

АГРОНОМИЧЕСКАЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

М. Л. РАДКЕВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: rml0916@mail.ru

(Поступила в редакцию 02.04.2020)

В статье сообщаются результаты исследования различных доз минеральных удобрений, применения бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроудобрений при возделывании люпина узколистного сортов зернового направления Першацвет и Ян. Наибольшая агрономическая эффективность окупаемости 1 кг NPK кг зерна у сортов Першацвет и Ян отмечена в среднем за 3 года в вариантах с применением микроэлементов для инкрустации семян. Максимальная урожайность зерна люпина узколистного у изучаемых сортов достигалась при включении в предпосевную обработку кобальта в хелатной форме, урожайность составила соответственно 31,6 29,4 и ц/га соответственно, наивысшей по вариантам опыта была и окупаемость 1 кг NPK кг зерна 9,6 и 7,2 кг. Высокоэффективным приемом является обработка посевов люпина узколистного жидким комплексным удобрением для бобовых культур в фазу бутонизации. У изучаемых сортов получена прибавка урожайности относительно фонового варианта (+3,7 ц/га сорт Першацвет и +4,1 ц/га сорт Ян), при высоких показателях коэффициента энергоотдачи и рентабельности. Применение регуляторов роста растений, бактериальных удобрений и микроэлементов на фоне минеральных удобрений эффективно, так как наряду с повышением урожайности они обеспечивают снижение затрат совокупной энергии. У сорта Першацвет наибольшая стоимость прибавки, производственные затраты и чистый доход отмечены в вариантах с применением хелатной формы кобальта и сульфата меди, которые составили 165,6, 90,4, 75,2 долл./га и 163,3, 88,6, 74,7 долл./га соответственно, при рентабельности 83,3 и 84,3 %. У сорта Ян максимальная рентабельность (56,8 %) была в варианте с включением в предпосевную обработку семян хелатной формы кобальта.

Ключевые слова: люпин узколистный, микроудобрения, бактериальные удобрения, регуляторы роста растений, окупаемость, энергетическая эффективность, рентабельность.

The article presents results of research into various doses of mineral fertilizers, the use of bacterial fertilizers, growth regulators and micronutrient fertilizers during the cultivation of narrow-leaved lupine varieties of grain direction Pershatsvet and Ian. The highest agronomic payback efficiency of 1 kg of NPK per kg of grain in Pershatsvet and Ian varieties was observed on average for 3 years in variants using microelements for seed incrustation. The maximum yield of narrow-leaved lupine grain in the studied varieties was achieved when cobalt in chelate form was included in the pre-sowing treatment, the yield was 3.16 and 2.94 t / ha, respectively, and also there was the highest payback of 1 kg of NPK – 9.6 and 7 kg of grain, according to the variants of the experiment. A highly effective method is the treatment of crops of narrow-leaved lupine with liquid complex fertilizer for legumes in the budding phase. For the studied varieties, an increase in the yield compared to background variant was obtained (+0.37 t / ha for variety Pershatsvet and +0.41 t / ha for variety Ian), with high rates of energy transfer coefficient and profitability. The use of plant growth regulators, bacterial fertilizers and microelements against the background of mineral fertilizers is effective, since along with an increase in yield they provide a reduction in total energy costs. The Pershatsvet variety has the highest cost of increase, production costs and net income were noted in variants using the chelated form of cobalt and copper sulfate, which amounted to 165.6, 90.4, 75.2 dollar / ha and 163.3, 88.6, 74.7 dollar / ha, respectively, with a profitability of 83.3 and 84.3 %. In Ian variety, the maximum profitability (56.8 %) was in the variant with the inclusion of chelated form of cobalt in the pre-sowing treatment of seeds.

Key words: narrow-leaved lupine, micronutrient fertilizers, bacterial fertilizers, plant growth regulators, payback, energy efficiency, profitability.

Введение

На современном этапе развития агропромышленного комплекса Беларуси значительное внимание уделяется проблеме обеспеченности достаточным количеством кормового белка и снижению затрат на его производство [1]. Дефицит белка в кормопроизводстве различных стран по экспертным оценкам составляет 20–25 % от общей потребности [2, 3]. Выращивание разных видов зернобобовых культур будет покрывать потребности не только в кормовом белке, но и в пищевом.

Расширение площади посевов такой ценной культуры как люпин узколистный, будет способствовать не только решению проблемы дефицита кормового белка, но благодаря его уникальным биологическим особенностям, и повышению плодородия почвы с одновременным улучшением ее физического, агрохимического и фитосанитарного состояния.

В настоящее время большое внимание уделяется разработке и внедрению в производство ресурсосберегающих систем удобрений сельскохозяйственных культур [4]. Наиболее эффективным и быстродействующим фактором, способствующим повышению урожайности и качества сельскохозяйственных культур, являются удобрения [5]. Одним из резервов повышения урожайности с.-х. культур, в том числе и зернобобовых, является широкое внедрение в технологии возделывания микроудобрений. Интерес представляет применение регуляторов роста растений, использование которых позволит повысить устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды и будет способствовать увеличению урожайности. В настоящее время все большую популярность получают использование в технологии возделывания культуры элементов биологического земледелия, позволя-

ющие при наличии высокого сортового потенциала обеспечить увеличение продуктивности растений. Одним из таких широко внедряемых элементов являются микробиологические удобрения [6].

Таким образом, с точки зрения энергосберегающей и экологически безопасной технологии возделывания перспективными приемами повышения продуктивности люпина узколистного является применение регуляторов роста, бактериальных удобрений, макро- и микроудобрений [7]. В связи с этим целью исследований было изучение эффективности макро- и микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений при возделывании люпина узколистного.

Основная часть

Схемой опыта предусматривалась оценка эффективности применения минеральных удобрений, совместного применения бактериальных удобрений, регулятора роста и микроэлементов в предпосевной обработке семян люпина узколистного на урожайность и качественный состав зерна. Объектом исследований являлись сорта люпина узколистного зернового направления Першацвет и Ян.

На территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2011–2013 гг. были заложены полевые опыты. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком, характеризовалась следующими агрохимическими показателями: низким и средним содержанием гумуса (1,48–1,69 %), повышенным и средним – подвижных форм фосфора и калия (238–242 мг/кг; 176–187 мг/кг соответственно), низким и средним содержанием меди и цинка (1,35–2,82 мг/кг; 1,87–3,26 мг/кг) соответственно, низким содержанием Со (0,55–0,6 мг/кг) и $Mn_{обм.}$ (1,5 мг/кг). Реакция почвы была близкой к нейтральной (рН KCl -6,13-6,2), средней степенью окультуренности (ИО=0,71).

Агротехника возделывания люпина узколистного (обработка почвы, нормы высева семян, сроки и способы сева) рекомендуемая современными технологическими регламентами [8]. Предшественник – яровые зерновые. Опыты были заложены в четырехкратной повторности. Расположение делянок рендомизированное, форма – прямоугольная. Общая площадь делянки составила 30 м², учетная – 25 м².

Минеральные удобрения вносились общим фоном в дозах $N_{30}P_{30}K_{90}$. В опытах применялись карбамид (46 % N), аммофос (10 % N, 50 % P_2O_5), хлористый калий (60 % K_2O). Микроэлементы, регуляторы роста и бактериальные удобрения вводили в пленкообразующие составы при предпосевной обработке семян. В качестве прилипателя использовали 2 % – ный раствор $NaKMnO_4$. Для инкрустации семян применялись различные формы микроэлементов в виде солей: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (после стабилизации гидроксидом аммония), $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $Na_3[Co(NO_2)_6]$, $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ и однокомпонентные микроэлементы в хелатной форме – Cu(хелат), Zn(хелат), Co(хелат). Также совместно с микроэлементами в инкрустационные составы вводился регулятор роста Эпин и бактериальные удобрения (Фитостимифос и Сапронит). Одним из вариантов опыта являлась некорневая подкормка ЖКУ для бобовых.

В наших исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при возделывании люпина узколистного применение минеральных удобрений, бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроэлементов характеризовалось различными показателями агроэкономической эффективности. Применение минеральных удобрений до посева в дозе 150 кг NPK увеличивало урожайность зерна люпина узколистного сорта Першацвет на 2,3 ц/га по сравнению с контролем (табл. 1). Внесенные азотных и калийных удобрений способствовало возрастанию урожайности зерна на 3,2 ц/га.

Таблица 1. Агрономическая эффективность применение минеральных удобрений, бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроэлементов в посевах люпина узколистного сортов зернового направления

Вариант	Сорт Першацвет			Сорт Ян		
	урож., ц/га среднее 2011-2013 гг.	прибавка к контролю, ц/га	окупае- мость 1 кг NPK, кг зерна	урож., ц/га среднее 2011-2013 гг.	прибавка к контро- лю, ц/га	окупае- мость 1 кг NPK, кг зерна
1. Контроль (без удобрений)	17,2	–	–	18,6	–	–
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	19,5	+2,3	1,5	20,9	+2,3	1,5
3. $N_{30}K_{90}$	20,6	+3,4	2,8	21,0	+2,4	2,0
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит	20,8	+3,6	2,4	22,0	+3,4	2,3
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин (ФОН)	22,9	+5,7	3,8	23,2	+4,6	3,1
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин+ЖКУ	26,6	+9,4	6,3	27,3	+8,7	5,8
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-К	24,1	+6,9	4,6	23,3	+4,7	3,1
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-Н	24,2	+7,0	4,7	23,7	+5,1	3,4
9. (ФОН)+ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	31,4	+14,2	9,5	27,3	+8,7	5,8
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	27,9	+10,7	7,1	26,6	+8,0	5,3
11. (ФОН)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	24,2	+7,0	4,7	25,7	+7,1	4,7
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	27,2	+10,0	6,7	26,5	+7,9	5,3
13. (ФОН)+ $Na_3[Co(NO_2)_6]$	25,8	+8,6	5,7	26,1	+7,5	5,0
14. (ФОН)+ Co(хелат)	31,6	+14,4	9,6	29,4	+10,8	7,2
15. (ФОН)+ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$	28,6	+11,4	7,6	28,0	+9,4	6,3
$HCPO_5$	1,5–1,6			1,5–1,7		

Урожайность зерна в фоновом варианте $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин составила 22,9 ц/га. Некорневая подкормка ЖКУ 5-7-10 для бобовых в фазу бутонизации обеспечивала получение урожайности зерна в 26,6 ц/га, прибавка к контролю составила 9,4 ц/га, к фону $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин 3,7 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 6,3 кг зерна.

Наибольшая агрономическая эффективность окупаемости 1 кг NPK кг зерна отмечена в среднем за 3 года в вариантах с применением микроэлементов для инкрустации семян. Так на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин она составляла от 4,7 кг/кг до 9,6 кг/кг. Максимальная урожайность зерна люпина узколистного сорта Першацвет достигалась при включении в предпосевную обработку сульфата меди и кобальта в хелатной форме, урожайность в данных вариантах составила соответственно 31,4 и 31,6 ц/га соответственно, наивысшей по вариантам опыта была и окупаемость 1 кг NPK кг зерна 9,5 и 9,6 кг.

В среднем за 2011–2013 гг. урожайность люпина узколистного сорта Ян колебалась от 18,6 ц/га в варианте без удобрений до 29,4 ц/га в варианте $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос+ сапронит+ эпин+ Со(хелат). Окупаемость 1 кг NPK кг зерна составила 1,5–7,2 кг зерна. Применение меди и цинка в минеральной и хелатной формах обеспечивало получение урожайности зерна 25,7–27,3 ц/га. Высокая окупаемость 1 кг NPK кг зерна была при применении сульфата марганца, которая составила 6,3 кг, урожайность 28 ц/га.

Объективное и долгосрочное представление об эффективности используемых приемов дает расчет энергетической эффективности. Важно разрабатывать и использовать энергосберегающие технологии, при которых меньше затрачивается энергии на производство растениеводческой продукции [9].

В вариантах $N_{30}P_{30}K_{90}$ и $N_{30}K_{90}$ у сорта Першацвет показатели общих и удельных энергозатрат составили 5285,52 и 4191,84 МДж/га и 2298,49 и 1746,00 МДж/га, коэффициент энергоотдачи – 0,78 и 1,03 (табл. 2). В фоновом варианте $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит+эпин в сравнении с вариантом без удобрений общие и дельные энергозатраты составили 5960,42 МДж/га и 1295,74 МДж/га, энергетический коэффициент – 1,39. Обработка посевов люпина узколистного ЖКУ увеличивала общие энергозатраты по сравнению с фоном на 1201,3 МДж/га, удельные энергозатраты снизились на 472,55 МДж/га, а коэффициент энергоотдачи увеличился на 0,8.

Таблица 2. Энергетическая эффективность применения минеральных удобрений в посевах люпина узколистного в среднем за три года исследований, (2011–2013 гг.)

Варианты	Прибавка ц/га	Содержание энергии в прибавке урожая, МДж/га	Общие энергозатраты, МДж/га	Удельные энергозатраты, МДж/ц	Коэффициент энергоотдачи
Сорт Першацвет					
1. контроль (без удобрений)	–	–	–	–	–
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	2,3	4149,20	5286,52	2298,49	0,78
3. $N_{30}K_{90}$	3,4	4329,60	4191,84	1746,60	1,03
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит	3,6	6133,60	5608,82	1649,65	1,09
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин (ФОН)	5,7	8298,40	5960,42	1295,74	1,39
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин+ЖКУ	9,4	15694,80	7161,72	823,19	2,19
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-К	6,9	8478,80	5989,72	1274,41	1,42
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-Н	7,0	9200,40	6106,92	1197,44	1,51
9. (ФОН)+ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	14,2	15694,80	7161,72	823,19	2,19
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	10,7	14432,00	6956,62	869,58	2,07
11. (ФОН)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	7,0	12808,40	6692,92	942,66	1,91
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	10,0	14251,60	6927,32	876,88	2,06
13. (ФОН)+ $Na_3[Co(NO_2)_6]$	8,6	13530,00	6810,12	908,02	1,99
14. (ФОН)+ Co(хелат)	14,4	19483,20	7777,02	720,09	2,51
15. (ФОН)+ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$	11,4	16957,60	7366,82	783,70	2,30
Сорт Ян					
1. контроль (без удобрений)	–	–	–	–	–
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	2,3	4149,20	5286,52	2298,49	0,78
3. $N_{30}K_{90}$	2,4	4329,60	4191,84	1746,60	1,03
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+сапронит	3,4	6133,60	5608,82	1649,65	1,09
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин (ФОН)	4,6	8298,40	5960,42	1295,74	1,39
6. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин+ЖКУ	8,7	15694,80	7161,72	823,19	2,19
7. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-К	4,7	8478,80	5989,72	1274,41	1,42
8. $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос++сапронит+эпин-Н	5,1	9200,40	6106,92	1197,44	1,51
9. (ФОН)+ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	8,7	15694,80	7161,72	823,19	2,19
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	8,0	14432,00	6956,62	869,58	2,07
11. (ФОН)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	7,1	12808,40	6692,92	942,66	1,91
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	7,9	14251,60	6927,32	876,88	2,06
13. (ФОН)+ $Na_3[Co(NO_2)_6]$	7,5	13530,00	6810,12	908,02	1,99
14. (ФОН)+ Co(хелат)	10,8	19483,20	7777,02	720,09	2,51
15. (ФОН)+ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$	9,4	16957,60	7366,82	783,70	2,30

Во всех исследуемых вариантах с применением микроудобрений наблюдается превышение энергии, полученной в прибавке урожая, над энергозатратами на производство, хранение, транспортировку и вне-

сение минеральных удобрений, а также на доработку дополнительного урожая зерна – энергоотдача составила 1,91–2,51 ед. Максимальный коэффициент энергоотдачи в исследованиях (2,51 ед) получен при обработке семян инкрустационным составом, состоящим из бактериальных удобрений Сапронит и Фитостимифос, регулятора роста растений Эпин и хелатной формы кобальта на фоне N₃₀P₃₀K₉₀.

На основании выполненных расчетов можно сделать вывод о том, что применение регуляторов роста растений, бактериальных удобрений и микроэлементов на фоне минеральных удобрений эффективно, так как наряду с повышением урожайности они обеспечивают снижение затрат совокупной энергии. Так, на производство 1 ц зерна сорта Ян в среднем за 3 года исследований затраты снизились с 2298,49 до 720,09 МДж. Наибольшее содержание энергии в прибавке урожая и общие энергозатраты у сорта Ян (19483,20 и 7777,02 Мдж/га) были в варианте с применением Со(хелат) на фоне N₃₀P₃₀K₉₀+фитостимифос+сапронит+эпин, энергетический коэффициент в данном варианте опыта составил 2,51. При применении сульфата марганца удельные энергозатраты снизились на 39,6 % относительно фонового варианта.

Эффективность производства зерна люпина узколистного, как и любой сельскохозяйственной культуры, зависит от урожайности в сопоставлении с производственными затратами. Чем больше разница между ценой и себестоимостью единицы продукции, тем выше прибыль и уровень рентабельности [10].

Расчет затрат на производство зерна люпина узколистного выполнен в соответствии с методикой определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений [11]. Стоимость всей полученной прибавки и чистый доход рассчитаны в ценах на 01.12.2019 года, выражены в условных единицах (долларах США) и позволяют определить более выгодные варианты систем удобрения (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность применения минеральных удобрений, микроэлементов, регуляторов роста и бактериальных удобрений в посевах люпина узколистного сорта, в среднем за три года исследований, (2011–2013 гг.)

Варианты	Прибавка ц/га	Стоимость прибавки, USD/га	Всего затрат, USD/га	Чистый доход, USD/га	Рентабельность, %
Сорт Першацвет					
1. Контроль (без удобрений)					
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	2,3	26,5	50,3	-	-
3. N ₃₀ K ₉₀	3,4	39,1	29,3	9,8	33,2
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос+сапронит	3,6	41,4	56,1	-	-
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин (ФОН)	5,7	65,6	66,7	-	-
6. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин+ЖКУ	9,4	108,1	77,0	31,1	40,4
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин-К	6,9	79,4	69,7	9,7	13,9
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин-Н	7,0	80,5	69,9	10,6	15,1
9. (ФОН)+CuSO ₄ *5H ₂ O	14,2	163,3	88,6	74,7	84,3
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	10,7	123,1	84,9	38,1	44,9
11. (ФОН)+ ZnSO ₄ *7H ₂ O	7,0	80,5	70,5	10,0	14,2
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	10,0	115,0	78,7	36,3	46,1
13. (ФОН)+ Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	8,6	98,9	74,9	24,0	32,1
14. (ФОН)+ Co(хелат)	14,4	165,6	90,4	75,2	83,3
15. (ФОН)+ MnSO ₄ *5H ₂ O	11,4	131,1	81,5	49,6	60,9
Сорт Ян					
1. контроль (без удобрений)	-				
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	2,3	26,5	47,2	-	-
3. N ₃₀ K ₉₀	2,4	27,6	23,8	3,8	16,2
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос+сапронит	3,4	39,1	52,1	-	-
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин (ФОН)	4,6	52,9	61,8	-	-
6. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин+ЖКУ	8,7	100,1	73,1	26,9	36,8
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин-К	4,7	54,1	62,0	-	-
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос++сапронит+эпин-Н	5,1	58,7	63,0	-	-
9. (ФОН)+CuSO ₄ *5H ₂ O	8,7	100,1	72,7	27,3	37,6
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	8	92,0	76,0	16,0	21,0
11. (ФОН)+ ZnSO ₄ *7H ₂ O	7,1	81,7	68,6	13,1	19,1
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	7,9	90,9	71,3	19,5	27,4
13. (ФОН)+ Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	7,5	86,3	70,0	16,3	23,2
14. (ФОН)+ Co(хелат)	10,8	124,2	79,2	45,0	56,8
15. (ФОН)+ MnSO ₄ *5H ₂ O	9,4	108,1	74,3	33,8	45,4

Люпин узколистный отмечается слабой отзывчивостью на применение минеральных удобрений. В варианте N₃₀P₃₀K₉₀ у сорта Першацвет были самые низкие показатели стоимости прибавки (26,5 долл./га). Применение только азотных и калийных удобрений в дозе N₃₀K₉₀ повышало стоимость прибавки и чистый доход на 12,6 и 9,8 долл./га, рентабельность данного варианта составила 33,2 %.

Применение микроэлементов во всех вариантах опыта обеспечивало получение чистого дохода и было рентабельным, величина данного показателя по вариантам опыта с микроэлементами находилась в пределах 14,2–83,3 %. Наибольшая стоимость прибавки, производственные затраты и чистый доход отмечены в вариантах с применением хелатной формы кобальта и сульфата меди, которые составили 165,6, 90,4, 75,2 долл./га и 163,3, 88,6, 74,7 долл./га соответственно.

Обработка посевов люпина узколистного сорта Ян жидким комплексным удобрением для бобовых на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ +фитостимифос+ сапронит+эпин обеспечила возрастание стоимости прибавки на 47,2 долл./га, чистого дохода – на 26,9 долл./га и рентабельности – на 36,8 %. Максимальная рентабельность (56,8 %) наблюдалась в варианте с включением в предпосевную обработку семян хелатной формы кобальта. Повышалась экономическая эффективность применения удобрений и при инкрустации семян сульфатом марганца, чистый доход и рентабельность в данном варианте составили соответственно 33,8 долл./га и 45,4 %.

Заключение

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве применение минеральных удобрений, бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроэлементов в посевах люпина узколистного характеризовалось различными показателями агроэкономической эффективности.

Наибольшая агрономическая эффективность окупаемости 1 кг NPK кг зерна у сортов Першацвет и Ян отмечена в среднем за 3 года в вариантах с применением микроэлементов для инкрустации семян. Максимальная урожайность зерна люпина узколистного у изучаемых сортов достигалась при включении в предпосевную обработку кобальта в хелатной форме, урожайность составила соответственно 31,6 29,4 и ц/га соответственно, наивысшей по вариантам опыта была и окупаемость 1 кг NPK кг зерна 9,6 и 7,2 кг.

Применение регуляторов роста растений, бактериальных удобрений и микроэлементов на фоне минеральных удобрений эффективно, так как наряду с повышением урожайности они обеспечивают снижение затрат совокупной энергии.

У сорта Першацвет наибольшая стоимость прибавки, производственные затраты и чистый доход отмечены в вариантах с применением хелатной формы кобальта и сульфата меди, которые составили 165,6, 90,4, 75,2 долл./га и 163,3, 88,6, 74,7 долл./га соответственно, при рентабельности 83,3 и 84,3 %. У сорта Ян максимальная рентабельность (56,8 %) была в варианте с включением в предпосевную обработку семян хелатной формы кобальта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цеван, В. Н. Содержание и сбор белка у номеров желтого и узколистного люпина в контрольном питомнике / В. Н. Цеван, Г. И. Тарануха // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – №1. – С. 59–64.
2. Цеван, В. Н. Урожайность и содержание белка в семенах образцов люпина узколистного и желтого в конкурсном испытании / В. Н. Цеван, Г. И. Тарануха // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – №2. – С. 63–70.
3. Шелюто, А. А. Формирование урожайности люцерны посевной в зависимости от агрометеорологических условий в северо-восточном регионе Беларуси / А. А. Шелюто, М. В. Гулый // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – №1. – С. 35–42.
4. Применение новых форм удобрений и регуляторов роста при возделывании ячменя: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 34 с.
5. Вильдфлуш, И. Р. Продуктивность и баланс элементов питания в звене севооборота кукуруза-яровая пшеница-горох в зависимости от применяемых систем удобрения / И. Р. Вильдфлуш, О. И. Мишура, И. В. Михалева // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – №2. – С. 30–34.
6. Порхунцова, О. А. Эффективность применения микробиологических препаратов Азотовит и Фосфатовит при возделывании ячменя двурядного ярового типа / О. А. Порхунцова // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – №1. – С. 111–117.
7. Персикова, Т. Ф. Оценка условий питания при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / Т. Ф. Персикова, М. Л. Радкевич // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2014. – №2. – С. 117–121.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларусь. наука, 2012. – 288 с.
9. Агрохимия и система применения удобрений: учебно-методическое пособие / С. Ф. Шекунова [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2016. – 258 с.
10. Цыганов, А. Р. Агрономическая и экономическая эффективность применения бактериальных препаратов при возделывании гречихи сорта лакнея / А. Р. Цыганов, И. В. Полховская // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2016. – №3. – С. 91–95.
11. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевич. – Минск: РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии», 2010 – 24 с.