

## **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРОДУКЦИИ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЛЮПИНОМ УЗКОЛИСТНЫМ**

**Т.Ф. Перскова, М.Л. Радкевич**

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,  
г. Горки, Беларусь*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Одной из важнейших задач растениеводческой отрасли сельского хозяйства Республики Беларусь является обеспечение собственного производства белкового сырья для животноводства. Значимая роль в решении проблемы производства кормового протеина принадлежит зернобобовым культурам. Среди зернобобовых культур большое кормовое и агротехническое значение имеет люпин узколистный, который отличается самым высоким содержанием белка среди зернобобовых культур [6].

На нынешнем этапе развития агропромышленного комплекса страны на первое место выходят ресурсосберегающие технологии. Применительно к бобовым культурам это можно осуществить за счет бактериальных препаратов для максимального использования потенциала симбиотической фиксации азота воздуха и фосфатмобилизующей способности некоторых бактерий. В последнее время перспективным является использование двухкомпонентных биопрепаратов, которые характеризуются комплексом положительных свойств [10]. Применение бактериальных удобрений способствует улучшению минерального питания растений, повышению урожаев и кормовой ценности продукции при рациональных расходах минеральных удобрений, улучшению экологического состояния почв и их плодородия [9].

Управление ростом и развитием растений при помощи регуляторов роста приобретает актуальное значение в связи с тем, что они повышают устойчивость растений к неблагоприятным условиям и позволяют существенно увеличить урожайность при минимальных затратах.

В технологии возделывания люпина основным фактором формирования высокой урожайности с хорошим качеством продукции является система применения удобрений, важной составляющей которой являются микроудобрения [6]. Поэтому актуальна разработка и совершенствование научных основ рационального, агрохимически эффективного и экологически безопасного применения микроудобрений в зависимости от погодных-климатических условий и обеспечения растений основными элементами питания [1].

### **ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Опыты с люпином узколистным сортов зернового направления 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 средне-

окультуренная (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 ( $pH_{KCl}$  6,13–6,2).

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

Минеральные удобрения вносили в дозах  $N_{30}P_{30}K_{90}$  и  $N_{30}K_{90}$ . 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 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 NaKMЦ. Для инкрустации семян применяли различные формы микроэлементов в виде солей:  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $Na_3[Co(NO_2)_6]$ ,  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$  и однокомпонентные микроэлементы в хелатной форме –  $NaCuH(edta) \cdot nH_2O$ ,  $NaZnH(edta) \cdot nH_2O$ ,  $NaCoH(edta) \cdot nH_2O$ . Также совместно с микроэлементами в инкрустационные составы вводили регулятор роста Эпин 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 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 фазу бутонизации культуры во внекорневую подкормку в дозе 4 л/га.

Анализы растительных проб зерна, соломы проводили по соответствующим методикам: определение сухой массы – по ГОСТу 23637-90; 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), кальций, магний – на атомно-адсорбционном спектрофотометре ААС-30 [2].

Учет урожайности проводился сплошным поделяночным способом. Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа на ЭВМ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание элементов питания является важным показателем оценки качества культуры и эффективности применяемых удобрений. Оптимизация условий питания растений является наиболее важным фактором в формировании высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Содержание элементов питания в растении определяется условиями выращивания и зависит от фазы роста и развития растений [3]. При этом содержание элементов питания непосредственно влияет

на качество растениеводческой продукции (содержание белка, крахмала, аминокислотный состав и т.д.).

Химический состав зерна узколистного люпина, его урожайность и выход питательных веществ зависят от сорта, метеоусловий, почвенного плодородия, агротехники и ряда других внешних факторов [8]

Азот является одним из важнейших элементов, определяющих продуктивность растений. Люпин узколистный с урожаем зерна 10 ц/га потребляет более 80 кг азота. Проведенные исследования показали, что наиболее существенное влияние макро- и микроэлементы, бактериальные удобрения и регуляторы роста растений оказали именно на содержание азота в зерне и соломе люпина узколистного. В среднем за три года содержание азота в зерне люпина узколистного сорта Першацвет изменялось в пределах 4,52–5,16 % (табл. 1).

Таблица 1

**Химический состав зерна и соломы люпина узколистного сорта Першацвет, 2011–2013 гг., % на сухое вещество**

Вариант	Зерно					Солома				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
1. Контроль (без удобрений)	4,52	0,68	0,88	0,34	0,26	0,87	0,34	2,08	0,54	0,26
2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	4,58	0,74	0,94	0,39	0,28	0,93	0,36	2,32	0,59	0,30
3. N <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	4,61	0,74	0,95	0,42	0,31	0,93	0,36	2,54	0,64	0,33
4. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит	4,68	0,77	0,99	0,45	0,31	1,14	0,39	2,68	0,69	0,37
5. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит + эпин – фон	4,72	0,81	1,01	0,44	0,31	1,21	0,40	2,74	0,75	0,41
6. Фон + ЖКУ	4,80	0,91	1,19	0,62	0,35	1,25	0,51	2,89	1,00	0,55
7. Фон + CuSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O	4,86	0,89	1,14	0,52	0,34	1,40	0,48	3,03	0,92	0,51
8. Фон + Cu(хелат)	5,02	0,94	1,17	0,60	0,35	1,43	0,49	2,94	0,92	0,50
9. Фон + ZnSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	4,97	0,94	1,06	0,56	0,34	1,49	0,50	2,76	0,92	0,52
10. Фон + Zn(хелат)	4,92	0,91	1,20	0,57	0,37	1,54	0,57	2,95	0,98	0,53
11. Фон + Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]	5,02	1,01	1,27	0,59	0,39	1,57	0,60	3,11	1,08	0,58
12. Фон + Co(хелат)	5,16	1,05	1,34	0,68	0,48	1,66	0,62	3,18	1,36	0,61
13. Фон + MnSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O	5,00	1,10	1,32	0,72	0,46	1,74	0,64	3,25	1,24	0,63
HCP <sub>05</sub>	0,049	0,021	0,021	0,024	0,008	0,031	0,039	0,061	0,035	0,008

Содержание азота в зерне по годам в вариантах без минеральных удобрений изменялось в пределах 4,50–4,53 % (разница 0,03 %). Допосевное внесение макроудобрений в дозе N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> в среднем за 3 года повышало содержание азота в зерне сорта Першацвет на 0,06 %. Способствовало некоторому увеличению количества азота в зерне (на 0,10 %) применение бактериальных удобрений сапронит и фитостимифос. Положительное влияние на накопление азота в зерне оказали микроэлементы. Так, включение в предпосевную обработку семян хелатной формы кобальта повышало содержание азота в зерне относительно фонового варианта N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит + эпин на 0,44 %, и было максимальным

по вариантам опыта – 5,16 %. В среднем повышение концентрации азота в зерне от применения микроэлементов составило 0,27 %.

Содержание белковых веществ в зерне люпина было обусловлено как биологическими особенностями, так и условиями произрастания. Как считает И.П. Такунов [12], наименьшее количество белка в зерне накапливается в годы с дождливым и холодным летом, особенно в период цветения-образования бобов. В наших исследованиях погодно-климатические условия 2012 г. (холодный и дождливый июль) в период налива зерна обусловили самое низкое содержание азота в зерне по годам исследования – 4,50–4,93 %.

Достоверное увеличение содержания азота (4,80 %) в зерне было отмечено в варианте с применением жидкого комплексного удобрения для зернобобовых культур – (+0,08 %).

Максимальное содержание азота в соломе люпина узколистного сорта Першацвет (1,74 %) наблюдалось в варианте с использованием микроудобрения  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$  на фоне  $N_{30}P_{30}K_{90}$  + фитостимифос + сапронит + эпин. В среднем за три года содержание азота в соломе изменялось в пределах 0,87–1,74 %.

Во всех удобряемых вариантах содержание фосфора и калия в зерне и соломе было выше, чем в вариантах без внесения удобрений. Так в зерне люпина узколистного содержание фосфора и калия на фоне  $N_{30}P_{30}K_{90}$  составило 0,74 и 0,94 %, на фоне  $N_{30}P_{30}K_{90}$  + фитостимифос + сапронит + эпин – 0,81 и 1,01 %. В зерне люпина узколистного сорта Першацвет содержание фосфора в зависимости от исследуемых микроэлементов оказалось на уровне 0,89–1,10 %, калия – 1,06–1,34 %. Содержание фосфора в соломе люпина колебалось от 0,34 до 0,64 %. Наибольшее количество калия в соломе было в варианте с использованием в предпосевной обработке сульфата марганца (3,25 %) и хелатной формы кобальта (3,18 %).

Содержание азота в зерне люпина узколистного сорта Ян при внесении  $N_{30}P_{30}K_{90}$ ,  $N_{30}K_{90}$  по сравнению с вариантом без внесения удобрений возросло в среднем за 3 года исследований на 0,05 и 0,11 %, в соломе на 0,06 и 0,10 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2

**Химический состав зерна и соломы люпина узколистного сорта Ян, 2011–2013 гг., % на сухое вещество**

Вариант	Зерно					Солома				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
1. Контроль (без удобрений)	4,57	0,64	1,03	0,27	0,26	0,71	0,26	2,24	0,49	0,25
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	4,62	0,72	1,10	0,40	0,27	0,77	0,27	2,50	0,59	0,26
3. $N_{30}K_{90}$	4,68	0,75	1,12	0,43	0,27	0,81	0,34	2,62	0,66	0,29
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит	4,71	0,78	1,16	0,44	0,28	0,83	0,38	2,79	0,72	0,30
5. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + фитостимифос + сапронит + эпин – фон	4,82	0,79	1,17	0,46	0,28	0,87	0,41	2,85	0,80	0,31
6. Фон + ЖКУ	4,98	0,91	1,33	0,56	0,33	1,10	0,45	3,15	1,02	0,44
7. Фон + $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	5,01	0,86	1,26	0,52	0,30	1,00	0,45	3,36	0,92	0,37

Вариант	Зерно					Солома				
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
8. Фон + Cu(хелат)	5,00	0,90	1,27	0,55	0,31	1,03	0,48	3,15	0,95	0,39
9. Фон + ZnSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	4,96	0,84	1,23	0,52	0,31	0,91	0,45	3,11	1,01	0,40
10. Фон + Zn(хелат)	4,97	0,89	1,30	0,55	0,32	1,14	0,47	3,25	1,11	0,42
11. Фон + Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]	5,06	0,93	1,31	0,60	0,33	1,23	0,53	3,47	1,19	0,48
12. Фон + Co(хелат)	5,11	1,03	1,31	0,68	0,34	1,38	0,72	3,62	1,24	0,52
13. Фон + MnSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O	5,19	1,01	1,35	0,69	0,38	1,33	0,70	3,40	1,33	0,49
НСР <sub>05</sub>	0,051	0,025	0,028	0,007	0,005	0,0036	0,034	0,104	0,029	0,010

Положительное влияние на накопление азота в зерне оказал микроэлемент кобальт. В вариантах с применением его в различных формах содержание азота было свыше 5,0 %. Повышенным содержанием азота в зерне отличались и варианты с применением меди в неорганической форме в виде сульфата меди – 5,01 % (+0,19 % к фону) и в хелатной форме – 5,0 % (+0,18 %). Положительное действие меди на содержание азота в зерне можно объяснить участием меди в белковом обмене и низким содержанием данного микроэлемента в почве.

Наибольшее содержание азота (5,19 %) в зерне люпина узколистного сорта Ян в среднем за 2011–2013 гг. наблюдалось в варианте с использованием микроудобрения сульфата марганца на фоне N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит + эпин.

Максимальное содержание азота в соломе изучаемого сорта Ян (1,38 %) наблюдалось в варианте с использованием хелатной формы кобальта на фоне применения бактериальных удобрений и регулятора роста. В среднем по вариантам опыта содержание азота в соломе находилось в пределах 0,71–1,38 %.

В целом по опыту в зерне люпина узколистного отмечалось достоверное повышение содержания фосфора в зерне и соломе в удобряемых вариантах. Содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> изменялось в зависимости от применяемых систем удобрения от 0,64 % до 1,03 % в зерне и от 0,26 до 0,72 % в соломе.

Наибольшее количество калия в зерне было в варианте MnSO<sub>4</sub>\*5H<sub>2</sub>O на фоне N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит + эпин – 1,35 %. При использовании кобальта для предпосевной обработки семян повышалось содержание калия в зерне на 0,14 % (1,31 %). При использовании хелатной формы кобальта отмечено и максимальное содержание калия в соломе (3,62 %).

В целом, при анализе результатов исследований химического состава продукции сортов люпина узколистного установлено, что содержание азота и фосфора было выше в зерне, калия – в соломе.

Кроме азота, фосфора и калия растения в значительных количествах потребляют кальций, магний, которые по размерам потребления и по роли в формировании урожая относятся к группе мезофильных элементов. В среднем за три года исследований содержание оксида кальция в зерне люпина узколистного сортов Першацвет и Ян изменялось в пределах 0,34–0,72 % и 0,27–0,69 % соответственно. Содержание в зерне MgO являлось относительно стабильной величиной и находилось в пределах 0,26–0,48 %.

В целях поддержания в норме здоровья животных и повышения их продуктивности имеет значение не только абсолютное содержание в кормах минеральных

веществ, но и их соотношение [13]. С точки зрения кислотно-щелочного баланса кормов необходимо знать соотношение  $K/(Ca : Mg)$  и  $Ca : P$ . Соотношение  $K/(Ca : Mg)$  в опыте (по зерну) у сорта Першацвет составляло 1,1–1,4 (оптимальное – 1,4, допустимое – 2,2). Данный показатель у сорта Ян находился в пределах 1,3–1,9. Это свидетельствует о том, что корм безопасен для животных, у них не возникнет симптомов гипомагниевой болезни. Соотношение  $Ca : P$  не должно превышать 1,6. Отношение  $Ca : P$  в сухом веществе люпина узколистного по сортам изменялось в пределах 0,5–0,7.

Содержание элементов питания в зерне и соломе служит для определения хозяйственного и удельного выноса элементов [5]. Показатели выноса основных элементов питания с основной и побочной продукцией сельскохозяйственных культур находят широкое применение в агрохимической практике для расчета доз удобрений балансовым методом. Вынос элементов питания урожаем неустойчив и зависит от количества внесенных удобрений, свойств почвы, метеорологических условий, биологических особенностей культуры и сорта, содержания и соотношения элементов в семенах и соломе и т.д. [4].

По годам исследований (2011–2013 гг.) общий вынос питательных элементов изменялся в зависимости от содержания основных элементов питания в зерне и соломе люпина узколистного, а также от урожайности основной и побочной продукции (табл. 3).

Таблица 3

**Урожайность зерна, общий и удельный вынос элементов питания  
люпином узколистным, сорт Першацвет, 2011–2013 гг.**

Вариант	Урожайность зерна, среднее 2011–2013 гг.	Общий вынос, кг/га					Удельный вынос (с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции), кг				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
1. Контроль (без удобрений)	17,2	89,6	18,2	63,0	17,8	10,0	52,3	10,6	36,4	10,4	5,8
2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	19,5	103,2	21,8	77,6	22,2	12,8	53,0	11,2	39,7	11,4	6,6
3. N <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	20,6	107,0	22,4	81,8	24,0	14,0	52,0	10,9	39,7	11,7	6,8
4. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит	20,8	113,4	23,6	86,4	25,6	15,0	54,8	11,5	42,3	12,4	7,3
5. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит + эпин – фон	22,9	123,2	25,9	89,5	27,8	16,6	53,8	11,4	39,4	12,1	7,2
6. Фон + ЖКУ	26,6	142,9	34,7	106,3	41,7	22,8	53,8	13,1	40,1	15,6	8,6
7. Фон + CuSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O	31,4	165,4	36,4	109,4	37,8	22,6	52,6	11,6	34,9	12,0	7,2
8. Фон + Cu(хелат)	27,9	160,7	37,3	117,2	42,4	23,7	57,6	13,4	42,1	15,2	8,5
9. Фон + ZnSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	24,2	141,2	33,1	97,2	37,3	21,7	58,2	13,7	40,6	15,3	8,9
10. Фон + Zn(хелат)	27,2	152,9	36,3	107,5	39,8	22,7	56,2	13,4	40,0	14,7	8,4
11. Фон + Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]	25,8	149,0	38,1	110,1	41,7	23,9	57,7	14,9	43,1	16,2	9,3

Вариант	Урожайность зерна, среднее 2011–2013 гг.	Общий вынос, кг/га					Удельный вынос (с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции), кг				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
12. Фон + Со(хелат)	31,6	180,6	44,8	121,6	55,4	29,3	56,9	14,3	38,9	17,8	9,4
13. Фон + MnSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O	28,6	165,6	43,9	119,5	51,4	28,0	57,8	15,4	42,1	17,9	9,9

По данным ранее проведенных исследований [11] оптимальное содержание основных элементов питания в основной и побочной продукции люпина узколистного составляет в зерне: N – 4,09–5,31, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1,12–1,34, K<sub>2</sub>O – 0,83–1,5, CaO – 0,33–0,41, MgO – 0,27–0,32; в соломе N – 0,88–1,57, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,46–0,69, K<sub>2</sub>O – 1,65–2,45, CaO – 1,01–1,16, MgO – 0,35–0,76. Таким образом, приведенные данные по химическому составу зерна и соломы сортов люпина узколистного показывают, что содержание элементов минерального питания в наших исследованиях в целом соответствует стандартным параметрам.

В зависимости от варианта опыта для формирования урожайности люпина узколистного сорта Першацвет было использовано из почвы и удобрений 89,6–180,6 кг азота, 18,2–44,8 кг фосфора, 63,0–121,6 кг калия.

Наименьшие значения общего выноса отмечались в контрольном варианте – 89,6 кг азота, 18,2 кг фосфора, 63 кг калия. Применение минеральных удобрений в дозах N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> и N<sub>30</sub>K<sub>90</sub> способствовало возрастанию общего выноса всех элементов питания в среднем за 3 года исследований. Вынос азота, фосфора и калия возрастал на фоне применения бактериальных удобрений и регулятора роста на 20,0 кг по азоту, на 4,1 кг по фосфору, на 11,9 кг по калию. При применении микроэлементов вынос азота, фосфора и калия возрастал до 141,2–180,6 кг/га, 33,1–44,8 кг/га, 97,2–121,6 кг/га соответственно. При максимальной по опыту урожайности зерна (31,6 ц/га) в варианте с применением Со(хелат) хозяйственный вынос азота, фосфора и калия был значительно выше фонового варианта N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub>+фитостимифос+сапронит+эпин и составил: азот – 180,6 кг/га, фосфор – 44,8 кг/га, калий – 121,6 кг/га соответственно.

В среднем за 2011–2013 гг. на удобряемых вариантах по сорту Першацвет общий вынос кальция и магния достигал 22,2–55,4 кг/га и 12,8–29,3 кг/га соответственно (табл. 3).

Удельный вынос элементов питания по вариантам опыта варьировал в значительно меньших пределах. Наименьший удельный вынос азота, фосфора и калия на 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции люпина узколистного зафиксирован в контрольном варианте. Наибольшие величины удельного выноса азота (57,8–58,2 кг) в среднем за три года достигали в вариантах с использованием в предпосевной обработке семян сульфата марганца и цинка на фоне N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит + эпин. Наибольший удельный вынос фосфора (15,4 кг) и калия (42,1, кг) также был в варианте с включением при обработке семян сульфата марганца.

Минимальное отчуждение основных элементов питания с урожаем люпина узколистного сорта Ян характерно для варианта без удобрений – 90,8 кг/га азота, 16,6 кг/га фосфора, 71,8 кг/га калия, 16,4 кг/га кальция, 10,4 кг/га магния (табл. 4).

Наибольший вынос отмечен при внесении хелатной формы кобальта: по сравнению с фоновым вариантом превышение по азоту составило 48,2 кг/га, фосфору – 19,2 кг/га, калию – 35,4 кг/га, кальцию – 21,2 кг/га, магнию – 9,5 кг/га. Хозяйственный вынос азота, фосфора, калия, кальция и магния при использовании жидкого комплексного удобрения увеличивался на 24,2 %; 28,6 %; 23,0 %; 38,9 % и 45,0 % соответственно.

Таблица 4

**Урожайность зерна, общий и удельный вынос элементов питания люпином узколистным, сорт Ян, 2011–2013 гг.**

Вариант	Урожайность зерна, среднее 2011–2013 гг.	Общий вынос, кг/га					Удельный вынос (с 1 т основной и соответствующим количеством побочной продукции), кг				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
1. Контроль (без удобрений)	18,6	90,8	16,6	71,8	16,4	10,4	48,8	9,0	38,7	8,8	5,6
2. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	20,9	103,4	20,0	84,9	22,6	11,9	49,4	9,6	40,6	10,8	5,7
3. N <sub>30</sub> K <sub>90</sub>	21,0	105,3	22,2	86,8	24,5	12,4	50,1	10,7	41,6	11,8	5,9
4. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит	22,0	110,8	24,7	94,4	27,1	13,3	50,4	11,4	43,2	12,5	6,1
5. N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>90</sub> + фитостимифос + сапронит + эпин – фон	23,2	119,0	26,2	97,2	29,8	14,2	51,1	11,3	41,8	12,9	6,1
6. Фон + ЖКУ	27,3	147,8	33,7	119,6	41,4	20,6	54,2	12,5	44,0	15,4	7,6
7. Фон + CuSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O	27,3	144,6	32,4	121,2	37,1	17,4	53,2	12,0	44,9	13,8	6,4
8. Фон + Cu(хелат)	26,6	140,6	32,2	108,8	36,5	17,3	53,2	12,5	41,8	14,1	6,5
9. Фон + ZnSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	25,7	134,9	30,9	114,3	39,5	18,8	52,5	12,1	44,5	15,5	7,3
10. Фон + Zn(хелат)	26,5	143,8	32,8	118,0	42,5	19,3	54,5	12,5	44,9	16,3	7,3
11. Фон + Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> ]	26,1	144,5	34,2	118,4	43,6	20,3	56,0	13,4	46,3	17,2	7,8
12. Фон + Co(хелат)	29,4	167,2	45,4	132,6	51,0	23,7	57,0	15,6	45,6	17,7	8,1
13. Фон + MnSO <sub>4</sub> *5H <sub>2</sub> O	28,0	161,2	42,9	123,8	51,8	22,4	57,9	15,6	44,9	19,0	8,0

В годы исследований удельный вынос азота, фосфора и калия на 1 тонну основной и соответствующее количество побочной продукции люпина узколистного сортов Першацвет и Ян был более стабильным и оказался менее варьировуемым. Так же прослеживается закономерность – с повышением урожайности снижаются затраты питательных элементов на формирование единицы продукции. Так, в варианте с включением в предпосевную обработку сульфата меди, была получена одна из самых высоких по вариантам опыта урожайностей, при этом удельный вынос был значительно меньше в сравнении с другими вариантами.

В результате многолетних исследований, проведенных в Институте почвоведения и агрохимии [7], установлено, что в результате использования новых бо-

лее интенсивных сортов зерновых культур и технологий их возделывания, роста урожайности удельный вынос элементов питания в расчете на 1 т/зерна (кг/т) существенно ниже в сравнении с установленными ранее справочными нормативами. Подобная тенденция отмечена и в наших исследованиях – установлено, что с одной тонной зерна люпина узколистного и соответствующим количеством побочной продукции в среднем вынесено: азота – 55,2 кг/т, фосфора – 12,8 кг/т, калия – 40,1 кг/т, кальция – 14,2 кг/т, магния – 8,1 кг/т. Удельный вынос по азоту и фосфору был значительно ниже ранее установленных значений, а по калию, кальцию и магнию – близок к существующим справочным нормативам.

## ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования показали, что наиболее существенное влияние макро- и микроэлементы, бактериальные удобрения и регуляторы роста растений оказали на содержание азота в зерне и соломе люпина узколистного. В среднем за три года содержание азота в зерне люпина узколистного сорта Першацвет изменялось в пределах 4,52–5,16 %, у сорта Ян – 4,57–5,19 %. Установлено, что содержание азота и фосфора было выше в зерне, калия – в соломе.

2. Общий вынос питательных элементов изменялся в зависимости от содержания основных элементов питания в зерне и соломе люпина узколистного сортов Першацвет и Ян, а также от урожайности основной и побочной продукции.

Удельный вынос азота (57,6–58,2 кг/т), фосфора (13,4–15,4 кг/т) и калия (42,1–43,1 кг/т) максимальных величин достигал в вариантах с использованием в предпосевной обработке семян (сорт Першацвет) хелатной формы меди, неорганической формы цинка, марганца и кобальта на фоне  $N_{30}P_{30}K_{90}$  + фитостимифос + сапронит + эпин.

У люпина узколистного сорта Ян максимальный удельный вынос азота (56–57,9 кг/т), фосфора (13,4–15,6 кг/т) и калия (44,9–46,3 кг/т) наблюдался в вариантах с предпосевной обработкой семян кобальтом в хелатной и неорганической формах и сульфатом марганца.

В исследованиях установлено, что с одной тонной зерна люпина узколистного и соответствующим количеством побочной продукции в среднем вынесено: азота – 55,2 кг/т, фосфора – 12,8 кг/т, калия – 40,1 кг/т, кальция – 14,2 кг/т, магния – 8,1 кг/т.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барбасов, Н.В. Эффективность применения новых форм комплексных микроудобрений и регуляторов роста при возделывании среднепозднего сорта ячменя на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Н.В. Барбасов // Вестник БГСХА. – 2017. – № 3. – С. 85–89.

2. Вильдфлуш, И.Р. Агрохимия. Практикум: учебн. пособ. / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И.Р. Вильдфлуша, С.П. Кукреша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.

3. Германович, Т.М. Влияния известкования на урожайность и химический состав продукции, вынос элементов питания горохом / Т.М. Германович, И.А. Царук // Почвоведение и агрохимия. – № 2(41). – 2008 – С. 137–138.

4. Дуктов, В.П. Вынос основных элементов питания и коэффициенты их использования из удобрений при различных условиях питания льна / В.П. Дук-

тов // Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений. Ч 2. материалы Междунар. науч.-практ. конф.; отв. ред. И.Р. Вильдфлуш. – Горки: Белорусская госуд. сельхоз. академия. 2003. – С. 92–95.

5. Эффективность систем удобрения озимой ржи при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / В.В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 1(56). – С. 105–121.

6. *Николаева, Т.Г.* Влияние некорневых подкормок кобальтом и марганцем на урожайность и качество люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: дис. ...канд. с.-х. наук.: 06.01.04 / Т.Г. Николаева. – Минск, 2014.

7. Нормативы возмещения выноса элементов питания для расчета доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры / В.В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – С. 4

8. Рекомендации по практическому применению кормов из люпина в рационах сельскохозяйственных животных / ГНУВНИИ люпина, ФГОУВПО «Брянская ГСХА». – Брянск, 2009. – 84 с.

9. *Рудаевская, Н.Н.* Изменение ботанического состава бобово-злакового травостоя под влиянием удобрения и применения биопрепаратов / Н.Н. Рудаевская // Земледелие и защита растений. – 2016. – № 4. – С. 16–17.

10. *Рышкель, И.В.* Влияние микробиологических препаратов и регулятора роста эпин на урожайность зернобобовых культур/ Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: тезисы юбилейной Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 80-летию образования Ин-та земледелия; 29 июня 2007 г., г. Жодино / НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина. 2007. – С. 223–224.

11. Система применения удобрений: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Агрохимия и почвоведение», «Защита растений и карантин» / В.В. Лапа и [и др.]; под общ. ред. В.В. Лапа. – Гродно: ГГАУ, 2011. – С. 9.

12. *Такунов, И.П.* Люпин в земледелии России / И.П. Такунов // Кормопроизводство. – 1996. – № 5. – С. 37–44.

13. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур: монография / И.Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Технопринт, 2005. – С.137.

## **INFLUENCE OF FOOD CONDITIONS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF PRODUCTS AND THE REMOVAL OF FOOD ITEMS LUPINE NARROW-LEAVED**

**T.F. Persikova, M.L. Radkevich**

### **Summary**

In studies on sod-podzolic light loam soil, the effectiveness of the application of mineral fertilizers, bacterial preparations, growth regulators, microelements – copper, zinc, boron, cobalt, molybdenum, manganese was studied. It has been established that a significant influence of nutritional conditions on grain yield, chemical composition of the main and by-products of lupine narrow-leaved, calculated indicators of total and specific removal of nutrients.

*Поступила 10.05.18*