

Земледелие и Растениеводство

Научно–практический журнал



ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ
ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ И РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО УХОДУ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ
ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ

➤ стр. 7

№ 2 (147),
2023

Земледелие и Растениеводство

Научно-практический
журнал

№ 2 (147)

март–апрель 2023 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Crop farming and plant growing
Scientific-Practical Journal

№ 2 (147)

March–April 2023

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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



СЕМЕНАМ ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ

Семена – это генетический носитель биологических и хозяйственных свойств растений, и от их качества в значительной степени зависит будущий урожай сельскохозяйственной культуры. Известно, что с прорастания семян начинается первая активная фаза жизнедеятельности растений. Поэтому начальным этапом в технологии выращивания культуры являются мероприятия, направленные на повышение жизнеспособности и полевой всхожести семян. Высокое качество семян является одним из основных технологических требований возделываемой культуры. Стандарты посевного материала предусматривают такие параметры, как сортовая чистота, влажность, масса 1000 зерен и др. Семена должны быть очищены, отсортированы, откалиброваны и пройти оценку в контрольно-семенной инспекции. Если по каким-то причинам семена не соответствуют стандарту, следует их доработать и довести до необходимой кондиции.

Для получения стабильно высоких урожаев необходимо соблюдение всех агроприёмов в технологиях возделывания культур. Одним из важнейших элементов – это система защиты от патогенных микроорганизмов. Создание оптимальной фитосанитарной обстановки в посевах достигается сочетанием ряда агротехнических мероприятий, использованием устойчивых сортов.

Среди агротехнических приёмов наиболее существенное влияние на развитие болезней оказывает предшественник. Сегодня на значительных площадях зерновые сеют по зерновым, и в таких условиях наблюдается накопление и сохранение многих болезней, важнейшими из которых являются корневые гнили. При эпифитотийном развитии (до 80–90 %) корневых гнилей потери урожая могут достигать 50 %.

Состав патогенного комплекса семян включает десятки видов грибов, бактерий и вирусов, среди которых преобладают особенно вредоносные возбудители болезней, таких как твердая, пыльная и другие виды головни, снежная плесень, септориоз, фузариоз коло-

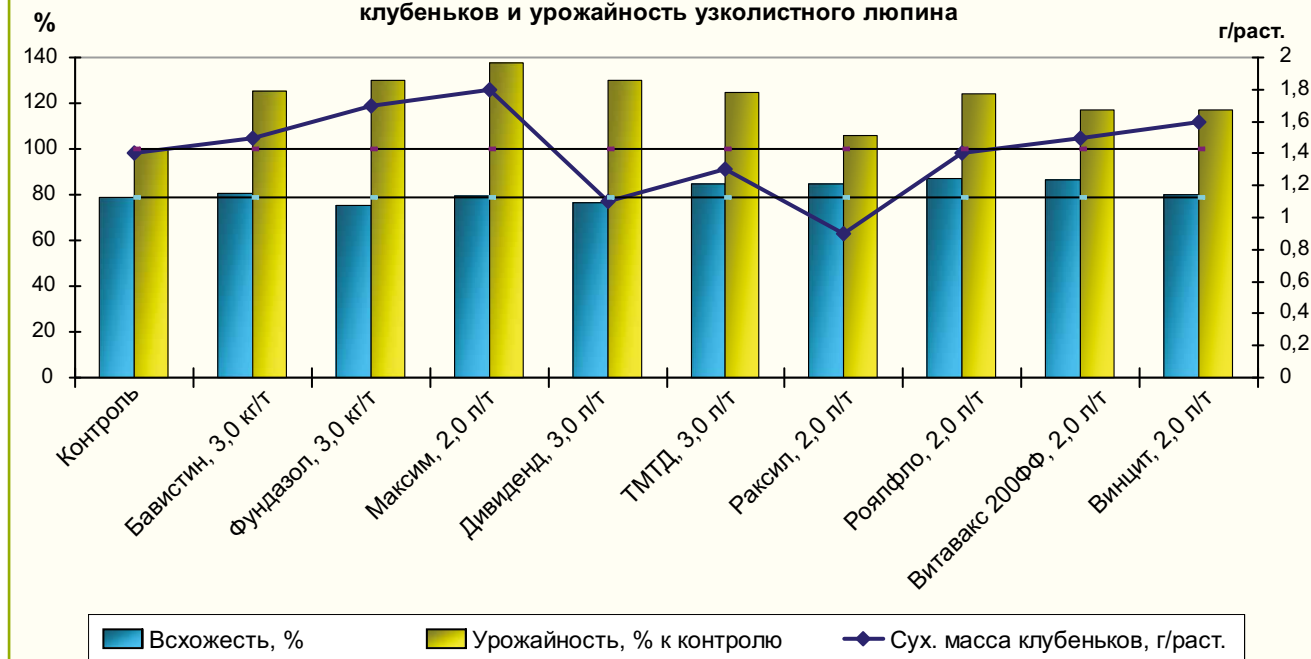
са, различные пятнистости, а также плесневение семян. Прямые потери зерна, вызываемые комплексом этих болезней, как правило, достигают 20 %, а при сильной зараженности зерно становится непригодным даже на фуражные цели. В зависимости от сложившихся погодных условий, агротехники возделывания интенсивность зараженности семян различается, однако семенная инфекция присутствует на посевном материале ежегодно.

Наиболее действенным способом обеззараживания семян является химический, и **обработка посевного материала протравителями семян – один из обязательных приемов**. Протравливание семян позволяет полностью снять семенную инфекцию разного вида, одновременно защищая молодые растения от почвенной, запасы которой неискосима. Кроме того, ряд системных фунгицидов, применяемых для протравливания семян, защищает растения на первых этапах развития от аэрогенной инфекции, а протравители с инсектицидной составляющей – и от вредителей. Ассортимент протравителей, разрешённых к применению в сельхозпредприятиях республики, очень широк. В ассортименте препараты, отличающиеся по эффективности, некоторые не всегда способны проникнуть в семя. Их подбор необходимо проводить в соответствии с видом и объёмом инфекции, однако предпочтение следует отдавать контактно-системным фунгицидам с широким спектром действия, подавляющим инфекцию как на поверхности, так и внутри семени, особенно это касается семеноводческих посевов, где недопустимо появление головнёвых болезней.

В борьбе с пыльной головней ячменя важное значение имеет не только биологическая эффективность



Влияние протравителей на всхожесть, сухую массу клубеньков и урожайность узколистного люпина



препарата, но и срок сева культуры. Установлено, что при поздних сроках сева яровых зерновых культур эффективность протравителей снижается.

Надо сказать, что протравливание семян самый дешёвый способ защиты в расчёте на 1 га посева в сравнении с другими фунгицидными обработками, и небольшое количество протравителя позволяет контролировать развитие болезней на самом раннем – очень уязвимом этапе роста растений достаточно продолжительное время.

Необходимо обратить внимание, что этот технологический прием должен быть проведён на должном уровне: строго выдержаны нормы расхода протравителя, чётко отрегулированы протравочные машины, скорость и равномерность подачи семян, норма расхода рабочей жидкости. Только в этом случае можно добиться качественной полной обработки семенного материала и, следовательно, необходимой эффективности средств защиты.

Семенной материал имеет невысокий запас питательных веществ, ферментов, витаминов, регуляторов роста, которые выполняют важную роль в процессе прорастания семян и роста проростка. Поэтому первым условием успешного прорастания семян является активизация их ферментативной системы на фоне обязательного обеззараживания семенного материала. Наиболее доступным способом повышения интенсивности биохимических превращений в прорастающих семенах, а также стимуляции прорастания и развития растений – это **обогашение семян микроэлементами и биологически активными веществами посредством инкрустации семян защитно-стимулирующими составами.**

При составлении инкрустирующих составов может быть использован любой препарат, внесенный в «Государственный реестр...», в рекомендованных нормах для предпосевной обработки семян.

Однако необходимо руководствоваться следующими правилами:

- в инкрустационный состав кроме протравителя нежелательно вводить более одного микроудобрения и одного регулятора роста, предварительно проверив на совместимость;
- не допускать снижения норм расхода протравителя;
- готовить рабочую жидкость при постоянном качественном перемешивании в строгой очередности: раствор микроудобрений, затем раствор регулятора роста и в конце протравитель;
- рабочий состав следует готовить непосредственно перед применением и не оставлять в баке после проведения обработки во избежание засорения шлангов и форсунок.

Особенно тщательно следует подходить к обеззараживанию семян для семеноводческих посевов. Не допускается снижения норм расхода протравителей, применения низкоэффективных препаратов и биологических средств защиты, которые не способны уничтожить головневую инфекцию. Кроме того, для таких посевов необходимо разработать технологические карты, обеспечивающие формирование здорового семенного материала для последующего сева, и строго их соблюдать.

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

СОДЕРЖАНИЕ		CONTENTS	
Колонка главного редактора		Editor-in-Chief Column	
 Привалов Ф. И. Семенам особое внимание	4	 Privalov F. I. Special attention to seeds	
На тему дня		On the topic of day	
 Привалов Ф. И., Урбан Э. П., Буштевич В. Н., Гордей С. И. Оценка состояния озимых зерновых культур и рекомендации по уходу в весенне-летний период вегетации	7	 Privalov F. I., Urban E. P., Bushtevich V. N., Gordey S. I. Evaluation of the state of winter crops and recommendations for care in the spring-summer vegetation period	
 Сорока Л. И., Пестерева А. С., Миронова М. П. Защита озимых зерновых культур от сорных растений	11	 Soroka L. I., Pestereva A. S., Mironova M. P. Protection of winter grain crops from weeds	
 Жуковский А. Г., Крупенько Н. А. Развитие болезней озимых зерновых культур в весенний период	12	 Zhukovsky A. G., Krupenko N. A. Development of diseases of winter crops in the spring	
 Запрудский А. А., Полозняк Е. Н. Защита посевов озимого рапса от сорных растений	13	 Zaprudsky A. A., Poloznyak E. N. Protection of winter rapeseed crops from weeds	
Новости науки		Science news	
 Урбан Э. П. Новые сорта отечественной селекции – залог высоких урожаев	15	 Urban E. P. New varieties of domestic selection – a guarantee of high yields	
Агротехнологии		Agrotechnologies	
 Булавин А. Л., Скируха А. Ч., Гвоздов А. П., Евсеев М. В., Пынтиков С. А., Алисиевич Л. М. Роль отдельных агроприемов в формировании урожайности зерна люпина узколистного	18	 Bulavin A. L., Skyrukha A. Ch., Gvozдов A. P., Evseenko M. V., Pyntikov S. A., Alisieovich L. M. The role of individual agricultural practices in the formation of the yield of narrow-leaved lupine grain	

СОДЕРЖАНИЕ		CONTENTS	
Агрохимия		Agrochemistry	
✍ <i>Балюк Н. В., Ламан Н. А., Калацкая Ж. Н.</i> Влияние 24-эпибрасинолида в сочетании с салициловой кислотой и метилжасмонатом на продуктивность и качество мини-клубней картофеля в стрессовых условиях	21	✍ <i>Balyuk N. V., Laman N. A., Kalatskaya Zh. N.</i> Influence of 24-epibrassinolide in combination with salicylic acid and methyl jasmonate on productivity and quality of potato minitubers under stress conditions	
✍ <i>Надточаев Н. Ф., Костеневич В. Н.</i> Формирование урожая кукурузы при использовании различных доз и сроков внесения карбамида в зависимости от агроклиматических условий	26	✍ <i>Nadtochaev N. F., Kostenevich V. N.</i> Formation of corn yield using different doses and timing of urea application depending on agro-climatic conditions	
✍ <i>Ковалева И. В., Шлома Т. М., Лукашевич Н. П., Коваль И. М.</i> Влияние азотных удобрений и норм высева семян на продуктивность посевов гороха	32	✍ <i>Kovaleva I. V., Shloma T. M., Lukashevich N. P., Koval I. M.</i> Influence of nitrogen fertilizers and seeding rates on the productivity of pea crops	
✍ <i>Кажарский В. Р., Козлов С. Н., Миренков Ю. А., Шелюто Б. В.</i> Влияние гербицидов на засоренность и урожайность зерна озимой пшеницы	35	✍ <i>Kazharsky V. R., Kozlov S. N., Mirenkov Yu. A., Shelyuto B. V.</i> Influence of herbicides on weed infestation and yield of winter wheat grain	
✍ <i>Смольский В. Г., Телеш В. А.</i> Эффективность некорневых подкормок озимой пшеницы удобрениями ДР ГРИН	40	✍ <i>Smolsky V. G., Telesh V. A.</i> Efficiency of foliar top dressing of winter wheat with DR GREEN fertilizers	
Защита растений		Plant protection	
✍ <i>Сорока С. В., Сорока Л. И., Пестерева А. С.</i> Бакковые смеси гербицидов в посевах пшеницы озимой	42	✍ <i>Soroka S. V., Soroka L. I., Pestereva A. S.</i> Tank mixtures of herbicides in winter wheat crops	
✍ <i>Волчкевич И. Г., Станчук А. Э.</i> Распространенность гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении в Беларуси	45	✍ <i>Volchkevich I. G., Stanchuk A. E.</i> Prevalence of root rots of table carrots during storage in Belarus	
Льноводство		Flax growing	
✍ <i>Снежинский А. А.</i> Влияние защитно-стимулирующих составов при предпосевной обработке семян на семенную инфекцию, полевую всхожесть и развитие болезней в посевах льна-долгунца	50	✍ <i>Snezhinsky A. A.</i> Influence of protective and stimulating compositions during presowing treatment of seeds on seed infection, field germination and development of diseases in fiber flax crops	
✍ <i>Снежинский А. А.</i> Влияние микробного препарата Полибакт на плотность ценоза и фотосинтетическую деятельность растений льна	54	✍ <i>Snezhinsky A. A.</i> Influence of the microbial preparation Polybakt on the density of cenosis and photosynthetic activity of flax plants	
Страницы истории		History pages	
✍ Галина Владимировна Пироговская (к 75-летию со дня рождения и 50-летию научной и творческой деятельности)	59	✍ Galina Vladimirovna Pirogovskaya (to the 75 th anniversary of his birth and the 50 th anniversary of scientific and creative activity)	

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

Оценка состояния растений озимых зерновых и рекомендации по уходу в весенне-летний период вегетации

Ф. И. Привалов, доктор с.-х. наук, академик НАН Беларуси,

Э. П. Урбан, доктор с.-х. наук, член-корреспондент НАН Беларуси,

В. Н. Бушневич, кандидат с.-х. наук,

С. И. Гордей, кандидат биологических наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

Введение

В структуре зернового клина Беларуси главенствующая валообразующая роль отводится озимым культурам – пшенице, тритикале, ржи и в последние годы – озимому ячменю. При хорошем развитии с осени они лучше, чем яровые, используют весенние запасы влаги и питательных веществ, быстро отрастают весной и меньше страдают от весенних и летних засух. Более раннее созревание дает возможность более тщательно подготовить почву для последующих культур. В условиях часто повторяющихся засух озимые зерновые более урожайные, чем яровые культуры. Своевременный и качественный уход за посевами в соответствии с научными рекомендациями во многом определяют количество и качество будущего урожая.

Основная часть

1. Оценка осеннего развития растений и климатических факторов в период зимовки.

Специфика ранневесеннего ухода за посевами озимых культур определяется условиями сева, осенней вегетации и перезимовки.

Растения озимых зерновых культур к концу осенней вегетации в среднем должны иметь 3–5 побегов высотой 15–20 см, а количество растений на 1 м² должно быть не менее 350–400 штук. У таких посевов наиболее высокая зимостойкость и устойчивость к неблагоприятным факторам в период зимовки. Наименее зимостойкими являются

растения в фазе образования второго-третьего листа. У переросших осенью посевов, вследствие интенсивного роста растений и конуса нарастания, задерживается прохождение первой фазы закаливания, в результате они снижают зимостойкость на 20–50 % и сильнее подвержены выпреванию и вымерзанию.

Оптимальные условия для перезимовки озимых создаются при минимальной температуре почвы на глубине узла кущения от –3 до –5 °С (таблица).

Когда на слабозамерзшую почву выпадает много снега (выше 30 см) и температура на глубине узла кущения сохраняется близкой к 0 °С, наблюдается выпревание и поражение листовой поверхности снежной плесенью. Сравнительно высокие температуры под снегом активизируют процессы дыхания растений, в результате чего интенсивно расходуются пластические вещества, что приводит к гибели или значительному ослаблению растений.

Следует учитывать, что опасное значение температуры почвы в республике наблюдается при температуре воздуха ниже –15 °С и высоте снежного покрова менее 5 см. Такие условия в Республике Беларусь возможны в 35 % лет, т. е. 3–4 года из 10.

Критические температуры вымерзания составляют: для озимой пшеницы –5–16 °С, озимого тритикале –16–16,5 °С, тетраплоидной ржи –16–17 °С, диплоидной ржи –17–19 °С, озимого ячменя –12–13 °С.

Согласно научным исследованиям и информации Белгидромета, в осенний период вегетации 2022 г. озимые культуры на большинстве обследованных полей находились в хорошем и удовлетворительном состоянии. В среднем на время прекращения осенней вегетации на 70 % обследованных полей растения озимых зерновых

Температура почвы на глубине узла кущения в зависимости от температуры воздуха и высоты снежного покрова (°С)

Минимальная температура воздуха, °С	Температура почвы на глубине узла кущения, °С				
	высота снежного покрова, см				
	без снега	5	10	15	20
–15	–10	–7	–5	–3	–3
–20	–14	–10	–7	–3	–3
–25	–18	–14	–9	–5	–4
–30	–22	–18	–12	–6	–4
–35	–26	–21	–14	–8	–6
–40	–30	–24	–16	–10	–6

Примечание –

– зона критических температур, при которых растения погибают;

– зона удовлетворительных температур;

– зона оптимальных температур для зимовки растений.

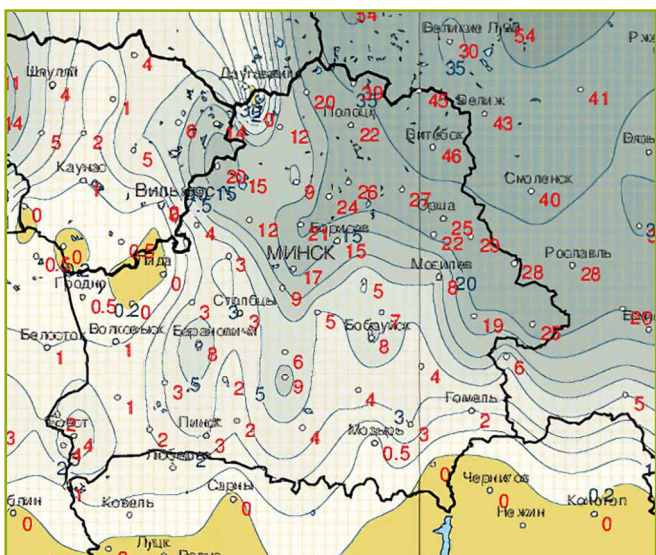
находились в фазе кущения (оптимальная фаза для перезимовки), в фазе всходов – на 8–10 %. Наиболее хорошее развитие посевов озимых зерновых на конец прекращения осенней вегетации отмечено в Гродненской и Минской областях, наименее – в Витебской, Могилевской и Гомельской. Начало перезимовки растений озимых зерновых проходило в сложных условиях. Снежный покров установился преимущественно на незамерзшей почве. При высоком снежном покрове и отсутствии промерзания почвы температура на глубине залегания узла кущения озимых близка к 0 °С, что приводит к увеличению расхода растениями накопленных питательных веществ, и в дальнейшем это может привести к ослаблению посевов. В течение зимних месяцев перезимовка культур проходила в условиях неустойчивой погоды.

Наблюдавшееся кратковременное похолодание в середине января и феврале не представляло угрозы для основных массивов озимых. В самую холодную ночь в отдельных районах центрального региона в юго-восточной части страны, где снежный покров был небольшой или отсутствовал, температура воздуха ниже –5–12 °С не опускалась, что не опасно для озимых культур. Несмотря на то что в феврале во многих районах северо-восточной половины страны воздух в ночные часы выхолаживался до –15–20 °С и ниже, на большинстве площадей озимые от повреждения защитил снежный покров, высота которого колебалась от 7–10 см до 15–25 см, местами на крайнем северо-востоке республики – до 30–40 см. На конец первой декады марта 2023 г. похожая ситуация с отрицательными ночными температурами – до –15 °С и высотой снежного покрова наблюдалась в северо-восточном регионе (рисунок).

В целом перезимовка озимых зерновых культур оценивается как удовлетворительная, повреждения и гибель растений озимых зерновых оцениваются на уровне среднесезонных значений – 6–8 %.

2. Мероприятия по уходу за посевами озимых зерновых культур.

Первой весенней операцией в посевах озимых культур с учетом отмеченной специфики состояния посевов



Высота снежного покрова в Республике Беларусь на 9 марта 2023 г.

и погодных условий осенней вегетации 2022 г., в зависимости от дальнейших погодных условий, будет являться спуск талых вод (при необходимости), а второй – оценка их состояния. Окончательную оценку состояния необходимо проводить через 10–14 дней после устойчивого начала вегетации, когда будут хорошо видны признаки отрастания: молодые белые корешки, светло-зеленые молодые листья или 1–1,5 см светло-зеленого отрастания от пазухи старого листа.

Состояние посевов оценивается:

- **отличным**, если на 1 м² имеется не менее 300 растений озимого тритикале, озимой пшеницы – не менее 400, озимой ржи, ячменя – не менее 350;
- **хорошим** – озимого тритикале – 200–300, озимой пшеницы – 300–400, озимой ржи, ячменя – 250–300;
- **удовлетворительным** – озимого тритикале – 100–200, озимой пшеницы – 200–300, озимой ржи, ячменя – 150–250 растений при равномерном их размещении по площади поля.

К **плохим** следует отнести посевы озимого тритикале с густотой менее 100 растений на 1 м², озимой пшеницы – менее 200, озимой ржи и ячменя – менее 150. Часть посевов, отнесенных к плохим, имеющим 130 и более растений на 1 м², подлежат «ремонту», а менее 130 растений – пересеву.

При локальной гибели посевов зерновых культур от вымокания, развития снежной плесени или по другим причинам участок поля с погибшим посевом культивируется чизельными культиваторами, чизельно-дисковыми культиваторами или агрегатами для бесплужной обработки почвы и засеивается яровой зерновой культурой.

Перепахивать такие участки нецелесообразно, поскольку это приведет к перерасходу топлива, потере почвенной влаги и затягиванию сроков посевной кампании. Предпосевную обработку почвы после гибели зерновых необходимо заменить комбинированными почвообрабатывающе-посевными агрегатами, обеспечивающими совмещение предпосевной обработки почвы с посевом.

Подсев (уплотнение) изреженных посевов следует проводить в течение не более пяти-шести дней с момента возможности сева яровых культур. Опоздание со сроком подсева не обеспечивает хорошей заделки семян из-за пересыхания верхнего слоя почвы. Подсев озимых зерновых бобовыми культурами (горох, люпин), как правило, неудачен, поскольку к моменту проведения подсева верхний слой почвы содержит недостаточное количество влаги для дружного прорастания семян подсеянной культуры. Появление их всходов совпадает с фазой выхода в трубку злаковой культуры. В результате подсеянный компонент сильно затеняется, отстает в росте, изреживается и не оказывает существенного влияния на продуктивность посева.

Не подлежат уплотнению изреженные семеноводческие посевы. Возможность их сохранения и получения семян определяется наличием в хозяйстве гербицидов, поскольку на изреженных посевах обязательным агроприемом является проведение химпрополки.

2.1. Азотные подкормки.

Установлено, что наибольшая эффективность первой весенней азотной подкормки озимых культур достигается тогда, когда сумма весенних положительных температур от начала активной вегетации растений (переход

среднесуточной температуры воздуха через 5 °С) и до начала проведения подкормки достигает 100–120 градусов. В этом случае оплата 1 килограмма азота зерном достигает 9–15 и более килограммов. Слишком ранняя (до накопления 100 градусов) азотная подкормка в условиях ранней весны нецелесообразна из-за снижения коэффициента использования азота минеральных удобрений в силу недостаточного развития всасывающей зоны корневой системы и вялотекущей вегетации. Обязательными условиями для начала подкормки являются:

- достижение среднесуточной температуры воздуха выше +5 °С в течение 5 дней и отрастание молодых корешков более 1 см, что свидетельствует о возобновлении весенней вегетации;
- окончание внутрипочвенного стока влаги в пахотном слое почвы, поскольку зимой в ряде регионов формировался достаточно устойчивый снежный покров.

При раннем возобновлении вегетации и укороченной продолжительности светового дня удлиняется период весеннего кущения растений. В этом случае ранняя подкормка способствует формированию более плотного стеблестоя не раскустившихся с осени посевов, увеличивается биомасса растений, но отношение зерна к соломе уклоняется в пользу соломы, поэтому снижается окупаемость зерном килограмма действующего вещества минеральных удобрений.

Противопоказанием для проведения ранней подкормки является усиление ростовых процессов, автоматически приводящее к снижению устойчивости растений к возможным заморозкам и снижению коэффициента использования азота из минеральных удобрений из-за пониженных температур и вымывания, особенно при выпадении снега или дождя. Поэтому с целью оптимизации состояния посевов по плотности продуктивного стеблестоя к началу колошения, снижения вероятности их полегания и развития болезней следует использовать разную тактику проведения подкормок в зависимости от состояния посева.

Не раскустившиеся и слабо раскустившиеся посевы (400–800 побегов на квадратном метре или 1–2 побега на растение) следует подкармливать в первую очередь после возобновления вегетации. Рекомендуемая для первой подкормки доза азота – 60–70 кг/га д. в. с целью усилить весеннее кущение, учитывая при этом, что при необходимости будет проведена вторая подкормка в начале выхода в трубку (по десятичному коду стадия 31–32) дозой азота 30–40 кг/га д. в. При среднемноголетнем и позднем сроке возобновления вегетации растений формирование урожая должно вестись не за счет получения продуктивного стеблестоя, а за счет формирования крупного по числу зерен колоса.

Посевы, имеющие 1000–1500 побегов на квадратном метре посева или 3–4 побега на растение, следует начинать подкармливать через 7–14 дней после возобновления вегетации рекомендуемой дозой азота (60–70 кг/га д. в.) с целью сохранения имеющегося стеблестоя без стимуляции весеннего кущения. Вторая подкормка на таких посевах при необходимости должна проводиться дозой азота в 30–40 кг/га со смещением ближе к середине фазы выхода в трубку (32–33).

При недостатке азотных удобрений для проведения первой ранневесенней подкормки азотом озимых зерновых культур рекомендуется следующая схема

применения азотных удобрений: 40 кг/га д. в. в начале возобновления вегетации + 30–40 кг/га д. в. в фазе начала выхода растений в трубку. Это обязательный минимум, а при наличии азотных удобрений целесообразно провести третью подкормку в фазе выхода флагового листа. В этот период доза азотных удобрений может составлять до 60 кг/га д. в. Для второй и третьей подкормки используются твердые формы азотных удобрений.

Оптимальный срок проведения подкормок будет определяться возможностью войти машинно-тракторными агрегатами в поле.

Лучшими формами для ранневесенней подкормки являются карбамид и КАС. Поверхностное внесение карбамида более эффективно на влажных почвах, в этом случае меньше газообразные потери азота. Однако при использовании твердых форм необходимо обеспечить требуемую равномерность распределения удобрений по поверхности почвы (показатель неравномерности не должен превышать 10 %). По данным РУП «Институт почвоведения и агрохимии», при показателе неравномерности внесения азотных удобрений 15–20 % прибавка урожая от них снижается на 20 %. Оптимальная равномерность распределения азота достигается при использовании жидкого азотного удобрения – КАС. При дневных температурах воздуха менее 10 °С можно использовать это удобрение без разведения водой.

В валобразующих хозяйствах республики необходимо планировать урожайность озимых зерновых не менее 60–70 ц/га. В этом случае общая доза азотных удобрений за вегетацию для озимой пшеницы должна составлять 140–160 кг/га д. в., озимого тритикале – 130–150, гибридной ржи – 120–140, для озимого ячменя – 110–130 кг/га д. в. на фоне внесения ретардантов. Внесение такой дозы следует распределять в 3–4 приема – 60–70 кг/га д. в. в начале вегетации (КАС или карбамид), 35–40 кг/га д. в. в фазе начала выхода в трубку (карбамид), 40–50 кг/га д. в. в фазе появления флагового листа (мочевина) и на посевах озимой пшеницы – 10 кг/га д. в. в фазе колошения (водный раствор карбамида в концентрации до 8 %).

В период трубкования формируются такие важные составляющие урожая, как длина колоса, количество колосков в колосе. Недостаток азота в это время приводит к редукции (опадению) нижних колосков. В то же время очень важно не превысить рекомендуемые дозы, т. к. это приводит к активному росту междоузлий, который необходимо тормозить применением ретардантов.

Из микроэлементов в посевах озимых зерновых культур рекомендуется применять медь и марганец. Недостаток меди в питании растений проявляется в виде белоколосицы (белая окраска колоса, стебля и листьев), в верхней части колоса не образуется зерно, а при острой нехватке меди весь колос бывает пустой. Оптимальный срок применения – некорневые подкормки весной в начале вегетации и в начале выхода в трубку в дозах по 50 г/га д. в. Лучшими формами микроудобрений являются удобрения, содержащие микроэлементы в хелатной форме, усвояемость которых растениями значительно выше, чем из химических солей. Поскольку они выпускаются в жидкой форме, то их применение более технологично, т. к. не требует дополнительного процесса растворения.

2.2. Весенняя прополка озимых зерновых и защита растений от вредителей и болезней.

На большинстве посевов озимых зерновых культур в течение осенней вегетации по разным причинам не представлялось возможным провести химпрополку. Использование гербицидов весной должно основываться на состоянии посева, видовом составе и численности сорных растений. Исходя из этого определяется необходимость проведения гербицидной обработки на каждом конкретном поле и подбирается ассортимент препаратов, токсичных для тех видов сорняков, которые произрастают на данном участке.

Для защиты листового аппарата от поражения болезнями целесообразно проводить фунгицидные обработки при наличии признаков одной или комплекса болезней на третьем листе (счет сверху) у 50 % растений или пороговом развитии (1–5 %). Для этих целей выбор препарата осуществляют согласно «Государственному реестру средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

Рекомендованный и внесенный в «Государственный реестр...» ассортимент гербицидов позволяет решить проблему сорняков при любом характере засорения посевов озимых.

2.3. Защита посевов от полегания.

Интенсивная технология возделывания предусматривает получение высоких урожаев прежде всего за счёт оптимальной плотности продуктивного стеблестоя и высокой массы зерна колоса. Для этого необходимо обеспечить растения всеми питательными веществами в требуемых объёмах и в первую очередь азотом. Однако повышенный фон питания при высокой густоте стояния растений будет способствовать формированию мощного стеблестоя и создаст предпосылки для полегания посевов. Для предотвращения полегания следует применять ретарданты. Ретарданты – вещества, неоднородные по химическому составу, объединяемые по способности тормозить рост растений. Они влияют на обмен веществ растений и, в частности, на фитогормоны, которые вырабатываются в растениях и участвуют в регуляции обмена веществ на всех этапах его жизни, начиная от развития зародыша и кончая отмиранием. Ретарданты, как правило, вызывают укорачивание и утолщение стебля, расширение пластинок листьев, увеличивают интенсивность зелёной окраски листьев, способствуют росту корневой системы.

Следует помнить, что чем выше температура и чем сильнее инсоляция, тем больше укорачивающий эффект. Поэтому при выборе срока и нормы внесения препарата следует исходить из анализа комплекса факторов:

- планируемой дозы азотных удобрений;
- типа сорта (короткостебельный, средне- или высокостебельный);
- густоты стояния растений на 1 м² и т. д.

Применение ретардантов оправдано при формировании урожайности более 40 ц/га, прохладной погоде в период выхода в трубку, в условиях достаточной и избыточной влажности почвы и высокой обеспеченности азотом. Ретарданты – гормональный стресс для растений, и их можно использовать только на высококультурных, обеспеченных питательными веществами

и влагой, своевременно обработанных фунгицидами и гербицидами посевах. Применение морфорегуляторов на легких почвах при недостаточном питании растений в засушливых условиях может привести к угнетению роста и развития, задержке выколашивания. Ретарданты наиболее эффективно применять в два срока – в стадии первого узла (начало трубкования ДК – 30–31.) и при появлении второго узла (ДК – 32). Рекомендуется использовать препараты на основе мепикватхлорида, прогексадиона кальция, этефона, тринексапак-этила, хлормекватхлорида и их сочетаний.

Заключение

Соблюдение научных рекомендаций по уходу за посевами озимых зерновых культур в весенне-летний период: применение минеральных удобрений в оптимальных дозах и в нужном соотношении в сочетании с микроэлементами, защита растений от сорной растительности, болезней и вредителей, проведение всех мероприятий на высоком организационном и технологическом уровне в значительной мере повышает урожайность и способствует формированию продукции высокого качества.

Литература

1. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, технических и кормовых растений. Сборник отраслевых регламентов. – УП «ИВЦ Минфина», 2022. – 531 с.
2. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешённых к применению на территории Республики Беларусь. – Минск: Промкомплекс, 2020. – 742 с.
3. Интегрированные системы защиты зерновых культур от вредителей, болезней и сорняков: (рекомендации) / С. В. Сорока [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. – Несвиж: укрупн. тип. им. С. Будного, 2012. – 173 с.
4. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
5. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП "Научно-практ. центр НАН Беларуси по земледелию"; ред.: Ф. И. Привалов [и др.]. – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 687 с.
6. Урбан, Э. П. Озимая рожь в Беларуси (селекция, семеноводство, технология возделывания) / Э. П. Урбан. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 269 с.
7. Урбан, Э. П. Озимые зерновые: рекомендации по уходу – 2019 / Э. П. Урбан, В. Н. Буштевич, С. И. Гордей // Белорусское сельское хозяйство. – 2019. – № 2 (202). – С. 82–84.



Защита озимых зерновых культур от сорных растений

Л. И. Сорока, А. С. Пестерева, кандидаты с.-х. наук, М. П. Миронова
Институт защиты растений

Засоренность сельскохозяйственных угодий является серьезным фактором, сдерживающим рост урожайности сельскохозяйственных культур. Сорные растения совместно с культурными составляют сообщества, в которых они в борьбе за существование приспособились к условиям возделываемых культур, и между ними возникает конкуренция за условия существования, что приводит к снижению урожая, ухудшению его качества.

На формирование видового и количественного состава компонентов агрофитоценоза оказывает влияние большое количество факторов. Основными причинами, влияющими на видовой состав сорных растений, являются особенности технологии выращивания культуры, сумма годовых осадков и их распределение в течение сезона вегетации, сумма активных и эффективных температур, тип почвы и др.

Весенняя защита посевов сельскохозяйственных культур от сорной растительности имеет ряд преимуществ: в этот период прополку можно проводить с учетом видового состава сорных растений, состояния посевов, погодных условий и применяемой в хозяйстве агротехники, а также экономической целесообразности такой обработки.

Чаще всего весной в посевах наблюдается смешанный тип засорения с разновозрастной структурой – от проростков в почве до фазы кущения у злаковых сорняков и фазы 4–8 листьев у двудольных. Поэтому, если осенью прополка не проводилась, лучше выбирать **гербициды с широким спектром действия**, эффективные против комплекса сорных растений: Алистер Гранд, МД; Гусар Турбо, МД; Гусар Актив Плюс, МД; Альтаир, МД и др. Также возможно использование баковых смесей гербицидов различных групп. Эффективность весенней прополки озимых колосовых культур – 85–98 %.

Гербициды на основе изопротурон + дифлюфеникан (Морион, СК; Куница, КС; Нерта, КС и др.) эффективны весной на полях, засеянных в поздние сроки, где численность сорных растений не высокая, и их биологическая эффективность более высока при внесении в ранних фазах развития сорных растений в момент прополки.

При оптимальных сроках сева озимых зерновых эффективность указанных гербицидов при весеннем внесении может снижаться из-за недостаточного действия на падалицу рапса, подмаренник цепкий, василек синий, метлицу обыкновенную и другие сорные растения, находящиеся в фазе роста и развития 4–6 листьев.

Метрибузинсодержащие гербициды можно смешивать с гербицидами сульфонилмочевинной группы. При этом отметим, что метрибузинсодержащие гербициды в чистом виде недостаточно эффективны против подмаренника цепкого.

Возможны баковые смеси гербицидов сульфонилмочевинной группы и гербицидов группы 2,4-Д и 2М-4Х против двудольных сорняков, в том числе переросших растений мари белой.

Гербициды на основе ЭГЭ 2,4-Д + флорасулам (Балерина, СЭ; Метеор, СЭ; Прима, СЭ; Примадонна, СЭ; Камаро, СЭ; Ассолюта, МК; Хаммер Дуо, СЭ;

Прима Форте 195, СЭ и др.) применяют при доминировании в посевах ромашки непахучей, звездчатки средней, пастушьей сумки, ярутки полевой, подмаренника цепкого, падалицы рапса. Но эти гербициды не эффективны против метлицы обыкновенной, проса куриного и других однолетних злаковых сорняков.

При доминировании в посевах озимой пшеницы, ржи и тритикале таких сорных растений, как марь белая, пастушья сумка, ярутка полевая, василек синий, ромашка непахучая, целесообразна прополка посевов **гербицидами на основе действующих веществ дикамба + 2,4-Д** (Диален Супер, ВР; Диамакс, ВР). Эта группа гербицидов характеризуется высокой эффективностью против весенних всходов пикульника обыкновенного, горца вьюнкового (гибель от 60 до 100 %).

Гербициды на основе действующего вещества клопиралид применяют при засорении осотом полевым, видами горца и ромашки: в посевах пшеницы озимой применяют Агрон, ВР; Брис, ВДГ; Клорит, ВР; Хакер, ВРГ и другие; в посевах тритикале озимого – Лорнет ВР и Хакер, ВРГ. Данные гербициды малоэффективны против фиалки полевой, мари белой, пастушьей сумки, ярутки полевой, звездчатки средней, незабудки полевой и др., поэтому их рекомендуется использовать в составе баковых смесей с гербицидами других групп.

При внесении **гербицидов, содержащих сульфонилмочевину**, таких как Магнум, ВДГ; Аккурат Экстра, ВДГ; Пиксель, МД; Фемида, МД и др., отмечается действие на бодяки и осоты, особенно взошедшие из семян.

Против пырея ползучего (в фазе 3–5 листьев при высоте сорняка 10–15 см) и метлицы обыкновенной рекомендуется применение гербицида Атрибут, ВГ (60 г/га) как в чистом виде, так и в качестве второго компонента баковой смеси в минимальных рекомендованных нормах.

Выпавшие во время химической прополки или через некоторое время после нее осадки снижают эффективность защитного мероприятия. Для эффективного проникновения в сорные растения препаратам из группы 2,4-Д, 2М-4Х необходимо не менее 4–6 часов, сульфонилмочевинным гербицидам – 2–4 часа. В то же время гербициды с действующим веществом на основе кислоты 2,4-Д в виде эфира могут применяться за один час до выпадения осадков, например, Прима, СЭ; Балерина, СЭ; Унико, ККР; Элант, КЭ и др.

Особая ситуация в борьбе с поздними злаковыми яровыми сорными растениями – просом куриным, овсюгом обыкновенным. Применяемые ранней весной гербициды на них практически не действуют. Для защиты от этих видов сорных растений рекомендуется применение граминицидов в конце кущения и позже при наличии всходов позднелетних сорняков. На полях, где отмечается смешанный тип засорения, перед отдельным применением препаратов против двудольных или однодольных сорняков имеет преимущество **опрыскивание посевов баковыми смесями гербицидов** (Метеор, СЭ (0,4–0,6 л/га) + Аксил 50, КЭ (0,6–1,2 л/га) и др.).

Химическую прополку необходимо проводить согласно регламенту и только препаратами, включенными

в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь».

При внесении гербицидов совместно с некорневой подкормкой необходимо обращать внимание на следующие моменты.

1. Сроки применения гербицидов и азотных удобрений в посевах озимых зерновых культур не всегда совпадают.

2. При внесении КАС в чистом виде используют специальные крупнокапельные распылители. Совместное внесение КАС с гербицидами или фунгицидами обычными щелевыми распылителями усиливает износ аппаратуры.

3. При температуре от 15 °С возрастает риск повреждения культуры баковой смесью КАС + гербицид (чаще всего от КАС). В этом случае целесообразно снизить концентрацию водного раствора: КАС – 10–15 %, мочевины – 10 %, аммиачной селитры – 1 % (учитывая, что КАС тяжелее воды). При температуре воздуха 25 °С и выше все химические обработки растений днем прекращаются.

4. КАС в смеси не рекомендуется применять сразу после проливных дождей, сильной росы. После выпавших осадков верхняя пластинка листа становится более проницаемой (соответственно более чувствительной),

поэтому дождитесь просыхания листового аппарата и только потом начинайте обработку.

5. При наличии повреждений растений, в том числе морозом, применение КАС с гербицидами возможно только после выздоровления (через 6–8 часов, лучше на следующий день).

6. Планируйте внесение КАС в смеси с гербицидами на вечер, т. к. ночью поглощение азота протекает медленнее.

Если есть сомнения, можно ли смешивать азотные удобрения со средствами защиты растений, проведите тестирование: влейте в емкость (близкую по материалу с баком опрыскивателя) воду, удобрение и средство защиты растений в соотношении 2 : 1 : 1. Перемешивайте рабочую жидкость в течение часа. Затем оцените однородность полученной смеси: при отсутствии физических и иных изменений смесь можно использовать в посевах. В идеале примените смесь сначала на небольшой делянке и только при положительном результате проводите обработку основного посева.

Обратите внимание на исправность мешалки в опрыскивателе. При обработке на разворотах не допускается снос баковой смеси и перекрытия. Край поля (в местах разворота) лучше обрабатывать на следующий день после опрыскивания основного массива посева.

Развитие болезней озимых зерновых культур в весенний период

*А. Г. Жуковский, кандидат с.-х. наук, Н. А. Крупенько, кандидат биологических наук
Институт защиты растений*

Озимые зерновые культуры составляют значительную долю посевных площадей в Республике Беларусь, однако получение высокой урожайности зачастую лимитируется поражением комплексов болезней.

Одним из наиболее вредоносных заболеваний является **снежная плесень**. При ее интенсивном развитии наблюдается гибель растений, что приводит к существенному недобору урожая. Развитию болезни способствуют: выпадение снега на непромерзшую почву; высокий снежный покров и его продолжительное залегание; частые оттепели; продолжительный период таяния снега; повторное выпадение снега весной и возврат холодов. Как правило, в период зимовки растений отмечаются несколько из этих факторов, что только усиливает развитие снежной плесени. Хотелось бы также отметить, что зачастую болезнь развивается на уже ослабленных вследствие выпревания посевах.

Об окончательных итогах перезимовки можно будет судить только после устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 5 °С и возобновления озимыми культурами вегетации.

Оптимальный температурный фон и выпадение осадков после возобновления озимыми культурами вегетации может способствовать развитию болезней листового аппарата в посевах озимых зерновых культур, поэтому необходимо вести наблюдения за такими посевами. В дальнейшем, при нарастании степени поражения растений болезнью на уже вновь формирующейся листовой массе необходимо применение фунгицидов.

В целом многолетние исследования показывают, что первая фунгицидная обработка в посевах озимых зерновых культур проводится в период трубкования (стадия 1–2 узлов) в случае раннего поражения листового аппарата мучнистой росой и пятнистостями (септориоз, ринхоспориоз), особенно на сортах озимого тритикале польской селекции. В этот период применение фунгицидов зачастую можно совмещать с обработкой регуляторами роста (ретардантами).

Следует учитывать, что температура воздуха во время проведения приема должна быть не ниже +8...+10 °С, что позволит достичь максимальной эффективности регулятора роста и фунгицида.

Наиболее целесообразно применение фунгицидов на основе комбинаций действующих веществ фенпропиморф, фенпропидин, проквиназид и метрафенон.



Снежная плесень

Защита посевов озимого рапса от сорных растений

А. А. Запрудский, кандидат с.-х. наук, Е. Н. Полозняк
Институт защиты растений

Озимый рапс является высокорентабельной культурой, которая открывает перспективы импортозамещения зарубежного соевого шрота на рапсовый, что является важным моментом для развития животноводства в стране.

Ограничительным фактором в выращивании рапса являются сорные растения. Они растут гораздо интенсивнее, чем растения рапса, конкурируя с ними за жизненное пространство. Видовой состав сорняков в посевах рапса ежегодно зависит от зоны выращивания и погодных условий. Он также меняется в зависимости от стратегии защиты, спектра гербицидов, применяемых на предыдущих культурах, способа обработки почвы и т. д.

Повышенный температурный режим в осенний период приводит к продолжительной вегетации растений озимого рапса, что, в свою очередь, способствует появлению «второй волны» сорняков даже несмотря на качественное применение почвенных и листовых гербицидов в посевах культуры.

В посевах озимого рапса наибольшую конкуренцию создают зимующие сорняки: ромашка непахучая (*Tripleurospermum inodorum* L. Sch. Bip.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* M.) и др. (рисунок 1, 2).

Для решения проблемы засоренности посевов озимого рапса потребуется химическая прополка культуры весной, особенно в хозяйствах, где:

- не применялись гербициды в период осенней вегетации по причине поздних сроков сева, когда растения слабо развиты и есть риски их гибели (рисунок 1 а);
- недостаточная эффективность почвенных и листовых препаратов (рисунок 1 б).

Отмечено, что в период весенней вегетации происходит относительно быстрый рост как озимого рапса, так и сорных растений, при этом последние приобретают устойчивость к применяемым гербицидам на более поздних стадиях развития. Также озимый рапс формирует хорошо развитую надземную массу, которая для многих сорняков становится преградой, под которую гербицид не попадает.

При проведении химической защиты озимого рапса весной следует выбрать гербицид и его норму в зависимости от спектра и стадии развития сорных растений. На ранних этапах развития сорняков, когда они более чувствительны к действию гербицидов, рекомендуется использовать минимальные нормы расхода, максимальные – при переросших сорняках и прохладных погодных условиях.

В «Государственном реестре средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» для весенней химпрополки посевов озимого рапса имеются **гербициды на основе действующих веществ: клопиралид, пиклорам, аминопиралид, галаксифен-метил, этаметсульфурон-метил, имазамокс и квинмерак.**

При наличии в посевах озимого рапса ограниченного ассортимента сорных растений (видов осота, ромашки, горца) возможно применение гербицидов на основе **клопиралида**: Агрон, ВР; Клорит, ВР; Лонтагро, ВР; Хакер 300, ВР в нормах расхода препарата 0,3–0,4 л/га. Опрыскивание посевов необходимо проводить до фазы бутонизации культуры. Однако следует помнить, что спектр действия данных гербицидов достаточно ограничен.



Рисунок 1 – Состояние посевов озимого рапса в начальный период весенней вегетации



Рисунок 2 – Посевы озимого рапса перед уборкой (без применения гербицидов)

Оптимальные показатели температуры воздуха при применении гербицидов в посевах озимого рапса весной

Гербициды	Оптимальные температурные показатели при внесении гербицидов
<i>Клопиралид + пиклорам + аминопиралид</i>	Оптимальная температура применения +10...20 °С (не должно быть заморозков в течение 3 суток после применения). Избегать значительных колебаний дневных и ночных температур.
<i>Этаметсульфурон-метил</i>	Оптимальная температура применения +10...20 °С (не должно быть заморозков в течение 3 суток после применения).
<i>Клопиралиды</i>	Оптимальная температура применения +10...20 °С (не должно быть заморозков в течение 3 суток после применения).
<i>Граминициды</i>	Оптимальная температура применения +12...20 °С (не должно быть заморозков в течение 3 суток после применения).
<i>Клопиралид + галаксифен-метил</i>	Оптимальная температура применения +8...20 °С (не должно быть заморозков в течение 3 суток после применения).

Для уничтожения более широко спектра сорных растений – видов осота, ромашки, горцев, герани, мари белой, щирицы обычной, подмаренника цепкого рекомендуются гербициды: Репер трио, МД и Галера Супер 364, ВР в нормах расхода 0,2–0,3 л/га; Галион, ВР – в нормах 0,25–0,3 л/га (срок применения – до фазы бутонизации) и Лира, ВР – 0,2–0,3 л/га (срок применения – в фазе начала роста главного побега).

Применение гербицида Слаш 125, КЭ (*клопиралид + галаксифен-метил*) в весенний период (0,8–1,0 л/га) обеспечивает эффективный контроль подмаренника цепкого, мака дикого, василька синего, видов осота, ромашки, герани и др., проявляя как листовую, так и частично почвенную активность. На момент обработки оптимальная фаза развития зимующих сорняков – розетка листьев.

Для контроля однолетних и многолетних двудольных сорняков в посевах озимого рапса можно использовать гербициды, относящиеся к классу сульфонилмочевины. Препараты Сальса, СП и Сальса, ВДГ (*д. в. этаметсульфурон-метил*) применяют вместе с ПАВ с нормой расхода 20–25 г/га. Срок применения – до фазы выдвижения цветочных бутонов у культуры (фаза однолетних сорняков – «семядоли – 2–4 листа», многолетних сорняков – «розетка листьев»). Также из данной группы гербицидов рекомендованы препараты Эсток, ВДГ (20–25 г/га + 0,2 л/га ПАВ Адьо, Ж) и Тинак, МД (95–115 мл/га) – опрыскивание посевов весной в фазе начала стеблевания культуры. При наличии в посевах рапса значительного количества видов ромашки и василька синего следует препараты совмещать с препаратами на основе *клопиралид*а.

Препараты Сальса, СП; Сальса, ВДГ; Эсток, ВДГ; Тинак, МД не оказывают фитотоксического действия на рост и развитие озимого рапса.

Также для защиты озимого рапса от сорных растений можно применять гербицид Райдер, ВДГ (*этаметсульфурон-метил*, 750 г/кг + *клопиралид*,

20 г/кг + *пиклорам*, 5 г/кг) в норме расхода 0,025 кг/га. Срок применения препарата – в фазе начала стеблевания.

Негативное влияние на посевы озимого рапса оказывают однолетние злаковые сорняки, самосев зерновых культур и пырей ползучий. При выборе препарата следует руководствоваться решением по соотношению цена/качество. Предлагаем обратить внимание на *д. в. галаксифоп-Р-метил*, *клетодим* и *хизалофоп-П-этил*. Препараты на основе *д. в. клетодим* нельзя смешивать с удобрениями. Срок применения – 2–4 листа у однолетних злаковых и при высоте пырея ползучего 10–15 см.

Также разработана система защиты озимого рапса препаратами на основе *д. в. имазамокс*. Опрыскивание культуры *д. в. имазамокс*, 35 г/л + *квинмерак*, 250 г/л проводится весной до фазы скрытого бутона только на сортах и гибридах, устойчивых к имидазолинонам. Нормы расхода – 1–1,2 л/га + 1–1,2 л/га ПАВ. Применение данного препарата способствует защите культуры от широкого спектра сорных растений, в том числе от крестоцветных и злаковых сорняков.

Помимо основных регламентов применения гербицидов в посевах озимого рапса весной важнейшим фактором является температура воздуха при опрыскивании. При дневном температурном режиме до +12...+14 °С днем и с ночными заморозками до –2...–5 °С проведение защитных мероприятий в посевах озимого рапса нежелательно. Поэтому для достижения максимальной биологической эффективности гербицидов в посевах культуры необходимо учитывать оптимальные показатели температуры воздуха при их применении и отсутствие ночных заморозков (таблица).

Соблюдение вышеизложенных рекомендаций позволит снизить засоренность и вредоносность сорных растений в посевах озимого рапса в период весенней вегетации, что создаст благоприятные условия для реализации потенциала урожайности культуры.



Новые сорта отечественной селекции – залог высоких урожаев

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

Введение

В РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» результативно ведется селекция, а также оригинальное и элитное семеноводство 38 видов сельскохозяйственных растений. За период с 1965 по 2023 г. селекционерами центра создано 494 сорта зерновых, зернобобовых, кормовых, технических и крупяных культур. Все зарегистрированные сорта центра имеют высокий уровень урожайности: у зерновых – более 100 ц/га, озимого рапса, зернобобовых культур – свыше 60 ц/га и успешно конкурируют с лучшими достижениями зарубежной селекции.

В соответствии со стратегией адаптации к изменению климата ведущим направлением в селекции является создание сортов, приспособленных к лимитирующим факторам окружающей среды конкретного региона, обусловленных особенностями водного режима, продолжительности безморозного периода, длине светового дня, температурного режима и т. д.

Селекционные исследования по зерновым, зернобобовым, масличным, кормовым и техническим растениям направлены на создание системы высокоурожайных сортов, адаптированных к почвенно-экологическим условиям республики с учетом направления их хозяйственного использования.

Созданы первые гибриды F₁ на основе ЦМС озимой ржи, кукурузы, сахарной и кормовой свёклы. Развернут селекционный процесс по 19 видам многолетних бобовых и злаковых трав.

Основная часть

В 2022 г. на полях республики возделывались около 120 сортов сельскохозяйственных растений селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», которые занимали более 80 % посевных площадей, а по озимой ржи, овсу, кормовому ячменю, гречихе, яровой пшенице и люпину отечественные сорта занимают более 90 %.

В течение двух предыдущих лет в Государственный реестр сортов Беларуси было включено более 20 новых сортов. К ним относятся: озимая пшеница Асима, Варя; озимое тритикале Звено, Славко; гибрид F₁ озимой ржи Белги; яровая пшеница Знамя; яровой ячмень Мажор; яровое тритикале Дело; овес Люкс, Квант; озимый рапс Федор, Витень, Медей; яровой рапс Феникс; гречиха Омега, Менка; горох полевой Спринт; люпин узколистный Ярык, Купец; свёкла кормовая Голиада и др. По большинству из названных сортов в 2022 г. в Национальном центре интеллектуальной собственности Республики Беларусь получены патенты.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» имеет 96 патентов на сорта растений, и в текущем году оформляются заявки ещё на 11 сор-

тов. В последние годы проводится активная работа по оформлению лицензионных договоров на использование сортов растений. В настоящее время их оформлено свыше 210.

В 2023 г. Государственный реестр сортов Беларуси пополнился 13 новыми сортами селекции РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Тритикале озимое Медео. Сорт зернофуражного направления использования. Среднестебельный, выравненный, с продуктивным колосом. Средняя урожайность зерна за 2020–2022 гг. испытания составила 64,9 ц/га, максимальная – 97,4 ц/га получена в 2021 г. на ГСХУ «Горецкая СС». Средняя масса 1000 зерен – 40,2 г, натура зерна – 566–730 г/л., вегетационный период – 286 суток. Зимостойкость оценивается в 4,5 балла, устойчивость к полеганию – 4,7 балла. Содержание белка в зерне – 11–12 %, крахмала – 67,2 %, число падения – 171 сек.

Ячмень яровой Бизнес – среднеспелый сорт кормового направления использования. Вегетационный период от 71 до 87 дней. За годы испытания (2020–2022 гг.) в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» превысил по урожайности контроль (сорт Добры) на 4,4 ц/га, в том числе в испытаниях на торфяно-болотной почве – на 6,4 ц/га. Максимальная урожайность – 91,3 ц/га. Устойчивостью к полеганию на уровне контроля. Средняя масса 1000 зерен – 44,1 г, натура зерна – 643 г/л, плёнатость – 9,5 %, выравненность – 82,1 %. Средний выход крупы – 60,0 % с кулинарной оценкой 5,0 баллов. Среднее содержание белка в зерне – 13,5 %, крахмала – 57,8 %.

Ячмень яровой Венед – среднеспелый сорт пивоваренного направления использования. Включен в Государственный реестр по результатам двухлетних (2021–2022 гг.) испытаний. За годы испытания в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» во всех пунктах испытания превысил по урожайности сорта-контроли Аванс и Увертюра в среднем на 4,0 ц/га. Максимальная урожайность – 78,1 ц/га. Вегетационный период – от 70 до 88 суток.



Ячмень яровой сорт Венед

Устойчивость к полеганию на уровне контроля. Средняя масса 1000 зерен – 43,2 г, натура зерна – 627 г/л. Среднее содержание белка в зерне – 11,8 %, крахмала – 60,3 %, экстрактивность – 79,7 %, фриабильность – 75,4 %.

Озимая диплоидная рожь Забава – сорт с рецессивно-полигенным типом короткостебельности. Создан методом сложной ступенчатой гибридизации с последующим индивидуально-семейным отбором на комплекс хозяйственно полезных признаков. Высота растений – 1,4–1,5 м. Озернённость колоса на уровне 85–89 %, масса зерна со среднего колоса – 1,49–1,61 г, масса 1000 зерен – 36,4–45,5 г, содержание белка – 10,5–11,9 %, перезимовка – 85–90 %. За годы конкурсного сортоиспытания превысил контрольный сорт Офелия на 5,8 ц/га. В государственном сортоиспытании максимальная урожайность этого сорта – 92,9 ц/га получена на ГСХУ «Горецкая СС» в 2022 г. Устойчив к основным болезням. Сорт может возделываться для хлебопечкарных, кормовых и технических целей. Особенности возделывания: пространственная изоляция не менее 400 м от других диплоидных сортов озимой ржи.

Овес яровой Зенит. Среднеспелый сорт продовольственного и фуражного направления. За 2021–2022 гг. государственного испытания средняя урожайность составила 57,7 ц/га. Максимальная урожайность – 85,1 ц/га получена в 2022 г. на Каменецком ГСУ. Средняя масса 1000 зерен – 37,6 г, натура зерна – 467 г/л, пленчатость – 24,3 %. Содержание белка в зерне – 13,3 %. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,3 балла.

Гречиха Делива. Тетраплоидный среднеспелый сорт детерминантного морфотипа. Средняя урожайность за годы испытания в ГСИ составила 18,9 ц/га, что на 2,6 ц/га выше контроля Александрина. По сравнению с индетерминантным контролем имеет в среднем меньшую высоту растений (95,4 см), более короткий вегетационный период (79–101 суток) за счет дружности цветения и плодообразования, отличается улучшенными технологическими качествами зерна: более высокой выравненностью (98,2–100 %) и крупностью (33,3–41,7 г). Сорт имеет устойчивость к полеганию и осыпанию – в среднем 4,2 балла, пленчатость – 24,2–28,5 балла. Общий выход крупы составляет 63,9–70,7 %, крупность

ядра – 61,1–69,1 %, кулинарная оценка – 5,0 баллов. Максимальная урожайность в ГСИ – 35,2 ц/га получена на ГСХУ «Жировичская СС» в 2022 г.

Рапс озимый Мавр. Среднеспелый сорт, длина вегетационного периода – 319–339 суток, пищевого назначения, типа «00». Средняя урожайность маслосемян за годы испытаний в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» составила 55,4 ц/га, что на 9,0 ц/га выше сорта-контроля. Максимальная урожайность – 71,4 ц/га. Масса 1000 семян – 4,8–5,9 г. Семена содержат до 48 % жира и 22–26 % белка. Отличается высокой зимостойкостью, устойчивостью к корневым гнилям, полеганию и осыпанию, равномерностью цветения и созревания. Рекомендуются для возделывания на всех типах почв, пригодных для возделывания озимого рапса. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2023 г. для использования по всем областям Беларуси.

Рапс яровой Изумруд. Среднеспелый сорт, длина вегетационного периода – 90–108 суток, создан методом отдаленной гибридизации, относится к сортам пищевого назначения, безэруковый (0–0,1), низкоглюкозинолатный (0,5–0,6 %), качества «канола». Средняя урожайность сорта Изумруд за годы испытаний в НПЦ по земледелию составила 43,5 ц/га, что на 3,9 ц/га выше сорта-контроля. Максимальная в НПЦ урожайность – 50,8 ц/га, в ГСИ – 45,4 ц/га. Крупносемянный, масса 1000 семян – 4,4–5,0 г. Семена содержат до 48 % жира и до 25 % сырого протеина. Отличается устойчивостью к корневым гнилям, полеганию и осыпанию, равномерностью цветения и созревания. Толерантен к альтернариозу. Рекомендуются для возделывания на всех типах почв, пригодных для возделывания ярового рапса. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2023 г. для использования по Гомельской, Гродненской и Могилевской областям Беларуси.

Рапс яровой Ягуар. Среднеспелый сорт, длина вегетационного периода – 90–106 суток, пищевого назначения, безэруковый (0–0,1), низкоглюкозинолатный (0,45–0,6 %), качества «канола». Средняя урожайность сорта Ягуар за годы испытаний в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» составила 46,1 ц/га, что на 4,0 ц/га выше сорта-



Озимая диплоидная рожь (сорт Забава)

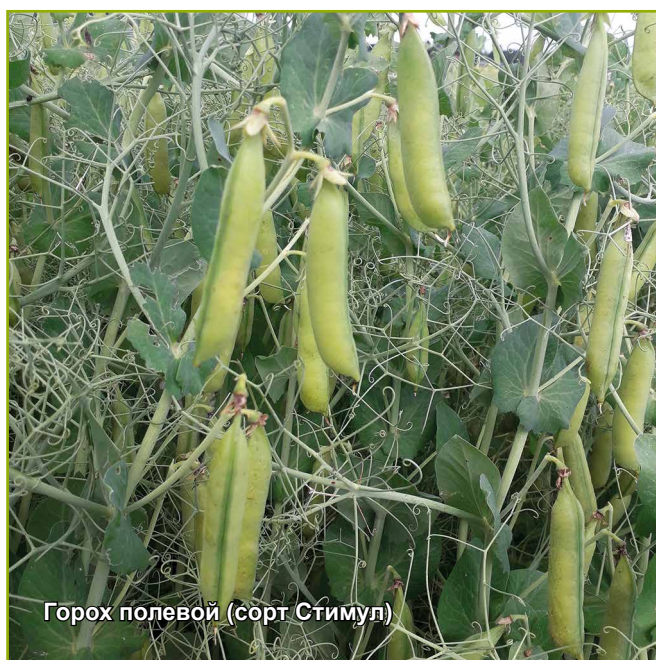


Рапс озимый (сорт Мавр)

контроля. Максимальная урожайность в конкурсном сортоиспытании составила 53,4 ц/га, в ГСИ – 48,8 ц/га. Масса 1000 семян – 4,3–4,6 г. Семена содержат до 47 % жира и до 26 % сырого протеина. Отличается устойчивостью к болезням листьев, полеганию и осыпанию, равномерностью цветения и созревания. Толерантен к альтернариозу. Рекомендуются для возделывания на всех типах почв, пригодных для возделывания ярового рапса. Включен в Государственный реестр Республики Беларусь с 2023 г. для использования по всем областям Беларуси.

Горох полевой Стимул. Сорт зернофуражного направления использования. Растение компактное со средним количеством узлов. Листочки отсутствуют. Прилистники хорошо развиты. Окраска цветка фиолетовая. Среднее количество семян в бобе – 6 шт. Семена крупные, светло-бурые, округло-овальной формы с мелкими вдавливаниями. Окраска семядолей желтая. Сорт среднерослый, длина стебля – 75–80 см. Устойчив к полеганию за счет усатого типа листа. Устойчивость к полеганию оценивается в 3,6–5,0 балла, осыпанию – 4,2–5,0 балла. Среднеспелый, вегетационный период составляет 77–92 суток. Масса 1000 семян – 183–250 г, содержание сырого белка в семенах – 24–25 %. Сбор белка с гектара – 7,6 ц/га. Высокопродуктивный, в среднем за три года (2018–2020 гг.) в конкурсном сортоиспытании урожайность составила 47,3 ц/га зерна, в ГСИ – 36,4 ц/га. Максимальная урожайность зерна – 60,1 ц/га получена в 2022 г. в государственном сортоиспытании на ГСХУ «Лепельская СС».

Горох полевой Капрал. Сорт зернофуражного направления использования. Растение с антоциановой окраской со средним количеством узлов. Листочки отсутствуют. Прилистники средней длины. Окраска цветка фиолетовая. Среднее количество семян в бобе – 5 шт. Семена мелкие, светло-зеленые, округло-овальной формы с мелкими вдавливаниями. Окраска семядолей зеленая. Сорт среднерослый, длина стебля – 72–79 см. Устойчив к полеганию за счет усатого типа листа. Среднеспелый, вегетационный период составляет 78–92 суток. Масса 1000 семян – 194–235 г, содержание сырого белка в семенах – 23–24 %. Сбор белка с гектара – 7,0 ц/га.



Максимальная урожайность зерна в конкурсном сортоиспытании получена в 2018 г. – 46,9 ц/га, в среднем за три года урожайность составила 44,1 ц/га, что на 0,65 ц/га выше контроля. Средняя урожайность зерна в ГСИ – 34,4 ц/га, максимальная урожайность – 47,1 ц/га получена в 2022 г. на ГСХУ «Лепельская СС».

Тимофеевка луговая Забава. Листья вегетативных побегов зеленые, длиной 25–34 см, ширина флагового листа – до 8 мм. Куст полупрямостоячего типа. Соцветие – цилиндрическая колосовидная метелка, плотная, безостая. Масса 1000 семян – 0,47–0,51 г. Семена овальные, серые. Сорт устойчив к болезням листьев. При трехукосном режиме использования формирует до 50 т/га зеленой массы с накоплением сухого вещества 11,5 т/га за вегетацию. Характеризуется высокой устойчивостью к полеганию, зимостойкостью, быстрым отрастанием весной и после укосов. Сорт предназначен для выращивания на сенокосах и пастбищах. Новый сорт тимopheевки луговой хорошо сочетается в многокомпонентных пастбищных травосмесях, обеспечивая более равномерное поступление зеленого корма в течение вегетации с содержанием сырого протеина не менее 14 % при соблюдении технологического регламента возделывания культуры. Сорт включен в Государственный реестр сортов для использования с 2023 г. по четырем областям Республики Беларусь.

Клевер белый Ятвяг. Диплоидный раннеспелый сорт. Имеет среднее число междоузлий – 7–8. В фазу цветения вступает в начале второй декады июня. За вегетационный период формирует 3 укоса. Вегетационный период от начала весеннего отрастания до 1 укоса – 70–75 суток, от 1 до 2 укоса – 40–45, от 2 до 3 укоса – 50–55 суток. Средняя высота травостоя первого укоса – 95 см, второго – 75–80 см, третьего – 60–65 см. Средняя урожайность зеленой массы за 3 укоса – 989 ц/га, сухого вещества – 161,6 ц/га. Содержание протеина в сухом веществе – 16,0 %. Характеризуется устойчивой семенной продуктивностью. Средняя урожайность семян в КСИ – 3,16 ц/га. Масса 1000 семян – 1,8–2,0 г. Формирует семена высоких посевных кондиций. Зимостоек, технологичен при уборке на корм и семена. Сорт способен в полной мере реализовывать заложенный в нем генетический потенциал при размещении его на плодородных, высоко окультуренных почвах с хорошей водоудерживающей способностью, при нормативном внесении средств интенсификации.

Закключение

Таким образом, созданная в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» высокоэффективная система селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений, современная материально-техническая база обеспечивают товаропроизводителей АПК Беларуси широкой номенклатурой сортов, а также оригинальным и элитным семенным материалом, соответствующим всем требованиям МСХП.

Быстрое внедрение сортов и гибридов с высоким потенциалом продуктивности и технологических свойств, устойчивых к воздействию абиотических и биотических факторов среды, обеспечивает эффективное использование материально-финансовых ресурсов, экологическую безопасность, энергосбережение и повышает рентабельность сельскохозяйственного производства.

Роль отдельных агроприемов в формировании урожайности зерна люпина узколистного

Л. А. Булавин, доктор с.-х. наук, А. Ч. Скируха, А. П. Гвоздов, М. В. Евсеенко,
С. А. Пынтиков, кандидаты с.-х. наук, Л. М. Алисиевич
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 04.01.2023)

Представлены результаты исследований по оценке влияния элементов технологии возделывания люпина узколистного на его продуктивность. Установлено, что при его размещении в севообороте после неблагоприятных предшественников этот показатель снижается на 38–69 %, а при бессменном посеве – на 83,3 %. Применение гербицидов повышает урожайность зерна люпина узколистного на 15,9–41,2 %, инсектицидов – на 6,9–11,3 %, фунгицидов – на 8,1–10,0 %, микроэлементов – на 13,4–29,0 %, проведение полупаровой обработки почвы и дождевого боронования посевов – на 19,2 %. При использовании эффективных гербицидов такие элементы технологии, как отвальная и безотвальная вспашка, мелкая обработка, прямой посев в необработанную почву, существенно не влияют на урожайность зерна этой культуры.

The results of studies on the assessment of the influence of the elements of the narrow-leaved lupine cultivation technology on its productivity are presented. It has been established that when it is placed in a crop rotation after unfavorable predecessors, this indicator decreases by 38–69 %, and with permanent sowing – by 83,3 %. The use of herbicides increases the grain yield of narrow-leaved lupine by 15,9–41,2 %, insecticides – by 6,9–11,3 %, fungicides – by 8,1–10,0 %, microelements – by 13,4–29,0 %, semi-fallow tillage and pre-emergence harrowing of crops – by 19,2 %. When effective herbicides are used, moldboard plowing, non-moldboard, shallow tillage, direct sowing into uncultivated soil do not differ significantly in their effect on the grain yield of this crop.

Введение

Среди зернобобовых культур, возделываемых в Беларуси, одной из наиболее перспективных является люпин узколистный. По урожайности зерна он не уступает гороху, но значительно превосходит последний по содержанию белка. Это имеет важное значение для снижения объемов приобретения за рубежом дорогостоящих подсолнечного и соевого шротов, которые необходимы для повышения качества кормов. По данным ряда исследований, биоэнергетическая оценка эффективности технологии производства зерна люпина, в сравнении с другими зернобобовыми и злаковыми кормовыми культурами, показывает, что на производство 1 ц белка в зерне узколистного люпина затрачивается 1726 МДж энергии, что в 1,5–2,0 раза меньше, чем в зерне кормовых бобов, вики и гороха и в 3,5–4,0 раза – яровых злаковых культур (ячменя и овса). Кроме того, люпин узколистный значительно превосходит другие зернобо-

бовые культуры по величине симбиотической азотфиксации. Следовательно, люпин узколистный необходимо оценивать не только по урожайности зерна и сбору белка с 1 га посевов, но и по количеству связанного атмосферного азота и сэкономленных минеральных и органических удобрений в севообороте [13]. Поэтому совершенствование основных элементов технологии возделывания люпина узколистного с целью максимальной реализации потенциала его продуктивности имеет важное значение.

Материал и методика исследований

Исследования по изучению эффективности основных элементов технологии возделывания люпина узколистного проводили по общепринятой методике [6] в Смолевичском районе Минской области на дерново-подзолистой легкосуглинистой и супесчаной почве (гумус – 2,09–2,67 %, P_2O_5 – 250–314 мг/кг, K_2O – 265–301 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 5,6–6,3). Технология возделывания люпина узколистного, за исключением изучаемых агроприемов, проводилась в соответствии с отраслевым регламентом.

Результаты исследований и их обсуждение

Уровень продуктивности сельскохозяйственных культур в севообороте в значительной степени зависит от предшественника. При возделывании люпина узколистного в качестве его предшественников можно использовать зерновые, пропашные и крестоцветные культуры. Установлено, что недобор урожая зерна культуры от неблагоприятного предшественника может достигать 38–69 %.

Урожайность зерна люпина узколистного в значительной степени зависит от концентрации его посевов



Люпин узколистный в фазе цветения
(сорт Жодзінскі)

в севообороте и периода возврата на прежнее место. Установлено, что его урожайность при возврате через 2 года по отношению к варианту с периодом возврата через три года снизилась с 22,2 до 19,4 ц/га, а при возврате через 1 год – до 15,6 ц/га, т. е. соответственно на 12,6 и 29,7 %. При бессменном посеве люпина узколистного этот показатель составил только 3,7 ц/га, т. е. снижался на 83,3 %.

Причиной снижения урожайности является значительное изреживание посевов, что связано с поражением растений фузариозной корневой гнилью (основной возбудитель – гриб *Fusarium avenaceum*). В наших исследованиях развитие *F. avenaceum* при возврате люпина через один-два года в сравнении с возвратом через три года увеличилось с 16,9–17,0 % до 25,0–30,2 %, а при бессменном посеве – до 49,2 % и выше, причем в последнем случае этот показатель в отдельные годы приближался к 80–90 %.

Одним из основных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур является обработка почвы, которая оказывает существенное влияние на водно-воздушные, физические, агрохимические, биологические свойства пахотного горизонта, а также фитосанитарное состояние посевов и, как следствие этого, на продуктивность растений [8].

Традиционная отвальная вспашка является высокзатратной. Это не позволяет в условиях производства провести ее в полном объеме в оптимальные сроки, что оказывает отрицательное влияние на уровень урожайности возделываемых сельскохозяйственных растений. Кроме того, вспашка усиливает интенсивность водной и ветровой эрозии и минерализацию органического вещества в почве. Поэтому актуальным вопросом является научно обоснованная минимализация обработки почвы [1].

Люпин узколистный, имеющий стержневую корневую систему, относится к культурам, не требующим обязательной отвальной вспашки, и в плодосменном севообороте при использовании гербицидов положительно реагировал на ее замену чизелеванием или дискованием [9]. Так, в первой ротации этого севооборота урожайность зерна люпина узколистного, возделываемого по вспашке, составила 16,7 ц/га. При замене вспашки чизелеванием и дискованием этот показатель был равен соответственно 17,9 и 18,4 ц/га, т. е. увеличился на 7,2 и 10,2 %. Во второй ротации севооборота отмечалась иная закономерность. При проведении ежегодной вспашки урожайность составила 24,4 ц/га, в то время как в вариантах, где в течение 7 лет ежегодно проводили чизелевание и дискование, этот показатель был равен 22,0 и 20,8 ц/га соответственно, т. е. уменьшился на 9,0 и 14,8 % [10].

В решении проблемы минимализации обработки почвы наряду с чизелеванием и дискованием несомненный интерес представляет использование технологии прямого посева в необработанную почву. Установлено, что при возделывании люпина узколистного в зерновом севообороте по ежегодной вспашке урожайность зерна составила 25,0 ц/га, а с ежегодным прямым посевом – 24,0 ц/га, что лишь на 4,0 % ниже. При возделывании культуры с чередованием в севообороте изучаемых способов обработки почвы указанный выше показатель находился в пределах 24,4–25,7 ц/га, т. е. на уровне ежегодной отвальной вспашки [11].

Полученные результаты дают основание считать, что при применении в севообороте комбинированной обработки почвы и возделывании предшествующей культуры по отвальной вспашке люпин узколистный можно выращивать с использованием безотвальной вспашки, мелкой обработки или прямого сева в необработанную почву.

Люпин узколистный характеризуется невысокой конкурентоспособностью по отношению к сорнякам. Биологический порог вредоносности однолетних двудольных сорных растений у этой культуры составляет 5–11 шт./м², в то время как у ячменя – 30–50 шт./м² [7].

Установлено, что при возделывании люпина узколистного без применения гербицидов на среднеокультуренной почве при наличии в сорном ценозе не только однолетних двудольных и однодольных сорняков, но и пырея ползучего урожайность составила 18,2 ц/га зерна. Полупаровая обработка почвы, включающая послеуборочное лущение стерни, вспашку и две дополнительные культивации по мере появления всходов сорняков, обеспечила прибавку урожая 2,5 ц/га (13,7 %). При проведении на фоне полупаровой обработки почвы довсходового боронования посевов прибавка увеличилась до 3,5 ц/га (19,2 %). Применение в послеуборочный период глифосатсодержащего гербицида Раундап, ВР (4,0 л/га) без внесения в посевах люпина узколистного гербицидов обеспечило прибавку урожая 4,0 ц/га (22,0 %). Использование довсходового гербицида Примэкстра Голд TZ, СК (2,0 л/га) на фоне применения глифосатсодержащего препарата способствовало получению максимальной урожайности зерна люпина узколистного (25,7 ц/га) и прибавку 7,5 ц/га или 41,2 % [4].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при наличии на полях однолетних и многолетних сорняков агротехнические приемы защиты посевов люпина узколистного от сорных растений являются недостаточно эффективными, что требует обязательного применения гербицидов.

Известно, что довсходовое применение гербицидов, которое ограничивает вредоносность сорняков на более ранних этапах развития культуры, по сравнению с послевсходовым их использованием, как правило, в большей степени оказывает положительное влияние на продуктивность культурных растений [8]. Поэтому основу ассортимента гербицидов, применяемых в посевах люпина узколистного, составляют препараты почвенного действия, которые при благоприятных условиях эффективно подавляют первую волну сорняков и способны значительно ограничить численность поздних яровых видов. При этом гербициды почвенного действия, применяемые в посевах люпина узколистного, различаются по своей эффективности. Так, при довсходовом внесении гербицида Пульсар, ВР (1,0 л/га) гибель сорных растений в посевах люпина узколистного составила 90,3 %, снижение сырой массы – 92,4 %, а урожайность зерна – 24,8 ц/га. При использовании до появления всходов культуры гербицида Гезагарт, КС (3,0 л/га) эти показатели были равны соответственно 84,1 %, 86,6 % и 23,8 ц/га, т. е. снижались по сравнению с гербицидом Пульсар, ВР (1,0 л/га) на 6,2 %, 5,8 % и 1,0 ц/га.

Эффективность гербицидов почвенного действия значительно снижается при недостатке влаги в пахотном слое почвы, поэтому их действие на сорные растения не отличается стабильностью. В этой связи актуальным

является применение послевсходовых гербицидов, которые можно использовать в качестве страховых в засушливых условиях года [12].

Установлено, что при дефиците почвенной влаги весной и применении гербицида почвенного действия Примэкстра Голд TZ, СК (2,5 л/га) урожайность зерна люпина узколистного составила только 16,0 ц/га. При внесении на фоне применения данного препарата послевсходовых гербицидов наибольшую урожайность этой культуры в сложившихся условиях обеспечило использование в фазе 2-х настоящих листьев гербицида Голтикс, КС (2,0 л/га) – 24,0 ц/га, что на 8,0 ц/га (35 %) выше по сравнению с применением гербицида Примэкстра Голд TZ, СК (2,5 л/га) [12].

При наличии в посевах люпина узколистного однолетних и многолетних злаковых сорняков эффективным приемом их уничтожения является применение в фазе 3–5 листьев культуры граминицидов: Фюзилад Форте, КЭ; Зеллек Супер, КЭ; Тарга Супер, КЭ и др. Прибавка урожая от их использования зависит от уровня засоренности посевов этими видами и может достигать 15,9–22,0 % [1, 3].

Необходимо отметить, что на урожайность зерна люпина узколистного могут оказывать влияние гербициды, применяемые при возделывании предшествующей культуры, в частности производные сульфонилмочевины. Установлено, что под влиянием последствия гербицида Ларен, СП (0,01 кг/га), используемого в посевах яровой пшеницы в условиях дефицита влаги, что затруднило его разложение в почве, урожайность зерна культуры снижалась на 4,1 ц/га (14,0 %). В то же время, при проведении после уборки яровой пшеницы полупаровой обработки почвы, повышающей ее микробиологическую активность, снижение урожайности зерна люпина узколистного от последствия гербицида Ларен, СП (0,01 кг/га) составило лишь 0,4 ц/га (1,4 %) [2].

Важное значение в сохранении урожая зерна люпина узколистного имеет эффективная защита посевов от вредителей и болезней. В условиях центральной зоны Беларуси преобладающими вредителями в посевах культуры являются тли и трипсы, а болезнями – антракноз, фузариоз, серая гниль. Установлено, что при внесении в фазе бутонизации люпина узколистного инсектицида Биская, МД в норме 0,2 и 0,3 л/га гибель тли составила соответственно 75,7 и 83,5 %, трипсов – 81,3 и 87,5 %, а прибавка урожая зерна – 2,4 ц/га (6,9 %) и 3,9 ц/га (11,3 %).

При использовании в посевах люпина узколистного фунгицидов Фоликур БТ, КЭ (1,0 л/га) и Прозаро, КЭ (1,0 л/га) снижение пораженности растений антракнозом составило соответственно 75,0 и 77,5 %, а прибавка урожая зерна – 3,1 ц/га (10,0 %) и 2,5 ц/га (8,1 %).

На формирование высокой урожайности зерна люпина узколистного значительное влияние оказывают микроэлементы, которые улучшают рост и развитие растений, повышают их устойчивость к неблагоприятным погодным условиям. При их использовании повышается эффективность применения минеральных удобрений, а также устойчивость растений к болезням и вредителям [5].

Эффективным агроприемом при возделывании люпина узколистного является применение регулятора роста Фитовитал, в. р. к., в состав которого входит 12 микроэлементов и янтарная кислота. Установлено, что урожайность зерна без использования Фитовитала, в. р. к. составила 21,7 ц/га. При добавлении в инкрустационную смесь к протравителю семян Винцит Форте, КС (1,0 л/т) препарата Фитовитал, в. р. к. (1,2 л/т) она увеличилась до 24,6 ц/га, т. е. на 2,9 ц/га (13,4 %). Такая же урожайность была получена при использовании регулятора роста Фитовитал, в. р. к. (0,6 л/га) в фазе бутонизации на фоне протравливания семян препаратом Винцит Форте, КС (1,0 л/т). Наибольшую продуктивность люпин узколистный обеспечил при использовании Фитовитала, в. р. к. для инкрустации семян (1,2 л/т) и в фазе бутонизации растений (0,6 л/га). В этом случае урожайность зерна составила 28,0 ц/га, т. е. увеличилась на 6,3 ц/га.

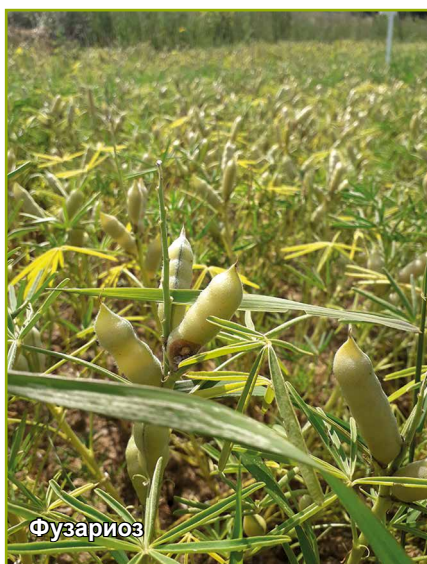
Выводы

Элементы технологии возделывания люпина узколистного оказывают различное влияние на формирование урожайности зерна. При его размещении в севообороте после неблагоприятных предшественников этот показатель снижался на 38–69 %, а при бессменном посеве – на 83,3 %.

Под влиянием применения гербицидов урожайность зерна люпина узколистного повышалась на 15,9–41,2 %, инсектицидов – на 6,9–11,3 %, фунгицидов – на 8,1–10,0 % в зависимости от применяемого препарата.



Серая гниль



Фузариоз



Поражение тлей

Под влиянием микроэлементов этот показатель увеличился на 13,4–29,0 %, а проведения полупаровой обработки почвы с последующим дождевым боронованием посевов – на 19,2 %.

На фоне применения высокоэффективных гербицидов отвальная и безотвальная вспашка, мелкая обработка и прямой посев в необработанную почву не оказывали существенного влияния на урожайность зерна люпина узколистного.

Литература

- Булавин, Л. А. Агроэкономические основы ресурсосберегающего и природоохранного земледелия в Беларуси / Л. А. Булавин, А. П. Гвоздов, А. Ч. Скируха. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 220 с.
- Последствие гербицида ларен на люпин узколистный / Л. А. Булавин [и др.] // Вестник БГСХА. – 2009. – № 1. – С. 74–77.
- Булавин, Л. А. Совершенствование мер борьбы с сорняками в посевах люпина узколистного / Л. А. Булавин, С. С. Небышинец, М. В. Евсеев // Аналитический обзор. – Несвиж, 2007. – 28 с.
- Эффективность агротехнических и химических мер борьбы с сорняками в посевах люпина узколистного / Л. А. Булавин [и др.] // Проблемы сорной растительности и методы борьбы с ней: матер. междунауч.-практ. конф., посвящ. 70-летию со дня рождения Н. И. Протасова / Колл. авт. – Горки: БГСХА, 2004. – С. 21–23.
- Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
- Запрудский, А. А. Методы учета и пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник // РУП «Институт защиты растений»; под ред. А. А. Запрудского, Е. А. Якимович. – Минск: Колосград, 2022. – 59 с.
- Земледелие: учебник / под ред. Г. И. Баздырева. – М.: ИНФРА-М, 2013. – С. 108.
- Небышинец, С. С. Люпин узколистный в системе бесплужного земледелия / С. С. Небышинец, Н. А. Понедьков // Наше сельское хозяйство. – 2015. – № 3 (Агрономия). – С. 37–41.
- Влияние подпахотного рыхления почвы на урожайность зерна люпина узколистного / Д. Г. Симченков [и др.] // Технологии и приемы производства экологически безопасной продукции растениеводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию со дня создания Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию (14–15 апреля 2016 г., г. Жодино) / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – С. 35–38.
- Симченков, Д. Г. Влияние способов обработки почвы на продуктивность звена зернового севооборота / Д. Г. Симченков, А. П. Гвоздов, Л. А. Булавин // Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 7 червня 2019 р. / М-во аграр. політики та прод. України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин. – Вінниця: Нілан-ЛТД, 2019. – С. 229–231.
- Использование гербицидов в посевах люпина узколистного / А. С. Шик [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / редкол.: М. А. Кадыров (гл. ред.) [и др.]; НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2009. – Вып. 45. – С. 56–63.
- Агротехнические особенности технологии возделывания люпина узколистного в Республике Беларусь / В. Ч. Шор [и др.] // Земледелие и защита растений, приложение к журналу. – 2020. – № 1. – С. 13–20.

УДК 581.19:632.3

Влияние 24-эпибрасинолида в сочетании с салициловой кислотой и метилжасмонатом на продуктивность и качество мини-клубней картофеля в стрессовых условиях

Н. В. Балюк, научный сотрудник, Н. А. Ламан, доктор биологических наук,
Ж. Н. Калацкая, кандидат биологических наук
Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси

(Дата поступления статьи в редакцию 21.01.2023)

Исследовано действие эпибрасинолида в сочетании с салициловой кислотой и метилжасмонатом на количество и массу мини-клубней картофеля, содержание в них сухого вещества, крахмала и аскорбиновой кислоты. Выявлено синергетическое взаимодействие в оптимальных условиях выращивания смесей эпибрасинолида с салициловой кислотой и метилжасмонатом по отношению к вирусной инфекции, заключающееся в повышении продуктивности и качества получаемых мини-клубней. В условиях совокупного действия водного дефицита и биотического стресса обработка эпибрасинолидом снижала степень заражения Y-вирусом картофеля при сохранении продуктивности на уровне инфицированных растений и улучшала качество продукции. Вместе с тем, обработка трехкомпонентной смесью сопровождается наибольшей массой и количеством получаемых мини-клубней, однако защитное действие против вирусной инфекции в этом варианте опыта не проявлялось.

The effect of epibrassinolide in combination with salicylic acid and methyl jasmonate on the number and weight of potato mini-tubers, its content of dry matter, starch and ascorbic acid was studied. A synergistic interaction was revealed under optimal growing conditions for mixtures of epibrassinolide with salicylic acid and methyl jasmonate in relation to a viral infection, which consists in increasing the productivity and quality of the obtained mini-tubers. Under the combined action of water deficit and biotic stress, treatment with epibrassinolide reduced the degree of potato virus Y infection while maintaining productivity at the level of infected plants and improved product quality. At the same time, treatment with a three-component mixture provides the largest mass and number of mini-tubers obtained, however, a protective effect against viral infection was not manifested in this variant of the experiment.

Введение

Выращивание и реализация картофеля (*Solanum tuberosum* L.) является важнейшей составной частью современного агропродовольственного рынка нашей страны. Он служит ценным источником углеводов, белков, антиоксидантов, витаминов и сырьем для производства крахмала [1]. Однако в производственных условиях картофеля поражается многими вирусными болезнями. Кроме того, растения одновременно или последовательно подвергаются и неблагоприятным воздействиям абиотической природы, что может существенно повлиять на формирование защитных реакций к стрессовым факторам.

Наиболее опасным вирусом в настоящее время считается YVK (Y-вирус картофеля), который способен вызывать до 90 % потери урожая картофеля в зависимости от региона, сорта и факторов окружающей среды [2]. Кроме того, рост и развитие растений, формирование урожая клубней в значительной степени зависят от влажности почвы [3]. Снижение оводненности тканей нарушает многие физиологические и биохимические процессы, вызывает осмотический и окислительный стресс, ионный дисбаланс. Продолжительный водный дефицит, особенно в период бутонизации и до конца цветения, не только ослабляет растения, но и делает их более уязвимыми для ряда других болезней, что значительно снижает продуктивность и качество продукции.

Одним из направлений повышения устойчивости растений к неблагоприятным воздействиям является применение препаратов, обладающих антистрессовыми и иммуностимулирующими свойствами, которые не только подавляют развитие возбудителей болезней, но и повышают биологическую и хозяйственную продуктивность. Развитие клубней картофеля представляет собой сложный биологический процесс, требующий согласованного взаимодействия эндогенных и внешних факторов. Показано, что соединения с иммуностимулирующей активностью играют важную роль в регуляции процессов клубнеобразования [4]. При этом одно и то же соединение может по-разному влиять на разных этапах формирования клубней [5].

В то же время об эффективности использования иммуностимуляторов в системе оригинального семеноводства картофеля в научной литературе недостаточно данных. В связи с этим существует необходимость широкого изучения использования при выращивании растений картофеля препаратов, способствующих стимулированию иммунной системы и процессов клубнеобразования, повышению качества получаемой продукции.

В связи с этим целью данной работы являлось изучение влияния 24-эпибрасинолида (ЭБЛ) с салициловой кислотой (СК) и метилжасмонатом (МеЖ) на степень вирусного заражения, количество и массу мини-клубней, а также на содержание в них сухого вещества, крахмала и аскорбиновой кислоты при вирусном заражении в оптимальных почвенных условиях и водном дефиците.

Материалы и методы исследований

В экспериментах использовали микроклонально размноженные растения картофеля сорта Бриз. Адаптацию на этапе *ex vitro* осуществляли в течение недели

в пластиковых контейнерах с крышками 21 × 21 × 8 см, содержащие почвогрунт из верхового торфа торговой марки Двина (ТУ РБ 100219992.326–2004). Растения выращивали при температуре 20–21 °С, освещенности 12000 люкс и фотопериоде 16/8 часов (день/ночь). Адаптированные 2-недельные растения обрабатывали путём опрыскивания листовой поверхности различными вариантами смесей ЭБЛ в концентрации 10^{-7} М с МеЖ – 1×10^{-7} М и/или СК – 1×10^{-6} М. Искусственное заражение вирусом YVK проводили путём механической инокуляции клеточным соком растений доноров при помощи мелкозернистой наждачной бумаги через 3-е суток после обработки иммуностимуляторами. Регулирование условий почвенной засухи (40–45 % от ПВ) начинали через 3-е суток после заражения.

Через 2 недели выращивания растительный материал фиксировали в жидком азоте и оценивали влияние иммуностимуляторов на антивирусную активность, после чего через 2,5 месяца изучали показатели продуктивности и качества получаемых мини-клубней. Наличие YVK определяли с помощью иммуноферментного анализа (ИФА) согласно инструкции [6]. Определение сухого вещества клубней производили гравиметрическим методом. Содержание крахмала определяли согласно методу [7], аскорбиновую кислоту – по кинетике восстановления 2,6-дихлор-фенолиндофенолом [8].

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью общепринятых методов, используя для расчетов и построения графиков MS Excel. Каждый опыт проводили в трех биологических и трех аналитических повторностях. На гистограммах показаны средние арифметические значения с доверительными интервалами с уровнем надежности $P = 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение

Сравнительный анализ полученных данных выявил различия в степени заражения YVK листьев картофеля при обработке смесями иммуностимуляторов. Во всех исследуемых вариантах в оптимальных условиях выращивания отмечалось снижение вирусного поражения по отношению к инфицированному контролю. Смеси иммуностимуляторов ЭБЛ + СК и ЭБЛ + МеЖ проявляли наибольшую антивирусную активность, что способствовало уменьшению накопления YVK в листьях картофеля на 41 % и 43 % соответственно по сравнению с инфицированным контролем (рисунок 1). Ранее установлено, что брассиностероиды (БС) и жасмоновая кислота (ЖК) при взаимном влиянии повышает устойчивость к вирусу полосатости риса, и сигнальный путь ЖК необходим для БС-опосредованной устойчивости к вирусу у риса [9]. Предполагают также, что пересечение сигнальных путей БС и салициловой кислоты обусловлено тем, что в трансдукции сигналов обоих фитогормонов задействован белок NPR1 [10].

Главным показателем эффективности размножения безвирусного материала является выход клубней с одного растения, который определяется не только генотипическими особенностями сорта, но и условиями, возникающими во время вегетации. Наши наблюдения показали, что при выращивании инфицированных YVK растений в условиях оптимальной влажности почвы обработки не вызвали увеличения количества мини-клубней с единицы площади и их диаметра (таблица 1).

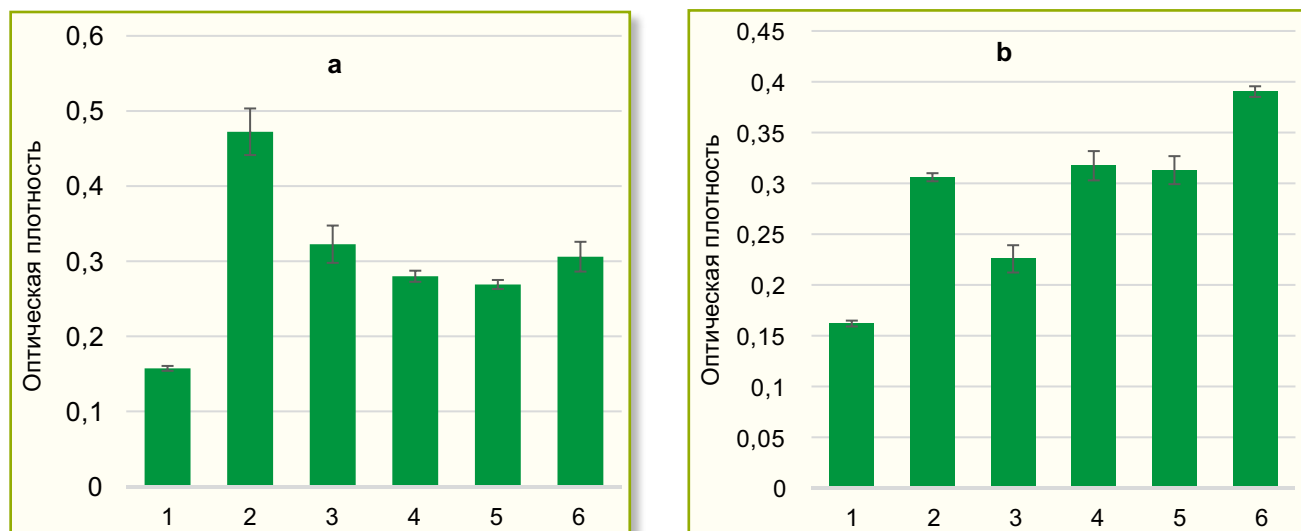


Рисунок 1 – Антивирусная активность в листьях инфицированных растений картофеля при обработке иммуностимуляторами в оптимальных почвенных условиях (а) и водном дефиците (б)
1 – контроль; 2 – YVK; 3 – ЭБЛ; 4 – ЭБЛ + СК; 5 – ЭБЛ + МеЖ; 6 – ЭБЛ + СК + МеЖ

Наиболее значительное повышение общей массы и средней массы одного мини-клубня зафиксировано в вариантах с обработкой ЭБЛ + МеЖ и ЭБЛ + СК + МеЖ. Известно, что МеЖ является одним из важных фитогормонов, регулирующих формирование клубней картофеля.

Показано, что стимулирующий эффект низкой концентрации ЖК на развитие клубней проявляется в двух клеточных процессах: регулировании экспрессии генов, связанных с синтезом полисахаридов клеточной стенки и формированием цитоскелета; перераспределении источников углерода и потока энергии для обеспечения синтеза промежуточных продуктов метаболизма, необходимых для развития клубней [4]. Следует отметить, что влияние МеЖ на клубнеобразование картофеля является сортоспецифичным – обработка растений картофеля сорта Гранола МеЖ приводит к уменьшению количества клубней, но увеличивает размер и массу [11]. В работе [12] сообщалось, что обработка растений картофеля сорта Удача СК повышала продуктивность на 20 % за счёт увеличения массы клубней, а не их количества, что согласуется с нашими данными.

Также изучено влияние иммуностимуляторов в оптимальных условиях выращивания на качество мини-клубней картофеля при вирусном заражении. Повышение содержания крахмала и сухого вещества регистрировали при обработках ЭБЛ + СК и ЭБЛ + МеЖ (таблица 1). В работе [13] показано, что заражение растений картофеля фитоплазмой и последующая обработка СК увеличи-

вала площадь листьев, содержание сухого вещества и крахмала в клубнях, что соответствует полученным результатам.

Важнейшим природным антиоксидантом является витамин С, который принимает участие в ряде биохимических процессов. Известно, что клубни картофеля содержат до 20 мг% витамина С. Витамин С в клубнях картофеля находится в основном в форме аскорбиновой и незначительно дегидроаскорбиновой кислот. Содержание аскорбиновой кислоты зависит от сортовых особенностей, внешних факторов и технологии ухода во время вегетации картофеля. Заражение растений вирусом YVK вызвало повышение содержания аскорбиновой кислоты на 12 % по сравнению с неинфицированными растениями (рисунок 2). Накопление аскорбиновой кислоты отмечено в варианте с обработкой ЭБЛ + СК по сравнению с инфицированными контролями, что может быть связано с её участием в окислительно-восстановительных реакциях, направленных на утилизацию избытка АФК, вызванных вирусом. Ранее показано, что повышенный уровень аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот зарегистрирован в растениях репы (*Brassica rapa*) при вирусном заражении мозаикой турнепса, при этом распространение вируса из очагов заражения с высоким содержанием аскорбиновой кислоты происходило медленнее [14].

Для растений картофеля свойственно слабое развитие корневой системы, поэтому представляло интерес изучение продуктивности растений картофеля

Таблица 1 – Влияние ЭБЛ с МеЖ и СК на продуктивность мини-клубней картофеля в условиях вирусного заражения

Вариант	Количество клубней, шт.		Масса клубней, г		Диаметр клубня, мм	Содержание крахмала, %
	на контейнер	на растение	на контейнер	одного		
Контроль	34,8 ±2,1	3,9 ±0,4	420,0 ±33,1	12,0 ±0,5	31,2 ±2,3	12,1 ±0,8
YVK	36,7 ±2,8	4,1 ±0,3	377,4 ±35,6	10,2 ±0,4	29,0 ±2,1	11,5 ±0,1
ЭБЛ	31,2 ±2,2	3,4 ±0,2	387,5 ±28,8	12,5 ±0,5	31,0 ±2,7	12,31 ±0,3
ЭБЛ + СК	35,9 ±3,0	4,0 ±0,2	489,6 ±30,2	13,6 ±0,6	30,2 ±1,8	13,21 ±0,7
ЭБЛ + МеЖ	35,2 ±1,9	3,9 ±0,2	500,5 ±25,9	14,3 ±0,6	31,3 ±2,0	15,26 ±0,2
ЭБЛ + СК + МеЖ	30,0 ±2,4	3,3 ±0,3	489,0 ±32,3	16,3 ±0,8	31,8 ±2,6	12,21 ±0,1

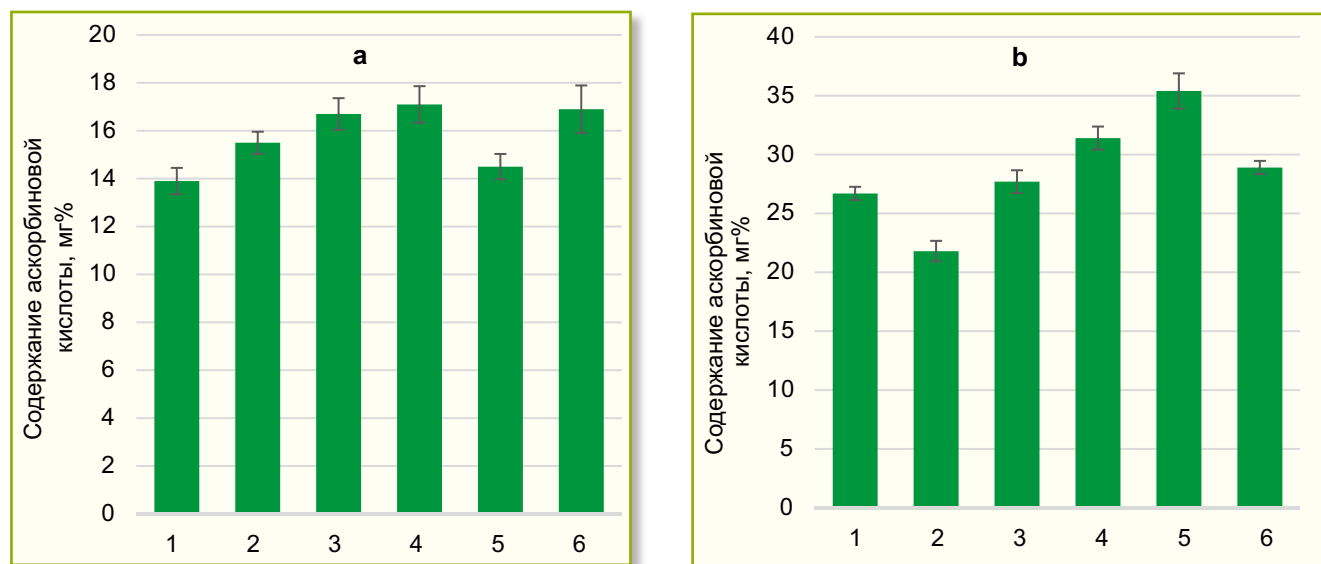


Рисунок 2 – Содержание аскорбиновой кислоты в мини-клубнях картофеля на фоне вирусного заражения в оптимальных почвенных условиях (а) и водном дефиците (б) при обработке иммуностимуляторами
1 – контроль; 2 – YVK; 3 – ЭБЛ; 4 – ЭБЛ + СК; 5 – ЭБЛ + МеЖ; 6 – ЭБЛ + СК + МеЖ

в условиях вирусного заражения и недостатка влаги. Полученные результаты свидетельствуют о том, что дефицит почвенной влаги привел к снижению степени заражения YVK на 35,2 % у инфицированных растений по отношению к развитию инфекции в оптимальных условиях выращивания. Показано, что недостаток влаги негативно влияет на транслокацию вируса в растениях. Например, засуха путем активации аутофагии подавляет в растениях томата распространение вируса желтой курчавости листьев [15]. Более того, обнаружено, что повышенная интенсивность засухи снижает вирусную инфекцию в листьях фасоли [16]. Это указывает, что уровень водного дефицита имеет важное значение при взаимодействии растений и вирусов. В условиях дефицита влаги только при использовании ЭБЛ наблюдалось снижение степени заражения на 27,3 %. Сообщалось, что применение ЭБЛ вызывало снижение развития вируса огуречной мозаики путем индукции защитных генов, при этом обработка растений огурца ингибитором синтеза brassinosteroids, наоборот, способствовала развитию вирусной болезни [17]. Применение смесей ЭБЛ + СК и ЭБЛ + МеЖ не вызывало достоверно значимых отличий по содержанию вирусных частиц в сравнении с зараженным контролем, что, вероятно, связано с ингибированием ЭБЛ экспрессии генов, отвечающих за салицилат- и жасмонат-зависимые ответы. В исследовании [18] антагонистические взаимодействия были продемонстрированы на растениях риса при экзогенной

обработке ЭБЛ против галловой нематоды и выражались в подавлении двух основных генов OsAOS2 и OsJAMYB жасмонат-индуцируемого сигнального пути. Также отмечено, что применение БС против *Pythium graminicola* препятствует эффективной защите, опосредованной СК, нарушая экспрессию основных генов защиты OsNPR1 и OsWRKY45 [19]. Применение трёхкомпонентной смеси – ЭБЛ с СК и МеЖ приводило к накоплению вируса YVK в листьях картофеля.

При выращивании картофеля сорта Бриз в условиях вирусного заражения и водного дефицита обработки иммуностимуляторами активировали образование мини-клубней в сравнении с их количеством у здоровых и инфицированных контрольных растений (таблица 2). Максимальное количество получаемых мини-клубней наблюдалось в варианте с использованием трёхкомпонентной смеси – ЭБЛ + СК + МеЖ – на 34 % больше, чем в зараженном контроле. Повышение коэффициента размножения клубней на 13–15 % было зафиксировано у раннеспелых и среднеранних сортов картофеля при опрыскивании СК в концентрации 25–50 мг/мл [20]. Известно, что МеЖ обладает сильной индукционной активностью клубнеобразования, о чем свидетельствует его повышенное содержание в столонах картофеля на ранних этапах инициации. Одним из путей благоприятного влияния МеЖ на инициацию клубней является направление клеточных делений на радиальное разрастание верхушек столонов. Выяснено, что МеЖ ориентирует

Таблица 2 – Продуктивность растений картофеля в условиях вирусного заражения и недостатка влаги при обработке ЭБ с СК и МеЖ

Вариант	Количество клубней, шт.		Масса клубней, г		Диаметр клубня, мм	Содержание крахмала, %
	на контейнер	на растение	на контейнер	одного		
Контроль	29,8 ±1,5	3,3 ±0,1	378,0 ±21,2	12,6 ±0,7	29,1 ±2,0	12,9 ±0,78
YVK	31,2 ±2,0	3,4 ±0,1	337,9 ±18,9	10,9 ±0,5	27,2 ±2,2	12,6 ±0,10
ЭБЛ	39,3 ±2,7	4,3 ±0,2	429,0 ±25,5	11,0 ±0,3	28,5 ±1,8	14,2 ±0,29
ЭБЛ + СК	39,9 ±2,8	4,4 ±0,3	416,0 ±23,0	10,4 ±0,3	26,9 ±2,6	12,1 ±0,69
ЭБЛ + МеЖ	39,0 ±3,1	4,3 ±0,2	382,2 ±22,6	9,8 ±0,3	27,0 ±2,0	13,3 ±0,20
ЭБЛ + СК + МеЖ	45,6 ±3,5	5,1 ±0,4	460,0 ±31,2	10,0 ±0,4	27,9 ±1,9	11,8 ±0,11

кортикальные микротрубочки аналогично униконазолу, и его участие в делении клеток столона противоположно действию гибберелловой кислоты [5]. Ранее показано, что вирус мозаики костра и вирус табачной мозаики, вирус мозаики огурца и вирус погрелковости табака повышают засухоустойчивость растений за счет накопления осмопротекторов и антиоксидантов, содержания абсцизовой кислоты и СК [21].

Применение ЭБЛ в смеси с СК и МеЖ способствовало значительному повышению массы получаемых мини-клубней по сравнению инфицированным контролем. Наибольшее увеличение массы мини-клубней – на 20,4 % было отмечено в варианте ЭБЛ с СК, что, вероятно, связано с усиленной транслокацией сахара из листьев в клубни. В исследованиях на перце [22] и кукурузе [23] показано, что опрыскивание растений СК вызывало повышение инвертазной активности, накопление фотоассимилятов в плодах, тем самым увеличивая массу плодов.

Важный элемент урожайности, который регламентируется на семенной картофель, – размер клубней по наибольшему поперечному диаметру. Для мини-клубней, как правило, он составляет 9–60 мм. Кроме того, маленькие мини-клубни показывают большие потери при хранении и пониженную продуктивность в поле. В контрольных неинфицированных растениях получены максимальные значения по диаметру и средней массе одного мини-клубня по отношению к зараженным растениям. Обработки иммуностимуляторами не оказали достоверного влияния на данные показатели. Вирусное заражение в условиях водного дефицита вызывает уменьшение диаметра и снижение средней массы одного мини-клубня во всех исследуемых вариантах, что может свидетельствовать о нарушении углеводного обмена и транспорта ассимилятов в клубни. Показано, что при инфицировании вирусом растений картофеля происходило блокирование транспорта углеводов из хлоропластов в цитозоль и нарушение загрузки флоэмы [24].

В условиях водного дефицита накопление сухого вещества и крахмала в мини-клубнях картофеля отмечено только в варианте с ЭБЛ, на 12 % больше, чем в инфицированных (таблица 2). Ранее сообщалось [25], что в условиях закрытого грунта обработка ЭБЛ растений картофеля сортов Удача и Рэд Скарлетт способствовала увеличению урожайности и повышению качества получаемой продукции за счет накопления сухого вещества и крахмала, что согласуется с нашими результатами.

В условиях совокупно действующих факторов – вирусного заражения и недостатка влаги регистрировали достоверное снижение содержания аскорбиновой кислоты по сравнению с неинфицированным контролем. Во всех исследуемых вариантах при обработке иммуностимуляторами происходило накопление аскорбиновой кислоты, при этом наиболее значительное повышение – на 39 % отмечено в варианте обработкой ЭБЛ + МеЖ. Было обнаружено, что увеличение содержания аскорбиновой кислоты в трансгенных растениях картофеля сопровождалось повышенной толерантностью к различным абиотическим стрессам [26]. Так, в условиях абиотического стресса опрыскивание растений томата СК способствовало накоплению аскорбиновой кислоты и снижало неблагоприятное его воздействие [27]. Отмечено участие МеЖ в регуляции накопления аскорби-

новой кислоты. Так, при заражении растений вирусом турнепса было зафиксировано увеличение содержания аскорбиновой кислоты, опосредованной МеЖ, что коррелировало со степенью устойчивости к вирусу [28]. Показано усиление транскрипции генов, участвующих в биосинтезе аскорбиновой кислоты под влиянием МеЖ, что приводит к накоплению и увеличению поступления ее восстановленной формы для поддержания окислительно-восстановительного баланса растительных клеток [29]. В то же время отмечается положительное влияние аскорбиновой кислоты на индукцию клубнеобразования [30], что в целом согласуется с нашими результатами.

Наряду с этим, накопление аскорбиновой кислоты при обработке иммуностимуляторами, вероятно, способствует снижению стрессовой нагрузки в клубнях картофеля, оказывая антиоксидантное действие и повышая коэффициент размножения.

Закключение

При вирусном заражении растений картофеля в условиях оптимальной влажности почвы обработка смесью метилжасмоната с эпибрасинолидом обеспечивает большую продуктивность и улучшение качества полученных мини-клубней (повышение содержания сухого вещества, крахмала и аскорбиновой кислоты) по сравнению с инфицированным контролем.

В результате проведенных исследований впервые установлено, что при выращивании растений картофеля в условиях совокупно действующих факторов – вирусного заражения и недостатка влаги при обработке иммуностимуляторами наблюдается увеличение количества мини-клубней, однако их общая масса снижается. Обнаружено, что антивирусная устойчивость формируется только в присутствии эпибрасинолида при сохранении продуктивности на уровне инфицированных растений и повышении качества продукции. Вместе с тем применение трёхкомпонентной смеси сопровождается наибольшей массой и количеством получаемых мини-клубней, при этом её защитное действие против вирусной инфекции не проявляется.

Таким образом, применение иммуностимуляторов является перспективным приемом, позволяющим повысить коэффициент размножения мини-клубней и снизить стрессовую нагрузку на растения.

Литература

1. Петрович, Э. А. Белорусский рынок картофеля: состояние и перспективы / Э. А. Петрович, М. З. Фрейдин // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 244–254.
2. Interactive effects of Potato virus Y and Potato leafroll virus infection on potato yields in Uganda / A. A. Byarugaba [et al.] // Open Agriculture. – 2020. – Vol. 5, № 1. – P. 726–739.
3. Nasir, M. W. Effect of Drought Stress on Potato Production: A Review / M. W. Nasir, Z. Toth // Agronomy. – 2022. – Vol. 12, № 3. – P. 635.
4. Physiological and protein profiling analysis provides insight into the underlying molecular mechanism of potato tuber development regulated by jasmonic acid in vitro / J. Yuan [et al.] // BMC Plant Biology. – 2022. – Vol. 22, № 1. – P. 1–22.
5. Hormonal regulation of tuber formation in potato / Bulbous plants: biotechnology / N. P. Aksanova [et al.]; eds K. Ramavat, and J. Méridon. Boca Raton, 2013. – Ch. 1. – P. 3–36.
6. Инструкция по использованию иммуноферментного диагностического набора для определения вирусов картофеля / Рос. с.-х. акад. НПО по картофелеводству. – М.: Коренево, 2016. – 8 с.

7. Ермохин, Ю. И. Почвенно-растительная оперативная диагностика «ПРОД-ОМСХИ» минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур: монография / Ю. И. Ермохин. – Омск: ОмГАУ, 1995. – 208 с.
8. Ахмедова, Р. И. Спектрофотометрическое определение аскорбиновой кислоты в лекарственных формах / Р. И. Ахмедова, Х. А. Мирзаева // *Universum: химия и биология*. – 2016. – Т. 30, № 12. – С. 1.
9. Rice stripe virus suppresses jasmonic acid-mediated resistance by hijacking brassinosteroid signaling pathway in rice / J. Hu [et al.] // *PLoS pathogens*. – 2020. – Vol. 16, № 8. – P. e1008801.
10. Divi, U. K. Brassinosteroid mediated stress tolerance in Arabidopsis shows interactions with abscisic acid, ethylene and salicylic acid pathways / U. K. Divi, T. Rahman, P. Krishna // *BMC Plant Biology*. – 2010. – Vol. 10. – P. 151–164.
11. Rohmawati, T. Effect of Methyl Jasmonate on Vegetative Growth and Formation of Potato Tuber (*Solanum tuberosum* L. var. Granola) / T. Rohmawati, K. Dewi // *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*. – 2019. – Vol. 7, № 1. – С. 24–29.
12. Пузина, Т. И. Экзогенная салициловая кислота и фотосинтетическая активность *Solanum tuberosum* / Т. И. Пузина, И. Ю. Макеева // *Естественные и гуманитарные науки в современном мире*. – 2019. – С. 101–105.
13. Salicylic acid protects potato plants from phytoplasma-associated stress and improves tuber photosynthate assimilation / S. Sánchez-Rojó [et al.] // *American journal of potato research*. – 2011. – Т. 88, № 2. – С. 175–183.
14. Ascorbic acid accumulates as a defense response to Turnip mosaic virus in resistant Brassica rapa cultivars / A. Fujiwara [et al.] // *Journal of experimental botany*. – 2016. – Vol. 67, № 14. – С. 4391–4402.
15. Interplay between abiotic (drought) and biotic (virus) stresses in tomato plants / R. Mishra [et al.] // *Molecular Plant Pathology*. – 2022. – Vol. 23, № 4. – С. 475–488.
16. Yarwood, C. E. Virus susceptibility increased by soaking bean leaves in water / C. E. Yarwood // *Plant Dis. Repr.* – 1959. – Vol. 43. – P. 841–844.
17. Reactive oxygen species are involved in brassinosteroid-induced stress tolerance in cucumber / X. J. Xia [et al.] // *Plant physiology*. – 2009. – Vol. 150, № 2. – С. 801–814.
18. Brassinosteroid suppress rice defense against root-knot nematodes through antagonism with the jasmonate pathway / K. Nahar [et al.] // *Mol. Plant Microbe Interact.* – 2013. – Vol. 26. – P. 106–115.
19. Brassinosteroids antagonize gibberellin- and salicylate-mediated root immunity in rice / D. De Vleeschauwer [et al.] // *Plant physiology*. – 2012. – Vol. 158, № 4. – P. 1833–1846.
20. Федорова, Ю. Н. Применение салициловой кислоты для адаптации растений в условиях *in vivo* / Ю. Н. Федорова, А. И. Ковалев // *Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2014. – № 2. – С. 16–21.
21. Virus infection improves drought tolerance / P. Xu [et al.] // *New Phytologist*. – 2008. – Vol. 180, № 4. – P. 911–921.
22. Elwan, M. W. M. Improved productivity and quality associated with salicylic acid application in greenhouse pepper / M. W. M. Elwan, M. A. M. El-Hamamy // *Scientia Horticulturae*. – 2009. – Vol. 122, № 4. – P. 521–526.
23. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. A. Cunes [et al.] // *J. Plant Physiol.* – 2007. – Vol. 164. – P. 728–736.
24. Effects of satureja hortensis oil treatments and exogenous H₂O₂ on potato virus y infected *Solanum tuberosum* L. / Plants under drought conditions / C. L. Bădăraș [et al.] // *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Biologie*. – 2012. – Vol. 19, № 2. – P. 140–145.
25. Brassinosteroids as a Factor of Photosynthetic Activity Increase of Improved Potatoes / U. I. Pavlovna [et al.] // *Biosciences Biotechnology Research Asia*. – 2015. – Vol. 12, № 2. – P. 1481–1485.
26. Enhanced ascorbic acid accumulation in transgenic potato confers tolerance to various abiotic stresses / C. P. Upadhyaya [et al.] // *Biotechnology letters*. – 2010. – Vol. 32, № 2. – P. 321–330.
27. Effect of salicylic acid and salinity stress on the performance of tomato plants / M. Naeem [et al.] // *Gesunde Pflanzen*. – 2020. – Vol. 72, № 4. – P. 393–402.
28. Boubakri, H. The role of ascorbic acid in plant-pathogen interactions / H. Boubakri // *Ascorbic acid in plant growth, development and stress tolerance*. – 2017. – P. 255–271.
29. Wolucka, B. A. Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions / B. A. Wolucka, A. Goossens, D. Inzé // *Journal of experimental Botany*. – 2005. – Vol. 56, № 419. – P. 2527–2538.
30. Youssif, S. B. D. Response of potatoes to foliar spray with cobalamin, folic acid and ascorbic acid under North Sinai conditions / S. B. D. Youssif, S. Youssif // *Middle East J. Agric. Res.* – 2017. – Vol. 6, № 3. – P. 662–672.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № B22M-037).

УДК 633.15:631.559:631.841.7:551.5

Формирование урожая кукурузы при использовании различных доз и сроков внесения карбамида в зависимости от агроклиматических условий

Н. Ф. Надточаев, кандидат с.-х. наук, В. Н. Костеневич, соискатель
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 11.01.2023)

На связносупесчаной почве Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию в четырехлетних опытах изучено действие основного и дробного внесения карбамида на урожайность кукурузы в зависимости от погодных условий. Показано, что внесение карбамида в дозе 90–120 кг/га азота на фоне 50 т/га навоза обеспечивает существенную прибавку урожая относительно контрольного варианта без азота (15,6–22,8 % по сухому веществу и 17,2–25,9 % по зерну), но имеет незначительные различия в пределах указанных норм применения. Дробное внесение карбамида (N₃₀ в пред-

The effect of basic and fractional application of carbamide on corn yield depending on weather conditions was studied in four-year experiments on the connected sandy soil of the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Agriculture. It is shown that the introduction of carbamide at a dose of 90–120 kg/ha of nitrogen against a background of 50 t/ha of manure provides a significant increase in yield relative to the control variant without nitrogen (15,6–22,8 % for dry matter and 17,2–25,9 % for grain), but has insignificant differences within the specified application rate. Fractional

посевную культивацию + N_{60-90} вразброс в фазе 7–8 листьев) способствует формированию на 2,7–5,1 % более высокого сбора сухого вещества и на 4,8–6,9 % – зерна по сравнению с разовым внесением всей дозы в предпосевную культивацию.

Введение

На формирование урожая кукурузы существенное влияние оказывают такие агрометеорологические факторы, как обеспеченность растений теплом и влагой [1, 2].

Урожаеобразующую роль температуры рассматривают как сумму тепла, необходимого для реализации полного жизненного цикла растений с учетом пороговых значений в критические фазы развития кукурузы. Каждый гибрид в своей группе спелости (ФАО) для реализации полного жизненного цикла требует определенной суммы эффективных температур (СЭТ) [3]. Температура воздуха от всходов до цветения початков не только определяет продолжительность этого периода, но и оказывает значительное влияние на накопление сухого вещества (СВ) в початках ко времени уборки [4].

Недостаток влаги в почве в период максимального водопотребления, особенно в сочетании с воздушной засухой, снижает активность фотосинтеза, приводит к увяданию растений, преждевременному подсыханию листьев, нарушению оплодотворения и формирования зерна. При увядании растений в течение 1–2 дней во время цветения урожай снижается на 20 %, 6–8 дней – на 50 % [5, 6]. Последствием недостатка воды для кукурузы в условиях Польши в конце июня – начале июля являются слаборазвитые растения, низкий урожай биомассы; в первой половине июля – слабое завязывание початков; в период 15–25 июля при сухой и жаркой погоде формируются короткие початки, наблюдается неравномерное озернение початков и отсутствие зерна на верхушках початков; в первой половине августа – преждевременное созревание, более низкий урожай зеленой массы, мелкое зерно [7].

В процессе вегетации накопление питательных веществ растениями кукурузы происходит неодинаково. Поглощение азота продолжается почти до созревания, а максимальное потребление приходится на период за две-три недели до выбрасывания метелок [8]. Основным источником обеспечения растений азотом у современных гибридов типа «stay-green» в период налива зерна является почва, в то время как у гибридов более старого поколения это происходило за счет реутилизации (повторного использования) органических азотных соединений из ранее накопленных ресурсов и только частично из почвы. Такая особенность гибридов «stay-green» требует применения азотных удобрений с замедленным

application of carbamide (N_{30} in pre-sowing cultivation + N_{60-90} scattered in 7–8 leaves) contributes to the formation of a higher harvest of dry matter by 2,7–5,1 %, grain by 4,8–6,9 % compared with a single introduction of the entire dose in pre-sowing cultivation.

действием (мочевины, сульфата аммония) или дробное внесение азота [9].

Методика проведения исследований

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2017–2019 гг. и 2022 г. на дерново-подзолистой связносупесчаной почве с содержанием в пахотном слое 2,24–2,70 % гумуса, P_2O_5 – 180–200 мг/кг, K_2O – 257–286 мг/кг почвы, рН – 6,05–6,14.

Предшественник – кукуруза, в 2022 г. – ячмень. Подготовка почвы включала дискование, зяблевую вспашку, весеннее дискование, культивацию с боронованием и предпосевную обработку АКШ. Навоз КРС (50 т/га), калийные (K_{120}) в виде хлористого калия и фосфорные (P_{60}) удобрения в виде аммонизированного суперфосфата вносили перед зяблевой вспашкой. Сев гибрида Колизей (ФАО 200) осуществляли 25 апреля 2017 г., 4 мая 2018 г., 23 апреля 2019 г.; всходы отмечены 22 мая в 2017 г. и 12 мая в 2018 и 2019 г. В 2022 г. 4 мая высевали отечественный гибрид Дарьян (ФАО 210), всходы отмечены 22 мая. Норма посева – 110 тыс. шт./га всхожих семян. Способ сева – широкорядный, ширина междурядий – 70 см. В фазе 2–3 листьев кукурузы применяли гербицид Люмакс, СЭ – 3,5 л/га. Площадь опытных деленок – 25 м². Повторность четырехкратная.

За годы проведения исследований погодные условия отличались разнообразием (таблица 1).

В третьей декаде апреля – первой декаде мая 2017 г. осадков выпало на 22,2 и 18,0 мм больше нормы, а средняя температура воздуха составила 5,3 и 8,7 °С соответственно, что на 3,1 и 2,7 °С ниже средних многолетних значений. Холоднее нормы оказались и первые два летних месяца (на 0,5 и 0,9 °С). В августе и сентябре среднесуточная температура воздуха на 1,8 и 2,0 °С превысила норму. Достаточное выпадение осадков в июле и августе, когда отмечается максимальная потребность растений кукурузы в воде, способствовало формированию хорошего урожая зеленой массы этой культуры. Однако по развитию растения сильно отстали от многолетних значений, на что существенное влияние оказал температурный фактор.

Температурные условия в 2018 г. оказались благоприятными для роста и развития кукурузы на протяжении всего вегетационного периода. Теплая погода способ-

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов (по данным метеостанции Борисов)

Месяц	Температура воздуха, °С				Осадки, мм			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2022 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2022 г.
Апрель	5,5	9,9	8,7	5,3	59,5	18,9	0,4	101,9
Май	12,3	16,8	14,3	11,1	44,9	9,8	72,7	93,6
Июнь	15,8	17,1	20,8	19,0	46,8	42,0	49,5	67,3
Июль	17,0	19,3	17,0	18,1	114,2	125,4	105,5	92,8
Август	18,3	19,3	17,2	21,0	78,0	69,8	116,7	20,2
Сентябрь	13,6	14,8	12,3	10,3	84,5	50,4	39,7	78,6

ствовала быстрому и дружному прорастанию семян. Во втором и третьем летних месяцах наблюдалось достаточное выпадение осадков, поэтому критический период также проходил в благоприятных условиях.

В среднем с апреля по май 2019 г. температура воздуха оказалась на 1,5 °С выше нормы. Осадков в апреле выпало лишь 0,4 мм, за первую декаду мая – 56,1 мм, в последующие две декады – 16,6 мм. В июне наблюдалась высокая температура воздуха (на 4,5 °С выше нормы) и небольшое количество осадков (50 мм). Июль оказался прохладным (на 1,3 °С ниже нормы) и достаточно влажным (105,5 мм осадков). Больше нормы выпало осадков и в августе при умеренных температурах. В целом погодные условия складывались не совсем благоприятно для формирования высокого урожая.

В апреле и мае 2022 г. зафиксирована холодная погода (на 2,1 °С ниже многолетнего значения). Осадков в апреле выпало 102 мм или 2,5 нормы, в мае – 94 мм или 1,5 нормы. Теплая погода в июне (19,0 °С) с умеренным количеством осадков (81 % от нормы) обеспечили хороший рост растений кукурузы. В июле температурный и водный режимы находились в пределах многолетних значений, что также благоприятно сказалось на росте и развитии растений. Однако жаркая погода и отсутствие осадков, начиная со второй декады августа, привели к отмиранию листьев. Кроме того, 6, 7 и 9 сентября отмечались ночные заморозки, также приведшие к частичному усыханию уже верхних листьев. По этой причине в листостебельной массе содержание сухого вещества

значительно повысилось, в то время как в початках оно оказалось самым низким из-за холодного (–2,1 °С к норме) и дождливого (+35 %) сентября.

Сумма эффективных температур (выше 10 °С) с мая по сентябрь в 2017 г. составила 843 °С, в 2018 г. – 1145 °С, в 2019 г. – 981 °С, в 2022 г. – 915 °С при норме 896 °С. С мая по сентябрь в 2017 г. выпало 368 мм, в 2018 г. – 297 мм, в 2019 г. – 384 мм, в 2022 г. – 352 мм при норме 370 мм.

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия существенно повлияли на рост растений кукурузы (таблица 2). Самые низкие значения высоты (261–263 см в среднем по всем вариантам опыта) отмечены в 2017 и 2019 г. Первое можно объяснить недостатком тепла, второе – влаги в почве. Так, в 2017 г. СЭТ в первые два летних месяца составила 392 °С, тогда как во все другие годы исследований – 502–521 °С. По количеству осадков за этот период различия по годам небольшие: от 155 мм в 2019 г. до 167 мм в 2018 г. Несмотря на это, в 2019 г. с конца июня по первую декаду августа влажность почвы в пахотном слое находилась в пределах 5–8 % и только в течение одной декады она повысилась до 9–10 % (рисунок 1).

Это свидетельствует о критическом содержании влаги в почве, несмотря на достаточное выпадение осадков, зафиксированных Борисовской метеостанцией, поэтому определение влажности почвы в критический период роста и развития растений дает более точную картину



Рисунок 1 – Динамика влажности почвы в критический период роста кукурузы, %

Таблица 2 – Высота растений кукурузы в зависимости от доз и сроков внесения азотных удобрений

Вариант	Высота растений, см				
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2022 г.	среднее
N ₀	235	279	243	318	269
N ₉₀ в предпосевную культивацию (ПК)	266	289	257	310	281
N ₃₀ в ПК + N ₆₀ вразброс в 7–8 листьев	263	287	268	314	283
N ₁₂₀ в ПК	270	295	274	319	290
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ вразброс в 7–8 листьев	269	294	272	318	288
HCP ₀₅	18	9	13	11	13

об их обеспеченности влагой, чем количество выпавших осадков.

Высота растений во многом определяет урожайность листостебельной массы кукурузы. Наибольшей она оказалась в 2022 г. – в среднем 390 ц/га, что на 19 % больше, чем в 2017 г., и на 46–52 %, чем в 2019 и 2018 г. (таблица 3). С одной стороны, это связано с генетическими особенностями гибрида, а с другой, с благоприятными температурным и водным режимами в июне и июле. Что касается азотных удобрений, то в 2017 и 2019 г. дозы и сроки их внесения не играли существенной роли в формировании урожая листостебельной массы, а в 2018 и 2022 г. (годы с максимальной высотой растений) 90 кг/га азота, внесенного в предпосевную культивацию, оказалось недостаточным для хорошего прироста листостебельной массы. Несмотря на это, в среднем за 4 года исследований дозы 90 и 120 кг/га показали приблизительно одинаковые результаты. Аналогичная картина наблюдалась и по урожайности початков, но имелись различия по годам исследований. Не выявлено разницы по дозам и срокам внесения карбамида в 2017 и 2022 г. – годы с наибольшим сбором листостебельной массы. Следует также отметить, что из четырех лет исследований только в 2022 г. отмечались заметные ожоги листьев, что можно объяснить еще влажными листьями при внесении карбамида после ночного дождя (рисунок 2).

В 2018 и 2019 г. при внесении 90 кг/га азота в предпосевную культивацию была получена заметно меньшая урожайность початков, впрочем, как и листостебельной массы, что в итоге отразилось на среднем за 4 года значении. Наиболее урожайными по початкам оказались 2018 и 2017 г. (189–190 ц/га в среднем по всем вариантам опыта), наименее – 2022 и 2019 г. (164–169 ц/га). Однако варьирование данного показателя по годам значительно меньшее ($v = 7,6 \%$), чем по листостебельной массе ($v = 19,7 \%$). Такое же невысокое варьирование отмечено по общему сбору зеленой массы ($v = 9,5 \%$). Отмечается лишь слабая тенденция увеличения урожайности зеленой массы при дробном применении азота, т. е. аналогично как по початкам и листостебельной массе. Вариант с внесением 90 кг/га азота в предпосевную культивацию только в 2019 г. уступал другим вариантам с применением удобрений. Наибольший сбор зеленой массы отмечен в 2017 и 2022 г. (474–481 ц/га против 402–408 ц/га в 2019 и 2018 г.). Самый высокий сбор сухого вещества был получен в 2022 г. (в среднем 184,6 ц/га) и 2018 г. с урожайностью 179,7 ц/га, а 2017 г. показал самую низкую продуктивность – 168,5 ц/га (таблица 4).

Коэффициент корреляции между урожайностью зеленой массы и сухого вещества составил 0,22, что свидетельствует о том, что оценивать продуктивность кукурузы лучше по сухому веществу, а не по зеленой

Таблица 3 – Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от дозы, срока и способа внесения азотного удобрения

Вариант	Урожайность, ц/га				
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2022 г.	среднее
<i>Листостебельная масса</i>					
N ₀	262	219	232	370	271
N ₉₀ в предпосевную культивацию (ПК)	351	252	259	377	310
N ₃₀ в ПК + N ₆₀ вразброс в 7–8 листьев	336	266	276	392	318
N ₁₂₀ в ПК	346	277	286	397	327
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ вразброс в 7–8 листьев	344	270	285	412	328
HCP ₀₅	30	23	27	33	28
<i>Початки без оберток</i>					
N ₀	156	164	137	152	152
N ₉₀ в предпосевную культивацию (ПК)	204	187	157	164	178
N ₃₀ в ПК + N ₆₀ вразброс в 7–8 листьев	194	207	178	176	189
N ₁₂₀ в ПК	194	194	179	166	183
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ вразброс в 7–8 листьев	201	194	196	161	188
HCP ₀₅	17	16	20	15	17
<i>Всего</i>					
N ₀	418	383	369	522	423
N ₉₀ в предпосевную культивацию (ПК)	555	439	416	541	488
N ₃₀ в ПК + N ₆₀ вразброс в 7–8 листьев	530	473	454	568	506
N ₁₂₀ в ПК	540	471	465	563	510
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ вразброс в 7–8 листьев	545	464	481	573	516
HCP ₀₅	47	39	44	48	45

массе. Надо также заметить, что варьирование урожайности сухого вещества по годам самое низкое (4,4 %) среди всех других показателей продуктивности, что характеризует данную культуру как относительно стабильную по годам. Здесь более заметно преимущество дробного внесения азота. Например, при дозе азота 90 кг/га данный прием повышал урожайность сухого вещества на 5,4 %. Внесение такой дозы в предпосевную культивацию в течение двух лет (2018 и 2019 г.) из четырех показывает существенный недобор урожая. Если при выращивании кукурузы на силос можно получать стабильный по годам сбор сухого вещества кукурузы, то при выращивании на зерно варьирование урожайности составляет 19,2 % – от 70,4 ц/га в 2022 г. до 113,8 ц/га в 2018 г. Высокая урожайность зерна вполне объяснима благоприятными погодными условиями, а вот 2022 г. требует подробного анализа, поскольку при самом высоком сборе сухого вещества получена самая низкая урожайность зерна. До первой декады августа водный и температурный режимы складывались вполне благоприятно для формирования урожая. Поэтому отмечена самая большая высота растений, максимальный сбор зеленой массы и в конечном итоге сухого вещества, накоплен-

ного преимущественно в листостебельной массе. Из-за августовской засухи и холодного с ночными морозами, дождливого сентября замедлился отток питательных веществ из листостебельной массы в початок. Основная



Рисунок 2 – Дозы и сроки внесения карбамида в посевах кукурузы

Таблица 4 – Урожайность сухого вещества и зерна кукурузы, его влажность в зависимости от дозы, срока и способа внесения азотного удобрения

Вариант	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2022 г.	Среднее
<i>Сухое вещество, ц/га</i>					
N ₀	135,2	155,5	141,3	173,8	151,5
N ₉₀ в предпосевную культивацию (ПК)	180,4	176,5	160,6	183,1	175,2
N ₃₀ в ПК + N ₆₀ вразброс в 7–8 листьев	175,8	192,2	178,4	192,0	184,6
N ₁₂₀ в ПК	172,7	187,0	179,1	184,9	180,9
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ вразброс в 7–8 листьев	178,2	187,1	189,4	189,3	186,0
HCP ₀₅	15,4	15,6	16,9	15,5	15,9
<i>Зерно стандартной влажности, ц/га</i>					
N ₀	75,2	97,8	77,5	66,1	79,2
N ₉₀ в предпосевную культивацию (ПК)	98,3	112,4	89,5	71,0	92,8
N ₃₀ в ПК + N ₆₀ вразброс в 7–8 листьев	93,9	124,4	104,2	74,2	99,2
N ₁₂₀ в ПК	93,2	116,7	100,6	69,9	95,1
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ вразброс в 7–8 листьев	97,6	117,9	112,3	71,0	99,7
HCP ₀₅	8,4	9,8	9,7	6,0	8,6
<i>Уборочная влажность зерна, %</i>					
N ₀	42,5	34,4	35,9	45,9	39,7
N ₉₀ в предпосевную культивацию (ПК)	42,0	34,5	35,8	45,8	39,5
N ₃₀ в ПК + N ₆₀ вразброс в 7–8 листьев	41,1	34,5	35,3	46,5	39,4
N ₁₂₀ в ПК	42,4	34,7	36,0	46,6	39,9
N ₃₀ в ПК + N ₉₀ вразброс в 7–8 листьев	41,8	34,2	36,0	45,5	39,4

масса листьев (нижних – из-за засухи, верхних – из-за морозов) была сухой, что существенно ослабило интенсивность фотосинтеза. Растения, можно сказать, находились в анабиозном состоянии, о чем свидетельствует накопление сухого вещества в початках. Поэтому при сумме эффективных температур 915 °С влажность зерна составила в среднем 46,1 %, в то время как в 2019 г. эти показатели равнялись 981 °С и 35,8 %. Даже в 2017 г. влажность зерна оказалась значительно ниже (42,0 %), чем в 2022 г., несмотря на существенный дефицит тепла (СЭТ = 843 °С). В то же время содержание сухого вещества в растениях находится в строгом соответствии с СЭТ. Так, в 2017 г. они накопили к уборке 35,5 % СВ, в 2022 г. – 38,4 %, в 2019 г. – 42,2 %, в 2018 г. – 44,0 %. Коэффициент корреляции между этими показателями составил 0,94, в то время как между СЭТ и влажностью зерна он равен –0,76.

Дробное внесение азота при выращивании кукурузы на зерно имеет большее значение, чем при выращивании на силос, обеспечивая прибавку урожая 6,9 % при 90 кг/га и 4,8 % при 120 кг/га. Как и по сбору сухого вещества в 2018 и 2019 г. разовое внесение 90 кг/га азота оказалось недостаточным для формирования высокого урожая зерна.

Закключение

1. Водно-тепловой режим июня и июля оказывает существенное влияние на прирост растений в высоту

и формирование урожая листостебельной массы кукурузы. Общий сбор сухого вещества и зерна кукурузы зависит от совокупно складывающихся условий тепло- и влагообеспеченности за весь период вегетации культуры и особенно критический.

2. Сумма эффективных температур находится в более тесной корреляционной связи с содержанием сухого вещества в растениях ($r = 0,94$), чем с уборочной влажностью зерна ($r = -0,76$).

3. Слабая корреляционная связь между урожайностью зеленой массы и сухого вещества ($r = 0,22$) свидетельствует о том, что оценивать продуктивность кукурузы следует по урожайности сухого вещества, а не зеленой массы.

4. Самое низкое варьирование по годам исследований установлено по показателю урожайности сухого вещества кукурузы – 4,4 %, по початкам и зеленой массе оно составляет 7,6 и 9,5 %, уборочной влажности зерна – 13,7 %, а по урожайности зерна и листостебельной массы – 19,2 и 19,7 % соответственно.

5. Внесение карбамида в дозе 90–120 кг/га азота на фоне 50 т/га навоза на связносупесчаной почве обеспечивает существенную прибавку урожая относительно контрольного варианта без азота (15,6–22,8 % по СВ и 17,2–25,9 % по зерну), но имеет несущественные различия в пределах указанных норм применения.

6. Дробное внесение карбамида (N₃₀ в предпосевную культивацию + N_{60–90} вразброс в фазе 7–8 листьев) способствует формированию на 2,7–5,1 % более высокого

сбора СВ и на 4,8–6,9 % – зерна по сравнению с разовым внесением всей дозы в предпосевную культивацию.

Литература

1. Чирков, Ю. И. Агрометеорология / Ю. И. Чирков. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 296 с.
2. Шкляр, А. Х. Климатические ресурсы Белоруссии и их использование в сельском хозяйстве / А. Х. Шкляр. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 432 с.
3. Шульц, П. Кукуруза: требования к температуре и влаге / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2017. – № 7. – С. 18–21.
4. Привалов, Ф. И. Развитие гибридов кукурузы разных групп спелости в зависимости от температурных условий / Ф. И. Привалов, Д. В. Лужинский, Н. Ф. Надточаев // Кормопроизводство. – 2018. – № 10. – С. 4–9.
5. Гулидова, В. А. Кукуруза на зерно. Современные технологии возделывания. Практическое руководство / В. А. Гулидова, Е. И. Хрюкина, Г. Я. Сергеев // Воронеж: МТС Агроальянс, 2017. – 51 с.
6. Клименко, П. Д. Индустриальная технология возделывания кукурузы на зерно / П. Д. Клименко, Л. З. Сикан // Киев: Вища школа, 1986. – 39 с.
7. Шульц, П. Снизить последствия засухи на кукурузу поможет агротехника / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 32–38.
8. Волошин, Е. И. Применение удобрений при возделывании кукурузы в Средней Сибири: метод. указания [Электронный ресурс] / Е. И. Волошин, А. Т. Аветисян; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 31 с.
9. Шульц, П. Кукуруза: тип гибрида и азотные удобрения / П. Шульц // Наше сельское хозяйство. – 2019. – № 13. – С. 44–46.

УДК 633.358:631.816(476.4)

Влияние азотных удобрений и норм высева семян на продуктивность посевов гороха

И. В. Ковалева, Т. М. Шлома, И. М. Коваль, кандидаты с.-х. наук,
Н. П. Лукашевич, доктор с.-х. наук

Витебская государственная ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины

(Дата поступления статьи в редакцию 10.01.2023)

В статье изложены данные о влиянии нормы высева семян и дозы внесения минерального азота на продуктивность посевов гороха на зернофуражные цели. В почвенно-климатических условиях северного региона Беларуси на фоне внесения N 65 кг/га с нормой высева 1,9 млн всхожих семян на один гектар получены максимальные показатели по урожайности семян гороха и сбору сырого белка, которые составили 47,5 ц/га и 8,9 ц/га соответственно. Обработка семян гороха перед севом препаратом Ризоверм способствовала увеличению продуктивности посева при норме высева 1,9 млн шт./га всхожих семян на 5 ц/га, а при норме высева 2,2 млн шт./га – на 6,7 ц/га.

The article presents data on the effect of seeding rates and the dose of mineral nitrogen on the productivity of pea crops for grain fodder purposes. In the soil and climatic conditions of the northern region of Belarus, against the background of the application of N 65 kg/ha a. i. and a seeding rate of 1,9 million germinating seeds per hectare, the maximum indicators for the yield of pea seeds and the collection of crude protein were obtained, which amounted to 47,5 centners per hectare and 8,9 centners per hectare, respectively. Treatment of pea seeds before sowing with Rizoverm contributed to an increase in sowing productivity at a seeding rate of 1,9 million/ha of germinating seeds by 5 c/ha, and at a seeding rate of 2,2 million/ha – by 6,7 c/ha.

Введение

Зернобобовые культуры играют большую роль в кормопроизводстве Республики Беларусь, так как они являются основным источником дешевого и хорошо сбалансированного по аминокислотному составу белка. Увеличение объемов производства животноводческой продукции требует расширения посевных площадей под бобовыми культурами и особенно повышения их урожайности, так как в производственных посевах эффективность возделывания зернобобовых культур остается низкой.

В биоклиматических ресурсах Беларуси горох обладает высоким генетическим потенциалом продуктивности, превосходя по этому показателю другие зернобобовые культуры. Основными морфологическими достоинствами современных сортов гороха являются их короткостебельность за счет укороченных междоузлий, усатый тип листа, парность бобов на цветковой кисти. Эти признаки значительно увеличили технологичность культуры и позволили увеличить продуктивность посева [1, 2, 3].

Горох относится к культурам длинного дня, он мало-требователен к теплу, поэтому высевают его в ранние весенние сроки. Следует отметить, что в северном регионе нашей страны температурный режим в апреле и мае ниже по сравнению с южными областями, вследствие чего эффективность формирования симбиотического аппарата у культур из семейства бобовых в этот период времени снижена.

Внесение минеральных азотных удобрений является одним из факторов, оказывающих влияние на стабилизацию ростовых и генеративных процессов посевов гороха. Однако в научной литературе существуют противоречивые сведения о роли азота в формировании семенной продуктивности. Некоторые авторы рекомендуют проводить подкормку азотом в условиях низкой эффективности процесса азотфиксации, в частности при переувлажнении почвы или дефиците влаги [4, 5, 6, 7]. Так как противоречивость имеющихся данных по эффективности внесения различных доз минерального азота при возделывании гороха на зернофуражные цели в большей мере объясняются специфичностью

условий проведения эксперимента, проведение научных исследований по выявлению оптимальных доз внесения минерального азота при севе современных сортов гороха будет востребовано в производстве.

Целью наших исследований явилось изучение эффективности внесения различных доз минерального азота в зависимости от густоты посева гороха при возделывании на зернофуражные цели в почвенно-климатических условиях северного региона.

Методика и объекты исследований

Полевые опыты были заложены в Витебском районе Витебской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 1,0 м, со следующими агрохимическими показателями: pH (в KCl) – 5,7–5,9, содержание подвижного фосфора – 201–232 мг, обменного калия – 198–216 мг на 1 кг почвы, содержание гумуса – 2,0–2,2 %.

Объектом исследования были посевы гороха усатого морфотипа сорта Соломанка. Предмет исследования – норма высева семян, доза минерального азота и бактериальный препарат Ризоверм. Закладку полевых опытов, проведение учетов и наблюдений во время роста растений, а также статистическую обработку результатов исследований осуществляли согласно методикам, изложенным Б. А. Доспеховым [8]. Технологию возделывания гороха осуществляли в соответствии с отраслевым регламентом. В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения, учет полевой всхожести и сохранности растений. Гидрометеорологические условия вегетационных периодов 2019–2020 гг. несущественно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков.

Результаты исследований и их обсуждение

Рост и развитие растений связаны с обеспеченностью посевов гороха элементами питания. Горох, возделываемый на зернофуражные цели, характеризуется большим выносом элементов питания с урожаем семян. Для формирования 1 ц зерна гороха требуется 5 кг азота, 2 кг фосфора и 4 кг калия. Так как органические удобрения под горох вносить не рекомендуется, необходимо проведение расчета дозы внесения минеральных удобрений с учетом планируемой урожайности семян и содержания их в почве.

При возделывании гороха в северном регионе Республики Беларусь необходимость применения азотных удобрений является актуальной. Это связано с тем, что растения семейства бобовых способны потреблять азот из воздуха за счет симбиотической деятельности клубеньковых бактерий и корней растения. Начало использования растениями гороха нитратной формы азота в результате фиксации азота из воздуха определяется появлением клубеньков розового цвета на корневой системе. Биологическая фиксация азота клубеньковыми бактериями из атмосферы у бобовых растений зависит от естественных параметров: температуры, количества выпавших осадков, длины дня и других природных условий окружающей среды. Также активность симбиотической деятельности зависит от сортовых особенностей бобовой культуры и вирулентности штаммов клубеньковых бактерий. Среди агротехнических факторов, имеющих наибольшее влияние на длину стебля, ведущая роль принадлежит минеральному азотному питанию растений гороха и особенно на первых этапах органогенеза.

В результате проведенных исследований выявлено, что наибольший показатель длины стебля у зернофуражного сорта гороха посевного Саламанка усатого морфотипа составил от 93,8 до 98,0 см на фонах внесения 65 и 85 кг/га азота при нормах высева 1,6 и 1,9 млн шт./га соответственно. В контрольном варианте без внесения азотных удобрений длина стебля не превысила 85,0 см (таблица 1).

На формирование урожайности семян гороха большое влияние оказывает устойчивость посевов к полеганию, которая определяется как генетически детерминированными процессами роста и развития растений в ценозе, так и применением технологических приемов при его возделывании. Устойчивость к полеганию посевов в период от всходов до полного формирования генеративной сферы позволяет реализовать генетический потенциал культуры. Сорт гороха Саламанка в отличие от сортов зеленоукосного использования формирует устойчивый к полеганию ценоз во время вегетационного периода за счет усатого морфотипа листа, оптимальной длины стебля, у которого укороченные и прочные междоузлия. Однако в конце вегетационного периода посевы гороха в той или иной мере теряют устойчивость к полеганию, что приводит к снижению урожайности семян в производственных условиях. Перед уборкой урожая нами была проведена оценка посевов гороха на полегаемость в зависимости от густоты стояния и дозы внесения минерального азота по пятибалльной шкале с нарастающим итогом. Следует

Таблица 1 – Влияние дозы минерального азота и нормы высева семян на длину стебля и устойчивость к полеганию посевов гороха зернофуражного использования

Вариант	Норма высева, млн шт./га всхожих семян							
	1,3		1,6		1,9		2,2	
	I	II	I	II	I	II	I	II
P ₆₀ K ₁₁₀ – фон (контроль)	84,1	2,3	83,3	3,4	85,0	3,3	81,5	3,0
Фон + Ризоверм	85,4	2,7	90,9	3,5	88,5	3,4	84,9	3,1
Фон + N ₂₅	83,7	2,8	90,7	4,0	86,1	4,2	87,9	4,0
Фон + N ₆₅	86,1	3,0	93,8	4,4	97,4	4,6	91,7	4,3
Фон + N ₈₅	88,9	2,7	95,2	3,1	98,0	3,0	90,4	2,3

Примечание – I – длина стебля, см; II – устойчивость к полеганию, балл.

отметить, что наименьшая степень полегания растений гороха (от 2,3 до 3,0 балла) наблюдалась в разреженных посевах (при норме высева 1,3 млн шт./га всхожих семян). Наиболее высокая устойчивость к полеганию (4,6 балла) посевов усатого сорта гороха отмечена при норме высева 1,9 млн шт./га всхожих семян в сочетании с внесением 65 кг/га д. в. минерального азота. В этом варианте наблюдалась высокая степень сцепленности усиков между растениями. Увеличение фона азотного питания способствовало и увеличению полегаемости растений, что привело к сложности при уборке посевов гороха. Высокой устойчивостью к полеганию (на уровне 4,0–4,2 балла) обладали посевы гороха с нормой высева от 1,6 до 2,2 млн шт./га всхожих семян при внесении 25 кг/га минерального азота.

Формирование высокой урожайности семян гороха среднеспелого сорта Саламанка обеспечивают быстрые темпы роста и развития растения. Полученные нами данные свидетельствуют, что длина периода от всходов до полного созревания семян в зависимости от нормы высева, дозы минерального азота и применения препарата клубеньковых бактерий составила 85–96 дней. Сокращение периода вегетации отмечено в вариантах с применением препарата Ризоверм и нормы высева семян 1,9–2,2 млн шт./га на фоне минимального внесения минерального азота.

Полученные результаты по количеству сформировавшихся клубеньков на корневой системе в фазе бутонизации растения показали, что их количество варьирует в зависимости как от обработки семян перед севом биологическим препаратом Ризоверм, так и от количества внесенного минерального азота с учетом густоты стояния растений в посевах. Применение азотных удобрений до определенной дозы способствовало увеличению объема корневой системы гороха, как объекта заселения клубеньковыми бактериями. Оптимальной дозой внесения азотного удобрения для формирования наибольшего

симбиотического аппарата (на уровне 73,5–74,1 клубенька на корнях одного растения) в наших исследованиях было N 65 кг/га. Повышение дозы внесения минерального азота до 85 кг/га д. в. не увеличивало количества клубеньков на корнях растений гороха. Применение биологического препарата способствовало увеличению количества клубеньков на корнях гороха, и в зависимости от нормы высева семян их насчитывалось 56,2–69,1 штук на одном растении.

Формирование урожая в посевах связано со сложным взаимодействием растений в соответствии с их генетическим потенциалом и комплексом факторов окружающей среды. В оптимальных вариантах для произрастания растений обеспечили условия для сохранения парности бобов и увеличения количества бобов на растении, что в конечном итоге способствовало росту урожайности посевов гороха (таблица 2).

Урожай семян гороха сорта Саламанка в контрольном варианте находился на уровне 21,9–28,0 ц/га. Максимальным он был при норме высева 1,9 млн шт./га всхожих семян. Обработка семян перед севом препаратом Ризоверм способствовала увеличению продуктивности посева при норме высева 1,9 млн шт./га всхожих семян на 5 ц/га, а при норме высева 2,2 млн шт./га – на 6,7 ц/га. Наибольшая урожайность семян получена на фоне применения минерального азота N 65 кг/га при норме высева 1,9 млн шт./га всхожих семян и составила 47,5 ц/га. С повышением уровня азотного питания растений до N 85 кг/га продуктивность не увеличивалась.

Содержание белка в семенах гороха изменяется в определенных пределах в зависимости от условий выращивания: почвенного питания, влажности почвы и воздуха, температуры. В наших исследованиях применение минерального азота повышало урожайность семян, но существенно не сказывалось на содержании в них белка. По сбору белка имели преимущество варианты с внесением минеральных азотных удобрений. На безазотном фоне сбор белка в зависимости от нормы высева семян составил 4,0–5,1 ц/га. Максимальный сбор белка получен при внесении N 65 кг/га при норме высева 1,9 млн шт./га всхожих семян и составил 8,9 ц/га, что на 57 % выше по сравнению с контролем.

Выводы

Установлено, что оптимальной дозой азотного удобрения для гороха сорта Саламанка является N 65 кг/га при норме высева 1,9 млн шт./га всхожих семян, что обеспечило урожайность 47,5 ц/га семян. Дальнейшее увеличение вносимых доз азота не привело к повышению семенной продуктивности.

Инокуляция семян препаратом Ризоверм способствовала увеличению продуктивности посева при норме высева 1,9 млн шт./га всхожих семян на 5 ц/га, а при норме высева 2,2 млн шт./га – на 6,7 ц/га.

Литература

1. Зернофуражные культуры – источник концентрированных кормов / И. И. Борис [и др.] // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – № 1. – С. 15–19.
2. Лукашевич, Н. П. Сравнительная характеристика сортов гороха зернофуражного использования / Н. П. Лукашевич, И. В. Ковалёва // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – № 6. – С. 61–63.

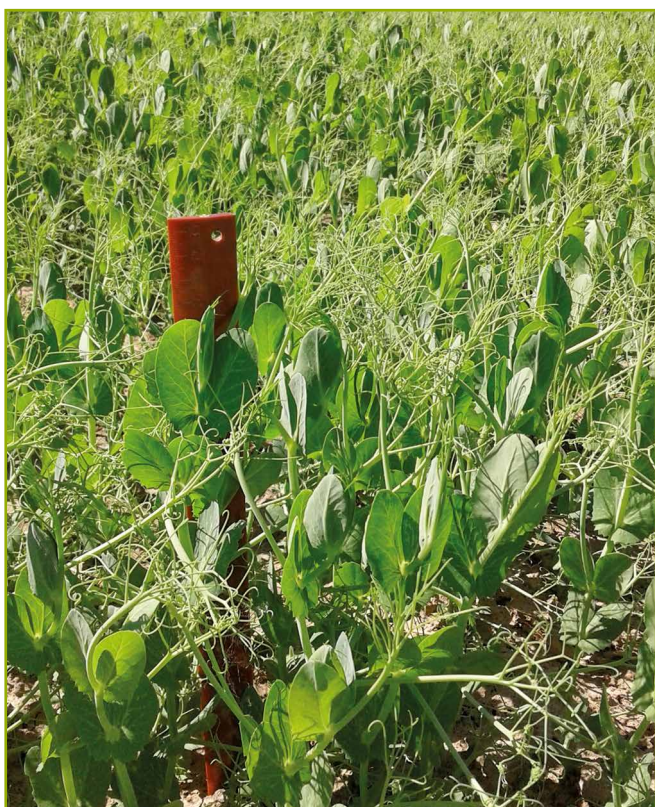


Таблица 2 – Урожайность семян зернофуражного сорта гороха и сбор сырого белка в зависимости от доз внесения минерального азота и нормы высева семян

Вариант	Норма высева, млн шт./га всхожих семян							
	1,3		1,6		1,9		2,2	
	I	II	I	II	I	II	I	II
P ₆₀ K ₁₁₀ – фон (контроль)	21,9	4,0	22,6	4,1	28,0	5,1	24,8	4,8
Фон + Ризоверм	24,7	4,4	22,9	4,1	33,5	6,2	31,5	5,9
Фон + N ₂₅	23,0	4,1	30,7	5,6	38,6	7,2	36,2	6,9
Фон + N ₆₅	26,5	4,9	35,2	6,7	47,5	8,9	41,2	7,8
Фон + N ₈₅	25,8	4,7	40,1	7,6	45,1	8,5	40,4	7,6
HCP ₀₅ ц/га	2,8–3,3							

Примечание – I – урожайность, ц/га семян; II – сбор сырого белка, ц/га.

3. Кормовой горох: как добиться урожайности в 50 ц/га / Н. П. Лукашевич [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 76.
4. Шлома, Т. М. Эффективность внесения минерального азота в посевах гороха / Т. М. Шлома // Земляробства і ахова раслін. – 2003. – № 6. – С. 19–22.
5. Злотник, И. И. Урожайность сортов гороха при внесении минерального азота и сапронита // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. ИЗИС НАН Беларуси. – Минск, 2003. – Вып. 39. – С. 167–171.
6. Морозов, В. И. Активность бобово-ризобияльного симбиоза и белковая продуктивность гороха в зависимости от инокуляции и условий минерального питания. / В. И. Морозов, А. М. Сергеев, А. В. Дроздов // Биологический азот: тезисы докл. 2 Всесоюзной науч. конф.; Московская с.-х. академия, Калужский филиал. – Калуга, 2001. – С. 40–42.
7. Азот в интенсивной технологии возделывания гороха / Е. П. Старченков [и др.] // Ионный транспорт и усвоение элементов минерального питания. – Киев, 1991. – С. 33–35.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 632.954:631.559:633.11"324"

Влияние гербицидов на засоренность и урожайность зерна озимой пшеницы

В. Р. Кажарский, С. Н. Козлов, Ю. А. Миренков, кандидаты с.-х. наук,
Б. В. Шелюто, доктор с.-х. наук
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 25.12.2022)

Результаты фитосанитарного мониторинга полей озимых зерновых показывают обилие метлицы и малолетних двудольных сорных растений. Это объясняет рациональность тактики использования ранних повсходовых гербицидов широкого спектра действия в посевах озимых зерновых интенсивного типа. В свете сказанного одним из важных вопросов является изучение и сравнительный анализ эффективности современных препаратов данного сегмента.

В двухлетних полевых опытах проведено изучение влияния гербицидов Комплит Форте, КС; Алистер Гранд, МД; Марафон Плюс, КС; Тринити, КЭ; Фиксит, КЭ на засоренность и урожайность озимой пшеницы. Установлено, что максимальной биологической и хозяйственной эффективностью обладает препарат Алистер Гранд, МД с нормой расхода 0,8 л/га, обеспечивший гибель сорняков по годам 99,6 и 99,7 % и уровень сохраненного урожая 35,25–38,05 ц/га.

The results of phytosanitary monitoring of winter cereals fields show an abundance of bent grass and young dicotyledonous weeds. This explains the rational tactics of using intensive broad-spectrum post-emergence herbicides in winter cereals. In light of this, one of the important issues is the study and comparative analysis of the efficiency of modern preparations in this segment.

In two-year field experiments the effect of herbicides Complete Forte, SC; Alister Grande, OD; Marathon Plus, SC; Trinity, SC; Fixit, SC on weed infestation and yield of winter wheat was studied. It was established that Alister Grande, OD used at a dose rate of 0,8 l/ha had the maximum biological and economic efficiency, ensuring 99,6 and 99,7 % of weeds death over the years and the level of safeguarded yield of 35,25–38,05 dt/ha.

Введение

Контроль сорной растительности – один из важнейших способов управления агрофитоценозом, способствующий

эффективному использованию агроклиматических ресурсов среды, удобрений и раскрытию генетического потенциала продуктивности сорта. Кроме влаги сорные растения потребляют из почвы и большое количество пи-

тательных веществ. Установлено, что на формирование одного центнера сухого вещества пшеницы расходуется $N_{3,04}P_{1,16}K_{2,47}$. В то же время для формирования аналогичной массы ромашки непахучей – $N_{16,7}P_{4,1}K_{27,3}$, мари белой – $N_{26,2}P_{7,0}K_{30,0}$, проса куриного – $N_{18,2}P_{7,5}K_{19,8}$ [1, 6, 7]. По данным А. В. Майсеенко и С. В. Сороки, потери урожая зерновых культур от сорной растительности могут достигать 30–37 % [4].

Гербициды проявляют двоякое воздействие на фитоценоз. Эффективное подавление сорных растений с одной стороны, и проявляемая в той или иной степени фитотоксичность в отношении культуры – с другой, в конечном счете нелинейно интегрируются в показатель продуктивности посева и уровень сохраненного урожая.

Для защиты озимых зерновых интенсивного типа, учитывая специфику видового состава сорных ассоциаций и доминирование озимых и зимующих двудольных и злаковых малолетников, рекомендуется использовать послевсходовые гербициды почвенно-листового кросс-спектрального действия в ранние сроки. При оптимальных сроках сева раннее осеннее засорение метлицей и малолетними двудольными растениями обуславливает тактическую логичность такого подхода. В свете сказанного одним из важных вопросов является сравнительный анализ биологической и хозяйственной эффективности современных препаратов [3, 6, 7].

Материал и методика исследований

Цель исследований заключалась в изучении биологической и хозяйственной эффективности различных гербицидов в посевах озимой пшеницы в условиях северо-востока Беларуси.

Для достижения цели в условиях УНЦ «Опытные поля БГСХА» в Горецком районе Могилевской области в сезонах 2020–2021 и 2021–2022 гг. был заложен полевой опыт по следующей схеме:

1. Контроль (без гербицидов);

2. Комплит Форте, КС (дифлюфеникан, 233 г/л + флуфенацет, 200 г/л + метрибузин, 83 г/л), 0,6 л/га;
3. Алистер Гранд, МД (дифлюфеникан, 180 г/л + мезосульфурон-метил, 6 г/л + йодосульфурон-метил-натрий, 4,5 г/л + мефенпир-диэтил /антидот/, 27 г/л), 0,8 л/га;
4. Марафон Плюс, КС (пендиметалин, 320 г/л + пиклолиафен, 16 г/л), 2,5 л/га;
5. Тринити, КЭ (пендиметалин, 300 г/л + хлортолурун, 250 г/л + дифлюфеникан, 40 г/л), 2,5 л/га;
6. Фиксит, КС (дифлюфеникан, 100 г/л + флорасулам, 3,75 г/л + пеносулам, 15 г/л), 1,0 л/га.

Гербициды вносили в фазе 1–3 листьев культуры [2]. Расход рабочей жидкости – 200 л/га.

Методика проведения исследований общепринятая в защите растений. Повторность опыта четырехкратная. Размещение делянок рендомизированное. Площадь учетных делянок – 20 м². Для определения видового состава сорняков в посевах использовали определители и справочную литературу [3, 7]. Учет засоренности проводили дважды за вегетацию: через месяц после обработки гербицидами и повторно – перед уборкой культуры [5].

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке. Агрохимические показатели были следующими: $pH_{(KCl)}$ – 5,97, содержание гумуса – 1,97 %, K_2O – 197 мг/кг, P_2O_5 – 204 мг/кг почвы.

Технология возделывания озимой пшеницы в опыте соответствовала отраслевым регламентам. Предшественником в первый год исследований являлся лен, а во второй – горох. Вспашку проводили оборотным плугом на глубину 20–25 см; предпосевная обработка проведена АКШ-6 в день сева. Сев осуществлен 14.09.2020 и 10.09.2021 с нормой высева 400 шт./м² сеялкой СПУ-3. Перед севом семена обрабатывали смесью протравителей Баритон Супер, КС, 1,2 л/т + Акиба, ВСК, 0,6 л/т. Агрофон минерального питания по годам составил $N_{178}P_{60}K_{90}$ (2020 г.) и $N_{194}P_{60}K_{90}$ (2021 г.).



Внешний вид опытных делянок, снятых с дрона

В первый год исследований опыт был заложен на сорте пшеницы Скаген, во второй – Этана.

Результаты исследований и их обсуждение

В сезоне 2020–2021 гг. перед внесением гербицидов в посеве пшеницы насчитывалось 213 шт./м² сорных растений. Преобладали метлица полевая – 108 шт./м² (50,8 %) и падалица льна-долгунца – 72 шт./м² (33,9 %). Присутствовали виды ромашки (3,7 шт./м²), звездчатка средняя (2,2), редька дикая (1,7), ярутка полевая (4,0), подмаренник цепкий (6,1), пикульник обыкновенный (1,0), марь белая (3,1), фиалка полевая (2,3) и однодольный сорняк – мятлик однолетний (6,7 шт./м²).

Через 30 дней после внесения гербицидов в контрольном варианте на метре квадратном насчитывалось 226 сорных растений. Преобладали малолетние злаки – 54,2 %. На долю двудольных видов пришлось 45,8 % от общей численности. Доминировали метлица полевая (115 шт./м²) и падалица льна-долгунца (75 шт./м²) (таблица 1). Лучшим оказался вариант защиты с применением гербицида Алистер Гранд, МД в норме 0,8 л/га, где общая биологическая эффективность составила 99,0 %. Препарат привел к гибели все виды двудольных сорных растений (кроме единичных растений подмаренника) и метлицы полевой. Неполностью был уничтожен мятлик однолетний. Комплит Форте, КЭ в норме 0,6 л/га снизил засоренность на 96,1 %. В осенний период отмечена неполная гибель мятлика однолетнего, подмаренника цепкого, видов ромашки и звездчатки средней. Остальные виды контролиро-



вались на 100 %. Гербициды Тринити, КЭ и Фиксит, КС по эффективности были сопоставимы с Комплитом Форте, КЭ. Несколько более низкую эффективность данные препараты показали против подмаренника цепкого и мятлика однолетнего.

Самая низкая биологическая эффективность была отмечена в варианте с применением гербицида Марафон Плюс, КС (88,0 %) в результате более высокой устойчивости к препарату пикульника обыкновенного, подмаренника цепкого и мятлика однолетнего.

К уборке в контроле насчитывалось 59,7 шт./м² сорных растений, в т. ч. 14,6 шт./м² подмаренника цепкого, 11,6 – видов ромашки, 10,4 – звездчатки средней,

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицидов на озимой пшенице в сезонах 2020–2021 гг. (УНЦ «Опытные поля БГСХА», Горецкий район, Могилевская область)

Вариант	Норма расхода, л (кг)/га	Всего	Ромашка, виды	Звездчатка средняя	Пикульник обыкновенный	Марь белая	Фиалка полевая	Подмаренник цепкий	Падалица льна-долгунца	Крестоцветные	Метлица полевая	Мятлик однолетний
Первый учет, через 30 дней после внесения (11.11.2020)												
1. Контроль без обработки	–	226	3,5	2,5	1,5	3,0	3,5	7,0	75	7,5	115	7,5
2. Комплит Форте, КЭ	0,6	96,1	91,4	96	100	100	100	88,6	98,7	100	99,7	82,7
3. Алистер Гранд, МД	0,8	99,0	100	100	100	100	100	99,3	100	100	100	89,4
4. Марафон Плюс, КС	2,5	88,0	88,6	92	73,5	96,1	100	77,2	82,6	95,7	93,8	72,3
5. Тринити, КЭ	2,5	95,9	100	100	100	100	100	81,3	95,2	99,2	99,7	80,7
6. Фиксит, КС	1,0	94,6	100	93,2	96,2	100	97,3	85,4	100	100	97,2	71,2
Второй учет, перед уборкой												
1. Контроль без обработки	–	59,7	11,6	10,4	5,5	2,1	–	14,6	–	7,9	3,5	4,1
2. Комплит Форте, КЭ	0,6	99,2	97,4	100	100	100	–	100	–	100	100	95,1
3. Алистер Гранд, МД	0,8	100	100	100	100	100	–	100	–	100	100	100
4. Марафон Плюс, КС	2,5	94,7	94,2	100	87,1	100	–	92,7	–	100	97,2	81,3
5. Тринити, КЭ	2,5	98,7	99,4	100	100	100	–	96,1	–	100	99,3	93,1
6. Фиксит, КС	1,0	97,5	100	100	100	100	–	98,4	–	100	96,1	83,2

Примечание – В контроле без обработки – количество сорняков, шт./м²; в вариантах 2–6 – биологическая эффективность, %.

5,5 шт./м² – пикульника обыкновенного и пастушьей сумки. Тенденции, отмеченные при предыдущем учете, сохранились и к уборке. Важно отметить существенное падение общей засоренности посева, что обусловлено конкурентными взаимоотношениями в фитоценозе, мощным весенним стартом и интенсивным кушением сорта Скаген и доминированием культуры над сорными видами. В итоге Алистер Гранд, МД показал абсолютный результат по эффективности, равный 100 %. Комплит Форте, КЭ, Тринити, КЭ и Фиксит, КС обеспечили близкие показатели на уровне 97,5–99,2 %. Эффективность препарата Марафон Плюс, КС составила 94,7 %.

В сезоне 2021–2022 гг. перед внесением гербицидов насчитывалось 58 шт./м² сорных растений. Преобладали ромашка непахучая – 11 шт./м² (19,0 %), ярутка полевая – 9 (15 %), звездчатка средняя – 7 (12,1 %), пикульник обыкновенный – 6 (10,3 %) и пастушья сумка – 6 шт./м² (10,3 %). Присутствовали горец вьюнковый, горец почечуйный, подмаренник цепкий, марь белая, торица полевая и метлица полевая.

Через 30 дней после внесения гербицидов в контрольном варианте насчитывалось 75,5 шт./м² сорных растений. Преобладали малолетние двудольные виды, на долю которых пришлось 89,4 %, а доля метлицы полевой составила 10,6 % от общей численности. Из двудольных доминировали ромашка непахучая (12,5 шт./м²), ярутка полевая и пастушья сумка (по 10 шт./м²) (таблица 2).

Самое высокое снижение численности сорняков отмечено в варианте с гербицидом Алистер Гранд, МД, 0,8 л/га, где общая биологическая эффективность составила 99,7 %. В этом варианте препарат полностью

уничтожил большинство представителей сорного ценоза. На делянках встречались лишь единичные экземпляры подмаренника цепкого, биологическая эффективность против которого составила 94,3 %.

Общая эффективность Тринити, КЭ, 2,5 л/га составила 98,9 %. Препарат на 97,6 % снизил численность ромашки непахучей, на 96,3 % – метлицы полевой и на 94,3 % – подмаренника цепкого. Все остальные сорняки были уничтожены полностью.

На 97,4 % была снижена численность сорных растений от применения Комплита Форте, КС (0,6 л/га). Препарат с максимальной эффективностью действовал на пикульник обыкновенный, марь белую, звездчатку среднюю, пастушью сумку, горец почечуйный, торицу полевую и ярутку полевую. Высокая эффективность отмечена в отношении горца вьюнкового (96,7 %) и метлицы полевой (96,3 %). Слабее Комплит Форте, КС действовал на ромашку непахучую (91,2 %) и подмаренник цепкий (85,7 %).

Сопоставимый уровень эффективности получен и при использовании гербицида Фиксит, КС в норме 1,0 л/га – 96,4 %, который полностью подавил звездчатку среднюю, пикульник обыкновенный, марь белую, пастушью сумку, ярутку полевую и торицу полевую. На 95,0 % было снижено количество метлицы полевой, на 90,0 % – горца вьюнкового, на 92,0 % – горца почечуйного, на 92,8 % – ромашки непахучей и на 91,4 % – подмаренника цепкого.

Наименьшая по опыту эффективность (96,0 %) отмечена у препарата Марафон Плюс, КС. Количество подмаренника цепкого было снижено на 88,6 %, горца вьюнкового – на 83,3 % и ромашки непахучей – на 88,8 %.

Таблица 2 – Биологическая эффективность гербицидов на озимой пшенице в сезонах 2021–2022 гг. (УНЦ «Опытные поля БГСХА», Горецкий район, Могилевская область)

Вариант	Норма расхода, л (кг)/га	Всего	Ромашка непахучая	Звездчатка средняя	Пикульник обыкновенный	Марь белая	Горец вьюнковый	Подмаренник цепкий	Пастушья сумка	Ярутка полевая	Горец почечуйный	Торица полевая	Метлица полевая
<i>Первый учет, через 30 дней после внесения (11.11.2021)</i>													
1. Контроль без обработки	–	75,5	12,5	9	8	6	3	3,5	10	10	2,5	3	8
2. Комплит Форте, КЭ	0,6	97,4	91,2	100	100	100	96,7	85,7	100	100	100	100	96,3
3. Алистер Гранд, МД	0,8	99,7	100	100	100	100	100	94,3	100	100	100	100	100
4. Марафон Плюс, КС	2,5	96,0	88,8	100	100	100	83,3	88,6	100	100	100	100	91,3
5. Тринити, КЭ	2,5	98,9	97,6	100	100	100	100	94,3	100	100	100	100	96,3
6. Фиксит, КС	1,0	97,2	92,8	100	100	100	90,0	91,4	100	100	92,0	100	95,0
<i>Второй учет, перед уборкой</i>													
1. Контроль без обработки	–	96	15,5	7,5	8	4,5	4	3,5	14	16,5	6	3	13,5
2. Комплит Форте, КЭ	0,6	97,1	91,6	100	100	100	90,0	85,7	100	100	100	100	95,6
3. Алистер Гранд, МД	0,8	99,6	100	100	100	100	100	88,6	100	100	100	100	100
4. Марафон Плюс, КС	2,5	95,8	90,3	100	100	100	82,5	82,9	100	100	100	100	91,1
5. Тринити, КЭ	2,5	98,6	97,4	100	100	100	95,0	91,4	100	100	100	100	97,0
6. Фиксит, КС	1,0	97,0	92,9	100	100	100	87,5	91,4	100	100	96,7	100	94,1

Примечание – В контроле без обработки – количество сорняков, шт./м²; в вариантах 2–6 – биологическая эффективность, %.

Таблица 3 – Хозяйственная эффективность гербицидов на озимой пшенице (УНЦ «Опытные поля БГСХА», Горецкий район, Могилевская область)

Вариант	Норма расхода, л (кг)/га	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га
		2021 г.		2022 г.		среднее	
1. Контроль без обработки	–	39,7	–	41,0	–	40,35	–
2. Комплит Форте, КС	0,6	53,6	13,9	101,4	60,4	77,5	37,15
3. Алистер Гранд, МД	0,8	54,0	14,3	102,8	61,8	78,4	38,05
4. Марафон Плюс, КС	2,5	50,1	10,4	101,1	60,1	75,6	35,25
5. Тринити, КЭ	2,5	53,3	13,6	101,5	60,5	77,4	37,05
6. Фиксит, КС	1,0	51,7	12,0	100,4	59,4	76,05	35,7
НСР ₀₅	–	2,13	–	2,31	–	–	–

К моменту уборки в контроле насчитывалось 96,0 шт./м² сорных растений. Из них 16,5 экземпляров пришлось на ярутку полевую, 15,5 – на ромашку непахучую, 14 – на пастушью сумку, 13,5 растений – на метлицу полевую. Гербициды на 95,8–99,6 % снизили численность сорных растений. Наивысшая эффективность отмечена при внесении гербицида Алистер Гранд, МД (0,8 л/га) – 99,6 %. Самая низкая эффективность у препарата Комплит Форте, КС (0,6 л/га) отмечена в отношении подмаренника цепкого – 85,7 %, Марафон Плюс, КС, 2,5 л/га – 82,5 % и Фиксит, КС (87,5 %) – в отношении горца вьюнкового.

Урожайность озимой пшеницы в годы исследований формировалась в разных условиях перезимовки, что явилось одной из причин существенных различий ее величины по годам. Тем не менее за счет действия изучаемых в опыте гербицидов в оба года исследований отмечался достоверный уровень сохраненного урожая. Так, в 2021 г. в контроле урожайность составила 39,7 ц/га. За счет защиты от сорной растительности удалось увеличить урожайность с 39,7 до 50,1–54,0 ц/га (на 10,4–14,3 ц/га). Отличия между большинством вариантов химпрополки оказались в пределах ошибки опыта, кроме ряда сочетаний: Алистер Гранд, МД (0,8 л/га) достоверно превзошел по урожайности Марафон Плюс, КС (2,5 л/га) и Фиксит, КС (1,0 л/га). Комплит Форте, (0,6 л/га) и Тринити, КЭ (2,5 л/га) достоверно превзошли Марафон Плюс, КС (2,5 л/га) (таблица 3).

В 2022 г. в контроле урожайность составила 41,0 ц/га. Уровень сохраненного урожая от применения гербицидов оказался достоверным. Наивысшая урожайность получена в варианте с препаратом Алистер Гранд, МД – 102,8 ц/га. Различия в урожайности между вариантами опыта с применением гербицидов оказались в пределах ошибки опыта.

При средней за два года урожайности пшеницы в контроле 40,35 ц/га за счет гербицидов удалось получить прибавки в диапазоне 35,25–38,05 ц/га. Максимальная урожайность в среднем получена в варианте с гербицидом Алистер Гранд, МД, 0,8 л/га (78,4 ц/га). Варианты с внесением гербицида Тринити, КЭ и Комплит Форте, КС показали фактически одинаковый уровень урожайности – 77,4 и 77,5 ц/га соответственно. Минимальный уровень урожайности получен в вариантах с применением гербицидов Марафон Плюс, КС и Фиксит, КС. Отметим, что достоверность различий между гербици-

дами подтверждается только в первом году изучения их влияния на урожайность озимой пшеницы. Во второй год исследований различия между урожайностью в вариантах с гербицидами находились в пределах НСР₀₅.

Заключение

Оценка фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы в опыте показала высокий уровень засоренности, превышающий ЭПВ. Отмечено засорение посевов малолетними сорняками с преобладанием двудольного компонента и присутствием злаков.

Все гербициды показали достаточно высокий уровень биологической эффективности. Однако максимальный по опыту результат получен за счет применения препарата Алистер Гранд, МД в норме расхода 0,8 л/га, где гибель сорняков по годам составила 99,6 и 99,7 %. Данный гербицид полностью уничтожил абсолютное большинство представителей сорного ценоза.

При средней за два года урожайности озимой пшеницы в контроле 40,35 ц/га уровень сохраненного урожая за счет исследуемых гербицидов составил 35,25–38,05 ц/га зерна. Максимальная по опыту урожайность в оба года исследований и соответственно в среднем за два года получена в варианте с гербицидом Алистер Гранд, МД (0,8 л/га) – 78,4 ц/га зерна.

Литература

- Алиев, А. М. Вредоносность сорных растений / А. М. Алиев, В. Ф. Ладонин // Защита растений. – 1990. – № 5. – С. 15–16.
- Интегрированная защита растений: учеб. / Ю. А. Миренков [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 360 с.
- Козлов, С. Н. Гербология: учеб.-метод. пособие / С. Н. Козлов, П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский. – Минск: Дивимакс, 2015. – 436 с.
- Майсеенко, А. В. Итоги работы государственной службы защиты растений в 2000 году и задачи на 2001 год / А. В. Майсеенко, С. В. Сорока // Ахова раслін. – 2001. – № 2. – С. 4–7.
- Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Ин-т защиты растений НАН Беларуси; сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж. укрупн. типогр. им. С. Будного, 2007. – 58 с.
- Протасов, Н. И. Гербициды в интенсивном земледелии / Н. И. Протасов. – Минск: Ураджай, 1988. – 232 с.
- Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.

Эффективность некорневых подкормок озимой пшеницы удобрениями ДР ГРИН

В. Г. Смольский, кандидат с.-х. наук, В. А. Телеш, старший преподаватель
Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 23.12.2022)

В статье представлены результаты изучения эффективности применения удобрений ДР ГРИН на озимой пшенице. Установлено, что некорневые подкормки озимой пшеницы удобрениями ДР ГРИН улучшают качество и повышают урожайность зерна озимой пшеницы, а также обеспечивают получение дополнительного дохода порядка 100 руб./га.

The article presents the results of studying the effectiveness of the use of DR GREEN fertilizers on winter wheat. It has been established that foliar fertilizing of winter wheat with DR GREEN fertilizers improves the quality and increases the yield of winter wheat grain, as well as provides additional income of about 100 rubles/ha.

Введение

Применение минеральных удобрений остается одним из наиболее эффективных путей повышения урожайности сельскохозяйственных культур, улучшения качества производимой продукции и повышения плодородия почв [1].

В состав растений входит более 60 химических элементов. Основная роль среди них принадлежит азоту, фосфору, калию, кальцию, магнию, сере и железу. Помимо названных элементов, для получения высоких урожаев необходимо обеспечить растения так называемыми микроэлементами, такими как бор, марганец, молибден, цинк, медь. Потребность сельскохозяйственных культур в удобрениях зависит от содержания питательных веществ в почве, их доступности растениям, а также от метеорологических условий. Вынос питательных веществ из почвы зависит от культуры, сорта, величины урожая, метеорологических и почвенных условий [2, 3].

Наибольшая эффективность минеральных удобрений достигается только при научно обоснованном их внесении с учетом всех факторов: требований культуры, свойств почвы, метеорологических условий и т. д. Применение даже оптимальных доз удобрений без учета потребности растений в элементах питания на отдельных этапах их роста и развития и характера внутрипочвенной трансформации питательных веществ не может дать должной прибавки урожая и улучшить его качество. В связи с этим некорневые подкормки растений ком-

плексом макро- и микроудобрений являются важным элементом технологии их возделывания [4, 5].

Методика и объекты исследований

Полевые опыты проводили в 2020–2022 гг. на агродерново-подзолистой связносупесчаной почве опытного поля УО «Гродненский государственный аграрный университет». Почва опытных участков характеризовалась близкой к нейтральной реакцией среды (pH_{KCl} – 6,1–6,3), повышенным содержанием гумуса (2,1–2,2 %), высокой степенью обеспеченности фосфором (210–230 мг/кг почвы) и калием (232–240 мг/кг почвы).

Возделывали сорт озимой пшеницы Богатка. Норма высева – 5 млн всхожих семян на гектар. Предшественником озимой пшеницы был озимый рапс. Подготовку почвы, сев и уход за посевами проводили в соответствии с технологическим регламентом возделывания культуры.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль (без удобрений), 2 – $\text{N}_{10+50+40+46}\text{P}_{45}\text{K}_{90}$ – фон, 3 – фон + ДР ГРИН.

Во втором варианте опыта в конце августа (27.08.2020 и 24.08.2021) было проведено основное внесение минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{10}\text{P}_{45}\text{K}_{90}$. В качестве фосфорных удобрений использовали аммофос (с которым также было внесено 10 кг/га азота), калийных – хлористый калий. Проведено три азотных подкормки: в период возобновления весенней вегетации (50 кг/га N), в фазе выхода в трубку (40 кг/га N), в фазе флаг-листа (46 кг/га N).

В третьем варианте опыта было дополнительно проведено две некорневые подкормки озимой пшеницы удобрениями ДР ГРИН. В первую подкормку в фазе выхода в трубку применяли удобрения ДР ГРИН-ЗЕРНОВЫЕ и ДР ГРИН-СТАРТ в дозе по 1 кг/га. Во вторую подкормку в фазе флаг-листа вносили удобрения ДР ГРИН-ЗЕРНОВЫЕ и ДР ГРИН-ЭНЕРГИЯ также в дозе по 1 кг/га. Все удобрения являются водорастворимыми порошками. В состав удобрения ДР ГРИН-ЗЕРНОВЫЕ входит SO_3 – 28 %, MgO – 0,9 %, B – 0,5 %, Cu – 5 %, Fe – 6 %, Mn – 8 %, Mo – 0,05 %, Zn – 2 %; в составе удобрения ДР ГРИН-СТАРТ $\text{N}_{\text{общ.}}$ – 12 %, P_2O_5 – 60 %; ДР ГРИН-ЭНЕРГИЯ $\text{N}_{\text{общ.}}$ – 10 %, K_2O – 40 %.

Некорневые подкормки проводили согласно схеме опыта тракторным опрыскивателем Мекосан-750-12 с расходом рабочего раствора 200 л/га.



Структуру урожая учитывали в соответствии с общепринятыми методиками по вариантам опыта в трехкратной повторности по следующим показателям: густота продуктивного стеблестоя, шт./м²; количество зерен в колосе, шт.; масса 1000 зерен, г.

Уборку озимой пшеницы проводили механизированным способом поделочно комбайном Samro-500. Учетная площадь делянки составляла 200 м².

В отобранных растительных образцах после соответствующей подготовки определяли общий азот методом Кьельдаля (ГОСТ 13496.4-93); фосфор – на фотоэлектроколориметре (ГОСТ 26657-97); калий – на пламенном фотометре; сырой протеин в зерне – расчетным путем; клейковину – по ГОСТ 13586.1-68.

Урожайные данные и качественные показатели зерна озимой пшеницы были подвергнуты статистической обработке методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия в годы проведения исследований оказались вполне благоприятными для возделывания озимой пшеницы, но тем не менее повлияли как на величину полученного урожая, так и на его качество.

Структура урожая озимой пшеницы, биологическая и хозяйственная урожайность по вариантам опыта представлены в таблице 1.

В среднем за два года исследований в контрольном варианте опыта была получена наименьшая густота продуктивного стеблестоя (432 шт./м²), минимальное число зерен в колосе (22,6 шт.) и сравнительно низкая масса 1000 зерен (33,1 г). Применение расчетных доз минеральных удобрений (второй вариант) способствовало повышению густоты продуктивного стеблестоя до 560 шт./м², увеличению числа зерен в колосе на 4,6 шт. и массы 1000 зерен на 5,7 г по сравнению с контрольным вариантом без удобрений. Как следствие, в фоновом варианте при сравнении хозяйственной урожайности была получена значительная прибавка урожая зерна пшеницы – 26,8 ц/га. Дополнительные некорневые под-



кормки комплексными макро- и микроудобрениями ДР ГРИН (третий вариант опыта) оказались эффективным способом повышения показателей структуры урожая и урожайности зерна озимой пшеницы. По результатам учета хозяйственной урожайности прибавка урожая от удобрений ДР ГРИН составила 5,6 ц/га или 10,5 % по сравнению с фоновым вариантом опыта. Проанализировав структуру урожая озимой пшеницы, установлено, что повышение урожайности зерна обуславливалось ростом количества продуктивных стеблей (на 4,7 %) и количества зерен в колосе (на 8,1 %) по сравнению с фоновым вариантом.

Пищевая и кормовая ценность урожая озимой пшеницы определяется содержанием в зерне клейковины и сырого протеина. Применение минеральных удобрений (2 и 3 варианты опыта) существенно повышало данные показатели по сравнению с контрольным вариантом. Так, содержание клейковины увеличивалось на 3,3–5,0 %, а содержание сырого протеина – на 2,74–3,52 %. Наилучшие значения этих показателей (26,20 и 11,92 % соответственно) были получены в третьем варианте опыта (таблица 2).

Анализ химического состава зерна озимой пшеницы показал, что по содержанию азота, фосфора и калия

Таблица 1 – Элементы структуры урожая и урожайность озимой пшеницы (среднее, 2021–2022 гг.)

Вариант	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, ц/га зерна	
				биологическая	хозяйственная
1. Контроль (без удобрений)	432	22,6	33,1	32,3	26,4
2. N ₁₀ +50+40+46P ₄₅ K ₉₀ – фон	560	27,2	38,8	59,1	53,2
3. Фон + ДР ГРИН	586	29,4	37,9	65,3	58,8
НСП ₀₅	–	–	–	–	3,1

Таблица 2 – Влияние удобрений на качественные показатели и химический состав зерна озимой пшеницы (среднее, 2021–2022 гг.)

Вариант	Содержание, %				
	клейковина	сырой протеин	в сухом веществе		
			азот	фосфор	калий
1. Контроль (без удобрений)	21,20	8,40	1,41	0,41	0,48
2. N ₁₀ +50+40+46P ₄₅ K ₉₀ – фон	24,50	11,14	1,90	0,47	0,63
3. Фон + ДР ГРИН	26,20	11,92	2,03	0,48	0,61
НСП ₀₅	1,27	0,52	0,15	0,05	0,04

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения удобрений ДР ГРИН на озимой пшенице

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Дополнительные затраты, руб./га	Стоимость прибаки, руб./га	Дополнительный доход, руб./га
1. Контроль (без удобрений)	26,4	–	–	–	–
2. N ₁₀ +50+40+46P ₄₅ K ₉₀ – фон	53,2	–	–	–	–
3. Фон + ДР ГРИН	58,8	5,6	119,2	224,0	104,8

второй и третий варианты опыта не имели существенных отличий, так как разница между вариантами находилась в пределах НСР.

Экономическая эффективность применения удобрений ДР ГРИН в посевах озимой пшеницы была рассчитана на полученную прибавку урожая с учетом дополнительных затрат на ее получение и исходя из цен 2022 г. (таблица 3).

Результаты расчетов экономической эффективности показали, что некорневые подкормки озимой пшеницы удобрениями ДР ГРИН требуют дополнительных затрат в размере 119,2 руб./га. Несмотря на это получаемая за счет их применения прибавка урожая (5,6 ц/га) способствует получению дополнительного дохода в размере 104,8 руб./га.

Выводы

1. В посевах озимой пшеницы применение для некорневых подкормок комплексных макро- и микроудобрений ДР ГРИН на фоне расчетных доз минеральных удобрений повышает густоту продуктивного стеблестоя на 4,7 % и количество зерен в колосе на 8,1 %, обеспечивая получение прибавки урожая зерна 5,6 ц/га.

2. Удобрения ДР ГРИН позволяют получить зерно озимой пшеницы с максимальными показателями содержания клейковины (26,20 %) и сырого протеина (11,92 %),

не оказывая существенного влияния на содержание в нем азота, фосфора и калия.

3. Некорневые подкормки озимой пшеницы удобрениями ДР ГРИН повышают экономическую эффективность ее возделывания за счет получения дополнительного дохода на уровне 104,8 руб./га.

Литература

1. Кирюшин, В. И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования / В. И. Кирюшин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 3. – С. 19–25.
2. Иванова, Н. С. Влияние микроудобрений АДОБ на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на дерново-подзолистой высококультурной легкосуглинистой почве / Н. С. Иванова // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 2. – С. 129–135.
3. Есаулко, А. Н. Оптимизация питания сортов озимой пшеницы путем внесения расчетных доз минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности / А. Н. Есаулко, А. Ю. Ожередова, Н. В. Громова // Агрохимический вестник. – 2018. – № 4. – С. 3–7.
4. Синевич, Т. Г. Эффективность некорневых подкормок при возделывании озимой пшеницы / Т. Г. Синевич, В. А. Гончарук, В. А. Телеш // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. УО «Гродн. гос. аграр. ун-т». – Гродно: УО «ГГАУ», 2020. – Т. 51. – С. 178–185.
5. Смольский, В. Г. Эффективность применения тиосульфата калия при возделывании озимой пшеницы / В. Г. Смольский // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. УО «Гродн. гос. аграр. ун-т». – Гродно: УО «ГГАУ», 2022. – Т. 59. – С. 98–103.

УДК 633.11«321»:632.954

Баковые смеси гербицидов в посевах пшеницы озимой

С. В. Сорока, доктор с.-х. наук, Л. И. Сорока, А. С. Пестерева, кандидаты с.-х. наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 18.03.2023)

В статье представлены данные о биологической и хозяйственной эффективности гербицидов и их баковых смесей в посевах пшеницы озимой. Результаты исследований показали, что при смешанном типе засоренности биологическая эффективность баковой смеси гербицидов Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ в среднем за годы исследований составила 86,7 % по численности и 98,2 % – по массе сорных растений, баковой смеси Ластик Экстра, КЭ + Ксиор, КЭ – 79,7 и 95,9 % соответственно. Снижение засоренности посевов способствовало повышению урожайности культуры – в варианте с применением баковой смеси гербицидов Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ сохраненный урожай по сравнению с контрольным вариантом составил 10,5–11,8 ц/га, баковой смеси Ластик Экстра, КЭ + Ксиор, КЭ – 7,7–9,4 ц/га.

In the article data on the biological and economic efficiency of herbicides and their tank mixtures in winter wheat crops are presented. The results of the research showed that with a mixed type of contamination, the biological effectiveness of the tank mixture of herbicides Lastik Extra, CE + Ballerina Super, SE averaged 86,7 % in number and 98,2 % by weight of weeds, tank mixture Lastik Extra, CE + Ksior, CE – 79,7 and 95,9 %, respectively, over the years of research. Reducing the contamination of crops contributed to an increase in crop yield – in the variant with the use of a tank mixture of herbicides Lastik Extra, CE + Ballerina Super, SE, the stored yield compared to the control variant was 10,5–11,8 cwt/ha, tank mixture Lastik Extra, CE + Ksior, CE – 7,7–9,4 cwt/ha

Введение

Засоренность большинства сельскохозяйственных угодий является серьезным фактором, сдерживающим рост урожайности сельскохозяйственных культур. На формирование видовой и количественного состава компонентов агрофитоценоза оказывает влияние большое количество факторов. Основными причинами, влияющими на видовой состав сорных растений, являются особенности технологии выращивания культуры, сумма годовых осадков и их распределение в течение сезона вегетации, сумма активных и эффективных температур, типы почв и др. [1, 2, 3].

В последние годы в связи с теплой, продолжительной осенью и достаточным количеством осадков увеличился период активной вегетации сорных растений в посевах озимых зерновых культур. Возросло количество полей, засоренных васильком синим, дремой белой, метлицей обыкновенной, мелколепестником канадским, видами подорожника, вьюнком полевым.

Для разработки прогноза засоренности на следующий полевой сезон необходимы данные, которые базируются на показателях засоренности посевов после применения гербицидов. По результатам маршрутного обследования посевов пшеницы озимой за 2–3 недели до уборки урожая в 2021 г. в хозяйствах республики выявлено 45 видов сорных растений, в 2022 г. – 40 видов. Видовой состав сорных растений представлен как однодольными, так и двудольными видами. Среди однодольных доминируют метлица обыкновенная, просо куриное, среди двудольных – фиалка полевая, виды горца, дрема белая и осот полевой.

Знание видовой состава сорных растений позволяет выбирать более эффективные гербициды и своевременно разрабатывать план чередования препаратов, чтобы не допустить накопления устойчивых видов [4]. Усиления эффективности гербицидного действия можно достичь путем комплексного применения нескольких действующих веществ, которые дополняют друг друга по спектру воздействия на разные виды сорняков. Преимуществами использования баковых смесей гербицидов являются повышение биологической эффективности, предупреждение формирования устойчивых популяций сорных растений, расширение спектра действия гербицидов, снижение кратности обработок и гербицидной нагрузки на агроэкосистему [5]. По данным российских ученых, биологическая эффективность баковой смеси гербицидов Ластик Топ, КЭ (0,5 л/га) + Балерина, СЭ (0,4 л/га) при смешанном типе засорения посевов пшеницы озимой составляла 95–97 %. При внесении гербицидов в чистом виде эффективность была значительно ниже [6].

Целью наших исследований являлось изучение биологической эффективности гербицидов и их баковых смесей при смешанном типе засорения в посевах пшеницы озимой при весеннем внесении.

Материал и методика исследований

Исследования проводили в посевах пшеницы озимой согласно «Методическим указаниям...» [7] в условиях 2021 г. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (Минский район), в условиях 2022 г. – в ОАО «Щомыслица» (Минский район), предшественник – рапс озимый. В оба года исследований высевали пшеницу

озимую сорта Элегия, возделываемую по интенсивной технологии. Норма высева – 4,5 млн шт./га всхожих зерен, ширина междурядий – 15 см. Почва – дерново-подзолистая легкосуглинистая. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию из расчета $N_{30}P_{90}K_{90}$, ранневесенняя подкормка – N_{60} . Площадь опытной делянки – 18 м², повторность опыта четырехкратная, расположение делянок рендомизированное.

Гербициды вносили опрыскивателем «Euro Pulve» в фазе кущения пшеницы озимой 05 мая в условиях 2021 г. и 27 апреля – в 2022 г. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га.

До внесения гербицидов проводили количественный учет засоренности с целью установления видовой состава и численности сорных растений, через месяц после применения гербицидов – количественно-весовой учет засоренности. При учете поделочно брали по две площадки 0,25 м² (0,5 × 0,5), на которых определяли численность сорных растений и их сырую вегетативную массу по видам. На протяжении вегетационного периода проводили наблюдения за ростом и развитием растений.

Уборку осуществляли прямым комбайнированием поделочно. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [8].

При проведении исследований оценивали эффективность следующих гербицидов: Балерина Супер, СЭ (2,4-Д кислота, 410 г/л в виде сложного 2-этилгексилового эфира + флорасулам, 15 г/л), Ксиор, КС (флуметсулам, 100 г/л + флорасулам, 75 г/л) и их баковые смеси с гербицидом Ластик Экстра, КЭ (феноксапроп-П-этил, 70 г/л + клоквинтосет-мексил /антидот/, 40 г/л).

Результаты исследований и их обсуждение

Гидротермические условия в весенний период в оба года исследований были сходными. Март характеризовался повышенным температурным режимом, отсутствием осадков в первой декаде и обилием – во второй (в виде дождя и снега), что отрицательно сказывалось на озимых культурах. В апреле установилась холодная неустойчивая погода с недостаточным количеством осадков, которые выпадали в виде снега и дождя. Средняя температура воздуха в мае была ниже среднееголетних значений.

При учете засоренности до внесения гербицидов в условиях 2021 г. в посевах пшеницы озимой доминировали: ромашка непахучая (3,3–14,0 шт./м²), фиалка полевая (16,0–28,7), подмаренник цепкий (6,7–12,7), пастушья сумка (4,7–14,0), звездчатка средняя (7,3–13,3), метлица обыкновенная (8,0–20,7 шт./м²) и др. Общая численность однолетних двудольных сорных растений по вариантам опыта составляла 52,0–82,7 шт./м².

Количественно-весовой учет засоренности, проведенный через месяц после применения гербицидов, показал, что наиболее высокую эффективность по отношению к однолетним двудольным сорным растениям проявили гербицид Балерина Супер, СЭ и баковая смесь гербицидов Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ. Численность подмаренника цепкого снизилась на 92,5–94,4 %, пастушья сумка – на 81,3–87,9 %, вегетативная масса уменьшилась на 96,4–99,1 и 98,6–98,9 %. Гибель всех однолетних двудольных составила 82,9–86,5 %, их вегетативная масса уменьшилась на 95,0–97,3 % (таблица 1).

В вариантах опыта с применением гербицида Ксиор, КЭ и баковой смеси гербицидов Ластик Экстра, КЭ +

Таблица 1 – Эффективность гербицидов и их баковых смесей в посевах пшеницы озимой при весеннем внесении (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Снижение численности сорных растений (числитель) и их массы (знаменатель), % к контролю						Урожайность, ц/га
	ромашки непахучей	фиалки полевой	подмаренника цепкого	пастушьей сумки	всех однолетних двудольных	метлицы обыкновенной	
Контроль без прополки*	$\frac{24,7}{1169,0}$	$\frac{33,3}{179,7}$	$\frac{36,0}{458,1}$	$\frac{10,7}{362,7}$	$\frac{124,7}{2496,0}$	$\frac{26,7}{750,7}$	46,2
Балерина Супер, СЭ (0,4 л/га)	$\frac{97,2}{97,7}$	$\frac{30,0}{62,2}$	$\frac{92,5}{96,4}$	$\frac{87,9}{98,9}$	$\frac{86,5}{95,0}$	0**	55,8
Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ (1,0 л/га + 0,4 л/га)	$\frac{86,6}{98,2}$	$\frac{60,1}{79,8}$	$\frac{94,4}{99,1}$	$\frac{81,3}{98,6}$	$\frac{82,9}{97,3}$	100	56,7
Ксиор, КЭ (0,07 л/га)	$\frac{94,7}{98,1}$	$\frac{43,8}{77,9}$	$\frac{98,1}{99,7}$	$\frac{81,3}{99,1}$	$\frac{81,3}{97,2}$	0**	55,8
Ластик Экстра, КЭ + Ксиор, КЭ (0,7 л/га + 0,05 л/га)	$\frac{97,2}{97,1}$	$\frac{30,0}{61,2}$	$\frac{96,4}{99,6}$	$\frac{74,8}{98,7}$	$\frac{73,3}{94,4}$	100	55,6
НСР ₀₅							1,4

Примечание – *В контроле без прополки численность сорных растений, шт./м² (числитель) и масса, г/м² (знаменатель);

**нет действия на сорное растение; учет 07 июня 2021 г.

Ксиор, КЭ биологическая эффективность была несколько ниже и находилась в пределах 73,3–81,3 % по численности и 94,4–97,2 % – по массе однолетних двудольных сорных растений.

Во всех вариантах опыта с применением гербицидов полностью погибли ярутка полевая, вероника полевая, незабудка полевая, василек синий. Следует отметить недостаточное действие препаратов на фиалку полевую.

Биологическая эффективность баковых смесей гербицидов Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ и Ластик Экстра, КЭ + Ксиор, КЭ по отношению к однолетним злаковым (метлица обыкновенная) составила 100 %.

При учете засоренности до внесения гербицидов в условиях 2022 г. доминирующими сорными растениями были: ромашка непахучая (6,7–40,7 шт./м²), фиалка полевая (18,7–42,7), незабудка полевая (2,0–7,3), пастушья сумка (68,0–114,0), василек синий (4,5–7,0), ярутка полевая (5,0–10,0), подмаренник цепкий (3,5–17,0), звездчатка средняя (5,0–11,0), метлица обыкновенная

(7,3–9,3 шт./м²) и др. Общая численность однолетних двудольных сорных растений по вариантам опыта составила 123,0–269,0 шт./м².

При проведении количественно-вещного учета засоренности через месяц после внесения гербицидов в контрольном варианте численность однолетних двудольных сорных растений составила 210,7 шт./м² с вегетативной массой 2264,3 г/м² (таблица 2).

Во всех вариантах опыта с применением гербицидов из однолетних двудольных сорных растений полностью погибли (100 %) ромашка непахучая, пастушья сумка, ярутка полевая, подмаренник цепкий, звездчатка средняя, горец птичий, падалица рапса, василек синий.

От действия гербицида Балерина Супер, СЭ в чистом виде гибель фиалки полевой составила 37,3 % при уменьшении вегетативной массы на 53,9 %. Численность всех однолетних двудольных сорных растений снизилась на 84,2 %, вегетативная масса уменьшилась на 98,3 %.

В варианте с применением баковой смеси гербицидов Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ эффективность

Таблица 2 – Эффективность гербицидов и их баковых смесей в посевах пшеницы озимой при весеннем внесении (полевой опыт, ОАО «Щомыслица», Минский район, 2022 г.)

Вариант	Снижение численности сорных растений (числитель) и их массы (знаменатель), % к контролю						Урожайность, ц/га
	ромашки непахучей	фиалки полевой	пастушьей сумки	подмаренника цепкого	всех однолетних двудольных	метлицы обыкновенной	
Контроль без прополки*	$\frac{28,7}{556,0}$	$\frac{28,7}{47,7}$	$\frac{128,7}{1525,3}$	$\frac{17,0}{32,0}$	$\frac{210,7}{2264,3}$	$\frac{38,7}{283,3}$	55,2
Балерина Супер, СЭ (0,4 л/га)	100	$\frac{37,3}{53,9}$	100	100	$\frac{84,2}{98,3}$	0**	65,9
Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ (1,0 л/га + 0,4 л/га)	100	$\frac{53,7}{64,4}$	100	100	$\frac{90,5}{99,1}$	100	67,0
Ксиор, КЭ (0,07 л/га)	100	$\frac{27,9}{61,6}$	100	100	$\frac{83,5}{98,5}$	0**	64,3
Ластик Экстра, КЭ + Ксиор, КЭ (0,7 л/га + 0,05 л/га)	100	$\frac{48,8}{63,7}$	100	100	$\frac{86,1}{97,3}$	100	62,9
НСР ₀₅							3,2

Примечание – *В контроле без прополки численность сорных растений, шт./м² (числитель) и масса, г/м² (знаменатель);

**нет действия на сорное растение; учет 27 мая 2022 г.

по отношению к фиалке полевой находилась в пределах 53,7 % по численности и 64,4 % – по вегетативной массе. Гибель однолетних двудольных сорных растений составила 90,5 %, вегетативная масса уменьшилась на 99,1 %.

При внесении гербицида Ксиор, КЭ в чистом виде отмечено недостаточное действие препарата на фиалку полевую: ее численность снизилась на 27,9 %, вегетативная масса – на 61,6 %. При применении баковой смеси гербицидов Ластик Экстра, КЭ + Ксиор, КЭ гибель фиалки полевой составила 48,8 % при уменьшении вегетативной массы на 63,7 %. Эффективность по отношению к однолетним двудольным сорным растениям в двух вариантах находилась практически на одном уровне и составила 83,5–86,1 % по численности сорных растений и 97,3–98,5 – по массе.

В вариантах с применением баковых смесей гербицидов на 100 % погибла метлица обыкновенная.

В оба года исследований во всех вариантах опыта получены достоверные прибавки урожая. Наиболее высокая урожайность зерна пшеницы озимой была получена при использовании баковой смеси Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ независимо от года возделывания.

Закключение

Исследования показали, что наиболее полно видовой состав сорных растений в посевах пшеницы озимой регулировался при применении баковых смесей гербицидов Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ (1,0 л/га + 0,4 л/га), Ластик Экстра, КЭ + Ксиор, КЭ (0,7 л/га + 0,05 л/га) в фазе кущения культуры. За годы исследований наиболее высокая биологическая эффективность была получена в варианте Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ и составила по численности однолетних двудольных сорных растений 82,9–90,5 %, по массе – 97,3–99,1 %, однолетние злаковые погибли полностью (100 %).

Применение баковых смесей гербицидов Ластик Экстра, КЭ + Балерина Супер, СЭ и Ластик Экстра, КЭ + Ксиор, КЭ подавляет развитие однолетних однодольных и двудольных видов сорных растений, что способствует росту и развитию культурных растений, повышению урожайности культуры.

Литература

1. Лунева, Н. Н. К вопросу о засоренности посевов сельскохозяйственных культур на территории России в начале третьего тысячелетия / Н. Н. Лунева // Фитосанитарное оздоровление экосистем: материалы второго Всерос. съезда по защите растений, Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005 г. / ВИЗР; под ред.: В. А. Павлюшина [и др.]. – СПб, 2005. – Т. 1. – С. 232–234.
2. Петунова, А. А. Совершенствование ассортимента гербицидов / А. А. Петунова, В. И. Долженко, Т. А. Маханькова // Агро XXI. – 2001. – № 2. – С. 3.
3. Маханькова, А. А. Совершенствование ассортимента гербицидов в последнее десятилетие XX и перспективы на начало XXI века / А. А. Маханькова, В. И. Долженко, Т. А. Петунова // Химический метод защиты растений. Состояние и перспективы повышения экологической безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф., 6–10 дек. 2004 г. / ВИЗР; под ред.: В. А. Павлюшина [и др.]. – СПб, 2004. – С. 214–218.
4. Сорока, С. Система защиты пшеницы озимой от сорных растений весной / С. Сорока, Л. Сорока, А. Пестерева // Белорус. сел. хоз-во. – 2022. – № 3 (239). – С. 74–78.
5. Okazova, Z. P. Efficiency tank mixtures of herbicides in seed production corn [Электронный ресурс] / Z. P. Okazova. – Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/en/article/view?id=33476>. – Дата доступа: 21.02.2023.
6. Кошеляев, В. В. Влияние гербицидов с различным спектром действия на стрессовую устойчивость урожайности семян озимой пшеницы / В. В. Кошеляев, С. М. Кудин, И. П. Кошеляева // Известия Самарской госуд. с.-х. академии. – 2016. – № 1. – С. 51–56.
7. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений. сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: МОУП «Несвиж. укруп. тип. им. С. Будного». – 2007. – 58 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

УДК 635.132:632.4(476)

Распространенность гнилей корнеплодов моркови столовой при хранении в Беларуси

И. Г. Волчкевич, кандидат с.-х. наук, А. Э. Станчук, научный сотрудник
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 23.01.2023)

В статье представлены данные фитопатологического состояния корнеплодов моркови столовой после 6 месяцев хранения в овощехранилищах Беларуси. Определено, что доминирующей болезнью корнеплодов является белая гниль, максимальная распространенность которой достигает 44,8 %. Максимальная пораженность корнеплодов моркови серой и черной гнилями составляет 11,3 % и 9,7 % соответственно. Отмечено появление новых болезней: фузариозной, фиолетовой и ямчатой гнилей. На изученных сортах и гибридах моркови после 6 месяцев хранения чаще всего присутствовал комплекс болезней, из которого доминировали белая-черная (47,1 %) и белая-серая-ямчатая (29,4 %) гнили.

The article presents the data on the phytopathological state of carrot tubers stored for 6 months in vegetable storehouses in Belarus. It was established that the dominant disease of tubers was white rot, the maximum prevalence of which reached 44,8 %. The maximum incidence of gray rot and black rot was 11,3 % and 9,7 % respectively. The occurrence of new diseases was noted: fusarium, violet and pocket rot. After 6 months of storage, a complex of diseases was most often present on the studied varieties and hybrids of carrots, of which white-black (47,1 %) and white-gray-pocket (29,4 %) rot dominated.

Введение

Длительное хранение корнеплодов моркови столовой является обязательным этапом производства овощей. В последние годы наблюдается увеличение объемов хранения корнеплодов в сельскохозяйственных организациях и фермерских хозяйствах республики. Так, согласно данным Минсельхозпрода Республики Беларусь, на апрель 2020 г. запасы корнеплодов составляли 4,1 тыс. т, что на 178 % больше к аналогичной дате 2019 г. [15]. Однако болезни, поражающие морковь в период хранения, характеризуются высокой вредоносностью и могут значительно снижать не только качество, но и вызывать более 40 % потерь корнеплодов [1, 18].

Литературные данные по доминирующим болезням корнеплодов моркови столовой в период хранения имеют противоречивый характер.

По оценке российских исследователей, на протяжении многих лет ведущая роль в патогенезе моркови принадлежала альтернариозу или черной гнили (*Alternaria radicina* Meier, Drechsler & E. D. Eddy), распространенность которого достигала 50,2 %. Частота встречаемости белой гнили (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) была несколько меньше – до 30,2 %, распространенность серой (*Botrytis cinerea* Pers.) и фомозной (*Plenodomus libanotidis* (Fuckel) Gruyter, Aveskamp & Verkley (син. *Phoma rostrupii* Sacc.) гнилей – до 11 %. Бактериальная гниль (*Pectobacterium carotovorum* (Jones) Waldee emend. Portier et al. (син. *Erwinia carotovora* Jones Holland) и *Xanthomonas hortum* pv. *carotae* (Kendrick) Vauterin et al. (син. *Xanthomonas carotae* Kenndr. Dows)), а также фузариоз (р. *Fusarium*) встречались редко [18].

В 2012 г. в России обнаружена малоизученная глеокладиумная гниль моркови (*Clonostachys rosea* (Link) Schroers. (син. *Glilocladium roseum* Bainier)), которая в Германии (2009 г.) описана как глеокладиумная гниль картофеля и отмечен патоген *Trichothecium roseum* (Pers.) Link, вызывающий в период хранения на корнеплодах моркови мокрую гниль, распространенность которой может достигать 60,0 % [6, 16, 5, 4].

Согласно данным В. А. Борисова [2], преобладающей болезнью при хранении моркови является фомоз (потери достигали 79,0 %). Отечественные сорта-образцы в большей степени поражались серой гни-

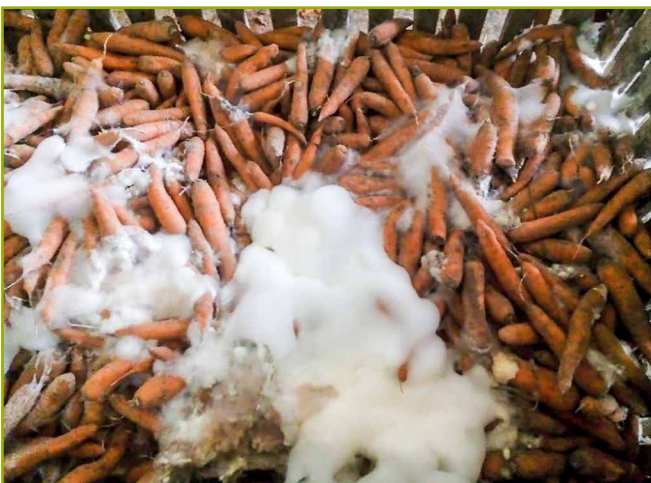


Рисунок 1 – Корнеплоды моркови столовой, пораженные белой гнилью (фото А. Э. Станчука)

лью, отдельные сорта – белой паршой (ямчатая гниль) (*Athelia arachnoidea* (Berk) (син. *Rhizoctonia carotae* Rader)) и альтернариозом (черная гниль).

Результаты исследований И. С. Бутова [3] показывают, что при зимнем хранении на корнеплодах моркови в порядке убывания распространены мокрая и черная гнили, фомоз, белая гниль. Реже встречались корнеплоды, пораженные серой гнилью.

В Узбекистане, по данным Г. К. Халмуминова [17], одним из доминирующих заболеваний на корнеплодах моркови является черная гниль.

В связи с тем что в последние годы в Беларуси не проводилось детального изучения распространенности болезней корнеплодов моркови столовой, целью наших исследований являлась фитосанитарная оценка корнеплодов по окончании срока хранения в овощеводческих хозяйствах республики.

Материалы и методы исследований

Изучение видового состава фитопатогенов, их распространения проведены во время маршрутных обследований овощехранилищ различного типа в 2019–2022 гг.

Для учета степени поражения корнеплодов моркови болезнями была отобрана выборка от партии из разных мест согласно ГОСТ 33540-2015. При контейнерном хранении моркови число проб учитывает количество контейнеров. Если в партии до 20 контейнеров, для отбора было выделено 3 контейнера, от 20 до 50 контейнеров – 7 контейнеров, из которых отбирали по 3 точечные пробы из разных слоев. Если в партии более 50 контейнеров, то на каждые следующие 50 контейнеров было выделено по 1 контейнеру, из которого отбирали 3 точечные пробы из разных слоев. Масса каждой точечной пробы не менее 5 кг. Отдельные точечные пробы, взятые из каждого контейнера, были смешаны и получена объединенная проба, которая была проанализирована на распространенность болезней корнеплодов [11].

Симптомокомплекс болезней диагностировали по определителям [7, 9, 10, 13].

Распространенность болезней в период хранения рассчитана по формуле:

$$P = n \times 100 / N, \text{ где}$$

P – распространенность, %;

n – количество пораженных корнеплодов в пробе, шт.;

N – общее количество корнеплодов в пробе, шт. [8].

Результаты исследований и их обсуждение

При оценке фитосанитарного состояния корнеплодов моркови столовой в овощехранилищах республики в течение 2019–2022 гг. выявлено, что основной болезнью корнеплодов в период хранения является белая (склеротиниоз) гниль. Симптомы болезни представлены на рисунке 1.

Распространенность белой гнили была максимальной в Витебской области в 2019 г. и достигала 44,8 %, в 2020 и 2021 г. – 32,8 % и 18,7 %, в 2022 г. в Минской – 33,3 % (таблица 1). Полученные данные согласуются с результатами исследований РУП «Институт овощеводства», в которых также отмечен самый большой

процент встречаемости белой гнили на корнеплодах моркови в период хранения [12].

Распространенность черной гнили на корнеплодах в 2019 и 2020 г. была практически на одном уровне и варьировала от 0,0 до 9,7 % и от 0,0 до 9,0 % соответственно и достигала максимального значения в хозяйствах Гродненской и Гомельской областей. В 2021 и 2022 г. диапазон колебания распространенности болезни корнеплодов был минимальный – 0,0–4,3 % и 0,0–0,7 % соответственно (таблица 1).

Серая гниль была распространена эпизодически. В 2019 г. и 2022 г. отмечена максимальная поражен-

ность корнеплодов болезнью в хозяйствах Могилевской (до 8,6 %) и Гродненской (11,3 %) областей соответственно (таблица 1).

Согласно исследованиям В. Л. Налобовой и соавторов, при хранении корнеплодов в РУП «Институт овощеводства» доминируют белая, черная и серая гнили [14], что подтверждают и результаты наших исследований.

Необходимо отметить, что наряду с резидентными болезнями (белая, черная, серая), впервые в 2019 г. отмечена пораженность корнеплодов моркови фузариозной, фиолетовой (*Rhizoctonia crocorum* (Pers.) DC.)

Таблица 1 – Распространенность гнилей корнеплодов моркови столовой после 6 месяцев хранения (данные маршрутных обследований)

Область	Проанализировано образцов	Виды гнили						
		белая	серая	черная	фузари- озная	фиоле- товая	ямчатая	бактери- альная
		распространенность, %						
2019 г.								
Брестская	2	1,0–15,0	0,3–6,3	0,0–1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Витебская	3	2,3–44,8	0,0–0,7	0,6–6,0	0,0–0,3	0,0	0,0	0,0
Гомельская	3	5,3–35,3	0,0	0,0–5,0	0,0–1,2	0,0–4,7	0,0	0,0
Гродненская	3	6,7–20,0	0,0	4,0–9,7	0,0	0,0–15,7	0,0	0,0
Минская	2	3,3–13,0	0,0	0,6–3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Могилевская	2	0,0–9,3	2,0–8,6	0,0–2,7	0,0–2,0	0,0	0,0–12,3	0,0
Среднее		13,5	1,2	2,9	0,3	1,4	0,8	0,0
2020 г.								
Брестская	3	3,3–20,0	0,0–3,9	0,0–7,7	0,0–1,2	0,0–11,9	0,0	0,0
Витебская	1	32,8	0,7	3,3	0,0	0,0	4,8	0,0
Гомельская	4	6,6–21,5	0,0	0,0–8,0	0,0–2,0	0,0–0,36	2,3–15,3	0,0
Гродненская	3	7,0–18,0	0,0	0,0–9,0	0,0–2,0	0,0	0,0	0,0
Среднее		14,8	0,6	3,3	0,6	1,1	2,8	0,0
2021 г.								
Брестская	1	8,8	0,3	0,0	1,3	0,0	0,3	0,0
Витебская	2	1,0–18,7	0,0–1,0	0,0–1,0	0,0	0,0	0,8–5,0	0,0
Гомельская	2	16,3–16,7	0,0–0,7	0,0–0,3	0,0–0,3	0,0	0,3–2,7	0,0
Минская	3	2,0–15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Могилевская	2	4,6–10,6	0,0–1,0	0,0–4,3	0,0–0,8	0,0	0,7–0,9	0,0
Среднее		10,3	0,3	0,6	0,2	0,0	1,1	0,0
2022 г.								
Брестская	2	3,0–9,3	0,0–1,0	0,0	0,7–2,3	0,0	0,0	0,0–12,3
Витебская	2	15,7–21,6	0,0–1,7	0,0–0,3	0,0–0,36	0,0	1,3–1,7	0,0–0,7
Гродненская	3	3,0–20,0	0,0–11,3	0,0–0,7	0,0–5,3	0,0	1,0–1,7	0,0–2,0
Гомельская	2	8,3–11,6	0,7–1,0	0,0	0,0	0,0	0,0–1,7	0,0
Минская	3	0,3–33,3	0,0–0,3	0,0	0,0	0,0	0,0–7,3	0,0
Могилевская	2	9,0–10,0	1,0–1,3	0,0	0,0	0,0–0,3	0,0–11,0	0,0–1,3
Среднее		12,6	1,4	0,1	0,6	0,02	1,9	1,2



(син. *Rhizoctonia violacea* Tul. & C. Tul.) и ямчатой гнилями. Так, по результатам маршрутных обследований, распространенность фиолетовой гнили корнеплодов была минимальной (4,7 %) в хозяйствах Гомельской области и максимальной (15,7 %) в Гродненской. В Могилевской области обнаружены корнеплоды, пораженные (12,3 %) ямчатой гнилью (таблица 1).

В 2020 г. распространенность фиолетовой гнили оставалась на прежнем уровне (в среднем 1,1 %), а пораженность корнеплодов ямчатой гнилью увеличилась в 3,5 раза, болезнь присутствовала в хозяйствах Витебской и Гомельской областей (таблица 1).

Дальнейшая фитосанитарная оценка корнеплодов моркови в овощехранилищах показала, что распространенность ямчатой гнили увеличилась до 5,0–11,0 %, она была отмечена во всех хозяйствах республики, за исключением Минской области в 2021 г. и Брестской в 2022 г. В то же время корнеплоды с признаками поражения фиолетовой гнилью не были обнаружены (2021 г.), либо встречались единично (2022 г.). Минимальный процент распространения (до 2,0) фузариозной гнили корнеплодов моркови был отмечен в 2019–2021 гг., а максимальный (5,3) – в 2022 г. в овощехранилищах Гродненской области.

В 2022 г., впервые за весь период проведения маршрутных обследований, отмечены корнеплоды моркови, пораженные бактериальной инфекцией. Максимальная распространенность болезни достигала 12,3 % в хозяйствах Брестской области (таблица 1).

При оценке частоты встречаемости болезней моркови после 6 месяцев хранения определено, что чаще (32,6–37,0 %) корнеплоды были поражены белой гни-

лью независимо от года проведения исследований (рисунок 2).

Из других видов болезней в 2019–2020 гг. чаще встречалась черная гниль (20,0–31,6 %), в 2022 г. – серая (20,9 %).

Поражение корнеплодов фузариозной гнилью ежегодно наблюдали на 10,5–13,3 % образцов моркови. Частота встречаемости фиолетовой гнили составляла 2,3–6,7 % от всего количества обследованных образцов, бактериозной – до 9,3 %. Ямчатая гниль на корнеплодах моркови встречалась ежегодно с максимальным их поражением в 2021 г. (до 26,0 %) (рисунок 2).

В результате проведенных маршрутных обследований овощехранилищ в 2019 и 2022 г. не выявлено моноинфекции на корнеплодах моркови. В 2020 и 2021 г. на 18,2 % и 30,0 % проанализированных образцов присутствовала белая гниль. Определено, что корнеплоды моркови чаще всего поражены комплексом болезней. Встречаемость корнеплодов, пораженных 2-компонентной инфекцией, составляла 10,0–60,0 %, 3-компонентной – 26,7–42,9 %, 4-компонентной – 7,2–27,3 %, 5-компонентной – 7,1–10,0 % и 6-компонентной – до 7,1 % (рисунок 3).

Закключение

По результатам фитопатологической оценки корнеплодов моркови столовой после 6 месяцев хранения установлено, что наиболее распространенными болезнями являются белая, серая и черная гнили. В годы проведения исследований преобладала белая гниль с максимальной распространенностью до 44,8 %. Пораженность корнеплодов моркови серой гнилью не превышала 9,7 %, черной – 11,3 %. Отмечено усиление вредоносности фузариозной, ямчатой и фиолетовой гнилей, максимальная распространенность которых достигала 5,3 %, 15,3 % и 15,7 % соответственно.

Установлено, что чаще всего корнеплоды поражались белой (32,6–37,0 %), серой (10,0–20,9 %) и черной (4,7–31,6 %), в отдельные годы ямчатой (до 26,0 %) гнилями.

Выявлено, что на корнеплодах моркови после 6 месяцев хранения доминирует комплекс болезней. Частота встречаемости образцов с моноинфекцией (белая гниль) на уровне 18,2–30,0 % отмечена только в 2020–2021 гг. При оценке образцов моркови с много-

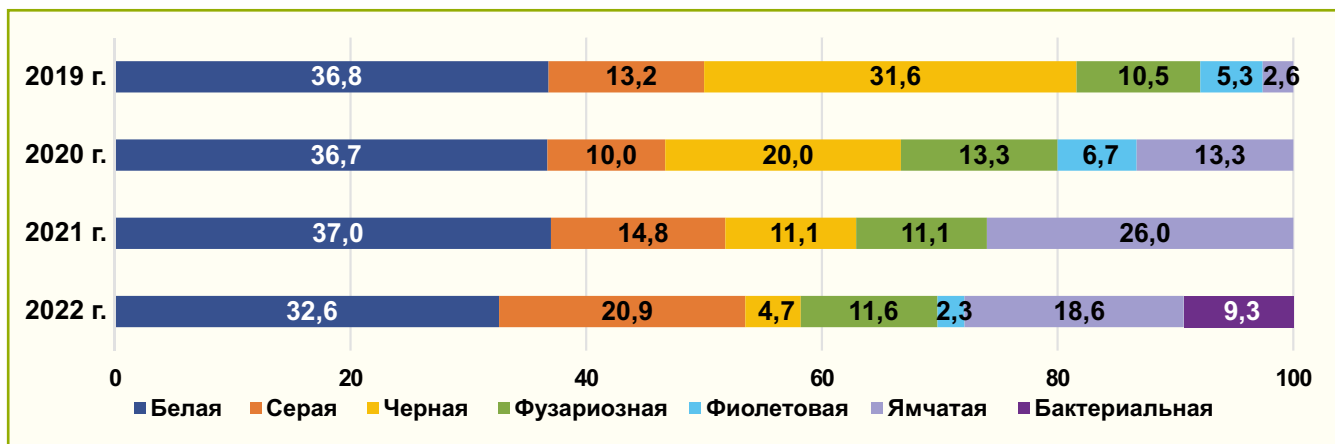


Рисунок 2 – Частота встречаемости (%) гнилей корнеплодов моркови столовой после 6 месяцев хранения (данные маршрутных обследований)

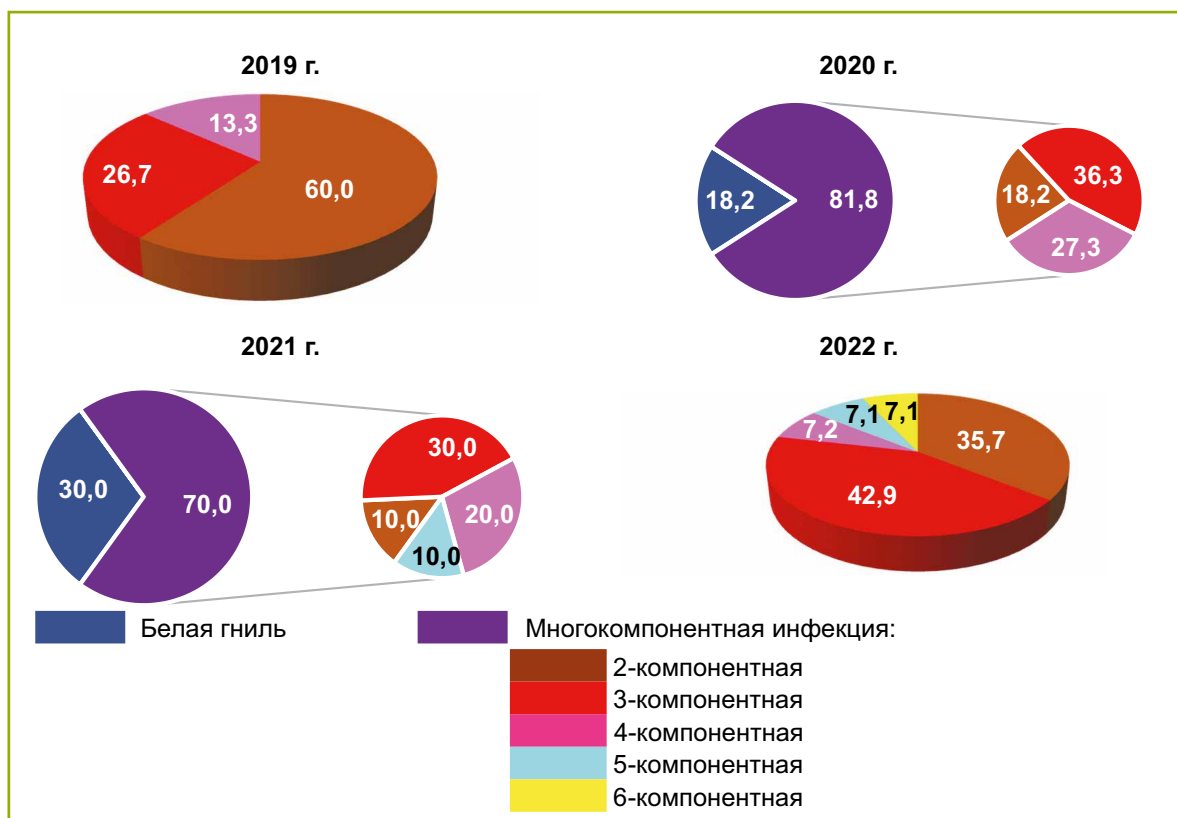


Рисунок 3 – Частота встречаемости (%) моно- и комплексной инфекции на корнеплодах моркови столовой после 6 месяцев хранения (данные маршрутных обследований)

компонентной инфекцией определено, что на 37,8 % встречалась 2- или 3-компонентная инфекция, из которых доминировала белая-черная (47,1 %) и белая-серая-ямчатая (29,4 %) гнили.

Литература

- Алексеева, К. Л. Болезни моркови при хранении / К. Л. Алексеева // Защита и карантин растений. – 2014. – № 10. – С. 18–20.
- Борисов, А. В. Сохраняемость и сроки проявления болезней моркови столовой отечественной и зарубежной селекции // В. А. Борисов, Е. В. Янченко // Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции. – 2012. – № 11. – С. 44–46.
- Бутов, И. С. Оценка и создание исходного материала для селекции моркови столовой (*Daucus carota* L.) в условиях Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / И. С. Бутов; РУП «Институт овощеводства», Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева. – Москва, 2013. – 24 с.
- Возбудители низкотемпературных склероциальных гнилей моркови при хранении / О. Б. Ткаченко [и др.]. // Иммунопатология. – 2009. – № 1. – С. 107–108.
- Возбудитель гнилей растений семейства сельдерейные – гриб *Trichothecium roseum* L. / Л. Т. Тимина [и др.]. // Овощи России. – 2014. – № 3. – С. 43–47.
- Использование искусственного инфекционного фона – эффективный способ повышения устойчивости моркови к альтернариозу // Л. М. Соколова [и др.] // Картофель и овощи. – 2010. – № 4. – С. 24–25.
- Методические указания по инвентаризации болезней и микрофлоры корнеплодов моркови в условиях хранения / Т. Е. Вахрушева, Э. А. Власова; ВИР. – Л., 1980. – 68 с.
- Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С. Ф. Буга. – Несвиж, 2007. – 511 с.
- Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / сост. М. К. Хохряков; ВНИИЗР. – Л., 1969. – 67 с.
- Методы определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений: монография / И. Беттхер [и др.]; пер с нем.: К. В. Попковой, В. А. Шмыгли. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
- Морковь столовая свежая для промышленной переработки. Технические условия: ГОСТ 33540–2015. – Взамен ГОСТ 1721–85; введ. РБ 01.08.2018. Минск: Белорус. гос. ком. по стандартизации, 2018. – 12 с.
- Налобова, Ю. М. Пораженность корнеплодов моркови столовой болезнями при хранении / Ю. М. Налобова, А. И. Бохан, Л. А. Карпилович // Овощеводство: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, РУП «Ин-т овощеводства»; редкол.: А. А. Аутко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2009. – Т. 16. – С. 65–71.
- Определитель болезней растений / М. К. Хохряков [и др.]. – СПб.: Изд-во «Лань», 2003. – 592 с.
- Пораженность корнеплодов моркови столовой и свеклы столовой болезнями при хранении / В. Л. Налобова [и др.]. // Овощеводство: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т овощеводства»; редкол.: А. И. Чайковский (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2019. – Т. 27. – С. 136–141.
- Станчук, А. Э. Влияние фунгицидов на выход товарных корнеплодов моркови столовой в период хранения / А. Э. Станчук // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Ин-т защиты растений»; редкол.: С. В. Сорока (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2022. – Вып. 46. – С. 144–152.
- Тимина, Л. Т. Комплекс патогенов на овощных культурах в условиях Центрального региона РФ / Л. Т. Тимина, И. А. Енгальцева // Овощи России. – 2015. – № 3. – С. 123–129.
- Халмуминова, Г. К. Возбудители черной гнили моркови / Г. К. Халмуминова, Ш. Г. Камилов, Н. Ж. Аллаяров // Вестник Российского университета кооперации. – 2014. – № 2 (16). – С. 137–139.
- Хмелинская, Т. В. Устойчивость моркови к болезням при хранении / Т. В. Хмелинская, Л. В. Ермолаева // Материалы междунар. конф. «Эколого-генетические основы современных агротехнологий», СПб., 27–29 апреля, 2016 г. // Вестник защиты растений. – 2016. – № 3 (89). – С. 178–179.

Влияние защитно-стимулирующих составов при предпосевной обработке семян на семенную инфекцию, полевую всхожесть и развитие болезней в посевах льна-долгунца

А. А. Снежинский, соискатель
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 24.02.2023)

В статье изложены результаты изучения эффективности предпосевной обработки семян льна-долгунца защитно-стимулирующими составами (ЗСС) на основе биопрепарата Биолиnum, Ж (2,0 л/т), протравителя Витарос, ВСК (1,5 л/т) и микроудобрения Экогум разных марок (0,5 л/т). Максимальное повышение полевой всхожести семян по отношению к контролю в среднем за 2018–2020 гг. составило 2,3 % под влиянием композиции Биолиnum + Экогум цинк, медь, бор-комплекс, а сохранности растений – 1,9 % при использовании ЗСС Биолиnum + Экогум Био и Биолиnum + Экогум Био + Витарос.

Применение ЗСС способствовало снижению семенной инфекции на 17,3 %. Максимальное снижение суммарной инфицированности семян болезнями с биологической эффективностью 62,0 % достигнуто под влиянием ЗСС Биолиnum + Экогум цинк-комплекс + Витарос, Биолиnum + Экогум Био + Витарос и Биолиnum + Экогум цинк, медь, бор-комплекс + Витарос. Эти ЗСС обеспечивают максимальный эффект по снижению развития болезней в посевах льна-долгунца в стадии ранней желтой спелости: биологическая эффективность против антракноза составила 63,0–66,7 %, фузариоза – 70,0–93,3 %, пасмо – 79,3–80,3 %.

Введение

Лен-долгунец возделывают в зонах с достаточным увлажнением и умеренно теплой погодой. Лучшие условия для роста и развития льна-долгунца складываются при влажности почвы 60–70 % от полной влагоемкости в течение всей вегетации культуры до ее уборки [1].

Одной из проблем при возделывании льна-долгунца является ухудшение фитосанитарного состояния посевов и, в частности, высокое распространение болезней – антракноза, бактериоза, крапчатости и других, источниками которых служат инфицированные семена [2].

С целью стабилизации фитосанитарного состояния посевов льна-долгунца необходимо высевать здоровые семена, так как на них может присутствовать инфекция в виде разнообразных грибов и бактерий.

Целью наших исследований было изучение эффективности применения защитно-стимулирующих составов с использованием протравителя Витарос, ВСК, биопрепарата Биолиnum, Ж и гуминовых препаратов для предпосевной обработки семян.

Методы исследований

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» (Витебская область, Оршанский район)

The article presents the results of studying the effectiveness of pre-sowing treatment of fiber flax seeds with protective-stimulating compositions (ZSS) based on the biopreparation Biolinum, Zh (2,0 l/t), the disinfectant Vitaros, VSK (1,5 l/t) and microfertilizer Ecogum of various grades (0,5 l/t). The maximum increase in the field germination of seeds in relation to the control on average for 2018–2020 was 2,3 % under the influence of the composition Biolinum + Ecogum zinc, copper, boron-complex, and plant storability – 1,9 % when using ZSS Biolinum + Ecogum Bio and Biolinum + Ecogum Bio + Vitaros.

The use of ZSS contributed to the reduction of seminal infection by 17,3 %. The maximum reduction in the total infection of seeds with diseases with a biological efficiency of 62,0 % was achieved under the influence of ZSS Biolinum + Ecogum zinc complex + Vitaros, Biolinum + Ecogum Bio + Vitaros and Biolinum + Ecogum zinc, copper, boron complex + Vitaros. These ZSSs provide the maximum effect in reducing the development of diseases in fiber flax crops at the stage of early yellow ripeness: biological effectiveness against anthracnose was 63,0–66,7 %, fusarium – 70,0–93,3 %, sallow – 79,3–80,3 %.

в 2018–2020 гг. Агротехника общепринятая для возделывания льна-долгунца в Республике Беларусь [3].

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая. Повторность опыта четырехкратная [4]. Площадь делянки – 16 м², учетная – 12,5 м². Норма высева – 22,0 млн шт./га всхожих семян. Предшественник – озимые зерновые. Минеральные удобрения вносили в дозе N₁₈P₆₃K₉₆ кг/га д. в.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков.

Для предпосевной обработки семян использовали протравитель Витарос, ВСК и биологический препарат Биолиnum, Ж; микроудобрения – Экогум цинк-комплекс, ВР; Экогум бор, цинк, медь-комплекс, ВР; Экогум Био, ВР. Полевые опыты проводили по схеме, включающей следующие варианты:

1. Контроль (необработанные семена);
2. Биолиnum, Ж (2,0 л/т);
3. Витарос, ВСК (1,5 л/т);
4. Экогум цинк-комплекс, ВР (0,5 л/т);
5. Экогум Био, ВР (0,5 л/т);
6. Экогум цинк, медь, бор-комплекс, ВР (0,5 л/т);
7. Биолиnum, Ж (2,0 л/т) + Витарос, ВСК (1,5 л/т);
8. Биолиnum, Ж (2,0 л/т) + Экогум цинк-комплекс, ВР (0,5 л/т);
9. Биолиnum, Ж (2,0 л/т) + Экогум Био, ВР (0,5 л/т);

10. Биолинум, Ж (2,0 л/т) + Экогум цинк, медь, бор-комплекс, ВР (0,5 л/т);
11. Экогум цинк-комплекс, ВР (0,5 л/т) + Витарос, ВСК (1,5 л/т);
12. Экогум Био, ВР (0,5 л/т) + Витарос, ВСК (1,5 л/т);
13. Экогум цинк, медь, бор-комплекс, ВР (0,5 л/т) + Витарос, ВСК (1,5 л/т);
14. Биолинум, Ж (2,0 л/т) + Экогум цинк-комплекс, ВР (0,5 л/т) + Витарос, ВСК (1,5 л/т);
15. Биолинум, Ж (2,0 л/т) + Экогум Био, ВР (0,5 л/т) + Витарос, ВСК (1,5 л/т);
16. Биолинум, Ж (2,0 л/т) + Экогум цинк, медь, бор-комплекс, ВР (0,5 л/т) + Витарос, ВСК (1,5 л/т).

Фитоэкспертизу семян и оценку фитосанитарного состояния посевов проводили в соответствии с требованиями соответствующих методик [4, 5].

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что в среднем за 2018–2020 гг. обработка семян препаратом Биолинум, Ж (2,0 л/т) незначительно снизила суммарную инфекцию до 26,3 %. Среди болезней доминировал бактериоз при 13,7 % зараженности семян. Инфицированность семенного материала была ниже фузариозом – 3,0 %, антракнозом – на уровне 5,0 % и крапчатостью – 4,7 %. Использование Витароса, ВСК (1,5 л/т) способствовало снижению суммарной инфекции до 14,7 %. При использовании микроудобрения Экогум разных марок (варианты 4, 5, 6) суммарная инфекция варьировала в пределах 24,3–26,3 %, т. е. практически была на уровне биологического препарата Биолинум, Ж. Существенных различий в подавлении различных болезней по отношению



к контролю не выявлено. При совместном применении Биолинума, Ж и микроудобрения Экогум разных марок (варианты 8, 9, 10) суммарная инфекция была на уровне применения вышеуказанных удобрений и варьировала в пределах 23,3–24,7 % (таблица 1).

Применение микроудобрений Экогум цинк-комплекс, ВР; Экогум Био, ВР; Экогум-цинк, медь, бор-комплекс, ВР совместно с протравителем Витарос, ВСК (варианты 11, 12, 13) обеспечило снижение суммарной инфекции по отношению к контролю до 12,0–14,0 %. Максимальный эффект в снижении суммарной инфекции семян болезнями получен при использовании защитно-стимулирующих составов, включающих протравитель Витарос, ВСК, микроудобрение Экогум разных марок и Биолинум, Ж (варианты 14, 15, 16). Общая суммарная инфекция семенного материала в данных вариантах

Таблица 1 – Влияние защитно-стимулирующих составов при предпосевной обработке семян на семенную инфекцию (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Фузариоз, %	Крапчатость, %	Антракноз, %	Бактериоз, %	Суммарная инфекция, %	Биологическая эффективность, %
1	3,3	4,7	4,7	15,7	28,3	–
2	3,0	4,7	5,0	13,7	26,3	6,7
3	0,7	0,7	1,0	12,0	14,7	48,7
4	4,0	3,3	3,3	14,7	25,3	10,7
5	2,7	3,7	3,3	14,7	24,3	14,3
6	2,7	2,7	4,7	16,3	26,3	7,0
7	1,3	0,7	1,3	12,0	15,3	46,0
8	3,3	3,3	3,3	14,3	24,3	13,7
9	3,3	3,3	4,0	14,0	24,7	12,3
10	2,7	3,3	3,7	13,7	23,3	17,7
11	1,3	0,7	0,3	11,7	14,0	50,7
12	1,0	1,0	1,0	9,0	12,0	58,3
13	1,0	0,7	0,3	12,0	14,0	51,0
14	0,7	1,0	0,7	10,0	12,3	57,0
15	1,7	1,0	0,3	8,0	11,0	62,0
16	1,3	1,3	0,3	8,7	11,7	60,0
НСР ₀₅	0,4–0,7	0,4–0,7	0,4–0,8	0,8–1,7	0,9–1,8	

составила 12,3 %, 11,0 %, 11,7 % соответственно, в том числе антракнозом – 0,7 %, 0,3 %, 0,3 %, фузариозом – 0,7 %, 1,7 %, 1,3 %, бактериозом – 10,0 %, 8,0 %, 8,7 %, крапчатостью – 1,0 %, 1,0 %, 1,3 % соответственно. Биологическая эффективность достигала максимальной величины 62,0 % в варианте 15 (Биолинум, Ж – 2,0 л/т + Экогум Био, ВР – 0,5 л/т + Витарос, ВСК – 1,5 л/т).

Следовательно, обработка семян перед севом защитно-стимулирующими составами, включающими препараты различного происхождения, обеспечивает надежную защиту от семенной инфекции при биологической эффективности до 62,0 %.

Предпосевная обработка семенного материала, подавляя инфекцию, способствует повышению полевой всхожести семян и сохранности растений льна-долгунца к уборке. Максимальное повышение полевой всхожести в среднем за 2018–2020 гг. по отношению к контролю составило 2,3 % (вариант 10), а сохранности – 1,9 % (варианты 9, 15) (таблица 2).

Проведение фитопатологического обследования посевов в стадии ранней желтой спелости показало, что наиболее стабильный эффект по снижению развития болезней наблюдался при использовании защитно-стимулирующих составов: Биолинум, Ж + Витарос, ВСК; удобрение Экогум разных марок + Витарос, ВСК; Биолинум, Ж + Витарос, ВСК + удобрение Экогум разных марок. Биологическая эффективность защитно-стимулирующих составов в вариантах 14 (Биолинум, Ж – 2,0 л/т + Экогум цинк-комплекс, ВР – 0,5 л/т + Витарос, ВСК – 1,5 л/т), 15 (Биолинум, Ж – 2,0 л/т + Экогум Био, ВР – 0,5 л/т + Витарос, ВСК – 1,5 л/т), 16 (Биолинум, Ж – 2,0 л/т + Экогум цинк, медь, бор-комплекс, ВР – 0,5 л/т + Витарос,

Таблица 2 – Влияние защитно-стимулирующих составов при предпосевной обработке семян на полевую всхожесть и сохранность растений льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Полевая всхожесть		Сохраняемость растений к уборке	
	%	± к контролю	%	± к контролю
1	80,6	–	95,1	–
2	81,7	1,1	95,7	0,6
3	81,5	0,9	96,1	1,0
4	81,8	1,2	95,5	0,4
5	81,1	0,5	95,9	0,8
6	82,7	2,1	95,4	0,3
7	82,0	1,4	95,6	0,5
8	82,6	2,0	96,3	1,2
9	82,0	1,4	97,0	1,9
10	82,9	2,3	96,1	1,0
11	82,6	2,0	96,8	1,7
12	81,7	0,9	96,6	1,5
13	81,1	0,5	96,3	1,2
14	82,0	1,4	96,5	1,4
15	81,1	0,5	97,0	1,9
16	82,3	1,7	96,7	1,6
HCP ₀₅	0,7–0,9			

Таблица 3 – Влияние защитно-стимулирующих составов при предпосевной обработке семян на видовой состав и развитие болезней в посевах льна-долгунца в стадии ранней желтой спелости (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Развитие болезней, %	Антракноз, %	Фузариоз, %	Пасмо, %	Биологическая эффективность против болезней, %		
					антракноз	фузариоз	пасмо
1	41,7	23,7	3,7	14,3	–	–	–
2	37,4	22,7	2,7	12,0	4,0	21,7	15,7
3	17,3	12,0	1,3	4,0	48,3	61,7	70,7
4	36,7	21,7	2,3	12,7	7,3	30,0	11,7
5	35,4	20,7	3,0	11,7	11,0	16,7	18,7
6	36,3	21,3	2,3	12,7	8,7	38,3	11,0
7	14,7	9,7	1,0	4,0	59,3	70,0	71,0
8	34,0	20,0	2,0	12,0	15,0	38,3	15,3
9	31,7	18,7	1,3	11,7	20,7	61,7	17,7
10	34,7	19,0	3,0	12,7	18,3	15,0	11,3
11	14,0	10,3	0,7	3,0	57,0	76,7	78,3
12	13,3	10,0	0,3	3,0	58,7	93,3	78,0
13	15,1	11,7	0,7	2,7	51,0	86,7	81,0
14	12,4	8,7	1,0	2,7	63,3	70,0	80,3
15	11,0	8,0	0,3	2,7	66,7	93,3	79,3
16	12,7	9,0	1,0	2,7	63,0	70,0	80,3
HCP ₀₅	1,4–2,2	0,8–2,2	0,6–0,9	0,6–1,0			

ВСК – 1,5 л/т) против болезней льна-долгунца составила: антракноз – 63,0–66,7 %, фузариоз – 70,0–93,3 %, пасмо – 79,3–80,3 %. В этих вариантах развитие комплекса болезней было наименьшим и находилось в пределах 11,0–12,7 %, что в 3,8–3,3 раза ниже по сравнению с непротравленными семенами и в 1,6–1,4 раза – при применении химического протравителя Витарос, ВСК (1,5 л/т) (таблица 3).

Применение препаратов для предпосевной обработки семян с целью снижения семенной инфекции оказало положительное влияние на формирование площади листовой поверхности.

Установлено, что в начале развития растений льна от появления всходов до фазы «елочка» начинают проявляться различия вариантов по площади листьев. В фазе бутонизации наблюдался интенсивный рост и увеличение ассимиляционной поверхности листьев. Площадь листьев на одном гектаре посева в этой фазе в контрольном варианте составила 30,5 тыс. м²/га, а на фоне применения препаратов и ЗСС – 31,7–37,1 тыс. м²/га.

Максимальное нарастание листовой поверхности наблюдалось в фазе цветения в вариантах 14, 15, 16. Увеличение площади листьев в этих вариантах относительно контроля составило 22,2 % при площади 51,1 тыс. м²/га; 24,4 % – при 52,0 тыс. м²/га и 28,0 % – при 53,5 тыс. м²/га соответственно (таблица 4).

Интенсивность нарастания листовой поверхности в течение всей вегетации достигала максимальных значений при предпосевной обработке семян с использованием защитно-стимулирующего состава: Биолиnum, Ж + Витарос, ВСК + микроудобрение Экогум разных марок,

что оказало положительное влияние на формирование урожая как льноволокна, так и льносемян.

Выводы

Установлено, что максимальное повышение полевой всхожести в среднем за 2018–2020 гг. по отношению к контролю составило 2,3 % при обработке семян ЗСС Биолиnum, Ж (2,0 л/т) + Экогум цинк, медь, бор-комплекс, ВР (0,5 л/т), а сохраняемости растений льна-долгунца – 1,9 % в вариантах Биолиnum, Ж (2,0 л/т) + Экогум Био, ВР (0,5 л/т) и Биолиnum, Ж (2,0 л/т) + Экогум Био, ВР (0,5 л/т) + Витарос, ВСК (1,5 л/т).

Применение биопрепарата Биолиnum, Ж, протравителя Витарос, ВСК и микроудобрения Экогум разных марок в чистом виде и в составе ЗСС при предпосевной обработке семян снижало семенную инфекцию на 2,0–17,3 %.

Максимальное снижение суммарной инфицированности семян болезнями с биологической эффективностью 62,0 % достигнуто под влиянием ЗСС Биолиnum + Экогум цинк-комплекс + Витарос, Биолиnum + Экогум Био + Витарос и Биолиnum + Экогум цинк, медь, бор-комплекс + Витарос. Обработка семян данными композициями способствовала максимальному нарастанию листовой поверхности в фазе цветения: увеличение площади листьев относительно контроля составило 22,2 % при площади 51,1 тыс. м²/га, 24,4 % – при 52,0 тыс. м²/га и 28,0 % – при 53,5 тыс. м²/га соответственно. Эти комплексные ЗСС наиболее эффективны и в снижении развития болезней в посевах льна-долгунца в стадии

Таблица 4 – Площадь листьев льна-долгунца при предпосевной обработке семян защитно-стимулирующими составами (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Фаза развития				
	всходы	«елочка»	бутонизация	цветение	зеленая спелость
	площадь листьев, тыс. м ² /га				
1	0,73	10,4	30,5	41,8	29,9
2	0,75	12,4	37,1	46,6	34,6
3	0,74	13,8	37,1	47,1	35,8
4	0,74	14,4	34,9	45,3	32,9
5	0,75	13,7	31,7	48,6	35,0
6	0,77	13,9	33,9	45,6	33,5
7	0,79	13,9	35,7	46,2	35,3
8	0,75	12,9	35,1	47,0	35,2
9	0,76	13,4	32,6	48,8	35,8
10	0,73	13,9	36,4	47,6	32,8
11	0,76	13,6	37,0	46,5	32,5
12	0,68	13,3	33,3	47,9	35,6
13	0,71	14,7	35,6	49,1	36,1
14	0,71	14,5	36,8	51,1	37,2
15	0,76	15,3	35,9	52,0	37,1
16	0,75	15,7	35,8	53,5	39,1
НСР ₀₅	0,1	1,0–1,2	1,2–1,9	1,5–1,6	1,3–1,6

ранней желтой спелости: биологическая эффективность против антракноза составила 63,0–66,7 %, фузариоза – 70,0–93,3 %, пасмо – 79,3–80,3 %.

Литература

1. Технология производства продукции растениеводства: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2 / И. П. Козловская [и др.]; под ред. И. П. Козловской. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 216 с.
2. Алибеков, М. Б. Влияние защитно-стимулирующих обработок семян и посевов на фитосанитарное состояние агроценоза и урожайность льна-долгунца в условиях ЦРНЗ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. 06.01.01 / М. Б. Алибеков; Российский

государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева. – Москва, 2019. – 23 с.

3. Отраслевой регламент. Возделывание и уборка льна-долгунца. Типовые технологические процессы. – Минск: Институт льна, 2019. – 15 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
5. 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. – Мн.: Бел. наука, 2005. – 462 с.

УДК 631:55:633:521

Влияние микробного препарата Полибакт на плотность ценоза и фотосинтетическую деятельность растений льна

А. А. Снежинский, соискатель
Институт льна

(Дата поступления статьи в редакцию 24.02.2023)

В статье показана эффективность действия микробного препарата Полибакт, Ж на полевую всхожесть, выживаемость и фотосинтетическую деятельность растений льна-долгунца. Установлено повышение полевой всхожести льносемян при внесении микробного препарата Полибакт, Ж, которая в зависимости от года исследований варьировала в пределах 81,8–85,0 %. Выживаемость в варианте с использованием препарата Полибакт, Ж находилась в пределах от 74,5 % до 82,7 %. Внесение препарата Полибакт, Ж (3,0 л/га) в почву под зяблевую вспашку повышает полевую всхожесть на 1,7 %, выживаемость – на 0,8 % в сравнении с контролем.

Максимальное количество листьев на растении отмечено в фазе цветения во всех вариантах опыта и варьировало в пределах 50,3–52,7 шт/к. Площадь листьев на гектаре посева в фазе «елочка» в среднем за 2018–2020 гг. при применении препарата Полибакт, Ж была на уровне 15,5 тыс. м²/га. Максимальные значения этого показателя отмечены в фазе цветения при применении препарата Полибакт, Ж. Превышение над контрольным вариантом составило 13,0 %.

Введение

Лен – одна из наиболее трудоемких культур сельского хозяйства. Получение высоких урожаев льна в современных условиях основано на применении эффективных, научно обоснованных технологических приемов возделывания [1]. Формирование высокого урожая сельскохозяйственных растений, и льна в том числе, является результатом фотосинтеза. Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур важное значение имеет общая площадь листовой поверхности растений.

Одним из путей решения данной проблемы является частичная замена традиционных минеральных удобрений микробиологическими препаратами [2]. Основу таких препаратов составляют живые культуры микроорганизмов и продукты их метаболизма [3]. Их использование способствует растворению труднодоступных почвенных

The article shows the effectiveness of the action of the microbial preparation Polybact, G which affects the field germination, survival and photosynthetic activity of flax plants. An increase in the field germination of flax seeds was found with the introduction of the microbial preparation Polybact, G, which, depending on the year of research, varied within 81,8–85,0 %. The survival rate in the variant using Polybact, G was in the range from 74,5 % to 82,7 %. The introduction of Polybact, G (3,0 l/ha) into the soil for winter plowing increases field germination by 1,7 %, survival by 0,8 % compared to the control.

The maximum number of leaves was noted during the flowering phase in all variants of the experiment and varied between 50,3–52,7 pieces. The area of leaves per hectare of sowing in the "herringbone" phase on average for 2018–2020 when using the drug Polybact, G was at the level of 15,5 thousand m²/ha. The maximum values of this indicator were noted in the flowering phase when using the drug Polybact, G. The excess over the control variant was 13,0 %.

фосфатов, подавлению развития фитопатогенов, ускорению биосинтеза ростовых веществ, фиксации атмосферного азота, что позволяет повысить продуктивность льна [4, 5]. Поэтому целью наших исследований стало изучение эффективности использования микробного препарата Полибакт, Ж путем внесения его в почву по влиянию на плотность ценоза и фотосинтетическую деятельность растений льна.

Методы исследований

Исследования проводили на опытном поле РУП «Институт льна» (Витебская область, Оршанский район) в 2018–2020 гг. Агротехника общепринятая для возделывания льна-долгунца в Республике Беларусь [6]. Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимические показатели опытных участков представлены в таблице 1.

Повторность опыта четырехкратная [7]. Площадь делянки – 16 м², учетная – 12,5 м². Норма высева – 22,0 млн шт./га всхожих семян. Предшественник – озимые зерновые. Минеральные удобрения вносили в дозе N₁₈P₆₃K₉₆ кг/га д. в. Полевые опыты в годы исследований проводили по схеме, включающей следующие варианты: 1 – контроль (без Полибакт, Ж); 2 – Полибакт, Ж (3,0 л/га).

Фенологические наблюдения в течение вегетационного периода и лабораторные анализы выполняли по общепринятым методикам [8, 9].

Одним из факторов стабилизации урожайности льна-долгунца является формирование оптимальной густоты стеблестоя на единице площади. На показатели полевой всхожести и выживаемости растений оказывают влияние внешние условия. Густоту стеблестоя учитывали на площадках 0,25 м².

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ полевой всхожести и выживаемости растений показал эффективность применения препарата Поли-

бакт, Ж. Данный препарат способствует формированию более плотного и продуктивного ценоза. Установлено, что при внесении препарата Полибакт, Ж в почву полевая всхожесть семян и выживаемость растений повышались в сравнении с контрольным вариантом на 1,7 и 0,8 % соответственно (таблица 2).

Полевая всхожесть в контроле в среднем за три года составила 81,5 %, наибольшим данный показатель был в 2019 г. (83,2 %), а наименьшим – в 2018 г. (79,5 %). При внесении препарата Полибакт, Ж в почву отмечено достоверное повышение этого показателя в 2018 и 2019 г. (рисунок 1).

За период исследований выживаемость растений в контрольном варианте варьировала в пределах от 74,5 % до 81,8 %. При внесении препарата Полибакт, Ж в почву этот показатель статистически значимо увеличивался в 2018 и 2019 г., составив 80,0 % и 82,7 % соответственно, тогда как в 2020 г. был на уровне контрольного варианта (рисунок 2).

Плотность посева влияет на освещенность растений льна и их фотосинтетическую деятельность. Анализ фор-

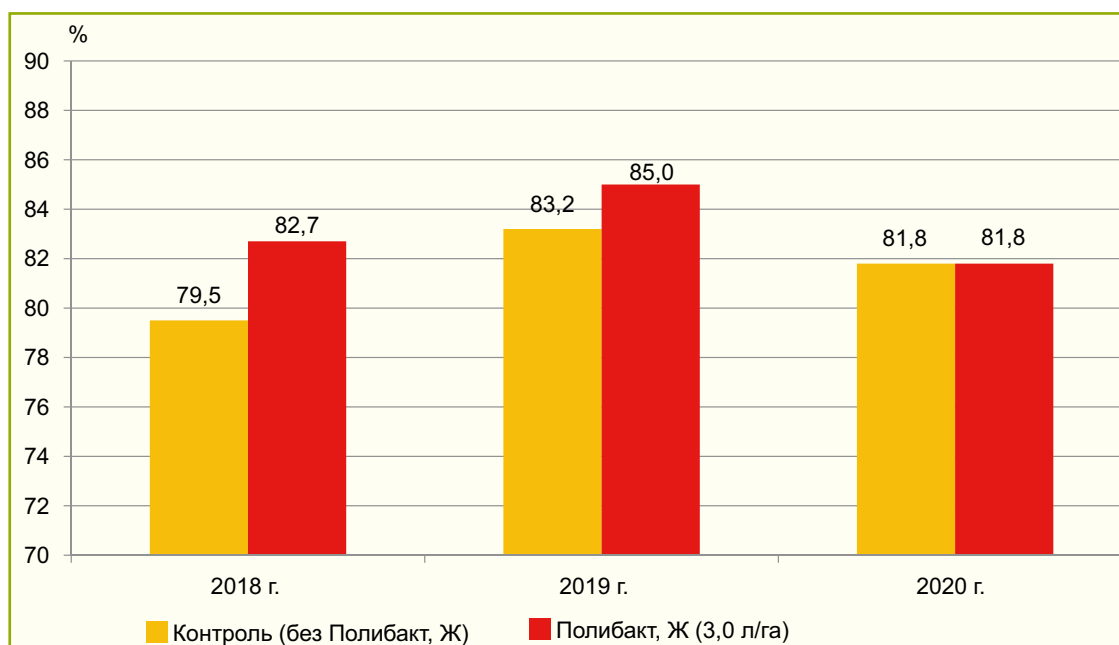


Рисунок 1 – Влияние препарата Полибакт, Ж на полевую всхожесть семян льна-долгунца

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы опытных участков

Агрохимические показатели	2018 г.	2019 г.	2020 г.
pH (KCl)	5,5	6,0	5,0
Гумус (по Тюрину), %	2,1	2,7	1,5
P ₂ O ₅ (по Кирсанову), мг/кг почвы	285	231	293
K ₂ O (по Масловой), мг/кг почвы	284	244	271

Таблица 2 – Влияние препарата Полибакт, Ж на полевую всхожесть и выживаемость растений льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Полевая всхожесть, %	Выживаемость, %
Контроль (без Полибакт, Ж)	81,5	78,3
Полибакт, Ж (3,0 л/га)	83,2	79,1
НСР ₀₅	0,8–1,2	0,5–0,7

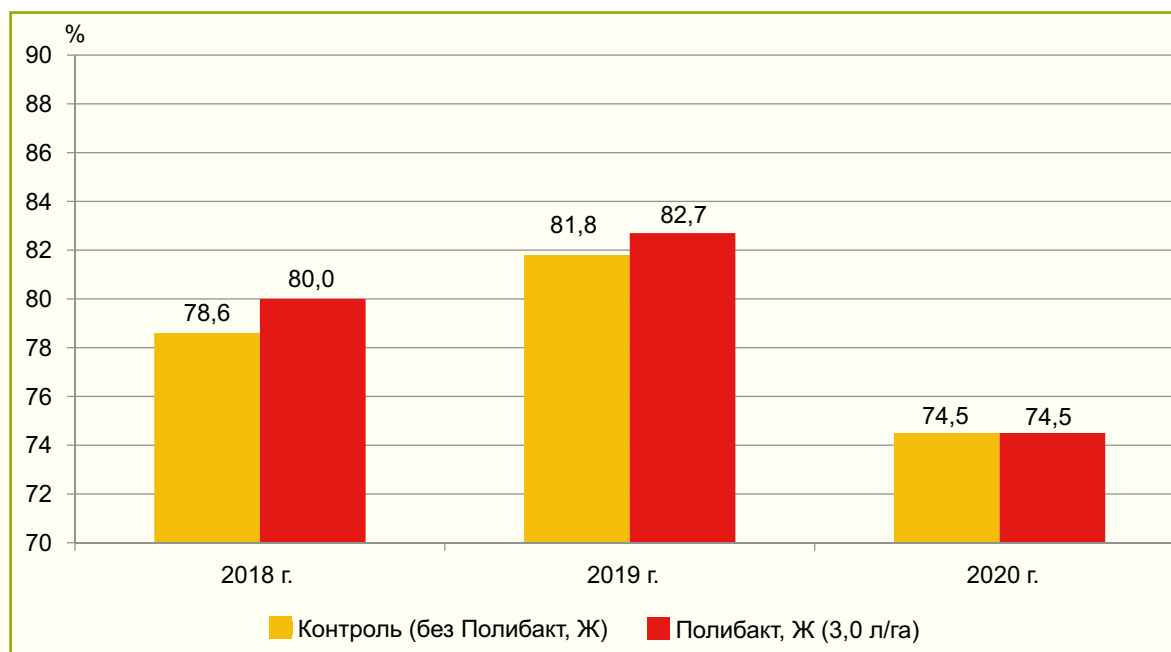


Рисунок 2 – Влияние препарата Полибакт, Ж на выживаемость растений льна-долгунца к уборке

мирования листовой поверхности показал, что в среднем за 2018–2020 гг. внесение препарата Полибакт, Ж способствовало увеличению количества листьев на растении во всех фазах развития. Максимальное количество листьев отмечено в фазе цветения и составило в контрольном варианте 50,3 шт./растение, а при внесении препарата Полибакт, Ж – 52,7 шт., превысив значение контрольного варианта на 2,4 шт. (таблица 3).

По мере роста и развития увеличивалась площадь одного листа, достигая максимального значения в фазе цветения и варьируя в пределах 0,54–0,58 см² в зависимости от условий вегетационного периода. В стадии зеленой спелости площадь одного листа уменьшалась в сравнении с предыдущей фазой и находилась в пределах 0,52–0,55 см² (таблица 4).

В среднем за 2018–2020 гг. площадь листьев на растении увеличивалась, начиная с фазы «елочка» до фазы цветения. В фазе цветения площадь листьев на одном растении была максимальной и составила

27,4 см² в контроле и 30,6 см² при применении препарата Полибакт, Ж (таблица 5).

Площадь листьев на гектаре посева зависит от густоты стояния растений и площади листьев на растении. В наших исследованиях установлено, что различия вариантов по площади листьев отмечены начиная с фазы «елочка». Этот показатель в данной фазе в контрольном варианте составил 13,6 тыс. м²/га, а при применении препарата Полибакт, Ж – 15,5 тыс. м²/га, что выше на 14,0 %.

Отмечен интенсивный прирост листовой поверхности в фазе бутонизации. В этот период в контрольном варианте площадь листьев на одном гектаре посева была 37,1 тыс. м²/га, а при применении препарата Полибакт, Ж – 45,9 тыс. м²/га, т. е. превышала на 8,8 тыс. м²/га или на 23,7 %.

Максимальное значение площади листовой поверхности на гектаре посева было в фазе цветения в варианте с применением препарата Полибакт, Ж. Превышение над контрольным вариантом составило 13,0 % (таблица 6).

Таблица 3 – Влияние препарата Полибакт, Ж на количество листьев на растении льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Количество листьев, шт./растение				
	фаза развития				
	всходы	«елочка»	бутонизация	цветение	зеленая спелость
Контроль (без Полибакт, Ж)	2	20,3	44,3	50,3	39,7
Полибакт, Ж (3,0 л/га)	2	21,7	49,3	52,7	42,7

Таблица 4 – Влияние препарата Полибакт, Ж на площадь одного листа льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Площадь одного листа, см ²				
	фаза развития				
	всходы	«елочка»	бутонизация	цветение	зеленая спелость
Контроль (без Полибакт, Ж)	0,21	0,37	0,47	0,54	0,52
Полибакт, Ж (3,0 л/га)	0,22	0,39	0,51	0,58	0,55

Таким образом, динамика площади листьев в посевах подчиняется определенной закономерности, суть которой в следующем: после появления всходов площадь листьев медленно возрастает, затем темпы нарастания увеличиваются. Площадь листьев может сильно варьировать в течение вегетации в зависимости от применяемых агротехнических приемов и других факторов.

Нами установлен факт увеличения общей листовой поверхности льна-долгунца в фазе цветения при внесении в почву препарата Полибакт, Ж в среднем за годы исследований (2018–2020 гг.) на 13,0 %.

Формирование урожая зависит не только от величины площади листьев, но и от времени ее функционирования. Фотосинтетический потенциал (ФП) за какой-либо период представляет собой сумму величин площади листьев за каждые сутки конкретного периода.

Величина ФП была наибольшей в фазе бутонизации как в контрольном варианте, так и в вари-

анте с применением Полибакт, Ж и достигала 963,8 и 1167,8 тыс. м² сут/га соответственно.

В целом за период вегетации ФП в контрольном варианте составил 1770,8 тыс. м² сут/га, в варианте с применением Полибакт, Ж – 2106,1 тыс. м² сут/га (рисунок 3). Превышение по отношению к контролю составило 335,3 тыс. м² сут/га или 18,9 %.

Одним из показателей, характеризующих продукционный процесс растений, является чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ). Чистая продуктивность фотосинтеза – это количество сухого вещества в граммах, накопленного 1 м² листовой поверхности за 1 сутки. Величина этого показателя для различных сельскохозяйственных культур колеблется в пределах 1...20 г/м²·сут.

В наших исследованиях ЧПФ изменялась по фазам роста и развития растений. В зависимости от фазы развития этот показатель в контрольном варианте находился в пределах 1,2–3,9, в варианте с применением

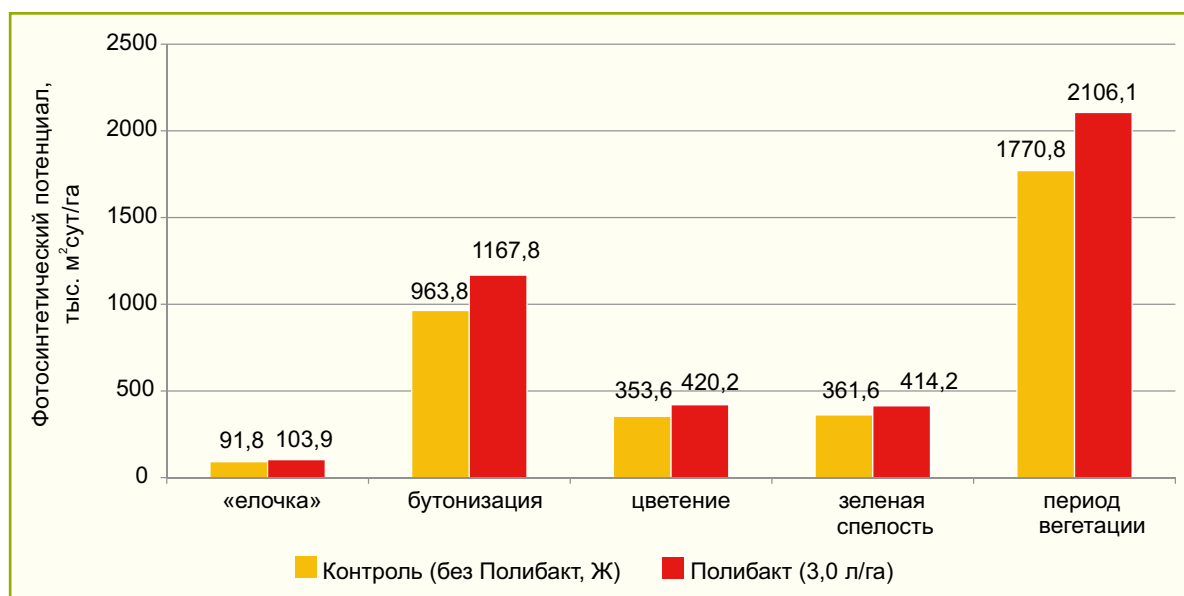


Рисунок 3 – Динамика фотосинтетического потенциала (ФП) по фазам развития льна-долгунца на фоне внесения микробного препарата Полибакт, Ж (среднее, 2018–2020 гг.)

Таблица 5 – Влияние препарата Полибакт, Ж на площадь листьев на растении льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Площадь листьев, см ² /растение				
	фаза развития				
	всходы	«елочка»	бутонизация	цветение	зеленая спелость
Контроль (без Полибакт, Ж)	0,41	7,6	20,7	27,4	20,8
Полибакт, Ж (3,0 л/га)	0,43	8,5	25,1	30,6	23,7

Таблица 6 – Влияние препарата Полибакт, Ж на площадь листьев льна-долгунца (среднее, 2018–2020 гг.)

Вариант	Площадь листьев, тыс. м ² /га				
	фаза развития				
	всходы	«елочка»	бутонизация	цветение	зеленая спелость
Контроль (без Полибакт, Ж)	0,74	13,6	37,1	47,1	35,8
Полибакт, Ж (3,0 л/га)	0,79	15,5	45,9	53,2	41,2
НСР ₀₅	0,2	0,7–1,5	2,1–2,8	1,7–3,2	1,6–2,8

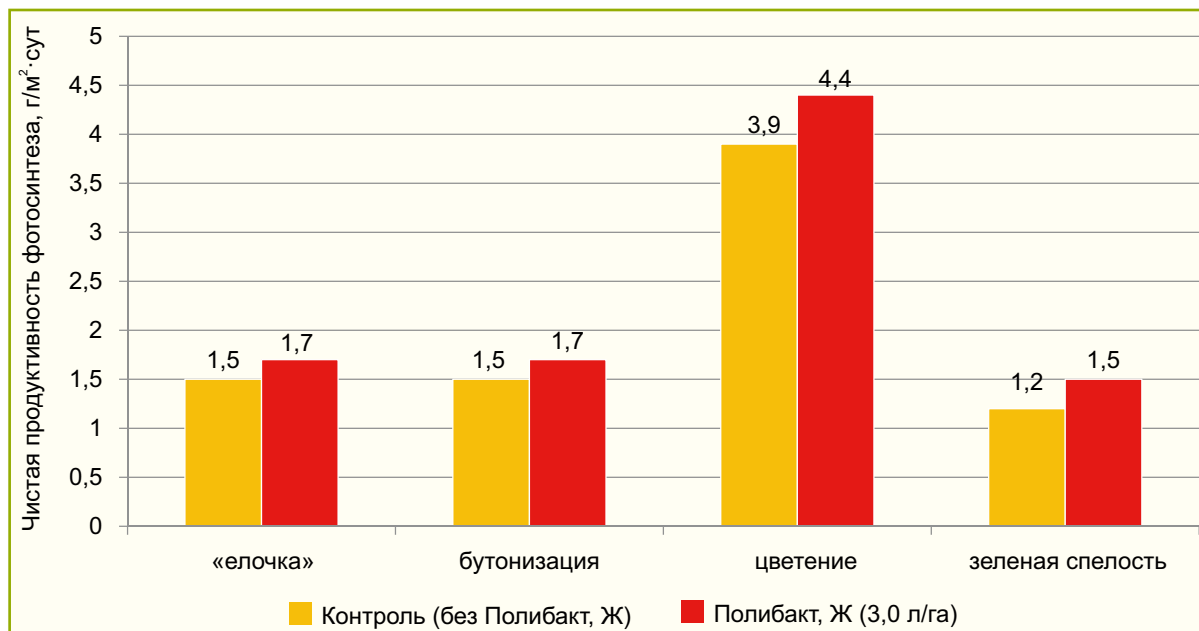


Рисунок 4 – Динамика чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) по фазам развития льна-долгунца на фоне внесения микробного препарата Полибакт, Ж (среднее, 2018–2020 гг.)

Полибакта, Ж – 1,5–4,4 г/м²·сут (рисунок 4). Установлено, что значения чистой продуктивности фотосинтеза увеличивались, начиная с фазы «елочка», и достигали максимальной величины в фазе цветения. Применение препарата Полибакт, Ж обеспечивало повышение этого показателя по сравнению с контрольным вариантом независимо от фазы вегетации. Превышение над контролем составило по фазам развития: «елочка» и бутонизация – 13,3 %, цветение – 12,8 %, зеленая спелость – 25,0 %.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что полевая всхожесть семян льна-долгунца в контрольном варианте в зависимости от года исследований варьировала в пределах 79,5–83,2 % и в среднем за три года составила 81,5 %. При внесении препарата Полибакт, Ж в почву отмечено достоверное повышение этого показателя, который в зависимости от года исследований варьировал в пределах 81,8–85,0 %. Выживаемость растений льна-долгунца в варианте с использованием препарата Полибакт, Ж находилась в пределах от 74,5 % до 82,7 %.

Применение препарата Полибакт, Ж увеличивало количество листьев в фазе «елочка» до 21,7 шт./растение. Максимальное количество листьев отмечено в фазе цветения во всех вариантах опыта и варьировало в пределах 50,3–52,7 шт./растение.

Площадь листьев на гектаре посева в фазе «елочка» в среднем за 2018–2020 гг. в контрольном варианте составила 13,6 тыс. м²/га, а при применении препарата Полибакт, Ж была на уровне 15,5 тыс. м²/га. Максимальные значения площади листовой поверхности на гектаре посева отмечены в фазе цветения при применении препарата Полибакт, Ж. Превышение над контрольным вариантом составило 13,0 %.

Внесение препарата Полибакт, Ж в почву способствует увеличению фотосинтетического потенциала посевов в течение вегетации за счет увеличения листовой поверхности. Также проявляется тенденция к повышению чистой продуктивности фотосинтеза.

Внесение препарата Полибакт, Ж (3,0 л/га) в почву под зяблевую вспашку повышает ЧПФ в фазе цветения на 12,8 %, ФП за период вегетации – на 18,9 % по сравнению с контролем.

Литература

1. Технология и организация производства высококачественной продукции льна-долгунца / В. П. Понажев [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 148 с.
2. Кожемяков, А. П. Перспективы применения биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве / А. П. Кожемяков, А. В. Хотянович // Бюллетень ВИУА. – 1997. – № 10. – С. 4–5.
3. Патыка В. Ф. Роль азотфиксирующих микроорганизмов в повышении продуктивности сельскохозяйственных растений / В. Ф. Патыка, А. В. Калиниченко, М. В. Колмаз // Микробиологический журнал. – 1997. – Т. 59, № 4. – С. 3–14.
4. Умаров, Н. М. Ассоциативная азотфиксация / М. М. Умаров. – М.: МГУ. – 1986. – 132 с.
5. Умаров, М. М. Ацетиленовый метод изучения азотфиксации в почвенно-микробиологических исследованиях / М. М. Умаров // Почвоведение. – 1976. – № 11. – С. 119–123.
6. Отраслевой регламент. Возделывание и уборка льна-долгунца. Типовые технологические процессы. – Минск: Институт льна, 2019. – 15 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
8. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. – Торжок, 1978. – 72 с.
9. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / Б. С. Долгов [и др.]. – М-во сел. хоз-ва СССР. Глав. упр. хлопководства и лубяных культур. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени науч.-исслед. ин-т льна. – Москва: Колос, 1969. – 40 с.

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ГАЛИНА ВЛАДИМИРОВНА ПИРОГОВСКАЯ
к 75-летию со дня рождения
и 50-летию научной и творческой деятельности

Галина Владимировна Пироговская родилась 14 января 1948 г. в д. Ситница Лунинецкого района Брестской области. После окончания школы поступила на географический факультет Белорусского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета им. В. И. Ленина (г. Минск), который окончила **в 1972 г.** по специальности география. После окончания университета была направлена в Белорусский НИИ почвоведения и агрохимии, где прошла путь от старшего лаборанта до заведующего лабораторией новых форм удобрений и мелиорантов, главного научного сотрудника. **В 1983 г.** под руководством доктора биологических наук Т. А. Романовой защитила кандидатскую диссертацию на тему: «Генетические особенности дерновых заболоченных почв Белорусской ССР и их изменение под влиянием осушительной мелиорации».

С 1982 г. Г. В. Пироговской успешно проводились исследования по разработке новых форм минеральных удобрений, обладающих улучшенными характеристиками. Итогом многолетних научных исследований явилась монография «Медленнодействующие удобрения» (2000 г.) и докторская диссертация на тему: «Агроэкологическая роль медленнодействующих удобрений с добавками регуляторов роста растений на почвах Беларуси» (2001 г.). **В 2016 г.** Галине Владимировне присвоено ученое звание профессора по специальности «агрономия».

Пироговская Г. В. является известным ученым в области почвоведения и агрохимии. Ее основные научные интересы относятся к области фундаментальных лизиметрических исследований в стационарном полигоне по изучению баланса элементов питания в системе «атмосферные осадки – почва – грунтовые воды». Начиная **с 1981 г.** и по настоящее время анализируются данные по количеству выпавших атмосферных осадков, температуре воздуха, гидротермическому коэффициенту, бездождным периодам, поступлению элементов питания с атмосферными осадками на поверхность почв, инфильтрации атмосферных осадков и их концентрациям; катионно-анионному составу почвенных растворов, количественным параметрам потерь элементов питания при вымывании из наиболее распространенных почв республики и факторам, влияющим на потери элементов питания. Результаты многолетних лизиметрических исследований (1981–2015 гг.) представлены Пироговской Г. В. в монографии «Поступление, потери элементов питания растений в системе «атмосферные осадки – почва – удобрение – растение».

Коллективом лаборатории новых форм удобрений и мелиорантов под руководством Г. В. Пироговской на протя-



жении многих лет проводятся исследования по разработке новых видов минеральных удобрений с добавками микроэлементов и биологически активных веществ под основные сельскохозяйственные культуры. Галина Владимировна наладила тесное научное сотрудничество с Белорусским государственным технологическим университетом им. С. М. Кирова, с химическими предприятиями страны: ОАО «Гомельский химический завод», ОАО «Гродно Азот», ОАО «Беларуськалий», ОАО «Гомельхимторг», ООО «Белагроферт», УП «АзотХимФор蒂斯». Разработано и освоено промышленное производства 84 новых форм комплексных минеральных удобрений под все сельскохозяйственные культуры, возделываемые в Беларуси. Кроме комплексных минеральных удобрений разработаны также новые формы азотных и азотно-серосодержащих удобрений с модифицированными добавками.

Все удобрения прошли государственную регистрацию, на химических заводах освоено их промышленное производство, разработаны рекомендации по их эффективному применению под сельскохозяйственные культуры. Наиболее широко производились комплексные удобрения для льна, сахарной свёклы, озимого рапса, несколько меньше – для пивоваренного ячменя, картофеля, кукурузы, подсолнечника и многолетних трав.

Пироговской Г. В. накоплен большой объем экспериментальных данных по изучению эффективности влияния новых форм удобрений на экологическое состояние почв в процессе сельскохозяйственного использования, на потери элементов питания из удобрений и почв, снижение радионуклидов и тяжелых металлов в продукции. Выявлены агрономические, экологические и экономические преимущества этих форм удобрений, разработаны рекомендации по применению их на почвах разного гранулометрического состава и различного уровня плодородия под основные сельскохозяйственные культуры. Результаты многолетних экспериментальных исследований представлены автором в монографии «Комплексные минеральные удобрения: разработка, применение, эффективность». В книге представлены результаты экспериментальных научных исследований (1990–2020 гг.) по эффективности новых форм удобрений при возделывании основных сельскохозяйственных культур: зерновых и крупяных, технических (сахарная свёкла, рапс), льна-долгунца и льна масличного, картофеля, многолетних злаковых и бобово-злаковых травосмесей, бобовых, зернобобовых, овощных и зеленых насаждений.

Пироговская Г. В. **автор свыше 500 научных работ**, в том числе 13 авторских свидетельств и 50 патентов (27 – Республики Беларусь, 21 – ЕАПО, 2 – Укрпатент). Ею **подготовлено 4 кандидата сельскохозяйственных наук** по специальности: 06.01.04 – агрохимия.



За большой вклад в развитие агрохимических исследований, многолетнюю плодотворную, добросовестную работу Галина Владимировна была отмечена дипломом «Отличник труда и учёбы» за высокие показатели в труде и учебе (1979 г.); ей присвоено звание «Ударник коммунистического труда» (1984 г.), награждена медалью «За трудовые заслуги» (2006 г.) за разработку новых форм минеральных удобрений и внедрение их в производство; многократно отмечена почётными грамотами Министерства сельского хозяйства и продовольствия, Национальной академии наук Беларуси и Института почвоведения и агрохимии, в 2022 г. был вручен памятный знак «У гонар 100-годдзя Інстытута беларускай культуры», в 2023 г. – нагрудный знак «За вклад в развитие науки» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию».

Галина Владимировна Пироговская является членом ученого совета Института почвоведения и агрохимии,

членом ученого совета по защите докторских и кандидатских диссертаций, членом редколлегии научного журнала «Почвоведение и агрохимия», выполняет рецензии научных статей, программ, отчетов, выступает экспертом и оппонентом кандидатских и докторских диссертаций, участвует в научных конференциях, с лекциями участвует в ежегодных районных и областных семинарах для специалистов агропромышленного комплекса.

Галину Владимировну характеризует творческий подход к делу, способность ставить и решать задачи в исследуемой области. Она широко использует современные методы в своей научной работе, отличается ответственностью за порученное дело, корректна и доброжелательна в общении с коллегами и подчиненными, пользуется авторитетом и уважением в коллективе, имеет связи с ведущими отечественными и зарубежными учеными и научными центрами.



Уважаемая Галина Владимировна!

Примите самые добрые и искренние поздравления с днем рождения! Пройденный Вами жизненный путь – это путь целеустремленного высокопрофессионального человека, решающего сложнейшие задачи во всех сферах своей многогранной деятельности! Вы всегда были неравнодушны к судьбе отечественной науки нашей страны, прилагали и прилагаете огромные усилия к ее совершенствованию и развитию. Ваша плодотворная научная деятельность снискала признание коллег и деловых партнеров. От всей души желаем Вам сохранить на долгие годы энергию, молодость души, долгих и активных лет жизни, крепкого здоровья, благополучия, интересных идей, воплощения в жизнь всех Ваших планов, душевного равновесия, уважения и доверия в коллективе, прекрасного настроения. Пусть Вас окружают любящие близкие, верные друзья, надежные и ответственные коллеги! Оставайтесь такой же позитивной и творческой личностью, а Ваша энергия и жизнелюбие пускай вселяют в окружающих оптимизм и уверенность в будущем!

Администрация и сотрудники Института почвоведения и агрохимии

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

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

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

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

Адрес редакции: Республика Беларусь, 223011, Минский район, аг. Прилуки, ул. Мира, 2-64
Тел./факс: +375 (17) 509-24-89, тел. моб.: +375 29 659-64-47

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

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

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

Подписано в печать 31.03.2023 г. Цена свободная.

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

Формат 60х84/8. Бумага мелованная. Тираж 500 экз. Заказ № 273.

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

