрайонном отряде по защите растений. В ноябре 1965 г. был призван на военную службу. После демобилизации приступил к работе в должности ассистента кафедры защиты растений Гродненского сельскохо-



зайтвенного института. 1 марта 1969 г. Николай Григорьевич успешно сдал вступительные экзамены и стал аспирантом кафедры защиты растений Белорусской сельскохозяйственной академии под руководством Варыпаевой Анны Григорьевны, заведующей кафедрой, кандидата биологических наук, фитопатолога, сферой научных интересов которой являлась защита плодовых культур от болезней. Его кандидатская диссертация была посвящена проблеме защиты яблони от монилиоза.

С сентября 1971 г. Николай Григорьевич работал ассистентом кафедры защиты растений. Читал лекции для студентов агрономического и агрохимического факультетов, факультета повышения квалификации, вел активную научно-исследовательскую работу, руководил опытным делом студентов. Принимал активное участие в общественной жизни агрономического факультета и академии. Был профоргом кафедры, руководителем пятерки по оказанию шефской помощи колхозу «Знамя коммунизма» Горецкого района.

Онуфрейчик Николай Григорьевич неоднократно выступал с докладами и лекциями по защите растений пе-

ред специалистами агрономического профиля разных районов Могилевской области.

В апреле 1978 г. он был назначен заместителем декана агрономического факультета по заочному обучению и в июле этого же года избран на должность старшего преподавателя, а в июле 1980 г. – на должность доцента кафедры защиты растений.

С 1983 по 1988 г. Николай Григорьевич работал деканом агрономического факультета. Возглавляя один из старейших факультетов академии, он проявил себя инициативным, требовательным и принципиальным руководителем. В то же время Николай Григорьевич всегда отличался интеллигентностью, доброжелательностью, профессиональным подходом к решению вопросов подготовки высококвалифицированных специалистов агрономического профиля для агропромышленного комплекса страны, благодаря чему пользовался большим авторитетом среди преподавателей и студентов.

В январе 1995 г. Онуфрейчик Николай Григорьевич назначен заместителем декана агрономического факультета по заочному обучению, а с апреля 2000 г. – деканом агробиологического факультета. В этой

должности он проработал до 2009 г. С 2009 по 2015 г. – доцент кафедры защиты растений. Им опубликовано более 80 учебно-методических и научных работ.

Более 20 лет Николай Григорьевич возглавлял работу приемной комиссии академии, являясь ее ответственным секретарем.

В сентябре 2015 г. Николаю Григорьевичу Онуфрейчику присвоено звание Почетного профессора Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.

Коллектив кафедры защиты растений академии сердечно поздравляет Николая Григорьевича с юбилеем, желает ему крепкого здоровья, благополучия, неиссякаемого оптимизма.

Л. Г. Коготько,

*кандидат с.-х. наук, доцент,
заведующий кафедрой
защиты растений*

*Белорусской государственной
сельскохозяйственной академии*

А. В. Какшинцев,

*кандидат с.-х. наук, доцент,
декан агроэкологического
факультета Белорусской
государственной*

сельскохозяйственной академии

Сорока Сергей Владимирович

(к 65-летию со дня рождения)

19 марта 2021 г. исполнилось 65 лет известному ученому в области защиты растений, доктору сельскохозяйственных наук, профессору, директору РУП «Институт защиты растений» Сороке Сергею Владимировичу.

Сорока Сергей Владимирович родился в деревне Лещня Мозырского района Гомельской области. Окончив в 1980 г. Белорусскую государственную сельскохозяйственную академию по специальности ученый агроном, был направлен в БелНИИ защиты растений, где в лаборатории гербологии выполнял исследования по изучению сорного ценоза в посевах озимой пшеницы, влиянию сроков и качества проводимых агротехнических мероприятий на структурные изменения сорной растительности в посевах культуры, определению оптимального периода применения гербицидов, изучению их эффектив-

ности, что и легло в основу его кандидатской диссертационной работы на тему **«Биологическое обоснование рационального применения гербицидов в посевах озимой пшеницы в Белорусской ССР»**, которую он защитил в 1990 г.

Набираясь знаний и опыта, Сергей Владимирович уверенно поднимался по карьерной лестнице: от сотрудника (младшего, затем научного и старшего) до заведующего лабораторией и заместителя директора. С 1999 г. Сергей Владимирович возглавляет РУП «Институт защиты растений».

Работая в должности директора, Сергей Владимирович сумел сформировать творческий коллектив, дал возможность каждому проявить в полной мере свои навыки и способности, создал благоприятные условия для научной работы. В настоящее время РУП «Институт



защиты растений» – один из наиболее экономически стабильно работающих учреждений НАН Беларуси.

В этот период научная деятельность Сороки Сергея Владимировича направлена на научное обоснование интегрированной системы применения гербицидов при возделывании озимых зерновых культур в Бела-

руси. Им впервые для Республики Беларусь теоретически обоснованы и разработаны научно-методические основы защиты озимых зерновых культур от сорных растений. Изучено видовое разнообразие сорной растительности в агроценозах озимых зерновых культур. На основании данных ретроспективного анализа и фитосанитарного мониторинга установлена многолетняя динамика численности доминирующих видов, изменение характера засоренности посевов озимых культур, возделываемых в разных агроклиматических зонах. Оценена вредоносность и рассчитана пороговая численность доминантных видов сорных растений в посевах озимых пшеницы, тритикале и ржи. Изучена биологическая и хозяйственная эффективность, экологическая безопасность и динамика остаточных количеств в растениях озимых зерновых культур 108 гербицидов. Определены коэффициенты чувствительности доминирующих видов сорняков к действующим веществам. Проведена экотоксикологическая оценка влияния гербицидов на биологическую активность дерново-подзолистой почвы. Установлено влияние антропогенного фактора и технологии возделывания на видовое разнообразие и численность сорных растений в посевах озимых зерновых культур. Разработана тактика применения гербицидов разнонаправленного действия с учетом доминирования и численности сорных растений в посевах озимых зерновых культур с разным уровнем урожайности. На основании полученных результатов исследований по сорной растительности и эффективности гербицидов сформирована нормативно-справочная информация для компьютерной программы «Система оптимизации применения гербицидов в посевах озимого тритикале с помощью ПЭВМ», которая позволяет по данным учета фактической численности сорных растений, их видового состава рекомендовать нормы внесения зарегистрированных гербицидов или их баковые смеси в оптимальные сроки с учетом формирующейся урожайности и экономической эффективности.

Полученные результаты явились основой диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему **«Научное обоснование интегрированной системы применения гербицидов**

при возделывании озимых зерновых культур в Беларуси», которая была успешно защищена в 2020 г.

Сергей Владимирович также уделяет большое внимание подготовке научных кадров. Под его руководством защищено 10 диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. Сегодня его ученики работают в подразделениях института, вузах страны, иностранных фирмах.

При непосредственном участии С. В. Сороки усовершенствованы интегрированные системы защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков, отвечающие общим принципам экологизации земледелия и охраны окружающей среды, базирующиеся на мониторинге фитосанитарной ситуации в агроценозах в разных агроклиматических зонах республики, изучении вредоносности фитофагов, фитопатогенов и сорняков, разработке экономических порогов целесообразности применения средств защиты растений с учетом сортовых особенностей культур, технологий их возделывания, оценке полезной деятельности энтомофагов, рациональном применении агротехнических, биологических, химических средств защиты растений и обеспечивающие сокращение потерь урожая от вредных организмов на 15–25 %. Разработанные системы ежегодно внедряются в сельскохозяйственных предприятиях Беларуси, обеспечивая получение чистого дохода 130–210 долл. США/га.

По результатам научных исследований им опубликовано 764 работы, из них 20 учебно-методические, 744 – научные работы.

За существенный вклад в развитие науки в 1988 г. С. В. Сорока награжден серебряной медалью ВДНХ СССР, неоднократно награждался грамотами Президиума НАН Беларуси, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Минского, Гродненского, Брестского облисполкомов, был отмечен на церемонии «Дажынкі-2006» и «Дажынкі-2008».

Сергей Владимирович принимает активное участие в республиканских и международных научных конференциях, практически ежегодно выступает с научными докладами в Институте защиты растений в Познани (Польша). Его часто приглашают на лекции по повышению квалификации специалистов и работников хозяйств. Высокая оценка его знаний и умений,

интерес к ним со стороны практиков говорит не только о теоретическом, но и глубоко практическом опыте Сергея Владимировича.

С. В. Сорока – активный член совета по защите кандидатских диссертаций К 01.53.01 при РУП «Институт защиты растений» по специальности 06.01.07 – защита растений; член редакционного совета журналов «Вестник защиты растений» (ВИЗР), «Защита и карантин растений», «Карантин растений. Наука и практика» (Россия); заместитель главного редактора журнала «Земледелие и растениеводство» (Беларусь); председатель ученого совета РУП «Институт защиты растений»; член группы экспертов по оценке биологической эффективности гербицидов и член Совета по пестицидам и удобрениям ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; член Государственного экспертного совета по приоритетному направлению научно-технической деятельности в Республике Беларусь «Агропромышленные технологии и производства» (ГЭС № 7); член Межведомственного координационного совета по проблемам питания при НАН Беларуси.

С. В. Сорока неоднократно возглавлял государственные экзаменационные комиссии в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии и Гродненском государственном аграрном университете. Всегда принимает активное участие в дискуссиях, его мнение имеет большой вес и значение.

Огромный авторитет Сороки Сергея Владимировича среди ученых, агрономов республики, службы защиты растений, преподавателей вузов республики – результат самоотверженного труда на протяжении десятилетий, направленного на повышение эффективности науки и защиты растений в республике.

Желаем Сергею Владимировичу крепкого здоровья, благополучия, неиссякаемого оптимизма, удачи и успехов!

Ф. И. Привалов,
генеральный директор,

Э. П. Урбан, Д. В. Лужинский,
заместители директора
по науке
РУП «Научно-практический центр
НАН Беларуси по земледелию»

Светлой памяти ШИБУТА Леонида Ивановича посвящается

Белорусская наука понесла невосполнимую утрату. Безвременно 7 февраля 2021 г. ушел из жизни известный ученый в области агропочвоведения, ведущий научный сотрудник сектора агропочвоведения, цифрового картографирования и оценки почв РУП «Институт почвоведения и агрохимии» ШИБУТ ЛЕОНИД ИВАНОВИЧ. Основными направлениями его научной деятельности являлись: научно-методические разработки рационального землепользования, проведения землеоценочных работ, диагностика и картографирование почв сельскохозяйственных земель, почвенно-экологическое районирование.

Леонид Иванович Шибут родился в д. Дунайчицы Клецкого района Минской области в семье рабочих. После окончания 11 классов Лисковской средней школы в 1966 г. он поступил на географический факультет Белорусского государственного университета, который с отличием окончил в 1971 г., а после окончания университета был призван в ряды Советской армии.

Научную работу Леонид Иванович начал с 28 августа 1973 г., когда был зачислен на должность старшего лаборанта отдела бонитировки почв Белорусского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии. В декабре этого же года переведен на должность старшего агронома, а в октябре 1974 г. – на должность младшего научного сотрудника. В этой должности Леонид Иванович проработал 14 лет. В июле 1988 г. его перевели на должность научного сотрудника, а в январе 1992 г. был избран по конкурсу на должность ведущего научного сотрудника, в которой он и работал по настоящее время.

По результатам своей научной деятельности Леонид Иванович в 1991 г. защитил кандидатскую диссертацию по специальности «агропочвоведение, агрофизика» на тему: «Теоретические основы внутрихозяйственной бонитировки почв Белорусской ССР по их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур».

Научная деятельность Шибута Леонида Ивановича прошла в тесном сотрудничестве с академиком Смеяном Н. И. и главным специалистом РУП «Проектный институт Белгипрозем» Морозом Г. М., благодаря которому научно-теоретические разработки были поставлены на службу сельскому хозяйству Беларуси. Результаты их

совместных научных исследований нашли широкое применение в практике ведения землеоценочных работ и при решении вопросов рационального использования, повышения производительной способности почв Беларуси.

При непосредственном участии Шибута Леонида Ивановича разработаны принципы региональной агропроизводственной группировки почв, усовершенствована агропроизводственная группировка почв по пригодности под культуры, совершенствовались теоретические вопросы почвенно-экологического районирования, качественной оценки почв и установления степени их пригодности под основные сельскохозяйственные культуры в целях оптимизации структуры посевных площадей и севооборотов, предложены методические подходы оценки структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-экологических условий их возделывания, а бонитировочная шкала и поправочные коэффициенты к баллам почв являются научной основой проводимых в настоящее время в республике землеоценочных работ.

С научными докладами Леонид Иванович неоднократно выступал на республиканских и международных симпозиумах и конференциях в России, Болгарии, Украине, Молдове и родной Беларуси.

Леонид Иванович Шибут лично и с соавторами опубликовал более 380 научных работ, в том числе 4 монографии: «Кадастровая оценка почв колхозов и госхозов БССР» (1977 г.), «Оценка плодородия почв Беларуси» (1989 г.), «Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: методика, технология, практика» (2017 г.), «Почвы Республики Беларусь» (2019 г.); свыше 30 методик, инструкций, рекомендаций, справочных и практических пособий, ТКП: «Почвы сельскохозяйственных угодий Белорусской ССР (методические рекомендации по качественной характеристике почв сельскохозяйственных угодий БССР)» (1979 г.), «Методика внутрихозяйственной качественной оценки земель сельскохозяйственных угодий и госхозов Белорусской ССР» (1984 г.), «Методические рекомендации по организации и ведению севооборотов в условиях интенсификации земледелия в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях



Белорусской ССР» (1988 г.), «Внутрихозяйственная оценка земель по эффективности возделывания основных сельскохозяйственных культур в колхозах и госхозах Белорусской ССР (методические указания)» (1990 г.), «Земля Беларуси» (1997, 2000, 2001 гг.), «Внутрихозяйственная качественная оценка (бонитировка) почв Республики Беларусь по их пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур (методические указания)» (1998 г.), «Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств (методические указания)» (2001 г.), «Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь» (2001 г.), «Методические указания по корректировке осушенных и прилегающих к ним земель в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь» (2005 г.), «Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: содержание и технология работ» (2011 г.), «Полевая диагностика почв Беларуси» (2011 г.), «Примерный номенклатурный список почв Республики Беларусь (для целей крупномасштабного почвенного картографирования и кадастровой оценки сельскохозяйственных земель)» (2013 г.), «Осушенные торфяные и дерготорфяные почвы в составе сельскохозяйственных земель Республики Беларусь» (2018 г.) и др.

Леонид Иванович являлся соавтором ряда карт по разделу «Почвы и земельные ресурсы» (М 1:250000 и 1:3000000) для Национального атласа Беларуси (2002 г.), принимал активное участие в разработке

почвенно-эрозионной карты Беларуси (М 1:500000, 1:600000 и 1:500000), «Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь» (2017 г.).

Методики, инструкции и рекомендации по картографированию и оценке почв, рациональному использованию земель нашли широкое применение в организациях Госкомимущества, Министерства сельского хозяйства и продовольствия, в общеобразовательном процессе высших учебных заведений агрономического и географического профиля.

Успехи Леонида Ивановича в научной работе были неоднократно отмечены премиями и почетными грамотами Министерства сельского хозяйства Республики Беларусь, Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь, Национальной академии наук Беларуси, дирекции родного института. В 2018 г. Шибуту Л. И. в составе авторского коллектива за цикл работ «Почвы Республики Беларусь на современном этапе: морфология, свойства, качественная оценка» присуждена премия Национальной академии наук Беларуси.

В течение многих лет Леонид Иванович являлся членом Белорусской ячейки Докучаевского общества почвоведов при Российской академии наук, членом Белорусского общества почвоведов и агрохимиков, членом ученого совета РУП «Институт почвоведения и агрохимии».

Леонид Иванович Шибут – уникальный ученый, участник 4 туров землеоценочных работ, почвовед, исследователь-полевик. Его часто можно было видеть с почвенной картой, определяющего объекты исследований, с лопатой в руках, копающего разрез или отбирающего почвенные образцы, с мерной лентой, прокладывающего профиль, с метровкой, делающего учет урожая на пахотных землях республики.

Как человек высокообразованный, начитанный, Леонид Иванович обладал активной жизненной позицией, высокой требовательностью к себе и окружающим, был человеком большой энергии и трудолюбия, которые приводили к успеху большинство его начинаний. По своим безграничным знаниям Леонид Иванович являлся доктором наук,

служил примером отношения к работе, семье, коллегам. Его высокие человеческие качества – принципиальность, доброта, скромность – всегда вызывали тёплое отношение к нему со стороны окружающих его людей не только в стенах родного института, но и далеко за его пределами. Всегда на своем личном примере показывал рачительное отношение к земле, почвам.

Леонид Иванович беззаветно любил свою профессию ученого; вся его трудовая и научная жизнь прошла в стенах Института почвоведения и агрохимии (стаж работы составил 47 лет!). О таких людях говорят: «До последнего в строю».

Светлая память о Леониде Ивановиче Шибуте – прекрасном ученом и светлом человеке навсегда сохранится в сердцах и воспоминаниях коллег и друзей.

*Дирекция Института
почвоведения и агрохимии*

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

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

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

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

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

Тел/факс: главный редактор: +375 (1775) 5-13-83, 6-55-68, +375 (17) 294-92-97; зам. главного редактора: +375 (17) 509-23-38, +375 (29) 699-23-38;

научный редактор: +375 (1775) 3-42-71, +375 (33) 492-00-17; редакция: +375 (17) 509-24-89, +375 (29) 659-64-47, +375 (29) 682-52-57

E-mail: ahova_raslin@tut.by

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 01.04.2021 г. Цена свободная.

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

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Тираж 1000 экз. Заказ № 347.

Свидетельство о ГРИИРПИ №2/194 от 23.02.2017.

ОПЕРЕЖАЙТЕ

В ИННОВАЦИЯХ ВМЕСТЕ С «АВГУСТОМ»



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

Преимущества:

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

Оплот[®] Трио

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



ЗАО «Август-Бел»

Тел.: (01713) 938-00

По вопросам приобретения

обращаться по
тел.: (017) 306-01-08,

применения –

тел.: (017) 306-01-09

avgust.com

Fertigrain Foliar



Биостимулятор для роста и развития технических культур

- ✓ Оптимизирует наполняемость колоса зерном
- ✓ Улучшает сопротивляемость растений и помогает преодолевать стрессовые ситуации
- ✓ Увеличивает продуктивность растений
- ✓ Активизирует метаболизм



Fertigrain Start



Биостимулятор для предпосевной обработки семян на основе аминокислот и экстракта водорослей

- ✓ Улучшает всхожесть
- ✓ Улучшает развитие корневой системы
- ✓ Усиливает жизнеспособность бактерий при инокуляции семян: приклеивает бактерии к семенам; защищает клетки бактерий от высыхания; питает бактерии после инокуляции



Tecamin Raiz



Биостимулятор-укоренитель на основе аминокислот и микроэлементов

- ✓ Стимулирует развитие корневой системы
- ✓ Улучшает всхожесть, приживаемость и развитие растения
- ✓ Восстанавливает корневую систему после стрессов
- ✓ Увеличивает продуктивность и повышает урожайность
- ✓ Обеспечивает растение хелатными и микроэлементами



Tecamin Max



Высококонцентрированное жидкое удобрение на основе L-аминокислот растительного происхождения

- ✓ Активизирует рост и развитие растения
- ✓ Помогает преодолевать стрессовые ситуации
- ✓ Активизирует метаболизм
- ✓ Увеличивает продуктивность растений и повышает урожайность



Controlphyt PK



Фосфит калия

- ✓ Эффективный, быстрый и доступный источник фосфорно-калийного питания
- ✓ Системный продукт: передвигается вверх (к листьям) и вниз (к корням)
- ✓ Активизирует механизм самозащиты растений
- ✓ Благодаря тому, что молекула фосфита содержит только три атома кислорода (у фосфата их 4), обеспечивается высокая скорость проникновения и подвижность этого фосфорно-калийного удобрения внутри растения

Общий фосфор	30% p/p	42% p/v
Общий калий	20% p/p	28% p/v
pH	6-7	
Плотность	1,45	



www.agritecno.es



Официальный дистрибьютор на территории Республики Беларусь

ПЕРЕДОВЫЕ
агротехнологии

Общество с ограниченной ответственностью

agrotech.by

ул. Я. Мавра, 41-301, г. Минск
+375 (17) 227 10 60
+375 (29) 6 991 991
info@agrotech.by



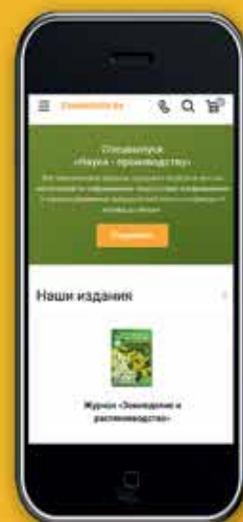
Земледелие.бел
Zemledelie.by

Земледелие и Растениеводство

Научно-практический журнал

МЫ СТАЛИ НА ШАГ БЛИЖЕ

- Наши издания доступны для Вас, в электронном формате, 24/7
- На сайте Вы найдете информацию для подписчиков журнала, авторов статей и рекламодателей
- Подробно о наших издательских и рекламных услугах, почтовой рассылке в разделе Услуги
- Доступна мобильная версия сайта



Производственная система Clearfield® для рапса - это уникальная комбинация гибрида Нопасаран® или Нопасаран® Ультра и высокоурожайных гибридов рапса, устойчивых к этим препаратам

BASF
We create chemistry

- Устойчивость к гербицидам, основанная на традиционных методах селекции
- Высокопродуктивные интенсивные гибриды озимого и ярового рапса
- Широкое портфолио гибридов для различных почвенно-климатических условий и технологий возделывания



- Послевсходовые гербициды с почвенным действием широкого спектра действия против однодольных и двудольных сорняков, в том числе КРЕСТОЦВЕТНЫХ и падалицы зерновых
- Уникальная комбинация почвенной и послевсходовой активности на сорные растения
- Широкое окно применения: до 4-6 недель в зависимости от стадии развития и доминирующих видов сорных растений (применение в фазу 3-4 листа рапса)

Эффективный контроль широкого спектра широколиственных и злаковых сорняков в посевах КЛ (Clearfield®) рапса

Нопасаран®

Инновационная система для взаимного успеха

-  **Действующие вещества**
Имазамокс (25 г/л) + метазахлор (375 г/л)
-  **Препаративная форма**
Концентрат суспензии (КС)
-  **Период защитного действия**
В течение всего вегетационного периода
-  **Упаковка**
2 x 10 л
-  **Химические группы ДВ**
Имидазолины + хлорцетамиды
-  **Механизм действия**
(Группа В+КЗ, HRAC*)
* механизм действия согласно The Herbicide Resistance Action Committee (HRAC)



Традиционная система защиты рапса (слева) и система Clearfield®. На поле рапса Clearfield® отсутствуют сорняки, в том числе крестоцветные



Контроль, без обработки

Нопасаран® Ультра

Революция в защите ярового и озимого рапса одним приемом

-  **Действующие вещества**
Имазамокс (35 г/л) + квинмерак (250 г/л)
-  **Препаративная форма**
Концентрат суспензии (КС)
-  **Период защитного действия**
В течение всего вегетационного периода
-  **Упаковка**
2 x 10 л
-  **Химические группы ДВ**
Имидазолины + производные хинолинкарбоновых кислот
-  **Механизм действия**
(Группа В+О, HRAC*)
* механизм действия согласно The Herbicide Resistance Action Committee (HRAC)



Традиционная система контроля сорной растительности (баковая смесь нескольких гербицидов)



Производственная система Clearfield® (устойчивый гибрид линейки ИнВигор КЛ и гербицид линейки Нопасаран®)

agro.basf.by
контакты

