

## ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА АЗОТФИКСАЦИЮ ЛЮПИНА БЕЛОГО (*LUPINUS ALBUS* L.)

**Н.М. ЗАЙЦЕВА**, ORCID ID 0000-0003-4952-529X

**Т.В. ЯГОВЕНКО**, кандидат биологических наук, ORCID ID 0000-0002-7398-320X

**Ю.Л. ЕВТЯГИНА**, ORCID ID 0009-0005-6208-2405

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

ORCID ID 0000-0002-4576-8298, E-mail: lupin\_nvmisnikova@mail.ru

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

**Аннотация.** В условиях полевых опытов 2020-2022 гг. на серых лесных почвах юго-западной части Нечерноземной зоны изучено влияние стимуляторов роста Витазим, Фитактив Вита, Зеребра Агро на показатели азотфиксации люпина белого сорта Альый парус. Исследования показали, что использование комплексных стимуляторов роста для предпосевной обработки семян и листовых обработок способствовало увеличению массы корневой системы растений люпина. Сухая масса корней с клубеньками в опытных вариантах превысила контроль в среднем на 36,7%. Наиболее эффективными в этом отношении были Витазим и Зеребра Агро. Прием, включающий два листовых опрыскивания в фазы 2-3 пары настоящих листьев и бутонизации, увеличивал этот показатель соответственно на 49,7 и 40,3%. Отмечено стимулирующее действие препаратов на долю активных клубеньков в корневой системе растения. Максимальной долей клубеньков относительно контроля (4,3%) характеризовались приемы с применением препарата Зеребра Агро. Стимуляторы роста повышали величину активного симбиотического потенциала (АСП). В среднем за годы исследований в вариантах с двумя листовыми обработками препаратом Зеребра Агро, Витазим значения АСП в период «цветение – сизоблестящий боб» были выше контрольных значений на 47,1 и 46,8% соответственно. Во все годы исследований комплексные стимуляторы роста оказывали эффективное действие на накопление азота растениями на 1 м<sup>2</sup>. Более других оказывал влияние на этот процесс Витазим, превышение над контролем в вариантах его использования в среднем составило 44,8 и 48,9%. Активизация симбиотической деятельности приводила к увеличению урожайности семян и содержания белка в семенах изучаемого сорта. Максимальная урожайность семян сформировалась при использовании Витазима, Фитактива Вита для листовых обработок в фазы 2-3 пар настоящих листьев и бутонизации, превышение над контролем составило в обоих вариантах 18,4%. Установлены корреляционные связи между урожайностью и показателями азотфиксации.

**Ключевые слова:** люпин белый, стимуляторы роста, клубеньки, азот, активность симбиотического потенциала, белок, коэффициент азотфиксации.

**Для цитирования:** Зайцева Н.М., Яговенко Т.В., Евтягина Ю.Л., Мисникова Н.В. Влияние стимуляторов роста на азотфиксацию люпина белого (*Lupinus albus* L.). Зернобобовые и крупяные культуры. 2026. № 3 (59):62-70 DOI: 10.24412/2309-348X-2026-3-62-70

## EFFECT OF COMPLEX GROWTH STIMULATORS ON NITROGEN FIXING OF WHITE LUPINE (*LUPINUS ALBUS* L.)

**N.M. Zaytseva, T.V. Yagovenko, Yu. L. Evtyagina, N.V. Misnikova**

**Abstract.** *The effect of the growth stimulators Vitazim, Phytactiv Vita, Zerebra Agro on nitrogen fixing of the white lupine var. Alyi parus has been studied under field experiments on gray forest soils in the South-West part of the Non-Chernozem zone in 2020-2022. The tests demonstrated that the use of complex growth stimulators for the pre-sowing seed treatment and foliar spraying promoted weight increase of active root nodules of plants. The dry roots' mass with nodules in the experimental variants exceeded the control one in average by 36.7%. The most effective from this point of view were Vitazim and Zerebra Agro. Two foliar sprayings at the stages of 2-3 pairs of true leaves and bud formation increased this value by 49.7 and 40.3% respectively. The stimulation action of the preprats on proportion of active nodules in plant's root system has been recorded. The variants with Zerebra Agro resulted in the highest nodules' proportion compared to the control (4.3%). The growth stimulators increased the value of active symbiotic potential (ASP). The average values of symbiotic potential activity were higher in variants with two foliar sprayings with Zerebra Agro and Vitazim at the "flowering – gray-brilliant pod" stage compared to the control by 47.1 and 46.8% respectively. During the experiments the complex growth stimulators were effective in plants' nitrogen accumulation per a square meter. Vitazim had the greatest impact on this process, with an average increase over the control in the treatments of its use of 44.8 and 48.9%. Enhanced symbiotic activity resulted in increasing of seed yield and seed protein content of the tested variety. Maximum seed yield was got with foliar application of Vitazim and Phytaktiv Vita at the stages of 2-3 pairs of true leaves and bud formation; the yield exceeded the control by 18.4% in both variants. Correlations were revealed for yield and nitrogen fixing rates.*

**Keywords:** white lupine, growth stimulators, nodules, nitrogen, symbiotic potential activity, protein, coefficient of nitrogen fixing.

### Введение

Главной проблемой развивающегося животноводства РФ является обеспечение отрасли высокобелковыми дешевыми кормами, сбалансированными по аминокислотному составу. В связи с этим роль бобовых культур трудно переоценить, так как в современных условиях именно бобовые растения, обладая средообразующим действием на агроэкосистемы, увеличивают продуктивность последующих культур севооборота, регулируют круговорот азота в системе почва – растение – атмосфера, служат источником усвояемых белков, витаминов, являются основным компонентом энергосберегающих технологий производства экологически безопасной продукции и растительного белка. Без бобовых растений не решить проблему получения высококачественного белка для животных и человека [1, 2].

Одной из таких культур является люпин белый (*Lupinus albus* L.) – ценная высокобелковая культура универсального использования. Белок люпина характеризуется высоким качеством, сбалансирован по аминокислотному составу, обладает высокой усвояемостью [2]. Люпин наиболее эффективный азотфиксатор. При оптимальном развитии в симбиозе с клубеньковыми бактериями способен усваивать до 160-180 кг биологического азота с 1 га и покрывает 70-80% общей потребности люпина в азоте [3, 4]. Результаты исследования азотфиксации люпина узколистного свидетельствует о том, что биологическая урожайность семян сортов люпина находится в прямой зависимости от активности симбиотического потенциала и размеров азотфиксации [5].

Для получения высоких и устойчивых урожаев люпина белого важное место стали занимать стимуляторы роста, так как повышение продуктивности и увеличение содержания белка в семенах этой культуры связаны не только с селекцией, но и с применением препаратов, позволяющих увеличить размеры азотфиксации растениями. Стимуляторы роста позволяют усиливать или ослаблять признаки и свойства растений в пределах нормы реакции, определяемой генотипом [6]. Кроме того, любые химические средства интенсификации, независимо от направления их использования, будь то гербициды,

протравители, фунгициды, значительно снижают ростовые процессы у люпина, так как эта культура является высокочувствительной по отношению к химическим препаратам и использование стимуляторов роста поможет снять или уменьшить вредоносность пестицидов на эту культуру [7, 8, 9].

Азотфиксирующая способность растений обеспечивает получение устойчивых урожаев культуры без внесения удобрений, поэтому одним из актуальных моментов при разработке технологических приемов [10], способных стабилизировать и повысить урожайность, является установление влияния стимуляторов роста, имеющих в своем составе макро-, микроэлементы, аминокислоты, регуляторы роста, на уровень симбиотической активности, накопление биологического азота.

Эффективность действия комплексных стимуляторов роста различного происхождения на процессы азотфиксации растений люпина белого исследована недостаточно.

**Цель исследований** – определение влияния комплексных стимуляторов роста на азотфиксирующую деятельность и урожайность люпина белого в условиях юго-западной части Нечерноземной зоны.

### Материал и методы исследований

Полевые опыты проводили в 2020 – 2022 гг. в почвенно-климатических условиях юго-западной части Нечерноземной зоны. Почва опытного участка серая лесная легкосуглинистая, содержание фосфора (по Кирсанову) – 272 мг/кг, калия (по Масловой) – 171 мг/кг. Гумус по Тюрину – 2,64%, рН 5,7. Объектом исследований служил сорт люпина белого Алы парус. Содержание азота в органах растений люпина выполняли по общепринятой методике биохимических исследований [11]. Азотфиксацию определяли по методике Е.П. Трепачёва и др. (1970) (сравнение с овсом). Активный симбиотический потенциал определяли по общепринятой методике (Г.С. Посыпанов, 1991). Гидротермический коэффициент (ГТК) – по Г.Т. Селянинову (1966).

Технология возделывания люпина белого в опыте – общепринятая во ВНИИ люпина. Под предпосевную культивацию вносили минеральное удобрение Диаммофоска 2 ц/га ( $N_{20}P_{52}K_{52}$ ). Изучались следующие комплексные стимуляторы роста: **Витазим** (Global Seed, Россия, состав: триаконтанол, брассиностероиды, кинетин, биотин, ниацин, тиамин, рибофлавин, кобаламин, порфирины, гликозиды, аминокислоты, цитозин, гуанин, индолилуксусная кислота, гиббереллиновая кислота, галловая кислота, глюкуроновая кислота, фолиевая кислота, пантотеновая кислота, салициловая кислота и салицилаты, ферменты,  $K_2O$ , Cu, Zn, Fe.), **Фитактив Вита** (ООО НПО «БИНАМ», Россия, состав: биологически активные вещества, стимуляторы роста и адаптогены, а также комплекс – N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, B, I, Co, 2-этил-индол-3-п-пропилено-3,6,1,2фуллерен, 4-индолил-3-масляная кислота, никотиновая кислота, глицин, тиамин). **Зеребра Агро** (ООО «Резерв», Россия, состав: коллоидное серебро, полигексаметиленбигуанид гидрохлорида).

Закладка полевого опыта проводилась по Б.А. Доспехову (1985). Посев ручной. Площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, норма высева – 1,0 млн. всх. семян на 1 га. Повторность 4-х кратная. Размещение делянок систематическое. Уборку урожая осуществляли комбайном САМРО-500 поделаячно, с предварительным отбором снопов для определения структуры урожая. Зерно с каждой делянки взвешивали отдельно с последующим пересчетом на 14 % влажность и 100% чистоту.

Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема опыта

| Вариант           | Прием и фаза применения                                           | Доза                 |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 Контроль        |                                                                   |                      |
| 2. Витазим*       | Обработка семян, листовое опрыскивание, (бутонизация)             | 1 л/т + 0,5 л/га     |
| 3. Витазим**      | Листовое опрыскивание – 2-3 пары настоящих листьев, (бутонизация) | 0,5 л/га, + 0,5 л/га |
| 4. Фитактив Вита* | Обработка семян, листовое Опрыскивание, (бутонизация)             | 0,05 л/т + 0,15 л/га |

|                    |                                                                   |                        |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 5. Фитактив Вита** | Листовое опрыскивание – 2-3 пары настоящих листьев, (бутонизация) | 0,05 л/га, + 0,15 л/га |
| 6. Зеребра Агро*   | Обработка семян, листовое опрыскивание, (бутонизация)             | 0,15 л/т + 0,10 л/га   |
| 7. Зеребра Агро**  | Листовое опрыскивание – 2-3 пары настоящих листьев, (бутонизация) | 0,10 л/га + 0,10 л/га  |

\* обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации;

\*\* опрыскивание в фазы: 2 пары настоящих листьев и бутонизация

### Результаты и их обсуждение

В годы проведения исследований условия вегетационных периодов различались между собой и отклонялись от среднесуточных значений. Так, в 2020 году сумма активных температур за период вегетации люпина белого была выше среднесуточного значения на 417,6°C, в 2021 – на 660°C, в 2022 – на 508,8°C. Количество осадков, превышающее норму на 112,3 мм, отмечалось в период вегетации 2020 года, в 2021 году превышение составило 107,1 мм. В условиях вегетации 2022 года осадков выпало на 14,1 мм ниже среднесуточного значения. Годы 2020 и 2022 были достаточно влажными ГТК = 2,05 и 1,83. Условия вегетации 2021 года отличались недостаточным количеством осадков (ГТК=1,01). Их распределение по периодам роста и развития люпина белого было крайне неравномерным.

На протяжении 3-х лет исследований наблюдались повышенные среднесуточные температуры воздуха в период «начало цветения – бобообразование», что отразилось на функционировании симбиотического аппарата, который в этот период проявляет, как правило, наибольшую активность.

Люпин характеризуется высокой способностью формировать симбиотический аппарат с бактериями рода *Rhizobium*. Этот симбиоз обеспечивает люпину доступ к дополнительному источнику азота, что является важным для роста и развития растений, так как азот один из главных элементов в жизнедеятельности растительного организма. Эффективность процесса симбиотической азотфиксации определялась, главным образом, массой активных клубеньков на корнях растения. За годы исследований отмечено положительное влияние изучаемых стимуляторов роста на рост и развитие корневой системы растения (табл. 2).

Таблица 2

### Масса корней, клубеньков растений люпина белого сорта Алый парус (сизо-блестящий боб)

| Вариант            | Сухая масса корней с клубеньками, г/растение |       |       |           | Сухая масса активных клубеньков, г/растение |       |       |           |
|--------------------|----------------------------------------------|-------|-------|-----------|---------------------------------------------|-------|-------|-----------|
|                    | 2020                                         | 2021  | 2022  | $\bar{x}$ | 2020                                        | 2021  | 2022  | $\bar{x}$ |
| 1. Контроль        | 3,08                                         | 1,62  | 1,94  | 2,21      | 0,15                                        | 0,040 | 0,092 | 0,094     |
| 2. Витазим*        | 3,77                                         | 2,15  | 3,00  | 2,97      | 0,28                                        | 0,060 | 0,106 | 0,149     |
| 3. Витазим**       | 3,95                                         | 2,15  | 3,84  | 3,31      | 0,25                                        | 0,050 | 0,102 | 0,134     |
| 4. Фитактив Вита*  | 3,48                                         | 1,76  | 3,44  | 2,89      | 0,26                                        | 0,040 | 0,090 | 0,130     |
| 5. Фитактив Вита** | 3,56                                         | 1,75  | 3,41  | 2,91      | 0,28                                        | 0,050 | 0,094 | 0,141     |
| 6. Зеребра Агро*   | 3,07                                         | 2,19  | 3,60  | 2,95      | 0,25                                        | 0,160 | 0,096 | 0,168     |
| 7. Зеребра Агро**  | 3,88                                         | 2,20  | 3,22  | 3,10      | 0,28                                        | 0,140 | 0,084 | 0,168     |
| НСР05              | 0,027                                        | 0,160 | 0,042 |           | 0,005                                       | 0,050 | 0,002 |           |

\* обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации;

\*\* опрыскивание в фазы: 2 пары настоящих листьев и бутонизация

Наибольшие значения этого показателя у люпина белого зафиксированы в 2020 году – от 3,07 до 3,95 г/растение, наименьшие в 2021 году – от 1,62 до 2,20 г/растение. За 3 года исследований сухая масса корней с клубеньками в опытных вариантах превышала контроль в среднем на 36,7%. Выделился прием с использованием стимуляторов роста Витазим и

Зеребра Агро для листовых обработок в фазы 2-3 пары настоящих листьев и бутонизации, превышение над контролем составило соответственно 49,7 и 40,3%. Отмечено стимулирующее действие препаратов на долю активных клубеньков в корневой системе растения. Максимальной долей клубеньков относительно контроля (4,3%) характеризовались приемы с применением препарата Зеребра Агро. Доля активных клубеньков составила 5,7 и 6,0% согласно схеме опыта. Количество симбиотически фиксированного азота зависело не только от массы активных клубеньков, но и от продолжительности их функционирования. Этот процесс характеризовал активный симбиотический потенциал (АСП).

Трехлетние исследования показали, что на величину активного симбиотического потенциала (АСП) оказывали влияние метеорологические условия вегетационного периода. Его значения повышались в благоприятные по гидротермическим показателям годы. Наибольшая величина АСП отмечена в 2020 году, она варьировала от 4150 (контроль) до 6682 кг\*сут./га (вариант с препаратом Зеребра Агро, использованным для двух листовых обработок). В условиях 2021 года АСП находился в диапазоне от 773 (контроль) до 1699 кг\*сут./га (аналогичный вариант опыта).

В среднем за годы исследований в вариантах с двумя листовыми обработками препаратом Зеребра Агро, Витазим значения АСП в период «цветение – сизо-блестящий боб» были выше контрольных значений на 47,1 и 46,8% соответственно (рис. 1).

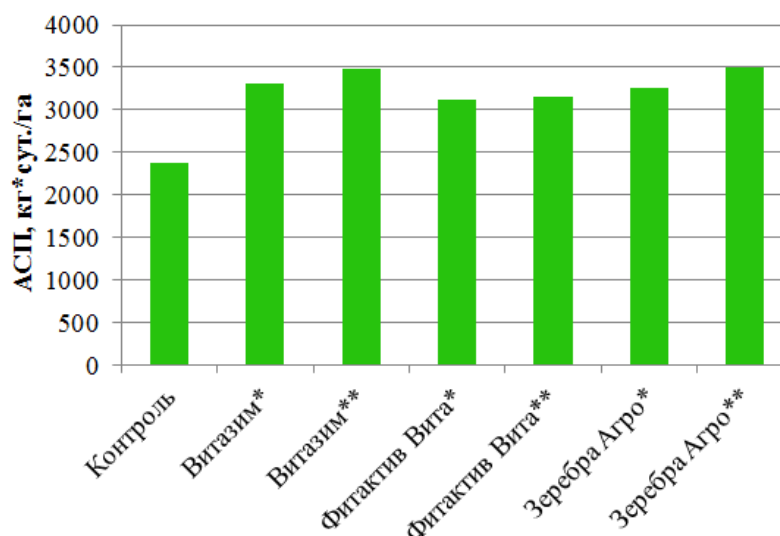


Рис. 1. Влияние стимуляторов роста на активный симбиотический потенциал (кг\*сут./га) люпина белого сорта Алый парус (цветение – сизо-блестящий боб), 2020-2022 гг.

(\* обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации; \*\* опрыскивание в фазы: 2 пары настоящих листьев и бутонизация)

Корреляционный анализ позволил определить достаточно сильную связь между АСП и сухой массой активных клубеньков ( $r = 0,95$ ); между АСП и ГТК ( $r = 0,82$ ).

Наибольшее количество азота с 1 м<sup>2</sup> люпин белый сорт Алый парус накапливал в фазе сизо-блестящего боба (табл. 3). В 2020 году его количество в вариантах опыта находилось в пределах 33,1...63,2 г/м<sup>2</sup>. Минимальным количеством накопления этого элемента характеризовался 2021 год, изучаемый показатель варьировал в пределах 28,8...38,5 г/м<sup>2</sup>. Во все годы исследований комплексные стимуляторы роста оказывали эффективное действие на этот процесс. Более других оказывал влияние на накопление азота с 1 м<sup>2</sup> Витазим. В вариантах с его использованием превышение над контролем в среднем составило 44,8 и 48,9%. Фитактив Вита увеличивал этот показатель на 17,2 и 23,8%, Зеребра Агро – на 14,9 и 25,4%. За 3 года исследований выделился прием, включающий две листовые обработки в фазы 2-3 пары настоящих листьев и бутонизации. Корреляционный анализ показал, что количество накопленного азота на 1 м<sup>2</sup> зависело от АСП ( $r = 0,59$ ).

Изучаемые препараты и приемы их использования увеличивали долю симбиотически связанного азота в общем потреблении этого элемента люпином белым. Коэффициенты азотфиксации свидетельствуют, что в среднем за 3 года этот показатель в фазу цветения варьировал в пределах 41,2...56,3% (рис. 2). Наибольшие коэффициенты зафиксированы в фазу сизо-блестящего боба от 54,8 до 65,1%. В этот период максимальными значениями коэффициентов азотфиксации характеризовались приемы с использованием Витазима. При использовании одной листовой обработки в фазу 2-3 пары настоящих листьев на фоне предпосевной обработки семян превышение над контролем составило 16,2%, при двух листовых обработках в фазы 2-3 пар листьев и бутонизации – 18,8%. Приемы с использованием Фитактива Вита, Зеребра Агро повышали коэффициент азотфиксации в среднем по вариантам опыта на 13,4%.

Таблица 3

**Накопление азота (г/м<sup>2</sup>) растениями люпина белого сорта Алый парус, 2020-2022 гг.**

| Вариант            | Цветение |      |      |           | Сизо-блестящий боб |      |      |           |
|--------------------|----------|------|------|-----------|--------------------|------|------|-----------|
|                    | 2020     | 2021 | 2022 | $\bar{x}$ | 2020               | 2021 | 2022 | $\bar{x}$ |
| 1. Контроль        | 11,2     | 7,0  | 14,4 | 10,9      | 33,1               | 29,5 | 54,4 | 39,0      |
| 2. Витазим*        | 16,8     | 8,0  | 16,4 | 13,7      | 63,2               | 37,3 | 49,8 | 50,1      |
| 3. Витазим**       | 16,0     | 8,8  | 12,7 | 12,5      | 59,3               | 38,5 | 70,8 | 56,2      |
| 4. Фитактив Вита*  | 18,4     | 8,4  | 12,3 | 13,0      | 49,9               | 28,8 | 58,3 | 45,7      |
| 5. Фитактив Вита** | 16,0     | 9,0  | 14,1 | 13,0      | 46,9               | 38,5 | 59,4 | 48,3      |
| 6. Зеребра Агро*   | 16,6     | 8,4  | 13,1 | 12,7      | 50,6               | 35,7 | 48,1 | 44,8      |
| 7.Зеребра Агро**   | 14,5     | 9,1  | 14,5 | 12,7      | 61,7               | 37,2 | 47,8 | 48,9      |
| НСР05              | 3,5      | 1,2  | 1,8  |           | 12,8               | 2,3  | 1,5  |           |

\* обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации;

\*\* опрыскивание в фазы: 2 пары настоящих листьев и бутонизация

В результате статистической обработки данных в фазе сизо-блестящего боба установлены корреляционные зависимости между содержанием белка в семенах и сухой массой активных клубеньков ( $r = 0,70$ ); содержанием белка и АСП ( $r = 0,67$ ); содержанием белка и ГТК ( $r = 0,54$ ).

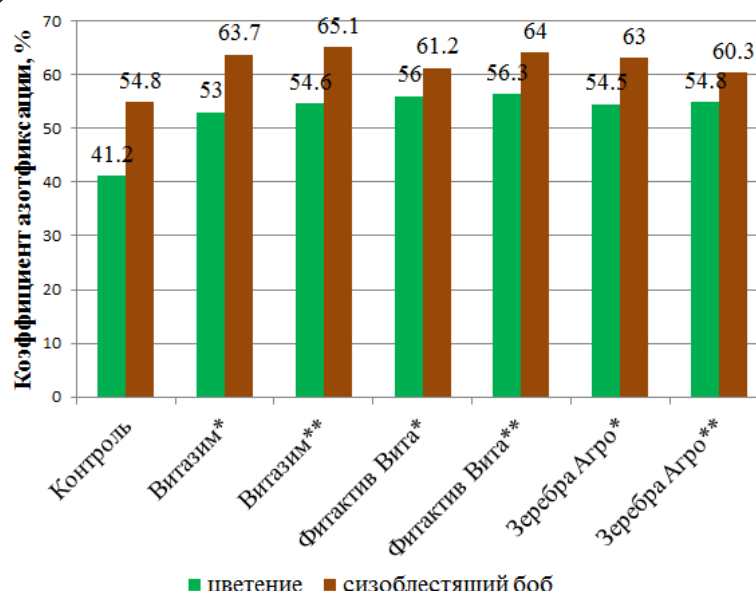


Рис. 2. Влияние стимуляторов роста на коэффициент азотфиксации (%) люпина белого сорта Алый парус, 2020-2022 гг. (\* обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации; \*\* опрыскивание в фазы: 2 пары настоящих листьев и бутонизация)

Изучаемые препараты и приемы их использования оказали стимулирующее действие на формирование урожайности семян люпина белого сорта Алый парус (табл.4).

Максимальные прибавки по урожайности семян отмечались в 2020 году, их величина находилась в пределах 0,33...0,84 т/га, минимальные в 2021 году – 0,02...0,14 т/га. Отмечена устойчивая тенденция повышения этого признака при использовании Витазима, Фитактива Вита, Зеребра Агро.

В среднем за годы исследований максимальная урожайность семян отмечена при использовании стимуляторов роста Витазим, Фитактив Вита для листовых обработок в фазы 2-3 пар настоящих листьев и бутонизации, она превышала контроль на 18,4%. Прием, включающий предпосевную обработку семян и листовое опрыскивание в фазу 2-3 пар настоящих листьев, способствовал увеличению урожайности в вариантах с указанными препаратами соответственно на 11,3 и 13,7%. Стимулятор роста Зеребра Агро сформировал практически одинаковую урожайность при двух приемах его использования, превышение над контролем составило 15,3 и 14,3% согласно схеме опыта.

На фоне активизации симбиотической деятельности, вызванной применением комплексных стимуляторов роста, отмечено увеличение содержания белка в семенах. В среднем за 3 года максимальными показателями характеризовались варианты с использованием стимулятора роста Зеребра Агро. В варианте с одной листовой обработкой на фоне обработки семян превышение над контролем (33,7%) составило 5,9% (35,7%), с двумя листовыми обработками – 9,5% (36,9%).

Таблица 4

**Урожайность семян, содержание белка люпина белого сорта Алый парус**

| Вариант            | Урожайность семян, т/га |         |         |           | Содержание белка, % на а.с.в. |         |         |           |
|--------------------|-------------------------|---------|---------|-----------|-------------------------------|---------|---------|-----------|
|                    | 2020 г.                 | 2021 г. | 2022 г. | $\bar{x}$ | 2020 г.                       | 2021 г. | 2022 г. | $\bar{x}$ |
| 1. Контроль        | 3,45                    | 3,47    | 2,80    | 3,21      | 33,5                          | 33,9    | 33,7    | 33,7      |
| 2. Витазим*        | 3,99                    | 3,56    | 3,15    | 3,57      | 35,0                          | 35,3    | 34,3    | 34,9      |
| 3. Витазим**       | 4,21                    | 3,59    | 3,61    | 3,80      | 34,9                          | 35,3    | 34,8    | 35,0      |
| 4. Фитактив Вита*  | 3,82                    | 3,49    | 3,63    | 3,65      | 35,9                          | 34,8    | 35,0    | 35,2      |
| 5. Фитактив Вита** | 4,01                    | 3,33    | 4,07    | 3,80      | 35,7                          | 34,4    | 36,5    | 35,5      |
| 6. Зеребра Агро*   | 4,29                    | 3,61    | 3,20    | 3,70      | 35,8                          | 35,2    | 36,2    | 35,7      |
| 7.Зеребра Агро**   | 3,78                    | 3,59    | 3,63    | 3,67      | 35,6                          | 36,6    | 38,7    | 36,9      |
| НСР05              | 0,20                    | 0,10    | 0,09    |           |                               |         |         |           |

\* обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации;

\*\* опрыскивание в фазы: 2 пары настоящих листьев и бутонизация

У изучаемого сорта люпина белого установлены достаточно сильные корреляционные связи между урожайностью семян и АСП в период «цветение – сизо-блестящий боб» ( $r=0,58$ ); урожайностью семян и сухой массой клубеньков в фазу сизо-блестящего боба ( $r=0,63$ ); урожайностью семян и сухой массой корней в фазу сизо-блестящего боба ( $r=0,51$ ).

**Заключение**

Проведенные исследования показали, что использование комплексных стимуляторов роста для предпосевной обработки семян и листовых обработок в технологии возделывания люпина белого сорта Алый парус способствовало увеличению массы активных клубеньков на корнях растений, оказывало положительное влияние на накопление азота растениями.

Наибольшим симбиотическим потенциалом характеризовались приемы с двумя листовыми обработками изучаемыми стимуляторами роста. Максимальное положительное влияние на процессы азотфиксации люпина белого сорта Алый парус в условиях юго-западной части Нечерноземной зоны оказали препараты Зеребра Агро, Витазим.

Активизация симбиотической деятельности приводила к увеличению урожайности семян изучаемого сорта, содержания белка в семенах.

Установленные положительные корреляционные зависимости между изучаемыми показателями свидетельствуют об их влиянии на активность азотфиксирующего аппарата люпина белого и, как следствие, на величину урожайности семян. Результаты исследований

**Работа выполнена в рамках Государственного задания Минобрнауки России для Федерального государственного бюджетного научного учреждения «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» (№ FGGW-2025-0003).**

### Литература

1. Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. – М.: РАН. – 2019. – 252 с.
2. 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. – Т. 16. № 4 (79). – С. 22-29. DOI: 10.53914/issn2071-2243-2023-4-22.
3. Селицкая О.В., Чадраабал З., Цыгуткин А.С. Влияние изолятов клубеньковых бактерий на рост и развитие белого люпина. // Агрохимический вестник. – 2025. – № 1. – С. 67-73. – DOI: 10.24412/1029-2551-2025-1-013.
4. Слесарева Т.Н., Зайцева Н.М. Влияние различных форм минеральных удобрений на азотфиксирующую способность, урожайность и качество зерна люпина белого. // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 10. – С. 23-29. – DOI:10.36718/1819-4036-2023-10-23-29
5. Макеева Л.А., Пушкарев В.Г. Урожайность и азотфиксирующая способность люпина узколистного при применении регулятора роста Эпин-экстра. // Международный научный журнал «Символ науки». – 2016. – №. 2-3(14). – С. 13-14.
6. Агаркова С.Н., Беляева Р.В., Беляева Ж.А. и др. Продукционный процесс сортов люпина и его оптимизация путем использования регуляторов роста и развития. // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – № 2 (35). – С. 40-44.
7. Бруй И.Г., Холодинский В.В. Готовим к севу семена яровых зерновых и зернобобовых культур. // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 6. – С. 7-10.
8. Яговенко Т.В., Яговенко Г.Л., Трошина Л.В., Зайцева Н.М., Мисникова Н.В. Урожайность и элементы структуры при применении комплексных стимуляторов роста на люпине узколистном. // Вестник Воронежского ГАУ. – 2024. – Т. 17. № 1 (80). – С. 13-21. – DOI: 10.53914/issn2071-2243-2024-1-13.
9. Зайцева Н.М., Яговенко Т.В., Мисникова Н.В. Ростостимулирующее действие Витазима, Зеребра Агро при возделывании люпина белого (*Lupinus albus* L.). // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Материалы XXIII Междун. науч.-практ. конф. Брянский ГАУ, 16-18 марта 2026 г. – Брянск: Брянский ГАУ, 2026. – Ч. I. – С. 25-31.
10. Гатаулина Г.Г., Шитикова А.В., Медведева Н.В. Формирование плодов, семян и урожайность сортов люпина белого (*Lupinus albus* L.) с детерминантным типом роста. // Известия ТСХА. – 2023. Вып. 5. – С. 51 – 61. DOI: 10.26897/0021-342X-2023-5-51-61
11. Косолапов В.М., Чуйков В.А., Худякова Х.К., Косолапова В.Г. Физико-химические методы анализа кормов. – М.: Издательский дом «Типография Россельхозакадемии». – 2014. – 344 с.

### References

1. Zavalin A.A., Sokolov O.A., Shmy`reva N.Ya. Ecology of nitrogen fixing. Moscow: RAN Publ., 2019, 252 p. (In Russian).
2. Murav`ev A.A., Kady`rov P.V., Murav`yova I.P. Formation of productivity and efficiency of cultivation of white lupine varieties in the conditions of the central Chernozem region. *Bulletin of Voronezh SAU*. 2023, vol. 16, no. 4 (79), pp. 22-29. DOI:10.53914/issn2071-2243-2023-4-22. (In Russian).

3. Seliczkaya O.V., Chadraabal Z., Cygutkin A.P. Influence of isolates of nodule bacteria on growth and development of white lupine plants. *Agrochemical Herald*. 2025, no. 1, pp. 67-73. – DOI:10.24412/1029-2551-2025-1-013. (In Russian).
4. Slesareva T.N., Zajceva N.M. Effect of different mineral fertilizers' forms on the ability of the nitrogen accumulation, yield and grain quality of white lupin. *Bulletin of KrasSAU*. 2023, no. 10, pp. 23-29. DOI:10.36718/1819-4036-2023-10-23-29 (In Russian).
5. Makeeva L.A., Pushkarev V.G. Yield and nitrogen fixing ability of narrow-leafed lupine at use of the growth regulators Epin-extra. *International Scientific Journal "Symbol of Science"*. 2016, no. 2-3(14), pp. 13-14. (In Russian).
6. Agarkova P.N., Belyaeva R.V., Belyaeva Zh.A. et. al. Production process of lupine varieties and its optimization by use of growth and development regulators. *Bulletin of Agrarian Science*. 2012, no. 2(35), pp. 40-44. (In Russian).
7. Bruj I.G., Kholodinskij V.V. Prepare for sowing spring grain crops and pulse crops seeds. *Crop farming and plant growing*. 2021, no. 6. pp. 7-10. (In Russian).
8. Yagovenko T.V., Yagovenko G.L., Troshina L.V., Zajceva N.M., Misnikova N.V. Yield and its structure elements when applying complex plant growth regulators to blue lupine. *Bulletin of Voronezh SAU*. 2024, vol. 17, no. 1 (80), pp. 13-21. DOI: 10.53914/issn2071-2243-2024-1-13. (In Russian).
9. Zajceva N.M., Yagovenko T.V., Misnikova N.V. Growth stimulating action of Vitazim and Zerebra agro in white lupin (*Lupinus albus* L.) cultivation. *Agro-ecological aspects of the stable development of APC: Proceedings of the Intern. scientific-practical Conf. Marth, 16-18, 2026*. Bryansk: Bryanskij GAU Publ., 2026, Vol. I, pp. 25-31. (In Russian).
10. Gataulina G.G., Shitikova A.V., Medvedeva N.V. Formation of pods, seeds and yield of varieties of white lupin (*Lupinus albus* L.) with a determinant type of growth. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2023, no. 5, pp. 51-61. DOI: 10.26897/0021-342X-2023-5-51-61. (In Russian).
11. Kosolapov V.M., Chujkov V.A., Hudyakova H.K., Kosolapova V.G. Physical-and-chemical methods for feed analyses. Moscow: *Tipografiya Rossel'hozakademii* Publ., 2014, 344 p. (In Russian).