

ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА РЯД ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮПИНА БЕЛОГО

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,

Н.В. ГРИБУШЕНКОВА, ORCID ID 0000-0002-4576-8298,

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 исследований 2020-2022 гг. по изучению действия комплексных стимуляторов роста Витазим, Фитактив Вита, Зеребра Агро на синтез сухого вещества, пигментную систему и зерновую продуктивность сортов люпина белого (*Lupinus albus* L.) в почвенно-климатических условиях юго-западной части Нечерноземной зоны. В условиях полевого опыта исследовали влияние листовых обработок в фазы 3-х настоящих листьев и бутонизации на формирование продуктивности растений. За годы исследований наибольший линейный прирост растений за период «цветение – сизоблестящий боб» отмечен у сорта Пилигрим в варианте с использованием препарата Фитактив Вита на 14,1% выше, чем в контроле (22,0 см). У сорта Алый парус величины линейного прироста были практически одинаковы, в среднем на 2,4% выше контроля (22,1 см). Трехлетними исследованиями установлено, что у сорта Пилигрим максимальный прирост сухой массы корней с клубеньками обеспечил препарат Зеребра Агро на 41,5% выше, чем в контрольном варианте (1,78 г). У сорта Алый парус наиболее интенсивное накопление сухой массы отмечено при применении Витазима – на 48,9% выше контроля (2,31 г). Установлена положительная корреляция ($r = 0,72; 0,92$) между накоплением сухой массы листьев и сухой массой корневой системы, причем коэффициент корреляции выше у раннего сорта Пилигрим. Отмечено влияние изучаемых стимуляторов роста на активацию биосинтеза пигментов – хлорофилла и каротиноидов. Стимуляторы увеличивали содержание суммы хлорофиллов в листьях растений сорта Пилигрим на 26,2...27,8% по отношению к контролю (186,0 мг/100 г сырого веса). Изучаемые препараты обеспечивали рост продуктивности растений. Наиболее эффективным для обоих сортов был Фитактив Вита. Его использование увеличивало продуктивность растений сорта Пилигрим на 13,6%, сорта Алый парус – на 21,3% по отношению к контролю (8,8 г, 8,9 г соответственно).

Ключевые слова: люпин белый, стимулятор роста, сухое вещество, хлорофилл, каротиноиды, зерновая продуктивность.

Для цитирования: Яговенко Т.В., Зайцева Н.М., Грибушенкова Н.В., Мисникова Н.В. Оценка действия комплексных стимуляторов роста на ряд физиологических показателей и продуктивность люпина белого. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 2(54):79-89. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-2-79-89

EVALUATION OF THE EFFECT OF COMPLEX GROWTH STIMULATORS ON SOME PHYSIOLOGICAL INDICES AND PRODUCTIVITY OF WHITE 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 &
AGROECOLOGY, Russia, Bryansk

Abstract: The article presents the test results for the study of the effect of complex growth stimulators Vitazim, Phytactive Vita, Zerebra Agro on dry matter synthesis, pigmentation system and productivity of white lupin (*Lupinus albus* L.) varieties under soil-and-climatic conditions in the South-West part of the Non-Chernozem zone in 2020-2022. In the field experiment the effect of leaves treatment on plants' productivity development at the stages of three true leaves and of the bud formation was studied. As research objects the varieties Pilgrim and Alyi parus were used. The common used methods were used to determine the studied characteristics. The growth stimulators had positive action on dry mass accumulation of plants organs. The average three-year data suggested the maximal increase of dry mass of leaves, stems and root system at the dove-brilliant stage if Zerebra Agro and Phytactiv Vita have been applied. The positive correlations ($r=0.72$; $p=0.000$; $r=0.92$; $p=0.000$) between the accumulation of dry leaves' and root system's mass of tested varieties were revealed. The stimulating effect of the tested chemicals was expressed in the activation of photosynthetic pigments' biosynthesis in leaves. The increasing of the total content of chlorophyll a+b of the var. Pilgrim made 26.227.8% and 27.6...34.5% of the var. Alyi parus compared to the standard. Phytactive Vita provided the maximal increase of the mentioned character for both varieties. The chemical Zerebra Agro had the effect on the increase of carotenoids' content for both varieties most of all. The increase made 29.4% and 27.1% for the var. Pilgrim and for the var. Alyi parus respectively compared to the standard. The results demonstrated that Phytactive Vita was the most effective for development of the highest grain productivity regardless of the variety. Its use increased plants' productivity of the var. Pilgrim by 13.6% and of the var. Alyi parus – by 21.3% compared to the standard.

Keywords: *Lupinus albus*, growth stimulator, dry matter, chlorophyll, carotenoids, productivity.

Введение

Люпин белый – ценная высокобелковая культура универсального использования. Белок люпина отличается высоким качеством, сбалансирован по аминокислотному составу, обладает высокой усвояемостью [1, 2, 3]. Кроме того, люпин имеет высокую азотфиксирующую способность. Сидеральная, кормовая, пищевая ценность этой культуры делает её многофункциональной в использовании [1, 4].

Одним из направлений повышения и стабилизации урожайности люпина белого является совершенствование технологии его возделывания. Для многих сельскохозяйственных культур наиболее перспективным приемом, способствующим формированию высокой продуктивности семян, стали обработки вегетирующих растений различными биопрепаратами, стимуляторами роста, макро- и микроудобрениями [5, 6, 7]. При внесении небольшого количества соответствующих биологически активных веществ по листу можно получить быстрый результат, то есть существенно улучшить физиологическое состояние растений. Применение данных препаратов дает возможность получить максимальную реализацию потенциала культуры в сложных метеорологических условиях, преодолеть стресс от применения пестицидов, повысить качество продукции, ускорить созревание и повысить урожайность [8, 9]. Стимуляторы не могут заменить минеральное питание растениями, но могут помочь сбалансировать потребление питательных веществ и их распределение в растениях [9, 10].

Актуальность темы исследования определяется двумя обстоятельствами. Во-первых, на фоне разнообразия препаратов-стимуляторов роста вопрос использования их на люпине изучен мало; во-вторых, на ранних стадиях развития эта культура подвержена влиянию неблагоприятных факторов, а именно: перепад температур воздуха и почвы, избыток или недостаток осадков, слабая активность микроорганизмов [10]. Все это приводит к тому, что растения в период «прорастание – всходы» испытывают стресс. Превышение необходимой суммы положительных температур в период «бутонизация – формирование семян» уменьшает количество и степень развития репродуктивных органов [9]. Поэтому листовая обработка растений люпина физиологически активными веществами может нивелировать отрицательное влияние внешних факторов среды, укрепить слабые растения, ускорить их рост и обеспечить более высокую урожайность.

В связи с этим целью исследований стала оценка действия листовых обработок многокомпонентными стимуляторами роста на процессы синтеза сухой биомассы, эффективность фотосинтеза, зерновую продуктивность растений люпина белого в условиях юго-западного региона Нечерноземной зоны.

Методика и материалы исследований

Исследования выполнялись в 2020, 2021, 2022 годах на опытном поле ВНИИ люпина – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в почвенно-климатических условиях Брянской области (юго-западной часть Нечерноземной зоны). Почва опытного участка серая лесная легкосуглинистая. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: $pH_{\text{сол}} - 5,5$; содержание подвижного фосфора – 125 мг/кг почвы, обменного калия – 148 мг/кг почвы (по ГОСТ Р 54650-2011), гумуса – 2,53% (ГОСТ Р 54650-2011). Гидротермические условия периодов вегетации оценивали по гидротермическому коэффициенту (ГТК) (Г.Т. Селянинов, 1928).

Закладка, проведение полевых опытов и статистическая обработка данных проводились по методике Б.А. Доспехова (1985). Объектом исследований служили сорта люпина белого Пилигрим и Алый парус селекции ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса. Посев узкорядный, ручной. Площадь делянки 10 м², норма высева – 1,0 млн. всхожих семян на 1 га. Повторность 4-х кратная. Размещение делянок систематическое. Предшественник – озимая пшеница. Перед посевом семена люпина были протравлены препаратом Витарос (2 л/т). Для протравливания семян применяли общепринятую методику (Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков, и протравителей семян сельскохозяйственных культур, 1985). В период вегетации (3 пары настоящих листьев, бобообразование) проводились обработки фунгицидами Ракурс (0,4 л/га), Спирит (0,7 л/га). Уборку урожая проводили комбайном САМРО-500 поделяночно с предварительным отбором снопов для определения структуры урожая. Зерно с каждой делянки взвешивали отдельно с последующим пересчетом на 14% влажность и 100% чистоту.

В исследования включены комплексные стимуляторы роста: Витазим (производитель Global Seed, Россия), Фитактив Вита (ООО НПО «БИНАМ», Россия), Зеребра Агро (ООО «Резерв, Россия». Витазим содержит 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, K₂O - 0,8%, Cu - 0,007%, Zn - 0,006%, Fe - 0,2%. Фитактив Вита (водорастворимый концентрат) содержит биологически активные вещества, стимуляторы роста и адаптогены, а также комплекс: - N - 70,8 г/л, P₂O₅ - 3,5 г/л, K₂O - 57,2 г/л, Mg - 3,2 г/л, Fe – 45 мг/л, Zn - 16 мг/л, Cu - 5 мг/л, Mn - 65 мг/л, Mo - 5 мг/л, B - 85 мг/л, I - 5 мг/л, Co - 5 мг/л, 2-этил-индол-3-п-пропилено-3,6,1,2фуллерен – 50 мг/л, 4-индолил-3-масляная кислота-10 мг/л, никотиновая кислота - 40 мг/л, глицин - 40 мг/л, тиамин - 40 мг/л). Зеребра Агро, ВР - стимулятор роста нового коллоидное серебро + 100 мг/л полигексаметиленбигуанид гидрохлорида.

Опрыскивания вегетирующих растений осуществляли в фазы – 3 пары настоящих листьев и бутонизации, в следующих дозах: Витазим – 0,60 л/га и 0,60 л/га; Фитактив Вита – 0,05 л/га и 0,10 л/га; Зеребра Агро – 0,15 л/га и 0,15 л/га.

Содержание хлорофилла, каротиноидов определяли по общепринятым методикам биохимического исследования. Определение сухого вещества в органах растений проводили методом высушивания их в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105°C.

Статистический анализ данных проведен дисперсионным и корреляционным методами при помощи программного обеспечения StatSoft STATISTIC.

Результаты исследований и их обсуждение

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы исследований отличались от средних многолетних значений, но в целом 2020-2022 годы были благоприятными для возделывания люпина. Низкое количество осадков (ГТК – 0,77; 0,59; 0,43) в отдельные периоды роста сменялись обильными ливневыми дождями (ГТК – 7,14; 4,05; 4,45), что обусловило различный характер влияния стимуляторов роста на ряд физиологических

показателей и формирование продуктивности изучаемых сортов. Различия погодных условий в разные периоды вегетации по сумме активных температур и количеству выпавших осадков, позволили объективно оценить эффективность применения комплексных стимуляторов роста в посевах люпина белого.

В 2020 году (ГТК – 2,05) сумма активных температур за период вегетации составила 2439,6°C, что выше среднеемноголетнего значения на 417,6°C, в 2021 году (ГТК – 1,01) этот показатель характеризовался наибольшей величиной – 2682,0°C, на 660,0°C выше нормы, в 2022 году (ГТК – 1,83) – 2530,8°C, на 508,8°C выше нормы.

Погодные условия 2022 года способствовали увеличению продолжительности периода «всходы – созревание» у изучаемых сортов. Так, у сорта Пилигрим он составил 111 дней, у сорта Алый парус – 120, в 2021 году – 86 и 104 дня, в 2020 – 99 и 117 дней соответственно.

В течении 3-х лет исследований наблюдались повышенные среднесуточные температуры воздуха в период цветения растений люпина белого. Условия этого периода во многом повлияли на формирование продуктивности изучаемых сортов люпина. Корреляционный анализ установил наличие достоверной связи между зерновой продуктивностью люпина белого и ГТК в период цветения ($r = 0,79$; $p = 0,002$).

Листовые обработки растений люпина в период вегетации оказали положительное влияние на интенсивность накопления сухой массы всеми органами (табл. 1, 2).

В среднем за 3 года в фазе сизо-блестящего боба абсолютное преимущество в накоплении сухой массы листьев у обоих сортов было у вариантов с использованием препаратов Зеребра Агро и Фитактив Вита. Превышение над контролем у сорта Пилигрим составило 33,0 и 23,5%, у сорта Алый парус – 29,2 и 26,9% соответственно.

Аналогичная тенденция наблюдалась и при накоплении сухой массы стеблей. В указанных выше вариантах сухая масса стебля была выше контроля на 41,6 и 31,9% у сорта Пилигрим и на 17,9 и 11,9% у сорта Алый парус.

Листовые обработки растений препаратами Витазим, Фитактив Вита, Зеребра Агро в среднем по вариантам опыта обеспечили увеличение сухой массы бобов по сравнению с контролем: у сорта Пилигрим на 7,2, 17,1 и 35,2%; у сорта Алый парус – на 44,2%, 17,3 и 21,7% соответственно. В этом отношении у сорта Пилигрим эффект от препарата Зеребра Агро был выше, чем от двух других. У сорта Алый парус сухая масса бобов была максимальной при применении препарата Витазим.

Отмечено усиление накопления сухой массы корневой системой растений люпина белого после опрыскиваний стимуляторами роста по вегетации, что свидетельствует о более интенсивном поступлении элементов питания в корни. Максимальная масса была сформирована корневой системой в 2020 году (ГТК-2,05), минимальная – в 2021 году (ГТК-1,01) (табл. 2).

Таблица 1

**Влияние стимуляторов роста на формирование сухой массы листьев, стеблей, бобов растений люпина белого
(фаза сизо-блестящего боба)**

Вариант	Сухая масса, г/ растение											
	Листьев				Стеблей				Бобов			
	2020	2021	2022	Среднее	2020	2021	2022	Среднее	2020	2021	2022	Среднее
Пилигрим												
1. Контроль	3,95	3,36	2,41	3,24	4,50	5,23	3,22	4,32	4,83	5,43	3,47	4,57
2. Витазим	3,97	3,76	3,36	3,70	4,48	5,62	5,04	5,05	4,53	5,98	4,20	4,90
3. Фитактив Вита	4,79	3,08	4,13	4,00	5,78	4,74	6,58	5,70	6,09	5,29	4,66	5,35
4. ЗеребраАгро	5,18	3,97	3,79	4,31	6,27	6,43	5,65	6,12	6,04	6,80	5,69	6,18
НСР ₀₅	0,050	0,040	0,024		0,051	0,93	0,023		0,023	1,50	0,021	
Алый парус												
1. Контроль	2,75	2,41	4,43	3,19	8,75	6,62	9,60	8,32	5,89	5,32	6,43	5,88
2. Витазим	3,60	3,21	4,84	3,88	9,79	7,12	11,03	8,41	10,10	7,03	8,31	8,48
3. Фитактив Вита	3,83	2,78	5,55	4,05	9,96	5,43	9,83	9,31	7,10	6,24	7,36	6,90
4. ЗеребраАгро	3,85	4,09	4,42	4,12	10,90	9,84	8,69	9,81	8,92	6,96	5,59	7,16
НСР ₀₅	0,067	0,043	0,021		0,091	1,90	0,019		0,038	1,39	0,029	

Влияние стимуляторов роста на формирование сухой массы корневой системы растений люпина белого (фаза сизо-блестящего боба)

Вариант	Сухая масса корневой системы, г/ растение			
	2020	2021	2022	Среднее
Пилигрим				
1. Контроль	2,64	1,54	1,17	1,78
2. Витазим	2,74	1,88	1,62	2,08
3. Фитактив Вита	3,33	1,43	2,21	2,32
4. ЗеребраАгро	3,23	2,02	2,30	2,52
НСР ₀₅	0,056	0,028	0,025	
Алый парус				
1. Контроль	2,09	1,66	3,17	2,31
2. Витазим	4,09	2,20	4,03	3,44
3. Фитактив Вита	3,66	1,80	3,35	2,94
4. ЗеребраАгро	3,84	2,33	3,15	3,11
НСР ₀₅	0,042	0,016	0,027	

В среднем за 3 года у сорта Пилигрим максимальный прирост сухой массы корней с клубеньками обеспечил препарат Зеребра Агро на 41,5% выше, чем в контрольном варианте. У сорта Алый парус наиболее интенсивное накопление сухой массы отмечено при применении Витазима – на 48,9% выше контроля. У обоих сортов установлена положительная корреляция ($r = 0,72$; $p=0,000$; $0,92$; $p=0,000$) между накоплением сухой массы листьев и сухой массой корневой системы. У сорта Алый парус отмечена положительная корреляция ($r = 0,71$; $p=0,009$) между сухой массой корневой системы и зерновой продуктивностью растения.

Накопление сухой массы целого растения в фазе сизо-блестящего боба под действием стимуляторов роста возрастало. Доля бобов на растении у сорта Пилигрим варьировала от 31,2 до 32,5% и от 28,9 до 31,8% у сорта Алый парус. Ко времени созревания бобов у сорта Алый парус наблюдалась тенденция увеличения доли бобов в вариантах с опрыскиванием препаратами Фитактив Вита с 66,4% (контроль) до 67,8%. У сорта Пилигрим оставалась на уровне контроля – 72,2%.

Пигментная система растения является одним из основных факторов эффективной работы фотосинтетического аппарата. Содержание пигментов фотосинтеза в ассимилирующих органах растения – один из основных показателей потенциальной продуктивности растений [11]. В ходе исследований отмечено влияние изучаемых стимуляторов роста на активацию биосинтеза пигментов – хлорофилла и каротиноидов, входящих в антиоксидантный комплекс растения. Стимуляторы роста оказывали положительное влияние на их содержание (табл. 3). За годы исследований содержание суммы хлорофиллов *a* и *b* в листьях в период цветения у сорта Пилигрим варьировало от 186,0 до 237,7 мг/100 г сырого веса, у сорта Алый парус – от 203,6 до 273,9 мг/100 г сырого веса. Препараты Витазим, Фитактив Вита, Зеребра Агро увеличивали содержание суммы хлорофиллов в листьях растений сорта Пилигрим на 26,2...27,8% по отношению к контролю, сорта Алый парус – на 27,5...34,5%. Максимальный рост суммы хлорофиллов *a* и *b* у обоих сортов обеспечивал препарат Фитактив Вита. У сорта Пилигрим превышение над контролем составило 27,8%, у сорта Алый парус – 34,5% соответственно.

Содержание пигментов (мг/100 г сырого веса) в листьях люпина белого (фаза цветения), 2020-2022 гг.

Вариант	Хлорофилл, $a + b$	a/ b				Каротиноиды	$(a + b)$ каротиноиды
		2020	2021	2022	Среднее		
Пилигрим							
1. Контроль	186,0	1,95	2,56	2,97	2,49	74,6	2,50
2. Витазим	234,7	2,38	3,53	3,80	3,24	90,6	2,59
3. Фитактив Вита	237,7	1,78	2,91	3,70	2,80	95,1	2,50
4. ЗеребраАгро	237,3	2,91	3,15	3,50	3,19	96,5	2,56
Алый парус							
1. Контроль	203,6	1,95	2,86	3,90	2,90	81,1	2,51
2. Витазим	260,6	2,08	3,20	4,10	3,12	99,8	2,61
3. Фитактив Вита	273,9	2,73	4,04	3,40	3,39	102,9	2,66
4. ЗеребраАгро	259,7	3,93	3,72	4,00	3,88	103,1	2,52

Для обоих сортов в среднем за три года было характерно повышение соотношения хлорофиллов (a/b) после применения стимуляторов роста, в основном за счет повышения биосинтеза хлорофилла a . Соотношение хлорофиллов a и b в период цветения находилось в небольшом интервале от 2,49 до 3,88, что говорит о благоприятных условиях произрастания и стабильном режиме освещенности.

Каротиноиды являются обязательным компонентом пигментной системы листьев растений и выполняют ряд важных функций. Являясь дополнительными пигментами в процессе поглощения световой энергии, они играют важную роль в защите фотосинтетического аппарата [12]. У сорта Пилигрим под влиянием стимуляторов роста увеличение содержания каротиноидов по отношению к контролю составило 21,4...29,3%, у сорта Алый парус – 23,1...27,1%. Наиболее эффективными в этом отношении у обоих сортов были препараты Зеребра Агро и Фитактив Вита. Содержание хлорофилла a и b в листьях и отношение их суммы к содержанию каротиноидов считают надежным показателем физиологического состояния растений и индикаторами стресса.

Соотношение содержания суммы хлорофиллов к содержанию каротиноидов можно использовать как показатель устойчивости к внешним неблагоприятным факторам [11, 12]. Соотношение указанных пигментов у сорта Пилигрим в вариантах с использованием препаратов практически не изменялось, исключение составил препарат Витазим, при его использовании соотношение суммы хлорофиллов к содержанию каротиноидов увеличивалось на 4,0%. У сорта Алый парус соотношение хлорофиллов к содержанию каротиноидов повышалось во всех вариантах, но максимальное увеличение соотношения данных показателей на 6,0% относительно контроля обеспечивал Фитактив Вита. Увеличение соотношения содержания суммы хлорофиллов к содержанию каротиноидов указывает на активное функционирование адаптивных механизмов в фотосинтетическом аппарате сортов люпина белого в этих вариантах [12].

Обработки вегетирующих растений люпина белого препаратами Витазим, Фитактив Вита, Зеребра Агро не снижали содержание фотосинтетических пигментов, а способствовали поддержанию их количества на высоком уровне, что позволило им выполнять фотосинтетические и защитные функции.

Таким образом, отмечено влияние изучаемых стимуляторов роста на биохимические процессы, о чем свидетельствовала активация биосинтеза пигментов – хлорофилла и каротиноидов, входящих в антиоксидантный комплекс растения.

Эффективность действия стимуляторов роста при возделывании люпина белого оценивали по изменению продуктивности растений. Данные таблицы 4 свидетельствуют, что обработки растений по вегетации указанными выше препаратами способствовали увеличению этого показателя.

Повышение зерновой продуктивности люпина определялось положительным влиянием изучаемых препаратов на ростовые и фотосинтетические показатели. Это подтверждают коэффициенты корреляции между массой корневой системы и зерновой продуктивностью растения и ($r = 0,71$; $p = 0,009$), а также между содержанием суммы хлорофиллов $a + b$ и продуктивностью ($r = 0,89$; $p = 0,002$).

Влияние стимуляторов роста в разные по метеорологическим условиям годы различалось по степени эффективности. Максимальная продуктивность растения у сорта Пилигрим в вариантах с обработками сформировалась в условиях 2020 года – от 10,3 до 12,4 г, что достоверно выше контроля на 2,3; 13,6; 7,9%. Для сорта Алый парус наиболее благоприятным в этом отношении был 2022 год, продуктивность находилась в пределах от 11,5 до 11,7 г и достоверно превышало контроль на 26,4; 27,5; 28,6%.

**Влияние стимуляторов роста на зерновую продуктивность (г/растение) растений
люпина белого**

Вариант	2020	2021	2022	Среднее
Пилигрим				
1. Контроль	9,9	7,4	9,1	8,8
2. Витазим	10,3	7,3	9,5	9,0
3. Фитактив Вита	12,4	8,2	9,5	10,0
4. ЗеребраАгро	11,9	7,5	9,1	9,5
НСР ₀₅	0,36	0,50	0,23	
Алый парус				
1. Контроль	9,2	8,4	9,1	8,9
2. Витазим	10,1	10,6	11,5	10,7
3. Фитактив Вита	11,0	9,8	11,6	10,8
4. ЗеребраАгро	9,9	9,7	11,7	10,4
НСР ₀₅	0,62	0,70	0,86	

В среднем за годы исследований наибольшее положительное влияние на формирование зерновой продуктивности растения сорта Пилигрим оказывал стимулятор роста Фитактив Вита. Этот препарат обеспечивал рост продуктивности по отношению к контролю на 13,6%. У сорта Алый парус максимальными значениями характеризовались варианты с использованием препаратов Фитактив Вита и Витазим. Превышение над контролем составило 21,3 и 20,2% соответственно. Полученные данные свидетельствуют о разной отзывчивости изучаемых сортов на действие стимуляторов роста, что следует учитывать при разработке технологий возделывания этой культуры.

Заключение

Дальнейшее повышение продуктивности люпина белого связывают с включением в технологию возделывания многокомпонентных стимуляторов роста. На основании полученных результатов полевых испытаний в 2020-2022 гг. установлено: комплексные стимуляторы роста Витазим, Фитактив Вита, Зеребра Агро, используемые для внекорневых обработок, оказывали эффективное действие на накопление сухой массы органами растения. У сорта Пилигрим максимальное увеличение сухой массы листьев, стеблей наблюдалось при использовании Зеребра Агро и Фитактива Вита, соответственно препарату на 33,0% и 23,5% (листья), 31,9% и 41,7% (стебли). У сорта Алый парус эти препараты способствовали росту сухой массы листьев и стеблей соответственно на 29,2% и 26,9%; 17,9% и 11,9%. Применяемые препараты активизировали синтез пигментов фотосинтеза, увеличивая тем самым фотосинтетическую активность растений. Результаты свидетельствуют, что независимо от сорта наибольший вклад в формирование максимальной зерновой продуктивности вносит препарат Фитактив Вита. Его использование увеличивало массу семян с растения сорта Пилигрим на 13,6%, сорта Алый парус – на 21,3% по отношению к контролю. Разная степень эффективности стимуляторов роста зависела от условий вегетации.

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. Пашкевич П.А., Купцов Н.С. Повышение урожайности люпина белого посредством селекции люпина греческого. // Сборник научно-практических статей «Аграрная наука – производству». Минск: «ИВЦ Минфина». – 2024. – № 1. – С. 27-31.
2. Гатаулина Г.Г., Шитикова А.В., Медведева Н.В. Влияние стрессовых погодных условий на разных этапах вегетации на формирование элементов продуктивности у 75 сортов люпина белого (*Lupinus albus* L.) селекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. // Известия ТСХА. – 2021. - №5. - С.65–76. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-5-65-76.
3. Яговенко Т.В., Афонова Е.В. Биохимические свойства зерна белого люпина. // Комбикорма. – 2018. – № 3. – С. 66-68.
4. Тимошенко Е.С., Лукашевич М.И., Яговенко Г.Л., Агеева П.А., Зайцева Н.М. Характеристика перспективных сортов люпина Мичуринский и Белорозовый 144 для пищевого использования. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2022. – № 2. – С. 219-232. DOI: 10.36107/10.36107/spfr.2022.310
5. Тарчоков Х.Ш., Чочаев М.М., Тутукова Д.А., Журтова А.Х. Влияние регуляторов роста на урожайность сои. // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2022. – № 58. – С. 168-177.
6. Наумкин В.Н., Блинник А.С., Артёмов О.Ю., Демидова А.Н., Лукашевич М.И., Яговенко Т.В. Влияние макро- и микроудобрений, их сочетаний на формирование урожайности и качество семян люпина белого в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона. // Кормопроизводство. – 2021. – № 3. – С. 32-37. DOI: 10.25685/KRM.2021.2021.3.005.
7. Вильдфлуш И.Р., Малашевская О.В. Экономическая эффективность применения удобрений, ризобияльного инокулянта и регулятора роста при возделывании полевого гороха. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2. – С. 117-120.
8. Гатаулина Г.Г., Шитикова А.В., Медведева Н.В. Семенная продуктивность и адаптивность сортов люпина белого в условиях Центрально-Черноземного региона. // Известия ТСХА. – 2022. – № 6. – С. 67-78. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-6-67-78.
9. Гатаулина Г.Г., Заренкова Н.В., Никитина С.С. Сорта сои северного экотипа: как погода влияет на рост, формирование урожая и его вариативность. // Кормопроизводство. – 2019. – № 7. – С. 34-40.
10. Радкевич М.Л. Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество семян люпина узколистного. // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 5. – С. 31-35.
11. Калинина А.В., Лящева С.В. Состав и содержание пигментов фотосинтеза в листьях проростков озимой мягкой пшеницы. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – № 2 (20). – С. 286-290.
12. Niwiadomsk A., Sulewska H., Wolna-Maruwka A., Ratajczak K., Waraczewska Z., Budka A. The Influence of Bio-Stimulants and Foliar Fertilizers on Yield, Plant Features and the Level of Soil Biochemical Activity in White Lupine (*Lupinus albus* L.). Agronomy. – 2020. 10(1):150. DOI: 10.3390 agronomy 10010150.

References

1. Pashkevich P.A., Kupczov N.S. Increase of white lupin yield by means of *Lupinus graecus* breeding. *Sbornik nauchno-prakticheskix statej «Agrarnaya nauka – proizvodstvu»*. Minsk: “IVCz Minfina”, 2024, no. 1, pp. 27-31. (In Russian).
2. Gataulina G.G., Shitikova A. V., Medvedeva N.V. The effect of stressful weather conditions at different stages of vegetation on the formation of productivity elements in varieties of white lupin (*Lupinus albus* L.) of the selection of Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy. *Izvestiya TSKHA*. 2021, no. 5, pp.65–76. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-5-65-76.4. (In Russian).
3. Yagovenko T.V., Afonina E.V. Biochemical characteristics of white lupin grain. *Kombikorma*. 2018, no. 3, pp. 66-68. (In Russian).

4. Timoshenko E.S., Lukashevich M.I., Yagovenko G.L., Ageeva P.A., Zajceva N.M. Characteristics of promising varieties of lupine Michurinsky and Belorozovy 144 for food use. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya*. 2022, no. 2, pp.219-232. (In Russ). DOI: 10.36107/10.36107/spfp.2022.310. (In Russian).
5. Tarchokov H.Sh., Chochaev M.M., Tutukova D.A., Zhurtova A.H. Effect of growth regulators on soya yield. *Zemledelie i selekciya v Belarusi*. 2022, no. 58, pp.168-177. (In Russian).
6. Naumkin V.N., Blinnik A.S., Artemova O.Yu., Demidova A.N., Lukashevich M.I., Yagovenko T.V. The effect of macro- and micronutrient fertilizers and their combinations on the yield and quality of white lupine seeds in the southwest of the Central-Chernozem region. *Kormoproizvodstvo*. 2021, no. 3, pp. 32-37. DOI: 10.25685/KRM.2021.2021.3.005. (In Russian).
7. Vil'dflush I.R., Malashevskaya O.V. The economic efficacy for use of fertilizers, a rhizobia inoculant and a growth regulator at cultivation of field pea. *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2021, no. 2, pp. 117-120. (In Russian).
8. Gataulina G. G., Shitikova A. V., Medvedeva N. V. Seed productivity and adaptability of varieties of white lupin in the conditions of the Central Chernozem zone. *Izvestiya TSXA*. 2022, no. 6, pp. 67-78. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-6-67-78. (In Russian).
9. Gataulina G.G., Zarenkova N.V., Nikitina S.S. Northern soybean varieties: climate effect on growth, development and yield. *Kormoproizvodstvo*. 2019, no. 7, pp.34-40. (In Russian).
10. Radkevich M.L. Influence of macro-, micro fertilizers, plant growth regulators and bacterial fertilizers on blue lupine yield and quality. *Zemledelie i rastenievodstvo*. 2020, no. 5, pp. 31-35. (In Russian).
11. Kalinina A.V., Lyashcheva S.V. Structure and the maintenance of pigments of photosynthesis in leaves of sprouts of winter soft wheat. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*. 2018, no. 20 (2), pp. 286-290 (In Russian).
12. Niwiadomsk A., Sulewska H., Wolna-Maruwka A., Ratajczak K., Waraczewska Z., Budka A. The influence of bio-stimulants and foliar fertilizers on yield, plant features and the level of soil biochemical activity in white lupine (*Lupinus albus* L.). *Agronomy*. 2020, no. 10(1), 150 p. DOI:10.3390/agronomy10010150.