

## ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА И УРОЖАЙНОСТЬ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

**Т.В. ЯГОВЕНКО**, кандидат биологических наук, ORCID ID 0000-0002-7398-320X, E-mail: lupin.labphys@mail.ru

**Н.М. ЗАЙЦЕВА**, ORCID ID 0000-0003-4952-529X, E-mail: lupin.labphys@mail.ru

**Н.В. ГРИБУШЕНКОВА**, ORCID ID 0000-0002-4576-8298, E-mail: lupin.labphys@mail.ru

**Н.В. МИСНИКОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID 0000-0001-5746-6539, E-mail: lupin\_nvmisnikova@mail.ru

ВНИИ ЛЮПИНА – филиал ФГБНУ «ФНЦ КОРМОПРОИЗВОДСТВА И АГРОЭКОЛОГИИ ИМЕНИ В. Р. ВИЛЬЯМСА», Брянск

***Аннотация.** В статье представлены результаты полевых исследований 2024-2025 гг. по установлению влияния микроудобрений, содержащих Мо, В (Ультрамаг Мо, Ультрамаг В) на ряд показателей продукционного процесса, принимающих участие в формировании урожайности семян люпина узколистного сорта Белорозовый 144. Исследования проводились в условиях юго-западной части НЗ на серых лесных почвах. Установлено, что использование Мо, В увеличивало площадь листьев соответственно на 14,4%, 2,5%; ФП – на 17,3%, 8,8%; ЧПФ – на 8,7%, 10,4%. Изучаемые микроудобрения повышали синтез сухой массы растения в вариантах опыта в среднем на 13,8% (Мо) и 5,6% (В); способствовали интенсивному росту корневой системы. Максимальному увеличению массы корневой системы относительно контроля обеспечивал В. В варианте с предпосевной обработкой семян и двумя фолиарными обработками в фазу 3-х пар настоящих листьев и бутонизации сухая масса корневой системы превышала контроль на 34,3%. В этом же варианте отмечены максимальная сухая масса клубеньков и максимальный коэффициент азотфиксации; они превысили контроль на 71,4% и 63,1%, соответственно. Оценка урожайности семян люпина узколистного показала, что максимальной урожайностью (2,07 т/га) характеризовались варианты с предпосевной обработкой семян микроудобрением и последующей фолиарной обработкой в фазе 3-х пар настоящих листьев, а также вариант с обработкой семян Мо и последующими фолиарными обработками Мо в фазы 3-х пар настоящих листьев и бутонизации (2,09 т/га). Превышение над контролем составило соответственно 21,1 и 22,2%.*

**Ключевые слова:** люпин узколистный, сухое вещество, фотосинтез, азотфиксация, урожайность.

**Для цитирования:** Яговенко Т.В., Зайцева Н.М., Грибушенкова Н.В., Мисникова Н.В. Влияние микроудобрений на показатели продукционного процесса и урожайность люпина узколистного. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 2 (58): 123-133. DOI: 10.24412/2309-348X-2026-2-123-133

## THE INFLUENCE OF MICRO-FERTILIZERS ON INDICES OF PRODUCTION PROCESS AND YIELD OF NARROW-LEAFED LUPIN

**T.V. Yagovenko, N.M. Zaytseva, N.V. Gribyshenkova, N.V. Misnikova**

ALL-RUSSIAN LUPINE SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE – BRANCH OF THE FEDERAL WILLIAMS RESEARCH CENTER OF FORAGE PRODUCTION AND AGROECOLOGY, Russia, Bryansk

**Abstract.** *The article presents the test results for the study of the effect of micro-fertilizers with Mo and B (Ultramag Mo, Ultramag B) on some indices of production process of seeds' yield formation of the narrow-leaved lupin var. Belorozovy 144 in 2024-2025. The tests were done under conditions of the South-West part of the Non-Chernozem zone on the gray forest soils. It was revealed that use of Mo and B increased leaves' square by 14.4% and 2.5% respectively; photosynthetic potential – by 17.3% and 8.8%; the net photosynthesis productivity – by 83.7% and 10.4% respectively. The tested micro-fertilizers increased dry matter synthesis of plants in experimental variants average by 13.8% (Mo) and 5.6% (B); it contributed to the intensive growth of root system. Boron provided the maximum increasing of root system mass compared to the standard. The dry mass of root system exceeded the standard by 34.3% in the variant of pre-sowing seeds' treatment and two foliar treatments at the stages of three pairs of true leaves and bud formation. In this variant the maximum nodules' dry mass and maximum coefficient of nitrogen fixing have been recorded; they exceeded the standard by 71.4 and 63.1% respectively. The evaluation of seeds' yield of the narrow-leaved lupine demonstrated that the variants with pre-sowing seeds' treatment with micro-fertilizers followed by the foliar one at the stage of three pairs of true leaves as well as the variant with Mo seeds' treatment followed by Mo foliar treatments at the stages of three pairs of true leaves and bud formation had the maximum yield of 2.07 and 2.09 t/ha respectively. They increased the standard by 21.1 and 22.2% respectively.*

**Keywords:** narrow-leaved lupin, dry matter, photosynthesis, nitrogen fixing, yield.

### Введение

В настоящее время наблюдается широкое использование в технологии возделывания сельскохозяйственных культур микроудобрений, стимуляторов роста в целях повышения и стабилизации их продуктивности. В современных условиях возрастает значение люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) – культуры, имеющей огромный биологический и экономический потенциал. Люпин узколистный является универсальной культурой для производства кормов для животных, а также пищевых продуктов. В 1 кг люпина содержится от 245 до 322 г переваримого протеина, что в 1,7-5,5 раза выше, чем в зерне зерновых культур [1, 2]. Для увеличения урожайности зерна этой культуры большая роль отводится усовершенствованию элементов технологии её возделывания. Существенно повысить урожайность люпина можно за счет оптимизации способов внесения микроудобрений, содержащих молибден (Mo) и бор (B). Бобовые культуры выносят из почвы в 57 раз больше бора и молибдена по сравнению со злаками, недостаточное содержание подвижных форм этих элементов в почве зачастую является лимитирующим фактором при формировании урожая зерна бобовых культур [2]. Отклонения от оптимальных концентраций этих элементов в почве может привести к нарушению работы ферментов и как следствие обмена веществ в растениях, что отражается на ряде физиологических показателей, продуктивности растений. В настоящее время применяются новые формы микроудобрений в хелатной форме, а также стимуляторы роста, отличающиеся высокой эффективностью [3, 4]. Одним из важнейших направлений совершенствования технологий возделывания культурных растений является применение средств управления биологическими процессами с помощью микроэлементов, регуляторов роста, которые являются ступенью управления вегетацией и продукционным процессом, когда возможности традиционной агротехники исчерпаны или ухудшают экологическую ситуацию [5]. Влияние на продукционный процесс путем использования этих веществ приобретает все большую актуальность, так как позволяет сократить затраты на средства химизации, увеличить урожайность сельскохозяйственной продукции и улучшить её качество. Кроме того, отзывчивость новых сортов люпина на ряд микроэлементов, способы их применения, влияние на рост, развитие и формирование урожайности семян изучены не в полной мере, так как несмотря на изученность многих макро- и микроэлементов высокий продуктивный потенциал люпина узколистного в производстве не реализуется.

**Цель исследований** – изучение влияния микроудобрений, содержащих молибден (Mo), бор (B) и схем их внесения на производственные процессы, урожайность люпина узколистного в условиях Юго-Западного региона НЗ РФ.

#### **Методика и материалы исследований**

Полевые опыты проводились в 2024 и 2025 гг. в почвенно-климатических условиях Брянской области, на серых лесных легкосуглинистых почвах юго-западной части НЗ. Содержание фосфора (по Кирсанову) – 272 мг/кг, калия (по Масловой) – 171 мг/кг. Гумус по Тюрину – 2,64%, рН 5,7. Массовая доля подвижных соединений бора – 1,21 мг/кг, молибдена – 0,09 мг/кг. Материалом исследований служил сорт люпина узколистного Белорозовый 144. В исследования включены: микроудобрения: Ультрамаг Мо: (N – 3,4-5,6%; Mo – 2,6-3,4%), Ультрамаг В (N – 5,7%; B – 11,8%). Технология в опыте – общепринятая во ВНИИ люпина.

Схема опыта:

- 1 – контроль (без обработок);
- 2 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг Мо (1,5 л/т);
- 3 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг Мо (1,5 л/т) + фолиарное опрыскивание Мо в фазу 3 настоящих листьев (1,0 л/га);
- 4 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг Мо (1,5 л/т) + фолиарное опрыскивание Мо в фазу бутонизации (1,0 л/га);
- 5 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг Мо (1,5 л/т) + фолиарные опрыскивания Мо в фазы 3 пары настоящих листьев и бутонизации;
- 6 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг В (1,0 л/га);
- 7 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг В (1,0 л/га) + фолиарное опрыскивание В в фазу 3 настоящих листьев (0,8 л/га);
- 8 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг В (1,0 л/га) + фолиарное опрыскивание В в фазу бутонизации (0,8 л/га);
- 9 – предпосевная обработка семян микроудобрением Ультрамаг В (1,0 л/га) + фолиарные опрыскивания В в фазу 3 настоящих листьев (0,8 л/га) и бутонизации (0,8 л/га).

Проведение полевых опытов и статистическая обработка данных – по Б.А. Доспехову (1985). Площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, норма высева – 1,2 млн.семян на га, повторность 4-х кратная. Размещение делянок систематическое. Уборку зерна осуществляли поделяночно, комбайном SAMPO-500 с пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту.

Фотосинтетические показатели определяли по методикам, изложенным в работах А.А. Ничипоровича (1970), азотфиксацию определяли по методике Е.П. Трепачёва (1979), коэффициент азотфиксации (%) рассчитывали, как отношение количества фиксированного азота (г/м<sup>2</sup>) к общему его накоплению растениями люпина (г/м<sup>2</sup>), гидротермический коэффициент (ГТК) – по Г.Т. Селянинову (1966).

Метеорологические условия вегетационных периодов в 2024 г. (ГТК=1,23) и 2025 г. (ГТК=1,95) отклонялись как от среднемноголетних, так и между собой. Показатели температурного режима и количества осадков в периоды вегетации распределялись неравномерно по фазам развития люпина узколистного сорт Белорозовый 144, но в целом были благоприятными для возделывания люпина узколистного.

#### **Результаты исследований**

Применение различных препаратов при возделывании сельскохозяйственных культур в первую очередь направлено на стимуляцию их роста и развития [5]. При рассмотрении влияния микроудобрений, содержащих Mo, B и схем их применения, на линейный рост растений люпина узколистного отмечено его увеличение в фазу цветения. Использование Mo повышало этот показатель в среднем за годы исследований на 30,0%, B – на 31,1%. К фазе сизо-блестящего боба линейный прирост опытных растений в период «цветение – сизо-блестящий боб» уступал контролю. Этот признак варьировал в диапазоне от 28,2 до 41,9 см, при использовании Mo снижался на 5,2%, B – на 8,4% (рис. 1). Очевидно, к фазе сизо-блестящего боба синтезируемые растением пластические вещества использовались в большей степени на рост боковых побегов, формирование и налив семян.

Фотосинтез вносит большой вклад в формирование урожайности культуры, поэтому внимания заслуживает вопрос влияния молибдена и бора на фотосинтетическую деятельность люпина. Метеорологические условия 2025 года по сравнению с условиями 2024 года способствовали формированию большей площади листовой поверхности, большего фотосинтетического потенциала (ФП) и большей чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) (табл. 1). В среднем за годы исследований микроудобрения увеличивали площадь листьев на 14,4 (Мо) и 2,5% (В), ФП – на 17,3 (Мо) и 8,8% (В), ЧПФ при использовании Мо повышалась на 8,7%, В – на 10,4%. Отмечено, что фолиарные обработки Мо в отличие от обработки семян в большей степени увеличивали площадь листовой поверхности растений. Самое высокое значение (45,8 тыс. м<sup>2</sup>/га) листовой поверхности зафиксировано при её двукратном применении в фазе 3-х пар настоящих листьев и бутонизации.

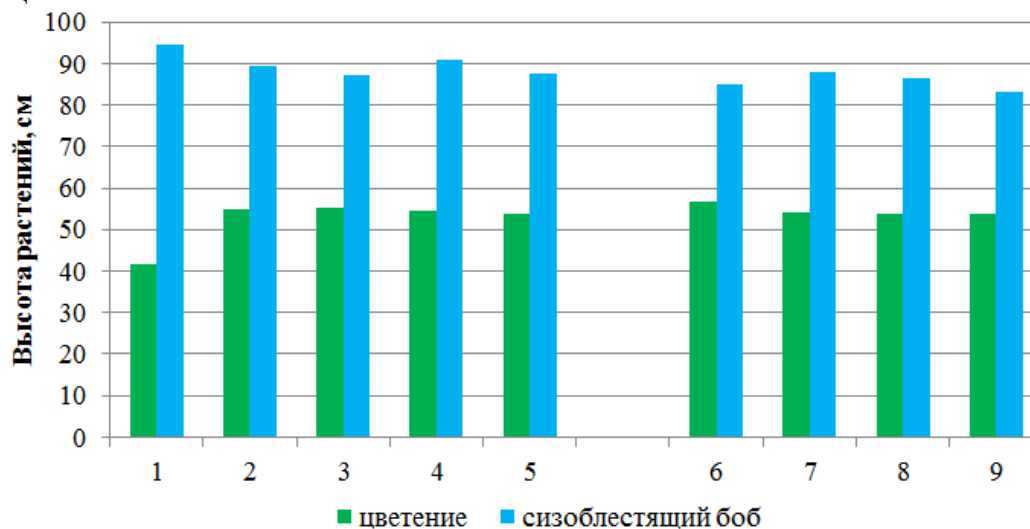


Рис. 1. Влияние микроэлементов на линейный рост люпина узколистного сорта Белорозовый 144, 2024 - 2025 гг.

Анализ накопления сухой массы растениями люпина узколистного показал, что в среднем за годы исследований сухая масса 1 растения в фазу сизо-блестящего боба находилась в пределах 24,1...28,4 г и практически не различалась по годам. Микроудобрения увеличивали этот показатель в среднем по вариантам опыта: Мо – на 13,8%, В – на 5,6%. Максимальное значение 28,4 г/растение отмечено в варианте с предпосевной обработкой семян Мо и последующей фолиарной обработкой в фазу бутонизации. Превышение над контролем составило 17,8%.

Накопление растениями сухого вещества является результатом их взаимодействия с физиологически активными веществами, факторами внешней среды и позволяет судить об условиях роста и развития, а также отзывчивости возделываемых растений на различные агротехнические приемы [6]. Отмечено достоверное положительное влияние препаратов на накопление сухой массы листьев, корней, клубеньков, бобов (табл. 2).

Так, в фазе сизо-блестящего боба использование Мо вызывало повышение массы листьев на растении в среднем за годы исследований на 12,7%, В – на 11,5%. Оба микроэлемента способствовали росту массы стеблей на 10,6%. Одним из показателей продуктивности растений является накопление сухой массы бобов. Наиболее эффективным в этом отношении был Мо, превышение над контролем в среднем за годы исследования составило 19,2%. Максимальным значением этого показателя характеризовался вариант с предпосевной обработкой семян Мо и фолиарным опрыскиванием в фазу бутонизации – 7,70 г, что на 23,4% выше контроля.

Используемые микроудобрения вызывали интенсивное развитие корневой системы – корней и клубеньков. Максимальное увеличение её сухой массы обеспечивал В в варианте, включающем предпосевную обработку семян и последующие фолиарные обработки в фазы 3-х пар настоящих листьев и бутонизации – 2,74 г, что на 34,3% превышает контроль.

**Действие микроэлементов на показатели фотосинтеза люпина узколистного сорта Белорозовый 144**

Вариант	Площадь листьев, тыс.м <sup>2</sup> /га сизо-блестящий боб			ФП, млн. м <sup>2</sup> /га·сутки, всходы-сизо-блестящий боб			ЧПФ, г/м <sup>2</sup> сутки, цветение-сизо-блестящий боб		
	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее
Контроль	32,2	44,3	38,3	1,18	1,31	1,25	4,19	13,7	8,9
<b>Обработка семян</b>									
Ультрамаг Мо	34,9	48,6	41,8	1,19	1,51	1,35	4,17	17,1	10,0
Ультрамаг В	34,5	38,8	36,7	1,25	1,40	1,33	5,20	11,4	8,3
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазу 3 пары настоящих листьев</b>									
Ультрамаг Мо	34,5	52,8	43,7	1,22	1,62	1,42	3,57	17,3	10,7
Ультрамаг В	36,5	54,1	45,3	1,28	1,65	1,47	4,19	18,9	11,5
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазу бутонизации</b>									
Ультрамаг Мо	33,0	57,8	45,4	1,25	1,66	1,46	5,37	12,8	9,1
Ультрамаг В	35,4	40,1	37,8	1,22	1,33	1,28	4,34	15,4	9,9
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазы 3 пары настоящих листьев + бутонизация</b>									
Ультрамаг Мо	32,5	56,3	45,8	1,18	1,73	1,46	4,25	13,6	8,9
Ультрамаг В	31,7	42,8	37,3	1,20	1,51	1,36	3,64	15,5	9,6

**Действие микроэлементов на формирование сухой массы органами люпина узколистного сорта Белорозовый 144, (фаза сизо-блестящего боба) г.**

Вариант	Листья			Стебли			Корни + клубеньки			Бобы		
	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее	2024	2025	Среднее
Контроль	4,37	5,07	4,72	9,4	12,8	11,1	1,91	2,16	2,04	7,4	5,07	6,24
<b>Обработка семян</b>												
Ультрамаг Мо	5,41	5,53	5,47	10,4	13,9	12,2	2,47	2,36	2,42	7,6	6,99	7,30
Ультрамаг В	5,22	4,06	4,64	10,2	10,4	10,3	2,01	3,24	2,63	7,2	6,73	6,97
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазу 3 пары настоящих листьев</b>												
Ультрамаг Мо	4,31	6,46	5,39	9,9	14,9	12,4	1,89	2,83	2,36	7,1	7,47	7,29
Ультрамаг В	4,51	6,19	5,35	8,9	14,5	11,7	1,81	2,74	2,28	8,0	7,32	7,66
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазу бутонизации</b>												
Ультрамаг Мо	5,56	5,39	5,48	12,5	12,8	12,7	2,42	2,56	2,49	9,0	6,40	7,70
Ультрамаг В	5,57	5,19	5,38	9,9	12,0	11,0	2,01	2,84	2,43	7,1	5,71	6,41
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазы 3 пары настоящих листьев + бутонизация</b>												
Ультрамаг Мо	4,47	5,41	4,94	10,3	13,0	11,7	2,08	2,57	2,33	7,2	7,72	7,46
Ультрамаг В	6,10	5,27	5,69	9,7	10,5	10,1	2,39	3,09	2,74	7,1	5,96	6,53
НСР <sub>05</sub>	0,55	0,09		0,49	0,82		0,12	0,08		0,20	0,08	

Одним из важных моментов при использовании различных технологических приемов при возделывании люпина является установление их влияния на симбиотические процессы, в которых принимает участие корневая система и, в частности, клубеньки, которые являются сложной азотфиксирующей системой. В фазе цветения в среднем за 2 года исследований сухая масса клубеньков находилась в диапазоне от 0,06 до 0,13 г/растение. После применения микроэлементов Mo, В этот показатель увеличивался в вариантах опыта в среднем на 83,3%. Условия вегетации 2024, 2025 гг. характеризовались как достаточно увлажненные, а как известно, во влажной почве срок жизнедеятельности клубеньков продлевается, это способствовало максимальному накоплению их сухой массы к фазе сизоблестящего боба (рис. 2).

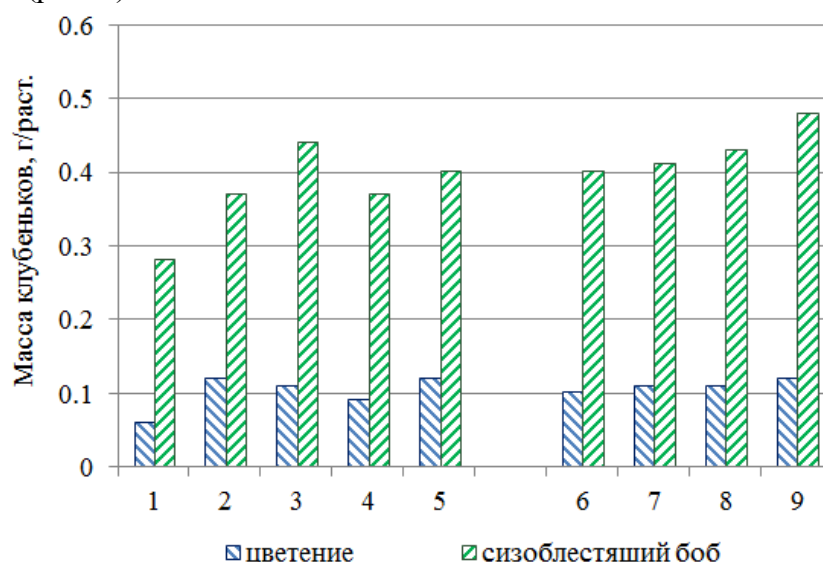


Рис. 2. Влияние микроэлементов на формирование массы клубеньков люпина узколистного сорта Белорозовый 144, среднее за 2024-2025 гг.

Наиболее интенсивному синтезу сухой массы клубеньков способствовал В. В среднем в вариантах с его использованием накопление сухой массы увеличивалось на 53,6% относительно контроля. При использовании Mo – на 41,1%. Максимальная сухая масса клубеньков отмечена в варианте с предпосевной обработкой семян В и последующих фоллиарных опрыскиваний в фазы 3-х пар настоящих листьев и бутонизации, превышение над контролем составило 71,4%.

Возделывание люпина наиболее эффективно при оптимизации питания растений путём формирования продуктивной симбиотической системы [7]. Биологическая урожайность семян люпина находится в прямой зависимости от активности симбиотического потенциала и размеров азотфиксации [8], в которой непосредственное участие принимают клубеньки. Максимальное накопление азота клубеньками наблюдалось в фазе цветения от 4,74 до 5,02% (табл. 3).

Таблица 3

**Действие микроэлементов на показатели азотфиксации люпина узколистного сорта Белорозовый 144, 2024-2025 гг.**

Вариант	Накопление азота клубеньками, %		Накоплено азота в зелёной массе растения, всего, г/м <sup>2</sup>		Коэффициент азотфиксации, %	
	Цветение	Сизо-блестящий боб	Цветение	Сизо-блестящий боб	Цветение	Сизо-блестящий боб
Контроль	4,85	3,86	11,0	56,9	37,1	51,2
<b>Обработка семян 60,1</b>						
Ультрамаг Мо	4,99	3,90	13,9	69,0	49,9	60,1
Ультрамаг В	4,93	4,12	13,7		48,8	58,7
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазу 3 пары настоящих листьев</b>						
Ультрамаг Мо	4,98	3,90	13,8	70,9	49,4	61,9
Ультрамаг В	4,92	4,14	14,2	64,9	50,5	60,6
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазу бутонизации</b>						
Ультрамаг Мо	4,74	3,94	13,7	69,2	40,7	60,2
Ультрамаг В	4,94	4,03	12,9	64,4	46,2	59,1
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазы 3 пары настоящих листьев + бутонизация</b>						
Ультрамаг Мо	4,97	4,05	14,8	68,6	51,1	58,7
Ультрамаг В	5,02	4,01	14,2	71,4	46,6	63,1

К фазе сизо-блестящего боба отмечено его снижение. Использование В способствовало увеличению синтеза азота клубеньками в вариантах опыта в среднем на 5,6%, Мо – на 2,3%.

Применение микроудобрений позволило увеличить накопление азота растениями в фазе цветения в среднем на 27,7 (Мо) и 25,5% (В), в фазе сизо-блестящего боба – на 22,0 и 16,8% соответственно. Наиболее интенсивно азот накапливался растениями в варианте с предпосевной обработкой семян В и последующими фолиарными обработками этим элементом в фазы 3-х пар настоящих листьев и бутонизации, увеличение относительно контроля составило 25,5%, а также в варианте с предпосевной обработкой семян Мо и последующей фолиарной обработкой в фазе 3-х пар настоящих листьев. Превышение над контролем составило 24,6%. В этих же вариантах азотфиксация была максимальной – 63,1% (В) и 61,9% (Мо).

В годы исследований установлены корреляционные связи между урожайностью семян и рядом показателей. Так, в 2024 г. (ГТК=1,23) урожайность семян была связана с сухой массой клубеньков ( $r = 0,63$ ), а также с накоплением растениями азота ( $r = 0,49$ ). Определена корреляционная зависимость между ЧПФ и сухой массой растения ( $r=0,61$ ). В 2025 г. установлены взаимосвязи между урожайностью семян и ФП ( $r = 0,89$ ), урожайностью семян и накоплением азота растениями ( $r = 0,67$ ). Сухая масса клубеньков положительно коррелировала с накоплением растениями азота ( $r = 0,66$ ).

Усиление ростовых процессов в растениях, фотосинтетической, азотфиксирующей деятельности в конечном итоге повлияло на урожайность семян люпина узколистного (табл. 4).

Таблица 4

**Действие микроэлементов на формирование урожайности (т/га) люпина узколистного сорта Белорозовый 144**

Вариант	2024 г	2025 г	Среднее	Прибавка
Контроль	1,41	2,01	1,71	
<b>Обработка семян</b>				
Ультрамаг Мо	1,61	2,21	1,91	+0,20
Ультрамаг В	1,64	2,22	1,93	+0,22
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазу 3 пары настоящих листьев</b>				
Ультрамаг Мо	1,84	2,29	2,07	+0,36
Ультрамаг В	1,90	2,24	2,07	+0,36
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазу бутонизации</b>				
Ультрамаг Мо	1,75	2,21	1,98	+0,27
Ультрамаг В	1,79	2,19	1,99	+0,28
<b>Обработка семян + листовая обработка в фазы 3 пары настоящих листьев + бутонизация</b>				
Ультрамаг Мо	2,08	2,09	2,09	+0,38
Ультрамаг В	1,70	2,20	1,95	+0,24
НСР <sub>05</sub>	0,14	0,08		

Наибольшая урожайность семян была сформирована растениями люпина узколистного в условиях 2025 г. Её значения варьировали в пределах 2,01...2,29 т/га, в 2024 г. – 1,41...2,08 т/га. В среднем за годы исследований микроудобрения Ультрамаг Мо, Ультрамаг В способствовали росту урожайности семян. Её значения возрастали по отношению к контролю в среднем на 17,7 и 16,1% соответственно.

Максимальной урожайностью (2,07 т/га) характеризовались варианты с предпосевной обработкой семян микроудобрением и последующей фолиарной обработкой в фазе 3-х пар настоящих листьев, а также вариант с обработкой семян Мо и последующими фолиарными обработками Мо в фазы 3-х пар настоящих листьев и бутонизации (2,09 т/га). Превышение над контролем составило соответственно 21,1 и 22,2%.

### Заключение

Полученные данные позволили установить характер изменения ряда физиологических характеристик растений люпина узколистного после применения микроудобрений, содержащих молибден, бор, дать оценку их влияния на формирование урожайности семян. Повышение урожайности в результате применения разных схем использования микроэлементов обеспечивалось усилением синтеза сухого вещества разными органами растений, особенно интенсивным ростом корневой системы, улучшением деятельности фотосинтетической и азотфиксирующей систем. Степень влияния молибдена и бора на изучаемые показатели была различной.

Изучаемые микроудобрения и схемы их использования оказали положительное действие на продукционный процесс люпина узколистного. Во всех вариантах опыта сформировалась урожайность, превышающая контроль. Схемы, включающие листовые обработки Mo, B были более эффективны по сравнению с одной предпосевной обработкой.

Использование изучаемых препаратов для обработки семян и вегетирующих растений люпина узколистного создает основу для регулирования продукционных процессов различными приемами агротехники.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках Государственного задания ВНИИ люпина – филиала ФГБНУ «ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса» по разделу FGGW-2025-0003 «Научная теория и биологические основы разработки адаптивных технологий производства высококачественных семян сортов нового поколения наиболее значимых сельскохозяйственных культур на базе оптимизации структуры их семенных агрофитоценозов с учетом агроэкологических требований возделывания в субъектах Российской Федерации».*

### Литература

1. Кислицына А.П., Попов Ф.А., Светлакова Е.В. и др. Оценка сортов люпина узколистного по урожайности и адаптивности в условиях Кировской области. // Аграрная наука Северо-Востока. – 2023. – № 2 (24). – С. 267-275. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.2.267-275.
2. Ястребова А.В., Рябова Т.Н., Коконев С.И. Урожайность зерна люпина узколистного в зависимости от развития клубеньковых бактерий. // Кормопроизводство. – 2023. – № 8. – С. 7-9. DOI: 10.25685/krm.2023.8.2023.002
3. Персикова Т.Ф., Радкевич М.Л. Динамика накопления основных элементов питания в надземной биомассе в период вегетации и урожайность люпина узколистного в зависимости от макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений. // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 1. – С. 14-18.
4. Яговенко Г.Л., Яговенко Т.В., Слесарева Т.Н., Зайцева Н.М., Мисникова Н.В. Использование новых форм удобрений для повышения урожайности и качества зерна люпина белого. // Зерновое хозяйство России. – 2022. – № 1. – С. 89-94. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-89-94
5. Зубарева К.Ю., Прудникова Е.Г. Влияние биопрепаратов на начальные ростовые процессы семян сои. // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 5(86). – С. 33-38. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.5.33
6. Муравьев А.А., Кадыров С.В., Муравьева И.С. Формирование продуктивности и эффективности возделывания люпина белого различных сортов в условиях ЦЧР. // Вестник Воронежского ГАУ. – 2023. – № 16(4). – С. 22-23. DOI: 10.53914/issn2071-2243-2023-4-22
7. Агаркова С.Н., Беляева Р.В., Беляева Ж.А. Головина Е.В., Сулимов В.В., Павловская Н.Е., Коломейченко А.С. Продукционный процесс сортов люпина и его оптимизация путем использования регуляторов роста и развития. // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – № 2(35). – С. 40-44.
8. Косолапов В.М., Яговенко Г.Л., Лукашевич М.И. и др. Люпин: селекция, возделывание, использование. – Брянск, ГУП «БОПО», – 2020. – 304 с.

### References

1. Kislitsyna A.P, Popov F.A., Svetlakova E.V., Sofronova A.Yu. The assessment of blue lupine varieties according to productivity and adaptability in the conditions of Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2023, no. 2(24), pp. 267-275. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.2.267-275 (In Russian)
2. Yastrebova A.V., Ryabova T.N., Kokonov S.I. The grain production of blue lupine affected by the growth of nodule bacteria. *Kormoproizvodstvo*, 2023, no. 8, pp. 7-9. DOI:10.25685/krm.2023.8.2023.002 (In Russian)
3. Persikova T.F., Radkevich M.L. Dynamics of the accumulation of the main nutrition elements in green biomass in the vegetation period and yield of narrow-leafed lupine depends on macro-, microfertilizers, growth regulators and bacterial fertilizers. *Zemledelie i rasteniyevodstvo*, 2021, no. 1, pp. 14 – 18. (In Russian)
4. Yagovenko G.L., Yagovenko T.V., Slesareva T.N., Zaitseva N.M., Misnikova N.V. Application of new forms of fertilizers to improve productivity and grain quality of white lupine. *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2022, no. 1, pp. 89-94. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-89-94 (In Russian)
5. Zubareva K.Yu., Prudnikova E.G. The influence of biopreparations on the initial growth processes of soybean seeds. *Vestnik agrarnoj nauki*, 2020, no. 5(86), pp. 33-38. DOI:10.17238/issn2587-666X.2020.5.33 (In Russian)
6. Muravyov A.A., Kadyrov S.V., Muravyova I.S. Formation of productivity and efficiency of cultivation of white lupine varieties in the conditions of the Central Chernozem region. *Vestnik Voronezhskogo GAU*, 2023, no. 16(4), pp. 22-23. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_4\_22 (In Russian)
7. Agarkova S.N., Belyaeva R.V., Belyaeva Zh.A. Golovina E.V., Sulimov V.V., Pavlovskaya N.E., Kolomejchenko A.S. Production process of lupine varieties and its optimization by use of growth and development regulators. *Vestnik Orel GAU*, 2012, no. 2(35), pp. 40-44. (In Russian)
8. Kosolapov V. M., Yagovenko G. L., Lukashevich M. I. et al. Lupin: breeding, cultivation, use. Bryansk, GUP «BOPO», 2020, 304 p. (In Russian)