

Таблица 4 – Урожайность зеленой массы и сухого вещества в зависимости от нормы высева и обработки семян люцерны штаммом бактерии *Rhizobium meliloti*

№ п/п	Норма высева семян, млн шт./га	Урожайность, ц/га					
		зеленой массы			сухого вещества		
		2016 г.	2017 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	среднее
<b>Семена не обработаны</b>							
1	2	372	421	397	74,0	83,4	78,7
2	4	409	465	437	80,6	91,7	86,2
3	6	416	475	446	81,8	93,1	87,5
4	8	429	484	457	83,7	94,8	89,3
5	10	450	491	471	87,5	95,7	89,6
Среднее		414	467	442	81,5	91,7	86,3
НСР <sub>05</sub>		28,2	34,3		5,58	6,91	
<b>Семена обработаны штаммом бактерии <i>Rhizobium meliloti</i></b>							
6	2	516	583	551	103	116	110
7	4	559	628	591	110	121	116
8	6	571	637	604	112	127	120
9	8	583	642	613	114	128	121
10	10	596	650	623	116	129	123
Среднее		543	626	597	111	125	118
НСР <sub>05</sub>		38,9	47,5		7,70	9,56	

**Выводы**

1. Исследования выявили, что полевая всхожесть растений не зависит от обработки семян биопрепаратом, но с увеличением нормы высева снижается с 57,0–59,5 до 25,1–25,4 %.
2. Обработка семян биопрепаратом, содержащим *Rhizobium meliloti*, увеличивает сохранность растений в первый год жизни с 72,5 до 76,8 %.
3. Обработка семян биологическим препаратом, содержащим азотфиксирующие бактерии *Rhizobium meliloti*, увеличивает урожайность зеленой массы и сухого вещества люцерны, возделываемой на почве, где ранее эта культура не возделывалась в севообороте, в среднем на 35,1 %.
4. Оптимальная норма высева люцерны в условиях центральной зоны Беларуси – 4–6 млн шт./га всхожих семян.

**Литература**

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985 – 351 с.
2. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИ кормов им В. Р. Вильямса, 1983. – 197 с.
3. Чекедь, Е. И. Особенности возделывания люцерны / Е. И. Чекедь, А. А. Боровик, М. Н. Крицкий // Белорусское сельское хозяйство. – 2015. – № 11 (163). – С. 70–73.
3. Агробиологические особенности возделывания многолетних трав / П. Т. Пикун [и др.]; под общ. ред. П. Т. Пикун. – Минск: Белорус. наука, 2008. – 283 с.
4. Шелюто, А. А. Биологические аспекты возделывания люцерны в Беларуси / А. А. Шелюто. – Горки, 1997. – 126 с.
5. Karagić, Đ. Semearstvo lucerke / Đ. Karagić., S. Katić, G. Malidza // Semearstvo. – 2011. – Vol. 2. – S. 585–665.

УДК 631.81:631.559:633.367.2:631.445.24(476.4-18)

**Влияние условий питания на урожайность и качественный состав зерна люпина узколистного при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях северо-востока Беларуси**

Т. Ф. Перскова, доктор с.-х. наук, М. Л. Радкевич, соискатель  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 01.11.2018 г.)

В статье изложены результаты исследований влияния различных доз макроудобрений, обработки семян регулятором роста, бактериальными препаратами Фитостими-

The article presents the results of studies of the effects of various doses of macro-fertilizers, seed treatment with growth regulator, Phytostimofos and Saprunit bacterial preparations

*мофос, Сапронит и микроэлементами при возделывании люпина узколистного на агрономическую эффективность и качественный состав зерна.*

### Введение

В настоящее время в республике основными компонентами системы кормопроизводства для скота являются многолетние травы и кукуруза на зеленую массу, соотношение которых в посевах, а как следствие, и в рационах кормления далеко от совершенства, чем и обусловлены проблемы растительного белка в животноводческой отрасли [1]. Недостаток 1 г переваримого протеина в кормах до физиологической нормы приводит к увеличению их расхода на 1,5–2 %. При скармливании небогатого белком зерна злаковых культур перерасход его для производства единицы животноводческой продукции превышает 30 % [2].

Одним из путей решения данной проблемы является выращивание в сельскохозяйственных предприятиях зернобобовых культур. Это будет способствовать обеспечению отрасли собственным полноценным белковым сырьем и сокращению доли дорогостоящего импорта [3].

Для производства концентрированных кормов с высокой энергетической и протеиновой питательностью необходимо расширить площади зернобобовых культур до 350 тыс. га. Основная задача кормопроизводства на 2016–2020 гг. – обеспечить общественное поголовье крупного рогатого скота высокоэнергетическими сбалансированными по белку кормами [4].

В нашей стране перспективным представляется возделывание люпина, семена которого характеризуются близким к сое относительным содержанием белка и аминокислот, при том что почвенно-климатические условия регионов Беларуси в большей степени отвечают требованиям данной культуры [5, 6, 7].

Улучшение химического состава растений и повышение качества урожая относится к числу наиболее важных и актуальных агрохимических задач.

В связи с этим целью проведенных исследований являлось определение влияния условий питания – макро-, микроэлементов, бактериальных препаратов и регулятора роста на урожайность и качественный состав зерна люпина узколистного.

### Объекты, условия и методика проведения исследований

Для достижения поставленной цели проводили исследования на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2011–2013 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лесовидном 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 ( $pH_{KCl}$  – 6,13–6,2), средней степени окультуренности (ИО = 0,71).

Схемой опыта предусматривалась оценка эффективности применения минеральных удобрений, совместного применения бактериальных удобрений, регулятора роста и микроэлементов при предпосевной

*and microelements in the cultivation of narrow-leaved lupine on agronomic efficiency and qualitative composition of grain.*

обработке семян люпина узколистного и их влияния на урожайность и качественный состав зерна. Объектом исследований являлись сорта люпина узколистного зернового направления Першацвет и Ян.

Агротехника возделывания люпина узколистного (обработка почвы, нормы высева семян, сроки и способы сева) – рекомендуемая современными технологическими регламентами. Предшественник – яровые зерновые. Опыты были заложены в четырехкратной повторности. Расположение делянок рендомизированное, форма – прямоугольная. Общая площадь делянки составила 30 м<sup>2</sup>, учетная – 25 м<sup>2</sup>.

Минеральные удобрения вносили общим фоном в дозах  $N_{30}P_{30}K_{90}$ . В опытах применяли карбамид (46 % N), аммофос (10 % N, 50 %  $P_2O_5$ ), хлористый калий (60 %  $K_2O$ ). В качестве протравителя применяли Максим XL в норме 1 л/т. Микроэлементы, регуляторы роста и бактериальные удобрения вводили в пленкообразующие составы при предпосевной обработке семян. В качестве прилипателя использовали 2%-ный раствор NaKMЦ. Для инкрустации семян применяли различные формы микроэлементов в виде солей:  $CuSO_4 \times 5H_2O$  (после стабилизации гидроксидом аммония),  $ZnSO_4 \times 7H_2O$ ,  $Na_3[Co(NO_2)_6]$ ,  $MnSO_4 \times 5H_2O$  и однокомпонентные микроэлементы в хелатной форме – Cu(хелат), Zn(хелат), Со(хелат). Также совместно с микроэлементами в инкрустационные составы вводили регулятор роста Эпин в норме 80 мл/т.

Бактериальные удобрения (Фитостимифос и Сапронит), созданные в НИИ микробиологии НАН Беларуси, для инокуляции семян применяли в норме расхода 200 мл на гектарную норму высева.

Учет урожайности проводили сплошным поделочным способом. Статистическая обработка результатов исследований проведена по Б. А. Доспехову с использованием соответствующих программ дисперсионного анализа. Содержание сырого протеина рассчитано по азоту, определение клетчатки в зерне проводили по Ганнебергу-Штоману, сырую золу – весовым методом после сухого озоления, сырой жир – по массе обезжиренного остатка по Рушковскому [8]. Содержание обменной энергии (ОЭ) в урожае определяли по формуле Аксельсона в модификации Н. Г. Григорьева и Н. П. Волкова [9].

### Результаты исследований и их обсуждение

Химический состав зерна люпина узколистного, его урожайность и выход питательных веществ зависят от сорта, метеоусловий, почвенного плодородия, агротехники и др. [10].

В 2011–2013 гг. урожайность зерна по вариантам опыта по сорту Першацвет изменялась от 17,2 до 31,6 ц/га, по сорту Ян – от 18,6 до 29,4 ц/га (таблица 1). Внесение макроудобрений способствовало росту урожайности зерна люпина узколистного сортов Першацвет и Ян: в среднем за 3 года прибавка к контролю составила 2,3 ц/га.

Эффективным за годы исследований оказалось применение регулятора роста Эпин. На фоне инокуляции бактериальными удобрениями Фитостимифос и Сапронит он способствовал получению урожайности зерна в 2011–2013 гг. на уровне 22,9 ц/га (+2,1 ц/га к  $N_{30}P_{30}K_{90}$  + Фитостимифос + Сапронит) на сорте Пер-

шацвет и 23,2 ц/га (+1,2 ц/га к N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> + Фитостимофос + Сапронит) на сорте Ян.

Наиболее сильное влияние на рост урожайности зерна оказали микроэлементы, вводимые в инкрустационные составы при предпосевной обработке семян. Прибавка к фону в среднем за 3 года составила 2,9–8,7 ц/га или 5,7–38 % на сорте Першацвет, 2,5–6,2 ц/га или 10,8–26,7 % на сорте Ян. В среднем за 3 года исследований на сортах Першацвет и Ян наибольшая прибавка урожая от применения микроэлементов была получена в варианте N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> + Фитостимофос + Сапронит + Эпин + Со(хелат), которая составила 8,7 и 6,1 ц/га соответственно по сортам.

Белок (протеин) является одним из основных компонентов кормов. В наших исследованиях условия питания по-разному влияли на качество урожая.

Содержание сырого протеина в зерне люпина узколистного сорта Першацвет по вариантам опыта за годы

исследований находилось в пределах 28,2–32,3 %. Его содержание (таблица 1) в зерне контрольного варианта составило 28,2 % при среднем показателе по вариантам опыта 30,4 %. При применении минеральных удобрений в дозе N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> этот показатель составил 28,6 %. Предпосевная обработка семян бактериальными препаратами и регулятором роста на фоне минерального питания N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> повышала содержание сырого протеина по отношению к контролю на 1,3 %.

Применение микроудобрений обеспечивает значительное увеличение урожайности и улучшает качество растительной продукции, ее питательную ценность. В наших исследованиях отмечена положительная роль микроэлементов на накопление сырого протеина. Так, в варианте с применением Фитостимофос + Сапронит + Эпин + Со(хелат) на фоне минерального питания содержание сырого протеина составило 32,3 % и было наибольшим по опыту. Это, по-видимому, связа-

**Таблица 1 – Влияние условий питания на урожайность и качественный состав зерна люпина узколистного**

Вариант (фактор Б)	Урожайность, ц/га зерна	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Зола, %	БЭВ, %	Обменная энергия, МДж/кг	Выход обменной энергии, ГДж/га
<b>Сорт Першацвет (фактор А)</b>								
1. Контроль (без удобрений)	17,20	28,20	4,33	15,17	2,90	49,37	12,39	21,30
2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	19,50	28,60	4,73	15,03	3,20	48,44	12,44	24,26
3. N <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	20,60	28,80	4,80	14,89	3,20	48,31	12,48	25,69
4. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + Фитостимофос + Сапронит	20,80	29,30	4,86	15,00	3,30	47,54	12,48	25,91
5. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + Фитостимофос + Сапронит + Эпин (ФОН)	22,90	29,50	4,99	14,60	3,20	47,71	12,57	28,77
6. ФОН + ЖКУ	26,60	30,00	5,64	14,56	3,30	46,50	12,68	33,74
7. ФОН + CuSO <sub>4</sub> ×5H <sub>2</sub> O	31,40	30,40	5,61	14,47	3,20	46,32	12,72	39,96
8. ФОН + Cu(хелат)	27,90	31,40	5,45	14,78	3,20	45,17	12,69	35,34
9. ФОН + ZnSO <sub>4</sub> ×7H <sub>2</sub> O	24,20	31,00	5,50	14,82	3,20	45,48	12,68	30,68
10. ФОН + Zn(хелат)	27,20	30,80	5,53	14,69	3,10	45,88	12,70	34,48
11. ФОН + Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]	25,80	31,40	5,87	14,99	3,30	44,44	12,71	32,73
12. ФОН + Со(хелат)	31,60	32,30	6,06	14,30	3,30	44,04	12,86	40,67
13. ФОН + MnSO <sub>4</sub> ×5H <sub>2</sub> O	28,60	31,20	6,07	14,26	3,20	45,27	12,84	36,75
<b>Сорт Ян (фактор А)</b>								
1. Контроль (без удобрений)	18,60	28,60	4,34	15,00	2,83	49,23	12,43	23,11
2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	20,90	28,90	4,59	14,56	3,40	48,55	12,48	26,11
3. N <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	21,00	29,30	4,78	14,40	3,20	48,32	12,56	26,36
4. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + Фитостимофос + Сапронит	22,00	29,40	4,91	14,56	3,30	47,83	12,56	27,60
5. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + Фитостимофос + Сапронит + Эпин (ФОН)	23,20	30,10	5,08	14,47	3,30	47,05	12,62	29,28
6. ФОН + ЖКУ	27,30	31,10	5,61	14,25	3,20	45,84	12,77	34,80
7. ФОН + CuSO <sub>4</sub> ×5H <sub>2</sub> O	27,30	31,30	5,47	14,49	3,20	45,54	12,73	34,72
8. ФОН + Cu(хелат)	26,60	31,30	5,56	14,32	3,10	45,72	12,77	33,96
9. ФОН + ZnSO <sub>4</sub> ×7H <sub>2</sub> O	25,70	31,00	5,66	14,06	3,20	46,08	12,81	32,84
10. ФОН + Zn(хелат)	26,50	31,00	5,41	14,11	3,10	46,38	12,78	33,79
11. ФОН + Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]	26,10	31,60	5,83	14,36	3,10	45,11	12,82	33,46
12. ФОН + Со(хелат)	29,40	31,90	5,84	14,26	3,20	44,80	12,84	37,68
13. ФОН + MnSO <sub>4</sub> ×5H <sub>2</sub> O	28,00	32,40	5,66	14,03	3,30	44,61	12,86	35,99
НСР А	0,53–0,61	0,15–0,21	0,02–0,04	0,06–0,08	0,11–0,13			
НСР Б	1,45–1,69	0,42–0,58	0,04–0,11	0,16–0,23	0,30–0,36			
НСР АБ	2,05–2,39	0,59–0,82	0,06–0,16	0,23–0,32	0,43–0,50			

но с тем, что данный микроэлемент улучшает использование азота.

Наиболее высоким содержанием сырого протеина в зерне люпина узколистного сорта Ян (32,4 %) отмечен вариант, где применялся сульфат марганца. Установлено, что микроэлементы повышали содержание в зерне сырого протеина с 30,1 % в фоновом варианте до 31–32,4 % в вариантах с их внесением.

Следует отметить, что значительное влияние на рост обеспеченности зерна люпина узколистного двух сортов сырым протеином оказала некорневая подкормка в фазе бутонизации жидким комплексным удобрением для зернобобовых. Повышение содержания сырого протеина в среднем за 3 года составило от 0,5 до 1,0 %.

Определение зоотехнических показателей качества зерна показало разное влияние на них условий питания. Содержание жира – важная характеристика питательной ценности кормов. При содержании жира в количестве 3–6 % в расчете на сухое вещество корм оценивают как оптимальный по этому показателю [11]. Содержание жира в зерне люпина сорта Першацвет в зависимости от вариантов опыта колебалось в пределах 4,33–6,07 %, сорта Ян – 4,34–5,84 % и отвечало оптимальным параметрам. Внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{90}$  способствовало увеличению содержания жира в зерне изучаемых сортов на 0,5 и 0,25 % соответственно. Инкрустация семян микроэлементами повышала содержание жира относительно фона  $N_{30}P_{30}K_{90}$  + Фитостимифос + Сапронит + Эпин на 0,46–1,08 % (сорт Першацвет) и на 0,33–0,76 % (сорт Ян).

Клетчатка является составной частью клеточных стенок и относится к высокомолекулярным углеводам. Переваримость клетчатки незначительна, но она способствует усвоению других питательных веществ [12]. Оптимальный уровень клетчатки в рационах зависит от продуктивности животных, их физиологического состояния, структуры кормления и других факторов. Так, для высокопродуктивных коров это количество должно составлять 14–18 % [13]. В наших исследованиях среднее содержание клетчатки в зерне сорта Першацвет составило 14,72 %, сорта Ян – 14,39 %. Применение макро-, микроэлементов, бактериальных препаратов и регулятора роста способствовало некоторому снижению содержания клетчатки в зерне – на 0,17–0,91 %.

Продуктивность сельскохозяйственных животных зависит не только от принятого количества сухого вещества, но и от концентрации энергии в потребляемых кормах. В настоящее время рекомендовано оценивать корма в величинах обменной энергии, представляющей часть энергии корма, которую организм животного использует для обеспечения жизнедеятельности и образования продукции. Чем выше продуктивность животных, тем больше должна быть концентрация энергии в сухом веществе [13]. За три года исследований содержание обменной энергии в кг сухого вещества находилось в пределах 12,39–12,86 МДж/кг (сорт Першацвет) и было максимальным при включении в предпосевную обработку семян хелатной формы кобальта. При энергетической оценке питательности корма (сорт Ян) максимальное содержание обменной энергии – 12,86 МДж/кг отмечено в варианте с применением сульфата марганца при предпосевной обработке семян. В целом содержание обменной энергии по данному сорту находилось в пределах 12,43–12,86 МДж/кг.

Следует отметить, что все изучаемые в опыте приемы повышения продуктивности люпина узколистного (макро-, микроэлементы, бактериальные препараты и регуляторы роста) способствовали повышению энергетической питательности корма и выхода обменной энергии с гектара с 21,3 до 40,67 ГДж/га по сорту Першацвет, с 23,11 до 37,68 ГДж/га – по сорту Ян.

### Выводы

В исследованиях на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве наиболее высокую урожайность зерна люпина узколистного сортов Першацвет и Ян (31,6 и 29,4 ц/га) обеспечило применение  $N_{30}P_{30}K_{90}$  + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Со(хелат). Содержание сырого протеина в зерне было высоким – 28,2–32,3 % на сорте Першацвет, 28,6–32,5 % на сорте Ян.

Научно обоснованная система удобрения люпина узколистного (применение бактериальных удобрений, регуляторов роста и микроэлементов на фоне минерального питания) способствовала улучшению качества состава зерна за счет роста содержания сырого протеина на 0,5–2,8 %, сырого жира – на 0,46–1,08 %, сырой золы – на 0,3–0,4 %, снижения содержания сырой клетчатки – на 0,57–0,91 % при высокой энергетической питательности корма.

### Литература

1. Заяц, Л. К. Решение проблем производства кормового белка – важнейший резерв укрепления аграрной экономики / Л. К. Заяц // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 3–5.
2. Кукреш, Л. В. Субъективные факторы в развитии аграрной экономики Беларуси / Л. В. Кукреш, П. П. Казакевич // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 5. – С. 3–6.
3. Шор, В. Ч. Зернобобовые культуры – источник белка в кормлении сельскохозяйственных животных / В. Ч. Шор, М. В. Евсеенко, Ю. И. Пешко // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 50–53.
4. Привалов, Ф. И. Стратегия развития кормопроизводства до 2020 года / Ф. И. Привалов // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 6–12.
5. Жоров, Д. Г. Люпиновая тля (*Macrosiphum albifrons*) – новый для Беларуси опасный вредитель и переносчик вирусных заболеваний люпина / Д. Г. Жоров, О. В. Синчук, С. В. Буга // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 2. – С. 26–28.
6. Микуленок, В. Г. Заготовим качественные корма. Часть 3. Пастбища. Концентрированные корма / В. Г. Микуленок, Н. Н. Зенькова // Наше сельское хозяйство. – 2018. – № 18. – С. 16–21.
7. Шлома, Т. М. Особенности формирования высокопродуктивных однолетних агрофитоценозов / Т. М. Шлома, И. М. Коваль, Н. П. Лукашевич // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 3. – С. 3–6.
8. Агрохимия. Практикум: учебное пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.
9. Шелюто, А. А. Оценка энергетической эффективности технологий в кормопроизводстве: методическое пособие / А. А. Шелюто. – Горки: БГСХА; 2-е изд., перераб. и доп., 2011. – 40 с.
10. Рекомендации по практическому применению кормов из узколистного люпина в рационах сельскохозяйственных животных. – Брянск, 2008. – С. 65.
11. Кормление сельскохозяйственных животных в промышленном животноводстве. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1978. – 232 с.
12. Рак, М. В. Влияние кобальтовых и марганцевых удобрений на кормовую ценность люпина узколистного / М. В. Рак, Т. Г. Николаева // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1 (44). – С. 221–227.
13. Шупик, М. В. Кормление сельскохозяйственных животных. Методика и техника составления рационов для крупного рогатого скота: учебное пособие / М. В. Шупик, А. Я. Райхман. – Горки: БГСХА, 2013. – 123 с.