

УДК 631.8:631.559:633.367.2

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ СТРУКТУРЫ УРОЖАЙНОСТИ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

Т. Ф. ПЕРСИКОВА, М. Л. РАДКЕВИЧ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 06.03.2017)

Одним из оптимальных путей решения проблемы производства растительного белка является возделывание люпина узколистного. Реализация генетического потенциала зернобобовых культур возможна лишь в условиях полного удовлетворения биологических потребностей, что может быть осуществлено благоприятным сочетанием почвенно-климатических и технологических факторов. При современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в комплексе факторов формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур большое значение имеет сбалансированное питание растений. С точки зрения энергоресурсосберегающей и экологически безопасной технологии возделывания, применение регуляторов роста, бактериальных удобрений и микроудобрений является перспективным приемом повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. Отдельные элементы структуры урожайности, такие как количество бобов на одном растении, семян в одном бобе, густота продуктивного стеблестоя во время уборки, масса 1000 зерен, имеют огромное значение в реализации генетического потенциала сорта и по-разному реагируют на условия выращивания и агротехнические приемы. По изменению тех или иных элементов можно судить, в какую фазу развития и на какие физиологические процессы растений оказывают влияние применяемые приемы. Установлено, что применение дополнительно к фону $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит + эпин микроэлементов повышает сохраняемость растений к уборке на 0,7–1,8 %. Важным показателем, определяющим урожайность зернобобовых культур, является количество бобов на одном растении. Наиболее изменяющимся показателем структуры урожайности является масса 1000 семян. Масса 1000 семян зависела как от технологии возделывания, так и от условий вегетационных периодов. Изучение микроэлементов в предпосевной обработке семян показывает, что они повышают массу 1000 семян по сравнению с фоновым вариантом $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит + эпин у сорта Першашвет на 1,6–6,2 % (1,9–7,3 г), у сорта Ян – на 2,9–6,7 % (3,7–8,6 г). Проведение корреляционного анализа позволило установить математическую зависимость урожайности зерна люпина от элементов структуры урожая.

Ключевые слова: микроэлементы, регулятор роста, бактериальные удобрения, урожайность, люпин узколистный.

One of the best ways to solve the problem of production of vegetable protein is the cultivation of narrow-leaved lupine. Realization of genetic potential of cereal-leguminous crops is possible only in conditions of complete satisfaction of biological needs, which can be realized by a favorable combination of soil-climatic and technological factors. With modern technologies of agricultural crops cultivation, balanced nutrition of plants is of great importance in the complex of factors of formation of high yields of agricultural crops. From the point of view of energy-and-resource-saving and ecologically safe technology of cultivation, the use of growth regulators, bacterial fertilizers and micro-fertilizers is a promising technique for increasing agricultural crops productivity. Separate elements of yield structure, such as the number of beans on one plant, the seeds in a single bean, the density of productive stems during harvesting, the weight of 1000 grains, are of great importance in the realization of genetic potential of the variety and react differently to growing conditions and agrotechnical practices. According to changes in certain elements, one can judge in which phase of development the applied methods work and which physiological processes of plants are affected by them. We have established that application of microelements, in addition to the background of $N_{30}P_{30}K_{90}$ + phytostimophos + sapronit + epin, improves the viability of plants until harvest by 0.7–1.8%. An important indicator, determining the yield of cereal-leguminous crops, is the number of beans on one plant. The most changing indicator of yield structure is the weight of 1000 seeds. The weight of 1000 seeds depended on both cultivation technology and growing seasons conditions. The study of trace elements in the presowing treatment of seeds shows that they increase the weight of 1000 seeds in comparison with the background variant $N_{30}P_{30}K_{90}$ + phytostimophos + sapronit + epin in Pershatsvet variety by 1.6–6.2% (1.9–7.3 g), in Ian variety – by 2.9–6.7% (3.7–8.6 g). Correlation analysis made it possible to establish the mathematical dependence of lupine grain yield on yield structure elements.

Key words: microelements, growth regulator, bacterial fertilizers, yield, narrow-leaf lupine.

Введение

Важнейшим фактором экономического благополучия аграрной отрасли является интенсивное производство молока и мяса КРС посредством роста продуктивности скота, снижение организационных и технологических затрат. В настоящее время в животноводческой отрасли республики остро стоит проблема дефицита белка в рационе животных. Недобор продукции животноводства из-за дефицита белка находится в пределах 30–35 %, что вызывает увеличение себестоимости в 1,5 раза. Доля собственного белка невелика, поскольку площади под зернобобовыми культурами расширяются медленно, урожайность их в сельскохозяйственных предприятиях страны остается низкой [1].

Расширение видового ассортимента культуры люпина узколистного обуславливает необходимость разработки новых или модернизации уже существующих технологий для соответствия современным требованиям, касающихся, прежде всего, их биологизации и экологической ориентации [3].

Выращивание зернобобовых культур в сельскохозяйственных предприятиях республики является одним из путей решения сложившейся проблемы. Это будет способствовать обеспечению отрасли животноводства собственным полноценным белковым сырьем и импортозамещению.

Основная часть

Опыты с люпином узколистным сортов Першацвет и Ян проводили в 2011–2013 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва среднеокультуренная (индекс агрохимической окультуренности – 0,71) и по годам исследования 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 (рН kcl – 6,13–6,2).

Агротехника возделывания люпина узколистного (обработка почвы, нормы высева семян, сроки и способы сева) рекомендуемая современными технологическими регламентами [4]. Предшественник – яровые зерновые. Повторность четырехкратная. Расположение делянок рендомизированное, форма – прямоугольная. Общая площадь делянки составила 30 м², учетная – 25 м².

Минеральные удобрения вносились общим фоном в дозах N₃₀P₃₀K₉₀. В опытах применялись карбамид (46 % N), аммофос (10 % N, 50 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O). В качестве протравителя применяли Максим XL в дозе 1 л/т. Микроэлементы, регуляторы роста и бактериальные препараты вводили в пленкообразующие составы при предпосевной обработке семян. В качестве прилипателя использовали 2 %-й раствор NaКМЦ. Для инкрустации семян применялись различные формы микроэлементов в виде солей: CuSO₄*5H₂O, ZnSO₄*7H₂O, Na₃[Co(NO₂)₆], MnSO₄*5H₂O и однокомпонентные микроэлементы в хелатной форме – Cu (хелат), Zn (хелат), Со (хелат). Также совместно с микроэлементами в инкрустационные составы вводили регулятор роста Эпин и новые формы росторегуляторов Эпин-К и Эпин-Н в дозе 80 мл/т. Бактериальные препараты, созданные в Институте микробиологии НАН Беларуси, фитостимифос и сапронит для инокуляции семян применяли в дозе 200 мл на гектарную норму высева. Схемой опыта было предусмотрено так же 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 так же добавки микроэлементов бор (1,8 г/л) и молибден в хелатной форме. ЖКУ применяли в фазу бутонизации культуры во внекорневую подкормку в дозе 4 л/га. Учет урожайности проводился сплошным деляночным способом. Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа на ЭВМ [5, 6].

Отдельные элементы структуры урожайности, такие как количество бобов на одном растении, семян в одном бобе, густота продуктивного стеблестоя во время уборки, масса 1000 зерен, имеют огромное значение в реализации генетического потенциала сорта и по-разному реагируют на условия выращивания и агротехнические приемы. По изменению тех или иных элементов можно судить, в какую фазу развития и на какие физиологические процессы растений оказывают влияние применяемые приемы [7].

Рассматривая влияние различных схем применения микроэлементов, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на формирование посевов люпина узколистного, необходимо отметить, что сохраняемость растений к уборке зависела от физиологическо-

го состояния растений в период от всходов до уборки. Количество сохранившихся к уборке растений сорта Першацвет колебалось по вариантам опыта в среднем за три года от 80 до 91 шт./м² (табл. 1). Сохраняемость на контроле составила 76,1 %, в фоновом варианте она была на уровне 80 %. Применение дополнительно к фону микроэлементов увеличивало сохраняемость растений к уборке на 0,7–1,8 %. В среднем по вариантам опыта выживаемость растений составила 80 %. Несколько ниже (-2 %) была выживаемость растений сорта Ян. Количество растений, сохранившихся к уборке находилось в пределах от 77 до 89 шт./м². Исследуемые в опыте приемы позволили повысить сохраняемость растений к уборке на 0,6–4,3 %. Обработка семян бактериальными удобрениями способствовала увеличению числа растений на единицы площади на 0,6 %, инкрустация семян микроэлементами – на 1,7–3 %.

Важным показателем, определяющим урожайность зернобобовых культур, является количество бобов на одном растении. Полученные результаты позволяют сделать заключение, что данный показатель находился в прямой зависимости от уровней минерального питания макро- и микроэлементами на фоне обработки семян бактериальными удобрениями и регулятором роста растений. Так, наибольшее количество бобов на одном растении люпина узколистного сорта Першацвет было в варианте с применением хелатной формы кобальта (8,1 шт.), в фоновом варианте – 7,1 шт. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на растения зависит от вида и сорта, а также от фона минерального питания [8]. Инокуляция семян люпина перед посевом бактериальными препаратами сапронит и фитостимифос обеспечила увеличение количества бобов на одном растении относительно варианта N₃₀P₃₀K₉₀ на 0,2 шт., добавление регулятора роста растений Эпин так же увеличивало количество бобов на растении на 0,3 шт. Обработка посевов ЖКУ повышала количество бобов на растении на 0,4 шт. (5,6 %). Количество бобов на одном растении в среднем за 2011–2013 гг. на уровне 7,9 шт. обеспечило применение сульфата марганца в предпосевной обработке семян на фоне N₃₀P₃₀K₉₀+фитостимифос+сапронит+эпин.

Таблица 1. Влияние условий питания на показатели структуры урожайности сортов люпина, среднее 2011–2013 гг.

Вариант	Количество бобов на растении, шт.		Количество зерен в бобе, шт.		Масса 1000 семян, г		Количество растений к уборке, шт/м ²	
	Першацвет	Ян	Першацвет	Ян	Першацвет	Ян	Першацвет	Ян
1. контроль (без удобрений)	6,2	6,3	3,5	3,8	110,2	120,1	80	77
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	6,6	6,4	3,6	4,1	113,5	122,9	85	81
3. N ₃₀ K ₉₀	6,6	6,7	3,6	4,0	112,8	122,7	85	81
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос+сапронит	6,8	7,1	3,8	4,1	116,1	124,9	85	83
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос+сапронит+эпин (ФОН)	7,1	7,6	3,9	4,4	117,3	127,1	87	84
6. (ФОН)+ЖКУ	7,5	8,2	4,0	4,7	120,8	132,9	88	84
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос+сапронит+эпин К	6,9	7,4	3,7	4,3	118,2	126,5	88	85
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ +фитостимифос+сапронит+эпин Н	7,1	7,6	3,9	4,4	119,2	128,9	87	86
9. (ФОН)+CuSO ₄ *5H ₂ O	7,9	8,1	4,0	4,4	123,6	130,8	91	88
10. (ФОН)+ Cu(хелат)	7,5	8,1	4,0	4,4	122,6	132,2	90	88
11. (ФОН)+ ZnSO ₄ *7H ₂ O	7,1	7,8	3,9	4,5	119,4	130,5	90	86
12. (ФОН)+ Zn(хелат)	7,4	7,8	3,9	4,5	121,9	131,4	91	87
13. (ФОН)+ Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	7,6	8,5	4,1	4,6	121,2	133,6	90	87
14. (ФОН)+ Co(хелат)	8,1	9,0	4,3	4,8	124,6	135,7	91	89
15. (ФОН)+ MnSO ₄ *5H ₂ O	7,9	8,6	4,3	4,7	123,4	133,8	90	89
НСР А	0,04		0,04		0,20		0,43	
НСР Б	0,1		0,12		0,54		1,17	
НСР АБ	0,14		0,17		0,77		1,66	

Сорт люпина узколистного Ян по годам исследований и в среднем за 3 года имел большее количество бобов на растении относительно сорта Першацвет. Так, в среднем за 2011–2013 гг. число бобов на растении составило 7,7 шт. Применение микроэлементов в предпосевной обработке семян повышало количество бобов на растении от 0,2 шт. при применении цинксодержащих удобрений до 2,4 шт. при применении хелатной формы кобальта. Обработка посевов люпина узколистного в фазу бутонизации жидким комплексным удобрени-

ем повышало количество бобов на растении на 0,6 шт. относительно фонового варианта, количество бобов на растении в фоновом варианте – 7,6 шт.

По годам исследований количество бобов на одном растении было различным и наименьшим в 2011 г. – 6,3 шт. на сорте Першацвет, 6,8 шт. на сорте Ян. Результаты анализа структуры урожайности показывают, что метеорологические условия в годы проведения исследований оказали существенное влияние на озерненность люпина узколистного. Недостаток влаги в период вегетации в 2012 г. не способствовал хорошей озерненности люпина, что привело к значительному снижению урожайности в сравнении с 2011 г. и 2013 г. В среднем число зерен в бобе у сорта Першацвет в этот год составило 3,4 шт., что было на 0,7 и 0,8 шт. меньше, чем в 2011 и 2013 гг. соответственно. У сорта Ян данный показатель изменялся по годам следующим образом: в 2011 г. – 4,4 шт., в 2012 г. – 4,2 шт., в 2013 г. – 4,6 шт. Анализ структуры урожайности сортов люпина узколистного показывает, что наиболее изменяющимся показателем является масса 1000 семян. Масса 1000 семян зависела как от технологии возделывания, так и от условий вегетационных периодов. Инокуляция семян люпина перед посевом бактериальными удобрениями увеличивала массу 1000 семян на 5,3 % у сорта Першацвет и на 4 % у сорта Ян. Применение регулятора роста растений Эпин в предпосевной обработке семян так же способствовало увеличению данного показателя структуры урожайности в среднем по сортам на 1–1,8 %. При применении жидкого комплексного удобрения на фоновом уровне масса 1000 семян увеличивалась в среднем за 3 года от 3,5 г (сорт Першацвет) до 5,8 г (сорт Ян). Изучение микроэлементов в предпосевной обработке семян показывает, что они повышают массу 1000 семян по сравнению с фоновым вариантом $N_{30}P_{30}K_{90}+$ фитостимифос+сапронит+эпин у сорта Першацвет на 1,6–6,2 % (1,9–7,3 г), у сорта Ян – на 2,9–6,7 % (3,7–8,6 г).

Наиболее высокую массу 1000 семян растения люпина имели в 2011 г. (у сорта Першацвет – 115,7–128,8 г, у сорта Ян – 122,6–139 г). Наименьшим этот показатель был в 2012 г. – 106,7–121,9 г у сорта Першацвет и 111,3–128,9 г у сорта Ян, что связано с длительной засухой во время цветения, завязывания бобов, формирования семян. Проведение корреляционного анализа позволило установить математическую зависимость урожайности зерна люпина от элементов структуры урожая (табл. 2).

Таблица 2. Зависимость урожайности (Y) люпина узколистного от элементов структуры урожая (X)

Сорт Першацвет		Сорт Ян	
Уравнения регрессии	г	Уравнения регрессии	г
Общее количество растений, шт/м²			
$Y = 0,6661x + 71,323$	0,81	$Y = 1,0112x + 60,002$	0,85
Количество бобов на растении, шт.			
$Y = 0,1249x + 4,1164$	0,94	$Y = 0,2485x + 1,5476$	0,92
Количество зерен в бобе, шт.			
$Y = 0,0499x + 2,6718$	0,76	$Y = 0,0806x + 2,3719$	0,88
Масса 1000 семян, г			
$Y = 0,9865x + 94,474$	0,94	$Y = 1,4822x + 92,407$	0,95

Для люпина узколистного высока зависимость урожайности зерна от массы 1000 семян ($r = 0,94–0,95$) и от количества бобов на растении ($r = 0,92–0,94$), ниже – от количества зерен в бобе ($r = 0,76–0,88$) и общего числа растений ($r = 0,81–0,85$).

Закключение

Применение дополнительно к фону $N_{30}P_{30}K_{90}+$ фитостимифос+сапронит+эпин микроэлементов увеличивало сохраняемость растений к уборке на 0,7–1,8 %.

Важным показателем, определяющим урожайность зернобобовых культур, является количество бобов на одном растении.

Наиболее изменяющимся показателем структуры урожайности является масса 1000 семян. Масса 1000 семян зависела как от технологии возделывания, так и от условий вегетационных периодов. Изучение микроэлементов в предпосевной обработке семян показывает, что они повышают массу 1000 семян по сравнению с фоновым вариантом $N_{30}P_{30}K_{90}+$ фитостимифос+сапронит+эпин у сорта Першацвет на 1,6–6,2 % (1,9–7,3 г), у сорта Ян – на 2,9–6,7 % (3,7–8,6 г).

Для люпина узколистного высока зависимость урожайности от массы 1000 семян ($r = 0,94-0,95$) и от количества бобов на растении ($r = 0,92-0,94$), ниже – от количества зерен в бобе ($r = 0,76-0,88$) и общего числа растений ($r = 0,81-0,85$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Заяц, Л. К. Решение проблем производства кормового белка – важнейший резерв укрепления аграрной экономики / Л.К Заяц // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1 (110). – С. 3.
2. Шор, В. Ч. Решение проблем производства кормового белка – важнейший резерв укрепления аграрной экономики / В. Ч. Шор, М. В. Евсеев, Ю. И. Пешко // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1 (110). – С. 50.
3. Жатова, Г. Особенности формирования урожая люпина узколистного и люпина белого / Г. Жатова, И. Лаврик, В. Троценко // LAP LAMBERT Academic Publishing. – 2015. – С. 2.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов, Нац. ак. наук Беларуси, НПЦ НАН Беларуси по земледелию, рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск, 2012. – С 174–184.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки данных) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматфактаравага доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – №3. – С. 60–64.
7. Персикова, Т. Ф. Продуктивность люпина узколистного в условиях Беларуси / Т. Ф. Персикова, А. Р. Цыганов, А. В. Какшинцев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – С. 86
8. Полховская, И. В. Влияние применения макроудобрений, бора, эпина и биопрепаратов на показатели качества зерна гречихи сорта Лакнея / И. В. Полховская, А. Р. Цыганов // Вестник БГСХА. – 2017. – № 1. – С. 43–46.