

Земледелие и Растениеводство

Научно–практический журнал



**УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ
ГЕРБИЦИДОВ**

➤ стр. 6

**№ 3 (148),
2023**

Земледелие и Растениеводство

Научно-практический
журнал

№ 3 (148)

май–июнь 2023 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издаётся с 1998 г.

Crop farming and plant growing
Scientific-Practical Journal

№ 3 (148)

May–June 2023

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Ф. И. Привалов, академик НАН Беларуси, доктор с.-х. наук, профессор,
директор *Центрального ботанического сада НАН Беларуси*

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

главный научный сотрудник *РУП «Институт почвоведения и агрохимии»*;
Д. В. Лужинский, кандидат с.-х. наук, заместитель генерального директора *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»* по науке;

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

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

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



СОДЕРЖАНИЕ		CONTENTS
На тему дня		On the topic of day
Гвоздов А. П., Булавин Л. А., Симченков, Л. И. Гвоздова Д. Г., Белановская М. А., Кранцевич В. Д. Урожайность зерна кукурузы в зависимости от применения гербицидов	6	Gvozдов A. P., Bulavin L. A., Simchenkov, L. I., Gvozдова D. G., Belanovskaya M. A., Krantsevich V. D. Yield of corn grain depending on the use of herbicides
Новости науки		Science news
Заседание координационного совета по генресурсам	10	Meeting of the coordinating council on genetic resources
Гродненский государственный аграрный университет приумножился еще одним «Почетным доктором»	13	Grodno State Agrarian University has multiplied by one more "Honorary Doctor".
Агротехнологии		Agrotechnologies
Привалов Ф. И., Бруй И. Г., Холодинский В. В. Эффективность применения регуляторов роста на основе тринексапак-этила на озимой пшенице	14	Privalov F. I., Brui I. G., Kholodinsky V. V. Efficiency of application of growth regulators based on trinexapak-ethyl on winter wheat
Бруй И. Г., Сенько Ж. Е. Регуляция роста озимой пшеницы препаратом Мессидор, КС и повышение устойчивости культуры к полеганию	18	Brui I. G., Senko Zh. E. Regulation of winter wheat growth with the drug Messidor, KS and increasing the resistance of the crop to lodging
Будько А. С., Урбан Э. П. Варьирование элементов структуры урожая пшеницы мягкой озимой в зависимости от генотипа и условий среды	22	Budko A. S., Urban E. P. Variation of the elements of the structure of the soft winter wheat crop depending on the genotype and environmental conditions
Надточаев Н. Ф., Богданов А. З. Протеиновая и энергетическая ценность зеленой массы при выращивании люцерны в одновидовых и смешанных посевах	26	Nadtochaev N. F., Bogdanov A. Z. Protein and energy value of green mass when growing alfalfa in single-species and mixed crops
Селекция		Selection
Гатальская Д. В., Равков Е. В., Малышкина Ю. С. Оценка сортообразцов люпина желтого различного направления использования в конкурсном сортоиспытании	29	Gatal'skaya D. V., Ravkov E. V., Malyshkina Yu. S. Evaluation of variety samples of yellow lupine of various directions of use in competitive variety testing

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

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

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

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

Адрес редакции: Республика Беларусь, 223011, Минский район, аг. Прилуки, ул. Мира, 2-64
Тел./факс: +375 (17) 501-63-11, тел. моб.: +375 29 659-64-47

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

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

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

Подписано в печать 21.06.2023 г. Цена свободная.

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

Формат 60х84/8. Бумага мелованная. Тираж 500 экз. Заказ № 523.

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



СОДЕРЖАНИЕ		CONTENTS
Защита растений		Plant protection
Бойко С. В., Чичина А. С., Немкевич М. Г. Стеблевой кукурузный мотылек (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.) – опасный полифаг: пищевая избирательность и вредоносность	33	Boyko S. V., Chichina A. S., Nemkevich M. G. The stem corn borer (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.) is a dangerous polyphage: food selectivity and harmfulness
Запрудский А. А. Влияние применения средств защиты растений в посевах кормовых бобов на качество зерна	39	Zaprudsky A. A. The influence of the use of plant protection products in crops of fodder beans on grain quality
Конопацкая М. В. Новый препарат в защите картофеля от нематод в Республике Беларусь	43	Konopatskaya M. V. A new drug in the protection of potatoes from nematodes in the Republic of Belarus
Лобач О. К. Видовой состав и распространенность многолетних сорных растений в посевах яровых зерновых культур	47	Lobach O. K. Species composition and prevalence of perennial weeds in spring crops
Романовский С. И. Контроль численности растительноядных трипсов на луке репчатом	51	Romanovsky S. I. Control of the number of herbivorous thrips on onions
Чирко Е. М. Гончаревич, Т. В. Использование десикации при возделывании суданской травы на семена	55	Chirko E. M. Goncharevich, T. V. The use of desiccation in the cultivation of Sudanese grass for seeds
Льноводство		Flax growing
Голуб И. А., Маслинская М. Е., Бейня В. А. Оценка адаптивных параметров новых сортов льна масличного по урожайности семян	58	Golub I. A., Maslinskaya M. E., Beynia V. A. Evaluation of adaptive parameters of new varieties of oil flax by seed yield
Картофелеводство		Potato growing
Анципович В. В., Козлов В. А., Попкович А. И. Эффективность применения микроудобрений в питомниках оригинального семеноводства картофеля	61	Antsipovich V. V., Kozlov V. A., Popkovich A. I. The effectiveness of the use of microfertilizers in nurseries of the original potato seed production
Овощеводство		Vegetable growing
Степура М. Ф. Химический состав и вынос элементов питания основной и побочной продукцией топинамбура в зависимости от доз удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве	66	Stepuro M. F. Chemical composition and removal of nutrients of the main and by-products of Jerusalem artichoke depending on the doses of fertilizers on soddy-podzolic sandy loamy soil

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



Урожайность зерна кукурузы в зависимости от применения гербицидов

А. П. Гвоздов, Л. А. Булавин, Д. Г. Симченков, Л. И. Гвоздова, М. А. Белановская, В. Д. Кранцевич
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 10.05.2023)

В статье представлены результаты исследований по изучению эффективности применения гербицидов при возделывании кукурузы на зерно. Установлено, что в сложившихся в период проведения исследований погодных условиях наибольшую урожайность зерна кукурузы (79,1 ц/га) обеспечило применение в фазе 3 листа культуры гербицида Капрено, КС (0,25 л/га) + Меро, КЭ (2,0 л/га). При использовании в этой фазе других изучаемых гербицидов данный показатель снижался на 1,3–18,4 ц/га (1,6–29,2 %). При внесении гербицидов в фазе 5 листьев кукурузы урожайность зерна снижалась в зависимости от используемого препарата на 2,5–8,9 ц/га (3,4–15,9 %) по сравнению с их применением в фазе 3 листа.

The article presents the results of studies on the effectiveness of the use of herbicides in the cultivation of corn for grain. It was established that in the prevailing weather conditions during the research period, the highest yield of corn grain (79,1 c/ha) was ensured by the use of the herbicide Capreno, SC (0,25 l/ha) + Mero, EC (2,0 l/ha). When other studied herbicides were used in this phase, this indicator decreased by 1,3–18,4 q/ha (1,6–29,2 %). When herbicides were applied in the 5-leaf phase of corn, the grain yield decreased, depending on the preparation used, by 2,5–8,9 c/ha (3,4–15,9 %) compared to their application in the 3-leaf phase.

Введение

В сельскохозяйственных предприятиях Беларуси большое внимание уделяется возделыванию кукурузы, площадь которой в 2022 г. составила 1236,1 тыс. га, т. е. 23,3 % посевных площадей сельскохозяйственных культур, возделываемых в республике. Из указанной выше посевной площади возделывалось на силос 1004,0, на зерно – 232,1 тыс. га.

Известно, что продуктивность кукурузы в значительной степени зависит от уровня засорённости посевов. Это обусловлено низкой конкурентоспособностью культуры на ранних этапах развития по отношению к сорнякам [2]. Так, биологический порог вредоносности двудольных малолетних сорняков для кукурузы составляет лишь 3–10 шт./м², в то время как для ячменя – 30–50 шт./м² [1]. Поэтому при наличии в посевах этой культуры 50, 100, 200 шт./м² сорных растений урожайность зелёной массы снижалась соответственно на 27,4; 52,7; 74,0 % [4]. В этой связи обязательным условием формирования высокой урожайности кукурузы является применение эффективных гербицидов.

Условия и методика проведения исследований

В 2021–2022 гг. изучали эффективность гербицидов фирмы Байер КрокСайенс АГ, Германия, применяемых в посевах кукурузы. Исследования проводили в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой супесчаной почве (гумус – 2,45–2,67 %, Р₂O₅ – 303–314 мг/кг, К₂O – 289–301 мг/кг почвы, рН_{KCl} – 5,9–6,3). Предшественник кукурузы – яровая пшеница. После ее уборки на опытном участке проводили лущение стерни, вносили фосфорно-калийные удобрения (Р₆₀К₁₂₀) с последующей заделкой дисковыми орудиями, и зяблевую вспашку на глубину 18–20 см. Весной при наступлении физической спелости почвы проводили ранневесеннюю культивацию, а затем предпосевную обработку почвы, под которую вносили азотные удобрения (N₆₀). Норма высева семян кукурузы составляла 80 тыс. всхожих семян на 1 га. В фазе 5 листьев

кукурузы вносили азот (N₆₀). Площадь делянки – 24 м², повторность четырехкратная. Гербициды применяли в соответствии со схемой опыта в фазе 3 и 5 листьев кукурузы. Технология возделывания кукурузы, за исключением изучаемого фактора, соответствовала отраслевому регламенту [2].

Метеорологические условия в период проведения исследований существенно отличались от среднемноголетних как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. За основную часть периода вегетации кукурузы в 2021 г. (первая декада мая – третья декада августа) сумма активных температур была выше нормы на 10,7 %, а количество атмосферных осадков ниже ее на 19,0 %. Гидротермический коэффициент за указанный выше период составил 1,19. В 2022 г. сумма активных температур превышала норму на 0,9 %, а количество атмосферных осадков ниже ее на 17,6 %. Гидротермический коэффициент в этом случае составил 1,26 при среднемноголетнем уровне данного показателя для региона, где проводили исследования, – 1,55, что свидетельствует о недостаточном увлажнении этой части вегетационного периода в годы проведения исследований. Это оказало определенное влияние как на развитие сорного ценоза в посевах кукурузы, так и на продуктивность культуры.

Результаты исследований и их обсуждение

Установлено, что в период исследований в посевах кукурузы на опытном участке преобладали марь белая, просо куриное, сушеница топяная, пырей ползучий, галинзога мелкоцветковая, которые составляли 85,8 % от общей численности сорных растений. В блоке опыта с внесением изучаемых гербицидов в фазе 3 листа кукурузы численность сорняков в контрольном варианте через 30 дней после химической прополки составила, в среднем за 2021–2022 гг., 310 шт./м², а их сырая масса – 1898,9 г/м², в фазе 5 листьев – 303 шт./м² и 2352,0 г/м².

В вариантах с применением гербицидов в фазе 3 листа кукурузы численность сорняков снижалась на 82,0–95,8 %, а их сырая масса – на 84,1–98,0 %. Мак-

симальная гибель сорняков в этом блоке опыта отмечалась в варианте с внесением Капрено, КС (0,3 л/га) + Мери, КЭ (2,0 л/га). При использовании МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га) гибель сорняков составила 94,5 %, а снижение сырой массы – 97,4 %. В вариантах, где применяли гербициды Капрено, КС (0,25 л/га) + Мери, КЭ (2,0 л/га), Элюмис, МД (1,5 л/га), Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га) численность сорняков снижалась соответственно на 93,4; 92,0 и 82,0 %, а их сырая масса – на 96,7; 95,5 и 84,1 % (таблица 1).

Под влиянием всех изучаемых гербицидов отмечалась полная гибель в посевах кукурузы таких сорняков, как галинзога мелкоцветковая, пастушья сумка, пикульник обыкновенный, редька дикая, фиалка трехцветная, ярутка полевая, осот желтый, пырей ползучий. Звездчатка средняя и сушеница топяная произрастали в посевах кукурузы лишь в варианте, где вносили Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га), который снижал их численность на 83,4 и 98,6 %, а сырую массу – на 89,7 и 98,5 %.

Численность ромашки непахучей и торицы полевой под влиянием гербицида Элюмис, МД (1,5 л/га) уменьшилась на 87,5 и 75,0 % при снижении сырой массы на 93,7 и 78,0 % соответственно. Подмаренник цепкий произрастал лишь в вариантах с гербицидами Элюмис, МД (1,5 л/га) и Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га), которые снижали его численность на 91,7 и 90,0 %, а сырую массу – на 95,7 и 97,6 % соответственно. Гибель горца вьюнкового по всем вариантам опыта находилась в пределах 58,3–87,5 %, мари белой – 88,0–99,0 %, проса куриного – 55,3–87,0 % при снижении сырой массы на 66,1–96,8; 83,1–98,6; 71,4–95,7 % соответственно. Самые высокие показатели эффективности против этих сорняков обеспечило применение гербицида Капрено, КС (0,3 л/га) + Мери, КЭ (2,0 л/га), а наиболее низкие – Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га) и Элюмис, МД (1,5 л/га).

При проведении химической прополки в фазе 5 листьев кукурузы численность сорных растений, в зависимости от используемого гербицида, снижалась на

Таблица 1 – Биологическая эффективность применения гербицидов в фазе 3 листа кукурузы через 30 дней после химической прополки (среднее, 2021–2022 гг.)

Вид сорняка	Контроль (без прополки)		Биологическая эффективность применения гербицидов в фазе 3 листа кукурузы									
			Элюмис, МД – 1,5 л/га		Капрено, КС – 0,25 л/га + Мери, КЭ – 2,0 л/га		Капрено, КС – 0,3 л/га + Мери, КЭ – 2,0 л/га		МайсТер Пауэр, МД – 1,3 л/га		Кельвин Плюс, ВДГ – 0,35 кг/га + ПАВ ДАШ, Ж – 1,0 л/га	
	шт./м ²	г/м ²	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Всего сорняков	310	1898,9	92,0	95,5	93,4	96,7	95,8	98,0	94,5	97,4	82,0	84,1
Галинзога мелкоцветковая	12	122,2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Горец вьюнковый	9	103,2	58,3	66,1	79,2	94,3	87,5	96,8	83,4	97,3	68,4	72,4
Звездчатка средняя	6	43,5	100	100	100	100	100	100	100	100	83,4	89,7
Марь белая	148	867,5	99,0	98,6	98,7	98,3	99,0	98,6	97,3	98,1	88,0	83,1
Осот желтый	2	35,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Пастушья сумка	6	28,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Пикульник обыкновенный	4	84,2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Подмаренник цепкий	3	38,1	91,7	95,7	100	100	100	100	100	100	90,0	97,6
Просо куриное	78	414,8	77,1	87,9	83,8	93,5	87,0	95,7	85,6	92,9	55,3	71,4
Пырей ползучий	13	16,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Редька дикая	1	19,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ромашка непахучая	5	48,8	87,5	93,7	100	100	100	100	100	100	100	100
Сушеница топяная	15	48,1	100	100	100	100	100	100	100	100	98,6	98,5
Торица полевая	2	6,4	75,0	78,0	100	100	100	100	100	100	100	100
Фиалка трехцветная	5	15,3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ярутка полевая	1	6,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание – В контрольном варианте представлена численность сорняков (шт./м²) и сырая масса сорняков (г/м²), в других вариантах – снижение указанных выше показателей (%) к контролю без прополки.

80,7–96,8 %, а их сырая масса – на 85,3–99,1 %. Наибольшую гибель сорняков в этом блоке опыта обеспечил МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га), а наименьшую – Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га). При внесении гербицидов Капрено, КС (0,25 и 0,3 л/га) + Меро, КЭ (2,0 л/га) и Элюмис, МД (1,5 л/га) численность сорняков уменьшилась на 92,9; 94,1 и 90,8 %, а их сырая масса – на 97,7; 98,2 и 95,6 % (таблица 2).

Изучаемые гербициды обеспечили полную гибель в посевах кукурузы пастушьей сумки, редьки дикой, ярутки полевой, осота желтого, пырея ползучего. Галинзога мелкоцветковая, звездчатка средняя, пикульник обыкновенный, ромашка непахучая, сушеница топяная, торица полевая, фиалка трехцветная произрастали в посевах только в варианте с использованием препарата Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га), который снижал их численность на 77,3–91,7 %, а сырую массу – на 76,2–96,8 %. Наиболее низкая эффективность данного гербицида отмечена против звездчатки средней и торицы полевой. Численность подмаренника цепкого под влиянием препаратов Элюмис, МД (1,5 л/га) и Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га) снижалась соответственно на 69,1 и 91,7 %, сырая масса – на 84,8 и 96,7 %.

Полная гибель горца вьюнкового отмечалась лишь при внесении гербицида МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га), в то время как при использовании других изучаемых гербицидов его численность уменьшилась на 68,4–90,9 %, а сырая масса – на 73,4–99,4 %. Наименьший эффект обеспечил Элюмис, МД (1,5 л/га). Под влиянием изучаемых гербицидов гибель мари белой составила 82,1–96,8 %, проса куриного – 67,9–89,5 %, а снижение сырой массы – 79,8–98,5 и 83,9–95,8 % соответственно. Максимальная эффективность против этих видов сорных растений была получена при применении гербицида МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га), а минимальная – Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что урожайность зерна кукурузы в контрольном варианте блока опыта с внесением изучаемых гербицидов в фазе 3 листа культуры составила, в среднем за 2021–2022 гг., 3,3 ц/га (таблица 3).

Наибольшей она была при применении гербицида Капрено, КС (0,25 л/га) + Меро, КЭ (2,0 л/га) и составила 79,1 ц/га, что выше по сравнению с контролем на 75,8 ц/га. В вариантах, где применяли гербициды МайсТер Пауэр, МД (1,3 л/га) и Капрено, КС (0,3 л/га) + Меро, КЭ (2,0 л/га), этот показатель был равен соответ-

Таблица 2 – Биологическая эффективность применения гербицидов в фазе 5 листьев кукурузы через 30 дней после химической прополки (среднее, 2021–2022 гг.)

Вид сорняка	Контроль (без прополки)		Биологическая эффективность применения гербицидов в фазе 5 листьев кукурузы									
			Элюмис, МД – 1,5 л/га		Капрено, КС – 0,25 л/га + Меро, КЭ – 2,0 л/га		Капрено, КС – 0,3 л/га + Меро, КЭ – 2,0 л/га		МайсТер Пауэр, МД – 1,5 л/га		Кельвин Плюс, ВДГ – 0,35 кг/га + ПАВ ДАШ, Ж – 1,0 л/га	
	шт./м ²	г/м ²	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Всего сорняков	303	2352,0	90,8	95,6	92,9	97,7	94,1	98,2	96,8	99,1	80,7	85,3
Галинзога мелкоцветковая	15	151,8	100	100	100	100	100	100	100	100	81,5	81,8
Горец вьюнковый	6	91,1	68,4	73,4	80,0	98,8	90,0	99,4	100	100	90,9	98,4
Звездчатка средняя	6	51,6	100	100	100	100	100	100	100	100	77,3	85,2
Марь белая	143	1150,1	94,4	97,7	93,3	97,2	94,4	97,7	96,8	98,5	82,1	79,8
Осот желтый	2	42,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Пастушья сумка	5	25,6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Пикульник обыкновенный	3	51,7	100	100	100	100	100	100	100	100	83,4	96,8
Подмаренник цепкий	5	47,7	69,1	84,8	100	100	100	100	100	100	91,7	96,7
Просо куриное	74	538,8	76,8	88,3	84,9	95,3	86,4	97,1	89,5	95,8	67,9	83,9
Пырей ползучий	12	21,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Редька дикая	2	41,8	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ромашка непахучая	4	50,9	100	100	100	100	100	100	100	100	90,0	95,7
Сушеница топяная	16	51,4	100	100	100	100	100	100	100	100	86,2	90,5
Торица полевая	3	8,4	100	100	100	100	100	100	100	100	80,0	76,2
Фиалка трехцветная	6	18,5	100	100	100	100	100	100	100	100	91,7	92,2
Ярутка полевая	1	8,6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание – В контрольном варианте представлена численность сорняков (шт./м²) и сырая масса сорняков (г/м²), в других вариантах – снижение указанных выше показателей (%) к контролю без прополки.

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность применения гербицидов в посевах кукурузы (среднее, 2021–2022 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га зерна			Сохраненный урожай зерна	
	2021 г.	2022 г.	среднее	ц/га	%
Внесение в фазе 3 листа кукурузы					
Контроль (без прополки)	1,5	5,0	3,3	–	–
Элюмис, МД – 1,5 л/га	81,1	68,3	74,4	71,1	2154,5
Капрено, КС – 0,25 л/га + Мерио, КЭ – 2,0 л/га	83,9	74,3	79,1	75,8	2297,0
Капрено, КС – 0,3 л/га + Мерио, КЭ – 2,0 л/га	83,0	72,3	77,7	74,4	2254,5
МайсТер Пауэр, МД – 1,3 л/га	81,5	74,0	77,8	74,5	2257,6
Кельвин Плюс, ВДГ – 0,35 кг/га + ПАВ ДАШ – 1,0 л/га	65,4	46,6	56,0	52,7	1597,0
НСР ₀₅	4,6	4,2			
Внесение в фазе 5 листьев кукурузы					
Контроль (без прополки)	1,6	6,5	4,1	–	–
Элюмис, МД – 1,5 л/га	76,6	67,2	71,9	67,8	1653,7
Капрено, КС – 0,25 л/га + Мерио, КЭ – 2,0 л/га	79,5	70,3	74,9	70,8	1726,8
Капрено, КС – 0,3 л/га + Мерио, КЭ – 2,0 л/га	78,9	68,5	73,7	69,6	1697,6
МайсТер Пауэр, МД – 1,5 л/га	78,2	70,0	74,1	70,0	1707,3
Кельвин Плюс, ВДГ – 0,35 кг/га + ПАВ ДАШ – 1,0 л/га	52,0	42,1	47,1	43,0	1048,8
НСР ₀₅	4,6	4,5			

ственно 77,8 и 77,7 ц/га, т. е. снижался по сравнению с использованием препарата Капрено, КС (0,25 л/га) + Мерио, КЭ (2,0 л/га) на 1,3 и 1,4 ц/га (1,6 и 1,7 %). Необходимо отметить, что различия по данным вариантам находились в пределах ошибки опыта. При внесении гербицида Элюмис, МД (1,5 л/га) урожайность зерна составила 74,4 ц/га, а Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га) – 56,0 ц/га, что ниже по сравнению с применением препарата Капрено, КС (0,25 л/га) + Мерио, КЭ (2,0 л/га) на 4,7 и 18,4 ц/га, т. е. на 5,9 и 29,2 % соответственно.

Известно, что критический период вредоносности сорных растений в посевах кукурузы, возделываемой на зерно, начинается с фазы 2–3 листьев культуры [3]. По этой причине урожайность зерна кукурузы в блоке опыта с проведением химической прополки в фазе 5 листьев культуры была ниже по сравнению с внесением гербицидов в фазе 3 листа. Наибольшая урожайность в этом блоке опыта была получена также в варианте с применением гербицида Капрено, КС (0,25 л/га) + Мерио, КЭ (2,0 л/га) – 74,9 ц/га. При использовании гербицидов МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га), Капрено, КС (0,3 л/га) + Мерио, КЭ (2,0 л/га), Элюмис, МД (1,5 л/га), Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га) этот показатель составил соответственно 74,1; 73,7; 71,9 и 47,1 ц/га, что ниже варианта с использованием Капрено, КС (0,25 л/га) + Мерио, КЭ (2,0 л/га) на 0,8; 1,2; 3,0 и 27,8 ц/га, т. е. на 1,1; 1,6; 4,0 и 37,1 %.

Сопоставление урожайности кукурузы, полученной при внесении изучаемых гербицидов в фазе 3 и 5 листьев культуры, свидетельствует о том, что при более позднем сроке химической прополки данный показатель в варианте с использованием гербицида Элюмис, МД (1,5 л/га) снижался на 2,5 ц/га (3,4 %), МайсТер Пауэр, МД (1,3 и 1,5 л/га) – на 3,7 ц/га (4,8 %), Капрено, КС (0,25 и 0,3 л/га) + Мерио, КЭ (2,0 л/га) – на 4,0–4,2 ц/га (5,1–5,3 %), Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га) – на 8,9 ц/га (15,9 %).

Выводы

В сложившихся в период проведения исследований погодных условиях наибольшую урожайность зерна кукурузы (79,1 ц/га) обеспечило применение в фазе 3 листа культуры гербицида Капрено, КС (0,25 л/га) + Мерио, КЭ (2,0 л/га). При использовании в этой фазе других изучаемых гербицидов указанный выше показатель снижался на 1,3–18,4 ц/га (1,6–29,2 %).

При внесении в фазе 5 листьев кукурузы гербицидов Элюмис, МД (1,5 л/га), МайсТер Пауэр, МД (1,5 л/га), Капрено, КС (0,25 и 0,3 л/га) + Мерио, КЭ (2,0 л/га), Кельвин Плюс, ВДГ (0,35 кг/га) + ПАВ ДАШ, Ж (1,0 л/га) урожайность зерна снижалась, по сравнению с использованием их в фазе 3 листа, соответственно на 2,5 ц/га (3,4 %), 3,7 ц/га (4,8 %), 4,0–4,2 ц/га (5,1–5,3 %), 8,9 ц/га (15,9 %).

Литература

1. Запрудский, А. А. Методы учета и пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник // РУП «Институт защиты растений»; под ред. А. А. Запрудского, Е. А. Якимович. – Минск: Коллоград, 2022. – 59 с.
2. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н. Ф. Надточев [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / НАН Беларуси, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2017. – С. 453–492.
3. Сташкевич, Н. С. Контроль засоренности посевов кукурузы гербицидом Рейсер, КЭ / Н. С. Сташкевич, А. В. Сташкевич // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. статей по материалам XXIV Междунар. науч.-практ. конф., к 70-летию образов. университета, Гродно, 23 марта, 14 мая 2021 г. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 221–223.
4. Тубол, М. И. Особенности применения гербицидов в севообороте: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / М. И. Тубол; Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт кормов имени В. Р. Вильямса. – М., 1974. – 22 с.

ЗАСЕДАНИЕ КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА ПО ГЕНРЕСУРСАМ

5 мая 2023 г. состоялось отчетное заседание координационного совета по генетическим ресурсам растений Республики Беларусь по выполнению заданий по государственной программе **«Генофонд ресурсов растений»**.

По традиции заседания координационного совета проводятся в выездном формате, и в этот раз организаторы мероприятия – РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» – пригласили ученых в город-музей Несвиж. Заседание проходило в овальном зале **Несвижского замка** – резиденции князей Радзивиллов, в одном из древнейших дворцово-парковых комплексов Европы.

Возглавил совещание председатель координационного совета по генетическим ресурсам растений Республики Беларусь, директор Центрального ботанического сада НАН Беларуси, академик Фёдор Иванович Привалов. В мероприятии приняли участие: заместитель Председателя Президиума НАН Беларуси, академик Александр Владимирович Кильчевский; заместитель академика-секретаря Отделения аграрных наук НАН Беларуси Касьянчик Светлана Ананьевна; заместитель начальника отдела Главного управления научной, научно-технической и инновационно-производственной деятельности аппарата НАН Беларуси Лукьянова Мария Сергеевна; академик-секретарь Отделения биологических наук НАН Беларуси, член-корреспондент Баранов Олег Юрьевич; начальник Главного планового финансового управления НАН Беларуси Степанова Надежда Ивановна и сотрудники учреждений – исполнителей государственной программы «Генофонд ресурсов растений».

Началось заседание с вручения наград. Федор Иванович Привалов вручил Ковалевичу Александру Ивановичу, директору ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», медаль РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» за внесение большого вклада в сохранение лесных культур и развитие лесной отрасли в целом.

Кильчевский Александр Владимирович наградил Гнилозуба Владимира Павловича, директора РДУП «Опытная научная станция по сахарной свёкле», дипломом участника выставки научно-технических достижений «Беларусь интеллектуальная» за активное участие в выставке.



В ходе заседания участники координационного совета заслушали доклады о работе исполнителей заданий государственной программы «Генофонд ресурсов растений» за I квартал 2023 г., обсудили итоги проделанной работы.

Национальная коллекция генетических ресурсов растений Республики Беларусь одиннадцати научно-исследовательских учреждений Национальной академии наук Беларуси и одного вуза насчитывает более 92,5 тыс. образцов 1680 культурных видов и их родичей.

Генетические ресурсы растительного происхождения, сохраняемые и поддерживаемые на базе **Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию**, насчитывают более 50,4 тыс. коллекционных образцов, 97 % предназначены для сельского хозяйства и производства продовольствия, из них: коллекция *ex situ* – 48 тыс. образцов и 2422 образца – рабочие коллекции зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных, кормовых растений.

Удельный вес сортов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в посевах сельскохозяйственных культур Республики Беларусь составил около 80 %.

Рабочая коллекция **Института льна** включает 630 образцов льна-долгунца и 306 образцов льна масличного различного эколого-географического происхождения.

Полеским институтом растениеводства за период 2011–2023 гг. в Генбанк Республики Беларусь на долгосрочное хранение передано 649 ценных коллекционных образцов, в Государственную комиссию по сортоиспытанию передано более 40 новых сортов и гибридов, включено в Государственный реестр 25 сортов и гибридов.

Коллекция генофонда **Опытной научной станции по сахарной свёкле** составляет 450 образцов. В 2023 г. 1 гибрид внесен в реестр РБ, 1 гибрид – в реестр РФ по средневолжскому региону; 1 гибрид допущен к использованию в РБ с 2023 г., 2 гибрида проходят государственное сортоиспытание.

Республиканский генетический банк картофеля **НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству** составляет 2813 образцов. В Государственном реестре сортов РБ по состоянию на 2023 г. зарегистрировано 52 сорта белорусской селекции. В реестр Российской Федерации внесено 23 сорта.

Коллекция белорусских сортов картофеля *in vitro* является основой семеноводства картофеля в республике, используется для сортообновления. В результате урожайность картофеля в РБ повысилась с 134 ц/га (2001 г.) до 253 ц/га (2021 г.).

Коллекция **РУП «Институт плодоводства»** насчитывает 5616 образцов (38 культур, 110 видов). С использованием коллекции за период 2000–2023 гг. создано 112 сортов, широко ведется интродукция плодовых, ягодных культур и винограда.

Коллекция относится к числу крупнейших в Европе среди имеющихся в научных организациях, включает в себя самый северный в Европе фонд ореха грецкого и винограда, по составу культур она не имеет аналогов.

Коллекция овощных культур **РУП «Институт овощеводства»** насчитывает 3810 образцов по 39 видам овощных культур. С использованием генофонда за 2000–2023 гг. создано 146 сортов и гибридов по 39 овощным культурам.

К настоящему времени генетический фонд **Института генетики и цитологии НАН Беларуси** составляет 3027 коллекционных образцов. В Национальный банк генетических ресурсов растений передано 264 образца.

Создана организационно-методическая система изучения генетического разнообразия растений.



Коллекционный фонд **Центрального ботанического сада НАН Беларуси** насчитывает 15512 образцов. Коллекции живых растений размещены на площади 92 га открытого грунта в г. Минске. Коллекции субтропических и тропических растений содержатся в фондовых и научно-производственных оранжереях на площади 1,8 тыс. м². Коллекции растений в культуре *in vitro* хранятся в специально оборудованных помещениях площадью 46 м².

В ЦБС проводится генетический мониторинг ресурсов и сохранение редких и исчезающих видов растений с использованием ДНК-маркирования, *in vitro* и *ex situ* сохранение.

Коллекция диких родичей и природных популяций генетических ресурсов растений **Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси** включает около 1200 видов хозяйственно полезных растений (более 60 % ее общего состава). Среди исследуемых видов 32 (48,5 %) на территории Беларуси встречаются изредка, редко и очень редко, причем 14 из них включены в Красную книгу РБ.

Сохранено 52 редких, нуждающихся в охране диких вида растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Генетический банк **ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»** создан для осуществления деятельности в области сохранения генетического фонда лесных древесных и кустарниковых видов Беларуси методом *ex situ* консервации, переработки лесосеменного сырья, хранения, проведения испытаний и исследований образцов семян, пыльцы, вегетативных органов.

С использованием генетического фонда лесных культур восстановлено 40 тыс. гектар леса.

Коллекция **УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»** насчитывает 5937 образцов. Ведется деятельность по сохранению, изучению и пополнению коллекций. Образовательный процесс проводится по 42 коллекциям, экологические проекты затрагивают около 3000 форм. Селекционерами академии создано 154 сорта 49 видов культур.

В рамках выполнения подпрограммы **«Изучение, идентификация и рациональное использование коллекций генетических ресурсов растений»** за период с 2000 по 2023 г. создано 1150 сортов культурных растений; паспортная база данных информационной системы генетических ресурсов растений объединяет информацию по 33747 коллекционным образцам генофонда растений страны; введены 350 коллекционных образцов в основной каталог.

В ходе заседания состоялось также обсуждение проекта Закона Республики Беларусь «Об обращении с генетическими ресурсами». Главный научный сотрудник РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», академик Станислав Иванович Гриб представил присутствующим информацию о проекте Федерального закона РФ «О биоресурсных центрах и биологических коллекциях». Участники заседания координационного совета выработали свои предложения для внесения в проект закона.

Завершилось мероприятие экскурсией по Несвижскому замку и окружающим его паркам.



Гродненский государственный аграрный университет приумножился еще одним «Почетным доктором»

Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет» приумножилось еще одним «Почетным доктором». 24 марта 2023 года на совете университета звание «Почетный доктор» было присвоено академику Российской академии наук, доктору химических наук, генеральному директору АО «Щелково агрохим» Каракотову Салису Добаевичу. Заседание совета проходило в расширенном составе, где присутствовали не только члены совета, но и преподаватели, и студенты университета.

Основным направлением научной деятельности Салиса Добаевича является организация производства новых препаратов, позволяющих снизить нормы расхода, повысить эффективность и длительность защитного действия средств защиты растений. В этом направлении на протяжении многих лет Салис Добаевич плотворно сотрудничает с сотрудниками кафедры защиты растений Гродненского аграрного университета.

Во время визита достигнута принципиальная договоренность о чтении курса лекций академиком С. Д. Каракотовым для студентов нашего университета по вопросам технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Следует отметить, что С. Д. Каракотов не только передает знания студентам, но и оказывает посильную помощь в укреплении материально технической базы университета.

Профессорско-преподавательский состав, студенты университета поздравляют Салиса Добаевича с присвоением ему звания «Почетный доктор» университета и выражают надежду продолжить взаимовыгодное сотрудничество.

Коженевский О. Ч., декан агрономического факультета,
Свиридов А. В., профессор кафедры защиты растений



Эффективность применения регуляторов роста на основе тринексапак-этила на озимой пшенице

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

(Дата поступления статьи в редакцию 15.04.2023)

В статье изложены результаты многолетних исследований по изучению эффективности регуляторов роста растений на основе тринексапак-этила на озимой пшенице. Построены корреляционные связи количества стеблей в фазе BBCH 31–32, а также плотности продуктивного стеблестоя с устойчивостью к полеганию озимой пшеницы, между нормой внесения регулятора роста Моддус, КЭ и длиной междоузлий. Показана эффективность способов применения ретардантов на основе тринексапак-этила на устойчивость к полеганию озимой пшеницы и их влияние на элементы продуктивности и урожайности культуры. Внесение тринексапак-этила в фазе BBCH 31–32 (70–105 г/га д. в.) повышает устойчивость к полеганию на 2,0–4,5 балла и сохраняет в среднем 6,8 ц/га зерна. Двукратное применение регуляторов роста в фазах BBCH 31–32→39–49 по 35–50 г/га д. в. повышает устойчивость к полеганию на 2,0–6,0 баллов и в годы с достаточной влагообеспеченностью сохраняет в среднем 6,2 ц/га зерна, при недостатке осадков отмечено снижение урожайности озимой пшеницы.

Введение

Наряду с достижениями в селекции и соблюдением технологии возделывания озимых культур (подбор сортов, сроков сева, сбалансированное минеральное питание, дробное внесение азотных удобрений, защита растений от болезней), основным технологическим приемом, повышающим устойчивость посевов к полеганию, является обработка их ретардантами [3]. Современные технологии позволяют изменять устойчивость посева, влияя на высоту растений, длину и толщину стебля, размеры междоузлий, диаметр и количество проводящих пучков, содержание лигнина и целлюлозы в стебле, которых в соломе может содержаться от 12 до 20 %, плотность продуктивного стеблестоя и т. д. [2, 4–9].

Цель исследований заключалась в установлении корреляционных связей между устойчивостью посевов озимой пшеницы к полеганию с плотностью стеблестоя и гидротермическими показателями в период «весеннее кущение – выход в трубку», а также эффективности применения регуляторов роста на основе тринексапак-этила.

Материалы и методы исследований

Сорта озимой пшеницы, которые были оценены на устойчивость к полеганию в разные годы (1998–2020 гг.), относятся к интенсивному генотипу: Сюита, Спектр, Узлет, Ода, Капылянка, Завет, Авангардная, Августина, а также короткостебельные Амелия и Нутка с высокой зимостойкостью и устойчивостью к полеганию.

Эффективность применения регуляторов роста (Моддус, КЭ, Костандо, КЭ, Перфект, КЭ, Кальма, КЭ) с действующим веществом тринексапак-этил изучали

The article presents the results of many years of research on the effectiveness of plant growth regulators based on trinexapac-ethyl on winter wheat. Correlations have been constructed between the number of stems in the BBCH 31–32 phase and the density of the productive stem with resistance to lodging of winter wheat, between the rate of germination of the growth regulator Moddus, CE and the length of the internodes. The effectiveness of the methods of using retardants based on trinexapac-ethyl on the resistance to lodging of winter wheat and their effect on the elements of productivity and crop yield is shown. The introduction of trinexapac-ethyl into the phase of BBCH 31–32 (70–105 g/ha d. v.) increases the resistance to lodging by 2,0–4,5 points and retains an average of 6,8 c/ha of grain. The double use of growth regulators in the phases of BBCH 31–32→39–49 by 35–50 g/ha increases the resistance to lodging by 2,0–6,0 points and retains an average of 6,2 c/ha of grain.

в полевых условиях в разные годы (2007–2018 гг.) на сортах Сюита (2007–2011 гг.), Завет (2007 г.), Ода, Нутка (2014 г.), Августина (2017–2018 гг.).

Полевые опыты закладывали ежегодно на новом поле севооборота, согласно методике проведения полевых исследований [1]. Площадь делянки – 25–60 м², норма высева – 4,0–4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Удобрения вносили из расчета N_{120–160}P_{40–60}K_{80–120}. Защиту от сорняков, болезней и вредителей проводили в соответствии с отраслевым регламентом возделывания культуры.

Устойчивость посевов к полеганию оценивали в баллах, где 9 – отсутствие полегания на делянке, 0 – полное полегание.

Уборку в опытах проводили методом прямого комбайнирования и учета урожайности поделочно с последующим пересчетом ее на 100 % чистоту и стандартную влажность (14 %).

Статистическая обработка данных проведена методами дисперсионного и регрессионного анализов по Б. А. Доспехову с помощью пакета программ, входящего в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы AB-STAT.

Результаты исследований

Устойчивость озимой пшеницы к полеганию отличалась по годам исследований и зависела от почвенно-климатических, погодных условий и технологии возделывания.

По результатам исследований, проведенных в 1998–2021 гг., можно сказать, что наименьшие риски к полеганию имеет озимая пшеница сортов Амелия, Узлет, Нутка – в среднем устойчивость к полеганию оценивалась на 8,5; 7,0 и 8,0 баллов соответственно. Затем можно

выделить сорта: Ода – 6,0 баллов, Сюита – 5,5, Спектр – 4,5, Капылянка – 3,0 балла.

В работе проведен корреляционный анализ связи количества осадков, температуры воздуха по месяцам с марта по июнь и степени полегания посевов за 1998–2017 гг. Предполагалось, что должна существовать тесная корреляционная связь плотности стеблестоя с осадками и температурой воздуха в период весеннего кущения культуры и отрицательная зависимость с устойчивостью к полеганию.

Однако установлено:

- корреляционная связь количества стеблей в начале выхода в трубку, а также плотности продуктивного стеблестоя озимой пшеницы с устойчивостью к полеганию слабая ($r = -0,196$ и $r = -0,195$);
- число побегов кущения на единице площади тесно связано только с температурой воздуха в марте ($r = 0,793$), однако плотность продуктивного стеблестоя с температурой в марте связана слабо ($r = 0,222$);
- корреляционные связи продуктивного стеблестоя и устойчивости к полеганию с осадками в марте – июне отсутствовали, либо были невысокими, однако взаимосвязь между устойчивостью к полеганию и суммой осадков за весь период кущения – колосшение составила $r = -0,4292$.

Спрогнозировать степень полегания озимой пшеницы с высокой долей вероятности на основе гидро-термических коэффициентов и плотности стеблестоя в марте – мае не представляется возможным. Однако можно однозначно сказать, что в производстве отсутствуют сорта, которые не реагируют на погодные условия вегетационного периода и абсолютно устойчивы к полеганию, поэтому применение ретардантов может быть эффективным на любом сорте.

Так как нижняя часть соломины в большей степени подвержена механическому повреждению (излому), а последнее подколосное междоузлие самое длинное и «отвечает» за парусность посева, то изучение способов

внесения регуляторов роста на озимой пшенице основывалось на следующей теории: надо внести регулятор роста в период интенсивного отрастания 1-го и 2-го междоузлий (рисунок 1), чтобы снизить длину и укрепить нижнюю часть, или необходимо снизить и самое длинное подколосное междоузлие, чтобы максимально уменьшить высоту посева.

В опытах установлено, что применение регуляторов роста на основе тринексапак-этил активно тормозит рост вытягивающихся после обработки междоузлий. Корреляционная связь между нормой внесения Моддус, КЭ (тринексапак-этил, 250 г/л) – 0,2; 0,4 и 0,5 л/га и снижением длины первого междоузлия очень тесная ($r = 0,9072$) и описывается уравнением прямолинейной связи при высоком уровне детерминации ($R^2 = 0,8231$). Влияние на рост второго междоузлия ослабевает, но связь с нормой расхода остается сильной ($r = 0,7457$) (рисунок 2).

Ранее установлено, что основной рост первых двух междоузлий длится порядка 15–23 дней. Можно констатировать, что препараты на основе тринексапак-этила, внесенные в период роста первого междоузлия, сохраняют свою активность порядка двадцати дней в зависимости от нормы внесения, погодных условий, интенсивности сорта и технологии возделывания.

Применение регулятора роста Моддус, КЭ в благоприятных условиях возделывания озимой пшеницы сортов Завая, Капылянка и Сюита в норме расхода 0,4 л/га в фазе ВВСН 31–32 снижало длину первых двух междоузлий в среднем по сортам на 28,7 и 26,9 %, высота растений снизилась с 119 см до 109 см (на 8,4 %) (рисунок 3). Увеличение нормы внесения препарата Моддус до 0,5 л/га оказало более значительное влияние на рост соломины. Длина первых двух междоузлий снизилась на 41,0 и 35,9 %, далее сохранилась тенденция формирования более коротких междоузлий: высота растений пшеницы снизилась на 13,5 %.

Наибольшее влияние на рост соломины оказала двукратная обработка посевов препаратом по 0,2 л/га в начале роста первого и последнего подколосного



Рисунок 1 – Междоузлия озимой пшеницы

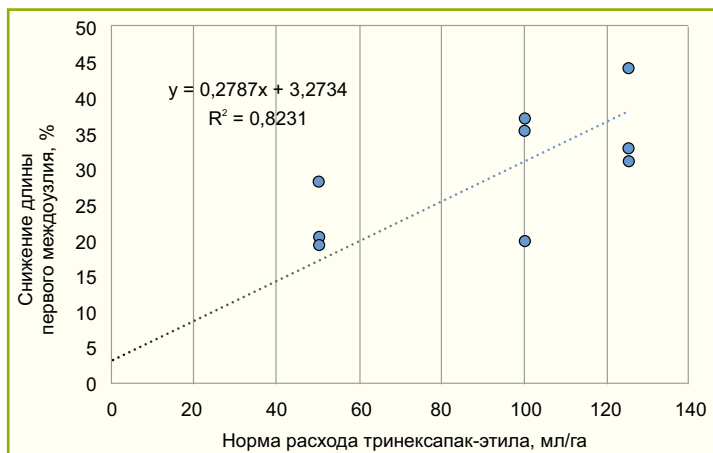


Рисунок 2 – Связь нормы внесения регулятора роста со снижением длины междоузлий

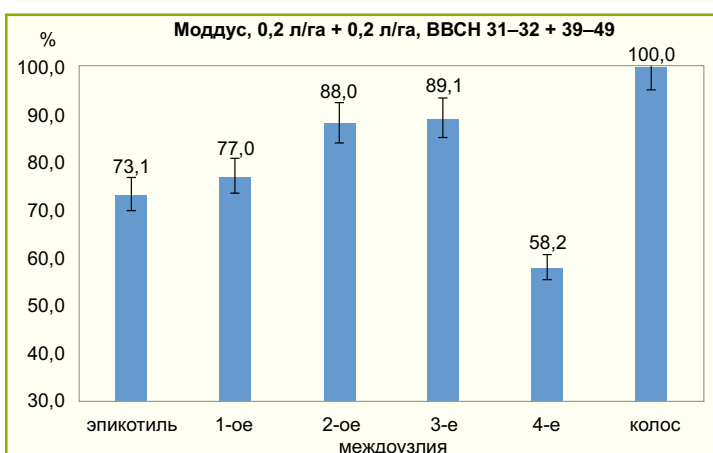
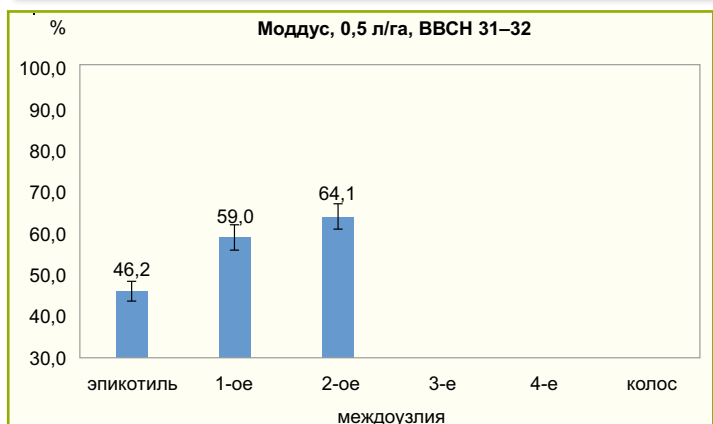
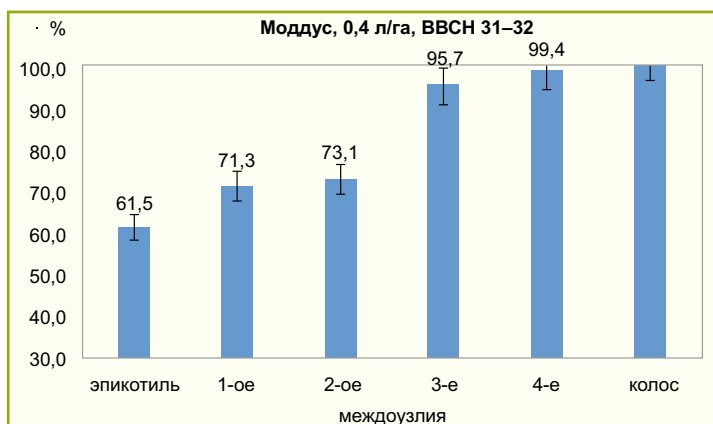


Рисунок 3 – Относительная длина междоузлий в сравнении с контролем (среднее по трем сортам)

междоузлия: высота растений снизилась в среднем по сортам на 25,1 % (30 см). Однако, в этом случае достоверно меньшая плотность продуктивного стеблестоя на двух сортах (Завая и Сюита) снизила урожайность пшеницы на 5,3 и 7,0 % соответственно.

Изучая эффективность различных регуляторов роста на основе тринексапак-этила, рассматривали однократное внесение препаратов в фазе ВВСН 31–32 в норме расхода 70–105 г/га д. в. и двукратное внесение половинных норм (35–50 г/га д. в.) в фазах ВВСН 31–32→ВВСН 39–49.

Полегание посевов в благоприятные или близкие к благоприятным для озимой пшеницы годы исследований отмечалось в основном в фазе налива зерна после сильных ветров и шквалистых дождей. В среднем устойчивость к полеганию составила 4,5 балла (от 2,5 до 7 баллов), даже в годы с недостатком осадков в период выхода в трубку пшеница имела очаговое полегание после сильных дождей в июле 2017 г. (таблица 1).

Применение ретардантов на основе тринексапак-этила в начале выхода культуры в трубку снизило высоту растений на 7,3–19,0 %, устойчивость к полеганию повысилась на 2,0–4,5 балла. Дробное внесение препаратов снизило высоту посевов пшеницы на 19,8–31,1 %, повысив устойчивость относительно контроля на 2–6 баллов. В среднем за годы исследований, когда наблюдалось полегание озимой пшеницы, посевы различных сортов, обработанные регуляторами роста на основе тринексапак-этила, имели устойчивость к полеганию на уровне 7,5–8,5 баллов.

Плотность стеблестоя в период весеннего кушения зависела от сроков сева и уровня перезимовки озимой пшеницы. В среднем, весной пшеница формировала 1096 (от 765 до 1410 шт.) стеблей на метре квадратном, и коэффициент корреляции между этим показателем и урожайностью составил $r = 0,7769$. Корреляционная связь между количеством стеблей в начале фазы «выход в трубку» и урожайностью зерна пшеницы описывается линейным уравнением при высоком коэффициенте детерминации ($R = 0,6035$) (рисунок 4).

Связь количества побегов весной с плотностью продуктивного стеблестоя более слабая ($r = 0,6632$). На сохранение числа колосоносных побегов значительное влияние оказали также погодные условия в период выхода пшеницы в трубку. Установлено: чем выше температура воздуха в мае – июне, тем интенсивнее происходит сброс стеблей кушения у озимой пшеницы ($r = -0,5372$ и $r = -0,5793$). К уборке сохраняется от 27,3 до 52,4 % продуктивных стеблей. Тем не менее показатель «число колосьев на единице площади» занимает лидирующее место в триаде урожайности озимой пшеницы ($r = 0,75577$).

В среднем за годы исследований плотность продуктивного стеблестоя в контроле составила 467 шт./м². Отклонение от средней по годам исследований составило от –22 % до +29 %. Однократное внесение ретардантов на основе тринексапак-этила (70–105 г/га) не оказывает значимого влияния на густоту посева, однако в годы с недостатком осадков к уборке на 1 м² формируется на

16–21 колос меньше, чем в контроле. Причем при двукратном внесении препаратов в половинных нормах расхода меньшая плотность продуктивного стеблестоя формируется в 50 % случаев.

Снижение уровня полегания пшеницы после обработки ретардантами улучшает условия для налива зерна. В результате масса 1000 зёрен во всех вариантах их применения возрастала в среднем на 2,9–3,0 грамма и зависела от степени и срока полегания посевов (таблица 2). В результате сохраненная урожайность в среднем за годы исследований была выше на 4,7–5,0 ц/га.

Сравнивая однократное и двукратное использование препаратов за 2007–2014 гг., большая сохраненная урожайность получена в случае обработки посевов в стадии ВВСН 31–32 – 6,8 ц/га, причем во все годы урожайность была достоверно выше контроля. Двукратное применение регуляторов роста половинными нормами сохранило в среднем 6,2 ц/га, при этом достоверно большая урожайность относительно контроля была получена только три года из семи, а при недостатке осадков в 2011 г. урожайность зерна была ниже контрольного варианта на 4,0 ц/га (таблица 2).

При недостатке почвенной и воздушной влаги (2011 г.) урожайность зерна снизилась на 4,0 ц/га,

т. к. ретардант, внесенный по флаговому листу, ускорил переход пшеницы в фазу созревания зерна, и масса 1000 зёрен достоверно снизилась.

Двукратное применение препаратов на основе тринексапак-этила половинными нормами внесения позволило сохранить в среднем за 2007–2014 гг. 3,5 ц/га, при этом достоверно большая урожайность относительно контроля была получена три года из семи.

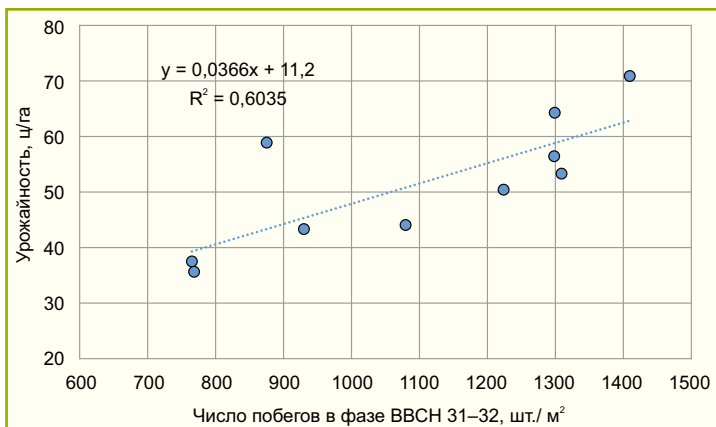


Рисунок 4 – Корреляционная связь урожайности зерна озимой пшеницы с количеством побегов в фазе ВВСН 31–32

Таблица 1 – Влияние ретардантов на основе тринексапак-этила на устойчивость озимой пшеницы к полеганию

Норма расхода, фаза внесения тринексапак-этила	Устойчивость к полеганию, балл													
	благоприятные годы									годы с недостатком осадков				
	2007	2007	2008	2009	2010	2014	2014	среднее	±	2011	2017	2018	среднее	±
Контроль	5,0	4,0	2,5	5,5	4,0	7,0	4,5	4,5		9,0	7,0	9,0	8,5	
70–105 г/га, ВВСН 31–32	8,0	6,0	7,0	9,0	6,5	9,0		7,6	3,0	9,0	9,0	9,0	9,0	1,5
35–50 г/га, ВВСН 31–32 → ВВСН 39–49	9,0	8,0	8,5	9,0	8,0	9,0	8,0	8,5	4,0	9,0			9,0	3,0

Таблица 2 – Влияние ретардантов на основе тринексапак-этила на массу 1000 зёрен и урожайность озимой пшеницы

Норма расхода, фаза внесения тринексапак-этила	Благоприятные годы									Годы с недостатком осадков				
	2007	2007	2008	2009	2010	2014	2014	среднее	±	2011	2017	2018	среднее	±
Масса 1000 зёрен, г														
Контроль	37,1	36,9	38,1	47,8	35,2	38,4	41,5	39,3		30,1	28,1	35,1	31,1	
70–105 г/га, ВВСН 31–32	41,2*	38,4	42,6*	50,2*	40,1*	39,1		41,9	3,0	30,0	30,7*	35,0	31,9	0,8
35–50 г/га, ВВСН 31–32 → ВВСН 39–49	41,6*	38,1	43,1*	49,6*	39,6*	40,1	43,4	42,2	2,9	28,1*			28,1	–2,0
НСР ₀₅	2,1	3,0	3,3	2,8	2,7	2,0	4,0			1,6	2,1	F _ф <F _к		
Урожайность, ц/га														
Контроль	53,1	50,2	56,3	43,2	37,3	70,7	64,1	53,6		58,6	43,9	35,5	46,0	
70–105 г/га, ВВСН 31–32	57,8*	55,9*	65,4*	53,3*	43,3*	76,1*		58,6	6,8	56,2	44,4	38,3	46,3	0,3
35–50 г/га, ВВСН 31–32 → ВВСН 39–49	56,9	52,6	67,1*	50,8*	43,8*	75,1	72,5	59,8	6,2	54,6			54,6	–4,0
НСР ₀₅	4,0	3,7	4,4	3,7	4,1	4,6	4,0			1,6	2,1	F _ф <F _к		

Примечание – *Достоверное отклонение к контролю.

Выводы

Корреляционные связи между числом стеблей в начале выхода в трубку, а также плотностью продуктивного стеблестоя, и устойчивостью к полеганию озимой пшеницы слабые – $r = -0,196$ и $r = -0,195$ соответственно.

Корреляционные связи продуктивного стеблестоя и устойчивости к полеганию с осадками в марте–июне – слабые.

Длина первого и второго междоузлий тесно коррелирует ($r = 0,9072$ и $r = 0,7457$) с нормой внесения регулятора роста Моддус, КЭ.

Обработка посевов озимой пшеницы в фазе BBCH 31–32 ретардантами на основе тринексапак-этила в норме расхода 70–105 г/га д. в. и двукратное применение их (BBCH 31–32 → 39–49) по 35–50 г/га д. в. повышает устойчивость к полеганию на 2,0–4,5 балла и 2,0–6,0 баллов при снижении высоты растений на 7,3–19,0 % и 19,8–31,1 % соответственно.

Плотность продуктивного стеблестоя занимает лидирующее место в триаде урожайности озимой пшеницы ($r = 0,75577$). Внесение регуляторов роста не оказывает значимого влияния на густоту посева, а в годы с недостатком осадков наблюдается тенденция к снижению данного показателя.

Внесение ретардантов на основе тринексапак-этила, в случае полегания посевов, повышает массу 1000 зёрен на 2,9–3,0 г.

Однократное внесение ретардантов во все годы исследований, при полегании пшеницы, обеспечивало достоверно большую урожайность в среднем на 6,8 ц/га.

Двукратное внесение препаратов половинными нормами при благоприятных погодных условиях позволяет сохранить в среднем 6,2 ц/га зерна, но при недостатке осадков урожайность зерна в этом случае достоверно ниже контроля за счет меньшей массы 1000 зерен.

Литература

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
2. Ионова, Е. В. Устойчивость к полеганию растений озимой твердой пшеницы / Е. В. Ионова // Аграр. вестник Урала. – 2009. – № 8 (62). – С. 56–57.
3. Привалов, Ф. И. Эффективность применения ретардантов на озимой пшенице / Ф. И. Привалов, И. Г. Бруй, Л. И. Белявская // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – № 4. – С. 53–56.
4. Тищенко, В. Н. Особенность формирования признака «толщина соломины второго междоузлия» и его значение в технологии селекционного процесса озимой пшеницы / В. Н. Тищенко, О. Н. Динец // Вестник Курганской ГСХА. – 2001. – № 4. – С. 22–28.
5. Berry, P. M. Understanding the genetic control of lodging associated plant characters in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) [Electronic resource] / P. M. Berry, S. T. Berry. – Euphytica. – 2015. – Vol. 205, iss. 3. – Режим доступа: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10681-015-1387-2> – Дата доступа: 10.01.2023.
6. Kelbert, A. J. The association of culm anatomy with lodging susceptibility in modern spring wheat genotypes [Electronic resource] / A. J. Kelbert, D. Spaner, K. G. Briggs. – Euphytica. – 2004. – Vol. 136, iss. 2. – Режим доступа: <https://link.springer.com/article/10.1023/b:euph.0000030670.36730.a4> – Дата доступа: 10.01.2023.
7. Pinthus, M. J. Spread of the root system as indicator for evaluating lodging resistance of wheat [Electronic resource] / M. J. Pinthus. – Режим доступа: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12298-018-0629-x> – Дата доступа: 10.01.2023.
8. Improving lodging resistance: using wheat and rice as classical examples [Electronic resource] / L. Shah [et al.]. – Int. J. of Molecular Sciences. – 2019. – Vol. 20, iss. 17. – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31466256/> – Дата доступа: 10.01.2023.
9. Lodging resistance and yield potential of winter wheat: effect of planting density and genotype [Electronic resource] / Y. Xiao [et al.]. – Agricultural Science and Engineering. – 2015. – Vol. 2, iss. 2. – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/283754500_Lodging_resistance_and_yield_potential_of_winter_wheat_Effect_of_planting_density_and_genotype – Дата доступа: 10.01.2023.

УДК 633.16«324»:631.811.98:631.547.04

Регуляция роста озимой пшеницы препаратом Мессидор, КС и повышение устойчивости культуры к полеганию

И. Г. Бруй, кандидат с.-х. наук, Ж. Е. Сенько, научный сотрудник
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 08.05.2023)

В статье изложены результаты исследований по изучению эффективности морфорегуляции озимой пшеницы препаратом Мессидор, КС (мепикватхлорид + прогексадион-кальция). Показано его влияние на рост растений, устойчивость к полеганию, формирование элементов продуктивности и урожайности культуры. Внесение регулятора роста Мессидор, КС в фазе BBCH 31–32 повышает устойчивость к полеганию до 7,5–9,0 баллов и сохраняет в среднем 13,0–14,9 % урожайности зерна, в фазе BBCH 39–49 – устойчивость до 6,5–9,0 баллов и 3,7–3,9 % урожайности, дробное применение – до 8,5–9,0 баллов и 5,5–14,0 % урожайности.

The paper presents the results of the studies on the efficiency of morpho regulation of winter wheat with the preparation Messidor, CS (mepiquatchloride + prohexadione-calcium). Its effect on plant growth, resistance to lodging, formation of productivity elements and crop yield is shown. The application of the growth regulator Messidor, CS at the BBCH 31–32 stage increases the resistance to lodging up to 7,5–9,0 points and saves on average 13,0–14,9 % of grain yield. When it is applied at the BBCH 39–49 stage the resistance to lodging increases up to 6,5–9,0 points and yield – by 3,7–3,9 %. With fractional application of the preparation the resistance to lodging rises up to 8,5–9,0 points and yield – by 5,5–14,0 %.

Введение

При планировании и формировании высокой урожайности озимой пшеницы необходимо обратить внимание на новый инновационный препарат Мессидор, КС (мепикватхлорид + прогексадион-кальция) – регулятор биосинтеза и метаболического превращения активных форм гиббереллинов. Установлено, что при обработке растений Мессидором, наряду с ингибированием гиббереллинов, в тканях растений снижается образование этилена, что способствует задержке старения листьев [3]. Это свойство препарата позволяет применять его в конце фазы выхода в трубку, не боясь раннего старения растений и снижения продолжительности периода налива зерна. Благодаря широкому температурному режиму действия препарата и длительному эффекту замедления роста растений, обработку озимых зерновых культур можно начинать с фазы начала трубкования, обеспечив снижение высоты растений за счет уменьшения всех растущих после обработки междоузлий, повышая устойчивость к полеганию.

Цель исследований заключалась в изучении влияния регулятора роста Мессидор, КС, внесенного в разных нормах расхода и в разных фазах развития культуры, на формирование ценоза, устойчивость к полеганию и урожайность озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований

Изучение влияния препарата Мессидор, КС на показатели структуры урожая, урожайность и устойчивость к полеганию пшеницы озимой проводили в 2010 г. на сортах Сюита и Ода, в 2011–2012 гг. и 2019 г. – на сорте Сюита, в 2020 и 2022 г. – на сорте Амелия, возделываемых на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве Смолевичского района Минской области.

Опыты закладывали согласно методике проведения полевых исследований (Доспехов Б. А.) ежегодно на новом поле севооборота на фоне минерального питания $N_{120-160}P_{40-60}K_{80-120}$, на сорте Амелия – $N_{120-140}P_{40-80}K_{120}$. Защиту от сорняков, болезней и вредителей проводили в соответствии с отраслевым регламентом возделывания культуры. Площадь опытной делянки – 25–60 м², норма высева – 4,0–4,5 млн всхожих зерен на 1 га.

Устойчивость посевов к полеганию оценивалась в баллах, где 9,0 – отсутствие полегания, 0 – полное полегание.

Статистическую обработку данных осуществляли методами дисперсионного и регрессионного анализов по Б. А. Доспехову с помощью пакета программ, входящего в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы AB-STAT.

Результаты исследований

Для оценки регуляторных свойств препарата важно установить сроки наступления и продолжительность действия ретардантного эффекта. С этой целью были проведены изме-

рения длины главного стебля на 3-й, 6-й, 8-й, 14-й и 21-й день после обработки.

Установлено, что обработка посевов озимой пшеницы регулятором роста Мессидор, КС (0,5 л/га) в фазе BBCH 30–31 (17.05.) тормозила рост соломины вплоть до фазы полного разворачивания флагового листа (07.06.). На третий день после обработки высота точки роста в варианте с применением Мессидора была на 20,7 % ниже, чем в контроле, на 6-й – на 23,1 %, на 21-й день – на 16,3 % (рисунок 1).

На 21-й день после обработки (BBCH 49) при длине соломины в контроле 21–25 см в варианте с применением Мессидора, КС данный показатель был достоверно меньше на 4,1 см или 16,3 %.

Внесение регулятора роста Мессидор, КС в начале фазы «выход в трубку» (BBCH 31–32) в норме расхода 1,0 л/га достоверно снижало рост всех междоузлий, в результате длина соломины озимой пшеницы сорта Сюита снизилась, в среднем за 3 года, на 12,3 см или 14,5 %. Значительное снижение высоты посева обеспечило и применение препарата в норме 0,5 л/га. При достоверном уменьшении длины первых трех междоузлий высота растений снизилась на 7,9 см или 9,5 % (таблица 1). Обработка по флаговому листу (BBCH 49) в норме расхода 0,5–1,0 л/га активно тормозила вытягивание третьего, четвертого и пятого междоузлий, в результате высота растений снизилась, в среднем, на 9,5–13,3 %.

Дробное внесение Мессидора, КС обеспечило интенсивное ростоингибирующее действие на протяжении всего периода роста озимой пшеницы. Так, при внесении препарата в начале фазы трубкования, а затем в период вытягивания последнего междоузлия в нормах расхода 1,0 и 0,5 л/га снижение длины соломины достигало 26,5 % относительно контроля, в нормах 0,75 и 0,75 л/га – 21,5 % (таблица 1).

Длина соломины озимой пшеницы различных сортов (Сюита, Ода, Амелия) в контроле зависела от условий вегетации и колебалась от 75,4 до 94,2 см. При однократном внесении препарата Мессидор, КС в фазах BBCH 31–32 и BBCH 39–49 длина соломины, в сред-

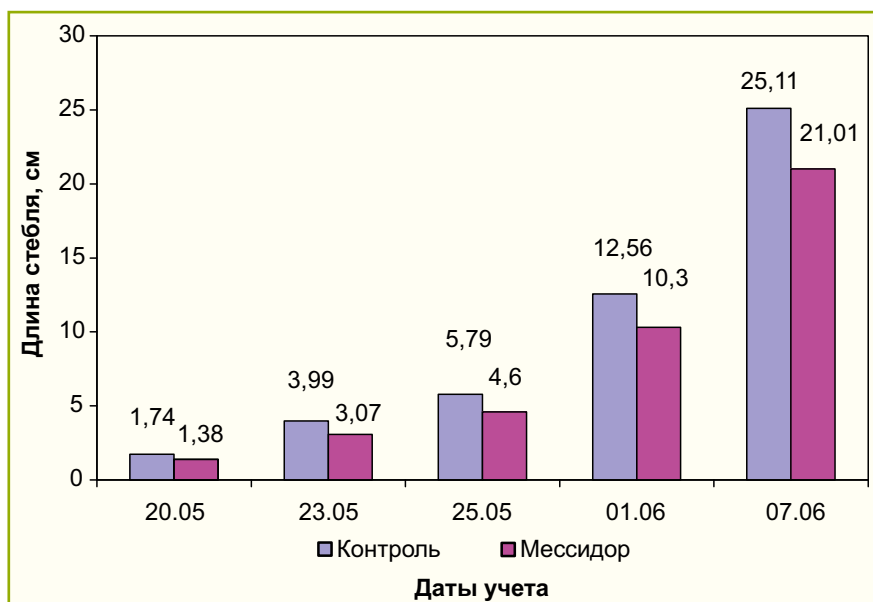


Рисунок 1 – Длина стебля озимой пшеницы сорта Амелия после применения препарата Мессидор, КС

Таблица 1 – Длина соломины и междоузлий озимой пшеницы сорта Сюита в зависимости от фазы и нормы внесения препарата Мессидор, КС (среднее, 2010–2012 гг.)

Норма расхода, фаза внесения	Длина соломины, см	Длина междоузлий, см				
		1-е	2-е	3-е	4-е	5-е
Контроль	83,4	4,0	10,8	15,7	22,4	30,5
0,5 л/га, BBCH 31–32	<u>75,5</u> 9,5	<u>3,2</u> 20,0	<u>8,0</u> 25,9	<u>13,4</u> 14,7	<u>21,5</u> 4,0	<u>29,4</u> 3,6
1,0 л/га, BBCH 31–32	<u>71,2</u> 14,6	<u>2,8</u> 30,0	<u>7,0</u> 35,2	<u>12,7</u> 19,1	<u>20,6</u> 8,0	<u>27,1</u> 11,2
0,5 л/га, BBCH 39–49	<u>75,5</u> 9,5	<u>3,9</u>	<u>10,7</u>	<u>15,7</u>	<u>18,9</u> 15,6	<u>26,3</u> 13,8
1,0 л/га, BBCH 39–49	<u>72,3</u> 13,3	<u>4,0</u>	<u>11,0</u>	<u>14,7</u> 6,4	<u>17,6</u> 21,0	<u>24,9</u> 18,1
0,75 л/га, BBCH 31–32 → 0,75 л/га, BBCH 39–49	<u>65,5</u> 21,5	<u>2,9</u> 27,5	<u>8,5</u> 21,3	<u>11,4</u> 27,4	<u>18,9</u> 15,6	<u>23,8</u> 22,0
1,0 л/га, BBCH 31–32 → 0,5 л/га, BBCH 39–49	<u>61,3</u> 26,5	<u>2,7</u> 32,5	<u>7,8</u> 27,8	<u>11,6</u> 26,1	<u>16,4</u> 26,8	<u>22,8</u> 25,3
НСР ₀₅	0,3–0,4	0,7–1,7	4,5–3,0	4,0–4,2	3,7–6,2	

Примечание – В контроле и в числителе – длина соломины и междоузлий, см; в знаменателе – снижение длины, %.

нем по сортам, была меньше на 9,5–13 % (7,8–10,9 см) и 16,0–28,6 % (13,2–24,2 см) соответственно. Более эффективно снижают высоту посева двукратные обработки с суммарной нормой расхода препарата 1,0–1,5 л/га – в среднем на 27,1–35,9 % (22,7–30,8 см) (рисунок 2).

Наряду со снижением высоты растений, связанным с замедлением растяжения образовательных клеток в длину, усиливается деление клеток в поперечном направлении, изменяя анатомическую структуру соломины. В нашем случае при обработке в фазе BBCH 31–32 происходило утолщение нижних междоузлий на 15–20 % [1], что обусловило повышение устойчивости к полеганию до 7,5–9,0 балла. При применении препарата в фазе флагового листа (BBCH 39–49) устойчивость к полеганию повышалась до 6,5–9,0 балла. Практически абсолютную устойчивость к полеганию (8,5–9,0 балла) обеспечили двукратные обработки озимой пшеницы препаратом Мессидор, КС в суммарных нормах расхода 1,0–1,5 л/га (таблица 2).

Установлено, что применение препарата Мессидор, КС повышает сохраняемость продуктивных стеблей озимой пшеницы. В четырех из шести проведенных полевых экспериментов получена достоверно большая (на 7,1–15,7 %) плотность продуктивного стеблестоя при применении ретарданта в нормах 0,5–1,0 л/га в начале фазы выхода в трубку. Очевидно, что улучшение проводящей системы, установленное в опытах [1], и увеличение корневой системы, установленное в исследованиях HGCA (рисунок 3) [2], повышают интенсивность использования элементов питания почвы и устойчивость к стрессам, тем самым позволяют сохранить большее число продуктивных стеблей (в среднем на 38–49 шт./м²).

В вариантах с двукратным внесением препарата Мессидор, КС, в среднем по сортам, плотность стеблестоя за 6 лет была выше контрольных вариантов на 41–53 шт./м². При использовании препарата в фазе BBCH 39–49 отмечена тенденция сохранения большей плотности продуктивного стеблестоя на 28–32 шт./м².

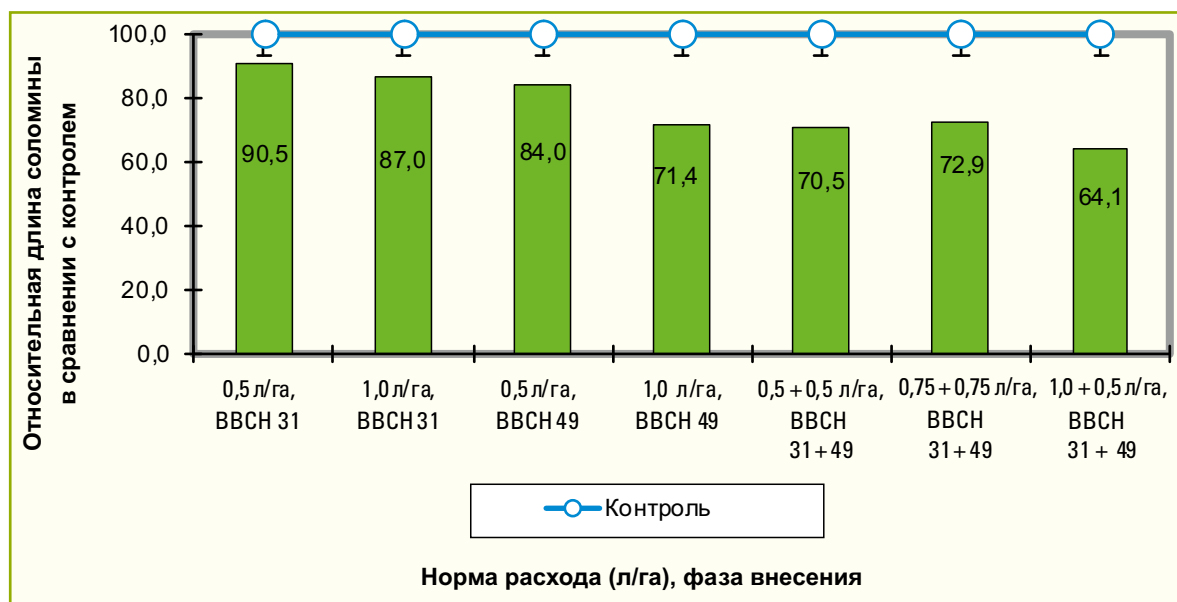

Рисунок 2 – Влияние ретарданта Мессидор, КС на длину соломины озимой пшеницы (среднее по сортам, 2010–2022 гг.)

Таблица 2 – Влияние регулятора роста Мессидор, КС на устойчивость озимой пшеницы к полеганию

Норма расхода, фаза развития пшеницы	Устойчивость к полеганию, балл											
	2010 г.	2010 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2019 г.	2020 г.	2022 г.	среднее		среднее, без 2011 г.	
	сорт											
	Сюита	Ода	Сюита	Сюита	Сюита	Сюита	Аме- лия	Аме- лия	балл	± к кон- тролю	балл	± к кон- тролю
Контроль	5,5	3,5	3,5	9,0	4,5	5,0	6,0	7,0	5,8		5,2	
0,5 л/га, BBCH 31–32			8,0	9,0	7,5	7,5	9,0		8,2	2,6	8,0	3,3
1,0 л/га, BBCH 31–32			9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	3,2	9,0	3,8
0,5 л/га, BBCH 39–49	9,0	6,5				7,5	9,0		8,0	3,0	8,0	3,0
1,0 л/га, BBCH 39–49	9,0	6,5				7,5			7,7	3,0	7,7	3,0
0,75 л/га, BBCH 31–32 → 0,75 л/га, BBCH 37–39		9,0		9,0	9,0		9,0	9,0	9,0	3,0	9,0	3,8
0,5 л/га, BBCH 31–32 → 0,5 л/га, BBCH 37–39				9,0		8,5	9,0	9,0	8,9	2,1	8,8	2,8
1,0 л/га, BBCH 31–32 → 0,5 л/га, BBCH 37–39		9,0		9,0	9,0	9,0			9,0	3,5	9,0	4,7

Масса 1000 зёрен зависела от года исследований, степени и сроков полегания пшеницы. В 2010 г. полегание пшеницы сорта Сюита было отмечено уже в начале налива зерна, а повышение устойчивости к полеганию с 3,5 до 8,0–9,0 балла способствовало формированию большей массы 1000 зёрен на 3,8–5,0 г, в зависимости от варианта. В этом же году озимая пшеница сорта Ода полегла еще в фазе налива, и повышение устойчивости к полеганию с 3,5 до 6,5–9,0 балла позволило сформировать зерно с большей массой 1000 зёрен на 2,9–5,0 г в зависимости от срока обработки и нормы внесения препарата. В 2012 и 2019 г. пшеница полегла позже, в фазе молочной спелости, и увеличение массы 1000 зёрен было не столь значимым – 0,8–3,0 г.

В целом за годы исследований на различных сортах озимой пшеницы применение регулятора роста Мессидор, КС в начале фазы «выход в трубку» повышало массу 1000 зёрен на 1,5–1,9 г, в конце фазы – на 0,7–1,1 г, при дробном применении – на 0,4–1,1 г.

Увеличение плотности продуктивного стеблестоя в вариантах с обработкой Мессидором, КС, повышение массы 1000 зёрен и снижение потерь при уборке закономерно привело к росту урожайности зерна озимой пшеницы. При использовании препарата в нормах расхода 0,5 и 1,0 л/га в начале фазы «выход в трубку» урожайность увеличилась на 8,3 и 8,1 ц/га (14,9 и 13,0 %). Достоверно сохраненный урожай по годам исследований составлял от 4,4 до

20,3 ц/га (6,1–52,6 %). Максимальная его величина была получена в 2012 г. после шквалистых и продолжительных дождей, прошедших в конце июня, которые «покрутили» пшеницу в контроле и значительно увеличили потери при уборке.

В опытах по изучению эффективности применения изучаемого регулятора роста в фазе BBCH 39–49 (0,5

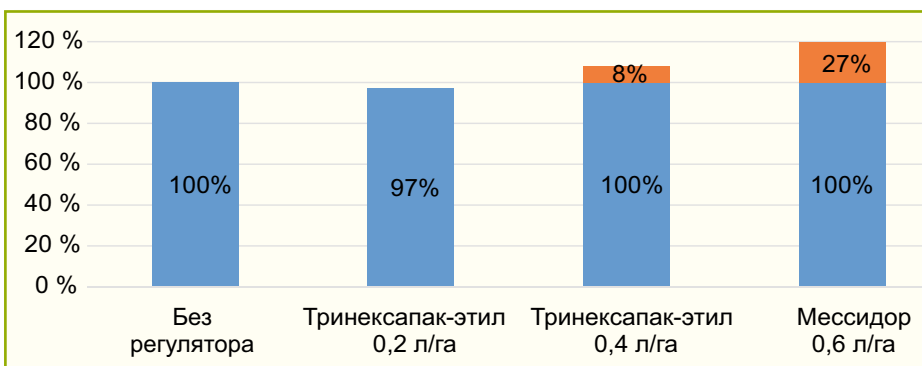


Рисунок 3 – Масса корневой системы озимой пшеницы после внесения регуляторов роста в фазе BBCH 30–31 [2]

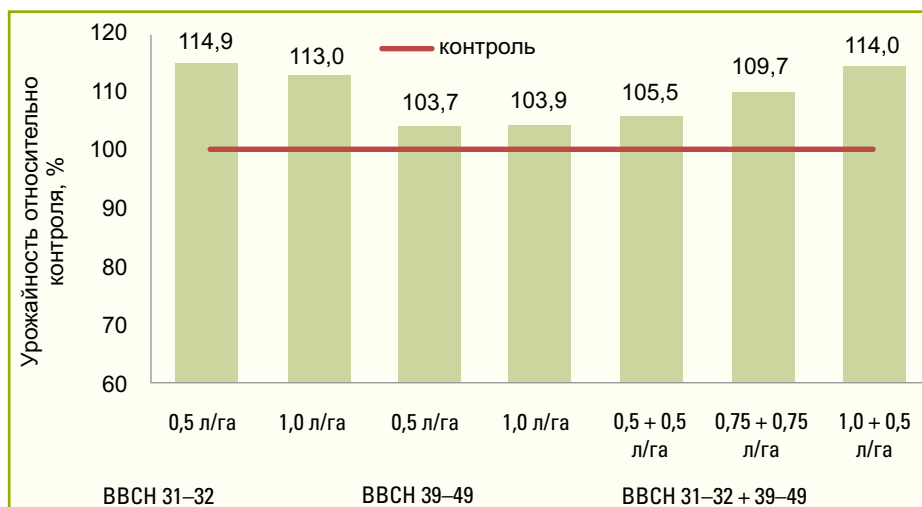


Рисунок 4 – Влияние ретарданта Мессидор, КС на урожайность озимой пшеницы (среднее по сортам, 2010–2022 гг.)

и 1,0 л/га) сохраненный урожай составил в среднем 2,2 ц/га (3,7 и 3,9 %).

При дробном внесении ретарданта Мессидор, КС в суммарной норме расхода 1,5 л/га, в среднем за годы испытаний, было получено на 4,0–7,6 ц/га или 5,5–14,0 % зерна больше, чем в контрольном варианте (рисунок 4).

Выводы

1. Регуляторное действие препарата Мессидор, КС (0,5 л/га), внесенного в фазе BBCH 30–31 проявляется уже на третий день после обработки и сохраняется вплоть до фазы полного разворачивания флагового листа (BBCH 39–49), т. е. около двадцати дней.

2. Однократное применение ретарданта Мессидор, КС (0,5–1,0 л/га) в фазе BBCH 31–32 снижает длину соломки в среднем на 9,5–13 % (7,8–10,9 см), BBCH 39–49 – на 16,0–28,6 % (13,2–24,2 см), двукратные обработки в суммарных нормах расхода 1,0–1,5 л/га – на 27,1–35,9 % (22,7–30,8 см).

3. Внесение препарата в фазе BBCH 31–32 повышает устойчивость к полеганию озимой пшеницы до 7,5–9,0 балла (на 2,0–5,5 балла), в фазе BBCH 39–49 – до 6,5–9,0 балла (на 2,5–3,5 балла), двукратно (BBCH 31–32 → BBCH 39–49) до 8,5–9,0 балла (на 2,0–5,5 балла).

4. Обработки посевов регулятором роста Мессидор, КС повышают сохраняемость продуктивных стеблей озимой пшеницы при использовании его в начале фазы выхода в трубку, в среднем, на 38–49 шт./м², в фазе BBCH 39–49 – на 28–32 шт./м², двукратно – на 41–53 шт./м².

5. Масса 1000 зёрен озимой пшеницы изменялась по годам исследований, в среднем по опыту, от 29,7 до 50,0 г и повышалась в вариантах с применением регулятора роста Мессидор, КС на 0,8–5,0 г в зависимости от сроков применения и нормы расхода препарата, степени и сроков полегания культуры.

6. Применение препарата Мессидор, КС в нормах расхода 0,5 и 1,0 л/га в начале фазы «выход в трубку» сохранило от потерь, в среднем, 8,3 и 8,1 ц/га (14,9 и 13,0 %) урожая озимой пшеницы, по флаговому листу – 2,2 ц/га (3,7 и 3,9 %), дробное внесение в суммарной норме расхода 1,0–1,5 л/га – 4,0–7,6 ц/га или 5,5–14,0 %.

Литература

1. Бруй, И. Г. Мессидор – на озимую пшеницу / И. Г. Бруй // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 5. – С. 53–56.
2. Decision Guide to Canopy Management in Cereals / 150 years BASF. – 36 p. Точка доступа: https://www.agricentre.basf.co.uk/Documents/agricentre_files/cereals_1_files/canopy_management_decision_guide_pdf.pdf?1533892604371.
3. Rademacher, W. Growth retardants: effects on gibberelin biosynthesis and other metabolic pathways. // Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 2000. – V. 51. – P: 501–577.

УДК 633.111«324»:631.559:631.543.2

Варьирование элементов структуры урожая пшеницы мягкой озимой в зависимости от генотипа и условий среды

А. С. Будько, научный сотрудник, Э. П. Урбан, член-корреспондент
НАН Беларуси, доктор с.-х. наук, профессор
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 23.05.2023)

Представлены результаты изучения влияния условий произрастания на изменчивость элементов структуры урожая пшеницы мягкой озимой. Определены генотипы с наиболее выраженными параметрами и высокой устойчивостью их проявления в контрастных условиях произрастания. Установлена степень зависимости элементов структуры урожая от гидротермического режима в исследуемый период роста и развития растений.

Введение

Растущие потребности агропромышленного комплекса в зерне пшеницы диктуют задачи по селекции сортов с высокой адаптивностью. В условиях нестабильного климата и аридизации почв такие сорта способны обеспечить высокую продуктивность за счет устойчивости к воздействию неблагоприятных условий произрастания.

Продуктивность растений определяется совокупностью элементов структуры урожая. Структура урожая пшеницы мягкой озимой характеризуется тремя – пятью хозяйственно-биологическими показателями, которые

The results of studying the influence of growing conditions on the variability of elements of the structure of the harvest of soft winter wheat are presented. Genotypes with the most productive parameters and high stability of their manifestation in contrasting growing conditions were determined. The degree of dependence of the elements of the crop structure on the hydrothermal regime during the studied period of plant growth and development is established.

отражают качественные и количественные изменения фенотипа, наблюдаемые в процессе онтогенеза растений. К элементам структуры урожая колосовых зерновых относят: количество стеблей с озерненным колосом на единицу площади, количество зерен или их массу в одном колосе и массу 1000 зерен. На их развитие оказывают влияние метеорологические условия вегетационного периода, комплекс агротехнических приемов возделывания, особенности генотипа и другие факторы.

Генотип-средовые взаимодействия – сложные процессы, существенно влияющие на реализацию генетического потенциала. Для надежного моделирования поведения

конкретных сортов в определенных экологических условиях их природа изучена недостаточно. В связи с этим исследования по данному направлению представляют большой интерес как для адаптивного растениеводства в целом, так и при подборе исходного материала для селекции новых сортов [1].

Целью наших исследований было оценить продуктивный и адаптивный потенциал сортообразцов пшеницы мягкой озимой для создания высокоурожайных экологически пластичных и стабильных сортов.

Методика проведения исследований

Исследования проводили в 2016–2019 гг. на полях РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию». Объект исследований – перспективные сортообразцы пшеницы мягкой озимой конкурсного сортоиспытания, которые возделывали на двух фонах. В качестве контроля выступал включенный в Госреестр сортов Республики Беларусь сорт пшеницы мягкой озимой Элегия. Предшественник – рапс озимый на семена.

Почва экспериментального поля дерново-подзолистая супесчаная по гранулометрическому составу, развивающаяся на водно-ледниковых связных песчанисто-пылеватых супесях, подстилаемая с глубины 0,4–0,9 м моренным суглинком.

Опыты проводили согласно схеме чередования сельскохозяйственных культур в селекционном севообороте. Сеяли пшеницу высококачественными семенами в I декаде сентября с нормой высева 4,0 млн всхожих семян на гектар сеялкой TRM методом рендомизированных блоков в трехкратной повторности с учетной площадью делянки 10 м². В соответствии со схемой опыта посевной материал обрабатывали протравителем Баритон, КС в норме 1,5 л/т. Фосфорные удобрения (двойной суперфосфат) вносили из расчета 75 кг/га д. в., калийные (хлористый калий) – 120 кг/га д. в. Азотные удобрения (карбамид) вносили в виде двух подкормок (фон I): первая – при возобновлении весенней вегетации пшеницы мягкой озимой – 60 кг/га д. в., вторая – в период конец кущения – начало выхода в трубку – 50 кг/га д. в. Третью подкормку (фон II) проводили перед появлением флагового листа в дозе 40 кг/га д. в. азота.

Для защиты посевов пшеницы мягкой озимой от сорной растительности применяли гербицид Алистер

гранд, МД (в фазе ДК 21–29) в норме 0,7 л/га. Фунгицидную обработку посевов проводили препаратом Зантара, КЭ с нормой расхода 0,8 л/га (в фазе ДК 37–39). На втором фоне в фазе ДК 30–31 вносили половинную норму (0,2 л/га) ретарданта Моддус, КЭ. Для защиты колоса от болезней использовали фунгицид Прозаро, КЭ (ДК 61–63) с нормой расхода препарата 0,8 л/га.

Погодные условия 2017 г. были умеренно теплыми. Среднесуточная температура воздуха за весенне-летний период вегетации (апрель–июль) – 12,6 °С при норме 13,6 °С. Сумма атмосферных осадков за этот период составила 265,5 мм. Данный уровень приближался к многолетним значениям и составил 91 % от нормы. Характер выпадения осадков был неравномерным. Наибольшее их количество выпало в III декаде апреля – I декаде мая (218 % к норме). В летний период основная доля осадков пришлось на II–III декады июня (65 % от нормы) и II–III декады июля (152 %).

Весенний период 2018 г. характеризовался очень теплой и сухой погодой. Температура воздуха во все декады была выше климатической нормы на 2–6 °С. Апрельская и майская засуха крайне негативно отразилась на посевах озимой пшеницы, гидротермический коэффициент составил 0,64 и 0,19 соответственно. Улучшили условия вегетации дожди (27–24 % от нормы), прошедшие в I и II декадах июня, а также избыточное количество осадков в I и II декадах июля (136–189 % от нормы) при средней температуре воздуха +17–19 °С.

В 2019 г. погода в апреле была сухой. Количество осадков за месяц составило всего 0,6 мм при превышении нормы среднесуточных температур на 2 °С. Апрельская засуха прекратилась в I декаде мая при выпадении осадков в количестве 330 % от нормы. Однако в дальнейшем, вплоть до II декады июня, сильных дождей не наблюдалось. Начиная со II декады мая и до конца июля установилась жаркая погода с небольшим количеством осадков. Воздух прогревался в среднем на 2,5–6 °С выше нормы с количеством осадков, не превышающим 50 % от нормы.

Структуру урожая определяли по методу снопо-вого анализа после ручной уборки всех растений на закрепленных делянках. Для расчета показателя гомеостатичности применяли метод В. В. Хангильдина [2]. Изменчивость признаков вычисляли по коэффициенту вариации (V %) в изложении Г. Ф. Лакина [3].



Рисунок 1 – Фенотип изучаемых сортообразцов в наиболее благоприятных агроклиматических условиях для роста и развития растений (стадия молочной спелости, 2017 г.).



Рисунок 2 – Фенотип изучаемых сортообразцов в неблагоприятных агроклиматических условиях для роста и развития растений (стадия молочной спелости, 2018 г.).

Результаты исследований и их обсуждение

Продуктивная кустистость, как основной элемент структуры урожая, имеет важное значение в повышении продуктивности растения. Благодаря высокой кустистости, формируется мощная листовая поверхность, где синтезируются пластические вещества для формирования зерна. Высокий уровень кушения контролируется генотипом, однако в значительной степени подвержен модификационной изменчивости под влиянием условий произрастания.

Продуктивная кустистость сортов пшеницы мягкой озимой в наших исследованиях представлена в таблице 1. В зависимости от генотипа и условий произрастания она изменялась от 1,40 шт. в 2018 г. у сорта Элегия до 2,28 шт. в 2017 г. у сортов № 1339-1-1 и № 1338-1-1.

Индекс условий среды (I_j) в зависимости от агрометеорологических условий варьировал от $-0,28$ до $0,14$. Положительное значение индекса формируется благодаря более полной реализации потенциальных возможностей генотипа в конкретных условиях. Наилучшие условия для формирования высокой густоты стояния продуктивного стеблестоя сложились в 2017 и 2019 г. на фоне II ($I_j = 0,14$).

Связь гомеостатичности (Hom) с коэффициентом вариации (V, %) показывает степень устойчивости признака в изменяющихся условиях среды. Данные исследования показывают, что наибольшей устойчивостью проявления продуктивной кустистости в изменяющихся условиях произрастания обладают сорта № 1328-2-3 (Hom = 198,9; V = 5,2 %), № 1228-4-1 (Hom = 196,5; V = 5,2 %) и № 1391 (Hom = 146,9; V = 5,2 %). Выделившиеся сорта способны формировать наиболее густой продуктивный стеблестой как в благоприятных, так и в неблагоприятных условиях произрастания (таблица 1).

Масса зерна с колоса – это комплексный признак и зависит от озерненности колоса и массы 1000 зёрен. Считается, что отбор по данному признаку является ведущим в селекционной работе [4].

В таблице 2 представлена масса зерна с колоса и степень варьирования элементов урожая в зависимости от сортообразца и года исследований. Изучаемые генотипы демонстрировали различную продуктивность колоса, параметр которой изменялся от 1,01 г в 2019 г. у сортообразца № 1202-2 до 1,94 г в 2017 г. у сортообразца № 1228-4-1.

Отрицательные погодные условия для формирования высокой массы зерна с колоса сложились в 2019 г. Индекс условий среды, в зависимости от фона, изменялся от $I_j = -0,29$ (фон I) до $I_j = -0,25$ (фон II). Наиболее продуктивный колос (1,54–1,94 г) изучаемые генотипы сформировали в 2017 г., где индекс условий среды изменялся от $I_j = 0,26$ (фон I) до $I_j = 0,33$ (фон II).

Анализ связи гомеостатичности и коэффициента вариации показал, что наибольшей устойчивостью проявления признака «масса зерна с колоса» в изменяющихся условиях произрастания характеризовались сорта № 1339-1-1 (Hom = 27,23; V = 14,9 %), № 1338-1-1 (Hom = 25,52; V = 15,6 %), № 1128-4-11 (Hom = 24,82; V = 16,1 %) и № 1228-4-1 (Hom = 20,57; V = 16,1 %). Наибольшую продуктивность колоса в среднем за весь период исследований показал сортообразец № 1228-4-1 (1,53–1,58 г).

Сведения об уровне сопряжённости элементов структуры урожая сортов пшеницы мягкой озимой с гидротермическим режимом в определенный период органогенеза во многом позволяют судить о роли погодных условий в формировании урожая. Для определения их силы мы провели расчет коэффициентов: линейной корреляции (r), регрессии (b_{xy}) и детерминации (d_{xy}), которые представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 1 – Влияние условий произрастания на продуктивную кустистость сортообразцов пшеницы мягкой озимой (2017–2019 гг.)

Сортообразец	Продуктивная кустистость, шт.						V, %	Hom
	2017 год		2018 год		2019 год			
	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II		
Элегия (к)	2,11	2,04	1,48	1,40	1,98	2,15	17,8	16,6
1372	1,99	2,14	1,44	1,58	1,89	1,72	14,6	28,7
1339-1-1	2,28	2,20	1,48	1,67	2,19	1,86	16,8	20,9
1385	2,09	2,18	1,58	1,66	1,87	1,98	12,5	39,8
1172-3-2	1,90	1,86	1,48	1,60	1,92	1,96	11,1	43,7
1172-3-1	1,65	1,91	1,75	1,94	1,91	2,21	10,1	64,2
1228-4-1	1,89	1,87	1,83	1,85	1,95	2,12	5,6	196,5
1228-4-2	1,97	2,06	1,55	1,71	1,90	1,91	10,1	55,6
1391	1,95	1,90	1,76	1,75	2,03	1,98	6,1	146,9
1338-1-1	2,17	2,28	1,57	1,70	1,87	2,14	14,6	27,7
1202-1	2,10	2,03	1,75	1,87	2,06	2,11	7,3	102,8
1209-2-1	2,11	2,17	1,72	1,85	1,97	2,19	9,4	68,3
1202-2	2,10	2,03	1,49	1,48	2,12	2,12	16,7	18,6
1128-4-11	2,07	2,14	1,53	1,64	2,08	2,11	14,0	26,8
1328-2-3	1,94	1,87	1,89	1,88	2,10	2,07	5,2	198,9
I _j	0,12	0,14	−0,28	−0,20	0,09	0,14	—	—
НСР ₀₅	генотип — 0,11; год — 0,5; фон — 0,4						—	—

Анализ зависимости продуктивной кустистости пшеницы мягкой озимой от количества осадков в период кущение – колошение и колошение – созревание показал, что на формирование мощного продуктивного стеблестоя сильное влияние оказало количество осадков, выпавших в период кущение – колошение ($r = 0,94$). Значительная функциональная зависимость между переменными в данной модели подтверждается высоким коэффициентом детерминации ($d_{xy} = 0,88$). Установлено, что масса зерна с колоса находится в средней положительной зависимости от количества осадков в период куще-

ние – колошение ($r = 0,52$) и в средней отрицательной ($r = -0,56$) в период колошение – созревание (таблица 3).

Выявлено, что высокие температуры воздуха оказывали отрицательное воздействие на продуктивность растений пшеницы. В период кущение – колошение жаркая погода способствовала снижению продуктивной кустистости ($r = -0,56$). Повышенные среднесуточные температуры привели к снижению массы зерна с колоса как в период кущение – колошение, так и колошение – созревание. Данная зависимость подтверждается сильной отрицательной корреляционной связью ($r = -0,92$; $-0,97$

Таблица 2 – Влияние условий произрастания на массу зерна с колоса сортообразцов пшеницы мягкой озимой (2017–2019 гг.)

Сортообразец	Маса зерна с колоса, г						V, %	Ном
	2017 год		2018 год		2019 год			
	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II	Фон I	Фон II		
Элегия (к)	1,65	1,76	1,44	1,55	1,17	1,11	18,0	19,41
1372	1,72	1,78	1,43	1,52	1,12	1,13	19,5	16,68
1339-1-1	1,63	1,65	1,34	1,47	1,13	1,24	14,9	27,23
1385	1,66	1,69	1,33	1,41	1,28	1,15	15,1	24,52
1172-3-2	1,82	1,92	1,41	1,44	1,28	1,22	19,0	14,94
1172-3-1	1,80	1,92	1,47	1,54	1,16	1,32	18,6	18,85
1228-4-1	1,80	1,94	1,42	1,47	1,37	1,34	16,1	20,57
1228-4-2	1,78	1,84	1,30	1,41	1,12	1,21	20,8	12,61
1391	1,90	1,92	1,33	1,56	1,14	1,19	22,9	11,48
1338-1-1	1,54	1,65	1,41	1,57	1,18	1,11	15,6	25,52
1202-1	1,73	1,76	1,36	1,43	1,08	1,13	20,4	15,44
1209-2-1	1,63	1,72	1,22	1,45	1,19	1,13	17,8	18,58
1202-2	1,56	1,60	1,51	1,52	1,01	1,25	16,4	20,59
1128-4-11	1,66	1,72	1,35	1,44	1,11	1,29	16,1	24,82
1328-2-3	1,79	1,81	1,27	1,38	1,03	1,10	24,1	9,60
I _j	0,26	0,33	−0,08	0,03	−0,29	−0,25	–	–
НСР ₀₅	генотип – 0,051; год – 0,022; фон – 0,019						–	–

Таблица 3 – Зависимость элементов структуры урожая пшеницы мягкой озимой от суммы осадков

Межфазный период	Коэффициент корреляции, r	Коэффициент регрессии, b_{xy}	Коэффициент детерминации, d_{xy}
<i>Продуктивная кустистость, шт.</i>			
Кущение – колошение (ДК 23–51)	0,94	160,30	0,88
Колошение – созревание (ДК 51–89)	-0,93	-179,3	0,86
<i>Масса зерна с колоса, г</i>			
Кущение – колошение (ДК 23–51)	0,52	71,33	0,27
Колошение – созревание (ДК 51–89)	-0,56	-86,32	0,31

Таблица 4 – Зависимость элементов структуры урожая пшеницы мягкой озимой от среднесуточной температуры

Межфазный период	Коэффициент корреляции, r	Коэффициент регрессии, b_{xy}	Коэффициент детерминации, d_{xy}
<i>Продуктивная кустистость, шт.</i>			
Кущение – колошение (ДК 23–51)	-0,56	-3,77	0,32
Колошение – созревание (ДК 51–89)	0,03	0,16	0,01
<i>Масса зерна с колоса, г</i>			
Кущение – колошение (ДК 23–51)	-0,92	-4,97	0,85
Колошение – созревание (ДК 51–89)	-0,97	-3,86	0,95

соответственно). О высокой функциональной зависимости между переменными в этой модели свидетельствуют коэффициенты детерминации $d_{xy} = 0,85; 0,95$ соответственно (таблица 4).

Выводы

На формирование мощного продуктивного стеблестоя сильное влияние оказало количество осадков, выпавших в период кущение – колошение ($r = 0,94$), что подтверждается высоким коэффициентом детерминации ($d_{xy} = 0,88$). Выявлено, что масса зерна с колоса находится в средней положительной зависимости от количества осадков в период кущение – колошение ($r = 0,52$) и в средней отрицательной ($r = -0,56$) в период колошение – созревание.

Установлено, что наибольшей стабильностью проявления продуктивной кустистости обладали сортообразцы № 1328-2-3 ($Hom = 198,9$; $V = 5,2\%$), № 1228-4-1 ($Hom = 196,5$; $V = 5,2\%$) и № 1391 ($Hom = 146,9$; $V = 5,2\%$). Индекс условий среды (I_j) варьировал в зависимости от агрометеорологических условий от $-0,28$ до $0,14$.

Самый продуктивный колос ($1,54-1,94$ г) генотипы формировали в 2017 г., когда индекс условий среды изменялся от $I_j = 0,26$ до $0,33$. Наибольшей устойчивостью проявления признака «масса зерна с колоса» характеризовались сортообразцы № 1339-1-1 ($Hom = 27,23$; $V = 14,9\%$), № 1338-1-1 ($Hom = 25,52$; $V = 15,6\%$), № 1128-4-11 ($Hom = 24,82$; $V = 16,1\%$) и № 1228-4-1 ($Hom = 20,57$; $V = 16,1\%$).

Литература

1. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.
2. Хангильдин, В. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин, С. В. Бирюков // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. – 1984. – № 1. – С. 67–76.
3. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для биологических специальностей вузов / Г. Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва, 1990. – 351 с.
4. Ковтун, В. И. Озерненность, масса зерна с колоса и масса 1000 зёрен в повышении урожайности озимой пшеницы / В. И. Ковтун, Л. Н. Ковтун // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (53). – С. 27–29.

УДК 633.31:631.584.5:581.19

Протеиновая и энергетическая ценность зеленой массы при выращивании люцерны в одновидовых и смешанных посевах

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

(Дата поступления статьи в редакцию 23.02.2023)

В 2020–2022 гг. на связносупесчаной почве с повышенным содержанием гумуса, фосфора и калия изучены питательная ценность и продуктивность люцерны посевной в одновидовых и смешанных посевах, на основании чего сделан вывод о том, что наибольшую продуктивность с хорошими качественными показателями зеленой массы обеспечивает вариант ее весеннего подсева с нормой высева 6 млн всхожих семян на 1 га в горохо-ячменную смесь (0,8 млн шт./га + 3,0 млн шт./га) или одновидового ранневесеннего посева (12 млн шт./га). Совместный посев люцерны с фестулолюмом (по 6 млн семян на 1 га) формирует наименьший сбор протеина и энергии, а смесь скороспелой ежи сборной с люцерной имеет самую низкую питательную ценность зеленой массы по причине несовпадения сроков укосной спелости.

Введение

Люцерна отличается целым рядом несомненных достоинств: засухоустойчивостью, зимостойкостью, многоукосностью, продуктивным долголетием, относительной неприхотливостью к почвам, способностью к высокой азотфиксации [1]. По содержанию сырого протеина, сбор которого может достигать 1,5–2,6 т/га, люцерна превосходит остальные многолетние бобовые травы [2, 3]. К тому же эта культура богата минеральными соединениями и витаминами, а белок относится к фи-

In 2020–2022, the nutritional value and productivity of alfalfa in single-species and mixed crops were studied on connective-sandy soil with an increased content of humus, phosphorus and potassium, on the basis of which it was concluded that the greatest productivity with good quality indicators of green mass is provided by the option of its spring sowing with a seeding rate of 6 million germinating seeds per 1 ha in a pea-barley mixture (0,8 million/ha + 3,0 million/ha) or a single-species early spring sowing (12 million/ha). Joint sowing of alfalfa with festulolium (6 million seeds per 1 ha) forms the smallest collection of protein and energy, and the mixture of a fast-growing cock's-foot grass hedgehog with alfalfa has the lowest nutritional value of the green mass due to the mismatch of the timing of oblique ripeness.

зиологически активным, поэтому он не только хорошо усваивается животными, но и способствует усвоению белка, получаемого из других культур [4]. Важным биологическим свойством люцерны является быстрый темп роста, обеспечивающий при благоприятных режимах влажности, питания и температуры до 4–5 укосов за вегетационный период [5]. Люцерна обладает высокой способностью к фиксации атмосферного азота. В надземной массе она накапливает до 200 кг/га азота ежегодно [6]. После ее трехлетнего выращивания в почве остается от 40 до 192 кг/га азота [7].

Весьма эффективно возделывание люцерны в одновидовых посевах. Вместе с тем в первый год жизни использовать люцерну практически невозможно из-за низкой урожайности и высокой засоренности посева сорняками [8]. В этой связи рекомендуется выращивание люцерны в совместных посевах со злаками, а также посев под покровную культуру [9, 10, 11]. Лучшими покровными культурами являются те, которые рано освобождают поле [12, 13].

Методика и условия проведения исследований

Полевой опыт был заложен на опытном участке РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» со следующей агрохимической характеристикой: pH – 5,87, гумус – 2,78 %, P₂O₅ – 199 мг/кг, K₂O – 366 мг/кг почвы. Сев проводили 4 мая: люцерна посевная сорта Медиана, кострец безостый Усходні, фестулолиум Пуня, овсяница луговая Зорка, тимофеевка луговая Волна, ежа сборная Магутная, райграс однолетний Полланум и Элюнэрия в равном количестве, горох полевой (пелюшка) Марат, ячмень Мустанг. Площадь опытных деланок составляла 22 м², повторность четырехкратная. Предшественник озимое тритикале, обработка почвы традиционная. Осенью под вспашку и затем в последующие годы вносились минеральные удобрения (P₆₀K₁₂₀) в виде аммонизированного суперфосфата и хлористого калия. Учет урожая осуществляли с помощью кормоуборочного селекционного комбайна Неде 212.

Расчет кормовых единиц проведен по А. П. Дмитроченко и др. [14], обменной энергии – по формулам, предложенным шведскими учеными [15]. Для свежей травы ОЭ (МДж) = 0,181ПП % + 0,328ПЖ % + 0,122ПК % + 0,155ПБЭВ %, где ПП, ПЖ, ПК, ПБЭВ – переваримые протеин, жир, клетчатка, БЭВ в %. Коэффициенты переваримости установлены по М. Байеру и др. [16] с учетом фазы развития растений и содержания питательных веществ в корме.

В 2020 г. высокие температуры воздуха и достаточное количество осадков (151 мм) в июне благоприятствовали

хорошему росту растений, в том числе сорных. Июль оказался прохладным и умеренно влажным, а две первые засушливые декады августа (1/3 осадков от нормы) при температуре, превысившей норму на 0,8 °С, сдерживали активный прирост зеленой массы многолетних трав третьего укоса.

В мае 2021 г. прохладная, влажная погода способствовала формированию высокого урожая зеленой массы трав, хотя растения значительно отставали в развитии. Июнь оказался теплым и дождливым, поэтому во втором укосе сформировался хороший урожай люцерны, а жаркая, засушливая погода июля, напротив, не позволила нарастить достаточно зеленой массы этой культуры в третьем укосе.

Подобно двум предыдущим годам, в апреле и мае 2022 г. зафиксирована холодная погода (на 2,1 °С ниже многолетнего значения). Продолжительный недостаток тепла привел к задержке в развитии растений. В то же время обильные осадки способствовали хорошему наращиванию урожая зеленой массы трав. Теплая погода в июне (+2,7 °С к норме) с умеренными осадками (81 % от нормы) также благоприятствовала их росту и во втором укосе. Погода в июле соответствовала многолетним значениям, а в августе оказалась чрезвычайно жаркой с существенным дефицитом осадков (1/4 от нормы), что вызвало усыхание растений третьего укоса и в дальнейшем отсутствие прироста отавы четвертого укоса.

Результаты исследований и их обсуждение

Питательная ценность трав, как известно, зависит от фазы развития растений, которая, в свою очередь, связана с содержанием сухого вещества (СВ) в растениях. Между тем, как показали исследования, этот показатель в зависимости от очередности укоса и погодных условий колебался в значительных пределах. В первый год жизни средневзвешенный показатель содержания СВ в урожае смеси люцерны со скороспелой ежой был самым высоким – 21,1 % при долевого участия злака 47 % (таблица 1). Фестулолиум и райграс однолетний,

Таблица 1 – Содержание сухого вещества в растениях в зависимости от условий года и долевого участия компонентов

Культура и норма высева семян млн шт./га	Содержание СВ, %			Доля злаков в урожае СВ, %		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1. Люцерна, 12 млн шт./га	19,5	20,3	20,6	0	0	0
2. Люцерна, 6 млн шт./га + кострец безостый, 6 млн шт./га	19,6	20,8	21,1	28	23	5
3. Люцерна, 6 млн шт./га + фестулолиум, 6 млн шт./га	19,3	20,6	21,3	83	39	23
4. Люцерна, 6 млн шт./га + овсяница луговая, 6 млн шт./га	20,5	21,0	20,8	31	30	8
5. Люцерна, 6 млн шт./га + тимофеевка луговая, 6 млн шт./га	20,3	20,1	20,9	9	16	4
6. Люцерна, 6 млн шт./га + ежа сборная, 6 млн шт./га	21,1	21,5	22,3	47	44	39
7. Люцерна, 12 млн шт./га + райграс однолетний, 6 млн шт./га	19,6	20,3	20,6	89	21	0
8. Люцерна, 6 млн шт./га + пелюшка, 0,8 млн шт./га + ячмень, 3,0 млн шт./га	16,9	20,6	20,7	68*	0	0

Примечание – *Пелюшко-ячменная смесь.

занимая в смеси с люцерной 83–89 %, накопили лишь 19,3–19,6 % СВ, что близко к среднему показателю одновидового посева люцерны (19,5 %). А самый низкий показатель СВ наблюдался в подпокровном посеве бобовой культуры – 16,9 %, что обусловлено значительной долей в урожае пелюшко-ячменной смеси, имеющей высокую влажность.

Во второй год жизни многолетние злаки присутствовали преимущественно в первом укосе – от 29 (тимopheевка) до 78 % (фестулолиум). Райграс однолетний занимал 39 % в урожае СВ в ценозе с люцерной. В третий год жизни доля злаков в урожае СВ в смешанных с люцерной посевах в первом укосе составляла от 8–14 % (с тимopheевкой, кострецом и овсяницей) до 29–48 % (с фестулолиумом и ежой). Корреляционный анализ показал, что если в первый год жизни трав между долей злаков в урожае СВ и содержанием СВ в нем отмечена обратная зависимость ($r = -0,36$), то во второй и третий годы жизни – прямая ($r = 0,65$ и $0,96$).

Средневзвешенный показатель содержания протеина в первый год жизни трав составил от 135 г/кг СВ в смешанном посеве люцерны с райграсом до 171 г – с тимopheевкой и до 182 г/кг СВ в одновидовом посеве (таблица 2). Между содержанием протеина и долей люцерны в урожае первого года жизни трав (за исключением варианта с пелюшко-ячменной смесью) установлена тесная корреляционная связь ($r = 0,98$).

Во второй и третий год жизни трав сохранилась та же закономерность, когда с увеличением доли злаков содержание протеина в урожае зеленой массы падало ($r = 0,98$ и $r = 0,85$ соответственно). В итоге самым низким оно оказалось в смешанном посеве люцерны с ежой (155 г/кг СВ), далее следовали варианты посева

люцерны с фестулолиумом, овсяницей, тимopheевкой и кострецом (161–166 г), а в одновидовом посеве было получено 177 г сырого протеина на 1 кг СВ.

Что касается энергетической ценности, то здесь отмечаются другие закономерности. Если в первый год жизни содержание протеина самым низким было в вариантах с райграсом и фестулолиумом, то по накоплению энергии они занимают верхнюю позицию – 0,93–0,96 к. ед. и 10,10–10,22 МДж обменной энергии в 1 кг СВ. Высокую энергетическую ценность имел также вариант подпокровного посева люцерны в пелюшко-ячменную смесь (0,91 к. ед. и 10,00 МДж). Самые низкие значения получены в одновидовом посеве люцерны (0,83 и 9,41) и смешанном с тимopheевкой (0,83 и 9,35 соответственно), где ее доля в урожае сухого вещества была самой низкой из всех злаков.

Во второй год жизни самое низкое содержание энергии отмечено в урожае смеси люцерны с ежой – 0,82 к. ед. и 9,25 МДж ОЭ в 1 кг СВ против 0,89–0,90 к. ед. и 9,79–9,89 МДж во всех других вариантах, что было обусловлено первым укосом, когда питательность массы в первом случае составляла 0,79 к. ед. и 8,96 МДж, во втором – 0,92–0,94 к. ед. и 9,94–10,10 МДж. В целом аналогичная закономерность отмечена и в третий год жизни трав.

В итоге в среднем за 3 года, возделывание люцерны в чистом виде или под покровом пелюшко-ячменной смеси обеспечило не только максимальное содержание протеина в урожае зеленой массы – 173–178 г/кг СВ, но и наибольший его сбор – 13,4–13,9 ц/га (таблица 3). Выход кормопротеиновых единиц (КПЕ) в этих вариантах также самый высокий – 100–106 ц/га. Наименьший сбор протеина получен в варианте с совместным посевом

Таблица 2 – Содержание протеина и энергии в 1 кг СВ в одновидовых и смешанных посевах люцерны

№ варианта	Сырой протеин, г			Кормовые единицы			Обменная энергия, МДж		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	182	177	177	0,83	0,89	0,90	9,41	9,82	9,88
2	164	160	166	0,87	0,90	0,89	9,61	9,89	9,86
3	144	151	161	0,96	0,90	0,89	10,22	9,87	9,82
4	162	153	163	0,86	0,90	0,88	9,55	9,86	9,78
5	171	169	165	0,83	0,90	0,88	9,35	9,88	9,79
6	154	139	155	0,88	0,82	0,84	9,67	9,25	9,41
7	135	163	177	0,93	0,89	0,90	10,10	9,80	9,87
8	162	176	177	0,91	0,89	0,90	10,00	9,79	9,86

Таблица 3 – Продуктивность и питательная ценность трав, выращиваемых в совместных посевах с люцерной посевной (среднее за 3 года жизни)

№ варианта	Сбор с 1 га				Содержание в 1 кг СВ		
	СП, ц	к. ед., ц	ОЭ, ГДж	КПЕ, ц	СП, г	к. ед.	ОЭ, МДж
1	13,4	66,7	73,7	100	178	0,88	9,77
2	11,9	65,4	72,0	92	163	0,89	9,84
3	10,3	61,4	66,8	82	153	0,91	9,94
4	11,8	65,9	72,6	92	159	0,89	9,78
5	12,5	66,1	73,1	96	167	0,88	9,76
6	11,8	66,6	74,7	92	148	0,84	9,38
7	11,8	66,5	72,8	92	161	0,90	9,90
8	13,9	71,8	79,2	106	173	0,90	9,88
НСП ₀₅	1,3	6,9	7,6	9			

люцерны с фестулолиумом (10,3 ц/га). Вариант посева люцерны с ежой характеризовался самыми низкими показателями содержания протеина (148 г и 153–178 г в остальных вариантах) и энергии в сухом веществе полученного урожая (0,84 к. ед. против 0,88–0,91 к. ед. в 1 кг СВ всех других вариантов опыта и 9,38 МДж и 9,76–9,94 МДж). Совместный посев люцерны с фестулолиумом оказался самым низкопродуктивным не только по сбору протеина, но и энергии. Таким образом, подпокровный посев люцерны в пелюшко-ячменную смесь или чистый ее посев без покрова являются наиболее продуктивными вариантами ее выращивания, обеспечивающими высокие качественные показатели получаемого урожая.

Выводы

1. Подпокровный посев люцерны (6 млн всхожих семян на 1 га) в пелюшко-ячменную смесь (0,8 + 3,0 млн шт./га) или чистый ее посев без покрова (12 млн шт./га), в отличие от смешанных посевов со злаками, по выходу кормопротеиновых единиц (100–106 ц/га против 82–96 ц/га) являются наиболее продуктивными вариантами ее выращивания, обеспечивающими высокие качественные показатели получаемого урожая (173–178 г СП и 9,77–9,88 МДж в 1 кг СВ).

2. Совместный посев люцерны с фестулолиумом (по 6 млн семян на 1 га), в среднем за 3 года жизни, формирует самый низкий сбор протеина (10,3 ц/га) и энергии (66,8 ГДж/га) при их содержании 153 г и 9,94 МДж ОЭ в 1 кг СВ.

3. Скороспелая ежа сборная по причине несовпадения с люцерной посевной сроков укосной спелости является наименее подходящей для совместного возделывания культурой из-за самой низкой питательности получаемого корма: 148 г СП и 9,38 МДж ОЭ в 1 кг СВ при их сборе 11,8 ц и 74,7 ГДж с 1 га соответственно.

Литература

1. Лазарев, Н. Н. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, Е. М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18–23.
2. Привалов, Ф. Многолетние травы – основной источник белка / Ф. Привалов, П. Василько // Белорусское сельское хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 12–15.
3. Тиво, П. Ф. Качество урожая люцерны, возделываемой в условиях Поозерья / П. Ф. Тиво, Л. А. Саскевич, Д. А. Постнико-

- ва // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 4. – С. 7–12.
4. Долголетнее использование люцерны изменчивой сорта Пастбищная 88 в одновидовых посевах и травосмесях / Н. Н. Лазарев [и др.] // Кормопроизводство. – 2010. – № 1. – С. 9–12.
5. Алтунин, Д. А. Увеличение производства белковых кормов / Д. А. Алтунин // Достижение науки и техники АПК. – 2001. – № 8. – С. 13–15.
6. Лазарев, Н. Н. Луговые травы в Нечерноземье: урожайность, долголетие, питательность / Н. Н. Лазарев, А. Н. Исаков, А. М. Стародубцева. – М.: Издательство РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. – 165 с.
7. Alfalfa, Wildlife and the Environment / D. Putnam [et al.] // The Importance and Benefits of Alfalfa in the 21st Century. – 2001. – 24 p.
8. Лазарев, Н. Н. Урожайность люцерны изменчивой (*Medicago varia* Martin) в одновидовых посевах и травосмесях с бобовыми и злаковыми травами / Н. Н. Лазарев, А. М. Стародубцева, Д. В. Пятинский // Кормопроизводство. – 2013. – № 11. – С. 10–12.
9. Авдеев, Л. Б. Урожайность травостоев с участием люцерны гибридной / Л. Б. Авдеев, Т. Н. Ахтель // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия: материалы Межд. науч.-практ. конф. / Земледелие и растениеводство. – Минск: ИВЦ Минфина, 2004. – Т. 1. – С. 175–178.
10. Пикун, П. Т. Формирование урожая семян люцерны с подсевом злаковых трав / П. Т. Пикун, М. М. Коротков // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия: материалы Межд. науч.-практ. конф. / Земледелие и растениеводство. – Минск: ИВЦ Минфина, 2004. – Т. 1. – С. 171–174.
11. Урожайность травосмесей на основе люцерны посевной и лядвенца рогатого / П. Ф. Тиво [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 2. – С. 3–6.
12. Чекедь, Е. И. Возделывание люцерны на минеральных почвах / Е. И. Чекедь, М. Н. Крицкий // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 360–373.
13. Донских, Н. А. Создание укосных травостоев с люцерной изменчивой в условиях Ленинградской области / Н. А. Донских, В. В. Владимировна // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 5. – С. 193–195.
14. Дмитроченко, А. П. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных / А. П. Дмитроченко, В. М. Крылов, А. В. Тоичкина. – М.: Колос, 1972. – 351 с.
15. Григорьев, Н. Г. Определение обменной энергии кормов / Н. Г. Григорьев // Кормопроизводство. – 1992. – № 1. – С. 6–9.
16. Новая система оценки кормов в ГДР / М. Байер [и др.]. Перевод с немецкого Г. Н. Мирошниченко. – М.: Колос, 1974. – 248 с.

УДК 633.367.1:631.526.32.001.4

Оценка сортов образцов люпина желтого различного направления использования в конкурсном сортоиспытании

Д. В. Гатальская, ассистент, Е. В. Равков, Ю. С. Малышкина, кандидаты с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 16.03.2023)

В полевых условиях селекционного опытного поля кафедры селекции и генетики УО «БГСХА» были созданы, отобраны на инфекционном антракнозном фоне и оце-

In the field conditions of the breeding experimental field of the Department of Breeding and Genetics of the EE «BSAA» were created, selected against an infectious an-

нены сортообразцы люпина желтого по комплексу хозяйственно полезных признаков. В результате были выделены сортообразцы кормового направления использования БГСХА 333, БГСХА 331 с урожайностью зеленой массы 704,5–745,7 ц/га, зернового – БГСХА 325, БГСХА 330, БГСХА 332 с урожайностью 26,7–30,9 ц/га зерна и универсального направления использования – БГСХА 323, БГСХА 326, БГСХА 329, БГСХА 338, БГСХА 340 с урожайностью 572,4–620,8 ц/га зеленой массы и 21,8–26,2 ц/га зерна.

Введение

В настоящее время во всем мире, в том числе и в Республике Беларусь, наблюдается дефицит белка для кормления сельскохозяйственных животных [1, 2, 3]. Согласно Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2021–2025 гг., решению данной проблемы должно способствовать наращивание объемов производства белковых кормов к 2025 г. путем доведения размеров посевных площадей зернобобовых культур до 350 тыс. га [2].

В условиях Республики Беларусь большие перспективы имеет люпин желтый. Он является нетребовательным к почвенному плодородию и содержит наибольшее количество белка в семенах (до 50 %). Кроме этого у него наблюдается практически полное отсутствие трипсина – ингибитора пищеварительных ферментов

thracinase background and evaluated varieties of yellow lupine for a complex of economically useful traits. As a result, varieties were selected for the fodder use of BGSXA 333, BGSXA 331 with a green mass yield of 704,5–745,7 c/ha, grain – BGSXA 325, BGSXA 330, BGSXA 332 with a grain yield of 26,7–30,9 c/ha and the universal direction of use – BGSXA 323, BGSXA 326, BGSXA 329, BGSXA 338, BGSXA 340 with a yield of green mass 572,4–620,8 c/ha and grain 21,8–26,2 c/ha.

и поэтому может использоваться на корм животным без предварительной термообработки, что значительно повышает его питательную ценность [3].

Методика и объекты исследований

Целью исследований, проведенных в 2020–2022 гг., являлась оценка отобранных на антракнозном инфекционном фоне устойчивых образцов в контрольном, предварительном и конкурсном сортоиспытании по урожайности зерна, зеленой массы, продолжительности вегетационного периода, содержанию сырого протеина и сбору белка с единицы площади.

Исследования проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [4].

Сев осуществляли порционной сеялкой Неже-80 в 2-кратной повторности в контрольном питомнике,

Таблица 1 – Длина вегетационного периода и урожайность зеленой массы сортообразцов люпина желтого (2020–2022 гг.)

Сортообразец	Урожайность, ц/га зеленой массы				Длина вегетационного периода, дней			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее
Владко (контроль)	318,4	470,9	562,0	450,4	100	108,0	107	105
БГСХА 320 (эп.)	210,7	516,0	–	363,3	88	96	–	92
БГСХА 321 (эп.)	245,7	458,3	–	352,0	88	96	–	92
БГСХА 322	320,2	576,3	–	448,2	94	102	–	98
БГСХА 323	273,4	724,8	864,2	620,8	98	104	104	102
БГСХА 324	261,7	–	–	261,7	98	–	–	98
БГСХА 325	312,0	870,3	876,3	686,2	98	104	104	102
БГСХА 326	303,1	727,2	929,7	653,4	94	102	102	99
БГСХА 327 (эп.)	274,5	443,5	334,5	350,9	88	95	96	93
БГСХА 328	266,6	744,6	497,8	503,0	98	100	104	101
БГСХА 329	345,7	682,2	723,7	583,9	98	100	104	101
БГСХА 330	562,6	667,0	860,3	696,7	96	100	101	99
БГСХА 331	627,8	735,9	785,6	716,4	100	106	106	104
БГСХА 332	723,5	600,7	789,1	704,5	100	106	106	104
БГСХА 333	599,1	753,5	884,6	745,7	96	100	102	99
БГСХА 334	387,5	560,6	646,1	531,4	98	102	104	101
БГСХА 335	386,3	610,5	–	498,4	98	102	–	100
БГСХА 336	417,5	557,4	–	487,4	96	100	–	98
БГСХА 337	309,5	514,6	657,3	493,8	98	102	104	101
БГСХА 338	356,1	695,6	665,4	572,4	98	102	104	101
БГСХА 339	464,8	551,1	–	507,9	100	106	–	103
БГСХА 340	432,7	641,8	678,2	584,2	100	106	106	104
БГСХА 341	358,9	–	–	358,9	100			100
НСР _{0,05}	82,5	119,0	194,4		–	–	–	–

4-кратной – в предварительном и конкурсном сортоиспытании. Размер учетной делянки составлял 7 м². Длину вегетационного периода подсчитывали со дня сева до стадии полной спелости. Уборку урожая зерна осуществляли сплошным методом, зеленой массы – укосным. Степень устойчивости к засухе определяли методом проращивания семян в растворе сахарозы в 3-кратной повторности, контролем служили семена, которые проращивали на воде [6]. Содержание белка определяли по ГОСТ 13496.4-2019 п. 8, фосфора – ГОСТ 26657-97 п. 4, калия – ГОСТ 30504-97 п. 4.1; п. 4.5, сырой золы – ГОСТ 26226-95 п. 1, сырой клетчатки – ГОСТ 13496.2-91, сырой жир – ГОСТ 13496.15-2016 п. 9.1 в химико-экологической лаборатории УО БГСХА. Результаты исследований обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [5].

Результаты исследований и их обсуждение

Нами была определена продолжительность вегетационного периода и урожайность зеленой массы 22 сортообразцов люпина желтого (таблица 1).

Продолжительность вегетационного периода у сортообразцов варьировала от 88 до 100 дней в 2020 г., от 96 до 106 – в 2021 и от 92 до 104 дней в 2022 г. В среднем за три года исследований сортообразцы БГСХА 320, БГСХА 321, БГСХА 322, БГСХА 324, БГСХА 326, БГСХА 327, БГСХА 330, БГСХА 333, БГСХА 336 и БГСХА 341 имели продолжительность вегетационного периода до 100 дней и относились к очень ранней группе спелости, все остальные сортообразцы – к ранней группе.

В 2020 г. урожайность зеленой массы колебалась в пределах от 210,7 ц/га до 723,5 ц/га. Достоверно превосходили контроль сортообразцы БГСХА 330, БГСХА 331, БГСХА 332, БГСХА 333, БГСХА 336, БГСХА 339 и БГСХА 340. Достоверно уступал контролю сортообразец БГСХА 320, все остальные сортообразцы находились на уровне контроля.

В 2021 г. данный показатель варьировал от 443,5 ц/га до 870,3 ц/га. Достоверно превосходили контроль сортообразцы БГСХА 323, БГСХА 325, БГСХА 326, БГСХА 328, БГСХА 329, БГСХА 330, БГСХА 331, БГСХА 332, БГСХА 333, БГСХА 335, БГСХА 338, БГСХА 340. В 2022 г. урожайность зеленой массы колебалась от 334,5 ц/га до 929,7 ц/га. Лучшими по данному показателю и достоверно превосходящими контроль были сортообразцы БГСХА 323, БГСХА 325, БГСХА 326, БГСХА 330, БГСХА 331, БГСХА 332, БГСХА 333.

В среднем за годы исследований более высокую урожайность зеленой массы формировали сортообразцы БГСХА 325, БГСХА 330, БГСХА 331, БГСХА 332 и БГСХА 333.

Важным показателем ценности сорта является стабильность получаемого урожая семян. В 2020 г. урожайность семян варьировала от 7,7 до 31,9 ц/га (таблица 2). Достоверно превосходили контроль и были лучшими по данному показателю сортообразцы БГСХА 332, БГСХА 330, БГСХА 329 и БГСХА 325, урожайность которых находилась в пределах от 27,9 до 31,9 ц/га. Достоверно уступали контролю сортообразцы БГСХА 320, БГСХА 322, БГСХА 327, БГСХА 335, БГСХА 336, БГСХА 337, БГСХА 339, БГСХА 340 и БГСХА 341. Низкая урожайность данных сортообразцов объясняется более высокой степенью поражения антракнозом.

В 2021 г. урожайность семян находилась в пределах от 14,8 до 31,9 ц/га. Достоверно превосходили контроль сортообразцы БГСХА 323, БГСХА 325, БГСХА 326, БГСХА 328, БГСХА 329, БГСХА 331, БГСХА 332, БГСХА 333, БГСХА 334, БГСХА 337, БГСХА 338 и БГСХА 340.

В 2022 г. урожайность семян варьировала от 13,9 ц/га у сортообразца БГСХА 327 до 33,6 ц/га у сортообразца БГСХА 332. Достоверно уступал контрольному сорту Владко сортообразец БГСХА 327 с эпигональным типом ветвления. В среднем за три года исследований лучшими по урожайности семян были сортообразцы БГСХА 325 (29,1 ц/га), БГСХА 329 (26,2 ц/га), БГСХА 330 (26,7 ц/га), БГСХА 331 (26,9 ц/га), БГСХА 332 (30,9 ц/га), которые по данному показателю ежегодно существенно превосходили контрольный сорт.

Нами был выполнен биохимический анализ семян сортообразцов люпина. Содержание сырого протеина в семенах варьировало от 43,3 % до 49,9 %. Содержание жира находилось в пределах от 2,7 до 3,5 %, клетчатки – от 13,5 до 17,0, сырой золы – от 3,2 до 4,5, фосфора – от 0,7 до 1,0, калия – от 1,2 до 1,5 % (таблица 3).

Содержание сырого протеина у контрольного сорта Владко и сортообразцов БГСХА 323, БГСХА 327, БГСХА 332, БГСХА 333 было высоким. Все остальные сортообразцы по содержанию сырого протеина относятся к группе с очень высоким содержанием белка (более 45 %).

Таблица 2 – Урожайность семян сортообразцов люпина желтого (2020–2022 гг.)

Сортообразец	Урожайность, ц/га зерна			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее
Владко (контроль)	15,3	22,1	18,2	18,5
БГСХА 320 (эп.)	12,1	15,7	–	13,9
БГСХА 321 (эп.)	20,6	17,5	–	19,1
БГСХА 322	12,4	15,4	–	13,9
БГСХА 323	15,7	25,7	30,5	24,0
БГСХА 324	16,2	–	–	16,2
БГСХА 325	27,9	29,5	29,9	29,1
БГСХА 326	19,6	26,6	28,0	24,7
БГСХА 327 (эп.)	11,2	21,1	13,9	15,4
БГСХА 328	15,6	31,9	17,7	21,7
БГСХА 329	28,6	27,3	22,8	26,2
БГСХА 330	31,3	22,9	25,9	26,7
БГСХА 331	22,9	29,9	27,9	26,9
БГСХА 332	31,9	27,2	33,6	30,9
БГСХА 333	19,9	27,4	24,9	24,1
БГСХА 334	22,3	28,0	24,6	25,0
БГСХА 335	12,9	14,8	–	13,9
БГСХА 336	8,9	15,7	–	12,3
БГСХА 337	13,7	26,2	27,9	22,6
БГСХА 338	16,4	25,7	23,6	21,9
БГСХА 339	8,9	16,7	–	12,8
БГСХА 340	13,5	25,1	26,8	21,8
БГСХА 341	7,7	–	–	7,7
НСР _{0,05}	1,26	1,01	1,14	–

Таблица 3 – Урожайность семян и сбор белка у сортообразцов желтого люпина (среднее, 2020–2022 гг.)

№	Сортообразец	Урожайность, ц/га	Сбор белка с 1 га, ц/га	Сырой протеин	
				%	содержание
1	Владко (контроль)	18,5	8,2	44,3	высокое
2	БГСХА 320 (эп.)	13,9	6,5	46,7	очень высокое
3	БГСХА 321 (эп.)	19,1	9,0	47,3	очень высокое
4	БГСХА 322	13,9	6,3	45,2	очень высокое
5	БГСХА 323	24,0	10,4	43,3	высокое
6	БГСХА 325	29,1	13,2	45,2	очень высокое
7	БГСХА 326	24,7	11,1	45,0	очень высокое
8	БГСХА 327 (эп.)	15,4	6,9	44,7	высокое
9	БГСХА 328	21,7	9,9	45,8	очень высокое
10	БГСХА 329	26,2	12,0	45,9	очень высокое
11	БГСХА 330	26,7	12,7	47,7	очень высокое
12	БГСХА 331	26,9	12,4	46,1	очень высокое
13	БГСХА 332	30,9	13,9	44,9	высокое
14	БГСХА 333	24,1	10,5	43,6	высокое
15	БГСХА 334	25,0	12,0	47,8	очень высокое
16	БГСХА 335	13,9	6,4	46,4	очень высокое
17	БГСХА 336	12,3	5,6	45,3	очень высокое
18	БГСХА 337	22,6	10,4	46,1	очень высокое
19	БГСХА 338	21,9	9,9	45,2	очень высокое
20	БГСХА 339	12,8	6,4	49,9	очень высокое
21	БГСХА 340	21,8	10,2	46,9	очень высокое

Сбор белка с 1 га по сортообразцам варьировал от 5,6 до 13,9 ц/га. Лучшими по сбору белка были сортообразцы БГСХА 332, БГСХА 325, БГСХА 330 БГСХА 331 и БГСХА 329, обеспечивающие сбор белка от 12,0 до 13,9 ц/га.

Важным направлением в селекции люпина является селекция на устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды. Люпин желтый выращивается в основном на легких по механическому составу почвах, слабо удерживающих влагу, а изменение климата в сторону потепления в республике приводит к возникновению весенне-летних засух, влияющих на ростовые процессы растений и вызывающих снижение урожайности в засушливые годы. Показатель засухоустойчивости сортообразцов определялся косвенным методом – путем проращивания семян в растворе осмотика (сахарозы).

Анализ на засухоустойчивость в стадии проростков показал, что всхожесть по отношению к контрольному образцу варьировала от 27,4 до 92 % (таблица 4).

Степень депрессии всхожести в растворе осмотика варьировала от 37,8 до 92,0 %, показатель всхожести по повторениям – в пределах от 17,1 до 98,2 %. На основании полученных данных мы разделили сортообразцы по степени засухоустойчивости на пять групп.

К высокоустойчивым (группа 1) были отнесены сорта Владко и БГСХА 334. Устойчивость выше средней (группа 2) имели сортообразцы БГСХА 323, БГСХА 325, БГСХА 326, БГСХА 333, БГСХА 337, среднеустойчивыми (группа 3) были образцы БГСХА 327, БГСХА 331,

БГСХА 338, БГСХА 340. Все остальные сортообразцы имели слабую степень устойчивости (группа 4), а сортообразец БГСХА 328 и вовсе оказался неустойчивым (группа 5) к засухе.

Выводы

Таким образом, за годы исследований лучшими по урожайности семян были сортообразцы БГСХА 325 (29,1 ц/га), БГСХА 329 (26,2 ц/га), БГСХА 330 (26,7 ц/га), БГСХА 331 (26,9 ц/га), БГСХА 332 (30,9 ц/га).

Сортообразцы БГСХА 320, БГСХА 321, БГСХА 322, БГСХА 324, БГСХА 326, БГСХА 327, БГСХА 330, БГСХА 333, БГСХА 336, БГСХА 341, имеющие продолжительность вегетационного периода до 100 дней, относятся к очень ранней группе спелости и могут быть использованы в дальнейших селекционных исследованиях в качестве источников скороспелости.

Лучшими по урожайности зеленой массы были сортообразцы БГСХА 325, БГСХА 330, БГСХА 331, БГСХА 332, БГСХА 333, которые можно разделить по следующим направлениям использования: кормового направления использования – БГСХА 331, БГСХА 333 с урожайностью зеленой массы 716,4–745,7 ц/га, зернового направления использования – БГСХА 325, БГСХА 330, БГСХА 332 с урожайностью зерна 26,7–30,9 ц/га, универсального направления использования – БГСХА 323, БГСХА 326, БГСХА 329, БГСХА 338, БГСХА 340.

Высокой степенью устойчивости к засухе характеризуются сорт Владко и сортообразец БГСХА 334, выше

Таблица 4 – Степень устойчивости к засухе сортообразцов люпина желтого (среднее, 2020–2022 гг.)

Сортообразец	Всхожесть, % к контролю	Степень депрессии, %	Интервал всхожести, %		Группа	Степень устойчивости
			min	max		
Владко	92,0	62,5	85,8	98,2	1	высокоустойчив
БГСХА 323	69,4	64,6	58,9	80,0	2	выше средней
БГСХА 325	81,9	67,8	73,1	90,8	2	выше средней
БГСХА 326	76,4	71,3	66,6	86,1	2	выше средней
БГСХА 327	52,0	81,4	40,5	63,5	3	среднеустойчивый
БГСХА 328	27,4	92,0	17,1	37,6	5	неустойчивый
БГСХА 329	40,3	80,4	29,0	51,5	4	слабоустойчивый
БГСХА 330	34,0	85,6	23,1	44,8	4	слабоустойчивый
БГСХА 331	61,6	73,3	50,5	72,8	3	среднеустойчивый
БГСХА 332	42,9	82,2	31,5	54,2	4	слабоустойчивый
БГСХА 333	70,0	77,0	59,5	80,5	2	выше средней
БГСХА 334	87,0	37,8	79,2	94,7	1	высокоустойчивый
БГСХА 337	75,0	55,7	65,1	85,0	2	выше средней
БГСХА 338	60,3	62,7	49,1	71,5	3	среднеустойчивый
БГСХА 340	54,4	66,3	43,0	65,9	3	среднеустойчивый

средней – БГСХА 323, БГСХА 325, БГСХА 326 БГСХА 333, БГСХА 337, которые могут быть использованы в качестве источников устойчивости к засухе.

Высоким сбором сырого протеина с 1 га характеризуются сортообразцы БГСХА 332, БГСХА 325, БГСХА 330, БГСХА 331 и БГСХА 329.

Литература

- Лёвкина, О. В. Оптимизация параметров производства сои в Республике Беларусь / О. В. Лёвкина, В. В. Васильев // Аграрная экономика. – 2018. – № 6. – С. 46–50.
- Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2021–2025 годы // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/documents/ab2025.pdf> – Дата доступа: 22.02.2023. – с. 17.
- Тарануха, Г. И. Люпин: биология, селекция и технология возделывания (учебное пособие для студентов агрономических специальностей) / Г. И. Тарануха. – Горки: БГСХА, 2001. – 110 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под редакцией М. А. Федина. – 1-й вып. – Москва: Колос, 1985. – 281 с.
- Доспехов, Б. А.; Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Волкова, А. М. Определение относительной жаростойкости и засухоустойчивости образцов зернобобовых культур способом проращивания семян в растворах сахарозы и после прогрева: методические указания / А. М. Волкова, Н. Н. Кажушко, Б. Н. Макарова. – Л.: ВИР, 1984. – 17 с.

УДК 632.782:632.9

Стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) – опасный полифаг: пищевая избирательность и вредоносность

С. В. Бойко, кандидат с.-х. наук, доцент, А. С. Чичина, М. Г. Немкевич, кандидат с.-х. наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 10.04.2023)

Наиболее высокая поврежденность растений кукурузы *Ostrinia nubilalis* Hbn. отмечалась в Брестской и Гомельской областях и достигала 97,0 и 80,0 % соответственно. При анализе поврежденных растений наблюдался слом стебля выше початка при заселенности гусеницами 14,0–34,0 %, ниже початка – 30,0–42,0 %. Сорговые и просяные культуры повреждались вредителем на 51,0 и 90,0 % соответственно, пшеница яровая – на 5,0 %, подсолнечник масличный – на 6,8 %. Высокая поврежденность стеблей фитофагом является решающим доводом в пользу применения инсектицидов контактного, системного и комбинированного действия.

The highest damage to corn plants by the *Ostrinia nubilalis* Hbn. was noted in the Brest and Gomel regions and reached 97,0–80,0 % respectively. In the analysis of damaged stems, the caterpillar population of plants with damage types of stem breakage above the cob was 14,0–34,0 %, below the cob – 30,0–42,0 %. Sorghum and millet crops were damaged by the pest by 51,0 and 90,0 %, respectively, spring wheat – 5,0 %, oilseed sunflower – 6,8 %. The high damage of stems by phytophagous is a decisive argument in favor of the use of insecticides contact action, systemic and combined actions.

Введение

Агропромышленный комплекс страны включает в себя большое количество взаимосвязанных отраслей. Особенно тесно переплетаются между собой такие направления сельского хозяйства, как животноводство с растениеводством, ведь вся производимая продукция зависит от урожая сельскохозяйственных культур.

В связи с тем, что не во всех культурах содержится достаточное количество питательных элементов для полноценного рациона скота, выделяют основные виды с.-х. растений, подходящие для их питания: кукуруза и сорго (зерновое, сахарное, сорго-суданковый гибрид) на зеленую массу. В 2021 г. посевные площади кукурузы в Беларуси составляли 160,0 тыс. га, тогда как в 2022 г. данный показатель достигал 175,0 тыс. га (на 9,4 % больше). Оптимальный температурный режим и увлажнение в течение вегетационного периода ускоряют процесс развития растений кукурузы и сорго и способствуют формированию достойного урожая (в среднем 249,0 и 246,5 ц/га зеленой массы).

Помимо вышеуказанных культур, также ценным источником питания животных в республике является подсолнечник масличный, который возделывается как самостоятельная культура, так и в смешанном посеве с кукурузой. Для производства сена, травяной муки и зеленого корма возделывают просо обыкновенное и африканское. Согласно данным российских ученых, в годы с благоприятно сложившимися погодными условиями культура способна формировать достаточно высокие урожаи. В 2021 г. площадь возделывания проса в республике составила 8,0 тыс. га со средней урожайностью 20,5 ц/га [1].

Системы защиты этих культур в основном направлены только на борьбу с сорной растительностью и болезнями и не предусматривают защиту их от вредителей, что может привести к потерям 15–30 % урожая.

Ежегодные обследования посевов зернокармливых культур в Беларуси свидетельствуют об обнаружении опасной и вредоносной полифага из отряда Lepidoptera семейства Crambidae стеблевого кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) (СКМ). Данные многолетних исследований показывают, что распространение вредителя в посевах кукурузы резко снижает продуктивность культуры, потери урожая достигают 25,0–40,0 %. Вредоносность полифага зависит от фазы развития культур и стадии самого объекта. Скрытноживущий образ жизни дает мотыльку преимущество, которое обусловлено тем, что явное его присутствие в посевах кукурузы можно заметить только на поздних стадиях, когда обработка посевов уже экономически не целесообразна. После отрождения гусеницы, вышедшие из яйцекладки, начинают свое питание с молодых листьев, повреждая пластинки, внедряясь в жилки, а также в только начавшую свое формирование метелку (стадия 8 листьев – начало выбрасывания метелки). Экономически наиболее существенный ущерб гусеницы мотылька начинают наносить в III декаде июля – I декаде августа (III возраст). Вследствие их внедрения в стебель и выедания его изнутри, растения ломаются. При сломе стеблей выше початка растение не заканчивает свое развитие, усыхает и теряет свои кормовые качества. Растение, сломанное ниже точки роста початка, может его вовсе не сформировать. Следует отметить, что со-

ровые культуры, просо обыкновенное и африканское повреждались фитофагом более интенсивно (от 40,0 до 90,0 %), чем кукуруза [1, 3].

Вредитель хорошо приспосабливается к изменениям климатических условий, что позволяет ему переносить низкие температуры при перезимовке. Перед зимовкой гусеницы старших возрастов стеблевого кукурузного мотылька спускаются в прикорневую часть растения и зимуют в подготовленной колыбельке. Высота нахождения гусеницы зависит от различных факторов, таких как температура, влажность и вес гусеницы. Для нормальной перезимовки гусеницы должны набрать массу до 0,33 мг и больше.

В связи с вышеизложенным, целью исследований являлось изучение распространенности, вредоносности и пищевой избирательности стеблевого кукурузного мотылька в посевах зернокармливых культур для дальнейшего биологического обоснования защиты их от гусениц фитофага.

Методика проведения исследований

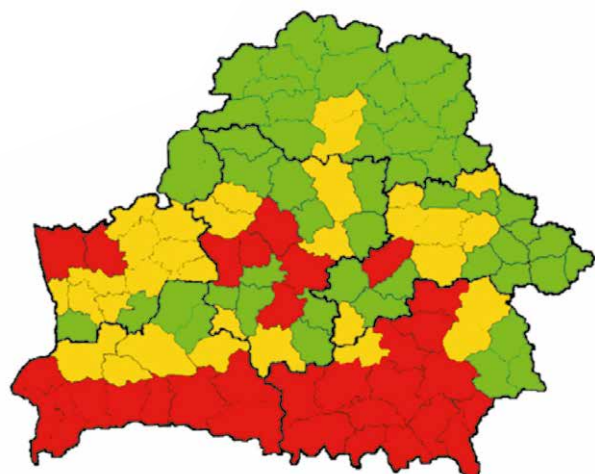
В 2021–2022 гг. сотрудники лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» проводили исследования по изучению биологии, распространенности и вредоносности стеблевого кукурузного мотылька в посевах кукурузы как на опытном поле РУП «Институт защиты растений», так и в производственных посевах базовых хозяйств республики путем проведения маршрутных обследований. Работы велись не только в посевах кукурузы, но и сорговых культур, проса обыкновенного в разных агроклиматических зонах: новой (Гродненская область), центральной (Минская область) и южной (Брестская и Гомельская области). Для обнаружения фитофага, учета его распространения и вредоносности использовали метод визуального осмотра 100 растений (10 растений в 10 разных местах по диагонали поля). Осенью, в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений», перед уборкой культур дважды (05.10 и 02.11.2022 г.) отбирали поврежденные растения (слом стебля выше (ССВП) и ниже початка (СЧНП), по 50 растений в пробе) и стебли пожнивных остатков (100 проб) кукурузы, сорго зернового и сахарного (слом верхней и нижней части стебля по 50 растений в пробе) для учета гусениц перед зимовкой и определения высоты нахождения фитофага путем вскрытия стеблей скальпелем в лабораторных условиях.

Степень поврежденности стеблей определяли по следующей методике:

- слабая – до 20 % растений;
- средняя – от 20,1 до 50 % растений;
- сильная – свыше 50,1 %.

Результаты исследований и их обсуждение

В 2021–2022 гг. ареал стеблевого кукурузного мотылька охватывал всю территорию Беларуси и уже отмечался во всех зонах проведения исследований. В результате маршрутных обследований посевов кукурузы в указанные годы выявлена различная степень поврежденности агроценозов культуры *Ostrinia nubilalis*. Наиболее высокая численность фитофага (1–7 яйцекладок на 100 растений) и поврежденность растений отмечена в Брестской и Гомельской областях (рисунок 1).



■ слабая – до 20%;
 ■ средняя – от 20,1 до 50%;
 ■ сильная – свыше 50,1%.

Рисунок 1 – Области с различной поврежденностью растений СКМ (маршрутные обследования посевов кукурузы, 2010–2022 г.)

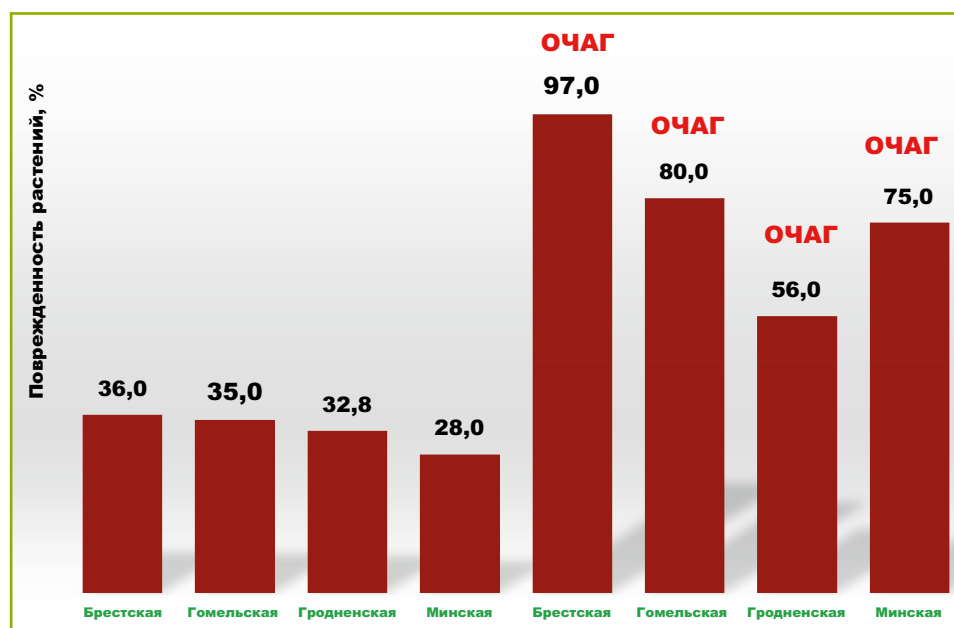


Рисунок 2 – Максимальная поврежденность кукурузы и поврежденность в очагах гусеницами СКМ в разных агроклиматических зонах Республики Беларусь (маршрутные обследования, 2022 г.)

Таблица 1 – Поврежденность растений сорговых культур гусеницами стеблевого кукурузного мотылька (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Срок сева	Слом стебля	Средняя высота растений, см	Всего повреждено, %	Повреждено растений, %
Сорго сахарное				
I срок (06.06.)	нижняя часть	293,9	14,0	41,7
	верхняя часть			58,3
II срок (15.06.)	нижняя часть	246,0	24,0	33,3
	верхняя часть			66,8
Сорго зерновое				
I срок (06.06.)	нижняя часть	282,0	4,0	100
	верхняя часть			0
II срок (15.06.)	нижняя часть	244,6	51,0	64,0
	верхняя часть			36,0

С момента начала исследований (2010 г.) и по настоящее время ареал объекта значительно расширился и охватил всю республику. Так, по данным Быковской А. В. (2015 г.) в 2010 г. в Гомельской области фитофаг был обнаружен на 35 % обследованной площади с плотностью 0,03–1,0 ос./растение, в Брестской – на 22,0 % площади с численности 0,01–0,1 ос./растение, к 2014 г. очаги отмечены в Брестском, Малоритском, Кобринском районах Брестской области, в Мозырском и Калинковичском районах Гомельской области с поврежденностью растений 73,0–76,0 % (1,4 ос./стебель), тогда как в Минской и Могилевской областях поврежденность посевов культуры была 2,0–6,0 % при численности гусениц 1,0 ос./стебель. В 2014 г. впервые зафиксированы повреждения кукурузы в северной агроклиматической зоне – 2,0 % [2].

Вредоносность стеблевого мотылька варьировалась в зависимости от агроклиматической зоны. В Брестской, Гродненской и Гомельской областях в 2021 г. заселенность растений кукурузы стеблевым мотыльком составила 22,0–35,0 %. В местах с высокой заселенностью поврежденность растений достигала 47,6 %. В 2022 г. в Гомельской области поврежденность растений варьировалась от 15,0 до 35,0 %, в Гродненской – 24,6–32,8 %, Брестской – 32,0–36,0 %, Минской – 18,0–28,0 % (рисунок 2).

В отдельных районах Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской областей поврежденность кукурузы мотыльком составляла 97,0; 80,0; 56,0 и 75,0 %.

Высокая вредоносность фитофага была отмечена в 2022 г. в посевах сорго сахарного и зернового, возделываемого в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» при оптимальном и позднем сроках сева (06.06. и 15.06. соответственно). На начальных этапах развития растений (10–12 листьев) поврежденность растений не отмечалась, однако при достижении фазы выбрасывания метелки были выявлены первые признаки внедрения гусениц в стебли, а также их единичные сломы. Перед уборкой культур



Слом верхней части стебля



Слом нижней части стебля


 Гусеница V
возраста СКМ

Рисунок 3 – Типы слома стебля сорго и гусеница СКМ в стебле

поврежденность растений в зависимости от срока сева составила 4,0–51,0 % с типами повреждения «слом верхней части стебля» и «слом нижней части стебля» (рисунок 3, таблица 1).

При оптимальном и позднем сроках сева сорго зернового и сахарного поврежденность растений составила 4,0–51,0 %. У сорго сахарного преобладал тип повреждения «слом верхней части стебля» – 58,3–66,8 % при высоте растений 293,9–246,0 см, у сорго зернового – «слом нижней части стебля» (64,0–100 %) при высоте 244,6–282,0 см.

В 2021–2022 гг. исследований в среднем по республике процент растений кукурузы с типом повреждения «слом метелки» составил 11,5–15,3; «слом стебля выше початка» – 30,8–32,3 %; «слом стебля ниже початка» – 7,7–8,5 %; «внедрение в початок» – 5,0–5,6 %. В условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» в текущем сезоне со сломом метелки было 11,1–11,5 % поврежденных растений кукурузы; сломом стебля выше початка – 30,8–38,8 %; ниже початка – 7,7–8,0 % и внедрением в початок – 4,1–4,5 % поврежденных растений. Данные типы повреждения вредителем представлены на рисунке 4.

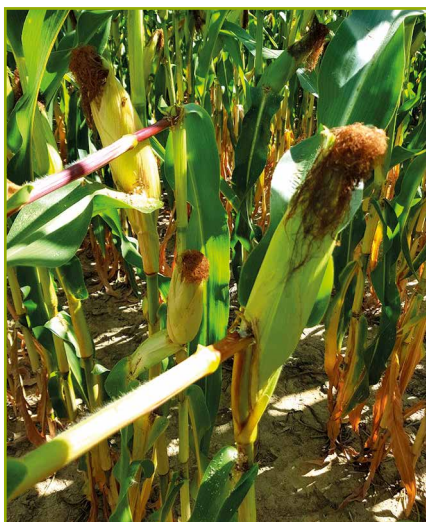
На опытном поле РУП «Институт защиты растений» высота слома стебля кукурузы выше початка различна и в начале I декады ноября составила от минимальной – 95 см до максимальной – 181 см (средняя – 137 см), ниже початка – от 40 до 116 см соответственно (средняя – 88 см) при средней высоте растений 275 см. Заселенность культуры гусеницами достигала 14,0–34,0 % и 30,0–42,0 % с высотой их обнаружения 6–164 см и 3–114 см соответственно данному типу повреждения.

Из всех поврежденных обследованных проб с различными сломами стебля отмечены растения, у которых гусеницы находились уже у самой прикорневой части – 12,0 % (0,5–2,5 см), тогда как по литературным данным известно, что в этот период в данной области растений может быть отмечено до 90 % зимующих гусениц [2].

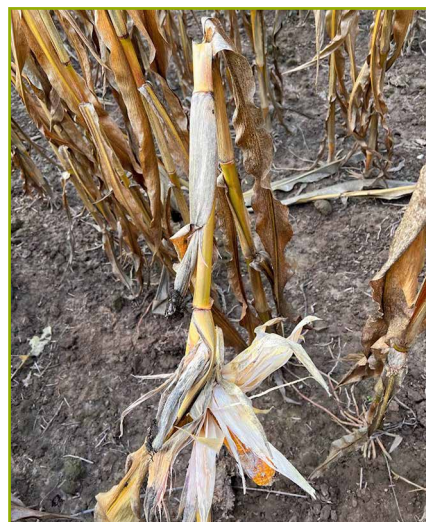
Детальный анализ стеблей кукурузы с обнаруженными гусеницами показал, что в растениях со сломом стебля выше початка в I декаде октября 25,0 % гусениц находилось на высоте до 25 см, в начале ноября – 42,9 %, что соответствует литературным источникам о биологии вредителя, тогда как в растениях со сломом стебля ниже початка наблюдалась обратная ситуация: 62,5 и 47,4 % соответственно (таблица 2).



Слом метелки



Слом стебля выше початка



Слом стебля ниже початка

Рисунок 4 – Различные типы повреждений кукурузы гусеницами СКМ

Заселенность от всех растений в пробе, вне зависимости от типа повреждения, на высоте до 25 см снижалась с приближением уборки культуры.

Растения кукурузы, убранные на зеленую массу в конце августа, анализировались по пожнивным остаткам. Из 100 отобранных образцов гусеницы были обнаружены только в 2,0 %.

В некоторых соседних «здоровых» растениях, но с характерным отверстием внизу стебля, также присутствовали гусеницы фитофага. Все личинки, найденные в стеблях, достигали IV–V возраста. Отмечались стебли кукурузы, в которых одновременно находилось 2–3 гусеницы.

Детальный анализ поврежденности посевов сорго в условиях опытного поля позволил установить, что перед уборкой культур 02.11.2022 г. разных сроков сева наибольшее количество сломов растений приходится

на верхнюю часть стеблей в диапазоне 127–274 см. Заселенность растений сорго гусеницами составила до 14,3 %. По литературным данным известно, что гусеницы мотылька IV и V возраста для перезимовки мигрируют в другое (соседнее) растение [2]. Установлено, что 24,0 % от общего количества обследованных растений сорго занимают «здоровые» растения с отверстием у прикорневой части стебля, оставленным гусеницей.

Впервые в вегетационном сезоне 2022 г. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» отмечено повреждение *O. nubilalis* посевов пшеницы яровой в виде белоколосости в период созревания культуры (5,0 %). В условиях РСУП «Экспериментальная база "Криничная"» фитофаг был отмечен и на подсолнечнике масличном с повреждением 6,8 % растений (слом стебля) (рисунок 5).



Белоколосость пшеницы яровой и гусеница III возраста в стебле



Поврежденное растение подсолнечника масличного

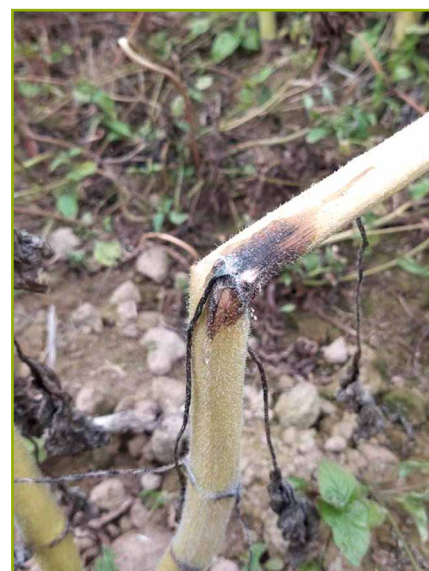


Рисунок 5 – Поврежденные растения пшеницы яровой и подсолнечника масличного гусеницами СКМ

Таблица 2 – Заселенность растений кукурузы гусеницами СКМ в зависимости от типа слома стебля и высоты ее нахождения (полевые опыты, РУП «Институт защиты растений»)

Высота обнаружения гусеницы, см	Заселенность, %			
	на высоте стебля		от всех растений в пробе	
	ССВП	ССНП	ССВП	ССНП
05.10.2022				
До 25	25,0	62,5	8,0	20,0
25,1–50	31,25	6,25	10,0	2,0
50,1–75	6,25	0	2,0	0,0
75,1–100	6,25	18,75	2,0	6,0
100,1–125	25,0	12,5	8,0	4,0
125,1–150	6,25	0	2,0	0,0
Всего			34,0	30,0
02.11.2022				
До 25	42,9	47,4	6,0	18,0
25,1–50	14,2	26,3	2,0	10,0
50,1–75	14,2	26,3	2,0	10,0
75,1–100	28,5	0	4,0	0,0
Всего			14,0	42,0



Рисунок 6 – Поврежденные растения проса обыкновенного гусеницами СКМ

При обследовании посевов проса обыкновенного в центральной агроклиматической зоне (Минская область) во II декаде августа, в фазе молочно-восковой спелости зерна, выявлено 87,5–90,0 % растений со сломом стеблей в результате их повреждения гусеницами III–IV возрастов стеблевого кукурузного мотылька. После уборки проса, во II декаде сентября, заселенность растений гусеницами вредителя составила от 10,3 % до 34,4 %, при этом большая часть гусениц была распределена в стеблях на высоте 16–27 см (рисунок 6).

В 2021–2022 гг. в южной агроклиматической зоне (Щучинский район, Гродненская область) на опытных делянках проса африканского в III декаде августа поврежденность фитофагом колебалась от 15,0 до 34,0 %, причем в структуре повреждений также, как и в центральной зоне, преобладали сломы стеблей – от 50,0 до 100 %.

В связи со скрытым образом жизни гусениц стеблевого мотылька оптимальным сроком инсектицидной обработки является появление первых яйцекладок. Защитные мероприятия необходимо проводить только

при достижении ЭПВ (2–3 яйцекладки/100 растений – на зеленую массу; 1–2 яйцекладка/100 растений – на зерно). Поскольку яйцекладки стеблевого мотылька расположены на нижней стороне листа, а растения в данный период (I–II декады июля) достигают высоты 2,0 м и более, мониторинг вредителя представляет собой трудоёмкий процесс, требующий навыка квалифицированных специалистов.

Основной кормовой культурой для питания *O. nubilalis* является кукуруза, возделываемая как на зеленую массу, так и на зерно, поэтому регистрация инсектицидов проводится только в агроценозах данной культуры, и в «Государственном реестре...» в настоящее время зарегистрировано 23 препарата. По данным наших исследований, биологическая эффективность инсектицидов с разными действующими веществами и механизмами действия от стеблевого кукурузного мотылька в среднем по республике составила 75,0–93,4 %, что обусловило 8–14 % сохранение урожая зерна.

По данным ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», объ-

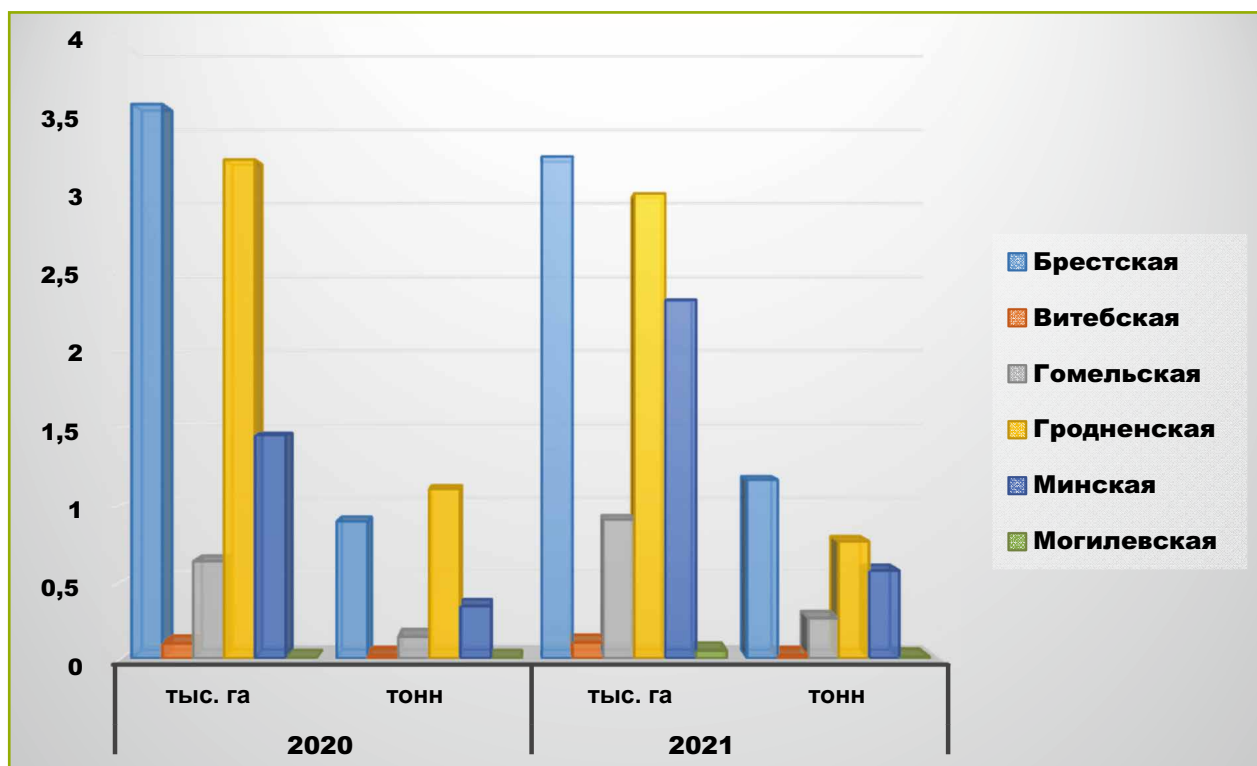


Рисунок 7 – Объемы применения инсектицидов в посевах кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька по областям Республики Беларусь (данные ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений», 2020–2021 гг.)

ем посевов, обрабатываемых инсектицидами в 2020 и 2021 г., составлял всего лишь 0,73 и 0,85 % от общей посевной площади кукурузы (рисунок 7).

Такая ситуация провоцирует ухудшение фитосанитарной ситуации в агроценозах кукурузы. Так как в «Государственном реестре ...» отсутствуют зарегистрированные инсектициды на других с.-х. культурах (сорговые культуры, просо обыкновенное и африканское, подсолнечник масличный), где также отмечается высокая вредоносность фитофага, это будет способствовать дальнейшему накоплению и массовому размножению стеблевого мотылька в республике и приведет к значительным потерям урожая.

Однако даже при наличии инсектицидов возникают технологические трудности при их внесении, обусловленные потребностью в опрыскивателях с высоким клиренсом. При этом необходимо обращать внимание на температуру воздуха при обработке посевов, если она превышает +25 °С, необходимо отложить применение даже термостойких инсектицидов до установления +20...+24 °С.

Исследования выполнены в рамках задания научно-исследовательских работ по государственной программе научных исследований «Сельскохозяйственная технология и продовольственная безопасность», по подпрограмме «Плодородие и защита растений» на тему «Изучение энтомофауны и вредоносности доминантных видов фитофагов в посевах сорго».

Выражаем благодарность за предоставленные данные по объемам применения инсектицидов по областям республики специалистам ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений».

Выводы

На основании данных, полученных в результате исследований в 2021–2022 гг., установлено, что стеблевой кукурузный мотылек широко распространен и вредоносен

в посевах кукурузы в Беларуси. В Брестской, Гродненской и Гомельской областях в 2021 г. заселенность растений культуры фитофагом составила 22,0–35,0 %. В местах с высокой заселенностью поврежденность растений достигала 47,6 %. В 2022 г. в Гомельской области поврежденность растений варьировалась от 15,0 до 35,0 %, в Гродненской – 24,6–32,8 %, Брестской – 32,0–36,0 %, Минской – 18,0–28,0 %.

При анализе поврежденных стеблей заселенность гусеницами растений кукурузы с типом повреждения «слом стебля выше початка» составила 14,0–34,0 %, «слом стебля ниже початка» – 30,0–42,0 %.

Выявлено, что кроме кукурузы фитофаг распространен и вредоносен в посевах сорговых и просяных культур. Поврежденность вредителем этих культур достигала 51,0 и 90,0 %.

Стеблевой кукурузный мотылек отмечен также в посевах пшеницы яровой и подсолнечника масличного, поврежденность которых составила 5,0 % и 6,8 %.

Высокая поврежденность растений и широкая распространенность вредителя не только в агроценозах кукурузы и сорговых культур, а также и в посевах проса, пшеницы яровой и подсолнечника масличного, свидетельствует об интенсивном развитии и распространении стеблевого кукурузного мотылька, что впоследствии может стать экономической угрозой для страны.

Литература

1. Быковская, А. В. Стеблевой кукурузный мотылек – опасный вредитель кукурузы, сорго и проса / А. В. Быковская, С. В. Бойко, Н. А. Лужинская // Наше сельское хозяйство. Сер. Агрономия. – 2021. – № 23. – С. 19–29.
2. Быковская, А. В. Биологическое обоснование и разработка мероприятий по защите кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) в Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / А. В. Быковская; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Минский р-н, 2015. – 20 с.
3. Бойко, С. В. О вредителях сорговых культур в условиях Беларуси / С. В. Бойко, М. Г. Немкевич, А. С. Чичина // Наше сельское хозяйство. Сер. Агрономия. – 2023. – № 1. – С. 22–34.

УДК 633.35:632.9(476)

Влияние применения средств защиты растений в посевах кормовых бобов на качество зерна

А. А. Запрудский, кандидат с.-х. наук, доцент
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 20.02.2023)

В статье представлены обобщенные результаты исследований по оценке влияния средств защиты растений на повышение качества зерна кормовых бобов. Применение в посевах культуры почвенных гербицидов обеспечивает увеличение сбора сырого протеина на 0,21–0,22 т/га, послевсходовых гербицидов – на 0,37–0,47 т/га, фунгицидов – на 0,49–0,52 т/га, инсектицидов – на 0,21–0,31 т/га. Во всех изучаемых защитных мероприятиях были получены высокие показатели биологической эффективности и достоверно сохраненный урожай зерна.

The paper presents the results of the research on the evaluation of the impact of plant protection means on the increase of faba beans grain quality. The application of soil herbicides to this crop provides increasing crude protein yield by 0,21–0,22 t/ha, post-emergence herbicides – by 0,37–0,47 t/ha, fungicides – by 0,49–0,52 t/ha and insecticides – by 0,21–0,31 t/ha. High indicators of biological efficiency were obtained in all the conducted experiments.

Введение

Ключевое значение в повышении зерновой продуктивности растений кормовых бобов имеет своевременная и качественная защита культуры от комплекса вредных организмов. Согласно проведенным исследованиям в РУП «Институт защиты растений», вклад средств защиты растений в сохранённый урожай зерна кормовых бобов может достигать 35,0 % и выше, что обуславливает целесообразность проведения защитных мероприятий в складывающихся фитосанитарных условиях. Вместе с тем, помимо сохранения урожайности культуры, необходимо получить качественный корм, отвечающий всем показателям его питательной ценности [1].

Выявлено, что зерно кормовых бобов по химическому составу сходно с горохом, викой и люпином и является хорошим источником протеина и незаменимых аминокислот для КРС, свиней и птицы [2, 3, 4, 5]. Массовая доля протеина в зерне составляет 28–35 % с переваримостью 86 % и растворимостью до 46 %, что представляет практический интерес для использования в комбикормах взамен более дорогого импортного соевого шрота [3, 6, 7]. В 1 кг зерна бобов содержится 1,16–1,29 к. ед. с содержанием протеина 200 г, что более чем на 50 г превышает аналогичный показатель для зерна гороха и на 120–130 г для зерна основных фуражных культур – ячменя и овса.

Учитывая многогранное значение кормовых бобов в решении вопроса обеспечения животноводческой отрасли отечественным высокобелковым кормом, наши исследования были нацелены на оценку эффективности применения средств защиты растений для снижения потерь урожая зерна культуры от комплекса вредных организмов и повышения сбора сырого протеина.

Методика и условия проведения исследований

Оценку биологической и хозяйственной эффективности применения средств защиты растений проводили в полевых условиях РУП «Институт защиты растений» в посевах кормовых бобов согласно общепринятым методикам [8, 9, 10]. Фенологические стадии роста и развития кормовых бобов указывали в соответствии со шкалой BBCH. Агротехника в опытах общепринятая для возделывания кормовых бобов в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь. Препараты вносили методом сплошного опрыскивания поделячно опрыскивателем EURO-PULVE-68130 ASPACH. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [11]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel. Содержание сырого протеина и аминокислотного состава зерна определяли сотрудники РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в соответствии с ГОСТ 13496.4-93 и ГОСТ 32195-2013. Показатель сбора сырого протеина определяли путем произведения содержания протеина в зерне (%) на количество сохраненного урожая с единицы площади (га).

Погодные условия 2019 г. в межфазный период прорастание – бутонизация кормовых бобов характеризовались повышенным температурным режимом с равномерным выпадением осадков, что благоприятно сказалось на росте и развитии культуры. Вторая поло-

вина вегетации проходила при температуре воздуха, близкой к уровню среднесезонных значений, с достаточным влагообеспечением. В 2020 г. отмечалось избыточное увлажнение и недостаток тепла на ранних этапах роста кормовых бобов. Дальнейшее развитие культуры проходило при оптимальном гидротермическом режиме. В 2021–2022 гг. период прорастание – бутонизация кормовых бобов проходил при пониженном температурном режиме с избытком выпадения осадков, во второй половине вегетации температура воздуха была выше уровня среднесезонных значений при неравномерном влагообеспечении. В целом сложившиеся метеорологические условия 2019–2022 гг. были благоприятными для распространения и развития вредных организмов в посевах культуры, что позволило в полной мере оценить эффективность средств защиты растений в агроценозе.

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проведенных исследований установлено, что опрыскивание почвы после сева до всходов культуры препаратами на основе *прометрина* Бриг, КС (4,0 л/га) и Гамбит, СК (4,0 л/га) обеспечивает снижение численности однолетних двудольных и злаковых сорняков на 87,9–88,6 %, их массы на 92,5–92,9 % при общей численности 145,0 шт./м² и массе 748,0 г/м² в варианте без применения гербицида [12].

Обработка посевов кормовых бобов в фазе листообразования и ранних фазах роста однолетних двудольных сорных растений препаратом Бенито, ККР (2,0 л/га) на основе *бентазона* обеспечивает снижение их численности на 70,6 %, вегетативной массы – на 72,1 %, а гербицидом Тапир, ВК (0,75 л/га) на основе *имазетапира* – на 81,4 и 84,1 % соответственно относительно варианта без применения гербицида [13, 14].

Опрыскивание растений культуры в фазе листообразования и ранних фазах однолетних двудольных, однолетних и многолетних злаковых сорняков гербицидом Гермес, МД (0,9 л/га) на основе *хизалофоп-П-этила* и *имазамокса* позволяет получить наибольшую биологическую эффективность по численности – 91,9 %, по массе – 93,9 % [1, 15].

Вместе с тем проведенный химический анализ зерна культуры позволил выявить, что в варианте без применения гербицида при высокой численности и вегетативной массе сорняков отмечено ухудшение условий питания и освещенности растений кормовых бобов, что впоследствии сказалось не только на снижении продуктивности, но и содержании сырого протеина.

В среднем за годы исследований, содержание сырого протеина при использовании почвенных гербицидов Бриг, КС (4,0 л/га) и Гамбит, СК (4,0 л/га) составляет 29,3–29,6 %, что на 2,7–3,0 % выше, чем в варианте без применения гербицидов (таблица 1). В вариантах с использованием послевсходовых препаратов Бенито, ККР (2,0 л/га) и Тапир, ВК (0,75 л/га) содержание сырого протеина повышается на 3,4–3,7 %, а в варианте Гермес, МД (0,9 л/га) – на 3,9 %.

В целом при опрыскивании посевов почвенными гербицидами сбор сырого протеина в зерне увеличивался на 0,21–0,22 т/га, а при внесении послевсходовых гербицидов – на 0,37–0,47 т/га.

Опрыскивание посевов кормовых бобов фунгицидами Хорус, ВДГ (0,3 кг/га) на основе *ципродинила*, Солигор, КС (0,8 л/га) на основе *протиокназола*, *тебуконазола* и *спироксамина*, а также Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га) на основе *ципроконазола*, *пропиконазола* и *бензовиндифлупира*, при достижении порогового уровня развития болезней к фазе полное цветение (код ВВСН 65) обеспечивает максимальную биологическую эффективность: против альтернариоза – до 80,2–82,2 %, фузариоза – до 98,2–100 %, черноватой пятнистости – до 98,6–98,8 % и шоколадной пятнистости – до 96,7–100 % при умеренно-депрессивном уровне развития болезней в варианте без применения препаратов. Фунгицидная активность препаратов против данного спектра фитопатогенов в посевах кормовых бобов отмечается до середины плодообразования (код ВВСН 75) [1, 16].

В то же время на фоне достоверного снижения зерновой продуктивности в варианте без применения фунгицида отмечено снижение и содержания сырого протеина в зерне на 3,5–4,1 % по сравнению с обработанными вариантами. В среднем за 2020–2022 гг., опрыскивание посевов кормовых бобов против комплекса болезней препаратами Хорус, ВДГ (0,3 кг/га), Солигор, КС (0,8 л/га)

и Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га) обеспечило увеличение сбора протеина на 0,49–0,52 т/га относительно варианта без обработки (таблица 2).

Оценка энтомологической ситуации показала, что при достижении пороговой численности фитофагов (клубеньковых долгоносиков и бобовой тли) опрыскивание посевов кормовых бобов препаратами Эсперо, КС (0,15 л/га) на основе *альфа-циперметрина* и *имидаклоприда*, Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га) на основе *флупирадифурина* и *дельтаметрина*, Аркуэро, КС (0,04–0,06 л/га) на основе *ацетамиприда* и *бифентрина*, Декстер турбо, СЭ (0,2–0,3 л/га) на основе *лямбда-цигалотрина*, *ацетамиприда* и *клотианидина* обеспечивает снижение численности вредителей на уровне 88,0–91,8 % [17, 18].

Выявлено, что в вариантах с применением Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га), Аркуэро, КС (0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,3 л/га) содержание сырого протеина повышается на 4,0–4,2 % относительно варианта без обработки (таблица 3).

В среднем за 2019–2021 гг., обработка посевов кормовых бобов инсектицидами Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га), Аркуэро, КС (0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,3 л/га) позволило повысить сбор

Таблица 1 – Содержание и сбор протеина в зерне кормовых бобов в зависимости от применения гербицидов (среднее, 2020–2022 гг.)

Вариант	Сырой протеин, %	Сбор протеина	
		т/га	± к варианту без гербицида, т/га
Без применения гербицида	26,6	0,73	–
<i>Почвенные гербициды</i>			
Бриг, КС (4,0 л/га)	29,6	0,95	+0,22
Гамбит, СК (4,0 л/га)	29,3	0,94	+0,21
<i>Послевсходовые гербициды</i>			
Бенито, ККР (2,0 л/га)*	29,7	1,10	+0,37
Тапир, ВК (0,75 л/га)*	29,8	1,11	+0,38
Гермес, МД (0,9 л/га)	30,5	1,20	+0,47

Примечание – *Оценка эффективности в данных вариантах проводилась в 2020–2021 гг.

Таблица 2 – Содержание и сбор протеина в зерне кормовых бобов в зависимости от применения фунгицидов (среднее, 2020–2022 гг.)

Вариант	Сырой протеин, %	Сбор протеина	
		т/га	± к варианту без фунгицида, т/га
Без применения фунгицида	25,8	0,79	–
Хорус, ВДГ (0,3 кг/га)	29,9	1,28	+0,49
Солигор, КС (0,8 л/га)	29,4	1,29	+0,50
Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га)	29,3	1,31	+0,52

Таблица 3 – Содержание и сбор протеина в зерне кормовых бобов в зависимости от применения инсектицидов (среднее, 2019–2021 гг.)

Вариант	Сырой протеин, %	Сбор протеина	
		т/га	± к варианту без инсектицида, т/га
Без применения инсектицида	25,0	0,76	–
Эсперо, КС (0,15 л/га)	29,1	1,05	+0,29
Сиванто энерджи, КС (0,6 л/га)	29,2	1,07	+0,31
Аркуэро, КС (0,06 л/га)	29,2	0,98	+0,22
Декстер турбо, СЭ (0,3 л/га)	29,0	0,97	+0,21

сырого протеина на 0,21–0,31 т/га по сравнению с вариантом без внесения препарата.

С учетом проведения защитных мероприятий в посевах кормовых бобов от комплекса вредных организмов, на сортах Фанфар, Бобас и Тайфун проведен анализ аминокислотного состава зерна. Установлено, что среди незаменимых аминокислот наибольшее содержание в зерне составляет аргинин – 3,71–3,82 %, лизин – 2,87–2,92 % и валин – 2,17–2,23 %. В меньшем содержании фенилаланин – 1,32–1,37 %, лейцин – 1,55–1,60 % и треонин – 1,20–1,25 %. Содержание изолейцина и метионина находится в минимальном количестве – 0,52–0,58 и 0,25–0,27 % соответственно.

Выводы

1. Установлено, что внесение почвенных гербицидов Бриг, КС (4,0 л/га) и Гамбит, СК (4,0 л/га) обеспечивает снижение численности однолетних двудольных и злаковых сорняков в посевах кормовых бобов на 87,9–88,6 %, массы – на 92,5–92,9 %, повышение сбора сырого протеина – на 0,21–0,22 т/га.

Обработка посевов послевсходовыми препаратами Бенито, ККР (2,0 л/га) и Тапир, ВК (0,75 л/га) позволяет снизить численность однолетних двудольных сорняковых растений на 70,6 и 81,4 %, их массу – на 72,1 и 84,1 % соответственно, что обеспечивает повышение сбора сырого протеина на 0,37–0,38 т/га относительно варианта без применения гербицида. Максимальный выход сырого протеина – 0,47 т/га и высокий показатель биологической эффективности – 91,9–93,9 % против однолетних двудольных, однолетних и многолетних злаковых сорняков обеспечивает внесение препарата Гермес, МД (0,9 л/га).

2. Доказано, что применение фунгицидов Хорус, ВДГ (0,3 кг/га), Солигор, КС (0,8 л/га), Элатус Риа, КЭ (0,4 л/га) к фазе полного цветения кормовых бобов (код ВВСН 65) способствует снижению развития болезней на 80,2–100 % и обеспечивает фунгицидный эффект до середины плодообразования (код ВВСН 75). Это позволяет дополнительно получить 0,49–0,52 т/га сырого протеина относительно варианта без обработки.

3. Выявлено, что применение в посевах кормовых бобов инсектицидов Эсперо, КС (0,15 л/га), Сиванто энтерджи, КС (0,6 л/га), Аркуэро, КС (0,06 л/га) и Декстер турбо, СЭ (0,3 л/га) обеспечивает снижение численности вредителей на 88,0–91,8 %, позволяет повысить сбор сырого протеина на 0,21–0,31 т/га по сравнению с вариантом без внесения препаратов.

Литература

- Защита кормовых бобов от вредных организмов в Республике Беларусь / А. А. Запрудский [и др.] // Зернобобовые и крупные культуры. – 2021. – № 1 (37). – С. 37–46.
- Дрегер, Д. Включение зерен зернобобовых в кормовые рационы / Д. Дрегер // Сейбіт. – 2001. – № 3. – С. 28–30.
- Голушко, В. М. Кормовые бобы – ценный источник белка / В. М. Голушко, А. В. Голушко // Наше сельское хозяйство. Сер. Ветеринария и животноводство. – 2016. – № 20 (148). – С. 47–52.
- Оптимизация энергетического и протеинового питания высокопродуктивных коров / Н. А. Яцко [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 78–84.
- Показатели рубцового пищеварения и прирост живой массы бычков с включением в рацион кормовых бобов / Ю. В. Черников [и др.] // Мясное скотоводство на засушливых территориях юга Средней Сибири: современное состояние и перспективы развития: материалы Межрегиональной науч.-практ. конф. с междунар. участием (2–4 дек. 2015 г.) / ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии»; сост. М. М. Никитина. – Абакан, 2017. – С. 110–113.
- Максимович, Я. В. Структура доминирования вредителей сои, возделываемой в разных агроклиматических зонах Беларуси / Я. В. Максимович, Л. И. Трепашко, М. Г. Немкевич // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 4 (113). – С. 30–33.
- Разумовский, Н. Кормовые бобы и собственный соевый шрот: считаем рентабельность / Н. Разумовский // Белорусское сельское хозяйство. – 2017. – № 10. – С. 38–40.
- Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская; рец.: В. В. Лапа, Ю. М. Забара. – Несвиж: Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
- Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / под ред. Л. И. Трепашко; рец.: Д. М. Бояр, А. И. Блинцов. – д. Прилуки, Минский район, 2009. – 319 с.
- Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Институт защиты растений»; под ред. С. Ф. Буга; рец.: В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева. – Несвиж: Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2007. – 511 с.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. пособие / Б. А. Доспехов. – 5 изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Запрудский, А. А. Оценка эффективности почвенных гербицидов в агроценозах кормовых бобов в Беларуси / А. А. Запрудский, Е. В. Пенязь // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / УО «ГГАУ». – Гродно, 2021. – Т. 55: Агрономия. – С. 52–60.
- Защита кормовых бобов от сорняковых растений / А. А. Запрудский [и др.] // Наше сельское хозяйство. Сер. Агрономия. – 2018. – № 7. – С. 62–65.
- Запрудский, А. А. Оценка эффективности послевсходовых гербицидов в посевах кормовых бобов в Беларуси / А. А. Запрудский, Д. Ф. Привалов // Защита растений от вредных организмов: материалы X междунар. науч.-практ. конф. (Краснодар, 21–25 июня 2021 г.) / ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина», ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений». – Краснодар, 2021. – С. 139–141.
- Запрудский, А. А. Эффективность применения послевсходовых гербицидов в посевах кормовых бобов / А. А. Запрудский, Е. В. Пенязь, Д. Ф. Привалов // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2020. – Вып. 44. – С. 29–34.
- Динамика развития болезней и биологическое обоснование эффективного применения фунгицидов в посевах кормовых бобов / А. А. Запрудский [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: Несвиж. укрп. тип. им. С. Будного, 2019. – Вып. 43. – С. 175–182.
- Вредоносность фитофагов в агроценозах кормовых бобов в Беларуси / А. А. Запрудский [и др.] // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 6. – С. 31–35.
- Запрудский, А. А. Защита кормовых бобов от доминантных вредителей в Республике Беларусь / А. А. Запрудский, Д. Ф. Привалов, А. М. Яковенко // Защита растений в условиях перехода к точному земледелию: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию со дня основания РУП «Ин-т защиты растений» (аг. Прилуки, 27–29 июля 2021 г.) / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – С. 125–127.

Новый препарат в защите картофеля от нематод в Республике Беларусь

М. В. Конопацкая, старший научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 02.03.2023)

В условиях 2018–2021 гг. изучена биологическая и хозяйственная эффективность нового для Республики Беларусь препарата Веранго, КС (флуопирам, 400 г/л) в качестве нематотида для защиты картофеля от золотистой цистообразующей (ЗКН, *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens) и стеблевой (*Ditylenchus destructor* Thorne 1945) нематод. Показано, что применение нематотида Веранго, КС позволило снизить коэффициент размножения ЗКН по сравнению с вариантом без обработки на 0,4–1,1, а развитие дитиленхоза в конце хранения картофеля не превышало 10,6–21,3 %. Биологическая эффективность препарата Веранго, КС против ЗКН составила 47,8 %, в отношении стеблевой нематоды – 73,2 %. Кроме того, установлено, что использование нематотида Веранго, КС способствует достоверному повышению урожайности картофеля на 9,7 и 25,4 % соответственно в опытах против ЗКН и стеблевой нематоды. По результатам исследований препарат Веранго, КС включен в «Государственный реестр средств защиты растений...» как нематотид.

In the conditions of 2018–2021 the biological and economic efficiency of Verango, KS (fluopyram, 400 g/l), a new preparation for the Republic of Belarus, as a nematocide for protecting potatoes from golden cyst nematode (PCN, *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens) and stem nematode (*Ditylenchus destructor* Thorne 1945) was studied. It was shown that the use of the nematocide Verango, KS made it possible to reduce the multiplication factor of PCN by 0,4–1,1 compared to the variant without treatment, and the development of the stem nematode at the end of potato storage did not exceed 10,6–21,3 %. Thus, the biological efficiency of the preparation Verango, KS against PCN was 47,8 %, against the stem nematode – 73,2 %. In addition, it was found that the use of the nematocide Verango, KS contributes to a significant increase in potato yield by 9,7 and 25,4 %, respectively, in experiments against PCN and stem nematode. According to the research results, the preparation Verango, KS is included in the «State Register of Plant Protection Products...» as a nematocide.

Введение

Нематодные вредители картофеля широко распространены. В республике наиболее вредоносными считаются 2 вида нематод картофеля: золотистая цистообразующая (*Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens) и стеблевая (*Ditylenchus destructor* Thorne 1945).

Цистообразующая, или золотистая картофельная нематода (ЗКН) относится к карантинным вредителям. Опасность заболевания состоит в том, что пораженные нематодой растения отстают в росте и развитии, имеют угнетенный вид, корни становятся мочковатыми, клубни мелкими или совсем отсутствуют. Болезнь широко распространена и значительно снижает не только урожайность культуры, но и семенные и товарные качества клубней, резко увеличиваются отходы картофеля при хранении. При сильном поражении растений потери урожая могут составлять 85–100 %. Распространяется цистообразующая нематода с зараженным посадочным материалом, а также с тарой и почвой [6, 9].

Стеблевая нематода в настоящее время занимает важное место по вредоносности среди фитогельминтозов картофеля и наносит значительный ущерб урожаю как в период вегетации, так и при хранении. Отрицательное действие нематоды на растения картофеля проявляется в первую очередь в снижении урожая

на 16,4–45,8 % и уменьшении количества товарных клубней до 75,0 %. В отдельные годы ущерб, причиняемый нематодой при хранении, может достигать – 80,0 % и более [2, 5].

Бороться с этими вредителями чрезвычайно сложно. Поэтому обычно применяют профилактические мероприятия, которые не позволяют появиться вредителям и развиваться в полях севооборота. Основные профилак-



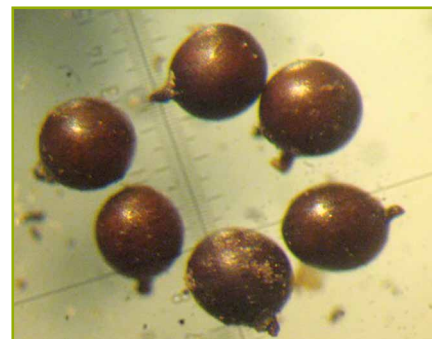
Клубень картофеля с признаками стеблевой нематоды



Личинка стеблевой нематоды под бинокуляром



Цисты ЗКН на корневой системе



Цисты ЗКН под бинокуляром

тические меры: соблюдение севооборота, использование только здорового и сертифицированного посевного материала, глубокая зяблевая вспашка осенью, уничтожение растительных остатков после уборки картофеля, использование устойчивых к золотистой картофельной нематодой сортов картофеля [1, 6, 9].

В системе мер защиты картофеля от нематодозов в последние годы приобретает актуальность химический метод. Однако, до 2020 г. в Государственном реестре средств защиты растений не было зарегистрировано ни одного нематодицида на картофеле, в связи с чем необходимо изучать новые средства защиты растений, имеющие высокую нематодицидную активность. С этой целью нами проведены исследования по изучению биологической и хозяйственной эффективности нового перспективного препарата Веранго, КС.

Материалы и методика

Изучение биологической и хозяйственной эффективности препарата Веранго, КС (флуопирам, 400 г/л) выполняли в 2018–2021 гг. на карантинном стационаре РУП «Институт защиты растений» в центральной агроклиматической зоне республики путем закладки мелкоделяночных опытов.

В ходе проведенных исследований изучали 2 способа применения нематодицида Веранго, КС для защиты картофеля от вредных нематод:

- однократное внесение препарата в борозду при посадке картофеля с нормой расхода нематодицида 1,0 л/га, рабочей жидкости – 150 л/га;
- двукратное применение препарата – внесение в борозду при посадке в норме расхода 0,5 л/га (расход рабочей жидкости 150 л/га) с последующим опрыскиванием борозды перед первым окучиванием в норме 0,5 л/га (расход рабочей жидкости 300 л/га).

В опытах по изучению эффективности препарата Веранго, КС против ЗКН исследования выполняли в четырехкратной повторности с рендомизированным расположением делянок на среднепозднем сорте картофеля Ласунак, восприимчивом к глободерозу, с площадью опытной делянки 12,0 м², против стеблевой нематоды – на среднераннем сорте Манифест, площадь делянки – 4,2 м². Агротехника общепринятая для возделывания картофеля.

Как известно, цисты картофельных нематод в почве распределяются неравномерно, и поэтому для обеспечения точной оценки биологической эффективности нематодицида устанавливали исходное и конечное заражение почвы цистами для каждой делянки. Плотность популяции ЗКН определяли флотационным методом. С этой целью с делянки почвенным буром (объемом 5 см³) отбирали 30 исходных проб с глубины пахотного слоя. Все исходные пробы соединяли вместе и составляли одну среднюю пробу, из которой анализировали выборку почвы объемом 100 см³. Для этого в литровый стакан высыпали пробу просеянной почвы. Заливали почву водой с последующим тщательным размешиванием так, чтобы взвесь заполнила весь стакан. После отстаивания взвеси в течение 3–5 минут верхний слой жидкости со всплывшими цистами и органическими частицами сливали на фильтр. Предварительно фильтр смачивали водой, вкладывали в воронку диаметром 10–15 см. Основную массу цист после фильтрации

взвеси находили на наружном (верхнем) крае осадка, просматривали под биноклем [6, 7].

Биологическую эффективность нематодицида в защите картофеля от ЗКН рассчитывали с применением формулы Хендерсона-Тилтона, которая учитывает прирост инфекции на протяжении опыта [7]:

$$БЭ = 100 - \frac{O_2 \times K_1}{O_1 \times K_2} \times 100,$$

где БЭ – биологическая эффективность, %;

O_1 – количество цист нематоды в почвенном образце опытной делянки до применения нематодицида, шт.;

O_2 – количество цист нематоды на опытной делянке после обработки нематодицидами, шт.;

K_1 – количество цист нематоды в варианте без обработки до начала опыта (исходная зараженность), шт.;

K_2 – количество цист нематоды к моменту учета в варианте без обработки (конечная зараженность), шт.

Изучение эффективности нематодицида Веранго, КС против стеблевой нематоды проводили в полевых условиях на искусственном инвазионном фоне, который создавали путем внесения в лунки при посадке кусочков измельченной ткани клубня, зараженного *D. destructor*, с последующим обильным поливом [5].

Биологическую эффективность препарата определяли путем проведения учетов по распространенности и развитию стеблевой картофельной нематоды на 100 клубнях по количеству и весу больных: 1-й раз при уборке, 2-й – через 3 месяца хранения, 3-й – через 6 месяцев хранения. Во время учетов осматривали каждый клубень с определением степени поражения поверхности дитилеозом в процентах (от 0 до 100 %) [7].

На основании полученных данных рассчитывали распространенность и развитие болезни, а также биологическую эффективность защитных мероприятий согласно формуле Аббота, которая интегрирует влияние факторов, определяющих естественную гибель в варианте без обработки [7]:

$$БЭ = \frac{(a - b)}{a} \times 100,$$

где БЭ – биологическая эффективность, %;

a – количество пораженных клубней или степень их поражения в варианте без обработки;

b – количество пораженных клубней или степень их поражения в изучаемом варианте.

Хозяйственную эффективность препарата определяли с помощью общепринятых методик [7]. Полученные данные обработаны статистически с использованием метода дисперсионного анализа.

Результаты исследований

При изучении численности цист *G. rostochiensis* на карантинном стационаре РУП «Институт защиты растений» было установлено, что инвазионная нагрузка опытного участка перед посадкой в 2018 и 2019 г. соответственно равнялась 14,0–14,5 и 17,0–18,7 цист ЗКН на 100 мл почвы и соответствует средней степени зараженности почвы нематодой [3], что позволило оценить биологическую и хозяйственную эффективность нематодицида Веранго, КС (таблица 1).

Из литературных источников известно, что оптимальными условиями для максимального развития

глободероза является теплая и влажная погода в период отрастания придаточных корней и их инвазирования личинками ЗКН. Так, благоприятные условия для внедрения в корни и размножения нематод находятся в диапазоне 15–20 °С, а оптимальной считается температура 15–18 °С [8, 9]. В наших условиях этот период приходится на июнь–июль.

В 2018 г., несмотря на оптимальную для глободеры температуру воздуха в июне и июле – соответственно 16,5–18,0 и 16,0–21,7 °С, неравномерное влагообеспечение почвы – от 4,0 % от нормы в июне до 295,9 % в июле – отрицательно сказалось на выход личинок ЗКН из яиц, передвижение их в почве и внедрение в корни картофеля, а следовательно и на формирование цист ЗКН. В связи с этим в варианте без обработки произошло увеличение количества цист только в 1,3 раза, а их количество составило 18,3 шт. на 100 см³ почвы (таблица 1). В то же время установлено, что под действием препарата Веранго, КС как однократно (1,0 л/га), так и двукратно (обработка дна борозды – 0,5 л/га → перед первым окучиванием – 0,5 л/га) произошло незначительное снижение количества цист ЗКН – на 1,2–1,7 шт./100 см³ почвы (коэффициент размножения – 0,9). Таким образом, применение в 2018 г. нематотицида Веранго, КС позволило снизить инфекционную нагрузку *G. rostochiensis* в почве на 29,8–32,7 % в сравнении с вариантом без обработки.

В условиях 2019 г., благоприятных для развития и размножения ЗКН, произошло увеличение количества цист в варианте без обработки в 2,3 раза и составило 42,0 шт. на 100 см³ почвы при учете во время уборки (таблица 1). При применении препарата Веранго, КС как однократно (1,0 л/га), так и двукратно (обработка дна борозды – 0,5 л/га → перед первым окучиванием – 0,5 л/га) выявлено незначительное увеличение количества цист ЗКН в 1,2 раза на фоне исходной их численности перед обработкой 17,0–17,3 шт./100 см³ (таблица 1). Биологическая эффективность, рассчитанная по методу Хендерсона-Тилтона, в обработанных вариантах составила 45,1–47,9 %.

Сравнение данных по урожайности позволило установить, что применение препарата Веранго, КС как однократно, так и двукратно способствовало накоплению

урожа картофеля. Так, сохраненный урожай от внесения изучаемого препарата в 2018 г. составил 1,2–12,4 ц/га, а в 2019 г. достигал 31,2–34,5 ц/га (таблица 1). Посредством статистического анализа данных по продуктивности растений определено достоверное превышение урожайности картофеля в вариантах с применением нематотицида в сравнении с вариантом без обработки как в 2018 г., так и в 2019 г.

Таким образом, оценка нематотицидной активности препарата Веранго, КС против золотистой картофельной нематоды в 2018–2019 гг. показала, что биологическая эффективность нового нематотицида находилась на уровне 47,8 %, хозяйственная – достигала 9,7 %.

На заражение дочерних клубней стеблевой нематодой влияют погодные условия на протяжении всего вегетационного периода. По литературным данным, оптимальными условиями для распространения и инвазирования молодых клубней является температура воздуха 19–22 °С и относительная влажность почвы более 70 % от полной влагоемкости [2]. Так, повышение температурного режима в августе 2020 г. (на 1,7–2,6 °С выше среднееголетних значений) и достаточные влагозапасы в почве благоприятствовали заражению личинками дитиленх клубней картофеля нового урожая и способствовали распространенности заболевания. В результате этого при проведении клубневого анализа во время уборки (02.09.) было установлено, что пораженность клубней дитиленхозом в варианте без обработки составила 22,9 % при развитии болезни 2,2 % (таблица 2).

В то же время в вариантах с применением препарата Веранго, КС путем внесения в борозду при посадке в норме расхода 1,0 л/га развитие заболевания составило 0,6 %, а при двукратном применении (обработка дна борозды – 0,5 л/га → перед первым окучиванием – 0,5 л/га) – 1,3 %. Таким образом, биологическая эффективность по ингибированию развития дитиленхоза на сформировавшихся клубнях нового урожая колебалась от 73,2 до 40,1 % соответственно однократному и двукратному внесению нематотицида (таблица 2).

По результатам оценки пораженности клубней через 3 месяца после уборки (02.12.2020) определено, что в вариантах с применением Веранго, КС развитие

Таблица 1 – Биологическая и хозяйственная эффективность нематотицида Веранго, КС в защите картофеля от золотистой картофельной нематоды (мелкоделяночный опыт, РУП «Институт защиты растений», сорт Ласунак)

Вариант	Норма расхода, л/га	Количество цист, шт./100 мл почвы		Индекс (Pf/Pi*)	Биологическая эффективность, %	Урожайность, ц/га
		перед посадкой	во время уборки			
2018 г.						
Без обработки	–	14,0	18,3	1,3	–	343,5
Веранго, КС	1,0	14,5	13,3	0,9	29,8	355,9
Веранго, КС	0,5 + 0,5	14,0	12,3	0,9	32,7	344,7
НСР ₀₅						11,9
2019 г.						
Без обработки	–	18,7	42,0	2,3	–	355,8
Веранго, КС	1,0	17,0	21,0	1,2	45,1	387,0
Веранго, КС	0,5 + 0,5	17,3	20,3	1,2	47,9	390,3
НСР ₀₅						29,2

Примечание – *Отношение инвазионной нагрузки конечной (Pf) к начальной (Pi).

дитиленхоза в сравнении с вариантом без обработки уменьшилось на 8,9–17,1 %. Биологическая эффективность приема по ингибированию развития болезни составила 68,3 и 35,7 % соответственно применению исследуемого препарата однократно и двукратно (таблица 2). В варианте без обработки распространенность дитиленхоза на клубнях составила 53,2 % при степени развития болезни 25,0 %.

При учете заболевания на клубнях через 6 месяцев после уборки (03.03.2021) установлено, что Веранго, КС сохранял защитный эффект на уровне 62,8 и 32,0 % по ингибированию дитиленхоза в сравнении с вариантом без обработки, где степень развития болезни достигала 31,3 % при распространенности 53,6 % (таблица 2).

Отмечено, что использование препарата Веранго, КС как однократно (при обработке дна борозды – 1,0 л/га), так и двукратно (обработка дна борозды – 0,5 л/га → перед первым окучиванием – 0,5 л/га) оказало положительное влияние как на продукционный потенциал картофеля, так и на его урожайность по сравнению с вариантом без обработки (таблица 3).

Результаты исследований показали, что использование препарата Веранго, КС позволило увеличить выход общего количества клубней с 1 га по сравнению с вариантом без обработки на 45,8–62,6 тыс. шт./га и способствовало накоплению урожая картофеля, который составил 361,9 и 360,9 ц/га, сохраненный урожай от внесения изучаемого препарата был на уровне 73,3 и 72,4 ц/га. В варианте без обработки выход общего

количества клубней с 1 га составил 463,1 тыс. шт./га, а урожайность – 288,5 ц/га.

Заключение

Таким образом, оценка нематотической активности препарата Веранго, КС против золотистой картофельной нематоды в 2018–2019 гг. показала, что биологическая эффективность нового нематотицида находилась на уровне 47,8 %, хозяйственная – достигала 9,7 %.

Установлено, что в 2020 г. при изучении эффективности препарата Веранго, КС в отношении стеблевой нематоды, при сложившихся благоприятных условиях для развития дитиленхоза, биологическая эффективность нематотицида при однократном внесении составила 62,8–73,2 %, двукратном – 32,0–40,1 %, хозяйственная – 25,4 и 25,1 % соответственно способам применения.

По результатам исследований в 2020 г. препарат Веранго, КС был включен в «Государственный реестр средств защиты растений...» как нематотик против ЗКН, а в 2021-м – против стеблевой картофельной нематоды: для однократного применения способом внесения в борозду при посадке картофеля в норму расхода 1,0 л/га с расходом рабочей жидкости 150 л/га или двукратно – при внесении в борозду при посадке в норму расхода 0,5 л/га (расход рабочей жидкости – 150 л/га) и опрыскивании борозды перед первым окучиванием в норму 0,5 л/га (расход рабочей жидкости – 300 л/га) [4].

Таблица 2 – Эффективность нематотицида Веранго, КС против дитиленхоза картофеля (мелкоделяночный опыт, сорт Манифест, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Норма расхода, л/га	Пораженность клубней, %			
		развитие	биологическая эффективность	распространенность	биологическая эффективность
02.09.2020 (во время уборки)					
Без обработки	–	2,2	–	22,9	–
Веранго, КС	1,0	0,6	73,2	8,1	64,8
Веранго, КС	0,5 + 0,5	1,3	40,1	17,1	25,2
02.12.2020 (через 3 месяца после уборки)					
Без обработки	–	25,0	–	53,2	–
Веранго, КС	1,0	7,9	68,3	16,5	68,9
Веранго, КС	0,5 + 0,5	16,1	35,7	38,7	27,1
03.03.2021 (через 6 месяцев после уборки)					
Без обработки	–	31,3	–	53,6	–
Веранго, КС	1,0	10,6	62,8	20,5	61,8
Веранго, КС	0,5 + 0,5	21,3	32,0	42,0	21,7

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность нематотицида Веранго, КС в защите картофеля от стеблевой картофельной нематоды (мелкоделяночный опыт, опытное поле РУП «Институт защиты растений», сорт Манифест, 2020 г.)

Вариант	Норма расхода, л/т	Количество клубней, тыс. шт./га	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай	
				ц/га	%
Без обработки	–	463,1	288,5	–	–
Веранго, КС	1,0	508,9	361,9	73,3	25,4
Веранго, КС	0,5 + 0,5	525,7	360,9	72,4	25,1
НСР ₀₅		42,0	44,7		

Примечание – Дата уборки 02 сентября.

Литература

1. Васюхневич, М. В. Глободероустойчивые сорта картофеля в Беларуси / М. В. Васюхневич, М. В. Конопацкая, И. Г. Волчкевич // Современные технологии с.-х. производства: сб. науч. статей по материалам XXIII Междунар. науч.-практ. конф.: Агрономия. Защита растений. Технология хранения и переработки с.-х. продукции (Гродно, 23 апр., 24 марта, 5 июня 2020 г.) / ГТАУ; О. В. Вертинская (отв. за вып.). – Гродно, 2020. – С. 33–35.
2. Волчкевич, И. Г. Дитиленхоз картофеля (стеблевая нематода картофеля): биология и меры борьбы / И. Г. Волчкевич, М. В. Конопацкая // Беларус. сел. хоз-во. – 2021. – № 3 (227). – С. 123–125.
3. Выявление и устранение очагов *Globodera rostochiensis* / А. А. Моляк [и др.] // Вестник Брянской ГСХА. – 2019. – № 1. – С. 24–27.
4. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. изд. / ГУ «Главная гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
5. Иванюк, В. Г. Устойчивость картофеля к стеблевой нематоде (*Ditylenchus destructor* Thorne) / В. Г. Иванюк, Д. А. Ильяшенко // Весці НАН. Сер. аграр. навук. – 2010. – № 3. – С. 43–48.
6. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации золотистой картофельной нематоды (*Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Behrens) и бледной картофельной нематоды (*Globodera pallida* (Stone) Behrens) / А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Колорград, 2017. – 24 с.
7. Методические указания по проведению регистрационных испытаний нематодцидов для защиты картофеля от стеблевой (*Ditylenchus* spp.) и цистообразующих (*Globodera* spp.) нематод / М. В. Конопацкая [и др.]; РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Ин-т защиты растений». – Минск: Колорград, 2020. – 19 с.
8. Методы оценки сортообразцов картофеля на устойчивость к золотистой картофельной нематоде в лабораторных испытаниях / Е. А. Симаков [и др.]. – М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и АПК», 2006. – 20 с.
9. Агрофитоценотический метод борьбы с фитопаразитическими нематодами картофеля / А. А. Шестеперов [и др.] // Защита картофеля. – 2018. – № 1. – С. 32–35.

УДК 632.51:633.1"321"

Видовой состав и распространенность многолетних сорных растений в посевах яровых зерновых культур

О. К. Лобач, старший научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 04.05.2023)

В статье представлены результаты сравнительного анализа данных маршрутных обследований посевов яровых зерновых культур на засоренность многолетними сорными растениями в Беларуси перед уборкой урожая.

The article presents the result of a comparative analysis of route surveys of spring grain crops for contamination with perennial weeds in Belarus before harvesting.

Введение

По данным маршрутных обследований (2005–2009 гг.) засоренности посевов сельскохозяйственных культур перед уборкой урожая, встречалось 43 вида многолетних сорных растений, среди которых доминирующими являлись: пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), чистец болотный (*Stachys palustris* L.), мята полевая (*Mentha arvensis* L.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.).

Основной вред посевам яровых зерновых культур в Беларуси наносит около 40 видов сорных растений. Потери урожая из-за сорняков достигают 40 % [13]. Наиболее вредоносны многолетние корневищные и корнеотпрысковые сорняки. Четыре растения пырея ползучего на одном метре квадратном по вредоносности равнозначны 20 растениям мари белой (*Chenopodium album* L.), 4 растения осота полевого – 40 растениям пикульника жабрея (*Galeopsis ladanum* L.) [14]. Это объясняется их биологическими особенностями, в т. ч. способностью регенерировать с помощью вегетативных запасующих органов, что сильно затрудняет борьбу с ними. Размножаются многолетние сорные растения семенами и вегетативным путем. Семенное размножение носит ограниченный характер, наиболее высокую степень опасности для культурных растений представляет вегетативное размножение. Развивая мощную корневую систему, они

способны поглощать влагу и питательные вещества из более глубоких слоев почвы [7]. Мероприятия по снижению численности многолетних сорных растений необходимо проводить с учетом их биологических особенностей, обуславливающих их высокую жизнеспособность.

В конце 90-х – начале 2000-х гг. пырей ползучий произрастал на 90 % пашни. В посевах зерновых культур его численность могла достигать 30–40 % от общего количества сорных растений. Его встречаемость в 1996–2002 гг. в посевах кукурузы составляла 72,6 % и в 2003–2005 гг. – 50,5 %. В посевах сахарной свеклы встречаемость пырея ползучего в 1996–2000 гг. была высокой, после 2000 г. находилась на среднем уровне. Наряду с пыреем ползучим посевы сельскохозяйственных культур засоряли осот полевой и бодяк полевой. От общей массы сорняков осот полевой составлял 1,8–3,0 % [1]. В России осот полевой засоряет около 48–65 % посевных площадей, бодяк щетинистый – от 5 % (рожь озимая) до 25 % (овес). В пропашных культурах также преобладает осот полевой, который засоряет около 48 % посевных площадей сахарной свеклы и около 65 % кукурузы [7].

В настоящее время общая численность сорных растений на полях Республики Беларусь значительно превышает биологический порог вредоносности, однако, в результате ежегодного применения глифосатсодержащих гербицидов на площади около 1 млн га, засоренность многолетними сорными растениями значительно снизилась. Так, их численность в посевах пшеницы озимой

была ниже по сравнению с 1981–1986 гг. в 3,3 раза, а с 2001–2005 гг. – в 2,6 раза [13].

Целью исследований являлось определение видового состава сорных растений и анализ динамики численности многолетних сорных растений в посевах яровых зерновых культур.

Материалы и методика исследований

Видовой состав и распространенность сорных растений, произрастающих в посевах зерновых культур в республике, определяли по результатам ежегодного маршрутного обследования [9, 4, 5]. Маршрут устанавливался с таким расчетом, чтобы максимально охватить почвенно-географические разности республики [11]. Обследование проводили за 2–3 недели до уборки культур. Историю полей, их агрохимические характеристики, перечень мероприятий по уходу за посевами устанавливали путем собеседования с агрономами хозяйств.

Учеты проводили путем наложения учетных рамок площадью 0,25 м² по диагонали поля в посевах площадью до 50 га – 10 шт., 50–100 га – 15 шт. и устанавливали видовой состав сорняков, их численность и встречаемость [6]. Ботанические названия сорняков, их принадлежность к семействам устанавливали по определителям [2, 3, 8, 10].

Результаты исследований

По данным маршрутных обследований перед уборкой урожая в период 2011–2020 гг. в посевах яровых

зерновых культур произрастал 41 вид сорных растений. Многолетних – 12 видов, 9 из которых являются доминирующими и относятся к 6 семействам, преимущественно с корнеотпрысковым типом корневой системы. Корневищные многолетники представлены пыреем ползучим, мяткой полевой и чистецом болотным.

Представителями корнеотпрысковых многолетников являлись осот полевой, бодяк полевой и вьюнок полевой. Из стержнекорневых в посевах яровых зерновых культур произрастали одуванчик лекарственный и полынь обыкновенная (таблица 1).

В результате анализа данных маршрутных обследований установлено, что численность пырея ползучего в посевах яровых зерновых после проведения защитных мероприятий в 2016–2020 гг. по сравнению с 2011–2015 гг. значительно снизилась. Количество стеблей на одном квадратном метре в посевах пшеницы яровой варьировало в пределах 1,1–5,4, ячменя ярового – 1,7–3,4, овса – 1,9–8,7 стеблей/м² при биологическом пороге вредоносности в посевах яровых зерновых культур – 10–12 стеблей/м². В посевах кукурузы насчитывалось от 1,6 до 6,1 стеблей/м² (порог вредоносности – 16–28 стеблей/м²) (рисунок 1).

Численность осота полевого в посевах яровых зерновых культур в 2016–2020 гг. не превышала порог вредоносности (по российским данным, экономический порог вредоносности в посевах яровых зерновых культур – 2–3 шт./м², в посевах кукурузы – 1–2 шт./м²). Так, в посевах пшеницы яровой перед уборкой урожая насчитывалось 0,5–1,7 шт./м², ячменя ярового – 0,7–1,0,

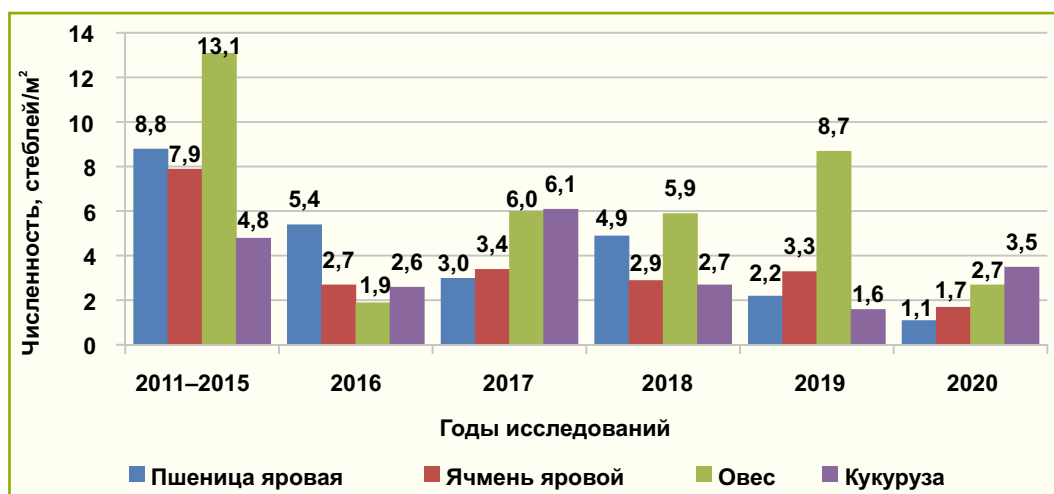


Рисунок 1 – Засоренность посевов яровых зерновых культур пыреем ползучим в Беларуси (маршрутные обследования перед уборкой урожая)

Таблица 1 – Доминирующие виды многолетних сорных растений в посевах яровых зерновых культур перед уборкой (маршрутные обследования, 2011–2020 гг.)

Сорное растение	Семейство	Корневая система
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.)	астровые	корнеотпрысковая
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	вьюнковые	корнеотпрысковая
Мята полевая (<i>Mentha arvensis</i> L.)	яснотковые	корневищная
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	астровые	стержнекорневая
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	астровые	корнеотпрысковая
Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)	подорожниковые	мочковатая
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	астровые	стержнекорневая
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski)	мятликовые	корневищная
Чистец болотный (<i>Stachys palustris</i> L.)	яснотковые	корневищная

овса – 0,5–1,4, кукурузы – 0,6–1,8 шт./м² растений осота полевого (рисунок 2).

В 2011–2015 гг. и 2016–2020 гг. в посевах ячменя ярового численность однолетних сорных растений перед уборкой урожая составляла, в среднем, 37,7 шт./м² и 33,5 шт./м², или 66,0 и 76,8 % от общей засоренности. На долю многолетников в 2011–2015 гг. приходилось 28,1 % и в 2016–2020 гг. – 16,2 % от общей засоренности (таблица 2).

В посевах пшеницы яровой перед уборкой урожая за период 2016–2020 гг. отмечено увеличение численности однолетних сорных растений (29,8 шт./м²) по сравнению с 2011–2015 гг. (19,3 шт./м²) и снижение численности многолетних сорных растений почти в два раза. Доля однолетних сорняков составляла 57,6 % в 2011–2015 гг. и 78,8 % – в 2016–2020 гг.; многолетних – 37,7 % и 16,8 % соответственно (таблица 3).

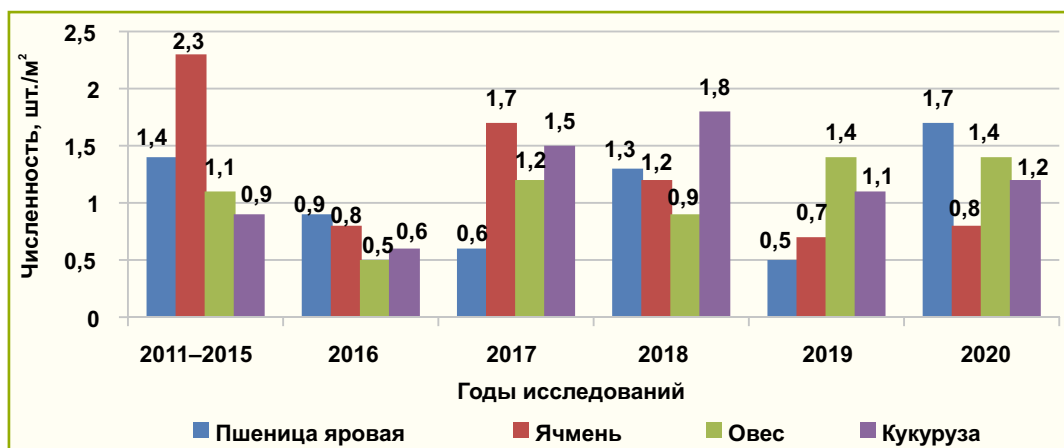


Рисунок 2 – Засоренность посевов яровых зерновых культур осотом полевым в Беларуси (маршрутные обследования перед уборкой урожая)

Таблица 2 – Засоренность посевов ячменя ярового в хозяйствах республики (по данным маршрутных обследований перед уборкой)

Биологическая группа сорняков	Численность, шт./м ²		% к общей численности	
	2011–2015 гг.	2016–2020 гг.	2011–2015 гг.	2016–2020 гг.
Всего однолетних, в т. ч.:	37,7	33,5	66,0	76,8
однолетние двудольные	18,4	20,7	32,3	47,4
однолетние однодольные	19,2	12,9	33,7	29,6
Всего двулетних двудольных	1,5	1,9	2,6	4,3
Всего многолетних, в т. ч.:	16,0	7,1	28,1	16,2
многолетние двудольные	7,8	4,1	13,5	9,4
многолетние однодольные	7,9	2,8	13,8	6,4
многолетние хвощовые	0,3	0,2	0,5	0,4
Прочие виды*	1,9	1,1	3,3	2,5
Всего сорняков	57,0	43,6	100	100

Примечание – В таблицах 2, 3, 4, 5: *Прочие виды – редко встречающиеся, единично произрастающие, не распространенные сорные растения.

Таблица 3 – Засоренность посевов пшеницы яровой в хозяйствах республики (по данным маршрутных обследований перед уборкой)

Биологическая группа сорняков	Численность, шт./м ²		% к общей численности	
	2011–2015 гг.	2016–2020 гг.	2011–2015 гг.	2016–2020 гг.
Всего однолетних, в т. ч.:	19,3	29,8	57,6	78,8
однолетние двудольные	9,4	17,7	28,2	46,8
однолетние однодольные	9,8	12,1	29,4	32,0
Всего двулетних двудольных	0,7	1,0	2,0	2,6
Всего многолетних, в т. ч.:	12,6	6,3	37,7	16,8
многолетние двудольные	3,7	2,7	11,1	7,1
многолетние однодольные	8,8	3,4	26,3	9,0
многолетние хвощовые	0,1	0,3	0,3	0,8
Прочие виды*	0,9	0,7	2,7	1,9
Всего сорняков	33,4	37,8	100	100

Аналогичная ситуация прослеживалась в посевах овса: численность однолетних сорных растений в 2016–2020 гг. составила 31,3 шт./м², в 2011–2015 гг. – 28,3 шт./м², а количество многолетних сорных растений снизилось почти в два раза.

Однолетние сорные растения в 2011–2015 гг. составили 59,6 %, многолетние – 34,9 % от общей численности сорных растений. В 2016–2020 гг. – 74,0 % и 20,5 % соответственно (таблица 4).

В посевах кукурузы перед уборкой урожая за период 2016–2020 гг. отмечено увеличение численности однолетних сорных растений (32,7 шт./м²) по сравнению с 2011–2015 гг. (27,7 шт./м²) и незначительное снижение численности многолетних сорных растений – с 9,9 до 7,2 шт./м² (таблица 5).

Заключение

В результате маршрутных обследований, проведенных перед уборкой урожая, установлено, что в последнее десятилетие в посевах яровых зерновых культур произрастал 41 вид сорных растений, из них 12 видов многолетних, 9 из которых являются доминирующими. Преобладали многолетники с корневищным, корнеотпрысковым и стержнекорневым типом корневой системы.

Анализ результатов маршрутных обследований 2016–2020 гг. свидетельствует о том, что засоренность посевов однолетними двудольными сорными растениями яровых

зерновых культур перед уборкой урожая остается ниже пороговой численности. Численность многолетних сорных растений в посевах ячменя ярового, пшеницы яровой и овса снизилась, в среднем, в два раза по сравнению с 2011–2015 гг. На долю многолетних сорных растений приходится от 16,0 до 20,0 % от общей численности сорняков.

Литература

1. Агробιοлогическое обоснование мер борьбы с многолетней сорной растительностью в условиях Республики Беларусь / П. А. Саскевич [и др.]. – Несвиж, 2008. – 238 с.
2. Васильченко, И. Т. Определитель сорных растений / И. Т. Васильченко. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. – 344 с.: ил.
3. Губанов, И. А. Определитель высших растений средней полосы европейской части СССР: пособие для учителей / И. А. Губанов, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. – М.: Просвещение, 1981. – 287 с.
4. Инструкция по определению засоренности полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ / подгот. Л. М. Державин [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 16 с.
5. Исаев, А. П. Прогноз и картографирование сорняков / А. П. Исаев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 192 с.
6. Либерштейн, И. И. Современные методы изучения и картирования засоренности / И. И. Либерштейн, А. М. Туликов // Акт. вопросы борьбы с сорными растениями. – М., 1980. – С. 54–67.
7. Лунева Н. Н. Видовое разнообразие сорных растений в агроценозах Воронежской области / Н. Н. Лунева // Материалы Третьего Международного научно-производственного совещания (Голицино, ВНИИФ, 20–21 июля 2005 г.) – Голицино, 2005. – С. 84–87.
8. Мальцев, А. И. Сорная растительность СССР и меры борьбы с нею / А. И. Мальцев. – 3-е изд., доп. и перераб. – Л.: Сельхозгиз, 1936. – 320 с.

Таблица 4 – Засоренность посевов овса в хозяйствах республики (по данным маршрутных обследований перед уборкой)

Биологическая группа сорняков	Численность, шт./м ²		% к общей численности	
	2011–2015 гг.	2016–2020 гг.	2011–2015 гг.	2016–2020 гг.
Всего однолетних, в т. ч.	28,3	31,3	59,6	74,0
однолетние двудольные	14,6	17,1	30,7	39,5
однолетние однодольные	13,7	14,2	28,8	33,6
Всего двулетних двудольных	0,9	1,3	1,9	3,1
Всего многолетних, в т. ч.	16,6	8,7	34,9	20,5
многолетние двудольные	3,1	3,3	6,6	7,7
многолетние однодольные	13,1	5,0	27,6	11,7
многолетние хвощовые	0,4	0,3	0,9	0,7
Прочие виды*	1,7	1,0	3,6	2,3
Всего сорняков	47,5	42,3	100	100

Таблица 5 – Засоренность посевов кукурузы в хозяйствах республики (по данным маршрутных обследований перед уборкой)

Биологическая группа сорняков	Численность, шт./м ²		% к общей численности	
	2011–2015 гг.	2016–2020 гг.	2011–2015 гг.	2016–2020 гг.
Всего однолетних, в т. ч.	27,7	32,7	69,1	76,4
однолетние двудольные	17,7	20,9	44,2	49,0
однолетние однодольные	10,0	11,8	24,8	27,6
Всего двулетних	1,2	2,0	2,9	4,7
Всего многолетних, в т. ч.	9,9	7,2	24,7	16,8
многолетние двудольные	4,3	3,3	10,9	7,7
многолетние однодольные	4,8	3,5	11,9	8,1
многолетние хвощовые	0,7	0,4	1,8	0,9
Прочие виды*	1,3	0,9	3,3	2,1
Всего сорняков	40,0	42,8	100	100

9. Методические указания по картированию сорных растений в колхозах и совхозах / Сост. А. И. Туликов. – М., 1979. – 12 с.
10. Никитин, В. В. Сорные растения флоры СССР / В. В. Никитин. – Л.: Наука, 1993. – 454 с.
11. Природа Белоруссии: попул. энцикл. / редкол.: И. П. Шамякин (гл. ред.) [и др.]. – 2-е изд. – Минск: БелСЭ, 1989. – 599 с.
12. Протасов Н. И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н. И. Протасов, К. П. Паденов, П. М. Шерснев. – Минск: Ураджай, 1987. – 272 с.
13. Осеннее применение глифосатсодержащих гербицидов / С. В. Сорока [и др.] // Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 8. – С. 32–38.
14. Трохонова, З. Г. Вредоносность многолетних сорняков / З. Г. Трохонова // Вопросы агротехники, семеноводства и селекции: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ земледелия. – Жодино, 1982. – Вып. 3. – С. 156–161.
15. Фисюнов, А. В. Справочник по борьбе с сорняками / А. В. Фисюнов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 255 с.

УДК 635.25:632.7:632.937

Контроль численности растительноядных трипсов на луке репчатом

С. И. Романовский, научный сотрудник
Института защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 15.04. 2023)

Оценена биологическая и хозяйственная эффективность препарата Эфория, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тиаметоксам, 141 г/л) для защиты промышленных посевов лука репчатого Темптейшн F₁ (2021 г.) и Сабросо F₁ (2022 г.) от растительноядных трипсов. Установлен высокий (до 100 %) защитный эффект и пролонгированное действие инсектицида в отношении имаго и личинок фитофагов в нормах расхода 0,35 и 0,40 л/га соответственно при двукратной обработке растений. Отмечено влияние погодных условий и стадии развития растений на плотность популяций сосущих фитофагов и уровень биологической эффективности препарата.

Введение

Подавляющее количество видов растительноядных трипсов – широкие полифаги, тем не менее большинство отечественных и зарубежных авторов причисляют их к одним из главных вредителей лука репчатого [1, 2, 9, 13]. Согласно литературным данным, наиболее распространен и вредоносен в посевах культуры табачный (луковый) трипс (*Thrips tabaci* Lindeman) [1, 2, 5, 8] (рисунок 1).

Расширение ареалов обитания и увеличение численности насекомых семейства Thripidae в промышленных агробиоценозах лука репчатого в последние годы отмечается и в Республике Беларусь, чему способствует постепенное повышение суммы положительных температур с длительными засушливыми периодами вегетации. Предварительные данные наших исследований свидетельствуют о том, что разнообразие местной фауны трипсов в посевах культуры представлено не менее чем 4 видами фитофагов, принадлежащими к родам *Thrips*, *Frankliniella*, *Limothrips*. В период изобилия растительноядных трипсов в массе встречаются и хищные виды рода *Aeolothrips*.

В агроценозах лука репчатого имаго и личинки фитофагов, как правило, занимают одинаковые экологические ниши и питаются сходными ресурсами, предпочитая скрытые и защищенные места в пазухах листовых чешуек и внутри пера [1, 10, 12, 13]. Вредоносность трипсов заключается в ослаблении фотосинтетической активности растений за счет разрушения богатых хлорофиллом

The biological and economic efficiency of the drug Eforia, CS (lambda-cyhalothrin, 106 g/l + thiamethoxam, 141 g/l) for the protection of industrial crops of onion Temptation F₁ (2021) and Sabroso F₁ (2022) from herbivores was evaluated thrips. A high (up to 100 %) protective effect and a prolonged action of the insecticide against adults and larvae of phytophages were established at consumption rates of 0,35 and 0,40 l/ha, respectively, with two-time treatment of plants. The influence of weather conditions and the stage of plant development on the population density of sucking phytophages and the level of biological effectiveness of the preparation was noted.

клеток мезофилла листа, что приводит к нарушению транспорта питательных веществ к луковице [10, 12]. Качество лука на перо при этом снижается в результате появления мелких серебристых пятен в местах проколов, оставленных имаго и личинками фитофагов при питании. Внутри листа и под чешуйками у основания заметны экскременты в виде черных, блестящих точек [8] (рисунок 2).

При сильном повреждении перо приобретает бледно-пепельный цвет. Большую опасность для лука

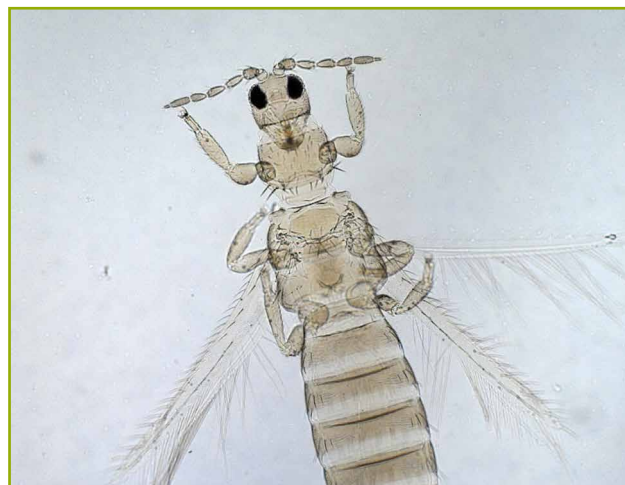


Рисунок 1 – Имаго табачного (лукового) трипса (*Thrips tabaci* Lindeman)



Рисунок 2 – Листья лука репчатого, поврежденные имаго и личинками трипсов

представляет наличие 3–5 имаго и личинок фитофага на растение в стадии 2–3-х ясно выраженных листа (ДК 11–13 ВВСН). Однако, к существенному недобору урожая (свыше 36,4 %) может приводить и увеличение численности вредителей в период активного формирования продукта уборки, что вызывает ускорение процессов физиологического старения растений и, как результат, неполноценное дозревание и недоразвитость луковиц (ДК 43–48 ВВСН) [1, 9, 10, 12]. Поврежденные трипсами посевы наиболее предрасположены к поражению грибными и бактериальными патогенами. Кроме того, в послеуборочный период имаго и личинки также могут продолжать питание, ухудшая качество заложенной на хранение продукции [1, 12].

Для обеспечения стабильности энтомологической ситуации в отношении растительноядных трипсов предпочтительным является использование комбинированных инсектицидов, обладающих контактно-системными свойствами [4]. В данном аспекте представляет интерес препарат Эфория, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тиаметоксам, 141 г/л), включенный в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты зерновых культур от трипсов и имеющий высокую (до 90,0 %) биологическую эффективность в отношении имаго и личинок сосущих фитофагов в посевах озимой и яровой пшеницы [3, 7]. В связи с этим целью наших исследований являлось изучение биологической и хозяйственной эффективности препарата Эфория, КС в контроле растительноядных трипсов на луке репчатом.

Методика и условия проведения исследований

Оценку влияния инсектицида Эфория, КС на динамику численности растительноядных трипсов осуществляли в условиях вегетационных сезонов 2021–2022 гг. в промышленных посевах лука репчатого Темптэйшен F₁ (КСУП «Светлогорская овощная фабрика», Светлогорский район, Гомельская область, 2021 г.) и Сабросо F₁ (КУП «Минская овощная фабрика», Минский район, Минская область, 2022 г.).

Закладку мелкоделяночных опытов проводили согласно общепринятой методике [6]. Расположение де-

лянок рендомизированное. Площадь опытной делянки – 25 м², повторность четырехкратная.

Учет численности растительноядных трипсов осуществляли путем деструктивного осмотра 10 отобранных вместе с луковицей растений в пробах, выделенных случайным образом из каждой повторности опыта, в соответствии со стандартом ЕРРО РР1/267 (1), 2008 г. [11].

В рамках исследований была проведена двукратная обработка растений препаратом Эфория, КС в нормах расхода 0,35 и 0,40 л/га.

Для расчета биологической эффективности инсектицида использовали формулу Аббота:

$$\mathcal{E} = 100 (K - O) / K,$$

где $\mathcal{E}$ – эффективность, выраженная процентом снижения численности вредителя с поправкой на вариант

без обработки; K – число живых особей в варианте без обработки в период учета; O – число живых особей в опыте в период учета.

Анализ хозяйственной эффективности был проведен путем сопоставления величины сохраненного урожая в сравнении с вариантом без применения средств защиты растений.

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия вегетационных сезонов 2021 и 2022 г. в период проведения экспериментальных исследований оказывали непосредственное влияние на сроки появления и дальнейшую динамику численности растительноядных трипсов в изучаемых агробиоценозах лука репчатого.

По результатам мониторинга, проводимого не реже чем один раз в 5–7 дней, установлено, что первая волна миграции имаго вредителей в посевах гибрида Темптэйшен F₁ в 2021 г. отмечена в основной фазе образования 3–5 ясно выраженных листьев (ДК 13–15 ВВСН) во второй декаде июня. Этому способствовало повышение среднесуточной температуры воздуха до +20,5 °С при незначительном количестве атмосферных осадков – 0,2 мм. На фоне гидротермических показателей вегетационного сезона в июле (среднесуточная температура воздуха +22,4...+26,1 °С, сумма осадков 6,0–7,0 мм) фиксировали постоянное присутствие фитофагов в посевах лука при достижении средней численности имаго и личинок 0,95 ос./растение на момент проведения заключительного учета в варианте без обработки (рисунок 3).

В вегетационном сезоне 2022 г., по причине частого выпадения атмосферных осадков с отклонением от нормы на 23,5–24,4 % в мае – июне, появление растительноядных трипсов на луке репчатом Сабросо F₁ отмечали значительно позже – в начале первой декады июля, в основной фазе начала образования луковицы (ДК 41 ВВСН). При этом в результате периодических проливных дождей наиболее интенсивное развитие популяций на опытном участке фиксировали ближе к концу месяца. В сложившихся условиях пиковая численность имаго и личинок трипсов в варианте без обработки до-

стигала в среднем 0,87 ос./растение, чему способствовали температуры воздуха в диапазоне от +19,1 °С до +30,5 °С на фоне снижения суммы атмосферных осадков до 13,9 мм в первой декаде августа (рисунок 4).

Наиболее интенсивное заселение растений и массовое отрождение личинок трипсов в целом за два года исследований наблюдалось в фазе формирования лукавицы (ДК 41–43 ВВСН), чему способствовало наступление благоприятных гидротермических условий на данном этапе онтогенеза растений. В этот период наблюдали большое скопление подвижных стадий фитофагов в местах питания у основания листьев под чешуйками.

На фоне оптимальных метеорологических показателей, установленных в годы исследований в период формирования продукта уборки (ДК 47–49 ВВСН), негативное влияние на рост плотности популяций оказывало развитие патогенов и естественное отмирание листовой массы. В этот период имаго и личинки насекомых отдавали предпочтение более зеленым растениям, физиологическое состояние которых соответствовало требованиям для питания и размножения.

Руководствуясь важными аспектами биоэкологических особенностей фитофагов семейства Thripidae (скрытый образ жизни, высокая плодовитость и скорость развития всех генераций), для предупреждения стремительного увеличения плотности популяций и сокращения резервов покоящихся стадий вредителей на фоне сложившихся гидротермических условий в периоды вегетации культуры (2021–2022 гг.) осуществляли двукратное опрыскивание растений инсектицидом Эфория, КС с интервалом 7 суток.

Установлено, что в результате однократного опрыскивания посевов лука репчатого Темптейшн F₁ (2021 г.) при обнаружении единичных имаго трипсов биологическая эффективность изучаемого препарата в нормах расхода 0,35 и 0,40 л/га составила 100 % при учетах в течение 7 суток (таблица 1).

На фоне положительной динамики развития популяций фитофагов в варианте без обработки (0,06–0,1 ос./растение) в рассматриваемый период наблюдений, аналогичный результат был получен и на 2-е сутки после двукратного

применения инсектицида. При учетах через 5 суток, вследствие появления единичных имаго трипсов на опытных делянках, отмечали снижение биологической эффективности препарата в изучаемых нормах расхода до 83,4 %. В дальнейшем, на фоне минимальных колебаний плотности популяций, защитный эффект препарата Эфория, КС после двукратной обработки опытных посевов лука оставался на достаточно высоком уровне: при норме расхода 0,35 л/га составил 75,9–95,0 %, при норме 0,40 л/га варьировал от 87,9 до 100 %.

Результаты исследований, проведенных в вегетационном сезоне 2022 г. в посевах лука репчатого Сабросо F₁, свидетельствуют о снижении проявленной ранее начальной активности препарата Эфория, КС. Так, при наблюдениях через 2-е суток после однократного опрыскивания растений биологическая эффективность инсектицида в норме расхода 0,35 л/га составила 70,0 %, а при норме 0,4 л/га достигала 80,0 % относительно варианта без обработки. На наш взгляд, полученные расхождения являются причиной более позднего проведения защитных мероприятий – в начале развития продукта уборки. Следовательно, можно предположить, что формирование полноценной вегетативной массы

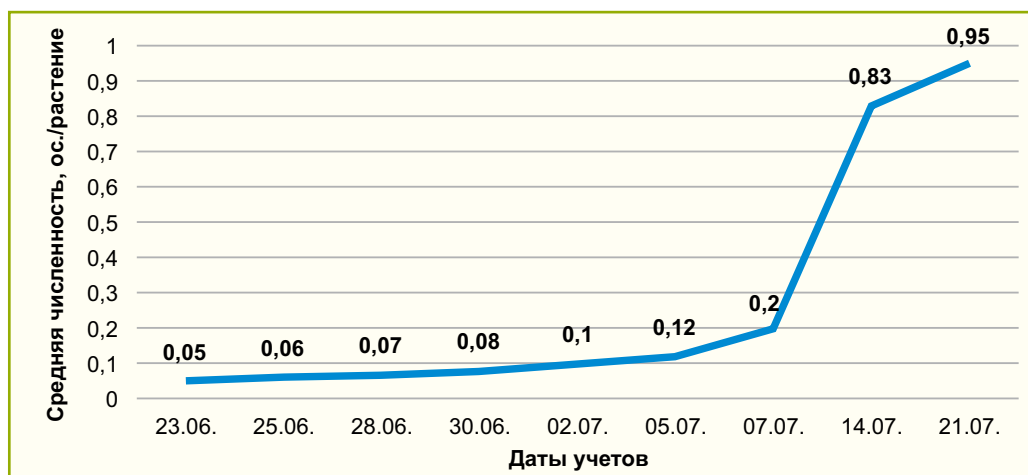


Рисунок 3 – Динамика численности имаго и личинок растительоядных трипсов на луке репчатом в варианте без обработки (полевой мелкоделяночный опыт, КСУП «Светлогорская овощная фабрика», Темптейшн F₁, 2021 г.)

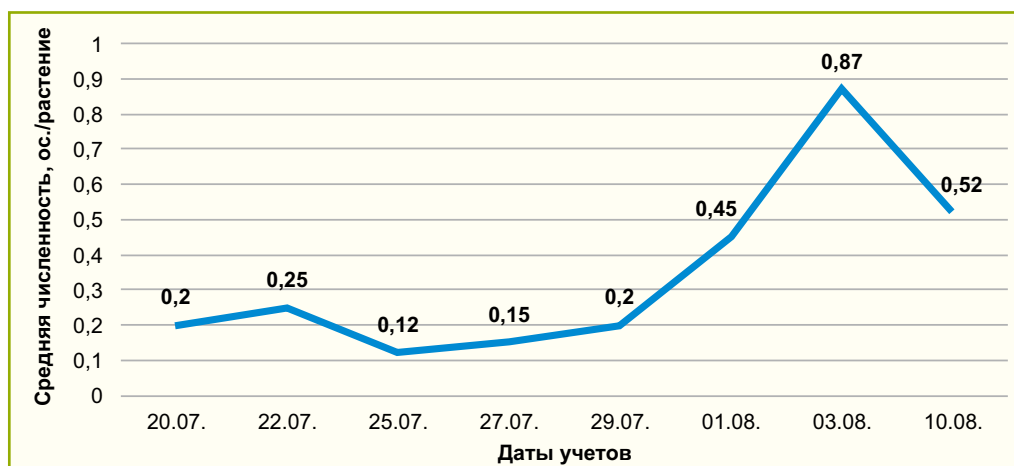


Рисунок 4 – Динамика численности имаго и личинок растительоядных трипсов на луке репчатом в варианте без обработки (полевой мелкоделяночный опыт, КУП «Минская овощная фабрика», Сабросо F₁, 2022 г.)

Таблица 1 – Биологическая эффективность препарата Эфория, КС в контроле растительноядных трипсов семейства Thripidae на луке репчатом (полевой мелкоделяночный опыт, КСУП «Светлогорская овощная фабрика», Темптэйшн F₁, 2021 г.)

Вариант	Норма расхода (л/га)	Средняя численность до обработки, ос./раст.	Биологическая эффективность, % на сутки учета после обработки							
			первой			второй				
			2-е	5-е	7-е	2-е	5-е	7-е	14-е	21-е
Без обработки*	–	0,05	0,06	0,075	0,08	0,10	0,12	0,20	0,83	0,95
Эфория, КС	0,35	0,10	100	100	100	100	83,40	95,0	75,90	78,90
Эфория, КС	0,40	0,10	100	100	100	100	83,40	100	87,90	84,20

Примечания – 1 – *Средняя численность имаго и личинок, ос./растение;
2 – Первая обработка – 23.06.2021; вторая обработка – 30.06.2021.

на данном этапе онтогенеза культуры позволило минимизировать токсическое воздействие препарата на питающиеся стадии насекомых, находящиеся в местах плотного соприкосновения листовых пластинок у их основания. В дальнейшем, при наблюдениях в течение 7 суток после однократного опрыскивания растений на фоне периодических атмосферных осадков, способствующих постепенному снижению численности фитофагов в варианте без обработки, биологическая эффективность препарата Эфория, КС находилась в пределах 60,0–70,0 % в норме расхода 0,35 л/га и 66,7–80,0 % – при норме 0,40 л/га (таблица 2).

В результате двукратной обработки растений лука отмечено стабильное повышение эффективности изучаемого инсектицида. Так, при учетах в течение 14-и суток биологическая эффективность препарата Эфория, КС в отношении имаго и личинок трипсов при минимальной норме расхода (0,35 л/га) варьировала от 87,5 до 100 %, при максимальной (0,4 л/га) – достигала 100 % (таблица 2). На фоне установленной начальной активности и пролонгированного действия на популяции фитофагов двукратное использование изучаемого инсектицида в посевах гибрида Сабросо F₁ обеспечивало сохранение до 42,1 ц/га (0,35 л/га) и 49,8 ц/га (0,40 л/га) урожайности лука репки относительно варианта без обработки (НСР_{0,5} – 12,28) (рисунок 5).

Полученные в целом за два года (2021–2022 гг.) экспериментальные данные свидетельствуют о высокой биологической и хозяйственной эффективности препарата в контроле фитофагов семейства Thripidae в посевах лука репчатого. Инсектицид Эфория, КС внесен в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для защиты лука репчатого от растительноядных трипсов.

Вместе с тем следует отметить, что на фоне ежегодно растущей распространенности и высокой вредоносности насекомых семейства Thripidae в промышленных агробиоценозах лука для предотвращения появления высокорезистентных популяций к химическому классу

неоникотиноидов необходимо формирование ассортимента эффективных средств защиты растений, что позволит оптимизировать энтомологическую ситуацию и создать эффективную систему защиты культуры.

Закключение

Установлено, что погодные условия вегетационных сезонов оказывали непосредственное влияние на сроки появления и динамику численности растительноядных трипсов в посадках лука репчатого. В 2021 г. обнаружение единичных имаго трипсов на гибриде Темптэйшн F₁ отмечали в основной фазе образования 3–5 ясно выраженных листьев (ДК 13–15 ВВСН) во второй декаде июня при наступлении благоприятных гидротермических параметров окружающей среды (среднесуточная температура воздуха +20,5 °С, количество атмосферных осадков – 0,2 мм). В результате частого выпадения атмосферных осадков с отклонением от нормы на 23,5–24,4 % в мае – июне 2022 г. появление фитофагов в посевах культуры фиксировали значительно позже – в начале первой декады июля, в основной фазе начала образования луковицы (ДК 41 ВВСН).

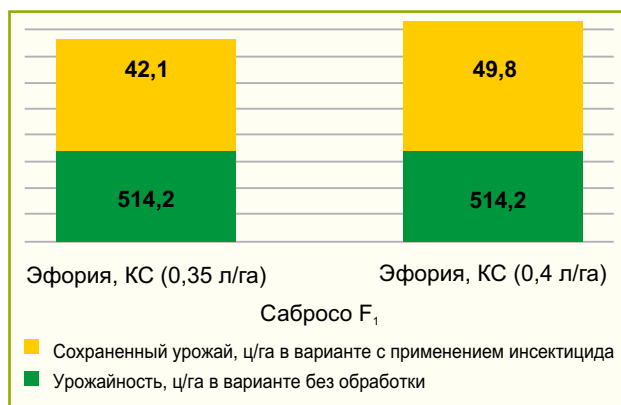


Рисунок 5 – Хозяйственная эффективность препарата Эфория, КС в защите посевов лука репчатого против растительноядных трипсов

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицидов в контроле растительноядных трипсов сем. Thripidae на луке репчатом (полевой мелкоделяночный опыт, КУП «Минская овощная фабрика», Сабросо F₁, 2022 г.)

Вариант	Норма расхода (л/га)	Средняя численность до обработки, ос./раст.	Биологическая эффективность, % на сутки учета после обработки							
			первой			второй				
			2-е	5-е	7-е	2-е	5-е	7-е	14-е	
Без обработки*	–	0,20	0,25	0,125	0,15	0,20	0,45	0,875	0,525	
Эфория, КС	0,35	0,20	70,0	60,0	66,7	87,5	100	100	100	
Эфория, КС	0,40	0,225	80,0	80,0	66,7	100	100	100	100	

Примечания – 1 – *Средняя численность имаго и личинок, ос./растение;
2 – Первая обработка – 20.07.2022; вторая обработка – 27.07.2022.

Установлено, что двукратное применение препарата Эфория, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тиаметоксам, 141 г/л) с интервалом 7 суток в период начального заселения фитофагами промышленных посевов лука репчатого Темптайшн F₁ (2021 г.) и Сабросо F₁ (2022 г.) обеспечивало продолжительный контроль плотности популяций растительноядных трипсов на уровне 100 % относительно варианта без обработки. Двукратное использование изучаемого инсектицида в нормах расхода 0,35 и 0,4 л/га способствовало сохранению до 42,1 и 49,8 ц/га урожая лука репки относительно варианта без обработки.

Литература

- Байрамбеков, Ш. Б. Распространение табачного трипса в орошаемых агроценозах дельты Волги / Ш. Б. Байрамбеков, Н. К. Дубровин // Защита и карантин растений. – 2020. – № 9. – С. 44–45.
- Белых, Е. Б. Химическая защита лука от вредителей / Е. Б. Белых, Г. П. Иванова // Картофель и овощи. – 2014. – № 7. – С. 24–27.
- Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справ. изд. / Гл. гос. инсп. по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2020. – 742 с.
- Долженко, О. В. Возможность использования комбинированных препаратов для защиты картофеля от вредителей / О. В. Долженко, М. Н. Шорохов, О. А. Кривченко // Рос. с.-х. наука. – 2019. – № 5. – С. 32–36.
- Дубравин, Н. К. Действие инсектицидов против табачного трипса на луке репчатом в условиях дельты Волги / Н. К. Дубравин, Г. Н. Киселева, Л. Г. Перова // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., с. Соленое Займище, 21–22 мая 2020 г. / ФГБНУ «Прикаспийский аграр. федеральный науч. центр РАН». – с. Соленое Займище, 2020 г. – С. 51–53.
- Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Ин-т защиты растений; под ред. Л. И. Трепашко. — Несвиж, 2009. — 320 с.
- Оськин, С. Ю. Динамика численности и особенности вредоносности пшеничного трипса на озимой и яровой пшенице / С. Ю. Оськин, Е. Е. Критская // Вавиловские чтения – 2021: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 134-летию со дня рожд. академика Н. И. Вавилова, Саратов, 24–25 ноября 2022 г. / ФГБУ «Саратовский гос. агр. ун-т. им. Н. И. Вавилова»; редкол.: Д. А. Соловьев [и др.]. – Саратов, 2022. – С. 162–166.
- Сыченкова, С. А. Совершенствование химической защиты лука репчатого от трипса / С. А. Сыченкова // Овочівництво і баштаництво: історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2020», 10–11 березня 2020 р., с. Крути, Чернігівська обл.): у 5 т. / ДС «Маяк» ІОБ НААН; відп. за вип. О. В. Позняк. – Обухів, 2020. – Т. 1. – С. 142–150.
- Церковная, В. С. Защита лука репчатого от трипсов / В. С. Церковная // Инновационные аспекты улучшения с.-х. культур: материалы Интернациональной науч.-практ. конф., Молдова, 6 сент. 2018 г. / Ин-т фитотехники "Porumbeni". – Молдова, 2018. – С. 475–480.
- Capinera John L. Handbook of Vegetable Pests / John L. Capinera. – India: Elsevier Inc., 2020. – 797 s.
- EPPO PP1/267 (1) – Трипсы в посевах лука, 2008 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pp1.eppo.int/standards/PP1-267-1>. – Дата доступа: 11.11.2022.
- Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae) Biology, Ecology, and Management in Onion Production Systems / K. G. Harsimran [et al.] // J. of Integrated Pest Management. – 2015. – Vol 6, Iss. 1. – P. 1–9.
- Evaluation of Sampling Methodology for Determining the Population Dynamics of Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae) in Ontario Onion Fields / J. K. Macintyre-Allen [et al.] // J. of Economic Entomology. – 2005. – Vol. 98, Iss. 6. – P. 2272–2281.

УДК 633.28,631.53.02

Использование десикации при возделывании суданской травы на семена

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

(Дата поступления статьи в редакцию 23.01.2023)

В публикации изложены результаты исследований по изучению влияния десикации на урожайность и посевные качества семян суданской травы в почвенно-климатических условиях юго-западной части Республики Беларусь. Применение десиканта Реглон супер, ВР (2 л/га) для предуборочной десикации семенников суданской травы обеспечивает снижение влажности листостебельной массы на 40 % и зерна в метелке до влажности 18–20 %, тем самым повышает технологичность комбайновой уборки. При этом использование указанного десиканта не оказывает негативного влияния на урожайность и посевные качества семян суданской травы.

Введение

Важным резервом производства кормов является расширение площадей под засухоустойчивыми культурами, к которым относится суданская трава. Суданская трава является перспективной культурой в кормовом направ-

The results of studies on the study of the effect of desiccation on the yield and sowing qualities of seeds of Sudanese grass in the soil and climatic conditions of the southwestern part of the republic are presented. The use of desiccant of Reglon super, AS (2 l/ha) for pre-harvest desiccation of seed plants of Sudan grass reduces the moisture content of the leafy mass by 40 % and the grain in the panicle to a moisture content of 18–20 %, thereby increasing the manufacturability of harvesting by direct combining. At the same time, the use of desiccant does not adversely affect the yield and sowing qualities of Sudanese grass seeds.

лении. В 100 кг зеленой массы содержится 14–16 к. ед., 28–32 г переваримого протеина, переваримость корма составляет 69–71 %. Сено из суданской травы по своей питательности уступает только сено из бобовых трав: в 100 кг корма содержится 50–57 к. ед., 68–74 г переваримого протеина. Хорошими качествами характеризуется

и сенаж, приготовленный из суданской травы, содержащий соответственно 35–41 к. ед. и 40–50 г переваримого протеина [1]. Суданская трава, как кормовая культура, выглядит привлекательной благодаря своеобразному характеру ростовых процессов, заключающихся в исключительной устойчивости к засухе, рациональному использованию влаги, формированию высокой и стабильной урожайности биомассы за счет достаточной облиственности растений. Однако при возделывании суданской травы на семена последнее обстоятельство играет отрицательную роль, поскольку даже в фазе полной спелости растения остаются достаточно зелеными и сочными. Это негативно сказывается на технологичности уборки семенных посевов.

В почвенно-климатических условиях юго-западного региона республики, по фенологическим наблюдениям, в зависимости от погодных условий продолжительность вегетационного периода суданской травы в среднем составляет 130–140 дней, что позволяет без рисков возделывать культуру на семенные цели [2]. Как правило, календарные сроки уборки суданской травы в регионе – это конец сентября – начало октября. Для данного периода характерна неустойчивая погода с частыми дождями и пониженными температурами в ночные часы. Это также вызывает определенные трудности при проведении уборочных работ, а также увеличивает риск потери урожая и снижения качества семенного материала.

В связи с этим для стабилизации производства семян суданской травы необходима разработка оперативных приемов регулирования влагоотдачи зерна в предуборочный период. Одним из таких приемов является применение десикантов, действие которых основано на нарушении водного режима, разрушении хлорофилла и, следовательно, прекращении фотосинтеза, углеводного и белкового обмена. В результате листья и стебли медленно усыхают, что способствует постепенному оттоку пластических веществ в зерно, тем самым ускоряя процесс его созревания в метелках.

Как показывают исследования, проведенные в Брянской области России, использование десикации как предуборочного приема подготовки семенников суданской травы к уборке способствует повышению технологичности уборки культуры и не приводит к существенному снижению посевных качеств семенного материала [3].

Методика и условия проведения исследований

Полевые исследования проводили в 2019–2020 гг. на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве опытных полей РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси». Пахотный горизонт характеризуется следующими показателями: pH – 6,32; P₂O₅ (по Кирсанову) – 279 мг/кг почвы; K₂O (по Кирсанову) – 139 мг/кг почвы; гумус (по Тюрину) – 2,03 %. Капиллярная влагоемкость почвы на глубине 10 см составляет 26 %, полная влагоемкость – 28 %. Площадь делянки – 27 м². Повторность четырехкратная. Объект исследований – сорт суданской травы Пружанская.

Опрыскивание посевов десикантом Реглон супер, ВР (2 л/га) проводили в фазе полной физиологической спелости зерна. Реглон супер, ВР – контактный десикант, предназначен для предуборочной десикации семенников полевых, овощных, кормовых и технических культур. Действующее вещество *дикват* (производные *бипиридила*), 150 г/л, производитель: ООО «Сингента».

Уборку посевов осуществляли прямым комбайнированием через 12 дней после внесения десиканта.

По теплообеспеченности и по количеству осадков 2019 г. характеризовался как благоприятный для роста и развития суданской травы. ГТК вегетационного периода составил 1,5 (при сумме активных температур 2444 °С и сумме атмосферных осадков 365 мм). 2020 г. был более прохладным и засушливым. Недостаток тепла особенно ощущался на начальных стадиях развития культуры. В целом от посева до уборки сумма активных температур была на уровне 2340 °С, а осадков выпало 283 мм. ГТК вегетационного периода культуры составил 1,2.

Результаты исследований и их обсуждение

В 2020 г. общая продолжительность вегетационного периода суданской травы составила 144 дня, что на 22 дня больше, чем в 2019 г. Это привело к тому, что в 2020 г. сроки уборки семенных посевов сместились на третью декаду октября, когда отмечалось большое количество дней с осадками и туманами. В то же время погодные условия сентября 2019 г. благоприятствовали прохождению периодов формирования, налива зерна и его естественному дозариванию. Уборка на семенные цели в этот год была проведена в конце сентября.

Тем не менее, как показали исследования, независимо от сроков уборки и погодных условий в предуборочный период использование десиканта способствовало подсушиванию листостебельной массы и снижению влажности зерна в метелке (рисунок 1 и 2).

На фоне внесения десикантов снижение влажности зерна в метелке происходило более интенсивно. Исходная влажность зерна в метелке на момент применения десиканта в 2019 г. составляла 27,9 %, в 2020 г. – 25,5 %.

Через три дня в варианте с применением препарата Реглон супер, ВР в дозе 2 л/га влажность зерна снизилась на 7,4 % и 4,2 % соответственно, что в 2 раза больше, чем в контроле. В последующие три дня влажность зерна в метелках продолжала снижаться, хотя и не столь интенсивно. По истечении 9 дней влажность зерна в метелках на фоне применения десиканта Реглон супер, ВР составляла 16,6–17,2 %, в то время как в контроле – 19,0–21,5 %.

Особое значение десикация имеет для высушивания листостебельной массы, которая у сорговых культур к моменту уборки имеет высокую влажность. Проведенные учеты показали, что при влажности зерна в метелке 25,5 % влажность листьев и стеблей составляет 60,4 и 67,7 % (таблица 1).

Через 5 дней после проведения обработки Реглон супер, ВР, 2 л/га влажность стеблей снизилась на 8,3 %, листьев – на 17,8 %. Еще через 4 дня влажность листьев снизилась до 20,7 % или более чем в два раза. У стеблей высушивание шло менее интенсивно, и по отношению к первому учету влажность уменьшилась только на 4,9 %. На 12 день с момента применения десиканта содержание влаги в листьях и стеблях снизилось менее чем на 2 % по отношению к предыдущему уровню.

В то же время в контрольном варианте на протяжении учетного периода содержание влаги в листостебельной массе оставалось достаточно высоким. Так, за 12 дней влажность стеблей снизилась до 61,3 %, листьев – до 42,1 %.

Применение десиканта способствует снижению потерь при уборке главным образом за счет лучшей вымолачиваемости метелок и лучшей сепарации вороха. Учет урожайности показал, что при использовании в качестве десиканта препарата Реглон супер, ВР в норме 2 л/га, в среднем за два года исследова-

ний, урожайность зерна суданской травы составила 24,3 ц/га, что на 4,2 ц/га выше, чем в контрольном варианте (рисунок 3).

Учитывая биологию культуры, надо принимать во внимание, что у суданской травы накопление сухого вещества в зерне продолжается вплоть до самой уборки, и преждевременное использование десикантов неизбежно приведет к снижению выполненности семенного материала и недобору урожая. Исследования свидетельствуют, что к предуборочной десикации суданской травы следует приступать при влажности зерна в метелке не более 30 %, т. е. не раньше фазы восковой спелости. В этом случае влияние десиканта на посевные качества семян будет минимальным, поскольку семена достигли своей физиологической зрелости [3].

Кроме этого, ранняя уборка при повышенной влажности является главной причиной высокой травмированности зерна, что в дальнейшем отрицательно влияет на его посевные качества, прежде всего, на всхожесть. П. Н. Шibaев сделал вывод, что наименьшее механическое повреждение семян происходит при влажности на момент уборки 15–23 % [4].

Как показали результаты лабораторных исследований, применение десиканта Реглон супер, ВР, 2 л/га не оказало негативного влияния на посевные качества семян суданской травы (таблица 2).

При первом сроке проращивания (через два месяца после уборки) на фоне применения десиканта отмечалось снижение энергии прорастания и лабораторной всхожести. Так, в варианте с применением десиканта Реглон супер энергия прорастания и лабораторная всхожесть были ниже чем в контроле на 5 %. В дальнейшем, в процессе хранения отмечено повышение посевных качеств семян. Лабораторная всхожесть в контроле увеличилась на 4 %, а в варианте с применением десиканта – на 6 %.

Исследования, проведенные в 2014–2015 гг. в РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси», свидетельствуют, что использование препарата Реглон супер для десикации семенных посевов суданской травы даже в норме расхода 3 л/га не оказывает негативного влияния на посевные качества семян [5].

По вопросу влияния десикации на массу 1000 семян в литературе на сегодняшний день встречаются противоречивые мнения. Приводятся данные о снижении массы 1000 семян суданской травы и сорго на фоне применения десикантов [3, 6], но также имеются результаты, свидетельствующие о тенденции повышения

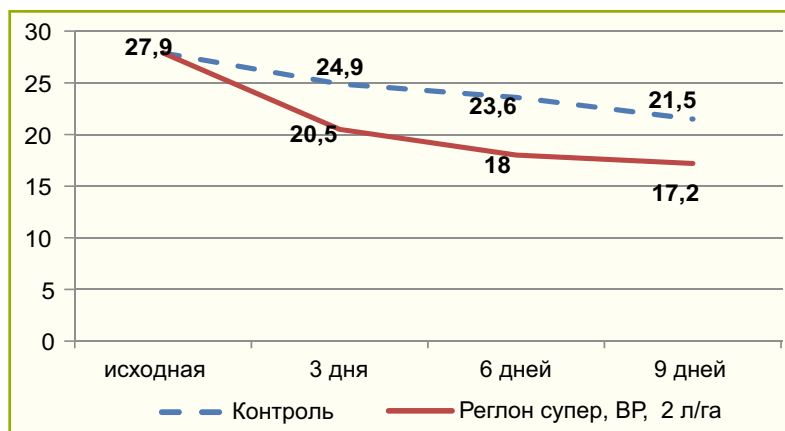


Рисунок 1 – Динамика снижения влажности зерна в метелке при использовании десиканта, % (2019 г.)

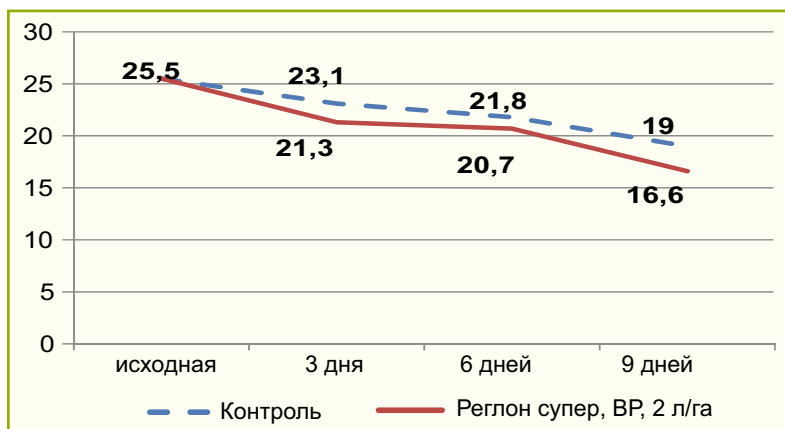


Рисунок 2 – Динамика снижения влажности зерна в метелке при использовании десиканта, % (2020 г.)

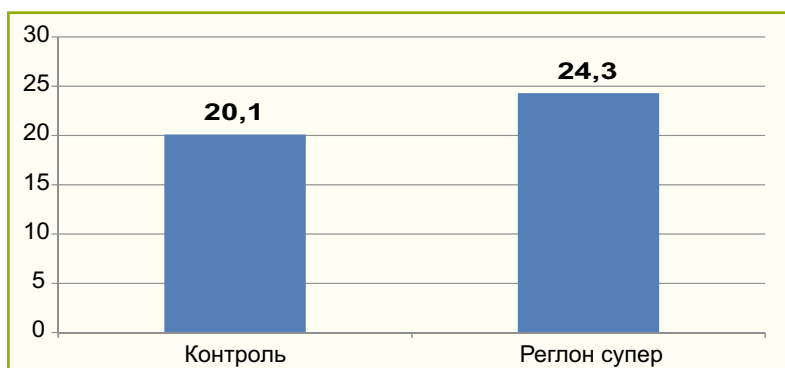


Рисунок 3 – Влияние десикации на урожайность зерна суданской травы, ц/га (среднее, 2019–2020 гг.)

Таблица 1 – Динамика снижения влажности листостебельной массы суданской травы при десикации (среднее, 2019–2020 гг.)

Вариант		Влажность, %			
		исходная влажность	через 5 дней	через 9 дней	через 12 дней
Контроль	стебли	67,7	66,7	66,3	61,3
	листья	60,4	59,8	53,5	42,1
Реглон супер, ВР, 2 л/га	стебли	67,3	59,0	54,1	52,3
	листья	60,4	42,6	20,7	19,0

Таблица 2 – Влияние десикации на посевные качества суданской травы

Вариант	Энергия прорастания, %		Лабораторная всхожесть, %	
	I срок проращивания	II срок проращивания	I срок проращивания	II срок проращивания
Без десикации	77	87	84	91
Реглон супер, ВР, 2 л/га	72	87	79	93

абсолютной массы семян при использовании данного агроприема [6, 7]. В данном случае правильнее говорить об оптимальных сроках использования десикантов. У суданской травы, как и у всех сорговых культур, накопление сухого вещества продолжается вплоть до наступления фазы полной спелости зерна. Поэтому преждевременное нарушение фотосинтетической деятельности листьев путем десикации в конечном итоге может приводить к некоторому снижению массы 1000 семян [8].

В среднем, в годы исследований внесение десиканта не оказывало влияния на изменение массы 1000 семян. На фоне применения десиканта масса 1000 семян составила 16,3 г, в контроле – 16,4 г.

Заключение

Проведенные исследования свидетельствуют, что десикация посевов является эффективным способом, позволяющим ускорить процессы созревания и уборки семенных посевов суданской травы благодаря их подсушиванию.

Применение десиканта Реглон супер, ВР, 2 л/га для предуборочной десикации семенников суданской травы обеспечивает снижение влажности листостебельной массы на 40 % и зерна в метелке до влажности 18–20 %, тем самым повышая технологичность уборки прямым комбайнированием. При этом использование десиканта Реглон супер, ВР, 2 л/га не оказывает негативного влияния на урожайность и посевные качества семян суданской травы.

Литература

1. Шишова, Е. А. Качество зеленой массы суданской травы / Е. А. Шишова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2 (46). – С. 145–151.
2. Чирко, Е. М. Влияние метеорологических условий на семенную продуктивность суданской травы в условиях юго-западной части Беларуси / Е. М. Чирко, Т. В. Гончаревич // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 2 (129). – С. 7–10.
3. Зайцева, О. А. Влияние десикантов на урожайность и посевные качества семян суданской травы / О. А. Зайцева, И. П. Пономарев // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 2. – С. 3–7.
4. Шибанов, П. Н. Механические повреждения зерна и меры их устранения / П. Н. Шибанов // Вестник с.-х. науки. – 1957. – № 9. – С. 70–79.
5. Чирко, Е. М. Влияние десикации на урожайность и посевные качества семян суданской травы сорта Пружанская в условиях Брестской области / Е. М. Чирко, Т. В. Гончаревич // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / Вып. 54/ НАН Беларуси; Науч.-прак. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2018. – С. 222–227.
6. Землянов, А. Н. Обоснование применения десикантов на семенных посевах сорго сахарного / А. Н. Землянов // Научный журнал КубГАУ. [Электронный ресурс] – 2012. – № 83 (09). – С. 1–16. – Режим доступа: ij.kubagro.ru/. Дата доступа 28.11.2022.
7. Флек, М. Р. Технологические приемы возделывания кормового проса и суданской травы в Южном Зауралье / М. Р. Флек. – Автореферат дис...канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1990. – 20 с.
8. Хатнянский, В. И. Влияние крупности семян на посевные и урожайные свойства / В. И. Хитнянский, В. В. Волгин, Л. Е. Пивень // Масличные культуры / Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 2005. – Вып. 1 (132). – С. 42–48.

УДК 633.854.54:631.524.84

Оценка адаптивных параметров новых сортов льна масличного по урожайности семян

И. А. Голуб, академик НАН Беларуси, М. Е. Маслинская, кандидат с.-х. наук, В. А. Бейня¹, директор, О. Р. Мартиновский¹, ведущий специалист отдела Института льна

¹Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений

(Дата поступления статьи в редакцию 24.01.2023)

Проведена оценка адаптивных параметров новых сортов льна масличного по урожайности семян в 2017–2019 гг. Средние значения данного показателя у сорта Визирь составили 15,3 ц/га, Альянс – 14,2 ц/га, Дар – 15,6 ц/га, сорта-контроля Салют – 15,4 ц/га. Самая высокая стрессоустойчивость ($(y_{\min} - y_{\max}) = -1,9$), наибольшая стабильность по показателю гомеостатичности ($Hom = 120,5$), высокие значения параметра селекционной ценности ($Sc = 13,8$) и низкие – фактора стабильности ($S.F. = 1,13$) отмечены у сорта Дар. Максимальное соотношение между условиями произрастания и генотипом выявлено у сортов Дар ($(y_{\min} - y_{\max})/2 = 15,8$) и Салют ($(y_{\min} - y_{\max})/2 = 15,1$). Таким образом, наиболее перспективным из всех

The adaptive parameters of new varieties of linseed were assessed in terms of seed yield in 2017–2019. The average values of this indicator for the Vizir variety were 15.3 c/ha, Alliance – 14.2 c/ha, Dar – 15.6 c/ha, control variety Salyut – 15.4 c/ha. The highest stress resistance ($(y_{\min} - y_{\max}) = -1,9$), the highest stability in terms of homeostaticity ($Hom = 120,5$), high values of the selection value parameter ($Sc = 13,8$) and low stability factors ($S.F. = 1,13$) were noted in variety Dar. The maximum ratio between growing conditions and genotype was found in varieties Dar ($(y_{\min} - y_{\max})/2 = 15,8$) and Salyut ($(y_{\min} - y_{\max})/2 = 15,1$). Thus, the most promising of all the varieties studied, based on all the indicators calculated above, is the variety Dar.

изученных сортов на основе всех рассчитанных выше показателей является сорт Дар.

Введение

В мировом земледелии одно из первых мест по значимости в слагаемой урожайности занимает сорт, и в будущем вклад его в поступательный рост урожайности достигнет 80 % [1]. Наличие арсенала сортов, отвечающих требованиям современного агропроизводства, является фундаментом для повышения эффективности растениеводческой отрасли. В связи с этим в современных условиях значительно возрастает роль адаптивной селекции растений при создании сортов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам. В ряду характеристик сортов существенная роль отведена их адаптивным свойствам, правильная и разносторонняя оценка которых позволяет максимально использовать позитивный эффект взаимодействия генотип-среда [2]. Использование объективной оценки потенциала продуктивности генотипов в сочетании с их устойчивостью к неблагоприятным условиям позволяет создавать сорта, способные обеспечивать стабильные высокие урожаи в различных условиях [3]. Одной из перспективных сельскохозяйственных культур, уникальной по своей многогранности, является лен масличный. Потенциал культуры необычайно велик для многих отраслей промышленности. В семенах содержится около 50 % масла и до 33 % белка [4]. В мировом сельскохозяйственном производстве площади посевов льна масличного составляют 2,5–3,2 млн га, а валовый сбор семян достигает 1,9–2,7 млн тонн [5].

Исходя из обозначенных выше положений была поставлена цель наших исследований – оценить адаптивный потенциал районированных сортов льна масличного Визирь, Альянс, Дар, Салют по показателю «урожайность семян».

Методика и объекты исследований

В качестве учетного признака выступал показатель продуктивности сортов. Уровень варьирования определяли согласно классификации Ю. Л. Гужова: незначительный ($V = 8\%$), умеренно слабый ($V = 8,1–10,0\%$), ниже среднего ($V = 10,1–12,0\%$), выше среднего ($V = 18,1–20,0\%$), умеренно высокий ($V = 20,1–24,0\%$), высокий ($V = 24,1–36,0\%$), очень высокий ($V = 36,1\%$ и выше) [6]. Для расчета показателя гомеостатичности (Ном) использовали метод В. В. Хангильдина [7]. Устойчивость к стрессу определяли по разности между максимальной и минимальной урожайностями ($y_{\min} - y_{\max}$), значения данного показателя всегда отрицательные, и чем величина его меньше, тем выше стрессоустойчивость растений [8]. Генетическую гибкость рассчитывали как среднюю урожайность в контрастных (стрессовых и не стрессовых) условиях $((y_{\min} - y_{\max})/2)$. Высокие значения данного показателя указывают на большую степень соответствия между генотипом сортообразца и факторами среды [9]. Фактор стабильности рассчитан согласно

методике, предложенной ученым D. Lewis на основе сопоставления величин его признаков в высокопродуктивной и низкопродуктивной средах [10].

Объектами изучения являлись новые перспективные сорта льна масличного, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, а также сорт Салют. Салют – позднеспелый голубоцветковый сорт, семена коричневые, крупные. Средняя урожайность семян в питомнике селекционного сортоиспытания составила 18,9 ц/га, содержание масла в семенах – 50,5 %, устойчивость к полеганию – 5,0 балла, поражение болезнями – 20,7 %. Год районирования – 2014. Является контрольным сортом в республике при проведении государственного сортоиспытания.

Визирь – среднеспелый голубоцветковый сорт, семена коричневые, крупные. Средняя урожайность семян в питомнике селекционного сортоиспытания составила 24,0 ц/га, содержание масла – 45,71 %, устойчивость к полеганию – 5,0 балла, поражение болезнями – 19,9 %. Год районирования – 2021.

Дар – среднеспелый голубоцветковый сорт, семена коричневые, крупные. Урожайность семян составила 23,2 ц/га, содержание масла – 42,4 %, устойчивость к полеганию – 5,0 балла. Преимущество сорта – измененный жирнокислотный состав. Сорт пригоден для получения высококачественного пищевого масла и жмыха (шрота), а также масло образца подходит для использования в медицине и парфюмерии. Год районирования – 2020.

Альянс – раннеспелый голубоцветковый сорт, семена коричневые. Средняя урожайность семян – 23,9 ц/га, содержание масла – 45,2 %, устойчивость к полеганию – 5,0 балла, поражение болезнями – 11,0 %. Год районирования – 2021.

Для расчета взяты результаты испытания сортов льна масличного на 7 государственных сортоучастках: ГСХУ «Кобринская сортоиспытательная станция», ГСХУ «Лепельская сортоиспытательная станция», ГСХУ «Турская сортоиспытательная станция», ГСХУ «Жировичская сортоиспытательная станция», ГСХУ «Молодечненская сортоиспытательная станция», Бобруйский государственный сортоучасток, ГСХУ «Горецкая сортоиспытательная станция».

Результаты исследований и их обсуждение

За годы исследований изучаемые сорта по-разному реализовывали свой генетический потенциал (таблица 1). Средняя урожайность сорта Визирь составила 15,3 ц/га, по годам исследований: 2017 г. – 12,7 ц/га, 2018 и 2019-й – 16,6 ц/га (таблица 2). У сорта Альянс отмечены следующие значения изучаемого показателя: 2017 г. – 12,7 ц/га, 2018-й – 15,7 ц/га, 2019 г. – 14,3 ц/га при среднем значении 14,2 ц/га. Урожайность сорта

Таблица 1 – Изменчивость урожайности сортов льна масличного

Наименование сорта	Год исследований			среднее, x_i	V, %
	2017	2018	2019		
Визирь	12,7	16,6	16,6	15,3	14,64
Альянс	12,7	15,7	14,3	14,2	10,46
Салют	13,3	17,0	15,9	15,4	12,41
Дар	14,9	16,8	15,2	15,6	6,67
x_i	13,4	16,5	15,5	15,1	

Дар составила 14,9 ц/га в 2017 г., 16,8 ц/га – в 2018-м, 15,2 ц/га – в 2019 г., среднее значение – 15,6 ц/га. У сорта-контроля Салют отмечены следующие значения урожайности: 2017 г. – 13,3 ц/га, 2018 г. – 17,0 ц/га, 2019 г. – 15,9 ц/га при среднем значении 15,4 ц/га.

Мерой относительной стабильности сортов и гибридов выступает коэффициент вариации, вычисление которого не требует сложных расчетов, однако обеспечивает вполне удовлетворительные результаты. Большая вариабельность признака свидетельствует о меньшей гомеостатичности генотипа под действием одних и тех же определяющих экологических факторов. Различия по урожайности по годам характеризовались как ниже среднего и средними значениями ($V = 6,67\text{--}14,64\%$).

Вариабельность сортов по урожайности представлена на рисунке 1. Согласно данным гистограммы на рисунке, отклонение урожайности изучаемых сортов от средней составило от $-0,90$ до $0,48$ ц/га.

Отрицательные значения отмечены у сорта Альянс, максимальная прибавка урожайности к средней получена у сорта Дар.

Свойства генотипа характеризуют такие показатели, как стрессоустойчивость ($y_{\min} - y_{\max}$), генетическая гибкость ($(y_{\min} - y_{\max})/2$), гомеостатичность (Ном) и фактор стабильности (S.F.), они отражают степень реакции растений на изменение условий среды. В наших исследованиях для объективной оценки сортов проведены расчеты данных показателей. Согласно данным таблицы 2, самая высокая стрессоустойчивость отмечена у сорта Дар ($y_{\min} - y_{\max} = -1,9$, значения данного показателя у других сортов имели сопоставимые значения и составили ($y_{\min} - y_{\max} = -3,0 - (-3,9)$).

Максимальное соотношение между условиями произрастания и генотипом отмечено у сортов Дар ($(y_{\min} - y_{\max})/2 = 15,8$) и Салют ($(y_{\min} - y_{\max})/2 = 15,1$). По показателю гомеостатичность наибольшую стабильность проявил сорт Дар (Ном = 120,5), который обладает генетическим механизмом сводить к минимуму воздействия условий произрастания. Низкое значение гомеостатичности сорта Визирь (Ном = 26,9) говорит о крайне нестабильном его поведении в изменяющихся агрометеорологических условиях.

Оценку приспособительных свойств английский ученый D. Lewis предложил вести на основе сопоставления величин их признаков в контрастных условиях. При этом максимальная фенотипическая устойчивость отмечается при $S.F. = 1,0$, когда на фенотип

не оказывает воздействие окружающая среда. Чем больше отклонение, тем менее стабилен фенотип. Однако, так как урожайность является полигенным признаком, полученные результаты превышают единицу и находятся в интервале $1,13\text{--}1,31$. Наибольшие абсолютные значения S.F., а следовательно и низкая фенотипическая устойчивость, присущи сорту Визирь ($S.F. = 1,31$). Низкие значения показателя отмечены у сорта Дар ($S.F. = 1,13$).

Оценка селекционной ценности генотипа, подобно фактору стабильности, основывается на сопоставлении его продуктивности в лимитированной и оптимальной средах. Значения данного показателя составили $11,5\text{--}13,8$. Сорт-лидером по параметру селекционной ценности является Дар.

Проведен анализ корреляционных взаимосвязей между средней урожайностью семян и показателями, характеризующими адаптивные свойства сортов льна масличного (таблица 3). Выявлены сильные корреляционные зависимости между средней урожайностью и генетической гибкостью ($r = 0,844$), зависимости средней силы отмечены с показателем селекционной ценности ($r = 0,655$), слабые зависимости – с гомеостатичностью ($r = 0,376$).

Связи с другими показателями были низкими, что свидетельствует о необходимости рассматривать их не отдельно, а в комплексе.

Несомненный интерес для производства, а также в качестве исходного материала для селекции, представляют образцы, сочетающие все рассчитанные выше показатели: высокие значения урожайности, стрессоустойчивости, генетической гибкости и селекционной ценности, низкие коэффициенты вариации и фактора стабильности. К числу таких сортов из изученных можно отнести сорт Дар.

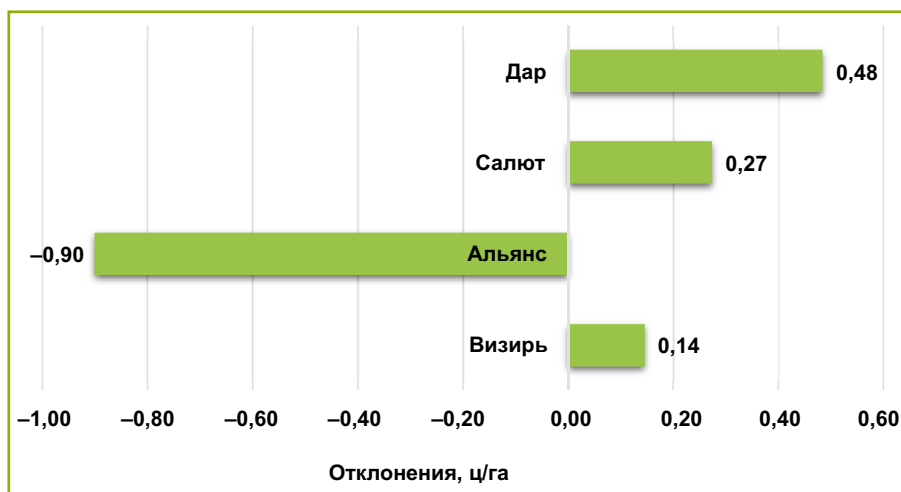


Рисунок 1 – Варьирование урожайности сортов льна масличного относительно ее средней

Таблица 2 – Характеристика сортов льна масличного по показателям стрессоустойчивости, генетической гибкости и гомеостатичности

Наименование сорта	$y_{\min}$	$y_{\max}$	Фактор стабильности S.F.	Устойчивость к стрессу $y_{\min} - y_{\max}$	Генетическая гибкость $(y_{\min} - y_{\max})/2$	Гомеостатичность Ном	Селекционная ценность Sc
Визирь	12,7	16,6	1,31	-3,9	14,6	26,9	11,7
Альянс	12,7	15,7	1,24	-3,0	14,2	45,7	11,5
Салют	13,3	17,0	1,28	-3,7	15,1	33,5	12,0
Дар	14,9	16,8	1,13	-1,9	15,8	120,5	13,8

Таблица 3 – Корреляционные зависимости между средней урожайностью и показателями, характеризующими адаптивные свойства

	Средняя урожайность, ц/га	Коэффициент вариации, %	Фактор стабильности	Стрессоустойчивость	Генетическая гибкость	Гомеостатичность	Селекционная ценность
Средняя урожайность, ц/га	1,000						
Коэффициент вариации, %	–0,112	1,000					
Фактор стабильности	–0,221	0,986	1,000				
Стрессоустойчивость	0,126	–0,983	–0,994	1,000			
Генетическая гибкость	0,844	–0,620	–0,687	0,606	1,000		
Гомеостатичность	0,376	–0,938	–0,981	0,966	0,775	1,000	
Селекционная ценность	0,655	–0,811	–0,880	0,832	0,933	0,946	1,000

Выводы

Оценка адаптивных свойств сортов льна масличного Визирь, Альянс, Дар и Салют позволила выявить различия между ними. Средняя урожайность сорта Визирь составила 15,3 ц/га, сорта Альянс – 14,2 ц/га, сорта Дар – 15,6 ц/га, сорта-контроля Салют – 15,4 ц/га. Отклонение урожайности изучаемых сортов от средней составило от –0,90 до 0,48 ц/га, максимальная прибавка урожайности к средней получена у сорта Дар.

Самая высокая стрессоустойчивость отмечена у сорта Дар ($(y_{\min} - y_{\max}) = -1,9$), значения данного показателя у других сортов составили ($y_{\min} - y_{\max}$) = –3,0 – (–3,9). Максимальное соотношение между условиями произрастания и генотипом отмечено у сортов Дар ($(y_{\min} - y_{\max})/2 = 15,8$) и Салют ($(y_{\min} - y_{\max})/2 = 15,1$). По показателю гомеостатичность наибольшую стабильность проявил сорт Дар ($\text{Hom} = 120,5$), который обладает генетическим механизмом сводить к минимуму воздействия условий произрастания, у данного сорта отмечены также наименьшие абсолютные значения S.F. (1,13) и высокие значения показателя селекционная ценность ($\text{Sc} = 13,8$).

В качестве исходного материала для селекции, а также для внедрения в производство наиболее перспективным является сорт Дар, сочетающий высокие значения урожайности, стрессоустойчивости, генетической гибкости и селекционной ценности, низкие – коэффициента вариации и фактора стабильности.

Корреляционная связь между урожайностью и рассмотренными параметрами адаптивности варьировала от полного отсутствия до довольно тесной зависимости. Выявлена сильная корреляционная зависимость между средней урожайностью и генетической гибкостью ($r = 0,844$).

Литература

1. Ламажап, Р. Р. Пластичность и стабильность урожайности образцов ячменя в Республике Тыва / Р. Р. Ламажап, А. Г. Липшин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 8–1. – С. 132–135.
2. Коробова, Н. А. Адаптивный потенциал сортов зернового гороха / Н. А. Коробова, А. А. Козлов, Е. В. Пучкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3. – С. 41–44.
3. Применение цифровых технологий в оценке адаптивности сортов масличного льна [Электронный ресурс] / Всероссийский интернет-журнал «Фермер». – Лучкина Т. Н., Картамышева Е. В., Бушнев А. С., Збраилова Л. П.; Лобунская И. А. Режим доступа: http://vfermer.ru/rubrics/nauka/nauka_746.html. – Дата доступа: 17.11.2022.
4. Лукомец, В. М. Лен масличный – культура перспективная / В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, Н. М. Тишков // Приложение к журналу Защита и карантин растений. – 2013. – № 2. – С. 62.
5. Оценка платичности льна масличного / Т. Н. Лучкина [и др.] // Евразийский союз ученых. – 2018. – № 11 (56). – С. 13–17.
6. Гужов, Ю. Л. Закономерности модификационного и генотипического варьирования количественных признаков у сортов яровой пшеницы с разным числом генов карликовости / Ю. Л. Гужов // Сельскохозяйственная биология. – 1978. – № 1. – С. 49–56.
7. Хангильдин, В. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин, С. В. Бирюков // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. – 1984. – № 1. – С. 67–76.
8. Пакудин, В. З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В. З. Пакудин, Л. М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109–113.
9. Гончаренко, А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А. А. Гончаренко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 5. – С. 49–53.
10. Lewis, D. Gene-environment interaction: a relation-ship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability. / D. Lewis // Heredity. – 1954. – V. 8. – p. 333–356.

УДК [635.21:631.532.2]:632.38:632.9

Эффективность применения микроудобрений в питомниках оригинального семеноводства картофеля

В. В. Анципович, научный сотрудник, В. А. Козлов, доктор с.-х. наук,

А. И. Попкович, младший научный сотрудник,

Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству

(Дата поступления статьи в редакцию 16.03.2023)

Приведены результаты оценки влияния микроудобрений Нутривант Плюс картофель, Лифдруп рост,

The results of assessment of influence of micronutrients Nutrivant Pluspotato, Lifdrip rost, Lifdrip universal, Lifdrip

Лифдрип универсал, Лифдрип бор и Экогум Комплекс на коэффициент размножения, выход семенной фракции, продуктивность и урожайность сортов картофеля разных групп спелости.

Результаты исследований показали, что при выборе препарата необходимо учитывать отзывчивость сорта на состав микроудобрения, а также целевое выращивание картофеля.

Введение

Микроэлементы – это необходимые элементы питания, без которых растения не могут полноценно развиваться. Они входят в состав важнейших физиологически активных веществ и участвуют в процессе синтеза белков, углеводов, витаминов и т. д. Под влиянием микроэлементов растения становятся более устойчивыми к неблагоприятным условиям: атмосферной и почвенной засухе, пониженным и повышенным температурам, поражению болезнями и повреждению вредителями [1].

Недостаток любого микроэлемента приводит к снижению урожайности картофеля, ухудшает потребительские и технологические свойства клубней. Физиологические признаки дефицита микроэлементов появляются в первую очередь на молодых листьях верхних ярусов, вследствие чего снижается фотосинтетическая активность и потенциал посадок в целом, а производители теряют часть прибыли [2]. Для корректировки минерального питания используется некорневая подкормка растений растворами микроэлементов [3, 4].

В настоящее время листовые подкормки картофеля стали общепринятыми в мировой сельскохозяйственной практике. Главное преимущество некорневой подкормки – быстрая доставка питательных элементов к растущим органам в критические периоды развития растений картофеля, такие как начало клубнеобразования и накопление урожая клубней [5, 6].

Материалы и методика исследований

Исследования проводили в 2017–2019 гг. на дерново-подзолистой почве севооборота РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Агрохимические показатели почвы: содержание гумуса – 2,6 %, фосфора – 18,8–22,9 мг/100 г почвы, калия – 29,9–33,2 мг/100 г почвы, pH – 5,78, предшественник – ячмень.

Объектами исследований служили сорта картофеля: Лилея (ранний), Скарб (среднеспелый) и Вектар (среднепоздний), репродукция – супер-суперэлита. Предмет исследований – микроудобрения: Нутривант Плюс картофель, Лифдрип рост, Лифдрип универсал, Лифдрип бор и Экогум Комплекс. Повторность опытов четырехкратная, делянка – четырехрядковая по 30 клубней в рядке, размещение делянок рендомизированное.

Норма внесения минеральных удобрений на 1 га составляла N_{70–75}P_{80–82}K_{110–120}. Предпосевная обработка почвы включала культивацию, чизелевание на глубину 18 см в 2 следа, нарезку борозд. До появления всходов проводили два рыхления междурядий, после чего вносили почвенные гербициды. Было выполнено 5 обработок против фитофтороза: две – системно-контактными фунгицидами и три – контактными, две из

bor and Ecohum Complex on the reproduction coefficient, seed fraction yield, productivity and yield of potato varieties of different ripeness groups are present.

The research results showed that it is necessary to take account the responsiveness of the variety to the composition of the proposed micro-fertilizer, as well as to the targeted cultivation of potatoes, when choosing a drug

них – баковой смесью с инсектицидными препаратами против колорадского жука и тлей.

Обработку растений микроудобрениями проводили в фазе начала бутонизации и полного цветения.

Экономическую эффективность применения микроудобрений рассчитывали согласно методике, разработанной Институтом почвоведения и агрохимии НАН Беларуси [7].

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные исследования показали, насколько эффективность обработок вегетирующих растений микроудобрениями зависит от условий выращивания и сорта картофеля.

Для сорта Скарб в 2017 г. некорневые подкормки Лифдрип рост и Нутривант Плюс картофель способствовали увеличению коэффициента размножения в этих вариантах на 20,0 и 25,7 % по отношению к контролю и на 13,5–22,2 % по отношению к другим вариантам. В условиях вегетационного периода 2018 г. применение Лифдрип универсал + Лифдрип бор обеспечило увеличение коэффициента размножения по отношению к контролю на 15,6 %, по отношению к остальным вариантам – на 21,6–35,1 %.

Эффективность изучаемых микроудобрений на сорте Лилея сильно зависела от условий вегетационного периода. В 2017–2018 гг. обработка посадок приводила к снижению коэффициента размножения, за исключением варианта с удобрением Лифдрип рост, где в 2017 г. отмечено превышение контроля на 0,5. И только в 2019 г. во всех изучаемых вариантах отмечено значимое увеличение показателя по отношению к контролю – от 0,8 до 1,6 (рисунок 1).

Коэффициент размножения растений сорта Вектар также очень сильно отличался по годам. Так, в 2017 г. применение Нутривант Плюс картофель и Лифдрип рост обеспечило увеличение коэффициента размножения по отношению к контролю на 0,6 (8,6 %), Лифдрип универсал + Лифдрип бор – на 1,3 (18,6 %). Применение Экогум Комплекс снизило показатель на 1,0 % по сравнению с контролем, а в 2018 г., наоборот, это был единственный вариант, в котором отмечено значимое превышение над контролем – на 16,3 %. Такая же тенденция отмечена и в условиях вегетационного периода 2019 г. – превышение контроля было отмечено только в варианте с обработкой Экогум Комплекс на 14,3 %.

Анализ структуры урожая показал, что в 2017 г. только в варианте с применением Лифдрип рост на растениях сорта Скарб наблюдалось увеличение доли семенных клубней на 2,4 %. В остальных вариантах на всех сортах количество семенных клубней было ниже или на уровне контроля (рисунок 2). В 2018 г. на сорте Лилея также не выявлено вариантов, превышающих контроль. На сорте Скарб обработка Нутривант Плюс картофель позволила

получить семенных клубней на 1,0 % больше, а Лифдрип универсал + Лифдрип бор – на 3,9 %.

В 2019 г. во всех вариантах сорта Лилея отмечено увеличение доли семенных клубней: в варианте с Нутривант Плюс картофель – на 1,6 %, Лифдрип рост – на 8,5 %, Лифдрип универсал + Лифдрип бор – на 6,4 %, Экогум Комплекс – на 6,5 %.

На сорте Скарб обработка Экогум Комплекс позволила увеличить выход семенного картофеля на 3,5 %, Лифдрип рост – на 1,2 % и Нутривант Плюс картофель – на 2,9 %. При этом следует отметить, что вариант с использованием Нутривант Плюс картофель на растениях сорта Скарб в течение двух лет обеспечивал увеличение доли семенных клубней в структуре урожая. На сорте Вектар применение Нутривант Плюс картофель и Экогум Комплекс способствовало росту количества семенной фракции по отношению к контролю на 1,9 %. Применение Экогум Комплекс на растениях этого сорта также в течение двух лет обеспечивало увеличение изучаемого показателя.

Одной из важнейших составляющих урожая является продуктивность одного куста. Результаты наших исследований показали, что прибавка урожая формировалась именно за счет повышения продуктивности растений

(рисунок 3). Наибольшее влияние на продуктивность растений картофеля сорта Лилея оказало применение Лифдрип рост и Экогум Комплекс. Превышение контроля в этих вариантах составило 232 и 177 г/куст соответственно. Комплексная обработка Лифдрип универсал + Лифдрип бор обусловила рост продуктивности на 121 г/куст по отношению к контролю.

Растения картофеля сорта Скарб в вариантах с использованием Нутривант Плюс картофель и Лифдрип рост отреагировали значимой прибавкой продуктивности по отношению к контролю – 76 и 67 г/куст соответственно. Комплекс Лифдрип универсал + Лифдрип бор обеспечил максимальную для сорта прибавку – 118 г/куст.

На сорте Вектар увеличение продуктивности отмечено у растений картофеля, обработанных Нутривант Плюс картофель и Лифдрип рост – 114 г/куст. В остальных вариантах прибавка была в пределах ошибки опыта. В целом стоит отметить, что продуктивность растений в основном формировалась за счет повышения удельного веса в структуре урожая клубней размером более 60 мм.

Анализ урожайности по сортам показал, что наиболее стабильным по данному признаку за три года испытаний оказался сорт Лилея – в контрольном варианте различия

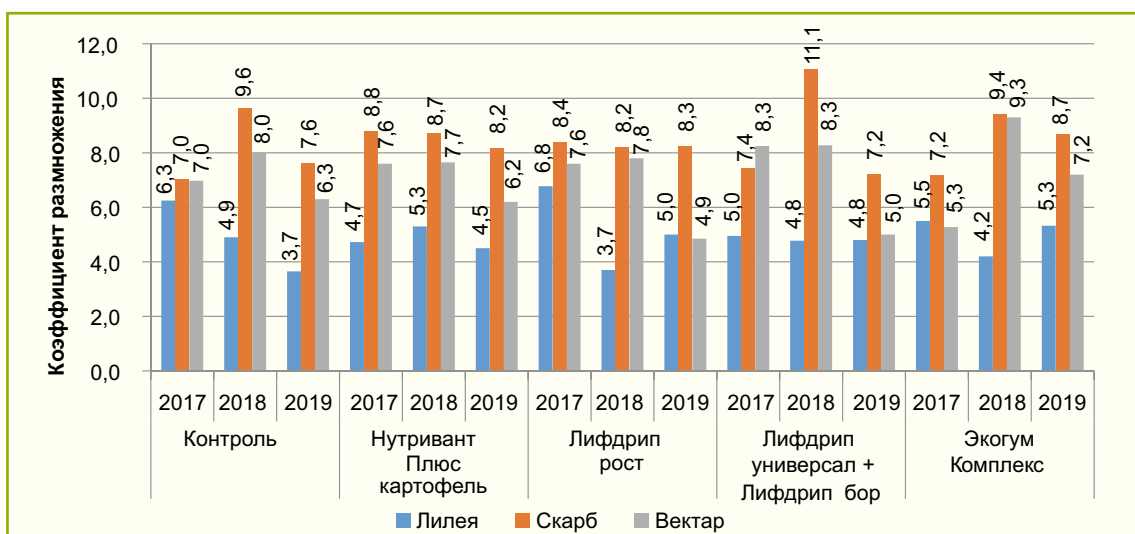


Рисунок 1 – Коэффициент размножения картофеля сортов Лилея, Скарб, Вектар в зависимости от обработок микроудобрениями (2017–2019 гг.)

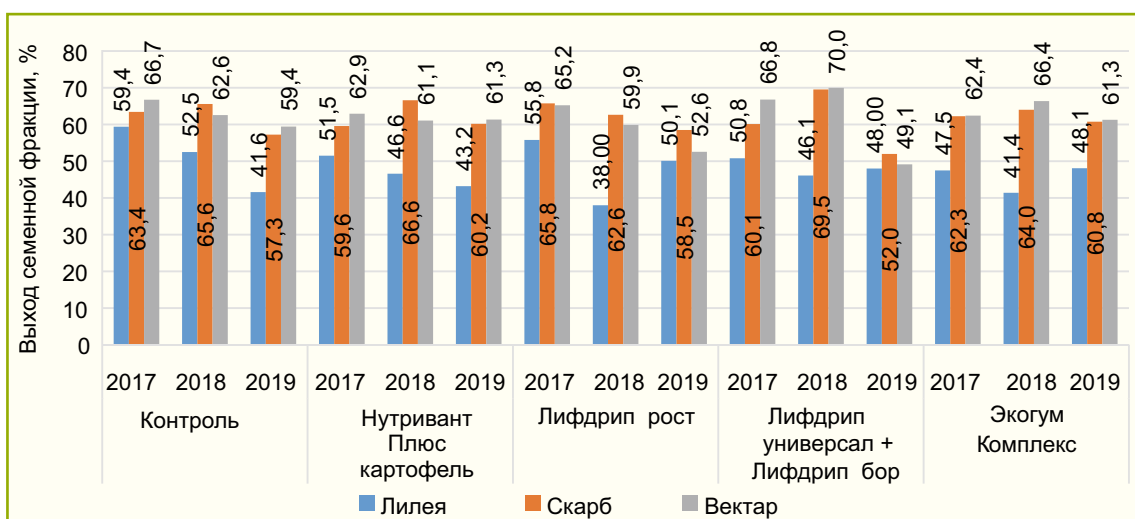


Рисунок 2 – Выход семенной фракции клубней картофеля сортов Лилея, Скарб и Вектар в зависимости от обработок микроудобрениями (2017–2019 гг.)

в показателях не превышали 2,0 тонн. Урожайность сортов Скарб и Вектар сильно зависела от влагообеспеченности в период образования клубней (рисунок 4).

Наиболее высокая урожайность от использования микроудобрений за период исследований была получена на сорте Лилея при обработке растений Лифдрип рост в 2017 г. и в 2019 г. – 63,5 и 63,8 т/га, что на 15,7 и 16,4 т/га выше контроля, и при применении Экогум Комплекс в 2019 г. – 62,5 т/га или 15,1 т/га выше контроля.

Для растений сорта Скарб стабильно эффективным приёмом увеличения урожайности стало применение Лифдрип универсал + Лифдрип бор – прибавка к контролю по годам исследований составила 9,1; 4,8 и 3,1 т/га, при этом самая высокая урожайность у данного сорта

отмечена в 2019 г. при обработке растений Лифдрип рост – 59,6 т/га.

Урожайность сорта Вектар сильно зависела от совокупного влияния условий года и обработки микроудобрением. Так, в 2017 и 2018 г. самая высокая урожайность получена при обработке растений микроудобрением Нутривант Плюс картофель – 43,6 и 50,0 т/га, что превысило контроль на 55,2 и 16,8 % соответственно. В условиях 2019 г. максимальная урожайность была отмечена в варианте с использованием Экогум Комплекс – 53,3 т/га, что превысило контроль на 3,1 %.

Как видно из представленных результатов, количественные показатели урожайности значительно изменяются в зависимости от сорта, условий вегетационного периода и вида микроудобрений. Чтобы оценить

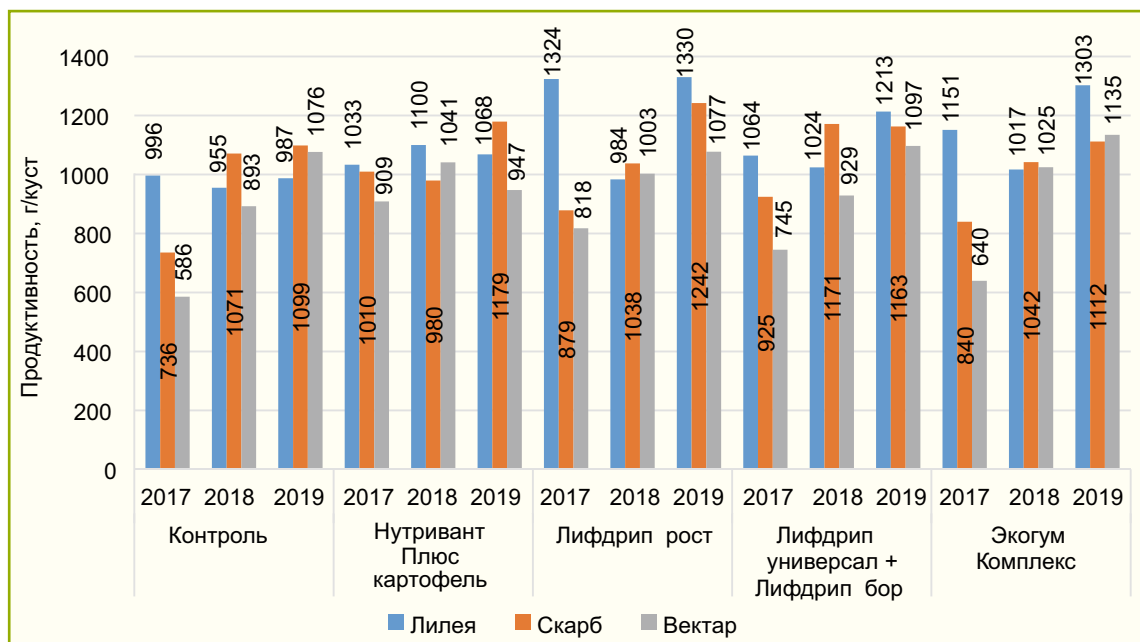


Рисунок 3 – Продуктивность сортов картофеля Лилея, Скарб, Вектар в зависимости от обработок микроудобрениями (среднее, 2017–2019 гг.)

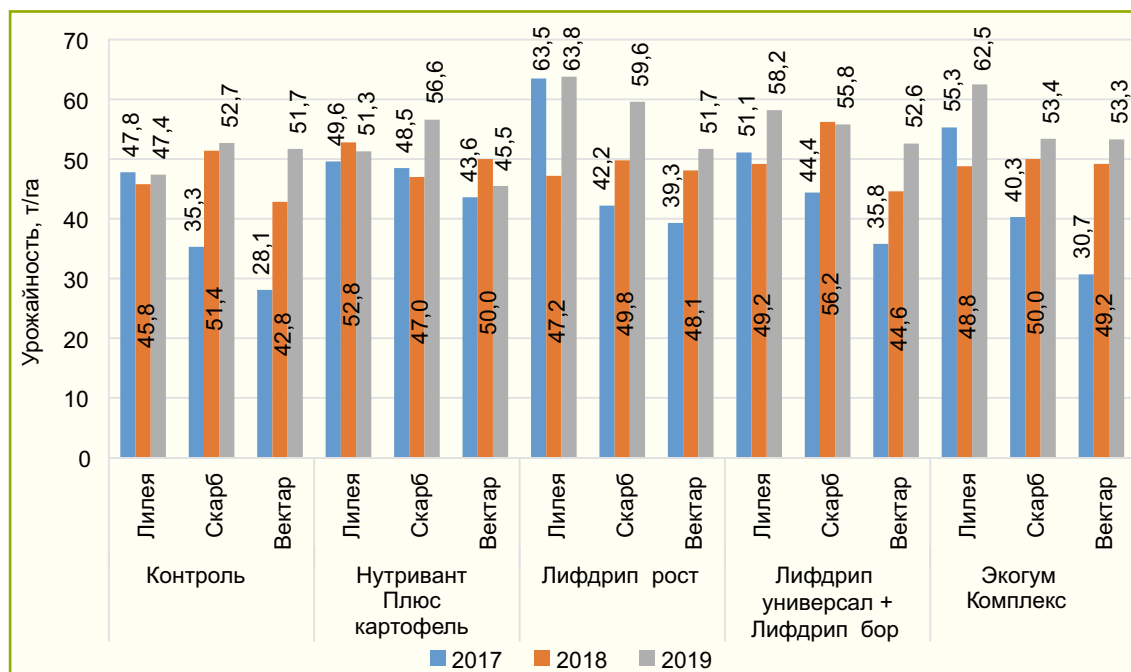


Рисунок 4 – Урожайность картофеля сортов Лилея, Скарб, Вектар в зависимости от обработок микроудобрениями (2017–2019 гг.)

насколько значимо влияние перечисленных факторов и их взаимодействия на данный показатель, была определена доля их влияния на урожайность картофеля изучаемых сортов.

В результате установлено, что различия в урожайности клубней на 32,9 % обусловлены влиянием фактора «Год» и на 21,1 % фактором «Сорт». Влияние фактора «Микроудобрение» составило 8,9 %. Наиболее существенную долю влияния среди взаимодействия факторов оказали «Год * Сорт» – 15,6 % и совместное влияние всех трёх факторов – 10,9 % (рисунок 5).

Экономическая цель производства семенного материала картофеля – получение прибыли от реализации полученной продукции. Нами был произведён расчёт экономической эффективности возделывания семенного картофеля в питомнике супер-суперэлиты. Для расчёта использованы цены на удобрения и картофель по состоянию на 2019 г. Материальные затраты на 1 га составили 11 190 руб.

У сорта Лилея в варианте с применением Лифдрип рост была получена самая большая прибавка урожая – 11,2 т/га и соответственно высокая рентабельность производства – 19,0 %.

В варианте с подкормкой растений сорта Скарб Экогум Комплекс отмечена наименьшая рентабельность производства – 2,8 %. У данного сорта наибольшая прибавка урожая была отмечена в варианте с использованием Лифдрип универсал + Лифдрип бор – 5,6 т/га, а рентабельность составила 10,4 %.

У сорта Вектар наиболее эффективными показали себя микроудобрения Нутривант Плюс картофель и Лифдрип рост с прибавкой урожая 5,5 т/га

и рентабельностью 11,5 %. Менее эффективным для данного сорта оказалось использование Лифдрип универсал + Лифдрип бор с рентабельностью 7,4 % (таблица).

Выводы

Проведенные исследования показали, что для растений сорта Скарб стабильно эффективным по годам приёмом увеличения урожайности стало применение микроудобрений Лифдрип универсал + Лифдрип бор – прибавка к контролю составляла 9,1; 4,8 и 3,1 т/га соответственно. В среднем за период исследований, обработка позволила получить прибавку 12,0 % (5,6 т/га).

В 2017–2018 гг. самая высокая урожайность сорта Вектар получена при обработке растений микроудобрением Нутривант Плюс картофель – 43,6 и 50,0 т/га, что превысило контроль на 55,2 и 16,8 % соответственно. В условиях 2019 г. максимальная урожайность была отмечена в варианте с использованием Экогум Комплекс – 53,3 т/га, что превысило контроль на 3,1 %.

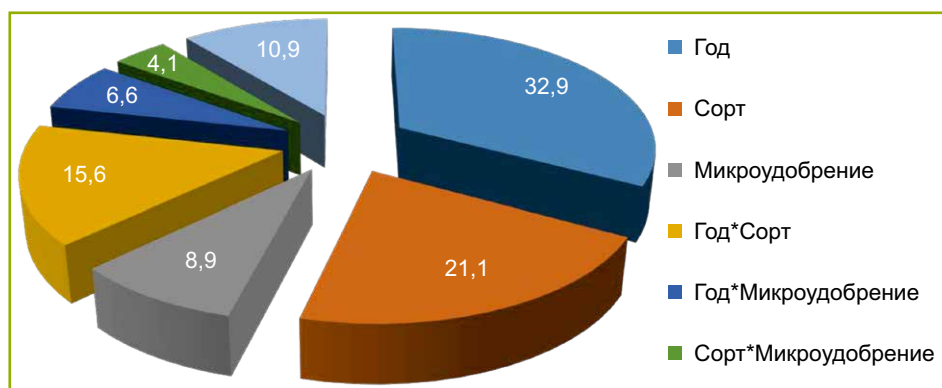


Рисунок 5 – Доля влияния факторов на урожайность картофеля, % (2017–2019 гг.)

Экономическая эффективность возделывания семенного картофеля сортов Лилея, Скарб, Вектар в питомнике супер-суперэлиты (2017–2019 гг.).

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Стоимость прибавки урожая, руб./т	Затраты, руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Снижение себестоимости, руб./т	Рентабельность, %
Лилея							
Контроль	47,0	–	–	11190,0	238,1		
Нутривант Плюс картофель	51,2	4,2	921,4	11231,9	219,4	18,7	7,9
Лифдрип рост	58,2	11,2	2160,9	11229,2	192,9	45,1	19,0
Лифдрип универсал + Лифдрип бор	52,8	5,8	1233,4	11228,0	212,7	25,4	10,7
Экогум Комплекс	55,5	8,5	1716,0	11204,4	201,9	36,2	15,2
Скарб							
Контроль	46,5			11190,0	240,6		
Нутривант Плюс картофель	50,7	4,2	930,5	11231,9	221,5	19,1	7,9
Лифдрип рост	50,5	4,0	889,4	11229,2	222,4	18,3	7,6
Лифдрип универсал + Лифдрип бор	52,1	5,6	1206,8	11228,0	215,5	25,1	10,4
Экогум Комплекс	47,9	1,4	327,5	11204,4	233,9	6,7	2,8
Вектар							
Контроль	40,9	–		11190,0	273,6		
Нутривант Плюс картофель	46,4	5,5	1331,4	11231,9	242,1	31,5	11,5
Лифдрип рост	46,4	5,5	1331,0	11229,2	242,0	31,6	11,5
Лифдрип универсал + Лифдрип бор	44,3	3,4	861,7	11228,0	253,5	20,1	7,4
Экогум Комплекс	44,4	3,5	883,2	11204,4	252,4	21,2	7,8

Таким образом, изучение влияния микроудобрений Нутривант Плюс картофель, Лифдрип рост, Лифдрип универсал + Лифдрип бор, Экогум Комплекс на урожайность и показатели структуры урожая выявило практическую эффективность данных препаратов.

Результаты исследований за три года показали, что отдавать предпочтение тому или иному препарату необходимо учитывая отзывчивость сорта на состав предлагаемого микроудобрения, а также на целевое выращивание картофеля. Следует отметить, что независимо от сорта и условий вегетационного периода применение заявленных микроудобрений приводит к увеличению средней массы семенного клубня и, как следствие, к росту продуктивности клубневого гнезда.

Возделывание семенного картофеля в питомнике супер-суперэлиты с применением различных микроудобрений экономически выгодно.

У сорта Лилея в варианте с некорневой подкормкой Нутривант Плюс картофель отмечена самая высокая рентабельность производства – 19,0 %.

Рентабельность производства сорта Скарб составила в варианте с подкормкой Лифдрип универсал + Лифдрип бор 10,4 %.

На сорте Вектар наиболее эффективными показали себя микроудобрения Нутривант Плюс картофель и Лифдрип рост – 11,5 % с прибавкой урожая 5,5 т/га.

Литература

1. Вильдфлуш, И. Р. Агроэкономическая оценка применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании ячменя кормового назначения на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. Р. Вильдфлуш, Н. Г. Барбасов // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 3 (124) – С. 8–12.
2. Некорневые подкормки микроэлементами при возделывании картофеля: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/574/6460.php> – Дата доступа: 4.12.2019.
3. Комплексная система подкормок картофеля: теория и практика: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.potatosystem.ru/kompleksnaya-sistema-podkormok-kartofelya-teoriya-i-praktika> – Дата доступа: 5.12.2019.
4. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность картофеля в условиях колочной степи Алтайского края: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.disscat.com/content/vliyanie-makro-i-mikroudobrenii-na-urozhainost-kartofelya-v-usloviakh-kolochnoi-stepi-altai> – Дата доступа: 5.12.2019.
5. Эффективность некорневых подкормок удобрением Нутривант плюс на картофеле: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.potatosystem.ru/effektivnost-nekornevyh-podkormok-udobreniem-nutrivant-plyus-na-kartofele-1> – Дата доступа: 4.12.2019.
6. Способы подкормки картофеля: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-podkormki-kartofelya> – Дата доступа: 4.12.2019.
7. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.] / РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.

УДК 635.24:631.816.1:631.445.24

Химический состав и вынос элементов питания основной и побочной продукцией топинамбура в зависимости от доз удобрений на дерново-подзолистой супесчаной почве

М. Ф. Степура, доктор с.-х. наук, доцент
РУП «Институт овощеводства»

(Дата поступления статьи в редакцию 04.05.2023)

В статье представлены результаты исследований по влиянию доз минеральных удобрений при выращивании топинамбура на урожайность, химический состав основной и побочной продукции, вынос элементов питания и коэффициенты использования азота, фосфора и калия растениями из удобрений. Наиболее эффективной оказалась внесение дозы $N_{120}P_{90}K_{140}Mg_5$, которая обеспечила урожайность клубней на уровне 29,6 т/га, прибавку 16,2 т/га или 121 %, а также наибольшую окупаемость – 85,8 кг продукции на 1 кг вносимых удобрений.

The article presents the results of studies on the study of doses of mineral fertilizers in the cultivation of Jerusalem artichoke on productivity, the chemical composition of the main and by-products, the removal of nutrients and the utilization rates of nitrogen, phosphorus and potassium by plants from fertilizers. The most effective was the application of a dose of $N_{120}P_{90}K_{140}Mg_5$, which provided a tuber yield of 29, t/ha, an increase of 16,2 t/ha or 121 %, and the highest payback of 85,8 kg of products per 1 kg of applied fertilizers.

Введение

Топинамбур, земляная груша (*Helianthus tuberosus* L.) – многолетнее клубненосное растение семейства сложноцветных. Родина топинамбура – Северная Америка, где он был введен в культуру индейцами до появления там европейцев. В Европу (во Францию) завезен в начале XVII века. В России культивируется с XVIII века. В 60-х годах XX века на кафедре растениеводства Гродненского сельскохозяйственного института под руководством доцента Коваленко С. А. студент Степура М. Ф. впервые начал изучать густоту

посадки и глубину заделки посадочного материала различных сортов топинамбура с целью получения высокой урожайности и товарности клубней. Топинамбур – ценное кормовое, техническое и продовольственное растение.

В клубнях содержится 16–18 % инулина, поэтому они пригодны для получения сахара (кристаллической фруктозы) и спирта, а также 0,75 мг% витамина В₁ и 0,66 мг% витамина С.

В пищу людям и на техническую переработку используют клубни, а на корм скоту – клубни и ботву в свежем и силосованном виде.

Химический состав клубней включает, в среднем (%): воды 77,3, протеина 2,3, жира 0,2, клетчатки 1,0, золы 1,3; ботвы – 74,2; 3,0; 0,6; 4,6; 2,7 соответственно [1].

В 100 кг клубней содержится 27 кормовых единиц и 1,5 кг переваримого протеина, ботвы – 22,5 и 1,8 соответственно. Силос и клубни хорошо поедаются крупнорогатым скотом, свиньями, овцами, козами и лошадьми. Свежие клубни скормливают также кроликам и птице.

Надземной частью топинамбур напоминает подсолнечник. Стебель прямой, крепкий, наверху ветвящийся, высотой 120–250 см и выше. Листья с черешками, яйцевидные, но заостренные на суженном конце, по краю зубчатые. Соцветие – корзинка с ложноязычковыми цветками. Цветет в сентябре-октябре. Семена даже на юге вызревают плохо.

Корневая система мощная, глубокая. Образует подземные клубни, с помощью которых размножается. Клубни по окраске могут быть белые, желтые, фиолетовые или красные, разнообразные по форме и величине, с выпуклыми глазками, образуются на подземных побегах (столонах). Надземная часть и корневая система с наступлением холодов отмирают. Клубни не образуют подкормочного поверхностного слоя, поэтому в овощехранилищах легко загнивают, но хорошо перезимовывают в почве. Ботва выдерживает морозы до минус 5–6 °С, клубни – до минус 20 °С. Топинамбур успешно произрастает почти на всех почвах, за исключением песчаных и щебневатых, засоленных и кислых, а также заболоченных.

Исследований по установлению содержания и выноса элементов питания растениями топинамбура в нашей стране не проводилось. Поэтому изучение химического состава элементов питания и их вынос основной и побочной продукцией весьма востребовано и актуально.

Методика и условия проведения исследований

Опыты проводили в КФХ «Дружба К» Смолевичского района Минской области в 2014–2017 гг. Возделывали топинамбур сорта Скороспелка в специализированном овощном кормовом севообороте на фермерском участке в течение четырех лет. Предшественник – капуста (нельзя размещать после подсолнечника и корнеплодов, если они были поражены белой гнилью).

Почва дерново-подзолистая супесчаная, pH_{KCl} – 5,9, содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) – 185–192 мг/кг, калия (K_2O) – 215–237 мг/кг почвы, гумуса – 2,1–2,3 %.

Подготовку почвы начинали с лущения. Почву пахали на зябь на глубину до 25–30 см. Под вспашку весной вносили минеральные удобрения согласно схеме опыта.

Высадку проводили вручную (возможна посадка с использованием картофелепосадочной машины по схеме 70 × 70 или 70 × 60 см), а также проводили посадку клубней под плуг. Глубина заделки – 10–15 см. Расход посадочного материала – 1–12 ц клубней на гектар. Опыт заложен в трехкратной повторности, площадь делянки – 14 м².

До и после появления всходов почву бороновали легкими боронами, затем дважды провели обработку междурядий. В конце сентября – начале первой декады октября ботву убрали силосными комбайнами. Затем на скошенных участках клубни выкапывали для использования на корм,

а частично отбирали типичные клубни как посадочный материал.

После четырехлетнего использования посадки урожайность клубней топинамбура начинала снижаться. По истечении этого срока поле полностью освобождали от топинамбура. В июне для уничтожения оставшихся растений почву пахали «на перегар» на глубину заделки клубней – 15–18 см, при необходимости вспашку повторяли, а в начале сентября высевали озимые зерновые культуры.

Закладку опытов, учеты и наблюдения, расчеты доз удобрений проводили согласно методическим указаниям, изложенным в источниках [2–11].

Результаты исследований и их обсуждение

Выявлено, что за четыре года исследований самая низкая урожайность клубней топинамбура – 13,4 т/га была в контрольном варианте, где минеральные удобрения не применяли. При внесении дозы $N_{75}P_{60}K_{80}Mg_5$ урожайность клубней повысилась на 3,5 т/га или 26 % по сравнению с контрольным вариантом. Повышение доз азота от 75 до 120 кг/га, фосфора – от 60 до 90 и калия – от 80 до 140 кг/га способствовало увеличению урожайности клубней в 1,7 раза, а зеленой массы – в 1,6 раза по сравнению с урожайностью клубней 16,9 т/га и 13,7 т/га зеленой массы по дозе $N_{75}P_{60}K_{80}Mg_5$. Прибавка урожая клубней составила 16,2 т/га или 121 %.

Дальнейшее повышение доз азота от 120 до 150 кг/га, фосфора – от 90 до 110 и калия – от 140 до 180 кг/га не способствовало резкому росту урожайности. Урожайность клубней увеличилась на 3,6 т/га или 27 %, а зеленой массы – на 1,8 т/га или 17 % (таблица 1).

В результате обобщения данных полевых опытов установлено, что содержание азота в товарной продукции в варианте без удобрений составило 1,64 %, в зеленой массе – 1,16 %; фосфора – 0,49 и 0,24 % соответственно, калия – 1,78 и 1,21 %. Внесение доз минеральных удобрений способствовало повышению содержания в клубнях: азота – на 0,43–0,55 %, фосфора – на 0,12–0,31 %, калия – на 0,36–0,56 %; в зеленой массе: азота – на 0,05–0,08 %, фосфора – на 0,03–0,05 %, калия – на 0,11–0,14 % (таблица 2).

В результате проведенных исследований на дерново-подзолистой супесчаной почве хозяйственный вынос элементов питания из почвы и удобрений клубнями

Таблица 1 – Влияние доз удобрений на урожайность клубней и зеленой массы топинамбура (среднее, 2014–2017 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га		Прибавка урожая			
	клубней	зеленой массы	клубней		зеленой массы	
			т/га	%	т/га	%
Без удобрений (контроль)	13,4	10,2	–	–	–	–
$N_{75}P_{60}K_{80}Mg_5$	16,9	13,7	3,5	26	3,5	34
$N_{90}P_{70}K_{100}Mg_5$	21,8	17,3	8,4	63	7,1	70
$N_{105}P_{80}K_{120}Mg_5$	25,3	19,7	11,9	89	9,5	93
$N_{120}P_{90}K_{140}Mg_5$	29,6	22,4	16,2	121	12,2	120
$N_{135}P_{100}K_{160}Mg_5$	31,8	23,9	18,4	137	13,7	134
$N_{150}P_{110}K_{180}Mg_5$	33,2	24,2	19,8	148	14,0	137
HCP_{05}	0,56	0,42				

топинамбура по низким дозам удобрений колебался: по азоту – в пределах от 67,5 до 88,3 кг, по фосфору – от 19,9 до 29,3 кг и по калию – от 69,8 до 97,1 кг. Вынос элементов питания из почвы и удобрений зеленой массой топинамбура составил: по азоту – от 27,7 до 35,7 кг, по фосфору – от 6,4 до 7,9 кг и по калию – от 30,4 до 39,2 кг. В вариантах внесения высоких доз удобрений ($N_{135-150}P_{100-110}K_{160-180}$) вынос клубнями азота составлял от 126,9 до 133,1 кг, фосфора – от 48,6 до 49,8 кг и калия – от 139,7 до 144,4 кг. При внесении данных доз минеральных удобрений максимальный вынос зеленой массой азота составил 49,1 кг, фосфора – 10,8 кг и калия – 53,4 кг. Окупаемость 1 кг удобрений по высоким дозам составила 31,5–4,2 кг, что на 0,2–2,9 кг меньше окупаемости 1 кг удобрений при умеренной дозе $N_{120}P_{140}K_{140}Mg_5$. Зная вынос элементов питания клубнями и зеленой массой топинамбура представляется возможность управлять балансом питательных веществ в почве, особенно в дерново-подзолистых почвах легкого механического состава (таблица 3).

Для программирования урожайности клубней и зеленой массы топинамбура на дерново-подзолистой супесчаной почве рассчитаны коэффициенты использования азота, фосфора и калия из удобрений. Коэффициенты использования элементов питания клубнями из удобрений по средним дозам составили: азота – 34–51 %, фосфора – 12–32 и калия – 32–64 %. По высоким дозам: азота – 61–64 %, фосфора – 34–36 и калия – 66–73 %. Аналогичная тенденция повышения коэффициентов использования элементов питания в зависимости от величины доз минеральных удобрений прослеживалась при получении зеленой массы топинамбура (таблица 4).

Выводы

Проведенные исследования на дерново-подзолистой супесчаной почве показали, что в зависимости от доз удобрений содержание азота в клубнях составило 2,07–2,19 %, фосфора – 0,61–0,80 %, калия – 2,14–2,34 %, в зеленой массе соответственно 1,21–1,24 %, 0,27–0,29 % и 1,32–1,35 %.

Коэффициенты использования элементов питания из удобрений клубнями топинамбура находились на уровне: азота – 34–64 %, фосфора – 12–36 % и калия – 32–73 %.

Побочная продукция топинамбура после ее измельчения может быть еще использована в качестве дополнительного источника органического удобрения.

Литература

1. Аутко, А. А. В мире овощей / А. А. Аутко. – Минск: Технопринт, 2004. – 568 с.
2. Богдевич, И. М. Агрохимические пути повышения плодородия дерново-подзолистых почв: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / И. М. Богдевич; Всесоюз. Акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т удобрений и агропочвоведения им. Д. Н. Прянишникова. – М., 1992. – 73 л.
3. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
4. Борисов, В. А. Удобрение овощных культур / В. А. Борисов. – М.: Колос, 1978. – 206 с.
5. Державин, Л. М. Методика определения выноса и коэффициентов использования питательных веществ урожаем из минеральных удобрений и почвы / Л. М. Державин, Р. Н. Попова. – М., 1981. – С. 35.

Таблица 2 – Влияние доз удобрений на химический состав клубней и зеленой массы топинамбура (среднее, 2014–2017 гг.)

Вариант	Содержание, %					
	клубни			зеленая масса		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений (контроль)	1,64	0,49	1,78	1,16	0,24	1,21
$N_{75}P_{60}K_{80}Mg_5$	2,07	0,61	2,14	1,21	0,28	1,33
$N_{90}P_{70}K_{100}Mg_5$	2,11	0,70	2,32	1,22	0,27	1,34
$N_{105}P_{80}K_{120}Mg_5$	2,19	0,79	2,34	1,24	0,29	1,35
$N_{120}P_{90}K_{140}Mg_5$	2,08	0,79	2,33	1,23	0,28	1,34
$N_{135}P_{100}K_{160}Mg_5$	2,09	0,80	2,30	1,23	0,27	1,32
$N_{150}P_{110}K_{180}Mg_5$	2,11	0,79	2,29	1,22	0,27	1,33

Таблица 3 – Влияние доз удобрений на вынос элементов питания из почвы и удобрений клубнями и зеленой массой топинамбура (среднее, 2014–2017 гг.)

Вариант	Вынос элементов питания из почвы, кг					
	клубни			зеленая масса		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений (контроль)	42,0	12,5	45,6	19,9	4,1	20,7
$N_{75}P_{60}K_{80}Mg_5$	67,5	19,9	69,8	27,7	6,4	30,4
$N_{90}P_{70}K_{100}Mg_5$	88,3	29,3	97,1	35,7	7,9	39,2
$N_{105}P_{80}K_{120}Mg_5$	105,8	38,2	113,0	40,6	9,5	44,1
$N_{120}P_{90}K_{140}Mg_5$	118,8	45,1	133,1	46,3	10,5	50,4
$N_{135}P_{100}K_{160}Mg_5$	126,9	48,6	139,7	49,1	10,8	52,7
$N_{150}P_{110}K_{180}Mg_5$	133,1	49,8	144,4	49,0	10,8	53,4

Таблица 4 – Влияние доз удобрений на коэффициенты использования элементов питания клубнями и зеленой массой топинамбура (среднее, 2014–2017 гг.)

Вариант	Коэффициенты использования элементов питания, %					
	клубни			зеленая масса		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений (контроль)	–	–	–	–	–	–
$N_{75}P_{60}K_{80}Mg_5$	34	12	32	10	4	12
$N_{90}P_{70}K_{100}Mg_5$	51	24	57	18	5	19
$N_{105}P_{80}K_{120}Mg_5$	44	32	64	20	7	20
$N_{120}P_{90}K_{140}Mg_5$	64	36	73	22	7	21
$N_{135}P_{100}K_{160}Mg_5$	63	36	70	22	7	20
$N_{150}P_{110}K_{180}Mg_5$	61	34	66	19	6	18

6. 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.
7. Журбицкий, З. И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений / З. И. Журбицкий. – М.: Из-во АН СССР, 1963. – 294 с.
8. Лукманов, А. А. Пути повышения эффективности применения средств химизации в земледелии республики / А. А. Лукманов // Информ. бюл. / Мин-во сел. хоз-ва и продовольствия РТ, Информ.-консультационный центр. – Казань, 2008. – № 11. – С. 15–21.
9. Исаев, М. Д. Расчет норм минеральных удобрений / М. Д. Исаев // Информ. бюл. / Мин-во сел. хоз-ва и продовольствия РТ, Информ.-консультационный центр. – Казань, 2008. – № 11. – С. 21–24.
10. Кулаковская, Т. Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т. Н. Кулаковская. – М.: Агропромиздат, 1990. – 219 с.
11. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / В. В. Лапа [и др.]; Мин-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Департамент образования, науки и кадров, Белорус. с.-х. акад. – Гродно: Белорус. гос. с.-х. акад., 2003. – 40 с.