

## ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

**Л. А. Воробьева**, кандидат сельскохозяйственных наук

**В. А. Анищенко**

**В. Н. Адамко**, кандидат сельскохозяйственных наук

*Новозыбковская СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»,  
п. Опытная станция Брянской области, Россия,  
ngsos-vniia@yandex.ru*

*Приведены результаты исследований по изучению разных доз калийных удобрений в сочетании с фосфорными, как при отдельном применении, так и совместно с биопрепаратом Гумимакс, при возделывании люпина узколистного на зеленую массу в полевом опыте на дерново-подзолистой песчаной почве (с плотностью загрязнения 20 Ки/км<sup>2</sup> и более). Изучена эффективность влияния доз калийных удобрений и биопрепарата Гумимакс на урожайность, накопление <sup>137</sup>Cs и кормовую ценность зеленой массы люпина узколистного. Установлено, что применение биопрепарата Гумимакс обеспечивает увеличение урожайности зеленой массы люпина до 69 %. Применение биопрепарата на всех фонах внесения удобрений обеспечивает повышение содержания сырого протеина в зеленой массе люпина. Последовательно возрастающие дозы калия в сочетании с P<sub>45</sub> как при отдельном применении, так и совместно с биопрепаратом снижали удельную активность <sup>137</sup>Cs более чем в 2,5 раза. Для снижения накопления <sup>137</sup>Cs в зеленой массе люпина ниже допустимого уровня дозы минеральных удобрений не должны быть ниже P<sub>45</sub>K<sub>150</sub>.*

**Ключевые слова:** *люпин узколистный, дерново-подзолистая почва, фосфорные и калийные удобрения, биопрепарат, урожайность, качество, накопление, <sup>137</sup>Cs.*

Люпин — ценная бобовая культура, используемая на зеленый корм, силос, зернофураж и в качестве сидерата. Люпин — незаменимый ингредиент при получении сбалансированных кормов [1–3]. Люпин является важной зернобобовой культурой на дерново-подзолистых песчаных почвах легкого механического состава. Зеленая масса люпина и пожнивно-корневые остатки — важный фактор биологизации земледелия, энерго- и ресурсосбережения [4; 5]. Зерно люпина рассматривается как источник сбалансированного, легкоусвояемого и экологически чистого белка в рационе кормления всех видов животных [6–8]. Вместе с тем повышенное накопление <sup>137</sup>Cs ограничивает его применение. Снижение накопления радионуклидов в растениях является важнейшей задачей для обеспечения животноводства высокобелковыми кормами и возвращения люпина как удобрительной культуры песчаных почв [9–11].

Система применения удобрений существенно влияет на поступление радионуклидов в растения и их накопление в урожае. Поэтому использование удобрений, в том числе и в сочетании с другими мероприятиями, а также применение новых сортов сельскохозяйственных культур, должно способствовать уменьшению поступления в растения радионуклидов и улучшению экологической обстановки [12–14].

**Цель исследований:** оценка эффективности применения минеральных удобрений и биопрепарата Гумимакс на урожайность и качество зеленой массы люпина узколистного, возделываемого на дерново-подзолистой песчаной почве, загрязненной радионуклидами.

**Материалы и методы.** Исследования по изучению эффективности минеральных удобрений и биопрепарата проводились в краткосрочном полевом опыте на полях Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в 2016–2018 гг.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкого гранулометрического (механического) состава, агрохимические показатели плодородия почвы пахотного слоя до закладки опыта были следующими: гумус (по Тюрину) — 1,6 %,  $pH_{KCl} = 4,87$ ; Нг (по Каппену–Гильковицу) — 2,41 мг-экв/100 г почвы; S (по Каппену–Гильковицу) — 2,59 мг-экв/100 г почвы; содержание подвижных форм фосфора ( $P_2O_5$ ) (по Кирсанову) — 32,1 мг/100 г почвы, содержание подвижных форм калия ( $K_2O$ ) (по Кирсанову) — 11,1 мг/100 г почвы.

Активность почвенного участка в опыте — 2900–3200 Бк/кг, плотность загрязнения почвы  $^{137}Cs$  в результате Чернобыльской катастрофы составляет 21 Ки/км<sup>2</sup>, или 777 кБк/м<sup>2</sup>.

Опыт проводился в трехкратной повторности, расположение делянок систематическое. Общая площадь посевной делянки — 36 м<sup>2</sup>, учетная — 30 м<sup>2</sup>. Объектом исследования в опыте являлся люпин узколистный сорт Белозерный 110. Норма высева — 1 млн всхожих зерен на 1 га. Технология возделывания люпина общепринятая, рекомендованная для зоны.

Под люпин вносили минеральные удобрения: Рсд (22 %  $P_2O_5$ ), Кх (56 %  $K_2O$ ) вручную, в разброс под предпосевную обработку почвы.

Полевой опыт, лабораторно-аналитические работы и статистический анализ проводились по методикам [15–18].

Исследования проводились на четырех фонах применения минеральных удобрений: первый фон — контрольный (без внесения удобрений); второй фон —  $P_{45}K_{90}$ ; третий фон —  $P_{45}K_{120}$ ; четвертый фон —  $P_{45}K_{150}$ .

В наших исследованиях изучался биопрепарат Гумимакс для предпосевной обработки семян и обработки вегетирующих растений.

Семена обрабатывались непосредственно перед посевом, посевы обрабатывали в фазу начала бутонизации в дозе, рекомендованной производителем: 200 л воды на 1 га. Гумимакс — современный торфогуминовый препарат, стимулятор роста и развития растений, адаптоген, антидот, иммуномодулятор.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что урожайность зеленой массы люпина (в среднем за три года) на контрольном варианте, без внесения минеральных удобрений, была самой низкой — 22,9 т/га (табл. 1). Предпосевная обработка семян Гумимаксом, на фоне без внесения удобрений, увеличила урожайность до 35,9 т/га (+13,0 т/га). Применение препарата Гумимакс по вегетирующим растениям люпина, на контрольном фоне, увеличило урожайность зеленой массы до 38,3 т/га (прибавка 69 %). Фосфорно-калийные удобрения в дозе P<sub>45</sub>K<sub>90</sub> увеличили урожайность зеленой массы люпина узколистного на 18 %, обработка семян Гумимаксом на этом фоне увеличила урожайность зеленой массы люпина на 44 %, а при обработке вегетирующих растений люпина урожайность увеличилась на 63 %.

**1. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Гумимакс на урожайность зеленой массы люпина (среднее за годы исследований)**

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка, +		
		общая		от биопрепарата, т/га
		т/га	%	
Контроль — фон 1	22,9	—	—	—
Фон 1 + обработка семян Гумимаксом	35,9	13,0	57	13,0
Фон 1 + обработка растений Гумимаксом	38,3	15,9	69	15,9
P <sub>45</sub> K <sub>90</sub> — фон 2	27,0	4,1	18	—
Фон 2 + обработка семян Гумимаксом	38,1	14,1	62	10,0
Фон 2 + обработка растений Гумимаксом	41,6	18,7	82	14,6
P <sub>45</sub> K <sub>120</sub> — фон 3	30,5	7,6	33	—
Фон 3 + обработка семян Гумимаксом	45,7	18,7	82	11,1
Фон 3 + обработка растений Гумимаксом	46,3	23,4	102	15,8
P <sub>45</sub> K <sub>150</sub> — фон 4	33,2	10,3	45	—
Фон 4 + обработка семян Гумимаксом	45,8	22,9	100	12,6
Фон 4 + обработка растений Гумимаксом	46,8	23,9	104	13,6
НСР <sub>05</sub> , т/га	3,9			
P, %	3,6			

Последовательное увеличение доз калийных удобрений, вносимых с P<sub>45</sub>, увеличивало урожайность зеленой массы до 45 %. Максимальное увеличение урожайности зеленой массы люпина за счет применение препарата Гумимакс как при обработке семян, так и при приме-

нении его по вегетирующим растениям было на контрольном фоне (без внесения удобрений).

Основными показателями качества и кормовой ценности для люпина является содержание белка и алкалоидов. Содержание белка в зеленой массе на контроле составило 13,69 % (табл. 2), в вариантах применения минеральных удобрений и биопрепарата содержание белка повышалось, максимальное содержание белка получено в варианте с применением минеральных удобрений в дозе  $P_{45}K_{150}$  + обработка семян Гумимаксом — 17,44 %.

## 2. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Гумимакс на качество зеленой массы люпина (среднее за годы исследований)

Варианты	Содержание (%) на воздушно-сухое вещество				Содержание $^{137}Cs$ , Бк/кг
	алкалоиды	сырой протеин	сырой жир	клетчатка	
Контроль — фон 1	0,028	13,69	1,23	31,28	183
Фон 1 + обработка семян Гумимаксом	0,027	13,63	1,24	31,75	143
Фон 1 + обработка растений Гумимаксом	0,036	14,38	1,27	33,76	150
$P_{45}K_{90}$ — фон 2	0,033	14,19	1,30	31,06	148
Фон 2 + обработка семян Гумимаксом	0,040	15,38	1,36	30,88	130
Фон 2 + обработка растений Гумимаксом	0,038	16,13	1,33	29,54	125
$P_{45}K_{120}$ — фон 3	0,033	14,50	1,33	30,87	101
Фон 3 + обработка семян Гумимаксом	0,038	14,25	1,39	31,19	90
Фон 3 + обработка растений Гумимаксом	0,041	15,38	1,37	32,02	91
$P_{45}K_{150}$ — фон 4	0,042	14,94	1,29	33,46	87
Фон 4 + обработка семян Гумимаксом	0,035	17,44	1,37	31,01	73
Фон 4 + обработка растений Гумимаксом	0,033	14,56	1,39	34,64	67
$НCP_{05}$	0,003	0,43	0,04	1,34	13

Содержание алкалоидов в зеленой массе на контроле составило 0,028 %, от применения минеральных удобрений и биопрепарата Гумимакс содержание алкалоидов повышалось до 0,042 %.

Содержание жира в зеленой массе люпина в варианте без применения минеральных удобрений составило 1,23 %, при применении минеральных удобрений и препарата Гумимакса присутствовала устойчивая тенденция к повышению содержания жира в зеленой массе люпина узколистного.

Важным показателем качества сельскохозяйственных культур в зоне радиоактивного загрязнения является содержание  $^{137}\text{Cs}$  в конечной продукции растениеводства, соответствующей требованиям ВП 13.5.13./06–01, для зеленой массы — 100 Бк/кг.

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе люпина на контрольном варианте в 1,8 раза превышает нормативно допустимый уровень (табл. 2), при обработке семян и растений Гумимаксом на этом фоне отмечено снижение содержания радионуклидов на 40 Бк/кг. На варианте применения минеральных удобрений в дозе  $\text{P}_{45}\text{K}_{90}$  как отдельно, так и совместно с препаратом Гумимакс отмечалось снижение содержания  $^{137}\text{Cs}$ , но его количество также превышало допустимый уровень. Применение калийного удобрения в дозе 120 кг/га совместно с фосфорным ( $\text{P}_{45}$ ), не снижало содержание радиоцезия ниже допустимого уровня, но было отмечено положительное действие препарата Гумимакс на снижение радионуклидов на этом фоне минерального питания. На фоне  $\text{P}_{45}\text{K}_{150}$ , как отдельно, так и совместно с применением препарата Гумимакс, отмечалось снижение накопления  $^{137}\text{Cs}$  в зеленой массе ниже нормативно допустимого уровня, из этого следует, что зеленую массу люпина с этих вариантов можно использовать на корм животным без ограничений.

Кормовая ценность зеленой массы люпина узколистного представлена в таблице 3. Сбор кормовых единиц с 1 га в зеленой массе люпина в контрольном варианте составил 2,17 т/га, максимальный сбор кормовых единиц был в вариантах с дозой минеральных удобрений  $\text{P}_{45}\text{K}_{120-150}$  совместно с применением препарата Гумимакс как на семенах, так и при применении его по вегетирующим растениям люпина.

### 3. Влияние минеральных удобрений и биопрепарата Гумимакс на кормовую ценность зеленой массы люпина узколистного (среднее за годы исследований)

Варианты	Выход переваримого протеина, т/га	Выход кормовых единиц, т/га	Обменной энергии, ГДж/га
Контроль — фон 1	0,37	2,17	32,90
Фон 1 + обработка семян Гумимаксом	0,57	3,27	55,95
Фон 1 + обработка растений Гумимаксом	0,63	3,29	52,81
$\text{P}_{45}\text{K}_{90}$ — фон 2	0,44	2,47	37,57
Фон 2 + обработка семян Гумимаксом	0,69	3,49	52,89
Фон 2 + обработка растений Гумимаксом	0,80	3,95	59,02
$\text{P}_{45}\text{K}_{120}$ — фон 3	0,54	2,94	44,77
Фон 3 + обработка семян Гумимаксом	0,78	4,49	67,57
Фон 3 + обработка растений Гумимаксом	0,88	4,30	66,30
$\text{P}_{45}\text{K}_{150}$ — фон 4	0,59	2,86	45,10
Фон 4 + обработка семян Гумимаксом	1,00	4,52	67,78
Фон 4 + обработка растений Гумимаксом	0,80	4,03	63,58

Сбор переваримого протеина в зеленой массе с 1 га в варианте без применения удобрений — 0,37 т/га. Минеральные удобрения (фосфорно-калийные) и применение препарата Гумимакс значительно увеличивали урожайность зеленой массы люпина и содержание сырого протеина в ней, и соответственно увеличивался сбор переваримого протеина до 1,00 т/га (вариант P<sub>45</sub>K<sub>150</sub> + обработка семян Гумимаксом).

Из полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что обменная энергия в зеленой массе люпина узколистного увеличивалась по вариантам опыта с 32,90 до 67,78 ГДж.

Исходя из результатов проведенных нами исследований, можно отметить, что максимальная урожайность зеленой массы люпина узколистного, возделываемого на дерново-подзолистой песчаной почве загрязненной радионуклидами, была получена на фоне внесения минеральных удобрений в дозе P<sub>45</sub>K<sub>150</sub> + обработка растений Гумимаксом: общая прибавка составила 104 %. Анализируя результаты проведенных нами исследований можно отметить, что для получения зеленой массы люпина, соответствующей нормативным требованиям по содержанию радионуклидов, необходимо вносить минеральные удобрения в дозе не менее P<sub>45</sub>K<sub>150</sub>.

#### Литература

1. Саввичева И. К., Лихачёв Б. С. Селекция люпина желтого на Брянщине // Кормопроизводство. – 2012. – № 5. – С. 29–31.
2. Яговенко Г. Л., Белоус Н. М., Яговенко Л. Л. Люпин в земледелии центрального региона России: влияние на агрохимические свойства серой лесной почвы и продуктивность севооборотов : монография. – Брянск, 2011. – 182 с.
3. Зернобобовые культуры и однолетние бобовые травы: биология и технология возделывания : монография / Н. М. Белоус, В. Е. Ториков, И. Я. Моисеенко, О. В. Мельникова. – Брянск, 2010. – 151 с.
4. Такунов И. П. Люпин в земледелии России : монография. – Брянск : Придесенье, 1996. – 372 с.
5. Кормопроизводство, рациональное природопользование и агроэкология // В. М. Косолапов, И. А. Трофимов, Г. Н. Бычков [и др.]. – Кормопроизводство. – 2016. – № 8. – С. 3–8.
6. Емельянов А. В. Люпин узколистный и яровой рапс в полевом кормопроизводстве на серых лесных почвах юго-запада Нечерноземной зоны Российской Федерации : автореф. ... дис. канд. с.-х. наук. – Брянск, 2004. – 20 с.
7. Новик Н. В. Сортовые реакции люпина желтого и узколистого на предпосевную инокуляцию семян штаммами *Rhizobium Lupini* : автореф. ... дис. канд. с.-х. наук. – Брянск. 2005. – 18 с.
8. Косолапов В. М., Чернявских В. И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в их решении // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 4. – С. 5–14.
9. Влияние минеральных удобрений и препарата Эпин-Экстра на урожайность и качество зерна люпина узколистного при радиоактивном загрязнении агроценозов / В. В. Пашутко, В. Ф. Шаповалов, Н. М. Белоус [и др.] // Агрохимиче-

- ский вестник. – 2017. – № 3. – С. 19–22.
10. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Новые сорта кормовых культур и технологии для сельского хозяйства России // Кормопроизводство. – 2021. – № 6. – С. 22–26.
  11. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Всероссийский НИИ кормов: итоги научной деятельности за 2010 и 2006–2010 годы // Кормопроизводство. – 2011. – № 1. – С. 3–4.
  12. Коренев В. Б., Воробьева Л. А., Белоус И. Н. Урожайность кормовых и зерновых культур и накопление  $^{137}\text{Cs}$  в зависимости от внесения возрастающих доз калийных удобрений // Вестник Брянской ГСХА. – 2013. – № 5. – С. 3–6.
  13. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв (к 30-летию техногенной аварии на Чернобыльской АЭС) / В. Г. Сычев, В. И. Лунёв, П. М. Орлов, Н. М. Белоус. – М. : ВНИИА, 2016. – 184 с.
  14. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 25. – № 4. – С. 401–407.
  15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
  16. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 1. М. : ВИУА, 1975. – 167 с.; Ч. 2. М. : ВИУА, 1983. – 171 с.; Ч. 3. М. : ВИУА, 1985. – 131 с.
  17. Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях. – М. : ЦИНАО, 1985. – 22 с.
  18. Количественное определение алкалоидов в люпине : методические рекомендации / А. И. Артюхов, Т. В. Яговенко, Е. В. Афонина, Л. В. Трошина. – Брянск : Читай-город, – 2012. – 16 с.

## STUDYING THE EFFICIENCY OF MINERAL FERTILIZERS AND BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GREEN MASS OF LUPIN ANGUSTIFOLIA

**L. A. Vorobieva, V. A. Anishchenko, V. N. Adamko**

*The paper presents the results of studies on the study of different doses of potash fertilizers in combination with phosphate fertilizers, both with a separate application and in combination with the biological product Humimax, when cultivating narrow-leaved lupine for green mass, in a field experiment on soddy-podzolic sandy soil (with a pollution density of 20 and more than  $\text{Ku}/\text{km}^2$ ). The effectiveness of the influence of doses of potash fertilizers and the biopreparation Humimax on the yield, accumulation of  $^{137}\text{Cs}$  and the nutritional value of the green mass of the narrow-leaved lupine was studied. It has been established that the use of the Humimax biopreparation provides an increase in the yield of the green mass of lupine up to 69%. The use of the biological product on all backgrounds of fertilization provides an increase in the content of crude protein in the green mass of lupine. Consistently increasing doses of potassium in combination with  $P_{45}$ , both when used alone and in combination with a biological product, reduced the specific activity of  $^{137}\text{Cs}$  by more than 2.5 times. To reduce the accumulation of  $^{137}\text{Cs}$  in the green mass of lupine below the permissible level, the doses of mineral fertilizers should not be lower than  $P_{45}K_{150}$ .*

**Keywords:** narrow-leaved lupine, soddy-podzolic soil, phosphorus and potash fertilizers, biological product, productivity, quality, accumulation,  $^{137}\text{Cs}$ .