

Земледелие и Защита растений

№ 2 (129)
2020

Научно-практический
журнал

Приаксор® Макс

Все функции в одном фунгициде

Современный фунгицид с трехсторонним подходом к решению каждой задачи:

- 3 действующих вещества - полная защита от резистентности
- физиологическое действие - прибавки в отсутствие болезней
- современная формуляция - усиление профилактического и лечебного действия



BASF
We create chemistry

AgCelence
Рассчитывай на большее.

техническая поддержка 8(017)359-24-09

www.agro.basf.by

Земледелие и Защита растений

Научно-практический журнал

№ 2 (129)

март-апрель 2020 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Agriculture and plant protection
Scientific-Practical Journal

№ 2 (129)

March-April 2020

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:

- В. В. Лапа,** директор РУП «Институт почвоведения и агрохимии», академик НАН Беларуси;
- С. В. Сорока,** директор РУП «Институт защиты растений», кандидат с.-х. наук;
- В. П. Гнилозуб,** директор РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»;
- В. Л. Маханько,** генеральный директор РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», кандидат с.-х. наук;
- А. А. Таранов,** директор РУП «Институт плодоводства», кандидат с.-х. наук;
- А. В. Пискун,** директор ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»;
- Л. В. Сорочинский,** директор ООО «Земледелие и защита растений», доктор с.-х. наук, зам. главного редактора

В НОМЕРЕ

Агротехнологии

- Шибут Л. И., Азаренок Т. Н., Матыченкова О. В. Современное состояние сельскохозяйственных земель Беларуси 3
- Чирко Е. М., Гончаревич Т. В. Влияние метеорологических условий на семенную продуктивность суданской травы в условиях юго-западной части Беларуси 7
- Берестов И. И., Мельников Р. В. Ростова реакция сортов и образцов яровой мягкой пшеницы на минеральное питание на первом этапе органогенеза и связь ее с урожайностью зерна на различных фонах минеральных удобрений 11

Агрохимия

- Коготко Ю. В. Влияние макро-, микроудобрений, регулятора роста и бактериального препарата на урожайность и качество зерна проса 14
- Бедуленко М. А., Агеев В. Ю. Динамика накопления массовой доли эфирного масла *Monarda fistulosa* L. и его выход с единицы площади при применении минеральных удобрений 20

IN THE ISSUE

Agricultural technology

- Shibut L. I., Azarenok T. N., Matychenkova O. V. Current state of agricultural lands in Belarus 3
- Chirko E. M., Goncharevich T. V. Influence of meteorological conditions on seed productivity of Sudan grass in the conditions of the south-western part of Belarus 7
- Berestov I. I., Melnikov R. V. Growth reaction of varieties and samples of spring soft wheat to mineral nutrition at the first stage of organogenesis and its relationship with grain productivity on various backgrounds of mineral fertilizers 11

Agrochemistry

- Kogotko Yu. V. Influence of macro-, micronutrient fertilizers, growth regulator and bacterial preparation on yield and quality of millet grain 14
- Bedulenko M. A., Ageets V. Yu. Dynamics of *Monarda fistulosa* L. essential oil mass fraction accumulation and its output per unit area using mineral fertilizers 20

- Зими́на М. В., Бри́лиев М. С. Экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста в посевах подсолнечника 25
- Zimina M. V., Briliov M. S. The economic efficiency of fertilizers and growth regulators application in sunflower crops.

Защита растений

- Су́щевич Ю. А., Ша́шко Ю. К. Изучение биологического разнообразия и особенностей культивирования возбудителя сетчатой пятнистости ячменя *Pyrenophora teres f. teres* Drechsler в Республике Беларусь 28
- Sushevich Yu. A., Shashko Yu. K. Study of biological diversity and cultivation features of the causative agent of barley net blotch *Pyrenophora teres f. teres* Drechsler in the Republic of Belarus
- Волчкewич И. Г. Проблемы защиты овощных культур семейства луковых от вредителей 30
- Volchkevich I. G. Problems of vegetable crops of the onion family protection against pests
- Новик А. Л., Дуктов В. П. Продуктивность яровой твердой пшеницы в зависимости от уровня фунгицидной защиты посевов 34
- Novik A. L., Duktov V. P. The productivity of spring durum wheat depending on the level of fungicidal crops protection
- Трепашко Л. И. О инвазии западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) на территорию Беларуси 38
- Trepashko L. I. On the invasion of the Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) in Belarus
- Лешкewич Н. В. Биологические пороги вредоносности альтернариоза в посевах озимого рапса в условиях Республики Беларусь 43
- Leshkevich N. V. Biological thresholds of alternariosis harmfulness in winter rape crops in the Republic of Belarus
- Ключевич М. М., Столяр С. Г., Гриценко А. Ю. Вредоносность *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer ржи озимой в условиях Полесья Украины 46
- Klyuchevich M. M., Stolyar S. G., Gritsenko A. Yu. Harmfulness of *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer winter rye in the conditions of Polesye Ukraine
- Задорожный В. С., Карасевич В. В., Свитко С. М., Лабунец А. В., Князюк А. В. Влияние применения биологических препаратов на продуктивность сои 49
- Zadorozhny V. S., Karasevich V. V., Svitko S. M., Labunets A. V., Knyazyuk A. V. Influence of biological preparations use on soybean productivity

Plant protection

Льноводство

- Голуб И. А., Блохина И. Н. Реакция белорусских и французских образцов льна-долгунца на дозы азота по длине вегетационного периода, урожайности семян и волокна 52
- Golub I. A., Blokhina I. N. Reaction of Belarusian and French fiber flax samples on nitrogen doses along the duration of the growing season, yield of seeds and fiber

Flax growing

Овощеводство

- Степу́ро М. Ф. Эффективность микроудобрений при выращивании арбуза на дерново-подзолистых почвах легкого механического состава 56
- Stepuro M. F. Efficiency of micronutrient fertilizers by growing watermelon on soddy-podzolic light texture soils

Vegetable growing

Информация

- Неофитова Валентина Кирилловна (к 100-летию со дня рождения) 58
- Neofitova Valentina Kirillovna (on the occasion of the 100th birthday)
- В память о ягодной королеве... (Галина Петровна Раинчикова) 59
- In memory of the berry queen ... (Galina Petrovna Rainchikova)

Information

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. М. Богдевич, академик НАН Беларуси; **С. Ф. Буга**, доктор с.-х. наук; **И. А. Голуб**, академик НАН Беларуси; **С. И. Гриб**, академик НАН Беларуси; **Ю. М. Забара**, доктор с.-х. наук; **С. А. Касьянчик**, кандидат с.-х. наук; **Э. И. Коломиец**, член-корр. НАН Беларуси; **Н. В. Кухарчик**, доктор с.-х. наук; **В. Л. Маханько**, кандидат с.-х. наук; **Л. И. Трепашко**, доктор биол. наук; **Э. П. Урбан**, член-корр. НАН Беларуси; **Л. П. Шиманский**, кандидат с.-х. наук; **В. Н. Шлапунов**, академик НАН Беларуси, **научный редактор**

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

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

Тел./факс: главный редактор: (017 75) 3-25-68, (029) 615-58-08; зам. главного редактора: (017) 509-24-89, (029) 640-23-10;

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

E-mail: ahova_raslin@tut.by

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь 08.02.2010 (07.12.2012 перерегистрирован) 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 02.04.2020 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная Тираж 1200 экз. Заказ № 234/20. Цена свободная.

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

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

УДК 631.47

Современное состояние сельскохозяйственных земель Беларуси

Л. И. Шибут, Т. Н. Азаренок, О. В. Матыченкова, кандидаты с.-х. наук
Институт почвоведения и агрохимии

(Дата поступления статьи в редакцию 19.02.2020 г.)

В статье дан анализ распределения сельскохозяйственных земель Беларуси по категориям и видам, установлены их площади, приведена оценка плодородия по республике, областям и районам. Представлены картограммы распаханности и оценки плодородия пахотных земель. Установлена тесная связь баллов плодородия почв пахотных земель с урожайностью зерновых культур, что показывает высокую достоверность современной оценки сельскохозяйственных земель в Беларуси.

Введение

Сельскохозяйственные земли – это земли, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции и включающие в себя пахотные земли, залежные земли, земли под постоянными культурами и луговые земли [1]. Сельскохозяйственные земли имеются в наличии практически у всех землепользователей в республике. Однако наибольшую роль играют сельскохозяйственные земли сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств, главной целью которых является производство растениеводческой продукции. На этих землях в Республике Беларусь периодически проводятся почвенные, агрохимические и другие специальные обследования, материалы которых используются для оценки земель. Начиная с 60-х годов прошлого столетия, в Беларуси проведено два тура крупномасштабных почвенных обследований сельскохозяйственных земель, один тур корректировки всех почвенных материалов. Подходит к завершению корректировка почвенных карт мелиорированных земель. Всего к настоящему времени проведено 13 туров агрохимического обследования и пять туров оценки. Ежегодно обновляется Государственный кадастр (реестр) земельных ресурсов с точным установлением площадей земель по землепользователям (категории земель) и характеру их использования (виды земель).

Важной и необходимой характеристикой сельскохозяйственных земель является оценка их плодородия, которая в условных единицах – баллах или других показателях отражает степень их пригодности для возделывания полевых культур и которая в последних турах получила название кадастровой оценки. Результаты кадастровой оценки находят широкое применение в республике: они используются для установления ставок земельного налога на сельскохозяйственные земли, определения размера убытков, причиненных землепользователям изъятием у них земельных участков, обоснования проектов внутрихозяйственного землеустройства, оптимизации размещения посевов и землепользований сельскохозяйственных организаций с учетом качества земель, для прогнозирования и оценки результатов хозяйственной деятельности, при решении других задач обеспечения рационального использования и охраны земель.

Цель исследований – дать анализ распределения сельскохозяйственных земель Беларуси по категориям и видам, показать сельскохозяйственную освоенность

The article analyzes the distribution of agricultural land in Belarus by category and type, establishes their area, provides an assessment of fertility in the republic, regions and districts. Cartograms of plowing and assessing the fertility of arable land are presented. A close relationship has been established between the points of soil fertility of arable land and the yield of grain crops, which shows the high reliability of the modern assessment of agricultural land in Belarus.

и распаханность территории республики, привести оценку их плодородия.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований явились сельскохозяйственные земли Республики Беларусь, их площади, классификация, распределение по категориям и видам земель как в целом по республике, так и по областям и районам. Основное внимание уделено сельскохозяйственным землям сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств.

Площади земель по категориям и видам, их распределение по республике, областям и районам приведены по данным «Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь» по состоянию на 01.01.2019 г. [2].

Для оценки плодородия почв и анализа их качественного состояния использованы результаты второго тура кадастровой оценки сельскохозяйственных земель (2009–2016 гг.), опубликованные в книге «Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: методика, технология, практика» и размещенные на сайте Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь. В данной статье все баллы приведены с учетом корректировки материалов кадастровой оценки, которая была проведена в 2017–2019 гг. [3–6].

Для анализа производительной способности почв использованы статистические данные по урожайности зерновых и зернобобовых культур за 2014–2018 гг. и посевным площадям сельскохозяйственных культур за 2018 г. [7, 8].

Обработка данных проводилась методами математической статистики и сравнительного анализа (по Б. А. Доспехову) [9].

Результаты исследований и их обсуждение

По данным «Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь» общая площадь земель страны по состоянию на 1 января 2019 г. составляет 20760 тыс. га [2]. Из них сельскохозяйственные земли занимают 8460,1 тыс. га или 40,7 % (сельскохозяйственная освоенность территории), в т. ч. пахотные – 5712,3 тыс. га или 27,5 % от общей площади (распаханность территории). Распределение сельскохозяйственных земель по видам – пахотные, под постоянными культурами, луговые (в том числе улучшенные) в целом по республике и по областям приведено в таблице 1.

Ввиду сложившихся исторических, природных и хозяйственных условий по административным районам наблюдаются очень большие различия и колебания в площадях сельскохозяйственных в т. ч. и пахотных земель и их доли в общей площади районов. Удельный вес сельскохозяйственных земель по районам республики колеблется от 75,7 до 10,0 %, а пахотных от 60,3 до 7,3 %. Для большей наглядности распаханность земель по всем административным районам республики показана на картограмме (рисунок 1).

Самую высокую распаханность земель имеет Несвижский район Минской области – 60,3 %, высокий процент распаханности (от 50 до 55 %) также в Копыльском и Слуцком районах Минской области, Горецком и Шкловском районах Могилевской и Волковыском районе Гродненской области. Самую низкую распаханность имеют Россонский район Витебской области (7,3 %), Наровлянский (8,7 %) и Лельчицкий (8,9 %) районы Гомельской области. Невысокая распаханность (10–15 %) также характерна и для ряда других районов преимущественно северной, южной и восточных частей Беларуси: Городокского (10,9 %) и Полоцкого (11,6 %) районов Витебской области, Ганцевичского (13,5 %) района Брестской области, Житковичского (12,0 %) и Хойникского (13,0 %) районов Гомельской области, Краснопольского (13,2 %) и Осиповичского (13,4 %) районов Могилевской области.

Сельскохозяйственная освоенность и распаханность территории характеризуют эффективность использования земель. Чем выше удельный вес сельскохозяйственных и пахотных земель в общей площади района, тем эффективнее используются земли.

Однако, как уже отмечалось выше, основную роль для развития сельского хозяйства республики играют земли сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств, которые составляют около 90 % от общей площади сельскохозяйственных земель. Поэтому наибольшее внимание в республике уделяется этим землям (по ним проводится почвенное и агрохимическое обследование, оценка и другие мероприятия по повышению плодородия). Площади этих земель по видам в разрезе областей и в целом по республике приведены в таблице 2.

В настоящее время сельскохозяйственные земли в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах занимают площадь 7602,4 тыс. га, а пахотные – 5128,9 тыс. га (или 67,5 % от их общей площади). На долю луговых земель приходится 32,0 %, из них 23,1 % занимают улучшенные луговые и 8,9 % – естественные луговые. Земли под постоянными культурами (многолетними насаждениями) составляют 0,5 %

сельскохозяйственных земель. Наибольший удельный вес пахотных земель в структуре сельскохозяйственных в Минской области (73,8 %), наименьший – в Брестской (59,4 %) и Витебской (63,1 %) областях. Соответственно изменяется доля луговых земель: в Минской области она составляет 25,7 %, в Брестской – 40,1 %, в Витебской – 36,5 %.

Эти земли оценивались при проведении последнего тура кадастровой оценки земель в Беларуси, который был выполнен в 2009–2016 г. Основными показателями, характеризующими качество земель, которые определялись в этом туре оценки, являлись: общий балл кадастровой оценки, балл плодородия почв, нормативный чистый доход, дифференциальный доход, кадастровая стоимость земель. Они были установлены по всем видам земель (пахотные, под постоянными культурами, луговые улучшенные, луговые естественные и в среднем все сельскохозяйственные земли) для всех хозяйств, районов, областей и республики в целом.

Из всех этих показателей наиболее важным и значимым является балл плодородия почв. Он может применяться самостоятельно для решения различных задач в сфере сельскохозяйственного производства (оптимизации размещения посевов с учетом качества земель, совершенствования специализации сельскохозяйственных организаций и структуры посевных площадей в них, прогнозирования урожайности культур, анализа окупаемости удобрений и др.), а также используется для расчета других показателей. Балл плодородия почв

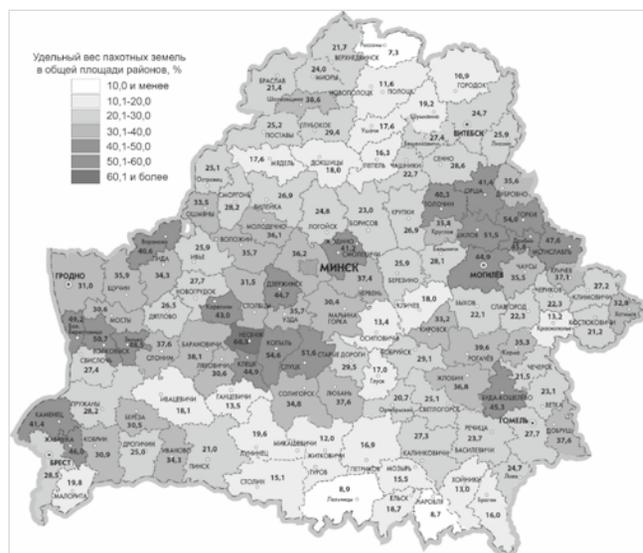


Рисунок 1 – Распаханность земель Беларуси по административным районам

Таблица 1 – Распределение сельскохозяйственных земель Республики Беларусь по видам

Область	Итого земель, тыс. га	В том числе				
		пахотных	под постоянными культурами	луговых, всего	из них улучшенных	сельскохозяйственных, всего
Брестская	3278,7	835,0	19,1	534,0	427,6	1388,1
Витебская	4005,0	906,7	14,8	513,9	326,6	1435,4
Гомельская	4037,2	911,5	16,3	383,2	265,4	1311,0
Гродненская	2512,7	843,8	15,3	358,7	281,6	1217,8
Минская	3984,6	1348,0	30,3	461,0	328,8	1839,3
Могилевская	2906,8	865,5	14,5	378,4	188,1	1265,8
Республика Беларусь	20760,0	5712,3	110,8	2629,6	1818,4	8460,1
	%	27,5	0,5	12,7	8,8	40,7

с учетом корректировки материалов кадастровой оценки, проведенной в 2017–2019 гг., по видам сельскохозяйственных земель в разрезе областей и по республике представлен в таблице 3.

В целом по республике оценка плодородия пахотных земель составляет 32 балла. Среди областей максимальным баллом они оценены в Гродненской области (35,5 балла), затем идет Минская область (33,4), Брестская (31,8) и Могилевская (31,5 балла). Самый низкий балл имеют Витебская (28,4 балла) и Гомельская (28,5 балла) области. По административным районам наблюдаются еще большие колебания по баллу плодородия почв. Максимальный балл пахотных земель имеет Несвижский район (43,9), минимальный – Городокский (22,5). Балл плодородия почв пахотных земель по всем районам республики представлен на картограмме (рисунок 2), а группировка районов по баллу плодородия почв – в таблице 4.

Высокую оценку (более 35 баллов) имеют 19 районов, из них 9 районов расположено в Гродненской области (Берестовицкий, Волковысский, Гродненский, Зельвенский, Кореличский, Лидский, Мостовский, Слонимский, Щучинский) и 6 – в Минской (Дзержинский, Клецкий, Копыльский, Минский, Несвижский, Слуцкий). В Брестской и Могилевской областях по 2 таких района (Барановичский, Ляховичский и Круглянский, Шкловский), а в Витебской и Гомельской – нет районов с баллом плодородия более 35.

Большинство районов республики относится к группе со средней оценкой (30,1–35,0 баллов) – 45 районов и к группе с низкой оценкой (25,1–30,0 баллов) – 49 районов.

Очень низкую оценку (25 баллов и меньше) имеют 5 районов республики, три из них расположены в Витебской области (Городокский, Полоцкий, Россонский,) и по одному в Брестской (Лунинецкий) и Гомельской (Петриковский).

Поскольку балл плодородия почв в значительной степени определяет урожайность сельскохозяйственных культур, проведено его сравнение с урожайностью зерновых и зернобобовых культур, занимающих 42 % общих посевных площадей в республике [7, 8].

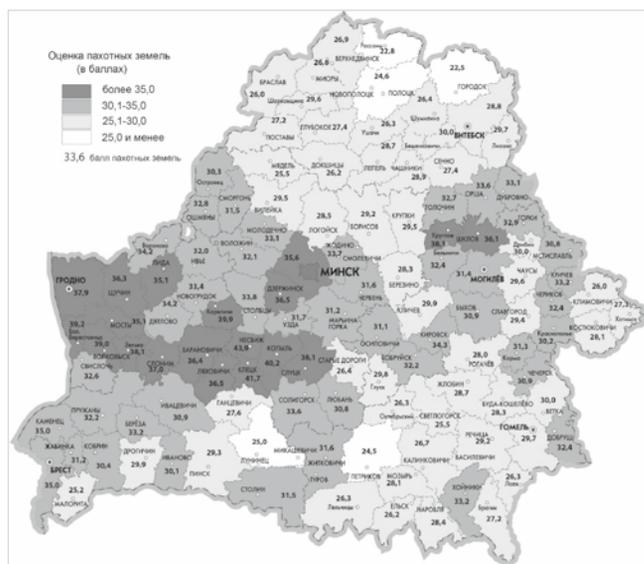


Рисунок 2 – Балл плодородия почв пахотных земель по районам

Таблица 2 – Распределение земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств по их видам

Область	Всего сельскохозяйственных земель, тыс. га	В том числе по видам							
		пахотных		под постоянными культурами		улучшенных луговых		естественных луговых	
		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Брестская	1221,5	725,5	59,4	6,3	0,5	406,4	33,3	83,3	6,8
Витебская	1280,0	807,2	63,1	5,7	0,4	315,2	24,6	151,9	11,9
Гомельская	1229,3	846,8	68,9	7,3	0,6	263,1	21,4	112,1	9,1
Гродненская	1101,9	751,2	68,2	4,3	0,4	277,1	25,1	69,3	6,3
Минская	1638,1	1209,6	73,8	7,5	0,5	318,7	19,5	102,3	6,2
Могилевская	1130,3	787,6	69,7	6,8	0,6	179,5	15,9	156,4	13,8
Республика Беларусь	7602,4	5128,9	67,5	37,9	0,5	1760,2	23,1	675,4	8,9

Таблица 3 – Балл плодородия почв по видам сельскохозяйственных земель

Область	Пахотные и под постоянными культурами	Улучшенные луговые	Естественные луговые	Всего сельскохозяйственные
Брестская	31,8	31,1	16,6	30,5
Витебская	28,4	27,2	12,4	26,2
Гомельская	28,5	28,6	14,6	27,1
Гродненская	35,5	30,3	14,9	32,8
Минская	33,4	29,8	13,9	31,3
Могилевская	31,5	29,0	14,3	28,6
Республика Беларусь	32*	29*	14*	29*

Примечание – *Итоговые показатели оценки плодородия почв по республике приводятся с округлением до целых единиц.

Корреляционный анализ баллов плодородия почв и урожайности зерновых и зернобобовых культур в среднем за пять последних лет (2014–2018 гг.) по областям и в целом по республике (в разрезе административных районов) показывает, что коэффициенты корреляции по областям колеблются от 0,89 в Брестской до 0,45 в Гомельской. В целом по республике коэффициент корреляции равен 0,79 (таблица 4, рисунок 3).

В двух областях (Брестской и Минской) и в целом по республике корреляционная зависимость между урожайностью и баллом плодородия почв сильная, в остальных областях средняя, что в целом показывает высокую достоверность кадастровой оценки сельскохозяйственных земель в Беларуси [9].

Заключение

В целом по Беларуси во всех категориях земель сельскохозяйственные земли занимают площадь 8460,1 тыс. га, пахотные – 5712,3 тыс. га. Сельскохозяйственная освоенность территории (доля сельскохозяйственных земель в общей площади республики) составляет 40,7 %, распаханность территории (доля пахотных земель в общей площади республики) – 27,5 %. По административным районам распаханность земель колеблется в очень больших пределах: от 7,3 % в Россонском районе Витебской области до 60,3 % в Несвижском районе Минской области.

Сельскохозяйственные земли в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах занимают 7602,4 тыс. га и подразделяются на следующие виды: пахотные, залежные, под постоянными культурами, луговые (улучшенные, естественные). Основным видом сельскохозяйственных земель являются пахотные, которые составляют 67,5 % их площади (или 5128,9 тыс. га).

Оценка плодородия почв является важнейшей характеристикой сельскохозяйственных земель. По данным последнего тура кадастровой оценки сельскохозяйственные земли в целом по республике оцениваются в 29 баллов, в том числе пахотные – 32 балла, улучшенные луговые – 29 баллов, естественные луговые – 14 баллов. Плодородие почв пахот-

ных земель (как основного вида сельскохозяйственных) по областям изменяется от 35,5 баллов в Гродненской до 28,4 балла – в Витебской области, по районам – от 43,5 балла в Несвижском районе Минской области до 22,5 балла в Городокском районе Витебской области.

Балл плодородия почв пахотных земель имеет тесную корреляционную связь с урожайностью зерновых и зернобобовых культур, что подтверждает объективность и высокую достоверность результатов кадастровой оценки сельскохозяйственных земель в Беларуси.

Литература

1. Кодекс Республики Беларусь о земле. Утв. 23 июля 2008 г., № 425-3.
2. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2019 года) / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск, 2019. – 57 с.
3. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств. Содержание и технология работ. ТКП 302–2011 (03150) / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск, 2011. – 137 с.
4. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: методика, технология, практика / Г. М. Мороз [и др.]; под ред. Г. М. Мороза и В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 208 с.
5. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель. Технология работ. ТКП 302–2018 (33520). – Взамен ТКП 302–2011 (03150). – Минск: Госкомимущество, 2018. – 104 с.

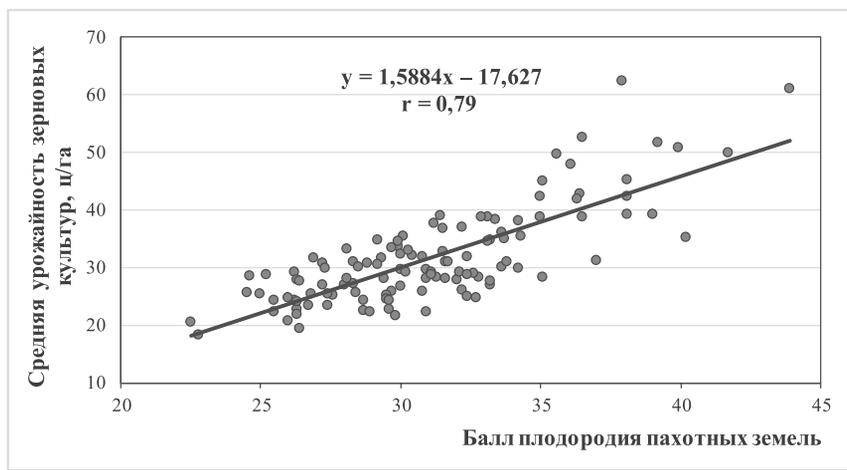


Рисунок 3 – Корреляционная зависимость между урожайностью зерновых культур и баллом плодородия почв пахотных земель Беларуси

Таблица 4 – Группировка районов по баллам плодородия почв пахотных земель и урожайность сельскохозяйственных культур

Область	Средний балл по областям	Распределение районов по баллу плодородия почв					Колебания баллов по районам (минимальный – максимальный)	Урожайность зерновых, ц/га*	Коэффициенты корреляции
		всего районов	в том числе по баллам						
			25,0 и <	25,1–30,0	30,1–35,0	>35,0			
Брестская	31,8	16	1	4	9	2	25,0–36,5	35,2	0,89
Витебская	28,4	21	3	15	3	–	22,5–33,6	26,9	0,62
Гомельская	28,5	21	1	15	5	–	24,5–33,2	28,8	0,45
Гродненская	35,5	17	–	–	8	9	30,3–39,9	39,9	0,70
Минская	33,4	22	–	7	9	6	25,5–43,9	34,8	0,84
Могилевская	31,5	21	–	8	11	2	26,0–38,1	31,9	0,65
Республика Беларусь	32	118	5	49	45	19	22,5–43,9	33,0	0,79

Примечание – *Средние данные за 5 лет (2014–2018 гг.).

6. Результаты кадастровой оценки сельскохозяйственных земель Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск. – Режим доступа: http://gki.gov.by/ru/rezultaty_kadastrovoj_osenki/. – Дата доступа 28.01.2020.
7. Валовой сбор и урожайность сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях по областям и районам в 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 гг. – Минск, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019.
8. Посевные площади сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях по областям и районам в 2018 году. – Минск, 2019.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 633.174:631.53.02

Влияние метеорологических условий на семенную продуктивность суданской травы в условиях юго-западной части Беларуси

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

(Дата поступления статьи в редакцию 04.01.2020 г.)

В статье приведены результаты исследований по изучению зависимости семенной продуктивности суданской травы от гидротермических условий, складывающихся в период вегетации культуры в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв юго-западной части республики.

Введение

Проблема глобального изменения климата становится все более актуальной, поскольку затрагивает практически все сферы жизнедеятельности человека. Сельское хозяйство является одной из отраслей производства, где климатическая изменчивость проявляется в наибольшей степени, в частности для растениеводства [1]. Ввиду явных изменений основных климатических характеристик произошло изменение границ агроклиматических зон, которые выделены по периоду активной вегетации – суммы температур воздуха выше 10 °С. Северная агроклиматическая область разделилась на две части, а на юге Белорусского Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая область [2].

Рост температур, уменьшение количества осадков, увеличение повторяемости и продолжительности засушливых периодов, выпадение осадков в виде ливней при шквалистом усилении ветра негативно отражается на урожайности сельскохозяйственных культур и на качестве продукции. В данном случае повысить эффективность производства возможно не только за счет высокой культуры земледелия, но и за счет грамотного подбора культур и сортов и их рационального размещения по территории республики с учетом агроклиматических зон, что, в конечном итоге, позволит минимализировать негативное воздействие факторов погоды.

Расширение спектра культур, используемых в сельскохозяйственном производстве, должно вестись за счет видов, обладающих комплексом хозяйственно полезных признаков, главными из которых являются экологическая пластичность, высокая продуктивность, универсальность использования, сбалансированность питательной ценности, высокий коэффициент размножения при устойчивом семеноводстве, слабое поражение болезнями и вредителями, достаточно высокая холодостойкость и засухоустойчивость [3]. Увеличение

The article presents the results of studies on the dependence of seed productivity of Sudanese grass on hydrothermal conditions that develop during the growing season of crops in sod-podzolic sandy loamy soils of the southwestern part of the republic.

в структуре посевных площадей доли более теплолюбивых и засухоустойчивых культур, таких как просо, чумиза, диплоидная рожь, лядвенец, люцерна, донник, озимая сурепица, сорговые и др., является одним из направлений по адаптации сельскохозяйственного сектора республики к климатическим изменениям [4].

Среди большого набора однолетних трав, используемых для производства грубых, сочных и искусственно обезвоженных кормов, особая роль принадлежит суданской траве. Интенсификация животноводства одновременно требует увеличения производства более дешевых кормов, но высокого качества.

При соблюдении технологических норм выращивания суданская трава способна формировать до 500–600 ц/га зеленой массы, 125–135 ц/га сена. В 100 кг зеленой массы содержится до 3 кг переваримого протеина, а сено по своей питательности уступает только сену из бобовых трав. По содержанию каротина она почти вдвое превосходит кукурузу, овес и озимую рожь [5]. Она считается лучшей культурой зеленого конвейера, хорошей промежуточной культурой, одним из лучших компонентов смешанных посевов с бобовыми травами. Благодаря высокой отавности, способности к отрастанию за сезон 3–4 раза, высокой и стабильной продуктивности, хорошим кормовым достоинствам, но меньшей требовательности, чем другие кормовые культуры, к интенсивным средствам химизации, низкой себестоимости производства культура выглядит достаточно привлекательной и перспективной [6].

Вместе с тем успешное продвижение культуры в производство в значительной мере зависит от организации ее семеноводства и наличия достаточного количества семенного материала, а создание собственных семенных фондов гарантирует широкое внедрение культуры в практику производства кормов. В настоящее время в условиях юго-западной части республики возможно

получение 10–12 ц/га кондиционных семян суданской травы.

Цель исследований – установить закономерность изменения уровня семенной продуктивности суданской травы под влиянием суммы выпавших осадков, температуры воздуха, а также их совместного влияния как в целом за вегетационный период, так и в зависимости от распределения их по периодам развития культуры в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв юго-западной части республики.

Методика и условия проведения исследований

Проанализирована зависимость семенной продуктивности суданской травы сорта Пружанская от основных метеорологических факторов (количество осадков, сумма активных температур) за период с 2009 по 2019 г. Для расчета использованы данные урожайности, полученные в семеноводческих питомниках. Возделывание культуры велось в РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв, подстилаемых с глубины 0,5–0,7 м моренным суглинком. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта: рН (КСI) – 5,76–5,80, содержание P₂O и K₂O (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) – соответственно 197–233 и 209–258 мг/кг почвы, гумуса (по Тюрину) – 1,9–2,1 %. Предшественник – озимые зерновые культуры.

При математической обработке результатов исследований применен дисперсионный метод и метод корреляционно-регрессионного анализа [7]. Для расчета использованы данные наблюдений, полученные на метеорологической станции, расположенной в г. Пружаны.

Метеорологические условия в годы исследований носили разнообразный характер: от близких к средним многолетним значениям до засушливых и достаточно увлажненных. Это в свою очередь позволило дать более объективную оценку урожайным данным, исходя из сложившихся внешних условий среды, обусловленных гидротермическим режимом.

Результаты исследований и их обсуждение

Как показывают многочисленные исследования зависимости продуктивности сельскохозяйственных культур от погодных условий, наибольший вклад в колебание урожайности вносят вариации температуры и осадков. Другие факторы, в частности солнечная радиация, боитет почвы, уровень CO₂ являются менее изменчивыми

величинами (по среднегодовым значениям) и в короткопериодные колебания урожайности существенного вклада не вносят [8].

В свою очередь, термическое обеспечение территории за вегетационный период, выражаемое в сумме активных температур выше 10 °С, по сравнению с количеством атмосферных осадков является величиной достаточно стабильной.

Исходя из данных характеристики агроклиматических ресурсов агроклиматических областей за современный период потепления (1989–2015 гг.) для южной агроклиматической зоны, в которую входит Пружанский район Брестской области, период с температурой выше 10 °С (активная вегетация) составляет 152–162 дня [9]. Для суданской травы сумма активных температур для возделывания на семенные и кормовые цели должна быть в диапазоне 2200–2500 °С [10]. В наших почвенно-климатических условиях продолжительность вегетационного периода суданской травы по фенологическим наблюдениям составляет в зависимости от погодных условий 130–140 дней, что позволяет без рисков возделывать культуру на семенные цели.

Как правило, вегетационный период для суданской травы в условиях юго-западной части республики начинается со второй декады мая и длится до конца сентября. Сумма активных температур за это время по данным метеорологических наблюдений с 2009 по 2019 г. находилась в пределах 2257–2577 °С (таблица 1).

Характер ее варибельности в данном временном отрезке был незначительным, о чем свидетельствует коэффициент вариации V = 3,4 %. Вариация среднесуточных температур вегетационного периода также была незначительной – 3,8 %.

Количество атмосферных осадков за годы исследования изменялось в большей степени, что подтверждается статистической вариацией на уровне 24 %. Минимальное количество осадков (198 мм) выпало в 2016 г., а максимальное их количество было в 2010 г. и составило 481 мм. Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) в большей степени характеризует условия увлажнения территории за определенный временной период [11]. В соответствии с принятой классификацией величины ГТК, 2015 и 2016 г. считаются засушливыми, 2010 г. – избыточно увлажненным, к влажным относятся 2009, 2011, 2017, 2018 и 2019 г., остальные характеризуются как слабо засушливые.

Таблица 1 – Семенная продуктивность суданской травы и гидротермические условия вегетации культуры

Год	Урожайность, ц/га	Сумма осадков за вегетационный период, мм	Сумма активных температур за вегетационный период, °С	Средняя температура вегетационного периода, °С	ГТК
2009	7,2	320	2257	14,1	1,4
2010	13,2	481	2438	15,2	2,0
2011	11,2	378	2465	15,4	1,5
2012	7,8	309	2329	14,6	1,3
2013	13,0	322	2454	14,7	1,3
2014	14,3	315	2380	14,9	1,3
2015	11,2	209	2460	15,8	0,8
2016	13,5	198	2383	14,9	0,8
2017	7,8	332	2352	14,7	1,4
2018	20,4	380	2577	16,1	1,5
2019	19,8	355	2444	15,3	1,5

За период 2009–2019 гг. средняя урожайность семян суданской травы составила 12,8 ц/га (таблица 1). Варьирование урожайности по годам находилось в пределах от 7,2 до 20,4 ц/га при коэффициенте вариации 34 %.

Учитывая биологические особенности культуры, прежде всего ее теплолюбивость и засухоустойчивость, именно температурный фактор играет более значимую роль для оптимального роста и развития, чем режим увлажнения, определяемый количеством выпавших осадков. Корреляционно-регрессионный анализ выявил тесную зависимость уровня семенной продуктивности суданской травы от суммы активных температур вегетационного периода ($r = 0,7617$). Исходя из точечной диаграммы корреляционной зависимости урожайности от суммы активных температур и уравнения регрессии, при увеличении суммы активных температур на 100 °C урожайность возрастает на 6 ц/га (рисунок 1).

Вместе с тем, несмотря на достоверную тесноту связи обсуждаемой пары величин, в отдельные годы фактический уровень урожайности был ниже или выше теоретически возможного. Это наглядно представлено на графике величины урожайности и суммы активных температур вегетационного периода за 2009–2019 гг. (рисунок 2).

Так, в 2014 и 2016 г. уровень урожайности составил 14,3 и 13,5 ц/га. При этом сумма активных температур соответственно была 2379,8 и 2382,8 °C. В 2012 и 2017 г. практически при таком же суммарном количестве тепла урожайность была почти в два раза ниже. И в 2015 г. при сумме активных температур более 2400 °C урожайность должна была превышать 15 ц/га, но фактически составила 11,2 ц/га. Исходя из коэффициента регрессии $r^2 = 0,58$, только 58 % изменений урожайности обусловлено колебаниями температур. Остальные 42 % изменений сопряжены с другими факторами. Причиной отсутствия в ряде случаев прямой зависимости между урожайностью и количеством тепла служит характер распределения не только температур, но и количества осадков по периодам вегетации.

Что касается роли условий увлажнения вегетационного периода

в уровне урожайности, то, несмотря на большую вариабельность величин, количество осадков не оказывает столь значительного влияния на семенную продуктивность культуры, что подтверждается слабой степенью корреляционной зависимости ($r = 0,2206$), так же как и от ГТК ($r = 0,1606$).

Чтобы дать более объективную и детальную оценку роли метеорологических факторов в формировании урожая, целесообразно использовать для расчета данные агрометеорологических наблюдений по межфазным периодам развития культуры.

В результате анализа установлено, что для суданской травы наибольшее значение температурный фактор имеет на начальных этапах развития культуры. В период сев – всходы коэффициент корреляции урожайности с суммой активных температур составил $r = 0,6635$. Достаточное количество тепла обеспечивает высокую полевую всхожесть семян культуры, спо-

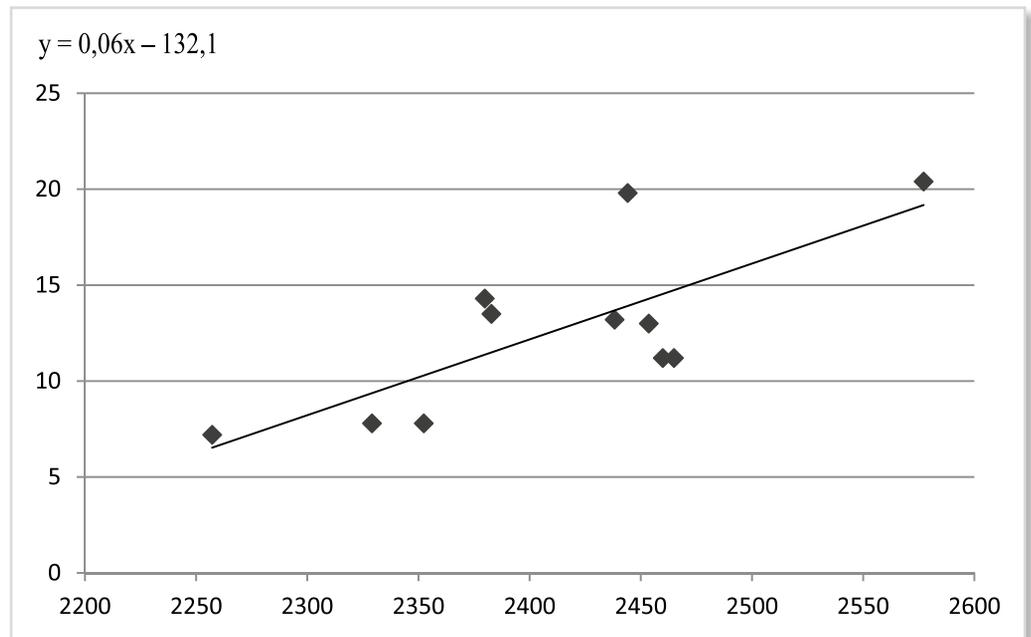


Рисунок 1 – Точечный график прямолинейной зависимости урожайности семян суданской травы от суммы активных температур

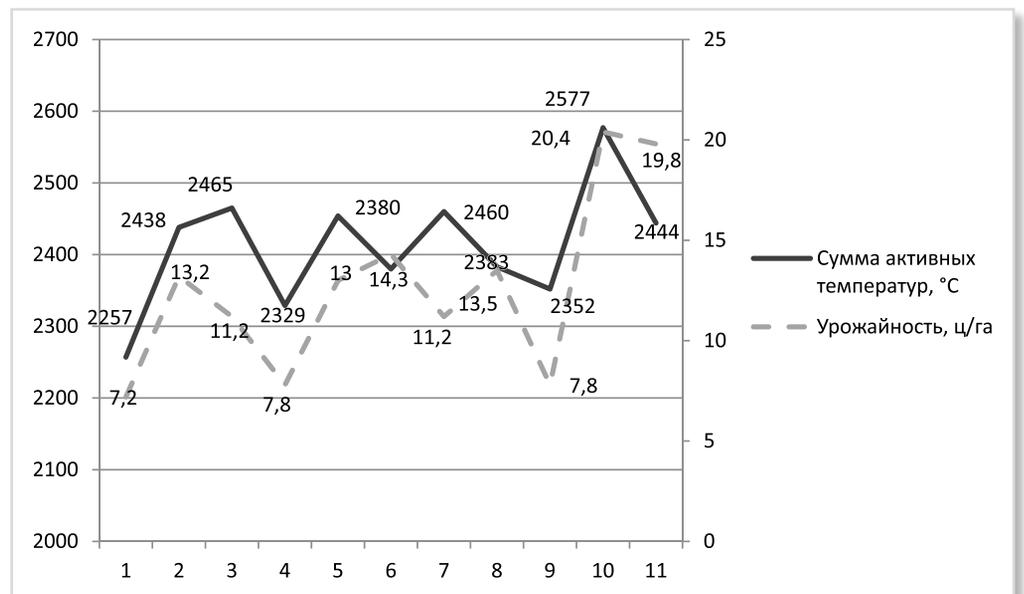


Рисунок 2 – Урожайность семян суданской травы и сумма активных температур вегетационного периода (с 2009 по 2019 г.)

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции между семенной продуктивностью суданской травы и метеорологическими условиями вегетационного периода (2009–2019 гг.)

Период развития	Сумма активных температур, °С	Среднесуточная температура периода, °С	Сумма осадков, мм	Количество дней с осадками	ГТК
Сев – всходы	0,6635*	0,6720*	0,1117	0,2137	0,2304
Всходы – кущение	0,7475*	0,7445*	–0,4490	–0,6373*	–0,5366*
Кущение – выметывание	–0,0194	–0,0572	–0,3217	–0,4281	–0,3141
Выметывание – цветение	0,5665*	0,5638*	0,1094	0,2921	0,0364
Цветение – восковая спелость	0,0324	0,0233	0,2749	0,0271	0,2463
Весь период вегетации	0,7617*	0,6737*	0,2206	–0,3614	0,1606

Примечание – *Уровень достоверности – 0,05.

собствует дружному и быстрому появлению всходов. Много тепла культура требует в период кущения, когда идет активное образование и развитие вторичной корневой системы [12]. В это время обильное количество осадков негативно сказывается на развитии культуры, равно как и количество дней с осадками, что подтверждается отрицательными величинами коэффициентов корреляции урожайности с количеством осадков и с числом дней с осадками в период кущения. Это связано с тем, что суданская трава отрицательно реагирует на переувлажнение верхнего слоя почвы, но при этом для прорастания семян требуется незначительное количество влаги – около 35 % от веса семени [13]. В период интенсивного роста культуры, вплоть до выметывания, температурный фон не оказывает влияния на семенную продуктивность суданской травы (корреляционная связь отсутствует). Для наращивания листостебельной массы достаточным является умеренный среднесуточный температурный режим. Корневая система культуры к этому времени имеет мощное развитие, глубоко проникает в нижние слои почвенного горизонта, что позволяет практически не зависеть от атмосферного увлажнения. Как следствие – отрицательная корреляционная зависимость в данном периоде от суммы осадков ($r = -0,3217$) и от количества дождливых дней ($r = -0,4281$). В период цветения для суданской травы, учитывая особенности и биологию культуры, важно, чтобы была сухая солнечная погода и отсутствие обильных и продолжительных осадков. Это обеспечивает максимальное и дружное раскрытие цветков и качественное оплодотворение [14]. Поэтому очевидно, что зависимость урожайности от суммы активных температур и среднесуточных температур периода выражается достаточно высокими коэффициентами корреляции. На завершающем этапе вегетационного периода не установлено корреляционной зависимости урожайности от температурного фактора, поскольку в это время важен умеренный температурный фон в дневные часы и отсутствие утренних заморозков. Это объясняется тем, что в период формирования, налива и созревания семян повышенный температурный режим днем может привести к снижению урожайности из-за щуплости семян. Заморозки же особенно опасны для семян, не достигших своей полной физиологической зрелости [12].

Выводы

В почвенно-климатических условиях юго-западного региона республики продолжительность вегетационного периода суданской травы составляет в зависимости от погодных условий 130–140 дней. При этом сумма ак-

тивных температур превышает 2200 °С, что позволяет без рисков возделывать культуру на семенные цели.

В результате корреляционно-регрессионного анализа установлено, что до 58 % изменчивости и вариативности уровня семенной продуктивности суданской травы по годам вызвано особенностями температурного режима вегетационного периода. Для получения стабильных и устойчивых урожаев семян суданской травы основополагающее значение имеют гидротермические условия, складывающиеся в начальные периоды роста и развития культуры.

Литература

1. Логинов, В. Ф. Прогноз изменения окружающей природной среды Беларуси на 2010–2020 гг. / под ред. В. Ф. Логинова. – Минск, 2004. – 180 с.
2. Мельник, В. И. Влияние изменения климата на агроклиматические ресурсы и продуктивность основных сельскохозяйственных культур Беларуси: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. / В. И. Мельник. – Минск, 2004. – 21 с.
3. Нетрадиционные кормовые культуры / А. Н. Кшникаткина [и др.]. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – 240 с.
4. Якимович, Е. Анализ практического опыта и разработка рекомендаций по адаптации сельскохозяйственного сектора к климатическим изменениям (на примере защиты растений) с учетом опыта Европейского союза. Отчет о выполнении работ в рамках Службы предоставления экспертных услуг проекта Ciima East (контракт СЕЕФ2016–073-BL) / Е. Якимович, Л. Гертман, Е. Козыра. – Минск, 2017. – 34 с.
5. Анохина, Т. А. О целесообразности возделывания суданской травы в Беларуси / Т. А. Анохина, Р. М. Кадыров, В. И. Ульянов // Земляробства і ахова раслін. – 2007. – № 5. – С. 15–18.
6. Дронов, А. В. Агробиологическое обоснование интродукции сорговых культур в юго-западный регион Нечерноземья России: дис. ... докт. с.-х. наук / А. В. Дронов. – Брянск, 2007. – 539 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Костюков, В. В. Оценка изменчивости агроклиматических ресурсов юга Западной Сибири / В. В. Костюков, М. И. Черникова // Метеорология и гидрология. – 1997. – № 11. – С. 108–114.
9. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата / В. Мельник [и др.] // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: minpriroda.gov.by. > rupload/files... – Дата доступа: 03.12.2019.
10. Дьяченко, В. В. Обоснование семеноводства суданской травы в юго-западной части Центрального региона / В. В. Дьяченко, Вит. В. Дьяченко // Кормопроизводство. – 2011. – № 1. – С. 34–36.
11. Лосев, А. П. Агротеметорология / А. П. Лосев, Л. Л. Журнина. – М.: Колос, 2004. – 301 с.
12. Шатилов И. С. Суданская трава / И. С. Шатилов. – Москва: Колос, 1981. – 205 с.
13. Тютюнников, А. И. Однолетние кормовые травы / А. И. Тютюнников. – М.: Россельхозиздат, 1973. – 200 с.
14. Ковтунова, Н. А. Биологические особенности роста и развития суданской травы / Н. А. Ковтунова // Достижения науки и техники в АПК. – 2016. – Т. 30, № 6. – С. 48–51.

Ростовая реакция сортов и образцов яровой мягкой пшеницы на минеральное питание на первом этапе органогенеза и связь ее с урожайностью зерна на различных фонах минеральных удобрений

И. И. Берестов, доктор с.-х. наук, Р. В. Мельников, соискатель
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 27.01.2020 г.)

Приводятся результаты исследований с 15 сортами и образцами яровой мягкой пшеницы по определению длины 10-дневных проростков, выращенных на воде и питательном растворе Кнопа, и относительного (в %) прироста проростков от выращивания на растворе Кнопа. Показаны теснота и характер связи относительного прироста проростков с урожайностью и отзывчивостью яровой пшеницы на применение азотного удобрения.

The results of studies using 15 varieties and samples of spring soft wheat on 10-day-old hypocotyls length determination in water and nutrient Knop solution and the relative (in %) hypocotyls growth from cultivation in Knop solution are presented. The tightness and nature of the relationship between the relative growth of hypocotyls and the yield and spring wheat responsiveness to nitrogen fertilizer application is shown.

Введение

Для получения высокой продуктивности зерновых культур большое значение имеет интенсивность ростовых процессов в начальные стадии развития растений. Урожайность зерна яровой пшеницы более тесно сопряжена с величиной органов проростков (длиной ростка, колеоптиля, зародышевых корешков, числом зародышевых корешков), чем с такими показателями посевных свойств семян, как всхожесть и энергия прорастания [1]. Степень развития органов проростков характеризует биологическую полноценность семян, оказывает большое влияние на полевую всхожесть, мощность и дружность всходов [2].

Величина органов проростков, скорость, темпы роста и развития их зависят от генетической природы и условий формирования семян на материнском растении (продолжительности периода формирования семян, температуры воздуха, количества осадков). Наиболее сильно изменчивыми показателями являются длина ростка и зародышевых корешков, далее следуют длина колеоптиля и число корешков в проростке [3, 4].

Следует отметить, что изучению развития и анатомического строения корневой системы, начиная с первых этапов ее формирования, уделялось значительное внимание при селекции пшеницы [5, 6], ячменя [7] и других культур.

Целью наших исследований было изучение генотипической реакции яровой мягкой пшеницы на минеральное питание на первом этапе органогенеза, определенной по длине ростка проростка (далее в статье по длине проростка) и связи ее с урожайностью и отзывчивостью на азотное удобрение.

Методика, место и условия проведения исследований

Полевые и лабораторные опыты проводили в 2013–2015 гг. с 7 сортами и 8 образцами яровой мягкой пшеницы селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Семена сортов и образцов проращивали в условиях фитотрона в бумажных рулонах на обычной водопроводной воде и на полной питательной смеси Кнопа. Повторность – 4–5-кратная. Рулоны изготовляли из рисовальной и фильтровальной бумаги. Рисовальную бумагу нарезали размером 68 × 19,5 см, фильтровальную –

68 × 21 см. От последней отрезали полоску размером 68 × 1,5 см. На листах рисовальной бумаги графитовым карандашом на расстоянии 2 см от верхнего края проводили линию. На лист фильтровальной бумаги клали увлажненный лист рисовальной тех же размеров, а на него, по проведенной линии, накладывали увлажненную узкую полоску фильтровальной бумаги. На ней, отступив от края 4–6 см, равномерно раскладывали 50 семян пшеницы зародышем и бороздкой вниз. Рулон осторожно и не очень плотно сворачивали и завязывали ниткой. Следили за тем, чтобы верхний и нижний края рулонов были выровнены. Готовые рулоны ставили в заполненные питательным раствором или водой сосуды (стаканы емкостью 500–1000 мл) с таким расчетом, чтобы они погружались в жидкость на высоту 7–10 см. При необходимости, в сосуды подливали воду или питательный раствор, а через 4–5 дней после сева жидкости полностью заменяли.

Первые 3–4 дня после сева семена проращивали без дополнительного освещения при температуре воздуха ночью 14–16 °С, днем – 18–20 °С. В последующие дни в декабре – марте проводили дополнительное освещение в течение 20 ч в сутки с помощью трубчатых люминесцентных ламп мощностью 36 ватт, в связи с чем температура воздуха повышалась до 22–23 °С.

На 10-й день проращивания рулоны разворачивали и измеряли длину проростков (от семени до верхушки первого листа). По повторениям и в среднем по сорту (образцу) рассчитывали среднюю длину проростков, выращенных на воде и растворе Кнопа.

Полевые опыты проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой хорошо окультуренной почве. Учетная площадь делянки – 10 м², повторность – четырехкратная. Предшественник – крестоцветные культуры. Сорта и образцы возделывали на фоне фосфорно-калийных удобрений (P₆₀K₁₂₀) без внесения азота и с азотом (N₁₀₀). Обработку почвы, сев и уход за посевом осуществляли в соответствии с требованиями отраслевого регламента по возделыванию яровой пшеницы. В фазе полной спелости зерна учитывали урожайность зерна в пересчете на 14 % влажность и 100 % чистоту и урожайность надземной массы яровой пшеницы (зерно + солома) в пересчете на абсолютно сухое вещество. Подробнее о методике проведения исследований в полевом опыте нами сообщалось ранее [8].

Результаты исследований и их обсуждение

Исследования выявили определенные различия между сортами и образцами яровой пшеницы по всхожести высеваемых семян, массе 1000 зерен и реакции на минеральное питание в начальный период вегетации.

Как видно из таблицы 1, самая высокая всхожесть высеянных семян (96,6 %) отмечена у сорта Весточка, а самая низкая (86,4 %) – у образца 16/10. Масса 1000 зерен у сортов и образцов изменялась от 30,6 г (сорт Ласка)

до 43,6 г (образец 16/10). Наибольшую длину проростков на воде (13,5–14,0 см) имели сорта Рассвет и образцы 26/10, 27/10, на растворе Кнопа (16,4–17,0 см) – сорта Сударыня, Весточка и образцы 26/10, 27/10. Сорт Чайка и образцы 15/10, 16/10 на обоих уровнях минерального питания по длине проростков уступали другим сортам и образцам.

Сорта Сударыня, Весточка, образцы 5/10, 16/10, 27/10 характеризовались более высокими значениями

Таблица 1 – Посевные качества семян и ростовая реакция сортов и образцов яровой мягкой пшеницы на минеральное питание на первом этапе органогенеза (среднее за 2013–2015 гг.)

Сорт, образец	Всхожесть семян, %	Масса 1000 зерен, г	Длина 10-дневных проростков, см		Прирост проростков на растворе Кнопа	
			на воде	на растворе Кнопа	см	%
Рассвет	92,5	32,5	14,0	16,2	2,2	15,7
Ласка	93,0	30,7	13,0	15,2	2,2	16,9
Любава	92,3	33,7	12,8	14,8	2,0	15,6
Сударыня	92,9	36,7	12,8	16,4	3,6	28,1
Весточка	96,6	33,1	13,3	16,5	3,2	24,1
Ласточка	94,0	33,7	13,2	15,8	2,6	19,7
Чайка	95,4	38,2	10,8	13,0	2,2	20,4
5/10	93,4	36,1	13,1	16,2	3,1	23,7
11/10	94,9	33,0	13,0	15,0	2,0	15,4
15/10	94,2	38,3	10,8	13,1	2,3	21,3
16/10	86,4	43,6	11,1	13,7	2,6	23,4
18/10	95,6	36,9	12,8	15,4	2,6	20,3
24/10	93,0	37,0	13,3	15,9	2,6	19,5
26/10	93,8	38,5	14,0	16,6	2,6	18,6
27/10	96,0	36,3	13,5	17,0	3,5	25,9
НСР ₀₅	3,62	2,58	0,61	0,64	0,59	5,39

Таблица 2 – Урожайность сортов и образцов яровой мягкой пшеницы и их отзывчивость на применение азотного удобрения (среднее за 2013–2015 гг.)

Сорт, образец	P ₆₀ K ₁₂₀		N ₁₀₀ P ₆₀ K ₁₂₀		Прибавка урожая, ц/га	
	урожайность, ц/га				зерна	надземной массы
	зерна	надземной массы	зерна	надземной массы		
Рассвет	31,7	63,4	42,0	86,3	10,3	22,9
Ласка	34,6	67,6	43,0	85,0	8,4	17,4
Любава	34,3	64,3	40,2	85,6	5,9	21,3
Сударыня	39,2	71,1	52,1	101,5	12,9	30,4
Весточка	34,8	64,6	46,2	90,3	11,4	25,7
Ласточка	31,4	59,2	40,6	84,1	9,2	24,9
Чайка	37,5	67,8	45,8	91,3	8,3	23,5
5/10	36,8	66,9	47,0	94,4	10,2	27,5
11/10	31,4	54,7	40,0	78,3	8,6	23,6
15/10	34,9	64,3	43,1	87,4	8,2	23,1
16/10	36,9	69,0	48,6	90,4	11,7	21,4
18/10	32,7	62,8	39,8	84,0	7,1	21,2
24/10	37,0	72,4	45,6	93,2	8,6	20,8
26/10	37,2	73,5	48,1	96,0	10,9	22,5
27/10	35,3	66,7	49,7	94,8	14,4	28,1
НСР ₀₅	4,41	7,93	5,27	8,82	3,69	

относительного прироста проростков от выращивания на растворе Кнопа (23,4–28,1 %), а сорта Рассвет, Ласка, Любава, образец 11/10 – сравнительно низкими значениями этого показателя (15,4–16,9 %).

Различия между сортами и образцами яровой пшеницы по всхожести семян слабо коррелировали с относительным (в %) приростом проростков от выращивания на растворе Кнопа ($r = 0,03$) и несколько более сильно – с массой 1000 зерен ($r = 0,45$). Теснота линейной связи прироста проростков с совокупностью отмеченных признаков характеризовалась коэффициентом множественной регрессии (R), равным 0,53, и была несущественной ($F_{ф} < F_{т}$). Изменчивость относительного прироста проростков лишь на 28 % была связана с различиями сортов и образцов яровой пшеницы по всхожести семян и массе 1000 зерен и на 72 % – с различиями по другим генотипическим признакам.

Самым продуктивным среди возделываемых сортов и образцов оказался сорт Сударыня (таблица 2). Урожайность зерна по этому сорту в среднем за 2013–2015 гг. на фоне фосфорно-калийных удобрений составила 39,2 ц/га, при дополнительном внесении 100 кг/га азота – 52,1 ц/га, сухой надземной массы – 71,1 и 101,5 ц/га соответственно.

Между урожайностью зерна в полевых условиях (Y) и относительным (в %) приростом длины 10-дневных проростков яровой пшеницы при выращивании на растворе Кнопа в условиях фитотрона (X) выявлена существенная положительная корреляционная связь, теснота которой возрастала при применении азотного удобрения (рисунок 1). При повышении прироста длины проростков на 1 % урожайность зерна на фоне $P_{60}K_{120}$ возрастала на 0,38 ц/га, на фоне $N_{100}P_{60}K_{120}$ – на 0,8 ц/га.

Сорт Сударыня и образец 27/10 лучше других сортов и образцов отзывались на применение азотного удобрения. Прибавка урожая зерна от его внесения у них составляла 12,9–14,4 ц/га (24,8–29,0 %), сухой надземной массы – 28,1–30,4 ц/га (29,6–30,0 %). Сравнительно низкой отзывчивостью на применение азотного удобрения характеризовались сорта Ласка, Любава и образцы 11/10, 15/10, 18/10.

Окупаемость азотного удобрения прибавкой урожая зерна положительно и сильно ($r = 0,72$) коррелировала с относительным приростом проростков при выращивании на растворе Кнопа (рисунок 2), что послужило основанием для разработки способа

оценки отзывчивости сортов и образцов яровой мягкой пшеницы на применение азотных удобрений [9].

Подобным образом относительный прирост проростков на растворе Кнопа был сопряжен и с окупаемостью внесенного минерального азота прибавкой урожая сухой надземной массы (таблица 3).

Урожайность сухой надземной массы яровой пшеницы также положительно коррелировала с относительным приростом проростков. При применении азотного удобрения теснота связи между признаками повышалась.

Выводы

Сорта и образцы яровой мягкой пшеницы значительно различаются по длине 10-дневных проростков, выращенных на воде и на питательном растворе Кнопа. Наибольшая длина проростков на воде наблюдается у сорта Рассвет и образцов 26/10, 27/10, на растворе Кнопа – у сортов Сударыня, Весточка и образцов 26/10, 27/10.

Сорта Сударыня, Весточка, образцы 5/10, 16/10, 27/10 характеризуются более высокими значениями относительного (в %) прироста 10-дневных проростков

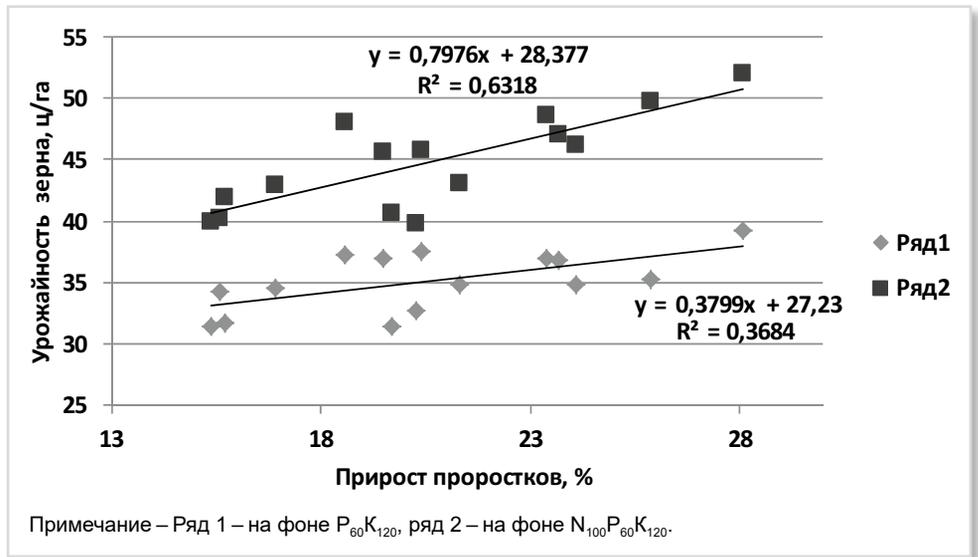


Рисунок 1 – Связь урожайности зерна с приростом проростков при выращивании на растворе Кнопа (среднее за 2013–2015 гг.)

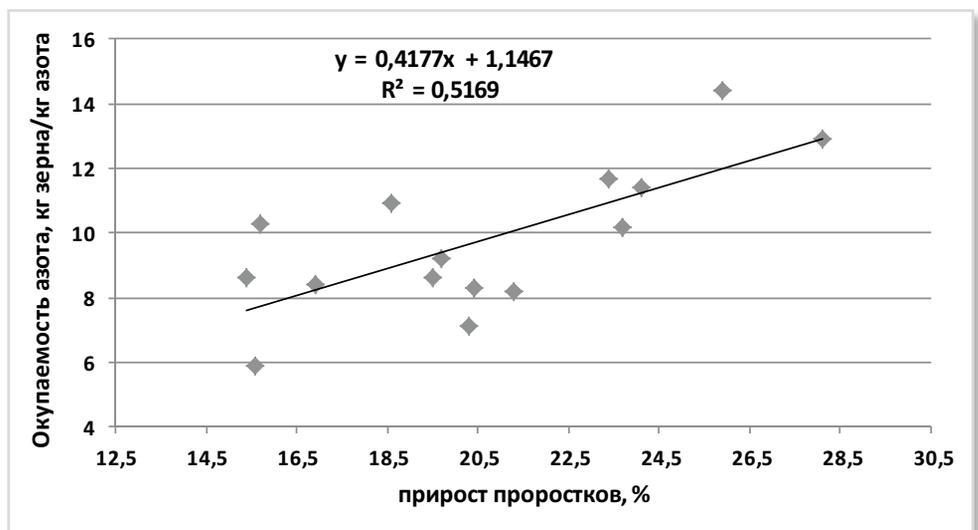


Рисунок 2 – Связь окупаемости азотного удобрения урожайностью зерна с приростом проростков при выращивании на растворе Кнопа (среднее за 2013–2015 гг.)

Таблица 3 – Корреляционная связь урожайности сухой надземной массы перед уборкой урожая и отзывчивости ее на применение азотного удобрения с приростом проростков при выращивании на растворе Кнопса (среднее за 2013–2015 гг.)

Показатель	Доза азота, кг/га д. в.	Уравнение регрессии	r
Сухая надземная масса, ц/га (Y) и прирост проростков, (в %) (X)	0	$Y = 0,5027X + 55,544$	0,40
Сухая надземная масса, ц/га (Y) и прирост проростков, (в %) (X)	100	$Y = 1,123X + 66,403$	0,74
Отзывчивость на азотное удобрение, (кг надземной массы / кг азота) (Y) и прирост проростков, (в %) (X)	100	$Y = 0,6203 + 10,859$	0,73

от выращивания на растворе Кнопса, чем сорта Рассвет, Ласка, Любава и образец 11/10.

Урожайность зерна существенно и положительно сопряжена с относительным приростом проростков при выращивании на растворе Кнопса.

Литература

1. Сосненко, С. В. Определение урожайных свойств семян яровой пшеницы на основе оценки органов проростков: авторефер. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / С. В. Сосненко. – Курган, 2002. – 17 с.
2. Макрушин, Н. М. Экологические основы промышленного семеноводства зерновых культур / Н. М. Макрушин – М.: Агропромиздат, 1985. – 285 с.
3. Ларионов, Ю. С. Морфологическое изучение различных органов проростков зерновых культур / Ю. С. Ларионов // Проблемы селекции сортов мягкой яровой пшеницы интенсивного типа: сб. науч. тр. – СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1980. – С. 61–67.
4. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур: учебное пособие / Ю. С. Ларионов [и др.]. – Курган: ИПП «Зурауль», 1993. – 36 с.
5. Кириченко, Ф. Г. Влияние отбора растений по мощности корневой системы на повышение урожая и улучшение его

качества в потомстве / Ф. Г. Кириченко // Вестн. с.-х. науки. – 1963. – № 4. – С. 3–20.

6. Лоскутов, И. Г. Формирование продуктивности и особенности развития корневой системы яровой мягкой пшеницы в условиях Северо-Запада Нечерноземной зоны РСФСР: дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / И. Г. Лоскутов. – Ленинград, 1984. – 172 с.
7. Прыгун, М. А. Метод оценки продуктивности по интенсивности роста зародышевых корней / М. А. Прыгун // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: методическое руководство ВИР. – Ленинград, 1988. – С. 215–216.
8. Урожайность и вынос азота яровой мягкой пшеницей в зависимости от сорта и уровня применения азотного удобрения / С. И. Гриб [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. – Минск, 2016. – Вып. 52. – С. 68–75.
9. Способ оценки отзывчивости сортов яровой мягкой пшеницы к азотным удобрениям: пат. 21436 Респ. Беларусь, МПК А 01С 1/00 / И. И. Берестов, Е. Л. Долгова, Р. В. Мельников, Е. В. Лапутько, Т. П. Шемпель; заявитель РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; № а 20140491; заявл. 18.09.2014; зарегистр. в Гос. реестре изобрет. 26.07.2017 г. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2017. – № 5 (118). – С. 59.

УДК 631.8:631.559:633.171

Влияние макро-, микроудобрений, регулятора роста и бактериального препарата на урожайность и качество зерна проса

Ю. В. Коготько, старший преподаватель
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 05.02.2020 г.)

В статье приведены результаты исследований о влиянии макро-, микроудобрений, регулятора роста растений и бактериального препарата на урожайность и качество зерна проса различных сортов.

Установлено, что наибольшая урожайность зерна с оптимальными показателями качества как у мелкозерянного сорта Галинка, так и у крупнозерянного сорта Дружба 2, была получена в варианте, где применялся фон минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ и инкрустация семян хелатной формой меди, которая составила 44,0 ц/га и 46,5 ц/га соответственно.

Введение

Основной целью агропромышленного комплекса Республики Беларусь в современных экономических условиях является обеспечение продовольственной

The article presents the results of studies on the influence of macro-, micronutrient fertilizers, plant growth regulator and bacterial preparation on the yield and quality of millet grain of various varieties.

It was found that the highest grain yield with optimal quality indicators for both the small-seeded variety Galinka and the large-seeded variety Druzhba 2 was obtained in the variant where the background of mineral nutrition $N_{90}P_{60}K_{90}$ and inlaid seeds with a chelated form of copper were used, which amounted to 44,0 c/ha and 46,5 c/ha, respectively.

безопасности страны, основу которой составляет продукция отрасли растениеводства [1]. Мировым трендом в повышении уровня производства данной продукции является разработка и внедрение адаптивных техно-

логий возделывания сельскохозяйственных культур, позволяющих наиболее полно реализовать их сортовой потенциал в конкретных агроклиматических условиях произрастания. Важнейшее структурное звено данных технологий – оптимизация системы применения удобрений, которая должна быть направлена как на повышение урожая, так и на улучшение его качественных показателей. Индивидуальный подход к стратегии применения удобрений, опирающийся на введение новых элементов в её основу, должен повысить их окупаемость за счет получения дополнительного урожая.

Учитывая вышесказанное, в основу наших исследований легло изучение сортовой отзывчивости проса на различные уровни минерального питания, обработку семян микроэлементами, регулятором роста растений и бактериальным удобрением при возделывании на зерно в условиях северо-востока Беларуси.

Методика и условия проведения исследований

Полевые опыты с просом проводили в 2009–2011 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднекультуренная временно-избыточно увлажненная легкосуглинистая, развивающаяся на легком лесовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Содержание гумуса в годы исследований находилось на среднем уровне – 1,65–1,71 %, содержание подвижных форм фосфора и калия было повышенным – 239–248 мг/кг и 208–244 мг/кг соответственно, низкая обеспеченность медью – 1,33–1,36 мг/кг и цинком – 2,92–3,01 мг/кг почвы, реакция почвенного раствора слабокислая – pH_{KCl} 5,98 и близкая к нейтральной – 6,00–6,11 [2].

Объектами исследований являлись два сорта проса, которые относятся к разным разновидностям и различаются по крупности зерна: Галинка (мелкосемянный) и Дружба 2 (крупносемянный).

Сорт Галинка относится к виду *Panicum miliaceum* L., разновидность *ssp. subflavum*. Метёлка раскидистая, серо-фиолетовая, подушечки слабо окрашены антоцианом. Зерно среднее, яйцевидное, кремовое. Vegetационный период – 70–110 суток. Высота растений – 115–125 см. К осыпанию и полеганию среднеустойчив. Масса 1000 зерен составляет от 5,8 до 7,0 г. Сорт универсального использования, отнесённый к ценным сортам, пригодным для производства крупы.

Сорт Дружба 2 относится к виду *Panicum miliaceum* L., разновидность *ssp. subcooccineum*. Метёлка развесистая, слабо окрашенная антоцианом, подушечки слабо окрашены. Зерно крупное, округлое, красное. Vegetационный период – 65–85 суток. Высота растений – до 140 см. К осыпанию среднеустойчив, к полеганию устойчив. Масса 1000 семян составляет от 7,5 до 10,2 г. Рекомендуются на пищевые и зернофуражные цели [3].

Из минеральных удобрений в опыте применяли карбамид, аммофос и хлористый калий в основное внесение под культивацию. В варианте с дробным внесением азота ($N_{60+30}P_{60}K_{90}$) 30 кг/га д. в. вносили в подкормку в фазе кущения культуры. Для подкормки использовали карбамид.

Микроудобрения, регулятор роста и бактериальный препарат применяли при инкрустации и инокуляции семян.

Из микроудобрений для инкрустации семян использовали соли: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (23,4–24,9 % Cu) и $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (21–23 % Zn), а также хелатные формы: Cuprovetum, $NaCuH(edta) \cdot nH_2O$ (17 % Cu) и Zincovetum,

$NaZnH(edta) \cdot nH_2O$ (17 % Zn) в дозах 150 г/т д. в. элемента [3].

В качестве регулятора роста для инкрустации семян применяли Эпин в норме расхода 20 мг/т д. в.

Инокуляцию семян проводили бактериальным удобрением Ризобактерин в норме 200 мл на гектарную норму семян.

Общая площадь делянки в опыте была 30 м², учетная – 25 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное [4]. Агротехника опыта общепринятая, согласно отраслевому регламенту [5]. Норма высева семян – 4,5 млн шт./га всхожих семян. Предшественник – овес.

Учёт урожая проводили сплошным поделяночным способом. Данные урожайности пересчитывали на 14%-ную влажность.

Характеризуя погодные условия в годы проведения исследований (2009–2011 гг.), следует отметить, что они различались. Расчет ГТК по методике Селянинова Г. Т. [6] показал, что средний его показатель за вегетационный период в 2009 г. составил 1,8, в 2010 – 1,3 и в 2011 – 1,6.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований было установлено, что наибольшая урожайность зерна проса мелкосемянного сорта Галинка была получена на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$, который обеспечил получение 38,8 ц/га при наибольшей прибавке к контролю – 15,9 ц/га (таблица 1).

Инкрустация семян проса сорта Галинка хелатной формой меди на вышеуказанном фоне минерального питания позволила получить наибольшую урожайность зерна в опыте с данным сортом, которая составила 44,0 ц/га. При этом прибавка к контролю от применения данной системы удобрений составила 21,1 ц/га.

Дополнительное введение в инкрустационный состав с медью и цинком регулятора роста Эпин на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{90}$ в среднем за три года исследований оказывало влияние на урожайность зерна только на мелкосемянном сорте Галинка, которая составила 39,9 ц/га, при этом была получена прибавка к контролю на уровне 17,1 ц/га.

Анализ качества зерна у сорта Галинка показал, что среди изучаемых доз минеральных удобрений наибольшему накоплению сырого белка способствовали $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ (таблица 1). Значение данного показателя достигало уровня 11,8–11,9 %, при этом выход сырого белка составил 3,8–4,0 ц/га. Применение при инкрустации семян меди в хелатной форме и в виде соли на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ позволило повысить содержание сырого белка до максимального уровня – 12,3 и 12,1 %, а выход сырого белка – до 4,6 и 4,5 ц/га соответственно.

Важным показателем в оценке питательной ценности зерна проса является аминокислотный состав, который изменяется в зависимости от количества отдельных белков или определенных групп белков. Поэтому более информативно изменения содержания аминокислот отображают суммы критических и незаменимых аминокислот.

В оптимальном по продуктивности зерна варианте $N_{90}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.) у сорта Галинка сумма критических аминокислот составила 4,57 г/кг и сумма незаменимых – 30,78 г/кг (таблица 2). Следует также отметить, что наибольшее накопление критических и незаменимых аминокислот в опыте с данным сортом было в вариантах с применением при инкрустации семян комбинации

Таблица 1 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на урожайность и содержание сырого белка в зерне проса сортов Галинка и Дружба 2 (среднее, 2009–2011 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га		Прибавка к контролю, ц/га		Содержание сырого белка, %		Выход сырого белка, ц/га	
	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2
1. Без удобрений	22,9	26,8	–	–	10,3	10,2	2,0	2,3
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	27,9	30,0	5,0	3,2	10,4	10,5	2,5	2,7
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	31,0	36,1	8,1	9,3	10,7	10,9	2,8	3,4
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	34,6	39,2	11,7	12,5	11,3	11,0	3,4	3,7
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	38,8	43,7	15,9	16,9	11,9	11,5	4,0	4,3
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	37,4	41,5	14,5	14,7	11,8	11,8	3,8	4,2
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	28,3	32,1	5,4	5,3	10,7	10,8	2,6	3,0
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	30,8	36,0	8,0	9,2	10,8	11,1	2,8	3,4
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	37,7	44,3	14,9	17,5	11,5	11,4	3,7	4,3
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	44,0	46,5	21,1	19,7	12,3	11,9	4,6	4,8
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	40,7	43,4	17,9	16,6	12,0	12,1	4,2	4,5
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	36,4	42,3	13,5	15,5	11,6	11,3	3,6	4,1
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	42,0	44,7	19,1	18,0	12,1	11,6	4,4	4,5
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	39,2	43,8	16,3	17,0	12,0	11,9	4,0	4,5
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	38,7	44,3	15,8	17,6	11,8	12,0	3,9	4,6
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	43,7	46,9	20,9	20,1	12,3	12,1	4,6	4,9
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	42,3	45,9	19,4	19,2	11,8	12,2	4,3	4,8
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	39,0	41,3	16,1	14,5	11,6	11,6	3,9	4,1
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	43,1	44,2	20,2	17,4	12,1	11,7	4,5	4,4
20. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	40,5	43,0	17,7	16,2	11,9	12,0	4,1	4,4
21. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.) + Эпин	39,9	43,4	17,1	16,6	11,9	11,9	4,1	4,5
22. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O + Эпин	39,1	42,2	16,3	15,5	11,8	11,7	4,0	4,3
НСР ₀₅ фактора А (сорт)	0,28				0,06			
НСР ₀₅ фактора Б (вариант опыта)	0,94		–		0,20		–	
НСР ₀₅ фактора АБ	1,34				0,28			

Таблица 2 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на содержание аминокислот в зерне проса сортов Галинка и Дружба 2 (среднее, 2009–2011 гг.)

Вариант	Содержание аминокислот, г/кг зерна							
	треонин*	метионин*	лейцин	изолейцин	валин	фенилаланин	Σ АКкр	Σ АКн
<i>Сорт Галинка</i>								
1. Без удобрений	2,88	0,62	9,28	3,29	3,54	4,15	3,50	23,76
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	3,05	0,67	10,41	3,40	3,76	4,61	3,72	25,91
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	3,12	0,83	11,34	3,67	4,31	5,03	3,95	28,31
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	3,18	0,83	11,52	3,75	4,36	5,08	4,01	28,72
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	3,33	0,95	11,95	3,80	4,54	5,41	4,28	29,99
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	3,33	1,05	11,85	3,79	4,48	5,27	4,38	29,76
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	3,05	0,68	10,41	3,42	3,80	4,67	3,73	26,04
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	3,14	0,82	11,37	3,67	4,31	5,03	3,96	28,35
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	3,34	1,00	11,58	3,81	4,49	5,16	4,34	29,38

Вариант	Содержание аминокислот, г/кг зерна							
	треонин*	метионин*	лейцин	изолейцин	валин	фенилаланин	Σ АКкр	Σ АКн
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	3,46	1,11	12,05	3,90	4,77	5,50	4,57	30,78
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	3,41	1,16	11,94	3,90	4,68	5,33	4,57	30,42
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	3,36	0,96	11,59	3,79	4,47	5,14	4,33	29,32
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	3,42	1,09	11,94	3,89	4,71	5,48	4,51	30,53
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	3,40	1,15	11,99	3,87	4,64	5,33	4,55	30,39
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	3,47	1,22	12,11	3,87	4,56	5,24	4,68	30,46
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	3,55	1,26	12,33	3,97	4,84	5,52	4,81	31,47
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	3,51	1,38	12,25	3,96	4,76	5,40	4,89	31,25
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	3,46	1,18	12,01	3,85	4,56	5,21	4,64	30,27
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	3,53	1,25	12,27	3,95	4,75	5,48	4,78	31,23
20. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	3,51	1,35	12,25	3,96	4,72	5,40	4,85	31,18
21. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.) + Эпин	3,52	1,25	12,29	3,88	4,65	5,26	4,77	30,86
22. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O + Эпин	3,48	1,21	12,22	3,87	4,61	5,22	4,69	30,61
Сорт Дружба 2								
1. Без удобрений	2,40	0,92	8,97	2,55	2,61	4,31	3,32	21,77
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	2,78	1,03	9,96	3,03	2,89	4,62	3,82	24,32
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	3,05	1,11	10,74	3,35	3,37	4,92	4,16	26,54
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	3,19	1,18	10,96	3,39	3,40	5,10	4,37	27,23
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	3,43	1,27	11,52	3,63	3,60	5,36	4,70	28,81
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	3,46	1,26	11,24	3,58	3,48	5,29	4,72	28,31
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	2,89	1,11	10,22	3,22	3,07	4,78	4,00	25,29
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	3,10	1,15	10,76	3,37	3,38	4,96	4,25	26,73
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	3,37	1,28	11,47	3,69	3,92	5,46	4,65	29,19
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	3,65	1,42	11,74	3,83	4,07	5,63	5,07	30,34
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	3,65	1,34	11,42	3,77	3,87	5,45	4,99	29,50
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	3,32	1,25	11,34	3,60	3,93	5,32	4,57	28,76
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	3,58	1,36	11,64	3,75	4,01	5,50	4,94	29,84
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	3,61	1,35	11,37	3,73	3,80	5,44	4,97	29,30
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	3,40	1,33	11,55	3,73	4,09	5,51	4,72	29,61
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	3,72	1,51	11,85	3,88	4,17	5,58	5,23	30,71
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	3,62	1,43	11,65	3,87	4,00	5,52	5,05	30,10
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	3,38	1,29	11,33	3,64	3,95	5,35	4,67	28,94
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	3,63	1,40	11,70	3,78	4,10	5,53	5,03	30,15
20. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	3,60	1,38	11,47	3,75	3,94	5,48	4,98	29,61
21. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.) + Эпин	3,65	1,39	11,60	3,88	4,13	5,57	5,04	30,23
22. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O + Эпин	3,60	1,35	11,47	3,77	4,07	5,54	4,95	29,80

Примечание – *Критические аминокислоты; Σ АКкр – сумма критических аминокислот; Σ АКн – сумма незаменимых аминокислот.

микроэлементов меди и цинка как в хелатной форме, так и в виде солей. Так, на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ применение этой смеси в хелатной форме позволило повысить уровень критических аминокислот до 4,81 г/кг, а незаменимых – до 31,47 г/кг.

Среди показателей качества зерна проса в опыте также определялось содержание крахмала, жира и золы. У мелкосемянного сорта Галинка содержание этих показателей в оптимальном по урожайности варианте $N_{90}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.) составило 61,8; 2,67 и 4,41 % соответственно (таблица 3). При этом за счет инкрустации семян содержание крахмала по отношению к фону ($N_{90}P_{60}K_{90}$) увеличилось на 1,6 %, а от применения в целом системы удобрения по отношению к контрольному варианту, где удобрения не применялись, – на 6,2 %, увеличение жира произошло на 0,14 и 0,54 %, золы – на 0,16 и 0,58 % соответственно.

Содержание микроэлементов в продукции растениеводства имеет большое значение для здоровья человека и сельскохозяйственных животных [2]. В наших исследованиях с просом было установлено, что применение различных уровней минерального питания на фоне инкрустации семян микроэлементами влияло на микроэлементный состав зерна этой культуры. Так, у мелкосемянного сорта Галинка в варианте с применением $N_{90}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.) содержание меди составило 6,41 мг/кг и цинка – 18,15 мг/кг, что превысило

контрольный вариант на 1,76 и 1,01 мг/кг соответственно (таблица 4).

Наибольшая продуктивность крупносемянного сорта Дружба 2 от применения минеральных удобрений была получена при использовании их в дозе $N_{90}P_{60}K_{90}$ и составила 43,7 ц/га зерна. Внесение данного фона минерального питания позволило получить прибавку зерна к контрольному варианту на уровне 19,7 ц/га (таблица 1).

Инокуляция семян данного сорта бактериальным удобрением Ризобактерин обеспечила получение прибавки урожая зерна на уровне 2,1 ц/га при использовании её на фоне минерального питания $N_{14}P_{60}K_{90}$ и урожайность – 32,1 ц/га.

Максимальный эффект от применения инкрустации семян сорта Дружба 2 микроэлементами наблюдали на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{90}$, где обработка семян хелатной формой меди позволила повысить урожайность семян по отношению к фону на 5,1 ц/га. Однако следует отметить, что наибольшая продуктивность проса была получена в варианте с применением уровня минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$, где инкрустация семян хелатной формой меди позволила повысить урожайность до уровня 46,5 ц/га зерна, при этом прибавка к контролю составила 19,7 ц/га.

Анализ показателей качества зерна сорта Дружба 2 показал, что в наиболее урожайном варианте – $N_{90}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.) – было получено одно из самых высоких зна-

Таблица 3 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на показатели качества зерна проса сортов Галинка и Дружба 2 (среднее, 2009–2011 гг.)

Вариант	Крахмал, %		Жир, %		Зола, %	
	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2
1. Без удобрений	55,6	71,5	2,13	2,76	3,83	3,08
2. $N_{14}P_{60}K_{90}$	56,6	73,5	2,24	2,92	3,94	3,13
3. $N_{45}P_{60}K_{90}$	58,1	75,2	2,34	3,20	4,05	3,21
4. $N_{60}P_{60}K_{90}$	58,8	75,8	2,39	3,20	4,14	3,24
5. $N_{90}P_{60}K_{90}$	60,2	77,4	2,53	3,33	4,25	3,37
6. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$	59,2	77,4	2,46	3,24	4,23	3,29
7. $N_{14}P_{60}K_{90} + \text{Ризобактерин}$	57,3	75,2	2,26	3,09	3,95	3,17
8. $N_{45}P_{60}K_{90} + \text{Ризобактерин}$	58,1	75,6	2,34	3,17	4,06	3,21
9. $N_{60}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.)	60,1	77,6	2,41	3,44	4,22	3,32
10. $N_{90}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.)	61,8	79,2	2,67	3,61	4,41	3,48
11. $N_{60+30}P_{60}K_{90} + Cu$ (хелат.)	60,5	78,6	2,58	3,47	4,35	3,39
12. $N_{60}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O$	59,5	77,7	2,38	3,44	4,19	3,36
13. $N_{90}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O$	61,5	79,1	2,66	3,53	4,29	3,44
14. $N_{60+30}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O$	60,3	78,3	2,56	3,42	4,26	3,38
15. $N_{60}P_{60}K_{90} + Cu + Zn$ (хелат.)	61,0	78,8	2,47	3,49	4,26	3,35
16. $N_{90}P_{60}K_{90} + Cu + Zn$ (хелат.)	62,5	81,3	2,66	3,65	4,46	3,50
17. $N_{60+30}P_{60}K_{90} + Cu + Zn$ (хелат.)	61,6	80,3	2,63	3,58	4,39	3,46
18. $N_{60}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O + ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	60,9	78,3	2,45	3,40	4,23	3,36
19. $N_{90}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O + ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	61,8	80,7	2,62	3,58	4,36	3,46
20. $N_{60+30}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O + ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	61,2	79,8	2,53	3,53	4,33	3,42
21. $N_{60}P_{60}K_{90} + Cu + Zn$ (хелат.) + Эпин	61,5	79,7	2,54	3,51	4,30	3,42
22. $N_{60}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \cdot 5H_2O + ZnSO_4 \cdot 7H_2O + \text{Эпин}$	61,3	79,2	2,51	3,48	4,25	3,40
НСР ₀₅ фактора А (сорт)	0,24		0,015		0,012	
НСР ₀₅ фактора Б (вариант опыта)	0,79		0,051		0,041	
НСР ₀₅ фактора АБ	1,12		0,072		0,057	

Таблица 4 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на содержание микроэлементов в зерне проса сортов Галинка и Дружба 2 (среднее, 2009–2011 гг.)

Вариант	Cu, мг/кг		Zn, мг/кг	
	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2
1. Без удобрений	4,65	4,17	17,94	17,14
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	5,15	4,73	18,91	17,93
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	5,42	4,83	19,57	18,23
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	5,46	4,80	20,15	18,71
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	5,79	4,74	19,18	19,01
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	5,37	5,15	18,58	18,26
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	5,44	4,72	19,19	17,57
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	5,55	5,05	19,97	18,81
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	5,56	5,07	20,24	17,64
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	6,41	5,35	18,32	18,15
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	6,28	5,03	19,53	18,03
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	5,92	4,96	20,95	17,71
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	6,85	4,98	20,57	18,68
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O	6,03	5,18	18,64	18,03
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	5,56	5,11	19,37	18,06
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	6,43	5,67	20,04	19,00
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	5,63	4,88	19,13	18,26
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	6,03	5,12	19,98	17,99
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	6,19	5,30	20,21	19,87
20. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	5,83	4,81	19,25	17,69
21. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.) + Эпин	5,97	5,22	19,91	18,74
22. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ · 5H ₂ O + ZnSO ₄ · 7H ₂ O + Эпин	5,91	5,27	19,16	18,68
НСП ₀₅ фактора А (сорт)	0,126		0,356	
НСП ₀₅ фактора Б (вариант опыта)	0,418		1,182	
НСП ₀₅ фактора АБ	0,591		1,672	

чений сырого белка в опыте, которое достигло 11,9 %, при этом его выход составил 4,8 ц/га (таблица 1).

Применение меди в хелатной форме при инкрустации семян позволило повысить содержание сырого белка по отношению к фону минерального питания (N₉₀P₆₀K₉₀) на 0,4 % и на 1,7 % – к варианту без применения удобрений.

Также следует отметить, что на фоне повышения содержания белка в вышеуказанном варианте опыта повышалось и содержание аминокислот. Так, сумма критических аминокислот составила 5,07 г/кг, а сумма незаменимых – 30,34 г/кг, что являлось самым высоким значением в опыте с данным сортом (таблица 2).

Говоря о влиянии минерального питания на содержание крахмала, жира и золы в зерне крупносемянного сорта Дружба 2, нужно сказать, что в лучшем по продуктивности зерна варианте – N₉₀P₆₀K₉₀ + Cu (хелат.) – величина этих показателей была самой высокой в опыте с данным сортом и составила 79,2 %, 3,61 % и 3,48 % соответственно (таблица 3). При этом содержание крахмала по отношению к контрольному варианту опыта выросло на 7,7 %, содержание жира – на 0,85 % и золы – на 0,4 %.

Содержание микроэлементов в зерне проса сорта Дружба 2 также изменялось в зависимости от применения макро- и микроудобрений. В варианте N₉₀P₆₀K₉₀ + Cu (хелат.), где была получена самая высокая урожайность зерна, содержание меди составило 5,35 мг/кг и цинка –

18,5 мг/кг (таблица 4). При этом дополнительное применение при инкрустации семян меди в хелатной форме позволило повысить её содержание в зерне на 0,61 мг/кг.

Заключение

1. В условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-востока Беларуси лучшим уровнем минерального питания для мелкосемянного сорта проса Галинка, а также крупносемянного Дружба 2, является N₉₀P₆₀K₉₀, который обеспечивает получение урожайности зерна на уровне 38,8 и 43,7 ц/га соответственно. При этом прибавка к контролю от применения данного фона у сорта Галинка составила 15,9 ц/га, а у сорта Дружба 2 – 16,9 ц/га.
2. Применение для инкрустации семян хелатной формы меди на фоне минерального питания N₉₀P₆₀K₉₀ увеличивало урожайность зерна сорта Галинка до уровня 44,0 ц/га (+5,2 ц/га к фону и +21,1 ц/га к контролю) и сорта Дружба 2 – до 46,5 ц/га (+2,8 ц/га к фону и +19,7 ц/га к контролю).
3. Применение фона минерального питания N₉₀P₆₀K₉₀ в основное внесение совместно с инкрустацией семян хелатной формой меди позволяет получить оптимальные показатели качества зерна проса. Так, у мелкосемянного сорта Галинка содержание сырого белка составляет на уровне 12,3 %, выход сырого белка – 4,6 ц/га, суммы критических и незаменимых аминокислот – 4,57 и 30,78 г/кг соответственно,

- крахмала – 61,8 %, жира – 2,67 %, золы – 4,41 %, меди – 6,41 мг/кг и цинка – 18,32 мг/кг.
4. Внесение $N_{90}P_{60}K_{90} + Si$ (хелат.) на крупносемянном сорте проса Дружба 2 повышает содержание сырого белка до уровня 11,9 %, выход сырого белка – 4,8 ц/га, суммы критических и незаменимых аминокислот – 5,07 и 30,34 г/кг соответственно, крахмала – 79,2 %, жира – 3,61 %, золы – 3,48 %, меди – 5,35 мг/кг и цинка – 18,15 мг/кг.

Литература

1. Сравнительная эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в традиционной и органической системах земледелия / Т. М. Серая [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 82–90.

2. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
3. Коготко, Ю. В. Влияние макро- и микроудобрений, регулятора роста и бактериального препарата на структуру урожая и урожайность зерна проса / Ю. В. Коготко // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 219–227.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков и [др.]. – Минск: Беларус. наука, 2012. – 460 с.
6. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 390 с.

УДК 633.8: 631.8

Динамика накопления массовой доли эфирного масла *Monarda fistulosa* L. и его выход с единицы площади при применении минеральных удобрений

М. А. Бедуленко, научный сотрудник
Центральный ботанический сад НАН Беларуси
В. Ю. Агеев, доктор с.-х. наук
Институт рыбного хозяйства

(Дата поступления статьи в редакцию 22.01.2020 г.)

В статье представлены результаты изучения содержания эфирного масла в растениях монарды дудчатой в онтогенезе за 2012–2013 гг. под воздействием минеральных удобрений на почвах с кислой и слабокислой реакцией среды. Установлено, что внесение мелиоранта изменяет динамику накопления массовой доли эфирного масла монарды; наибольшее содержание эфирного масла при внесении различных доз минеральных удобрений наблюдается в фазах массового цветения и конца цветения, а наибольший выход – в фазах массовой бутонизации – начала цветения и массового цветения.

Введение

С каждым годом в Беларуси возрастает потребность в лекарственном сырье растительного происхождения. Активный поиск новых растений, которые могут успешно произрастать в условиях нашей республики, привел к изучению лекарственного пряно-ароматического и эфирномасличного растения монарды дудчатой, родиной которой является Северная Америка. Введение в культуру нового интродуцированного растения в климатических условиях, отличающихся от традиционных, подразумевает получение не только стабильных урожаев сырья, но и биологически активных веществ. Для эфирномасличных растений одним из важных показателей является массовая доля эфирного масла. Его содержание зависит от многих факторов, в том числе и от применения средств химизации [1, 2, 3, 4, 5].

Такие элементы, как азот, фосфор, калий и кальций, являются необходимыми питательными элементами для нормального роста и развития растений [6]. Азот является одним из главных структурных элементов в синтезе первичных метаболитов (белки, нуклеиновые кислоты и т. д.) [6]. Вторичные метаболиты, к которым

*This article presents the results of the study of essential oil content in *Monarda fistulosa* L. plants in ontogenesis for 2012–2013 under the influence of mineral fertilizers on acidic and slightly acidic reaction soils. It was established that the introduction of dolomite flour changes the accumulation dynamics of the mass fraction of monarda essential oil; the highest content of essential oil during the application of various doses of mineral fertilizers is observed in the reproductive phase and the vegetative phase, and the highest essential oil yield is in the vegetative phase and the reproductive phase.*

относятся эфирные масла, образуются на основе первичных соединений [7]. Роль фосфора в жизни растений связана с участием его в процессах обмена энергией, который происходит при синтезе любых веществ, в том числе эфирных масел [7]. Кроме того, входя в состав ферментов, фосфор активно и непосредственно участвует в самих процессах биосинтеза эфирного масла монарды [8]. Калий также оказывает положительное влияние на накопление эфирных масел [9]. Особенно важно присутствие калия при аммиачной форме азотного удобрения [10].

Материалы и методы исследований

Исследования проводили путем постановки многофакторного полевого эксперимента на территории Центрального ботанического сада в 2012–2013 гг. по методике Б. А. Доспехова [11]. Закладку опытного участка осуществляли на двух последовательно открывающихся полях.

Дерново-подзолистая супесчаная почва участка имела следующие агрохимические показатели: pH_{KCl} – 4,92, гумус – 2,73 % (по Тюрину), содержание подвижных

форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 198 мг/кг (P_2O_5) и 136 мг/кг почвы (K_2O).

Схема опыта включала варианты применения минеральных удобрений, представленные в таблицах 1–4. Повторность опыта четырехкратная с многоступенчатым расположением делянок. Растения монарды располагались по схеме 70×45 см [3, 12, 13] на делянке площадью 6,3 м².

Внесение доломитовой муки осуществлялось из расчета нейтрализации полной гидролитической кислотности в осенний период под вспашку. Минеральные удобрения (аммиачную селитру, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий) вносили под предпосевную обработку за 1–1,5 недели до высадки рассады на опытный участок.

В генеративный период растения вступили в 2012–2013 гг. Наступление основных фенологических фаз (ф1 – массовой бутонизации – начала цветения, ф2 – массового цветения, ф3 – конец цветения) определяли по методике И. Н. Бейдмана [14].

Содержание эфирного масла в надземной части монарды дудчатой определяли методом гидродистилляции по Гинзбергу в двукратной повторности из воздушно-сухой надземной массы в пересчете на абсолютно сухое сырье (а. с. с.) [15].

Результаты исследований и их обсуждение

Как показали результаты исследований, содержание эфирного масла в контрольном варианте (без удобрений, рН = 4,9) увеличивалось постепенно от первой к третьей фазе. В варианте с применением доломитовой муки активное накопление эфирного масла монарды отмечено в первой и второй фазах и снижение – к третьей (рисунк).

В контрольном варианте различия между первой и второй фазами, а также между второй и третьей были математически не достоверными (в пределах НСР₀₅). Достоверное различие (+0,13 п. п.) наблюдалось только между первой и третьей фенологическими фазами (содержание эфирного масла высчитывается в процентах, поэтому разницу между вариантами обозначали «п. п.», что означает процентный пункт [16]).

В варианте с мелиорантом не получены достоверные различия между первыми двумя фазами, а разница между второй – третьей и первой – третьей фазами составила –0,16 и –0,23 п. п. соответственно.

Накопление эфирного масла монардой под воздействием мелиоранта в виде пылевидной доломитовой муки было положительным относительно контроля в первой и второй фенологических фазах (+0,12 и +0,14 п. п.), а в третьей – отрицательным (–0,17 п. п.) (таблица 1).

Чтобы показать истинное содержание эфирного масла монарды, варианты с применением макроудобрений сравнивались относительно контроля или фона, а динамика его накопления рассматривалась в каждом варианте при смене фаз.

Эфирные масла служат растениям для привлечения насекомых-опылителей, а также обладают защитной функцией от вредителей, болезней, поедания животными и неблагоприятной температуры окружающей среды

(высокой – в дневное время и низкой – в ночное) [17, 18]. Поэтому на обоих фонах наибольшее значение массовой доли эфирного масла монарды в основном наблюдалось в фазе массового цветения, либо к концу цветения (таблица 1).

На почве с кислой реакцией среды (рН = 4,9) применение минеральных удобрений в меньших дозах ($N_{40}P_{30}K_{60}$) в основном приводило к увеличению накопления эфирного масла только ко второй и/или третьей фазе (от +0,09 до +0,16 п. п.). С ростом доз удобрений положительный эффект наблюдался как в первой (+0,10...+0,13 п. п.) и второй фенологических фазах (+0,32...+0,50 п. п.), так и в третьей (+0,20...+0,32 п. п.) (таблица 1).

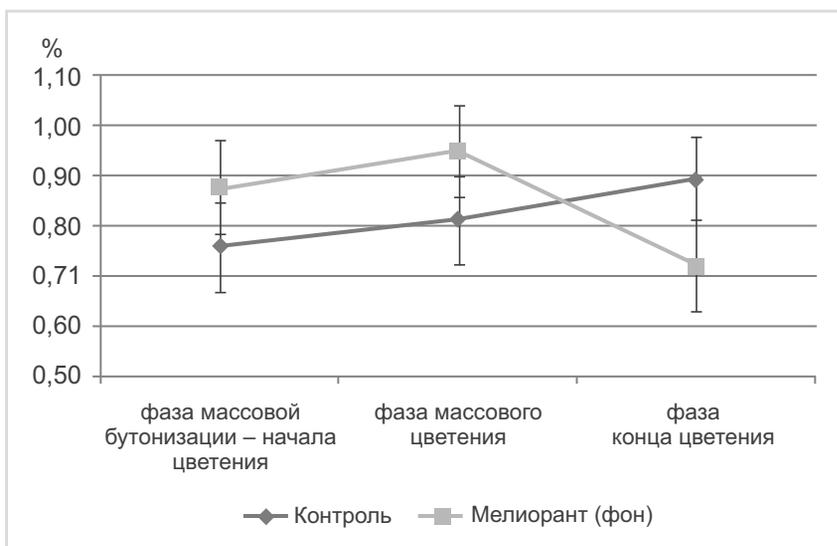
Внесение минеральных удобрений (НПК) на дерново-подзолистых супесчаных почвах со слабокислой реакцией среды (рН = 5,3–5,4) способствует повышению содержания эфирного масла в растительном сырье монарды к фазе массового цветения и пролонгирует процесс его накопления до окончания цветения. Известкование напрямую (через соотношение кальция – калий) [9, 19] или опосредовано (через жизнедеятельность полезных микроорганизмов) [20] может влиять на поступление элементов питания в растения. Достоверные различия составили 0,22...0,51 п. п. при применении аммиачной селитры, 0,13...0,65 п. п. – аммонизированного суперфосфата и 0,10...0,51 п. п. – хлористого калия.

Наибольшее увеличение массовой доли эфирного масла во второй фенологической фазе было отмечено в вариантах $N_{80}P_{90}K_{90}$ (+0,50 п. п.), фон + $N_{80}P_{90}K_{90}$ (+0,65 п. п.); в третьей – $N_{80}P_{30}K_{90}$, $N_{80}P_{90}K_{90}$ (+0,32 п. п.), фон + $N_{80}P_{60}K_{90}$ (+0,51 п. п.) и в сумме за три фазы – $N_{80}P_{90}K_{90}$ (+0,91 п. п.) и фон + $N_{80}P_{90}K_{90}$ (+1,10 п. п.).

Анализ динамики накопления эфирного масла по фазам показал, что на неизвесткованном фоне при применении минеральных удобрений в среднем во всех вариантах было отмечено достоверное увеличение массовой доли эфирного масла ко второй (0,10...0,46 п. п.) и снижение к третьей фенологической фазе (0,10...0,31 п. п.) (таблица 2).

Установлено, что в вариантах известкованного фона максимальное накопление эфирного масла также происходило к фазе массового цветения (на +0,11...+0,71 п. п.).

Из-за возможного антагонистического взаимодействия калия и кальция [19] в вариантах с применением хло-



Содержание эфирного масла в растениях монарды второго года вегетации в различных фазах онтогенеза (среднее, 2012–2013 гг.)

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на массовую долю эфирного масла монарды второго года вегетации (среднее, 2012–2013 гг.)

Вариант	Массовая доля эфирного масла, % на а. с. с.			± к контролю (п. п.)			
	ф1	ф2	ф3	ф1	ф2	ф3	ф1 + ф2 + ф3
Без удобрений (контроль)	0,76	0,81	0,89				
Мелиорант (фон)	0,88	0,95	0,72	+0,12	+0,14	-0,17	+0,09
N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	0,78	0,91	1,05	-	-	+0,16	+0,16
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,86	1,13	0,98	+0,10	+0,32	-	+0,42
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	0,76	1,11	1,09	-	+0,30	+0,20	+0,50
N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	0,83	0,99	0,58	-	+0,17	+0,32	+0,49
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,86	1,13	0,98	+0,10	+0,32	-	+0,42
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	0,85	1,31	1,22	+0,09	+0,50	+0,32	+0,91
N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	0,66	1,05	0,80	-0,11	+0,24	+0,09	+0,22
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,86	1,13	0,98	+0,10	+0,32	-	+0,42
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0,89	1,00	0,69	+0,13	+0,18	-0,21	+0,10
HCP ₀₅	0,082	0,100	0,086				
HCP ₀₅ по фазам	0,086						
				± к фону (п. п.)			
Фон + N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	0,92	1,17	1,09	-	+0,22	+0,37	+0,59
Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,91	1,29	1,23	-	+0,34	+0,51	+0,85
Фон + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	0,93	1,19	1,09	-	+0,24	+0,37	+0,61
Фон + N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	0,93	1,21	0,85	-	+0,26	+0,13	+0,39
Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,91	1,29	1,23	-	+0,34	+0,51	+0,85
Фон + N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	0,89	1,60	1,17	-	+0,65	+0,45	+1,10
Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	0,84	0,73	1,05	-	+0,22	+0,33	+0,55
Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	0,91	1,29	1,23	-	+0,34	+0,51	+0,85
Фон + N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0,97	1,16	1,04	+0,10	+0,21	+0,32	+0,63
HCP ₀₅	0,082	0,100	0,086				
HCP ₀₅ по фазам	0,092						
«→» различия в пределах HCP ₀₅							

Таблица 2 – Различия между фазами онтогенеза по содержанию эфирного масла в растениях монарды при применении минеральных удобрений

Неизвесткованный фон			Известкованный фон		
вариант	различия, п. п.		вариант	различия, п. п.	
	ф2 относ. ф1	ф3 относ. ф2		ф2 относ. ф1	ф3 относ. ф2
N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,12	+0,14	N ₄₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,25	-
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,27	-0,16	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,38	-
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,35	-	N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,26	-0,10
N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	+0,16	-0,41	N ₈₀ P ₃₀ K ₉₀	+0,28	-0,36
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,27	-0,16	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,38	-
N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	+0,46	-0,10	N ₈₀ P ₉₀ K ₉₀	+0,71	-0,43
N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	+0,40	-0,25	N ₈₀ P ₆₀ K ₆₀	-0,11	+0,32
N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,27	-0,16	N ₈₀ P ₆₀ K ₉₀	+0,38	-
N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+0,10	-0,31	N ₈₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+0,19	-0,12
«→» различия в пределах HCP ₀₅					

ристого калия (известкованный фон) имеются различия в динамике накопления эфирного масла при внесении K_{60} : в фазе массового цветения наблюдается достоверное снижение количества масла относительно фазы массовой бутонизации – начала цветения (–0,11 п. п.)

и его последующее увеличение под конец цветения (+0,32 п. п.).

Несмотря на то что наибольшее содержание самого масла получали в фазе массового цветения и/или в фазе конца цветения, при пересчете на единицу площади

Таблица 3 – Выход эфирного масла монарды в различных фазах онтогенеза (среднее, 2012–2013 гг.)

Вариант	Выход эфирного масла, г/м ²			
	ф1	ф2	ф3	ф1 + ф2
Без удобрений (контроль)	1,17	1,20	0,87	2,37
Мелиорант (фон)	2,08	2,32	1,14	4,40
$N_{40}P_{60}K_{90}$	1,88	2,12	1,54	4,00
$N_{80}P_{60}K_{90}$	2,56	3,48	1,87	6,04
$N_{120}P_{60}K_{90}$	2,01	3,01	1,79	5,02
$N_{80}P_{30}K_{90}$	2,31	2,98	1,03	5,28
$N_{80}P_{60}K_{90}$	2,56	3,48	1,87	6,04
$N_{80}P_{90}K_{90}$	2,31	3,77	2,30	6,08
$N_{80}P_{60}K_{60}$	1,88	2,94	1,52	4,82
$N_{80}P_{60}K_{90}$	2,56	3,48	1,87	6,04
$N_{80}P_{60}K_{120}$	2,05	2,87	1,29	4,92
Фон + $N_{40}P_{60}K_{90}$	2,55	3,44	2,06	5,99
Фон + $N_{80}P_{60}K_{90}$	2,96	4,44	2,88	7,40
Фон + $N_{120}P_{60}K_{90}$	2,43	3,71	2,18	6,14
Фон + $N_{80}P_{30}K_{90}$	2,92	3,77	1,94	6,69
Фон + $N_{80}P_{60}K_{90}$	2,96	4,44	2,88	7,40
Фон + $N_{80}P_{90}K_{90}$	2,86	5,32	2,60	8,18
Фон + $N_{80}P_{60}K_{60}$	2,68	2,28	2,28	4,96
Фон + $N_{80}P_{60}K_{90}$	2,96	4,44	2,88	7,40
Фон + $N_{80}P_{60}K_{120}$	3,13	3,95	2,45	7,08

Таблица 4 – Относительное значение выхода эфирного масла монарды в диапазоне доз внесения минеральных удобрений

Дозы минеральных удобрений	Относительное значение выхода эфирного масла, %			
	известкованный фон		неизвесткованный фон	
	массовая бутонизация – начало цветения	массовое цветение	массовая бутонизация – начало цветения	массовое цветение
$N_{40} - N_{80}$	–58	–114	–20	–43
$N_{80} - N_{120}$	+48	+39	+26	+31
$N_{40} - N_{120}$	–	–74	–	–
$P_{30} - P_{60}$	–	–42	–	–29
$P_{60} - P_{90}$	–	–	–	–38
$P_{30} - P_{90}$	–	–66	–	–67
$K_{60} - K_{90}$	–58	–45	–	–89
$K_{90} - K_{120}$	+43	+51	–	+21
$K_{60} - K_{120}$	–	–	–22	–68

«–» различия в пределах HCP_{05}

и по результатам дисперсионного анализа на обоих фонах наибольший выход эфирного масла наблюдался в фазах массовой бутонизации – начала цветения и/или массового цветения (таблица 3).

Внесение мелиоранта повлияло на увеличение выхода эфирного масла относительно контроля (на 0,91 и 1,12 г/м²) и в вариантах с применением NPK относительно вариантов известкованного фона (на 0,40–1,07 и 0,70–1,56 г/м²) [21].

Исследованиями установлено, что на известкованном фоне при применении азотного удобрения выход эфирного масла монарды в первой фенологической фазе составил 1,88–2,56 г/м², а во второй – 2,12–3,48 г/м²; фосфорного – 2,31–2,56 и 2,98–3,77; калийного – 1,88–2,56 и 2,87–3,48; на известкованном фоне – 2,43–2,96 и 3,44–4,44; 2,86–2,96 и 3,77–5,32; 2,68–3,13 г/м² и 2,28–4,44 г/м² соответственно.

Оценка достоверных различий между вариантами показала, что накопление как эфирного масла, так и фитомассы монарды дудчатой под влиянием NPK происходит интенсивнее во второй фенологической фазе массового цветения. Причем на обоих фонах с ростом доз вносимых удобрений наблюдается тенденция к уменьшению амплитуды изменений (таблица 4).

В результате сравнения вариантов по блокам (применение различных доз азотного, фосфорного и калийного удобрений) и относительных значений между вариантами, а также при определении выхода эфирного масла в сумме за две фазы отобраны наилучшие варианты: N₈₀P₉₀K₉₀ (6,08 г/м²) и фон + N₈₀P₉₀K₉₀ (8,18 г/м²).

Выводы

Исследованиями установлено, что на процессы синтеза и накопления эфирного масла в растениях монарды дудчатой на дерново-подзолистых супесчаных почвах с кислой и слабокислой реакцией среды положительно влияют азотное, фосфорное и калийное удобрения: в первой фазе – до 17 %, во второй – до 68 %, а в третьей – 62 %.

Применение мелиоранта в виде пылевидной доломитовой муки приводит к изменению динамики накопления эфирного масла монарды. Положительный эффект при применении минеральных удобрений (NPK) на известкованном фоне наблюдался во всех отмеченных фенологических фазах развития монарды дудчатой (12–28 %, 14–30 % и 19–52 %).

Установлено, что наибольшее содержание массовой доли эфирного масла в динамике получено в фазе массового цветения в вариантах N₈₀P₉₀K₉₀ и фон + N₈₀P₉₀K₉₀ (1,31 и 1,60 % на а. с. с.); в фазе конец цветения – N₈₀P₉₀K₉₀ и фон + N₈₀P₉₀K₉₀ (1,22 и 1,23 % на а. с. с.).

Лучшим сроком для сбора надземной массы на отгонку эфирного масла, с учетом урожайности, являются фазы массовой бутонизации – начала цветения (1,17–3,13 г/м²) и массового цветения (1,20–5,32 г/м²). Наибольший выход масла в первой фазе был отмечен в вариантах N₈₀P₆₀K₉₀, фон + N₈₀P₆₀K₉₀ и фон + N₈₀P₉₀K₁₂₀, а во второй – N₈₀P₆₀K₉₀, N₈₀P₉₀K₉₀ и фон + N₈₀P₉₀K₉₀.

Максимальный выход эфирного масла в сумме за две фазы получен в вариантах N₈₀P₉₀K₉₀ (6,08 г/м²) и фон + N₈₀P₉₀K₉₀ (8,18 г/м²).

Литература

1. Маланкина, Е. Л. Агробиологическое обоснование повышения продуктивности эфиромасличных растений из се-

мейства Яснотковые (*Lamiaceae* L.) в Нечерноземной зоне России: автореф. дис. ... д-ра. с.-х. наук: 06.01.13 / Е. Л. Маланкина; Бот. сад ВИЛАРа. – М., 2007. – 39 с.

2. Тарасенко, С. А. Урожайность и качество корней и корневищ валерианы лекарственной при различных условиях питания / С. А. Тарасенко, С. В. Брилева // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 2. – С. 22–24.

3. Орел, Т. И. Влияние различных удобрений на рост и продуктивность ароматических растений в условиях микроорошения / Т. И. Орел // Бюл. Никит. бот. сада. – 2010. – Вып. 101. – С. 53–60.

4. Палий, И. Н. Физиологические особенности *Agastache foeniculum* Pursh. и *Nepeta cataria* var. *citriodora* Beck. в условиях Южного берега Крыма: дис. ... канд. биол. наук: 03.01.05 / И. Н. Палий. – Ялта, 2015. – 184 л.

5. Палий, И. Н. Влияние почвенного питания на формирование урожая и выход эфирного масла *Agastache foeniculum* Pursh. / И. Н. Палий // Ученые записки ТНУ им. В. И. Вернадского. Сер. Биология. Химия. – 2012. – Т. 25, № 2. – С. 120–125.

6. Битюцкий, Н. П. Микроэлементы в жизни растений / Н. П. Битюцкий. – СПб: Изд-во СПб ун-та, 2011. – 367 с.

7. Карпук, В. В. Фармакогнозия: учеб. пособие / В. В. Карпук. – Минск: БГУ, 2011. – 340 с.

8. Шутова, А. Г. Состав, свойства и применение фенольных и терпеновых соединений экстрактов и эфирных масел пряно-ароматических растений семейства *Lamiaceae*: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04 / А. Г. Шутова. – Минск, 2007. – 207 л.

9. Биоэкологические особенности выращивания пряно-ароматических и лекарственных растений / А. А. Аутко [и др.]. – Минск: Тонпик, 2003. – 159 с.

10. Влияние внешних условий на лекарственные растения [Электронный ресурс] / Агропромышленный портал Оренбургской области. – Режим доступа: <http://agro-portal.su/lekarstvennyye-rasteniya/2700-vliyaniye-vneshnih-usloviy-na-lekarstvennyye-rasteniya.html>. – Дата доступа: 15.09.2016.

11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 350 с.

12. Дрягин, В. М. Монарда – новое овощное пряно-вкусовое растение / В. М. Дрягин. – М.: Всерос. НИИ селекции и семеновод. овощных культур, 1994. – 98 с.

13. Способ выращивания монарды дудчатой в Западной Сибири: пат. 2250596 РФ, МПК А01G1/100 / Г. И. Высочина, Т. А. Волхонская, О. Ю. Васильева. – Опубл. 27.04.2005.

14. Бейдман, И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ / И. Н. Бейдман. – Новосибирск: Наука, 1974. – 153 с.

15. Государственная фармакопея РБ: в 3 т. Т. 1. Общие методы контроля качества лекарственных средств / УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. Г. В. Годовальникова. – 2-е изд., стереотип. – Молодечно: Победа, 2010. – 656 с.

16. Марцуль, О. Н. Влияние различных видов органических удобрений на продуктивность звена севооборота и агрохимические показатели дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы: автореф. дис. ... к-та с.-х. наук: 06.01.04 / О. Н. Марцуль; «Ин-т почвоведения и агрохимии». – Минск, 2011. – 21 с.

17. Физиология растений: учеб. пособие / Н. Д. Алехина [и др.]; под ред. И. П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.

18. Первичный и вторичный метаболизм растений. Конспект лекций // Учебный портал РУДН [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: http://web-local.rudn.ru/web-local/prep/rj/files.php?f=pf_66c17d432b87b9bc55bc80a43beefc38. – Дата доступа: 13.02.2014.

19. Мантрова, Е. З. Оранжевая гвоздика [Электронный ресурс] / Е. З. Мантрова // Библиотека по цветоводству. – Режим доступа: <http://flowerlib.ru/books/item/f00/s00/z0000064/st011.shtml>. – Дата доступа: 14.05.2017.

20. Библиотека по агрономии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agrolib.ru/books/item/f00/s00/z0000019/st019.shtml>. – Дата доступа: 06.08.2019.

21. Влияние органоминеральных удобрений и извести на продуктивность различных сортов мяты перечной / А. И. Морозов [и др.] // Агрохимия. – 2012. – № 11. – С. 28–33.

22. Орел, Т. И. Влияние удобрений на рост и продуктивность эфиромасличных и лекарственных растений в Крыму / Т. И. Орел // Бюлл. ГНБС. – Ялта, 2018. – Вып. 128. – С. 70–76.

Экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста в посевах подсолнечника

М. В. Зими́на, М. С. Бриле́в

Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 19.03.2020 г.)

Подсолнечник является высокорентабельной и выгодной в экономическом отношении культурой. В данной статье представлены результаты экономической эффективности применения минеральных удобрений и регуляторов роста. Урожайность семян подсолнечника увеличилась на 13,7–24,6 ц/га в вариантах с внесением удобрений и регуляторов роста. Максимальный чистый доход 1328,07 руб./га при уровне рентабельности 106,9 % получен в варианте, где доза удобрений составила $N_{90}P_{80}K_{150}$. Высокие показатели экономической эффективности отмечены в вариантах, где на фоне минеральных удобрений применяли борные микроудобрения. Чистый доход составил 1157,35–1406,51 руб./га. Применение регуляторов роста было менее эффективным в связи с высокой стоимостью.

Введение

Эффективность работы агропромышленного комплекса базируется на производстве сельскохозяйственной продукции. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства является одной из актуальных проблем, успешное решение которой открывает дальнейшие возможности для ускорения темпов развития и надежного снабжения страны сельскохозяйственной продукцией. Для повышения эффективности производства продукции сельского хозяйства следует учитывать ряд факторов, среди которых климатические, почвенные, агрохимические, агротехнические и др. [1]. В настоящее время подъем сельского хозяйства возможен путем оптимизации структуры посевных площадей, подбора малозатратных высокопродуктивных культур, использования ресурсосберегающих технологий возделывания. Все это в комплексе позволит рационально использовать биологический и природный потенциал, повысить устойчивость и конкурентоспособность растениеводческой отрасли на рынке за счет производства разнообразной сельскохозяйственной продукции. Поэтому вопрос включения в структуру посевных площадей высокодоходных и рентабельных культур весьма актуален. Одной из таких культур является подсолнечник. Подсолнечник – выгодная в экономическом отношении культура [9]. Семена подсолнечника являются основным источником получения растительного масла, которое по калорийности не уступает животному, а также при переработке семян получают шрот (или жмых) – ценный концентрированный корм, богатый белком и жиром [7].

Производство и переработка подсолнечника с его разнообразной продукцией в современных условиях и в перспективе имеет важное продовольственное и сырьевое значение. Производство подсолнечника, по сравнению с другими видами растениеводческой продукции, является наиболее эффективным из-за высоких цен продажи маслосемян и продуктов их переработки в связи с постоянным спросом на потребительском рынке [1].

В Республике Беларусь подсолнечник – это вторая масличная культура. В последние годы с появлением скороспелых сортов и гибридов и изменением климата стало возможным возделывать эту культуру на почвах

Sunflower is a highly profitable and economically profitable crop. This article presents the results of the economic efficiency of the use of mineral fertilizers and growth regulators. The use of mineral fertilizers and growth regulators increased the yield of sunflower seeds by 13,7–24,6 cwt/ha. The maximum net income of 1328,07 rubles/ha with a profitability level of 106,9 % was obtained in the option where the dose of fertilizers was $N_{90}P_{80}K_{150}$. High indicators of economic efficiency were noted in options where boron micronutrients were used against the background of these fertilizers. Net income amounted to 1157,35–1406,51 rubles/ha. The use of growth regulators was less effective due to the high cost.

Беларуси. К сожалению, посевные площади под этой культурой в республике незначительны, а возделыванием подсолнечника занимаются считанные хозяйства [6, 8].

Реализация высокого потенциала продуктивности подсолнечника возможна только при соблюдении научно обоснованной технологии возделывания культуры [4]. В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства проблема продуктивности культур решается путем оптимизации применения минеральных удобрений в комплексе с другими агротехническими приемами. При этом эффективное применение удобрений является одной из главных задач земледелия. Научно обоснованная система удобрений должна обеспечивать высокую урожайность культуры с оптимальными показателями качества продукции и при этом сохранять и повышать плодородие почвы [3]. Применение удобрений должно быть направлено не только на получение максимальной урожайности, но и прибыли при минимальных затратах [2]. Обеспечение высокой прибыльности в первую очередь связано с величиной производственных затрат, так как в них находит свое проявление уровень организации и технология проведения работ. Величина производственных затрат оказывает влияние на величину себестоимости продукции. Эффективность производства подсолнечника напрямую зависит от себестоимости 1 ц маслосемян. Поэтому для экономической оценки использовали следующие экономические показатели: урожайность с 1 га в натуральном и стоимостном выражении; производственные затраты на 1 га; себестоимость 1 ц продукции; чистый доход (прибыль) на 1 га; уровень рентабельности.

Цель исследований – определить экономическую эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста в посевах подсолнечника.

Методика проведения исследований

Полевые исследования проводили в 2009–2011 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве в ЗАО «Гудевичи» Мостовского района Гродненской области. Почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 1,8–1,9 %, pH_{KCl} – 6,1–6,3, содержание подвижного фосфора

P_2O_5 – 115–140 мг/кг, обменного калия K_2O – 150–175 мг/кг, обеспеченность почвы бором средняя – 0,41–0,57 мг/кг почвы. Для сева использовали гибрид подсолнечника Флавия фирмы «KWS SAAT AG» (Германия), районированный по Гродненской области. Гибрид является среднеранним. Общая площадь делянки составила 84 м², учетная площадь – 54,6 м². Повторность опыта четырехкратная.

Схема опыта предусматривала изучение возрастающих доз NPK (1 – $N_{60}P_{60}K_{120}$, 2 – $N_{90}P_{80}K_{150}$, 3 – $N_{120}P_{100}K_{180}$) и на их фоне различных доз, форм и сроков применения борных удобрений.

Минеральные удобрения (азотные, фосфорные и калийные) вносили поделочно вручную под культивацию и предпосевную обработку почвы согласно схеме опыта.

В качестве азотных удобрений применяли мочевины (карбамид), в качестве фосфорных – аммофос, калийных – хлористый калий. Схема опыта предусматривала изучение различных форм борных удобрений. В опыте применяли борную кислоту и Эколист Моно Бор.

Борные удобрения вносили в некорневую подкормку в фазе листообразования в дозе 0,5 и 0,25 кг/га и через месяц после первой подкормки в вариантах, где предусматривали внесение удобрений в два срока, – в дозе 0,25 кг/га.

В ходе исследований на максимальном фоне NPK с применением борных удобрений изучалась эффективность регуляторов роста Экосил и Терра-Сорб фолиар.

Исследования проводили при интенсивной технологии возделывания культуры. Закладку полевых опытов, учеты

и наблюдения, математическую обработку результатов исследований осуществляли по общепринятой методике Б. А. Доспехова [5]. Для расчета экономической эффективности использовали фактические цены 2019 г.

Результаты исследований и их обсуждение

Применение удобрений и регуляторов роста должно быть направлено в первую очередь на повышение урожайности культуры. Как показали исследования, урожайность семян подсолнечника в среднем за 2009–2011 гг. изменялась от 21,6 до 46,2 ц/га (таблица). В варианте без применения регуляторов роста и удобрений урожайность была минимальной и составила в среднем за 2009–2011 гг. 21,6 ц/га. Применение азотно-фосфорно-калийных удобрений способствовало увеличению урожайности семян подсолнечника на 13,7–19,8 ц/га или 63,4–91,8 %. Применение удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{120}$ позволило получить урожайность в среднем за три года 35,3 ц/га, при внесении $N_{90}P_{80}K_{150}$ – 40,8 ц/га. Наибольшая урожайность – 41,4 ц/га сформирована в варианте, где удобрения применяли в дозе $N_{120}P_{100}K_{180}$. Внесение борных удобрений увеличило урожайность семян подсолнечника на 1,5–16,7 %. Максимальная прибавка урожая от применения микроудобрений (3,9–16,7 %) отмечена в вариантах с применением удобрения Эколист Моно Бор как в одну, так и в две подкормки. Урожайность в этих вариантах колебалась от 40,4 до 44,7 ц/га. Совместное применение удобрений и регуляторов роста увеличило урожайность семян на 21,5–24,6 ц/га относительно контрольного варианта.

Экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста в посевах подсолнечника

Вариант	Урожайность, ц/га	Стоимость продукции, руб.	Производственные затраты на 1 га, руб.	Себестоимость 1 ц продукции, руб.	Чистый доход на 1 га, руб.	Уровень рентабельности, %
1. Контроль (без удобрений)	21,6	1360,8	803,63	37,20	557,17	69,3
2. $N_{60}P_{60}K_{120}$ – фон 1	35,3	2223,9	1095,69	31,04	1128,21	103,0
3. Фон 1 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	36,5	2299,5	1142,15	31,29	1157,35	101,3
4. Фон 1 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	38,1	2400,3	1150,34	30,19	1249,96	108,7
5. Фон 1 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	40,4	2545,2	1178,50	29,17	1366,70	116,0
6. Фон 1 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	41,2	2595,6	1198,77	29,10	1396,83	116,5
7. $N_{90}P_{80}K_{150}$ – фон 2	40,8	2570,4	1242,33	30,45	1328,07	106,9
8. Фон 2 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	41,4	2608,2	1261,28	30,47	1346,92	106,8
9. Фон 2 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	41,7	2627,1	1266,80	30,38	1360,30	107,4
10. Фон 2 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	42,4	2671,2	1280,97	30,21	1390,23	108,5
11. Фон 2 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	42,8	2696,4	1289,89	30,14	1406,51	109,0
12. $N_{120}P_{100}K_{180}$ – фон 3	41,4	2608,2	1386,27	33,48	1221,93	88,1
13. Фон 3 + $B_{0,5}$ (борная кислота)	42,3	2664,9	1406,07	33,24	1258,83	89,5
14. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота)	43,6	2746,8	1413,67	32,42	1333,13	94,3
15. Фон 3 + $B_{0,5}$ (Эколист Моно Бор)	44,0	2772,0	1430,76	32,52	1341,24	93,7
16. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор)	44,7	2816,1	1437,17	32,15	1378,93	95,9
17. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота) + Экосил (0,2 л/га)	43,1	2715,3	1435,31	33,30	1279,99	89,2
18. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (борная кислота) + Терра-Сорб фолиар (2 л/га)	44,0	2772,0	1497,51	34,03	1274,49	85,1
19. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор) + Экосил (0,2 л/га)	45,2	2847,6	1469,91	32,52	1377,69	93,7
20. Фон 3 + $B_{0,25+0,25}$ (Эколист Моно Бор) + Терра-Сорб фолиар (2 л/га)	46,2	2910,6	1523,33	32,97	1387,27	91,1

При оценке экономической эффективности было установлено, что применение удобрений и регуляторов роста в среднем за три года исследований позволило получить 1128,21–1406,51 руб./га чистого дохода при уровне рентабельности – 85,1–116,5 %. В контрольном варианте, без применения удобрений и регуляторов роста, чистый доход составил 557,17 руб./га, а уровень рентабельности – 69,3 %. Величина данных показателей зависит от производственных затрат, которые по вариантам опыта изменялись следующим образом. Минимальными затраты в среднем за 2009–2011 гг. отмечены в контрольном варианте – 803,63 руб./га, а в варианте опыта они составили 1095,69–1523,33 руб./га. Себестоимость 1 ц продукции изменялась от 29,10 до 34,03 руб.

Максимальный чистый доход – 1328,07 руб./га при применении азотных, фосфорных и калийных удобрений в различных дозах был получен в варианте, где доза удобрений составила $N_{90}P_{80}K_{150}$, уровень рентабельности в этом варианте был на уровне 106,9 %. По сравнению с контрольным вариантом чистый доход в этом варианте больше на 770,90 руб./га. Себестоимость продукции составила 30,45 руб./ц. При дозе удобрений $N_{60}P_{60}K_{120}$ чистый доход составил 1128,21 руб./га при уровне рентабельности 103,0 %. При увеличении дозы удобрений – $N_{120}P_{100}K_{180}$ увеличились производственные затраты до 1386,27 руб./га, себестоимость 1 ц семян – до 33,48 руб., уменьшился чистый доход до 1221,93 руб./га и уровень рентабельности – до 88,1 %.

При внесении борных микроудобрений основные экономические показатели изменялись следующим образом. На фоне внесения $N_{60}P_{60}K_{120}$ применение борных удобрений позволило получить чистый доход 1157,35–1396,83 руб./га при уровне рентабельности 101,3–116,5 %. Максимальный чистый доход – 1396,83 руб./га на этом фоне был получен в варианте, где борные удобрения применяли в форме Эколист Моно Бор в две подкормки, уровень рентабельности в этом варианте составил 116,5 %, а производственные затраты – 1198,77 руб./га. Себестоимость 1 ц продукции была минимальной – 29,10 руб. Также высокую экономическую эффективность показал вариант, где в качестве борных удобрений применяли Эколист Моно Бор в одну подкормку: чистый доход и уровень рентабельности составили 1366,70 руб./га и 116,0 % соответственно. Применение борной кислоты на этом фоне было менее эффективным: уровень рентабельности в этих вариантах меньше на 7,8–14,7 %, а чистый доход – меньше на 146,87–209,35 руб./га в сравнении с вариантами, где применяли Эколист Моно Бор.

На фоне средней дозы удобрений – $N_{90}P_{80}K_{150}$ применение борных микроудобрений позволило получить чистый доход 1346,92–1406,51 руб./га и уровень рентабельности 106,8–109,0 %. Лучшим на этом фоне был вариант, где в качестве микроудобрений применяли Эколист Моно Бор в две подкормки. Чистый доход в этом варианте составил 1406,51 руб./га, уровень рентабельности – 109,0 %, себестоимость 1 ц семян – 30,14 руб.

Показатели экономической эффективности применения микроудобрений при возделывании подсолнечника были ниже в вариантах на фоне максимальной дозы $N_{120}P_{100}K_{180}$ по сравнению с другими вариантами опыта. Так, лучшие результаты на этом фоне получены в варианте, где вносили Эколист Моно Бор в две подкормки. Уровень рентабельности в этом варианте составил 95,9 %, чистый доход – 1378,93 руб./га, себестоимость 1 ц семян – 32,15 руб., при этом по сравнению с фоновым вариантом уровень рентабельности и чистый доход выше на 7,8 % и 157,0 руб./га соответственно.

Применение регуляторов роста совместно с удобрениями обеспечило уровень рентабельности 85,1–93,7 %, чистый доход – 1274,49–1387,27 руб./га, себестоимость 1 ц составила – 32,52–34,03 руб. Лучшими данные показатели были в вариантах, где регуляторы роста применяли на фоне внесения $N_{120}P_{100}K_{180}$ и Эколист Моно Бор в две подкормки. Чистый доход в варианте с применением регулятора роста Терра-Сорб фолиар составил 1387,27 руб./га, уровень рентабельности – 91,1 %, в варианте с регулятором роста Экосил – 1377,69 руб./га и 93,7 % соответственно.

Выводы

Проведенные исследования подтвердили, что применение удобрений и регуляторов роста позволяет повысить урожайность семян подсолнечника на 13,7–24,6 ц/га.

Максимальные показатели чистого дохода – 1328,07 руб./га и уровня рентабельности – 106,9 % достигнуты при внесении азотных, фосфорных и калийных удобрений в варианте, где доза удобрений составила $N_{90}P_{80}K_{150}$.

Определено, что включение в систему применения удобрений борных микроудобрений повышает экономическую эффективность их внесения под подсолнечник. Чистый доход в этих вариантах составил 1157,35–1406,51 руб./га, уровень рентабельности – 89,5–116,5 %, а себестоимость продукции – 29,10–33,24 руб./ц. В то же время применение минеральных удобрений в высоких дозах, а также регуляторов роста не всегда является экономически оправданным приемом. Это связано с высокой стоимостью и не приводит к росту показателей экономической эффективности.

Литература

1. Бельтюков, Л. П. Экономическая эффективность производства подсолнечника в зависимости от технологии возделывания / Л. П. Бельтюков, Л. Н. Анипенко, В. Г. Донцов // Вестник аграрной науки Дона. – 2012. – № 1. – С. 74–80.
2. Босак, В. Н. Экономическая эффективность применения удобрений в севооборотах / В. Н. Босак // Экономика и банки. – 2008. – № 2. – С. 63–68.
3. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.
4. Гомончук, И. И. Возделывание подсолнечника масличного и сои в условиях Беларуси: метод. пособие / И. И. Гомончук, О. Г. Давыденко; РУП «Брестская сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси». – Пружаны, 2008. – 43 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Влияние новых форм комплексных удобрений при основном внесении в почву на урожайность и качество маслосемян подсолнечника / Г. В. Пироговская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – № 1 (56). – 2016. – С. 176–192.
7. Саскевич, П. А. Хозяйственная и экономическая эффективность десикации посевов подсолнечника, возделываемого в условиях северо-восточной части Беларуси / П. А. Саскевич // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 45–48.
8. Сикорский, А. В. Подсолнечник в Беларуси. Аспекты возделывания / А. В. Сикорский, В. А. Радовня, В. В. Бобовкина // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 8. – С. 24–25.
9. Смирнова, Е. Б. Экономическая эффективность возделывания подсолнечника с использованием гуминовых удобрений в Правобережье Саратовской области / Е. Б. Смирнова, В. Н. Решетникова, Т. М. Гребешков // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: материалы Междунар. науч. эколог. конф. – 2018. – С. 78–80.

Изучение биологического разнообразия и особенностей культивирования возбудителя сетчатой пятнистости ячменя *Pyrenophora teres f. teres* Drechsler в Республике Беларусь

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

(Дата поступления статьи в редакцию 29.01.2020 г.)

В результате обследования установлено повсеместное распространение *Pyrenophora teres f. teres* Drechsler в посевах ярового ячменя. Собрана коллекция чистых культур в количестве 62 штаммов, отличающихся по морфологическим признакам колоний и скорости роста. Определены наиболее встречаемые штаммы, относящиеся к группе D2 и E2, отличающиеся высоким плотным мицелием белого цвета и плотным войлочным мицелием с оливковым оттенком со средней скоростью роста. В статье также представлены результаты исследований по изучению условий культивирования патогена (температурный и световой режимы), подбору подходящей питательной среды для получения максимального спороношения. Определен расовый состав возбудителя. Установлено, что на территории нашей страны присутствуют расы 000, 100 и 500.

Введение

Сетчатая пятнистость листьев ячменя – одна из самых вредоносных болезней озимого и ярового ячменя, которую вызывает несовершенный гриб *Pyrenophora teres f. teres* Drechsler. Распространенность и интенсивность развития болезни во многом зависит от погодных условий, складывающихся в весенне-летний период. В эпифитотийные годы потери урожая от поражения сетчатой пятнистостью могут достигать 40 % [Steffenson, 1988]. Ранняя инокуляция ячменя приводит к поражению почти 90 % поверхности листьев [6] и к уменьшению числа зерен в колосе на 1–6 % [2, 6].

Гриб *Pyrenophora teres f. teres* впервые был выявлен и описан в России в 1928 г. Э. Э. Гешеле [4]. Однако к числу широко распространенных и вредоносных болезней ячменя его стали относить спустя некоторое время: в конце 50-х – начале 60-х гг. прошлого века. В конце 1980-х гг. в различных странах Европы помимо net-формы *Pyrenophora teres f. teres*, ранее более распространённой и изученной, стала все чаще встречаться spot-форма возбудителя сетчатой пятнистости *Pyrenophora teres f. maculata*, которая впервые была описана V. Smedegaard-Peterson в 1977 г. В дальнейшем spot-форма стала доминирующей во многих странах Европы.

В Беларуси сетчатую пятнистость ячменя вызывает *Pyrenophora teres f. teres*. Однако, по результатам совместного белорусско-российского проекта (проект БРФФИ-РФФИ, № госрегистрации 20143391), представленного Н. В. Мироненко и соавторами в Ивановском районе Брестской области, в производственных посевах ярового ячменя сорта Kangoo и сортов озимого ячменя Isocel, Salamandra, Nectaria, импортированных из стран ЕУ, была обнаружена *Pyrenophora teres f. maculata*. Возможно, новая форма возбудителя сетчатой пятнистости ячменя попала в республику на семенах, которые и послужили источником инфекции. Такой вывод можно сделать исходя из того, что в Западной Европе

As a result of the examination, the widespread distribution of *Pyrenophora teres f. teres* Drechsler in crops of spring barley. A collection of pure cultures was collected in the amount of 62 strains that differ in morphological characteristics of the colonies and growth rate. The most common strains belonging to the D2 and E2 groups were identified, characterized by high dense white mycelium and dense felt mycelium with an olive shade with an average growth rate. The article also presents the results of studies on the cultivation of the pathogen (temperature and light conditions), the selection of a suitable nutrient medium to obtain maximum sporulation. The racial composition of the pathogen is determined. It has been established that in our country there are races 000, 100 and 500.

Pyrenophora teres f. maculata является достаточно распространённой формой сетчатой пятнистости наряду с *Pyrenophora teres f. teres*. В центральном и других регионах Беларуси форма *maculata* пока не выявлена.

Net-форма гриба распространена во Франции, Германии, Швеции, США [8], Канаде [9], Южной Америке, Сирии, Иордании, Ираке и Иране [10]. Патоген адаптирован к различным климатическим условиям. Следовательно, болезнь встречается во всех регионах культивирования ячменя, в том числе и в Беларуси.

Целью нашей работы было детальное изучение биологии патогена, условий его культивирования, а также форм и расового состава возбудителя на территории Республики Беларусь.

Материалы и методы исследований

Сбор растений, пораженных возбудителем сетчатой пятнистости ячменя, проводили в 42 районах 6 областей Республики Беларусь в 2019 г. в фазе максимального развития болезни (молочная спелость). Поля исследовали по диагонали в нескольких местах в зависимости от их площади. В каждой точке отбирали сноп из 20 растений. В процессе разбора снопового материала отбирали листья с явными признаками поражения. Затем выделяли патоген в чистую культуру. Из пораженных листьев вырезали участки 5–10 см с симптомами заболевания, которые в течение 3 минут стерилизовали в 2%-ном растворе медного купороса. Далее промывали отрезки в стерильной воде, просушивали на фильтровальной бумаге и помещали во влажную камеру. После появления спороношения проводили пересев патогена на предварительно подобранную питательную среду ЧЛМ (модифицированная среда Чапека) в следующем составе: KH_2PO_4 – 0,5 г, MgSO_4 – 0,5 г, KCl – 0,5 г, мочевины – 1,2 г, лактоза – 20 г, агар-агар (порошковый) – 15 г на 1 л дистиллированной воды.

Для изучения расового состава *Pyrenophora teres f. teres* были использованы:

1) международный набор из 9 сортов-дифференциаторов: Harrington, Skiff, Prior, CI 9825, Harbin, ВИР-20019, CI 5791, CLS25282, ВИР-8755 [5];

2) коллекция штаммов, полученная в результате маршрутных обследований посевов ячменя в Республике Беларусь.

Растения каждого сорта выращивали в кюветах на вате, смоченной водой, в течение 8 суток. Для заражения использовали первый лист проростка, который разрезали на отрезки 4–5 см и раскладывали в кювету на фильтровальную бумагу, смоченную 0,004%-ным раствором бензимидазола. Инокуляцию отрезков листьев ячменя проводили путем капельного нанесения спусений гриба *Pyrenophora teres f. teres* с помощью микропипетки. Кювету помещали в затемненное место на 12–16 ч (при температуре 18–20 °С), а затем переносили под светоустановку с 12-часовым режимом освещения и температурой 21–26 °С.

Учет типов реакций проводили на 5 сутки по 5-балльной шкале [1]:

1 – точечные некрозы без хлороза (авирулентность или высокая устойчивость);

2 – некротические коричневые пятна с хлоротичным окаймлением или без хлороза, не распространяющиеся по отрезку листа (авирулентность или устойчивость);

3 – некротические пятна, распространяющиеся по отрезку листа с хлоротичным окаймлением (вирулентность или восприимчивость);

4 – коричневый некроз занимает весь отрезок листа (вирулентность или высокая восприимчивость);

2–3 – промежуточный тип реакции: некроз распространяется по поверхности листа, но медленнее, чем при оценке по баллу 3, хлороз отсутствует или небольшой.

Номера расам присваивали по окальной системе [5, 7]. Сорта-дифференциаторы располагали в строго определенном порядке и группировали по три. Каждому сорту в группе присваивали бинарный номер (от 2⁰ до 2²). Для определения номера расы складывали числа бинарных номеров сортов, которые оказались восприимчивыми к данному изоляту. Вирулентность к сорту Harrington не учитывалась, так как он является универсально восприимчивым.

Результаты исследований и их обсуждение

На территории нашей страны интенсивное развитие болезни может наблюдаться практически во всех зонах выращивания ячменя. В 2019 г. в ходе маршрутных обследований в 35 районах из 42 была обнаружена инфекция, которая в различной степени поражала посевы данной культуры. Форма *Pyrenophora teres f. maculata* в обследованных районах нами не выявлена, исходя из чего можно сделать вывод, что spot-форма патогена если и присутствует в нашей стране, то не занимает лидирующих позиций. Возможно, сложившиеся в период проведения исследований условия были неблагоприятны для ее развития.

Наиболее вредоносна сетчатая пятнистость ячменя оказалась в зонах достаточного увлажнения – Могилевской и Витебской областях. Именно там сложились благоприятные условия для развития патогена. На основании собранного в ходе маршрутных обследований материала, а также сохранившихся штаммов в лаборатории иммунитета (9 штаммов 2015 г.) была создана коллекция чистых культур возбудителя сетчатой пятнистости ячменя, которая включает в себя 62 штамма гриба, различающихся по морфологическим признакам колоний и скорости роста.

Выделены 5 основных морфологических типов мицелия, которые мы условно обозначили: А, В, С, D, Е (таблица).

Также были проведены наблюдения за скоростью роста морфологически отличающихся типов колоний, размер которых за 8 суток варьировал от 3,2 до 8,0 см в диаметре.

Были выделены три типа изолятов по скорости роста колонии патогена: с низкой скоростью роста (диаметр колонии от 3,2 до 3,9 см), средней (от 5,2 до 6,0 см) и с высокой скоростью роста (диаметр колонии от 7,2 до 8,0 см).

Среди колоний изолятов, которые были получены из материала Гомельской, Могилевской и Витебской областей, чаще встречались морфотипы А и В, у большинства которых практически отсутствовал воздушный мицелий или был хорошо выражен по окружности колонии. Среди колоний изолятов Минской области доминировал морфотип D, у которого наблюдался высокий, плотный мицелий белого цвета, и морфотип Е с плотным войлочным мицелием с оливковым оттенком со средней скоростью роста. Также в Минской области нередко встречается морфотип В. В Гродненской и Брестской областях были выделены морфотипы С и D.

Необходимо отметить, что возбудитель сетчатой пятнистости ячменя достаточно требователен к составу питательной среды. Патоген образует мицелий на разнообразных питательных средах, однако спороношение проявляется далеко не на каждой из них. Экспериментальным путем был проведен подбор оптимальной питательной среды с целью получения максимального спороношения патогена для последующего использования его в качестве инокулята при проведении искусственного заражения.

Были изучены следующие питательные среды: модифицированная среда Чапека (ЧЛМ), картофельно-глюкозный агар (КГА), дрожжевой агар, среда Чапека, среда на основе 4-х натуральных соков (V4).

Установлено, что оптимальными средами для культивирования возбудителя сетчатой пятнистости ячменя является среда ЧЛМ и питательная среда на основе 4-х натуральных соков – V4, так как спороношение гриба на этих средах наблюдается на 10–14 сутки. На дрожжевом агаре, средах КГА и Чапека к этому времени появляются лишь единичные споры.

Температурный и световой режимы, необходимые для обильного спороношения, также подбирались экспериментально. Установлено, что в первые 10 суток необходимо круглосуточное освещение лампами дневного света и температура не ниже 25 °С. В дальнейшем чашки с культурой гриба необходимо поместить в термостат

Характеристика морфологических типов колоний изолятов возбудителя *P. teres*, выделенных с ярового ячменя (на среде ЧЛМ)

Вид мицелия	Характеристика колоний
А	Воздушный мицелий практически отсутствует, строма темноокрашенная
В	Воздушный мицелий хорошо выражен по окружности колонии, к центру более плотный светлый с темными вкраплениями
С	Мицелий рыхлый серый паутинистый
Д	Мицелий высокий плотный белого цвета
Е	Мицелий плотный войлочный с оливковым оттенком

в абсолютную темноту на 2 суток и при этом снизить температуру до 15 °С, вследствие чего создаются стрессовые условия и тем самым провоцируется обильное спороношение. На 11 сутки чашки можно поместить под эритемную лампу ЛЭ-30, что также приводит к обильному спороношению.

Изучен расовый состав патогена. В результате проведенной работы была определена раса 000 (авирулентная ко всем сортам-дифференциаторам), которая чаще всего встречалась в популяции изучаемого возбудителя, а также расы 500, 100 (вирулентны к одному из сортов-дифференциаторов). Исходя из этого можно сделать вывод о преобладании в популяции патогена простых рас, авирулентных ко всем или вирулентных к одному сорту-дифференциатору. Результаты работы по расовому составу патогена в Беларуси не противоречат исследованиям, проведенным ранее коллегами из ВИЗР [3].

Заключение

1. Возбудитель сетчатой пятнистости ячменя выявлен в 35 районах Беларуси из 42 обследованных и является доминирующим патогеном на данной культуре.
2. Создана коллекция чистых культур возбудителя сетчатой пятнистости в количестве 62 штаммов.
3. Оптимальными средами для культивирования возбудителя сетчатой пятнистости ячменя являются среда ЧЛМ и V4. Установлено, что в течение первых 10 суток требуется круглосуточное освещение и температура не ниже 25 °С. В дальнейшем культуру необходимо поместить в абсолютную темноту на 2 суток при температуре 15 °С или поместить под эритемную лампу.

УДК 635.25/26:632.7

Проблемы защиты овощных культур семейства луковых от вредителей

И. Г. Волчкевич, кандидат с.-х. наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 05.03.2020 г.)

В статье дана оценка ассортимента средств защиты растений от вредителей в посевах луковых культур за 2004–2019 гг. Приведена биологическая и хозяйственная эффективность рекомендованных «Государственным реестром ...» препаратов для ограничения численности вредителей в посевах лука репчатого. Установлено, что снизить численность фитофагов до экономически безопасного уровня в посевах культуры рекомендованными средствами защиты не представляется возможным, поэтому необходимо расширение ассортимента препаратов и разработка регламентов их применения.

Введение

Лук репчатый, батун, порей, шалот, шнитт, слизун, чеснок и другие растения относятся к семейству луковых культур (*Alliaceae*) [8]. Несмотря на большое разнообразие сортов и гибридов луковых культур отечественной и зарубежной селекции, их возделывание невозможно

4. В популяции возбудителя сетчатой пятнистости наиболее распространенными оказались 000, 100 и 500 расы.

Литература

1. Афанасенко, О. С. Лабораторный метод оценки устойчивости сортообразцов ячменя к возбудителю сетчатого гельминтоспориоза / О. С. Афанасенко // С.-х. биология. – 1977. – Т. 12, № 2. – С. 297–299.
2. Войтова, Л. Р. Сетчатая пятнистость ячменя / Л. Р. Войтова // Защита растений. – 1971. – № 11. – С. 44.
3. Внутривидовой состав и структура популяций *Pyrenophora teres* в Северо-Западном регионе России и Беларуси по вирулентности и локусам типа спаривания // Н. В. Мироненко [и др.]. // Микология и фитопатология. – 2016. – Т. 50, вып. 3. – С. 185–194.
4. Гешеле, Э. Э. Отношение ячменей к паразитному грибу *Helminthosporium teres* / Э. Э. Гешеле // Тр. по приклад. бот., ген. и селек. – 1928. – Т. 19, вып. 1. – С. 371–384.
5. Development of an international standard set of barley differential genotypes for *Pyrenophora teres* f. *teres* / O. Afanasenko [et al.] // Plant Pathol. – 2009. – Vol. 58. – P. 665–676.
6. Deimel, L. Grundlagen der Schadenswirkung der Netzfleckenkrankheit (Erreger: *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker) an Gerste // Diss. Doct. Agrorwiss. Fak. Hadwirt. Und Gartenbau Techn. Univ. – Munchen, 1988. – 148 p.
7. Gilmour, J. Octal notation for designating physiological races of plant pathogens // Nature. – 1973. – P. 256–620.
8. Fetch, T. G. Jr. Rating scales for assessing infection responses of barley infected with *Cochliobolus sativus* / T. G. Jr. Fetch, B. J. Steffenson // Plant Dis. – 1999. – Vol. 83. – P. 213–217.
9. Tekauz, A. Re-emergence of spotted net blotch in Manitoba / A. Tekauz, M. Desjardins // Can. J. Plant Pathol. – 2011. – 33. – P. 293.
10. Duellman, K. Characterizing *P. teres* f. *maculata* in the northern United States and impact of spot form net blotch on yield of barley / Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of the North Dakota State University of Agriculture and Applied Science. – 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.3045.9925

The article evaluates the existing range of pest control products in onion crops for the period of 2004–2019. The biological and economic efficiency of the recommended by the “State Register ...” preparations to decrease the pests number in common onion crops is given. It is determined that it is not possible to reduce the number of phytophages to an economically safe level in the crop by the recommended plant protection products, therefore, it is necessary to expand the assortment of insecticides and develop the regulations for their use.

без хорошо организованной системы защиты, поскольку комплекс вредителей характеризуется большим видовым разнообразием – свыше 90 видов насекомых [1]. Вредоносными для всех луковых культур являются луковая муха (*Delia antiqua* Meigen), луковая журчалка (*Eumerus strigatus* Fallen), скрытнохоботник луко-

вый (*Ceutorhynchus jakovlevi* Schultze), минирующая стеблевая моль (*Acrolepiopsis assectella* Zeller), трипс табачный (*Thrips tabaci* Lindemann), луковый корневоый клещ (*Rhizoglyphus echinopus* R. Et F.), клещ четырехногий луковый (*Aceria tulipae* K.), тля шалотовая (*Myzus ascalonicus* D.), трещалка луковая (*Lilioceris merdiger* Sc.) и др. [8].

Расширение посевных площадей луковых культур происходит медленно, в том числе и по причине ограничения защитных мероприятий от вредных организмов.

Наибольшую площадь посева в Беларуси занимает лук репчатый, выращиваемый из семян, которая составляет около 2 тыс. га. Получение высоких стабильных урожаев лука-репки также лимитируется деятельностью вредных организмов. До недавнего времени наиболее вредоносным фитофагом в посевах лука репчатого являлась луковая муха. Непосредственный вред причиняют ее личинки, которые внедряются в луковицы, питаются чешуями лука, прокладывая в них ходы и вызывая характерное увядание растений. Листья поврежденных растений теряют тургор, увядают и, приобретая характерную желтовато-серую окраску, засыхают, луковицы размягчаются и загнивают [6]. Фитофаг повреждает растения лука в период всходов, при этом наблюдаются значительные выпады растений, снижается их продуктивность, а потери урожая репки достигают 30–50 % [8].

В связи с повышением среднегодовой температуры воздуха в Беларуси [7], насыщением севооборота видами лука происходят изменения и в доминировании фитофагов. Так, табачный трипс, который встречался в единичной численности в посевах лука репчатого в южной агроклиматической зоне республики в 2000–2008 гг., перешел в группу доминирующих вредителей на культуре, и в настоящее время его вредоносность отмечена во всех областях Беларуси, а численность может достигать 10,6 экз./растение. Потери урожая от табачного трипса составляют около 30–40 %. Основной вред наносят личинки и взрослые особи на протяжении всего периода вегетации культуры, оставляя некрозы на листьях, напоминающие по форме штрихи, что приводит к образованию на поверхности листа серебристых пятен. Листья искривляются, желтеют и засыхают, таким образом, сокращается фотосинтезирующая поверхность листа [6]. Рост луковицы замедляется, и она не достигает товарного размера. Помимо периода вегетации трипсы повреждают лук-репку в период хранения, располагаясь между сухими и мясистыми чешуями. Поверхность луковицы становится липкой, сетчатоморщинистой, со светлыми серебристыми пятнами, что способствует развитию патогенной и сапрофитной микрофлоры [2].

Кроме данных вредителей в посевах лука встречаются луковая моль, луковая журчалка, клещи, нематоды, долгоносики, которые в период вегетации формируют от 1 до 6 поколений [11].

Увеличение объемов производства лука-репки невозможно без его обеспечения средствами защиты от вредителей.

Таким образом, целью нашей работы являлась оценка существующего ассортимента средств защиты растений для ограничения вредоносности фитофагов в посевах лука репчатого.

Методика и условия проведения исследований

Ретроспективный анализ исследований по эффективности препаратов против вредителей лука репчатого проведен за 2004–2019 гг. Опрыскивание инсектицидами осуществлялось в период массового лета имаго луковой мухи и начала откладки яиц самками при превышении пороговой численности (5–8 мух на 10 взмахов сачком или 3–4 яйца на растение при 25 % заселенности). Эффективность препаратов для предпосевной обработки семян и инсектицидов изучена в мелкоделяночных опытах по методикам под редакцией В. Ф. Белика [9] и Л. И. Трепашко [10] на сортах Супра (2002 г.) в КСУП «Комбинат Восток» Гомельского района и Штутгартер рийзен в 2006 и 2014 г. на опытном поле РУП «Институт защиты растений», в 2009 г. – в КУСХП совхоз-агрофирма «Рассвет» Минского района.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенный ретроспективный анализ показал, что, согласно «Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь», до 2004 г. единственным препаратом, обеспечивающим защиту продовольственного лука от вредителей, был Би-58 новый (диметат, 400 г/л), относящийся к классу фосфорорганических соединений, предназначенный только для семенных посевов [11]. В 2005 г. в «Государственный реестр ...» был включен препарат из группы неоникотиноидов – Престиж, КС (имидаклоприд, 140 г/л + пенцикурон, 150 г/л) с целью защиты культуры на ранних этапах онтогенеза от луковой мухи и табачного трипса способом обработки семян перед севом. Оценка биологической эффективности по поврежденности растений вредителями при их численности от 3 до 18 мух/ловушку показала высокую инсектицидную активность предпосевной обработки семян против первого поколения луковой мухи (94,4 %) и табачного трипса (72,4 %) (таблица 1) [12].

В период с 2000 по 2006 г. в «Государственный реестр...» не было включено ни одного инсектицида, рекомендованного для защиты посевов лука репчатого от вредителей в период вегетации.

Увеличение посевных площадей под луком репчатым более чем в 2 раза (от 1,11 тыс. га в 2002 г. до 3,1 тыс. га в 2006 г.) и объемов производства способствовало решению вопроса по расширению ассортимента препаратов для применения на культуре. В 2006 г. была оценена эффективность инсектицидов Агролан, РП (ацетамидо-

Таблица 1 – Эффективность предпосевного обеззараживания семян лука репчатого против вредителей (сорт Супра, КСУП «Комбинат Восток» Гомельского района, 2002 г.)

Вариант	Норма расхода, мл/кг	Густота стояния растений в фазе всходов, шт./м пог. двустрочной ленты	Поврежденность растений луковой мухой в фазе всходов, %	Заселенность растений табачным трипсом в фазе интенсивного листообразования, %	Биологическая эффективность, %	
					против	
					луковой мухи	трипса табачного
Престиж, 29 % к. с.	100	79	0,5	6,0	94,4	72,4
Без обработки	–	50	9,0	21,8	–	–

прид, 200 г/кг) и Конкорд, ВРК (имidakлоприд, 200 г/л) против луковой мухи.

При проведении исследований на опытных посевах культуры в начале вегетации (середина мая) при вылете мух из мест зимовки температура воздуха не превышала +11,4...+12,8 °С, тогда как массовый лет первой генерации фитофага наблюдается при переходе через +12,1...+15,4 °С. В результате негативного влияния погодных условий ранневесеннего периода, неблагоприятных для развития как культурных растений, так и для вредных объектов, вылет имаго был растянут вплоть до начала июня, и отмечено сравнительно позднее по сравнению со среднемультилетними сроками появления фитофага в посевах культуры. По данным фитосанитарного мониторинга, массовый лет и откладка яиц самками наблюдались в начале июня. Осмотр прикорневой шейки у молодых растений лука показал, что первые яйцекладки (2–8 яиц/растение) обнаружены в конце I декады июня, заселенность растений варьировала от 18 до 25 %. Обработка посевов инсектицидом проведена в период полных всходов культуры (3–4 листа). Поврежденность растений лука первым поколением вредителя отмечена в III декаде июня в начале фазы интенсивного листообразования (6 листьев культуры), которая изменялась в зависимости от испытываемого препарата: Агролан, РП – 3,5 %, Конкорд, ВРК – 3,7 и 2,9 % (таблица 2) [13].

В начале фазы формирования луковицы отмечена поврежденность растений личинками второго поколения луковой мухи, которая составляла в вариантах: с Агроланом, РП – 1,5 %, с Конкордом, ВРК – 1,8 % при его внесении в норме расхода 0,1 л/га и 1,3 % – при норме расхода 0,2 л/га (таблица 2). Оценка инсектицидов показала наличие у них пролонгированного защитного действия против личинок луковой мухи, в результате чего через 4 недели после обработки в период развития второй генерации фитофага биологическая эффективность Агролана, РП составила 71,7 %, Конкорда, ВРК – 66,0–75,5 % (таблица 2).

Снижение вредоносности луковой мухи в посевах лука репчатого способствовало сохранению 19,9–23,7 % урожая репки (таблица 5). Изучаемые инсектициды были включены в «Государственный реестр ...» [5, 13].

В 2009 г. была изучена эффективность единственного пиретроида Вантекс, МКС на основе гамма-цигалотрина. При проведении исследований погодные условия для развития двукрылых насекомых были весьма неблагоприятными, нарастание их численности проходило медленно. В I декаде июля при повышении температуры до +20 °С отмечался массовый вылет взрослых мух и начало откладки яиц. В этот период (фаза 8–10 настоящих листьев) проведена обработка растений препаратом Вантекс, МКС. Оценка поврежденности растений личинками луковой мухи в фазе образования луковиц (через 14 дней после опрыскивания) показала, что доля поврежденных растений в варианте с применением инсектицида Вантекс, МКС составила 1,0 % против 11,0 % в варианте без опрыскивания. В течение периода вегетации (до уборки урожая) проводился мониторинг за развитием луковой мухи, степень ее вредоносности на опытном участке оценивалась по поврежденности луковиц в период уборки урожая. Анализ полученных результатов выявил ту же закономерность, что и при первичных учетах. Биологическая эффективность препарата против первого поколения луковой мухи была равна 90,9 % (таблица 3), что позволило сохранить 23,2 % урожая (таблица 5).

Еще один инсектицид Гринда, РП (ацетамиприд, 200 г/кг) из класса неоникотиноидов был изучен в 2014 г. Следует отметить, что в период исследований численность вредителя была умеренной. Начало вылета имаго луковой мухи отмечалось в I декаде мая, массовый вылет – с I по II декаду июня, когда на одной клеевой пластине за 7 дней насчитывалось 11–25 особей фитофага. В этот период при детальном осмотре учетных растений были обнаружены первые яйцекладки и начало отрождения личинок, что предопределило проведение обработки посевов культуры (3–4 листа).

Анализ растений лука на 7 сутки после опрыскивания показал, что поврежденность растений в варианте без обработки достигала 6,3 %, на 14 – 6,9 %. При этом в вариантах с применением инсектицида она колебалась от 1,3 до 2,0 %. Биологическая эффективность в варианте с однократным применением препарата Гринда, РП на 14 сутки после обработки составила 100 %, двукратным – 95,7 % (таблица 4) [3].

Таблица 2 – Эффективность инсектицидов в посевах лука репчатого против луковой мухи (сорт Штутгартер рйзен, опытное поле РУП «Институт защиты растений», Минский район, 2006 г.)

Вариант	Норма расхода, л, кг/га	Заселенность всходов, %	Густота стояния растений в фазе всходов, шт./м пог. однострочной ленты	Поврежденность растений, %		Биологическая эффективность, %	
				в фазе			
				6–8 листьев	8–13 листьев	6–8 листьев	8–13 листьев
Конкорд, ВРК	0,1	18	27	3,7	1,8	81,1	66,0
Конкорд, ВРК	0,2	25	30	2,9	1,3	85,2	75,5
Агролан, РП	0,1	24	28	3,5	1,5	82,1	71,7
Без обработки	–	21	28	19,6	5,3	–	–

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицида Вантекс, МКС на луке репчатом против луковой мухи (сорт Штутгартер рйзен, КУСХП совхоз-агрофирма «Рассвет» Минского района, 2009 г.)

Вариант	Норма расхода, л/га	Поврежденность		Биологическая эффективность, %	
		растений в фазе формирования луковиц, %	луковиц в урожае, %	через 14 дней после опрыскивания	в период уборки
Контроль	–	11,0	29,6	–	–
Вантекс, МКС	0,06	1,0	2,8	90,9	90,5

Оценка включенных в «Государственный реестр ...» инсектицидов показала, что существующий их ассортимент для применения в агроценозах лука репчатого ограничен 4 препаратами из двух химических классов (пиретроиды и неоникотиноиды) [4] (таблица 5).

Следует отметить, что применение инсектицидов, включенных в «Государственный реестр ...», против луковой мухи частично снижает численность и других фитофагов (трипс, луковая моль, луковая журчалка), присутствующих в момент обработки в агроценозе культуры. Однако ограничить их вредоносность имеющимися инсектицидами в посевах лука репчатого не представляется возможным, поскольку вредители развиваются в 1–4 поколениях и присутствуют в посевах постоянно. Интенсивное применение препаратов одного химического класса в течение сезона может привести к быстрому снижению чувствительности вредителей и развитию резистентности (особенно у трипсов), что отрицательно скажется на показателях биологической эффективности и продолжительности защитного действия инсектицида.

К сожалению, расширение ассортимента препаратов на луке репчатом не происходит, и это может в скором времени еще больше усложнить фитосанитарную ситуацию, так как невозможно создать эффективную схему чередования с использованием инсектицидов только двух классов.

Вопрос защиты посевов от вредителей довольно остро стоит и для остальных луковых культур – батуна, порея, чеснока и др., поскольку фирмы не очень заинтересованы в государственной регистрации средств

защиты растений для данных растений, так как они занимают небольшие площади посева.

Заключение

Таким образом, ограничить численность фитофагов до экономически безлопастного уровня в агроценозах лука репчатого рекомендованными средствами защиты не представляется возможным. Поэтому в посевах культуры, в том числе и овощных луковых культур, необходимо расширение сферы и спектра применения имеющихся инсектицидов, включение новых поколений препаратов системного действия и многокомпонентных инсектицидов на их основе, что позволит снизить кратность обработок вегетирующих растений и оптимизировать фитосанитарную ситуацию в посевах в соответствии с требованиями экологической безопасности культуры и создать эффективную систему защиты, основанную на ротации препаратов разных химических классов, что будет тормозить развитие резистентности к препаратам.

Литература

1. Болезни и вредители овощных культур и картофеля / А. К. Ахатов [и др.]. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – С. 374–384.
2. Бельх, Е. Б. Химическая защита лука от вредителей / Е. Б. Бельх, Г. П. Иванова // Картофель и овощи. – 2014. – № 7. – С. 24–27.
3. Волчкевич, И. Г. Эффективность нового инсектицида Гринда, РП в контроле численности луковой мухи / И. Г. Волчкевич, И. И. Вага // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2016. – № 1. – С. 60–63.
4. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики

Таблица 4 – Эффективность инсектицида Гринда, РП в посевах лука репчатого против луковой мухи (сорт Штутгартер ризен, опытное поле РУП «Институт защиты растений», Минский район, 2014 г.)

Вариант	Норма расхода, кг/га	Поврежденность растений, %		Биологическая эффективность, %	
		на день учета			
		7	14	7	14
Гринда, РП*	0,1	2,0	0,0	68,2	100
Гринда, РП → Гринда, РП**	0,1 → 0,1	1,3	0,3	79,4	95,7
Без обработки	0,1	6,3	6,9	–	–

Примечание – Применение инсектицида: *однократно, **двукратно с интервалом 14 дней.

Таблица 5 – Ассортимент средств защиты лука репчатого от вредителей

Торговое наименование, препаративная форма	Действующее вещество	Норма расхода	Вредный организм	Поврежденность растений, %		Эффективность, %	
				в контроле	на обработанных участках	биологическая	хозяйственная
<i>Пиретроиды</i>							
Вантекс, МКС	гамма-цигалотрин, 60 г/л	0,06 л/га	луковая муха	11,0	1,0	90,9	23,2
<i>Неоникотиноиды</i>							
Престиж, КС	имидаклоприд, 140 г/л	100 мл/кг	табачный трипс	21,8	6,0	72,4	28,5
				9,0	0,5	94,4	
Конкорд, ВРК*	имидаклоприд, 200 г/л	0,1 л/га 0,2 л/га	луковая муха	19,6	3,7	81,1	19,9
				19,6	2,9	85,2	23,3
Агролан, РП	ацетамиприд, 200 г/кг	0,1 кг/га	луковая муха	19,6	3,5	82,1	23,7
Гринда, РП	ацетамиприд, 200 г/кг	0,1 кг/га		6,9	0,3	95,7	34,5

Примечание – *Регистрация препарата закончилась в 2017 г.

- Беларусь: справочное издание / сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 688 с.
5. Дополнение к Государственному реестру средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / сост. Р. А. Новицкий [и др.]. – Минск: Инфофорум, 2007. – 64 с.
 6. Интегрированные системы защиты овощных культур и картофеля от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока [и др.]. – Минск: Колоград, 2017. – С. 98–100.
 7. Как изменение климата отражается на Беларуси, и что думают об этом белорусы? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenbelarus.info/articles/24-06-2016/kak-izmenenie-klimata-otrazhaetsya-na-belarusi-i-chto-dumayut-ob-etom-belarusy>. – Дата доступа: 29.01.2020.
 8. Махмуд Фараг Муса Биологическое обоснование борьбы с луковой мухой *Delia antiqua* Meig: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / Рос. ун-т дружбы народов (РУДН). – Москва, 2005. – 19 с.
 9. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / Под ред. В. Ф. Белика. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
 10. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений»; ред. Л. И. Трешко. – Прилуки, 2009. – 320 с.
 11. Попков, В. А. Лук в условиях Республики Беларусь: биология, агротехника, экономика. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2001. – С. 262–278.
 12. Прищеп, И. А. Престиж на луке репчатом / И. А. Прищеп, Е. Г. Шинкоренко // Защита и карантин растений. – 2004. – № 12. – С. 33.
 13. Прищеп, И. А. Сравнительная эффективность фунгицидов и инсектицидов, используемых для защиты лука репчатого от болезней и вредителей при возделывании из семян в однолетней культуре / И. А. Прищеп, Е. Г. Шинкоренко // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 2. – С. 45–50.

УДК 633.11«321»:632.952

Продуктивность яровой твердой пшеницы в зависимости от уровня фунгицидной защиты посевов

А. Л. Новик, соискатель, В. П. Дуктов, кандидат с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 14.01.2020 г.)

В результате исследований установлено влияние интенсивности применения фунгицидов в посевах яровой твердой пшеницы в период вегетации на формирование сортовой продуктивности агроценозов. Однократное применение фунгицидов обеспечивает достоверное увеличение урожайности посевов изучаемых сортов. Максимальная продуктивность агроценозов (на уровне 4,5–5,0 т/га) формируется при двукратной обработке посевов.

Введение

Пшеница является основной зерновой культурой в мире и Республике Беларусь. Стабильное обеспечение продовольственным зерном необходимо для продовольственной независимости и безопасности любого государства. Несмотря на то, что в мире известно более 20 видов пшениц, в производстве наибольшее распространение получили *Triticum aestivum* L. (пшеница мягкая) и *Triticum durum* Desf. (пшеница твердая).

Одним из основных факторов, лимитирующих реализацию генетического потенциала высокой урожайности зерновых культур, являются болезни. Учеными доказано, что каждый дополнительный день работы фотосинтетически активной поверхности (не менее 40 % активной поверхности) дает прибавку урожая 1,5 ц/га и 0,2 кг/л природы зерна. Особенно важен для пшеницы флаговый лист, который формирует 35–45 % урожая. Применение фунгицидных препаратов в период вегетации культуры – это эффективный способ продления фотосинтетической активности листового аппарата [1–3].

Одной из причин недобора урожая яровой пшеницы в большинстве хозяйств республики является поражение ее септориозом. По данным службы защиты растений республики, в последние годы отмечается нарастание развития септориоза. Пораженность посевов яровой пшеницы болезнью в республике составляла от 66 до 92 %, что сказывается в существенном недоборе урожая (8,0–19,0 %) из-за щуплости зерна. Потери урожая

The studies have shown the effect of the intensity of fungicide use in spring durum wheat crops during the growing season on the formation of varietal productivity of agroecosystem. A single use of fungicides provides a significant increase in the yield of crops of the studied varieties. The maximum productivity of agroecosystem is formed during double processing of crops (within of 4,5–5,0 t/ha).

от поражения листьев и колоса яровой пшеницы могут достигать 30,0–65,0 % [4–6].

Мучнистая роса – наиболее распространенная болезнь зерновых культур, приводящая к уменьшению ассимиляционной поверхности листа, разрушению хлорофилла и других пигментов. В зависимости от метеорологических условий года и сорта степень поражения растений составляет от 14 до 40 %, а потери урожая могут превышать 25 % [7, 8].

Фузариозные заболевания пшеницы во многих странах имеют широкое распространение и поражают различные органы растения, в том числе колос и зерно. Особенно вредоносными они становятся в период эфифотий. При этом помимо прямых потерь товарного зерна ухудшаются и его посевные качества. В зерне также накапливаются микотоксины, которые делают зерно непригодным для использования в пищу и на фураж [9–11].

В последние годы отмечается также рост пораженности септориозом растений озимой и яровой пшеницы, озимого тритикале, что обусловлено соответственно ростом пораженности колоса, нередко наблюдаются эфифитотии. В исследованиях С. Ф. Буга отмечено, что биологическая эффективность фунгицидов в подавлении развития болезней может достигать 83 % (чаще в пределах 50–60 %) против септориоза, 79 % (чаще в пределах 32–56 %) против фузариоза [12].

Твердая пшеница в нашей республике в настоящее время не возделывается в промышленном масштабе.

При интродукции данной культуры в Беларусь она попадает в совершенно иные условия выращивания – зону достаточного, в иные годы избыточного увлажнения и более низкого температурного режима [13]. Кроме этого, высокий процент зерновых культур в севообороте способствует формированию повышенного запаса инфекции, обуславливая снижение устойчивости и выносливости растений и рост их поражения. Совокупность приведенных факторов создает благоприятные условия для развития вышеназванных заболеваний при возделывании яровой твердой пшеницы. Так как сохранение урожая зерна за счет контроля развития патогенов является приоритетной задачей, целью исследований являлась оценка сортовой продуктивности в зависимости от интенсивности применения фунгицидов в посевах яровой твердой пшеницы в период вегетации.

Условия и методика проведения исследований

Научные исследования проводили в 2015–2018 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины более 1 м. Содержание гумуса в пахотном слое – 1,58–2,1 %, рН – 5,6–6,1 (слабокислая), подвижного фосфора – 220–270 мг/кг, обменного калия – 227–271 мг/кг почвы. Предшествующая культура – редька масличная. Фоном проведены предпосевное протравливание семян, обработка посевов против сорняков, полегания и вредителей. Сев осуществляли в оптимальные сроки (24.04.2015, 4.05.2016, 12.04.2017, 02.05.2018) сеялкой Неге-80 с нормой высева 5,7 млн шт./га всхожих семян. Размер делянки опыта – 10 м², повторность 4-кратная. Для сева использовали районированные в Беларуси сорта различного морфотипа: Ириде (низкорослый) и Розалия (высокорослый). Стадии развития растений яровой твердой пшеницы приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН. Обработку посевов проводили ручным способом (ранцевый опрыскиватель Jacto), расход рабочей жидкости – 200 л/га [14, 15].

Тепловой режим и влагообеспеченность в период от сева до уборки оказывают заметное влияние на урожай и его качество независимо от уровня агротехники. Метеорологические условия за 2015–2018 гг. отличались как от среднегодовых, так и между собой, что дало возможность оценить эффективность защиты посевов яровой твердой пшеницы от заболеваний в период вегетации.

Вегетационный период 2015 г. характеризовался близким к среднегодовым данным температурным режимом на фоне недостаточного выпадения осадков на протяжении всего периода вегетации пшеницы.

На протяжении всего вегетационного периода 2016 г. наблюдались повышенные температуры и количество выпавших осадков, превышающее среднегодовые данные в мае (+52,6 мм) и июле (+31,2 мм).

Вегетационный период 2017 г. характеризовался пониженными температурами воздуха с недостаточным количеством осадков в первой половине вегетации (66 % от нормы в мае – июне) и избыточным во второй половине вегетации (133 % от нормы в июле – первой половине августа).

2018 г. характеризовался повышенными температурами на фоне недостаточного выпадения осадков в начале вегетационного периода и превышением количества осадков в середине вегетации.

Схема опыта включала 7 вариантов: 1) контроль (без обработки); 2) Эхион, КЭ, 0,5 л/га, стадия 37–39; 3) Менара, КЭ, 0,5 л/га, стадия 37–39; 4) Рекс дуо, КС, 0,6 л/га, стадия 37–39; 5) Эхион, КЭ, 0,5 л/га, стадия 37–39; Колосаль, КЭ, 1,0 л/га, стадия 61–65; 6) Менара, КЭ, 0,5 л/га, стадия 37–39; Амистар Трио, КЭ, 1,0 л/га, стадия 61–65; 7) Рекс дуо, КС, 0,6 л/га, стадия 37–39; Осирис, КЭ, 1,5 л/га, стадия 61–65 [15].

Применение указанных препаратов предусматривало повышение продуктивности агроценоза яровой твердой пшеницы за счет контроля развития патогенов на листовом аппарате (мучнистая роса, септориоз) и на колосе (чернь колоса, септориоз, фузариоз).

Результаты исследований и их обсуждение

Урожайность зерна – важный количественный признак, обусловленный совокупностью сложных процессов, протекающих в растительном организме в течение вегетационного периода. Ее величина определяется двумя главными показателями – густотой продуктивного стеблестоя на единице площади и массой зерна с одного колоса. Первый показатель складывается из количества растений на единице площади к уборке и продуктивной кустистости, второй – из числа зерен в колосе и массы одного зерна. Формирование элементов урожайности сельскохозяйственных культур зависит от ряда факторов, одним из которых является качественный контроль развития фитопатогенов в агроценозе.

В результате расчета биологической эффективности предлагаемых вариантов защиты листового аппарата посевов установлено, что лучшие показатели обеспечили препараты Менара и Рекс дуо – 48,1–62,1 % (сорт Розалия) и 37,7–72,7 % (оба изучаемые сорта) по снижению развития мучнистой росы и септориоза соответственно. Наиболее качественный контроль заболеваний колоса отмечен при обработке посевов изучаемых сортов препаратом Амистар трио, при этом снижение развития черни колоса, септориоза и фузариоза колосьев составило 51,7–91,1 %, 50,6–68,1 и 61,7–75,5 % соответственно в среднем за годы исследований.

При анализе полученных данных установлено, что количество сохранившихся к уборке растений возрастало на 4,1–5,4 % при однократной фунгицидной обработке посевов, на 5,6–7,5 % – при двукратной по сравнению с контрольным вариантом, составив 380,9 и 387,5 растений/м² в среднем по двум исследуемым сортам (таблица 1).

Применение фунгицидов обеспечило повышение таких показателей посева, как сохраняемость и выживаемость растений на 3,6 и 4,4 % в среднем по вариантам 2–7. При анализе данных показателей установлено, что их большие величины получены в посевах сорта Ириде.

Отказ от фунгицидной защиты посевов в период вегетации яровой твердой пшеницы обеспечил формирование густоты продуктивного стеблестоя на уровне 497,8–540,8 шт./м². Анализ количества колосьев на единицу площади показал, что обработка посевов фунгицидами способствует их увеличению на 8,3 % у сорта Розалия и на 4,5 % у сорта Ириде в среднем по опыту.

Оценка основных биометрических показателей растений яровой твердой пшеницы свидетельствует о том, что проведение химической борьбы с комплексом болезней увеличивало массу 1000 зерен, массу зерна 1 колоса, количество зерен в колосе с возрастом кратности обработок.

Установлено значительное возрастание показателя масса 1000 зерен при проведении защиты листового аппарата от болезней, при этом показатель возрастает

Таблица 1 – Влияние фунгицидной обработки посевов на формирование элементов структуры урожая сортов яровой твердой пшеницы (среднее, 2015–2018 гг.)

Вариант	Количество растений, сохранившихся к уборке, шт./м ²		Выживаемость, %		Сохраняемость, %		Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²		Масса 1000 зерен, г		Масса зерна 1 колоса, г		Количество зерен в колосе, шт.	
	Р	И	Р	И	Р	И	Р	И	Р	И	Р	И	Р	И
1. Контроль	357,8	369,3	62,8	64,8	72,1	75,9	497,8	540,8	40,8	38,2	0,79	0,69	19,5	17,6
Среднее по 2 сортам по варианту 1	363,6		63,8		74,0		519,3		39,5		0,74		18,5	
2. Эхион, КЭ	373,3	392,0	65,5	68,8	75,3	80,8	529,0	563,5	42,5	39,4	0,82	0,73	19,3	18,2
3. Менара, КЭ	373,0	383,8	65,4	67,3	75,3	79,0	538,8	564,0	42,5	38,9	0,86	0,75	20,2	18,7
4. Рекс дуо, КС	371,3	391,8	65,1	68,7	75,0	80,7	537,8	551,0	42,0	39,6	0,85	0,76	20,2	18,8
Среднее по вариантам 2–4	372,5	389,2	65,4	68,3	75,2	80,2	535,2	559,5	42,3	39,3	0,84	0,75	19,9	18,6
Среднее по 2 сортам по вариантам 2–4	380,9		66,8		77,7		547,3		40,8		0,8		19,3	
5. Эхион, КЭ → Колосаль, КЭ	379,0	394,3	66,5	69,2	76,5	81,2	548,8	572,8	41,9	39,2	0,88	0,79	21,0	19,8
6. Менара, КЭ → Амистар трио, КЭ	382,5	398,3	67,1	69,9	77,2	82,0	542,3	575,0	43,4	39,7	0,94	0,83	21,5	20,4
7. Рекс дуо, КС → Осирис, КЭ	371,8	398,8	65,2	70,0	75,1	82,1	533,8	568,8	42,4	39,5	0,92	0,83	21,6	20,5
Среднее по вариантам 5–7	377,8	397,1	66,3	69,7	76,3	81,8	541,6	572,2	42,6	39,4	0,91	0,82	21,4	20,2
Среднее по 2 сортам по вариантам 5–7	387,5		68,0		79,0		556,9		41,0		0,87		20,8	
Среднее по вариантам 2–7	375,5	392,6	65,9	68,9	75,9	80,8	539,1	564,9	42,2	39,3	0,86	0,78	20,4	19,3
Среднее по 2 сортам по вариантам 2–7	384,0		67,4		78,4		552,0		40,9		0,83		20,0	

Примечание – Р – сорт Розалия, И – сорт Ириде.

тал на 1,5 и 1,1 г в посевах сортов Розалия и Ириде соответственно, достигнув 42,3 и 39,3 г. Проведение защиты колоса оказывало незначительное влияние на изменение массы 1000 зерен. В целом, проведение защиты посевов увеличивало ее на 3,5 % в среднем за годы исследований по двум сортам.

Проведение фунгицидных обработок посевов изучаемых сортов яровой твердой пшеницы оказывало положительное влияние на массу зерна 1 колоса и количество зерен с колоса (+12,2 и +8,1 %). Наибольшее увеличение данных показателей (+13 % и +9,7 %) установлено на сорте Ириде, наибольшие их абсолютные величины (0,86 г и 20,4 шт.) выявлены в посевах сорта Розалия.

Проведение фунгицидной защиты посевов яровой твердой пшеницы от болезней в период вегетации способствовало более полной реализации потенциала возделываемых сортов. Отказ от применения фунгицидов по листу и колосу обеспечил продуктивность посевов в среднем за 4 года исследований 3,938 и 3,708 т/га при возделывании сортов Розалия и Ириде соответственно. Проведение однократной обработки агроценозов изучаемых сортов увеличивало урожайность до 4,082–4,628 т/га, двукратной обработки – до 4,540–5,074 т/га в зависимости от применяемой защиты посевов (таблица 2).

Применение фунгицидов по сравнению с контролем способствовало возрастанию урожая зерна яровой твердой пшеницы у обоих сортов в среднем на 0,506 и 0,971 т/га при одно- и двукратной обработке посевов, что подтверждает высокое доленое участие данного фак-

тора при формировании продуктивности посевов в большинстве сезонов исследований (2015, 2016 и 2017 г.).

Эффективность химической защиты посевов в период вегетации зависела от складывающихся метеорологических условий. В сложном по погодным условиям сезоне 2018 г. фактор В (сорт) оказал наибольшее влияние на формирование урожая – 79,4 %, в другие годы исследований его доленое влияние на формирование урожая зерна яровой твердой пшеницы значительно снижается (таблица 3).

Анализ продуктивности агроценозов яровой твердой пшеницы по годам исследований указывает на то, что по урожайности сорт Розалия достоверно превышал сорт Ириде в 2016–2018 гг. Лишь в засушливых условиях на фоне среднемноголетних температур в 2015 г. иностранный сорт превзошел отечественный.

Различные по метеорологическим условиям сезоны исследований позволили разносторонне оценить влияние предлагаемых схем защиты посевов в период вегетации от болезней на формирование урожая. Предлагаемые схемы защиты во все годы исследований достоверно увеличивали продуктивность посевов изучаемых сортов. При оценке сравнительной эффективности предлагаемых схем защиты установлено достоверное повышение продуктивности посевов сорта Розалия при однократном применении фунгицида Менара, КЭ (2015 г.) и двукратном – Менара, КЭ → Амистар трио, КЭ (2015 и 2016 г.) в сравнении с другими двумя аналоговыми вариантами защиты посевов.

Установлено, что в зависимости от погодных условий сезона и предлагаемой защиты вегетирующих растений яровая твердая пшеница в условиях северо-восточной части Беларуси формирует 2,510–5,528 т/га при однократной и 2,795–6,301 т/га при двукратной фунгицидной обработке посевов. В среднем по обоим сортам варианты с применением различной кратности фунгицидной обработки посевов в период вегетации за годы исследований превышают контроль на 13,2 и 25,4 %.

Заключение

При анализе полученных данных установлена хозяйственная эффективность предлагаемых схем фунгицидной защиты посевов яровой твердой пшеницы независимо от сложившихся за вегетационные периоды погодных условий. Защита листового аппарата растений пшеницы от болезней обеспечивает достоверное

увеличение урожайности изучаемых сортов. Максимальная продуктивность агроценозов формируется при двукратном применении фунгицидов: в среднем за годы исследований в посевах сорта Розалия она составляет 4,819–5,074 т/га, сорта Ириде – 4,540–4,729 т/га.

Литература

1. Фунгициды на яровой пшенице: целесообразность и эффективность применения в условиях Зауралья / В. В. Немченко [и др.] // Современные проблемы земледелия Зауралья и пути их научно обоснованного решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию Курган. НИИСХ и 100-летию Шадрин. опыт. поля, 24–25 июля 2014 г. / Курган. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Куртамыш, 2014. – С. 99–107.
2. Доронин, В. Г. Защита яровой мягкой пшеницы от листовых болезней / В. Г. Доронин, Е. Н. Ледовский, С. В. Кривошеева // Земледелие. – 2016. – № 6. – С. 43–45.
3. Немченко, В. В. Целесообразность применения фунгицидов на яровой пшенице / В. В. Немченко, Н. Ю. Заргарян, М. Ю. Фомина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 10. – С. 47–49.

Таблица 2 – Влияние различных уровней фунгицидной обработки посевов на сортовую продуктивность яровой твердой пшеницы

Вариант	Сортовая продуктивность, т/га													
	2015 г.			2016 г.			2017 г.			2018 г.			среднее	
	Розалия	Ириде	среднее по фактору А	Розалия	Ириде	среднее по фактору А	Розалия	Ириде	среднее по фактору А	Розалия	Ириде	среднее по фактору А	Розалия	Ириде
1. Контроль	3,540	3,742	3,641	4,706	4,574	4,640	4,998	4,773	4,886	2,508	1,742	2,125	3,938	3,708
2. Эхион, КЭ	3,792	4,126	3,959	5,111	4,898	5,005	5,543	5,255	5,399	2,967	2,049	2,508	4,353	4,082
3. Менара, КЭ	4,326	4,158	4,242	5,372	5,104	5,238	5,805	5,365	5,585	3,008	1,966	2,487	4,628	4,148
4. Рекс дуо, КС	4,060	4,232	4,146	5,421	5,066	5,244	5,753	5,448	5,601	3,054	2,015	2,535	4,572	4,190
5. Эхион, КЭ → Колосаль, КЭ	4,098	4,669	4,384	5,462	5,282	5,372	6,293	6,030	6,162	3,422	2,179	2,801	4,819	4,540
6. Менара, КЭ → Амистар трио, КЭ	4,563	4,620	4,592	5,870	5,723	5,797	6,495	6,270	6,383	3,368	2,304	2,836	5,074	4,729
7. Рекс дуо, КС → Осирис, КЭ	4,359	4,650	4,505	5,534	5,634	5,584	6,535	6,182	6,359	3,254	2,241	2,748	4,921	4,677
Среднее по фактору В	4,105	4,314	–	5,354	5,183	–	5,917	5,618	–	3,083	2,071	–	4,615	4,296
Среднее по 2 сортам по варианту 1	3,641		4,640			4,886			2,125			3,823		
Среднее по 2 сортам по вариантам 2–4	4,116		5,162			5,528			2,510			4,329		
Среднее по 2 сортам по вариантам 5–7	4,493		5,584			6,301			2,795			4,794		
НСР ₀₅ фактор А	0,1754		0,2234			0,1952			0,1159			–		
НСР ₀₅ фактор В	0,0937		0,1194			0,1044			0,0620			–		
НСР ₀₅ для частных	0,0668		0,0851			0,0744			0,0442			–		
НСР ₀₅ для АВ средних	0,0663		Fф < Fт			Fф < Fт			0,0438			–		

Примечание – Фактор А – препарат, фактор В – сорт.

Таблица 3 – Доля влияния факторов в формировании урожайности зерна яровой твердой пшеницы (по данным двухфакторного дисперсионного анализа)

Фактор	Доля фактора, %			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Препарат	67,5	71,7	83,7	16,2
Сорт	7,8	4,3	7,1	79,4
Взаимодействие	8,3	2,5	0,4	1,4
Случайные факторы	16,4	21,6	8,9	3,1

4. Петрова, Л. К. Пораженность яровой пшеницы септориозом в условиях Беларуси / Л. К. Петрова // Защита растений: сб. науч. тр. / Ин-т защиты растений НАН Беларуси. – Минск, 2006. – Вып. 30. – Ч. 1. – С. 283–285.
5. Rees, R. G. The epidemiology of yellow spot of wheat in southern Queensland. / R. G. Rees, G. J. Platz // Austral. J. Agr. Res. – 1980. – Vol. 31, № 2. – P. 259–267.
6. Кочоров, А. С. Динамика и прогноз развития септориоза пшеницы на востоке Казахстана / А. С. Кочоров, А. О. Сагитов, А. Т. Аубакирова // Защита и карантин растений. – 2013. – № 9. – С. 44–45.
7. Туренко, В. П. Эффективность современных фунгицидов в ограничении развития септориоза и мучнистой росы яровой пшеницы / В. П. Туренко, В. В. Горяинова // Вестн. Курск. гос. с.-х. акад. Сер. растениеводство. – 2016. – № 3. – С. 39–41.
8. Настоящая мучнистая роса пшеницы // Средства защиты растений BASF [Электронный ресурс]. – Copyright © BASF SE, 2018. – Режим доступа: https://www.agro.basf.ru/agroportal/ru/ru/products_and_crops/products_and_crops_m_product_catalogue_ru/pest_lexikon_3/pest_information_detailpage_1333.html. – Дата доступа: 25.06.2018.
9. Ковалева, М. М. Устойчивость яровой мягкой пшеницы к фузариозу колоса / М. М. Ковалева // Защита растений: сб. науч. тр. / Ин-т защиты растений НАН Беларуси. – Минск, 2006. – Вып. 30. – Ч. 1. – С. 243–244.
10. Караджова, Л. В. Фузариозы полевых культур / Л. В. Кардждова. – Кишинев: Штиница, 1989. – 252 с.
11. Левитин, М. М. Фузариоз колоса зерновых культур / М. М. Левитин // Защита и карантин растений. – 2002. – № 1. – С. 16–17.
12. Буга, С. Ф. Болезни колоса зерновых культур в условиях Республики Беларусь / С. Ф. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. / Ин-т защиты растений НАН Беларуси. – Минск, 2006. – Вып. 30. – Ч. 1. – С. 185–189.
13. Дуктова, Н. А. Твердая пшеница (*Triticum durum* Desf.) – новая зерновая культура в Беларуси: проблемы и перспективы / Н. А. Дуктова, В. П. Дуктов, В. В. Павловский // Известия НАН Беларуси. – 2015. – № 3 – С. 85–92.
14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Дуктов, В. П. Защита яровой твердой пшеницы от болезней листового аппарата / В. П. Дуктов, А. Л. Новик // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2018. – № 3. – С. 97–100.

УДК 632.768.12:632.913 (476)

О инвазии западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) на территорию Беларуси

Л. И. Трепашко, доктор биологических наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 05.03.2020 г.)

Западный кукурузный жук (ЗКЖ) включен в Единый Перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза. Для обнаружения инвазии на территорию Беларуси контролируется более 7000 га посевов кукурузы. По данным феромономониторинга, первая инвазия ЗКЖ зарегистрирована в 2009 г. С 2011 г. ежегодно регистрируются очаги инвазии. В 2019 г. выявлено 11, в том числе в Гродненской области 5 очагов. Жук вторгается в посевы кукурузы, расположенные вдоль границы с Польшей и Украиной и автотрассы Брест – Минск. За 10 лет очаги инвазии зарегистрированы на расстоянии 180–200 км вдоль автотрассы. Основными факторами, способствующими инвазии ЗКЖ, являются территориальное расположение хозяйств вдоль границ с Украиной и Польшей, возделывание кукурузы на большой площади без соблюдения севооборотов, пространственной изоляции в карантинной зоне. Учитывая складывающиеся погодные условия в Беларуси, особенности биологии и экологии ЗКЖ, прогнозируется распространение карантинного вредителя в северном и восточном направлениях. Только при строгом соблюдении рекомендаций по проведению карантинных, агротехнических и химических мероприятий возможно предотвратить формирование постоянных очагов западного кукурузного жука.

Введение

Западный кукурузный жук (ЗКЖ) отнесен к самым опасным карантинным вредителям кукурузы. Вредят имаго и личинки. Жуки обгрызают метелки, столбики женских соцветий, молодые початки, а также листья. Повреждения генеративных органов уменьшают число зерен в початке, снижают урожайность, но наибольший вред причиняют личинки, питающиеся корнями кукурузы. Кроме того, они являются переносчиками возбудителей грибных, вирусных и бактериальных болезней кукурузы.

Western corn rootworm is included in the Unified List of quarantine objects of the Eurasian Economic Union. To detect the invasion in Belarus, more than 7000 hectares of corn crops are controlled. According to pheromone monitoring, the first invasion of the Western corn rootworm has been recorded in 2009. Since 2011, foci of invasion have been recorded annually. In 2019, 11 outbreaks have been identified, including 5 outbreaks in the Grodno region. The beetle invades corn crops located along the border with Poland and Ukraine and the Brest – Minsk highway. Over 10 years, foci of invasion have been recorded at a distance of 180–200 km along the highway. The main factors contributing to the Western corn rootworm invasion are the territorial location of farms along the borders with the Ukraine and Poland, the cultivation of corn over a large area without crop rotation, spatial isolation in the quarantine zone. Considering the prevailing weather conditions in Belarus, the biology and ecology of the Western corn rootworm, the spread of the quarantine pest in the northern and eastern directions is predicted. Only with the strict observance of the recommendations for quarantine, agrotechnical and chemical measures, it is possible to prevent the formation of permanent foci of the Western corn rootworm.

По данным зарубежных ученых, урожайность зерна снижается на 15–41 % [1, 2, 3]. В результате питания личинок во время сильных ветров растения кукурузы полегают, что приводит к недобору урожая, затрудняет уборку и даже делает ее невозможной. В США убытки от вредоносности представителей рода *Diabrotica* достигают 1 млрд долл. в год, в том числе 800 млн долл. приходится на потери, 200 млн долл. – на государственную компенсацию сельхозпроизводителю. На европейском континенте западного кукурузного жука впервые выявили

в 1992 г. в Сербии. За период с 1992 по 2018 г. произошло инвазия ЗКЖ на территории 24 стран Европы, где убытки от его повреждений в 2016 г. составили до 600 млн евро, в 2017 г. – 800 млн евро [5].

В связи с массовым развитием западного кукурузного жука на территории Польши и Украины, потеплением климата в Беларуси и расширением посевных площадей кукурузы до 1 млн га, возникает угроза формирования постоянных очагов вредителя на территории республики. На основании анализа агроклиматических условий, биологических и экологических особенностей западного кукурузного жука возможна его акклиматизация в Беларуси. Поэтому, если своевременно не локализовать очаги инвазии ЗКЖ, произойдет формирование его популяции, увеличение численности и вредоносности, что вызовет недобор урожая зерна и рост затрат на применение дорогостоящих инсектицидов. В связи с этим возникла необходимость в организации проведения мониторинга западного кукурузного жука в посевах кукурузы, при обнаружении новых очагов – обязательное выполнение рекомендованных карантинных, агротехнических и химических мероприятий по локализации и ликвидации очага с целью предупреждения формирования популяций на территории Беларуси.

На основании результатов изучения биологических особенностей развития западного кукурузного жука, его вредоносности и агроклиматических условий Беларуси, проведенных в 2007 г., был подготовлен «Анализ фитосанитарного риска западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) для территории Республики Беларусь» (АФР). Согласно АФР, рассчитан экономический ущерб при массовом развитии диабротики, который оценивается в более чем 900 тыс. долл. США (по курсу 2007 г.). На основании заключений ученых России и Беларуси, представленных в АФР, западный кукурузный жук включен в Единый Перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза под № 22, утвержденный решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. № 158. Заключение, сделанные по результатам АФР, являлись обоснованием для продолжения исследований по уточнению биологии, вредоносности и распространения ЗКЖ, разработки системы мероприятий по ликвидации очагов его инвазии.

Место и методы исследований

Для проведения мониторинга западного кукурузного жука применяли ловушки типа PAL с феромонами, синтезированными на кафедре органической химии УО

«Белорусский государственный университет». Ловушка типа PAL представляет собой лист прозрачного пластика (36×23 см), одна сторона которой покрыта энтомологическим клеем «Унифлекс». Диспенсер с феромоном прикреплялся на верхней части пластика. Ловушки развешивали перед началом цветения кукурузы, учет жуков проводили каждые 10–14 дней.

Мониторинг западного кукурузного жука проводился в посевах кукурузы, расположенных вокруг международных аэропортов «Минск», в приграничной полосе Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской областей, вдоль международной трассы Брест – Москва, трассы Гомель – Минск и Гродно – Минск.

Эффективность рекомендованных агротехнических, карантинных, химических мероприятий оценивалась в хозяйствах, где были в 2017–2018 гг. выявлены очаги инвазии (ОАО «Комаровка», Брестский район, Брестская область; «ПК им. В. И. Кремко», Гродненский район, Гродненская область).

Учеты велись по каждому варианту опыта согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве». Результаты исследований статистически обработаны методами корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализов с использованием программ Excel, Oda.

Результаты исследований и их обсуждение

В связи с глобальным потеплением климата проведен анализ климатических условий Беларуси, сложившихся за период с 2016 по 2019 г. Полученные результаты показали, что с учетом особенностей биологии и экологии западного кукурузного жука возможно развитие одного поколения насекомых в Брестской и Гомельской областях (новая агроклиматическая зона), где СЭТ составила 682,6–1027,6°С и 865,4–988,8°С соответственно. В Могилёвской, Гродненской, Витебской и Минской областях оптимальные условия для развития сложились только в отдельные годы (таблица).

Первичный ареал западного кукурузного жука находится в центральной части Северной Америки (Мексика, южные штаты США). Ряд причин (высокая экологическая пластичность и плодовитость, способность к перелету имаго на расстояние 40–100 км) способствовали распространению вредителя во всех штатах США, где возделывается кукуруза. За период с 1992 по 2018 г. на территории Европы было заселено 24 страны.

Согласно модели CLIMEX, составленной с учетом климатических условий, D. J. Kriticos (et al., 2012) про-

Гидротермические показатели, сложившиеся в агроклиматических зонах Беларуси

Область	2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	СЭТ, °С	сумма осадков, мм						
<i>Новая агроклиматическая зона</i>								
Брестская	682,6	289,0	723,9	260,0	1027,6	433,0	759,3	354,8
Гомельская	865,4	281,0	763,6	277,0	988,8	382,0	859,1	286,0
<i>Южная агроклиматическая зона</i>								
Гродненская	625,5	221,3	466,9	333,5	838,3	250,0	635,6	258,0
Могилевская	770,6	203,0	601,6	294,0	844,2	316,0	721,6	328,0
Минская	705,7	328,0	494,0	365,0	825,0	372,0	513,2	333,0
<i>Центральная агроклиматическая зона</i>								
Витебская	626,7	354,0	443,0	284,0	673,2	368,0	528,2	399,0

гнозирует развитие ЗКЖ в странах Восточной Европы, в том числе на территории южных и центральных районов Беларуси [5] (рисунок 1).

Обобщенные результаты исследований ведущих ученых по распространению западного кукурузного жука на территории европейских стран показали, что в первые годы инвазии средняя скорость расширения ареала вредителя составляет 21–40 км в год.

В Беларуси пути миграции диабротики проходят главным образом с территории Польши. По данным П. К. Береса (2019), первые очаги инвазии западного кукурузного жука в Польше отмечены в 2005 г., с тех пор дальнейшее распространение вредителя идет в северном направлении [6]. В настоящее время в Польше сформировались постоянные очаги с высокой численностью личинок, вредоносность которых увеличивается при бессменном возделывании кукурузы. Также по результатам лабораторных исследований установлено, что при отсутствии кукурузы возникает высокий риск адаптации личинок к питанию на других культурных и дикорастущих растениях.

На основании многолетних исследований П. К. Берес составил карту распространения западного кукурузного жука на территории Польши. По представленным данным, вредитель выявлен во всех воеводствах, в том числе в районах, расположенных вдоль границы территорий Брестской, Гродненской и Гомельской областей. Поэтому одной из причин появления очагов инвазии диабротики на приграничных территориях Гродненской и Брестской областей является расположение их в буферной зоне польских местообитаний вредителя. Пути миграции диабротики в Беларусь проходят главным образом с территории Польши и частично из Украины. Первая инвазия ЗКЖ на территорию Брестской области зарегистрирована в 2009 г. (д. Томашовка, на трассе Брест – Томашовка, в 500 метрах от пограничного перехода). За 10 лет ареал его инвазии расширился до территории Барановичского района.

Расчеты показали, что скорость распространения ЗКЖ в Беларуси в среднем составляет 17–19 км в год. Снижение скорости в сравнении с европейскими данными объясняется тем, что в хозяйствах республики практикуется 2–3-польный севооборот, в то время как в странах ЕС фермерские хозяйства преимущественно

кукурузу возделывают бессменно. Кроме того, территория вдоль международной трассы Брест – Минск Ивацевичского и Барановичского района Брестской области на протяжении 100 км занята лесом, что исключает размещение посевов кукурузы, тем самым частично уменьшается вероятность заселения вредителем при перемещении на транспортных средствах.

На основании полученных данных в последующие 5–7 лет прогнозируется дальнейшее выявление очагов инвазии карантинного вредителя в северном и восточном направлениях на территорию Минской и Гомельской областей.

С целью контроля инвазии западного кукурузного жука и предупреждения образования постоянных очагов высокой численности вредителя на территории Беларуси проводится феромономониторинг в посевах кукурузы, возделываемой в Брестской, Гродненской, Гомельской и Минской областях и вдоль международных трасс Брест – Минск, Гродно – Минск.

Сотрудниками лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» совместно со специалистами ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений» контролируется в республике более 7000 га посевов кукурузы, где расставляются 250–300 феромонных ловушек типа PAL, которые инспектируются с периодичностью 7 дней с заменой клеевой поверхности через 14 суток. Вдоль международной трассы Брест – Минск феромонные ловушки были установлены в посевах кукурузы в Жабинковском, Кобринском, Березовском, Барановичском районах Брестской области и Несвижском районе Минской области. Согласно результатам проведенных учетов, имаго западного кукурузного жука обнаружили в ловушках, размещенных в Жабинковском, Кобринском и Березовском районах. По данным феромономониторинга, на территории республики с 2009 г. ежегодно регистрируются очаги инвазии западного кукурузного жука. Самое большое количество (11 очагов) выявлено в 2019 г., в том числе 5 очагов в Гродненской области, где первая инвазия зафиксирована в 2018 г.

Сравнительный анализ результатов мониторинга за 2018–2019 гг. показал, что в Брестской области ареал ЗКЖ расширяется кроме посевов кукурузы, расположенных вдоль границы с Польшей, также на полях, расположенных вдоль автотрассы Брест – Минск (рисунок 2),



Рисунок 1 – Модель распространения диабротики в соответствии с климатическими условиями в Европе [5]

а в Гродненской области – на территории районов, расположенных вдоль границы с Польшей (рисунок 3).

Ареал инвазии западного кукурузного жука ежегодно расширяется, соответственно увеличивается количество очагов, поэтому для их локализации и ликвидации, а также предупреждения формирования постоянных очагов с высокой численностью на территории Беларуси в 2019 г. были подготовлены «Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte)» [3], где предложен комплекс мероприятий.

Обязательные мероприятия в **карантинной фитосанитарной зоне** включают:

- установление карантинного режима сроком на 3 года; если в течение данного срока не будет выявлен за-

падный кукурузный жук, очаг подлежит снятию с карантинного режима;

- запрет на бессменное выращивание кукурузы в течение 3-х лет;
- соблюдение расстояния от карантинной фитосанитарной зоны до полей кукурузы и от дорог международного значения, которое должно быть не менее 1,5 км;
- установку феромонных ловушек типа PAL с феромоном «Дивабат» с I декады июля по II декаду октября из расчета 1 ловушка на 15–20 га посевов, осмотр ловушек проводят 1 раз в 7 дней;
- при достижении пороговой численности 20 имаго / ловушку за 7 суток проводится обязательная химическая обработка посевов кукурузы одним из инсектицидов согласно «Государственному реестру средств защиты

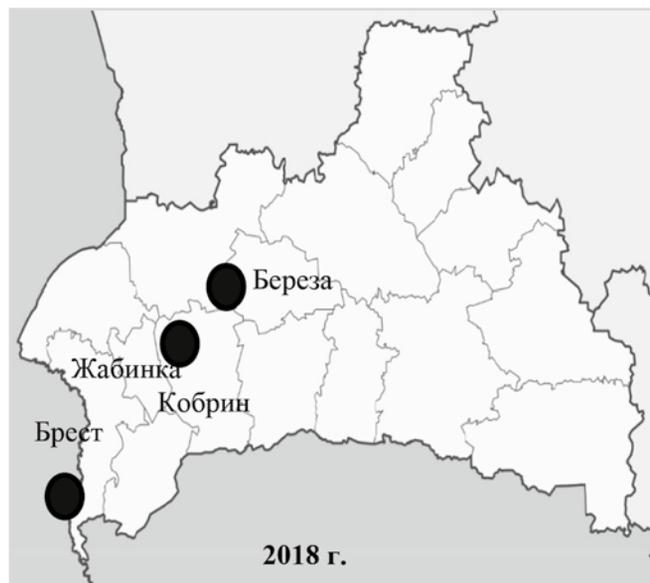
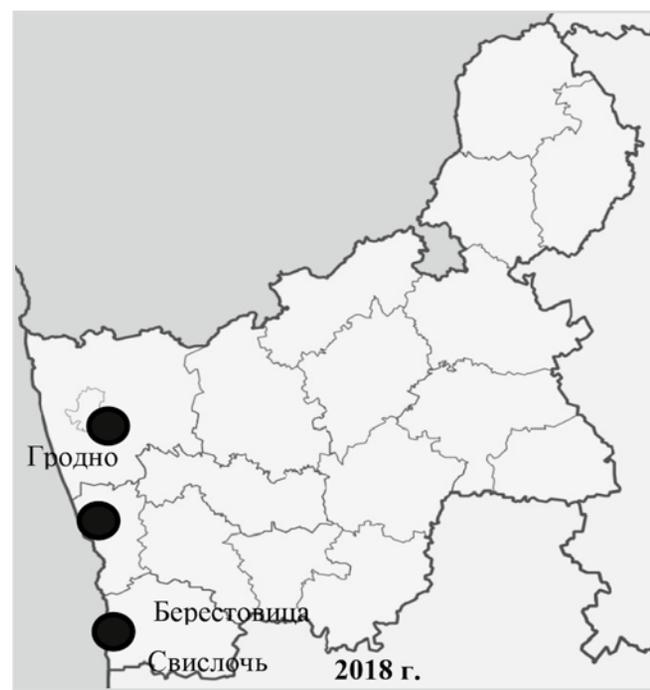


Рисунок 2 – Карта очагов инвазии западного кукурузного жука, выявленных в Брестской области в 2018–2019 гг.



● – очаг инвазии ЗКЖ

Рисунок 3 – Карта очагов инвазии западного кукурузного жука, выявленных в Гродненской области в 2018–2019 гг.

растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь»;

- в сформировавшихся очагах ЗКЖ при продолжении лёта имаго необходимо планировать повторные обработки разрешенными инсектицидами с разными действующими веществами;
- отбор почвенных проб для обнаружения личинок в посевах кукурузы в фазе 5–8 листьев до образования початков;
- запрет на вывоз почвы, растений или их частей, в том числе початков молочно-восковой спелости и зерна до окончания лёта западного кукурузного жука (до II декады октября) при профилактической обработке сельскохозяйственной техники, покидающей кукурузное поле, разрешенными инсектицидами;
- уборку кукурузы с низким срезанием стеблей, уничтожение растительных остатков с глубокой вспашкой почвы;
- обязательное удаление самосева кукурузы на полях. К рекомендуемым мероприятиям в **охранной зоне** относятся:

- запрет на бессменное выращивание кукурузы в течение 2–3 лет;
- размещение посевов кукурузы от дорог международного значения на расстоянии не менее 1,5 км;
- фитосанитарные наблюдения в местах наиболее вероятного появления вредителя и применение феромонных ловушек из расчета 1 ловушка на 25–30 га посевов кукурузы при их осмотре 1 раз в 14 дней.

Рекомендуемые мероприятия в **буферной зоне (свободной зоне)**:

- ✓ запрет на бессменное выращивание кукурузы в течение 2 лет;
- ✓ фитосанитарные наблюдения на полях с наиболее вероятным появлением вредителя;
- ✓ применение феромонных ловушек из расчета 1–2 феромонные ловушки на 50–100 га посевов кукурузы, осмотр ловушек 1 раз в 14 дней.

В **приграничной зоне** с Польшей и Украиной следует возделывать кукурузу на расстоянии 40–50 км от границ, 1,5 км от дорог международного значения. В этих хозяйствах запретить бессменное возделывание кукурузы, практиковать 2–3-польный севооборот.

Согласно полученным результатам, установлены основные факторы, способствующие появлению очагов инвазии карантинного вредителя с его высокой численностью. Важнейшим фактором является территориальное расположение хозяйств, где большая часть посевов кукурузы сосредоточена вдоль границ с Украиной и Польшей, в которых широко распространен ЗКЖ. К примеру, очаг инвазии 2019 г. в ОАО «Комаровка» находится вдоль украинской (расстояние до границы 2 км) и польской границ (Подляшское и Люблинское воеводства) (расстояние до границы 14 км). По Положению о карантинных объектах в Беларуси, эта территория хозяйства может считаться буферной зоной по отношению к очагам на территории Польши. В связи с тем, что ЗКЖ не включен в единый перечень карантинных объектов стран ЕС, строгие карантинные мероприятия по отношению к этому вредителю в этих странах не проводятся. Также из-за высокой потребности хозяйства в кормах кукуруза возделывается на большой площади, что затрудняет ее выращивание в севообороте, соблюдение пространственной изоляции от прошлогодних очагов инвазии.

Таким образом, обязательным мероприятием в хозяйствах, где была выявлена инвазия карантинного

вредителя, является размещение посевов кукурузы на расстоянии от карантинной фитосанитарной зоны и от дорог международного значения не менее 1,5 км. В связи с тем что в Брестской области новая инвазия ЗКЖ проходит на поля кукурузы, размещенные вдоль международной трассы Брест – Минск, был проведен анализ расположения полей вдоль этой трассы ближе, чем 1,5 км. Установлено, что в 2019 г. на территории Брестской области вдоль дороги в каждом районе была посеяна кукуруза. В 15 посевах, контролируемых феромонными ловушками, было зарегистрировано 7 новых очагов западного кукурузного жука. Результаты оценки подтвердили, что для предупреждения появления новых очагов инвазии данного вредителя необходимо соблюдать рекомендации по размещению культуры в карантинной зоне и вдоль автотрасс, обязательное возделывание в севообороте.

При достижении пороговой численности 20 жуков на ловушку за 7 дней проводится обязательная химическая обработка посевов кукурузы одним из препаратов, разрешенных для применения на кукурузе против западного кукурузного жука: Пиринекс, КЭ (д. в. хлорпирифос, 480 г/л) – 1,0 л/га; Пиринекс супер, КЭ (д. в. хлорпирифос, 480 г/л + бифентрин, 20 г/л) – 1,0 л/га; Маврик, ВЭ (д. в. тау-флювалонат, 240 г/л) – 0,3 л/га; Агент, ВДГ (д. в. ацетамиприд, 200 г/кг) – 0,06 кг/га; Эфория, КС (д. в. лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тиаметоксам, 141 г/л) – 0,2 л/га.

Для ликвидации очагов диабротики с высокой численностью в посевах кукурузы рекомендуется применять разрешенные термостойкие инсектициды. Пиретроидные препараты и неоникотиноидный инсектицид Агент, ВДГ целесообразно вносить только в первичных очагах при численности отловленных жуков, существенно не отличающейся от пороговых показателей, и при условии, когда не прогнозируется дальнейший лёт вредителя.

Возможно применение других препаратов, разрешенных на кукурузе, согласно «Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Обработки проводятся в период активного лета жуков с I декады июля по I декаду октября с обязательным соблюдением регламента применения инсектицидов. В сформировавшихся очагах ЗКЖ при продолжении лёта имаго необходимо планировать повторные обработки разрешенными инсектицидами. Для ликвидации очага и предупреждения резистентности у вредителя при повторной обработке целесообразно использовать препараты с разными действующими веществами. С этих полей запретить вывоз почвы, растений или их частей, в том числе початков молочно-восковой спелости и зерна до окончания лёта западного кукурузного жука (до II декады октября), провести профилактическую обработку разрешенными инсектицидами сельскохозяйственной техники, покидающей кукурузное поле.

С целью контроля сформировавшихся очагов ЗКЖ необходимо в фазе 5–8 листьев кукурузы до образования початков проводить отбор почвенных проб для обнаружения личинок. При наличии личинок в почве следует обязательно планировать проведение химических обработок посевов кукурузы против имаго ЗКЖ. В следующем году на данном поле в севообороте рекомендуется посев зерновых культур, рапса, технических культур, картофеля с обязательной обработкой семенного материала препаратами инсектицидного действия для этих культур согласно «Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Выводы

1. Западный кукурузный жук – опасный вредитель кукурузы включен в Единый Перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза.
2. Результаты анализа особенностей биологии и экологии западного кукурузного жука с учетом климатических условий Беларуси показали, что возможно развитие одного поколения насекомых в Брестской, Гомельской и Гродненской областях, в отдельные годы – Минской, Могилёвской и Витебской.
3. Для обнаружения инвазии на территорию Беларуси контролируется более 7000 га посевов кукурузы. По данным феромономониторинга, первая инвазия ЗКЖ зарегистрирована в 2009 г. С 2011 г. ежегодно регистрируются очаги инвазии. В 2019 г. выявлено 11 очагов, в том числе в Гродненской области – 5, которые зарегистрированы вдоль границы с Польшей и Украиной и автотрассы Брест – Минск.
4. Установлено, что основными факторами, способствующими инвазии ЗКЖ, являются: территориальное расположение хозяйств вдоль границ с Украиной и Польшей, возделывание кукурузы на большой площади без соблюдения севооборотов, пространственной изоляции в карантинной зоне, вдоль границы и автотрасс.
5. При достижении пороговой численности 20 жуков на ловушку за 7 дней проводится обязательная химическая обработка посевов кукурузы одним из препаратов, разрешенных для применения на кукурузе против западного кукурузного жука: Пиринекс, КЭ (1,0 л/га); Пиринекс супер, КЭ (1,0 л/га); Маврик, ВЭ (0,3 л/га); Агент, ВДГ (0,06 кг/га); Эфория, КС (0,2 л/га).
6. Обязательным мероприятием в хозяйствах, где была выявлена инвазия карантинного вредителя, является размещение посевов кукурузы на рас-

стоянии от карантинной фитосанитарной зоны и от дорог международного значения не менее 1,5 км, обязательное возделывание культуры в севообороте. Только при строгом соблюдении рекомендаций по проведению карантинных, агротехнических и химических мероприятий возможно предотвратить формирование постоянных очагов западного кукурузного жука.

Литература

1. Инвазии западного кукурузного жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte и меры по ограничению его численности в Беларуси / Л. И. Трепашко [и др.] // XV съезд Русского энтомологического общества: материалы съезда, Россия, Новосибирск, 31 июля – 7 авг. 2017 г. / редкол.: Г. Н. Азаркина [и др.]. – Новосибирск, 2017. – С. 482–483.
2. Карантинный вредитель кукурузы *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte в Беларуси / Л. И. Трепашко [и др.] / Российско-белорусский семинар по проблемам защиты кукурузы от вредителей: сб. тр. / ФГБНУ «Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений», РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. А. Н. Фролова, Л. И. Трепашко. – СПб., 2015. – С. 31–37.
3. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) / С. В. Сорока [и др.]. – Минск: Колорград, 2019. – 28 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред.: Л. И. Трепашко. – д. Прилуки, Минский р-н, 2009. – 320 с.
5. Estimating the global area of potential establishment for the western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*) under rain-fed and irrigated agriculture / D. J. Kriticos [et al.]. – OEPP/EPPO Bulletin 42, 2012. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/257292528_Estimating_the_global_area_of_potential_establishment_for_the_western_corn_rootworm_Diabrotica_virgifera_virgifera_under_rain-fed_and_irrigated_agriculture. – Date of access: 15.03.2019.
6. Stonka kukurudziana w Polsce – historia występowania, stan obecny i prognoza szkodliwości / P. K. Beres [et al.] // 59 Sesja Nauk. IOR: Poznań, 12–14 lutego 2019. – Poznań, 2019 – S. 75.

УДК 633.853.494 «324»:632.4:632.038

Биологические пороги вредоносности альтернариоза в посевах озимого рапса в условиях Республики Беларусь

Н. В. Лешкевич, научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 05.03.2020 г.)

В статье приведены данные, отражающие вредоносность альтернариоза на озимом рапсе, которая заключается в снижении массы семян с одного стручка и растения в целом, массы 1000 семян, уменьшении количества семян в стручке и длины стручка. Установлено изменение химического состава семян в зависимости от балла поражения. Определены биологические пороги вредоносности.

Введение

Среди широко распространенных болезней в посевах озимого рапса особое место занимает альтернариоз. Возбудителями альтернариоза являются грибы *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schwein.) Wiltshire и *A. japonica* Yoshii [22].

Вредоносность альтернариоза проявляется в уменьшении продуктивности растений, их угнетении и снижении

The article presents data reflecting the harmfulness of alternariosis in winter rape plants, which consists in reducing the weight of one pod and the plant as a whole, the weight of 1000 seeds, reducing the number of seeds in the pod and reducing the length of the pod. The data showing changes in the chemical composition of seeds depending on the lesion point are presented. Biological thresholds of harmfulness are determined.

качества семян. Болезнью поражаются все органы рапса [4, 5]. М. П. Секун отмечает, что в условиях Киевской области вредоносность альтернариоза заключается в уменьшении ассимиляционной поверхности растений из-за преждевременного отмирания пораженных листьев, что значительно сказывается на продуктивности. Раннее развитие болезни на стручках вызывает их деформацию, количество семян в них значительно уменьшается,

а образовавшиеся семена щуплые, невсхожие, с низкими технологическими качествами. Недобор урожая пораженных посевов может составлять 30–50 % [14]. По данным И. Ю. Лычковской, альтернариоз способствует растрескиванию стручков и образованию недоразвитых семян, из-за чего на 10–15 % снижается их всхожесть и на 27 % – масличность [7]. Еще в 1982 г. сообщалось, что грибы рода *Alternaria* переходят со створок стручка на семена, проникая глубоко в зародыш. Семена при этом остаются щуплыми и тусклыми, теряется всхожесть, снижается содержание масла и белка [19]. Ф. Б. Ганнибал отмечал, что вредоносность альтернариоза проявляется в снижении урожая из-за уменьшения фотосинтетической поверхности листьев, плесневения семян и загрязнения их метаболитами грибов, которые могут быть микотоксинами, аллергенами или ферментами [4]. На снижение урожая при поражении альтернариозом растений озимого рапса указывают и другие авторы [3, 6, 15, 18]. Как свидетельствует В. В. Агейчик, альтернариоз может вызывать уменьшение длины стручка на 8–26 %, количество семян в стручке снижается на 12–59 %, масса 1000 семян – на 15–70 %, содержание масла в семенах – на 11–27 % [1, 2, 13]. Снижение масличности семян озимого рапса при поражении болезнью отмечают в Краснодарском крае и Греции [11, 20]. Семенная инфекция приводит к заражению всходов и их гибели. Указано о разрушающем действии инфицированных семян грибами *Alternaria* spp. на проростки крестоцветных культур [5, 21]. Инфицированию семян предшествует поражение альтернариозом цветonoсов и стручков, что может приводить к снижению урожая семян на 25–80 % [10, 21]. Наибольшая вредоносность болезни проявляется при инфицировании в период конец цветения – развитие стручков [12] или, как свидетельствует С. В. Михаленко, – в период формирования стручков и созревания семян [9].

Болезнь распространена повсеместно в районах возделывания культуры. Имеются сведения, что в Германии, Польше, Австралии в годы с теплой и влажной погодой во второй половине вегетации альтернариоз вызывает существенные потери урожая [17, 23, 24]. В Индии семенная инфекция являлась причиной гибели проростков от гнили, что приводило также к потерям урожая [16].

В связи с широким распространением в посевах озимого рапса альтернариоза и отсутствием современных данных по вредоносности болезни были проведены специальные опыты.

Методы проведения исследований

Вредоносность болезни изучалась в полевых опытах, проводимых на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в 2015–2018 гг. на гибриде Днепр и сорте Зорный. Для получения различной степени развития альтернариоза на растениях использовался метод «химического пресса». С этой целью в различные стадии развития растения-хозяина применяли фунгицид Мирадор форте, КЭ (азоксистробин, 60 г/л + тебуконазол, 200 г/л) в норме расхода 2,0 л/га. Расчеты проводили на основании результатов, полученных в годы депрессивного (2015 и 2016 г.) и умеренно-эпифитотийного развития болезни (2017 и 2018 г.). Площадь делянок составляла 15 м². Учеты развития болезни проводили в динамике на листьях и на стручках. Для определения степени поражения листьев и стручков озимого рапса альтернариозом использовали следующую балльную шкалу [8]: 0 – отсутствие поражения; 0,1 – едва заметны единичные пятна; 1 – поражено до 20 % поверхности стручка; 2 – поражено до 25 % поверхности стручка; 3 –

поражено до 50 % поверхности стручка; 4 – поражено до 75 % поверхности стручка; 5 – поражено более 75 % поверхности стручка.

Результаты исследований и их обсуждение

Ежегодный мониторинг посевов озимого рапса с 2015 г. в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» Республики Беларусь показал, что к концу вегетации озимого рапса все посевы поражались возбудителями альтернариоза.

Развитие альтернариоза в 2015 г. было на депрессивном уровне, нарастание интенсивности поражения отмечено со стадии 80 (начало созревания) – 22,1 %. Первые признаки поражения альтернариозом листьев отмечены в стадии развития закладок цветков (ст. 45) – 0,7 %. В целом, гидротермические условия 2015 г. способствовали медленному нарастанию болезни в посевах гибрида Днепр, обусловив депрессивное развитие альтернариоза.

В 2016 г. первые признаки поражения растений альтернариозом отмечены с середины цветения культуры (ст. 65), а развитие болезни на листьях не превышало 3,7 %. В дальнейшем наблюдалось медленное развитие болезни и лишь к полной спелости культуры в посевах гибрида достигало на стручках 24,0 %.

В посевах под урожай 2017 г. первые признаки поражения альтернариозом отмечены осенью 2016 г. При возобновлении весенней вегетации в стадии 20 (нет побочных побегов) развитие составило 0,2 % на сорте Зорный. К ст. 78 (около 80 % стручков достигли видо- или сортотипичного размера) интенсивность нарастания болезни была низкой, что объясняется дефицитом выпавших осадков. При последующем контроле альтернариоза на стручках отмечено интенсивное нарастание болезни, чему благоприятствовал температурный режим (15,6–18,6 °С) и количество осадков, близкое к норме (17,2–27,9 мм). Так, в ст. 78 развитие альтернариоза на стручках составляло 9,9 %, а в полной спелости – 47,7 %.

В посевах озимого рапса под урожай 2018 г. развитие болезни также отмечено в осенний период и составляло 9,0 %. В весенний период развитие альтернариоза на листьях не превышало 10,5 %, а к началу созревания степень поражения стручков составляла 17,6 %, достигая к полному созреванию 40,1 %.

На основании статистической обработки результатов было определено, что при поражении растений озимого рапса грибами рода *Alternaria* происходит достоверное снижение длины стручка на 16,2–30,5 %, количества семян в стручке – на 13,8–31,0 %, массы семян с одного стручка – на 17,6–35,3 %, массы семян с одного растения – на 53,3–81,4 %, массы 1000 семян – на 9,1–37,9 % (таблица 1).

Проведенный корреляционный анализ полученных данных позволил выявить зависимость между степенью поражения озимого рапса альтернариозом и длиной стручка, количеством семян в стручке, массой семян с одного стручка, массой семян с одного растения, массой 1000 семян. Коэффициент корреляции (r) между развитием альтернариоза и длиной стручка составил –0,524, количеством семян в стручке – –0,514, массой семян с одного стручка – –0,261, массой с одного растения – –0,711, массой 1000 семян – –0,442. Данные коэффициенты корреляции указывают на среднюю зависимость между признаками, кроме показателя массы с одного стручка, для которой характерна слабая зависимость. Для массы семян с одного растения уста-

новлена тесная корреляционная зависимость. Следует отметить, что отрицательный коэффициент корреляции подтверждает снижение продуктивности растений озимого рапса с усилением интенсивности поражения альтернариозом.

Альтернариоз влиял не только на величину урожая, но и на его качество, изменяя химический состав семян (таблица 2). Так, при поражении растений по 5 баллу по сравнению со здоровыми содержание сухого вещества в семенах снижалось с 92,9 до 80,6 %, жира – с 45,7 до 42,1 %, одновременно увеличивалось содержание белка и глюкозинолатов.

Норма содержания глюкозинолатов в семенах озимого рапса составляет 25 мкмоль/г. Полученные данные свидетельствуют о том, что даже при незначительной степени поражения альтернариозом данный показатель превышает допустимое значение.

Порог вредоносности болезни или степень поражения растений альтернариозом, с которой в посевах озимого рапса отмечалось статистически достоверное снижение

массы 1000 семян, составил для гибрида Днепр 6,1 %, для сорта Зорный – 2,7 % (в среднем – 4,4 %) и зависел от года исследований (таблица 3). Относительный коэффициент вредоносности для гибрида составил 0,34, для сорта – 0,63 % (в среднем – 0,48 %). Таким образом, при увеличении развития альтернариоза на каждый 1,0 % свыше порога вредоносности следует ожидать снижения массы 1000 семян на величину относительного коэффициента вредоносности.

Процентное отклонение от величины порога вредоносности показывает его изменение в зависимости от условий вегетационного сезона. Так, если они будут не благоприятными для развития альтернариоза, то порог вредоносности на гибриде будет увеличиваться до 6,6 %, на сорте – до 3,2 %, благоприятными – снижаться до 5,6 % и 2,2 % соответственно.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что при поражении озимого рапса альтернариозом

Таблица 1 – Влияние степени поражения озимого рапса альтернариозом на элементы структуры урожая культуры (лабораторно-полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», Минский р-н, 2015–2018 гг.)

Балл поражения (%)	Длина стручка		Количество семян в стручке		Масса семян				Масса 1000 семян	
					с одного стручка		с одного растения			
	см	снижение, %	шт.	снижение, %	г	снижение, %	г	снижение, %	г	снижение, %
0 (0)	10,5	–	29	–	0,17	–	40,9	–	6,6	–
1 (1,0–10,0)	8,8	16,2	25	13,8	0,14	17,6	19,1	53,3	6,0	9,1
2 (11,0–25,0)	8,0	23,8	23	20,7	0,13	23,5	16,9	58,7	5,4	18,2
3 (25,0–50,0)	7,7	26,7	22	24,1	0,12	29,4	12,1	70,4	4,8	27,3
4 (>50,0)	7,3	30,5	20	31,0	0,11	35,3	7,6	81,4	4,1	37,9
НСР ₀₅	1,5		2,2		0,2		2,8		1,0	
r	–0,524		–0,514		–0,261		–0,711		–0,442	

Таблица 2 – Влияние степени поражения озимого рапса альтернариозом на химический состав семян (РУП «Институт защиты растений», РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», 2017 г.)

Балл поражения	Содержание			
	сухого вещества, %	белка, % на абсолютно сухое вещество	жира, % на абсолютно сухое вещество	глюкозинолатов, мкмоль/г
0	92,9	17,7	45,7	18,7
0,1	91,3	20,7	45,0	32,2
1	91,3	21,1	44,6	34,3
2	90,6	21,5	43,1	35,7
3	87,4	17,4	42,6	30,9
4	86,4	16,6	42,3	34,4
5	80,6	20,5	42,1	32,9

Таблица 3 – Вредоносность альтернариоза в посевах озимого рапса (РУП «Институт защиты растений»)

Показатель	2015–2016 гг.	2017–2018 гг.
	гибрид Днепр	сорт Зорный
Коэффициент детерминации R ²	0,1042	0,2664
p-значение	<0,001	<0,001
Порог вредоносности, %	6,1±0,5	2,7±0,5
Относительный коэффициент вредоносности, %	0,34	0,63

длина стручка уменьшается на 16,2–30,5 %, количество семян в стручке снижается на 13,8–31,0 %, масса семян с одного стручка – на 17,6–35,3 %, с одного растения – на 53,3–81,4 %, масса 1000 семян – на 9,1–37,9 %, содержание сухого вещества в семенах – с 92,9 до 80,6 % и жира – с 45,7 до 42,1 %, при этом увеличивается содержание белка с 20,5 до 21,5 % и глюकोзинолатов – с 32,2 до 35,7 %.

Рассчитан биологический порог вредоносности альтернариоза, который составил 2,7 % для сорта Зорный и 6,1 % – для гибрида Днепр.

Литература

1. Агейчик, В. В. Болезни рапса в Беларуси / В. В. Агейчик // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 4. – С. 35–38.
2. Агейчик, В. В. Патогенная микобиота рапса в Белоруссии / В. В. Агейчик // Фитосанитарное оздоровление экосистем: материалы Второго Всерос. съезда по защите растений, Санкт-Петербург, 5–10 дек. 2005 / ВИЗР. редкол.: В. А. Павлюшин (гл. ред.) [и др.]. – СПб., 2005. – Т. 1. – С. 131–133.
3. Бардин, Я. Б. Рапак від сіви до переробки / Я. Б. Бардин. – Київ: «Світ», 2000. – 106 с.
4. Ганнибалл, Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*: метод. пособие / Ф. Б. Ганнибалл. – СПб., 2011. – С. 71.
5. Гасич, Е. Л. Грибные болезни рапса: метод. пособие / Е. Л. Гасич. – СПб., 2004. – 53 с.
6. Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку в Україні / Т. І. Лазарь [и др.]; за ред. О. М. Лапи; Міністерство аграрної політики України. – Київ: Універсал-друк, 2006. – 102 с.
7. Лычковская, И. Ю. Основные грибные болезни и насекомые-вредители рапса европейской части России: справочник / И. Ю. Лычковская, А. А. Артамонов, В. В. Карпачев. – Липецк: ГУ Издательский дом «Липецкая газета», 2010. – 80 с.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; подгот.: С. Ф. Буга [и др.]. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
9. Михайленко, С. В. Хвороби ріпаку / С. В. Михайленко // Карантин і захист рослин. – 2009. – № 5. – С. 2–6.
10. Попов, Ф. А. Вредоносность альтернариоза семенников капусты / Ф. А. Попов // Защита растений. – 1993. – № 10. – С. 30.
11. Сердюк, О. А. Влияние альтернариоза на биохимический состав семян горчицы сарептской / О. А. Сердюк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2006. – № 22 (6). – С. 8.

12. Сердюк, О. А. Особенности развития грибов рода *Alternaria* Ness. на горчице сарептской и мероприятия по снижению их вредоносности: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.11 / О. А. Сердюк; Рос. акад. с-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т масличных культур им. В. С. Пустовойта. – Воронеж, 2008. – 26 с.
13. Сорока, С. В. Защита рапса от вредных организмов / С. В. Сорока, Е. Н. Полозняк, В. В. Агейчик // Белорус. сел. хоз-во. – 2007. – № 5 (61). – С. 40–45.
14. Технологія вирощування і захисту ріпаку / М. П. Секун [и др.] – Київ, 2008. – 115 с.
15. Технологія вирощування та захисту озимого ріпаку: рекомендації / О. М. Лапа [та ін.]; Національний аграрний університет. – Київ: Аграрна Академія «Сингента», 2006. – 108 с.
16. Chahal, A. S. Some aspects of seed borne infection of *Alternaria brassicae* in rape and mustard cultivars in the Punjab / A. S. Chahal, M. S. Kang // Indian Journal of Mycology and Plant Pathology. – 1979. – № 9. – P. 51–55.
17. Daebeler, F. Auftreten und Bedeutung der *Alternaria-rapsschwarze* in Winter-raps / F. Daebeler, D. Amelung // Nachrichtenblatt für den Pflanzenschutz in der DDR. – 1988. – № 42. – S. 196–199.
18. Daebeler, F. Untersuchungen über die Schädigung der durch *Alternaria* spp. Verursachten Rapsschwarze an Winter-raps / F. Daebeler, D. Amelung, V. Riedel // Wiss. Z. Wilhelm-Pieck- Univ., Rostock, Naturwiss. Reihe 35, 1986. – S. 52–54.
19. Dehenhardt, K. J. Effect of temperature on spore germination and infection of rapeseed by *Alternaria brassicae*, *A. brassicicola* and *A. raphani* / K. J. Dehenhardt, G. A. Petrie, R. A. A. Morrall // Can. J. Plant Pathol. – 1982. – № 4, 2. – P. 115–118.
20. Lagopodi, A. L. Effect of a leaf spot disease caused by *Alternaria alternata* on yield of sunflower in Greece / A. L. Lagopodi, C. C. Thanassouloupoulos // Plant Dis. – 1998. – № 82 (1). – P. 41–44.
21. Maude, R. B. Studies on the seed-borne phases of dark leaf spot (*Alternaria brassicicola*) and gray leaf spot (*Alternaria brassicae*) of brassicas / R. B. Maude, F. M. Humpherson-Jones // Annals of Applied Biology. – 1980. – № 95. – V. 311–319.
22. Mycobank: fungal databases. Nomenclature and species bank / Inter. Mycological Assoc. – Mode of access: <http://www.mycobank.org/>. – Date of access: 20.09.2017.
23. Stankova, J. Varietal variability of winter rape with regard to its inclination to dark leaf spot and the factors influencing the development of this disease / J. Stankova // Rostlinna Vyroba. – 1972. – № 18. – P. 625–630.
24. Stovold, G. E. Seed-borne levels, chemical seed treatment and effect on seed quality following a severe outbreak of *Alternaria brassicae* on rapeseed in New South Wales / G. E. Stovold, R. J. Mailer, A. Francis // Plant Protection Quarterly. – 1987. – № 2. – P. 128–131.

УДК 632.4:633.14«324»(477.41/.42)

Вредоносность *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer ржи озимой в условиях Полесья Украины

М. М. Ключевич, доктор с.-х. наук, С. Г. Столяр, кандидат с.-х. наук, А. Ю. Гриценко, аспирант Житомирский национальный агроэкологический университет, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 26.01.2020 г.)

Мучнистая роса ржи озимой относится к числу опасных заболеваний, которое снижает урожайность зерна и его качество. В условиях опытного поля ЖНАЭУ в период проведения исследований 2016–2019 гг. *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer поражала растения ржи озимой в течение всей вегетации. Выявлено, что развитие болезни находилось в пределах от 4,2 до 18,7 % и зависело от генотипа сорта и погодных условий периода вегетации. Установлено, что на восприимчивом сорте Дозор потери урожая не превышали 11,8 %, а на устойчивом сорте Сиверское – 2,5 %.

The powdery mildew of the winter rye belongs to dangerous diseases that reduce grain yield and its quality. In the course of investigation between 2016 and 2019 at the ZhNAEU field station, *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer afflicted the winter rye plants within the whole period of vegetation. It is found out that the disease development was within the range from 4,2 to 18,7 % and depended on the genotype of the variety and weather condition in the vegetation period. It is established that with the non-resistant variety Dozor yield losses did not exceed 11,8 %, while with the resistant variety Siverskoie they were 2,5 %.

Введение

Зерновая отрасль является важнейшей составляющей агропромышленного комплекса Украины. От уровня эффективности развития зернового производства зависит благосостояние населения, обеспечение национальной продовольственной безопасности и экспортные возможности страны [1].

В современных условиях наблюдается изменение климата, неустойчивость погодных условий, что, в свою очередь, приводит к нестабильным урожаям сельскохозяйственных культур.

Сдерживающим фактором, который ежегодно приводит к недобору урожая и снижению качества зерна ржи озимой, остается поражение растений возбудителями болезней и проявление заболеваний непаразитарного характера. При этом особой вредностью отличается болезнь грибного происхождения – мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer).

Болезнь проявляется на стеблях, листьях, листовых влагалищах, а иногда (в благоприятные для развития болезни годы) – и на колосе в виде белого паутинистого налета (рисунок 1).

Оптимальными условиями для прорастания спор, заражения растений и развития гриба является температура 15–20 °С и относительная влажность воздуха 60–100 %. Чередование сухих и влажных периодов способствует проникновению инфекционных гиф возбудителя мучнистой росы через эпидермис листа. При температуре воздуха 28–30 °С рост мицелия прекращается [2].

Развитие мучнистой росы в посевах ржи озимой осенью может привести к гибели от 15 до 40 % стеблей во время перезимовки. Поражение растений в фазе весеннего кущения уменьшает количество продуктивных стеблей, массу зерна с колоса, число зерен в колосе и его длину. При поражении растений мучнистой росой в фазе колошения масса 1000 семян и количество зерен в колосе уменьшаются в пределах 10–13 %. В годы эпифитотий потери урожая от мучнистой росы ржи озимой могут достигать 30–35 % [3].

В этой связи актуальным является изучение сортов ржи озимой на устойчивость к возбудителю мучнистой

росы, степени поражения растений и вредоносности *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer.

Материалы и методика проведения исследований

Полевые исследования по изучению вредоносности мучнистой росы на различных сортах ржи озимой проводили в течение 2016–2019 гг. в органическом севообороте (вико-овсяная смесь – рожь озимая – бобы кормовые – горчица белая – спелъта озимая – гречиха) в условиях опытного поля Житомирского национального агроэкологического университета (ЖНАЭУ).

Технология выращивания культур в опыте общепринятая и рекомендована для зоны Полесья. Почва опытных участков – серая лесная легкосуглинистая.

Изучали сорта ржи озимой: Дозор, Интенсивное 99, Кобза, Левитан, Сиверское, Синтетик 38, Хлебное. Площадь учетного участка составила 50 м², повторность опыта – четырехкратная.

Учет мучнистой росы проводили по шкале Е. Е. Гешеле [4]. В опытных посевах степень поражения растений определяли осмотром 50 растений в четырех несмежных повторениях в фазе 3–4 листьев, конце кущения – начало выхода в трубку и через 6–7 дней после колошения.

Интенсивность поражения растений мучнистой росой устанавливали по следующей балльной шкале [4]: 0 – симптомы отсутствуют; 1 – поражено до 10 % (очень слабая степень); 2 – поражено 11–25 % (слабая степень); 3 – поражено 26–50 % (средняя степень); 4 – поражено более 50 % (сильная степень).

Анализ погодных условий в годы проведения исследований показал, что температурный режим и количество осадков в течение вегетации ржи озимой варьировали в своих показателях: неоднократно превышали многолетнюю норму и были ниже ее, однако это способствовало получению достоверных результатов исследований по изучению вредоносности *Blumeria graminis*.

Погодные условия 2016–2019 гг. характеризовались как благоприятные для выращивания ржи озимой. Период осенней вегетации 2016 г. характеризовался теплой погодой, однако недостаточной влагообеспеченностью.



Рисунок 1 – Симптомы поражения *Blumeria graminis* ржи озимой в фазе осеннего кущения (а), выхода в трубку (б), цветения (в), молочной спелости (з) (опытное поле ЖНАЭУ, сорт Синтетик 38, 2019 г., оригинальное фото)

Март 2017 г. был аномально теплый, однако апрель и май – холодные. В июне – августе отмечено повышение температуры воздуха и отсутствие осадков. Сентябрь 2017 г. был теплым и влажным, зима 2017–2018 гг. – аномально теплая. Отсутствием осадков и повышенными температурами воздуха в 2018 г. характеризовались апрель и июнь. Жаркие дни июня – августа сменялись холодными, дождливые периоды – засухой. В третьей декаде июля осадков выпало 117 мм (303 % нормы). Наибольшее количество осадков в 2019 г. выпало в мае – 162,5 мм, что составило 279 % от нормы. Однако с июня по август наблюдалось повышение среднесуточных температур воздуха и дефицит влаги, который составил 4,0, 12,8 и 63,6 мм соответственно.

Статистическую обработку полученных экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа с помощью прикладных компьютерных программ [5].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате исследований установлено, что важными факторами, влияющими на распространение мучнистой росы, являются восприимчивость сорта к болезни, высокая влажность воздуха, чему способствует загущенность посевов, чрезмерное внесение азотного минерального удобрения.

Установлено, что *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer поражал неустойчивые сорта, и споруляция на них проходила интенсивнее. Устойчивость растений ржи озимой к поражению возбудителем снижалась с возрастом. Распространение патогена зависило от погодных условий, которые оказывали влияние на цикл развития гриба.

Грибница *Blumeria graminis* – поверхностная, на концах гиф образуются плоские утолщения – апрессории, служащие для прикрепления к поверхности растений. Следует отметить, что эпифитотия болезни может развиваться по моно- или децикличному типу. Первый характеризуется появлением и развитием конидиального спороношения в начале фазы образования третьего листа до восковой спелости растения. В фазе выхода растений в трубку гриб начинает формировать сумчатую стадию, но сумки с сумкоспорами образуются медленно, а их созревание проходит только после перезимовки клейстотетий. Для второго типа характерно то, что патоген зимует в виде грибницы, а формирование конидий начинается с фазы восковой спелости. Сумчатая стадия формируется с конца кущения до начала трубкования, а созревание и распространение сумкоспор происходит в конце лета и осенью. Во время вегетации растений гриб может распространяться конидиями и сумкоспорами, поэтому благоприятные погодные условия способствуют тому, что перезаражение растений происходит несколько раз [2].

Роль сорта является предпосылкой высокого и качественного урожая, однако для успешного управления биосистемой «хозяин – патоген» необходимо в агроэкосистемах поддерживать разнообразие по признаку устойчивости как

во времени, так и в пространстве с учетом внутренних популяционных структур патогена.

По результатам исследований установлено, что все сортообразцы поражались *Blumeria graminis*. В среднем за период исследований степень поражения растений ржи озимой патогеном составляла в пределах от 4,2 до 18,7 % (рисунок 2).

Самая высокая степень поражения растений отмечена у сортов Дозор (18,7 %), Синтетик 38 (15,7 %) и Хлебное (12,9 %), а самая низкая – у сортов Сиверское (4,2 %) и Интенсивное 99 (5,8 %).

Возбудитель *Blumeria graminis* приводит к истощению и отмиранию клеток хозяина, в результате листья желтеют, скручиваются и засыхают. Эти внешние изменения являются следствием нарушения физиологических функций больного растения, которые проявляются в снижении фотосинтеза, повышении интенсивности дыхания, уменьшении количества углеводов и увеличении азотистых веществ, и, как следствие, в колосе формируется меньше зерен, они недоразвитые, низкого качества, что является одной из причин недобора урожая зерна ржи озимой.

Установлено, что усиление степени поражения растений мучнистой росой снижает массу 1000 зерен и приводит к росту потерь урожая (таблица).

Масса 1000 зерен при развитии мучнистой росы снижалась с 29,6 до 26,1 г у сорта Дозор и с 39,9 до 38,9 г – у сорта Сиверское.

Потери урожая восприимчивого сорта Дозор при развитии болезни до 10 % не превышали 5,4 %, а при развитии до 30 % достигали 11,8 %. На сорте Сиверское, устойчивом к болезни, развитие мучнистой росы не превышало 10 %, а потери урожая составили 2,5 %.

Заключение

Мучнистая роса – одна из вредоносных болезней ржи озимой, возбудитель которой обладает высокой пластичностью, что выражается в способности развиваться в течение всего периода вегетации. Установлено, что все исследуемые сортообразцы ржи озимой поражались возбудителем *Blumeria graminis* (DC.) F. sp. *tritici* Speer. Степень поражения растений находилась в пределах 4,2–18,7 %. Наименьшим развитием характеризовались сорта Сиверское и Интенсивное 99.

Установлены потери урожая ржи озимой от мучнистой росы, которые не превышали 11,8 % у сорта Дозор (восприимчивый) и 2,5 % – у сорта Сиверское (устойчивый).

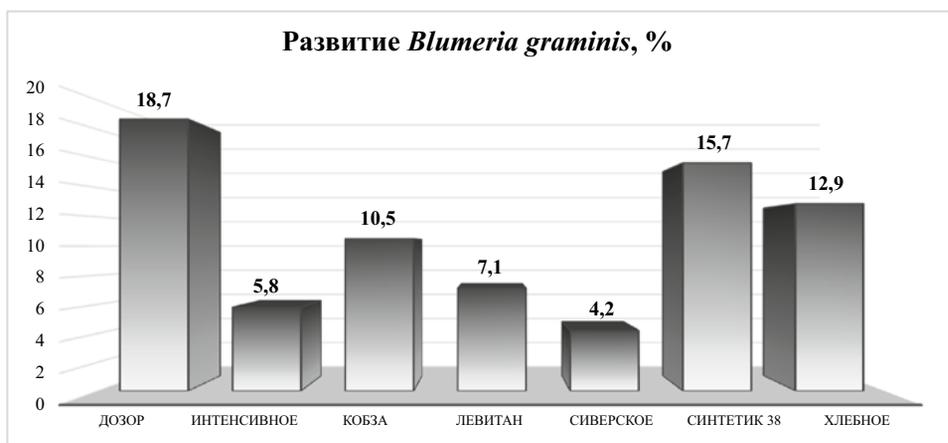


Рисунок 2 – Развитие *Blumeria graminis* на сортах ржи озимой (опытное поле ЖНАЭУ, среднее за 2016–2019 гг.)

Вредоносность мучнистой росы на разных по устойчивости сортах ржи озимой (опытное поле ЖНАЭУ, 2016–2019 гг.)

Развитие болезни, %	Сорт			
	Дозор (восприимчивый)		Сиверское (устойчивый)	
	масса 1000 зерен, г	потери урожая, %	масса 1000 зерен, г	потери урожая, %
0	29,6	–	39,9	–
5	28,9	2,4	39,6	0,8
10	28,0	5,4	38,9	2,5
20	26,9	9,1	–	–
30	26,1	11,8	–	–
НСР ₀₅	0,85		0,73	

Литература

1. Гавва, В. М. Економічні перспективи розвитку виробництва зернових культур в Україні / В. М. Гавва, А. А. Кудревич // Вісник НТУ «ХПІ». – 2014. – № 4. – С. – 9–15.
2. An important role for secreted esterase activity in disease establishment of the wheat powdery mildew fungus *Blumeria graminis* sp. tritici / J. Feng [et al.] // Canadian Journal of Microbiology. – 2010. – Vol. 57. – P. 211–216.
3. Неклеса, Н. П. Мучнистая роса зерновых культур / Н. П. Неклеса // Защита и карантин растений. – 2002. – № 4. – С. 46–47.
4. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / В. П. Омелюта [та ін.]; за ред. В. П. Омелюти. – К.: Урожай, 1986. – 288 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 633.34:632:631.46

Влияние применения биологических препаратов на продуктивность сои

В. С. Задорожный, В. В. Карасевич, С. М. Свитко, кандидаты с.-х. наук, А. В. Лабунец, аспирант

Институт кормов и сельского хозяйства Подолья, Украина

А. В. Князюк, кандидат с.-х. наук

Винницкий государственный педагогический университет им. М. Коцюбинского, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 09.01.2020 г.)

Научными исследованиями (2016–2018 гг.) установлено, что в условиях Правобережной Лесостепи Украины для улучшения минерального питания растений сои азотом и фосфором на серых лесных почвах и комплексной биологической защиты посевов данной культуры от основных заболеваний: пероноспороза (*Peronospora manshurica* Sydow.), септориоза (*Septoria glycines* T. Hemmi), аскохитоза (*Ascochyta sojaecola* Abramov.), вредителей: акациевой огневки (*Etiella zinckenella* Tr.) и клопа-слепыша (*Adelphocoris lineolatus* Goeze) необходимо проводить обработку семян препаратами Микрогумин (200 мл/г. н. с.) + Биофосфорин (1,5 л/т), а также обрабатывать растения в фазе бутонизации Гаупсином (4,0 л/га) или семена Ризобифитом (2,0 л/г. н. с.) + Фитодоктором (1,0 л/т), а в период бутонизации проводить обработку растений Триходермином (2,0 л/га), что обеспечивает уровень сохранности урожая зерна сои на 13–14 %.

Введение

Соя (*Glycine hispida* (Moench) Max) является основной зернобобовой культурой в мировом земледелии. В ее семенах содержится 30–55 % белка, 13–26 % жира, 20–32 % крахмала, а также много витаминов, макро- и микроэлементов. Соя имеет большое продовольственное, техническое, кормовое и агротехническое значение [4].

На мировом рынке спрос на сою постоянно растет, поэтому площади посевов, урожайность и валовой сбор

*Scientific studies (2016–2018) established that under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine to improve the mineral nutrition of soybean plants with nitrogen and phosphorus on gray forest soils and the complex biological protection of the crops of this culture from the main diseases: peronosporosis (*Peronospora manshurica* Sydow.), septoria (*Septoria glycines* T. Hemmi), ascochiasis (*Ascochyta sojaecola* Abramov.), Pests: acacia moths (*Etiella zinckenella* Tr.) and mole rats (*Adelphocoris lineolatus* Goeze), seed treatment with Microgumin (200 ml/gn) + Biophosphorin (1,5 l/t) and conduct treatment of plants in the budding phase by Haupsin (4,0 l/ha) or seed treatment with Rizobofit (2,0 l/gn) + Phytodoctor (1,0 l/t), and during the period of budding Trichodermin (2,0 l/ha), which ensures the preservation of the grain yield of soybean 13–14 %.*

этой культуры постоянно увеличиваются – за последние 50 лет мировое производство сои возросло в 9 раз и на сегодняшний день составляет более 350 млн т [8].

В Украине производство сои также постоянно растет. За последнее десятилетие средняя урожайность сои увеличилась почти на 7 ц/га, а валовой сбор зерна – в 5,2 раза [9].

В связи с загрязнением окружающей среды агрохимикатами усиливается роль и значение органического земледелия, формирование рынка сельскохозяйственной

продукции экологического качества, которая производилась без использования пестицидов и минеральных удобрений промышленного происхождения, использование биологических методов синтеза азота и применения эффективных биологических средств защиты сельскохозяйственных растений [2, 10].

Обязательным элементом технологии выращивания сои является предпосевная инокуляция семян бактериальными препаратами, что позволяет отказаться от применения минеральных азотных удобрений или минимизировать их использование. Урожайность и качество зерна сои в значительной степени зависят от системы защиты ее растений от вредоносных организмов. Так, по данным ФАО, мировые среднегодовые потери урожая сои от болезней составляют 11 %, вредителей – 13 %, от сорняков – 35 % [6]. В условиях внедрения органического земледелия для защиты сельскохозяйственных растений от болезней и вредителей используют биоинсектициды и биофунгициды.

Материалы и методы исследований

Научные исследования выполнены в 2016–2018 гг. в лаборатории земледелия и защиты сельскохозяйственных культур на опытном участке государственного предприятия «Опытное хозяйство Бохоницкое» Института кормов и сельского хозяйства Подолья, расположенном

в Правобережной Лесостепи Украины (Винницкий район, Винницкая область).

Почва – серая лесная, среднесуглинистая по механическому составу с такими агрохимическими показателями пахотного слоя: содержание гумуса – 2,2–2,4 %, рН (солевое) – 5,2–5,4; легкогидролизованного азота (по Корнфилду) – 9,0–11,2; подвижного фосфора (по Чирикову) – 12,1–14,2; обменного калия (по Чирикову) – 8,1–11,6 мг на 100 г почвы. Гидролитическая кислотность и сумма поглощенных оснований – соответственно 1,75 и 18,4 мг экв. на 100 г почвы.

Учеты и наблюдения за фитофагами и развитием болезней растений сои осуществляли в соответствии с методиками энтомологических и фитопатологических исследований. Урожай зерна определяли методом сплошного сбора со всей учетной площади опытного участка, а также проводили математическую обработку результатов исследований [1, 3].

Площадь посевной делянки – 27 м², учетной – 18 м², повторность опыта четырехкратная. Предшественник – озимая пшеница, сорт сои – Хуторяночка. Технология выращивания сои общепринятая для Правобережной Лесостепи Украины.

Следует указать, что семена сои перед севом обрабатывали биологическими препаратами для усиления

Таблица 1 – Эффективность биопрепаратов против болезней сои

Вариант	Болезни								
	пероноспороз (<i>Peronospora manshurica</i>), %			септориоз (<i>Septoria glycines</i>), %			аскохитоз (<i>Ascochyta sojaecola</i>), %		
	распространенность	развитие	техническая эффективность	распространенность	развитие	техническая эффективность	распространенность	развитие	техническая эффективность
Контроль без обработки	19,8	5,5	–	35,8	10,6	–	27,2	6,3	–
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. (обработка семян) + Актофит, 2,0 л/т (в фазе бутонизации)	14,3	3,1	44	23,4	6,2	42	16,0	3,4	46
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Биополицид, 100 мл/г. н. с. (обработка семян) + Актофит, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	13,6	2,9	47	22,9	6,0	43	15,2	3,3	48
Фосфонитрагин, 2,0 л/т (обработка семян) + Гаупсин, 4,0 л/га (в фазе бутонизации)	12,1	2,5	55	22,4	5,9	46	14,3	3,0	52
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Фосфобактерин, 1,0 л/т (обработка семян) + Актофит, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	13,2	2,8	49	22,7	6,1	43	15,0	3,2	49
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Биополицид, 100 мл/г. н. с. (обработка семян) + Гаупсин, 4,0 л/га (в фазе бутонизации)	10,2	2,2	60	21,2	5,5	48	13,7	2,6	59
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Хетомик, 1,5 кг/т (обработка семян) + Актофит, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	11,7	2,5	55	21,6	5,8	45	14,0	3,0	52
Диазофит, 100 мл/т + Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. (обработка семян) + Фитодоктор, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	10,5	2,1	62	20,3	5,1	52	12,6	2,4	62
Микрогумин, 200 мл/г. н. с. + Фосфобактерин, 0,5 л/т (обработка семян) + Актофит, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	11,5	2,6	53	22,6	5,9	44	14,0	3,1	51
Микрогумин, 200 мл/г. н. с. + Биофосфорин, 1,5 л/т (обработка семян) + Гаупсин, 4,0 л/га (в фазе бутонизации)	9,9	2,0	64	19,6	4,9	54	11,8	2,2	65
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Фитодоктор, 1,0 л/т (обработка семян) + Триходермин, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	9,1	1,8	67	18,5	4,7	56	11,4	2,1	67

Примечание – *г. н. с. – гектарная норма семян.

симбиотической фиксации азота и для защиты растений от болезней, а биоинсектициды применяли позже – в фазе бутонизации. Инокуляцию семян бактериальными препаратами проводили полусухим способом. Опрыскивание вегетирующих растений биофунгицидами и биоинсектицидами выполняли ранцевым опрыскивателем «Матаби». Расход рабочей жидкости составлял 250 л/га.

Результаты исследований и их обсуждение

За годы исследований обнаружено значительное поражение растений сои пероноспорозом (*Peronospora manshurica* Sydow.). Распространенность данной болезни в контроле составила 19,8 %. Применение биофунгицидов совместно с бактериальными препаратами для усиления симбиотической азотфиксации уменьшало уровень заболеваемости пероноспорозом, его распространенность зафиксирована в следующих пределах: от 14,3 до 9,1 %, а техническая эффективность препаратов составляла 44–67 %. Самым эффективным в борьбе с пероноспорозом было применение препаратов Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Фитодоктор, 1,0 л/т (обработка семян) и Триходермин, 2,0 л/га (фаза бутонизации). В этих вариантах распространенность болезни была наименьшей – 9,1 %, а техническая эффективность, наоборот, была высокой – 67 %. Уступал по эффективности вариант с использованием других препаратов: Микрогумин, 200 мл/г. н. с. + Биофосфорин, 1,5 л/т (обработка семян) + Гаупсин, 4,0 л/га (таблица 1).

Распространенность аскохитоза на необработанных контрольных участках составила 27,2 %, а в вариантах с применением биопрепаратов – от 16,0 до 11,4 %. Препараты, действие которых изучалось, сдержива-

ли развитие болезни в течение вегетации растений и обеспечили достаточно высокие показатели технической эффективности, которая варьировала в пределах 46–67 %. Следует отметить, что в борьбе с аскохитозом также эффективным оказался вариант, где применяли Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Фитодоктор, 1,0 л/т (обработка семян) и Триходермин, 2,0 л/га (в фазе бутонизации). Использование вышеупомянутых биологических препаратов уменьшило распространенность аскохитоза до 11,4 %, техническая эффективность достигала 67 %. Комплексное действие препаратов Микрогумин, 200 мл/г. н. с. + Биофосфорин, 1,5 л/т (обработка семян) с Гаупсином, 4,0 л/га (в фазе бутонизации) также обеспечило сдерживание процесса распространения болезни до 11,8 %, поэтому техническая эффективность препаратов – 65 %.

Установлено, что самую высокую инсектицидную активность против акациевый огневки обеспечил Актофит в норме расхода 2,0 л/га в фазе бутонизации сои, при этом его техническая эффективность составила 73–82 %, тогда как этот показатель у Гаупсина (4,0 л/га) был меньше – 54–64 %.

Вышеупомянутые препараты проявили инсектицидное действие также на клопов-слепышей. Следует отметить, если эффективность препарата Гаупсин против клопов-слепышей в посевах сои была в пределах 43–51 %, то губительное действие препарата Актофит оказалось выше – 66–75 %.

Урожайность сои – это показатель, который в нашем опыте характеризует комплексное действие биофунгицидов, биоинсектицидов и бактериальных удобрений (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние применения биопрепаратов на урожайность сои

Вариант	Урожайность, т/га				Сохраненный урожай	
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	т/га	%
Контроль без обработки	2,33	1,77	2,06	2,05	–	–
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. (обработка семян) + Актофит, 2,0 л/т (в фазе бутонизации)	2,49	1,91	2,25	2,22	0,16	8
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Биополицид, 100 мл/г. н. с. (обработка семян) + Актофит, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	2,52	1,93	2,27	2,24	0,19	9
Фосфонитрагин, 2,0 л/т (обработка семян) + Гаупсин, 4,0 л/га (в фазе бутонизации)	2,54	1,95	2,23	2,24	0,19	9
Ризобифит, 2,0 л/т + Фосфобактерин, 1,0 л/т (обработка семян) + Актофит, 2,0 л/т (в фазе бутонизации)	2,53	1,97	2,31	2,27	0,22	11
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Биополицид, 100 мл/г. н. с. (обработка семян) + Гаупсин, 4,0 л/га (в фазе бутонизации)	2,57	1,96	2,30	2,28	0,22	11
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Хетомик, 1,5 л/га (обработка семян) + Актофит, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	2,56	1,98	2,33	2,29	0,24	12
Диазофит, 100 мл/т + Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. (обработка семян) + Фитодоктор, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	2,59	2,00	2,35	2,31	0,26	13
Микрогумин, 200 мл/г. н. с. + Фосфобактерин, 0,5 л/т (обработка семян) + Актофит, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	2,44	1,88	2,31	2,21	0,16	8
Микрогумин, 200 мл/г. н. с. + Биофосфорин, 1,5 л/т (обработка семян) + Гаупсин, 4,0 л/га (в фазе бутонизации)	2,61	2,02	2,36	2,33	0,28	14
Ризобифит, 2,0 л/г. н. с. + Фитодоктор, 1,0 л/т (обработка семян) + Триходермин, 2,0 л/га (в фазе бутонизации)	2,62	1,99	2,35	2,32	0,27	13
НСР _{0,5}	0,14	0,15	0,16			

Следует отметить, что бактериальные удобрения, которыми осуществляли инокуляцию семян, усиливали азотфиксацию, обеспечивающую растения азотом, а некоторые препараты и фосфором, а значит – повышали иммунитет сои, устойчивость против различных болезней, то есть проявлялось совместное действие трех различных групп биопрепаратов, повлиявших на формирование урожая зерна этой культуры.

В среднем за 2016–2018 гг. урожайность в контрольном варианте составляла 2,05 т/га, а в вариантах, где имело место комплексное воздействие бактериальных удобрений, биофунгицидов и биоинсектицидов, урожайность была значительно выше – 2,22–2,33 т/га, сохраненный урожай составил 0,16–0,28 т/га или 8–14 %.

Наибольшая урожайность сои отмечена при обработке семян Микрогумином (200 мл/г. н. с.) + Биофосфорин (1,5 л/т) и внесении в фазе бутонизации Гаупсина (4,0 л/га), а также в варианте, где семена обрабатывали препаратами Ризобифит (2,0 л/г. н. с.) + Фитодоктор (1,0 л/т) и в фазе бутонизации применяли Триходермин (2,0 л/га): урожайность семян составляла соответственно 2,33 и 2,32 т/га, что на 0,28 и 0,27 т/га или 14–13 % больше показателя контрольного варианта.

Также высокая урожайность – 2,31 т/га – отмечена в варианте при инокуляции семян сои препаратами Диазофит (100 мл/т) + Ризобифит (2,0 л/г. н. с.) + Фитодоктор, 2 л/га (в фазе бутонизации). Несколько ниже урожайность (2,29 т/га) наблюдалась при инокуляции семян смесью препаратов Ризобифит (2,0 л/г. н. с.) + Хетомик (1,5 кг/т) + Актофит, 2,0 л/га (в фазе бутонизации).

Выводы

В условиях Правобережной Лесостепи Украины обработка семян сои препаратами Микрогумин (200 мл/г. н. с.) + Биофосфорин (1,5 л/т) и опрыскивание растений в фазе бутонизации Гаупсином (4,0 л/га) или обработка семян препаратами Ризобифит (2,0 л/г. н. с.) + Фитодоктор (1,0 л/т), а в период бутонизации опрыскивание растений Триходермином (2,0 л/га) способствует

улучшению минерального питания растений азотом и фосфором.

Обеспечивается также комплексная биологическая защита посевов этой культуры от основных болезней – пероноспороза (*Peronospora manshurica* Sydow.), септориоза (*Septoria glycines* T. Hemmi), аскохитоза (*Ascochyta sojaecola* Abramov.) и от вредителей: акациевый огневки (*Etiella zinckenella* Tr.), клопов-слепышей (*Adelphocoris lineolatus* Goeze).

Применение вышеуказанных биопрепаратов обеспечивает сохранение урожая зерна сои на 13–14 %.

Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – [Четвёртое изд., перераб. и доп.]. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
2. Крутякова, В. И. Биологический метод защиты сельскохозяйственных культур: перспективы для Украины / В. И. Крутякова, А. И. Гулич, Л. А. Пилипенко // Вестник аграрной науки. – 2018. – № 11. – С. 159–168.
3. Методика испытания и применения пестицидов // С. О. Трибель [и др.]; под ред. проф. С. О. Трибеля. – М.: Мир, 2001. – 448 с.
4. Петриченко, В. Ф. Растениеводство. Технологии выращивания сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / В. Ф. Петриченко, В. В. Лихочвор. – Львов: НПФ «Украинские технологии», 2014. – 140 с.
5. Сельскохозяйственная энтомология: учебник / М. Б. Рубан [и др.]. – М.: Аристей, 2007. – 520 с.
6. Соя (монография) / В. Ф. Петриченко [и др.]. – Винница: «Дело», 2016. – 400 с.
7. Цели устойчивого развития Украины (Национальный доклад) / Министерство экономического развития и торговли Украины. – Киев, 2017. – 176 с.
8. Неиссякаемый источник растительных белков – соя [Электронный ресурс]. <http://agroconf.org/content/nevicherpnedzherelo-roslinnih-bilkiv-soya>
9. Как изменились посевы на украинских полях за 10 лет? [Электронный ресурс]. <http://agroportal.ua/ua/publishing/infografika/kak-izmenilis-posevy-na-ukrainskikh-polyakh-za-10-let/>
10. Dunham, W. C. Evolution & Future of Biokontrol Basel, 2015. URL: <http://dunhamtrimmer.com/wp-content/uploads/2015/11/Bill-Dunham-2BMonthly-Evolution-Future-of-Biokontrol-Industry-copy.pdf>

УДК 633.521:631.527

Реакция белорусских и французских образцов льна-долгунца на дозы азота по длине вегетационного периода, урожайности семян и волокна

И. А. Голуб, доктор с.-х. наук, И. Н. Блохина, аспирант
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 09.01.2020 г.)

В статье представлены результаты исследований (2018–2019 гг.) по влиянию доз азотного удобрения (N_{18} и N_{35}) на образцы льна-долгунца белорусской и французской селекции (по 10 образцов в группе) по признакам урожайности волокна и семян. Анализ показателей продуктивности позволил установить лимитирующее действие повышенных доз азотного питания на образцы льна различного происхождения. В группе образцов отечественной селекции была отмечена тенденция к увеличению межфазного периода «цветение–созревание» на повышенном фоне

The article presents the results of studies (2018–2019) on the effect of doses of nitrogen fertilizer (N_{18} and N_{35}) on samples of Belarusian and French selection of flax (10 samples per group) on the signs of fiber and seed yield. The analysis of productivity indicators allowed to establish the limiting effect of increased doses of nitrogen nutrition on flax samples of different origin. Also, in the group of samples of domestic selection, there was a tendency to increase the interphase period «flowering-maturation» on an increased background of mineral nutrition (N_{35}), which has an impact on the process of seed formation and maturation.

минерального питания (N_{35}), который имеет значение для процесса завязываемости семян и их созревания.

Введение

Продуктивность льна находится в тесной зависимости от наличия в почве основных элементов минерального питания, в ряду которых азот занимает определяющее место. Результаты исследований по сельскохозяйственным культурам как у нас в стране, так и за ее пределами свидетельствуют о том, что для максимального проявления ростовых реакций той или иной культуры необходимо наиболее полное соответствие в системе сорт – удобрение – урожай. И если для зерновых или кормовых культур этот вопрос решается относительно быстрыми темпами [1, 4], то для льна проблема повышения эффективности его использования в процессе возделывания остается проблематичной [5, 7, 15]. Ее решение существенно зависит от создания таких сортов льна-долгунца, которые способны результативно поглощать и использовать азот из удобрений в формировании дополнительного урожая как волокна, так и семян. Однако особенностью культуры является крайне низкий сортовой полиморфизм по эффективной реакции на внесение азота. Решить данную проблему возможно, привлекая новый исходный материал, обладающий способностью повышать количество и качество получаемого волокна при воздействии на растения различных доз минерального азота, в том числе с использованием анализирующих фонов. Выделение соответствующих линий у льна-долгунца методом отбора с последующей их гибридизацией возможно благодаря тому, что лен-долгунец является облигатным самоопылителем. А это существенно сокращает формирование линий с соответствующим комплексом полезных признаков [12, 13].

В связи с этим целью нашей работы было установить степень влияния разных уровней азотного питания на урожайность волокна и семян в зависимости от происхождения образцов, а также изменчивость основных показателей урожайности в зависимости от года проведения наблюдений.

Условия и методика проведения исследований

Исследования проводили в 2018–2019 гг. на полях РУП «Институт льна». Агрохимические показатели почвы: содержание гумуса – 1,8 %, кислотность почвы рН (KCl) – 5,4–5,8, содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) – 130–375 мг/кг почвы, калия (K_2O) – 108–116 мг/кг почвы. Предшественник – озимые зерновые. Гидротермический коэффициент по Селянинову был в 2018 г. – 1,72 (избыточно влажный), в 2019 г. – 1,54 (оптимально влажный). Однако в критические фазы онтогенеза при формировании волокна (от фазы «елочка» до фазы бутонизации) условия складывались по-разному как по количеству выпавших осадков, так и по температурному режиму. Сев был проведен вручную рядовым способом с междурядьем 10 см, между образцами – 20 см.

В качестве исходного материала использовали 20 образцов белорусской и французской се-

лекции, по 10 образцов в каждой группе. Привлечение исходного материала из Франции обусловлено несколькими причинами. Во-первых, в последние годы активно ведется внедрение сортов зарубежной селекции. Так, в Беларуси возделываются два районированных французских сорта Drakkar и Alizee. Во-вторых, Франция является одной из лидирующих стран по производству льна-долгунца в мире. В-третьих, в странах Западной Европы, включая Францию, интенсификация приемов земледелия, в том числе, проводится в больших масштабах, чем у нас в республике. При этом вопросы интенсификации затрагивают не только использование средств защиты, но и применение повышенных доз элементов питания, в частности минерального азота, исходя из способности приспособления всех живых систем [8, 9].

Изучение белорусских и французских образцов проводили на двух фонах минерального питания: стандартном (N_{18}) и повышенном (N_{35}). Согласно данным, полученным в РУП «Институт льна», увеличение дозы азота до N_{45} существенно снижает устойчивость льна-долгунца к полеганию, а также не оказывает влияния на показатели урожайности и содержания длинного волокна, при этом ухудшает его качество [2, 3, 6].

Фенологические наблюдения, учет и анализ признаков проводили согласно методическим указаниям по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) [10], обработку данных – по Б. А. Доспехову [11].

Результаты исследований и их обсуждение

Одним из важнейших требований, предъявляемых к новым селекционным сортам льна-долгунца, является скороспелость, поскольку важно не только вырастить хороший лен, но и своевременно его убрать, обеспечивая при этом оптимальные сроки вылежки льна в целях получения качественной льнотресты. Как видно из представленных данных, дозы минерального азота в среднем за 2018–2019 гг. на фоне N_{18} и на N_{35} по белорусским и французским образцам при достаточном выпадении осадков не оказывают существенного влияния на продолжительность как всего вегетационного периода в целом, так и его межфазные составляющие (рисунок 1). В среднем за годы изучения вегетационный период у белорусских образцов был короче, чем

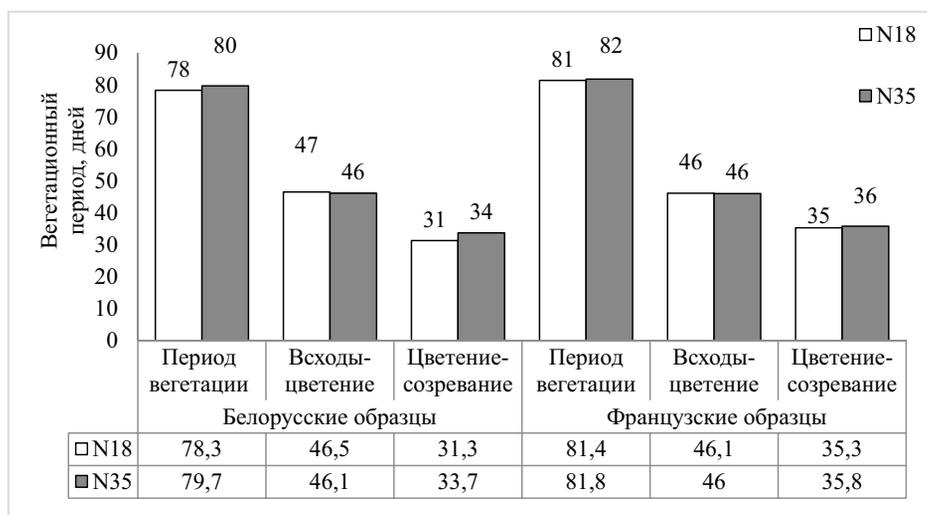


Рисунок 1 – Продолжительность вегетационного периода и его межфазных периодов в зависимости от доз внесения минерального азота (среднее, 2018–2019 гг.)

у французских на 3 дня или 3,7 % на фоне N₁₈ и 2 дня или 2,4 % на фоне N₃₅. Это различие формировалось за счет межфазного периода «цветение – созревание», когда в среднем у белорусских образцов оно было на 3 дня длиннее на фоне N₃₅.

Анализ образцов коллекции льна-долгунца позволил выделить 6 генотипов, которые независимо от фона минерального питания способны формировать урожай льнопродукции за короткий период вегетации. Это, прежде всего, образцы белорусской селекции Ярок, Дукат, Рубин, Фаворит, а также французские Versailles и 363–4, у которых данный показатель находился в пределах 69–75 дней (N₁₈) и 71,5–79,2 дней (N₃₅) (таблица).

Согласно полученным сотрудниками РУП «Институт льна» данным, на накопление вегетативной массы растения оказывает продолжительность периода «всходы – цветение», при этом семенная продуктивность зависит от продолжительности периода «цветение – созревание» и условий, когда происходит завязывание и созревание семян [13, 14, 16]. Наибольшей продолжительностью межфазного периода «всходы – цветение» как на стандартном фоне, так и на повышенном характеризовались 4 образца французской селекции: Drakkar (48,2 и 47,9 дней), Eden (48,5 и 47,5), Evea (48,0

и 47,8) и Vivea (48,7 и 51,5 дней соответственно). Однако стабильность по этому признаку за годы изучения проявили всего 3 образца: Фаворит, Silva, Versailles.

По результатам наших исследований, повышение доз минерального питания не оказывает влияния на урожайность семян у белорусских образцов. При этом на фоне повышенного азотного питания у образцов французской селекции наблюдается снижение семенной продуктивности с единицы площади на 5,4 г/м² или 8,6 %, что является существенной величиной (рисунок 2).

Наряду с урожайностью семян, признаками, определяющими эффективность возделывания льна-долгунца, является сбор общего и длинного волокна. Анализ урожайности волокна в зависимости от происхождения

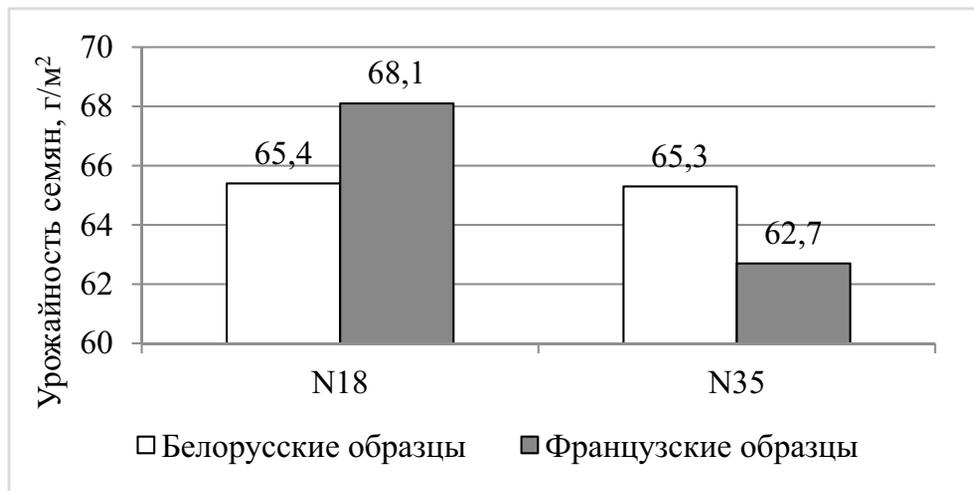


Рисунок 2 – Урожайность семян в зависимости от фона минерального азота (среднее, 2018–2019 гг.)

Продолжительность вегетационного периода и его составляющих в зависимости от фона минерального питания

Название образца	Период вегетации, дней		Межфазные периоды, дней			
	N ₁₈	N ₃₅	«всходы – цветение»		«цветение – созревание»	
			N ₁₈	N ₃₅	N ₁₈	N ₃₅
Ярок	74,8	78,7	45,5	44,9	29,3	33,8
Дукат	75,0	78,7	45,9	45,2	29,2	33,5
Лада	79,0	80,3	46,7	47,2	32,4	33,2
Мара	81,2	82,2	48,2	46,8	33,0	35,3
Рубин	74,5	78,7	46,0	45,5	28,5	33,2
Малахит	78,7	80,8	45,9	46,2	32,9	34,7
Могилевский	81,0	79,8	48,0	47,0	33,0	32,8
Ветразь	80,8	78,7	46,9	45,7	34,0	33,0
Фаворит	74,5	76,0	45,4	45,2	29,2	30,9
Грант	83,5	83,3	46,4	47,2	31,2	36,2
Drakkar	83,5	83,3	48,2	47,9	35,4	35,5
Alizee	83,5	80,0	48,2	47,0	35,4	33,0
Silva	82,5	79,3	43,5	43,5	39,0	35,8
Aramis	86,8	84,5	48,2	47,8	38,7	36,7
Eden	83,2	84,8	48,5	47,5	34,7	37,4
Evea	83,5	85,3	48,0	47,8	35,5	37,5
Novea	83,5	84,8	47,9	48,8	35,7	36,0
Vivea	83,5	84,8	48,7	51,5	34,9	33,4
Versailles	75,0	79,2	42,5	42,2	32,5	37,0
363–4	69,0	71,5	37,2	36,0	31,9	35,5
HCP _{0,05}	2,6–3,7	2,3–2,9	2,2–2,8	1,9–2,9	2,1–3,1	1,9–2,2

образцов и фонов минерального азота позволил установить, что в среднем за 2018–2019 гг. группа белорусских образцов имеет незначительное преимущество по урожайности общего волокна как на фоне минерального азота N_{18} , так и на повышенном (N_{35}) фоне. В первом случае разница составляет 4,3 г/м² или 3,0 %, во втором – 3,4 г/м² или 2,7 %. При этом и те и другие практически одинаково уменьшали урожайность общего волокна на повышенной дозе минерального азота: у белорусских образцов это снижение составило 18,3 г/м² или 12,7 %, а у французских – 17,4 г/м² или 12,4 % (рисунок 3).

Влияние доз минерального азота на урожайность длинного волокна было более существенным. На стандартном фоне (N_{18}), на котором ведется селекционный процесс в РУП «Институт льна», различие по урожайности длинного волокна между образцами отечественной и зарубежной селекции составило всего 5,0 г/м² или 4,2 %, в то время когда на фоне N_{35} оно было существенным и достигло 13,2 г/м² или 12,3 %. Анализ по комплексу хозяйственно полезных признаков, особенно на фоне N_{35} , позволил выделить образцы, которые имели урожайность длинного волокна на уровне лучших сортов белорусской селекции, что позволило включить их в селекционный процесс методом гибридизации. Это, прежде всего, образцы зарубежной селекции Nivea и Vivea, которые превосходят по данному показателю не только контроли Ярок и Могилевский на 8,6–28,5 %, но и лучшие сорта, включенные в каталог Республики Беларусь в последние два-три года.

Заключение

Анализ двадцати сортов льна-долгунца белорусской и французской селекции (по 10 образцов в каждой группе) показал, что для всех образцов характерна общая негативная реакция на повышение доз минерального азота с N_{18} до N_{35} по признакам урожайности семян, общего и длинного волокна. При этом у французских образцов в условиях северо-восточной части Республики Беларусь наблюдалось существенное снижение урожайности семян и длинного волокна, что осложняет их широкое привлечение в селекционный процесс с целью создания конкурентоспособных отечественных сортов методом гибридизации.

Литература

1. Гостев, А. В. Условия формирования зерна высокого качества в высокопродуктивных ресурсосберегающих агротехнологиях ЦЧР / А. В. Гостев // Земледелие. – 2019. – № 6. – С. 16–20.
2. Прудников, В. А. Эффективность азотного удобрения на льне-долгунце в зависимости от погодных условий вегетационного периода / В. А. Прудников // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 2. – С. 44–49.
3. Влияние доз азотного удобрения на урожайность льноволокна сортов льна-долгунца различной скороспелости / В. А. Прудников [и др.]. // Актуальные проблемы агрономии и пути их решения: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию научной и педагогической деятельности И. А. Стебута, Горки, 16–18 янв. 2005 г. – Горки, 2005. – Вып. 1, ч. 1. – С. 24–29.

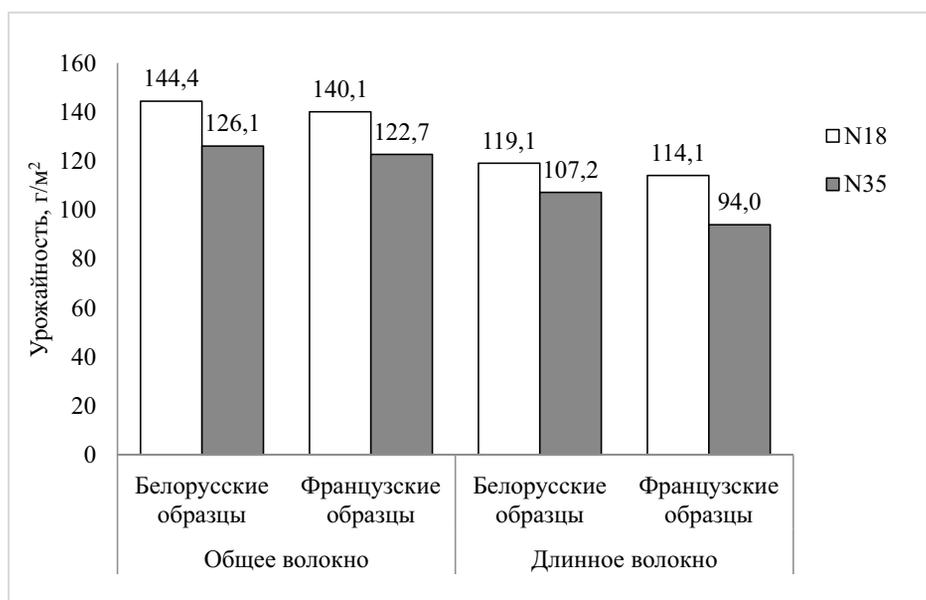


Рисунок 3 – Урожайность общего и длинного волокна в зависимости от фона минерального азота (среднее, 2018–2019 гг.)

4. Монсапова, А. И. Отзывчивость различных сортов льна-долгунца на минеральные удобрения / А. И. Монсапова // Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствования технологии возделывания и первичной переработки льна-долгунца: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ВНИИЛ, Торжок, 16–18 нояб. 2000 г. – Торжок, 2000. – С. – 105–106.
5. Петрова, Л. И. Роль основных питательных элементов в формировании урожая и качества льна-долгунца / Л. И. Петрова // Селекция, семеноводство, агротехника возделывания льна-долгунца: сб. науч. тр. ВНИИЛ. – Торжок, 1982. – Вып. XIX. – С. 66–75.
6. Прудников, В. А. Влияние азотного удобрения на урожайность льна-долгунца / В. А. Прудников // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 4. – С. 23–25.
7. Кукреш, С. П. Эффективность применения удобрений под лен-долгунец в зависимости от норм высева семян и сортовых особенностей / С. П. Кукреш, А. В. Шершнев // Льноводство: реалии и перспективы: материалы Междунар. науч. конф., РУП «Институт льна», Могилев, 25–27 июня 2007 г. / НАН Беларуси; редкол.: И. А. Голуб [и др.]. – Могилев, 2008. – С. 156–164.
8. Образцов, А. С. Биологические основы селекции растений / А. С. Образцов. – М.: Колос, 1981. – 272 с.
9. Лен – прядильная и масличная культура: уч. пособие / В. А. Зубцов [и др.]. – Тверь, 2017. – 304 с.
10. Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.) / В. З. Богдан [и др.] // РУП «Институт льна». – Устье, 2011. – 13 с.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. Усовершенствованная система применения удобрений в льняном севообороте / В. Я. Тихомирова [и др.]; под ред. В. Я. Тихомирова. – Торжок: ВНУ ВНИИЛ Россельхозакадемии, 2005. – 81 с.
13. Богдан, В. З. Создание и изучение исходного материала льна-долгунца для селекции сортов раннеспелой биологической группы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / В. З. Богдан. – Жодино, 2002. – 116.
14. Иванова, Е. В. Комплексная оценка генофонда льна-долгунца и создание нового селекционного материала в условиях северо-востока Беларуси: дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Е. В. Иванова. – Горки, 2013. – 100.
15. Наилухин, А. Н. Эффективность применения азотного удобрения под лен-долгунец в зависимости от фона минерального питания на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве / А. Н. Наилухин // Агротехнический вестник. – 2012. – № 1. – С. 5–7.
16. Анализ продуктивности и качества льнопродукции сортов льна-долгунца ранней и поздней групп спелости / П. А. Евсеев [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2010. – № 3. – С. 15–17.

Эффективность микроудобрений при выращивании арбуза на дерново-подзолистых почвах легкого механического состава

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

(Дата поступления статьи в редакцию 11.02.2020 г.)

В статье представлены экспериментальные данные по урожайности, товарности, содержанию нитратов и биохимических показателей в плодах арбуза в зависимости от действия видов и доз микроэлементов при корневых подкормках по фазам роста и развития растений.

The article presents experimental data on yield, marketability, nitrate content and biochemical parameters in watermelon fruits, depending on the action of species and doses of trace elements during root dressing according to the phases of plant growth and development.

Введение

Многочисленные научные данные свидетельствуют о том, что в большинстве стран проблема микроэлементов становится острее и острее. Особо актуальной эта проблема стала на дерново-подзолистых почвах легкого механического состава в связи с резким снижением доз органических удобрений и повышением доз микроудобрений. Согласно результатам обследования почв в нашей стране, содержание микроэлементов в них снизилось в 1,1–1,2 раза [2, 5]. На долю всех микроэлементов в почве (если не считать Mn и Fe, которые иногда выполняют такую же роль) приходится значительно менее 1 %. Содержание микроэлементов в почвах чаще выражают не в процентах, а в мг/кг или по западным нормативам в ppm (частей на миллион, что соответствует принятой в Беларуси размерности в мг/кг).

Преобладающая часть содержащихся в почве микроэлементов растениям недоступна. Так называемые подвижные соединения Cu, Co, Mn (то есть доступные растениям) составляют только 10–25 % общего количества, для Zn и Mo их доля и того меньше, иногда до 1 %. Одна из причин заключается в том, что значительная часть их входит в состав почвенных минералов, нередко состоящих из песчаных частиц, а такие частицы быстро не подвергаются разрушающему действию дождевых вод или корневых выделений, и поэтому входящие в их состав элементы питания растениями не усваиваются. Иногда неправильно считают, что те элементы, которые извлекаются из почв водой, представлены водорастворимыми солями. На самом деле микроэлементы могут быть в форме труднорастворимых карбонатов, гидроксидов, сульфидов, но в водной вытяжке они все же обнаруживаются в количествах, соответствующих произведениям

растворимостей соответствующих солей. Поэтому, если в водной вытяжке содержание элемента мало, это не означает, что его мало и в почве.

В живых организмах микроэлементы входят в состав ферментов, гормонов, витаминов и других жизненно важных соединений. Обычно считают, что в таких соединениях участвуют около 30 микроэлементов. Ферменты – это катализаторы биологического происхождения, которые ускоряют биохимические реакции, а активность ферментов регулируется микроэлементами.

Поскольку микроэлементы воздействуют на развитие растений, то все почвенные биохимические процессы накопления, трансформации, переноса органических соединений в экосистеме во многом зависят от уровня содержания микроэлементов; одновременно стимулируют деятельность микроорганизмов. В результате интенсифицируются процессы образования гуминовых веществ в почвах из растительных остатков. Несмотря на довольно длительную историю изучения проблемы микроэлементов, современное состояние знаний приходится характеризовать только как поверхностное прикосновение к этой проблеме.

Известно, что важную роль в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в клетках растений арбуза, определяют марганец и медь. Бор играет главную роль в процессах углеводного и белкового обмена. Он не утилизируется в растениях, поэтому недостаток его сдерживает рост и развитие растений, вызывает ряд болезней и отмирание точек роста. Внесение бора способствует развитию репродуктивных органов.

Растения арбуза выносят большое количество микроэлементов при формировании высокого урожая плодов.

Таблица 1 – Влияние видов и доз микроэлементов на урожайность и товарность плодов арбуза

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Товарность, %
		т/га	%	
Фон – N ₉₆ P ₇₂ K ₁₂₀ Mg ₁₂	28,9	–	–	78
Фон + В (0,2 + 0,2)	33,6	4,7	16	81
Фон + В (0,3 + 0,3)	34,5	5,6	19	82
Фон + Cu (0,1 + 0,1)	36,2	7,3	25	84
Фон + Cu (0,2 + 0,2)	36,7	7,8	27	84
Фон + Mn (0,15 + 0,15)	35,8	6,9	24	85
Фон + Mn (0,25 + 0,25)	36,6	7,7	27	86
Фон + В (0,2 + 0,2) + Cu (0,1 + 0,1) + Mn (0,15 + 0,15)	38,4	9,5	33	88
Фон + В (0,3 + 0,3) + Cu (0,2 + 0,2) + Mn (0,25 + 0,25)	38,9	10,0	35	89
НСР ₀₅	1,64			

Поэтому разработка доз микроудобрений марганца, меди и бора с целью поддержания оптимального уровня данных элементов в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве для обеспечения нормального роста и развития растений арбуза является актуальной и требует решения.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в РУП «Институт овощеводства» в 2016–2017 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: реакция среды рН (KCl) – 6,2–6,5; содержание подвижных форм P_2O_5 и K_2O по Кирсанову – соответственно 221–248 и 262–281 мг/кг почвы; гумус – 2,2–2,4 %; содержание бора среднее – 0,6–0,9 мг/кг, меди – 1,7–2,9 мг/кг и марганца – 2,5–6,8 мг/кг.

В качестве основного удобрения весной под культивацию вносили 6 ц/га комплексного удобрения марки $N_{16}P_{12}K_{20}Mg_2$.

В качестве микроудобрений использовали борную кислоту, медь и марганец, представленные в форме хелатов. Микроудобрения внесены (кг/га) путем корневой подкормки в два срока: первая подкормка – в фазе начала цветения, вторая – в фазе начала образования плодов.

Предшественником арбуза были многолетние травы. Агротехника возделывания арбуза в опыте была общепринятой с включением интегрированной системы защиты от вредителей и болезней бахчевых культур.

Закладку и проведение полевых опытов осуществляли согласно методике исследований со всеми требованиями, предъявляемыми к опыту. Повторность опыта четырехкратная. Общая площадь делянки составляла 14 м² (5 × 2,8), учетная площадь – 8,4 м² (2,8 × 3) [3, 4].

Период проведения исследований в 2016 г. характеризовался температурой выше нормы на 0,5–0,7 °С в мае – июне и ниже норма на 0,2–0,3 °С в июле – августе. Количество выпавших атмосферных осадков не превысило среднемноголетнюю годовую норму. Vegetационный период 2017 г. характеризовался прохладной погодой в мае и до середины июля с одновременным выпадением обильных осадков. Уборку плодов арбуза проводили во второй декаде августа.

Полученные опытные данные подтверждены статистической обработкой дисперсионным методом по Б. А. Доспехову с использованием программы Microsoft Excel [1].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований выявлено, что в фоновом варианте $N_{96}P_{72}K_{120}Mg_{12}$ урожайность плодов арбуза составила в среднем 28,9 т/га, сумма сахаров – 8,8 %, содержание нитратов – 27 мг/кг. Уста-

новлено, что корневая подкормка микроудобрениями оказала существенное влияние на урожайность и товарность плодов арбуза.

Применение микроудобрений для корневой подкормки в среднем за два года позволило получить прибавку урожая 4,7–10,0 т/га или 16–35 %. Лучшими по урожайности являются варианты с внесением трех микроэлементов – бора, меди и марганца в дозах: фон + В (0,2 + 0,2) + Cu (0,1 + 0,1) + Mn (0,15 + 0,15) и фон + В (0,3 + 0,3) + Cu (0,2 + 0,2) + Mn (0,25 + 0,25), которые обеспечили прибавку 9,5–10,0 т/га или 33–35 % при средней урожайности за годы исследований 38,4–38,9 т/га плодов арбуза.

Изучение влияния вида микроэлемента на прибавку урожая плодов арбуза показало, что наибольшую прибавку урожая плодов – 7,7–7,8 т/га обеспечило корневое внесение меди и марганца в дозах Cu (0,2 + 0,2) и Mn (0,25 + 0,25). При применении бора в дозе (0,3 + 0,3) прибавка урожая на 2,1–2,2 т/га уступает вышеупомянутым показателям по дозам меди и магния.

Комплексное внесение микроудобрений (бора, меди и марганца) в корневых подкормках в данных дозах оказало существенное влияние и на увеличение товарности плодов арбуза. Товарность плодов повысилась в среднем на 5,2–5,4 % по сравнению с внесением одинарных видов и доз микроудобрений. Наименьшие показатели увеличения товарности – 3–4 % отмечены при корневых подкормках с использованием борных микроудобрений. При внесении хелата меди товарность плодов повышалась на 6 %, а при внесении хелата марганца – на 7–8 % (таблица 1).

При проведении биохимических исследований установлено, что внесение доз $N_{96}P_{72}K_{120}Mg_{12}$ + В (0,2 + 0,2) + Cu (0,1 + 0,1) + Mn (0,15 + 0,15) и $N_{96}P_{72}K_{120}Mg_{12}$ + В (0,3 + 0,3) + Cu (0,2 + 0,2) + Mn (0,25 + 0,25) обеспечивает наибольшее содержание в плодах арбуза сухого вещества – 9,4–9,5 %, суммы сахаров – 9,2–9,4 % и аскорбиновой кислоты – 12,6–12,7 мг%. Во всех исследуемых вариантах содержание нитратов было на уровне 20–27 мг/кг сырой массы, что почти в 3 раза ниже предельно допустимой концентрации – 60 мг/кг (таблица 2).

Заключение

На основании экспериментальных данных можно заключить, что включение в технологию возделывания арбуза на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве двукратных корневых подкормок раствором борной кислоты в сочетании с хелатными формами меди и марганца в дозах В (0,3 + 0,3) + Cu (0,2 + 0,2) + Mn (0,25 + 0,25) на фоне дозы $N_{96}P_{72}K_{120}Mg_{12}$ обеспечило прибавку урожая 10,0 т/га или 35 % к фоновой урожайности 28,9 т/га плодов.

Таблица 2 – Влияние видов и доз микроэлементов на биохимические показатели плодов арбуза

Вариант	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг %	Нитраты, мг/кг
Фон – $N_{96}P_{72}K_{120}Mg_{12}$	9,4	8,8	11,4	27
Фон + В (0,2 + 0,2)	9,0	8,9	11,8	24
Фон + В (0,3 + 0,3)	9,1	8,9	11,9	23
Фон + Cu (0,1 + 0,1)	9,3	9,1	12,2	25
Фон + Cu (0,2 + 0,2)	9,2	9,0	12,4	24
Фон + Mn (0,15 + 0,15)	9,3	9,2	12,1	22
Фон + Mn (0,25 + 0,25)	9,3	9,1	12,3	21
Фон + В (0,2 + 0,2) + Cu (0,1 + 0,1) + Mn (0,15 + 0,15)	9,4	9,2	12,6	20
Фон + В (0,3 + 0,3) + Cu (0,2 + 0,2) + Mn (0,25 + 0,25)	9,5	9,4	12,7	21
НСР ₀₅	0,16	0,18	0,27	0,98

Изучаемые микроэлементы по их влиянию на увеличение прибавки урожая плодов арбуза на среднеобеспеченной микроэлементами дерново-подзолистой почве можно расположить в следующем порядке: Mn → Cu → V.

Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец./ Б. А. Доспехов. – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Лапа, В. В. Удобрение как фактор повышения продуктивности земледелия и воспроизводства плодородия почв – состояние

и перспективы / В. В. Лапа // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – Вып. 34. – С. 38–42.

3. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / Научн.-исслед. ин-т овощного хоз-ва МСХ РСФСР, Укр. науч.-исслед. ин-т овощеводства и бахчеводства; под ред. В. Ф. Белика, Г. Л. Богдаренко. – М., 1979. – 210 с.
4. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.] / РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.
5. Рак, М. В. Экономическая эффективность некорневых подкормок посевов сахарной свеклы бором на дерново-подзолистой супесчаной почве / М. В. Рак, А. А. Карук // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – Вып. 34. – С. 294–297.



Валентина Кирилловна Неофитова



к 100-летию со дня рождения

22 марта 2020 г. исполнилось 100 лет со дня рождения Валентины Кирилловны Неофитовой, кандидата биологических наук, заведующей лабораторией иммунитета БелНИИ защиты растений. Валентина Кирилловна Неофитова родилась в городе Пушкин Ленинградской области. После окончания средней школы в 1938 г. поступила на биологический факультет Ленинградского университета и в 1944 г. с отличием его окончила.

Когда началась война, без отрыва от учебы окончила курсы медицинских сестер РОККа (Русское общество Красного креста) и получила диплом медсестры военного времени. С октября 1941 г. работала медсестрой санитарной части Смольного, а в январе 1942 г. Валентину Кирилловну призвали в эвакогоспиталь № 79 Ленинградского фронта старшим лейтенантом медицинской службы. В апреле 1943 г. была эвакуирована из Ленинграда по состоянию здоровья в Саратов, где в то время находился Ленинградский университет.

По окончании университета Валентина Кирилловна поступила в аспирантуру лаборатории микологии и фитопатологии, где выполняла исследования под руководством член-корреспондента АН СССР профессора Н. А. Наумова. В 1947 г. ее отправили работать в Заполярье – на 160 километров севернее Полярного круга – «на закрытую тематику». С 1947 по 1954 г. работала в Кольском филиале АН СССР, вначале младшим, а затем старшим научным сотрудником лаборатории микологии и фитопатологии. В 1948 г. защитила диссертацию по закрытой тематике. В этот период ею изучен видовой состав микофлоры Хибинского горного массива, выявлено и описано 5 новых для науки видов, разработаны меры борьбы с наиболее опасными болезнями сельскохозяйственных культур Мурманской области.



С 1956 по 1971 г. Неофитова В. К. была заведующей отделом защиты растений Могилевской сельскохозяйственной опытной станции. Основное внимание уделялось изучению фузариозов полевых культур: выявлен видовой состав возбудителей фузариозных заболеваний сельскохозяйственных культур, изучена их вредоносность и распространенность, проведены опыты по изучению влияния культур севооборота на инфекционный потенциал возбудителей фузариозного увядания, разработаны методы повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к фузариозным болезням путем отбора болезнеустойчивых растений на инфекционном фоне.

В Белорусском научно-исследовательском институте защиты растений Валентина Кирилловна

работала с апреля 1971 г. в должности заведующей лабораторией иммунитета. Ею были разработаны методики оценки устойчивости сортов озимых зерновых культур к снежной плесени, льна к фузариозному увяданию, выявлены доноры устойчивости к этим заболеваниям, изучены закономерности наследования фузариозоустойчивости. Под её руководством и при непосредственном участии проводилась работа по оценке устойчивости сортов картофеля к раку, льна – к комплексу возбудителей болезней, разрабатывались методы повышения и сохранения болезнеустойчивости сортов.

По итогам исследований ею было опубликовано 86 публикаций в отечественной и зарубежной печати, подготовлено 6 авторских свидетельств. Также Валентина Кирилловна оказывала постоянную методическую и практическую помощь путем чтения лекций, публикаций статей, рекомендаций.

За участие в Великой Отечественной войне и за труд после войны награждена медалями «За оборону

Ленинграда», «За доблестный труд», «Ветеран труда». За достигнутые успехи в научно-исследовательской работе и внедрение достижений науки и передового опыта в сельское хозяйство Валентина Кирилловна была награждена Почетной грамотой МСХ БССР.

Хочется также отметить такие черты характера юбиляра, как дисциплинированность, инициативность, прин-

ципальность и доброжелательность. Имея большой стаж работы в области микологии и фитопатологии, Валентина Кирилловна всегда поддерживала молодых специалистов, поступающих в институт на работу.

Желаем юбиляру крепкого здоровья, счастья и благополучия.



В ПАМЯТЬ О ЯГОДНОЙ КОРОЛЕВЕ...

20 октября 2019 г. ушла из жизни известный белорусский селекционер, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела ягодных культур БелНИИ плодоовощеводства и картофелеводства (ныне РУП «Институт плодоводства») **Галина Петровна Раинчикова...**

Галина Петровна Раинчикова работала более 40 лет по вопросам выведения новых сортов ягодных растений и хорошо известна садоводам как автор популярного сорта малины Аленушка, отличающегося самыми сладкими и ароматными ягодами, созревающими к середине июля.

Раинчикова Г. П. родилась 18 февраля 1937 г. на Могилевщине, в 1960 г. с отличием окончила Белорусскую государственную сельскохозяйственную академию по специальности «почвоведение и агрохимия» и поступила на работу в БелНИИ плодоовощеводства и картофелеводства, который располагался тогда в одном из микрорайонов Минска – Лошица на месте современного Лошицкого парка. Усердно работая под научным руководством самого патриарха белорусского ягодоводства Анатолия Григорьевича Волузнева, она успешно защитила кандидатскую диссертацию на тему «Биология цветения и опыления сортов черной смородины различного происхождения в условиях Белоруссии», и 17.11.1971 г. (протокол № 9) ей была присуждена ученая степень кандидата биологических наук по специальности 03.094 – ботаника. На тот мо-



18.02.1937–20.10.2019



На опытной делянке

мент в свои 34 года Галина Петровна была самой молодой в Беларуси женщиной – кандидатом биологических наук!

Селекционная работа с малиной начата Г. П. Раинчиковой с 1962 г. Задача получения новых сортов успешно решалась привлечением в селекционный процесс малины сорта Арабка, лучших доноров из зарубежных генетических коллекций, а также некоторых видов (*Rubus odoratus* L.). За это время был создан и изучен гибридный фонд в объеме 33 тысяч семян, выделены сорта малины летнего срока созревания Аленушка и Росинка. В полученных отечественных сортах сочетались признаки зимостойкости, продуктивности, высокого качества плодов, все это было выполнено на высоком научном уровне.

На протяжении ряда лет Галина Петровна являлась основным консультантом и добрым советчиком начинающим малиноводам из Беларуси. Ее знания всегда помогали найти правильное решение той или иной актуальной проблемы в области ягодоводства. В разговоре с сотрудниками всегда была доброжелательна, внимательна, обладала тонким чувством юмора.

Она – автор около 30 публикаций по селекции, сортоизучению и технологии возделывания смородины черной, земляники садовой, малины, ежевики, в том числе соавтор монографии «Сорта плодовых и ягодных культур Белорусской ССР» (1984). Неоднократно принимала участие в различных конференциях, семинарах, ВДНХ. Долголетний добросовестный труд и выдающиеся достижения Раинчиковой Г. П. отмечены Бронзовой медалью ВДНХ (1982 г.) и медалью «Ветеран труда» (1987 г.).

Светлая память этой талантливой труженице науки, чей авторитет среди специалистов плодоводства заслуженный и несомненный!



**В лаборатории
с научным руководителем**



Рядом с Волузным А. Г.



**В кругу коллег Зазулиной Н. А. (по центру)
и Шкурко Т. И. (справа)**

*Коллектив отдела ягодных культур,
Л. В. Фролова, кандидат с.-х. наук, доцент,
заведующая лабораторией генетических ресурсов
ягодных культур РУП «Институт плодоводства»*