

ницы). На сорте Тома обработка семян на данном фоне обеспечивала получение чистого дохода в размере 10,51 долл./га и рентабельности – 9,3 %, также снижались удельные энергозатраты по сравнению с фоном на 449 МДж/ц (817 МДж/ц) и повышался биоэнергетический коэффициент на 0,72 единицы (2,03 единицы).

Литература

1. Сайганов, А. С. Анализ эффективности производства продукции растениеводства в сельскохозяйственных предприятиях / А. С. Сайганов, А. В. Ленский // Вес. Нац. акадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2015. – № 1. – С. 22–36.
2. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 24 с.
3. Система применения удобрений. Дипломное и курсовое проектирование: метод. указания / УО «Белорус. гос. с.-х. академия»; сост.: С. Ф. Шекунова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2009. – 150 с.
4. Малявко, Г. П. Энергетическая оценка агротехнологий: учеб.-метод. пособие / Г. П. Малявко. – Брянск: изд-во Брянской ГСХА, 2012. – 48 с.
5. Энергоэффективность аграрного производства / В. Г. Гусаков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Отд. аграр. наук, Ин-т экономики, Ин-т энергетики; под общ. ред. акад. В. Г. Гусакова, Л. С. Герасимовича. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 776 с.
6. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
7. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
8. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Глав. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений; сост.: А. В. Пискун [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2017. – 688 с.
9. Возделывание яровой пшеницы / С. И. Гриб [и др.]. // Орг. тех. нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отраслевых регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2005. – С. 46–65.

УДК 633.367.2:631.81:631.559

Динамика накопления основных элементов питания в надземной биомассе в период вегетации и урожайность люпина узколистного в зависимости от макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений

Т. Ф. Персикова, доктор с.-х. наук, М. Л. Радкевич, старший преподаватель
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 24.11.2020 г.)

В статье приведены результаты трехлетних полевых исследований с люпином узколистным сортов Першацвет и Ян по изучению влияния макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на динамику поступления основных элементов питания в период вегетации, на урожайность культуры.

Наибольшее содержание азота, фосфора и калия в сухой биомассе растений к фазе молочно-восковой спелости наблюдается при применении для предпосевной обработки семян Co (хелат), $CuSO_4 \times 5H_2O$, $MnSO_4 \times 5H_2O$ на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Санпронит + Эпин.

Введение

Потребление элементов минерального питания растениями в процессе органогенеза является составной частью круговорота веществ в земледелии. Содержание и соотношение питательных элементов у каждого вида растений изменяется в довольно узких пределах и связано с критическими периодами их роста и развития, длительностью вегетационного периода [1].

Внесение удобрений является основным фактором повышения содержания ряда питательных веществ в растениях вследствие непосредственного участия элементов питания в химических соединениях растений и улучшения условий функционирования растительных организмов [2].

Научно обоснованная система применения удобрений позволяет максимально реализовать потен-

The article presents the results of three-year field studies with narrow-leaved lupine varieties Pershatsvet and Yan to study the effect of macro-, micronutrient fertilizers, plant growth regulators and bacterial fertilizers on the dynamics of the intake of basic nutrients during the growing season, on crop yield.

The highest content of nitrogen, phosphorus and potassium in the dry biomass of plants by the phase of milky-wax ripeness is observed when Co (chelate), $CuSO_4 \times 5H_2O$, $MnSO_4 \times 5H_2O$ are used in pre-sowing seed treatment against the background of $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Phytostimophos + Saprunit + Epin.

циал продуктивности сельскохозяйственных культур, а также получить продукцию с высокими показателями качества [3].

Цель исследований – совершенствование системы питания ценной зернобобовой культуры люпина узколистного, изучение влияния макро-, микроэлементов, регуляторов роста и бактериальных удобрений на динамику накопления основных элементов питания в период вегетации и урожай зерна.

Объекты, условия и методика проведения исследований

Полевые опыты с люпином узколистным сортов зернового направления Першацвет и Ян проводили в 2011–2013 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглин-

ке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком, на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва среднеокультуренная (индекс агрохимической окультуренности – 0,71) и по годам исследований имела низкое и среднее содержание гумуса (1,48–1,69 %), повышенное и среднее – подвижных форм фосфора и калия (238–242 мг/кг; 176–187 мг/кг соответственно), низкое и среднее содержание меди и цинка (1,35–2,82 мг/кг; 1,87–3,26 мг/кг соответственно), низкое содержание Со (0,55–0,6 мг/кг) и Мп обм. (1,5 мг/кг). Реакция почвы была близкой к нейтральной (pH_{KCl} 6,13–6,2).

Различные метеорологические условия в годы исследований дали возможность объективно оценить эффективность применения макро- и микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений в посевах люпина узколистного. В целом погодные условия вегетационных периодов 2011–2013 гг. были подходящими для возделывания люпина.

Агротехника возделывания люпина узколистного (обработка почвы, нормы высева семян, сроки и способы сева) – рекомендуемая современными технологическими регламентами. Предшественник – яровые зерновые. Повторности четырехкратная. Расположение делянок рендомизированное, форма – прямоугольная. Общая площадь делянки составляла 30 м², учетная – 25 м². Минеральные удобрения вносили в дозах N₃₀P₃₀K₉₀ и N₃₀K₉₀. В опытах применяли карбамид (46 % N), аммофос (10 % N, 50 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O), в качестве протравителя – Максим XL (1 л/т). Микроэлементы, регуляторы роста и бактериальные удобрения вводили в пленкообразующие составы при предпосевной обработке семян. В качестве прилипателя использовали 2%-ный рабочий состав NaKMЦ. Для инкрустации семян применяли различные формы микроэлементов в

виде солей: CuSO₄ × 5H₂O; ZnSO₄ × 7H₂O; Na₃[Co(NO₂)₆]; MnSO₄ × 5H₂O и однокомпонентные микроэлементы в хелатной форме – NaCuH(edta) × nH₂O; NaZnH(edta) × nH₂O; NaCoH(edta) × nH₂O. Также совместно с микроэлементами в инкрустационные составы вводили регуляторы роста растений Эпин, Эпин Н, Эпин К в норме 80 мл/т. Бактериальные удобрения, созданные в Институте микробиологии НАН Беларуси, Фитостимифос и Сапронит для инокуляции семян применяли в норме 200 мл на гектарную норму высева. Схемой опыта было предусмотрено также изучение жидкого комплексного удобрения ЖКУ, разработанного в РУП «Институт почвоведения и агрохимии», которое содержит главные для растений элементы питания – азот (61 г/л), фосфор (86 г/л), калий (123 г/л), а также добавки микроэлементов – бор (1,8 г/л) и молибден в хелатной форме. ЖКУ применяли в фазе бутонизации культуры в виде некорневой подкормки (4 л/га) [5].

Анализы растительных проб проводили по соответствующим методикам: азот, фосфор, калий – в одной навеске после мокрого озоления по методу ЦИНАО; фосфор – на фотоэлектроколориметре (ГОСТ 26657-97), калий – на пламенном фотометре, азот – по Кьельдалю (ГОСТ 13496-93) [6]. Учет урожая – сплошным поделяночным способом. Статистическая обработка результатов исследований – методом дисперсионного анализа на ЭВМ.

Результаты исследований и их обсуждение

По результатам трехлетних наблюдений было установлено, что наибольшая концентрация азота, фосфора и калия у обоих изучаемых сортов наблюдалась в начальные периоды роста и развития, которая постепенно снижалась в процессе онтогенеза. Внесение различ-

Таблица 1 – Содержание основных элементов питания в растениях люпина узколистного по фазам развития (среднее, 2011–2013 гг.)

Вариант	Содержание основных элементов питания, % на сухое вещество											
	фазы развития растений, сорт Першацвет											
	стеблевание			бутонизация			зернообразование			молочно-восковая спелость		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль (без удобрений)	2,77	0,52	2,76	3,25	0,58	2,87	2,30	0,46	2,07	1,95	0,41	1,61
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	3,01	0,57	2,79	3,30	0,63	2,94	2,41	0,50	2,24	2,08	0,45	1,68
3. N ₃₀ K ₉₀	3,17	0,58	2,82	3,47	0,66	3,04	2,51	0,52	2,34	2,13	0,46	1,71
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Ф* + С*	3,25	0,65	2,86	3,50	0,70	3,10	2,57	0,58	2,38	2,26	0,51	1,75
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Ф* + С* + Э* (фон)	3,31	0,67	2,92	3,52	0,75	3,19	2,67	0,62	2,42	2,35	0,54	1,80
6. Фон + ЖКУ	3,57	0,70	3,32	3,79	0,79	3,51	3,12	0,65	2,66	2,54	0,57	2,00
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Ф* + С* + Эпин К	3,48	0,69	2,97	3,68	0,75	3,19	2,98	0,63	2,46	2,62	0,55	1,80
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Ф* + С* + Эпин Н	3,50	0,67	2,98	3,68	0,77	3,19	3,00	0,61	2,47	2,68	0,56	1,80
9. Фон + CuSO ₄ × 5H ₂ O	3,62	0,69	3,09	3,81	0,79	3,30	3,03	0,63	2,57	2,78	0,58	1,89
10. Фон + Cu (хелат)	3,63	0,72	3,26	3,90	0,81	3,50	3,08	0,66	2,70	2,85	0,59	1,94
11. Фон + ZnSO ₄ × 7H ₂ O	3,62	0,75	3,07	3,79	0,83	3,17	3,16	0,68	2,44	2,66	0,60	1,74
12. Фон + Zn (хелат)	3,63	0,72	3,37	3,83	0,82	3,50	3,14	0,65	2,70	2,76	0,59	2,04
13. Фон + Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	3,62	0,80	3,51	3,88	0,88	3,79	3,16	0,72	2,98	2,92	0,65	2,22
14. Фон + Со (хелат)	3,72	0,85	3,75	4,01	0,94	4,01	3,33	0,77	3,26	3,02	0,67	2,48
15. Фон + MnSO ₄ × 5H ₂ O	3,69	0,89	3,69	3,97	0,97	3,97	3,19	0,81	3,25	2,97	0,72	2,44
HCP ₀₅	0,051	0,016	0,018	0,033	0,019	0,019	0,039	0,016	0,025	0,021	0,012	0,015

Примечание – *Ф – фитостимифос; С – сапронит; Э – эпин.

ных доз минеральных удобрений влияло на динамику накопления основных элементов питания во время вегетации изучаемых сортов люпина узколистного, наибольшее содержание наблюдалось в варианте $N_{30}K_{90}$. У сорта Першацвет (таблица 1) в фазе бутонизации содержание азота составило 3,47 %, фосфора – 0,66 %, калия – 3,04 %, что соответственно на 0,22 %, 0,08 и 0,17 % превысило вариант без удобрений (контроль). Следует отметить, что тенденция более высокого накопления элементов питания на данном уровне минерального питания сохранилась и в последующих фазах развития. Так, у сорта Ян (таблица 2) содержание азота, фосфора и калия к фазе молочно-волосковой спелости составило соответственно 2,47 % (+0,16 % к контролю), 0,44 % (+0,16 % к контролю) и 1,59 % (+0,14 % к контролю).

Специфичность культуры люпина состоит в том, что он обладает особой способностью к усвоению фосфора из труднодоступных соединений [4]. Это прослеживается и в наших исследованиях. Так, в варианте без внесения фосфорных удобрений содержание фосфора в растениях не снижалось относительно варианта с полным внесением НРК или было одинаковым. У сорта Першацвет в фазе молочно-восковой спелости содержание фосфора в вариантах $N_{30}P_{30}K_{90}$ и $N_{30}K_{90}$ составило 0,45 % и 0,46 % соответственно. Концентрация фосфора в сухой биомассе в фазе молочно-восковой спелости у сорта Ян в варианте $N_{30}K_{90}$ была на 0,03 % выше варианта $N_{30}P_{30}K_{90}$ и составила 0,44 %.

Влияние инокуляции семян бактериальными удобрениями Фитостимифос и Сапронит на химический состав растений люпина узколистного обоих сортов проявлялось в начальный период и в основном в отношении содержания азота. При применении данных бактериальных удобрений концентрация азота в фазе стеблевания

сорта Першацвет составила 3,25 %, сорта Ян – 3,31 %.

Повышение концентрации элементов питания в сухой биомассе растений люпина узколистного происходило и при применении жидкого комплексного удобрения для бобовых культур. К фазе молочно-восковой спелости (сорт Першацвет) в данном варианте опыта наблюдалось 2,54 % азота, 0,57 % фосфора и 2,0 % калия. Содержание азота, фосфора и калия в растениях сорта Ян к фазе молочно-восковой спелости в данном варианте составило 2,82 %, 0,58 % и 1,83 % соответственно.

Среди вариантов опыта, где применена обработка семян микроэлементами, у сорта Першацвет наибольшее содержание азота, фосфора и калия наблюдалось в вариантах с применением кобальта и марганца. Так, применение хелатной формы кобальта увеличивало в фазе бутонизации содержание азота по отношению к фоновому варианту на 0,49 %, фосфора – на 0,19 %, калия – на 0,82 %. К фазе молочно-восковой спелости в данном варианте опыта отмечалось 3,02 % азота, 0,67 % фосфора и 2,48 % калия. Такую концентрацию элементов питания можно считать оптимальной, так как данный вариант опыта обеспечил получение наибольшей продуктивности.

Содержание азота, фосфора и калия в фазе бутонизации при инкрустации семян сульфатом марганца было выше фонового варианта $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин на 0,45 %, 0,22 % и 0,78 % соответственно.

На сорте Ян в вариантах с применением микроэлементов при предпосевной обработке семян наибольшая концентрация элементов питания на момент последнего учета наблюдалась в варианте $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Со (хелат). В результате концентрация азота составила 3,11 %, фосфора – 0,70 %, калия – 1,95 %. Необходимо отметить, что повышение

Таблица 2 – Содержание основных элементов питания в растениях люпина узколистного по фазам развития (среднее, 2011–2013 гг.)

Вариант	Содержание основных элементов питания, % на сухое вещество											
	фазы развития растений, сорт Ян											
	стеблевание			бутонизация			зернообразование			молочно-восковая спелость		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль (без удобрений)	3,02	0,51	2,79	3,32	0,56	2,94	2,61	0,47	2,57	2,31	0,38	1,45
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	3,07	0,55	2,88	3,39	0,60	3,00	2,69	0,50	2,59	2,43	0,41	1,54
3. $N_{30}K_{90}$	3,09	0,57	2,93	3,47	0,64	3,09	2,80	0,53	2,68	2,47	0,44	1,59
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ф* + С*	3,21	0,64	2,98	3,49	0,68	3,13	2,80	0,58	2,72	2,56	0,49	1,65
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ф* + С* + Э* (фон)	3,31	0,65	3,00	3,66	0,70	3,13	2,96	0,60	2,74	2,72	0,50	1,64
6. Фон + ЖКУ	3,58	0,73	3,50	3,84	0,79	3,65	3,15	0,67	3,10	2,82	0,58	1,83
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ф* + С* + Эпин К	3,36	0,67	3,19	3,64	0,71	3,48	2,92	0,62	2,81	2,64	0,53	1,74
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ф* + С* + Эпин Н	3,41	0,69	3,25	3,75	0,75	3,47	2,97	0,63	2,85	2,65	0,56	1,80
9. Фон + $CuSO_4 \times 5H_2O$	3,69	0,71	3,29	3,94	0,77	3,54	3,12	0,64	2,85	2,88	0,57	1,82
10. Фон + Cu (хелат)	3,64	0,74	3,35	3,87	0,81	3,60	3,14	0,69	2,87	2,86	0,60	1,83
11. Фон + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	3,55	0,74	3,19	3,81	0,80	3,52	3,06	0,68	2,82	2,78	0,58	1,72
12. Фон + Zn (хелат)	3,60	0,76	3,38	3,81	0,83	3,71	3,09	0,73	2,98	2,84	0,64	1,89
13. Фон + $Na_3[Co(NO_2)_6]$	3,73	0,81	3,44	4,00	0,87	3,75	3,23	0,76	3,07	2,96	0,67	1,91
14. Фон + Со (хелат)	3,98	0,86	3,60	4,21	0,90	3,92	3,45	0,78	3,12	3,11	0,70	1,95
15. Фон + $MnSO_4 \times 5H_2O$	3,87	0,86	3,41	4,07	0,94	3,71	3,33	0,79	2,99	3,10	0,71	1,88
НСР ₀₅	0,017	0,013	0,018	0,018	0,013	0,018	0,020	0,014	0,016	0,019	0,014	0,022

Примечание – *Ф – фитостимифос; С – сапронит; Э – эпин.

концентрации элементов питания в растениях люпина узколистного происходило и при применении кобальта в минеральной форме.

Химический состав растений является основой для расчета выноса элементов питания с урожаем. На сорте Першацвет максимальная урожайность (31,6 и 31,4 ц/га зерна) была получена при инкрустации семян хелатной формой кобальта и минеральной формой меди. Общий вынос определялся продуктивностью люпина узколистного: в варианте с Со (хелат) по азоту составил 180,6 кг/га, по фосфору – 44,8 кг/га, калию – 121,6 кг/га, при применении сульфата меди – 165,4 кг/га, 36,4 и 109,4 кг/га соответственно (таблица 3).

На сорте Ян применение микроэлементов при предпосевной обработке семян позволило получить в среднем за 2011–2013 гг. урожайность 25,7–29,4 ц/га зерна. Получение урожайности на уровне 29,4 ц/га и 28 ц/га обеспечила инкрустация семян кобальтом (хелатная форма) и сульфатом марганца на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин. В этих вариантах общий вынос был наибольшим по опыту на данном сорте. В варианте $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Со (хелат) общий вынос возрос по сравнению с фоновым вариантом по азоту на 48,2 кг/га, фосфору – 19,2 кг/га, калию – 35,4 кг/га. Общий вынос азота в варианте с сульфатом марганца на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин составил 161,2 кг/га (+42,2 кг/га к фону), фосфора – 42,9 кг/га (+16,7 кг/га), калия – 123,8 кг/га (+26,6 кг/га к фону).

Анализ долевого участия изучаемых факторов на сорте Першацвет показал, что за счет погодноклиматических условий и почвенного плодородия в оптимальном по урожайности варианте ($N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Со (хелат)) формировалось 17,2 ц/га зерна или 54 %. Доля минеральных удобрений в прибавке урожая составила 8 %, бактериальных препаратов (Сапронит и Фитостимифос) – 4 %, регулятора роста Эпин – 8 %, микроэлемента Со – 28 %.

Несколько выше был вклад почвенного плодородия и условий произрастания в урожай зерна сорта Ян – 63 %. Доля минеральных удобрений в прибавке урожая также составила 8 %, бактериальных препаратов (Сапронит и Фитостимифос) – 4 %. Значительно ниже в отличие от сорта Першацвет был вклад регулятора роста Эпин – 4 %, на 7 % ниже было влияние микроэлементов.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что содержание основных элементов питания в сухой биомассе люпина узколистного в период вегетации, а также их накопление в урожае зависят от применения макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений.

Изучаемые сорта люпина узколистного имели различную концентрацию азота, фосфора и калия в период их роста и развития. На сорте Першацвет наибольшая концентрация азота, фосфора и калия в сухой биомассе растений отмечалась при применении $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Со (хелат) и составила по азоту 3,02 %, фосфору – 0,67 %, калию – 2,48 %. Данный вариант опыта обеспечивал получение максимальной продуктивности – 31,6 ц/га зерна при общем выносе азота 180,6 кг/га, фосфора – 44,8 кг/га, калия – 121,6 кг/га. Эффективным было применение на данном сорте сульфата меди при инкрустации семян – урожайность составила 31,4 ц/га зерна, общий вынос азота, фосфора и калия – 144,6 кг/га, 32,4 и 121,2 кг/га соответственно.

Наибольшая концентрация азота, фосфора и калия в сухой надземной биомассе растений люпина узколистного сорта Ян отмечалась в фазе бутонизации культуры. Наибольшая урожайность (29,4 и 28 ц/га зерна) обеспечивается при инкрустации семян хелатной формой кобальта и сульфатом марганца на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин. В данных вариантах

Таблица 3 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериальных препаратов и регулятора роста на урожай зерна сортов люпина узколистного и вынос элементов питания (среднее, 2011–2013 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га зерна		Общий вынос, кг/га					
	сорт Першацвет	сорт Ян	сорт Першацвет			сорт Ян		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль (без удобрений)	17,2	18,6	89,6	18,2	63,0	90,8	16,6	71,8
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	19,5	20,9	103,2	21,8	77,6	103,4	20,0	84,9
3. $N_{30}K_{90}$	20,6	21,0	107,0	22,4	81,8	105,3	22,2	86,8
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ф + С	20,8	22,0	113,4	23,6	86,4	110,8	24,7	94,4
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ф + С + Э (фон)	22,9	23,2	123,2	25,9	89,5	119,0	26,2	97,2
6. Фон + ЖКУ	26,6	27,3	142,9	34,7	106,3	147,8	33,7	119,6
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ф + С + Эпин К	24,1	23,3	130,3	29,1	98,7	121,3	27,2	104,4
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Ф + С + Эпин Н	24,2	23,7	132,3	30,1	101,6	123,8	28,5	104,0
9. Фон + $CuSO_4 \times 5H_2O$	31,4	27,3	165,4	36,4	109,4	144,6	32,4	121,2
10. Фон + Со (хелат)	27,9	26,6	160,7	37,3	117,2	140,6	32,2	108,8
11. Фон + $ZnSO_4 \times 7H_2O$	24,2	25,7	141,2	33,1	97,2	134,9	30,9	114,3
12. Фон + Zn (хелат)	27,2	26,5	152,9	36,3	107,5	143,8	32,8	118,0
13. Фон + $Na_3[Co(NO_2)_6]$	25,8	26,1	149,0	38,1	110,1	144,5	34,2	118,4
14. Фон + Со (хелат)	31,6	29,4	180,6	44,8	121,6	167,2	45,4	132,6
15. Фон + $MnSO_4 \times 5H_2O$	28,6	28,0	165,6	43,9	119,5	161,2	42,9	123,8
HCP ₀₅	1,5–1,6	1,5–1,7						

опыта к концу вегетации в сухой биомассе растений наблюдается и самая высокая концентрация азота – 3,11 и 3,1 %, фосфора – 0,7 и 0,71 %, калия – 1,95 и 1,88 % соответственно. Общий вынос элементов питания при данных системах удобрения по азоту составил 167,2 и 161,2 кг/га, фосфору – 45,4 и 42,9 кг/га, калию – 132,6 и 123,8 кг/га соответственно.

Литература

1. Эффективность биопрепаратов и регуляторов роста при разных уровнях минерального питания льна-долгунца: моногр. / С. П. Кукреш [и др.]. – Минск: Экоперспектива, 2009. – 126 с.
2. Кожевникова, О. П. Продуктивность однолетних кормовых культур в поливидовых посевах различного направления использования в лесостепи Среднего Поволжья: дис. ... канд. с.-

х. наук: 06.01.09 / О. П. Кожевникова; Самар. гос. с.-х. акад. – Кинель, 2004. – 223 л.

3. Барбасов, Н. В. Влияние минеральных удобрений и регулятора роста на продуктивность, вынос элементов питания и аминокислотный состав зерна ячменя кормового назначения / Н. В. Барбасов // Вестник БГСХА. – 2019. – № 4. – С. 116–121.
4. Такунов, И. П. Люпин в земледелии России / И. П. Такунов. – Брянск: «Придесенье», 1996. – 372 с.
5. Персикова, Т. Ф. Влияние условий питания на химический состав продукции и вынос элементов питания люпином узколистным / Т. Ф. Персикова, М. Л. Радкевич // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 1. – С. 211–220.
6. Агрохимия: лабораторный практикум: учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по агрономическим специальностям / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 276 с.

УДК 632.952:633.853.494 «324»:631.559

Роль протравителей в снижении развития болезней и формировании урожайности озимого рапса

Н. В. Лешкевич, научный сотрудник, С. Ф. Буга, доктор с.-х. наук
Институт защиты растений

(Дата поступления статьи в редакцию 27.11.2020 г.)

В статье приведены данные исследований биологической и хозяйственной эффективности протравителей семян в защите озимого рапса от болезней. Протравители способствовали снижению их инфицированности грибами-возбудителями болезней на 84,5–100 %, повышению лабораторной на 11,2–22,0 % и полевой всхожести на 2,0–15,0 %. За счет снижения развития болезней предпосевная обработка позволила сохранить дополнительно до 8,2 ц/га.

Введение

Грибные болезни озимого рапса являются одним из значимых факторов недобора урожая [1, 2]. Семена озимого рапса являются источником инфекции многих возбудителей болезней – альтернариоза, склеротиниоза, фомоза, фузариоза, ложной мучнистой росы, поэтому протравливание является важным элементом их подготовки к севу [10]. Обеззараживание посевного материала озимого рапса проводят с целью уничтожения наружной и внутренней инфекции и стабилизации урожайности культуры. Зараженные семена имеют пониженную полевую всхожесть, из них развиваются ослабленные всходы, а в дальнейшем – больные растения с пониженной жизнеспособностью [4]. Для большинства болезней – плесневения семян, альтернариоза, фомоза, склеротиниоза и других – семена и почва являются важнейшими источниками инфекции [12].

Ежегодный мониторинг инфицированности семян показал их высокую зараженность грибами-возбудителями болезней [10]. Более высокие показатели зараженности семян озимого рапса характерны для грибов *Alternaria* spp. и *Fusarium* spp., которые влияют не только на количество урожая, но и на его качество. Это связано со способностью этих грибов производить микотоксины, которые опасны для здоровья людей и животных [3].

The article presents research data on the biological and economic effectiveness of seed protectants in protecting winter rapeseed against the diseases. Protectants have helped to reduce their infection with fungi-pathogens for 84,5–100 %, increase laboratory for 11,2–22,0 % and field germination for 2,0–15,0 %. By reducing the development of diseases, pre-sowing treatment has allowed to keep additionally 8,2 cwt/ha.

Среди болезней, поражающих озимый рапс, альтернариоз – одна из наиболее широко распространенных и вредоносных [8]. Возбудители альтернариоза – грибы *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc., *A. brassicicola* (Schwein.) Wiltshire и *A. japonica* Yoshii, J. [4, 14]. Данные возбудители по типу питания являются факультативными паразитами, поэтому поражение болезнью усиливается на ослабленных растениях [7].

Основным приемом, позволяющим защитить семена и проростки от возбудителей болезней на ранних этапах онтогенеза растений, основой для получения здоровых и дружных всходов является протравливание семян.

Цель исследований – изучить особенности действия протравителей семян на развитие болезней и формирование урожая озимого рапса.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в лаборатории защиты кормовых и технических культур и на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в 2015–2017 гг. Агротехника в опытах общепринятая для возделывания озимого рапса в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь.

Протравливание семян осуществляли с использованием протравочной машины «Неге-11». Сев озимого