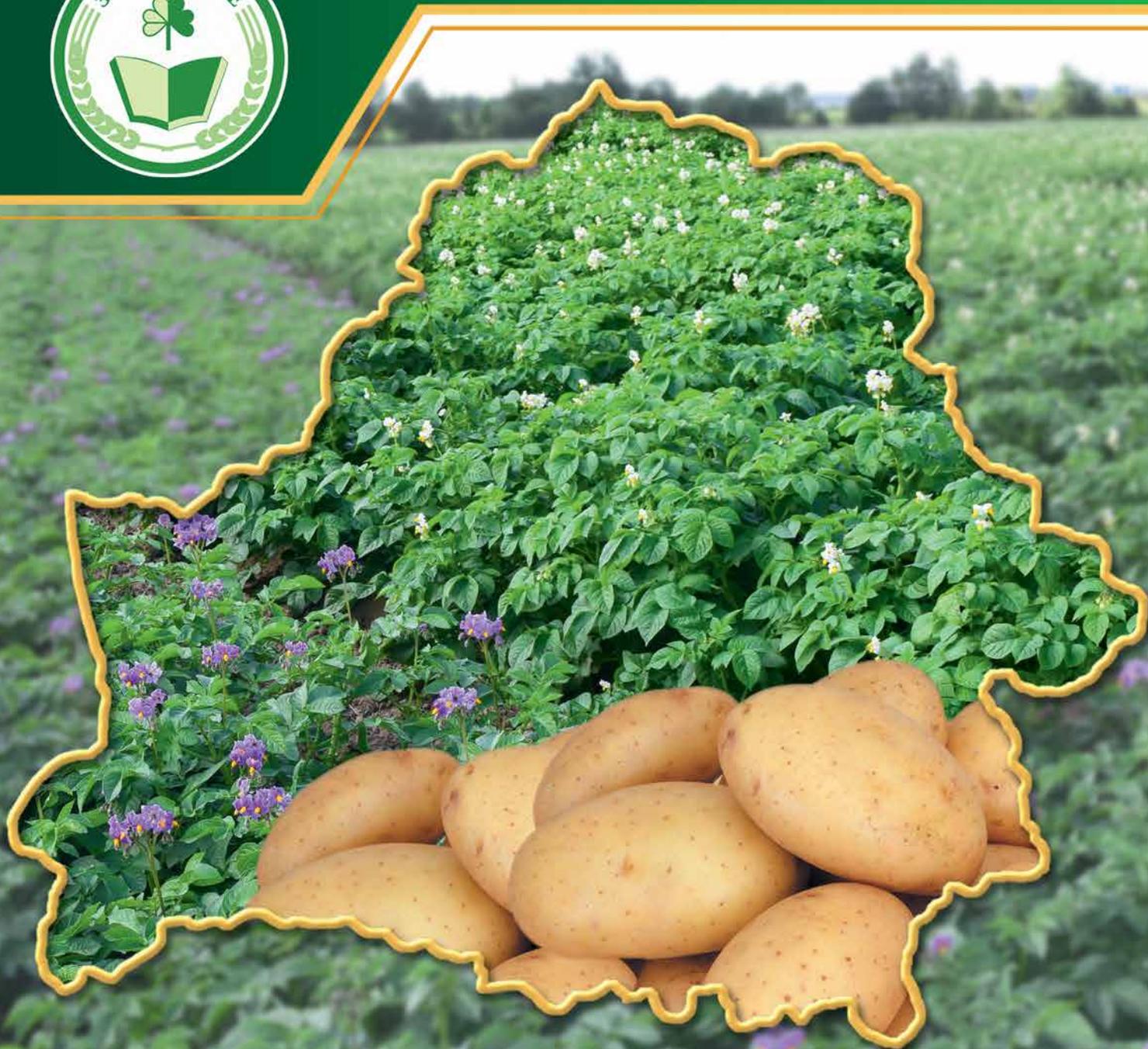


Земледелие и Растениеводство

Научно-практический журнал



КАРТОФЕЛЬ:

лёжкоспособность клубней
семенного картофеля в зависимости
от условий хранения

➤ стр. 5

№ 5 (144),
2022

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

ПОДПИШИТЕСЬ

на научно-практический журнал
«Земледелие и растениеводство»
на 2023 год

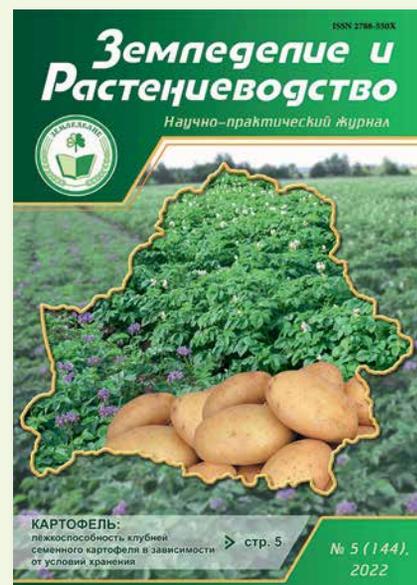
Концепция журнала – оперативное информирование
специалистов АПК по наиболее актуальным вопросам
земледелия и растениеводства в области науки и практики.

ВЫ УЗНАЕТЕ:

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

В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫ СМОЖЕТЕ:

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



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

Подписку на журнал можно оформить:

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

Подписные индексы:

00247 – для индивидуальных подписчиков, **002472** – для организаций

По промокоду **ПОДПИСКА** скидка 10 %

Земледелие и Растениеводство

Научно-практический
журнал

№ 5 (144)

сентябрь–октябрь 2022 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Crop farming and plant growing
Scientific-Practical Journal

№ 5 (144)

September–October 2022

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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



Защита озимых зерновых культур от сорных растений осенью

В настоящее время в посевах зерновых культур в Беларуси отмечается смешанный тип засорения как двудольными, так и злаковыми сорными растениями. Наиболее вредоносными однолетними видами сорных растений в посевах озимых зерновых культур являются зимующие – метлица обыкновенная, ромашка непахучая, василек синий, подмаренник цепкий, фиалка полевая, пастушья сумка, ярутка полевая, звездчатка средняя, мятлик однолетний и другие.

Основными причинами высокой засоренности являются:

- потенциал запаса семян сорных растений с разными сроками всхожести;
- большой запас вегетативных органов размножения в почве;
- внесение семян с посевным материалом, соломой, органическими удобрениями;
- занос семян из земель не сельскохозяйственного использования;
- обсеменение на пашне сорняков, оставшихся после химических и агротехнических мероприятий;
- отказ от агротехнических мероприятий – лущения, полупаровой обработки почвы и других.

При существующей высокой засоренности агротехнические мероприятия не могут очистить посевы от сорняков до экономически безопасного уровня. Поэтому в ближайшие годы химический метод остается ведущим в управлении засоренностью в республике. Защиту от сорной растительности в интегрированной системе необходимо проводить с использованием порогов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур.

Осеннее применение гербицидов в посевах озимых зерновых культур имеет ряд преимуществ по сравнению с весенним, поскольку обеспечивает высокую биологическую эффективность прополки и меньше зависит от неблагоприятных погодных условий. Запас осенней влаги способствует эффективному действию и детоксикации действующих веществ гербицидов, формированию здоровых посевов и улучшению перезимовки.

Благодаря более раннему освобождению культуры от сорняков и лучшей перезимовке возможна прибавка урожая на 2–5 ц/га больше, чем при весеннем проведении работ.

В условиях республики при достаточном увлажнении почвы в осенний период эффективно применение гербицидов почвенного действия как до всходов, так и по всходам культур.

Комбинированные препараты, содержащие в своем составе два и более действующих вещества, имеют ряд преимуществ перед однокомпонентными: более широкий спектр действия, снижение гербицидной нагрузки на окружающую среду, уменьшение опасности накопления остаточных количеств действующих веществ в урожае, почве, воде, усиление гербицидного эффекта за счет синергизма, замедление адаптации сорняков к отдельным препаратам, уменьшение или полное снятие проблемы отрицательного последствие на последующие культуры севооборота, сокращение числа обработок, энергозатрат.

Применение гербицидов по вегетации имеет свое преимущество, так как при этом можно определить видовой состав сорных растений, степень засорения посева (т. е. их численность – шт./м² в посевах), что способствует более качественному внесению как отдельных гербицидов, так и формированию баковых смесей.

Химическую прополку необходимо проводить по регламентам «Государственного реестра средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» и «Дополнений...» к нему для конкретной культуры, при прополке которой они рекомендованы.

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



СОДЕРЖАНИЕ	CONTENTS
Колонка главного редактора	Editor-in-Chief Column
✍ <i>Привалов Ф. И.</i> Защита озимых зерновых культур от сорных растений осенью	2 ✍ <i>Privalov F. I.</i> Protection of winter crops from weeds in autumn
На тему дня	On the topic of day
✍ <i>Сердюков В. А., Маханько В. Л.</i> Лёжкоспособность клубней семенного картофеля в зависимости от условий хранения	5 ✍ <i>Serdyukov V. A., Makhanko V. L.</i> Keeping capacity of seed potato tubers depending on storage conditions
Новости науки	Science news
✍ Визит Президента Республики Беларусь А. Г. Лукашенко в Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию	8 ✍ The visit of the President of the Republic of Belarus A. G. Lukashenko to the Scientific and practical center of the National Academy of Sciences of Belarus for agriculture
✍ Фестиваль науки – 2022	12 ✍ Festival of Science – 2022
Агротехнологии	Agrotechnologies
✍ <i>Богданов А. З.</i> Урожайность гибридов кукурузы различной спелости в зависимости от густоты стояния растений, сроков сева и уборки на силос	14 ✍ <i>Bogdanov A. Z.</i> The yield of maize hybrids of different ripeness depending on the density of standing plants, the timing of sowing and harvesting for silage
✍ <i>Богданов А. З., Куркина Г. Н.</i> Рост и развитие растений при различных сроках сева и плотности стеблестоя гибридов кукурузы	19 ✍ <i>Bogdanov A. Z., Kurkina G. N.</i> Growth and development of plants at different sowing dates and stem density of corn hybrids
✍ <i>Цыбулько Н. Н., Логачев И. А., Цырибко В. Б., Устинова А. М.</i> Почвозащитная эффективность и продуктивность севооборотов на дерново-подзолистых почвах, в разной степени подверженных водной эрозии	25 ✍ <i>Tsybulko N. N., Lahachou I. A., Tsyrybko V. B., Ustsinova A. M.</i> Soil protection efficiency and productivity of crop rotations on sod-podzolic soils to varying degrees water erosion
Агрохимия	Agrochemistry
✍ <i>Сапего Н. А.</i> Влияние дробного внесения азота в комплексе с микроудобрениями на урожайность льносемян и сбор масла при возделывании льна масличного	32 ✍ <i>Sapego N. A.</i> Influence of fractional application of nitrogen in combination with microfertilizers on the yield of flax seeds and oil harvest in the cultivation of oil flax
Селекция	Selection
✍ <i>Халецкий С. П., Власов А. Г.</i> Результаты адаптивной селекции овса в Беларуси	35 ✍ <i>Khaletsky S. P., Vlasov A. G.</i> Results of adaptive breeding of oats in Belarus
Защита растений	Plant protection
✍ <i>Ярчаковская С. И., Колтун Н. Е., Михневич Р. Л.</i> Роль биопрепаратов и хищников в регулировании численности жесткокрылых вредителей калины и аронии	39 ✍ <i>Yarchakovskaya S. I., Koltun N. E., Mikhnevich R. L.</i> The role of biological products and predators in the regulation of the number of beetle pests of viburnum and chokeberry
✍ <i>Бойко С. В., Чичина А. С.</i> Мониторинг основных вредителей сорговых культур: видовой состав, распространение и вредоносность	43 ✍ <i>Boyko S. V., Chichina A. S.</i> Monitoring of the main pests of sorghum crops: species composition, distribution, harmfulness
Льноводство	Flax growing
✍ <i>Степанова Н. В.</i> Целесообразность фракционирования семян льна-долгунца для повышения их посевных качеств	48 ✍ <i>Stepanova N. V.</i> Expediency of fiber flax seed fractionation to improve their sowing qualities

СОДЕРЖАНИЕ		CONTENTS	
Овощеводство		Vegetable growing	
✍ <i>Степуро М. Ф., Михнюк А. В.</i> Корреляции между количественными признаками у корнишонного огурца	52	✍ <i>Stepuro M. F., Mikhnyuk A. V.</i> Correlations between quantitative traits in gherkin cucumber	
✍ <i>Пашкевич А. М., Чайковский А. И., Рупасова Ж. А., Белый П. Н., Задаля В. С., Домаш В. И., Иванов О. А., Строгова А. А.</i> Влияние интенсивности светодиодного освещения на состояние протеинового комплекса микрозелени гороха овощного	54	✍ <i>Pashkevich A. M., Tchaikovsky A. I., Rupasova Zh. A., Belyi P. N., Zadalia V. S., Domash V. I., Ivanov O. A., Strogova A. A.</i> Influence of the intensity of led lighting on the state of the protein complex of vegetable pea microgreen	
Информация		Information	
✍ САМЕРСОВ ВИЛОР ФРИДМАНОВИЧ (к 85-летию со дня рождения)	58	✍ On the 85 th anniversary of the birth of SAMERSOV VILOR FRIDMANOVICH	

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



Лёжкоспособность клубней семенного картофеля в зависимости от условий хранения

В. А. Сердюков, В. Л. Маханько

Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству

(Дата поступления статьи в редакцию 30.09.2022)

В статье представлены результаты исследований по влиянию систем активного вентилирования 3–4-го и 5-го технологических укладов на показатели лёжкоспособности клубней семенного картофеля. Установлено, что лёжкость клубней семенного картофеля является сортовой особенностью, которая изменяется под влиянием условий хранения.

The article presents the results of studies on the effect of active ventilation systems of the 3rd-4th and 5th technological modes on the keeping quality of seed potato tubers. It has been established that the keeping quality of seed potato tubers is a varietal feature that changes under the influence of storage conditions.

Введение

Одним из важных показателей характеристики сортов картофеля является их лёжкоспособность. Как биологическое свойство эта способность закреплена генетически и является одним из сортовых признаков, которая изменяется под действием внешних факторов. Показатель лёжкоспособности включает в себя естественную убыль при хранении, потери за счет ростков, гнилей (абсолютный отход), а также технического брака, которые составляют общие потери за период хранения клубней [1–3].

Сохранение высокого качества семенных клубней и обеспечение минимально допустимых неизбежных потерь возможно лишь при эффективном регулировании температурно-влажностных режимов, соответствующих каждому периоду хранения. Алгоритм управления микроклиматом достаточно сложный, зависящий от первоначального состояния партий картофеля, предназначенных для длительного хранения. Его полное и качественное выполнение возможно лишь при использовании автоматизированной системы управления. В связи с этим основная задача при хранении заключается в создании оптимальных условий, обеспечивающих лучшую сохранность клубней картофеля в течение длительного периода по всей насыпи или в контейнерах [3–5].

Цель исследований – определить влияние условий активного вентилирования на показатели лёжкоспособности клубней семенного картофеля за период длительного хранения.

Материалы, методика и условия проведения исследований

Исследования проводили в лаборатории технологического производства и хранения картофеля РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» в 2017–2020 гг.

Объектами исследований являлись сорта картофеля (Бриз, Скарб, Рагнеда и Вектар), а также технологии хранения (с использованием систем вентилирования 3–4-го и 5-го технологических укладов).

Применение систем вентилирования пятого технологического уклада (ТХ-1) основано на создании более высокого давления воздуха путем использования центробежных вентиляторов (ЕС-вентиляторов), которые создают давление в два-три раза выше, чем у распро-

странённого осевого (АС-вентилятор, ТХ-2). Способ хранения – насыпью.

Закладка опытных образцов клубней на хранение – I декада ноября (2017, 2018 и 2019 г.), снятие с хранения – I декада апреля (2018, 2019 и 2020 г.).

Технология возделывания была общепринятой при выращивании картофеля с шириной междурядий 75 см на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве [6].

В качестве предшествующей культуры использовали озимый рапс на маслосемена с последующей запашкой пожнивных остатков в почву.

Минеральные удобрения вносили из расчета 90 кг/га д. в. азота (сульфат аммония), 60 кг/га д. в. фосфора (суперфосфат двойной) и 150 кг/га д. в. калия (хлористый калий).

Убирали картофель механизировано с отбором опытного материала, с последующей закладкой образцов на хранение согласно схеме исследований.

Погодные условия в период уборки и закладки клубней на хранение отличались нестабильностью и контрастностью. Уборочный период 2017 г. был дождливым, что непосредственно сказалось на количестве клубней, пораженных мокрой (абсолютной) гнилью, а в период уборки 2018 и 2019 г. стояла теплая и сухая погода.

После уборки, отбора материала и закладки образцов на хранение клубни проходили лечебный период с соблюдением температурно-влажностного режима согласно данному периоду в течение 15–18 дней. После прохождения лечебного периода клубни ежедневно и постепенно охлаждались (период охлаждения) на 0,5–1,0 °С до оптимальной температуры хранения. В основной период температура хранения поддерживалась в интервале 3–5 °С и относительная влажность воздуха (далее ОВВ) 85–95 %. Контроль температуры и ОВВ хранящегося продукта проводился автоматически и ежедневно.

Наблюдения, учеты и анализ опытного материала выполняли согласно «Методическим рекомендациям по специализированной оценке сортов картофеля» и «Методике исследований по культуре картофеля» [7, 8]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена программой Statistica 10.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлены оптимальные условия для хранения клубней семенного картофеля.

Лёжкоспособность (сохранность) клубней за период длительного хранения зависит не только от условий, но и от качества закладываемого материала на хранение, поэтому была проведена технологическая и иммунологическая оценка пригодности партий исследуемых сортов картофеля.

При иммунологической оценке установлено, что все партии исследуемых сортов картофеля пригодны для длительного хранения без дополнительной переборки согласно требованиям [9], предъявляемым к этим партиям. Наибольшее количество клубней, поражённых мокрыми гнилями, было у среднепозднего сорта Вектар – 3,23 %, меньше всего – у среднеспелого сорта Скарб – 2,56 %. Статистически достоверного влияния сорта на данный показатель не установлено, так как результаты близки между собой и находились в пределах ошибки опыта (таблица 1).

Лёжкоспособность и выбор режима хранения непосредственно зависит от продолжительности физиологического периода покоя клубней. Данный показатель по сортам составил: Бриз – 100 суток, Скарб – 98, Рагнеда – 55 и Вектар – 49 суток. Исследованием установлено, что сорта Бриз и Скарб имеют продолжительный период покоя, а Рагнеда и Вектар – непродолжительный. Продолжительность физиологического периода покоя клубней сортов Бриз и Скарб, а также сортов Рагнеда и Вектар близка между собой и находилась в пределах

ошибки опыта. Данный показатель является сортовым признаком, и его необходимо учитывать при температурном режиме хранения.

Следует отметить, что после закладки опыта первыми из состояния покоя начали выходить клубни сорта Вектар (на 38-е сутки), а последними сорта Скарб (на 88-е сутки). Дольше всех находились в состоянии покоя клубни сорта Бриз, отдельные клубни вышли из состояния покоя на 123-е сутки (таблица 2).

Установлено, что применение систем вентилирования пятого технологического уклада (ТХ-1) обеспечило клубням сортов Бриз, Скарб и Вектар статистически достоверное снижение потерь естественной убыли на 0,85 %, 0,69 и 0,73 %, которая составила 2,97 %, 2,22 и 3,13 % соответственно. У сорта Рагнеда естественная убыль была ниже на 0,39 %, однако статистически не достоверно. Независимо от сорта естественная убыль клубней в условиях ТХ-1 составила 3,28 %, тогда как в условиях ТХ-2 – 3,95 %. Следовательно, хранение клубней с использованием центробежных вентиляторов (ТХ-1) по сравнению с осевыми (ТХ-2) обеспечило снижение естественной убыли на 0,67 % (таблица 3).

Потери за счёт ростков непосредственно зависят от сорта, так как тесно взаимосвязаны с продолжительностью физиологического периода покоя. Существенное влияние на данный вид потерь оказали условия хранения. При использовании систем вентилирования 5-го

технологического уклада потери за счёт ростков отсутствовали (Бриз и Вектар) или имелись в незначительном количестве, что статистически не подтверждается (Скарб и Рагнеда). Применение данного оборудования обеспечило снижение количественных потерь за счёт ростков от 0,35 % у сорта Бриз до 0,88 % у сорта Рагнеда. Следует выделить сорт Скарб, у которого потери за счёт ростков не превышали 0,06 %, что является статистически не достоверным. При использовании оборудования пятого технологического уклада, в среднем, независимо от сорта хранящихся клубней, потери за счёт ростков составили 0,02 %, что на 0,44 % ниже, чем в условиях ТХ-2 (0,46 %).

Отсутствие клубней, поражённых мокрыми гнилями, наблюдалось у сортов Скарб и Рагнеда, хранящихся в условиях ТХ-1. Максимальное их количество было у клубней сорта Рагнеда, хранящихся в условиях ТХ-2, что является статистически достоверным влиянием условий

Таблица 1 – Иммунологическая оценка пригодности партий семенного картофеля к длительному хранению (2017–2019 гг.)

Сорт	Степень поражения клубней гнилями, %	Заключение о пригодности партии картофеля к хранению
Бриз	3,20	пригодна
Скарб	2,56	пригодна
Рагнеда	3,21	пригодна
Вектар	3,23	пригодна
НСР ₀₅ , фактор А (сорт)	3,84	–

Таблица 2 – Продолжительность физиологического периода покоя клубней сортов картофеля (2017–2020 гг.)

Сорт	Период покоя клубней, суток	Интервал прорастания, суток
Бриз	100	72–123
Скарб	98	88–114
Рагнеда	55	46–66
Вектар	49	38–62
НСР ₀₅ , фактор А (сорт)	6,08	–



Хранение картофеля насыпью



Вентиляционное оборудование



Рабочий стол

Таблица 3 – Влияние сортовых особенностей и условий хранения на показатели лёжкоспособности семенного картофеля за период длительного хранения (2017–2020 гг.)

Сорт (А)	ТХ (В)	Показатели лёжкоспособности							
		убыль массы, %	масса ростков, %	абсолютная гниль, %	тех. отходы, %	общие потери, %	сохранность, %	оценка, балл	лёжкоспособность
Бриз	1	2,97	0,00	0,26	0,00	3,23	96,77	8,50	отличная
	2	3,82	0,35	0,37	0,00	4,54	95,46	7,75	хорошая
Скарб	1	2,22	0,06	0,00	0,00	2,28	97,72	9,00	отличная
	2	2,91	0,00	0,12	0,00	3,02	96,98	8,33	отличная
Рагнеда	1	4,80	0,01	0,00	0,00	4,82	95,18	7,50	хорошая
	2	5,19	0,89	0,47	0,00	6,55	93,45	6,75	хорошая
Вектар	1	3,13	0,00	0,11	0,00	3,24	96,76	8,33	отличная
	2	3,86	0,57	0,14	0,00	4,58	95,42	7,75	хорошая
НСР ₀₅									
фактор А		0,63	0,31	0,37	0,00	0,95	–		
фактор В		0,55	0,21	0,26	0,00	0,75			

Примечание – ТХ – технология хранения (условия хранения).

хранения на данный показатель. Потери за счёт гнилей варьировали от 0,11 % (Вектар) до 0,47 % (Рагнеда). При оценке сортов независимо от условий хранения следует отметить, что в среднем по сорту меньше всего клубней, пораженных мокрыми гнилями, было у сорта Скарб (0,06 %), а больше – у сорта Бриз (0,32 %). В среднем, независимо от сорта условия хранения не оказали статистически достоверного влияния. Однако хранение клубней в условиях ТХ-1 вело к снижению количества мокрых гнилей на 0,18 %.

Технического брака (резаные, поврежденные вредителями и т. д.) в анализируемых образцах не было.

Все вышеупомянутые показатели потерь в совокупности составляют общие потери. За период длительного хранения общие потери варьировали от 2,28 % (Скарб) до 6,55 % (Рагнеда). Общие потери за период длительного хранения независимо от условий хранения в среднем по сортам составили: Бриз – 3,89 %, Скарб – 2,65 %, Рагнеда – 5,69 % и Вектар – 3,91 %. Установлено статистически достоверное влияние применения систем активного вентилирования на общие потери у всех исследуемых сортов. В условиях использования данного технологического оборудования (ТХ-1) общие потери независимо от сорта составили 3,39 %, по сравнению с условиями ТХ-2 – 4,67 %. Следовательно, количество общих потерь было меньше на 1,28 %.

Выход сохранившегося картофеля в условиях ТХ-1 был выше на 1,28 % и составил 96,61 %: от 95,18 % (Рагнеда) до 97,72 % (Скарб) с баллом оценки от 7,50 до 9,00 соответственно. В условиях ТХ-2 сохранность картофеля варьировала от 93,45 % (Рагнеда) до 96,98 % (Скарб) и составила 95,33 % с баллом 6,75 и 8,33 соответственно.

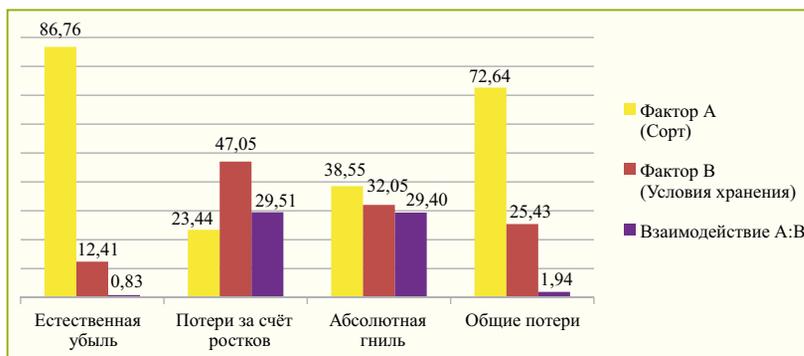
Независимо от условий хранения клубни сорта Скарб имели отличную лёжкоспособность в условиях активного вентилирования, Рагнеда – хорошую, сортов Бриз и Вектар в условиях применения систем активного вентилирования пятого технологического уклада – отличную, а 3–4-го технологического уклада – хорошую.

Для более детального определения влияния изучаемых факторов на показатели лёжкоспособности клубней семенного картофеля был проведен дисперсионный анализ, который выполнен по схеме двухфакторного опыта (сорт и условия хранения) и взаимодействия этих факторов. Установлено, что от фактора «сорт» естественная убыль клубней, количество абсолютной гнили и общие потери зависели на 86,76 %, 72,64 и 38,55 % соответственно, а от условий хранения – на 12,41 %, 25,43 и 32,05 % соответственно. Существенное влияние оказывают условия хранения на количественные потери за счёт ростков – 47,05 %, а от сорта этот показатель зависел на 23,44 %. Взаимодействие изучаемых факторов оказывает непосредственное влияние на потери за счёт ростков и гнилей на 29,51 и 29,40 % соответственно (рисунок).

Заключение

Выход сохранившихся клубней картофеля в условиях активного вентилирования с применением систем вентилирования 5-го технологического уклада составил 96,61 %, 3–4-го – 95,33 %, предел варьирования составил 95,18 % – 97,72 % и 93,45 % – 96,98 % соответственно.

Независимо от условий хранения клубни сорта Скарб имели отличную лёжкоспособность, Рагнеда –



Влияние изучаемых факторов (сорт, условия хранения и их взаимодействие) на показатели лёжкоспособности клубней семенного картофеля (2017–2020 гг.)

хорошую, а сортов Бриз и Вектар в условиях применения центробежных вентиляторов – отличную, осевых – хорошую.

Естественная убыль клубней, общие потери и потери от абсолютных гнилей зависели от фактора «сорт» на 86,76 %, 72,64 и 38,55 % соответственно. Потери за счёт ростков зависели от условий хранения на 47,05 %, а от сорта – на 23,44 %.

Литература

1. Технологии хранения картофеля / К. А. Пшеченков [и др.]; Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха, Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – [б. м.]: Картофелевод, 2007. – 191 с.
2. Гусев, С. А. Хранение картофеля / С. А. Гусев, Л. В. Метлицкий. – М.: Колос, 1982. – 221 с.
3. Картофель / под ред. Н. А. Дорожкина. – Минск: Ураджай, 1972. – 448 с.
4. Картофель: (возделывание, уборка, хранение) / Д. Шпаар [и др.]; ред. Д. Шпаар. – 4-е изд., дораб. и доп. – М.: Агродело, 2007. – 457 с.
5. Банадысев, С. А. Хранение семенного картофеля / С. А. Банадысев. М.: КнигИздат, 2020. – 292 с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов. / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 460 с.
7. Методические рекомендации по специализированной оценке сортов картофеля / С. А. Банадысев [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Минск: [б. и.], 2003. – 71 с.
8. Методика исследований по культуре картофеля // НИИ картофельного хозяйства. Ред. кол.: Н. С. Бацанов [и др.]. – М.: 1967. – 265 с.
9. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Мн.: Белпринт, 2005. – 696 с.: ил.

ВИЗИТ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ в Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

16 августа 2022 года Президент Республики Беларусь Александр Григорьевич Лукашенко в рамках рабочего визита посетил селекционно-семеноводческий комплекс РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Глава государства ознакомился с деятельностью центра, с селекционными полями по выведению сортов пшеницы и зернобобовых культур, производством оригинальных семян, посетил производственный участок по доработке семенного материала.

В ходе встречи обсуждались актуальные вопросы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в республике.



На полях Научно-практического центра разговор первым делом зашел о возделывании бобовых культур (люпина, гороха и др.), богатых белком, который крайне необходим для животноводства. Разговор шел об урожайности, рентабельности, технологиях возделывания и перспективах импортозамещения.

Генеральный директор НПЦ НАН Беларуси по земледелию Федор Иванович Привалов рассказал о том, что **ученые вывели высокорентабельные сорта люпина, гороха, бобов, устойчивые к различным болезням:**

«Люпин и соя по аминокислотам практически одинаковые. Но соя у нас не прижилась. У нас есть бобы, горох, тот же люпин. Бобы дадут нам урожай в 5–7 раз больше, чем соя, люпины и горох – в четыре».

Директор Полесского института растениеводства Леонид Петрович Шиманский доложил о возможности **выращивания подсолнечника на масло, о кукурузосеянии, выращивании нетрадиционных кормовых культур** (сорго сахарное, сорго веничное, пайза, чумиза).



Александр Григорьевич внимательно выслушал доклады о преимуществах этих и других культур, поручив на президентских экспериментальных полях в будущем году опробовать на практике озвученные подходы.

Подробно обсудили и **возделывание «политической» культуры – льна**. «Сдвиги есть. В этом году хоть и маленький, но сдвиг по урожайности, хотя год непростой был для льна», – констатировал Александр Григорьевич.

На селекционных полях по выведению сортов пшеницы Президенту **представили высокоурожайные сорта озимой пшеницы** Амелия, Вилора, Асима, Варя и другие. Все сорта отличаются высокой зимостойкостью, устойчивы к полеганию и болезням, максимальная урожайность в разные годы превышала 110 ц/га, характеризуются отличными хлебопекарными качествами.



Во время посещения производственного участка по доработке семенного материала **заместитель генерального директора НПЦ НАН Беларуси по земледелию Дмитрий Владимирович Лужинский** подробно рассказал Главе государства **о процессе производства оригинальных семян**. Александру Григорьевичу продемонстрировали все этапы селекционного процесса от выведения сорта до хранения семян в уникальном для Беларуси хранилище, позволяющем за счет поддержания оптимальной круглогодичной температуры сохранять высокое качество семян.

Как заверили Главу государства, производить семена отечественные ученые научились не хуже, чем в других странах мира.



За период с 1965 по 2021 г. **создано 460 сортов белорусской селекции зерновых, зернобобовых, технических и крупяных культур**. На сегодняшний день сорта Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию занимают свыше 80 % посевных площадей, а по озимой ржи, яровой пшенице, рапсу, гречихе и люпину отечественные сорта занимают более 90 %.

В РФ белорусскими семенами было засеяно примерно 3 млн га зерновых и 2 млн га рапса. Семена поставляются в 37 регионов России.

«Это и моя гордость, что мы сохранили аграрную науку. Вы уникальные люди! В мире этого нет! Мы это и сохранили, и превзошли. Это ценность, это надо всему миру. Это дороже золота. Люди должны понимать, что то, что они пришли и купили хлеб в магазине... Хлеб начинается с ученых и этих делянок».

В ходе рабочей поездки также зашла речь **о работе Банка генетических ресурсов Беларуси**, в котором на сегодняшний день насчитывается 90 тысяч образцов хранения, из них только образцов семян – более 46 тысяч.

«Банк – это святое. Чтобы журналисты понимали», – акцентировал внимание Александр Григорьевич. Он напомнил историю о том, как в блокадном Ленинграде люди хоть и голодали, но, сами умирая, сохранили фонд банка генетических ресурсов, не взяв оттуда ни одного зернышка.

Как рассказал Федор Иванович Привалов, если в мире подобные банки создавались сотнями лет, то в Беларуси это было сделано за относительно короткое время. Более того, работа отечественных ученых получила высочайшие



оценки на мировом уровне. Так, **белорусский сорт пшеницы Капылянка признали уникальным и заложили в планетарное хранилище семян на острове Шпицберген, где собраны лучшие образцы со всего мира.**

«Короче, золотой запас в растениеводстве», – отметил Президент.

Главе государства предложили также продегустировать **белый хлеб из пшеничной муки**, полученной из селекционных семян Научно-практического центра. В составе выпечки только 50 г муки и вода. Как пояснили ученые, объем хлеба, выпекаемого из 50 г муки, может быть разным. Таким образом определяется хлебопекарное качество зерна – *сила хлеба*. Если выходит объем в 0,75–0,80 л, то это очень высокое качество, а если менее 0,40 л, то такое зерно пригодно только на фураж.

Еще один вариант хлеба, продемонстрированный Президенту, – серый. Ученые планируют, что через 2–3 года этот вид хлеба может появиться на прилавках магазинов. Он произведен из тритикале. Хлеб из него получается с серым отливом в отличие от традиционных черного (ржаного) и белого (пшеничного).



Вниманию Главы государства были **представлены также различные виды зерна, крупы, рапсовое и даже горчичное масло.** Александр Григорьевич попробовал горчичное масло, сделанное из белорусского сорта горчицы. Оно по вкусу напомнило ему льняное.

«Картошку можно на нем жарить?» – уточнил белорусский лидер. Сотрудники Научно-практического центра подтвердили, что можно, т. к. масло универсальное. Президенту продемонстрировали также новый вид перловой крупы, произведенной из созданного в центре голозерного сорта ячменя, не требующего обрушения пленки. Голозерный ячмень гораздо энергонасыщеннее по сравнению с ячменем плёнчатый. Он отличается большим содержанием белка, жира, незаменимых и заменимых аминокислот.





Сотрудники НПЦ НАН Беларуси по земледелию вручили Александру Григорьевичу каравай из сортов пшеницы отечественной селекции и набор масел из белорусских масличных культур. **«Угощу всех крестьян в округе. Спасибо за красоту эту. Молодцы»,** – Президент высоко оценил работу ученых Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию в развитии аграрной сферы и страны в целом.

«ФЕСТИВАЛЬ НАУКИ – 2022»

10 сентября в Центральном ботаническом саду Национальной академии наук Беларуси состоялся Фестиваль науки – 2022.

Фестиваль науки – это самое крупное научно-популярное мероприятие в Беларуси, которое проходит ежегодно с целью повышения престижа науки в обществе, популяризации достижений белорусских ученых и мировой науки, а также привлечения учащихся и студентов к занятиям научно-исследовательской деятельностью.

Как отметил во время торжественного открытия Председатель Президиума НАН Беларуси Владимир Гусаков:

– Главная цель фестиваля – популяризация науки. Мы хотим, чтобы люди более основательно могли познакомиться с возможностями науки.



Впервые Фестиваль науки был проведен в 2018 г. Организатором выступил Совет молодых ученых НАН Беларуси. Более 7 тысяч человек посетили первый фестиваль и более 10 тысяч – второй. В этом году его посетило 18 тысяч человек. Фестиваль вырос, изменился и внешне и по содержанию.

Организаторами фестиваля для посетителей были подготовлены три тематические площадки: «Человек», «Природа», «Технологии», каждая из которых включала лекции, мастер-классы и демонстрации.



Главным отличием мероприятия в этом году стала выставка «100 инноваций молодых ученых».

«Здесь наша молодежь показывает свои успехи, достижения, результаты и новинки. Все хотят, чтобы именно на их разработки обратили внимание. Мы создали комиссию, которая изучит все разработки и выберет десять лучших для награждения. Надеюсь, это нововведение приживется и станет традицией. Ведь инновация – это уже реализованный продукт, а не просто идея. Это более важная и существенная тема для науки», – отметил Председатель Президиума НАН Беларуси.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» традиционно принял активное участие в программе основного мероприятия.

Молодые ученые Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию с использованием наглядных материалов познакомили посетителей мероприятия с основными направлениями деятельности центра, новейшими достижениями белорусской науки в области земледелия и селекции сельскохозяйственных растений.



В рамках выставочной экспозиции Научно-практического центра были представлены новые сорта растений, актуальная сельскохозяйственная литература, а также организована дегустация хлеба из муки различных сортов яровой и озимой пшеницы, озимой ржи селекции центра.

Свои разработки на фестивале представляли также научные сотрудники РУП «Институт защиты растений» кандидаты сельскохозяйственных наук Шкляревская О. А., Яковенко А. М., Радивон В. А.



Проект Шкляревской Ольги Анатольевны «Мероприятия по регулированию распространения и численности борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden)» вошел в десятку лучших разработок молодых ученых Национальной академии наук Беларуси.



УДК 633.15:631.559:631[531.04+55]

Урожайность гибридов кукурузы различной спелости в зависимости от густоты стояния растений, сроков сева и уборки на силос

А. З. Богданов, научный сотрудник
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 07.03.2022)

Трехлетними исследованиями на связносупесчаной почве центральной части Беларуси установлено, что наибольший сбор сухого вещества гибриды ФАО 210 формируют при севе в первой декаде мая и густоте стояния растений 110–130 тыс. шт./га. Для гибридов ФАО 230 также оптимален срок сева в начале мая при густоте стояния растений от 90 до 130 тыс. шт./га. Гибриды ФАО 250 формируют большую урожайность при раннем севе и плотности стеблестоя – 70–110 тыс. шт./га. Уборка кукурузы в течение двух недель после начала восковой спелости зерна не приводит к снижению урожайности сухого вещества и даже несколько повышает ее. В совокупности с возделыванием гибридов различной спелости (ФАО 210–250) это позволяет продлить уборку кукурузы на силос в оптимальной фазе ее развития, причем с наращиванием урожая, на протяжении одного месяца.

Three-year studies on the associated soil of the central part of Belarus have established that the largest collection of dry matter hybrids FAO 210 form when sowing in the first decade of May and the density of standing plants is 110–130 thousand/ha. For FAO 230 hybrids, the sowing period is also optimal in early May with a plant standing density of 90 to 130 thousand/ha. FAO 250 hybrids form a greater yield with early sowing and stem density – 70–110 thousand/ha. Harvesting corn for two weeks after the beginning of waxy ripeness of the grain does not lead to a decrease in the yield of dry matter, and even slightly increases it. Together with the cultivation of hybrids of different ripeness (FAO 210–250), this makes it possible to extend the harvesting of corn for silage in the optimal phase of its development, and with an increase in yield, for one month.

Введение

На современном этапе получение стабильно высоких урожаев кукурузы является главным условием повышения конкурентоспособности этой важной в кормопроизводстве силосной культуры. Внедрение высокопродуктивных гибридов – один из путей решения данной задачи. Результаты государственного сортоиспытания показывают, что гибриды ФАО 250–350 в среднем за 6 лет в южной зоне Беларуси обеспечили урожайность сухого вещества на 31–35 ц/га большую, чем гибриды ФАО 200–220. В центральной зоне эта разница составила 6–16 ц/га, а в северной зоне урожайность сухого вещества у разноспелых гибридов была близкой и колебалась в пределах 171–174 ц/га [1]. Следовательно, более поздним гибридам для полной реализации их генетического потенциала необходим достаточный тепловой ресурс. Продление фотосинтетической активности растения также является одним из наиболее эффективных способов повышения продуктивности кукурузы. Для этого используют ранние сроки сева, и если прорастанию семян благоприятствует погода, то они позволяют собрать больше зерна, снизить его влажность и уменьшить себестоимость продукции. Вместе с тем более высокий общий сбор сухого вещества за счет лучшего прироста листостебельной массы можно получить при севе на две недели позже – в начале мая [2]. В годы же с большим дефицитом тепла, равно как и в северных регионах Беларуси, ранний срок сева кукурузы и на силос может иметь преимущество [3].

Правильный выбор оптимального срока уборки кукурузы является бесплатным элементом агротехники, но он во многом определяет величину и качество урожая [4]. А набор гибридов различных групп спелости позволяет на протяжении длительного времени убирать зеленую массу кукурузы при оптимальном содержании сухого вещества и большем общем сборе энергии [5].

Густота стояния растений – это фактор, в большей степени определяющий эффективность использования почвенного плодородия. Изреженные посевы могут обеспечить высокую индивидуальную продуктивность растений, но при недостаточном их количестве на единице площади резко снижают урожай [6]. Самый высокий сбор урожая обеспечивает сочетание наибольшей продуктивности каждого растения и предельно возможной в конкретных условиях густоты насаждения. Урожайность повышается при увеличении количества растений на единице площади до определенного предела, после которого дальнейшее уплотнение посевов ведет к ее снижению [7, 8, 9]. Более поздние гибриды с большим габитусом растений рекомендуется высевать с меньшим количеством семян на единице площади [10, 11, 12]. Правильный выбор густоты посевов позволяет повысить урожайность кукурузы на 20–30 % и более [13].

Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили в 2019–2021 гг. на опытном участке РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой связносулещаной почве со следующими агрохимическими показателями: рН – 6,11, гумус – 2,55 %, P₂O₅ – 193 мг/кг, K₂O – 276 мг/кг почвы. Подготовка почвы включала дискование после уборки кукурузы, зяблевую вспашку, вес-

ной – дискование и предпосевную культивацию АКШ. В опыте применяли: осенью под вспашку – навоз КРС (в среднем 53 т/га), аммонизированный суперфосфат (1,5 ц/га), хлористый калий (2 ц/га); весной под первую обработку – карбамид (2,75 ц/га). Объектом исследований выступали гибриды ДН Пивиха (ФАО 210), Полесский 202 (ФАО 230) и ДН Галатей (ФАО 250), которые высевали в 2 срока: 1) ранний – при сумме положительных температур 200–250 °С, что совпадает с появлением бутонов у крыжовника (20 апреля в 2019–2020 гг. и 23 апреля в 2021 г.); 2) оптимальный – через 2 недели после первого срока. Уборка урожая также проводилась в 2 срока: 1) при наступлении восковой спелости зерна; 2) через 2 недели.

Сравнительно благоприятным для формирования урожая кукурузы был 2019 г., однако ранние морозы (–2...–3 °С 24 и 25 сентября) явились губительными, особенно для более поздних гибридов при соответствующих сроках сева и уборки. Наименее благоприятным оказался 2021 г., когда в критический период содержание влаги в пахотном слое почвы длительное время находилось на уровне мертвого запаса.

Исследования осуществляли в соответствии с методикой полевого опыта и методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кукурузой [14, 15].

Результаты исследований и их обсуждение

На формирование урожая кукурузы, как и любой другой культуры, существенное влияние оказывают погодные условия (таблица 1). По данным наших трехлетних исследований, средняя урожайность зеленой массы при уборке кукурузы в начале восковой спелости зерна составила 601 ц/га в 2019 г., 631 ц/га в 2020 г. и 480 ц/га в 2021 г., при уборке двумя неделями позже – 521 ц/га, 565 ц/га и 406 ц/га соответственно. Таким образом, при средней за 3 года урожайности зеленой массы 534 ц/га варьирование данного показателя под влиянием погоды составило 15,2 %. Это значительно больше, чем изменение урожайности в зависимости от срока уборки, где $v = 9,7$ %. Снижение урожайности при поздней уборке составило от 10 % в 2020 г. до 15 % в 2021 г. и в среднем за три года равнялось 13 %. Урожайность зеленой массы возрастала от скороспелого гибрида к более позднеспелому: при апрельском сроке сева – с 513 до 594 ц/га или на 16 %, а при майском – с 511 до 546 ц/га или только на 7 %. Это снижение при втором сроке сева касается только гибрида ФАО 250 (ДН Галатей). Варьирование урожайности зеленой массы в зависимости от выбора гибрида также незначительное и составляет 5,9 %. Срок сева в среднем по всем гибридам почти не оказывал влияния на формирование урожая зеленой массы кукурузы ($v = 1,6$ %). Вместе с тем у гибрида ФАО 210 варьирование составило 0,3 %, ФАО 230 – 2,0 %, а у гибрида ФАО 250 – 6,0 %. Увеличение густоты стояния растений с 70 до 130 тыс. шт./га способствовало повышению урожайности зеленой массы по обобщенным данным с 501 до 562 ц/га или на 12 % при варьировании данного показателя 5,0 %.

Таким образом, погодные условия являются более существенным фактором, оказывающим влияние на формирование зеленой массы кукурузы, чем изучаемые приемы выращивания.

Вместе с тем урожайность зеленой массы – это косвенный показатель продуктивности кормовых культур.

Более точную оценку дает сбор сухого вещества. Аналогичный анализ показывает, что при уборке кукурузы в начале восковой спелости зерна урожайность сухого вещества в среднем по всем вариантам опыта составила 183,3 ц/га в 2019 г., 169,3 ц/га в 2020 г. и 131,8 ц/га в 2021 г., при уборке двумя неделями позже – 189,3 ц/га, 174,9 ц/га и 137,7 ц/га соответственно (таблица 2).

При средней за 3 года урожайности сухого вещества 164,4 ц/га варьирование данного показателя под влиянием погоды составило 16,2 %. В отличие от урожая зеленой массы, более поздняя уборка приводила к росту урожайности сухого вещества на 3,3–4,5 % при среднем за 3 года показателе варьирования 2,5 %, в то время как по зеленой массе оно составляло 9,7 %. Урожайность

Таблица 1 – Урожайность зеленой массы гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, сроков сева и уборки

Срок сева	Густота стояния, тыс. шт./га	Урожайность, ц/га зеленой массы							
		уборка в начале восковой спелости зерна				уборка через 2 недели			
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее
Гибрид ДН Пивиха (ФАО 210)									
III декада апреля	70	561	557	407	508	503	478	376	452
	90	594	577	408	526	536	506	400	481
	110	613	620	414	549	546	555	396	499
	130	648	651	431	577	564	573	397	511
	среднее	604	601	415	540	537	528	392	486
I декада мая	70	516	576	399	497	474	524	344	447
	90	557	608	415	527	512	537	366	472
	110	562	670	429	554	540	588	388	505
	130	582	695	440	572	551	576	404	510
	среднее	554	637	421	537	519	556	376	484
НСР ₀₅	ABC	51	57	44	51				
	A/B, C	25/18	29/20	22/15	25/18				
Гибрид Полесский 202 (ФАО 230)									
III декада апреля	70	533	585	428	515	489	493	381	454
	90	570	595	455	540	506	525	405	479
	110	604	619	464	562	516	552	408	492
	130	618	643	462	54	530	571	432	511
	среднее	581	610	452	548	510	535	406	484
I декада мая	70	557	535	475	522	439	536	379	451
	90	575	567	511	551	483	571	404	486
	110	600	614	529	581	475	589	446	503
	130	639	609	559	602	481	596	427	501
	среднее	593	581	518	564	470	573	414	486
НСР ₀₅	ABC	48	42	49	46				
	A/B, C	24/17	21/15	24/17	23/16				
Гибрид ДН Галатя (ФАО 250)									
III декада апреля	70	677	660	482	606	558	597	404	520
	90	704	687	503	631	598	592	405	532
	110	736	756	532	675	603	634	412	550
	130	743	752	565	687	612	639	419	557
	среднее	715	714	520	650	593	616	410	539
I декада мая	70	538	615	513	555	475	558	421	485
	90	555	635	532	574	498	572	427	499
	110	572	660	577	603	497	592	452	514
	130	574	665	603	614	514	609	463	529
	среднее	560	644	556	587	496	583	441	506
НСР ₀₅	ABC	60	54	51	55				
	A/B, C	25/18	27/19	26/18	28/19				

Примечание – Фактор А – густота стояния растений, фактор В – срок сева и фактор С – срок уборки.

сухой массы возрастала от скороспелого гибрида к более позднему: при апрельском сроке сева – со 158 до 172 ц/га или на 8,9 %, а при майском – со 161 до 170,2 ц/га или на 5,7 %. Если у гибридов ФАО 210–230 отмечен прирост урожая при более позднем сроке сева, то у гибрида ФАО 250 сбор сухого вещества снизился на 1 %. Варьирование урожайности сухой массы в за-

висимости от выбора гибрида составило 3,7 %. Срок сева по-прежнему оказывал незначительное влияние на формирование урожая сухого вещества кукурузы у всех гибридов и в среднем варьирование этого показателя составило 0,6 %. Увеличение густоты стояния растений с 70 до 130 тыс. шт./га способствовало повышению урожайности сухой массы по обобщенным данным со 158,7

Таблица 2 – Сбор сухого вещества гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, сроков сева и уборки

Срок сева	Густота стояния, тыс. шт./га	Сбор сухого вещества, ц/га							
		уборка в начале восковой спелости зерна				уборка через 2 недели			
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее
Гибрид ДН Пивиха (ФАО 210)									
III декада апреля	70	173,4	142,7	124,0	146,7	190,1	153,6	126,0	156,5
	90	181,8	141,8	124,6	149,4	204,3	159,5	132,8	165,5
	110	179,4	151,8	118,0	149,7	203,2	174,2	127,1	168,2
	130	190,0	162,8	119,9	157,6	207,5	175,4	125,2	169,9
	среднее	181,2	149,8	121,6	150,9	201,3	166,0	127,8	165,0
I декада мая	70	168,4	151,4	127,8	149,2	174,1	152,3	125,9	150,8
	90	180,1	158,4	133,1	157,2	189,6	157,4	138,0	161,6
	110	180,4	174,5	133,4	162,8	199,1	174,1	135,0	169,4
	130	186,1	176,1	134,2	165,5	204,5	167,4	140,9	170,8
	среднее	178,8	165,2	132,2	158,7	191,8	162,8	135,0	163,2
НСР ₀₅	ABC	17,1	15,9	14,0	15,7				
	A/B, C	8,5/6,0	8,0/5,6	7,0/4,9	7,9/5,5				
Гибрид Полесский 202 (ФАО 230)									
III декада апреля	70	166,0	178,0	118,5	154,2	182,1	158,0	124,7	154,9
	90	178,4	177,4	124,7	160,2	188,4	164,5	132,4	161,8
	110	182,8	184,6	125,1	164,2	186,2	175,9	128,0	163,4
	130	182,2	185,7	125,6	164,5	186,7	179,8	130,9	165,8
	среднее	177,4	181,4	123,5	160,8	185,9	169,5	129,0	161,5
I декада мая	70	182,1	161,9	127,5	157,2	171,7	175,3	129,8	158,9
	90	188,2	170,8	133,6	164,0	187,4	185,0	135,4	169,3
	110	184,4	174,0	133,9	164,1	180,4	186,5	138,8	168,6
	130	187,3	173,1	135,3	165,2	176,0	184,4	132,7	164,4
	среднее	185,5	170,0	132,5	162,6	178,9	182,8	134,2	165,3
НСР ₀₅	ABC	16,1	12,8	14,1	14,4				
	A/B, C	8,0/5,7	6,4/4,5	7,0/4,9	7,2/5,0				
Гибрид ДН Галатей (ФАО 250)									
III декада апреля	70	195,1	166,5	137,8	166,5	196,4	184,3	150,5	177,1
	90	194,5	172,1	132,6	166,4	211,1	175,6	149,4	178,7
	110	199,4	185,9	131,4	172,2	195,5	177,7	146,6	173,3
	130	202,0	176,5	132,8	170,4	193,2	172,6	146,4	170,7
	среднее	197,8	175,3	133,7	168,9	199,1	177,6	148,2	175,0
I декада мая	70	172,0	170,5	143,9	162,1	172,1	186,1	153,8	170,6
	90	176,1	169,5	145,4	163,7	183,1	189,8	150,0	174,3
	110	182,5	176,0	149,7	169,4	177,5	192,6	155,7	175,3
	130	185,5	179,5	148,8	171,3	182,2	192,8	149,4	174,8
	среднее	179,0	173,9	147,0	166,6	178,7	190,6	152,2	173,8
НСР ₀₅	ABC	19,6	15,2	15,4	16,8				
	A/B, C	9,8/7,0	7,6/5,3	7,7/5,4	8,4/5,9				

Примечание – Фактор А – густота стояния растений, фактор В – срок сева и фактор С – срок уборки.

до 167,6 ц/га или на 5,6 % при $v = 2,4$ %. Каждые последующие 20 тыс. шт./га растений снижали относительный прирост урожая с 3,5 до 1,5 и 0,5 % соответственно. Таким образом, погодные условия оказались наиболее существенным, чем изучаемые приемы выращивания кукурузы, фактором формирования не только зеленой массы, но и сухого вещества у данной культуры. Тем не менее исследованиями выявлены следующие закономерности. Гибриды ФАО 210 формируют большую урожайность сухого вещества при севе в первой декаде мая и густоте стояния растений 110–130 тыс. шт./га. Для гибридов ФАО 230 также предпочтителен сев в начале мая, но густоту стояния растений можно уменьшить до 90 тыс. шт./га. Гибриды ФАО 250 формируют большую урожайность при раннем севе и диапазоне плотности стеблестоя 70–110 тыс. шт./га. Более редкие посевы предпочтительны для скашивания в конце восковой спелости зерна. Уборка кукурузы в течение двух недель с начала фазы восковой спелости зерна не приводит к снижению урожайности сухого вещества, и даже наоборот – на 3,3–4,5 % повышает ее. И в совокупности со всем этим возделывание гибридов различной скороспелости (ФАО 210–250) позволяет продлить уборку кукурузы на силос в оптимальной фазе ее развития, причем с наращиванием урожая, на протяжении одного месяца. При использовании данных приемов выращивания кукурузы начало ее уборки на силос приходится на вторую декаду сентября.

Заключение

1. Гибриды ФАО 210 формируют большую урожайность сухого вещества при севе в первой декаде мая и густоте стояния растений 110–130 тыс. шт./га. Для гибридов ФАО 230 оптимален такой же срок сева при густоте стояния растений от 90 до 130 тыс. шт./га. Гибриды ФАО 250 наращивают большую урожайность при раннем севе и диапазоне плотности стеблестоя 70–110 тыс. шт./га. Более редкие посевы необходимо убирать в конце восковой спелости зерна.

2. Уборка кукурузы в течение двух недель после начала фазы восковой спелости зерна не приводит к сни-

жению урожайности сухого вещества, и даже, наоборот, на 3,3–4,5 % повышает ее.

3. Возделывание разноспелых гибридов ФАО 210–250, посеянных с разницей в 2 недели, позволяет получать качественное силосное сырье на протяжении одного месяца при оптимальном содержании сухого вещества в растениях и наибольшем его сборе.

Литература

1. Надточаев, Н. Ф. На погоду надейся, а сам не плошай / Н. Ф. Надточаев // Наше сельское хозяйство. Агрономия. – 2013. – № 1. – С. 23–29.
2. Лужинский, Д. В. Посеем кукурузу вовремя! / Д. В. Лужинский, Н. Ф. Надточаев // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 68–72.
3. Надточаев, Н. Ф. Реакция кукурузы на срок сева при различной теплообеспеченности / Н. Ф. Надточаев, М. А. Мелешкевич, Д. Н. Володькин // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 1. – С. 16–20.
4. Шульц, П. Когда лучше убирать кукурузу на зерно / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 17. – С. 64–68.
5. Современные аспекты возделывания кукурузы в связи с изменением климата / Н. Ф. Надточаев [и др.]; Национальная академия наук Беларуси; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 153 с.
6. Влияние погодных условий, густоты посева и скороспелости на урожайность гибридов кукурузы / Т. Р. Топорая [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2004. – № 3. – С. 4–7.
7. Усанова, З. И. Влияние расчетных доз удобрений и густоты стояния на продуктивность кукурузы, вынос и хозяйственный баланс основных элементов питания / З. И. Усанова, И. В. Шальнов, А. С. Васильев // Земледелие. – 2016. – № 3. – С. 23–26.
8. Слюдеев, Ю. А. Продуктивность гибридов кукурузы при различной густоте стояния растений и дозах удобрений на щелоченных черноземах Рязанской области / Ю. А. Слюдеев // Кукуруза и сорго. – 2003. – № 4. – С. 6–8.
9. Плотность стеблестоя родительских форм кукурузы в условиях Беларуси / Н. Ф. Надточаев [и др.] // Кукуруза и сорго. – 2000. – № 5. – С. 15–18.
10. Шлапунов, В. Н. Кормовое поле Беларуси / В. Н. Шлапунов, В. С. Цыдик. – Барановичи: Баранов. укрпл. тип, 2003. – 304 с.
11. Шпаар, Д. Кукуруза / Д. Шпаар, В. Шлапунов, В. Щербак. – Минск: Беларуская навука, 1998. – 200 с.
12. Барсуков, С. С. Оптимальная густота стояния / С. С. Барсуков // Кукуруза и сорго. – 1988. – № 2. – С. 33–34.
13. Циков, В. С. Сроки сівби та продуктивність гібридів кукурудзи / В. С. Циков, Ю. М. Пащенко, Ю. В. Костенко // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. – Дніпропетровськ, 1996. – № 1. – С. 63–68.



ДН Пивиха
(120 тыс. шт./га)



Полесский 202
(113 тыс. шт./га)



ДН Галатя
(86 тыс. шт./га)

14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М.: Колос. – 1985. – 351 с.

15. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. – Днепропетровск, 1980. – 54 с.

УДК 633.15

Рост и развитие растений при различных сроках сева и плотности стеблестоя гибридов кукурузы

А. З. Богданов, научный сотрудник, Г. Н. Куркина, кандидат с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 12.07.2022)

По результатам исследований в 2019–2021 гг. показано влияние сроков сева и густоты стояния на продолжительность межфазных периодов и высоту растений гибридов кукурузы различных групп спелости (FAO 210–250). Выявлено, что изменение количества растений с 70 до 130 тыс. шт./га на раннем этапе интенсивного роста приводило к увеличению высоты в среднем на 5,9 %, однако к окончанию роста растений их высота различалась незначительно. Среди групп спелости наиболее высокими были растения гибрида ДН Галатея (FAO 250).

According to the results of studies in 2019–2021, the influence of sowing dates and standing density on the duration of interphase periods and the height of maize hybrids of various ripeness groups (FAO 210–250) has been shown. It was revealed that the thickening of plants from 70 to 130 thousand units /ha at the early stage of intensive growth led to an increase in height by an average of 5.9 %, but by the end of plant growth, their height did not differ significantly. Among the ripeness groups, the plants of the hybrid DN Galatea (FAO 250) were the highest.

Введение

Высота растений является значимым признаком растений кукурузы, имеет биологическое и технологическое значение, а также играет большую роль при формировании высокопродуктивных посевов [1]. Однако растения культуры имеют ограничения процессов роста, которые существенно зависят от генетических особенностей каждого гибрида, а также обусловлены влиянием агротехнических и метеорологических условий [2]. Поэтому при выращивании гибридов кукурузы различных групп спелости необходимо дифференцированно подходить к выбору срока сева и густоты стояния растений [3]. Исследованиями, проведенными в Институте орошаемого земледелия Национальной академии аграрных наук Украины в 2014–2016 гг., установлено, что максимальная урожайность зерна кукурузы – 13,69 т/га была получена при севе в III декаде апреля, густоте стояния 70 тыс. шт./га и высоте растений 224 см [1, 4].

Методика и место проведения исследований

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию на дерново-подзолистой связносупесчаной почве с содержанием в пахотном слое 2,55 % гумуса, 193 мг/кг P₂O₅ и 276 мг/кг K₂O, pH – 6,11. Подготовка почвы включала дискование после уборки кукурузы, зяблевую вспашку, весной – дискование и предпосевную культивацию АКШ. В опыте применяли: осенью под вспашку – навоз КРС (в среднем 53 т/га), аммонизированный суперфосфат (1,5 ц/га), хлористый калий (2 ц/га), весной под первую обработку – карбамид (2,75 ц/га). Объектом исследований выступали гибриды ДН Пивиха (FAO 210), Полесский 202 (FAO 230) и ДН Галатея (FAO 250), которые высевали в 2 срока: 1) ранний – при сумме положительных температур 200–250 °С, что совпадает с появлением бутонов у крыжовника (20 апреля в 2019–2020 гг. и 23 апреля

в 2021 г.); 2) оптимальный – через 2 недели после первого срока. Уборка урожая также проводилась в 2 срока: 1) при наступлении восковой спелости зерна; 2) через 2 недели.

Сравнительно благоприятным для формирования урожая кукурузы был 2019 г., однако ранние морозы (–2...–3 °С 24 и 25 сентября) привели к гибели листьев, особенно у более поздних гибридов при соответствующих сроках сева и уборки. Наименее благоприятным оказался 2021 г., когда в критический период содержание влаги в пахотном слое почвы длительное время находилось на уровне мертвого запаса.

Результаты исследований и их обсуждение

Кукуруза, как растение второй группы семейства мятликовых, требовательна к теплу, несмотря на значительные селекционные достижения в направлении создания холодостойких форм. Так, для появления всходов в различные годы изучаемым гибридам потребовалось от 15 до 26 суток (таблица 1).

В 2019 г. при севе 20 апреля довсходовый период составил 18 суток при среднесуточной температуре воздуха 11,7 °С и 16 суток при 13,1 °С. В 2020 г. при среднесуточной температуре воздуха 9,6 °С и раннем севе всходы отмечены через 25 суток у гибрида ДН Пивиха и 26 суток – Полесский 202 и ДН Галатея. При майском севе и температуре 10,6 °С довсходовый период сократился лишь на 1–2 суток. В 2021 г. при раннем севе и среднесуточной температуре 9,2 °С всходы отмечены через 24 суток. Этот период сократился до 15 суток, когда температура воздуха при майском севе составляла 12,7 °С.

Регрессионный анализ показал, что довсходовый период кукурузы на 90 % зависит от температурных условий года. Уравнение регрессии выражается формулой:

$$y = -0,282x^2 + 3,5254x + 16,857,$$

где x – среднесуточная температура воздуха, °С;

y – продолжительность периода «сев – всходы», сутки.

Таблица 1 – Наступление фенологических фаз развития гибридов кукурузы при различных сроках сева (среднее, 2019–2021 гг.)

Название гибрида	Дата				Дней от сева до	
	сева	всходов	цветения		всходов	цветения початка
			метелки	початка		
ДН Пивиха	21.04	13.05	26.07	28.07	22	98
	05.05	23.05	28.07	30.07	18	86
Полесский 202	21.04	14.05	26.07	29.07	23	99
	05.05	23.05	28.07	31.07	18	87
ДН Галатея	21.04	14.05	29.07	31.07	23	101
	05.05	23.05	31.07	2.08	18	89

В последующем продолжительность периода от всходов до цветения также определялась температурными условиями года. Так, при раннем севе и среднесуточной температуре воздуха 17,8–17,9 °С изучаемым гибридам для достижения фазы цветения початков в 2019 г. потребовалось от 76 (Полесский 202) до 79 суток (ДН Галатея). При более позднем на 2 недели севе период «всходы – цветение початков» сократился до 67–70 суток, и среднесуточная температура воздуха за это время составила 18,2–18,4 °С. В 2020 г. от всходов до цветения початков потребовалось от 80 (Полесский 202) до 85 суток (ДН Галатея) при среднесуточной температуре воздуха 17,3–17,7 °С. Когда она повысилась до 18,5–18,6 °С, данный период при майском севе сократился до 71–74 суток. В 2021 г. цветение початков у гибридов наступило через 67 (ДН Пивиха) – 72 суток (Полесский 202) после всходов. Такой короткий период при апрельском сроке сева обусловлен высокими температурами воздуха, составившими 19,5–19,7 °С. При севе в мае средняя температура воздуха возросла до 19,9–20,2 °С, и период «всходы – цветение початка» еще сократился на 4 суток.

Регрессионный анализ показал (рисунок 1), что при апрельском севе температурный фактор на 88 % определяет продолжительность периода от всходов до цветения початков, и уравнение регрессии при этом имеет вид:

$$y = 1,5358x^2 - 62,66x + 708,11,$$

где x – среднесуточная температура воздуха, °С;

y – продолжительность периода «всходы – цветение початков», сутки.

При севе на 2 недели позже (в первой декаде мая) температурный режим возрастает, и этот фактор становится менее значимым для развития растений кукурузы. Уравнение регрессии имеет вид:

$$y = -4,5417x^2 + 171,97x - 1556,8 (R^2 = 0,5412).$$

В ходе исследований были проведены измерения высоты растений в динамике, начиная от фазы интенсивного роста, которая совпадает с образованием 8–10 листьев у кукурузы. На начальном этапе интенсивного роста растений в 2019 г. было замечено, что загущение посева с 70 до 130 тыс. шт./га способствовало увеличению их высоты, что объясняется конкуренцией между ними за свет (рисунок 2).

У гибрида ДН Пивиха при измерении 25 июня разница составила 5 см при первом сроке сева и 9 см при втором, у гибрида Полесский 202 – 6 и 3 см, у гибрида ДН Галатея – 6 и 2 см соответственно. Но уже через 2 недели такой закономерности не наблюдалось, а к концу активного роста растений кукурузы была отмечена обратная картина. Причем более скороспелые гибриды, в отличие от ДН Галатея, при загущении посевов в меньшей степени снижали рост растений. Например, по состоянию на 9 августа увеличение плотности стеблестоя на 60 тыс. растений на 1 га приводило к падению высоты растений у гибрида ДН Пивиха на 7 см при первом сроке сева и на 3 см при втором, у гибрида

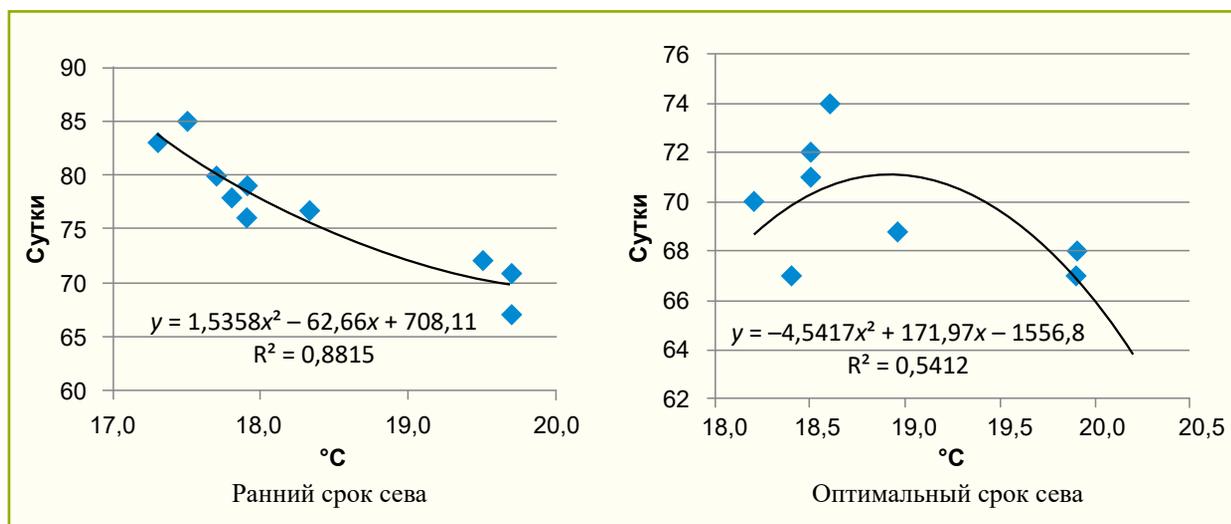


Рисунок 1 – Зависимость продолжительности периода «всходы – цветение початков» от средней температуры воздуха при различных сроках сева кукурузы

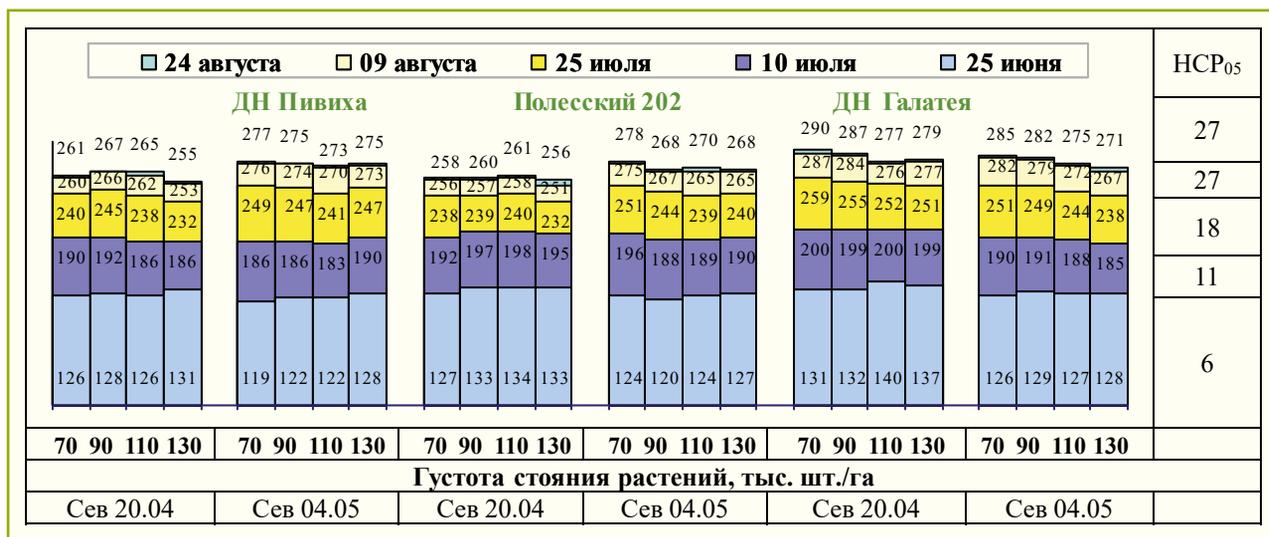


Рисунок 2 – Динамика роста растений гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева и густоты стояния в 2019 г., см

Полесский 202 – на 5 и 10 см, а у ДН Галатея – на 10 и 15 см соответственно срокам сева. К тому же, при опоздании с севом высота растений у более ранних гибридов в среднем на 12–13 см возрастала, а у гибрида ДН Галатея, наоборот, на 5 см падала.

В начале измерений наиболее рослыми были растения гибрида ДН Галатея (в среднем 135 см при первом сроке сева и 128 см при втором), наименее – ДН Пивиха (128 и 123 см соответственно). По окончании роста растений в высоту ДН Галатея сохранила свои лидирующие позиции (283 и 278 см), а наименее рослыми оказались растения гибрида Полесский 202 (259 и 271 см соответственно срокам сева).

От фазы цветения метелки до окончания роста прирост растений в высоту составил в среднем 34,5 см и колебался от 28 см у ДН Галатея при втором сроке сева до 49 см у гибрида Полесский 202 раннего срока сева.

В 2020 г. по состоянию на 25 июня растения кукурузы имели среднюю высоту 46 см, в то время как годом ранее она составляла 128 см. В этот период при таких показателях высоты загущение посева не приводило к ее приросту. Конкурентные отношения просматриваются при достижении растениями высоты более 100 см

(рисунок 3). Так, измерение 10 июля показало, что увеличение плотности стеблестоя на 60 тыс. шт./га приводило к повышению высоты растений соответственно срокам сева на 1 и 10 см у гибрида ДН Пивиха, 9 и 5 см – Полесский 202 и по 2 см – ДН Галатея.

Достаточное количество влаги в пахотном слое в этот год обеспечило не только хороший прирост растений в высоту в целом, но и в загущенных посевах в частности. Только при втором сроке сева ДН Галатея показала снижение высоты растений на 16 см при увеличении плотности стеблестоя с 70 до 130 тыс. растений на 1 га. Во всех других вариантах отмечалось увеличение данного показателя на 1–9 см. Гибрид ДН Пивиха в 2020 г. при втором сроке сева обеспечил лучший прирост растений в высоту, и к окончанию роста она в среднем составляла 294 см, что на 9 см больше, чем при раннем севе. У двух других гибридов высота растений при майском севе была ниже на 3–5 см, и их высота оказалась даже на 1–6 см ниже, чем у гибрида ДН Пивиха. Хотя при апрельском сроке сева лидирующие позиции по-прежнему оставались за ДН Галатея (298 см), затем следовал Полесский 202 (291 см), а ДН Пивиха показала 285 см.

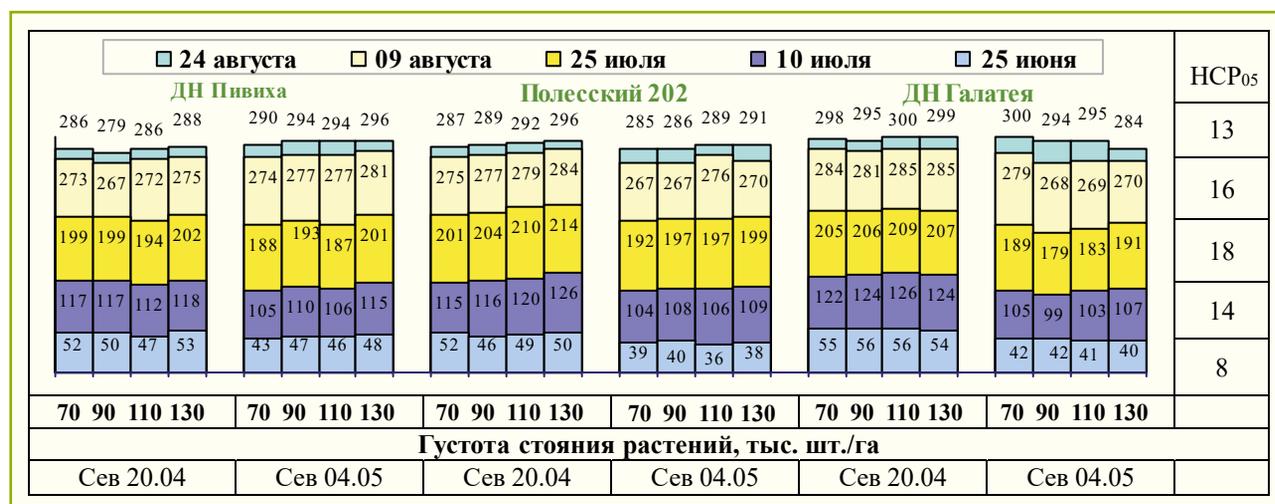


Рисунок 3 – Динамика роста растений гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева и густоты стояния в 2020 г., см

От фазы цветения метелки до окончания роста прирост растений в высоту составил в среднем 36,2 см и колебался от 24 см у ДН Галатея до 46 см у гибрида Полесский 202 раннего срока сева.

В 2021 г. по состоянию на 25 июня растения кукурузы имели среднюю высоту 56 см, которая мало отличается от предыдущего года (рисунок 4). Несмотря на это уже в данный срок наблюдается более высокий рост в более плотных посевах кукурузы. Среднее превышение в вариантах с густотой стояния растений 130 тыс. шт./га над самыми редкими посевами составляет 8 см или 15 %. Существенный дефицит осадков в критический период не позволил гибридам в полной мере реализовать их генетический потенциал, и растения по окончании роста в этот год имели самую меньшую высоту: от 227 см у гибрида Полесский 202 первого срока сева до 260 см у ДН Галатея второго срока сева. Если ДН Пивиха имела одинаковые показатели высоты растений при обоих сроках сева (по 247 см), то растения гибридов ДН Галатея и Полесский 202 при майском севе были выше на 13–15 см. Засушливая погода привела к тому, что от фазы

цветения метелки до окончания роста прирост растений в высоту в 2021 г. оказался самым низким – в среднем 21,2 см и колебался от 19 см у гибрида ДН Галатея до 20 см у двух других гибридов раннего срока сева.

Трехлетние исследования по изучению динамики роста растений кукурузы под влиянием густоты их стояния и сроков сева различных по скороспелости гибридов показали, что на раннем этапе интенсивного роста заужение посева с 70 до 130 тыс. шт./га приводит к увеличению высоты в среднем на 5,9 % (рисунок 5).

В это время высота растений гибрида ДН Галатея раннего срока сева была наибольшей и в среднем по всем вариантам составляла 84 см, что на 4–5 см больше, чем у двух других гибридов. При оптимальном сроке сева наибольший показатель имел гибрид ДН Пивиха (76 см), что на 3–6 см больше, чем у гибридов ДН Галатея и Полесский 202.

К окончанию роста растений их высота у гибрида ДН Галатея по срокам сева не различалась (276 и 277 см) и при увеличении плотности стеблестоя снижалась на 6–12 см. По более ранним гибридам такой закономер-

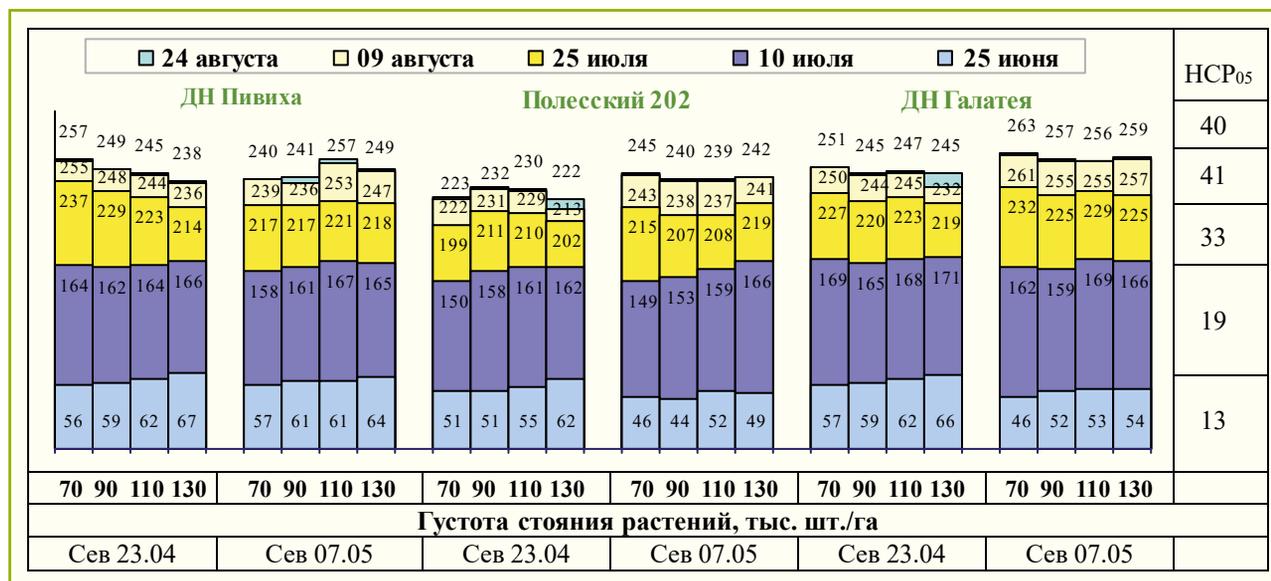


Рисунок 4 – Динамика роста растений гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева и густоты стояния в 2021 г., см

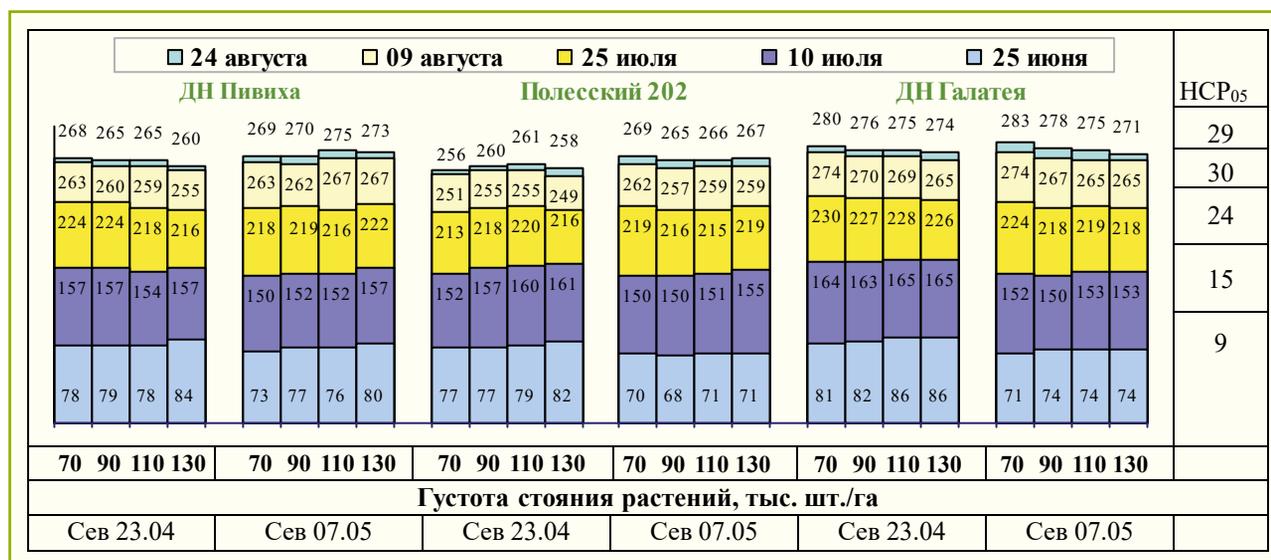


Рисунок 5 – Динамика роста растений гибридов кукурузы в зависимости от сроков сева и густоты стояния (2019–2021 г.), см

ности в снижении высоты при загущении посева не отмечено, тогда как майский сев приводил к повышению высоты растений с 264 до 272 см у гибрида ДН Пивиха и с 259 до 267 см у гибрида Полесский 202.

Как показали исследования, наибольший суточный прирост растений кукурузы в высоту в 2019 и 2021 г. наблюдался в период с 26 июня по 10 июля, а в 2020 г. – с 11 по 25 июля (таблица 2). При среднем показателе в 2019 г. 2,4–2,6 см в сутки при раннем севе и 2,8–2,9 см в сутки при оптимальном сроке сева максимальное значение в названный период составляло 4,0–4,5 см.

В 2020 г. среднесуточный прирост гибридов в высоту равнялся 2,8–2,9 см при раннем севе и 3,2–3,3 см – при оптимальном. Максимальные значения – 5,5–6,0 см в сутки. В 2021 г. суточный прирост гибридов в высоту – самый малый и равен 2,3–2,5 см при раннем севе и 2,6–2,8 см при оптимальном, в то время как максимальные значения самые большие – 6,8–7,5 см в сутки.

Температурный фактор оказывал существенное влияние не только на продолжительность довсходового периода, но и дальнейший прирост растений в высоту. Его заметное действие, особенно при раннем сроке

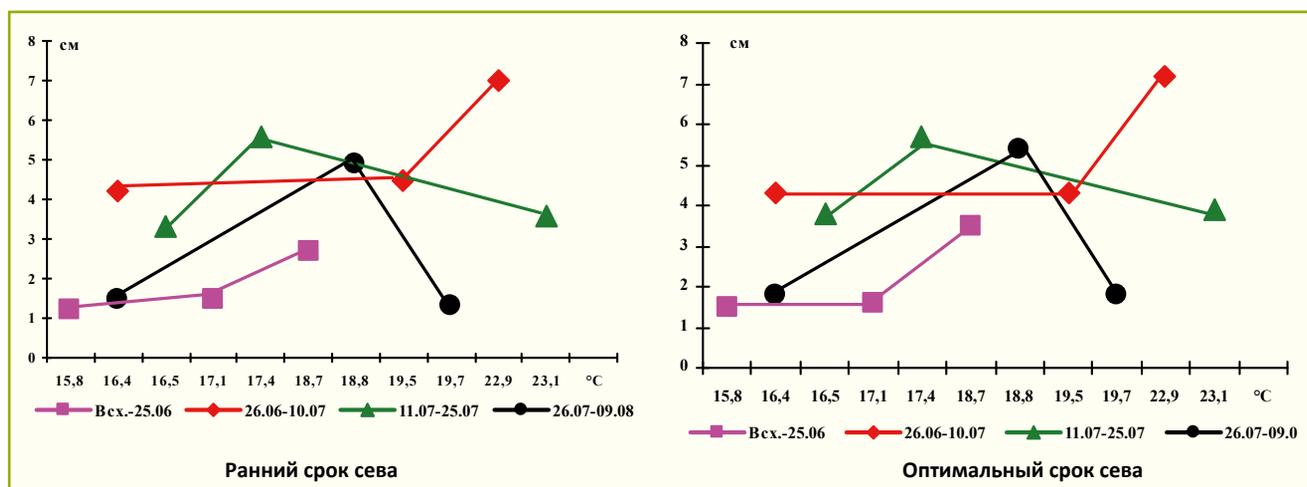


Рисунок 6 – Суточный прирост растений кукурузы в различные периоды роста и его связь с температурой воздуха (среднее по трем гибридам, 2019–2021 гг.)

Таблица 2 – Суточный прирост растений гибридов кукурузы в динамике при различных сроках сева

Учетный период	Суточный прирост растений, см							
	2019 г.		2020 г.		2021 г.		среднее	
	срок сева							
	20.04	4.05	20.04	4.05	23.04	7.05	20–23.04	4–7.05
ДН Пивиха								
Всходы – 25.06	2,7	3,4	1,2	1,6	1,6	1,8	1,8	2,3
26.06–10.07	4,0	4,2	4,4	4,2	6,9	6,8	5,1	5,1
11.07–25.07	3,4	4,0	5,5	5,6	4,2	3,7	4,4	4,4
26.07–9.08	1,4	1,8	4,9	5,7	1,3	1,7	2,5	3,1
10.08–24.08	0,1	0,1	0,9	1,1	0,1	0,2	0,4	0,5
Среднее	2,4	2,9	2,8	3,3	2,5	2,6	2,55	2,92
Полесский 202								
Всходы – 25.06	2,8	3,4	1,2	1,4	1,4	1,4	1,8	2,1
26.06–10.07	4,2	4,5	4,7	4,6	6,9	7,3	5,3	5,5
11.07–25.07	2,8	3,5	5,9	6,0	3,2	3,7	4,0	4,4
26.07–9.08	1,2	1,6	4,8	4,9	1,2	1,8	2,4	2,8
10.08–24.08	0,2	0,2	0,8	1,2	0,2	0,1	0,4	0,5
Среднее	2,4	2,8	2,9	3,2	2,3	2,6	2,51	2,87
ДН Галатhea								
Всходы – 25.06	2,8	3,5	1,4	1,5	1,6	1,5	1,9	2,2
26.06–10.07	4,3	4,1	4,6	4,2	7,2	7,5	5,4	5,3
11.07–25.07	3,6	3,8	5,5	5,5	3,6	4,2	4,2	4,5
26.07–9.08	1,8	2,0	5,1	5,7	1,4	1,9	2,8	3,2
10.08–24.08	0,2	0,2	0,9	1,5	0,3	0,2	0,5	0,6
Среднее	2,6	2,9	2,9	3,3	2,5	2,8	2,66	2,97

сева, просматривалось на протяжении двух учетных периодов: от всходов до 25 июня и с 26 июня по 10 июля. Коэффициент детерминации при раннем севе в первый учет равен 0,92, во второй – 0,86 (рисунок 6).

При оптимальном сроке сева он снизился до 0,86 и 0,78 соответственно. Последующие третий и четвертый 15-дневные периоды показали слабую связь суточного прироста растений в высоту с температурным режимом. Коэффициент детерминации составил 0,06–0,11 и 0,05–0,07 соответственно учетным периодам.

Выводы

1. В центральной зоне Беларуси температурный режим на 90 % определяет продолжительность довсходового периода кукурузы, который в годы исследований колебался от 9 °С до 13,5 °С. Уравнение регрессии выражается формулой:

$$y = -0,282x^2 + 3,5254x + 16,857,$$

где x – среднесуточная температура воздуха, °С;
 y – продолжительность периода «сев – всходы», сутки.

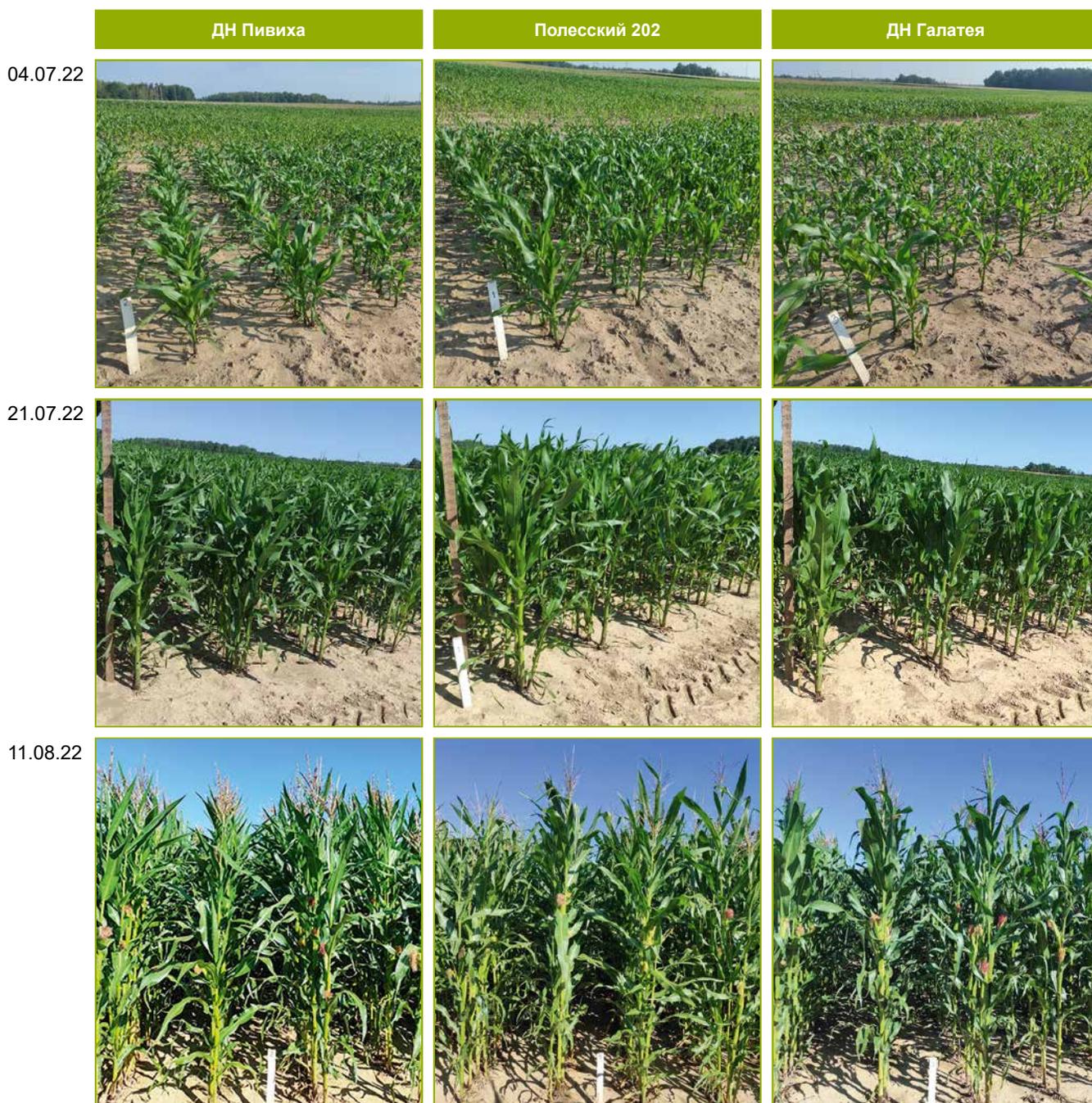
В дальнейшем, от всходов до цветения початков при апрельском севе температурный фактор также значительно (на 88 %) определяет продолжительность данного периода и находится в пределах от 17,0 °С до 20,0 °С. Уравнение регрессии имеет вид:

$$y = 1,5358x^2 - 62,66x + 708,11,$$

где x – среднесуточная температура воздуха, °С;
 y – продолжительность периода «всходы – цветение початков», сутки.

Однако при севе на 2 недели позже, когда температурный режим возрастает, этот фактор становится менее значимым для развития растений кукурузы.

2. Температурный фактор оказывает существенное влияние не только на продолжительность межфазных периодов, но прирост растений в высоту. Особенно это заметно при раннем сроке сева на протяжении двух



учетных периодов: от всходов до 25 июня и с 26 июня по 10 июля, где коэффициент детерминации составляет 0,92 и 0,86 соответственно. При оптимальном сроке сева он меньше – 0,86 и 0,78. В последующие третий и четвертый 15-дневные периоды суточный прирост растений в высоту слабо связан с температурным режимом: коэффициент детерминации соответственно учетным периодам – 0,06–0,11 и 0,05–0,07.

3. На раннем этапе интенсивного роста растений загущение посева с 70 до 130 тыс. шт./га приводит к увеличению их высоты в среднем на 5,9 %. К окончанию роста растений у гибрида ФАО 250 ДН Галатея при увеличении плотности стеблестоя она была ниже на 6–12 см и не различалась по срокам сева (276 и 277 см). По более ранним гибридам (ФАО 210-230) такой закономерности изменения высоты растений при загущении посева не отмечено, а майский сев приводил к повышению показателя с 264 до 272 см у гибрида ДН Пивиха и с 259 до 267 см – у гибрида Полесский 202.

4. От фазы цветения метелки до окончания роста растений кукурузы их прирост в высоту зависит от по-

годных условий года, генотипа гибрида, срока его сева и колеблется в пределах 19–49 см.

Литература

1. Влияние сроков сева и густоты стояния на показатели высоты растений гибридов кукурузы в орошаемых условиях юга Украины / Р. А. Вожегова [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр.; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.] / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – 2019. – Вып. 55. – С. 75–81.
2. Логинова, А. М. Влияние температурного режима и влагообеспеченности на продолжительность периода всходы – цветение початка у раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Западной Сибири / А. М. Логинова, В. С. Ильин, Г. В. Гетц // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 6. – С. 32–36.
3. Кадыров, С. В. Рост и развитие гибридов кукурузы при разных нормах высевы в условиях лесостепи центрального Черноземья / С. В. Кадыров, М. Ю. Харитонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4 (59). – С. 30–36.
4. Влащук, А. М. Влияние приемов агротехники на урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости / А. М. Влащук, Н. Н. Прищепо, А. С. Колпакова // Вестник БГСХА. – 2017. – № 4. – С. 105–108.

УДК 631.459.2+631.559

Почвозащитная эффективность и продуктивность севооборотов на дерново-подзолистых почвах в разной степени подверженных водной эрозии

Н. Н. Цыбулько, доктор с.-х. наук, И. А. Логачев, младший научный сотрудник, В. Б. Цырибко, А. М. Устинова, кандидаты с.-х. наук
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 25.08.2022 г.)

Приведены результаты изучения почвозащитной эффективности и продуктивности разных севооборотов. Установлено, что на средне- и сильноэродированных почвах зерновые и зерноотрубные севообороты с показателями почвозащитной способности 0,54–0,72 не обеспечивают предотвращение смыва почвы до предельно допустимого уровня. В травяно-зерновых севооборотах остаточный смыв на среднеэродированных почвах ниже допустимого, а на сильноэродированных почвах – выше в 1,5 раза. Ежегодный недобор продукции в севооборотах составляет на слабоэродированных почвах 2,0–5,2 ц/га к. ед., на среднеэродированных почвах – 2,5–15,7, на сильноэродированных почвах – 10,7–25,5 ц/га к. ед. Наиболее высокий выход кормовых единиц обеспечивают травяно-зерновые севообороты с люцерной.

The results of the study of soil protection efficiency and productivity of crop rotations are presented. It has been established that on medium and highly eroded soils, grain and grain-grass crop rotations with soil-protective capacity indicators of 0,54–0,72 do not prevent soil erosion to the maximum allowable level. In grass-grain crop rotations, the residual washout on moderately eroded soils is lower than the permissible washout, and on highly eroded soils it is 1,5 times higher. The annual shortage of products in crop rotations is 2,0–5,2 c/ha on slightly eroded soils, 2,5–15,7 c/ha on moderately eroded soils, and 10,7–25,5 c/ha on highly eroded soils units. The highest yield of fodder units is provided by grass-grain crop rotations with alfalfa.

Введение

На территории Беларуси эрозия почв – один из основных факторов их деградации, что вызвано как природными условиями, так и антропогенным воздействием – распространением склонового рельефа и высокой распаханностью сельскохозяйственных земель. Водной и ветровой эрозии почв подвержено 556,0 тыс. га сельскохозяйственных земель. Из общей площади эродированных почв смытыми являются 473,0 тыс. га, дефлированными – 83,0 тыс. га. Эродированные почвы приурочены преимущественно к пахотным землям [1].

Водно-эрозионные процессы вызываются талыми и ливневыми водами и проявляются на склонах в виде смыва верхней части почвенного покрова (плоскостная и струйчатая эрозия) или в виде размыва в глубину (линейная эрозия). Водная эрозия преобладает в северной и центральной частях республики (Витебская область – 9,9 % от общей площади пахотных земель, Могилевская – 8,9 %, Минская – 8,6 %, Гродненская – 8,1 %) [2, 3].

Потери гумуса и элементов питания, ухудшение агрофизических, биологических и агрохимических свойств отрицательно сказываются на производительной спо-

способности почв и урожайности возделываемых на них сельскохозяйственных культур. В наибольшей степени реагируют на эродированность почвы пропашные культуры, урожайность которых снижается на слабосмытых почвах на 20 %, на среднесмытых – на 40 и на сильносмытых почвах – на 60 %. Недоборы урожая зерновых и зернобобовых культур на слабоэродированных почвах в среднем составляют 12 %, на среднеэродированных – 28 и на сильноэродированных почвах – 40 %. Продуктивность многолетних трав может уменьшаться в зависимости от эродированности почвы на 5–30 % [4, 5].

В системе мероприятий по защите почв от эрозии и ведения земледелия на склоновых землях важнейшая роль принадлежит научно обоснованным севооборотам с правильным набором сельскохозяйственных культур и их размещением в агроландшафте. Основа почвозащитных севооборотов – эффективное использование почвозащитного действия культур. Различные сельскохозяйственные культуры обладают разной противоэрозионной способностью, зависящей от длительности пребывания на поле, плотности травостоя, мощности развития растений, количества послеуборочных растительных остатков, оставляемых на поверхности поля, технологии возделывания и влияния культур на плодородие почвы.

Разработаны коэффициенты почвозащитной способности разных групп сельскохозяйственных культур [6]. Многолетние травы обладают наибольшей почвозащитной эффективностью. Покрывая почву в течение всего года, они надежно защищают её от эрозии, хотя плотность травостоя в осенний, зимний и весенний периоды снижается. Озимые зерновые культуры несколько уступают многолетним травам. Они покрывают почву от 9 до 11 месяцев в году с максимумом в мае-июле. Эти группы культур должны составлять основу почвозащитных севооборотов. Их соотношение в структуре севооборота должно определяться крутизной склона

и интенсивностью эрозионных процессов. Яровые зерновые культуры защищают почву в течение 3 летних месяцев, а пропашные – 1–1,5 месяца. В почвозащитных севооборотах дополнением являются пожнивные, поукосные и подсевные культуры, для того чтобы не оставлять почву открытой после уборки основной культуры.

Целью настоящих исследований являлось изучение почвозащитной эффективности и продуктивности севооборотов с насыщением культурами, обладающими различной почвозащитной способностью, на дерново-подзолистых почвах в разной степени подверженных водной эрозии.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2017–2021 гг. в условиях центральной и северной почвенно-экологических провинций на стационаре «Стоковые площадки» (СПК «Щемяслица» Минского района) и стационаре «Браслав» (ОАО «Межаны» Браславского района).

Объекты исследований: дерново-палево-подзолистая почва, сформированная на легких лессовидных суглинках, расположенная на склоне южной экспозиции крутизной 6–7°. На водораздельной равнине расположены неэродированные почвы, в верхней части склона – среднеэродированные, в средней части – сильноэродированные, в нижней части склона – глееватые намывные почвы (стационар «Стоковые площадки»); дерново-палево-подзолистая почва, сформированная на легких лессовидных суглинках, расположенная на склоне северной экспозиции крутизной 4–5°. На водораздельной равнине расположены неэродированные почвы, в верхней части склона – слабоэродированные, в средней части – среднеэродированные, в нижней части склона – глееватые намывные почвы (стационар «Стоковые площадки»); дерново-подзолистая почва, сформированная на моренных суглинках, расположенная на склоне северо-восточной экспозиции крутизной 5–7°. На водораздельной равнине расположена неэродированная почва, в верхней части склона – слабо- и среднеэродированная, в средней части – сильноэродированная, в нижней части склона – намывная почва (стационар «Браслав»).

Изучались следующие севообороты:

- (стационар «Стоковые площадки» на склоне южной экспозиции крутизной 6–7°) – зерновой севооборот (озимая пшеница – овес – яровой рапс – яровая пшеница – озимая рожь) с показателем почвозащитной способности (H_{3C}) – 0,55; травяно-зерновой севооборот (озимая пшеница – однолетние травы с подсевом люцерны – люцерна 1–3 г. п.) с показателем почвозащитной способности (H_{3C}) – 0,81;
- (стационар «Стоковые площадки» на склоне северной экспозиции крутизной 4–5°) – зернотравяной севооборот (ячмень – овес – озимое тритикале – горох с овсом на зеленую массу – озимая пшеница) с показателем почвозащитной способности (H_{3C}) – 0,54; зернотравяной севооборот (ячмень – озимая рожь –



Состояние склоновых земель под зябью



Состояние склоновых земель под озимыми культурами

озимый рапс – озимое тритикале – горох с овсом на зеленую массу) с показателем почвозащитной способности (H_{3C}) – 0,64;

- (стационар «Браслав» на склоне северо-восточной экспозиции крутизной 5–7°) – зернотравяной севооборот (ячмень – горох с овсом на зеленую массу – озимое тритикале – горох с овсом на зеленую массу – озимая пшеница) с показателем почвозащитной способности (H_{3C}) – 0,54; травяно-зерновой севооборот (яровой рапс – яровая пшеница с подсевом люцерны – люцерна 3 г. п.) с показателем почвозащитной способности (H_{3C}) – 0,72.

Показатели почвозащитной способности севооборотов рассчитывали на основе коэффициентов противозерозионной способности отдельных сельскохозяйственных культур и насыщения ими севооборотов. Коэффициенты противозерозионной способности культур следующие: люцерна 2–3 г. п. – 0,98, люцерна 1 г. п. – 0,92, озимая пшеница, озимое тритикале, озимая рожь и озимый рапс – 0,84, яровая пшеница, ячмень, овес и яровой рапс – 0,35, однолетние травы – 0,34 [7].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате многолетних исследований, проведенных на эродированных дерново-подзолистых почвах Беларуси, установлено, что на склонах с крутизной 1–3° в основном располагаются слабоэродированные почвы с величиной потенциального смыва 2,1–5,0 т/га, на склонах с крутизной 3–5° – среднеэродированные почвы с потенциальным смывом 5,1–10,0 т/га и на склонах 5–7° – сильноэродированные почвы со среднегодовым смывом мелкозема 10,1–20,0 т/га [8].

Количественным критерием оценки эффективности противозерозионных мероприятий, включая почвозащит-

ные севообороты, является так называемый «предельно допустимый смыв почвы» (ПДС). Этот показатель представляет собой максимальные ежегодные потери почвы от эрозии, численно равные скорости почвообразования (образованию гумусового горизонта), при которых сохраняется неограниченно долго уровень плодородия почвы. Если смыв мелкозема не превышает темпов почвообразования, то почва сохраняет полнопрофильное строение. В тех случаях, когда противозерозионные мероприятия не применяются или применяются не в полной мере, потери почвы на обрабатываемых эродируемых землях превышают темпы почвообразования, что вызывает дальнейшую их деградацию. Установлено, что средне-взвешенное значение ПДС для дерново-подзолистых почв Беларуси составляет 2,0 т/га в год [9]. Сравнение предельно допустимого смыва почвы с величиной остаточных потерь ее после применения тех или иных противозерозионных приемов позволяет судить об эффективности последних.

В результате исследований изучена почвозащитная эффективность зернового, зернотравяных и травяно-зерновых севооборотов на дерново-подзолистых почвах, в разной степени подверженных эрозии. На слабоэродированных почвах потенциальный смыв мелкозема составлял 5,0 т/га в год, на среднеэродированных почвах – 10,0 и на сильноэродированных почвах – 15,0 т/га в год.

Установлено, что на дерново-подзолистых средне- и сильноэродированных почвах на лессовидных суглинках (склон южной экспозиции) зерновой севооборот с показателем почвозащитной способности (H_{3C}) 0,55 не обеспечивал предотвращение смыва почвы до предельно допустимого уровня (2,0 т/га в год). Ежегодные остаточные потери составляли в среднем соответственно 4,5 и 6,8 т/га, что превышало ПДС в 2,3–3,4 раза (таблица 1).

Таблица 1 – Почвозащитная эффективность севооборотов на дерново-подзолистых почвах, в разной степени подверженных эрозии

Севооборот	Степень эродированности почвы	Смыв почвы, т/га в год		
		потенциальный	предотвращенный	остаточный
<i>Склон южной экспозиции крутизной 5–7°</i>				
<i>Дерново-подзолистые почвы на лессовидных суглинках</i>				
Зерновой с H_{3C} – 0,55	средняя	10,0	5,5	4,5
	сильная	15,0	8,2	6,8
Травяно-зерновой с H_{3C} – 0,81	средняя	10,0	8,1	1,9
	сильная	15,0	12,1	2,9
<i>Склон северной экспозиции крутизной 4–5°</i>				
<i>Дерново-подзолистые почвы на лессовидных суглинках</i>				
Зернотравяной с H_{3C} – 0,54	слабая	5,0	2,7	2,3
	средняя	10,0	5,4	4,6
Зернотравяной с H_{3C} – 0,64	слабая	5,0	3,2	1,8
	средняя	10,0	6,4	3,6
<i>Склон северо-восточной экспозиции крутизной 5–7°</i>				
<i>Дерново-подзолистые почвы на моренных суглинках</i>				
Зернотравяной с H_{3C} – 0,54	слабая	5,0	2,7	2,3
	средняя	10,0	5,4	4,6
	сильная	15,0	8,1	6,9
Травяно-зерновой с H_{3C} – 0,72	слабая	5,0	3,6	1,4
	средняя	10,0	7,2	2,8
	сильная	15,0	10,8	4,2

В травяно-зерновом севообороте ($H_{3C} - 0,81$) ежегодный предотвращенный смыв на среднеэродированной почве составил 8,1 т/га, а остаточный – 1,9 т/га, что ниже ПДС. На сильноэродированной почве остаточные потери мелкозема в 1,5 раза превышали предельно допустимый смыв и составляли 2,9 т/га в год.

На дерново-подзолистых слабо- и среднеэродированных почвах на лессовидных суглинках на склоне северной экспозиции изучена почвозащитная эффективность двух зернотравяных севооборотов с показателями почвозащитной способности 0,54 и 0,64. На слабоэродированной почве севооборот с $H_{3C} - 0,64$ обеспечил надежную противоэрозионную защиту, а на среднеэродированной почве остаточный смыв превышал допустимый уровень. В севообороте с $H_{3C} - 0,54$ ежегодные потери мелкозема составляли в среднем на слабо- и среднеэродированной почвах соответственно 2,3 и 4,6 т/га, то есть были выше ПДС.

На дерново-подзолистых слабо-, средне- и сильноэродированных почвах на моренных суглинках, расположенных на склоне северо-восточной экспозиции с крутизной 5–7°, изучена почвозащитная эффективность зернотравяного севооборота с $H_{3C} - 0,54$ и травяно-зернового севооборота с $H_{3C} - 0,72$. В зернотравяном севообороте потери почвы при эрозии были близкими к допустимому смыву на слабоэродированной почве, а на средне- и сильноэродированной почвах превышали в 2,3 и 3,5 раза соответственно. В травяно-зерновом севообороте ежегодный смыв был ниже ПДС, а на средне- и сильноэродированной почвах выше на 0,8 и 2,2 т/га в год.

Продуктивность сельскохозяйственных культур в изучаемых зерновом, зернотравяных и травяно-зерновых севооборотах изменялась по годам и зависела от почвенных условий, степени эродированности почв, экспозиции склонов, на которых они возделывались.

В зерновом севообороте на дерново-подзолистых почвах, сформированных на лессовидных суглинках, возделывали озимую пшеницу, озимую рожь, яровую пшеницу, овес, яровой рапс на семена.

Урожайность озимой пшеницы на неэродированной и среднеэродированной почве была одинаковой – 58,2–58,3 ц/га зерна, а на сильноэродированной почве существенно ниже – 47,1 ц/га (таблица 2).

Озимая рожь формировала более высокую урожайность. На неэродированной почве получено 65,9 ц/га зерна, на средне- и сильноэродированных почвах – соответственно 63,6 и 52,1 ц/га.

Из яровых зерновых культур в севообороте возделывали яровую пшеницу и овес. Урожайность их на неэродированной почве составила соответственно 49,6 и 35,8 ц/га зерна. На среднеэродированной почве снижение продуктивности этих культур составило всего 1,3 и 2,2 ц/га, а на сильноэродированной почве – 4,1 и 5,3 ц/га зерна соответственно. Урожайность ярового рапса на семена изменялась от 19,3 ц/га на неэродированной почве до 16,5 ц/га – на сильноэродированной почве.

В целом наибольший сбор кормовых единиц обеспечила озимая рожь – соответственно на неэродированной, средне- и сильноэродированной почвах 95,6; 92,2 и 75,5 ц/га.

В травяно-зерновом севообороте на дерново-подзолистых почвах на лессовидных суглинках возделывали озимую пшеницу, горох с овсом на зеленую массу и люцерну посевную 3-х лет пользования.

Урожайность озимой пшеницы на неэродированной почве сформирована 52,3 ц/га зерна, на среднеэродированной почве – 47,7 и на сильноэродированной почве – 43,6 ц/га. Продуктивность люцерны наибольшей была во второй год пользования и составила за 3 укоса на неэродированной почве 749,6 ц/га зеленой массы, на средне- и сильноэродированной почвах – соответственно 666,7 и 649,6 ц/га. Люцерна 2-го г. п. обеспечила за севооборот наибольший сбор кормовых единиц – 136,4–157,4 ц/га в зависимости от эродированности почвы.

На дерново-подзолистых почвах на лессовидных суглинках, расположенных на склоне северной экспозиции, изучали два зернотравяных севооборота. В севообороте с $H_{3C} - 0,54$ возделывали ячмень, овес, озимое тритикале, горох с овсом на зеленую массу и озимую пшеницу, в севообороте с $H_{3C} - 0,64$ – ячмень, озимую рожь, озимый рапс, озимое тритикале, горох с овсом на зеленую массу.

В первом севообороте урожайность ячменя на неэродированной, средне- и сильноэродированной почвах составила соответственно 56,2; 53,0 и 51,8 ц/га зерна. Урожайность овса была значительно ниже и колебалась в пределах 27,7–32,7 ц/га. Озимые зерновые культуры обеспечили достаточно высокую продуктивность: озимое тритикале – 56,7–69,1 ц/га, озимая пшеница – 53,9–69,3 ц/га. Снижение урожайности этих культур на слабоэродированной почве составило 0,8 и 9,9 ц/га, на среднеэродированной почве – 12,4 и 15,4 ц/га зерна соответственно.

Во втором севообороте урожайность ячменя была такой же, как и в первом севообороте – 51,6–56,2 ц/га зерна. На слабо- и среднеэродированной почвах она была ниже – 3,1–4,6 ц/га.

Из озимых зерновых культур в севообороте возделывали озимую рожь и озимое тритикале. На неэродированной почве получена урожайность озимой ржи 54,8 ц/га зерна, на слабоэродированной почве ниже на 3,5 ц/га, на среднеэродированной почве – на 8,5 ц/га.

Сформирована достаточно высокая продуктивность озимого тритикале – 76,4 ц/га на почве, не подверженной эрозии, и 73,9 и 71,8 ц/га соответственно на слабо- и среднеэродированной почвах.

Урожайность озимого рапса (третья культура севооборота) на семена изменялась от 37,6 ц/га на неэродированной почве до 34,3 ц/га – на среднеэродированной почве.

На дерново-подзолистых почвах, сформированных на моренных суглинках, расположенных на склоне северо-восточной экспозиции, изучали продуктивность сельскохозяйственных культур в зернотравяном и травяно-зерновом севооборотах.

В зернотравяном севообороте возделывали ячмень, горох с овсом на зеленую массу, озимое тритикале и озимую пшеницу. Урожайность зерна ячменя на почве, не подверженной эрозии, составила 40,5 ц/га. На слабоэродированной почве она была ниже незначительно – на 1,5 ц/га, на среднеэродированной почве – на 2,8 ц/га, а на сильноэродированной почве уменьшилась на 11,6 ц/га (таблица 3).

На дерново-подзолистых почвах на моренных суглинках, как и на почвах, сформированных на лессовидных суглинках, получена высокая урожайность озимого тритикале – 77,2 ц/га на почве, не подверженной эрозии, 65,6 ц/га – на слабоэродированной почве, 61,8 ц/га – на среднеэродированной почве и 54,1 ц/га – на сильноэроди-

рованной почве. На эродированных почвах урожайность снижалась на 11,6–23,1 ц/га.

Продуктивность озимой пшеницы была ниже, чем озимого тритикале, и составила на неэродированной почве 53,3 ц/га, на слабо-, средне- и сильноэродированной почвах – соответственно на 4,5; 5,3 и 8,4 ц/га ниже.

Урожайность однолетних трав (горох с овсом) изменялась по годам и степеням эродированности почвы от 161,1 до 342,7 ц/га зеленой массы. Снижение ее на эродированных почвах колебалось от 30,0 до 152,0 ц/га.

В травяно-зерновом севообороте возделывали яровой рапс на семена, яровую пшеницу, люцерну посевную 3-х лет пользования. Урожайность ярового рапса на почве, не подверженной эрозии, составила 26,8 ц/га. На слабоэродированной почве она была незначительно ниже – на 1,8 ц/га, на среднеэродированной почве – на 5,3 ц/га, а на сильноэродированной почве уменьшилась на 9,4 ц/га.

Урожайность яровой пшеницы на неэродированной почве сформирована 40,4 ц/га зерна, на слабо-, средне-

Таблица 2 – Продуктивность культур севооборотов на дерново-подзолистых почвах, сформированных на лессовидных суглинках

Культура севооборота	Степень эродированности почвы			
	неэродированная	слабая	средняя	сильная
<i>Зерновой севооборот с $N_{3c} - 0,55$ на склоне южной экспозиции</i>				
Озимая пшеница	*58,3/79,3	–	58,2/79,2	47,1/64,1
Овес	35,8/46,9	–	33,6/44,0	30,5/40,0
Яровой рапс на семена	19,3/39,4	–	17,0/34,7	16,5/33,7
Яровая пшеница	49,6/68,0	–	48,3/66,2	45,5/62,3
Озимая рожь	65,9/95,6	–	63,6/92,2	52,1/75,5
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	65,8	–	63,3	55,1
<i>Травяно-зерновой севооборот с $N_{3c} - 0,81$ на склоне южной экспозиции</i>				
Озимая пшеница	52,3/71,1	–	47,7/64,9	43,6/59,3
Горох с овсом на зеленую массу	172,2/31,0	–	138,7/25,0	126,0/22,7
Люцерна 1 г. п.	627,9/131,9	–	534,9/112,3	474,4/99,6
Люцерна 2 г. п.	749,6/157,4	–	666,7/140,0	649,6/136,4
Люцерна 3 г. п.	346,1/72,7	–	317,2/66,6	246,8/51,8
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	92,8	–	81,8	74,0
<i>Зернотравяной севооборот с $N_{3c} - 0,54$ на склоне северной экспозиции</i>				
Ячмень	56,2/84,3	53,0/79,5	51,8/77,7	–
Овес	32,7/42,8	29,5/38,6	27,7/36,3	–
Озимое тритикале	69,1/99,5	68,3/98,4	56,7/81,6	–
Горох с овсом на зеленую массу	224,4/40,4	213,5/38,4	189,2/34,1	–
Озимая пшеница	69,3/94,2	59,4/80,8	53,9/73,3	–
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	72,2	67,1	60,6	–
<i>Зернотравяной севооборот с $N_{3c} - 0,64$ на склоне северной экспозиции</i>				
Ячмень	56,2/84,3	53,1/79,5	51,6/77,7	–
Озимая рожь	54,8/79,5	51,3/74,4	46,3/67,1	–
Озимый рапс	37,6/76,7	36,3/74,1	34,3/70,0	–
Озимое тритикале	76,4/110,0	73,9/106,4	71,8/103,4	–
Горох с овсом на зеленую массу	226,0/40,7	258,4/46,5	170,7/30,7	–
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	78,2	76,2	69,8	–

Примечание – *Над чертой – урожайность продукции (зерно, семена, зеленая масса), ц/га; под чертой – урожайность в переводе продукции в кормовые единицы, ц/га.

Таблица 3 – Продуктивность культур севооборотов на дерново-подзолистых почвах, сформированных на моренных суглинках

Культура севооборота	Степень эродированности почвы			
	неэродированная	слабая	средняя	сильная
<i>Зернотравяной севооборот с $N_{3C} = 0,54$ на склоне северо-восточной экспозиции</i>				
Ячмень	*40,5/60,8	39,0/58,5	37,7/56,6	28,9/43,4
Горох с овсом на зеленую массу	221,1/39,8	230,9/41,6	191,1/34,4	161,1/29,0
Озимое тритикале	77,2/111,2	65,6/94,5	61,8/89,0	54,1/77,9
Горох с овсом на зеленую массу	338,7/61,0	342,7/61,7	241,3/43,4	186,7/33,6
Озимая пшеница	53,3/72,5	48,8/66,4	48,0/65,3	44,9/61,1
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	69,1	64,5	57,7	49,0
<i>Травяно-зерновой севооборот с $N_{3C} = 0,72$ на склоне северо-восточной экспозиции</i>				
Яровой рапс на семена	26,8/54,7	25,0/51,0	21,5/43,9	17,4/35,5
Яровая пшеница	40,4/55,3	39,8/54,5	34,5/47,3	31,2/42,7
Люцерна 1 г. п.	454,1/95,4	438,6/92,1	387,1/81,3	342,4/71,9
Люцерна 2 г. п.	551,1/115,7	502,0/105,4	412,9/86,7	392,5/82,4
Люцерна 3 г. п.	495,0/104,0	457,6/96,1	414,8/87,1	308,6/64,8
В среднем за севооборот, ц/га к. ед.	85,0	79,8	69,3	59,5

Примечание – *Над чертой – урожайность продукции (зерно, семена, зеленая масса), ц/га; под чертой – урожайность в переводе продукции в кормовые единицы, ц/га.

и сильноэродированной почвах – соответственно 39,8; 34,5 и 31,2 ц/га.

Продуктивность люцерны наибольшей была во второй год пользования и составила за 2 укоса на неэродированной почве 551,1 ц/га зеленой массы, на слабо-, средне- и сильноэродированной почвах – соответственно 502,0; 412,9 и 392,5 ц/га. В целом за 3 года снижение урожайности ее на слабоэродированной почве колебалось в пределах 15,5–49,1 ц/га зеленой массы, на среднеэродированной почве – 67,0–138,2 ц/га, на сильноэродированной почве – 111,7–186,4 ц/га зеленой массы.

Для сравнительной оценки продуктивности изучаемых севооборотов получаемая в них продукция сельскохозяйственных культур переведена в кормовые единицы.

Наиболее высокую продуктивность как в центральной (дерново-подзолистые почвы, сформированные на лессовидных суглинках), так и в северной (дерново-подзолистые почвы, сформированные на моренных суглинках) почвенно-экологических зонах Беларуси обеспечили травяно-зерновые севообороты с люцерной посевной 3-хлетнего пользования. На дерново-подзолистых почвах на лессовидных и моренных суглинках выход кормовых единиц составил в среднем по почвенно-эрозионным катенам соответственно 82,9 и 73,4 ц/га в год, а суммарный сбор за севообороты – 414,3 и 367,0 ц/га (таблица 4).

На дерново-подзолистых почвах на лессовидных суглинках, расположенных на склоне северной экспозиции, из зернотравяных севооборотов более высокой продуктивностью отличался севооборот с большей почвозащитной способностью ($N_{3C} = 0,64$). Выход кормовых единиц составил в среднем по почвенно-эрозионной катене 74,7 ц/га в год, а суммарный сбор за севооборот – 373,7 ц/га.

Ежегодный недобор продукции в севооборотах по отношению к неэродированным почвам колебался на слабоэродированных почвах от 2,0 до 5,2 ц/га к. ед., на среднеэродированных почвах – от 2,5 до 15,7 и на сильноэродированных почвах – от 10,7 до 25,5 ц/га к. ед.

Закключение

На дерново-подзолистых средне- и сильноэродированных почвах зерновые и зернотравяные севообороты с показателями почвозащитной способности 0,54–0,72 не обеспечивают предотвращение смыва почвы до предельно допустимого уровня. В травяно-зерновых севооборотах остаточный смыв на среднеэродированной почве ниже допустимого, а на сильноэродированной почве – выше в 1,5 раза.

Ежегодный недобор продукции в севооборотах по отношению к неэродированным почвам составляет на слабоэродированных почвах 2,0–5,2 ц/га к. ед., на среднеэродированных почвах – 2,5–15,7, на сильноэродированных почвах – 10,7–25,5 ц/га к. ед. Наиболее высокую продуктивность на эродированных почвах обеспечивают травяно-зерновые севообороты с люцерной 3-хлетнего пользования. На дерново-подзолистых почвах на лессовидных и моренных суглинках выход кормовых единиц составил в среднем по почвенно-эрозионным катенам соответственно 82,9 и 73,4 ц/га в год, а суммарный сбор за севообороты – 414,3 и 367,0 ц/га.

Литература

1. Почвы Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.
2. Цыбулько, Н. Н. Эрозионная деградация почвенного покрова Беларуси / Н. Н. Цыбулько // Природные ресурсы. – 2006. – № 3. – С. 23–32.

Таблица 4 – Продуктивность севооборотов на дерново–подзолистых почвах разной степени эродированности

Севооборот	Эродированность почвы	Сбор кормовых единиц, ц/га		
		суммарный за севооборот	в среднем в год	недобор на смытых почвах
<i>Дерново-подзолистые почвы на лессовидных суглинках, склон южной экспозиции</i>				
Зерновой (Н _{ЗС} – 0,55)	неэродированная	329,0	65,8	–
	среднеэродированная	316,5	63,3	2,5
	сильноэродированная	275,5	55,1	10,7
	в среднем по катене	307,0	61,4	–
Травяно–зерновой (Н _{ЗС} – 0,81)	неэродированная	464,0	92,8	–
	среднеэродированная	409,0	81,8	11,0
	сильноэродированная	370,0	74,0	18,8
	в среднем по катене	414,3	82,9	–
<i>Дерново-подзолистые почвы на лессовидных суглинках, склон северной экспозиции</i>				
Зернотравяной (Н _{ЗС} – 0,54)	неэродированная	361,0	72,2	–
	слабоэродированная	335,5	67,1	5,1
	среднеэродированная	303,0	60,6	11,6
	в среднем по катене	333,2	66,6	–
Зернотравяной (Н _{ЗС} – 0,64)	неэродированная	391,0	78,2	–
	слабоэродированная	381,0	76,2	2,0
	среднеэродированная	349,0	69,8	8,4
	в среднем по катене	373,7	74,7	–
<i>Дерново-подзолистые почвы на моренных суглинках, склон северо-восточной экспозиции</i>				
Зернотравяной (Н _{ЗС} – 0,54)	неэродированная	345,5	69,1	–
	слабоэродированная	322,5	64,5	4,6
	среднеэродированная	288,5	57,7	11,4
	сильноэродированная	245,0	49,0	20,1
	в среднем по катене	300,4	60,1	–
Травяно–зерновой (Н _{ЗС} – 0,72)	неэродированная	425,0	85,0	–
	слабоэродированная	399,0	79,8	5,2
	среднеэродированная	346,5	69,3	15,7
	сильноэродированная	297,5	59,5	25,5
	в среднем по катене	367,0	73,4	–

- Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под общ. ред. В. В. Лапы, А. Ф. Черныша; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 170 с.
- Цыбулько, Н. Н. Производительная способность почв, в разной степени подверженных эрозионной деградации / Н. Н. Цыбулько // Аграрная экономика. – 2018. – № 8. – С. 31–37.
- Влияние эродированности дерново-подзолистых почв на продуктивность сельскохозяйственных культур (результаты длительных полевых опытов) / Н. Н. Цыбулько [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 2 (67). – С. 7–17.
- Жукова, И. И. Развитие эрозионных процессов на дерново-подзолистых пылевато-суглинистых почвах центральной провинции Беларуси при возделывании различных сельскохозяйственных культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 05.02.01 / И. И. Жукова; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2001. – 18 с.
- Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси: рекомендации / РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси»; под общ. ред. А. Ф. Черныша. – Минск, 2005. – 52 с.
- Деградация почв сельскохозяйственных земель Беларуси: виды и количественная оценка / А. Ф. Черныш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2 (57). – С. 7–18.
- Предельно допустимый и потенциально возможный смыл дерново-подзолистых суглинистых почв Беларуси / А. Ф. Черныш [и др.] // Почвенные исследования и применение удобрений. – Минск, 1999. – Вып. 25. – С. 31–41.

Влияние дробного внесения азота в комплексе с микроудобрениями на урожайность льносемян и сбор масла при возделывании льна масличного

Н. А. Сапего, соискатель
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 24.06.2022)

Внесение жидких комплексных удобрений, рекомендованных для льна масличного, совместно с дозой минерального азота N_{20} в подкормку в фазе «елочка» повысило урожай маслосемян в зависимости от варианта обработки на 0,6–1,3 ц/га или 3,7–8,2 %, сбор масла – на 0,3–0,7 ц/га или 4,6–10,9 % по сравнению с фоном, где минеральный азот вносился только под предпосевную культивацию. Оптимальные условия вегетационного периода обеспечили повышение урожайности семян льна масличного еще на 10 %, а сбор масла – на 16,6 %. Применение бора и цинка совместно с азотно-серосодержащими и азотно-калийными жидкими удобрениями и азотом в качестве некорневой подкормки льна масличного дополнительно увеличивает урожай семян и сбор масла до 0,2 ц/га.

Введение

Использование удобрений в земледелии является одним из основных факторов интенсификации и увеличения продукции растениеводства в целом и льноводства в частности [1, 2]. При этом стоит задача не только получения высокого урожая, но и снижения его себестоимости. Особое значение имеет эффективное внесение азотных удобрений как в основную заправку, так и в подкормки посевов с учетом плодородия почв и метеорологических условий, поскольку азот является одним из важнейших факторов, определяющих урожай и качество продукции [2]. Однако интенсификация любого производства сельскохозяйственной продукции повышает потребность растений не только в макроэлементах и, в частности, азоте, но и в микроэлементах [3]. Одновременное применение макро- и микроэлементов является более эффективным и менее затратным приемом, что легло в основу одной из научных комплексных разработок по льну масличному [4]. Использование жидких минеральных удобрений в качестве некорневой подкормки способствует усвоению питания растениями через листья, увеличению урожайности и улучшению качества продукции.

Несбалансированность минерального питания в настоящее время является основным фактором, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур [5, 6]. В связи с этим на мировом рынке минеральных удобрений все больше растет спрос на жидкие минеральные удобрения в виде раствора или суспензии, содержащие NK, NP, NPK и предназначенные как для основного внесения в почву, так и для некорневых подкормок. Биологические особенности льна масличного обуславливают его отзывчивость на такие микроэлементы, как бор, цинк, медь и некоторые другие [6].

Целью наших исследований являлось изучение влияния дробного внесения азота в комплексе с микроудобрениями, сбалансированными по составу макро- и микроэлементов с учетом биологических особенностей льна масличного, разработанных в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» [4, 6], на фоне различающихся приемов внесения минерального азота как для основного внесения, так и в составе некорневых подкормок совместно с микроудобрениями на урожай маслосемян и выход масла. Поскольку основной продукцией льна масличного являются семена, а не волокно, как у льна-долгунца, то в силу этих особенностей лен масличный характеризуется более высоким потреблением азота [7].

The introduction of liquid complex fertilizers recommended for oilseed flax, together with a dose of mineral nitrogen N_{20} in the top dressing in the «herringbone» phase increased the yield of oilseeds, depending on the treatment option, by 0,6–1,3 c/ha or 3,7–8,2 %, oil collection – by 0,3–0,7 c/ha or 4,6–10,9 % compared to the background, where mineral nitrogen was introduced only for pre-sowing cultivation. Optimal conditions of the growing season provided an increase in the yield of oilseed flax seeds by another 10 %, and the oil harvest – by 16,6 %. The use of boron and zinc together with nitrogen-sulfur-containing and nitrogen-potassium liquid fertilizers and nitrogen as a foliar top dressing of oilseed flax additionally increases seed yield and oil harvest to 0,2 c/ha.

роэлементов с учетом биологических особенностей льна масличного, разработанных в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» [4, 6], на фоне различающихся приемов внесения минерального азота как для основного внесения, так и в составе некорневых подкормок совместно с микроудобрениями на урожай маслосемян и выход масла. Поскольку основной продукцией льна масличного являются семена, а не волокно, как у льна-долгунца, то в силу этих особенностей лен масличный характеризуется более высоким потреблением азота [7].

Методика проведения исследований

Полевые опыты заложены согласно общепринятой методике проведения полевых опытов с четырехкратной повторностью [8] на опытном поле РУП «Институт льна». Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, гумус – 1,50–1,75 %, $pH_{(KCl)}$ – 5,03–5,05, P_2O_5 – 208–242 мг/кг, K_2O – 208–273 мг/кг почвы. Предшественник – яровые зерновые. Учетная площадь делянок – 12,5 м².

Объектом исследований являлся сорт льна масличного Илим, характерная особенность которого – крупносемянность: масса 1000 семян у него в полевых опытах достигала 7,3 г. За годы государственного сортоиспытания в Республике Беларусь этот показатель данного сорта был ниже – в среднем на уровне 6,2 г [9].

Схема опыта включала в себя два блока:

I блок: 1) контроль без удобрений; 2) $N_{60}P_{40}K_{80}$ – фон 1; 3) фон 1 + азотно-серосодержащее удобрение без добавок (NS = 20–4); 4) фон 1 + азотно-серосодержащее удобрение (NS = 20–4) с добавками микроэлементов B (0,15), Zn (0,10), V, Zn; 5) фон 1 + азотно-калийное удобрение без добавок (NK = 10–12); 6) фон 1 + азотно-калийное удобрение (NK = 10–12) с добавками микроэлементов B (0,15), Zn (0,10);

II блок: 1) контроль без удобрений; 2) $N_{40}P_{40}K_{80}$ + N_{20} – фон 2; 3) фон 2 + азотно-серосодержащее удобрение без добавок (NS = 20: 4); 4) фон 2 + азотно-

серосодержащее удобрение (NS = 20: 4) с добавками микроэлементов В (0,15), Zn (0,10), В, Zn; 5) фон 2 + азотно-калийное удобрение без добавок (NK = 10: 12); 6) фон 2 + азотно-калийное удобрение (NK = 10: 12) с добавками микроэлементов В (0,15), Zn (0,10).

В качестве основного удобрения в почву вносили смесь стандартных удобрений (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий). Фон 1 предусматривал внесение всей дозы азота под предпосевную культивацию N_{60} , фон 2 – внесение дозы азота N_{40} под предпосевную культивацию + N_{20} в подкормку льна масличного в фазе «елочка» совместно с жидкими комплексными удобрениями. Более подробно характеристика исходного материала и методика проведения опытов даны нами ранее [10, 11].

Результаты исследований и их обсуждение

За период наблюдений выявлено, что уровень урожайности льна масличного определялся температурой воздуха и количеством осадков, выпавших в течение вегетации культуры, наличием в почве доступных для растений элементов питания, количеством вносимых минеральных удобрений. Результаты опытов показали эффективность применения минеральных удобрений и жидких комплексных удобрений на льне масличном в различных погодных условиях.

Внесение минерального азота дробно под лен масличный существенно повышает как урожайность маслосемян, так и сбор масла за годы исследований (рисунок 1).

При этом урожайность возрастает не только по отношению к контролю, но и по сравнению с такой же дозой минерального азота, внесенной под предпосевную культивацию.

Повышение урожая семян льна масличного было существенным – достоверная прибавка при внесении дозы N_{60} под предпосевную культивацию составила 3,8 ц/га в среднем за 4 года исследований. При дробном внесении азота урожай семян льна масличного возрос по сравнению с контролем, где использовался только запас питательных веществ почвы, на 4,7 ц/га или на 29,7 %. Это явление характерно и для сбора масла: прибавка в среднем составила +1,9 ц/га или 29,2 %. Однако в отдельные годы, особенно благоприятные, она была выше и по сравнению с контролем, и с одноразовым внесением минерального азота под предпосевную культивацию (рисунок 2). Так, в оптимальном по влажности 2019 г. (ГТК = 1,54)

средняя урожайность по всем вариантам при внесении азота дробно составила 19,2 ц/га, сбор масла – 8,4 ц/га. В избыточно влажном 2020 г. средний урожай маслосемян по данному блоку составил лишь 72 % к уровню 2019 г., сбор масла снизился более чем на 30 %.

Поскольку метеорологические условия



Сорт льна масличного Илим
(слева – фон 1, справа – фон 2)

2018–2021 гг. были различными, от благоприятных в 2019 г. до крайне засушливых в 2021 г., то их влияние существенно отразилось и на формировании урожая маслосемян, и на сборе масла с гектара. Распределение осадков и температура воздуха в вегетационный период были также неравномерными и по годам, и по месяцам.

Так, в мае 2018 г. выпал минимальное количество осадков (таблица), и растения могли поглощать лишь влагу, накопившуюся в почве. Наоборот, в июле количество выпавших осадков превысило многолетнее значение в 5,7 раза, а в августе – в 2,4 раза, что привело к удлинению вегетационного периода и создало существенные трудности при проведении уборки льна масличного.

Стоит отметить, что сумма осадков за вегетационный период 2018 г. составила 332,2 мм, в 2019 г. – 350,6 мм, в 2020 г. – 371,8 мм и в 2021 г. – 250,2 мм, что составляло от 42,9 до 56,9 % от годовой нормы осадков. Сумма активных температур в 2018–2021 гг. составила 2448,5 °С, 2282,6 °С, 2189,0 °С и 2199,0 °С соответственно, что превышало среднюю многолетнюю температуру на 2,7–14,8 °С.

Количество осадков всего вегетационного периода 2019 г. было выше многолетней нормы, за исключением июня, однако температурный режим сохранялся высоким по сравнению со среднемноголетним, что создало растениям льна масличного довольно комфортные условия для развития.

Гидротермический коэффициент 2020 г. был равен 1,70, что характеризовало его как переувлажненный, причем самым дождливым месяцем был июнь, количество осадков в котором превысило многолетнее значение в 3,4 раза.

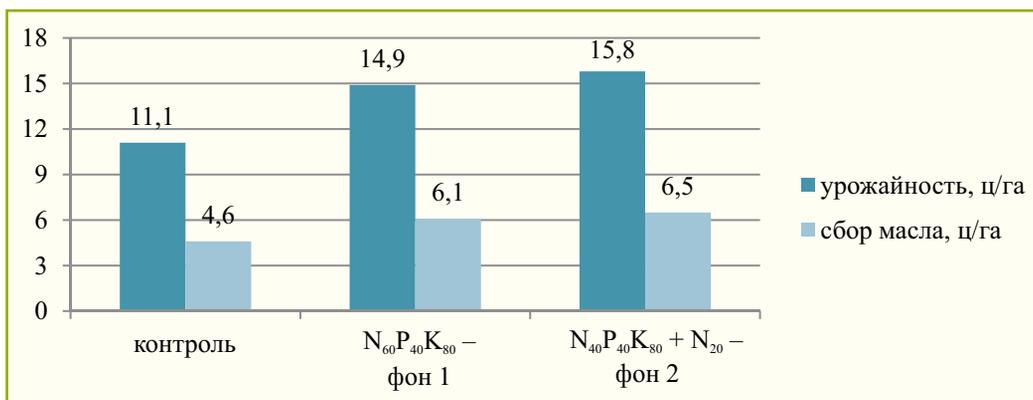


Рисунок 1 – Урожайность маслосемян и сбор масла при разных способах внесения минерального азота (2018–2021 гг.)

Метеоусловия вегетационных периодов льна масличного

Год	Осадки, мм					Температура воздуха, °С				
	апрель	май	июнь	июль	август	апрель	май	июнь	июль	август
Многолетняя норма	13,3	20,9	30,2	26,5	23,3	6,4	12,6	15,9	17,9	16,7
2018	12,7	21,0	89,9	153,0	55,6	8,7	16,7	16,5	19,0	18,8
2019	1,5	103,7	49,2	106,1	90,1	7,8	14,3	20,2	16,0	16,3
2020	5,5	60,8	101,8	69,7	137,7	6,0	10,9	19,2	17,7	17,6
2021	41,9	63,5	39,6	19,2	86,0	8,0	12,3	19,4	22,5	18,1

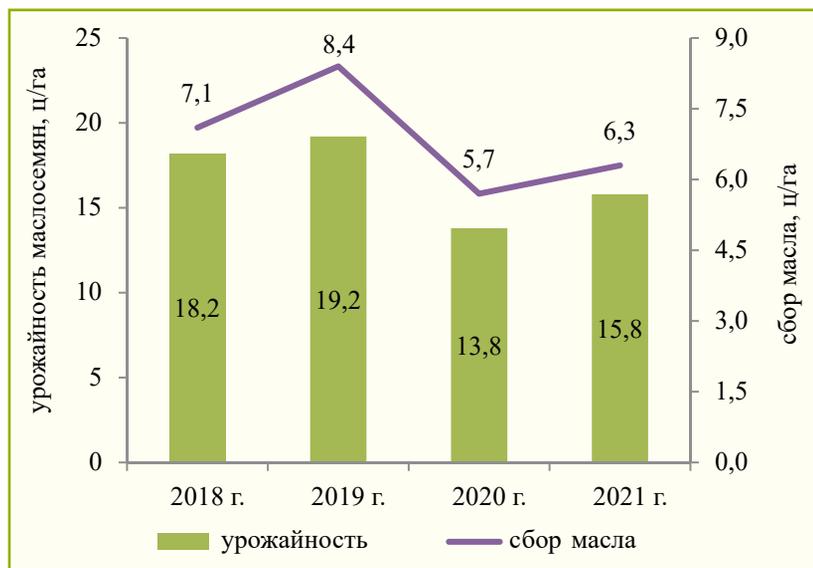


Рисунок 2 – Урожайность маслосемян и сбор масла при дробном внесении азота в зависимости от вегетационного периода льна масличного

Гидротермический коэффициент 2021 г. был ниже – 1,14, что указывает на слабозасушливый вегетационный период, с неравномерным распределением атмосферных осадков по месяцам. Если апрель – май характеризовались большим количеством осадков (41,9 и 63,5 мм соответственно), то июнь и июль оказались засушливыми при высокой температуре воздуха, и растения льна в эти месяцы испытывали дефицит влаги. Как показали результаты исследований, засушливый вегетационный период негативно влияет на развитие льна масличного. Например, при дробном внесении азота средний урожай маслосемян снизился на 17,7 % по сравнению с результатами, полученными в оптимальном по ГТК 2019 г.

По прогнозам ученых, сохранится тенденция потепления, следовательно, сельское хозяйство будет оставаться в большой зависимости от климата, включая и возделывание льна масличного [12].

Зависимость урожая маслосемян от условий вегетационного периода установлена и в результате дисперсионного анализа экспериментальных данных – при одноразовом внесении минерального азота доля влияния условий года составила 61,4 %, удобрений – 33,5 %, при внесении азота дробно – 51,7 % и 44,7 % соответственно. При этом анализ результатов второго блока показал увеличение урожайности на 11,2 % по сравнению с первым.

Изучение эффективности микроудобрений в жидкой комплексной форме на различных фонах внесения минерального азота, одноразовом (фон 1) или совместно с азотом в качестве подкормки (фон 2), позволило установить более высокую эффективность дробного азот-

ного питания растений для урожая семян и сбора масла (рисунок 3) как в среднем за годы исследований, так и в зависимости от конкретного вегетационного периода.

При внесении всех изученных нами жидких комплексных удобрений получены существенные прибавки урожая семян, наибольшая – при внесении совместно с азотной подкормкой дробно. Урожайность маслосемян в среднем за четыре года повысилась в зависимости от варианта обработки на 0,6–1,3 ц/га или 3,7–8,2 %, а сбор масла – на 0,3–0,7, ц/га или 4,6–10,9 % по сравнению с фоном, где минеральный азот вносился только под предпосевную культивацию.

Между тем, существенная разница в прибавке урожая семян между самими вариантами нами не установлена. Средняя урожайность, полученная при изучении влияния азотно-серосодержащих удобрений, на фоне 1 составила 15,8 ц/га, на фоне 2 – 17,0 ц/га, при добавлении бора и цинка – 15,9 и 17,2 ц/га соответственно. Внесение

азотно-калийных удобрений на фоне 1 обеспечило урожайность 16,2 и 16,8 ц/га, а с добавлением бора и цинка – 16,0 и 17,0 ц/га соответственно (рисунок 3). Однако в оптимальном по ГТК 2019 г. во всех вариантах с внесением азота в некорневую подкормку урожайность маслосемян варьировала от 18,6 до 20,3 ц/га, средняя урожайность по блоку составила 19,2 ц/га. При этом максимальная урожайность маслосемян установлена в варианте внесения NK, B, Zn на фоне 2 – 20,3 ц/га (рисунок 2).

При этом за все годы исследований вариант обработки вегетирующих растений в фазе «елочка» жидкими комплексными удобрениями NS, B, Zn + N₂₀ (рисунок 3) показал среднюю урожайность 17,2 ц/га, обеспечив прибавку 0,2–0,4 ц/га по отношению к остальным вариантам.

Выводы

Дробное внесение минерального азота N₆₀ (N₄₀ под предпосевную культивацию и N₂₀ в подкормку совместно с жидкими комплексными удобрениями по вегетирующим растениям в фазе «елочка») на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве обеспечивает стабильность формирования урожая маслосемян и повышает урожайность в среднем до 1,3 ц/га, сбор масла – до 0,7 ц/га по сравнению с однократным внесением полной дозы азота.

В результате проведенных исследований установлено, что наибольшей урожайностью – 17,2 ц/га маслосемян в среднем за 2018–2021 гг. – лен масличный отзывается на некорневую подкормку в фазе «елочка» азотом в дозе

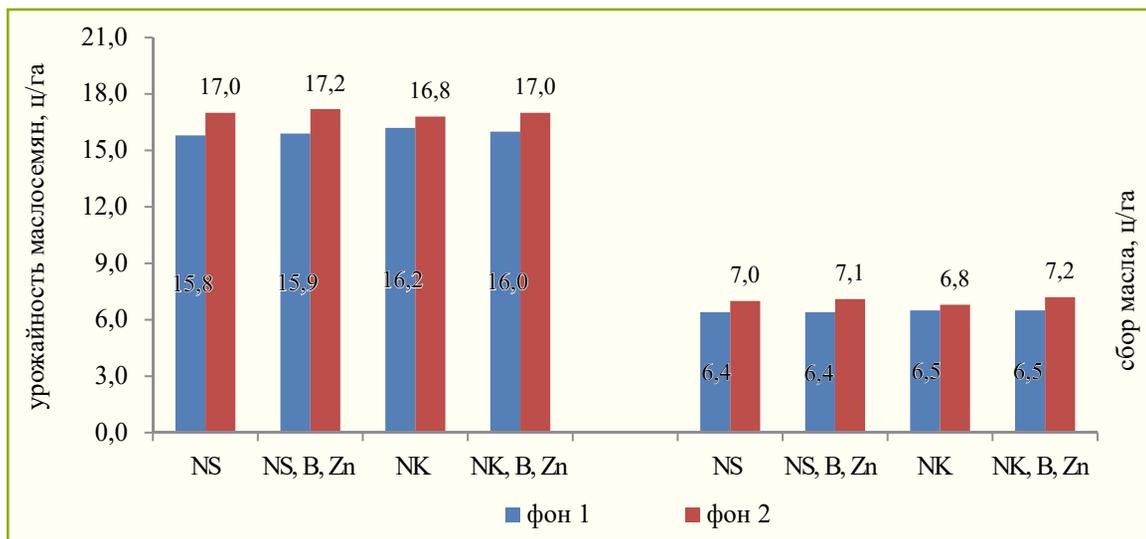


Рисунок 3 – Урожайность маслосемян и сбор масла при разных способах внесения минерального азота в комплексе с микроудобрениями при возделывании льна масличного (2018–2021 гг.)

N₂₀ совместно с азотно-серосодержащим удобрением NS с микроэлементами В (0,15), Zn (0,10).

Доля влияния на продуктивность льна масличного используемых удобрений при однократном применении азота (N₆₀) составила 33,5 %, при дробном (N_{40→20}) – 44,7 %, что подтверждает значительную эффективность его внесения под лен масличный дробно совместно с новыми комплексными формами жидких удобрений.

Литература

1. Пищевой режим почвы и азотный статус растений в зернопаровом и плодосменном севооборотах / Ю. В. Тулаев [и др.] – Аграрная наука. – № 3. – 2022. – С. 51–56.
2. Семененко, Н. Н. Диагностика обеспеченности почв усвояемой растениями формой азота – важнейший резерв повышения эффективности использования азотных удобрений / Н. Н. Семененко // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 6. – С. 23–27.
3. Система удобрений льна масличного / В. А. Прудников [и др.] – Орша: КПУП «Оршанская типография», 2011. – 32 с.
4. Рекомендации по применению новых агротехнических приемов в технологии возделывания льна масличного: рекомендации / Г. В. Пироговская [и др.] – РУП «Институт почвоведения и агрохимии» и РУП «Институт льна». – Минск, 2020. – 37 с.
5. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2011. – 293 с.
6. Пироговская, Г. В. Комплексные минеральные удобрения: разработка, применение, эффективность / Г. В. Пироговская, В. В. Лапа; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 336 с.
7. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии; под ред. акад. В. В. Лапа. – 2-е изд. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – 260 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва: Колос, 1979. – 416 с.
9. Сорты, включенные в Государственный реестр – основа высоких урожаев. Часть 8. Характеристика сортов, включенных в Государственный реестр с 2013 года. – Минск, 2013.
10. Голуб, И. А. Эффективность применения минеральных форм удобрений на льне масличном / И. А. Голуб, Н. А. Сапего. – Земледелие и растениеводство. – № 5 (132). – 2020. – С. 47–50.
11. Сапего, Н. А. Эффективность применения новых форм жидких комплексных удобрений для повышения урожайности семян льна масличного / Н. А. Сапего // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 22–25 июня 2021 г. / Нац. академия наук Беларуси; Институт почвоведения и агрохимии – Минск: Институт системных исследований АПК, 2021. – С. 160–163.
12. Шкляр, А. Изменение климата – благо или проблема современности? / А. Шкляр // Аграрная экономика. – 2021. – № 7. – С. 89–96.

УДК 633.13:631.527(476)

Результаты адаптивной селекции овса в Беларуси

С. П. Халецкий, А. Г. Власов, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 29.07.2022)

В селекционном процессе условия среды определяют направление отбора. В этой связи важным является выбор генотипов овса, которые обеспечивают высокий стабильный урожай зерна с необходимым качеством как при изменении условий вегетационного периода, так и при различном уровне интенсивности технологии возделывания культуры. В статье представлены результа-

Environment conditions determinate selection direction in a breeding process. Therefore, the choice of oat genotypes is of crucial importance. They should provide high stable seed yield of necessary quality both at changes of vegetative period conditions and at different intensity levels of crop cultivation technology. The results of breeding evaluation at the stage of the competitive variety trial of new oat

ты селекционной оценки на этапе конкурсного сортоиспытания нового сорта овса Реверанс по параметрам адаптивности, стабильности и экологической пластичности. Созданный сорт обладает наилучшими значениями указанных выше показателей ($KA = 1,07$; $bi = 1,17$; $S^2_{di} = 3,94$) среди изученных образцов овса и контрольного сорта. Сорт успешно прошел государственное сортоиспытание и с 2022 г. включен в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в Республике Беларусь.

Введение

В Республике Беларусь овес возделывается как одна из основных зерновых культур, которая формирует растения и зерно с высокими питательными свойствами. Это обусловлено оптимальным сочетанием белковых соединений, углеводов, жиров, витаминов и солевых элементов. Зерно овса содержит белок, сбалансированный по незаменимым аминокислотам, ряд витаминов (E, B₁, B₂, PP), макро- и микроэлементы, необходимые в питании человека, а также в кормлении животных. Производимые из зерна овса продукты питания благотворно влияют на жизнедеятельность человека, оптимизируют функционирование всех его систем и органов [5].

Около 80 % зерна овса, производимого в республике, расходуется на кормление животных и используется для балансировки комбикормов по основным элементам питания. Зеленая масса этой культуры в смеси с однолетними бобовыми хорошо силосуется и охотно поедается животными. Овес является хорошим предшественником для большинства культур севооборота, а при возделывании в смесях относится к лучшим парозанимающим культурам.

Посевные площади овса в республике формируются в пределах 150–170 тыс. га, валовые сборы зерна составляют 400–500 тыс. т. Одним из основных факторов стабильного производства зерна овса является использование новых высокоурожайных сортов, подтвердивших в государственном сортоиспытании республики адаптивность к условиям возделывания.

Для стабильного обеспечения республики зерном необходимо создавать сорта, в том числе и овса, обладающие высоким потенциалом продуктивности, отвечающие современным технологическим подходам в растениеводстве, адаптированные к изменяющимся климатическим условиям [2, 5].

Селекционный процесс создания новых сортов овса в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» направлен на создание высокопродуктивных сортов, обладающих повышенной адаптивностью к абиотическим и биотическим стрессам, формирующих высококачественное зерно. Постоянно ведется изучение исходного материала овса, который поступает в Национальный банк генетических ресурсов растений Республики Беларусь. Выделенные генетические источники хозяйственно ценных признаков используются в скрещиваниях с высокопродуктивными сортаобразцами. Гибридизация является основным источником генетического разнообразия создаваемого селекционного материала, ежегодно проводится 150–200 комбинаций скрещиваний. Гибриды F₁, гибридные популяции F₂ и F₃ изучаются, в них проводятся отборы генотипов по целевым признакам, ценные рекомбинантные формы

variety *Reverans* by the parameters of adaptivity, stability and ecological plasticity are presented in the article. The developed variety is characterized by the best values of the mentioned parameters ($CA = 1,07$; $bi = 1,17$; $S^2_{di} = 3,94$) among the studied samples and the check variety. Variety *Lux* successfully underwent the State Variety Testing and since 2022 it was included into the State Register of Varieties Authorized for Use in the Republic of Belarus.

пополняют базовую и признаковую коллекции. В селекционных питомниках ведется оценка, размножение и стабилизация по морфологическим признакам созданных линий и образцов.

Для определения нормы реакции выделенных образцов на интенсификацию технологии возделывания конкурсное сортоиспытание проводится по базовой и по интенсивной технологии. Одновременно в условиях искусственного инфекционного фона ведется оценка сортообразцов на устойчивость к наиболее вредоносным и распространённым в условиях республики болезням (корончатая ржавчина, красно-бурая пятнистость, пыльная головня, корневые гнили).

Материалы и методы исследований

Сравнительную оценку сортообразцов овса проводили в 2016–2018 гг. в конкурсном сортоиспытании на опытных полях РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве. Агрохимические показатели пахотного горизонта: гумус – 2,16–2,9 %, подвижные формы P₂O₅ – 209–264 мг/кг, K₂O – 286–354 мг/кг почвы, рН (в KCl) – 5,13–6,61. Предшественник – гречиха. Норма высева – 5,0 млн шт./га всхожих зерен. Площадь учетной делянки – 10 м².

Минеральные удобрения в опыте вносили из расчета P₆₀K₁₀₀ осенью под вспашку, весной при наступлении физической спелости почвы под предпосевную обработку вносили азотные удобрения N₉₀. Конкурсное



Сорт овса Реверанс

сортоиспытание проводилось в 8-кратной повторности: 4 – по базовой технологии и 4 – по интенсивной. Базовый вариант предусматривал на фоне предпосевного внесения азота защиту посевов против злаковых мух (Фастак, КЭ – 0,1 л/га (ДК 11–12) и проведение химической прополки (Прима, СЭ – 0,6 л/га (ДК 21–29). В интенсивном варианте технологии дополнительно осуществлялась подкормка азотом N₃₀ (ДК 21–29) и обработка посевов фунгицидом (Рекс дуо, КС – 0,6 л/га (ДК 37–39). Уборку овса осуществляли методом прямого комбайнирования с последующим пересчетом урожая зерна на 100%-ную чистоту и 14%-ную влажность.

Результаты исследований обработаны методом дисперсионного анализа. Индекс условий среды и адаптивные свойства (параметры стабильности и экологической пластичности) оценивали по методу, предложенному S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. А. Зыкина [4]. Анализ продуктивного и адаптивного потенциала сорта проводили по методике Л. А. Животкова, З. А. Морозовой, Л. И. Секутаевой [3].

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия в период проведения исследований были контрастными, что оказало существенное влияние на формирование урожайности изучаемых сортообразцов в зависимости от интенсивности технологии возделывания. Так, условия вегетационных периодов 2016 и 2017 г. по гидротермическим условиям можно охарактеризовать как влажные – ГТК – 1,41 и 1,51 соответственно, а 2018 г. – как засушливый (1,05). Следует отметить хорошо известный факт, что период от посева до колошения (выметывания) является для зерновых культур основополагающим для формирования продуктивного потенциала. ГТК этого периода в 2016 и 2017 г.

составляло 0,86 и 1,0, что соответствует засушливым условиям, очень засушливым в этом отношении был 2018 г. – ГТК 0,41. Условия второй половины вегетационного периода (от выметывания до спелости зерна) также важны, так как они определяют массу 1000 зерен и качество зерновой продукции. Большое количество атмосферных осадков в данный период при высоком уровне сформированного продуктивного потенциала в 2016 г. (160,3 мм) вызывало полегание посевов. Сопоставимое количество влаги в 2018 г. (151,4 мм) к такому эффекту не приводило ввиду изначально более низкого потенциала посевов, формировавшихся в очень засушливых условиях начального периода вегетации, в то же время обеспечило хороший налив имеющихся зерновок.

Выявлено, что уровень интенсивности технологии возделывания влиял на величину индекса условий среды в опыте. В условиях 2016 г. этот показатель снижался с –0,2 по базовой технологии до –3,5 по интенсивной, что связано с полеганием посевов овса во влажных условиях второй половины вегетации текущего года и применением высоких доз азотных удобрений N₁₂₀ (таблица 1). Индекс условий среды в погодных условиях 2017 и 2018 г. при использовании интенсивной технологии увеличился с 1,8 до 7,1 и с –8,7 до 3,5 соответственно. Положительное влияние на урожайность овса в этих случаях оказывала защита посевов от болезней листьев.

Наибольшая урожайность зерна овса в среднем за период исследований формировалась при интенсивной технологии возделывания у сортов Реверанс (67,5 ц/га) и ВYAS14/8 (65,4 ц/га). Аналогичная закономерность получена при их возделывании по базовой технологии – 63,8 и 59,9 ц/га соответственно. Другие оцениваемые сортообразцы по зерновой продуктивности несколько уступали указанным выше образцам овса (таблица 2).

Таблица 1 – Урожайность сортообразцов овса на двух уровнях технологии возделывания

Сортообразец	Урожайность сортообразцов овса, ц/га							
	базовая технология				интенсивная технология			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
Запавет (контроль)	54,7	61,0	49,2	55,0	53,0	63,3	55,7	57,3
ВYAS14/8	59,4	64,5	55,7	59,9	60,4	71,7	64,0	65,4
ВYAS14/22 (Реверанс)	67,0	69,0	55,4	63,8	59,3	71,9	71,2	67,5
ВYAS14/2	61,0	57,8	55,1	58,0	59,7	63,9	65,3	63,0
ВYAS15/22	64,5	65,1	49,1	59,6	57,1	72,7	63,9	64,6
ВYAS16/20	59,9	60,7	50,5	57,0	57,0	66,8	68,2	64,0
Индекс условий среды Ij	–0,2	1,8	–8,7		–3,5	7,1	3,5	
HCP ₀₅ частные средние – 4,8–6,6; сорт – 2,1–3,8; технология – 2,5–4,0								

Таблица 2 – Показатели адаптивности, стабильности и пластичности сортообразцов овса (2016–2018 гг.)

Сортообразец	Y _{min}	Y _{max}	Y _{min} – Y _{max}	$\frac{(Y_{min} + Y_{max})}{2}$	bi	S ² _{di}	KA
Запавет (контроль)	49,2	63,3	–14,1	56,3	0,84	6,47	0,92
ВYAS14/8	55,7	71,7	–16,0	63,7	0,92	5,34	1,02
ВYAS14/22 (Реверанс)	55,4	71,9	–16,5	63,7	1,17	3,94	1,07
ВYAS14/2	55,1	63,9	–8,8	59,5	0,56	6,02	0,99
ВYAS15/22	49,1	72,7	–23,6	60,9	1,41	4,37	1,01
ВYAS16/20	50,5	66,8	–16,3	58,7	1,11	5,24	0,99

Коэффициент адаптивности (КА), рассчитанный по методике Л. А. Животкова, показывает о более высокой продуктивности овса сорта Реверанс (1,07) в сложившихся условиях среды (погода, технология возделывания) по сравнению с другими сортообразцами. Следует отметить, что наибольшая стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$) в опыте наблюдалась у образца BYAS14/2 (-8,8), а наименьшая у BYAS15/22 (-23,6). Принято считать, что чем меньше разрыв между максимальной и минимальной урожайностями, тем выше стрессоустойчивость сорта и тем шире диапазон его приспособительных возможностей. В то же время величина $(Y_{\min} + Y_{\max})/2$, которая характеризует среднюю урожайность сортов в контрастных условиях, тем самым дополняя оценку стрессоустойчивости, указывает, что наибольшими значениями данного показателя (63,7) обладают сорт Реверанс и образец BYAS14/8.

Определение параметров экологической пластичности основано на расчете коэффициента линейной регрессии (b_i), характеризующего экологическую пластичность образца, и среднего квадратичного отклонения от линии регрессии (S^2_{di}), определяющего его стабильность в различных условиях среды. Лучшими будут те сортообразцы, у которых коэффициент линейной регрессии выше, а среднеквадратическое отклонение от этой линии меньше, т. е. отзывчивы на улучшение почвенно-климатических условий и увеличение уровня интенсивности технологии возделывания. Среди оцениваемых сортообразцов наилучшим сочетанием указанных выше показателей обладал сорт Реверанс ($b_i = 1,17$; $S^2_{di} = 3,94$).

В более ранней публикации [1] нами отмечалось, что рост урожайности новых создаваемых сортов овса в республике обеспечивается за счет селекции на увеличение озерненности метелки и крупности зерна. Оцениваемые в конкурсном сортоиспытании образцы овса обладали по сравнению с контролем (Запавет) более озерненной метелкой и повышенной массой 1000 зерен. Среднее значение вышеуказанных показателей было наибольшим в условиях интенсивной технологии возделывания. Так, число зерен в метелке находилось в пределах 51,6–53,8 шт., а масса 1000 зерен – 40,8–42,9 г при 50,6 шт. и 41,0 г в контроле. Образцы BYAS14/8, BYAS14/22 (Реверанс), BYAS15/22 отличаются повышенным значением этих показателей в условиях обоих используемых в опыте технологий возделывания овса (таблица 3).

Важным критерием питательной ценности создаваемого сорта овса является содержание в зерне протеина. Все образцы в селекционном процессе в обязательном

порядке оцениваются по этому показателю и отбираются только те, которые находятся на уровне или превосходят контрольный сорт. Следует отметить, что среднее содержание сырого протеина в сортообразцах овса при повышении уровня интенсификации имело тенденцию к снижению до 0,4 % в абсолютном выражении или на 3,4 % в относительном. Образцы BYAS14/8, BYAS14/22 (Реверанс) и BYAS14/2 по этому показателю находились на уровне сорта-контроля (12,7 %). Содержание сырого протеина по изучаемым сортообразцам по базовой и интенсивной технологиям возделывания варьировало в пределах 12,5–12,7 % и 12,4–12,6 % соответственно.

Анализ результатов селекционных испытаний позволил выделить образцы BYAS14/8, BYAS14/22, BYAS15/22 как источники крупности зерна и повышенной озерненности метелки, а образец BYAS14/22 как самый продуктивный, адаптивный, пластичный и стабильный. По сочетанию положительных свойств этот сортообразец (Реверанс) в 2019 г. был передан в государственное сортоиспытание Республики Беларусь.

Средняя урожайность зерна овса сорта Реверанс, по данным ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», за 2019–2021 гг. составила 56,0 ц/га, максимальная – 85,4 ц/га на Турской сортоиспытательной станции в 2020 г. Прибавка урожая к контрольному сорту (Мирт) в среднем за три года испытаний по сортоучасткам варьировала от 1,2 до 9,0 ц/га. Новый сорт овса Реверанс в 2022 г. включен в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в Республике Беларусь.

Закключение

Проведение комплексных селекционных испытаний овса позволило оценить созданные генотипы овса по параметрам адаптивности, стабильности и экологической пластичности в меняющихся климатических условиях при различном уровне интенсивности технологии возделывания. Выделены новые источники хозяйственно ценных признаков.

Создан высокопродуктивный сорт овса Реверанс, который обладает наилучшими параметрами адаптивности, стабильности и экологической пластичности (КА = 1,07; $b_i = 1,17$; $S^2_{di} = 3,94$). Прибавка урожая к контрольному сорту (Мирт) в государственном испытании в среднем за три года по сортоучасткам составляла от 1,2 до 9,0 ц/га. Сорт Реверанс с 2022 г. включен в Государственный реестр сортов, допущенных к возделыванию в Республике Беларусь.

Таблица 3 – Элементы продуктивности и качественные показатели изучаемых сортообразцов овса (среднее, 2016–2018 гг.)

Сортообразец	Число зерен в метелке, шт.		Масса 1000 зерен, г		Содержание сырого протеина, %	
	1	2	1	2	1	2
Запавет (контроль)	46,0	50,6	40,8	41,0	12,7	12,7
BYAS14/8	48,4	53,8	41,1	41,2	12,7	12,4
BYAS14/22 (Реверанс)	48,9	53,3	41,4	42,0	12,6	12,6
BYAS14/2	46,4	51,7	41,4	42,9	12,5	12,4
BYAS15/22	48,8	52,5	40,9	40,8	11,9	11,5
BYAS16/20	46,2	51,6	40,6	40,9	11,7	11,7

Примечание – 1 – Базовая технология, 2 – интенсивная технология.

Литература

1. Власов, А. Г. Адаптивные свойства и особенности формирования урожайности сортов овса белорусской селекции / А. Г. Власов, С. П. Халецкий, Т. М. Булавина // Вестник Марийского гос. ун-та. – 2020. – Т. 6. – № 4. – С. 397–404.
2. Применение кластерного анализа для оценки коллекции сортов тритикале озимого / С. И. Гриб [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2019. – Вып. 55. – С. 319–324.
3. Животков, Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» / Л. А. Животков, З. А. Морозова, Л. И. Секутаева // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
4. Зыкин, В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации / В. А. Зыкин, В. В. Мешков, В. А. Сапега. – Новосибирск, 1984. – С. 1–24.
5. Новые сорта овса и технология их возделывания / С. П. Халецкий [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск, 2017. – С. 176–185.

УДК 632.937.1:634.74

Роль биопрепаратов и хищников в регулировании численности жесткокрылых вредителей калины и аронии

С. И. Ярчаковская, кандидат с.-х. наук, Н. Е. Колтун, кандидат биологических наук,
Р. Л. Михневич, старший научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 12.07.2022)

Установлено, что из жесткокрылых насекомых в насаждениях калины обыкновенной в Беларуси доминантным вредителем является калиновый листоед (*Galerucella viburni* Payk.). Из энтомофагов в насаждениях культуры преобладают хищный клоп *Himacerus apterus* F. из сем. Nabidae и хищные клещи из сем. Phytoseiidae. На аронии черноплодной из жесткокрылых доминировал рябиновый цветоед (*Anthonomus conspersus* Desb.), поврежденность соцветий которым в годы исследований колебалась от 1,2 до 5,5 %. Эффективность применения биопрепарата «Melobass», разработанного на основе гриба *Beauveria bassiana*, против личинок калинового листоеда и рябинового долгоносика достигала 51,2–47,5 %.

Введение

Калина обыкновенная и арония черноплодная – наиболее распространенные нетрадиционные ягодные культуры в Беларуси. Значительный вред насаждениям этих культур в отдельные годы причиняют фитофаги.

В Беларуси, по сведениям И. К. Лопатина, из жесткокрылых вредителей в насаждениях перечисленных культур наиболее распространены жуки листоеды (Chrysomelidae) и жуки долгоносики (Curculionidae) [6]. Значительный вред калине в Латвии, по данным А. А. Рупайса, наносит калиновый листоед [9], который широко распространен в России и Польше [2, 5, 13]. В массовом количестве этот фитофаг был обнаружен в 2008 г. в насаждениях калины в США [11, 12].

Калиновый листоед – *Galerucella (Pyrrhalta) viburni* (Payk.) – жук коричнево-желтого цвета, длиной 5–7 мм. Развивается в год в одной генерации. Питается только на калине. Вредят взрослые жуки и личинки. Зимующие яйца (до 700 шт.) самки откладывают в конце лета – начале сентября в углублениях, сделанных жуком в молодых неодревесневших побегах и цветоносах, которые засыхают. В мае отрождаются личинки, которые питаются молодыми листочками, сильно скелетируя их. В первой – второй декадах июня личинки завершают свое

It is revealed, that Galerucella viburni Payk. is the dominant pest among Coleoptera in viburnum plantings in Belarus. Among entomophages Himacerus apterus F. from the family Nabidae and the predatory mites from the family Phytoseiidae predominate in the crop plantings. In chokeberries crops among Coleoptera Anthonomus conspersus Desb. has dominated, during the years of research the inflorescence damage ranged from 1,2 to 5,5 %. The efficiency of the application of the biological product “Melobass”, developed on the basis of the fungus Beauveria bassiana, against viburnum leaf beetle and rowan weevil reaches 51,2–47,5 %.

развитие. В конце июня перестают питаться и уходят в почву под кустами, где и окукливаются. Отродившиеся через месяц жуки выгрызают в листьях различные по размеру дырки. При массовом размножении фитофага на кустах калины остаются только черешки и крупные жилки листьев. При высокой численности жуки питаются также ягодами и побегами. Кусты, поврежденные в сильной степени, имеют незначительный прирост и не цветут на следующий год [5].

Рябиновый цветоед (*Anthonomus conspersus* Desb.) – жук темно-коричневого цвета, длиной 2,5–3 мм, с мало различимой перевязью за серединой надкрылий, состоящей из отдельных пятен. Личинки белые, безногие. Зимуют жуки в подстилке. Весной при среднесуточной температуре 6 °С вылетают жуки, которые питаются набухающими листовыми и цветочными почками, выгрызая в них отверстия. В период распускания цветочных почек жуки спариваются. В фазе появления бутонов происходит откладка яиц в выгрызенное самкой отверстие в бутоне, после чего жуки отмирают. Личинки питаются тычинками и пестиком, склеивают экскрементами изнутри лепестки, в результате чего они буреют и образуют коричневый колпачек, под которым развиваются личинки и куколки. Отродившиеся жуки прогрызают отверстие в колпачке, выходят наружу и питаются листьями, скелетируя их.

Вначале питаются на тех же кустах, а затем разлетаются на другие кусты [10].

Из вышесказанного следует, что жуки относятся к опасным вредителям калины и аронию черноплодной.

В связи с тем, что ягодные культуры скороплодны и используются в пищевой и фармацевтической отраслях, разработка экологически безопасных способов защиты их от вредителей весьма актуальна.

Методы проведения исследований

Исследования выполняли в насаждениях РУП «Институт плодоводства» (Минский район, Минская область) и РУП «Толочинский консервный завод» (Толочинский район, Витебская область) в 2007–2018 г. Зимующий запас вредителей и энтомофагов учитывали в период покоя культур по общепринятым методикам [1]. В период вегетации культур оценку фитосанитарного состояния насаждений проводили ежемесячно. Численность зимующих яиц калинового листоеда подсчитывали под биноклем в период покоя культуры (февраль, март) на 2 м ветвей с каждого учетного куста. В период вегетации количество личинок фитофага учитывали на 2 м ветвей, взятых равномерно с 4-х сторон.

Учет заселенности насаждений аронию личинками рябинового цветоеда (*Anthonomus conspersus* Desb.) проводили в РУП «Толочинский консервный завод» Витебской области и РУП «Институт плодоводства» Минской области путем подсчета количества их в 10 соцветиях на каждом из 10 учетных кустов сразу после цветения



Лист калины, поврежденный личинками калинового листоеда



Соцветие аронию, поврежденное личинками рябинового цветоеда

культуры. Количество отродившихся жуков фитофага учитывали на 2 м ветвей, взятых равномерно с 4-х сторон.

Опыты по оценке эффективности биологических препаратов проводили в 3–4-кратной повторности [8]. Биологические препараты против калинового листоеда применяли перед цветением культуры после полного отрождения личинок жука из перезимовавших яиц. Против рябинового цветоеда средства защиты применяли в период массового выхода из поврежденных бутонов молодых жуков вредителя. Систематизация, обобщение и статистическая обработка собранного материала проводились с использованием методов дисперсионного анализа [3, 4].

Результаты исследований и их обсуждение

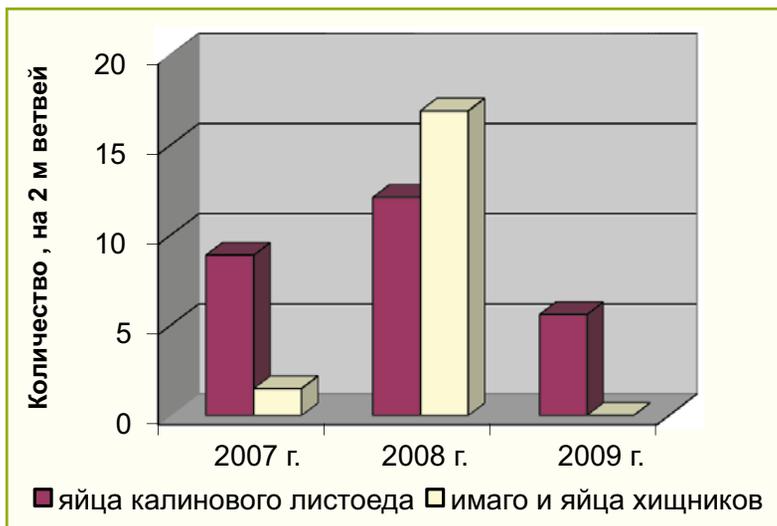
В результате проведенных нами учетов зимующего запаса калинового листоеда на пяти наиболее распространенных в республике сортах калины (Таежные рубины, Шукшинская, Киевская садовая, Красная гроздь, Ульгень) установлено, что все сорта заселяются калиновым листоедом. Численность зимующих яиц фитофага за годы наблюдений колебалась от 0 до 26,1 в среднем на 2 м ветвей (таблица 1). Несколько в меньшей степени фитофагом повреждаются сорта Шукшинская и Ульгень, на которых в среднем за три года наблюдений в зимующем запасе выявлено 5,1–5,8 яиц на 2 м ветвей. На сортах Киевская садовая, Таежные рубины и Красная гроздь численность фитофага в зимующем запасе в среднем за три года наблюдений достигала 11 яиц на 2 м ветвей.

В процессе исследований из энтомофагов в насаждениях калины выявлены хищный клоп *Himacerus apterus* F. из сем. Nabidae и хищные клещи из сем. Phytoseiidae. Численность хищников в среднем по сортам за три года исследований на 2 м ветвей достигала: 0,4–3,0 особи (клоп *Himacerus apterus* F.); 0–20,1 яиц (хищные клещи из сем. Phytoseiidae) (таблица 1). Анализ соотношения численности фитофага и хищников по годам исследований позволил нам выявить некоторое влияние последних на динамику калинового листоеда.

В 2007 г. численность зимующих яиц калинового листоеда на 2 м ветвей составляла от 0 (Красная гроздь) до 24,5 (Таежные рубины). Соотношение хищников к фитофагу в 2007 г. составляло от 1:1 (Киевская садовая) до 1:25 (Шукшинская). Численность фитофага в 2008 г. колебалась в тех же пределах, что и в 2007 г. – от 0 (Шукшинская) до 26,1 (Киевская садовая) яиц на 2 м ветвей. Однако соотношение хищников и вредителя не превышало 1:5 (Киевская садовая). В 2009 г. все обследуемые сорта были заселены калиновым листоедом от 2,3 (Таежные рубины) до 9,8 (Ульгень) яиц в среднем на 2 м ветвей. Отмечено, что численность вредителя в зимующем запасе в 2009 г. на сортах Киевская садовая и Таежные рубины снизилась в 2,6–5,7 раза по сравнению с 2008 г., при этом соотношение хищник : энтомофаг не превышало 1:1,5. На сортах Ульгень и Красная гроздь при отсутствии хищников численность фитофага возросла в 2,5–3,0 раза. На тех сортах, где произошло снижение численности калинового листоеда в зимующем запасе в 2008 г., в среднем на 2 м ветвей насчитывали от 2,5 до 6,0 яиц хищного клопа *Himacerus apterus* F. из сем. Nabidae и от 10,4 до 60,3 имаго хищных клещей из сем. Phytoseiidae.

Таким образом, в процессе проведенных исследований выявлено существенное колебание численности фитофага по годам в зависимости от численности хищных насекомых (рисунок). Так, в 2007 г. численность зимующих стадий хищников в среднем по всем сортам была низкой, а их соотношение к фитофагу составляло 1:7. В 2008 г. в условиях, благоприятных для перезимовки как фитофага, так и хищников, численность вредителя возросла до 12 яиц на 2 м ветвей, а соотношение энтомофагов к калиновому листоеду составило 1:0,9, что обусловило резкое снижение численности калинового листоеда в 2009 г. [7].

Из числа жесткокрылых на аронии черноплодной доминировал рябиновый цветоед (*Anthonomus conspersus* Desb.). Поврежденность соцветий личинками долгоносика в годы исследований колебалась от 1,2 до 5,5 % (таблица 2). Ранее нами установлено, что при численности жуков до 3 особей на 2 м ветвей поврежденность бутонов достигает 7,8 % [10].



Влияние хищных насекомых на численность калинового листоеда (РУП «Институт плодородства», Минский район, среднее по сортам)

Таблица 1 – Зимующий запас яиц *Galerucella viburni* и энтомофагов на калине обыкновенной (РУП «Институт плодородства», п. Самохваловичи, Минский район, 2007–2009 гг.)

Сорт	Год	Численность на 2 м ветвей			Соотношение, хищники : фитофаг
		яйц <i>Galerucella viburni</i>	яйц хищного клопа <i>Himacerus apterus</i>	имаго хищных клещей из сем. Phytoseiidae	
Шукшинская	2007	15,1	0,6	0	1:25
	2008	0	0,7	0,7	1:0
	2009	2,4	0	0	0:1
	среднее	5,8	0,4	0,2	1:1
Киевская садовая	2007	3,1	3,1	0	1:1
	2008	26,1	6,0	10,4	1:1,5
	2009	4,7	0	0	0:1
	среднее	11,3	3,0	3,5	1:1,7
Ульгень	2007	1,6	1,2	0	1:1,3
	2008	3,9	0	3,9	1:1
	2009	9,8	0	0	0:1
	среднее	5,1	0,4	1,3	1:3
Таежные рубины	2007	24,5	0	0	0:1
	2008	5,9	2,5	60,3	1:0,1
	2009	2,3	0	0	0:1
	среднее	10,9	0,8	20,1	1:0,5
Красная гроздь	2007	0	2,6	0	1:0
	2008	8,8	0	0	0:1
	2009	24,2	0	0	0:1
	среднее	11,0	0,9	0,0	1:12

Таблица 2 – Поврежденность аронии черноплодной рябиновым цветоедом

Место проведения учетов	Повреждено соцветий, %						
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
РУП «Толочинский консервный завод», Толочинский район	5,5	2,1	1,8	1,5	1,3	0,8	1,2
РУП «Институт плодородства», Минский район	1,4	1,8	2,0	2,2	2,2	2,1	5,1

Таблица 3 – Эффективность биопрепарата «Melobass» против личинок и жуков на ягодных культурах

Вариант	Количество вредителей на 2 м ветвей до обработки	Дата обработки, фенофаза культуры	Биологическая эффективность по дням учетов, %		
			5-й	10-й	14-й
Калиновый листоед (коллекционный участок РУП «Институт плодородства», Минский район, калина обыкновенная, сорт Таежные рубины, 2009 г.)					
«Melobass», 1 %	7,8	20.05, перед цветением калины	51,2	–	42,3
Контроль (без обработки)	8,6	–	–	–	–
Рябиновый цветоед (РУП «Толочинский консервный завод», Толочинский район, арония черноплодная, сорт Надзея, 2016 г.)					
«Melobass», 4 %	2,3	14.06, конец цветения	–	47,5	–
Контроль (без обработки)	2,5	–	–	–	–

Для установления возможности контроля численности жесткокрылых фитофагов в насаждениях ягодных культур экологически безопасным методом было проведено изучение эффективности отечественного биопрепарата «Melobass», изготавливаемого на основе энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana*, против личинок листоедов и жуков долгоносиков («Melobass», пс., титр не менее 6 млрд спор/г (*Beauveria bassiana* (Bals) Vuill).

Опрыскивание кустов калины на коллекционном участке РУП «Институт плодородства» против калинового листоеда биопрепаратом в 1 % концентрации было проведено перед цветением культуры в период полного отрождения личинок жука листоеда из перезимовавших яиц. Численность вредителя на опытном участке перед опрыскиванием была высокой и достигала 7,8–8,6 особей на 2 м ветвей. Установлено, что численность личинок фитофага на 5-й день после опрыскивания снизилась на 51,2 %, на 14-й день – на 42,3 % (таблица 3).

Изучение эффективности препарата «Melobass» против рябинового цветоеда было проведено в насаждениях аронии черноплодной в РУП «Толочинский консервный завод». Опрыскивание кустов аронии черноплодной сорта Надзея, 2006 г. посадки, было проведено 14 июня в период массового выхода из поврежденных бутонов молодых жуков вредителя. Установлено, что применение препарата в 4%-ной концентрации обеспечило гибель вредителя на 10-й день после опрыскивания на 47,5 % (таблица 3).

Заключение

Из жесткокрылых насекомых в насаждениях калины обыкновенной в Беларуси доминантным вредителем является калиновый листоед (*Galerucella viburni* Payk.), численность которого за период наблюдений колебалась от 1,8 до 26,1 яиц в среднем на 2 м ветвей. Из энтомофагов в насаждениях культуры преобладают хищный клоп *Himacerus apterus* F. из сем. Nabidae и хищные клещи из сем. Phytoseiidae. Численность хищников за годы исследований колебалась от 0 до 6 (клоп *Himacerus apterus* F.) и от 0 до 60 (клещи из сем. Phytoseiidae). Установлено, что хищники при соотношении 1:1 играют существенную полезную роль в регулировании численности фитофага в насаждениях калины обыкновенной.

На аронии черноплодной из жесткокрылых доминировал рябиновый цветоед (*Anthonomus conspersus* Desb.),

поврежденность соцветий которым в годы исследований колебалась от 1,2 до 5,5 %.

Эффективность применения биопрепарата «Melobass», разработанного на основе гриба *Beauveria bassiana*, против личинок калинового листоеда достигает 51,2 %, рябинового долгоносика – 47,5 %.

Литература

- Алехин, В. Т. Контроль фитосанитарного состояния садов и виноградников / В. Т. Алехин, А. В. Ермаков, В. И. Черкашин // Защита и карантин растений. – 1988. – № 2. – С. 54–57.
- Беньковский, А. О. Фауна жуков-листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) Хвальинского Приволжья (Саратовская область) (все подсемейства, кроме Alticinae) / А. О. Беньковский, М. Я. Орлова-Беньковская // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. – 2013. – Т. 118. – Вып. 4. – С. 15–20.
- Грин, Н. Количественная экология / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор // Биология. – М., 1996. – Т. 2. – С. 127–150.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Калиновый листоед (*Galerucella viburni* Payk.) / Н. Н. Третьяков [и др.] // Защита растений от вредителей: учебник для студентов. – 3-е изд. – СПб.: Лань, 2014. – С. 461–462.
- Лопатин, И. К. Подсемейство Chrysomelidae / И. К. Лопатин // Жуки-листоеды фауны Белоруссии и Прибалтики: Определитель. – Минск, 1986. – С. 46–61.
- Колтун, Н. Е. Фитомониторинг насаждений калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) в Беларуси / Н. Е. Колтун, С. И. Ярчакская, Р. Л. Михневич // Вестн НАН Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2011. – № 4. – С. 59–63.
- Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / сост. Л. И. Прищепа, Н. И. Микульская, Д. В. Войтка. – Несвиж, 2008. – 56 с.
- Рупайс, А. А. Вредители деревьев и кустарников в зеленых насаждениях Латвийской ССР / А. А. Рупайс. – Рига: Зинатне, 1981. – 264 с.
- Жесткокрылые вредители малораспространенных культур в Беларуси / С. И. Ярчакская [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 5. – С. 36–39.
- Weston, P. A. Pupation by Viburnum Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae): Behavioral Description and Impact of Environmental Variables and Entomopathogenic Nematodes / P. A. Weston, G. A. Desurmont // Environmental Entomology. – 2008. – Vol. 37, № 4. – P. 845–849.
- Weston, P. A. Ovipositional Biology of Viburnum Leaf Beetle, *Pyrrhalta viburni* (Coleoptera: Chrysomelidae) / P. A. Weston, M. D. Diaz, G. A. Desurmont // Environmental Entomology. – 2008. – Vol. 37, № 2. – P. 520–524.
- Warchalowski, A. Chrysomelidae: the leaf-beetles of Europe and the Mediterranean area / A. Warchalowski. – Warszawa, 2003. – P. 660.

Мониторинг основных вредителей сорговых культур: видовой состав, распространение и поврежденность

С. В. Бойко, кандидат с.-х. наук, А. С. Чичина
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 09.08.2022)

В статье представлены результаты фаунистических исследований в агроценозах сорго за 2020–2022 гг. Уточнен видовой состав, распространение по регионам страны, изучена динамика численности основных вредителей в период вегетации в сопряженности с онтогенезом кормового растения, оценено влияние на вредоносность насекомых-фитофагов основных приемов технологии возделывания культуры (сроки сева, сорта (гибриды)) с целью повышения урожая и качества продукции. Установлена наибольшая поврежденность растений сорго *Ostrinia nubilalis* Hbn. (5–46 %) и заселенность культуры Aphidiidae (1–96,5 %).

The article presents the results of faunistic studies in sorghum agroecosystems for 2020–2022. The species composition and distribution by regions of the country have been clarified, the dynamics of the number of major pests during the growing season in conjunction with the ontogenesis of a fodder plant has been studied, the impact on the harmfulness of phytophagous insects of the main techniques of crop cultivation (sowing dates, varieties (hybrids)) in order to increase yield and product quality. The greatest damage to sorghum *Ostrinia nubilalis* Hbn. (5–46 %) and population of the Aphidiidae culture (1–96,5 %).

Введение

Сорго – однолетнее кормовое травянистое растение, относящееся к семейству Злаки. Культура является одной из самых многогранных в плане использования в мировом сельском хозяйстве, но основное направление его применения – кормопроизводство. Посевные площади сорго в мире достигают 70–75 млн га, уступая по данному показателю только пшенице, рису, ячменю и кукурузе. Основной объем площадей культуры размещен в Азии (49,0–50,0 %), Африке (32,0–33,0 %) и Америке (15,0 %). В Европе и Австралии – 2,0–3,0 %. Сорговые культуры отличаются не только высокой продуктивностью (500–700 ц/га зеленой массы), но и неприхотливостью к условиям произрастания. Благодаря своей засухоустойчивости и способности растений впадать в состояние анабиоза и переживать критические температурные периоды, культура может не зависеть от абиотических факторов природы.

В Республике Беларусь культура имеет важное стратегическое значение для кормопроизводства. В отличие от кукурузы сорго может легко переносить низкие температуры. Хорошие показатели урожайности сорговых культур отмечены в Гомельской области. На территории страны возделывается три вида сорго – зерновое, сахарное, веничное, а также сорго-суданковый гибрид.

Согласно данным О. О. Okosun (2021), в мире сорго повреждается более 150 видами насекомых из 29 семейств [1]. По данным ученых ФГБНУ «АНЦ «Донской» (2018), наибольшую вредоносность для посевов сорго представляют проволочники – личинки щелкунов (сем. Elateridae), настоящие тли (сем. Aphididae) и стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). По литературным данным российских и украинских ученых, растения сорго на протяжении периода вегетации повреждаются такими фитофагами, как щелкуны, шведские мухи, злаковые тли, из чешуекрылых – луговой и стеблевой кукурузный мотылек [2]. В. Л. Копылов (2021) отмечает, что в отдельные годы посевы сорго повреждаются злаковыми тлями и стеблевым кукурузным мотыльком, начиная с фазы 5–7 листьев [3]. Автором А. В. Быковской (2021–2022) зафиксированы значительные повреждения сорговых культур стеблевым кукурузным мотыльком по

Республике Беларусь (до 54 %) и высокая численность и заселенность растений различными видами тлей в Гомельской области как в начальный период развития растений, так и перед уборкой урожая – в стадии восковой спелости [3, 4, 5].

Таким образом, необходимо было продолжить исследования по уточнению энтомофауны в агроценозах сорго и вредоносности доминантных вредителей.

Методика проведения исследований

Сотрудниками лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» за годы исследований выполнены маршрутные обследования производственных посевов сорговых культур в трех агроклиматических зонах страны: южной (Брестская и Гомельская области), новой (Гродненская область) и центральной (Минская область). Видовой состав, численность и вредоносность насекомых изучались по методикам, принятым в энтомологии: методом визуального осмотра 100 растений, с помощью кошений энтомологическим сачком и почвенных раскопок.

Результаты исследований и их обсуждение

Впервые в условиях Беларуси (2020–2022 гг.) установлена таксономическая структура энтомофауны сорговых культур (сорго сахарное, зерновое, веничное, сорго-суданковый гибрид), которая включала более 35 видов насекомых, относящихся к 26 родам, 17 семействам, 7 отрядам (рисунок 1).

По трофической специализации 85,6 % обнаруженных насекомых – фитофаги, 14,4 % – энтомофаги. В ходе исследований в посевах сорговых культур выявлены основные вредители следующих отрядов: Бахромчатокрылые (Thysanoptera) – трипсы (овсяный, ржаной, тонкоусый); Двукрылые (Diptera) – шведские мухи (ячменная и овсяная); Жесткокрылые (Coleoptera) – пьявицы (синяя и красногрудая), блошка (крестоцветная синяя и хлебная полосатая), щелкуны (посевной малый, посевной полосатый, черный и блестящий), хрущ майский; Полу-жесткокрылые (Hemiptera) – виды тлей, цикадок, клопов и Чешуекрылые (Lepidoptera) – стеблевой кукурузный

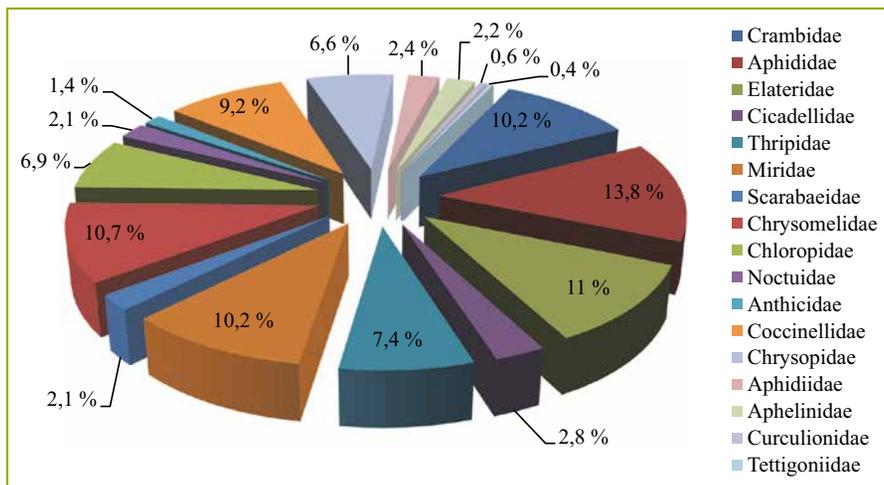


Рисунок 1 – Таксономическая структура семейств насекомых в агроценозах сорго (по данным маршрутных обследований, 2020–2022 гг.)

мотылек и стрельчатка щавелевая. Их численность в период вегетации варьировала в зависимости от погодных условий и вида сорго от 5 до 33 особей на 100 взмахов сачком и от 0,01 до 96,5 ос./стебель. Случайными видами насекомых были долгоносик клубеньковый, бронзовка золотистая, хрущ июньский и кузнечик зеленый.

Из энтомофагов присутствовали златогазка обыкновенная (*Chrysoperla carnea* St.), различные виды божьих (тлевых) коровок: семиточечная (*Coccinella septempunctata* L.), двухточечная (*Adalia bipunctata* L.), пропилея четырнадцатиточечная (*Propylaea quatuordecimpunctata* L.), анатис глазчатый (*Adonia ocellata* L.), перепончатокрылые насекомые (*Aphidius avenae* Hal., *A. ervi* Hal., *Praon volucre* Hal., *Ephedrus plagiator* Ness).

В результате мониторинга энтомокомплексов выявлено, что в агроценозе сорго в Гродненской и Гомельской областях эудоминантными вредителями являлись тли (Aphididae) (97,13 %), рецедентным – стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) (2,42 %), субрецедентными – трипсы (Thripidae) (0,30 %) и клоп полевой (*Lygus pratensis* L.) (0,15 %). В Брестской области эудоминантным насекомым являлся стеблевой кукурузный мотылек.

В Минской области в агроценозах сорго-суданкового гибрида к эудоминантному виду относится стеблевой

кукурузный мотылек (88,17 %), субдоминанты – настоящие тли (6,46 %), трипсы (5,37 %), в Брестской и Гомельской областях – эудоминантом являлся стеблевой кукурузный мотылек (56,8 %), доминантами – пьявица синяя (*Oulema lichenis* Voet.) (28,4 %) и трипсы (14,8 %), в Гродненской – эудоминанты: трипсы (94,5 %), рецеденты – клопик хлебный (*Trigonotylus ruficornis* Geoffr.) (2,4 %), тли (1,9 %), субрецедент – стеблевой кукурузный мотылек (1,2 %).

Впервые установлены биоэкологические особенности, динамика численности и сопряженность развития доминантных видов фитофагов с фенологией сорговых культур. В фазе прорастание – развитие листьев в агроценозах сорго сахарного,

зернового и веничного вред наносили почвообитающие вредители – личинки щелкунов (Elateridae) и хрущиков (Scarabaeidae) (таблица 1). Данные вредители являются почвообитающими многоядными фитофагами и повреждают растения сорго на ранних этапах их развития, выгрызая эндосперм высеванных семян, уничтожая прикорневую и подземную часть растений.

Имаго шведских мух и насекомые семейства Chrysomelidae отмечены в стадии 3–4 листьев культуры. С фазы 6–9 листьев растения начинают заселять сосущие вредители семейства Aphididae (большая злаковая и черемуховая тли), Cicadellidae и Miridae. В течение вегетационного сезона наибольшая численность трипсов отмечена в фазе 7–12 листьев и с пиком численности в фазе цветения. В стадии 8–12 листьев наблюдалась массовая откладка яиц стеблевым кукурузным мотыльком и до уборки урожая отмечаются гусеницы фитофага разных возрастов. В конце вегетации интенсивно развиваются на растениях сорговая и бересклетовая тли.

Таким образом, разнообразие видового состава насекомых в агроценозах сорговых культур (зерновое, сахарное, веничное, сорго-суданковый гибрид) зависит от суммы положительных температур за вегетационный период, почвенного состава и других абиотических факторов, а также от фазы развития растений.

Таблица 1 – Основные вредные насекомые в онтогенезе развития сорго и характер повреждений

Фаза (стадия) развития сорго	Название насекомых	Типы повреждения
Прорастание – развитие листьев	личинки жуков щелкунов (проволочники) – полосатый, малый, темный, черный, блестящий; личинки хрущей	подгрызы прикорневой и подземной части растений
Развитие листьев (стадия 3–4 листьев)	шведские мухи – овсяная и ячменная; листоеды – блоха полосатая хлебная, стеблевые блохи, пьявица красногрудая и синяя	внутреннее повреждение стеблей и повреждение листьев (окошечное и дырчатое выгрызание)
Развитие листьев (стадия 6–9 листьев)	виды тлей – черемуховая, большая злаковая; цикадки – шеститочечная и полосатая; клопы	повреждение листьев (усыхание, деформация из-за высасывания сока)
Развитие листьев (стадия 6–9 листьев)	листогрызущие совки	повреждение листьев, генеративных органов
Вегетация	трипсы – ржаной, тонкоусый, овсяный	повреждение листьев (высасывание сока)
Развитие листьев (стадия 8–12 листьев) – развитие стебля (стадия 10 узлов)	стеблевой кукурузный мотылек	повреждение листьев, стебля, метелки (дырчатое выедание – слом стебля), провоцирование болезней
Развитие метелки – цветение – созревание	виды тлей – сорговая, бересклетовая	повреждение листьев, метелок (высасывание сока)

Помимо общей картины присутствия насекомых в агроценозах сорго, выявлены два доминантных вредителя сельскохозяйственных культур, которые отличались высокой численностью и вредоносностью – настоящие тли и стеблевой кукурузный мотылек. Это объекты, заселяющие посевы на начальных этапах развития растений и вредящие по октябрь месяц, так как культура еще находится в фазе созревания зерна.

Вредоносность настоящих тлей выражается в том, что вредители высасывают клеточный сок из листьев, молодых побегов сорго, что приводит к нарушению процессов фотосинтеза и накопления питательных веществ в органах растений. При высокой численности и массовом размножении тлей замедляется рост сорго, резко снижается его урожайность. Особенно опасно появление колоний тлей в фазе 5–6 листьев, что может привести к ослаблению, усыханию и деформации растений.

Однако тля является не постоянным в динамике вредителем. За период исследований массовая вспышка насекомых была отмечена в Гомельской области в 2021 г. При обследовании сорго веничного, сахарного и зернового, при осмотре 100 растений в 10 разных местах, выявлено, что максимальная заселенность растений сорго тлями в фазе развития листьев составила 30,0 % (таблица 2). Данный показатель пришелся на III декаду июня и был зафиксирован на сорго зерновом. В дальнейшем численность тлей динамично снижалась. В III декаде августа отмечались единичные особи вредителя.

Ситуация изменилась в III декаде сентября – I декаде октября, когда при очередных обследованиях посевов выявлялись колонии черемуховой и бересклетовой тли с численностью от 250 до 500 особей/растение (рисунок 2). При этом 90 % колонии составляли бескрылые самки, 10 % – личинки, из них 20 % особей были паразитированы.

Перед уборкой заселенность растений сорго сахарного сосущими вредителями (сорговая и бересклетовая тли) достигла 76,8–93,3 % с численностью фитофагов 60,5–96,5 ос./стебель; сорго зернового – 20–88 % при численности 4,9–74,8 ос./стебель; сорго веничного – 76,6–90,3 % при численности 80,1–90,3 ос./стебель [5].

При этом присутствие других сосущих вредителей – трипсов – отмечалось в посевах сорго веничного и сахарного, средний показатель заселенности которых составил



Рисунок 2 – Различные виды тлей на растениях сорго

Таблица 2 – Динамика численности тлей в посевах сорговых культур (Гомельская область, стадия 6–9 листьев, 2021 г.)

Месяц	Культура	Заселенность тлями, % и ос./стебель									
		всего	большая злаковая тля			черемуховая тля			бересклетовая тля		
			бескрылая ♀	крылатая ♀	личинки	бескрылая ♀	крылатая ♀	личинки	бескрылая ♀	крылатая ♀	личинки
Июнь	сорго веничное	18*	–	–	2	8	–	8	–	–	–
		0,24**	–	–	0,02	0,14	–	0,08	–	–	–
	сорго сахарное	20	–	2	12	–	2	4	–	–	–
		0,44	–	0,02	0,14	–	0,02	0,22	–	–	–
	сорго зерновое	30	–	–	4	4	2	4	2	4	10
		0,32	–	–	0,04	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,38
Июль	сорго веничное	11,3	1,6	–	1,6	–	1,6	1,6	1,6	–	3,3
		0,11	0,016	–	0,016	–	0,016	0,016	0,016	–	0,03
	сорго сахарное	16	6	–	2	–	–	–	4	–	4
		0,34	0,2	–	0,06	–	–	–	0,04	–	0,04
	сорго зерновое	25	2,5	2,5	7,5	2,5	2,5	7,5	–	–	–
		0,3	0,3	0,3	0,8	0,3	0,3	0,8	–	–	–
Август	сорго веничное	4	–	–	–	–	–	–	–	1,0	3,0
		0,04	–	–	–	–	–	–	–	0,01	0,03
	сорго сахарное	10	2	–	–	–	–	–	2	2	4
		0,1	0,02	–	–	–	–	–	0,02	0,02	0,04
	сорго зерновое	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–
		0,01	–	–	0,01	–	–	–	–	–	–

Примечание – Показатели: *заселенность, %; **особей/стебель.

8 % с численностью 0,23 ос./стебель и 2,5–15,0 % – с численностью 0,15–0,45 ос./стебель соответственно [5].

Несмотря на разнообразие энтомофауны, доминантным объектом в агроценозах сорго можно смело называть стеблевого кукурузного мотылька – *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera, Crambidae). До того, как в Беларуси началось возделывание сорговых культур, фитофаг повреждал только кукурузу и был узкоспециализирован.

Высокая вредоносность стеблевого кукурузного мотылька характеризуется повреждениями паренхимы растений гусеницами, что приводит к сломам стеблей, из-за чего не формируется метелка, что особенно опасно при возделывании сорго на зерно. Помимо прямого ущерба, поврежденные фитофагом растительные ткани интенсивно поражаются красной бактериальной пятнистостью. При повреждении метелок сорго веничного сильно деформируются ветви, что резко снижает качество выходящей продукции.

Однако в связи с ежегодным улучшением условий жизни для вредителя и стремительным развитием численности объекта ему необходим источник питания, а по своему составу сорго идеально подходит мотыльку как кормовое растение.

Установлено, что в 2020 г. наибольшая поврежденность растений сорго гусеницами стеблевого мотылька отмечена в Гомельской области – до 54 % [6] и Гродненской – 8,4–26,2 %. В 2021 г. поврежденность сорго *O. nubilalis* Hbn. перед уборкой составила в Брестской области 36,8–40 %, в Гомельской и Гродненской – 20–32,1 и 15–20–41,4 %, в Минской области выявлено до 46 % поврежденных растений (таблица 3) [4].

Согласно полученным данным в 2022 г., поврежденность растений фитофагом в тот же период составила 5–24,6 %. Характер повреждения растений представлен на рисунке 3.

С учетом биологического минимума температур, необходимого для развития растений и насекомых, осуществляют выбор сроков сева сорговых культур, т. е. при их регулировании можно достичь несовпадения наиболее уязвимой фазы развития кормового растения с появлением фитофага. Научно обоснованный выбор сроков сева сорго зависит, прежде всего, от почвенно-климатических условий региона, состояния почвы, ее влажности, биологических особенностей сортов и гибридов.

В 2021 г. на базе опытного поля РНДУП «Полесский институт растениеводства» выявлена максимальная поврежденность растений сорго стеблевым кукурузным мотыльком – 20–21 % при раннем сроке сева. Установлено, что в посеве сорго оптимального срока сева поврежденность (10 %) гусеницами *O. nubilalis* ниже, чем в посеве раннего срока (таблица 4). В 2022 г. в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» растения позднего срока сева (15.06) повреждались вредителем до 15,2 %, что значительно выше по сравнению с оптимальным сроком сева (5 %).

При возделывании сорго важен выбор сорта или гибрида, наиболее адаптированного к конкретным микроклиматическим условиям и устойчивого к воздействию ряда неблагоприятных факторов. В результате исследований установлено, что поврежденность растений гусеницами стеблевого кукурузного мотылька различается в зависимости от сорта (гибрида) сорго и вида (сорго зернового, сахарного, веничного и сорго-суданкового гибрида) (таблица 5).

Среднеспелые сорта (Навигатор, Славянское поле, КВС ЮНО, Галия) повреждались вредителем от 14 до 56,8 %, позднеспелые (Веничное-7, КВС Фрея) – от 32,4 до 40 %. Поврежденность растений у сортов, находящихся на испытании, составила 10–20 %.

При высокой вредоносности многолетних и сосущих фитофагов в посевах сорговых культур и сорго-суданкового гибрида в Республике Беларусь отсутствуют препараты, зарегистрированные от стеблевого кукурузного мотылька, тлей, личинок щелкунов и прочих вредителей, что приведет к большим потерям урожая данных перспективных кормовых культур.

Выводы

На основании результатов исследований в агроценозах сорго, возделываемого в условиях Беларуси, за период 2020–2022 гг. отмечено присутствие свыше 35 видов насекомых, относящихся к семи отрядам, обитающих в стеблестое культур. Основным вредным объектом сорго веничного, зернового, сахарного и сорго-суданкового гибрида является фитофаг из группы многолетних вредителей – *Ostrinia nubilalis* Hbn., повреждающий вегетативные и генеративные органы растений, массовое развитие которого отмечено с фазы 8–12 листьев до уборки урожая. В отдельные годы (2021 г.) при метеорологических условиях, положительно влияющих на развитие фитофагов, наблюдалось массовое заселение культуры различными видами тлей – *Sitobion avenae* F., *Rhopalosiphum padi* L., *Rhopalosiphum maidis* Fitch, *Aphis solanella* F. и трипсами – *Limothrips denticornis* Hal. Остальные насекомые

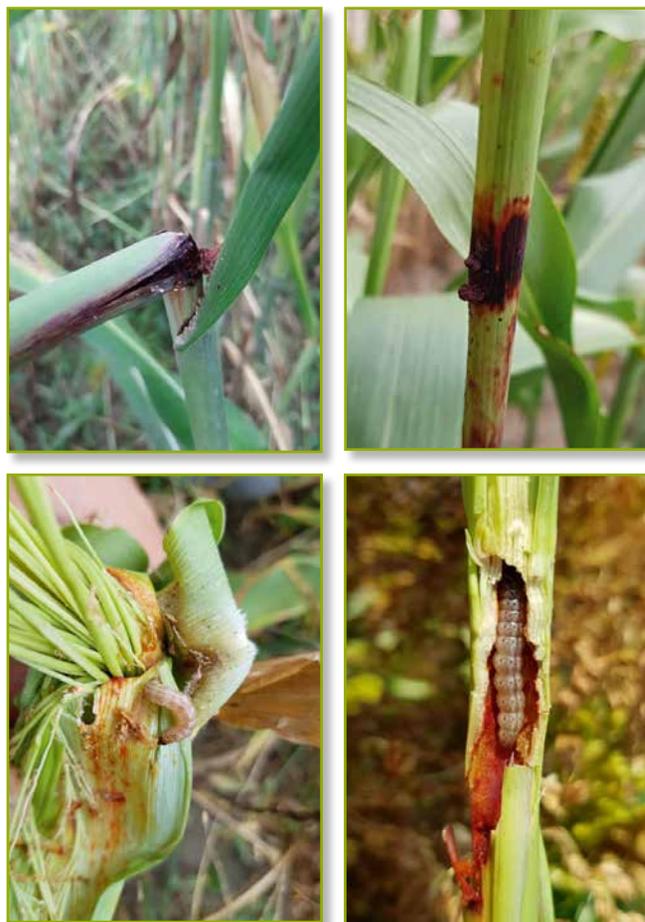


Рисунок 3 – Повреждение растений сорго стеблевым кукурузным мотыльком

Таблица 3 – Поврежденность сорго стеблевым кукурузным мотыльком в зависимости от климатических факторов (средние данные за годы исследований)

Месяц	Год	Сумма осадков, мм	Среднесуточная температура, °С	Повреждено растений, %
Брестская область				
Август	2020	36,1	20,6	–
	2021	272,6	17,6	40
	2022	74,1	21,2	24,6
Сентябрь	2020	47,3	15,8	–
	2021	51,7	12,7	36,8
	2022	85	11,6	20,8
Гомельская область				
Август	2020	52,5	20	54
	2021	140,4	19,9	20
	2022	19,5	21,9	15,4
Сентябрь	2020	34,7	16,2	26
	2021	98,8	11,4	32,1
	2022	91,4	11,2	17,8
Гродненская область				
Август	2020	84,6	18,2	26,2
	2021	143,2	17	15
	2022	24,9	21,4	5,8
Сентябрь	2020	38,5	11,8	8,4
	2021	88	12,2	20–41,4
	2022	45,6	11,4	10,2
Минская область				
Август	2020	60,5	17,8	–
	2021	73,5	16,9	46
	2022	11,8	10,5	5
Сентябрь	2020	30,5	13,9	–
	2021	118,9	10,1	40,8
	2022	43,7	10,2	14

отмечались в единичных экземплярах и не снижали урожайные показатели культуры. Оценено влияние сроков сева и сортов (гибридов) сорговых культур на вредоносность стеблевого кукурузного мотылька.

Применение высокоэффективных инсектицидов в отношении опасных чешуекрылых и других групп насекомых может оказаться ключевым элементом в построении рациональных программ защиты сорго.

Работа выполнена в рамках задания научно-исследовательских работ по Государственной программе научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» подпрограмма «Плодородие и защита растений» на тему «Изучение энтомофауны и вредоносности доминантных видов фитофагов в посевах сорго».

Литература

1. Biology, ecology, and management of key sorghum insect pests / O. O. Okosun [et al.] // Journal of Integrated Pest Management. – 2021. – № 12 (1). – P. 1–18.

Таблица 4 – Поврежденность растений сорго гусеницами стеблевого кукурузного мотылька при разных сроках сева культуры

Срок сева культуры	Поврежденность растений, %
Опытное поле, РНДUP «Полесский институт растениеводства», 2021 г.	
Ранний срок сева (II декада мая)	20–21
Оптимальный срок сева (III декада мая)	10
Опытное поле, РУП «Институт защиты растений», 2022 г.	
06.06.2022	5
15.06.2022	15,2

Таблица 5 – Поврежденность сортов (гибридов) сорго (сахарное, зерновое, веничное) и сорго-суданского гибрида гусеницами стеблевого кукурузного мотылька

Сорт, гибрид (спелость)	Поврежденность растений, %
2021 г.	
Опытное поле, РНДUP «Полесский институт растениеводства»	
*Яхонт	20
*СПР-2	15
*Лучистое	10
Веничное-7 (позднеспелый)	32,4–40
Хозяйства Брестской области	
Навигатор (среднеспелый)	24,4–41,4
Славянское поле (среднеспелый)	32,8–56,8
Опытное поле, РУП «Институт защиты растений»	
КВС Фрея (позднеспелый)	38,8
2022 г.	
Опытное поле, РУП «Институт защиты растений»	
КВС ЮНО (среднеспелый)	14
Галия (среднеспелый)	5

Примечание – *Сорта находятся в конкурсном сортоиспытании.

2. Болезни и вредители сорго [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: https://agroplazma.com/tehnologiya_vozdelovaniya/category1/bolezni_i_vrediteli_sorgo_27. – Дата доступа: 15.09.2021.

3. Копылович, В. Веничное 7 – первый районированный белорусский сорт сорго / В. Копылович // Беларус. сел. хоз-во. – 2021. – № 4. – С. 116–118.

4. Быковская, А. В. Стеблевой кукурузный мотылек – опасный вредитель кукурузы, сорго и проса / А. В. Быковская, С. В. Бойко, Н. А. Лужинская // Наше сельское хозяйство. – 2021. – № 12. – С. 19–29.

5. Бойко, С. В. Сосушие вредители в посевах сорговых культур в Беларуси / С. В. Бойко, А. В. Быковская, В. Л. Копылович // Земледелие и растениеводство. – 2022. – № 2 (141). – С. 33–37.

6. Бойко, С. В. Энтомофауна в агроценозах сорго веничного, возделываемого на юге Беларуси / С. В. Бойко, А. В. Быковская, А. С. Чичина // Труды Ставропольского отделения русского энтомологического общества / Ставроп. отд-ние Рус. энтомол. о-ва Рос. акад. наук; редкол.: Е. В. Ченикалова, Б. К. Котти, В. А. Коломыцева. – Ставрополь, 2021. – С. 96–102.

Целесообразность фракционирования семян льна-долгунца для повышения их посевных качеств

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

(Дата поступления статьи в редакцию 29.06.2022)

В работе обоснована целесообразность предпосевного фракционирования семян льна-долгунца. Установлены размеры фракций и их влияние на посевные характеристики, химические и биохимические свойства посевного материала для формирования мноморфного высокопродуктивного ценоза. Определена прямопропорциональная зависимость объемного веса семян с их массой ($R^2 = 0,98$), всхожестью ($R^2 = 0,94$), посевной годностью ($R^2 = 0,94$) и обратная зависимость с их зараженностью болезнями ($R^2 = 0,93$). Уменьшение объемного веса семян снижает в семенах содержание азота и сырого протеина, повышает содержание сырой клетчатки.

Введение

Семена, предназначенные для посева, должны быть генетически однородными, откалиброванными по геометрическим и физико-механическим параметрам, обладать высокой жизнеспособностью и низкой степенью зараженности патогенами. Разделение семян сельскохозяйственных культур производят по размеру, массе, форме, цвету, упругости, аэродинамическим свойствам, состоянию поверхности семени. Даже семена, полученные с одного растения, обладают определенной разнокачественностью – неодинаковыми свойствами по морфологическим признакам, биохимическому составу и физиологическому состоянию, способности прорасти и обеспечивать определенную продуктивность растений в потомстве.

Фракционирование семян является перспективным направлением в повышении эффективности их послеуборочной обработки. Перспективность фракционных технологий обусловлена возможностью повышения урожая и удешевления получаемой продукции культур за счёт улучшения посевных качеств семян, более дружных всходов, увеличения числа продуктивных стеблей и массы тысячи зёрен [1, 2, 3, 4, 5, 6].



Мноморфный ценоз льна-долгунца, фаза цветения

The paper substantiates the expediency of presowing fractionation of fiber flax seeds. The size of the fractions and their influence on the sowing characteristics, chemical and biochemical properties of the seed material for the formation of a monomorphic highly productive cenosis have been established. A direct proportional relationship was established between the volumetric weight of seeds and their mass ($R^2 = 0,98$), germination ($R^2 = 0,94$), sowing suitability ($R^2 = 0,94$) and an inverse relationship with their infection with diseases ($R^2 = 0,93$). A decrease in the volumetric weight of seeds reduces the content of nitrogen and crude protein in the seeds, and increases the content of crude fiber.

Много исследований проведено по фракционированию семян зерновых и кормовых культур. Информация в этом направлении по льну практически отсутствует. Существование изменчивости массы семени льна на уровне популяции, соцветия и плода (семенной коробки) экспериментально доказано в исследованиях Понажева В. П. [7]. Особенностью культуры является способность её к ветвлению в разреженном посеве (в ущерб образованию волокна), высокое содержание жира в семенах (фактор риска по инфицированности патогенами). Разделение семян актуально по объемному весу или массе семян, степени зрелости и наличию механических повреждений.

Для удешевления себестоимости льнопродукции льносеющие организации страны стараются самостоятельно обеспечить себя посевным материалом, и конечной ступенью послеуборочной обработки семян льна сегодня являются зерноочистительные машины типа Петкус, предназначенные для очистки и сортировки семенного и товарного материала сельскохозяйственных культур. Для получения более выровненных и выполненных семян с одинаковой поверхностью возможно использовать стол пневмосортировальный (пневмостол гравитационный сепаратор) типа СП-200. Благодаря возможности изменения скорости движения сита, количества воздуха, типа и угла наклона сита, толщины зернового пласта и точки отбора, пневмосортировальный стол обеспечивает высококачественное разделение семян. В настоящее время пневмостолы установлены только в двух льносеющих организациях: ОАО «Кореличи-Лен», ОАО «Пружанский льнозавод». Изучение фракционирования семян льна представляет практический интерес



Стол пневмосортировальный СП-200 (гравитационный сепаратор)

для повышения качества посевного материала и получения конкурентоспособной льнопродукции.

Целью научной работы являлось изучение целесобразности фракционирования семян льна-долгунца и влияния данного приема на посевные характеристики и основные химические и биохимические свойства посевного материала.

Объекты и методики исследований

Объектом исследований являлись партии семян льна-долгунца сорта Грант, РС₁. Для выполнения исследований использовали следующие методики: определение объемного веса семян – ГОСТ 10840-64 [8]; жизнеспособности семян – СТБ 1123-98 [9]; проращивание семян в рулонах фильтровальной бумаги – ГОСТ 12038-84 [10]; экстракция сырого жира из семян – ГОСТ 10857-64 [11]; определение белка – ГОСТ 10846-91 [12] и сырой клетчатки в семенах – ГОСТ 31675-2012 [13]; определение зараженности семян болезнями – ГОСТ 12044-93 [14]; определение химического состава семян: общего азота – ГОСТ 13496-93 [15], фосфора – ГОСТ 26657-97 [16], калия – ГОСТ 30504-97 [17].

Результаты исследований и их обсуждение

Льняное семя имеет яйцевидную форму с несколько суженным и слегка загнутым носиком. Поверхность здорового семени блестящая, гладкая, а при небла-

гоприятных условиях хранения становится тусклой. Размеры семян зависят от сорта, питания и условий произрастания. Геометрические характеристики семян льна-долгунца урожая 2018–2019 гг. варьировали в пределах: по длине – 3,2–4,8 мм, ширине – 1,5–2,2 мм, толщине – 0,5–1,2 мм, массе – 4,0–5,7 мг.

Очистка и сортировка семян льна на зерноочистительной машине Петкус К-531 обеспечили получение посевной фракции семян урожая 2018–2019 гг. с объемным весом 707 г/л, в составе которой содержалось 83,5 % выполненных гладких семян, 13,8 % мелких шероховатых невызревших семян, 2,7 % поврежденных и твердых отходов (таблица 1). Дальнейшая калибровка посевного материала с использованием пневмосортировального стола СП-200 обеспечила получение трех однородных фракций с объемным весом 712, 699 и 686 г/л.

С увеличением объемного веса семян достоверно повышались их масса 1000 семян, лабораторная всхожесть и посевная годность, описанные полиномом второй степени при высоких коэффициентах детерминации – R² = 0,98; 0,94 и 0,94 соответственно (рисунки 1, 2, 3). По мере снижения объемного веса семян повышалась их зараженность болезнями – R² = 0,93 (рисунок 4). Самая низкая посевная годность (74 %) и максимальная зараженность семян (36 %) установлены у фракции с объемным весом 686 г/л, содержащей 19 % мелких, невызревших, шероховатых и 6 % поврежденных семян и твердых отходов. Фракции с объемным весом 699

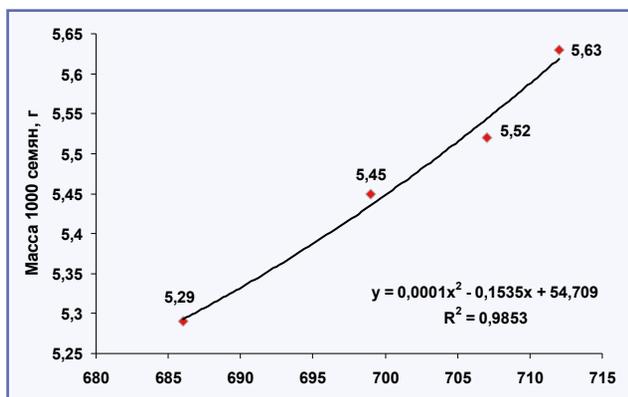


Рисунок 1 – Зависимость массы семян льна-долгунца от их объемного веса (среднее, 2018–2019 гг.)

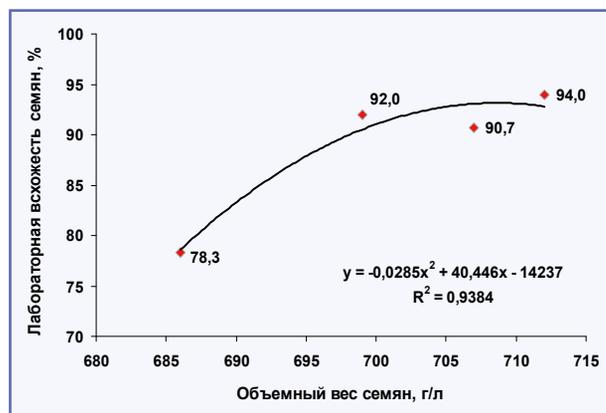


Рисунок 2 – Зависимость лабораторной всхожести семян льна-долгунца от их объемного веса (среднее, 2018–2019 гг.)

Таблица 1 – Органолептические свойства фракций семян льна-долгунца урожая 2018–2019 гг. и их полевая всхожесть (сорт Грант, РС₁)

Объемный вес семян, г/л	Доля в исходной партии, %	Органолептические свойства семян			Норма высева семян, кг/га	Полевая всхожесть семян	
		выполненные, гладкие, %	темные невызревшие шероховатые, мелкие гладкие, %	поврежденные, твердые отходы, %		шт./м ²	%
<i>Зерноочистительная машина Петкус К-531</i>							
707	–	83,5	13,8	2,7	137	1719,0	78,1
<i>Стол пневмосортировальный СП-200</i>							
712	65	89,8	8,6	1,6	134	1846,7	83,9
699	28	83,9	13,6	2,5	134	1719,7	78,2
686	6	74,6	19,5	5,9	158	1561,6	71,0

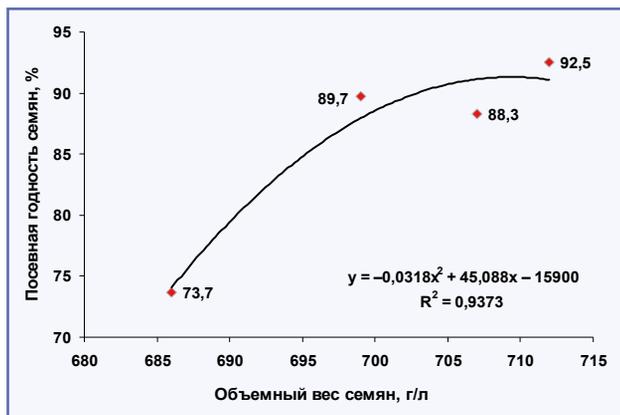


Рисунок 3 – Влияние объемного веса семян льна-долгунца на их посевную годность (среднее, 2018–2019 гг.)

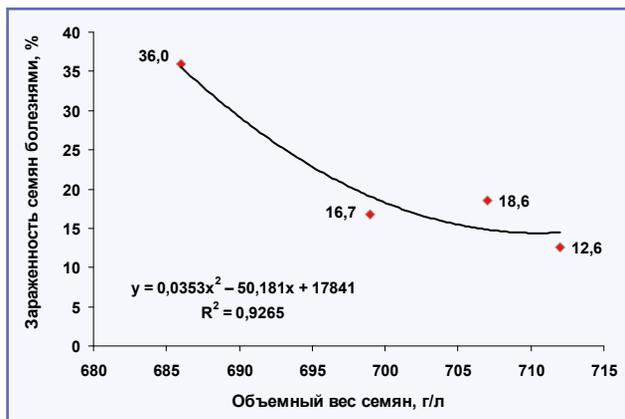


Рисунок 4 – Влияние объемного веса семян льна-долгунца на зараженность их болезнями (среднее, 2018–2019 гг.)

и 712 г/л имели посевную годность 90 и 93 %, зараженность патогенами – 17 и 13 %.

Посевные качества семян определяют их норму высева на гектар. Фракция исходной партии семян (707 г/л) обеспечила норму высева 137 кг/га. С повышением объемного веса фракции с 686 до 712 г/л установлено снижение нормы высева семян со 158 до 134 кг/га. Калибровка семян на пневмосортировальном столе СП-200 с получением из общей массы 65 % фракции объемным весом 712 г/л обеспечила их полевую всхожесть 1847 шт./м² (+7 % к исходной посевной фракции) или 84 % при норме высева 22 млн шт./га. Средняя фракция с объемным весом 699 г/л, которая от общей массы калиброванных семян составила 28 %, обеспечила полевую всхожесть 1720 шт./м² или 78 %. Фракция с объемным весом 686 г/л (6 % от общей массы калиброванных семян) снижала полевую всхожесть на 9 %, а плотность посева 1562 шт./м² растений достигалась за счет увеличения нормы высева семян на 15–18 %.

Влияние посевных фракций на прорастание семян и развитие проростков льна-долгунца на начальных этапах онтогенеза изучалось методом закладки семян в рулонах фильтровальной бумаги.

Фракция семян урожая 2019 г. с объемным весом 713 г/л обеспечила на 7-е сутки прорастания 92 % проросших семян, в т. ч. 74 % с высокой силой роста (таблица 2). Фракция семян с объемным весом 696 г/л обеспечила 91 % проросших семян, а высокой силой роста обладали 67 % проростков. Из 76 % проросших семян фракции с низким объемным весом (682 г/л) только 49 %

семян смогут сформировать мономорфный выровненный ценоз льна. С понижением объемного веса семян с 713 до 682 г/л снижалась средняя длина проростков с 11,9 до 9,6 см, сырая биомасса в пересчете на 100 проростков – с 6,30 до 5,76 г, сухая – с 0,35 до 0,30 г.

Кроме того, установлено влияние фракций семян льна на основные химические и биохимические свойства посевного материала. Фракция семян с объемным весом 713 г/л содержала в сухом веществе азота 3,79 %, фосфора – 1,11 %, калия – 0,91 %, а также сырых протеина – 20,82 %, клетчатки – 8,42 %, жира – 39,10 % (таблица 3). Снижение объемного веса семян с 713 до 682 г/л снижало содержание азота в семенах с 3,79 до 3,42 %, сырого протеина – с 20,82 до 18,81 % и повышало содержание сырой клетчатки с 8,42 до 8,74 %.

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что популяция семян льна-долгунца не однородна по своим посевным качествам, которую возможно совершенствовать в процессе послеуборочной доработки семян при использовании пневмосортировального стола типа СП-200 с выделением двух гомогенных фракций с высокими посевными характеристиками: объемным весом – 699–712 г/л, массой 1000 семян – 5,45–5,63 г, лабораторной всхожестью – 92–94 %, посевной годностью – 90–93 %. Фракция с объемным весом 686 г/л, содержащая до 20 % мелких, невызревших шероховатых, 6 % поврежденных семян и отходов, имела общую зараженность патогенами 36,0 %.

Таблица 2 – Биометрические показатели проростков льна-долгунца (метод закладки семян в рулонах фильтровальной бумаги на 7-е сутки прорастания, 2019 г.)

Фракция семян по объемному весу, г/л	Количество проросших семян, %			Длина проростков, см	Биомасса проростков, г	
	по энергии роста		всего		сырая	сухая
	высокая	низкая				
<i>Зерноочистительная машина Петкус К-531</i>						
706	63,5	24,5	88	10,3	6,02	0,32
<i>Стол пневмосортировальный СП-200</i>						
713	74,0	18,0	92	11,9	6,30	0,35
696	66,5	25,0	91	10,8	5,93	0,33
682	49,5	26,5	76	9,6	5,76	0,30
НСР ₀₅				0,63	0,042	0,016

Примечание – Биомасса проростков льна-долгунца приведена в пересчете на 100 семян.

Таблица 3 – Влияние фракций семян льна-долгунца на их основные химические и биохимические свойства (2019 г.)

Объемный вес, г/л	Содержание в абсолютно-сухом веществе, %					
	азот	фосфор	калий	сырой протеин	сырая клетчатка	сырой жир
713	3,79 ±0,042	1,11 ±0,016	0,91 ±0,025	20,82 ±0,423	8,42 ±0,081	39,10 ±0,122
706	3,49 ±0,085	1,21 ±0,118	0,90 ±0,013	19,17 ±0,471	8,55 ±0,063	38,92 ±0,112
696	3,59 ±0,054	1,02 ±0,050	0,91 ±0,010	19,72 ±0,295	8,62 ±0,032	38,67 ±0,123
682	3,42 ±0,051	1,08 ±0,063	0,88 ±0,005	18,81 ±0,499	8,74 ±0,053	38,72 ±0,162

нами 36 %, лабораторную всхожесть – 78 %, посевную годность – 74 %, что свидетельствует о непригодности ее для создания мономорфного высокопродуктивного ценоза, а плотность посева достигалась за счет увеличения нормы высева семян на 15–18 %.

Установлена прямопропорциональная зависимость объемного веса семян с их массой ($R^2 = 0,98$), всхожестью ($R^2 = 0,94$), посевной годностью ($R^2 = 0,94$) и обратная зависимость с их зараженностью болезнями ($R^2 = 0,93$). С увеличением объемного веса семян с 686 до 712 г/л повышается их масса 1000 семян с 5,29 до 5,63 г, лабораторная всхожесть – с 78 до 94 %, снижается зараженность болезнями с 36 до 13 %, повышается содержание в семенах азота с 3,42 до 3,79 % и сырого протеина с 18,81 до 20,82 %, снижается содержание сырой клетчатки с 8,74 до 8,42 %.

Литература

1. Вологжанина, Е. Н. Эффективные приёмы возделывания ярового голозерного овса в условиях Волго-Вятского региона: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Е. Н. Вологжанина. – Киров, 2010. – 170 л.
2. Пасынкова, Е. Н. Способ повышения качества зерна яровой пшеницы / Е. Н. Пасынкова, А. В. Пасынков // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 9. – С. 45–48.
3. Пивоваренный ячмень: качество зерна зависит от фракции / А. В. Пасынков [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2018. – № 3. – С. 32–35.
4. Кирпа, М. Я. Особливості сепарування та якості зерна кукурудзи / М. Я. Кирпа, С. О. Скотар // Хранение и переработка зерна. – 2005. – № 2 (68). – С. 23–25.
5. The experimental research sorting canola on gravity separator's / V. M. Pozdniakov [and etc.] // The journal of Almaty technological university. – 2017. – № 2. – Р. 76–83.
6. Чирко, Е. М. Влияние аэродинамического фракционирования семян на урожайность зеленой массы суданской травы / Е. М. Чирко, Т. В. Гончаревич // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 4 (137). – С. 11–15.
7. Понажев, В. П. Повышение урожайности и качества продукции льна-долгунца на основе совершенствования методов и технологий его семеноводства: автореф. дис. ... док.

- с.-х. наук: 06.01.05 / В. П. Понажев; ГНУ "ВНИИЛ". – Москва, 2007. – 42 с.
8. Зерно. Методы определения природы (с Изменениями № 1, 2). ГОСТ 10840-642012. – Введ. 01.07.65. – Москва: Госкомитет стандартов, мер и измерительных приборов СССР: Стандартинформ, 2009. – 3 с.
9. Семена зернобобовых, масличных и технических культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия». СТБ 1123-98. – Введ. 30.10.1998. – Минск: Госстандарт РБ, 1998. – 11 с.
10. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями № 1, 2, с Поправкой). ГОСТ 12038-84. – Введ. 01.07.1986. – М.: Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2011. – 30 с.
11. Семена масличные. Методы определения масличности. ГОСТ 10857-64 – Введ. 01.07.1964. – Изм. № 1 от 11.08.1986. – Москва: Госстандарт СССР, 2010. – 6 с.
12. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. ГОСТ 10846-91 – Введ. 18.12.91. – Москва: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992. – 8 с.
13. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. ГОСТ 31675-2012 – Введ. 01.09.2013. – Москва: Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. – 9 с.
14. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. ГОСТ 12044-93. – Введ. 21.10.1993. – Минск: Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1993. – 55 с.
15. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. ГОСТ 13496.4-93. – Введ. 01.01.1995. – Москва: Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2011. – 18 с.
16. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора. ГОСТ 26657-97. – Введ. 01.01.1999. – Минск: Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 10 с.
17. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия. ГОСТ 30504-97 – Введ. 01.01.1999. – Минск: Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1998. – 11 с.



фаза «елочка»



фаза бутонизации

Ценоз льна-долгунца, сформированный фракцией семян с объемным весом 712 г/л

Корреляции между количественными признаками у корнишонного огурца

М. Ф. Степура, доктор с.-х. наук, А. В. Михнюк, аспирант
Институт овощеводства

(Дата поступления статьи в редакцию 11.07.2022)

В статье дана оценка корнишонного огурца по количественным признакам и выделены гибриды, отличающиеся лучшим сочетанием элементов, определяющих структуру урожая. Установлены прочные прямые корреляции между высотой растения и площадью листьев ($R = 0,678$), а также слабые обратные корреляции между высотой растения и длиной плода ($R = -0,023$). Рассчитаны коэффициенты детерминации, позволяющие определить зависимость одного признака от другого.

The article gives an assessment of the gherkin cucumber by quantitative characteristics and identifies hybrids that are distinguished by the best combination of elements that determine the yield structure. Strong direct correlations were established between plant height and leaf area ($R = 0,678$), as well as weak inverse correlations between plant height and fruit length ($R = -0,023$). The coefficients of determination are calculated, which make it possible to determine the dependence of one attribute on another.

Введение

Все большее значение в современных исследованиях по биологии и агрономии приобретает корреляционный анализ [1, 7, 5, 6]. Исследования корреляций представляют интерес при создании адаптивных генотипов и получении требуемых характеристик продуктивности. Корреляционный анализ позволяет измерить силу и форму взаимозависимости [3, 4, 8], более ясно представить существующие в природе закономерности развития огурца корнишонного типа в Республике Беларусь, для чего и необходимо определение корреляционной зависимости между морфометрическими признаками.

В научной литературе почти отсутствуют данные о взаимосвязях количественных признаков корнишонного огурца. В большинстве случаев определены коэффициенты корреляции между двумя-тремя признаками небольшого числа образцов огурца.

В задачу наших исследований входило определение коэффициентов корреляции и анализ связей между 6 признаками у гибридов корнишонного огурца для оценки возможности прогнозирования продуктивности и качества.

Материалы и методы исследований

Изучение различных гибридов корнишонного огурца с определением морфометрических показателей, урожайности и качества продукции проводили в 2021 г. в пленочной теплице ангарного типа РУП «Институт овощеводства».

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, по агрохимическим показателям относится к среднему уровню плодородия. Метеорологические условия при проведении исследований способствовали объективной оценке гибридов огурца по хозяйственно-биологическим признакам.

В течение исследований анализировали количественные показатели, по которым устанавливали характер корреляции между признаками плодов двенадцати гибридов корнишонного огурца. Статистически обработаны данные по следующим показателям: высота растения (ВР), диаметр стебля (ДС), площадь листьев (ПЛ), длина плода зеленца (ДП), диаметр плода (ДП₁).

Корреляции между элементами, определяющими структуру урожая, изучали с помощью корреляционно-регрессионного анализа по Б. А. Доспехову [2].

При изучении корреляционных связей возникают два основных вопроса – о тесноте связи и форме связи. В качестве числового показателя корреляции, указывающего на тесноту и направление связи между признаками, использовали коэффициент корреляции R . Существенность корреляционной связи оценена по критерию существенности коэффициента корреляции. По величине коэффициента корреляции от 0,50 до 1 принято считать сопряженность прочной и резко выраженной, менее прочной (средней) – от 0,25 до 0,50 и очень слабой, если R менее 0,25.

Уровень взаимосвязи исследуемых признаков оценивали по коэффициенту детерминации – R^2 (квадрат коэффициента корреляции). Коэффициент детерминации показывает долю (%) тех изменений, которые в данном явлении зависят от изучаемого фактора.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате оценки коллекционных гибридов корнишонного огурца по количественным морфометрическим признакам установлено, что наибольшая высота растений – 280–300 см отмечена у гибридов Балкан F_1 и Кибрия F_1 . Высота растений гибридов огурца Альшаны F_1 и Амур F_1 оказалась на уровне 270 см, что на 10–30 см ниже высоты вышеуказанных гибридов.

Диаметр стебля растений огурца выше 1,1 см выявлен у гибридов корнишонного типа Директор F_1 и Кибрия F_1 . Проведенные расчеты площади листьев одного растения различных изучаемых гибридов свидетельствуют о том, что наибольшая общая площадь листьев – 3,44 м² оказалась у гибрида Кибрия F_1 , а у гибрида Балкан F_1 она составила 3,18 м². По гибридам Бьерн F_1 , Северин F_1 , Артист F_1 общая площадь листьев одного растения корнишонного огурца снизилась в среднем на 18–25 % по сравнению с общей площадью листьев вышеуказанных гибридов. Наименьшая площадь листьев одного растения – 1,51 и 1,98 м² отмечена у гибридов Абсолют F_1 и Эколь F_1 .

Вызывает практический интерес определение соотношения длины плода к диаметру зеленца корнишон-

ного типа. Наибольшие показатели соотношений – 4,5 и 4,1 отмечены по гибридам Бьерн F₁ и Амур F₁, а по гибридам Эколь F₁, Северин F₁, Балкан F₁, Кибрия F₁ они находились на уровне 3,7–3,9 (таблица 1).

Результаты корреляционного анализа между морфометрическими признаками гибрида корнишонного огурца – длина плода и диаметр стебля, длина плода и площадь листьев согласуются. Однако диаметр стебля и площадь листьев показывают прямую слабую корреляцию – $R = 0,252$ и $R = 0,266$. По-видимому, диаметр стебля и площадь листьев не могут служить параметрами оценки качества плодов огурца.

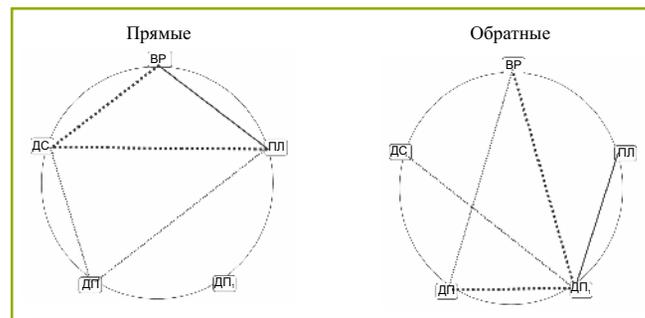
Прямая сильная корреляция отмечена между количественными морфометрическими признаками – высотой растения и площадью листьев – $R = 0,678$, тогда как между высотой растения и диаметром стебля корреляция оказалась прямой средней ($R = 0,367$).

Слабые и умеренные обратные корреляции установлены между такими количественными морфометрическими признаками, как высота растения, диаметр стебля, длина плода и диаметр плода ($R = -0,224...-0,393$) (таблица 2).

Установление корреляционных связей между количественными морфометрическими признаками осуществлялось по средним значениям признаков. Заметная связь отмечена между высотой растений и площадью

листьев, несколько умеренная корреляционная зависимость установлена между морфометрическими признаками диаметром стебля и высотой растений, диаметром стебля и площадью листьев. По остальным морфометрическим признакам, таким как длина плода зеленца и диаметр плода, корреляционная связь определена слабая (рисунок).

Коэффициенты детерминации R^2 между количественными морфометрическими признаками показы-



Корреляционные связи между количественными морфометрическими признаками гибридов корнишонного огурца

Примечание – ВР – высота растения, ДС – диаметр стебля, ПЛ – площадь листьев, ДП – длина плода зеленца, ДП₁ – диаметр плода.

Таблица 1 – Количественные морфометрические признаки гибридов корнишонного огурца

Гибрид	Признак					
	высота растения, см	диаметр стебля, см	площадь листьев на 1 растении, м ²	длина плода зеленца, см	диаметр плода зеленца, см	соотношение длины плода к диаметру зеленца
Абсолют F ₁	250	0,8	1,54	12,5	4,0	3,1
Авион F ₁	240	1,1	2,38	11,0	3,5	3,1
Альшаны F ₁	270	0,9	2,26	11,5	4,5	2,6
Амур F ₁	270	1,1	2,21	12,3	3,0	4,1
Аристан F ₁	240	1,1	2,21	11,4	3,5	3,3
Балкан F ₁	280	1,0	3,18	11,5	3,0	3,8
Бьерн F ₁	260	1,1	2,73	13,5	3,0	4,5
Директор F ₁	260	1,4	2,09	12	3,5	3,4
Кибрия F ₁	300	1,3	3,44	11,5	3,1	3,7
Артист F ₁	240	1,0	2,52	11,5	3,4	3,4
Северин F ₁	260	1,1	2,54	12,5	3,2	3,9
Эколь F ₁	240	0,9	1,98	12,6	3,2	3,9
X _{ср}	259,2	1,1	2,42	12,0	3,4	3,5

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции (R) между количественными морфометрическими признаками гибридов корнишонного огурца

Признак	ДС	ПЛ	ДП	ДП ₁
ВР	0,367 прямая средняя	0,678 прямая сильная	-0,023 обратная слабая	-0,358 обратная средняя
ДС	-	0,371 прямая средняя	0,252 прямая слабая	-0,224 обратная слабая
ПЛ	-	-	0,266 прямая слабая	-0,505 обратная сильная
ДП	-	-	-	-0,393 обратная средняя
ДП ₁	-	-	-	-

Примечание – ВР – высота растения, ДС – диаметр стебля, ПЛ – площадь листьев, ДП – длина плода зеленца, ДП₁ – диаметр плода; коэффициент корреляции существенен на уровне значимости 0,01.

Таблица 3 – Коэффициенты детерминации (R^2 двух) между количественными морфометрическими признаками гибридов корнишонного огурца

Признак	ДС	ПЛ	ДП	ДП ₁
ВР	0,135	0,460	0,001	0,128
ДС	–	0,138	0,064	0,050
ПЛ	–	–	0,071	0,255
ДП	–	–	–	0,154
ДП ₁	–	–	–	–

Примечание – ВР – высота растения, ДС – диаметр стебля, ПЛ – площадь листьев, ДП – длина плода зеленца, ДП₁ – диаметр плода.

вают насколько один признак зависит от другого. Так, площадь листьев одного растения гибрида огурца на 46 % зависит от высоты растения ($R^2 = 0,460$), диаметр плода огурца на 25,5 % зависит от площади листьев ($R^2 = 0,255$). Практически длина плода не зависит от высоты растения, диаметра стебля и площади листьев (таблица 3).

Заключение

В процессе изучения коллекции гибридов корнишонного огурца установлена высокая степень корреляционной зависимости между высотой растения огурца и общей площадью листьев одного растения, которая в дальнейшем определяет уровень урожайности.

Расчеты коэффициентов детерминации между количественными признаками показали, что площадь листьев растения огурца на 46 % зависит от высоты растения, а диаметр плода огурца на 25,5 % зависит от площади листьев.

Литература

1. Белик, В. Ф. Комплекс агротехнических приемов, обеспечивающих ранние и высокие урожаи огурцов в нечерноземной

зоне / В. Ф. Белик, Г. П. Шульцев, И. П. Соломина // Науч. труды. Овощеводство открытого и защищенного грунта. – М., 1973. – Т. 4. – С. 16–22.

2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. По агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Науч.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР, Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и бахчеводства; под ред. В. Ф. Белика, Г. Л. Бондаренко. – М., 1979. – 210 с.
4. Пивоваров, В. Ф. Селекция и семеноводство овощных культур / В. Ф. Пивоваров. – М.: 1999. – Т. 1. – 290 с.
5. Прокоров, И. А. Селекция и семеноводство овощных культур / И. А. Прокоров, А. В. Крючков, В. А. Комиссаров. – М.: Колос, 1997. – 470 с.
6. Степура, М. Ф. Основные направления развития овощеводства защищенного грунта / М. Ф. Степура // Овощеводство на рубеже третьего тысячелетия: тез. докл. конф. – Минск, 2000. – С. 92–94.
7. Хлебородов, А. Я. Изменчивость и корреляции количественных признаков для селекции огурца открытого грунта / А. Я. Хлебородов // Овощеводство: сб. науч. тр. / Институт овощеводства; редкол.: А. А. Аутко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 17. – С. 223–226.
8. Шмидт, В. И. Математические методы в ботанике / В. И. Шмидт. – Л.: ЛГЦ, 1984. – 288 с.

УДК 634.739.3:736(476)

Влияние интенсивности светодиодного освещения на состояние протеинового комплекса микрозелени гороха овощного

А. М. Пашкевич, зав. лабораторией, А. И. Чайковский, кандидат с.-х. наук
Институт овощеводства

Ж. А. Рупасова, доктор биологических наук, П. Н. Белый, кандидат биологических наук,
В. С. Задаля, научный сотрудник
Центральный ботанический сад НАН Беларуси

В. И. Домаш, доктор биологических наук, О. А. Иванов, кандидат биологических наук,
А. А. Строгова, научный сотрудник
Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 21.07.2022)

Приведены результаты исследования электрофореграмм основных фракций белковых соединений микрозелени гороха овощного при интенсивности светодиодного освещения 50, 100, 150, 200 и 250 мкМ/м² сек, выявившего отчетливо выраженную гетерогенность их состава с присутствием компонентов с различным молекулярным весом и отсутствие существенного влияния исследуемого фактора на количественные и качествен-

The results of the study of electrophoregrams of the main fractions of protein compounds of vegetable pea microgreens under the intensity of LED illumination of 50, 100, 150, 200 and 250 μm/m² sec, which revealed a clearly pronounced heterogeneity of their composition with the presence of components with different molecular weights and the absence of a significant effect of the studied factor on quantitative and qualitative characteristics of the profiles

ные характеристики профилей альбуминов, глобулинов и глутаминов при наличии зависимости от него белковых профилей проламинов. Показано, что наиболее благоприятные условия для создания в микрозелени гороха обширных запасов белка обеспечивала интенсивность светодиодного освещения, равная 50 и в большей степени 100 мкМ/м²сек, тогда как наиболее эффективное производство растворимых компонентов протеинового комплекса протекало только при его интенсивности 200 мкМ/м² сек.

Введение

В связи со значительным увеличением в последние годы у населения республики спроса на продукцию микрозелени овощных культур, в том числе гороха овощного, как источника широкого спектра полезных веществ, особую актуальность обретает совершенствование технологии ее производства, направленное на улучшение продукционных и качественных показателей. Общеизвестно, что важнейшую роль при выращивании микрозелени в контролируемых условиях защищенного грунта играет световой режим, одной из основных характеристик которого является интенсивность светового потока. С целью определения ее оптимальных параметров в 2022 г. в РУП «Институт овощеводства» был проведен производственный эксперимент с использованием ряда режимов светодиодного освещения при выращивании этой культуры. Поскольку в метаболизме гороха овощного преобладание синтеза белковых соединений, значительный научный и практический интерес представляло исследование влияния интенсивности светодиодного освещения на протеиновый комплекс микрозелени, в том числе на основные его компоненты, представленные растворимыми (альбуминами), солерастворимыми (глобулинами), щелочерастворимыми (глутелинами) и спирторастворимыми (проламинами) белками.

Методика и объекты исследований

Исследования выполнены в рамках производственного эксперимента в условиях светокультуры при выращивании микрозелени гороха овощного (сорт Павлуша) с использованием светодиода (FLORA LED 300/2/4 производства РНПУП «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий НАН Беларуси») при интенсивности освещения – 50, 100, 150, 200 и 250 мкМ/м² сек (мкМ/м² сек). В качестве контроля было принято значение интенсивности освещения, равное 200 мкМ/м² сек, рекомендуемое Институтом Гипронисельпром Министерства сельского хозяйства РФ в качестве оптимального для зеленных и рассады ряда овощных культур.

В образцах микрозелени гороха определяли общее содержание протеинов методами формольного и потенциометрического титрования с введением поправочных коэффициентов [4] и предварительным проведением гидролиза белков в соответствии с протоколами прободготовки образцов для аминокислотного анализа [2]. Определение белкового состава микрозелени гороха осуществляли электрофоретическим методом (ПААГ-электрофорез) [9]. Содержание альбуминов (растворимых белков) определяли по методу [8]. Выделение их из 3 г сырого растительного материала,

of albumins, globulins and glutamines in the presence of dependence on it of protein profiles of prolamins. It was shown that the most favorable conditions for the creation of total protein reserves in pea microgreens were provided by the intensity of LED illumination equal to 50 and to a greater extent 100 μm/m² sec, while the most efficient production of soluble components of the protein complex proceeded only at its intensity of 200 μm/m² sec.

предварительно растертого в жидком азоте, проводили с использованием в качестве экстрагента 15 мл 0,1 М NaCl при температуре +4 °С в течение 2 час. при постоянном помешивании. Калибровочную кривую для количественного определения данных белков в исследуемых образцах строили по БСА (бычьему сывороточному альбумину) в концентрации от 10 до 500 мкг/мл. Выделение общего белка для получения электрофоретического спектра проводили по методу [7], а выделение альбуминов, глобулинов, глутелинов и проламинов – по методам, представленным в работе [4]. Для выполнения ПААГ-электрофореза выделенные фракции белков осаждали ацетоном при температуре –20 °С в течение 15 час., осадок подсушивали и растворяли в 6М мочеvine.

Все измерения и определения выполнены в 2-кратной биологической и 3-кратной аналитической повторности с последующей статистической обработкой экспериментальных данных по методике, принятой для биологических исследований [5] с использованием программы Microsoft Office Excel 2007 [1].

Результаты исследований и их обсуждение

Поскольку горох овощной является культурой с преобладанием в метаболизме синтеза белковых соединений, значительный научный и практический интерес представляло исследование влияния интенсивности светодиодного освещения на протеиновый комплекс микрозелени, в том числе на основные его компоненты, представленные растворимыми (альбуминами), солерастворимыми (глобулинами), щелочерастворимыми (глутелинами) и спирторастворимыми (проламинами) белками. Наиболее важную физиологическую роль в организме человека играют альбумины, которые благодаря высокой адсорбционной способности связывают многие токсичные соединения – алкалоиды, тяжелые металлы, билирубин, а также обеспечивают поддержание осмотического давления крови. Наряду с альбуминами, широким распространением пользуются обычно сопутствующие им глобулины, представленные в горохе белком легумином и выполняющие в человеческом организме в основном питательную, защитную и транспортную функции. Промежуточное положение между глобулинами и проламинами занимают белки растительного происхождения глутелины, играющие важную роль в питании человека и характеризующиеся высоким содержанием аминокислот пролина и глутаминовой кислоты. Еще одним представителем простых белков являются проламины, обычно содержащиеся в клейковине семян злаковых растений, где выполняют роль запасных белков. Поскольку они практически отсутствуют в бобовых культурах, то не следовало ожидать присутствия их

в заметных количествах в микрозелени гороха, но тем не менее в своих исследованиях мы уделили внимание и этой группе белковых соединений [3, 6].

Результаты определения спектра альбуминов, глобулинов, глютелинов и проламинов в образцах микрозелени гороха при разной интенсивности светодиодного освещения представлены на рисунках 1–4.

В соответствии с результатами электрофореза, альбуминовая фракция исследуемых образцов представлена гетерогенным набором белков с разной молекулярной массой, варьирувавшейся в диапазоне 10–116 кДа (рисунок 1). При этом для данной фракции не выявлено существенных межвариантных различий белковых профилей, и лишь в вариантах опыта с интенсивностью освещения 100 и 250 мкм/м² сек установлено отсутствие белковых зон с молекулярной массой ~80 кДа.

Как следует из рисунка 2, фракция глобулинов в исследуемых образцах микрозелени гороха представлена набором белков с молекулярной массой от 14 до 85 кДа при отсутствии заметных межвариантных различий белковых профилей. Тем не менее нельзя не обратить внимания на более высокое содержание глобулинов с молекулярным весом 65–66 кДа в контроле (200 мкм/м² сек) по сравнению с другими вариантами опыта. Наряду с этим при интенсивности освещения 50 мкм/м² сек обнаружено минимальное количество либо полное отсутствие глобулинов с молекулярной массой 45 кДа.

Что касается глютелинов, выделенных из исследуемых образцов, то результаты электрофореза не выявили существенных межвариантных различий ни по количественным, ни по качественным характеристикам данной фракции протеинов, и лишь при интенсивности освещения 50 мкм/м² сек содержание щелочерастворимых белков с молекулярной массой около 50 кДа заметно уступало таковому в других вариантах опыта (рисунок 3).

В отличие от предыдущих фракций белков наиболее выразительные межвариантные различия белковых профилей обнаружены во фракции проламинов.

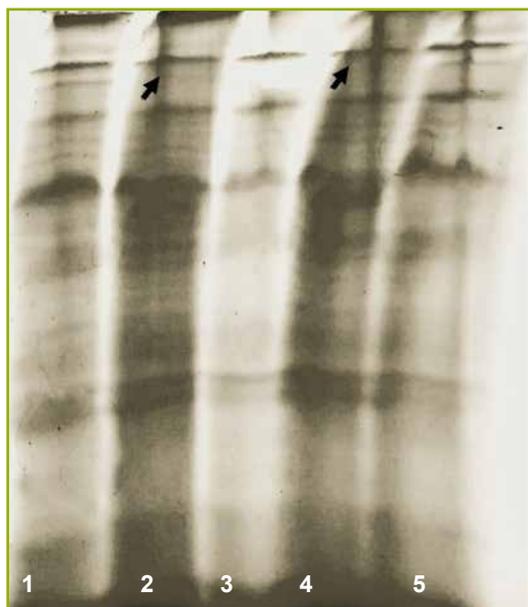


Рисунок 1 – Электрофореграмма альбуминов в микрозелени гороха овощного при интенсивности светодиодного освещения в мкм/м² сек:
1 – 200 (контроль), 2 – 50, 3 – 100, 4 – 150, 5 – 250

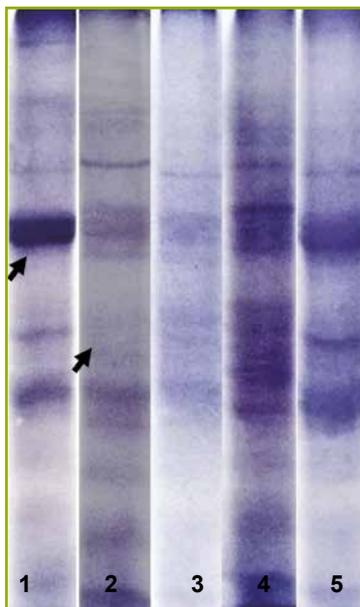


Рисунок 2 – ПААГ-электрофореграмма глобулинов в микрозелени гороха овощного при интенсивности светодиодного освещения в мкм/м² сек:
1 – 200 (контроль), 2 – 50, 3 – 100, 4 – 150, 5 – 250

Анализ электрофореграммы последних (рисунок 4) показал, что спирторастворимые белки в исследуемых образцах представлены 3–4 белковыми зонами – низкомолекулярными белками с молекулярной массой 8 и 10 кДа (нижняя часть спектра) и белками с ее значениями в области 80–85 кДа (верхняя часть спектра). Применение интенсивности светодиодного освещения 100 и 200 мкм/м² сек способствовало исчезновению из белковых профилей проламинов с молекулярной массой 8 кДа, а при максимальном воздействии данного фактора (250 мкм/м² сек) в их спектре уже не наблюдалось присутствия белковых зон с молекулярной массой 80–85 кДа. Это позволяет сделать вывод, что на фоне преимущественного отсутствия значимых межвариантных различий профилей основных фракций растворимых белков в микрозелени гороха наиболее выраженной зависимостью от интенсивности светодиодного освещения характеризовались белковые профили проламинов.

В исследуемых образцах микрозелени данной культуры было обнаружено весьма высокое содержание наиболее ценной усвояемой части белковых соединений – водорастворимых белков (альбуминов), варьирувавшееся в рамках эксперимента в мг/г сухой массы в диапазонах 59,9–143,0 и 19,7–38,8 при изменении содержания глобулинов, глютелинов и проламинов в диапазонах 11,1–18,0, 4,7–6,8 и 2,0–8,4 мг/г сухой массы соответственно (таблица 1). Обращает на себя внимание существенное влияние исследуемого фактора на накопление в микрозелени гороха не только общего протеина, но и отдельных фракций белковых соединений. При этом только на фоне интенсивности освещения 50 и 100 мкм/м² сек установлено увеличение общего количества белка на 11 и 21 % по сравнению с контролем, тогда как в вариантах опыта с интенсивностью 150 и 250 мкм/м² сек обнаружен обратный эффект – отставание от последнего на 36–50 %, прогрессирующее по мере усиления данного воздействия (таблица 2).

Что касается ответной реакции на него отдельных компонентов протеинового комплекса микрозелени гороха, то во всех без исключения тестируемых вариантах опыта наблюдалось выраженное в разной степени преимущественное ингибирование их биосинтеза по сравнению с контролем – на 41–49 % альбуминов,

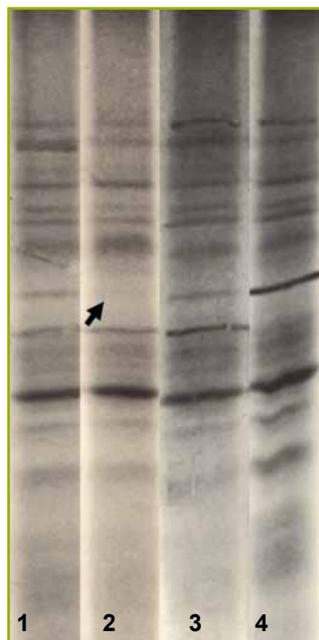


Рисунок 3 – ПААГ-электрофореграмма глютелинов в микрозелени гороха овощного при интенсивности светодиодного освещения в мкМ/м² сек: 1 – 200 (контроль), 2 – 50, 3 – 100, 4 – 150, 5 – 250

28–38 % глобулинов, 7–19 % глютелинов и на 43–76 % проламинов. Это позволяет заключить, что интенсивность светодиодного освещения, равная 50 и в большей степени 100 мкМ/м² сек, обеспечивала наиболее благоприятные условия для создания в микрозелени гороха общих запасов белка, тогда как наиболее эффек-



Рисунок 4 – ПААГ-электрофореграмма проламинов в микрозелени гороха овощного при интенсивности светодиодного освещения в мкМ/м² сек: 1 – 200 (контроль), 2 – 50, 3 – 100, 4 – 150, 5 – 250

Таблица 1 – Содержание компонентов белкового комплекса в сухом веществе микрозелени гороха овощного при разной интенсивности светодиодного освещения

Интенсивность освещения, мкМ/м ² сек	Содержание компонентов белкового комплекса, мг/г									
	общее содержание протеинов		растворимые белки (альбумины)		солеорастворимые белки (глобулины)		щелочерастворимые белки (глютелины)		спирторастворимые белки (проламины)	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	t
200 (контроль)	118,5 ± 1,2		38,8 ± 1,9		18,0 ± 1,0		5,8 ± 0,1		8,4 ± 0,3	
50	131,8 ± 1,9	6,0*	19,7 ± 0,5	-9,6*	11,9 ± 0,8	-4,8*	4,8 ± 0,1	-5,2*	3,4 ± 0,3	-11,5*
100	143,0 ± 2,6	8,7*	20,3 ± 0,7	-9,1*	11,1 ± 1,1	-4,7*	6,8 ± 0,2	5,2*	2,0 ± 0,1	-18,0*
150	76,4 ± 0,7	-30,7*	21,9 ± 0,8	-8,1*	13,0 ± 0,6	-4,4*	5,4 ± 0,1	-2,6	2,1 ± 0,2	-16,8*
250	59,9 ± 0,3	-48,5*	23,0 ± 0,6	-7,8*	11,3 ± 0,3	-6,4*	4,7 ± 0,1	-6,7*	4,8 ± 0,3	-8,0*

Примечание – *Статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при p < 0,05.

Таблица 2 – Относительные различия с контролем вариантов опыта с разной интенсивностью светодиодного освещения по содержанию компонентов белкового комплекса в сухом веществе микрозелени гороха овощного

Показатель	Относительные различия с контролем по содержанию компонентов белкового комплекса, %			
	интенсивность освещения, мкМ/м ² сек			
	50	100	150	250
Общий белок	+11,2	+20,7	-35,5	-49,5
Альбумины	-49,2	-47,7	-43,6	-40,7
Глобулины	-33,9	-38,3	-27,8	-37,2
Глютелины	-17,2	+17,2	-6,9	-19,0
Проламины	-59,5	-76,2	-75,0	-42,9

Примечание – Прочерк означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента различий с контролем при P < 0,05.

тивное продуцирование его растворимых компонентов протекало только в контрольном варианте опыта при интенсивности освещения 200 мкм/м² сек.

Выводы

1. На основании анализа электрофореграмм основных фракций белковых соединений микрорзелени гороха овощного при интенсивности светодиодного освещения 50, 100, 150, 200 и 250 мкм/м² сек выявлена отчетливо выраженная гетерогенность их состава с присутствием компонентов с различным молекулярным весом. При этом установлено отсутствие существенного влияния исследуемого фактора на количественные и качественные характеристики профилей альбуминов, глобулинов и глютаминов при наличии зависимости от него белковых профилей проламинов.

2. Показано, что наиболее благоприятные условия для создания в микрорзелени гороха общих запасов белка обеспечивала интенсивность светодиодного освещения, равная 50 и в большей степени 100 мкм/м² сек, тогда как наиболее эффективное продуцирование его растворимых компонентов протекало только при его интенсивности 200 мкм/м² сек.

Литература

1. Боровиков, В. П. STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. – СПб., 2001. – 656 с.
2. Корма, комбикорма. Метод определения содержания аминокислот: ГОСТ 32195–2013. – Введ. 01.07.2015. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 23 с.
3. Кретович, В. Л. Биохимия растений / В. Л. Кретович. – М., 1986. – 503 с.
4. Петров, К. П. Метод формольного титрования со смешанными индикаторами / К. П. Петров // Методы биохимии растительных продуктов. – Киев, 1978. – С. 16–18.
5. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Д. Мятлев [и др.]. – М.: Академия, 2009. – 320 с.
6. Хельдт, Г. В. Биохимия растений / Г. В. Хельдт; пер. с англ. – М.: Лаборатория знаний, 2014. – 471 с.
7. A universal and rapid protocol for protein extraction from recalcitrant plant tissues for proteomic analysis / W. Wang [et al.] // Electrophoresis. – 2006. – Vol. 27. – P. 2782–2786.
8. Bradford, M. M. Rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding / M. M. Bradford // Anal. Biochem. – 1976. – Vol. 8. – P. 248–254.
9. Laemmli, U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 / U. K. Laemmli // Nature. – 1970. – Vol. 227. – P. 680–685.

САМЕРСОВ ВИЛОР ФРИДМАНОВИЧ

(к 85-летию со дня рождения)

24 июля 2022 г. исполнилось 85 лет со дня рождения Самерсова Вилора Фридмановича, основоположника интегрированных систем защиты растений от вредителей, болезней и сорной растительности в Беларуси, член-корреспондента Российской Академии сельскохозяйственных наук, академика Академии аграрных наук Республики Беларусь, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки.

Творческий путь ученого начался **в 1960 г.** после окончания Ленинградского сельскохозяйственного института в должности младшего научного сотрудника Славгородской селекционно-опытной станции в Алтайском крае. **В 1967 г.** Вилор Фридманович защитил кандидатскую диссертацию в Институте зоологии Академии наук БССР. Затем как сложившийся ученый в области защиты растений **в 1971 г.** был приглашен на работу в Белорусский институт защиты растений, где возглавил отдел по разработке комплексных систем защиты растений. **В 1974 г.** Вилор Фридманович был назначен заместителем директора, **в 1978 г.** – директором Белорусского научно-исследовательского института защиты растений, которым руководил более 20 лет.

На должности руководителя института В. Ф. Самерсов проявил талант организатора науки, инициатора новых идей и смелых решений. Вилор Фридманович возглавил работу по координации защиты растений в Беларуси и странах Прибалтики, входивших в состав Западного отделения ВАСХНИЛ, организовывал сотрудничество с институтами по защите растений в странах ближнего и дальнего зарубежья. За



существенный вклад в развитие сельскохозяйственной науки в целом и защиты растений профессор, доктор сельскохозяйственных наук В. Ф. Самерсов **в 1988 г.** был избран член-корреспондентом Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук, **в 1992 г.** — академиком Академии аграрных наук Республики Беларусь. За выдающиеся заслуги перед наукой Вилору Фридмановичу было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Беларусь».

Под руководством В. Ф. Самерсова была сформирована научная школа энтомологов, последователями которой являются доктора биологических наук Л. И. Трешко, О. Р. Александрович, доктор с.-х. наук И. А. Прищепа, кандидаты сельскохозяйственных и биологических наук: С. В. Яченя, Л. П. Якимович, В. Н. Карташевич, С. В. Переходцева (С. В. Надточаева), Г. И. Боровская (Г. И. Гаджиева), С. В. Прохорова (С. В. Бойко), А. И. Хайбуллин. Чуткий и требовательный наставник, он повсюду поддерживал и гордился молодыми исследователями. Даже при своей занятости находил время для работы с молодежью и был доступен всем, нуждающимся в совете и помощи. Помогая молодым исследователям, В. Ф. Самерсов думал о будущем. Сегодня его ученики работают в научных и производственных организациях аграрного сектора Беларуси.

Научное наследие В. Ф. Самерсова поистине велико. Это **582 публикации, в том числе 7 монографий.** Его работы широко известны в нашей стране и за рубежом. **В 1992 г.** он был включен в Международный биографический справочник "Человек года" в серии "Who is who of intellectuals".

Под его руководством и при непосредственном участии выполнены фаунистические исследования, выявлена структура доминирования вредителей в разных

агроклиматических зонах Беларуси, определено влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на динамику численности и вредоносность агрофагов.

В своих трудах Вилор Фридманович сформулировал новый научный подход, где агроэкосистемы рассматриваются как управляемые, а направленная деятельность человека и природные элементы являются основными регулирующими факторами. Это позволило теоретически обосновать концепцию интегрированной системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорной растительности. За основу разработанной концепции взято положение о том, что средообразующим фактором в агроценозах выступает культурное растение. Поэтому при разработке интегрированной системы защиты растений в первую очередь учитывались профилактические возможности оптимизации фитосанитарной ситуации посевов за счет агротехнических мероприятий.

Суть разрабатываемых под научным руководством В. Ф. Самерсова систем защиты сельскохозяйственных культур в Беларуси состоит в том, что в борьбе с вредными организмами стали применять экологические понятия и методы, опирающиеся не только на пестициды, но и учитывающие другие, ограничивающие рост популяции агрофагов (природный биотический потенциал, агротехника, сорта и т. д.) факторы. В основе стратегии систем лежит прогнозирование ожидаемых потерь и определение экономических порогов вредоносности, и они направлены не на полное уничтожение вредных видов, а на регулирование их популяций на определенном экологическом и экономическом уровне. Такие разработки позволяют расширить биологическую основу систем защиты растений и экологически их усовершенствовать за счет обоснованного применения пестицидов. Вилор Фридманович Самерсов в своих



работах большое внимание уделял вопросам экологии, следил за мировыми научными достижениями в этой области. На основании концепции по экологической безопасности систем защиты растений впервые подготовлена методика оценки эффективности технологий по хозяйственным, экономическим и энергетическим показателям, а экологическая безопасность рассчитывается по степени затрат на устранение отрицательных последствий пестицидов.

Вилор Фридманович очень много читал и прививал это своим ученикам и сотрудникам. Он был уверен, что нельзя сделать открытие в науке, провести исследования на высоком уровне, не владея научными достижениями, и в первую очередь знанием законов и теорий эволюции, экологии, открытий в области биологии. Поэтому работы Вилора Фридмановича или выполненные труды под его руководством отличались высоким уровнем исследований и соответствовали мировым научным направлениям, где блестяще решались как теоретические, так и прикладные проблемы современной защиты растений от вредных организмов, биологии и экологии.

Вилор Фридманович прожил большую и интересную, полную творческих исканий жизнь. Во все времена Вилор Фридманович был человеком глубоко порядочным.

Будучи человеком долга и высокой ответственности, он предъявлял к себе самые строгие требования. Его отличала редкая скромность во всем – в манере поведения на службе, в общении с людьми, в быту, он был обаятельный, справедливый и добрый человек, щедро отдававший другим свои знания, силы и тепло своей души.

Коллектив лаборатории энтомологии продолжил исследования, направленные на усовершенствование энергосберегающих экологически безопасных систем защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов, при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований сотрудничает с ведущими учеными ближнего и дальнего зарубежья. Созданная Вилором Фридмановичем Самерсовым научная школа, включающая учеников и последователей, продолжает развивать его идеи и принципы, а его светлый образ – жизнелюбивого и глубоко преданного своему делу человека навсегда останется в их памяти.

А. А. Запрудский,
директор РУП «Институт защиты растений»

С. В. Бойко,
заведующая лабораторией энтомологии



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, выпускающий редактор Н. Л. Новосад. Верстка: Г. Н. Потеева

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

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

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

www.zemledelie.by, www.земледелие.бел

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

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

Подписано в печать 21.10.2022 г. Цена свободная.

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

Формат 60x84/8. Бумага мелованная. Тираж 500 экз. Заказ № 1780.

Свидетельство о ГРИИРПИ № 2/194 от 23.02.2017.

С нами расти легче

avgust crop protection

Непробиваемая защита семян и проростков

Байсайд®

ПРОТРАВИТЕЛЬ

протиоконазол, 40 г/л + флудиоксонил,
30 г/л + азоксистробин, 15 г/л

Мощный трехкомпонентный фунгицидный протравитель для защиты семян и всходов зерновых с высоким потенциалом урожайности.

Надежно и долго защищает растения от патогенов, передающихся с семенами и через почву. Предохраняет от поражения листья, стебель и корневую систему, в т. ч. от корневых и прикорневых гнилей.

Содержит три взаимно дополняющих друг друга действующих вещества. Стимулирует развитие корневой системы. Не вызывает резистентности.



avgust.com

ЗАО «Август-Бел»
Тел.: (01713) 938-00

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

реклама



AgCelence®
Рассчитывай на большее.

BASF
We create chemistry

Харвига®

Истинный мультифунгицид

- «Безтриазольный» фунгицид для защиты злаковых и двудольных культур от болезней и стресса
- Выраженная лечебная активность и усиленное профилактическое действие
- Усиленная постинфекционная активность
- Двойной AgCelence-эффект: высокий уровень физиологической поддержки культуры
- Зарегистрирован во всех странах мира для защиты зерновых, масличных, технических культур!

agro.basf.by

КОНТАКТЫ

