

Земледелие и Растениеводство



Научно-практический журнал

№ 5 (132), 2020



Флудиоксонил (50 г/л)
+ азоксистробин (21 г/л)

*Качественная и эффективная защита
начинается с семенного материала!*



ПРИУМНОЖАЙ СВОЙ УРОЖАЙ

www.frandes.by



Производство: Республика Беларусь, Брестская обл, Березовский р-н, 1
☎ +375 (1643) 3-74-61 / приёмная

Центральный офис в г. Минске: ул. Ф. Скорины, 8, 8 эт.
☎ +375 (17) 221-40-60 / приёмная
+375 (17) 221-40-61 / отдел продаж

Земледелие и Растениеводство

Научно-практический журнал

№ 5 (132)
сентябрь–октябрь 2020 г.
Периодичность – 6 номеров в год
Издается с 1998 г.

Agriculture and plant protection
Scientific-Practical Journal

№ 5 (132)
September–October 2020
Periodicity – 6 issues per year
Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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



В НОМЕРЕ

На тему дня

- ✍ *Привалов Ф. И., Урбан Э. П., Лапа В. В., Лужинский Д. В., Буштевич В. Н., Гордей С. И., Зубкович А. А., Пилюк Я. Э.* Как правильно провести сев озимых культур 3
- ✍ *Сорока С. В., Сорока Л. И., Кабзарь Н. В.* Особенности химической прополки озимых зерновых культур в осенний период 9
- ✍ *Крупенько Н. А., Жуковский А. Г., Буга С. Ф., Одицова И. Н.* Протравители семян в защите озимой пшеницы от болезней 11

IN THE ISSUE

On the topic of day

- ✍ *Privalov F. I., Urban E. P., Lapa V. V., Luzhinsky D. V., Bushtevich V. N., Gordey S. I., Zubkovich A. A., Pilyuk Y. E.* How to carry out winter crops sowing in a right way 3
- ✍ *Soroka S. V., Soroka L. I., Kabzar N. V.* Peculiarities of winter grain crops chemical control during autumn period 9
- ✍ *Krupenko N. A., Zhukovsky A. G., Buga S. F., Odintsova I. N.* Seed dressers for winter wheat protection against the diseases 11

Агрохимия

- Цыбулько Н. Н., Логачев И. А., Цырибко В. Б., Устинова А. М., Юхновец А. В. Влияние органических удобрений и известкования на физические свойства дерново-подзолистых почв разной степени эродированности 16
- Персикова Т. Ф., Коготко Ю. В. Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на динамику роста и накопление сухого вещества растениями проса различных сортов 21
- Коготко Е. И., Вильдфлуш И. Р. Содержание и вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы в зависимости от сорта, применяемых удобрений, регуляторов роста и биопрепарата 26
- Радкевич М. Л. Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество семян люпина узколистного 31

Защита растений

- Шантыр В. А., Привалов Ф. И., Сорочинский Л. В. Роль средств защиты растений в формировании урожайности зерновых культур 35
- Стрелкова Е. В. Сравнительная оценка эффективности инсектицидов в контроле колорадского жука при возделывании картофеля 41
- Коготко Ю. В. Экономическая эффективность применения макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста при возделывании проса 43

Льноводство

- Голуб И. А., Сапего Н. А. Эффективность применения минеральных форм удобрений на льне масличном 47

Плодоводство

- Васильева М. Н., Матвеев В. А., Васеха В. В. Новый сорт алычи культурной – Панна 50

Вести из Украины

- Лисковский С. Ф., Демидов А. А., Сироштан А. А., Кавунец В. П., Заима А. А. Влияние обработки пшеницы яровой инсектицидами и фунгицидами на урожайность и посевные качества семян 54

Agrochemistry

- Tsybulko N. N., Logachiov I. A., Tsyribko V. B., Ustinova A. M., Yukhnovets A. V. Influence of organic fertilizers and liming on physical characteristics of different degree of soddy-podzolic soils erodition 16
- Persikova T. F., Kogotko Yu. V. Influence of macro-, micro fertilizers, bacterial preparation and growth regulator on growth dynamics and dry substance accumulation by different varieties of millet plants 21
- Kogotko E. I., Wildflush I. R. Content and removal of feeding elements by spring wheat yield depending on variety, applied fertilizers, growth regulators and biological preparation 26
- Radkevich M. L. Influence of macro-, micro fertilizers, plant growth regulators and bacterial fertilizers on blue lupine yield and quality. 31

Plant protection

- Shantyr V. A., Privalov F. I., Sorochinsky L. V. Plant protection products role in the formation of grain crops yield 35
- Strelkova E. V. Comparative evaluation of insecticides efficiency for Colorado potato beetle control by potato cultivation 41
- Kogotko Yu. V. The economic efficiency of macro-, micro fertilizers, bacterial preparation and growth regulator by millet growing 43

Flax growing

- Golub I. A., Sapego N. A. Efficiency of mineral forms of fertilizers application in oil flax 47

Fruit growing

- Vasilieva M. N., Matveev V. A., Vasekha V. V. A new variety of cultural cherry plum – Panna 50

Knews from Ukraine

- Liskovsky S. F., Demidov A. A., Siroshstan A. A., Kavunets V. P., Zaima A. A. Influence of spring wheat treatment by insecticides and fungicides on yield and seed sowing qualities 54

Вниманию авторов!

Журнал «Земледелие и растениеводство»
входит в перечень изданий, рекомендованных ВАК
для публикации научных трудов
соискателей ученых степеней

Как правильно провести сев озимых культур

Ф. И. Привалов, Э. П. Урбан, В. В. Лапа, доктора с.-х. наук,
Д. В. Лужинский, В. Н. Буштович, С. И. Гордей, А. А. Зубкович, Я. Э. Пилук, кандидаты с.-х. наук
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 03.08.2020 г.)

В статье изложены рекомендации по осеннему севу зерновых культур и рапса на основе новейших научных достижений.

Видовая структура озимого клина зерновых

Важнейшими культурами озимого клина являются рапс, рожь, пшеница и тритикале. Успехи селекции по созданию высококачественных (беззруковых и низкоглюкозинолатных) сортов и гибридов резко повысили значимость рапса как на мировом уровне, так и в Беларуси, посевные площади которого превысили в 2020 г. 350 тыс. га, а валовые сборы возросли до 870 тыс. т.

Планируемые площади посева пшеницы на зерно составляют 550–560 тыс. га, тритикале – 540–550 тыс. га. Площадь посевов озимой ржи (диплоидные и тетраплоидные сорта) должна равняться 350–370 тыс. га, озимого ячменя – 15–20 тыс. га. В силу недостаточной морозостойчивости растений озимого ячменя дальнейшее расширение его посевов из-за вероятности вымерзания нецелесообразно.

Пшеницу и тритикале необходимо разместить на плодородных участках дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почв с содержанием гумуса более 2 %, фосфора и калия – не менее 150 мг/кг. Озимая рожь, как наиболее пластичная культура, размещается на всех оставшихся разновидностях, кроме избыточно увлажненных почв. В структуре посевов ржи на легких почвах Гомельской и Брестской областей посева озимой диплоидной ржи должны составлять не менее 60–70 % площадей.

В каждом хозяйстве рекомендуется возделывать не один, а несколько сортов. Преимущество системы сортов состоит в том, что, различаясь по направлению использования, продолжительности вегетационного периода, уровню требовательности к плодородию почвы, генетическому контролю устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов, она обеспечит наиболее рациональное использование плодородия почв, биологического потенциала сортов и факторов среды.

Районированные сорта – основа высоких урожаев

В республике создан сортовой фонд озимых культур, представленный 140 сортами зерновых и 99 сортами и гибридами рапса, прошедшими государственное испытание и внесенными в Государственный реестр сортов. Из них в реестре 40 сортов озимых зерновых культур белорусской селекции, а также 20 сортов и гибридов озимого рапса и 3 сорта озимой сурепицы.

Правильный выбор сорта для конкретного хозяйства и его почвенно-климатических условий имеет первостепенное значение для получения высокой урожайности зерна с высокими технологическими качествами. Благодаря работе селекционеров, постоянно повышается генетический потенциал урожайности сортов, их устойчивость

In the article the recommendations on autumn grain crops and rape sowing based on the newest scientific achievements are presented.

к возбудителям болезней, улучшаются хозяйственно ценные признаки.

Пшеница озимая

Включено в Государственный реестр 69 сортов озимой мягкой и 4 сорта твердой пшеницы, из них 15 – отечественной селекции. Наиболее высоким потенциалом урожайности по результатам испытания в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» обладают отечественные сорта **Элегия, Августина, Ода, Балада, Мроя, Гирлянда, Этюд, Набат, Амелия**, которые формируют урожайность на уровне 70–80 ц/га и более, а максимальная их урожайность, достигавшая на отдельных сортоучастках, составила 103–110 ц/га в зависимости от сорта. Из зарубежных сортов заслуживают внимания **Дарота, Сейлор, Турния** и др. Среди наиболее зимостойких следует выделить сорта **Ода, Элегия, Августина, Ядвіся, Мроя, Этюд**.

Лучшими по устойчивости к полеганию являются **Августина, Капэла, Кредо, Ода, Сакрэт, Гирлянда и Этюд**. Высота растений этих сортов не превышает 90 см, что обеспечивает высокую устойчивость к полеганию.

Все вышеуказанные сорта озимой пшеницы, наряду с высоким потенциалом урожайности, высоким уровнем зимостойкости, устойчивости к стрессовым факторам среды, болезнестойкости, обладают высокими хлебопекарными и кормовыми достоинствами.

Тритикале озимое

В Государственный реестр сортов включено 23 сорта тритикале озимого, из них 10 сортов отечественной и 13 сортов зарубежной селекции.

Стабильную урожайность на уровне 70 ц/га и выше в государственном сортоиспытании демонстрируют отечественные – **Динамо, Благо 16, Устье, Березино**, немецкие – **Бобби, Брюс, Тадеус** и польские – **Боровик, Толедо** сорта. Высокую устойчивость к полеганию показывают **Ковчег, Толедо, Тадеус**.

Новые отечественные сорта озимого тритикале – **Березино, Устье, Заречье** – характеризуются потенциалом урожайности 9,0–10,0 т/га, высоким качеством зерна, устойчивостью к неблагоприятным условиям перезимовки, способностью противостоять наиболее вредоносным болезням.

Рожь озимая

В Государственный реестр сортов Республики Беларусь на 2020 г. включены 32 сорта озимой ржи, из них 15 сортов – селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Из сортов иностранной селекции зарегистрированы гибриды F₁ немецкой селекции **Пикассо, Зу Драйв, КВС Боно, КВС Раво, Зу Мефисто** и др.

Сорта озимой ржи селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» имеют достаточно высокий уровень потенциальной продуктивности. Среди диплоидных сортов урожайность, достигнутую в процессе сортоиспытания на уровне 70–75 ц/га, показывают отечественные сорта **Офелия, Паўлінка, Голубка, Лота**. К лучшим тетраплоидным сортам, которые могут формировать урожайность на уровне 65–70 ц/га и выше, следует отнести сорта **Пламя, Пралеска, Зазерская 3, Белая Вежа, Росана**. Высокой урожайностью (на уровне 80–90 ц/га и выше) отличается гибридная рожь белорусской селекции **Лобел-103, Галинка, Плиса**; иностранной селекции – **Пикассо, Зу Драйв, КВС Боно, КВС Раво, Зу Мефисто**. Сорта озимой ржи белорусской селекции занимают 97,2 % площадей, отводимых под эту культуру в республике.

Для использования на зеленую массу в Государственный реестр сортов по всем регионам Беларуси включен новый сорт озимой ржи **Вердена**, созданный в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Отличается высокой пластичностью и приспособленностью к условиям выращивания, хорошо развивается на всех типах окультуренных почв. Не требует значительного применения средств защиты, что является более экологически чистым возделыванием. Сорт отличается способностью быстро отрастать после укоса и стравливания. Рано отрастает весной, быстро накапливает зеленую массу, обладает высокочисленной, равномерной облиственностью.

Ячмень озимый

В Государственный реестр сортов включено 12 сортов ячменя озимого иностранной селекции.

Наиболее урожайными сортами, способными формировать урожайность на уровне 70 ц/га и выше, являются **Тереза, Изоцел, Дипло, ЗУ Матео** и др., которые сочетают в себе относительно более высокую зимостойкость и устойчивость к полеганию.

Оптимизация сортовой структуры озимых зерновых культур должна учитывать достоинства и недостатки включенных в Государственный реестр сортов, перспективу их возделывания.

Важнейшие положения интенсивных технологий возделывания озимых зерновых культур заключаются в следующем:

Предшественники

Размещение озимых зерновых культур в севообороте по предшественникам является одним из главных доступных и малозатратных резервов повышения продуктивности зернового поля.

Посевы **пшеницы** необходимо размещать после озимого рапса, бобовых – люпина, клевера, однолетних бобово-овсяных смесей.

Пшеницу можно размещать по овсу, идущему после бобовых и унавоженных пропашных культур. Недобор зерна при таком размещении будет на уровне 8 %.

Недопустимые предшественники для пшеницы – многолетние злаковые травы и другие зерновые колосовые.

Размещение пшеницы после зерновых (рожь, ячмень, пшеница) приводит к сильному поражению ее посевов корневыми гнилями и другими болезнями, резкому снижению урожая (снижение урожайности зерна пшеницы после размещения по таким предшественникам – до 40 %).

Озимое тритикале, как и озимая пшеница, очень отзывчиво на предшественники. По своей требовательности к предшественникам оно ближе к пшенице, чем ко ржи. Самая высокая урожайность зерна получается при размещении после озимого рапса, кормового люпина в занятом пару, а также после клевера одногодичного пользования. При размещении после клеверо-тимофеечной смеси второго года пользования и по овсу, идущему после ячменя, урожайность на 11 % меньше, чем по лучшим предшественникам. Снижение урожайности тритикале после многолетних трав обусловлено малым удельным весом клевера и преобладанием тимофеевки в травостое 2 года пользования. Размещение его по зерновым колосовым – ячменю, озимой ржи, озимой пшенице – приводит к значительному (до 20–28 %) недобору зерна. Необходимо отметить еще более резкое снижение урожайности озимого тритикале в бессменных посевах.

Рожь значительно слабее поражается корневыми гнилями и меньше, чем пшеница и тритикале, реагирует на предшественники. Ее посевы можно размещать по клеверу, клеверо-тимофеечной смеси 1–2 лет пользования, однолетним бобовым и бобово-злаковым травам, зернобобовым (горох, люпин), после ячменя и овса, идущих после унавоженных пропашных и бобовых предшественников. Однако, если ячмень высевался после зерновых колосовых культур, то после него рожь снижает урожайность до 15 %. При недостатке бобовых и других хороших предшественников озимую рожь можно высевать и по многолетним злаковым травам при условии обеспечения качественной обработки почвы.

Основная обработка почвы под озимые культуры

Лушение стерни. Технология подготовки почвы при возделывании полевых культур в условиях Беларуси включает в себя предварительную, основную и предпосевную операции. При этом как в отвальной, так и в ресурсосберегающей технологии, где в качестве альтернативы обороту пласта применяют дисковые, чизельные агрегаты, обязательным элементом выступает лушение стерни.

Лушение предотвращает поступление семян сорняков, рост вегетативных органов многолетних видов, способствует гибели личинок, куколок и яиц насекомых-вредителей, корневых гнилей. Также лушение предотвращает испарение влаги из почвы после уборки комбайном, увеличивает проникновение влаги внутрь пахотного горизонта. Лушение провоцирует всходы падалицы сорняков, которые уничтожаются основной обработкой почвы либо гербицидами. Проведенное в течение 7 дней после уборки лушение обеспечивает прибавку урожая 2–3 ц/га последующих яровых культур. При опоздании со сроками проведения эффект снижается и не оправдывает затраты на его проведение.

Более распространены современные дисковые машины – дискаторы, обладающие следующими преимуществами: индивидуальная подвеска дисков с регулировкой угла атаки и крена; отсутствие образования гребней между проходами; наличие катков с функцией выравнивания и уплотнения почвы; глубина обработки может варьировать в пределах от 3–5 см до 15–25 см; скорость движения – 10–25 км/ч.

Кроме легких 2-рядных дискаторов на полях Беларуси работают 3–4-рядные агрегаты, эффективно работаю-

щие на большом количестве пожнивных остатков, что особенно актуально при обработке таких трудно обрабатываемых стерневых фонов, как кукуруза на зерно, озимый рапс, сидеральные посевы. Также эти агрегаты качественно заделывают органические удобрения.

Подготовка почвы под озимые культуры является наиболее значимой в системе мероприятий в технологиях их возделывания и зависит от типа почвы, предшественника и от того, какая культура будет высеваться. На легких почвах республики (более 70 % земель на пашне) при условии отсутствия засоренности многолетними сорняками предпочтение необходимо отдавать бесплужным технологиям обработки почвы. В хозяйствах с невысокой культурой земледелия, с сильно засоренными полями, большими потерями зерна при уборке, не успевающих проводить полевые работы в оптимальные сроки, плуг останется основным орудием обработки почвы. Но если в хозяйстве соблюдается севооборот, имеется необходимая система машин, обработка почвы проводится в оптимальные сроки, выдерживаются нормы технологических регламентов, то здесь можно эффективно использовать комбинированную систему (чередование по годам вспашки и бесплужных обработок), которая позволяет провести обработку почвы в оптимальные агротехнические сроки (таблица 1).

Подготовка почвы под озимый сев должна начинаться с отчуждения соломы. Если солома заделана в почву перед севом озимых, то урожаи снижаются из-за недостатка азота и отрицательного влияния на растения токсичных фенольных веществ, образующихся в почве при её разложении. Поэтому при подготовке полей под озимый сев следует незамедлительно убрать с поля пожнивные остатки предшествующих культур и в последующем провести обработку почвы. Что касается дальнейшей технологии обработки почвы и посева озимых культур, последовательность операций зависит от предшественника, гранулометрического состава почвы, а также оснащенности машино-тракторного парка с.-х. предприятия. На чистых от многолетних сорняков участках, благодаря замене затратной отвальной вспашки машинами и орудиями для бесплужной обработки почвы, можно снизить затраты ГСМ в среднем на 30–35 %. Кроме того, в этих условиях наиболее эффективен сев комбинированными почвообрабатывающе-посевными агрегатами с пассивными рабочими органами на фоне предварительно проведенной глубокой (на 18–20 см) безотвальной (чизельной) обработки почвы. Этот прием снижает затраты ГСМ на 14–16 % при урожайности зерна озимых ржи, тритикале (по республике в целом)

и пшеницы (в южных регионах) на уровне традиционной отвальной вспашки, что несомненно свидетельствует о перспективности такой технологии возделывания этих культур в республике.

Удобрение культур озимого сева

Очень важно обеспечить оптимальные условия питания посевов озимых зерновых культур с осени, т. к. именно применение фосфорных и калийных удобрений до посева способствует активному развитию корневой системы, достаточному накоплению сахаров в растениях и, как следствие, их хорошей перезимовке.

Озимые зерновые культуры хорошо отзываются на внесение органических удобрений, поэтому по возможности под них необходимо внести 40–50 т/га солоमистого или торфяного навоза. Этот технологический прием окупается прибавкой урожая 20–25 кг зерна пшеницы или тритикале на 1 т навоза.

Озимые зерновые культуры с осени не нуждаются в высоких дозах азотных удобрений, т. к. азот может способствовать перерастанию растений и ухудшению их перезимовки. Оптимальная доза азотных удобрений для внесения с осени под озимые зерновые составляет 20–25 кг/га д. в. Для предотвращения перерастания озимых в осенний период необходимо исключить применение азотных удобрений на всех полях после высокоурожайных бобовых предшественников, на полях, где непосредственно вносится навоз или внесен под предшественник. Нет необходимости во внесении азотных удобрений и на высококультурных полях, по стерневым предшественникам (при содержании гумуса свыше 2,5 % на супесчаных и песчаных почвах, на уровне 3 % и более – на суглинистых почвах). В этих случаях, как правило, под них достаточно азота, внесенного с комплексными удобрениями (аммофосом или аммонизированным суперфосфатом). Если же озимые зерновые размещаются по злаковым предшественникам и без внесения органических удобрений, то внесение 20–25 кг/га д. в. азота является обязательным приемом. В этом случае лучше всего применять КАС, который можно внести с высокой степенью равномерности, какой нельзя добиться с использованием твердых форм удобрений и использованием машин центрального типа.

Важным условием формирования высокопродуктивных посевов является применение оптимальных доз фосфорных и калийных удобрений. Наиболее дефицитными и дорогостоящими в нашей республике являются фосфорные удобрения. По этой причине внесение фосфорных удобрений на пахотных землях не всегда

Таблица 1 – Рекомендуемые приёмы основной обработки почвы в Беларуси

Обработка почвы	Культуры	Тип почвы	Примечание
Отвальная вспашка	Озимые пшеница, рапс, ячмень. Озимое тритикале – семеноводческие посевы. Поля после многолетних трав	Суглинистая: тяжелые, средние – <i>ежегодно</i> ; легкосуглинистые – <i>1 раз в 2 года</i> ; супесчаные и песчаные – <i>1 раз в четыре года</i>	
Безотвальная обработка	Озимые тритикале, пшеница, рожь	легкосуглинистые – <i>1 раз в 2 года</i> ; супесчаные – <i>3 раза в четыре года</i>	При отсутствии многолетних сорняков
Мелкая обработка	Пожнивные, поукосные, озимая рожь на фураж	легкосуглинистые – <i>1 раз в 2 года</i> ; супесчаные и песчаные – <i>3 раза в четыре года</i>	
Прямой посев	Пожнивные, поукосные, озимые зерновые и крестоцветные на зеленую массу, редька масличная, подсев трав в дернину	супесчаные и песчаные (гумус $\geq 2\%$, содержание РК не ниже 150–200 мг/кг почвы)	

компенсировало вынос этого элемента с урожаем, что приводит к снижению его содержания в почвах. Поэтому при расчетах потребности в фосфорных удобрениях под озимые зерновые культуры под урожай 2021 г. необходимо обязательно обеспечить применение фосфорных удобрений в дозах, компенсирующих вынос фосфора с урожаем (11 кг на 1 т зерна с соответствующим количеством соломы). При планируемой урожайности 35–37 ц/га расчетная доза фосфорных удобрений должна составить 40 кг/га д. в., при планируемой урожайности 80 ц/га – соответственно 90 кг/га д. в.

Указанные средние дозы удобрений в практике хозяйств должны дифференцироваться по отдельным полям в зависимости от планируемого уровня урожайности и обеспеченности почв элементами минерального питания.

На бедных фосфором почвах (I, II, III группы обеспеченности) с содержанием P_2O_5 менее 150 мг/кг почвы необходимы повышенные дозы удобрений в пределах до 150 % от выноса с планируемой урожайностью озимых культур.

На среднеобеспеченных почвах (150–250 мг/кг) необходимо предусмотреть полную (100 %) компенсацию выноса фосфора с урожаем.

На высокообеспеченных фосфором почвах легкого гранулометрического состава с содержанием P_2O_5 более 250 мг/кг и на связанных почвах с содержанием P_2O_5 более 300 мг/кг необходимо обеспечить частичную (около 50 %) компенсацию выноса фосфора с урожаем. Такой подход позволяет получить высокую окупаемость фосфорных удобрений и будет способствовать оптимизации фосфорного режима почв.

Доза калийных удобрений в 100–105 кг/га д. в. компенсирует вынос калия с планируемой урожайностью на уровне 35–37 ц/га (25 кг K_2O на 1 т зерна с соответствующим количеством соломы). Применительно к каждому полю дозы калийных удобрений необходимо дифференцировать следующим образом. Повышенные их дозы (при 120–130 % выноса с урожаем) следует применять на почвах с содержанием обменного калия менее 200 мг/кг почвы. При содержании K_2O 200–300 мг/кг доза калия должна компенсировать его вынос с урожаем. При более высоком содержании в почве подвижного калия необходимо предусматривать возврат 50–70 % потребляемого урожаем элемента за счет минеральных удобрений.

Ресурсосберегающим направлением в использовании минеральных удобрений является производство их в виде комплексных форм. Институтом почвоведения и агрохимии разработана форма комплексного удобрения для озимого рапса марки 7–16–21 с медью и марганцем, в котором все элементы минерального питания сбалансированы в оптимальном для этой культуры соотношении. Удобрения гранулированы и обладают улучшенными физико-химическими свойствами. Внесение их позволяет за один проход внести все необходимые элементы питания в нужном соотношении. За счет сбалансированности состава, наличия в удобрении серы, бора и марганца обеспечивается прибавка урожая от 3 до 5 ц/га и получение чистого дохода до 150 тыс. руб./га. Комплексное удобрение для озимого рапса производится на Гомельском химическом заводе. Обращаем внимание руководителей хозяйств, районных и областных управлений сельского хозяйства на высокую эффективность

данного удобрения и необходимость своевременной подачи заявок на их приобретение на Гомельский химический завод.

Сев

Семенной материал должен представлять наиболее выполненную фракцию, обладать высокой энергией прорастания и силой роста. Предпосевной обработкой семян озимых зерновых достигается:

- обеззараживание их от возбудителей болезней, передающихся через семенной материал (семенная инфекция);
- сохранение посевных качеств семян (при хранении) и защита высеянных семян и проростков от плесени;
- снижение поражения всходов возбудителями болезней, находящимися в почве (почвенная инфекция);
- повышение энергии прорастания семян и их полевой всхожести;
- стимулирование роста и развития растений.

После уборки озимых зерновых семенам требуется определенный период для физиологического дозревания. Чтобы повысить всхожесть семян, не закончивших послеуборочное дозревание, их подвергают воздушно-тепловому прогреванию путем пропускания через сушилку при температуре теплоносителя 60 °С или через установку активного вентилирования воздухом, подогретым до температуры 30 °С.

Перед севом семена должны обязательно протравливаться рекомендованными препаратами.

Оптимальная норма высева семян определяется уровнем плодородия почвы, биологией культуры и сорта, метеоусловиями в период сева и колеблется по озимой ржи в пределах от 4,0–4,5 млн всхожих семян на гектар на супесчаных и суглинистых почвах, до 4,5–5,5 – на песчаных, ржи гибридной – 2,5–3,0 млн, озимой пшеницы – 4,0–5,0 млн, озимого тритикале и озимого ячменя – 4,0–4,5 млн. Отклонение в меньшую сторону нормы высева ведет к снижению продуктивного стеблестоя, снижению урожайности, к повышенной засоренности и увеличению технологических затрат на единицу произведенной продукции. Только при размещении на высокоплодородных почвах и по хорошим предшественникам (клевера полуторогодичного пользования, рапс, пропашные) и севе в начале оптимальных сроков норма высева семян может быть снижена на 0,5 млн шт./га в сравнении с вышерекондуемыми нормами.

Увеличение нормы высева в пределах 5–20 % оправдано при севе по зерновому предшественнику, в пересохший верхний слой почвы, при посеве после оптимальных сроков. Увеличение нормы высева более чем на 20 % экономически не оправдано, поскольку не приводит к повышению урожайности.

Оптимальные сроки сева озимых зерновых культур в связи с потеплением климата уточнены:

- Витебская область – с 3 по 25 сентября;
- Могилевская – с 3 по 26 сентября;
- Минская – с 5 по 28 сентября;
- Гродненская – с 6 сентября по 29 сентября;
- Гомельская – с 9 сентября по 30 сентября;
- Брестская – с 8 сентября по 2 октября.

Посевы озимых культур указанных сроков с вероятностью 75 % за последние 25 лет уходили в зимовку во всех регионах республики в состоянии кущения, т. е. в

состоянии повышенной устойчивости к неблагоприятным условиям зимовки.

Сев озимых до оптимальных сроков ведет к снижению урожайности по причине перерастания, выпревания и более значительного повреждения посевов вредителями и болезнями, а после оптимальных сроков – из-за плохого осеннего кущения, недостаточного закалывания и накопления сахаров приводит к изреживанию посевов во время зимовки.

В первую очередь в оптимальные сроки высеваются озимый ячмень и пшеница, со смещением начала сева на 5–7 дней – тритикале и завершается посевная озимой рожью на зерно.

При размещении озимых после озимого рапса или пропашных культур начало оптимальных сроков сева сдвигается на более поздний период на 5–7 дней в сравнении с вышеуказанными.

Оптимальная глубина заделки семян озимых зерновых культур на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах – 3–4 см, а на песчаных – 4–5 см. При севе в пересохший верхний слой почвы глубина заделки увеличивается на 1,0–1,5 см. При слишком глубокой заделке семян озимой ржи снижается полевая всхожесть, степень перезимовки, урожайность (таблица 2).

Особенности сева озимого рапса

Согласно научно обоснованной структуре посевных площадей сельскохозяйственных растений, утверждённой МСХП, под урожай 2021 г. в Республике Беларусь под масличные крестоцветные культуры на зерно планируется площадь не менее 430 тыс. га, в том числе под озимый рапс – 350–360 тыс. га, озимую сурепицу – 32–35 тыс. га и под яровой рапс – 39–40 тыс. га.

По своим биологическим особенностям рапс озимый по всем областям республики характеризуется более высокой продуктивностью по отношению к рапсу яровому и озимой сурепице (на 15–25 %), он более технологичен: сев и уборка его не совпадают с зерновыми культурами. В этой связи основные площади должны быть заняты преимущественно озимым рапсом. Рапс яровой должен быть страховой культурой в годы с плохой перезимовкой озимого рапса и основной масличной культурой в зонах, где наиболее часто происходит гибель озимого рапса в период зимовки по причине сложившихся почвенно-климатических условий (вымерзание, вымокание, торфяно-болотные почвы и др.).

В структуре посевов Республики Беларусь масличные крестоцветные культуры занимают до 8,3 % пашни. При соблюдении технологических регламентов их возделывания (внесение оптимальных доз удобрений, регуляторов роста и рекомендованных средств защиты от сорных

растений и вредителей) в большинстве лет можно обеспечить валовой сбор маслосемян на уровне 800 тыс. т и более. Расширение посевов масличных крестоцветных возможно при соблюдении правила плодосмена (рапс может возвращаться на прежнее место не ранее чем через 4 года), при своевременной защите от падалицы рапса, а также от вредителей и болезней.

Рапс в условиях Беларуси – это отличный предшественник для зерновых, дешевое диетическое растительное масло (продовольственная безопасность), белковый концентрат для балансирования рационов животных и др.

Использование зимостойких и высокопродуктивных сортов озимого рапса, соответствующих мировым стандартам качества, с соблюдением рекомендуемых для них технологий возделывания позволяет получать хорошие и стабильные урожаи рапса и обеспечивает высокую рентабельность данной культуры. Сорта рапса белорусской селекции по урожайности и качеству не уступают, а по зимостойкости и засухоустойчивости – превосходят зарубежные в Государственный реестр самые современные иностранные сорта и гибриды. К наиболее урожайным сортам и гибридам, включенным в Государственный реестр, следует отнести: сорта **Империл, Оникс, Северин, Зенит, Золотой, Витовт**; гибриды **Днепр F₁, Мерседас, Рохан, Атора, Финикс, Торес**. Основные современные сорта селекции НПЦ НАН Беларуси по земледелию озимого рапса **Оникс, Зенит, Империл, Золотой, Северин, Буян**, гибрид **Днепр F₁**, имеют потенциал урожайности 61,1–84,5 ц/га. Необходимо быстрее внедрять в производство новые сорта, которые проверены и доказали свою хозяйственную ценность.

При соотношении сортов отечественной и зарубежной селекции в Государственном реестре примерно 1:5,6 сорта рапса белорусской селекции в стране занимают 70–80 % посевных площадей этой культуры в последние годы.

Место озимого рапса в севообороте

Важным агротехническим приемом, который способствует увеличению урожайности рапса без дополнительных затрат, является научно обоснованное размещение рапса в севообороте. Самую высокую урожайность рапс формирует по занятому пару. Хорошими **предшественниками** для озимого рапса являются культуры, рано освобождающие поле: многолетние травы после первого укоса, однолетние травы на зеленый корм (горохо-овсяная или вико-овсяные смеси, люпин на зеленый корм), ранубираемые зерновые (рожь, пшеница, тритикале, ячмень).

Для сокращения распространения вредителей и болезней в севообороте рапс рекомендуется возделывать на прежнем поле не раньше чем через 4–5 лет. Для

Таблица 2 – Влияние глубины заделки семян на полевую всхожесть, степень перезимовки и урожайность озимых культур

Глубина заделки семян, см	Полевая всхожесть, %	Перезимовка, %	Урожайность, ц/га
1	80	94	72,7
2	76	93	82,6
5	71	91	80,0
7	60	91	74,8
9	34	89	70,0
11	33	85	59,3
13	20	83	43,7

озимого рапса важно, чтобы предшествующая культура была убрана не позднее чем за две-три недели до начала его сева.

Система применения минеральных удобрений на озимом рапсе

Дозы удобрений под рапс зависят от планируемого урожая, предшественника, свойств почв и т. п. На формировании 10 ц семян рапса требуется азота 50–60 кг, фосфора – 25–35 кг, калия – 40–90 кг. Под посев рапса следует использовать почвы с pH_{KCl} 5,8–6,5. Для получения 30–40 ц/га озимого рапса необходимо внести азотных удобрений 150–195, фосфорных – 60–100 и калийных – 140–220 кг/га д. в. Следовательно, для посева 350 тыс. га рапса для хозяйств республики необходимо 47–58 тыс. т суперфосфата, 89–105 тыс. т хлористого калия и весной 110–128 тыс. т карбамида. Фосфорные и калийные удобрения вносят под основную и предпосевную обработку почвы. Азотные удобрения в этот период вносятся при условии заправки соломы из расчета 10–12 кг на т соломы или 35–50 кг/га д. в. азота. Лучшей формой азотных удобрений в этот период является сульфат аммония. При возделывании рапса на семена огромное значение имеет внесение микроэлементов – бора, меди, марганца, а также водорастворимых форм макроэлементов (P, K, Mg, S). Их вносят при протравливании семян или в некорневую подкормку, что повышает зимостойкость, качество и урожайность маслосемян до 15–25 %.

Обработка почвы под рапс

Цель обработки почвы под озимый рапс состоит в том, чтобы создать благоприятные условия для прорастания семян и его развития, обеспечить оптимальный воздушно-водный и питательный режим в почве. Вспашку после зерновых рекомендуется проводить не позднее чем за 2–3 недели до сева рапса на глубину пахотного горизонта. При вспашке в более поздние сроки рекомендуется её проводить в агрегате с пакерами или катками. Следует избегать чрезмерного измельчения поверхностного слоя почвы, т. к. при обильных осадках возникает опасность заплывания и образования корки, что оказывает негативное влияние на полноту и равномерность всходов. Разрыв между предпосевной обработкой почвы и севом рапса должен быть минимальным (1 день) для предотвращения испарения влаги, снижения полевой всхожести семян и уменьшения засоренности посевов.

Предпосевная обработка семян

С целью уничтожения или подавления инфекции возбудителей болезней, передающихся через семена, предотвращения загнивания семян, защиты проростков от поражения корневой гнилью, фузариозом на начальном этапе развития рекомендуется провести **протравливание** или **инкрустацию семян** рапса препаратами, рекомендованными для этой культуры.

Срок сева

Для нормальной перезимовки растения озимого рапса должны перед уходом в зиму накопить достаточное количество пластических веществ. Для успешной перезимовки озимому рапсу необходима сумма эффективных температур (свыше 10 °С) 500 °С, при ее превышении резко снижается зимостойкость растений и рапс может перейти в фазу стеблевания.

Срок сева озимого рапса – важнейший вопрос агротехники культуры. Современные интенсивные технологии возделывания требуют качественного проведения

сева в оптимальные сроки, равномерного размещения семян и соблюдения заданной нормы высева – чем более благоприятные условия сева, тем меньше густота стояния культуры.

Для нормальной перезимовки растения озимого рапса должны перед уходом в зиму накопить достаточное количество пластических веществ. В условиях Беларуси растения озимого рапса активно вегетируют в летне-осенний период в зависимости от года от 52 до 95 суток. Сумма активных температур (выше 5 °С) за это время должна составить 880–1020 °С.

Оптимальным сроком сева озимого рапса является I–II декада августа, на северо-востоке республики – первая половина августа. Сев сортов и гибридов озимого рапса должен быть завершён на северо-востоке республики до 23 августа, в центральных районах – до 25 августа, в южных – до 27, а на плодородных почвах – до 30 августа. Нужно иметь в виду – чем раньше сев, тем ниже норма высева.

В первую очередь сев проводят по непаровым предшественникам и на менее плодородных почвах. Оптимальный срок сева озимого рапса обеспечивает хорошее развитие корневой системы, достаточный диаметр корневой шейки при оптимальном расположении точки роста, что является основным гарантом перезимовки и урожайности этой культуры, которое во многом зависит и от регуляторов роста. При благоприятном развитии растений в осенний период (фаза 4–6 листьев, диаметр корневой шейки – 0,5–0,6 см, до конца вегетационного периода – 1–1,5 месяца, густота стояния – свыше 40 шт./м²) необходимо незамедлительно провести обработку **регуляторами роста** или **ретардантами**. Благодаря осеннему применению фунгицидов в неблагоприятные годы перезимовка озимого рапса повышается на 27–35 %, урожайность маслосемян – на 42–65 %.

Способ сева

Озимый рапс высевают в основном рядовым способом сеялками с междурядьем 15 см, что способствует лучшему распределению семян и влаги, быстрому подавлению сорняков и хорошей перезимовке. Более высокое качество посева обеспечивается при использовании пневматических сеялок и комбинированных посевных агрегатов Rabe, Amazone, Horsh, отечественных агрегатов марки АППА и др.

Густота посева

Основным фактором, влияющим на весовую норму высева, является планируемая густота стояния растений перед уходом в зиму – 40–80 шт./м². Оптимальная норма высева – 3,5–5,0 кг при севе высококачественными семенами. При севе в конце оптимального срока, недостатке влаги в почве, снижении качества семян норма высева увеличивается на 10–20 %. Глубина заделки семян – 2–3 см.

Заключение

Прирост продуктивности сельскохозяйственных растений может быть обеспечен в случае неукоснительного соблюдения научно обоснованной технологии возделывания, своевременной сортосмены и сортообновления, качественной подготовки почвы к севу и семенного материала, применения научно обоснованных объемов внесения минеральных удобрений и средств защиты, повышения их окупаемости прибавкой урожая.

Особенности химической прополки озимых зерновых культур в осенний период

С. В. Сорока, доктор с.-х. наук, Л. И. Сорока, кандидат с.-х. наук,
Н. В. Кабзарь, научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 15.07.2020 г.)

В статье изложены особенности химической прополки озимых зерновых культур в осенний период.

Засоренность озимых зерновых культур формируется на 90–95 % от общего состава уже с осени. Обычно яровые сорняки, взошедшие осенью, и примерно 10 % зимующих и озимых погибают при перезимовке. Общая засоренность данных культур превышает пороги вредоносности в посевах озимой пшеницы в 5–15 раз, озимого тритикале – в 4–12 и озимой ржи – в 3–7 раз. Наиболее вредоносными однолетними видами сорных растений в посевах озимых зерновых культур являются зимующие – метлица обыкновенная, ромашка непахучая, василек синий, подмаренник цепкий, фиалка полевая, пастушья сумка, ярутка полевая, звездчатка средняя, мятлик однолетний и другие. Часть из них всходят очень рано, конкурируя за элементы питания, свет, воду на ранних этапах развития культуры и ослабляя культурные растения, вследствие чего снижается их устойчивость к болезням и перезимовке.

Основными причинами высокой засоренности являются:

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

Проведенные исследования в последние годы показывают, что при существующей высокой засоренности агротехнические мероприятия не могут очистить посеы от сорняков до экономически безопасного уровня. Поэтому в ближайшие годы химический метод остаётся ведущим в управлении засоренностью в республике. Защиту от сорной растительности в интегрированной системе необходимо проводить с использованием порогов вредоносности сорняков в посевах сельскохозяйственных культур.

Осеннее применение гербицидов в посевах озимых зерновых культур имеет ряд преимуществ по сравнению с весенним, поскольку обеспечивает высокую биологическую эффективность прополки и меньше зависит от неблагоприятных погодных условий. Запас осенне-зимней влаги способствует эффективному действию и детоксикации препаратов, формированию более здорового травостоя и улучшению перезимовки. Благодаря более раннему освобождению культуры от сорняков и лучшей перезимовке, возможна прибавка

Peculiarities of winter grain crops chemical control during autumn period

урожая на 2–5 ц/га больше, чем при весеннем проведении работ.

В достаточно влажных условиях республики в осенний период эффективно применение гербицидов почвенного действия как до всходов, так и по всходам культур.

При засорении посевов озимых зерновых культур однолетними двудольными (ромашка непахучая, подмаренник цепкий, звездчатка средняя, фиалка полевая, пикульник обыкновенный и др.), а также однолетними злаковыми (метлица обыкновенная) сорняками высокоэффективны такие гербициды, как Алистер гранд, МД; Алистер, МД; Альтаир, МД; Гусар турбо, МД; Тамет плюс, ВДГ; Тамерон супер, ВДГ; Бакара форте, КС; Комплит форте, КС; Фиксит, КС и др.

Против данного типа сорняков целесообразно применять до всходов и в фазе 1–3 листьев и кущения озимых культур гербициды на основе действующих веществ изопротурон и дифлюфеникан (Гром, КС; Кугар, КС; Куница, КС и др.), что позволяет получить биологическую эффективность химической прополки на уровне выше 85–90 %.

При доминировании звездчатки средней, пастушьей сумки, незабудки полевой, пикульника обыкновенного, ярутки полевой, метлицы обыкновенной эффективны баковые смеси метрибузинсодержащих гербицидов (Зенкор, ВДГ; Соил, ВДГ; Зонтран, ККР и др.) с Фенизаном, ВР; Линтуром, ВДГ; Гранстаром, 75 % с. т. с.; Тамероном, 75 % в. д. г. и др., поскольку метрибузин обладает недостаточным действием против фиалки полевой (40–80 %), подмаренника цепкого (до 30 %), бодяка полевого и осота полевого (30–60 %).

При наличии большого количества падалицы рапса при внесении Марафона, ВК (при температуре выше 10 °С) целесообразно добавить к нему другие гербициды с целью усиления эффективности на падалицу рапса (особенно если фаза его развития более 2–4 листьев) и подмаренник цепкий: например, целесообразно спланировать применение следующей смеси – Марафон, ВК + Фенизан, ВР (3,0 + 0,12–0,14 л/га) или Марафон, ВК + Серто плюс, ВДГ (3,0 л/га + 0,15–0,2 кг/га).

Вышеуказанные баковые смеси обеспечивают гибель звездчатки средней, пастушьей сумки, незабудки полевой, пикульника обыкновенного, ярутки полевой, метлицы обыкновенной, подмаренника цепкого на 80–100 %, падалицы рапса – на 100 %, фиалки полевой – на 70–100 %, бодяка полевого и осота полевого – на 60–80 % (в зависимости от состава смеси).

Также в борьбе с комплексом злаковых (в т. ч. пыреем ползучим) и некоторых двудольных сорняков в посевах озимых зерновых культур эффективен гербицид Атрибут, ВГ (пропоксикарбазон натрия). Хорошо зарекомендовали

Гербициды в посевах озимых зерновых культур

Гербицид	Срок внесения	Особенности применения
<i>Двудольные и злаковые сорняки</i>		
Алистер, МД (0,6–0,7 л/га); Алистер гранд, МД (0,7–0,8 л/га); Бакара форте, КС (0,8–0,9 л/га); Тринити, КС (2,0–2,5 л/га)	3–4 листа – кущение культуры 1–3 листа культуры	t – +8–25 °С; ранние фазы развития сорных растений; хорошо работает при засушливых условиях; высокая эффективность
Гусар турбо, МД (0,05–0,1 л/га); Альтаир, МД (0,05–0,1 л/га)	2 листа – кущение культуры	t – +5–20 °С; ранние фазы развития сорных растений; хорошо работает при засушливых условиях; высокая эффективность; лучше вносить в максимальной норме
Кугар, КС; Пират, КС; Легато Плюс, 600 КС; Морион, СК; Куница, КС; Гром, КС; Нерта, КС (0,5–1,0 л/га)	До всходов – 1–3 листа – кущение культуры	t – +12–20 °С; могут снизить эффективность при засушливых условиях; ранние фазы развития сорных растений; лучше вносить в максимальной норме
Марафон, ВК (3,5–4,0 л/га)	До всходов – 1–4 листа	t – +8–25 °С; при более низких температурах действует медленнее; ранние фазы развития сорных растений
Паллас 45, МД (0,4–0,5 л/га)	2–3 листа культуры	t – +5–20 °С; ранние фазы развития сорных растений (у метлицы обыкновенной 1–2 листа)
Тамет плюс, ВДГ (0,3–0,35 кг/га)	Кущение культуры	t – +10–20 °С; может снизить эффективность при засушливых условиях; ранние фазы развития сорных растений
Зонтран, ККР (0,3–0,4 л/га); Соил, ВДГ (0,25–0,3 кг/га) и др. метрибузинсодержащие гербициды + гербициды сульфонилмочевинной группы, например, Фенизан, ВР (0,14–0,18 л/га)	Кущение культуры	t – +5–20 °С; возможность создания любой комбинации в зависимости от видового состава и фазы сорняков; может снизить эффективность при засушливых условиях; во влажных погодных условиях – минимальная норма внесения метрибузинов
Атрибут, ВГ (60 г/га) + гербициды сульфонилмочевинной группы	3–5 листьев – до конца кущения культуры	t – +5–20 °С; хорошо работает при засушливых условиях; высокая эффективность; возможность создания любой комбинации в зависимости от видового состава и фазы сорняков
<i>Двудольные сорняки</i>		
Гармонд, ВДГ; Тамерон, 75 % в. д. г.; Гранат, ВДГ; Гранстар, 75 % с. т. с. (15–25 г/га); Агростар, ВДГ (15–18 г/га); Аккурат экстра, ВДГ (25–35 г/га) и др. + гербициды группы 2,4-Д и 2М-4Х	Кущение культуры	t – +5–20 °С – в чистом виде, +12–20 °С – в смесях; возможность создания любой комбинации в зависимости от видового состава и фазы сорняков; в смесях – минимальные нормы из рекомендованных; применять против ромашки, горца, пикульника в ранние фазы роста; в смеси эффективны против падалицы рапса, мари белой, василька синего, пастушьей сумки
Бомба, ВДГ (20–25 г/га) + ПАВ Адю Ж (0,2 л/га); Плуггер, ВДГ + ПАВ Адю Ж (10–15 г/га + 0,2 л/га)	2–3 листа – кущение культуры	t – +5–20 °С; высокая эффективность; широкий спектр действия
Метеор, СЭ (0,4–0,6 л/га); Балерина, СЭ (0,3–0,5 л/га); Примадонна, СЭ (0,6–0,8 л/га) в чистом виде или в смеси с Магмумом, ВДГ и др.	Кущение культуры	t – +12–20 °С; широкий спектр действия; в смесях – минимальные нормы из рекомендованных; при наличии пикульника – баковые смеси предпочтительнее, эффективны против падалицы рапса, мари белой
Секатор турбо, МД (0,075–0,1 л/га) + гербициды группы 2,4-Д и 2М-4Х	До конца кущения культуры	t – +5–20 °С – в чистом виде, +12–20 °С – в смесях; широкий спектр действия; в смесях – минимальные нормы из рекомендованных; высокоэффективны против падалицы рапса, подмаренника, пикульника, ромашки
Линтур, ВДГ (0,1–0,18 кг/га); Серто плюс, ВДГ (0,1–0,2 кг/га) и др. комбинированные гербициды	До конца кущения культуры	t – +12–20 °С; широкий спектр действия; эффективны против падалицы рапса, ромашки, горца, мари, звездчатки в ранние фазы развития
<i>Однодольные сорняки (метлица обыкновенная)</i>		
Фокстрот, ВЭ (0,8–1,0 л/га)	Независимо от фазы развития культуры	t – +12–20 °С; против метлицы – от 2 листа до конца кущения; высокая эффективность при весеннем применении; не зависит от наличия влаги в почве; возможность внесения в смеси с другими гербицидами

себя смеси данного гербицида с 2,4-Д, 2М-4Х; Линтуром, ВДГ; Диаленом супер, ВР; Зенкором, ВДГ; Тамероном, 75 % в. д. г. и др.

При наличии метлицы обыкновенной гибель на уровне 80–100 % обеспечивает гербицид Боксер, КЭ. Но если стоят температуры ниже 8 °С, и запланирована прополка баковой смесью Боксер, КЭ + Линтур, ВДГ, то в фазе 2–3 листьев озимых зерновых культур против метлицы можно внести гербицид Боксер, КЭ (1,0 л/га), а весной для прополки таких посевов против ромашки непахучей, фиалки полевой, падалицы рапса, пикульника и других видов следует предусмотреть внесение гербицидов против двудольных сорняков: например, Линтур, ВДГ; Балерина, СЭ; Прима, СЭ; Фенизан, ВР и др.

При засорении посевов озимых зерновых однолетними двудольными, в т. ч. устойчивыми к 2,4-Д и 2М-4Х, и некоторыми многолетними двудольными сорными растениями высокоэффективны Секатор турбо, МД; Статус гранд, МД; Бомба, ВДГ; Плуггер, ВДГ; Фенизан, ВР и др.

После оценки фитосанитарной ситуации возможно применение гербицидов ростового действия: при наличии чувствительных к феноксиацетатам сорняков, а также видов ромашки, рекомендуются гербициды на основе д. в. дикамба и 2,4-Д (Диален супер, ВР; Диамакс, ВР; Дианат, ВР и др.).

Применение гербицидов с содержанием действующих веществ 2,4-Д и флорасулам (Камаро, СЭ; Балерина, СЭ; Метеор, СЭ; Примадонна, СЭ) в посевах озимых зерновых культур в Беларуси обеспечивает достаточно высокую биологическую эффективность против доминирующих однолетних двудольных сорняков (гибель 80–100 %).

Против однолетних двудольных сорных растений, устойчивых к 2,4-Д, 2М-4Х, целесообразно применение гербицидов сульфонилмочевинной группы, содержащих трибенурон-метил (Гранстар, 75 % с. т. с.; Тамерон, 75 % в. д. г.; Трибун, СТС; Триммер, ВДГ; Гранат, ВДГ и др.), метсульфурон-метил (Магнум, ВДГ; Метурон, ВДГ), тифенсульфурон-метил (Либр, ВДГ), а также их заводские смеси.

При внесении гербицидов в посевах озимых зерновых культур необходимо придерживаться рекомендаций, отраженных в таблице. Следует применять гербициды по культурам согласно «Государственному реестру средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

При наличии взошедших сорняков для проникновения гербицидов как через их лист, так и корневую систему, необходимо чтобы после применения гербицидов до выпадения осадков прошло не менее 4 часов.

Следует помнить, что гербицидное действие у всех препаратов при их внесении при минимальных или пониженных температурах проявляется медленнее, чем при обработке в оптимальном температурном режиме.

В дни, когда температура не превышает +3–4 °С, прополку целесообразно приостановить и ждать восстановления температуры до приемлемого уровня.

Сильные морозы повреждают ткани растений, что может ограничить эффективность большинства системных гербицидов листового действия.

Если осенью внесены гербициды почвенного действия, то боронование посевов весной не проводится.

УДК 633.11«324»:632.93:631.53.01

Протравители семян в защите озимой пшеницы от болезней

Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук, А. Г. Жуковский, кандидат с.-х. наук, С. Ф. Буга, доктор с.-х. наук, И. Н. Одинцова

(Дата поступления статьи в редакцию 30.07.2020 г.)

*В статье представлена эффективность 9 протравителей семян в защите озимой пшеницы от болезней. Проанализированные препараты показали высокую (до 100 %) эффективность в снижении инфицированности семян грибами *Fusarium* spp. и *Alternaria* spp. В условиях эпифитотии снежной плесени протравители, в состав которых входят флудиоксонил или прохлораз, обеспечили высокую биологическую эффективность в предотвращении гибели озимой пшеницы от болезни – 65,9–85,5 %, а также защищали посевы от корневой гнили. За счет снижения развития комплекса болезней сохраненный урожай в годы исследований достигал 15,5 ц/га.*

Введение

Болезни грибной этиологии являются одним из существенных факторов недобора урожая зерновых культур, в частности озимой пшеницы [10, 15]. При этом для большинства болезней (снежная плесень, корневая гниль различной этиологии, виды головни, спорынья

*In the article data of the efficacy of nine seed dressers for protection of winter wheat against diseases are shown. The efficacy of seed dressers against seed infection with fungi *Fusarium* and *Alternaria* was high (up to 100 %). During snow mold outbreak seed dressers contained fludioxonil or prochloraz provided high biological efficacy (65,9–85,5 %) in decreasing of winter wheat death and also were effective against root rot. As a result of diseases severity decrease the saved yield has reached 1,55 ton per hectare.*

и др.) семена и почва являются важнейшими источниками инфекции.

Многолетний анализ инфицированности семян свидетельствует об их ежегодной и повсеместной контаминации грибами-возбудителями болезней [11, 14]. Наибольшее опасение вызывают грибы *Fusarium* spp.

и *Alternaria* spp., способные не только снижать количественные показатели урожая, но и отрицательно влияющие на его качество. Это обусловлено их способностью продуцировать в ходе жизнедеятельности микотоксины, представляющие серьезную угрозу для здоровья теплокровных животных и человека [4, 5].

Заражение растений грибами рода *Fusarium* может происходить на протяжении всей вегетации растений: они довольно пластичны и способны поражать корневую систему (корневая гниль), прикорневую часть стебля (фузариозная прикорневая гниль), листовой аппарат (фузариозный ожог), колос (фузариоз).

В зависимости от того, в какие слои формирующейся зерновки проникает мицелий гриба, вредоносность может варьировать. В случае неглубокого инфицирования зерновки при ее прорастании формируется искривленный проросток, а при глубоком проникновении мицелия внутрь она может быть невсхожей. Поражение растений в период всходов обуславливает побурение coleoptily, корней, а также узла кущения у проростков, что приводит к их угнетению, а впоследствии к отставанию в росте и слабому кущению. Нередко вследствие развития корневой гнили продуктивные стебли отмирают уже в период колошения, что сказывается на количестве и качестве урожая.

Среди болезней, поражающих озимую пшеницу, снежная плесень является одной из наиболее широко распространенных и вредоносных [13]. Гриб *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I. C. Hallett, основной возбудитель снежной плесени, является низкотемпературным патогеном, по типу питания это факультативный паразит, поэтому поражение болезнью усиливается на ослабленных посевах. На развитие снежной плесени существенное влияние оказывают погодные условия осеннего, зимнего и ранневесеннего периода: выпадение снега на непромерзшую почву, частые оттепели, а также продолжительное залегание снежного покрова.

Основным приемом, позволяющим защитить растения от перечисленных болезней, является протравливание. Это обязательный в республике прием в технологии возделывания озимой пшеницы, позволяющий эффективно защитить растения на самых ранних этапах развития, поскольку именно в это время растения наиболее уязвимы для воздействия факторов абиотической и биотической природы.

При выборе протравителя семян специалисты должны учитывать наиболее распространенные и вредо-

носные болезни в каждом конкретном регионе, инфицированность семян, предназначенных для посева, планируемый уровень урожайности, а также физико-химические свойства действующих веществ, входящих в состав препаратов, что позволит подобрать наиболее эффективный в каждом конкретном случае.

В связи с вышесказанным целью исследований являлось изучение эффективности протравителей семян в защите от болезней.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в лаборатории фитопатологии и на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (аг. Прилуки Минского района) в 2018–2019 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, pH – 6,5, содержание гумуса – 2,26 %. Агротехника в опытах – общепринятая для возделывания озимой пшеницы в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

Протравливание семян осуществляли из расчета 10 л рабочей жидкости на тонну семян с использованием протравочной машины «Hege-11». Сев озимой пшеницы проводили в оптимальные сроки, норма высева – 4,5 млн семян на гектар, способ сева – узкорядный, ширина междурядий – 15 см. Опыты закладывали в 4-кратной повторности, размер опытных делянок – 25 м².

Для определения зараженности по 200 семян из каждого среднего образца анализировали, используя метод «бумажных рулонов» согласно ГОСТу 12044–93 [8]. Через 7 суток инкубации рулонов при комнатной температуре учитывали зараженность грибами-возбудителями болезней как отношение инфицированных зерен к их общему числу. Полевую всхожесть определяли согласно ГОСТу Республики Беларусь [7].

Учет развития снежной плесени был проведен в стадии середина кущения (ст. 25) [2]. Оценивали степень поражения растений, в том числе погибших от болезни в контроле (без протравливания) и в опытных (с протравливанием) вариантах. Соответственно биологическую эффективность протравителей рассчитывали по двум показателям: по снижению развития снежной плесени, а также по предотвращению гибели растений от болезни.

Развитие корневой гнили оценивали в стадии середина кущения (ст. 25) и 2-го узла (ст. 32) в соответствии с «Методическими указаниями ...» [2].

Стадии развития растений озимой пшеницы приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН [12].

Таблица 1 – Протравители, включенные в исследования

Препарат	Норма расхода, л/т	Действующие вещества, их количество в препарате, г/л
Багрец, КС	1,0	флудиоксонил, 50 + азоксистробин, 21
Баритон Супер, КС	1,2	флудиоксонил, 37,5 + протиокназол, 50 + тебуконазол, 10
Вайбранс Трио, ТКС	2,0	седаксан, 25 + флудиоксонил, 25 + тебуконазол, 10
Кинто Плюс, КС	1,5	флуксапироксад, 33,3 + тритиконазол, 33,3 + флудиоксонил, 33,3
Максим Форте, КС	2,0	азоксистробин, 10 + тебуконазол, 15 + флудиоксонил, 25
Поларис, МЭ	1,5	прохлораз, 100 + имазалил, 25 + тебуконазол, 15
Протект Форте, КС	1,25	флутриафол, 40 + флудиоксонил, 30
Сидрон, ТКС	1,0	флудиоксонил, 50 + тебуконазол, 10
Терция, СК	2,5	тритиконазол, 20 + прохлораз, 60 + азоксистробин, 10

Уборку урожая зерна осуществляли путем обмолота делянки комбайном «Nege MDW», после чего определяли бункерный, а затем амбарный вес зерна в пересчете на стандартную 14%-ю влажность и 100%-ю чистоту. Хозяйственную эффективность рассчитывали на основе величины сохраненного урожая, полученной за счет проведения защитных мероприятий в сравнении с контролем.

В исследования были включены девять протравителей семян (таблица 1).

Результаты исследований и их обсуждение

Использование качественного семенного материала – залог формирования оптимального фитопатологического состояния посева в начальный период. Исследования свидетельствуют о значительной инфицированности партий семян возбудителями болезней [1, 11, 14, 17]. Протравливание позволяет успешно снижать значения данного показателя. Так, в период исследований инфицированность семян грибами рода *Fusarium* непротравленных варьировала от 1,3 (2019 г.) до 20,7 % (2018 г.). При этом проанализированные препараты обусловили высокую эффективность в снижении их инфицированности: 85,5–100 % (рисунок 1а). Зараженность зерновок грибами рода *Alternaria* в контроле варьировала от 76,0 % в 2019 г. до 81,3 % в 2018 г. Наличие патогенных свойств у грибов данного рода подвергается сомнению

некоторыми учеными [3, 6], однако имеются работы, в которых изоляты были патогенными [1, 15]. Поэтому в работе мы учитывали грибы *Alternaria* spp. как представляющие потенциальную опасность для озимой пшеницы. Предпосевная обработка способствовала эффективному снижению инфицированности семян данными грибами (рисунок 1б).

Исследования Е. Ю. Тороповой и коллег свидетельствуют, что между инфицированностью семян грибами рода *Fusarium* и снижением всхожести существует прямая зависимость [17]. В наших исследованиях за счет снижения инфицированности семян при протравливании отмечалось повышение полевой всхожести до 8,4 % в варианте с препаратом Багрец, КС в 2018 г. и 6,7 % (Багрец, КС; Вайбранс Трио, ТКС) в 2019 г. (рисунок 2).

Как отмечалось выше, снежная плесень относится к числу вредоносных болезней озимой пшеницы. Анализируемые вегетационные сезоны различались условиями зимовки, обусловившими различную интенсивность проявления болезни. Так, непродолжительное залегание снежного покрова в вегетационном сезоне 2017–2018 гг. обусловило незначительное проявление болезни в контрольном варианте – 10,3 %, гибели растений не было отмечено. В то же время осенне-весенний период 2018–2019 гг. характеризовался неустойчивой погодой: температура воздуха была выше многолетних значений, высота снежного покрова – до 35 см, темпера-

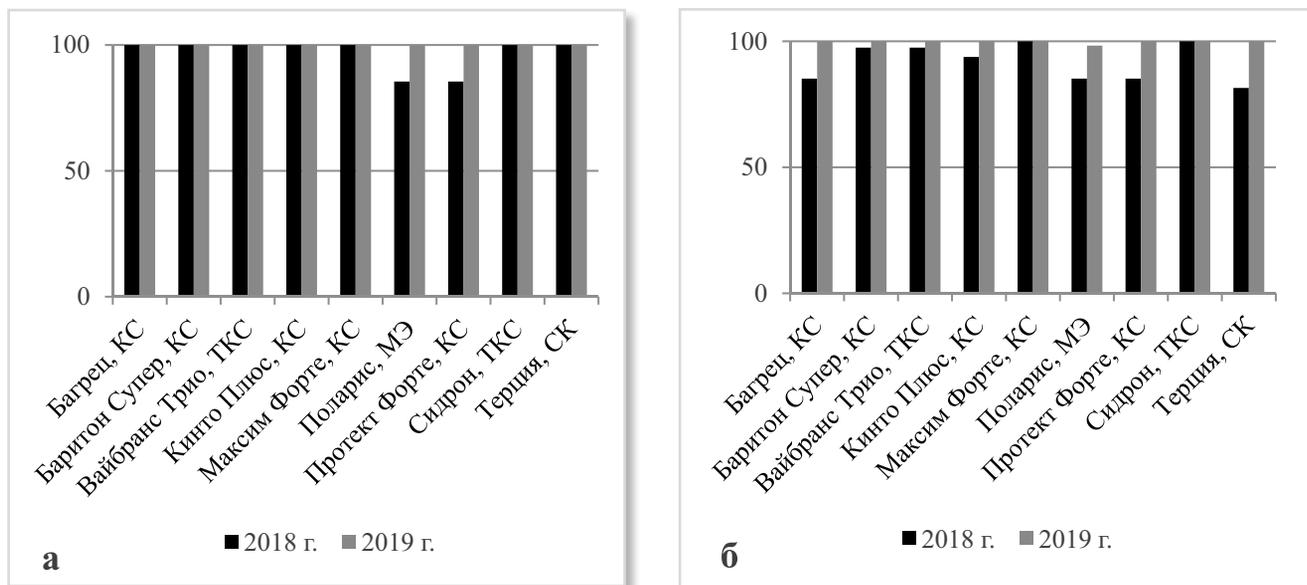


Рисунок 1 – Биологическая эффективность (%) протравителей в снижении инфицированности семян грибами: а – *Fusarium* spp., б – *Alternaria* spp.

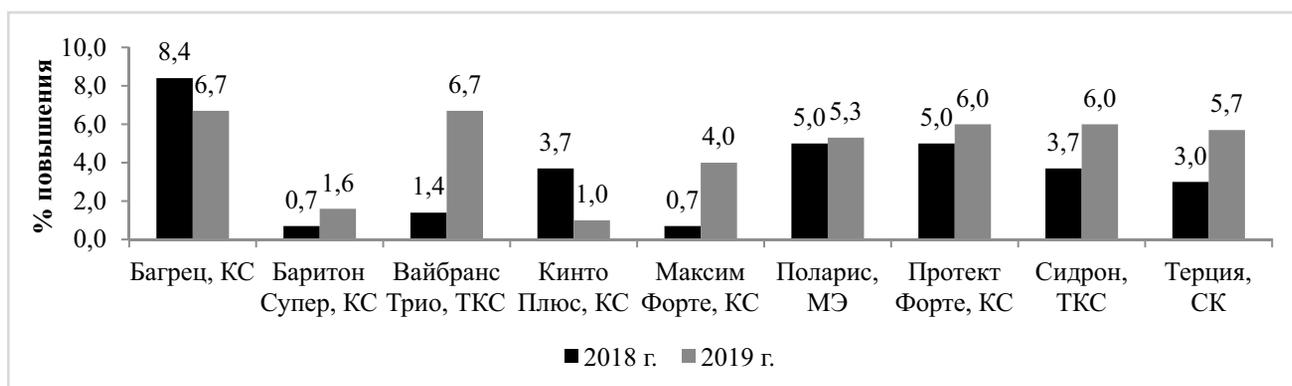


Рисунок 2 – Влияние протравителей на повышение полевой всхожести семян

тура почвы на глубине залегания узла кущения – выше оптимальных значений, что наряду с оттепелями в I–II декадах февраля способствовало повышенному расходу питательных веществ. Все вышесказанное обусловило эпифитотийное развитие снежной плесени – 72,4–78,4 % в зависимости от варианта опыта, при этом гибель растений вследствие поражения болезнью составляла 12,3–19,3 %.

На фоне депрессивного развития снежной плесени эффективность препаратов по снижению показателя была высокой и варьировала от 60,2 (Багрец, КС) до 70,9 % (Баритон Супер, КС; Вайбранс Трио, ТКС; Сидрон, ТКС) (рисунок 3а).

В условиях эпифитотии снежной плесени эффективность анализируемых протравителей семян по снижению развития болезни колебалась от 26,9 (Поларис, МЭ) до 44,1 % (Вайбранс Трио, ТКС) (рисунок 3б). В годы интенсивного проявления снежной плесени вредоносность болезни обусловлена значительной изреженностью посевов, которая наблюдается вследствие гибели растений. Так, значение показателя в отдельные годы достигало 68,1 % [13]. Поэтому наиболее информативным показателем с точки зрения оценки эффективности препаратов для предпосевной обработки является их способность предотвращать гибель растений. Из широкого спектра действующих веществ, входящих в состав протравителей семян, с этой задачей в настоящее время лучше всего справляются флудиоксонил и прохлораз [9]. Анализируемые протравители семян в качестве одного из компонентов содержат данные действующие вещества, что обуславливает их высокую эффективность в предотвращении гибели озимой пшеницы от снежной плесени – 65,9–85,5 %.

Развитие корневой гнили в посевах озимой пшеницы зависит от гидротермических факторов. Исследованиями Н. А. Склименок установлено, что степень поражения усиливается как в условиях избытка, так и дефицита влаги [16]. В дальнейшем исследования Ю. К. Шашко лишь подтвердили правомочность такого вывода [18]. В период исследований вегетационные сезоны характеризовались чередованием избыточного и недостаточного выпадения осадков. Это обусловило достаточно высокую степень поражения растений в контроле в период кущения – трубкования: 12,9–16,2 % в 2018 г. и 6,4–12,5 % в 2019 г.

Патологический процесс корневой гнили является растянутым во времени, а способность грибов-возбудителей болезни переходить от сапротрофного к паразитическому образу жизни (факультативный паразитизм) при воздействии факторов, неблагоприятно сказывающихся на состоянии посева, предполагает возможное резкое усиление степени поражения. Поэтому эффективность защитных мероприятий, в частности протравливания, не обязательно будет высокой. Биологический смысл протравливания в данном случае – отодвинуть возможное начало поражения на более позднее время относительно стадии развития растения-хозяина. Это позволяет сократить продолжительность отрицательного воздействия возбудителей корневой гнили на культуру, тем самым минимизируя возможный недобор урожая от болезни. Как свидетельствуют данные рисунка 4, защитное действие изучаемых протравителей семян от болезни на озимой пшенице было достаточно высоким.

За счет снижения инфицированности семян, а также развития корневой гнили и снежной плесени в вариантах с применением изучаемых протравителей был получен сохраненный урожай, величина которого статистически достоверно отличалась от контроля. Поскольку среди болезней основным фактором, оказывающим влияние на формирование урожайности озимой пшеницы в первой половине вегетации, является снежная плесень, интенсивность ее проявления существенно сказывается на показателях хозяйственной эффективности. Так, на фоне депрессивного развития снежной плесени в 2018 г. не отмечалось гибели растений, поэтому величина сохраненного урожая при применении анализируемых протравителей составляла от 3,1 до 5,8 ц/га или от 4,1 до 7,7 % (таблица 2). В то же время в условиях эпифитотии снежной плесени в 2019 г. за счет протравливания в изучаемых вариантах сохраненный урожай колебался от 11,5 до 15,5 ц/га или от 15,1 до 20,3 % в основном за счет более высокого по сравнению с контролем количества продуктивных стеблей.

Заключение

Представлены данные эффективности 9 протравителей семян в защите озимой пшеницы от болезней в 2018–2019 гг. Проанализированные препараты показали

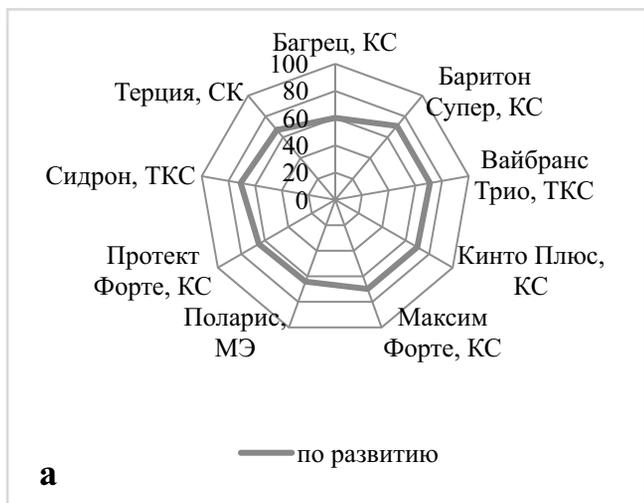


Рисунок 3 – Биологическая эффективность (%) протравителей в защите озимой пшеницы от снежной плесени: а – 2018 г.; б – 2019 г.

высокую эффективность в снижении инфицированности семян грибами *Fusarium* spp. и *Alternaria* spp. – от 81,5 до 100 %. Это обусловило повышение полевой всхожести в вариантах с протравливанием на 0,7–8,4 % в зависимости от препарата и года. В условиях эпифитотии снежной плесени протравители семян, в состав которых входят флудиоксонил или прохлораз, обеспечили высокую биологическую эффективность в предотвращении гибели озимой пшеницы от болезни – от 65,9 (Багрец, КС) до 85,5 % (Вайбранс Трио, ТКС). Проанализированные протравители эффективно защищали посевы от корневой гнили. В целом за счет снижения развития комплекса болезней сохраненный урожай в годы исследований варьировал от 3,1 до 15,5 ц/га.

Литература

1. Альтернариоз зерна яровой пшеницы и ячменя в Западной Сибири и Восточном Зауралье / Е. Ю. Торопова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2015. – № 1. – С. 20–22.
2. Болезни зерновых культур / С. Д. Здрожевская [и др.] // Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений; ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – С. 61–101.
3. Гагкаева, Т. Ю. Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 году / Т. Ю. Гагкаева, Ф. Б. Ганнибал, О. П. Гаврилова // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 37–41.
4. Гагкаева, Т. Ю. Микробиота зерна – показатель его качества и безопасности / Т. Ю. Гагкаева, А. П. Дмитриев, В. А. Павлюшин // Защита и карантин растений. – 2012. – № 9. – С. 14–18.
5. Ганнибал, Ф. Б. *Alternaria* spp. в семенах зерновых культур в России / Ф. Б. Ганнибал // Микология и фитопатология. – 2008. – Т. 42, вып. 4. – С. 359–368.
6. Ганнибал, Ф. Б. Альтернариоз зерна – современный взгляд на проблему / Ф. Б. Ганнибал // Защита растений и карантин. – 2014. – № 6. – С. 11–15.
7. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (2017) Минск: Белстандарт.
8. ГОСТ 12044–93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями (1995) Минск: Белстандарт.
9. Жуковский, А. Г. Особенности действия протравителей в оздоровлении посевов озимых зерновых культур в условиях Беларуси / А. Г. Жуковский, Н. А. Крупенько, С. Ф. Буга // Вестник защиты растений. – 2019. – № 4. – С. 28–35.
10. Ильюк, А. Г. Биологическое обоснование защиты озимой пшеницы от септориоза и фузариоза колоса: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / А. Г. Ильюк; Нац. акад. наук Беларуси, Респ. науч. дочер. унитар. предприятие "Ин-т защиты растений". – Прилуки, Мин. р-н, 2011. – 24 с.
11. Корневая гниль зерновых культур и роль инфицированности семян в ее развитии / А. Г. Жуковский [и др.] // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 84–95.
12. Пригге, Г. Грибные болезни зерновых культур / Г. Пригге, М. Герхард, И. Хабермайер; под ред. Ю. М. Стройкова. – Лимбургерхов: Ландвиртшафтсферлаг, 2004. – 183 с.
13. Распространенность и развитие снежной плесени в посевах озимых зерновых культур в Беларуси / А. Г. Жуковский [и др.]

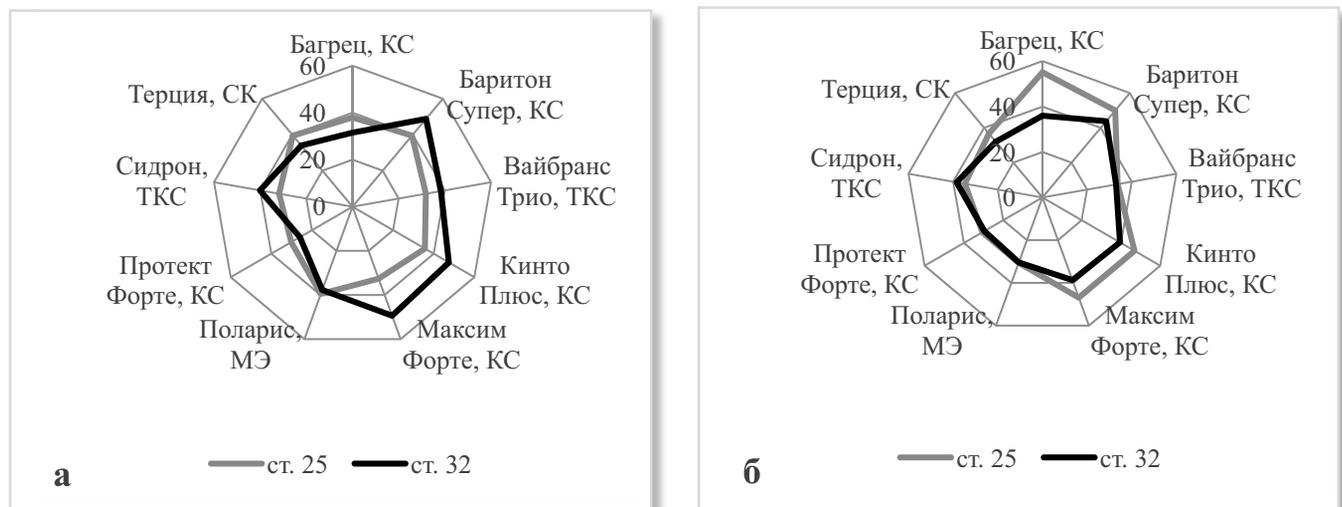


Рисунок 4 – Биологическая эффективность (%) протравителей семян в защите озимой пшеницы от корневой гнили: а – 2018 г.; б – 2019 г.

Таблица 2 – Сохраненный урожай в вариантах с использованием протравителей семян озимой пшеницы

Препарат	Сохраненный урожай			
	ц/га	%	ц/га	%
	2018 г.		2019 г.	
Багрец, КС	3,6	4,8	13,1	17,2
Баритон Супер, КС	5,5	7,3	13,1	17,2
Вайбранс Трио, ТКС	5,8	7,7	15,5	20,3
Кинто Плюс, КС	5,2	6,9	13,0	17,0
Максим Форте, КС	4,0	5,3	13,6	17,8
Поларис, МЭ	3,1	4,1	11,5	15,1
Протект Форте, КС	3,2	4,3	13,4	17,6
Сидрон, ТКС	3,6	4,8	14,2	18,6
Терция, СК	3,3	4,4	12,8	16,8

- // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений». – Минск, 2018. – Вып. 42. – С. 96–102.
14. Семынина, Т. В. Особенности инфицирования семян зерновых культур патогенами / Т. В. Семынина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 20–23.
 15. Склименок, Н. А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Н. А. Склименок; Нац. акад. наук Беларуси, Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 23 с.
 16. Склименок, Н. А. Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.07 / Н. А. Склименок; Нац. акад. наук Беларуси, Респ. науч. дочер. унитар. предприятие «Ин-т защиты растений». – Прилуки, Мин. р-н, 2015. – 170 л.
 17. Торопова, Е. Ю. Грибы рода *Fusarium* на зерне пшеницы в Западной Сибири / Е. Ю. Торопова // Защита и карантин растений. – 2019. – № 1. – С. 21–23.
 18. Шашко, Ю. К. Влияние изменения климата на видовой состав грибов рода *Fusarium* и сопряженность развития фузариозных болезней пшеницы с погодными факторами / Ю. К. Шашко // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 1. – С. 32–36.

УДК 631.431.1+ 631.459

Влияние органических удобрений и известкования на физические свойства дерново-подзолистых почв разной степени эродированности

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

(Дата поступления статьи в редакцию 01.04.2020 г.)

Приведены результаты исследований влияния органических удобрений и известкования на плотность и пористость дерново-подзолистых легкосуглинистых почв, подверженных эрозионной деградации. Установлено положительное влияние органических удобрений на данные показатели. Выявлена сильная корреляционная зависимость ($r = 0,78$) между плотностью почвы и содержанием в ней гумуса. Также существуют сильные взаимосвязи урожайности сельскохозяйственных культур с плотностью почвы. Коэффициенты корреляции составили для озимой пшеницы 0,93, для овса – 0,75, для ярового рапса – 0,92.

Введение

Водная эрозия является одним из факторов деградации почвенного покрова, снижения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур. Наряду с разрушением гумусового горизонта и смывом элементов питания растений, процессы эрозии вызывают существенное изменение физического состояния почв. С повышением их эродированности увеличиваются плотность твердой фазы, плотность сложения, ухудшается структурность, снижаются пористость, сумма водопрочных агрегатов и т. д.

Физическое состояние почв тесно связано с изменением содержания органического вещества. В дерново-подзолистых почвах с низким содержанием гумуса острой является проблема чрезмерного и быстрого уплотнения пахотного слоя. Отмечается, что улучшение структурно-агрегатного состояния почв частично можно обеспечить механическими обработками, а в долгосрочном плане необходимо повышение содержания гумуса [1].

Важнейшими физическими характеристиками почвы являются плотность и пористость, влияющие на ее водный, воздушный, тепловой, биологический и другие режимы.

Плотность и пористость почвы определяются, в первую очередь, ее минералогическим и гранулометриче-

Presents the results of studies of the influence of organic fertilizers and liming on the density and porosity of sod-podzolic light loamy soils subject to erosion degradation. The positive effect of organic fertilizers on these indicators was established. A strong correlation ($r = 0,78$) between soil density and humus content was found. There are also strong relationships between crop yields and soil density. The correlation coefficients were 0,93 for winter wheat, 0,75 for oats and 0,92 for spring rape.

ским составами, структурным состоянием и сложением, содержанием органического вещества [2, 3]. Данные показатели существенно зависят от степени эродированности почвы. Так, в дерново-подзолистых почвах на моренных и лёссовидных суглинках плотность пахотного горизонта возрастает соответственно с 1,40 и 1,27 г/см³ в несмытых почвах до 1,58 и 1,52 г/см³ в сильносмытых почвах. Общая пористость данных почв снижается с 46,2–51,4 % до 41,0–43,4 % соответственно [4].

По данным [5], превышение оптимальной плотности на 0,10 г/см³ не сказывается на урожайности овса, но снижает урожайность кормовой свеклы на 70–187 ц/га (в зависимости от условий года). Уплотнение почвы на 0,15 г/см³ уменьшает урожайность овса на 3,1–5,6, свеклы – на 85–249 ц/га. В работе [6] отмечается, что увеличение плотности всего на 0,1 г/см³ приводит к недобору урожая на 20–30 %.

Одним из приемов улучшения физических свойств почв является применение органических удобрений. Внесение их приводит к изменению качественного состава гумуса в сторону увеличения содержания гуминовых кислот, оказывающих положительное влияние на физические и сорбционные свойства почв. Гуминовые кислоты вместе с кальцием образуют нерастворимые в воде гуматы кальция, которые участвуют в создании водопрочной структуры. Поэтому изменение фракци-

онного состава гумуса является одним из направлений почвозащитных мероприятий [7–9].

Установлено, что внесение высоких доз органических удобрений (до 600 т/га) снижает плотность пахотного слоя суглинистых почв с 1,30 до 1,01 г/см³ или на 22 % [10]. Совместное внесение органических и минеральных удобрений способствует уменьшению плотности почвы на 0,2–0,4 г/см³ и увеличению пористости на 5–7 % [10]. Отмечается также, что наибольшее влияние на снижение плотности почвы оказывают азотные удобрения в сочетании с внесением органических удобрений. Плотность почвы снижалась с 1,23 г/см³ в вариантах без внесения удобрений до 1,14 г/см³ в вариантах с N₁₈₀P₄₀K₈₀ + навоз 20 т/га. Более высокие значения плотности отмечались при внесении только калийных удобрений – 1,28 г/см³, фосфорных и калийных – 1,27 г/см³, азотных и калийных – 1,26 г/см³ [12, 13].

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2017–2019 гг. в полевом опыте на стационаре «Стоковые площадки» Института почвоведения и агрохимии, расположенном в ОАО «Щомыслица» Минского района. Стационар заложен по геоморфологическому профилю (катене) от водораздельной равнины до нижней части склона. Склон южной экспозиции крутизной 5–7°.

Объектом исследований являлись в разной степени эродированные дерново-палево-подзолистые почвы, сформированные на лессовидных суглинках. На водораздельной равнине расположена неэродированная почва, в верхней части склона – среднеэродированная почва, в средней части склона – сильноэродированная почва и в нижней части склона – глееватая намытая почва.

Средние значения основных агрохимических показателей плодородия исследуемых почв следующие: неэродированная: рН_{KCl} – 5,61, гумус – 2,09 %, P₂O₅ – 231 мг/кг почвы, K₂O – 238 мг/кг почвы; среднеэродированная: рН_{KCl} – 5,55, гумус – 1,91 %, P₂O₅ – 250 мг/кг почвы, K₂O – 229 мг/кг почвы; сильноэродированная: рН_{KCl} – 5,24, гумус – 1,34 %, P₂O₅ – 231 мг/кг почвы, K₂O – 203 мг/кг почвы.

Исследования проводили в звене зернового севооборота: озимая пшеница (2017 г.) – овес (2018 г.) – яровой рапс (2019 г.).

Схема опыта включала следующие варианты систем удобрения и известкования почв:

1 – минеральная (минеральные удобрения (NPK) в дозах, рассчитанных на планируемую урожайность возделываемых культур);

2 – минеральная + известкование (минеральные удобрения (NPK) в дозах, рассчитанных на планируемую урожайность возделываемых культур, а также 6,5 т/га доломитовой муки после озимой пшеницы);

3 – органоминеральная (навоз 40 т/га после озимой пшеницы, минеральные удобрения (NPK) в дозах, рассчитанных на планируемую урожайность возделываемых культур);

4 – органоминеральная + известкование (навоз 40 т/га после озимой пшеницы, минеральные удобрения (NPK) в дозах, рассчитанных на планируемую урожайность возделываемых культур, а также 6,5 т/га доломитовой муки после озимой пшеницы).

Плотность почвы определяли буровым методом при помощи колец Капецкого (метод «режущих колец») в период установления ее равновесного значения (перед

уборкой культур) в 3-кратной повторности [14]. Пористость почвы рассчитывали по формуле:

$$P = 100 \times \left(1 - \frac{d}{D}\right),$$

где: P – пористость почвы, %; d – плотность почвы, г/см³; D – плотность твердой фазы почвы, г/см³.

Результаты исследований и их обсуждение

Оптимальная плотность почвы – плотность, при которой урожайность сельскохозяйственных культур при прочих равных условиях наиболее высокая. При такой плотности обеспечиваются наилучшие условия для поглощения атмосферных осадков, газообмена, жизнедеятельности почвенной флоры и фауны.

Требования сельскохозяйственных культур к плотности почвы разные и поэтому ее значения для почв разного гранулометрического состава имеют широкий интервал. Для зерновых культур оптимальная плотность дерново-подзолистых почв составляет: тяжело- и среднесуглинистых – 1,29 г/см³ (интервал 1,10–1,40), легкосуглинистых и супесчаных – 1,27 г/см³ (интервал 1,25–1,35), для картофеля и корнеплодов – не более 1,2 г/см³ [19, 20]. Почвы с плотностью более 1,5 г/см³ практически не проницаемы для корневых систем культурных растений, поэтому рост и развитие растений угнетается, а при более высокой плотности почвы наблюдается их гибель.

В результате многолетних исследований, проведенных в лаборатории агрофизических свойств и защиты почв от эрозии Института почвоведения и агрохимии, разработаны оптимальные, допустимые и критические интервалы значений агрофизических свойств почв, обеспечивающих их максимальную производительную способность [15–17]. Для дерново-подзолистых почв, сформированных на лессовидных суглинках, оптимальные значения плотности составляют 1,10–1,20 г/см³, допустимые – 1,21–1,45 г/см³, критические – более 1,45 г/см³, значения общей пористости – соответственно более 49 %, 39–48 и менее 39 % [18].

В 2017 г. в период уборки озимой пшеницы до внесения известкового мелиоранта (доломитовая мука) и органических удобрений плотность почв характеризовалась как допустимая и изменялась для неэродированной, средне- и сильноэродированной почв соответственно в пределах 1,28–1,32, 1,35–1,37 и 1,39–1,43 г/см³. Согласно [18], плотность неэродированной почвы превышала оптимальное значение на 0,08–0,10 г/см³, среднеэродированной – на 0,15–0,17 и сильноэродированной почвы – на 0,19–0,24 г/см³.

В среднем по почвенно-эрозионной катене плотность пахотного (A_n) слоя составила 1,35–1,37 г/см³ (таблица 1). В соответствии с градацией А. Г. Бондарева [21], как неэродированная, так и эродированные почвы отличались средней степенью уплотнения – 1,3–1,5 г/см³.

В 2018 г. при возделывании овса наблюдалось заметное улучшение плотности почв. На всех изучаемых вариантах на неэродированной почве она соответствовала оптимальной величине (0,94–1,18 г/см³). Плотность средне- и сильноэродированной почв была несколько выше оптимальных значений и изменялась по вариантам опыта в пределах 1,23–1,26 и 1,27–1,34 г/см³ соответственно. В среднем по почвенно-эрозионной катене плотность A_n под овсом составила 1,15–1,26 г/см³.

Таблица 1 – Изменение плотности дерново-подзолистых почв разной степени эродированности

Система удобрения	Озимая пшеница		Овес		Яровой рапс	
	плотность, г/см ³	± к оптимуму	плотность, г/см ³	± к оптимуму	плотность, г/см ³	± к оптимуму
<i>Неэродированная почва</i>						
Минеральная	1,30	+0,10	1,18	-0,02	1,30	+0,10
Минеральная + известкование почвы	1,32	+0,12	1,11	-0,09	1,32	+0,12
Органоминеральная	1,30	+0,10	0,94	-0,26	1,18	-0,02
Органоминеральная + известкование почвы	1,28	+0,08	1,03	-0,17	1,17	-0,03
<i>Среднеэродированная почва</i>						
Минеральная	1,36	+0,16	1,26	+0,06	1,41	+0,21
Минеральная + известкование почвы	1,36	+0,16	1,25	+0,05	1,39	+0,19
Органоминеральная	1,37	+0,17	1,23	+0,03	1,28	+0,08
Органоминеральная + известкование почвы	1,35	+0,15	1,24	+0,04	1,30	+0,10
<i>Сильноэродированная почва</i>						
Минеральная	1,39	+0,19	1,33	+0,13	1,44	+0,24
Минеральная + известкование почвы	1,41	+0,21	1,31	+0,11	1,44	+0,24
Органоминеральная	1,44	+0,24	1,27	+0,07	1,39	+0,19
Органоминеральная + известкование почвы	1,43	+0,23	1,34	+0,14	1,36	+0,16
<i>В среднем по почвенно-эрозионной катене</i>						
Минеральная	1,35	+0,15	1,26	+0,06	1,38	+0,18
Минеральная + известкование почвы	1,36	+0,16	1,22	+0,02	1,38	+0,18
Органоминеральная	1,37	+0,17	1,15	-0,05	1,28	+0,08
Органоминеральная + известкование почвы	1,35	+0,15	1,20	0,00	1,28	+0,08

Применение органических удобрений оказало положительное влияние на разуплотнение почвы. В вариантах с органоминеральной системой удобрения плотность всех почв была наиболее низкой и соответствовала или приближалась к оптимальному показателю.

Следует отметить, что значительное разуплотнение почвы под овсом связано не только с применением органических удобрений. Под озимой пшеницей показатели плотности почвы были выше в связи с проведением основной и предпосевной обработки под эту культуру в более ранний осенний период, поэтому величина ее была ближе к равновесной.

В 2019 г. при возделывании ярового рапса значения плотности почв находились в диапазонах допустимых значений. Только на неэродированной почве в вариантах с внесением органических удобрений она была на уровне оптимальной для сельскохозяйственных культур – 1,17–1,18 г/см³.

Плотность средне- и сильноэродированных почв в вариантах с внесением органических удобрений, а также органических удобрений и известкованием была значительно ниже по сравнению с вариантами, где применяли только минеральные удобрения. Так, на среднеэродированной почве на минеральной системе удобрения она составляла 1,39–1,41 г/см³, а на органоминеральной системе – 1,28–1,30 г/см³, на сильноэродированной почве – соответственно 1,44 и 1,36–1,39 г/см³.

Как видно из приведенных данных, плотность сильноэродированной почвы в вариантах без внесения органических удобрений (минеральная система удобрения) приближалась к критическому значению – 1,44 г/см³.

В среднем, по почвенно-эрозионной катене, плотность пахотного слоя под яровым рапсом составила при ми-

неральной системе удобрения 1,38 г/см³ и превысила оптимальное значение на 0,18 г/см³, при органоминеральной системе удобрения – 1,28 г/см³ с превышением оптимума всего на 0,08 г/см³.

В наших исследованиях проведены сопряженный отбор почвенных проб и определение плотности почв и содержания в них гумуса, а также выполнен корреляционно-регрессионный анализ полученных экспериментальных данных. Установлена обратная линейная зависимость плотности почвы и содержания гумуса в пахотном слое, которая описывается уравнением вида $y = -0,3037x + 1,7636$ с коэффициентом детерминации (R^2), равным 0,62. С увеличением содержания гумуса в пахотном слое наблюдается снижение плотности почвы. Как видно из данных, представленных на рисунке 1, при содержании в почве гумуса на уровне 1,0–1,2 % плотность почвы превышала допустимые значения, а при содержании гумуса на уровне 1,9–2,0 % и выше соответствовала оптимуму.

Показателем, определяющим водно-воздушный режим почв, является их пористость – суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы единицы объема почвы. По оценочной шкале Н. А. Качинского [22], общая пористость пахотного слоя, при которой создаются благоприятные водно-воздушные условия для растений, считается отличной и находится в интервале 55–65 % от объема почвы. Пористость 50–55 % считается удовлетворительной, 50–40 % – неудовлетворительной, 25–40 % – чрезмерно низкой. При величине пористости ниже 40 % нарушается газообмен между почвой и атмосферой, что негативно отражается на росте и развитии растений. Оптимальная общая пористость для зерновых культур составляет 50–58 %, пропашных – 58–65 %.

Плотность и пористость – связанные между собой показатели физического состояния почвы. Уплотнение почвы отрицательно влияет на дифференциальную пористость: во-первых, уменьшается общая пористость за счет резкого сокращения объема крупных водо- и воздухопроводящих пор с эффективным диаметром ≥ 10 мкм, обеспечивающих аэрацию почвы, впитывание и фильтрацию воды, а во-вторых, увеличивается объем пор с эффективным диаметром $< 0,2$ мкм, содержащих недоступную и труднодоступную для растений воду [19]. Эти изменения наблюдаются в почвах как с низким, так и с высоким содержанием органического вещества, но в разных интервалах плотности. Высокая пористость аэрации приводит к значительным потерям влаги на физическое испарение. Установлено, что уменьшение общей пористости с 67 до 55 %, а пористости аэрации с 37 до 18 % снижает скорость испарения на 20 % [23].

В 2017 г. при возделывании озимой пшеницы общая пористость незэродированной почвы характеризовалась как удовлетворительная – в среднем 50 % от объема почвы. Средне- и сильноэродированная почвы отличались неудовлетворительной пористостью – 46–49 %. В среднем

по почвенно-эрозионной катене она составила 48 % или на 1 % ниже оптимума (таблица 2).

В 2018 г. при возделывании овса наблюдалось улучшение воздушного режима всех изучаемых почв независимо от степени эродированности. Общая пористость незэродированной почвы по вариантам опыта колебалась от 54 % (удовлетворительная) на минеральной системе удобрения до 60–64 % (отличная) на органоминеральной системе удобрения. Значения общей пористости средне- и сильноэродированных почв были несколько ниже и изменялись по вариантам опыта в пределах 52–53 и 49–52 % соответственно. В среднем по почвенно-

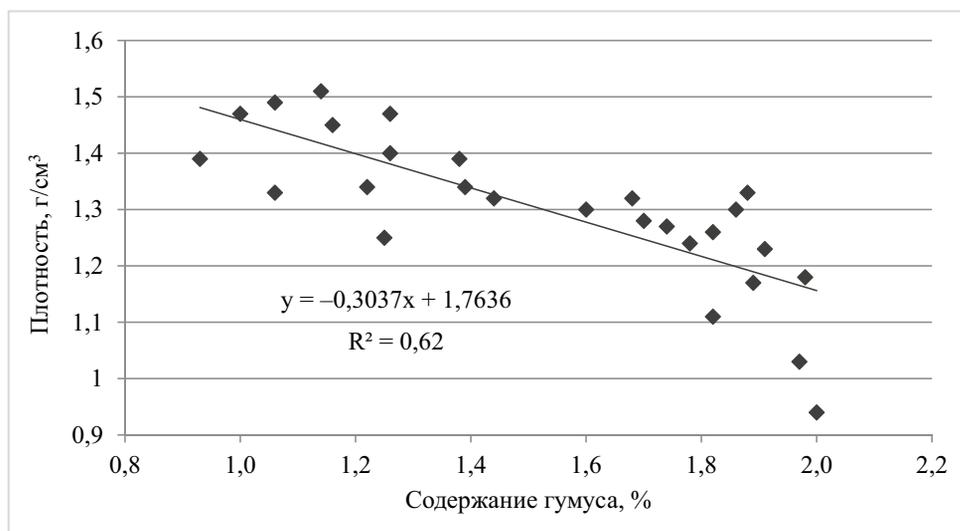


Рисунок 1 – Зависимость плотности почвы от содержания в ней гумуса

Таблица 2 – Изменение общей пористости дерново-подзолистых почв разной степени эродированности под возделываемыми культурами

Система удобрения	Озимая пшеница		Овес		Яровой рапс	
	пористость, %	± к оптимуму	пористость, %	± к оптимуму	пористость, %	± к оптимуму
<i>Незэродированная почва</i>						
Минеральная	50	+1	54	+5	50	+1
Минеральная + известкование почвы	49	0	57	+8	50	+1
Органоминеральная	50	+1	64	+15	54	+5
Органоминеральная + известкование почвы	50	+1	60	+11	55	+6
<i>Среднеэродированная почва</i>						
Минеральная	48	-1	52	+3	46	-3
Минеральная + известкование почвы	48	-1	52	+3	46	-3
Органоминеральная	48	-1	53	+4	50	+1
Органоминеральная + известкование почвы	49	0	53	+4	50	+1
<i>Сильноэродированная почва</i>						
Минеральная	47	-2	50	+1	46	-3
Минеральная + известкование почвы	47	-2	50	+1	44	-5
Органоминеральная	46	-3	52	+3	46	-3
Органоминеральная + известкование почвы	46	-3	49	0	47	-2
<i>В среднем по почвенно-эрозионной катене</i>						
Минеральная	48	-1	52	+3	47	-2
Минеральная + известкование почвы	48	-1	53	+4	47	-2
Органоминеральная	48	-1	56	+7	50	+1
Органоминеральная + известкование почвы	48	-1	54	+5	51	+2

эрозионной катене общая пористость пахотного слоя почвы под овсом составила 52–56 %, что выше оптимального значения на 3–7 %.

В 2019 г. при возделывании ярового рапса значения пористости почв разной степени эродированности колебались от отличного до неудовлетворительного. Применение органических удобрений оказало положительное влияние на этот показатель. Так, на незэродированной почве в вариантах с органоминеральной системой удобрения общая пористость составила 54–55 %, тогда как на минеральной системе – 50 %. Пористость среднеэродированной почвы в вариантах с внесением навоза была удовлетворительной (50 %), а при применении только минеральных удобрений (НРК) – неудовлетворительной (46 %). Аналогичная закономерность в значении данного показателя отмечается и в среднем по почвенно-эрозионной катене.

В наших исследованиях проведен корреляционно-регрессионный анализ данных продуктивности возделываемых сельскохозяйственных культур по вариантам опыта и плотности почв разной степени эродированности. Установлены обратные линейные зависимости урожайности зерна озимой пшеницы и овса, а также семян ярового рапса от плотности пахотного слоя почв. Коэффициенты детерминации (R^2) составили: для озимой пшеницы – 0,86, для овса – 0,57, для ярового рапса – 0,84 (рисунок 2).

Урожайность зерна озимой пшеницы при оптимальных (1,1–1,2 г/см³) и близких к оптимальному значениям плотности почвы составляла 50–53 ц/га, а при плотности почвы выше допустимой снижалась до 43–45 ц/га. При возделывании овса на почвах с оптимальной плотностью получено 40–47 ц/га зерна, а при плотности выше оптимального значения – 30–35 ц/га, семян ярового рапса – 23–25 и 17–20 ц/га соответственно.

Выводы

1. Плотность и пористость пахотного слоя дерново-

подзолистых эродированных почв на лессовидных суглинках находились преимущественно в допустимом диапазоне – соответственно 1,28–1,44 г/см³ и 44–50 % и превышали оптимальные значения на 0,08–0,24 г/см³ и на 1–3 %.

2. Применение органических удобрений оказывает положительное влияние на разуплотнение почвы. При возделывании овса и ярового рапса плотность пахотного

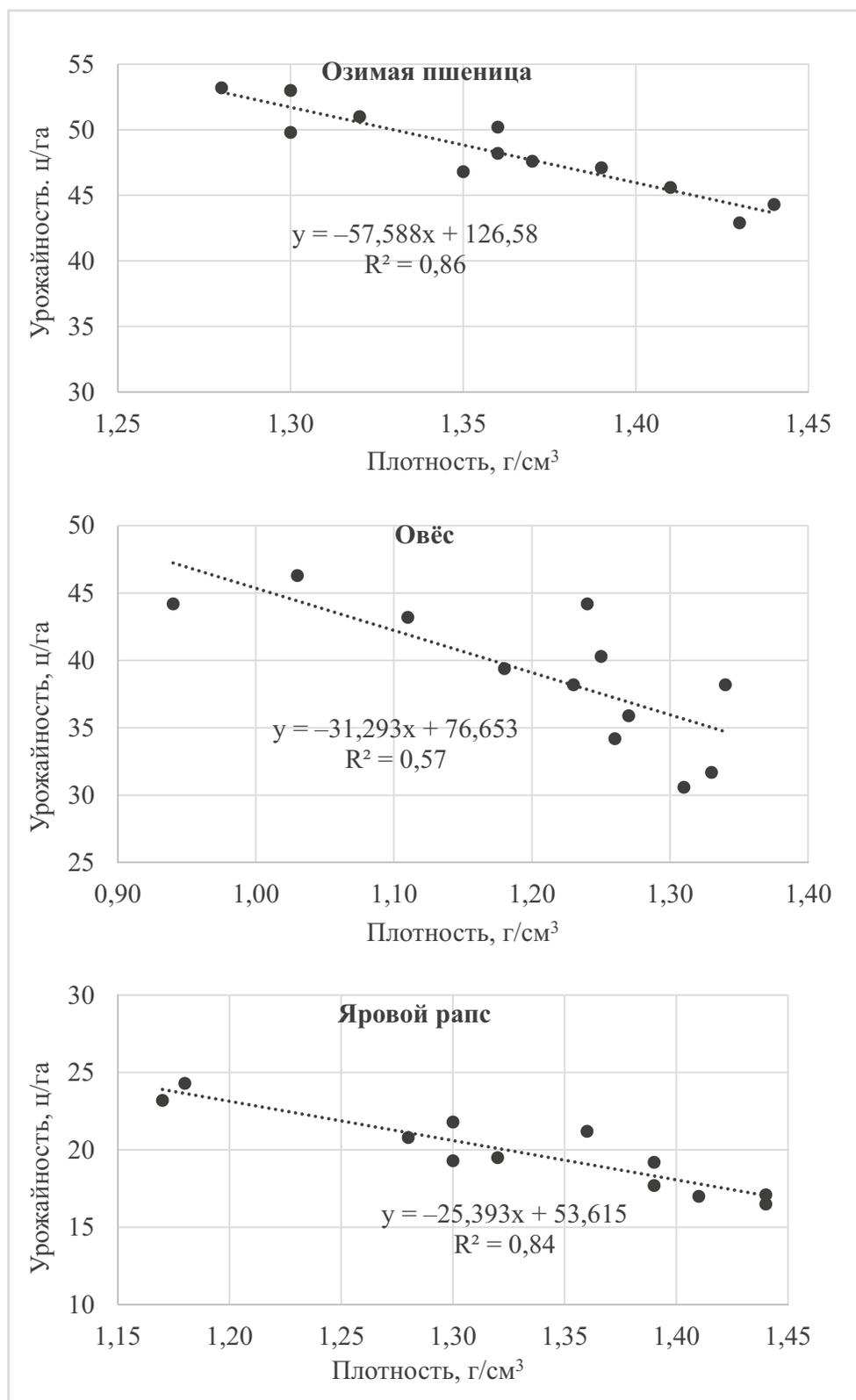


Рисунок 2 – Зависимость урожайности возделываемых культур от плотности пахотного слоя почвы

слоя в вариантах с органоминеральной системой удобрения в среднем по почвенно-эрозионной катене была на 0,06–0,11 г/см³ ниже по сравнению с минеральной системой удобрения.

3. Существует сильная корреляционная связь между плотностью почвы и содержанием в ней гумуса – коэффициент корреляции равен 0,78. При содержании в почве гумуса на уровне 1,0–1,2 % плотность почвы превышает допустимые значения, а при содержании гумуса на уровне 1,9–2,0 % и выше соответствует оптимуму.

4. Установлена тесная зависимость урожайности зерна озимой пшеницы ($r = 0,93$) и овса ($r = 0,75$), а также семян ярового рапса ($r = 0,92$) от плотности пахотного слоя почв. Урожайность озимой пшеницы, овса и ярового рапса при оптимальных и близких к оптимальному значениях плотности почвы составляет соответственно 50–53 ц/га, 40–47 и 23–25 ц/га. Увеличение плотности до допустимых значений приводит к недобору урожая озимой пшеница на 11–19 %, овса – на 20–29, ярового рапса – на 12–21 %.

Литература

1. Сорочкин, В. М. Структура почв как фактор их плодородия в интенсивных системах земледелия / В. М. Сорочкин // Агропочвоведение и плодородие почв: тез. док. Всесоюз. науч. конф. – Ленинград, 1986. – Ч. 2. – С. 22–23.
2. Influence of organic and synthetic fertilizers on soil physical properties / S. S. Malik [et al.] // Intern. J. of Current Microbiology a. Appl. Scienc-es. – 2014. – Vol. 3, № 8. – P. 802–810.
3. Медведев, В. В. Изменчивость оптимальной плотности почв и ее причины / В. В. Медведев // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 20–30.
4. Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под общей редакцией В. В. Лапа, А. Ф. Черныша. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 170 с.
5. Афанасьев, Н. И. Основные проблемы физики дерново-подзолистых почв БССР и пути их решения / Н. И. Афанасьев // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 128–138.
6. Иванов, А. Изучение влияния плотности почвы на ее плодородие и количество недоступной влаги в ней / А. Иванов, К. Стойнев // Сб. тр. по агрономической физике. – 1967. – Вып. 14. – С. 24–30.
7. Жилко, В. В. Особенности применения удобрений на эродированных почвах / В. В. Жилко, О. В. Чистик, К. И. Довбан // Аналит. обзор. – Минск, 1990. – 36 с.
8. Кочетов, И. С. Эродированные почвы Центрального Нечерноземья и их интенсивное использование / И. С. Кочетов. – М., 1988. – 147 с.
9. Трегубов, П. С. Плодородие почв, подверженных водной эрозии, и пути его повышения / П. С. Трегубов, В. И. Шурикова. – М.: Колос, 1981. – 60 с.
10. Jonston, A. E. Soil fertility and soil organic matter / A. E. Jonston // Advances of Soil Organic Matter Research: The Impact on Agriculture and the Environment. – Cambridge, 1992. – P. 299–314.
11. Мельников, С. П. Изменение физических условий плодородия дерново-подзолистых суглинистых почв в агроценозах / С. П. Мельников, Д. В. Чернов // Тез. докл. II съезда об-ва почвоведов. – СПб., 1996. – Кн. 1. – С. 97–98.
12. Николаевич, Г. И. Влияние системы применения удобрений на изменение агрофизических свойств почвы / Г. И. Николаевич // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ почвоведения и агрохимии. – Минск, 2000. – Вып. 31. – С. 83–92.
13. Fertilizer Recommendations / ReferenceBook 209. HMSO. – London, 1988. – 186 p.
14. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
14. Юхновец, А. В. Влияние основной обработки на физические свойства, биологическую активность и противозерозионную стойкость дерново-подзолистых почв на моренных суглинках: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / А. В. Юхновец. – Минск, 2004. – 20 с.
16. Современное состояние агрофизических свойств почв Белорусского Поозерья / А. Ф. Черныш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 2 (53). – С. 19–28.
17. Современное агрофизическое состояние почв центральной почвенно-экологической провинции / А. Ф. Черныш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1 (56). – С. 15–25.
18. Цырибко, В. Б. Определение оптимальных параметров агрофизических свойств почв и оценка современного состояния на их основе / В. Б. Цырибко // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1 (56). – С. 36–44.
19. Кузнецова, И. В. Об оптимальной плотности почв / И. В. Кузнецова // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 43–54.
20. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 367 с.
21. Бондарев, А. Г. Проблема уплотнения почв сельскохозяйственной техникой и пути ее решения / А. Г. Бондарев // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 31–37.
22. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
23. Долгов, С. И. О критериях оптимального сложения пахотного слоя почвы / С. И. Долгов, И. В. Кузнецова, С. А. Модина // Проблемы обработки почвы: док. Междунар. совещ., Варна. – София: Изд-во Болгарской АН, 1970. – С. 31–142.

УДК 631.8:631.559:633.171

Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на динамику роста и накопление сухого вещества растениями проса различных сортов

Т. Ф. Персикова, доктор с.-х. наук, Ю. В. Козотько, соискатель
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 17.07.2020 г.)

В статье приведены результаты исследований о влиянии макро-, микроудобрений, бактериального препарата

The article presents the results of studies on the effect of macro-, micro-fertilizers, a bacterial preparation and plant

та и регулятора роста растений на динамику линейного роста и накопления сухого вещества растениями проса различных сортов, а также на урожайность зерна и окупаемость удобрений.

В результате было установлено, что в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-востока Беларуси наиболее оптимальные показатели линейного роста, накопления сухой биомассы и урожайности зерна проса сортов Галинка и Дружба 2 были получены при применении уровня минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ и инкрустации семян хелатной формой меди.

Введение

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства Республики Беларусь должно основываться на совершенствовании технологии возделывания сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-климатических, агротехнических и других условий конкретного региона [1]. Потепление климата привело к все более частому проявлению сильных засух, которые значительно снижают урожайность многих сельскохозяйственных культур, а то и вовсе делают её получение невозможным [2]. Для того чтобы снизить риски, связанные с постоянно меняющимися погодными условиями, необходимо постоянно совершенствовать структуру посевных площадей, включая в севооборот засухоустойчивые и жаростойкие культуры, которые могут также использоваться и в качестве страховых.

Одной из таких культур является просо, возделывание которого имеет как продовольственное, так и кормовое значение. Поздние сроки сева и короткий период вегетации даже при возделывании на зерно (45–55 дней от кущения до налива зерна) делают её мобильной с агротехнической точки зрения и позволяют использовать как страховую культуру [2, 3].

В последние годы в Республике Беларусь просо возделывается на площади около 10–15 тыс. га, однако для удовлетворения собственных потребностей необходимо 50–60 тыс. га. Кроме того, средняя урожайность зерна достигает 13–15 ц/га, что реализует продуктивность современных сортов только на 25 % [4, 5].

Низкая зерновая продуктивность проса во многом связана с агротехническими условиями возделывания, важнейшим из которых для данной культуры является питательный режим. Одной из особенностей питания проса, отличающего его от ранних яровых зерновых, является более поздний период усиленного поглощения элементов питания, который совпадает с наиболее теплым временем года, когда в почве активно протекают процессы мобилизации элементов питания [3]. Также следует отметить, что до кущения рост и развитие надземных органов и корней у проса походит медленнее, чем у яровых зерновых, поэтому поглощение элементов питания в этот период сильно зависит от воздействия абиотических факторов. В связи с этим уже с самого начала возникает необходимость создавать оптимальные условия для перехода от состояния покоя семян к вегетации растений [3, 6].

Целью исследований являлось изучение сортовой отзывчивости проса на различные уровни минерального питания, обработку семян микроэлементами, бактериальным препаратом и регулятором роста при выращивании на зерно в условиях северо-востока Беларуси.

growth regulator on the dynamics of linear growth and dry matter accumulation by millet plants of various varieties, as well as on grain yield and fertilizer payback.

As a result, it was found that in conditions of soddy-podzolic light loamy soils of northeastern Belarus, the most optimal indicators of linear growth, dry biomass accumulation, and grain yield of millet Galinka and Druzhba 2 varieties were obtained using the mineral nutrition level $N_{90}P_{60}K_{90}$ and inlaid seeds with a chelated copper form.

Методика и условия проведения исследований

Исследования с просом сортов Галинка и Дружба 2 проводили в 2009–2011 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднеокультуренная временно-избыточно увлажненная легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. По годам исследований в почве было среднее содержание гумуса (1,65–1,71 %), подвижных форм фосфора и калия повышенное – 239–248 и 208–244 мг/кг соответственно, низкая обеспеченность медью – 1,33–1,36 мг/кг и цинком – 2,92–3,01 мг/кг почвы, реакция почвенного раствора слабокислая – рН_{KCl} 5,98 и близкая к нейтральной – 6,00–6,11 [2].

В качестве минеральных удобрений в опыте использовали карбамид, аммофос и хлористый калий. Минеральные удобрения применяли в основном внесение под культивацию. В варианте с дробным внесением азота ($N_{60+30}P_{60}K_{90}$) подкормку проводили карбамидом в фазе кущения культуры в дозе 30 кг/га д. в.

Микроудобрения, регулятор роста и бактериальный препарат применяли при инкрустации и инокуляции семян. Из микроудобрений для инкрустации семян использовались соли: $CuSO_4 \times 5H_2O$ (23,4–24,9 % Cu) и $ZnSO_4 \times 7H_2O$ (21–23 % Zn), а также хелатные формы: Cuprovetum, $NaCuH(edta) \times nH_2O$ (17 % Cu) и Zincovetum, $NaZnH(edta) \times nH_2O$ (17 % Zn) в дозах 150 г/т д. в. элемента. В качестве регулятора роста для инкрустации семян применяли Эпин в дозе 20 мг/т д. в. Инокуляцию семян проводили бактериальным удобрением Ризобактерин в дозе 200 мл на гектарную норму семян [7].

Общая площадь делянки в опыте была 30 м², учетная – 25 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное. Агротехника опыта – общепринятая, согласно отраслевому регламенту. Урожай учитывали сплошным поделяночным способом. Данные урожайности пересчитывали на 14%-ную влажность [7].

Погодные условия в годы проведения исследований (2009–2011 гг.) различались, что оказало влияние на урожай зерна проса. Расчет ГТК по методике Селянинова Г. Т. показал, что средний его показатель за вегетационный период в 2009 г. составил 1,8, в 2010 г. – 1,3 и в 2011 г. – 1,6 [7].

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ линейного роста проса изучаемых сортов показал, что применение удобрений оказывало сильное влияние на его динамику. На сорте Галинка среди изучаемых доз минеральных удобрений более динамично по всем фазам роста развивались растения на

фоне применения $N_{90}P_{60}K_{90}$. Так, в фазе кущения культуры высота растений в этом варианте увеличилась по сравнению с контролем на 7,7 см и составила 32,0 см, а к фазе молочно-восковой спелости прирост составил уже 48,6 см, при этом высота фиксировалась на уровне 146,1 см (таблица 1).

Дробное применение азота (60 + 30 кг/га) на вышеуказанном фосфорно-калийном фоне на момент последнего учета высоты растений существенной разницы по сравнению с разовым внесением не показало (147,1 см).

Инкрустация семян проса микроэлементами уже в начальных фазах усиливала ростовые процессы растений проса. Так, на сорте Галинка в фазе кущения более выровненными и высокими были растения в вариантах, где на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ проводилась инкрустация семян медью как в хелатной форме, так и в виде простой соли. Высота растений в данном случае возрастала по сравнению с контролем на 11,3–12,0 см и составила 35,6–36,3 см. Влияние инкрустации семян медью в различных формах на ростовые процессы проса сорта Галинка было отмечено и на последующих этапах органогенеза. Это позволило на фонах минерального

питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ сформировать высоту растений на уровне 150,2–152,1 и 151,1–152,2 см соответственно (+50,7–54,7 см к контролю и +4,1–6,1 см к фону). При этом существенной разницы в высоте растений как между фонами минерального питания, так и формами микроэлемента не наблюдалось.

Анализ динамики линейного роста крупносемянного сорта Дружба 2 показал, что наибольшая высота растений среди изучаемых доз минеральных удобрений наблюдалась при применении $N_{90}P_{60}K_{90}$, которая на момент молочно-восковой спелости составляла 129,6 см, при этом контроль уступал в росте данному варианту опыта 43,2 см (таблица 1).

Инокуляция семян бактериальным удобрением Ризобактерин на фоне $N_{14}P_{60}K_{90}$ оказывала влияние на динамику роста растений проса вышеуказанного сорта, начиная с начальных фаз роста и развития. Так, в фазе кущения высота растений в данном варианте превысила фон на 2,2 см и контроль – на 5,9 см, а к фазе молочно-восковой спелости культуры этот прирост увеличился до 7,8 и 18,3 см соответственно, при этом высота растений на момент последнего учета сформировалась на уровне 104,7 см.

Таблица 1 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на динамику роста растений проса сортов Галинка и Дружба 2 (среднее за 2009–2011 гг.)

Вариант	Высота растений, см							
	кущение		выход в трубку		выметывание		молочно-восковая спелость	
	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2
1. Без удобрений (контроль)	24,3	23,0	57,1	55,4	79,6	74,5	97,5	86,4
2. $N_{14}P_{60}K_{90}$	27,5	26,7	62,4	62,7	91,1	82,5	115,2	96,9
3. $N_{45}P_{60}K_{90}$	29,5	29,3	71,6	71,0	103,1	90,3	129,6	106,4
4. $N_{60}P_{60}K_{90}$	30,3	29,4	77,1	72,8	108,0	94,5	134,6	114,6
5. $N_{90}P_{60}K_{90}$	32,0	31,6	83,0	83,6	116,8	109,3	146,1	129,6
6. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$	30,6	29,4	81,6	79,7	118,9	105,4	147,9	123,5
7. $N_{14}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	27,7	28,9	61,7	65,3	89,9	87,6	115,3	104,7
8. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	29,5	28,9	72,6	70,9	102,5	94,1	129,0	109,4
9. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + Cu (хелат.)	34,6	32,0	85,9	76,1	115,8	102,3	138,6	119,9
10. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Cu (хелат.)	36,3	34,8	88,8	89,0	123,9	115,9	152,1	134,7
11. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + Cu (хелат.)	34,8	32,1	87,8	82,0	124,4	107,7	152,2	127,9
12. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$	33,5	30,5	83,6	73,7	113,5	98,1	136,3	117,3
13. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$	35,6	33,5	88,3	86,2	121,2	114,2	150,2	133,9
14. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$	33,9	31,3	87,7	80,3	122,3	108,6	151,1	127,3
15. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.)	34,4	32,3	84,9	77,5	115,7	102,4	140,8	121,8
16. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.)	36,0	35,3	90,2	90,6	124,5	118,9	152,8	137,0
17. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.)	33,9	32,4	87,3	82,8	126,8	111,6	154,9	132,1
18. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	33,6	31,5	85,9	74,7	114,7	98,4	140,0	118,8
19. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	35,7	34,3	88,7	88,4	122,1	117,7	151,8	134,2
20. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	34,3	32,1	87,8	81,3	123,7	109,3	152,4	128,5
21. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.) + Эпин	34,8	33,1	87,1	81,4	115,4	107,5	142,3	124,9
22. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$ + Эпин	33,7	32,1	85,9	78,8	114,8	103,5	140,4	121,7
НСР ₀₅ фактора А (сорт)	0,28		0,35		0,40		0,47	
НСР ₀₅ фактора Б (вариант)	0,93		1,17		1,31		1,55	
НСР ₀₅ фактора АБ	1,31		1,65		1,85		2,19	

Инкрустация семян микроэлементами как в хелатной форме, так и в виде простых солей также оказывала дополнительное влияние на линейный рост растений проса крупносемянного сорта Дружба 2. В результате наибольшая высота растений (137,0 см) в фазе молочно-восковой спелости культуры была зафиксирована в варианте с применением хелатных форм меди и цинка на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$, при этом прирост к фону составил 7,4 см, а к контролю – 50,6 см.

Устойчивое влияние регулятора роста Эпин на линейный рост растений проса наблюдалось только на крупносемянном сорте Дружба 2, при этом его действие начинало прослеживаться только с фазы выхода в трубку с наибольшим приростом высоты (5,1 см) в период выметывания метелок. Так, в варианте, где регулятор роста Эпин применялся совместно с хелатными формами меди и цинка на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}$, высота растений в фазе молочно-восковой спелости составила 124,9 см, что превысило фоновый вариант на 3,1 см и контроль – на 38,5 см.

На сорте Галинка среди изучаемых доз минерального питания наибольшее накопление сухой биомассы на 100 растений наблюдалось в варианте $N_{90}P_{60}K_{90}$, где

ее количество превысило контроль без применения удобрений на 51,3 % и составило 718,3 г. Также следует отметить, что на данном сорте в варианте с дробным внесением вышеуказанной дозы азота (60+30 кг/га) накопление сухого вещества практически не отличалось (701,3 г) (таблица 2).

Инкрустация семян медью в хелатной форме, а также баковой смесью меди и цинка в хелатной форме и в виде простых солей на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ обеспечила наибольшее накопление сухого вещества (801,5–816,9 г), прирост которого по отношению к фону составил 10,4–12,1 % и по отношению к контролю – 56,3–57,2 %.

Влияние регулятора роста Эпин на накопление сухой биомассы растений мелкосемянного сорта Галинка прослеживалось только при использовании его в баковой смеси с хелатными формами меди и цинка, в результате чего содержание сухого вещества по отношению к фону без регулятора увеличилось на 4,3 %, а в целом по отношению к контролю – на 52,9 % и составило 743,3 г.

Анализируя накопление сухой биомассы растениями проса крупносемянного сорта Дружба 2, следует отметить, что наибольшее ее значение наблюдалось при применении доз минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{90}$,

Таблица 2 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста на динамику накопления сухого вещества растениями проса сортов Галинка и Дружба 2 (среднее за 2009–2011 гг.)

Вариант	Масса 100 сухих растений, г							
	кущение		выход в трубку		выметывание		молочно-восковая спелость	
	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2
1. Без удобрений (контроль)	34,1	29,8	170,7	159,7	260,3	250,1	349,9	388,7
2. $N_{14}P_{60}K_{90}$	40,2	31,8	225,3	185,9	339,8	280,2	478,5	474,9
3. $N_{45}P_{60}K_{90}$	41,3	36,2	261,8	219,9	431,1	381,7	582,5	641,0
4. $N_{60}P_{60}K_{90}$	42,1	36,8	270,6	227,6	479,5	426,6	643,3	690,1
5. $N_{90}P_{60}K_{90}$	43,2	38,4	284,8	261,3	529,8	501,0	718,3	776,2
6. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$	41,9	36,2	280,5	234,0	517,0	478,4	701,3	728,2
7. $N_{14}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	39,7	33,6	223,0	199,4	323,6	296,2	473,0	517,6
8. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	41,1	36,3	266,2	214,8	441,2	387,2	572,4	635,4
9. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + Cu (хелат.)	46,2	41,0	283,5	260,5	512,7	512,4	698,9	778,0
10. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Cu (хелат.)	48,7	42,4	299,0	278,3	575,6	522,5	811,8	811,2
11. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + Cu (хелат.)	47,7	41,7	292,1	257,1	548,0	497,5	757,4	771,0
12. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$	46,3	40,6	283,3	248,5	489,6	471,4	676,1	737,0
13. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$	48,0	42,2	297,3	278,4	567,6	524,7	779,8	800,0
14. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$	47,8	41,2	291,5	258,3	533,5	515,1	730,8	761,1
15. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.)	47,9	41,5	284,5	262,1	520,5	507,2	711,5	774,8
16. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.)	48,5	42,5	308,6	289,7	588,1	545,1	816,9	824,2
17. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.)	46,8	42,2	294,7	268,9	565,3	527,3	785,0	810,1
18. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	48,5	40,4	283,3	244,2	514,6	462,2	718,2	727,3
19. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	48,0	42,3	299,4	279,5	563,3	516,7	801,5	783,9
20. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	47,1	40,7	295,7	255,0	546,4	508,7	767,3	755,1
21. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.) + Эпин	47,9	44,3	287,8	266,3	531,0	522,1	743,3	775,5
22. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$ + Эпин	48,1	41,8	283,2	259,9	534,9	507,9	733,1	753,3
НСР ₀₅ фактора А (сорт)	0,38		1,38		2,81		4,20	
НСР ₀₅ фактора Б (вариант)	1,25		4,59		9,31		13,94	
НСР ₀₅ фактора АБ	1,77		6,49		13,17		19,71	

которое в фазе молочно-восковой спелости составило 776,2 г, что на 49,9 % превысило контрольный вариант опыта (таблица 2).

Инокуляция семян проса крупносемянного сорта Дружба 2 бактериальным препаратом Ризобактерин на фоне $N_{14}P_{60}K_{90}$ повышала содержание сухого вещества, которое на момент молочно-восковой спелости культуры превышало фон минерального питания на 8,3 %, контрольный вариант опыта – на 24,9 % и составляло 517,6 г.

Наибольшее накопление сухого вещества в опыте с вышеуказанным сортом было отмечено в вариантах, где применялась инкрустация семян микроэлементами. Так, на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ применение меди в хелатной форме и в виде простой соли одинаково обеспечило повышение содержания сухого вещества, которое в фазе молочно-восковой спелости выросло по отношению к фону на 3,0–4,3 %, по отношению к контролю – на 51,4–52,1 % и составило 800,0–811,2 г. Применение на вышеуказанном фоне минерального питания хелатных форм меди и цинка обеспечило содержание сухого вещества на уровне 824,2 г, что позволило повысить этот показатель по отношению к фону минерального питания на 5,8 %, а по отношению к варианту без применения удобрений – на 52,8 %.

Дополнительное введение в инкрустационный состав с медью и цинком регулятора роста Эпин на крупносемянном сорте проса Дружба 2 значительно оказывало влияние на накопление сухого вещества только в фазе выметывания культуры.

Среди изучаемых доз минеральных удобрений наибольшая продуктивность проса мелкосемянного сорта Галинка отмечалась при применении $N_{90}P_{60}K_{90}$, которая составила 38,8 ц/га зерна (прибавка к контролю – 15,9 ц/га).

Применение обработки семян хелатной формой меди на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ на данном сорте обеспечило повышение урожайности до уровня 44,0 ц/га, а прибавки от применения удобрений – 21,1 ц/га. Инкрустация семян медью в форме простой соли также увеличивала урожайность, однако по эффективности уступала хелатной форме (таблица 3).

Дополнительное введение в инкрустационный состав цинка как в хелатной форме, так и в виде соли оказывало влияние на повышение урожайности сорта Галинка только на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{90}$, при этом урожайность составляла 38,7–39,0 ц/га зерна (прибавка к контролю – 15,8–16,1 ц/га).

Совместное использование меди и цинка в хелатной форме с регулятором роста Эпин на фоне минерального

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

Вариант	Урожайность, ц/га		Прибавка к контролю, ц/га		Окупаемость 1 кг NPK кг зерна	
	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2	Галинка	Дружба 2
1. Без удобрений (контроль)	22,9	26,8	-	-	-	-
2. $N_{14}P_{60}K_{90}$	27,9	30,0	5,0	3,2	3,1	2,0
3. $N_{45}P_{60}K_{90}$	31,0	36,1	8,1	9,3	4,1	4,8
4. $N_{60}P_{60}K_{90}$	34,6	39,2	11,7	12,5	5,6	5,9
5. $N_{90}P_{60}K_{90}$	38,8	43,7	15,9	16,9	6,6	7,0
6. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$	37,4	41,5	14,5	14,7	6,1	6,1
7. $N_{14}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	28,3	32,1	5,4	5,3	3,3	3,2
8. $N_{45}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	30,8	36,0	8,0	9,2	4,1	4,7
9. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + Cu (хелат.)	37,7	44,3	14,9	17,5	7,1	8,3
10. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Cu (хелат.)	44,0	46,5	21,1	19,7	8,8	8,2
11. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + Cu (хелат.)	40,7	43,4	17,9	16,6	7,4	6,9
12. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$	36,4	42,3	13,5	15,5	6,4	7,4
13. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$	42,0	44,7	19,1	18,0	8,0	7,5
14. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$	39,2	43,8	16,3	17,0	6,8	7,1
15. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.)	38,7	44,3	15,8	17,6	7,5	8,4
16. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.)	43,7	46,9	20,9	20,1	8,7	8,4
17. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.)	42,3	45,9	19,4	19,2	8,1	8,0
18. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	39,0	41,3	16,1	14,5	7,7	6,9
19. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	43,1	44,2	20,2	17,4	8,4	7,2
20. $N_{60+30}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	40,5	43,0	17,7	16,2	7,4	6,8
21. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + Cu + Zn (хелат.) + Эпин	39,9	43,4	17,1	16,6	8,1	7,9
22. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + $CuSO_4 \times 5H_2O$ + $ZnSO_4 \times 7H_2O$ + Эпин	39,1	42,2	16,3	15,5	7,7	7,4
НСР ₀₅ фактора А (сорт)	0,28					
НСР ₀₅ фактора Б (вариант)	0,94				-	
НСР ₀₅ фактора АБ	1,34					

питания $N_{60}P_{60}K_{90}$ оказывало влияние на урожайность только сорта Галинка, которая составила 39,9 ц/га зерна, при этом была получена прибавка к контролю на уровне 17,1 ц/га.

У крупносемянного сорта проса Дружба 2 оптимальным уровнем минерального питания также оказался $N_{90}P_{60}K_{90}$, который обеспечил получение урожайности на уровне 43,7 ц/га (прибавка к контролю – 16,9 ц/га) при окупаемости 1 кг NPK 7 кг зерна (таблица 3).

Использование на данном сорте инкрустации семян хелатной формой меди позволило повысить урожайность до уровня 46,5 ц/га, при этом прибавка к контролю составила 19,7 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK – 8,2 кг зерна.

Инокуляция семян проса сорта Дружба 2 бактериальным препаратом Ризобактерин на фоне $N_{14}P_{60}K_{90}$ позволила повысить урожайность до 32,1 ц/га, при этом прибавка к фону была получена на уровне 2,1 ц/га, а к контрольному варианту опыта – 5,3 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK в данном варианте составила 3,2 кг.

Заключение

1. Оптимальным уровнем минерального питания в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-востока Беларуси для возделывания мелкосемянного сорта проса Галинка, а также крупносемянного Дружба 2 является $N_{90}P_{60}K_{90}$, применение которого обеспечит получение урожая зерна на уровне 38,8 и 43,7 ц/га соответственно. Прибавка к контролю от его применения у сорта Галинка составляет 15,9 ц/га, а у сорта Дружба 2 – 16,9 ц/га.

2. Инкрустация семян хелатной формой меди на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличивала урожайность сорта Галинка до уровня 44,0 ц/га зерна (+5,2 ц/га к фону и +21,1 ц/га к контролю) и сорта Дружба 2 – 46,5 ц/га (+2,8 ц/га к фону и +19,7 ц/га к контролю).

3. Наибольшее влияние на динамику линейного роста мелкосемянного сорта Галинка оказывали два уровня минерального питания: $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{90}$, а на

крупносемянном Дружба 2 более выраженный эффект отмечен только на фоне применения $N_{90}P_{60}K_{90}$. Дополнительное стимулирование ростовых процессов проса обоих сортов обеспечивалось при использовании на вышеуказанных фонах минерального питания инкрустации семян медью и цинком.

4. Наибольшее накопление сухой биомассы растений на сорте Галинка и на сорте Дружба 2 наблюдалось при применении уровня минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ и инкрустации семян хелатной формой меди. Применение данной системы удобрений обеспечивает повышение накопления сухого вещества по отношению к контролю в фазе молочно-восковой спелости на 56,9 % у сорта Галинка и на 52,1 % – у сорта Дружба 2.

Литература

1. Зими́на, М. В. Экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста в посевах подсолнечника / М. В. Зими́на, М. С. Брилёв // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 2 (129). – С. 25–27.
2. Бакай, В. П. Результаты изучения коллекции проса по основным элементам продуктивности растений / В. П. Бакай, В. Н. Куделко // Земледелие и селекция в Беларуси: сборник научных трудов. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – № 52. – С. 288–294.
3. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
4. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 392 с.
5. Сафроновская, Г. М. Урожайность и качество проса на кислой и деградированной торфяной почве в зависимости от доз и форм известковых мелиорантов / Г. М. Сафроновская, Г. В. Пироговская // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1 (52). – С. 292–295.
6. Якута, О. Н. Эффективность возделывания проса посевного с помощью Экосила / О. Н. Якута // Наше сельское хозяйство. – 2014. – № 7. – С. 71–73.
7. Коготько, Ю. В. Влияние макро-, микроудобрений, регулятора роста и бактериального препарата на урожайность и качество зерна проса / Ю. В. Коготько // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 2 (129). – С. 14–19.

УДК 631.8:633.11«321»

Содержание и вынос элементов питания урожая яровой пшеницы в зависимости от сорта, применяемых удобрений, регуляторов роста и биопрепарата

Е. И. Коготько, соискатель, И. Р. Вильдфлуш, доктор с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 29.07.2020 г.)

В статье приводятся данные трехлетних исследований по системе удобрения яровой пшеницы сортов Сабина и Тома. Отражены особенности накопления элементов питания, данные по их выносу и коэффициенты использования элементов в зависимости от сорта и применяемых удобрений. Показана высокая эффективность применения жидкого азотного удобрения КАС совместно с одно- и многокомпонентными микроудобрениями,

The article presents the data of three-year research on the fertilization system of spring wheat varieties Sabina and Tom. The features of the accumulation of nutrients, data on their removal and the utilization rates of elements, depending on the variety and applied fertilizers, are reflected. The high efficiency of the application of liquid nitrogen fertilizer UAN in conjunction with single and multicomponent micronutrient fertilizers, complex liquid fertilizers and growth regulators

комплексными жидкими удобрениями и регуляторами роста. Рассмотрены особенности питания растений при инокуляции семян биопрепаратом.

Введение

Показатели выноса элементов питания используются в агрономической практике для расчета доз минеральных удобрений, для расчета баланса элементов питания в почве и для оценки эффективности использования удобрений [1]. Содержание и вынос макроэлементов может изменяться в зависимости от биологических и сортовых особенностей культуры, погодных условий, плодородия почвы, доз удобрений, сроков и технологии уборки [2, 3, 4].

В настоящее время имеются усредненные справочные данные по содержанию в растениях макроэлементов, выносу их с урожаем возделываемых культур, но они не отражают почвенно-климатических особенностей, влияния доз удобрений, сортовых особенностей культуры.

Исходя из вышесказанного, целью наших исследований было установление зависимости содержания и выноса элементов питания урожаем яровой пшеницы от доз минеральных удобрений, составов баковой смеси при подкормках и сортовых особенностей.

Методика проведения исследований

Исследования проводили в 2009–2011 гг. на опытном поле учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая среднекультуренная: $I_{ок}$ – 0,68–0,73 ед., pH_{KCl} – 5,9–6,2, содержание гумуса – 1,41–1,58 %, содержание подвижного фосфора – 172–242 мг/кг, обеспеченность подвижным калием – 176–212 мг/кг.

В качестве объектов исследования выступали два среднеспелых краснозерных сорта яровой пшеницы – Сабина и Тома, которые характеризуются высокими показателями урожайности и качества зерна. Сорт Тома отнесен в группу ценных пшениц [5].

В опытах под предпосевную культивацию вносили карбамид стандартный и с гуматными добавками (46 % N), аммонизированный суперфосфат (8 % N, 30 % P_2O_5), хлористый калий (60 % K_2O). В фазе выхода в трубку (ВВСН 31–32) проводили подкормки баковыми смесями КАС (30 % N) с медным купоросом (200 г/га), жидкими удобрениями ЭлеГум Медь (1 л/га), Эколист Зерновые (3 л/га), Басфолиар 36 Экстра (5 л/га), Витамар (2 л/га), МикроСил Бор, Медь (1 л/га) и регуляторами роста Эпин (80 мл/га) и Фитовитал (0,6 л/га) [6, 7]. Для обработки семян применяли Ризобактерин, препарат на основе азотфиксирующих бактерий *Klebsiella planticola* (1,1 л/т).

Агротехника опыта – общепринятая, согласно отраслевому регламенту [8]. Полевой опыт закладывали в четырехкратной повторности согласно методике Б. А. Доспехова [9].

Определение агрохимических показателей почвы, содержания элементов питания в растительных образцах проводили в соответствии с рекомендациями РУП «Институт почвоведения и агрохимии» и ГОСТ [10].

Расчет выноса элементов питания и коэффициентов использования питательных веществ из удобрений (КИУ) проводили согласно рекомендациям [11].

Статистическая обработка результатов исследований проведена при помощи двухфакторного дисперсионного

анализа на ЭВМ (Microsoft Excel 97–2003). Рассчитывался средний по годам исследований показатель наименьшей существенной разности (HCP_{05}) [12].

Результаты исследований и их обсуждение

Содержание элементов питания в пшенице различалось по видам продукции (основная и побочная), фоновым минерального питания и сортам (таблица 1). Наибольшее содержание общего азота и фосфора наблюдалось в зерне, калия – в соломе.

В большей степени удобрения оказывали влияние на накопление общего азота в зерне и соломе. Так, содержание данного элемента в зерне яровой пшеницы сорта Сабина в среднем за 3 года исследований колебалось по вариантам от 1,90 до 2,47 %, в соломе – от 0,38 до 0,67 % и увеличивалось с повышением доз азотных удобрений на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$. Дробное внесение азота в варианте $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС повышало содержание общего азота в зерне и соломе на 0,11–0,12 % и 0,07–0,08 % соответственно по отношению к фону $N_{90}P_{60}K_{90}$.

Приготовление баковых смесей КАС с медным купоросом, микроудобрением с регулятором роста ЭлеГум Медь и комплексным жидким удобрением Эколист Зерновые на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС способствовало увеличению содержания общего азота в зерне, вероятно за счет оттока данного элемента из вегетативных органов, так как в данных вариантах наблюдалось снижение содержания общего азота в соломе. Применение регулятора роста Фитовитал на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС повышало содержание общего азота в зерне и соломе соответственно на 0,11 и 0,07 %.

Содержание общего азота в зерне при повышении доз азотных удобрений в варианте $N_{75}P_{70}K_{120} + N_{25}$ КАС + N_{20} было на уровне 2,44 %, что равнозначно применению жидких удобрений ЭлеГум Медь и Эколист Зерновые на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС. В данном варианте наблюдалось значительное увеличение содержания азота в соломе – до 0,67 %. Инокуляция семян бактериальным препаратом Ризобактерин незначительно повышала содержание общего азота в зерне: в среднем за два года исследований по отношению к фону $N_{30}P_{60}K_{90}$ – на 0,04 %.

Концентрация общего азота в урожае яровой пшеницы сорта Тома в среднем за 3 года исследований изменялась по вариантам опыта от 1,51 до 2,71 % в зерне и от 0,33 до 0,66 % в соломе. Сорт Тома был более требователен к условиям азотного питания, так как содержание общего азота в продукции увеличивалось с увеличением доз азотных удобрений и было низким на фоне естественного плодородия почвы (1,51 и 0,33 %). Максимальные показатели содержания общего азота в зерне были на фоне $N_{75}P_{70}K_{120} + N_{25}$ КАС + N_{20} – 2,71 %. Удобрения и регуляторы роста, применяемые в подкормку совместно с КАС на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС, повышали содержание общего азота в зерне по отношению к фону на 0,07–0,3 %. Содержание общего азота в соломе в данных вариантах было на уровне фона. Наибольшее влияние на повышение концентрации общего азота в зерне оказали медный купорос, Витамар, Фитовитал и МикроСил Бор, Медь (в среднем за 2 года исследований). Обработка семян Ризобактерином на

Таблица 1 – Влияние удобрений, регуляторов роста и биопрепарата на накопление элементов питания урожаем яровой пшеницы (среднее, 2009–2011 гг).

Вариант (фактор Б)	Содержание макроэлементов, % на сухое вещество					
	в зерне			в соломе		
	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{общ.}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Сорт Сабина (фактор А)						
1. Без удобрений (контроль)	1,91 (1,97*)	0,83 (0,84*)	0,48 (0,56*)	0,41 (0,44*)	0,19 (0,16*)	1,91 (2,45*)
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	1,97	0,85	0,47	0,38	0,19	1,92
3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	2,05*	0,97*	0,72*	0,46*	0,18*	3,02*
4. N ₆₅ P ₆₀ K ₉₀	2,21	0,88	0,47	0,48	0,23	2,78
5. N ₆₅ P ₆₀ K ₉₀ + N ₂₅ КАС – фон	2,36 (2,44*)	0,83 (0,76*)	0,48 (0,57*)	0,63 (0,65*)	0,24 (0,19*)	2,70 (3,36*)
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	2,25	0,85	0,46	0,55	0,24	2,76
7. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (мочевина с гуматами)	2,24	0,86	0,50	0,56	0,24	2,95
8. Фон + CuSO ₄ × 5H ₂ O	2,47	0,89	0,50	0,55	0,25	2,87
9. Фон + ЭлеГум Медь	2,43	0,88	0,50	0,57	0,24	2,51
10. Фон + Эколист Зерновые	2,42	0,81	0,56	0,54	0,25	2,68
11. Фон + Басфолиар 36 Экстра	2,31	0,85	0,60	0,51	0,24	2,59
12. Фон + Витамар	2,37	0,85	0,61	0,56	0,25	2,45
13. Фон + Эпин	2,35	0,91	0,61	0,57	0,24	2,52
14. Фон + Фитовитал	2,47	0,89	0,63	0,59	0,25	3,10
15. Фон + МикроСил Бор, Медь	2,43*	0,92*	0,77*	0,61*	0,22*	3,38*
16. N ₇₅ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₂₅ КАС + N ₂₀	2,44	0,83	0,60	0,67	0,28	2,76
17. N ₇₅ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₂₅ КАС + Эколист Зерновые + N ₂₀	2,46	0,92	0,62	0,59	0,25	2,80
18. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	1,90	0,94	0,58	0,38	0,22	1,79
19. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	2,09*	0,82*	0,67*	0,49*	0,17*	3,28*
Сорт Тома (фактор А)						
1. Без удобрений (контроль)	1,52 (1,68*)	0,99 (1,04*)	0,60 (0,71*)	0,33 (0,36*)	0,16 (0,14*)	1,41 (1,89*)
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	1,73	0,94	0,61	0,37	0,20	2,16
3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	2,24*	1,04*	0,69*	0,48*	0,22*	3,69*
4. N ₆₅ P ₆₀ K ₉₀	2,21	0,93	0,62	0,47	0,22	2,66
5. N ₆₅ P ₆₀ K ₉₀ + N ₂₅ КАС – фон	2,32 (2,37*)	1,01 (1,02*)	0,65 (0,70*)	0,59 (0,71*)	0,25 (0,23*)	2,50 (3,31*)
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	2,35	0,93	0,64	0,44	0,19	2,46
7. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (мочевина с гуматами)	2,30	0,91	0,60	0,44	0,19	2,45
8. Фон + CuSO ₄ × 5H ₂ O	2,52	0,97	0,61	0,58	0,22	2,98
9. Фон + ЭлеГум Медь	2,43	1,00	0,61	0,52	0,21	2,54
10. Фон + Эколист Зерновые	2,42	0,94	0,62	0,49	0,19	2,54
11. Фон + Басфолиар 36 Экстра	2,44	0,95	0,63	0,59	0,21	2,78
12. Фон + Витамар	2,48	0,98	0,61	0,52	0,23	2,63
13. Фон + Эпин	2,42	1,00	0,63	0,55	0,21	2,51
14. Фон + Фитовитал	2,65	0,96	0,63	0,66	0,25	3,04
15. Фон + МикроСил Бор, Медь	2,49*	1,02*	0,68*	0,59*	0,25*	3,52*
16. N ₇₅ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₂₅ КАС + N ₂₀	2,71	1,00	0,63	0,57	0,23	2,76
17. N ₇₅ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₂₅ КАС + Эколист Зерновые + N ₂₀	2,68	0,97	0,59	0,66	0,23	3,00
18. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	1,80	0,94	0,57	0,39	0,24	2,22
19. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	2,06*	0,93*	0,64*	0,46*	0,16*	2,85*
НСР _{0,05} (А)	0,01 (0,005*)	0,01 (0,01*)	0,01 (0,01*)	0,02 (0,02*)	0,01 (0,01*)	0,08 (0,08*)
НСР _{0,05} (Б)	0,02 (0,02*)	0,03 (0,04*)	0,05 (0,02*)	0,07 (0,06*)	0,03 (0,02*)	0,25 (0,26*)
НСР _{0,05} (АБ)	0,03 (0,03*)	0,04 (0,06*)	0,07 (0,03*)	0,10 (0,09*)	0,04 (0,03*)	0,35 (0,36*)

Примечание – *Среднее за 2010–2011 гг.

фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ повышала содержание общего азота в зерне на 0,07 %.

Содержание фосфора в зерне и соломе яровой пшеницы сорта Сабина в среднем за 3 года исследований изменялось по вариантам от 0,83 до 0,94 % и от 0,19 до 0,28 % соответственно. Применение микроудобрений (медный купорос и ЭлеГум Медь) и регуляторов роста (Эпин и Фитовитал) на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС повышало концентрацию фосфора в зерне на 0,05–0,08 % по отношению к фону. Наибольшее содержание фосфора в зерне (0,94 %) было в варианте с обработкой семян Ризобактерином на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$. Содержание фосфора в соломе изменялось незначительно по вариантам, превышая лишь фон естественного плодородия почвы.

Содержание фосфора в зерне яровой пшеницы сорта Тома в среднем за 3 года исследований составило от 0,91 до 1,01 %. Влияние удобрений на содержание фосфора в зерне было незначительным.

Концентрация калия в урожае яровой пшеницы сорта Сабина в среднем за 3 года исследований изменялась по вариантам опыта от 0,48 до 0,61 % в зерне и от 1,91 до 3,01 % – в соломе. Отмечено повышение концентрации калия в зерне в варианте с применением комплексных удобрений Эколист Зерновые и Басфолиар 36 Экстра, комплексного удобрения с регулятором роста Витамар, регуляторов роста Эпин и Фитовитал на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС. Инокуляция семян Ризобактерином также повышала концентрацию калия в зерне. Содержание калия в соломе повышалось при применении удобрений. Более высокая концентрация калия отмечена в вариантах $N_{90}P_{60}K_{90}$ (мочевина с гуматами) и при применении регулятора роста Фитовитал на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС – 2,95 и 3,10 % соответственно (таблица 1).

В среднем за 3 года исследований содержание калия в зерне яровой пшеницы сорта Тома изменялось незначительно по вариантам опыта – от 0,60 до 0,65 %. В соломе концентрация данного элемента колебалась от 1,41 до 3,04 % и повышалась в вариантах с внесением удобрений. Внесение баковой смеси КАС с медным купоросом, комплексным жидким удобрением Басфолиар 36 Экстра и регулятором роста Фитовитал способствовало увеличению концентрации калия в соломе на 0,48; 0,28 и 0,54 % соответственно по отношению к фону $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС.

На основании данных по содержанию макроэлементов в урожае основной и побочной продукции яровой пшеницы были рассчитаны показатели выноса питательных элементов (таблица 2).

Различают общий (хозяйственный) вынос – это отчуждаемые с поля урожаем основной и побочной продукции питательные вещества – и нормативный (удельный) вынос – это отчуждаемые с поля основной продукцией питательные вещества. Показатели выноса определяют потребность культуры в элементах питания, особенно удельный вынос, так как он отличается заметным постоянством для конкретной культуры и используется в справочных изданиях для расчета доз удобрений [4, 11].

Показатели выноса зависели от содержания питательных элементов и урожайности. Урожайность зерна яровой пшеницы сорта Сабина в среднем за 3 года исследований колебалась по вариантам опыта от 29,4 до 54,0 ц/га и превосходила сорт Тома, где урожайность по вариантам составила 27,4–49,0 ц/га. Однако последний оказался более отзывчивым на применение

повышенных доз минеральных удобрений. Также сорт Тома был более отзывчивым на применение подкормок совместно с КАС одно- и многокомпонентными микроудобрениями и комплексными удобрениями. Так, прибавка урожая зерна в данных вариантах по отношению к фону $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС составила 2,5–3,4 и 1,5–3,0 ц/га соответственно по сортам Тома и Сабина. Оба сорта были отзывчивы на применение совместно с КАС регулятора роста Фитовитал, где в среднем за 3 года исследований были получены наибольшие прибавки урожая зерна по отношению к фону $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС – 5,8 и 6,0 ц/га соответственно по сортам Тома и Сабина. Зависимость урожая зерна от применяемых удобрений и препаратов на изучаемых сортах подробно описана в предыдущих работах [13, 14].

В среднем за 3 года исследований хозяйственный вынос элементов питания яровой пшеницей сорта Сабина возрастал при повышении доз удобрений и изменялся по азоту с 58,0 до 137 кг/га, по фосфору – с 25,4 до 50,8 кг/га, по калию – с 61,2 до 153,1 кг/га (таблица 2). С 1 т основной и побочной продукции выносилось 20,0–26,2 кг азота, 8,8–9,8 кг фосфора и 20,6–29,8 кг калия. Применение подкормки КАС в варианте $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС повышало общий и удельный вынос азота по сравнению с однократным применением N_{90} . Добавление к КАС медного купороса, ЭлеГума Медь, Эколиста Зерновые повышало общий вынос элементов питания.

Применение регулятора роста Фитовитал на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС повышало общий и удельный вынос элементов питания по сравнению с фоном. На основании общего выноса были рассчитаны коэффициенты использования питательных элементов из удобрений. Коэффициенты использования из удобрений азота колебались по вариантам опыта от 48,4 до 87,8 %, фосфора – от 5,9 до 42,3 %, калия – от 9,0 до 102,2 %.

Хозяйственный вынос элементов питания в среднем за 3 года исследований урожаем пшеницы сорта Тома составил: азота – 44,0–135,0 кг/га, фосфора – 27,1–49,0 кг/га, калия – 49,6–141,8 кг/га. С 1 т основной и побочной продукции выносилось 16,0–28,2 кг азота, 9,6–10,4 кг фосфора, 17,6–28,7 кг калия. Следует отметить, что удельный вынос фосфора, как и на сорте Сабина, отличался постоянством и практически не изменялся по вариантам опыта. Подкормка КАС с медным купоросом, Басфолиаром 36 Экстра, Витамаром и Фитовиталом повышала удельный вынос азота и калия по сравнению с фоном.

Коэффициенты использования из удобрений азота у сорта Тома составили 65,6–99,4 %, фосфора – 6,5–35,0 %, калия – 33,3–102,4 %.

Сорт Сабина по сравнению с сортом Тома отличался большим удельным выносом азота и калия на естественном фоне плодородия почвы. Удельный вынос фосфора по сортам изменялся в незначительных пределах. Сорт Тома отличался высокими коэффициентами использования из удобрений азота и калия.

Заключение

Применение совместно с КАС жидкого микроудобрения ЭлеГум, комплексного жидкого удобрения Эколист Зерновые и регулятора роста Фитовитал на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25}$ КАС обеспечивало получение урожайности зерна яровой пшеницы сорта Сабина 50,5–54,0 ц/га при общем выносе азота – 126,2–137,1 кг/га, фосфора –

Таблица 2 – Влияние удобрений, регуляторов роста и биопрепарата на урожайность зерна и вынос основных макроэлементов урожаем яровой пшеницы (среднее, 2009–2011 гг).

Вариант	Урожайность, ц/га зерна	Общий (хозяйственный) вынос, кг/га			Нормативный (удельный) вынос, кг/т			КИУ, %		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Сорт Сабина										
1. Без удобрений (контроль)	29,4 (28,3*)	58,0 (58,4*)	25,4 (24,1*)	61,2 (76,5*)	20,0 (20,8*)	8,8 (8,7*)	20,6 (26,0*)	–	–	–
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	32,9	65,8	29,0	69,3	20,2	9,0	20,6	48,4	5,9	9,0
3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	38,0*	80,4*	36,7*	115,8*	21,3*	9,7*	30,2*	73,5*	14,0*	29,2*
4. N ₆₅ P ₆₀ K ₉₀	44,7	100,9	41,1	111,5	22,8	9,3	25,9	66,0	26,0	55,9
5. N ₆₅ P ₆₀ K ₉₀ + N ₂₅ КАС – фон	48,0 (43,5*)	120,1 (113,7*)	43,2 (34,3*)	118,9 (140,9*)	25,2 (26,1*)	9,0 (8,1*)	25,2 (31,3*)	69,0 (61,4*)	29,6 (16,9*)	64,2 (71,6*)
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	46,4	108,7	42,2	114,3	23,7	9,2	25,7	56,3	27,9	59,1
7. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (мочевина с гуматами)	47,2	110,4	43,3	128,0	23,7	9,3	27,4	58,2	29,7	74,2
8. Фон + CuSO ₄ × 5H ₂ O	48,4	121,0	45,7	123,9	25,6	9,5	26,8	69,9	33,8	69,7
9. Фон + ЭлеГум Медь	50,9	126,2	47,5	115,9	25,4	9,4	24,0	75,7	36,7	60,8
10. Фон + Эколист Зерновые	50,5	126,2	44,1	124,7	25,1	8,9	25,9	75,8	31,2	70,6
11. Фон + Басфолиар 36 Экстра	49,5	117,3	45,1	119,4	23,8	9,2	25,5	65,8	32,8	64,6
12. Фон + Витамар	49,1	120,8	45,3	114,8	24,7	9,2	24,6	69,7	33,1	59,6
13. Фон + Эпин	49,4	119,1	47,0	117,6	24,7	9,7	25,0	67,9	35,9	62,7
14. Фон + Фитовитал	54,0	137,1	50,8	153,1	25,8	9,6	29,8	87,8	42,3	102,2
15. Фон + МикроСил Бор, Медь	43,1*	110,2*	40,1*	146,4*	25,7*	9,7*	33,4*	57,6*	17,8*	51,8*
16. N ₇₅ P ₇₀ K ₁₂₀ +N ₂₅ КАС+N ₂₀	48,2	124,4	44,3	127,0	26,2	9,3	27,0	55,3	26,9	54,8
17. N ₇₅ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₂₅ КАС + Эколист Зерновые + N ₂₀	49,2	124,4	47,5	127,3	25,7	9,8	27,3	55,3	31,4	55,1
18. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ +Ризобактерин	36,1	69,3	35,1	71,4	19,4	9,8	19,3	–	16,1	11,3
19. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	37,8*	82,1*	31,5*	121,4*	21,8*	8,4*	31,8*	–	8,2*	33,3*
Сорт Тома										
1. Без удобрений (контроль)	27,4 (28,1*)	44,0 (49,4*)	27,1 (28,2*)	49,6 (64,6*)	16,0 (17,6*)	9,6 (9,7*)	17,6 (22,6*)	–	–	–
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	31,7	57,8	31,0	79,6	18,2	9,6	24,3	86,3	6,5	33,3
3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	36,8*	85,2*	37,7*	136,5*	23,2*	10,1*	36,3*	119,4*	16,0*	79,9*
4. N ₆₅ P ₆₀ K ₉₀	42,2	95,2	41,0	112,0	22,8	9,5	27,1	78,8	23,2	69,4
5. N ₆₅ P ₆₀ K ₉₀ + N ₂₅ КАС – фон	43,2 (40,7*)	103,1 (102,1*)	44,9 (41,4*)	107,1 (133,8*)	24,9 (26,5*)	10,4 (10,3*)	26,2 (33,8*)	65,6 (58,6*)	29,6 (22,1*)	63,9 (76,8*)
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	45,1	105,2	41,2	112,6	23,8	9,2	25,6	68,0	23,5	70,0
7. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ (мочевина с гуматами)	45,5	103,6	42,2	109,9	23,4	9,1	25,2	66,2	25,1	66,9
8. Фон + CuSO ₄ × 5H ₂ O	45,7	116,8	44,6	129,5	26,5	9,7	29,5	80,9	29,1	88,7
9. Фон + ЭлеГум Медь	46,8	113,8	46,6	114,9	25,2	10,1	26,0	77,6	32,5	72,5
10. Фон + Эколист Зерновые	46,1	110,6	42,6	115,0	24,8	9,3	26,3	74,0	25,9	72,6
11. Фон + Басфолиар 36 Экстра	46,6	115,6	45,2	123,4	25,6	9,9	27,2	79,5	30,2	82,0
12. Фон + Витамар	43,1	105,2	43,0	109,6	25,7	9,9	27,0	68,0	26,5	66,7
13. Фон + Эпин	46,3	113,3	46,7	115,2	25,3	10,0	25,8	77,0	32,8	72,8
14. Фон + Фитовитал	49,0	133,4	48,1	141,8	28,0	10,1	29,4	99,4	35,0	102,4
15. Фон + МикроСил Бор, Медь	40,3*	102,1*	42,5*	141,2*	26,3*	10,6*	35,2*	58,6*	23,9*	85,1*
16. N ₇₅ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₂₅ КАС + N ₂₀	48,6	132,2	49,0	130,6	28,1	10,1	28,1	73,5	31,4	73,3
17. N ₇₅ P ₇₀ K ₁₂₀ + N ₂₅ КАС + Эколист Зерновые + N ₂₀	49,0	135,0	48,8	135,7	28,2	10,0	28,7	75,8	31,0	76,9
18. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	35,4 (35,8*)	65,5	35,0	80,7	18,6	10,1	22,6	–	13,2	34,6
19. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	35,7*	75,1*	32,5*	99,9*	21,4*	9,3*	28,3*	–	7,3*	39,2*
НСП _{0,05} (А)	0,3									
НСП _{0,05} (Б)	0,9									
НСП _{0,05} (АБ)	1,3									

44,1–50,8 кг/га, калия – 115,9–153,1 кг/га и удельном выносе – 25,1–25,8 кг/т азота, 8,9–9,6 кг/т фосфора, 24,0–29,8 кг/т калия. Коэффициенты использования элементов питания из удобрений составили по азоту – 75,7–87,8 %, по фосфору – 31,2–42,3 %, по калию – 60,8–102,2 %.

Наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы сорта Тома в 48,6–49,0 ц/га получена в вариантах с повышенным фоном минеральных удобрений ($N_{75}P_{70}K_{120} + N_{25} KAC + N_{20}$) и при применении регулятора роста Фитовитал совместно с КАС на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25} KAC$. Общий вынос азота в данных вариантах составил 132,2–135,0 кг/га, фосфора – 48,1–49,0 кг/га, калия – 130,6–141,8 кг/га и удельный вынос в данных вариантах составил – 28,0–28,2 кг/т азота, 10,0–10,1 кг/т фосфора, 28,1–29,4 калия. Коэффициенты использования элементов питания из удобрений составили по азоту – 73,5–99,4 %, по фосфору – 31,0–35,0 %, по калию – 73,3–102,3 %.

Наибольшие показатели выноса питательных веществ и коэффициенты их использования из удобрений на двух сортах яровой пшеницы были при совместном применении регулятора роста Фитовитал с КАС на фоне $N_{65}P_{60}K_{90} + N_{25} KAC$.

Литература

1. Система применения удобрений. Дипломное и курсовое проектирование: метод. указания / С. Ф. Шекунова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2009. – 150 с.
2. Макаров, В. И. Особенности расчета нормативов выноса элементов питания зерновыми культурами / В. И. Макаров // Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та. – 2014. – № 5. – С. 9–13.
3. Коэффициенты пересчета зерна и семян в побочную продукцию и содержание основных элементов питания в побочной продукции сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Е. Н. Богатырева [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2. – С. 78–89.
4. Микулич, В. А. Состав и вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы при различной обеспеченности фосфором дерново-подзолистой супесчаной почвы / В. А. Микулич // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 1. – С. 135–145.
5. Агротипирование сортов яровой пшеницы [Электронный ресурс]. – 2011. Режим доступа: <http://elithoz.by/production>. Дата доступа: 26.10.2011.
6. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
7. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 688 с.
8. Возделывание яровой пшеницы. Типовые технологические процессы: отраслевые регламенты. // Орг.-тех. нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Гос. науч. учреждение «Ин-т аграрной экономики, НАН Беларуси. – Минск. – 2005. – С. 46–65.
9. Дослехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Дослехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
10. Агрохимия. Практикум: учеб. пособие для студентов высших учеб. заведений по агрономическим специальностям / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. проф. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.
11. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск: Беларус. навука, 2007. – 390 с.
12. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматфактарага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Вес. Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 60–64.
13. Вильдфлуш, И. Р. Сортотвоя отзывчивость яровой пшеницы на условия минерального питания / И. Р. Вильдфлуш, Е. И. Коготко // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 1. – С. 82–89.
14. Коготко, Е. И. Влияние комплексных препаратов Витамар и ЭлеГум медь, микроудобрений в хелатной форме Басффолиар и Эколист на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Е. И. Коготко // Вестник БГСХА. – 2013. – № 2. – С. 93–98.

УДК 631.8:633.367.2

Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество семян люпина узколистного

М. Л. Радкевич, старший преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 10.07.2020 г.)

В статье приведены результаты полевых исследований с люпином узколистным сортов Першазвет и Ян по изучению влияния макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество семян. Установлено, что для люпина узколистного оптимальным вариантом является применение различных форм Co, Cu и Mn на фоне $N_{30}P_{30}K_{90} + \text{Фитостимифос} + \text{Сапронит} + \text{Эпин}$, так как выход переваримого протеина составляет более 7 ц/га, обеспеченность 1 к. ед. переваримого протеином – более 220 г. При этом белок имеет высокую биологическую ценность, и зерно соответствует по содержанию критических и незаменимых аминокислот стандартам ФАО / ВОЗ.

The article presents the results of field studies with narrow-leaved lupine varieties Pershatzvet and Yan to study the effect of macro-, micronutrient fertilizers, plant growth regulators and bacterial fertilizers on the yield and quality of seeds. It was found that for narrow lupine, the best option is to use different forms of Co, Cu and Mn against the background of $N_{30}P_{30}K_{90} + \text{Phytostimophos} + \text{Sapronite} + \text{Epin}$, since the yield of digestible protein is more than 7 c/ha, the security is 1 unit digestible protein – more than 220 g. Moreover, the protein has a high biological value and the grain meets the FAO / WHO standards in the content of critical and essential amino acids.

Введение

В настоящее время в кормопроизводстве остается не решенной проблема недостатка белка в рационах животных. Комплексное решение этого вопроса возможно за счет увеличения доли зернобобовых культур при производстве концентрированных кормов, а также за счет обогащения рационов аминокислотами [1]. К ценным кормовым однолетним бобовым культурам относится люпин узколистный.

Управлять процессами питания растений и получать необходимый эффект в формировании качественной продукции можно лишь при научно обоснованном применении удобрений с учетом биологических и физиологических особенностей сельскохозяйственных культур, почвенных условий, степени кислотности и запасов макро- и микроэлементов в почвах, а также факторов внешней среды [2]. В этой связи совершенствование и оценка системы питания люпина узколистного и стала целью исследований.

Объекты, условия и методика проведения исследований

Исследования с люпином узколистным сортов зернового направления Першацвет и Ян проводили в 2011–2013 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на среднекультуренной (ИО = 0,71) дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. По годам исследований почва

характеризовалась низким и средним содержанием гумуса (1,48–1,69 %), повышенным и средним – подвижных форм фосфора и калия (238–242 мг/кг, 176–187 мг/кг соответственно), низким и средним содержанием меди и цинка (1,35–2,82 мг/кг; 1,87–3,26 мг/кг соответственно), низким содержанием кобальта (0,55–0,6 мг/кг) и обменного марганца (1,5 мг/кг). Реакция почвы была близкой к нейтральной (pH_{KCl} 6,13–6,2).

Схемой опыта предусматривалась оценка эффективности применения минеральных удобрений, жидкого комплексного удобрения для некорневой подкормки, совместного применения бактериальных удобрений, регуляторов роста растений и микроэлементов различных форм в предпосевной обработке семян люпина узколистного и их влияния на урожай зерна и его качество [3]. Агротехника возделывания люпина узколистного (обработка почвы, нормы высева семян, сроки и способы сева) – рекомендуемая современными технологическими регламентами [4]. Опыты были заложены в четырехкратной повторности. Расположение делянок рендомизированное, форма – прямоугольная. Общая площадь делянки составила 30 м², учетная – 25 м².

Урожайность учитывали сплошным поделаячным способом. Статистическая обработка результатов исследований проведена по Б. А. Доспехову с использованием соответствующих программ дисперсионного анализа. Содержание сырого протеина рассчитано по азоту, содержание аминокислот определено на жидкостном хроматографе Agilent 1100, содержание

Таблица 1 – Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество зерна люпина узколистного сорта Першацвет (2011–2013 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, ц/га	Выход переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином, г	Содержание, мг/кг	
						меди	цинка
1. Контроль (без удобрений)	17,2	28,2	4,9	4,1	205,0	2,77	16,28
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	19,5	28,6	5,6	4,7	208,0	2,94	16,97
3. N ₃₀ K ₉₀	20,6	28,8	5,9	5,0	209,2	3,13	17,76
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит	20,8	29,3	6,1	5,2	215,8	3,24	17,85
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин (фон)	22,9	29,5	6,8	5,7	215,1	3,80	19,14
6. Фон + ЖКУ	26,6	30,0	8,0	6,8	220,1	4,48	21,50
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин К	24,1	29,5	7,1	6,0	215,1	4,17	19,01
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин Н	24,2	29,7	7,2	6,1	217,1	4,49	20,06
9. Фон + CuSO ₄ ×5H ₂ O	31,4	30,4	9,6	8,1	221,9	5,49	21,47
10. Фон + Cu (хелат)	27,9	31,4	8,8	7,4	229,1	6,05	22,11
11. Фон + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	24,2	31,0	7,5	6,4	227,8	4,55	23,23
12. Фон + Zn (хелат)	27,2	30,8	8,4	7,1	225,4	4,88	26,09
13. Фон + Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	25,8	31,4	8,1	6,9	230,8	5,09	25,97
14. Фон + Co (хелат)	31,6	32,3	10,3	8,7	237,1	5,25	24,06
15. Фон + MnSO ₄ ×5H ₂ O	28,6	31,2	9,0	7,6	228,9	5,00	22,78
НСР ₀₅	1,5–1,6	0,72					

меди, цинка – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30.

Результаты исследований и их обсуждение

Применение минеральных удобрений, регуляторов роста растений, бактериальных удобрений и микроэлементов должно быть направлено на повышение урожайности культуры. Как показали исследования, урожайность люпина узколистного сорта Першацвет в среднем за 2011–2013 гг. изменялась в пределах 17,2–31,6 ц/га зерна (таблица 1). Применение азотно-фосфорно-калийных и азотно-калийных удобрений позволило получить урожайность в среднем за три года 19,5 и 20,6 ц/га соответственно. Применение микроэлементов увеличило урожай семян люпина на 5,6–38 %. Максимальная прибавка урожая от применения микроэлементов (37–38 %) отмечена в вариантах с применением сульфата меди и хелата кобальта, урожайность в этих вариантах составила 31,4 и 31,6 ц/га соответственно.

Совместное применение на сорте Ян (таблица 2) бактериальных удобрений Фитостимифос, Сапронит и регулятора роста растений Эпин увеличивало урожайность семян относительно варианта без удобрений на 4,6 ц/га (24,7 %). Некорневая подкормка в фазе бутонизации жидким комплексным удобрением для бобовых повышала урожайность на 4,1 ц/га относительно фонового варианта. Максимальный эффект от инкрустации семян микроэлементами наблюдали в вариантах с примени-

ем $MnSO_4 \times 5H_2O$ и Со (хелат), урожайность составила 28,0 и 29,4 ц/га соответственно.

Уникальность люпина заключается в возможности его разностороннего использования (в т. ч. кормового), что обуславливается высоким содержанием белка, богатым аминокислотным составом и превосходным соотношением аминокислот [5]. Изучаемые в опыте агроприемы оказали влияние не только на урожайность, но и на качество зерна. Среднее содержание сырого протеина по вариантам опыта на сорте Першацвет составило 30,1 %, на сорте Ян – 30,6 %. Инкрустация семян микроэлементами способствовала возрастанию содержания сырого белка у люпина сорта Першацвет на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин на 0,9–2,8 % и его сбора с гектара – на 0,7–3,5 ц/га. В вариантах с применением микроэлементов был и самым большим выход переваримого протеина, который составил 6,4–8,7 ц/га. Сбор сырого белка в варианте с обработкой посевов в фазе бутонизации ЖКУ для бобовых на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин составил 8,0 ц/га.

Обобщающим показателем оценки возделывания кормовых культур является обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином. Величина данного показателя на сорте Першацвет по вариантам опыта находилась в пределах 205–237,1 г и была наибольшей в варианте с применением кобальта в хелатной форме: $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Со (хелат). Необходимо отметить, что включение в пред-

Таблица 2 – Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество зерна люпина узколистного сорта Ян (2011–2013 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, ц/га	Выход переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином, г	Содержание, мг/кг	
						меди	цинка
1. Контроль (без удобрений)	18,6	28,6	5,3	4,5	208,3	2,88	16,90
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	20,9	28,9	6,1	5,1	209,9	3,40	18,56
3. $N_{30}K_{90}$	21,0	29,3	6,2	5,2	213,1	3,45	19,58
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит	22,0	29,4	6,5	5,5	215,7	3,61	20,21
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин (фон)	23,2	30,1	7,0	5,9	218,5	3,82	20,92
6. Фон + ЖКУ	27,3	31,1	8,5	7,2	227,8	5,05	21,83
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин К	23,3	30,2	7,1	6,0	221,4	4,24	22,38
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин Н	23,7	30,3	7,2	6,1	221,8	4,68	22,64
9. Фон + $CuSO_4 \times 5H_2O$	27,3	31,3	8,5	7,3	230,3	6,78	23,80
10. Фон + Cu (хелат)	26,6	31,3	8,3	7,1	229,8	7,54	24,58
11. Фон + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	25,7	31,0	8,0	6,8	228,2	5,16	28,57
12. Фон + Zn (хелат)	26,5	31,0	8,2	7,0	228,0	5,92	30,15
13. Фон + $Na_3[Co(NO_2)_6]$	26,1	31,6	8,3	7,0	231,0	4,94	25,51
14. Фон + Со (хелат)	29,4	31,9	9,4	8,0	234,6	4,84	26,22
15. Фон + $MnSO_4 \times 5H_2O$	28,0	32,4	9,1	7,7	236,9	5,00	26,43
НСР ₀₅	1,5–1,7	0,56					

посевную обработку семян микроэлементов увеличивало обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином на 6,8–22 г (3,2–10,2 %).

На сорте Ян применение на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин сульфата марганца увеличивало обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином относительно фона на 18,4 г, а включение кобальта в минеральной и хелатной формах на этом же фоне – на 12,5 и 16,1 г соответственно. Достаточно высокая обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином (230,3 г) была и при применении сульфата меди на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин.

В настоящее время актуальным представляется изучение содержания меди и цинка в зерне в зависимости от условий питания, так как эти микроэлементы являются одними из дефицитных элементов питания в условиях Беларуси.

Под влиянием инокуляции семян бактериальными удобрениями, регулятором роста и микроэлементами на фоне минерального питания $N_{30}P_{30}K_{90}$ прослеживается тенденция более интенсивного накопления меди и цинка в зерне люпина – до 3,80–6,05 и 19,14–26,09 мг/кг соответственно. Более сильное влияние на содержание меди в урожае люпина узколистного оказали различные формы меди, а цинка – цинковые. Так, в вариантах $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + $CuSO_4 \times 5H_2O$ и $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Cu (хелат) содержание меди составило 5,49 и 6,05 мг/кг соответственно и было наибольшим по опыту.

Микроэлементы оказали положительное влияние на содержание меди и цинка и в семенах люпина узколистного сорта Ян. Включение в предпосевную обработку семян $CuSO_4 \times 5H_2O$, Cu (хелат), $ZnSO_4 \times 7H_2O$, Zn (хелат), $Na_3[Co(NO_2)_6]$, Co (хелат), $MnSO_4 \times 5H_2O$ способствовало повышению содержания меди в зерне на 2,96; 3,72; 1,34; 2,10; 1,12; 1,02; 1,18 мг/кг соответственно относительно фонового варианта. На фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин внесение $ZnSO_4 \times 7H_2O$ позволило повысить содержание цинка в зерне на 37 %, включение в инкрустационный состав хелатной формы цинка обеспечило достоверное повышение содержания цинка на 44 %.

Для расчета биологической ценности белка был определен аминокислотный состав в зерне люпина узколистного, также проведен сравнительный анализ всех расчетных методов. Для этого в качестве основных были взяты методы «химического числа» и «аминокислотного скоря», которые позволяют сравнить качество белка с существующими мировыми стандартами [6].

Полноценность белкового корма определяется качеством белка, т. е. его аминокислотным составом. При улучшении условий питания можно получать зерно, сбалансированное по аминокислотному составу. Содержание аминокислот в зерне сорта Першацвет отличалось в зависимости от применения удобрений. Содержание критических аминокислот в фоновом варианте составило 22,17 г/кг, незаменимых – 70,53 г/кг, а по вариантам опыта колебалось в пределах 17,84–27,31 г/кг и 52,25–83,63 г/кг соответственно.

Некорневая подкормка в фазе бутонизации ЖКУ для бобовых способствовала повышению содержания незаменимых и критических аминокислот в зерне до 74,4

и 24,46 мг/кг соответственно, при содержании лизина 13,01 мг/кг, треонина – 8,34 мг/кг, метионина – 2,37 мг/кг.

В вариантах, где применялись хелатные формы микроэлементов Cu, Zn, Co, содержание критических аминокислот было на 0,48 г/кг, 1,2 и 0,56 г/кг выше, чем в вариантах, где применяли неорганические соли. Эффективным агрохимическим приемом, положительно влияющим на аминокислотный состав зерна, оказалась обработка семян перед севом сульфатом марганца – содержание критических (26,83 мг/кг) и незаменимых (77,99 мг/кг) аминокислот было выше на 4,66 и 7,46 г/кг относительно фонового варианта.

Следует отметить, что максимальное содержание в зерне критических (лизин – 15,71 мг/кг; треонин – 9,09 мг/кг; метионин – 2,51 мг/кг) и незаменимых аминокислот в наших исследованиях получено при сбалансированном минеральном питании в варианте $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Co (хелат) – 27,31 и 83,63 г/кг зерна.

По содержанию аминокислоты в белке распределились следующим образом: лейцин > лизин > изолейцин > валин > фенилаланин > треонин > метионин. Как показал анализ, белок люпина богат лейцином, лизином, изолейцином, валином, треонином. Лимитирующей аминокислотой в зерне люпина сорта Першацвет является метионин – его содержание составило 25–32,5 % от рекомендованной нормы ФАО / ВОЗ. В соответствии со шкалой ФАО / ВОЗ содержание лизина в зерне на 62,0–90,2 % было приближено к показателям.

Содержание треонина в целом соответствовало рекомендованным нормам ФАО / ВОЗ – 57,8–77,3 %. По содержанию критических аминокислот зерно люпина на 48,3–64,7 % соответствовало стандартам ФАО / ВОЗ и на 37,1–49,8 % в сравнении с белком куриного яйца. По содержанию незаменимых аминокислот полученное в исследованиях зерно соответствовало стандартам ФАО / ВОЗ на 56,2–78,5 % и на 44–61,4 % было приближено к белку куриного яйца [7].

Результаты исследований показали, что в белке люпина узколистного сорта Ян высокое содержание лейцина (17,78–24,58 г/кг), лизина (9,39–17,01 г/кг), изолейцина (8,98–13,14 г/кг) и невысокое содержание метионина (1,97–2,96 г/кг). Сумма критических аминокислот составила 19,75–30,34 г/кг, незаменимых – 63,17–91,51 г/кг по вариантам опыта.

Максимальное увеличение содержания незаменимых аминокислот в урожае отмечено при инкрустации семян хелатной формой кобальта – до 91,51 мг/кг (лизин – 17,01 мг/кг; треонин – 10,37 мг/кг; метионин – 2,96 мг/кг; валин – 12,53 мг/кг; изолейцин – 13,14 мг/кг; лейцин – 23,65 мг/кг; фенилаланин – 11,85 мг/кг). Сумма критических аминокислот в вышеуказанном варианте составила 30,34 мг/кг и была наибольшей по вариантам опыта. Высокое содержание критических и незаменимых аминокислот отмечено в вариантах с применением сульфата марганца (29,49 и 91,32 мг/кг) и хелата меди (27,46 и 79,65 мг/кг).

Улучшению аминокислотного состава белка способствовала некорневая подкормка ЖКУ – содержание критических аминокислот относительно фона было выше на 2,43 мг/кг, незаменимых – на 8,05 мг/кг. Аминокислотный состав белка в данном варианте был следующим: лизин – 15,42 мг/кг; треонин – 9,96; метионин – 2,45; валин – 11,10; изолейцин – 10,51; лейцин – 22,68; фенилаланин – 9,06 мг/кг.

Расчетные методы биологической ценности белка на сорте Ян показали высокое соответствие критических и незаменимых аминокислот в сравнении с рекомендуемыми нормами комитета по продовольствию ООН и ФАО / ВОЗ. Лимитирующей аминокислотой в белке зерна люпина узколистного оказался метионин – его содержание составило 29–39 % от рекомендованной нормы ФАО / ВОЗ, содержание критических – 53,9–73,7 %, незаменимых аминокислот – 67–88,9 %.

Заключение

Применение минеральных и бактериальных удобрений, регуляторов роста растений и микроэлементов при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве оказывало значительное влияние на урожайность и качество семян.

В среднем за годы исследований содержание сырого белка в зерне люпина сорта Першацвет составило 28,2–32,3 %, в зерне сорта Ян – 28,6–32,4 %, при сборе соответственно 4,9–10,3 и 5,3–9,4 ц/га.

Под влиянием микроэлементов возрастало содержание в семенах и выход с 1 га сырого белка. В зависимости от сорта увеличение данных показателей качества составило на сорте Першацвет 0,9–2,8 % и 0,7–3,5 ц/га, на сорте Ян – 1,0–2,1 % и 1,0–2,4 ц/га. Наибольшим содержанием сырого белка (32,3 %) в семенах было при внесении хелатной формы кобальта на сорте Першацвет и при введении в инкрустирующий состав сульфата марганца на сорте Ян (32,4 %).

Оценка биологической ценности белка показала его высокое соответствие международным стандартам ФАО / ВОЗ по содержанию критических и незаменимых аминокислот.

Литература

1. Сравнительная оценка продуктивности зернофуражных бобовых культур в северной части Республики Беларусь / Н. П. Лукашевич [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 3. – С. 3–6.
2. Удобрение и качество урожая сельскохозяйственных культур: монография / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Мн.: УП «Технопринт», 2005–276 с.
3. Персикова, Т. Ф. Влияние условий питания на урожайность и качественный состав зерна люпина узколистного при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях северо-востока Беларуси / Т. Ф. Персикова, М. Л. Радкевич // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 6. – С. 12–15.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.
5. Возделывание и использование кормового узколистного люпина. Практические рекомендации. – Брянск, 2001. – 55 с.
6. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2005. – С. 3–14.
7. Персикова, Т. Ф. Кормовая продуктивность посевов люпина узколистного и биологическая ценность зерна в зависимости от условий питания / Т. Ф. Персикова, М. Л. Радкевич // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 2. – С. 100–104.

УДК 633.14«324»:632.9

Роль средств защиты растений в формировании урожайности зерновых культур

*В. А. Шантыр, кандидат с.-х. наук, Ф. И. Привалов, доктор с.-х. наук
НПЦ НАН Беларуси по земледелию
Л. В. Сорочинский, доктор с.-х. наук
Институт защиты растений*

(Дата поступления статьи в редакцию 24.07.2020 г.)

В статье приведены результаты исследований по оценке влияния минеральных удобрений и средств защиты растений на формирование урожайности зерновых культур, а также прогноз объемов их внесения в связи с планируемым ростом урожайности и валовых сборов зерна.

Введение

В большинстве экономически развитых стран зерно было и остается основой продовольственного обеспечения населения, краеугольным камнем сельскохозяйственного производства. Ввиду исключительной роли зерна в продовольственных балансах, сельском хозяйстве и экономике в целом зерновое хозяйство по занимаемой площади, размерах вовлеченных в него трудовых и материальных ресурсов, стоимости годового урожая повсюду превосходит любую другую отрасль растениеводства. Эта сфера материального производства в последние годы привлекает присталь-

In the article the research results on evaluation the influence of mineral fertilizers and plant protection products on grain crops yield formation are presented and also the forecast of their volumes application in connection with the planned yield and total grain yield increase

ное внимание деловых кругов, научных и правительственных учреждений во всех странах. Положение в ней расценивается как существенный фактор поддержания внутреннего экономического и политического равновесия, как важное условие сохранения суверенитета страны [11].

Особое положение, которое зерновые заняли в продовольственных ресурсах Республики Беларусь, объясняется объективными преимуществами этих культур перед всеми другими в ряде аспектов хозяйственного использования. Решающими из них являются, во-первых, высокие пищевые и кормовые достоинства зерна;

во-вторых, эффективность производства по выходу питательных веществ с единицы площади и на единицу затрат и по стабильности сборов; в-третьих, экономичность хранения, хозяйственного применения, транспортировки и переработки. Для удовлетворения потребности Республики Беларусь в зерне всех видов валовые сборы его необходимо довести до 9–10 млн т в год, а урожайность – до 40–45 ц/га. Важнейшей предпосылкой реализации данной задачи является широкое использование современных, научно обоснованных технологий возделывания зерновых культур. Современные технологии получения высоких урожаев зерновых культур предусматривают использование новых сортов интенсивного типа, размещение посевов по лучшим предшественникам, обеспечение растений элементами питания под планируемую урожайность, применение интегрированной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, высокое качество обработки почвы, своевременное выполнение всего комплекса агрономических работ.

К числу наиболее значимых элементов современных технологий возделывания зерновых культур, которые оказывают наиболее существенное влияние на продуктивность агроценозов, следует отнести новейшие сорта, минеральные удобрения и средства защиты растений. Оценка их роли в формировании урожайности зерновых культур и является целью настоящей работы.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись: зерновые культуры, их посевные площади, урожайность и валовые сборы зерна; минеральные удобрения, вносимые под зерновые культуры; фитосанитарные мероприятия (данные по объемам применения средств защиты растений на зерновых культурах представлены Государственной инспекцией по семеноводству, карантину и защите растений за период с 1981 по 2020 г.)

Обработку данных проводили методами математической статистики и сравнительного анализа [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Посевные площади, урожайность и валовый сбор зерна. Зерновые и зернобобовые культуры в Республике Беларусь возделываются на площади около 2,5 млн га с незначительными колебаниями по годам. При этом

наблюдается тенденция снижения удельного веса посевов зерновых в общей посевной площади с.-х. культур с 49,2 % (2010 г.) до 43,5 % (2017 г.). Претерпевают также изменения посевные площади по отдельным зерновым культурам. В 2017 г. в сравнении с 2010 г. примерно в 1,5 раза сократились посевные площади ржи озимой, ячменя ярового, пшеницы яровой и соответственно увеличились посевные площади пшеницы озимой и тритикале озимого (таблица 1).

Увеличение посевных площадей пшеницы и тритикале озимых обусловлено более высокой их продуктивностью в сравнении с другими зерновыми культурами.

Так, средняя урожайность в 2010–2017 гг. пшеницы озимой составила 36,1 ц/га, тритикале озимого – 34,1, ржи озимой – 32,8, ячменя ярового – 31,9 и пшеницы яровой – 30,8 ц/га.

На долю пшеницы озимой и тритикале озимого приходится около половины валовых сборов зерновых и зернобобовых культур. Очевидно, что доминирование этих культур в структуре посевов сохранится и в ближайшей перспективе, при этом более высокий продуктивный потенциал их может быть реализован в условиях достаточной интенсификации технологий их возделывания.

К настоящему времени на основе многочисленных исследований определены и в ряде случаев количественно (математически) оценены взаимосвязи между урожаем и факторами, обуславливающими уровень урожая.

Почва с ее многообразными свойствами, уровень питания растений, погодные условия вегетационного периода, выращиваемые сорта, элементы технологии возделывания, в т. ч. блок защиты растений, находясь между собой в тесной взаимосвязи, определяют величину урожая, а каждый из отдельных факторов при резких отклонениях от нормы может оказаться решающим и ограничить величину возможного для данных условий урожая.

Пользуясь разработками Т. Н. Кулаковской [6] и предложенной ею методикой прогноза возможного урожая в зависимости от комплекса и взаимодействия факторов, оказывающих прямое и косвенное влияние на продуктивность растений, был проведен анализ основных условий формирования урожая зерновых культур. Оценивая влияние различных факторов на продуктивность зерновых культур и принимая во внимание возможность их

Таблица 1 – Динамика посевных площадей и урожайность зерновых культур в Республике Беларусь [1]

Показатель	Годы							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Посевная площадь зерновых и зернобобовых, тыс. га	4933	2516	2600	2500	2508	2276	2255	2302
% к общей посевной площади	49,2	49,0	49,7	48,4	47,4	42,8	42,6	43,5
Урожайность зерновых и зернобобовых, ц/га, из них:	27,6	32,3	34,5	29,7	36,7	36,7	31,6	33,3
рожь озимая, ц/га	21,0	24,5	27,6	20,0	27,1	30,1	27,0	26,2
пшеница озимая, ц/га	29,4	34,7	37,2	31,3	41,3	41,2	35,1	38,7
тритикале озимое, ц/га	29,3	32,4	37,8	29,0	40,0	38,2	33,1	33,1
пшеница яровая, ц/га	27,4	30,7	32,7	28,4	34,7	36,3	26,0	30,0
ячмень яровой, ц/га	28,7	29,5	34,5	29,6	36,7	34,7	27,7	31,3

Таблица 2 – Количество сортов зерновых культур, включенных в Государственный реестр [2]

Культура	Количество сортов		
	все-го	в том числе	
		отечественной селекции	иностранной селекции
Пшеница озимая	67	24	43
Тритикале озимое	22	10	12
Рожь озимая	36	30	6
Пшеница яровая	23	11	12
Ячмень яровой	63	21	42

регулирования, были определены главные, по нашему мнению, элементы технологии возделывания, наиболее легко регулируемые земледельцем, – сорт, удобрение и защита растений.

Сорта зерновых культур. В современных условиях сорта культурных растений стали важнейшим фактором научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. Это обусловлено тем, что сорта являются биологическим фундаментом технологии возделывания любой культуры, обеспечивающие реализацию достижений науки в земледелии. Основными приоритетами селекции зерновых культур в Беларуси на современном этапе является повышение адаптивного потенциала устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам в сочетании с высокой продуктивностью, качеством продукции, ресурсоэффективностью и экологической безопасностью [3].

В настоящее время в Государственный реестр сортов включено 67 сортов пшеницы озимой, 22 сорта тритикале озимого, 36 – ржи озимой, 23 – пшеницы яровой и 63 сорта ячменя ярового (таблица 2).

Современные сорта зерновых культур характеризуются высокой потенциальной продуктивностью. Сорта, районированные в 2000–2019 гг., характеризуются более высокой урожайностью в сравнении с сортами, районированными в 1990–1999 гг., что значительно повышает их роль в формировании более высокой продуктивности агроценозов зерновых культур (таблица 3).

Минеральные удобрения. Применение минеральных удобрений является одним из наиболее существенных факторов, влияющих как на состояние плодородия почв, так и на их продуктивность. Минеральные удобрения являются основным урожаеобразующим фактором, так как обеспечивают прибавку урожая зерновых культур в пределах 40–45 % [6]. Система применения минеральных удобрений должна обеспечивать расширенный возврат элементов питания в почву с тем, чтобы компенсировать вынос их с отчуждаемым урожаем и обеспечивать постепенное повышение запасов гумуса, фосфора и калия в почвах. При этом на почвах с оптимальным содержанием фосфора и калия (200–300 мг/кг почвы) при расчете доз минеральных удобрений предусмотрена 100%-ная компенсация выноса этих элементов с планируемой урожайностью сельскохозяйственных культур, на почвах с содержанием фосфора и калия ниже оптимальных значений – 120%-ная компенсация выноса, а на почвах с содержанием фосфора и калия выше оптимума – 50%-ная компенсация выноса [6,7].

Анализ применения минеральных удобрений под зерновые культуры за период с 2010 по 2017 г. пока-

Таблица 3 – Сравнительная продуктивность новых сортов зерновых культур (данные ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», 2018 г.) [5]

Культура	Наименование сорта	Год районирования	Урожайность, ц/га
Рожь озимая (диплоидная)	Игуменская	1998	42,5
	Паўлінка	2011	69,7
	Голубка	2015	62,2
Пшеница озимая	Капылянка	1995	58,6
	Этюд	2017	74,7
	Гирлянда	2017	75,2
	Амелия	2018	78,3
Тритикале озимое	Михась	1998	52,5
	Благо	2016	69,3
	Устье	2019	66,6
	Заречье	2019	64,6
Пшеница яровая	Дарья	2002	41,4
	Мадонна	2018	51,3
	Ладья	2019	55,2
	Эврика	2019	52,1
Ячмень яровой	Дзівосны	1998	43,3
	Добры	2015	57,4
	Авенс	2016	54,0
	Мустанг	2016	58,5

зывает, что наиболее высокий уровень применения минеральных удобрений был отмечен в 2011 г. и составил 313 кг/га д. в.

В дальнейшем объемы применения минеральных удобрений стали постепенно уменьшаться, достигнув минимального объема в 2016 и 2017 г. соответственно 173 и 167 кг/га д. в. (таблица 4).

В отношении минеральных удобрений научно обоснованы и установлены дозы их внесения под все зерновые культуры с учетом планируемой урожайности и содержания основных элементов в почве, что является важной предпосылкой их рационального применения в производственных условиях [1, 10].

Защита растений. Стабильность зернопроизводства, особенно в условиях его дальнейшей интенсификации, может быть обеспечена лишь при резком сокращении посевов сортов, восприимчивых к вредным организмам. Процесс ослабления природных оборонительных ресурсов растений происходил в результате их окультуривания и селекции на повышенную урожайность и продуктивность. При росте валовых сборов все ощутимее стали потери от вредных организмов. Чем богаче урожай, тем дороже обходится прирост каждого процента сохраняемого урожая. Поэтому эффект при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур от внесения удобрений, ретардантов может быть только на фоне устойчивых к вредным организмам сортов и использования всего арсенала средств защиты растений. Однако, несмотря на определенные успехи в селекции зерновых культур на иммунитет к вредным организмам, районированные сорта характеризуются устойчивостью, в лучшем случае, к одной-двум болезням. Поэтому для снижения вредоносного действия других болезней, к которым

выращиваемые сорта не устойчивы, применение активных средств защиты растений остается определяющим высокую урожайность фактором.

Интенсификация зернопроизводства в республике сопровождалась непрерывным ростом объемов мероприятий по защите зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков, поскольку оптимизация фитосанитарного состояния агроценозов в условиях интенсивного производства является важным фактором в достижении намеченных результатов (таблица 5).

В анализируемом периоде пестицидами обрабатывалось от 82,3 % до 122,0 % посевов зерновых культур, при этом гербициды вносились на 69,0–87,0 % площадей, объемы внесения фунгицидов составили 10,7–19,0 %, ретардантов – 0,9–5,0 % и инсектицидов 0,6–1,8 % (таблица 5). Более значительные объемы внесения гербицидов обусловлены тем, что засоренность посевов зерновых культур, как правило, превышает экономический порог вредоносности сорняков, в то время как фунгицидами и ретардантами обрабатываются преимущественно более продуктивные посевы, а инсектицидные обработки проводятся с учетом сложившейся энтомологической ситуации [5].

Динамика урожайности зерновых культур, объемов внесения минеральных удобрений и средств защиты растений

Анализ данных за анализируемый период (1981–2017 гг.) по урожайности зерновых культур, объемам внесения минеральных удобрений и средств защиты растений позволил выявить высокую корреляционную связь (коэффициент корреляции – 0,7–0,8) между этими показателями (рисунок 1).

Выше отмечалось, что роль основного фактора принадлежит минеральным удо-

Таблица 4 – Внесение минеральных удобрений в Республике Беларусь

Показатель	Годы							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Всего, кг/га д. в., в том числе:	284	313	283	274	236	209	158	155
азотных, кг/га д. в.	99	111	105	101	87	83	65	76
фосфорных, кг/га д. в.	49	60	46	44	32	27	15	16
калийных, кг/га д. в.	136	142	132	129	117	99	77	63
Под зерновые и зернобобовые, кг/га д. в.	293	313	271	275	239	218	173	164

Таблица 5 – Объемы применения пестицидов на зерновых культурах (данные Главной государственной инспекции по семеноводству, карантину и защите растений)

Показатель	Годы						
	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011–2015	2016	2017
Всего работ по защите растений, млн га	3,96	3,34	3,85	7,42	8,93	7,83	6,40
в т. ч. на зерновых, млн га	1,97	1,75	1,79	2,95	3,06	2,82	2,31
в % к посевной площади зерновых	85,4	82,3	89,9	122,0	116,2	89,9	90,9
обработано гербицидами, %	87,0	70,1	73,0	76,0	82,0	70,0	69,0
обработано фунгицидами, %	12,5	10,7	14,0	15,0	19,0	17,0	16,0
обработано инсектицидами, %	0,9	0,6	1,2	1,8	1,6	1,4	1,2
обработано ретардантами, %	5,0	0,9	1,6	1,3	1,9	1,7	1,1

брениям, которые оказывают прямое воздействие на продуктивность агроценозов.

Роль защиты растений состоит:

- в обеспечении урожайности за счет предотвращения поражения посевов вредителями, болезнями и сорняками и стрессовыми факторами;
- в повышении урожайности за счет оптимального использования генетического потенциала культурных растений;
- в обеспечении эффективности использования других факторов, например, минеральных удобрений в рамках менеджмента посевов.

Таким образом, средства защиты растений, в отличие от минерального питания, оказывают косвенное влияние на продуктивность агроценозов, способствуя реализации потенциала сорта, минеральных удобрений и технологии возделывания зерновых культур в целом.

Системная защита зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков способствует более полной реализации продуктивного потенциала агроценозов и оказывает положительное влияние на экономические показатели производства зерна.

Представим основные факторы урожайности, определяющие продуктивность растений зерновых культур в виде схемы (рисунок 2, 3). Эти схемы охватывают основные элементы технологии возделывания и демонстрируют, как, используя возможность регулирования блока защиты растений, можно наглядно представить изменение экономики производства зерна культуры.

Пестициды в сочетании с удобрениями действуют на продуктивность растений эффективнее, чем каждый из этих элементов в отдельности. Именно поэтому в интенсивных технологиях возделывания зерновых культур необходимо предусматривать комплексное применение удобрений, пестицидов. Эти элементы наиболее легко регулируются земледельцем и поэтому должны находиться в оптимальном соотношении, соответствовать внешним условиям и требованиям растений и не ограничивать их рост и развитие. По этим составляющим, несомненно, есть резервы повышения урожайности.

Урожайность зерновых культур в сельскохозяйственных организациях республики колеблется в весьма значительных пределах (от 30 до 90 ц/га), и, поскольку это обусловлено как субъективными (нарушение технологических регламентов и др.), так и объективными (гранулометрический состав, плодородие пашни и др.) факторами, можно предположить, что эти различия будут иметь место и в перспективе. В этих условиях интенсивность защиты зерновых культур от вредных организмов должна соответствовать уровню продуктивности агроценозов. В отношении средств защиты растений установлены нормы их

внесения (на единицу площади посева, тонну семенного материала и др.), но не разработаны критерии интенсивности фитосанитарных мероприятий с учетом уровня защищаемого урожая. В связи со сказанным, весьма актуализируется вопрос разработки критериев интенсивности защиты растений с учетом фактического и планируемого уровней урожайности зерновых культур для субъектов хозяйствования.

Принимая во внимание вышеизложенное, возникает необходимость в разработке критериев для принятия решений по оптимизации защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков при разных уровнях интенсификации производства зерна. В понятие «оптимизация защиты зерновых...» мы вкладываем следующий смысл: поиск оптимальных решений, направленных на обеспечение максимальной биологической, хозяйственной и экономической эффективности защиты зерновых культур от вредных организмов с учетом агроклиматических ресурсов региона, интересов товаропроизводителей и фитосанитарных характеристик агроценозов.

Заключение

1. Возделывание зерновых культур является важнейшим звеном растениеводческой отрасли агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Удельный вес посевов зерновых культур в общей посевной площади сельскохозяйственных культур несколько снижается (с 49,2 % в 2010 г. до 43,5 % в 2017 г.), однако валовые сборы растут и составляют в отдельные годы более 9 млн т, что обусловлено ростом урожайности (с 27,0 ц/га в 2010 г. до 36,7 ц/га в 2014 г.). При этом увеличение объемов ежегодного производства зерна до 9–10 млн т остается приоритетной задачей на ближайшую перспективу.
2. В настоящее время в Государственный реестр сортов включено 67 сортов пшеницы озимой, 22 – тритикале озимого, 36 – ржи озимой, 23 – пшеницы яровой и 63 сорта ячменя ярового. Современные сорта зерновых культур характеризуются высоким продуктивным потенциалом, который в селекционных учреждениях, государственном сортоиспытании и некоторых сельскохозяйственных предприя-

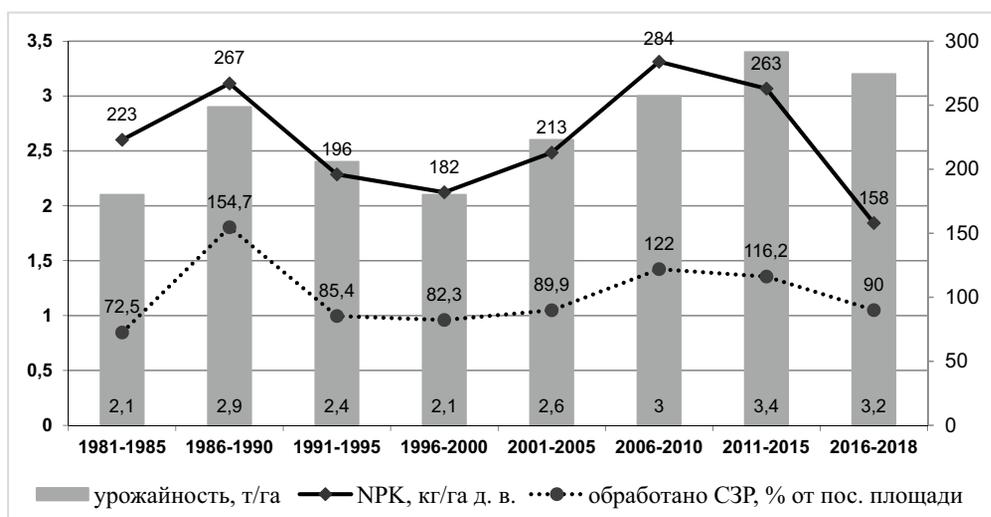


Рисунок 1 – Урожайность зерновых культур, объемы внесения минеральных удобрений и средств защиты растений

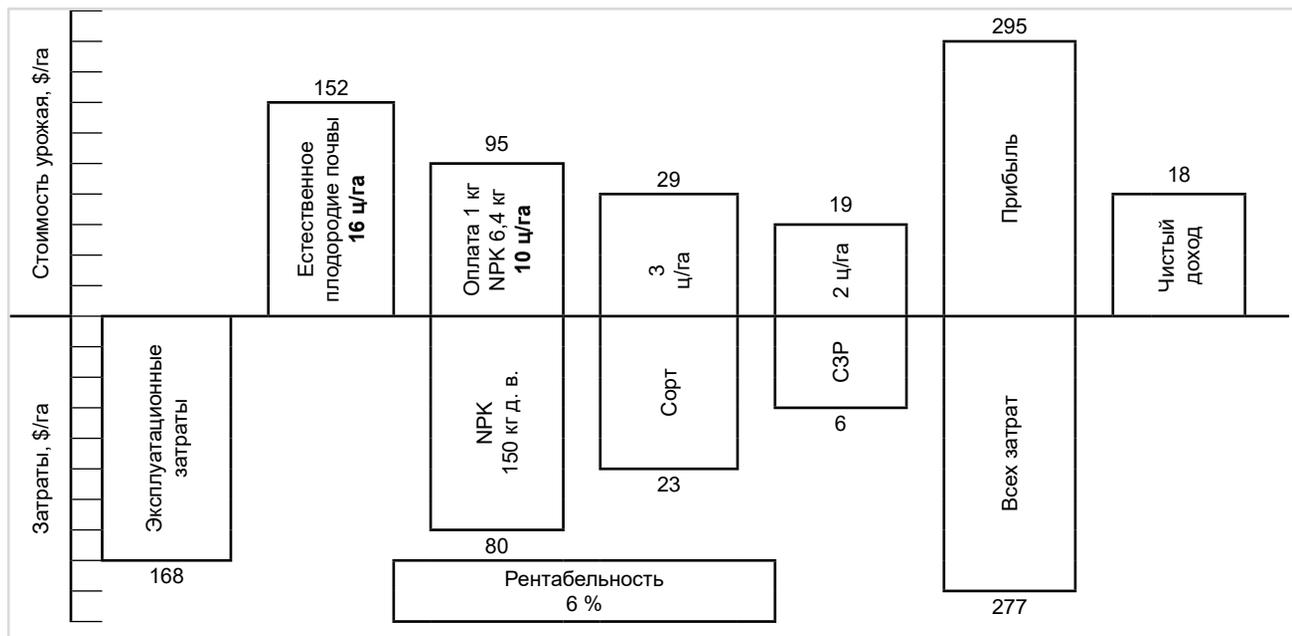


Рисунок 2 – Влияние защитных мероприятий на рентабельность производства зерна при урожайности 30 ц/га

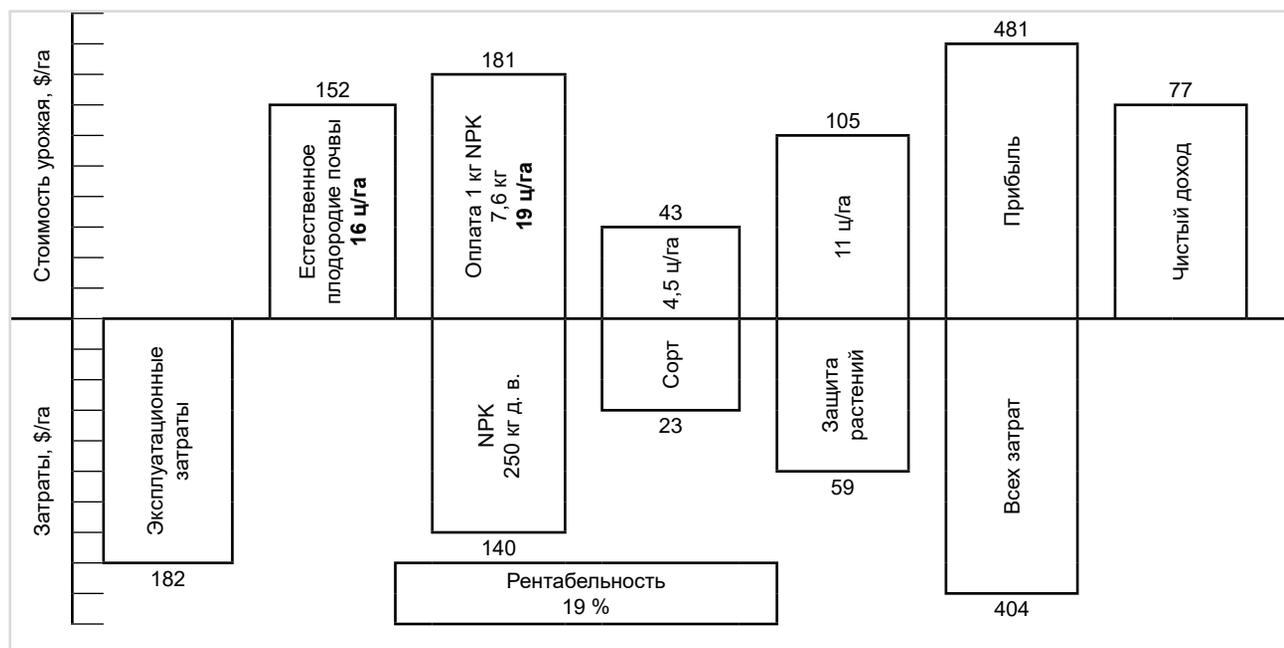


Рисунок 3 – Влияние защитных мероприятий на рентабельность производства зерна при урожайности 50 ц/га

тиях страны достигает 8,0–10,0 и более тонн зерна с одного гектара. Анализ показал, что продуктивный потенциал сортов зерновых культур в условиях производства реализуется на 40–50 %, что является важным резервом повышения эффективности зернопроизводства в республике.

3. Повышение урожайности зерновых культур обусловлено главным образом ростом объемов применения минеральных удобрений с 182,0 кг/га д. в. (1995 г.) до 260 кг/га д. в. (2015 г.), что подтверждает их роль как основного урожайформирующего фактора (коэффициент корреляции – 0,7–0,8).
4. Интенсификация зернопроизводства сопровождалась непрерывным ростом объемов мероприятий по защите зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков. Если в 1981–1985 гг. пе-

стицидами обрабатывалось 72,5 % посевов, то к 2011–2015 гг. средства защиты растений применялись на 116,2 % посевных площадей. Пестициды, не оказывая прямого действия на продукционные процессы, выполняют роль урожаесберегающего фактора посредством устранения конкуренции со стороны комплексов вредных организмов и тем самым способствуют более полной реализации потенциала как отдельных элементов (удобрения, сорта и др.), так и в целом технологий возделывания зерновых культур.

5. Высокая корреляционная зависимость, установленная между величиной урожая, объемами внесения минеральных удобрений и применения средств защиты растений (коэффициент корреляции – 0,7–0,8), является теоретической основой поиска путей

оптимизации фитосанитарных мероприятий как фактора, сберегающего урожай при возделывании зерновых культур.

Литература

1. Беларусь в цифрах. Статистический справочник, 2019 / Нац. статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведев [и др.]. – Минск, 2019. – 320 с.
2. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород. – Минск, 2019. – 145 с.
3. Гриб, С. И. Стратегия и приоритеты селекции полевых культур / С. И. Гриб // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 4. – С. 4–8.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Интегрированная система защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: (рекомендации) / Сорока С. В. [и др.]. – Несвиж, 2012. – 176 с.
6. Кулаковская, Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев / Т. Н. Кулаковская. – Минск: Ураджай, 1978. – 272 с.
7. Лапа, В. В. Удобрения как фактор повышения продуктивности земледелия и воспроизводства плодородия почв – состояние и перспективы / В. В. Лапа // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1 (34). – С. 38–42.
8. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных растений озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2016–2018 годы. – Минск, 2019. – 151 с.
9. 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. – 688 с.
10. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: Беларус. наука. – 2007. – 390 с.
11. Хлебутин, Е. Б. Экономика зернового хозяйства в развитых капиталистических странах. – М.: «Колос», 1975. – 319 с.

УДК 632.951.02:632.768.12(476.7)

Сравнительная оценка эффективности инсектицидов в контроле колорадского жука при возделывании картофеля

Е. В. Стрелкова, кандидат с.-х. наук

Белорусский государственный аграрный технический университет

(Дата поступления статьи в редакцию 08.07.2020 г.)

В статье рассмотрен вопрос совершенствования технологии возделывания картофеля на основе применения инсектицида Вирий, КС. Дана оценка биологической и хозяйственной эффективности инсектицида Вирий, КС на картофеле против колорадского жука в условиях северо-востока Беларуси.

Введение

Картофель – универсальная сельскохозяйственная культура, используемая для продовольственных и кормовых целей, являющаяся хорошим сырьем для перерабатывающей промышленности. Расчетная потенциальная продуктивность картофеля в оптимальных условиях достигает 60–100 т/га [9, 8]. Однако реальные урожаи в целом по Беларуси значительно ниже, и качество их не всегда отвечает современным требованиям. Важным резервом увеличения производства этой культуры является планомерная борьба с болезнями, вредителями и сорняками, потери урожая от которых в последние годы составляют 30–50 % и более [4, 5, 6].

К числу основных вредителей картофеля относят колорадского жука. Колорадский жук – *Leptinotarsa decemlineata* (семейство Chrysomelidae, отряд Coleoptera, класс Insecta, тип Arthropoda) в Беларуси распространен повсеместно и является самым опасным вредителем картофеля и других пасленовых. Основной вред картофелю причиняют личинки 3–4 возрастов первой генерации. Так, если в среднем за одни сутки одна личинка в 1–2 возрасте съедает 0,2–0,5 см² листовой поверхности или 3–10 мг, то в 3–4 возрасте – 2,5–4,8 см² или 50–110 мг. Всего на

The article considers the issue of improving an element of potato cultivation technology use of the Viriy, KS insecticide. The biological and economic effectiveness of the Viriy, KS insecticide on potatoes against the potato Colorado potato beetle in the north-east of Belarus is evaluated.

стадии личинки, длящейся около 16 суток, может быть уничтожено около 35 см² листовой поверхности или 780 мг. Прожорливость перезимовавших и молодых жуков весенне-летних генераций тоже очень высокая. Один перезимовавший жук за сутки съедает в среднем 2,6 см² листа или 75 мг листовой поверхности, а жук летней генерации в первые дни после выхода из почвы – 5,6 см² или 136 мг листовой массы. Чем выше численность колорадского жука в период формирования урожая, тем больше съедаемая ассимиляционная поверхность листьев и следовательно причиняемый вред. В период образования клубней даже слабое повреждение ботвы личинками может вызвать значительные потери урожая клубней. При наличии 10 личинок на одно растение потери достигают 15 %, 15–до 50 %, а при 40 и более личинок – урожай практически теряется. В то же время полное уничтожение ботвы жуками летней генерации в период окончания роста клубней редко снижает урожайность больше чем на 15 % или не снижает его совсем.

Исходя из вышеизложенного, важно выявить наиболее эффективный инсектицид в борьбе как с жуком, так и личинками вредителя, определить сроки проведения обработок и численность вредителя, при которой

необходимо применение инсектицидов. В этой связи проведенные исследования являются актуальными.

Место и методика проведения исследований

Исследования проводили в ЧУП «Агро-Коротковичи» Гомельской области. В задачи исследований входило: определение видового состава и численности вредителей на картофеле в конкретные фазы роста культуры, оценка биологической и хозяйственной эффективности применения средств защиты картофеля от колорадского жука. Производственный опыт проведен в 2018–2019 гг. на сорте картофеля Скарб. Площадь делянок – 1 га, повторность – 4-кратная, размещение делянок – последовательное. Агротехника возделывания картофеля общепринятая. С осени было внесено 60 т/га органических удобрений, P₉₀ и K₁₂₀ кг/га д. в., весной перед посадкой – N₉₀ кг/га д. в. Посадка проведена 29.04.2018 г. и 28.04.2019 г. Уход за посадками осуществляли в соответствии с технологией возделывания картофеля.

Изучение эффективности инсектицидов проводили по следующей схеме: 1 – контроль; 2 – Каратэ зеон, МКС (0,15 л/га); 3 – Вирий, КС (0,3 л/га). Препараты вносили опрыскивателем ОП-2000 с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га. Численность вредителя определяли по общепринятым в энтомологии методикам с учетом количества особей на 1 м² через 2 и 10 дней в определенные фазы картофеля [1, 2, 7].

Результаты исследований и их обсуждение

Изучением видового состава и численности фитофагов в посадках картофеля ЧУП «Агро-Коротковичи» в условиях 2018–2019 гг. установлено, что наиболее вредоносными и распространенными являются озимая совка (*Agrotis segetum* L.), щелкун темный (*Agriotes obscurus* L.), щелкун полосатый (*Agriotes lineatus* L.), щелкун посевной (*Agriotes sputator* L.), колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* L.), картофельная моль (*Phthorimea operculella* Zell.), июньский хрущ (*Amphimallon solstitialis* L.), луговой мотылек (*Margaritita sticticalis* L.). Из комплекса данных вредителей экономическое значение имеет колорадский жук. В 2018 и 2019 г. сложились прак-

тически одинаковые, в целом благоприятные условия для развития вредителя. В I декаде мая температура была несколько ниже нормы, и выход имаго колорадского жука с зимовки наблюдался только во II декаде. Численность вредителя составляла 1,6/2,1 особи на 1 м² (в числителе данные 2018 г., в знаменателе – 2019 г.). Благоприятные погодные условия III декады мая позволили достичь максимальной численности имаго колорадского жука. С I декады июня отмечен интенсивный выход имаго на посадки – 18,4/17,9 особи на 1 м² и появление первых личинок – 2,1/2,5 особи на 1 м². Численность вредителя возрастала со II декады июня до 33,4/32,8 особей на 1 м² и достигла ко II декаде июля 59,6/61 особей на 1 м². В целом численность личинок колорадского жука в контрольном варианте, где не проводили защитных мероприятий, достигла максимума к концу июля – 56/70 особей на 1 м². Поскольку уже во II декаде июня численность вредителя достигла ЭПВ, возникла необходимость в химических обработках. Первую обработку проводили в июне при достижении картофелем высоты 10–15 см, вторую – перед смыканием ботвы в рядах.

В качестве критерия биологической эффективности используют процент снижения численности вредителя, отражающий эффект непосредственного действия пестицида на подопытный объект, а также уменьшение поврежденности растений. На участках, подвергшихся обработкам, наблюдалось снижение численности вредителя. Выявлено, что максимальная гибель вредителя наблюдается на 2-й день после применения инсектицидов. Однако эффективность препаратов в защите картофеля от колорадского жука оказалась не равнозначной. Из представленных в таблице 1 результатов оценки их эффективности в основные периоды роста и развития картофеля следует, что биологическая эффективность инсектицида Каратэ зеон варьировала в пределах 71,4–77,4 %, тогда как под действием препарата Вирий снижение численности фитофага достигало 90,0 % и выше.

Вирий является более эффективным препаратом, так как содержит тиаклоприд, который обладает системным действием с пролонгирующим эффектом, предопреде-

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицидов в защите картофеля от колорадского жука

Вариант	Высота растений 10–15 см			Перед смыканием ботвы		
	численность личинок		биологическая эффективность, %	численность личинок		биологическая эффективность, %
	до обработки	после обработки		до обработки	после обработки	
Контроль (без обработки)			–			–
Каратэ зеон, МКС	62/68	14/19	77,4/72,0	65/70	17/20	73,8/71,4
Вирий, КС	65/70	4/7	93,8/90,0	67/72	5/6	92,5/91,6

Примечание – В числителе – 2018 г., в знаменателе – 2019 г.

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность инсектицидов на картофеле

Вариант	Урожайность, ц/га			Сохраненный урожай	
	2018 г.	2019 г.	среднее	ц/га	%
Контроль (без обработки)	120	115	117,5	–	
Каратэ зеон, МКС	202	205	203,5	86	73,2
Вирий, КС	290	295	292,5	175	149
НСР ₀₅			25,74		

ляющим прекращение питания насекомого на растении задолго до его гибели. Каратэ зеон оказывает контактное и кишечное действие, относится к группе синтетических пиретроидов [1], к которым у колорадского жука уже выработалась резистентность.

Хозяйственную эффективность рассчитывали на основе сохраненного урожая за счет проведения защитных мероприятий в каждом варианте опыта по сравнению с контролем. Применение испытуемых инсектицидов обеспечило достоверный рост урожайности картофеля. В 2018 и 2019 г. была получена наибольшая урожайность – 290 и 295 ц/га клубней соответственно при применении препарата Вирий в норме расхода 0,3 л/га (таблица 2).

Заключение

В технологии возделывания картофеля в условиях северо-востока Беларуси в борьбе с колорадским жуком эффективно применение инсектицида Вирий, КС в норме расхода 0,3 л/га. Биологическая эффективность данного препарата по снижению численности фитофага достигает 90 % и выше, а сохраненный урожай клубней картофеля при этом составляет 175 ц/га.

Литература

1. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Респуб-

- блики Беларусь / Л. В. Плешко [и др.]. – Минск: «Промкомплекс», 2014. – 657 с.
2. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / Нац. акад. Наук Респ. Беларусь; Ин-т защиты растений НАН Беларуси; под ред. С. В. Сороки. – Минск: Белорусская наука. – 2005. – 462 с.
3. Турко, С. А. Основные элементы технологии выращивания экологически чистого картофеля / С. А. Турко, В. Л. Маханько, Г. И. Пискун // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 2. – С. 36–39.
4. Бречко, Е. Колорадский жук: история, биология, защита / Е. Бречко // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 11 (67). – С. 54–62.
5. Дорожко, Г. Р. Система интегрированной защиты сельскохозяйственных культур от сорной растительности, вредителей и болезней / Г. Р. Дорожко, В. К. Целовальников, А. П. Шутко // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 2 (172). – С. 67–72.
6. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв / В. Н. Ситников [и др.]. // Агрохимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 8–13.
7. Рекомендации по ведению экологического (биологического) земледелия в Республике Беларусь / Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 28 с.
8. Палкин, Г. Экологическое сельское хозяйство Беларуси. Начальные пути развития / Г. Палкин // Белорусское сельское хозяйство. – № 10 (78). – 2008. – С. 20–22.
9. Старовойтов, В. И. Перспективы органического картофелеводства / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова / Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Т. 15. – С. 381–387.

УДК 631.8:633.171:631.559

Экономическая эффективность применения макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста при возделывании проса

Ю. В. Коготько, старший преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 22.07.2020 г.)

В статье приведены результаты исследований о влиянии макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста растений на урожайность зерна проса, а также экономическую эффективность его возделывания.

В результате было установлено, что в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-востока Беларуси наиболее оптимальные агроэкономические показатели проса сортов Галинка и Дружба 2 были получены при применении уровня минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ и инкрустации семян хелатной формой меди.

Введение

Разработка ресурсосберегающей системы применения удобрений является одним из наиболее эффективных и быстродействующих факторов в повышении уровня производства продукции растениеводства [1]. В её основе должен лежать научно обоснованный план применения удобрений, учитывающий почвенно-климатические условия, агротехнику возделывания, биологические

The article presents the results of studies on the effect of macro-, micro-fertilizers, a bacterial preparation and plant growth regulator on the yield of millet grain, as well as the economic efficiency of its cultivation.

As a result, it was found that in the conditions of sod-podzolic light loamy soils of northeastern Belarus, the most optimal agro-economic indicators of millet of the Galinka and Druzhba 2 varieties were obtained using the mineral nutrition level $N_{90}P_{60}K_{90}$ and inlaid seeds with a chelated copper form.

особенности и сортовую специфику культуры, а также свойства удобрений, это позволит получить прирост урожайности от 30 до 70 % [2].

Важным фактором эффективности применения удобрений является отзывчивость самой культуры на условия питания, которая оценивается уровнем окупаемости 1 кг NPK прибавкой урожая. При этом применение удобрений должно быть направлено не только на получение максимальной продуктивности, но и

прибыли при минимальных затратах. В связи с этим подбор и включение в севооборот низкзатратных, но при этом обеспечивающих получение хорошего дохода и рентабельности культур является очень актуальным в современном сельскохозяйственном производстве [3].

Одной из таких культур является просо, которое в ряду с многоцелевым использованием имеет небольшую норму высева и меньше других зерновых повреждается вредителями и болезнями, что значительно сокращает затраты на его выращивание [4].

Важно зерновое направление возделывания проса, так как оно является ценной крупяной культурой, стратегический запас которой также должен обеспечивать вклад в продовольственную безопасность страны. Пшено проса отличается повышенным содержанием белка (12–13 %) и жира (до 5,5 %), уступая только овсяной крупе, а также хорошо разваривается и легко усваивается [4].

В условиях рыночной экономики эффективность производства проса напрямую зависит от стоимости 1 ц зерна. Поэтому, чтобы оценить экономическую эффективность системы применения удобрений проса, необходимо на основании данных урожайности зерна определить прибавку урожая от применения удобрений в натуральном и стоимостном выражении, производственные затраты на 1 га, условный чистый доход на 1 га и рентабельность [3].

Целью исследований являлось определение экономической эффективности применения макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста при возделывании проса различных сортов в условиях северо-востока Беларуси.

Условия и методика проведения исследований

Исследования проводили в 2009–2011 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» Горецкого района Могилевской области. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднекультуренная временно-избыточно увлажненная легкосуглинистая, развивающаяся на легком лесовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Агрохимические показатели: содержание гумуса – 1,65–1,71 %, подвижного фосфора – 239–248 мг/кг, подвижного калия – 208–244, меди – 1,33–1,36, цинка – 2,92–3,01 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 5,98–6,11 [5].

Объектами исследований являлись два сорта проса, которые относятся к разным разновидностям и различаются по крупности зерна: Галинка (мелкосемянный) и Дружба 2 (крупносемянный) [5].

В качестве минеральных удобрений в опыте применяли карбамид, аммофос и хлористый калий. Микроудобрения, регулятор роста и бактериальный препарат применяли при инкрустации и инокуляции семян. Из микроудобрений для инкрустации семян использовали соли: $CuSO_4 \times 5H_2O$ (23,4–24,9 % Cu) и $ZnSO_4 \times 7H_2O$ (21–23 % Zn), а также хелатные формы: Cuprovetum, $NaCuH(edta) \times nH_2O$ (17 % Cu) и Zincovetum, $NaZnH(edta) \times nH_2O$ (17 % Zn) в дозах 150 г/т д. в. элемента. В качестве регулятора роста для инкрустации семян применяли Эпин в дозе 20 мг/т д. в. Инокуляция семян осуществлена бактериальным удобрением Ризобактерин в дозе 200 мл на гектарную норму семян [5].

Исследования с просом проводили в соответствии агротехникой возделывания этой культуры по отрасле-

вому регламенту. Закладка полевых опытов, учеты и наблюдения, обработка полученных результатов – по Б. А. Доспехову [6, 7].

Расчет экономической эффективности возделывания производился в соответствии с методикой определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений, разработанной в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в ценах на 2019 г. (в долларах США, по курсу Национального банка Республики Беларусь на 22 августа 2019 г.) [8]. Стоимость прибавки урожая проса определялась, исходя из предельных максимальных цен на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2019 г., установленных Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (постановление № 40 от 22 августа 2019 г.) [9].

Результаты исследований и их обсуждение

Основной целью применения минеральных удобрений и обработки семян различными составами являлось повышение зерновой продуктивности проса. Как показали наши исследования, урожайность проса сорта Галинка в зависимости от условий питания в среднем за 3 года изменялась от 22,9 ц/га зерна в контроле до 44,0 ц/га в варианте, где на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ применяли инкрустацию семян хелатной формой меди (таблица).

Увеличение доз азотных удобрений с 60 до 90 кг/га на фоне $P_{60}K_{90}$ обеспечивало рост прибавки урожая от применения удобрений с 11,7 до 15,9 ц/га зерна. Одновременно с этим наблюдался рост экономической эффективности системы применения удобрений. Так, в варианте $N_{90}P_{60}K_{90}$ условный чистый доход составил 20,3 USD/га, а при внесении $N_{90}P_{60}K_{90}$ этот показатель вырос более чем в 2 раза, и составил 43,3 USD/га, обеспечивая рентабельность производства зерна проса на уровне 32,8 %.

Применение дозы азота 90 кг/га в два приема (60 + 30 кг/га) на фоне $P_{60}K_{90}$ по экономической эффективности уступало разовому внесению, обеспечивая получение чистого дохода на уровне 30,8 USD/га, а рентабельности – 23,9 %.

Говоря о влиянии обработки семян проса бактериальным удобрением на агрономическую и экономическую эффективность возделывания этой культуры, следует отметить, что на мелкосемянном сорте Галинка инокуляция семян Ризобактерином на вышеуказанные показатели в среднем за три года исследований влияния не оказывала.

Инкрустация семян проса микроэлементами повышала эффективность действия минеральных удобрений. Так, на сорте Галинка применение для инкрустации семян меди в хелатной форме на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ способствовало получению наибольшей урожайности (44,0 ц/га) и прибавки зерна (21,1 ц/га) от применения удобрений в опыте. Это позволило получить условный чистый доход в размере 86,1 USD/га и повысить уровень рентабельности производства по отношению к фону ($N_{90}P_{60}K_{90}$) с 32,8 до 59,1 %. Также на вышеуказанном фоне минерального питания высокий чистый доход (70,5 USD/га) и рентабельность (50,3 %) были получены при использовании для инкрустации семян сульфата меди.

Экономическая эффективность применения макро-, микроудобрений, бактериального препарата и регулятора роста при возделывании проса (среднее за 2009–2011 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, USD/га	Всего затрат, USD/га	Условный чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
<i>Сорт Галинка</i>						
1. Без удобрений (контроль)	22,9	–	–	–	–	–
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	27,9	5,0	55,4	72,8	–	–
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	31,0	8,1	89,0	93,4	–	–
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	34,6	11,7	129,2	108,9	20,3	18,7
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	38,8	15,9	175,3	131,9	43,3	32,8
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	37,4	14,5	159,9	129,0	30,8	23,9
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	28,3	5,4	59,3	75,5	–	–
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	30,8	8,0	87,5	94,9	–	–
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	37,7	14,9	163,4	117,7	45,8	38,9
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	44,0	21,1	232,0	145,9	86,1	59,1
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	40,7	17,9	196,4	138,4	58,1	42,0
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	36,4	13,5	149,0	113,5	35,5	31,2
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	42,0	19,1	210,6	140,1	70,5	50,3
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	39,2	16,3	179,8	133,7	46,1	34,4
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	38,7	15,8	174,1	120,3	53,8	44,8
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	43,7	20,9	229,4	145,4	84,0	57,8
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	42,3	19,4	213,7	142,5	71,2	50,0
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	39,0	16,1	177,1	119,9	57,2	47,7
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	43,1	20,2	222,5	142,8	79,6	55,8
20. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	40,5	17,7	194,5	137,1	57,4	41,9
21. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.) + Эпин	39,9	17,1	187,7	128,1	59,6	46,5
22. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O + Эпин	39,1	16,3	178,8	125,0	53,7	42,9
<i>Сорт Дружба 2</i>						
1. Без удобрений (контроль)	26,8	–	–	–	–	–
2. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀	30,0	3,2	35,7	68,3	–	–
3. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	36,1	9,3	102,2	96,4	5,8	6,0
4. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	39,2	12,5	137,1	110,7	26,5	23,9
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	43,7	16,9	185,8	134,3	51,5	38,3
6. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀	41,5	14,7	161,8	129,5	32,3	25,0
7. N ₁₄ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	32,1	5,3	58,5	75,3	–	–
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	36,0	9,2	101,7	98,1	3,6	3,6
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	44,3	17,5	192,7	124,6	68,0	54,6
10. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	46,5	19,7	217,0	142,8	74,2	52,0
11. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu (хелат.)	43,4	16,6	182,4	135,5	46,9	34,6
12. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	42,3	15,5	170,4	118,4	52,0	43,9
13. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	44,7	18,0	197,7	137,2	60,5	44,1
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O	43,8	17,0	186,8	135,3	51,5	38,1
15. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	44,3	17,6	193,2	125,0	68,3	54,6
16. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	46,9	20,1	221,3	144,0	77,3	53,7
17. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Cu + Zn (хелат.)	45,9	19,2	210,7	142,2	68,6	48,2
18. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	41,3	14,5	159,6	116,0	43,6	37,6
19. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + CuSO ₄ ×5H ₂ O + ZnSO ₄ ×7H ₂ O	44,2	17,4	191,3	135,8	55,5	40,9

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, USD/га	Всего затрат, USD/га	Условный чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
20. $N_{60+30}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \times 5H_2O + ZnSO_4 \times 7H_2O$	43,0	16,2	178,3	133,4	44,9	33,6
21. $N_{60}P_{60}K_{90} + Cu + Zn$ (хелат.) + Эпин	43,4	16,6	182,7	128,9	53,8	41,7
22. $N_{60}P_{60}K_{90} + CuSO_4 \times 5H_2O + ZnSO_4 \times 7H_2O +$ Эпин	42,2	15,5	170,0	124,7	45,4	36,4
НСП ₀₅ фактора А (сорт)	0,28					
НСП ₀₅ фактора Б (вариант)	0,94					
НСП ₀₅ фактора АБ	1,34					

Использование для инкрустации семян проса сорта Галинка регулятора роста Эпин в баковой смеси с медью и цинком на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}$ позволило получить доходность производства на уровне 53,7–59,6 USD/га и рентабельность – 42,9–46,5 %, при этом максимальный эффект наблюдался при использовании микроэлементов в хелатной форме.

Анализ агрономической эффективности применения удобрений на сорте Дружба 2 показал, что в среднем за три года исследований общий уровень производства зерна у него был выше по сравнению с сортом Галинка. При этом урожайность зерна в зависимости от уровня минерального питания колебалась от 26,8 ц/га в контрольном варианте опыта до 46,9 ц/га в варианте, где на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ применяли инкрустацию семян хелатными формами меди и цинка.

В результате проведения исследований с данным сортом оптимальным уровнем минерального питания был установлен $N_{90}P_{60}K_{90}$, который обеспечил получение урожайности 43,7 ц/га зерна с прибавкой от удобрений 16,9 ц/га. Его применение обеспечило получение условного чистого дохода в размере 51,5 USD/га при рентабельности 38,3 %.

Инокуляция семян проса сорта Дружба 2 бактериальным удобрением Ризобактерин по результатам трехлетних исследований была экономически не эффективна, что объясняется низкой прибавкой урожая от применения данной обработки.

Обработка семян проса сорта Дружба 2 различными инкрустационными составами дополнительно повышала как производство зерна, так и экономическую эффективность от применения удобрений. Так, наибольшая урожайность зерна (46,5–46,9 ц/га) на данном сорте была получена в вариантах, где на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$ инкрустировали семена хелатной формой меди, а также баковой смесью меди и цинка в этой же форме. В результате условный чистый доход от применения удобрений составил 74,2 и 77,3 USD/га, а рентабельность 52,0 и 53,7 % соответственно.

Также следует отметить, что экономически оправданным на обоих изучаемых сортах было и применение при инкрустации семян микроэлементов в форме простых солей, однако по своей эффективности они несколько уступали металлорганическим комплексам.

Заключение

При возделывании проса на фуражные цели в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв северо-востока Беларуси необходимо применять ми-

неральные удобрения в дозе $N_{90}P_{60}K_{90}$. Это позволит получить урожайность зерна при возделывании мелко-семянного сорта Галинка на уровне 38,8 ц/га, условный чистый доход от применения удобрений – 43,3 USD/га и рентабельность производства – 32,8 %, а при выращивании крупносемянного сорта Дружба 2 – 43,7 ц/га, 51,5 USD/га и 38,3 % соответственно.

Экономически целесообразно применять инкрустацию семян проса микроэлементами как в хелатной форме, так и в форме простых солей. При этом наибольшая агрономическая и экономическая эффективность возделывания проса сорта Галинка достигается при применении хелатной формы меди на фоне минерального питания $N_{90}P_{60}K_{90}$, в результате чего урожайность зерна повышается до уровня 44,0 ц/га, условный чистый доход – 86,1 USD/га и рентабельность – 59,1 %.

Применение инкрустации семян сорта Дружба 2 хелатной формой меди на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ повышает урожайность зерна до уровня 46,5 ц/га, условный чистый доход – 74,2 USD/га, рентабельность – 52,0 %, а применение на вышеуказанном уровне минерального питания меди и цинка в хелатной форме позволяет довести эти показатели до 46,9 ц/га, 77,3 USD/га и 53,7 % соответственно.

Литература

1. Радкевич, М. Л. Агрономическая, энергетическая и экономическая оценка условий питания при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / М. Л. Радкевич // Вестник БГСХА. – 2020. – № 2. – С. 96–100.
2. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
3. Зимица, М. В. Экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста в посевах подсолнечника / М. В. Зимица, М. С. Брилёв // Земледелие и защита растений. – 2020. – № 2 (129). – С. 25–27.
4. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 392 с.
5. Коготко, Ю. В. Влияние макро- и микроудобрений, регулятора роста и бактериального препарата на структуру урожая и урожайность зерна проса / Ю. В. Коготко // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 219–227.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2012. – 460 с.
8. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.] / РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии». – Минск, 2010. – 24 с.

9. Об установлении предельных и максимальных цен на сельскохозяйственную продукцию (растениеводства) урожая 2019 года [Электронный ресурс]: постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики

Беларусь, 22 авг. 2019 г., № 40 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://pravo.by/document/?guid=3961&p0=W21934004>. – Дата доступа: 02.03.2020.

УДК 631.81.095.337

Эффективность применения минеральных форм удобрений на льне масличном

И. А. Голуб, доктор с.-х. наук, Н. А. Сапего, соискатель
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 23.06.2020 г.)

В статье изложены результаты влияния внесения минеральных макро- и микроудобрений в почву при возделывании льна масличного. Установлена зависимость их эффективности от внешних условий: год с более равномерным выпадением осадков обеспечивает стабильность формирования урожая и содержания масла в маслосеменах. Внесение минеральных удобрений в почву в дозе $N_{60}P_{40}K_{80}$ позволяет в среднем повысить урожайность маслосемян льна масличного по сравнению с контролем на 4,0 ц/га или 31,0 %. Применение различных модификаций микроудобрений совместно с базовой дозой макроудобрений позволяет дополнительно повысить урожайность на 1,1–1,6 ц/га или 8,5–2,4 % в среднем.

Введение

Лен масличный имеет разностороннее использование. Эта культура возделывается для получения растительного пищевого масла, а также для медицинских и технических целей [1, 2]. Площадь возделывания культуры в мире ежегодно увеличивается [3]. Одной из причин является не только его разностороннее использование [3], но и то, что льняное масло рассматривают как один из источников оздоровления организма человека [4], особенно в странах Западной Европы и США, с целью получения профилактических препаратов от онкологических заболеваний [5]. В Беларуси площадь возделывания льна масличного в 2019 г. составила более 2000 га. Одной из причин непопулярности этой культуры является невысокая урожайность маслосемян [6]. В свою очередь это вызвано несоблюдением технологических приемов его возделывания, в том числе требований в части применения удобрений [1]. Использование минеральных удобрений позволяет увеличить семенную продуктивность при повышении качества и является основным агроприемом при возделывании полевых культур [7].

Вне всякого сомнения, макроудобрения принадлежат к числу основных составляющих современных технологий возделывания, оказывающих всестороннее воздействие на возделываемую культуру. Однако для большинства культур недостаточно минерального питания макроэлементами первого порядка (NPK) [1]. Все большее значение приобретают микроудобрения, способные повышать устойчивость растений к стрессам, болезням, увеличивая их продуктивность [7].

The article presents the results of the influence of applying mineral macro-and micro-fertilizers to the soil during the cultivation of oilseed flax. The dependence of their effectiveness on external conditions is established: a year with more uniform precipitation provides stability of crop formation and oil content in oilseeds. Application of mineral fertilizers to the soil at a dose of $N_{60}P_{40}K_{80}$ allows on average to increase the yield of oilseeds of flax compared to the control by 4,0 c/ha or 31,0 %. The use of various modifications of microfertilizers together with the base dose of macrofertilizers can further increase the yield by 1,1–1,6 c/ha or 8,5–12,4 % on average.

Микроэлементы – это необходимые питательные вещества, без которых растения не могут полноценно развиваться, так как они входят в состав белков, углеводов, витаминов и др. В настоящее время применяются как отдельные микроэлементы, так и комплексные, в зависимости от изучаемой культуры.

На рынке средств химизации сельскохозяйственного производства представлен значительный ассортимент микроудобрений импортного производства. Однако в настоящее время сотрудниками Института почвоведения и агрохимии разработаны комплексные микроудобрения, повышающие урожай маслосемян и качество льняного масла. Их изучение совместно с макроудобрениями для основного внесения в почву и стало целью нашего исследования.

Методика и условия проведения исследований

В качестве объекта исследований нами использовался сорт льна масличного Илим, внесенный в Государственный реестр сортов, разрешенных для возделывания в Беларуси, с 2013 г. Сорт имеет прямостоячий стебель высотой 48–62 см. Семена удлинено-яйцевидной формы, коричневые. Устойчив к полеганию и среднеустойчив к расам возбудителя фузариозного увядания. Сорт пригоден к механизированному возделыванию для получения высококачественного пищевого масла и жмыха (шрота) [8].

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» (Оршанский район, Витебская область) в 2018–2019 гг. Полевые опыты закладывали на дерново-подзолистой почве, развивающейся на лессо-

видном пылевом суглинке, подстилаемом с глубины 100 см мореной, с содержанием гумуса 1,80–2,04 %, подвижных форм фосфора – 281 мкг/кг, калия – 238, цинка – 4,2, бора – 0,62 мкг/кг почвы при кислотности почвы pH_{KCl} – 5,1. Изучаемые закономерности формирования урожая льна масличного получены в различных метеорологических условиях вегетационного периода. Гидротермический коэффициент по Селянину был в 2018 г. 1,36, в 2019 г. – 1,54. Однако в критические фазы онтогенеза от фазы «елочка» до стадии желтой спелости, когда производилась уборка льна масличного, условия складывались по-разному как по количеству выпавших осадков, так и по температурному режиму.

Опыты закладывали согласно общепринятой методике проведения полевых опытов в четырехкратной повторности [9]. Учетная площадь делянки – 12,5 м², размещение делянок – рендомизированное, предшественник – яровые зерновые культуры. Защитные мероприятия проводили согласно «Отраслевому регламенту возделывания льна масличного на семена. Типовые технологические процессы» [10]. Все работы по обработке почвы, севу, уходу за посевами выполняли в оптимальные сроки (с учетом метеорологических условий) в течение одного дня. Твердые формы удобрений вносили вручную равномерно по всей площади делянки согласно схеме опыта (таблица 1).

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ эффективности стандартных удобрений для основного внесения в почву в дозе $N_{60}P_{40}K_{80}$ по сравнению с контролем, где удобрения не вносились, а использовался только агрохимический ресурс почвы, показал, что урожай семян льна масличного существенно зависит от внешних условий, складывающихся в определенный вегетационный период. Если в контрольном варианте без внесения удобрений в 2018 г. урожайность составила 10,6 ц/га, то в 2019 г. – 15,2 ц/га или в 1,5 раза выше. Отсюда и различия в формировании урожая маслосемян при внесении минеральных удобрений под основную обработку непосредственно в почву. Практически урожайность во всех вариантах опыта при внесении удобрений в почву была существенно выше в 2019 г. по сравнению с 2018 г. (таблица 2).

Сравнение эффективности удобрений для основного внесения почву показало ее высокую зависимость от выпадения осадков. Так, если вегетационный период 2018 г. отличался небольшим дефицитом влаги, то существенная прибавка урожая маслосемян – 5,0–8,0 ц/га была не только к абсолютному контролю без внесения удобрений, но и по отношению к базовому варианту со стандартным набором NPK (контроль 2). Во всех вариантах с новыми видами удобрений прибавки составили 1,7–3,0 ц/га. При более равномерном выпадении осадков, как это наблюдалось в 2019 г., наличие влаги в почве даже в абсолютном контроле без внесения удобрений обеспечивало увеличение урожая маслосемян в 1,5 раза. Внесение NPK в базовом варианте (контроль 2) в дозе, рекомендованной отраслевым регламентом [10], дополнительно повышало урожайность на 2,9 ц/га или 19,1 %. Однако увеличение дозы NPK с микроэлементами лишь только в варианте $N_{60}P_{40}K_{80}$ + NS с микроэлементами (вариант 4) обеспечивало существенную прибавку урожая – 1,1 ц/га или 6,1 %. Существенная прибавка урожая

наблюдалась также и при внесении комплексного NPK с микроэлементами В, Zn, Fe, разработанного специально для льна масличного (вариант 7). Внесение этого удобрения в почву перед предпосевной обработкой ежегодно обеспечивало стабильную прибавку урожая к базовому варианту, которая в среднем составила 1,6 ц/га или 9,5 %.

Использование минеральных удобрений при внесении до посева в почву повышало не только урожайность маслосемян, но и сбор масла в среднем за два года на 1,6–2,1 ц/га или 29,1–38,2 % (таблица 3), что свидетельствует о несомненной эффективности этого агроприема, несмотря на некоторое снижение содержания масла в абсолютном контроле. Обращает на себя внимание тот факт, что в более засушливый 2018 г. содержание масла в семенах было ниже по сравнению с абсолютным контролем на 1,6–2,8 %. Однако и в год с более равномерным выпадением осадков (2019) эта особенность сохранялась только в двух вариантах: $N_{60}P_{40}K_{80}$ + NS без добавок (вариант 3) и $N_{60}P_{40}K_{80}$ + NK без добавок (вариант 5). При этом сбор масла, благодаря существенному увеличению урожая маслосемян, ежегодно был выше в той или иной степени во всех вариантах с внесением минеральных удобрений как в более засушливый, так и в более влажный год (таблица 3). Максимальный сбор масла с гектара – в среднем 7,6 ц – получен в варианте $N_{60}P_{40}K_{80}$ (комплексное NPK с В, Zn, Fe для льна масличного), что на 0,5 ц/га выше по сравнению с базовым вариантом и на 2,1 ц/га по сравнению с контролем.

Этот вариант отличается относительно высокой стабильностью сбора масла с гектара в годы с неодинаковым выпадением осадков. Поэтому в целях стабильного сбора масла целесообразно использовать при внесении в почву именно это комплексное удобрение.

Заключение

1. Внесение минеральных удобрений в почву в дозе $N_{60}P_{40}K_{80}$ позволяет повысить урожайность маслосемян льна масличного по сравнению с контролем в среднем на 4,0 ц/га или 31,0 %. Применение различных модификаций микроудобрений совместно

Таблица 1 – Схема полевого опыта по изучению эффективности применения стандартных удобрений совместно с микроудобрениями для основного внесения в почву

№ п/п	Вариант
1	Контроль (без удобрений)
2	$N_{60}P_{40}K_{80}$ (смесь стандартных удобрений, с карбамидом) – контроль 2
3	$N_{60}P_{40}K_{80}$ (смесь стандартных удобрений с NS без добавок)
4	$N_{60}P_{40}K_{80}$ (смесь стандартных удобрений с NS с микроэлементами)
5	$N_{60}P_{40}K_{80}$ (смесь стандартных удобрений с NK без добавок)
6	$N_{60}P_{40}K_{80}$ (смесь стандартных удобрений с NK с микроэлементами)
7	$N_{60}P_{40}K_{80}$ (комплексное NPK с В, Zn, Fe для льна масличного)

Таблица 2 – Урожайность маслосемян при внесении основного минерального удобрения в почву

Вариант	Урожайность, ц/га											
	2018 г.			2019 г.			среднее, 2018–2019 гг.			среднее, 2018–2019 гг.		
	ц/га	± к контролю		ц/га	± к контролю		ц/га	± к контролю		ц/га	± к контролю 2	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
1. Контроль	10,6	–	–	15,2	–	–	12,9	–	–	12,9	–4,0	23,7
2. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ (контроль 2)	15,6	+5,0	47,2	18,1	+2,9	19,1	16,9	+4,0	31,0	16,9	–	–
3. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + NS	17,4	+6,8	64,2	18,5	+3,3	21,7	18,0	+5,1	39,5	18,0	+1,1	6,5
4. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + NS с микроэлементами	17,3	+6,7	63,2	19,2	+4,0	26,3	18,3	+5,4	41,9	18,3	+1,4	8,3
5. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + НК	18,6	+8,0	75,5	18,1	+2,9	19,1	18,4	+5,5	42,6	18,4	+1,5	8,9
6. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + НК с микроэлементами	18,1	+7,5	70,8	18,5	+3,3	21,7	18,3	+5,4	41,8	18,3	+1,4	8,3
7. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ (комплексное NPK с B, Zn, Fe для льна масличного)	18,2	+7,6	71,7	18,8	+3,6	23,7	18,5	+5,6	43,4	18,5	+1,6	9,5
HCP ₀₅	0,63			0,60								

Таблица 3 – Влияние удобрений при их внесении в почву на содержание и сбор масла

Вариант	Содержание масла						Сбор масла								
	2018 г.		2019 г.		среднее,		2018 г.			2019 г.			среднее,		
	%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю	ц/га	± к контролю		ц/га	± к контролю		ц/га	± к контролю	
								ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
1. Контроль	45,7	–	49,6	–	47,7	–	4,3	–	–	6,6	–	–	5,5	–	–
2. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ (контроль 2)	45,7	0,0	49,0	–0,6	47,4	–0,3	6,3	+2,0	46,5	7,8	+1,2	18,2	7,1	+1,6	29,1
3. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + NS	42,9	–2,8	48,3	–1,3	45,6	–2,1	6,6	+2,3	53,5	7,9	+1,3	19,7	7,3	+1,8	32,7
4. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + NS с микро- элементами	44,1	–1,6	49,4	–0,2	46,8	–0,9	6,7	+2,4	55,8	8,3	+1,7	25,8	7,5	+2,0	36,4
5. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + НК	44,1	–1,6	48,1	–1,5	46,1	–1,6	7,2	+2,9	67,4	7,7	+1,1	16,7	7,5	+2,0	36,4
6. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ + НК с микро- элементами	43,8	–1,9	49,2	–0,4	46,5	–1,2	7,0	+2,7	62,8	8,0	+1,4	21,2	7,5	+2,0	36,4
7. N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀ (комплексное NPK с B, Zn, Fe для льна масличного)	43,7	–2,0	49,0	–0,6	46,4	–1,3	7,0	+2,7	62,8	8,1	+1,5	22,7	7,6	+2,1	38,2

- с базовой дозой макроудобрений позволяет дополнительно повысить урожайность в среднем на 1,1–1,6 ц/га или 8,5–12,4 %.
- Наиболее эффективно применение сочетаний макро- и микроудобрений в вариантах N₆₀P₄₀K₈₀ + NS с микроэлементами и комплексное NPK с B, Zn, Fe, обеспечивающих увеличение не только урожайности маслосемян, но и выхода льняного масла на 2,0–2,1 ц/га или 36,4–38,2 %.
 - Условия года существенно влияют на уровень содержания масла в семенах сорта Илим: в 2018 г. с менее равномерным выпадением осадков этот показатель находился в пределах от 42,9 до 45,7 %, в то время как в 2019 г. с более стабильным выпадением осадков этот показатель составил 48,1–49,0 %. Это явление было характерно для всех вариантов с внесением минеральных макро- и микроэлементов.

Литература

1. Система удобрений льна масличного / В. А. Прудников [и др.]. – Устье: РУП «Институт льна», 2011. – 32 с.
2. Чирик, Д. П. Лен масличный в Беларуси – перспективы очевидны / Д. П. Чирик, Т. А. Анохина, Н. В. Степанова // Наше сельское хозяйство. Сер. Агронмия. – 2016. – № 19 (147). – С. 21–23.
3. Использование физиологических параметров растения льна масличного в селекции: рекомендации / Н. А. Дуктова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2014. – 44 с.
4. Ипатова, О. М. Биологическая активность льняного масла как источника омега-3-альфа-линоленовой кислоты / О. М. Ипатова, Н. Н. Прозоровская // Биомедицинская химия. – 2004. – Т. 50, № 1. – С. 25–43.
5. Живетин, В. В. Масличный лен и его комплексное развитие / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург. – Москва, 2000. – 92 с.
6. Лен масличный в Беларуси: значение и перспективы возделывания / И. А. Голуб [и др.] // Наше сел. хоз-во. Сер. Агронмия. – 2016. – № 17 (145). – С. 44–47.
7. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Изд-во Института почвоведения и агрохимии, 2010. – 20 с.
8. Голуб, И. А. Результаты селекции льна масличного / И. А. Голуб, Е. Л. Андроник, Е. В. Иванова // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 4: прилож. – С. 41–43.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
10. Отраслевой регламент. Возделывание льна масличного на семена. Типовые технологические процессы / Организационно-технические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАНБ по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова. – Минск, 2012. – С. 348–362.

УДК 634.226:631.526.32

Новый сорт алычи культурной – Панна

М. Н. Васильева, кандидат с.-х. наук, В. А. Матвеев, доктор с.-х. наук,
В. В. Васеха, кандидат с.-х. наук
Институт плодоводства

(Дата поступления статьи в редакцию 27.05.2020 г.)

В статье приводится описание нового сорта алычи культурной Панна (Лама × Gaviota), созданного в РУП «Институт плодоводства». Дерево сильнорослое, быстрорастущее, с раскидистой густой кроной. Отличается высокой урожайностью – 22,9 т/га, устойчивостью к плодовой гнили; по степени зимостойкости сорт характеризуется как устойчивый к неблагоприятным абioticким факторам – за весь период наблюдений, начиная с 2012 г., не отмечено подмерзаний однолетних побегов более чем в 3,0 балла. Сорт позднего срока созревания (вторая половина августа), окраска плода пурпурная, мякоть красная. Средняя масса плодов – 62,8 г. Рентабельность возделывания нового сорта – 178 %. Дегустационная оценка – 8,6 балла.

Введение

Успешная селекционная работа по алыче культурной позволила сформировать собственный сортимент в Беларуси. В настоящее время в Государственном реестре сортов алыча представлена 7 сортами для промышленного возделывания. Имеющиеся сорта очень удачно сочетают отличную дегустационную оценку плодов, скороплодность и продуктивность, однако группы раннего (Асалода, Золушка, Комета, Лодва) и среднего (Найдена, Сонейка) сроков созревания составляют 85 % от общего количества и обеспечивают получение плодов в период с конца июля до середины августа [1, 2]. В это же время в сортименте ощущается явный дефицит позднеспелых сортов с аналогичными характеристиками: среди допущенных к возделыванию в производстве имеется только один – Мара, включенный в Государственный реестр еще в 1999 г. Данный сорт наряду с высокой зимостойкостью и стабильной степенью плодоношения обладает рядом недостат-

The article presents the description of a new myrobalan plum cultivar Panna (Lama × Gaviota), created in the Institute for Fruit Growing. The tree is strong growth vigor, fast-growing and with spreading habit shape. The productivity in the orchard makes 22,9 tons per hectare. Its fruits are highly resistant to brown rot, the tree possesses hardiness – subfreezing of one-year-old shoot in winters since 2012 has made no more than 3 points. The cultivar is late ripening (the second half of August). Ground color of fruit skin is purple, the flesh is red. Fruits are very large and weight about 62,8 g, their degustation evaluation is 8,6 points, the profitability level is 178 %.

ков: средняя масса плода 25 г, что довольно сильно уступает уже существующим районированным сортообразцам (30–45 г); значительное поражение плодовой гнилью в эпифитотийные годы, которое приводит к потере качества, а сросшаяся с мякотью косточка значительно снижает пригодность к изготовлению различных продуктов переработки. Однако, не смотря на ряд недостатков, данный сорт по-прежнему является одним из лучших опылителей для алычи культурной [3, 4]. Современными требованиями к алыче, как к сырью для консервирования, так и для десертного назначения, являются сочетание крупного размера плодов со свободной косточкой и хрящевой мякотью. Немаловажно отметить, что в настоящее время для всего районированного сортимента характерны плоды со средней или слабой плотностью мякоти.

Многолетняя селекционная работа в РУП «Институт плодоводства» позволила осуществить научный задел для выполнения задачи по качественно новому переходу по важнейшим параметрам генотипа в селекции алычи

культурной. Создание нового сорта, обладающего средней массой плода в 1,5–2 раза больше, чем у районированного сортимента, плотной консистенцией мякоти, обеспечивающей хорошую транспортабельность, без снижения достигнутого уровня основных хозяйственно ценных признаков (урожайность, зимостойкость, устойчивость к основным болезням, скороплодность и вкус плодов) и способного реализовывать свой потенциал продуктивности в поздние сроки позволяет пополнить Государственный реестр сортом с высоким коммерческим потенциалом.

Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили в отделе селекции плодовых культур РУП «Институт плодоводства» в 2015–2019 гг. Опытный сад первичного сортоизучения заложен однолетними саженцами в 2012 г. на подвое алычи, схема посадки – 4 × 3 м, количество деревьев – 5 шт. каждого образца в 3-кратной повторности. Система содержания почвы: междурядья – естественный газон, в рядах – гербицидный пар. Почва на опытном участке дерново-подзолистая среднеподзоленная, развивающаяся на мощном лессовидном суглинке. Для сравнительного анализа в первичном сортоизучении использовали сорта алычи культурной белорусской селекции Лама и Мара.

Защитные мероприятия против основных болезней и вредителей проводили в соответствии с регламентом возделывания сливы в Беларуси [5], основные учеты и наблюдения – согласно методике «Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда» (Минск, 2019) [6].

Химический анализ плодов проводили в лаборатории диагностики отдела биотехнологии РУП «Институт плодоводства».

Результаты исследований и их обсуждение

История происхождения. Сорт Панна, селекционный номер 09–10/50, авторы: В. А. Матвеев, М. Н. Васильева, В. С. Волот, В. В. Васеха, получен от целенаправленного скрещивания в 2006 г. сорта белорусской селекции Лама и североамериканского сорта Gaviota. Сорт Лама имеет сложное генетическое происхождение – (*Prunus cerasifera* × *Pr. pissardii*) × смесь пыльцы диплоидных гибридов) и характеризуется хорошим уровнем зимостойкости с урожайностью 22,8 кг/дер. при схеме размещения 4 × 3 м, плоды средней величины, темно-пурпурной окраски, плотность мякоти средняя,

среднего срока созревания [7]. Сорт Gaviota получен от опыления отборных форм *Pr. salicina* американскими генотипами алычи. Обладает среднерослыми деревьями, достаточным уровнем зимостойкости, устойчивостью к заболеваниям, поздним сроком цветения, плоды массой около 20 г с темно-красной кожей и желтой мякотью, среднего срока созревания [8].

Всего в комбинации Лама × Gaviota было опылено 1 200 цветков, получено 180 косточек. После предварительной браковки по зимостойкости, устойчивости к кластероспориозу и отбору по морфологическим признакам этой гибридной семьи в 2009 г. высажены 18 растений в селекционный сад. В селекционном саду гибридный сеянец 09–10/50 вступил в плодоношение в 2012 г. и был отобран по сочетанию на высоком уровне признаков урожайности, крупноплодности, качества плодов, устойчивости к болезням. По результатам комплексной оценки в саду первичного сортоизучения сеянец 09–10/50 выделен в элиту в 2018 г. В 2019 г. по решению помологической комиссии РУП «Институт плодоводства» передан на госсортоиспытание.

Морфологическое описание сорта. Дерево сильнорослое, быстрорастущее, с раскидистой, густой кроной. Плодовые образования размещены в основном на однолетнем приросте и букетных веточках. Однолетние побеги средней толщины расположены на дереве полувертикально, красновато-коричневые, слабо опушенные. Чечевички немногочисленные, средних размеров, белые. Листья крупные, эллиптической формы, с острием, от пурпурной до зеленоватой окраски, глянецовость верхней стороны – средняя, опушенность листа слабая, край городчатый. Черешок средней длины, средней толщины, глубина бороздки мелкая. Цветок большой, лепестки некасающиеся, беловато-пурпурной окраски. Плоды очень крупные (средняя масса плодов 62,8 г), округлые, универсального назначения (рисунок 1).

Верхушка плода вогнутая, брюшной шов мелкий, выровненный. Окраска плода пурпурная. Кожица тонкая, с восковым налетом. Мякоть красная, хрустящая, плотная, сочная, вкус кисло-сладкий. Косточка среднего размера, удлинённо-эллиптическая, поверхность кованая, прикрепление косточки к мякоти свободное. Начало цветения – первая декада мая. Лучшие опылители сорта Мара и Асалода. Начало созревания плодов – вторая половина августа (рисунок 2).

Хозяйственно-биологическая характеристика. На протяжении периода изучения погодные условия в целом способствовали хорошему росту и развитию рас-



Рисунок 1 – Плоды сорта алычи культурной Панна

тений. Исключением являлся весенний период 2017 г., когда было отмечено существенное похолодание во второй половине апреля с выпадением осадков в виде снега (третья декада). Это отразилось на степени цветения ряда сортов плодовых культур и привело к низкой завязываемости плодов и практически полному отсутствию урожая на косточковых культурах.

Для сравнительной оценки использованы сорта белорусской селекции Мара и Лама. Сорт Мара обладает максимально близким сроком созревания плодов среди районированного сортимента (конец августа – начало сентября), а также сорт Лама, который является материнской формой и обладает такой же пурпурной окраской листьев и плодов, начало созревания – первая половина августа.

Сравнительный анализ основных хозяйственных показателей нового сорта Панна с районированными Мара и Лама в течение 2015–2019 гг. позволил выявить ряд преимуществ, значительно влияющих на успешность возделывания в промышленном саду (таблица 1).

За период наблюдений не выявлено значительных подмерзаний однолетнего прироста и генеративных образований изучаемых сортов алычи. Данный показатель не превышал 3,0 баллов, что соответствует слабому подмерзанию, выпадению отдельных мелких веток, светло-коричневой древесине на срезе и нормальным развитием листьев в дальнейшем.

Проведенные наблюдения по оценке распространенности клястероспориоза не позволили выявить какую-либо значимую разницу между исследуемыми генотипами. Повреждения носили незначительный характер и не превышали 1,0 балла. Как показали ранее проведенные исследования М. Н. Васильевой (Самохваловичи, 2016), в хозяйственной оценке сортов алычи культурной распространенность и степень поражения данным заболеванием имеют гораздо меньшее значение,

чем на сортах сливы домашней [9]. Однако изучение устойчивости к плодовой гнили в условиях эпифитотии в 2018 г. позволило выявить существенную разницу между сортами. Так, у сортов Лама и Панна наблюдалась высокая устойчивость в 7,0 баллов, что соответствует поражению 1 % плодов с единичными мелкими пятнами, в то время как у сорта Мара клястероспориозом было поражено до 25 % плодов.

Необходимо отметить, что новый сорт Панна значительно превосходил районированные сорта и по средней массе плода (сорт Мара – на 37,6 г, сорт Лама – на 31,1 г) и по урожайности (сорт Мара – на 2,9 т/га, сорт Лама – на 4,0 т/га).

Отдельно необходимо отметить высокое качество плодов сорта Панна, которое в сочетании с привлекательным внешним видом и хорошей транспортабельностью за счет плотной консистенции мякоти и определяет высокую конкурентоспособность продукции (таблица 2).

Важной частью во многом формирующей дегустационную оценку и пищевые достоинства плодов любого сорта является биохимический состав и, прежде всего, содержание растворимых сухих веществ (РСВ) и содержание сахаров как основная часть РСВ (таблица 3).

Сорт Панна значимо превосходил по содержанию растворимых сухих веществ сорт Мара – в 1,1 раза, сорт Лама – в 1,3 раза; по сумме сахаров – сорт Мара – в 1,4 раза, сорт Лама – в 1,7 раза. По титруемой кислотности существенных отличий между образцами не выявлено.

Оценка экономической эффективности позволяет спрогнозировать эффективность будущего производства плодов нового сорта с учетом его всех хозяйственно-биологических особенностей (таблица 4).

Расчет экономической эффективности проводили, исходя из закупочных цен на плоды сливы в 2019 г. Сорт

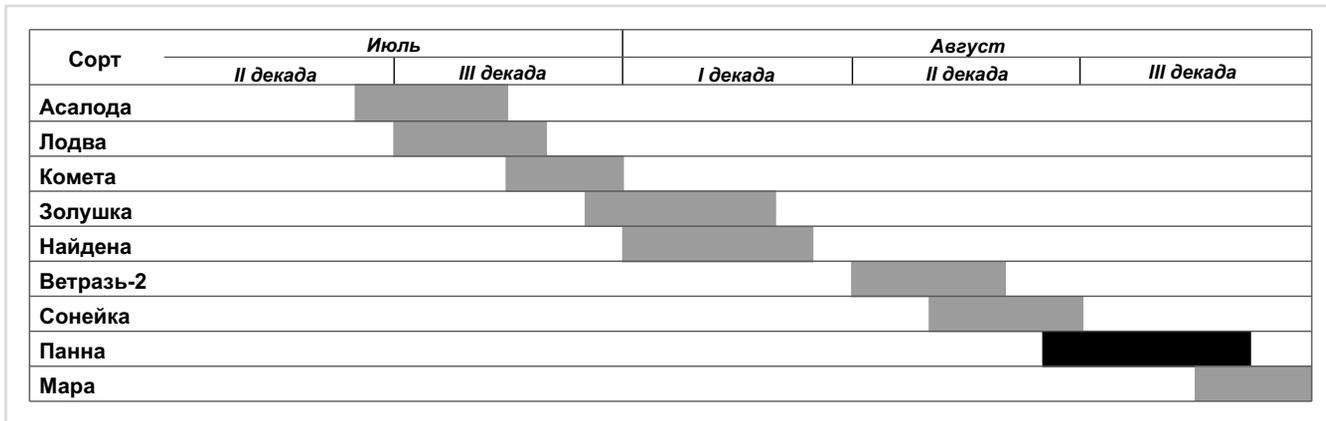


Рисунок 2 – Сроки созревания сортов алычи культурной для промышленного возделывания в Республике Беларусь

Таблица 1 – Основные хозяйственные признаки нового сорта алычи культурной Панна (схема посадки 4 × 3 м) и районированных сортов Мара и Лама

Сорт	Средняя масса плода, г	Расчетная урожайность, т/га	Максимальная степень подмерзания однолетнего прироста, балл	Устойчивость к плодовой гнили в условиях эпифитотии, балл
Мара	25,2	20,0	3,0	3,0
Лама	31,7	18,9	3,0	7,0
Панна	62,8	22,9	3,0	7,0
НСР ₀₅	1,08	1,41	$F_{\phi} < F_m$	1,46

Таблица 2 – Качественные характеристики плодов нового сорта алычи культурной Панна и районированных сортов Мара и Лама

Показатель	Мара	Лама	Панна
Срок созревания	конец августа – начало сентября	первая половина августа	вторая половина августа
Масса косточки от веса плода, %	3,8	2,7	2,1
Прикрепление косточки к мякоти	сросшееся	полусросшееся	свободное
Плотность мякоти	средняя	средняя	плотная
Дегустационная оценка, балл	7,2	7,9	8,6

Таблица 3 – Биохимический состав плодов сортов алычи культурной

Сорт	Содержание растворимых сухих веществ, %	Сумма сахаров, %	Титруемая кислотность, %
Мара	13,00	7,54	1,72
Лама	10,86	6,20	1,88
Панна	14,50	10,80	2,10
НСР ₀₅	0,36	0,32	$F_{\phi} < F_{\tau}$

Таблица 4 – Экономическая эффективность выращивания сорта Панна

Показатель	Мара	Лама	Панна
Урожайность, т/га	20,0	18,9	22,9
Товарность, %	85	85	90
Цена реализации, руб./кг	1,50	1,50	1,50
Выручка от реализации с 1 га, тыс. руб.	22,5	24,1	30,9
Себестоимость реализованной продукции с 1 га, тыс. руб.	11,1	11,1	11,1
Прибыль с 1 га, тыс. руб.	11,4	13,0	19,8
Уровень рентабельности, %	103	117	178

Панна значительно превосходил районированные сорта по получаемой прибыли в пересчете на 1 га при условии одинаковых затрат, формирующих себестоимость произведенной продукции, и, как следствие, обеспечил уровень рентабельности на 75 % выше, чем у сорта Мара, и на 61 % выше, чем у сорта Лама. Данные показатели достигнуты за счет более высокой продуктивности деревьев и товарности плодов у сорта Панна.

В ходе исследований установлено, что лучшими подвоями для нового сорта являются сеянцы местных форм алычи, обеспечивающие хороший уровень совместимости сорта с подвоем. В питомнике рост саженцев сдержанный, однолетка закладывает крону в июле. К середине сентября вырастают саженцы высотой 1,5–1,7 м с хорошо сформированными боковыми ветками. При условии квалифицированной формировки кроны в плодоносящем саду можно размещать деревья на рекомендуемом подвое по схемам посадки 4 × 3 м и 4 × 2,5 м.

Выводы

На основании многолетнего изучения генетической коллекции алычи культурной и последующей целенаправленной гибридизации был выделен поздний сорт Панна, который отличается крупноплодностью, высокой урожайностью (22,9 т/га при схеме размещения 4 × 3 м), зимостойкостью, устойчивостью к комплексу основных болезней, высокими вкусовыми качествами, богатым

биохимическим составом и привлекательностью плодов, что в сочетании с хорошей транспортабельностью за счет плотной консистенции мякоти и определяет высокую конкурентоспособность продукции.

Литература

1. Матвеев, В. А. Хозяйственно-биологическая характеристика сортообразцов сливы диплоидной коллекции РУП «Институт плодоводство» / В. А. Матвеев, М. Н. Васильева // Плодоводство: сб. науч. тр. / Бел. НИИ плодоводства; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2013. – С. 164–171.
2. Государственный реестр сортов / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; под ред. В. А. Бейни. – Минск, 2019. – 272 с.
3. Васильева, М. Н. Эффективность использования сорта Мара в качестве опылителя для районированного сорта алычи культурной / М. Н. Васильева, В. А. Матвеев, В. В. Васеха // Плодоводство: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодоводства; редкол.: А. А. Таранов (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2019. – Т. 31. – С. 75–80.
4. Васильева, М. Н. Роль интродуцированных сортов диплоидных видов слив как исходного материала в селекции алычи культурной в Беларуси / М. Н. Васильева, В. А. Матвеев // Пути повышения эффективности садоводства: сб. науч. тр. ГНБС / ред.-изд. Совет: Ю. В. Плугатарь (гл. ред.) [и др.]; под общ. ред. А. В. Смыкова. Ялта: ГБСБ, 2017. – Т. 144, Ч. 1 – С. 110–138.
5. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси; рук. разработ.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2010. – С. 236–287.

6. Генетические основы и методика селекции плодовых культур и винограда / З. А. Козловская [и др.]; под общ. ред. З. А. Козловской; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т плодоводства. – Минск: Беларуская навука, 2019. – 249 с.
7. Матвеев, В. А. Перспективный гибрид алычи Лама / В. А. Матвеев, М. С. Чиковани // Плодоводство: науч. тр. / Бел. НИИ плодоводства; редкол.: В. А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи: Бел. НИИ плодоводства, 1999. – Т. 12. – С. 20–22.
8. Janick, J. Encyclopedia of Fruit and Nuts / J. Janick, R. E. Paull; edited by J. Janick and R. E. Paull; Wallingford. – UK: CABI Publishing, 2008. – P. 900.
9. Васильева, М. Н. Хозяйственно-биологические особенности сортов алычи культурной в Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / М. Н. Васильева; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Ин-т плодоводства». – Самохваловичи, 2016. – 24 с.

УДК 633.11:631.53.027.2:632.95:631.86:631.559

Влияние обработки пшеницы яровой инсектицидами и фунгицидами на урожайность и посевные качества семян

С. Ф. Лисковский, аспирант, А. А. Демидов, доктор с.-х. наук, А. А. Сироштан, В. П. Кавунец, А. А. Заима, кандидаты с.-х. наук
Мироновский институт пшеницы имени В. Н. Ремесло, Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 12.06.2020 г.)

Применение фунгицидов и инсектицидов в посевах пшеницы яровой способствовало повышению урожайности сортов на 0,28–0,46 т/га. Наиболее высокие прибавки урожая (0,45–0,46 т/га) получены в варианте обработки посевов препаратами Солигор 425 ЕС + Фас на IV этапе органогенеза (э. о.) и Капитал + Антикolorад на VIII э. о. сортов пшеницы твердой яровой МПП Радужная и Диана. У выращенных семян с этих вариантов обнаружена тенденция увеличения показателей энергии прорастания и лабораторной всхожести (на 1,0–3,0 %).

The use of spring fungicides and insecticides on wheat crops increased the yield of varieties by 0,28–0,46 t/ha. The highest crop yields (0,45–0,46 t/ha) were obtained in the treatment of crops with Soligor 425 EC + Fas for IV stage of organogenesis (e. o.) and Capital + Anticolorad at VIII e. o. varieties of hard spring wheat MIP Raiduzhna and Diana. The grown seeds from these variants showed a tendency to increase the germination energy and laboratory similarity (by 1,0–3,0 %).

Введение

При стабилизации производства продовольственного зерна в Украине пшеница яровая должна занять подходящее ей место в зерновом балансе. Из-за отсутствия пластичных высокоурожайных интенсивных сортов долгое время почти не уделялось внимания разработке и совершенствованию технологии выращивания пшеницы яровой в Украине. Сейчас эта культура высевается на площади около 100–120 тыс. га преимущественно как страховая для посева озимых или при необходимости получения высококачественного зерна [1]. В настоящее время селекционерами Мироновского института пшеницы имени В. Н. Ремесло, Института растениеводства имени В. Я. Юрьева, ННЦ «Институт земледелия НААН» созданы высокоурожайные сорта пшеницы яровой, что дает возможность в производственных условиях при оптимальных погодных условиях получать урожайность зерна 4,5–5,0 т/га и более [2].

Одним из путей максимальной реализации потенциала продуктивности сортов пшеницы яровой является внедрение адаптивных технологий выращивания этой культуры [3, 4]. Эффективность технологий выращивания пшеницы яровой в значительной степени зависит от комплексного использования средств интенсификации: севооборота, сорта, системы обработки почвы, удобрения и химической защиты, направленной на ограничение распространения и развития болезней и вредителей [5]. В технологии возделывания одно из ведущих мест занимает система защиты растений.

Важным и экономически выгодным средством увеличения валовых сборов зерна являются сортовые высокоурожайные семена. Проблема защиты семенных посевов от болезней и вредителей требует к себе большего внимания, чем товарных посевов [6]. Чтобы избежать воздействия негативных факторов, для семеноводческих посевов пшеницы яровой следует использовать сорта, устойчивые к экстремальным условиям окружающей среды, возбудителям болезней и вредителей, вовремя применять рациональные технологические приемы, которые обеспечат стабильные урожаи высокоурожайного посевного материала [7]. Выращивание сортов, устойчивых к вредителям и возбудителям болезней, дает возможность без дополнительных затрат свести к минимуму потери урожая и уменьшить энергозатраты на 25–30 %, а также создать новую экологическую нишу в агробиоценозах [8, 9].

Сейчас вредная фауна зернового поля Украины характеризуется значительным разнообразием видового состава. Она насчитывает около 140 достаточно опасных видов насекомых и других живых организмов. Одни из них повреждают высевные проросшие семена, подземную часть стеблей, зародышевые и узловые корни, другие – обглаживают листья и стебли, высасывают сок, повреждают зерно в колосе и т. д. [10]. В период прорастания семян посева заселяют и повреждают фитофаги: хлебная жужелица, подгрызающие совки. Позже к ним присоединяются злаковые мухи, злаковые цикадки, тли, хлебная полосатая блошка, красногрудая пьявица. В фазе выхода в трубку посева повреждает

клоп вредная черепашка, в фазе колошения и налива зерна – злаковые тли и пшеничный трипс. От налива зерна и до молочно-восковой спелости вред зерну наносят личинки клопа черепашки [11].

Вследствие повреждения посевов вредителями снижаются посевные качества семян. Поэтому инсектицидная обработка растений особенно важна в семеноводстве [12]. Это решает задачу стабильного производства полноценных семян с высокими посевными качествами и урожайными свойствами, а также способствует их максимальному выходу.

Проблема защиты посевов пшеницы яровой от болезней и вредителей актуальна, что побудило нас к изучению влияния обработки посевов пшеницы яровой фунгицидами и инсектицидами на уровень урожайности зерна и посевные качества семян.

Методика проведения исследований

Полевые опыты проводили по методике государственного сортоиспытания [13] на делянках 10 м² в 6-кратной повторности. Агротехника – общепринятая для пшеницы яровой в условиях правобережной лесостепи Украины.

В весенне-летний период на разных этапах органогенеза (э. о.) посевы сортов пшеницы яровой МИП Злата, Божена, МИП Радужная, Диана обрабатывали фунгицидами Солигор 425 ЕС, к. э. (д. в. протиокназол, тебуконазол, спирокармазин) (1,0 л/га) и Капитал (д. в. азоксистробин, ципроконазол, эпоксиконазол) (1,0 л/га), а также инсектицидами Фас (д. в. альфа-циперметрин) (0,15 л/га) и Антиколорад (д. в. имидаклоприд, лямбда-цигалотрин) (0,5 л/га).

Урожай с опытных делянок убирали комбайном Сампо-130 и переводили на стандартную (14 %) влажность. Во всех опытных вариантах изучали посевные качества полученных семян [14–15].

Математическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием специальных пакетов программ (Excel, Statistica 6.0).

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия 2017 и 2018 г. не способствовали получению высокого урожая пшеницы яровой.

Малое количество осадков в период от сева до всходов приводило к их задержке и неравномерности. Незначительное количество осадков за весь период вегетации пшеницы яровой привело к снижению урожайности.

Применение фунгицидов обеспечивало их техническую эффективность в фазе молочной спелости против мучнистой росы на уровне 32–66 %, септориоза листьев – 30–58 %. Обработка инсектицидами значительно снижала численность злаковой тли, пиявицы, клопа вредная черепашка и жука кузьки. Наибольшая эффективность против болезней и вредителей установлена в варианте обработки посевов препаратами Солигор 425 ЕС (1,0 л/га) + Фас (0,15 л/га) на IV э. о. → Капитал (1,0 л/га) + Антиколорад (0,5 л/га) на VIII э. о.

Применение в посевах пшеницы яровой фунгицидов и инсектицидов способствовало увеличению урожайности сортов на 0,28–0,46 т/га (таблица 1).

Наиболее высокие прибавки урожая (0,45–0,46 т/га) получены в варианте обработки посевов препаратами Солигор 425 ЕС (1,0 л/га) + Фас (0,15 л/га) на IV э. о. → Капитал (1,0 л/га) + Антиколорад (0,5 л/га) на VIII э. о. сортов пшеницы твердой яровой МИП Радужная и Диана. Максимальную урожайность зерна (4,38 т/га) получили в этом же варианте обработки пшеницы мягкой яровой сорта Божена. На данном сорте был и самый высокий уровень урожайности в контроле (3,95 т/га).

В вариантах с внесением фунгицидов и инсектицидов в посевах в весенне-летний период вегетации повышались выход кондиционных семян и масса 1000 семян, а также обнаружена тенденция к повышению показателей энергии прорастания и лабораторной всхожести на 1,0–3,0 % (НСР₀₅ – 3,0 %) по сравнению с семенами контрольных вариантов (таблица 2).

Заключение

Таким образом, одной из крупнейших предпосылок получения семян с высокими посевными качествами является защита от вредных организмов, которые наносят вред семенам на всех этапах органогенеза растений пшеницы яровой. Применение в посевах пшеницы яровой интегрированной защиты от болезней и вредителей

Таблица 1 – Урожайность пшеницы яровой в зависимости от обработки посевов фунгицидами и инсектицидами (МИП, 2017–2018 гг.)

Вариант	МИП Злата*		Божена*		МИП Радужная**		Диана**	
	урожайность, т/га	прибавка к контролю, т/га						
Контроль (без обработки)	3,91	–	3,95	–	3,12	–	3,31	–
Солигор 425 ЕС, КЭ, 1,0 л/га на IV э. о.	4,19	0,28	4,25	0,30	3,43	0,31	3,62	0,31
Солигор 425 ЕС, КЭ, 1,0 л/га на IV э. о. + Фас, 0,15 л/га на IV э. о.	4,27	0,36	4,32	0,37	3,49	0,37	3,69	0,38
Солигор 425 ЕС, КЭ, 1,0 л/га на IV э. о. → Капитал, 1,0 л/га на VIII э. о.	4,24	0,33	4,30	0,35	3,48	0,36	3,67	0,36
Солигор 425 ЕС, КЭ, 1,0 л/га на IV э. о. + Фас, 0,15 л/га на IV э. о. → Капитал, 1,0 л/га на VIII э. о. + Антиколорад, 0,5 л/га на VIII э. о.	4,31	0,40	4,38	0,43	3,58	0,46	3,76	0,45
НСР ₀₅	0,28							

Примечание – *Пшеница мягкая яровая; **пшеница твердая яровая.

Таблица 2 – Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян пшеницы яровой в зависимости от обработки посевов фунгицидами и инсектицидами (МИП, 2017–2018 гг.)

Вариант	МИП Злата*		Божена*		МИП Радужная**		Диана**	
	посевные качества семян, %							
	энергия прорастания	лабораторная всхожесть	энергия прорастания	лабораторная всхожесть	энергия прорастания	лабораторная всхожесть	энергия прорастания	лабораторная всхожесть
Контроль (без обработки)	90	93	91	92	87	90	86	89
Солигор 425 ЕС, КЭ, 1,0 л/га на IV э. о.	90	93	92	93	88	91	86	90
Солигор 425 ЕС, КЭ, 1,0 л/га на IV э. о. + Фас, 0,15 л/га на IV э. о.	91	94	92	93	88	92	87	90
Солигор 425 ЕС, КЭ, 1,0 л/га на IV э. о. → Капитал, 1,0 л/га на VIII э. о.	91	94	93	94	89	93	90	91
Солигор 425 ЕС, КЭ, 1,0 л/га на IV э. о. + Фас, 0,15 л/га на IV э. о. → Капитал, 1,0 л/га на VIII э. о. + Антиколорад, 0,5 л/га на VIII э. о.	92	94	94	95	90	93	90	92
HCP ₀₅	3,0							

Примечание – *Пшеница мягкая яровая; **пшеница твердая яровая.

обеспечивает получение высоких и стабильных урожаев качественных семян.

Литература

1. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор [та інш.]. – Львів: НВФ «Українські технології», 2010. – 1088 с.
2. Судденко, В. Ю. Урожайність та посівні якості насіння пшениці м'якої ярої залежно від застосування фунгіцидів / В. Ю. Судденко, С. Ф. Лісковський // Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур: тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. (м. Київ, 29 березня 2018 р.). – Вінниця: Нілан-ЛТД, 2018. – С. 138–140.
3. Зубець, М. В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / М. В. Зубець. – К.: Логос, 2004. – 776 с.
4. Вплив агрозаходів на підвищення продуктивності пшениці ярої / В. Я. Білоножко [та інш.] // Вісник уманського національного університету садівництва. – № 2. – 2017. – С. 33–36.
5. Красиловець, Ю. Г. Оптимізація інтегрованого захисту ярої пшениці при підготовці до посіву / Ю. Г. Красиловець, К. М. Склярєвський // Агроном. – 2005. – С. 27–30.
6. Кавунець, В. П. Вплив фунгіцидів на посівні якості та врожайні властивості насіння озимої пшениці / В. П. Кавунець, Г. М. Ковалишина, В. С. Кочмарський // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. – 2002. – № 24. – С. 116–121.

7. Вплив обробок посівів ярої пшениці на врожайність та посівні якості насіння / В. П. Кавунець [та інш.] // Насінництво. – 2007. – № 5. – С. 9–11.
8. Монастырский, О. А. Биозащита зерновых культур от токсикогенных микроорганизмов / О. А. Монастырский // Защита и карантин растений. – 2003. – № 2. – С. 5–8.
9. Моргун, В. В. Значення стійких сортів озимої пшениці, вивчення джерел і донорів стійкості до шкідників та основних збудників хвороб / В. В. Моргун, Т. В. Топчий // Физиология растений и генетика. – 2018. – Т. 50. – № 3. – С. 218–240.
10. Фецин, Д. М. Клоп шкідлива черепашка: особливості розмноження, шкідливості та прогноз розвитку за умов підвищеного температурного режиму / Д. М. Фецин, О. М. Орлова // Карантин і захист рослин. – 2013. – № 7. – С. 8–9.
11. Удосконалена система захисту озимої пшениці від шкідників по колосовому попереднику в умовах південного Степу: методичні рекомендації. – Миколаїв, 2010. – 15 с.
12. Технологія виробництва насіння озимої пшениці в правобережному Лісостепу України: методичні рекомендації; за ред. В. С. Кочмарського, В. П. Кавунця. – Миронівка, 2011. – 128 с.
13. Методика державного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1971. – Вып. 1/2. – 478 с.
14. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості ДСТУ 4138–2002. К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 173 с.
15. Макрушин, Н. М. Экологические основы промышленного семеноводства зерновых культур / Н. М. Макрушин. – М.: Агропромиздат, 1995. – 280 с.

УЧРЕДИТЕЛИ: РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»; РУП «Институт защиты растений»

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

РЕДАКЦИЯ: А. П. Будревич, М. И. Жукова, М. А. Старостина, С. И. Ярчакоская. Верстка: Г. Н. Потева

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

Тел./факс: главный редактор: (017 75) 3-25-68, (029) 615-58-08; зам. главного редактора: (017) 509-23-38, (029) 699-23-38;

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

E-mail: ahova_raslin@tut.by

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

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

Подписано в печать 18.08.2020 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Тираж 1200 экз. Заказ № 0444/20. Цена свободная.

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

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