

УДК 581.192.7:633.367.3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЯ СЕМЯН ЛЮПИНА БЕЛОГО

ЯГОВЕНКО Г. Л., доктор сельскохозяйственных наук

ЯГОВЕНКО Т. В., кандидат биологических наук

ПИГАРЕВА С. А.

ГРИБУШЕНКОВА Н. В.

Всероссийский научно-исследовательский институт люпина — филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»
241524, Россия, г. Брянск, п/о Мичуринский, ул. Березовая, д. 2

E-mail: lupin_mail@mail.ru

В статье представлена оценка действия новых стимуляторов роста растений на показатели роста, фотосинтеза, урожайности сортов люпина белого (*Lupinus albus* L.). Исследования проводились в 2020–2021 годах на опытном поле ВНИИ люпина — филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в почвенно-климатических условиях юго-западной части Нечернозёмной зоны. Почва опытного участка серая лесная, легкосуглинистая. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: рН_{сол} — 5,5; содержание подвижного фосфора — 12,5 и обменного калия — 14,8 мг/100 г почвы, гумуса — 2,53%. Объектами исследований служили сорта люпина белого разных темпов роста: позднеспелый сорт Алы́й парус и раннеспелый сорт Пилигрим. Изучались многокомпонентные стимуляторы роста «Витазим», «Фитактив Вита» и «Зеребра Агро». Данные свидетельствуют о дифференциации изучаемых сортов по степени реакции на действие стимуляторов роста. Дифференциация связана с разными темпами роста сортов, а также с метеорологическими условиями, сложившимися в межфазные периоды. Обработка семян и растений стимуляторами роста способствовала повышенному приросту длины стебля, а также увеличению сырой массы растений. Максимальные приросты этих параметров у сорта Алы́й парус обеспечивал препарат «Витазим», у сорта Пилигрим — «Зеребра Агро». Стимулирующее действие препаратов проявилось при формировании ассимиляционной поверхности растений. Отмечены различия в содержании пигментов фотосинтеза и соотношении между ними. Изменение количества пигментов после обработки стимуляторами роста может свидетельствовать о возможности регуляции интенсивности фотосинтеза через пигментный аппарат листа. В среднем за 2 года исследований наиболее восприимчивым к действию физиологически активных веществ был сорт Алы́й парус. Наибольшую урожайность семян этот сорт сформировал в вариантах с предпосевной обработкой семян и последующим опрыскиванием в фазе бутонизации препаратом «Зеребра Агро» и при двукратном опрыскивании по вегетации препаратом «Витазим» — 3,95 и 3,90 т/га. Превышение над контролем составило 15,8 и 14,4%.

Ключевые слова: стимуляторы роста, люпин, урожайность, структура урожая, показатели качества.

В настоящее время дефицит белка в мире оценивается в 20–25% от общей его потребности (Радкевич, 2021). Одним из путей решения проблемы является возделывание люпина белого, который может обеспечить потребность как в кормовом, так и в пищевом белке. Люпин белый имеет ряд преимуществ перед другими видами зернобобовых культур. В зависимости от сорта и условий вегетации содержание белка в зерне может превышать 40%, жира — 12%. По выходу белка с единицы площади белый люпин превосходит другие виды люпина (Гатаулина, 2016; Лукашевич и др., 2017). Сорта этого вида можно уверенно считать высокобелковым сырьём с уникальным химическим составом. По аминокислотному составу белки зерна этого вида не уступают белкам сои, имеют высокое содержание лизина, валина, лейцина. Зерно служит источником минеральных веществ, целого ряда витаминов, отличается повышенным содержанием каротиноидов, практически не имеет ингибиторов трипсина, что делает возможным использование его без термической обработки (Зверев и др., 2014; Яговенко, Афолина, 2018).

Урожайность этой культуры достаточно высока — 4,0–6,0 т/га, но не всегда стабильна по годам выращивания, поэтому необходимо разрабатывать новые приёмы, обеспечивающие стабильные и высокие урожаи семян.

Современным направлением повышения урожайности и качества продукции растениеводства является внедрение в сельскохозяйственное производство энергосберегающих технологий с применением регуляторов роста растений (Вильдфлуш и др., 2011). Регуляция гормонального статуса в онтогенезе путём использования стимуляторов роста является эффективным средством повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам среды.

Регуляторы роста позволяют усиливать или ослаблять признаки и свойства растений в пределах нормы реакции, определяемой генотипом. Так, воздействие регуляторами роста «Новосил», «Лариксин» на семена и вегетирующие растения люпина узколистного усиливает фотосинтетическую деятельность и потенциал продуктивности растений. Применение препаратов «Росток» и «Альбит» способствует интенсификации продукционного процесса у сортов люпина узколистного и белого (Агаркова, Беляева, Беляева и др., 2012).

В настоящее время широкое распространение в сельскохозяйственном производстве получили комплексные препараты на основе регуляторов роста и микроэлементов. Однако эффективность использования регуляторов роста различного происхождения на люпине белом исследована недостаточно.

Цель исследований — сравнительное изучение действия стимуляторов роста нового поколения, содержащих в своем составе макро- и микроудобрения в хелатной форме, на ряд физиологических показателей, способствующих формированию урожайности люпина белого.

Методика исследований. Исследования проводились в 2020–2021 годах на опытном поле ВНИИ люпина. Почва опытного участка серая лесная, легкосуглинистая. Пахотный слой мощностью 22–24 см. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: pH_{con} — 5,5; содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) — 12,5 и обменного калия (по Масловой) — 14,8 мг/100 г почвы, гумуса — 2,53%. Объектами исследований служили сорта люпина белого разных темпов роста: позднеспелый сорт Алый парус и раннеспелый сорт Пилигрим. Изучались регуляторы роста «Витазим», «Фитактив Вита», «Зеребра Агро». Состав регуляторов: «Витазим» — триактанол, 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 (0,8%), Cu (0,007%), Zn (0,006%), Fe (0,2%); «Зеребра Агро, ВР» — коллоидное серебро (500 мг/л) + полигексаметиленбигуанид гидрохлорида (100 мг/л); «Фитактив Вита» (водорастворимый концентрат) — N (70,8 г/л), P_2O_5 (3,5 г/л), K_2O (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-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).

Закладка полевого опыта осуществлялась по Б. А. Доспехову (1985). Посев ручной. Площадь делянки — 10 м², норма высева семян — 1,0 млн всхожих семян на 1 га. Повторность четырёхкратная. Размещение делянок систематическое.

Для успешного применения регуляторов роста необходимо достаточное снабжение растений питательными веществами, поэтому в фазы двух-трёх пар настоящих листьев

и бутонизации растения люпина белого опрыскивали монофосфатом калия (K_2O — 28%, P_2O_5 — 23%) в дозе 2 г/л (согласно рекомендациям по использованию данного препарата). При сравнении действия регуляторов роста использовали контрольный вариант с обработкой монофосфатом калия (фон). Схема опыта представлена в табл. 1.

Перед посевом семена обрабатывали препаратом «Витарос» (2 л/т). В фазу начала бутонизации, бобообразования проводились обработки фунгицидами «Ракурс» (0,4 л/га), «Спирит» (0,7 л/га).

Площадь листьев определяли по методике, изложенной в работах А. А. Ничипоровича (1970), содержание хлорофилла, каротиноидов в листьях — по общепринятым методикам биохимического исследования (1987), урожай — по методике НИИСХ ЦРНЗ (1972). Статистическую обработку данных проводили в Excel и Statistica 8.0.

Результаты исследований. Полученные данные свидетельствуют о дифференциации изучаемых сортов по степени реакции на действие стимуляторов роста. Дифференциация связана с разными темпами роста сортов, а также с метеорологическими условиями, сложившимися в межфазные периоды.

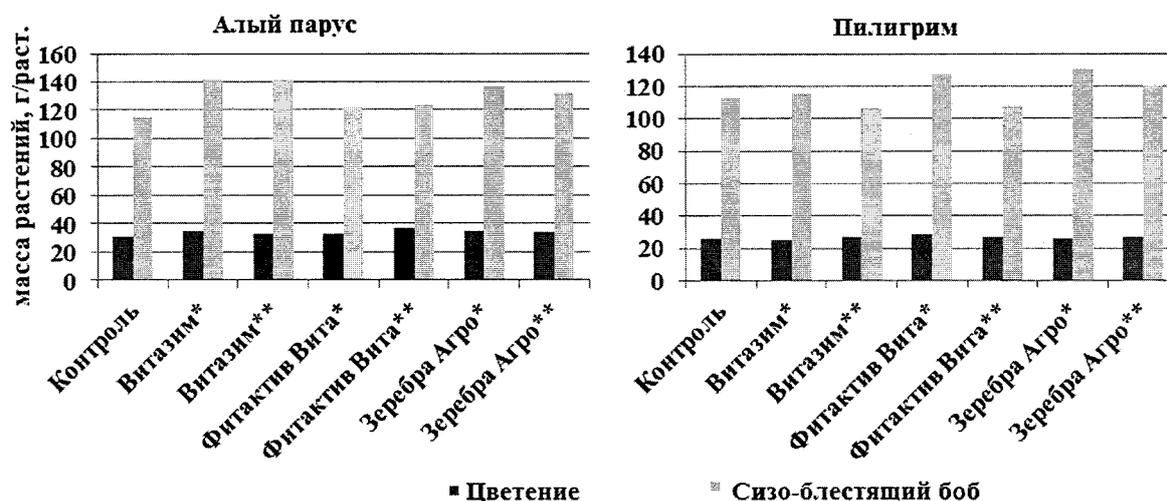
Метеорологические условия в годы проведения исследований (2020–2021 годы) отличались от среднемноголетних показателей как по температурному режиму, так и по количеству осадков. Сумма активных температур за период вегетации люпина белого превышала среднемноголетнюю: в 2020 году — на 96°С, в 2021 — на 271°С. Количество осадков в 2020 году было выше нормы на 35,9 мм (11,8%); гидротермический коэффициент (ГТК) — 1,61. В 2021 году количество выпавших осадков в период вегетации превышало среднемноголетнее значение на 99,8 мм (32,8%); ГТК — 1,83. В годы исследований периоды с обильными осадками (ГТК — 7,14; 6,22; 5,08) чередовались периодами с минимальным их количеством (ГТК — 0,26; 0,38; 0,59). Оценка метеословий по периодам развития люпина даёт основание считать, что в 2020, 2021 годах они не в полной мере отвечали требованиям благоприятного развития растений исследуемой культуры, прежде всего из-за недостаточного увлажнения в отдельные фазы развития.

Рост является важнейшим интегральным процессом в жизни растения. Это результат согласованного взаимодействия многих физиолого-биохимических функций (Князева, 2013). В работах А. А. Ничипоровича (1975) отмечалось, что высокая энергия роста является важным условием высокой продуктивности сортов. У обоих сортов люпина белого наибольшая интенсивность роста растений в период цветения — сизо-блестящего боба зафиксирована в 2020 году — от 1,03 до 1,84 см в сутки. В 2021 году — от 0,28 до 0,95 см в сутки. Обработка семян и растений стимуляторами роста вызывала увеличение прироста длины стебля. У сорта Пилигрим в среднем максимальными суточными приростами длины растений характеризовались варианты с использованием «Витазима» (1,00 и 1,03 см в день) и «Зеребра Агро» (0,99 и 1,04 см в день). У сорта Алый парус в среднем за 2 года только в варианте, включающем предпосевную обработку «Витазимом», отмечался рост длины стебля 1,15 см в сутки, что превышало контроль на 5,5%.

Максимальное влияние препаратов на формирование вегетативной массы растений люпина белого проявилось в фазу сизо-блестящего боба (рис.). За годы исследований

1. Схема опыта

Вариант	Фаза применения	Доза	Расход рабочей жидкости, л/га
Монофосфат калия (K_2HPO_4) — фон	Опрыскивание: две-три пары настоящих листьев бутонизация	0,6 кг/га 0,6 кг/га	250
Фон + «Витазим»	Обработка семян Опрыскивание — бутонизация	1 л/т 0,5 л/га	10 250
Фон + «Витазим»	Опрыскивание: две-три пары настоящих листьев бутонизация	0,5 л/га 0,5 л/га	250
Фон + «Фитактив Вита»	Обработка семян Опрыскивание — бутонизация	0,05 л/т 0,05 л/га	10 100
Фон + «Фитактив Вита»	Опрыскивание: две-три пары настоящих листьев бутонизация	0,05 л/га 0,07 л/га	100
Фон + «Зеребра Агро»	Обработка семян Опрыскивание — бутонизация	0,15 л/га 0,15 л/га	10 250
Фон + «Зеребра Агро»	Опрыскивание: две-три пары настоящих листьев бутонизация	0,15 л/га 0,15 л/га	250



* — обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации;
 ** — опрыскивание в фазы двух пар настоящих листьев и бутонизации

Рис. Влияние стимуляторов роста на сырую массу растений люпина белого (2020–2021 гг.)

у сорта **Алый парус** наибольшая масса растения отмечена при использовании препарата «Витазим» для двух приёмов обработки. Этот показатель превышал контроль в среднем на 23,3%. Суточный прирост биомассы в этих вариантах составлял в среднем 29,5%. Растения, обработанные препаратом «Зеребра Агро», превышали массу контрольных растений на 18,8 и 14,8% соответственно приёму обработки. У сорта **Пилигрим** по этому показателю выделились стимуляторы роста «Фитактив Вита» (в варианте с обработкой семян и последующим опрыскиванием в фазе бутонизации) и «Зеребра Агро» (при аналогичном приеме использования). В этих вариантах масса растений была выше контрольных на 12,6 и 16,2% соответственно, а суточный прирост массы растений в среднем за 2 года был выше на 20,0%.

При анализе фотосинтетической деятельности изучаемых сортов было установлено, что площадь листьев люпина белого во многом зависела от количества осадков в период вегетации. В годы исследований количество выпавших осадков превышало норму, что позволило растениям сформировать достаточно большую ассимиляционную поверхность. Максимальной она была к фазе сизо-блестящего боба. Изучаемые препараты в основном стимулировали рост площади листьев (табл. 2). В среднем за 2 года наибольшее влияние на этот показатель отмечено у сорта **Алый парус** в варианте с предпосевной обработкой семян и опрыскиванием в фазу бутонизации на фоне монофосфата калия многокомпонент-

ным препаратом «Витазим». Площадь ассимиляционной поверхности составила 67,3 тыс. м²/га, что на 23,0% выше контроля. У сорта **Пилигрим** максимальное увеличение данного показателя вызывал препарат «Зеребра Агро» при двух приёмах использования. Превышение над контролем — 16,7 и 11,7% соответственно схеме применения. В фазе сизо-блестящего боба между массой растения изучаемых сортов люпина и площадью листьев установлена тесная корреляционная связь ($r = 0,84-0,89$). Положительная корреляционная зависимость отмечена также между площадью листьев растений сортов **Алый парус**, **Пилигрим** и количеством осадков в период сизо-блестящего боба ($r=0,73$; $r= 0,96$) и отрицательная — со среднесуточными температурами воздуха ($r= -0,73$; $r= -0,92$). Коэффициенты корреляции свидетельствуют о разной степени проявления зависимости у сортов с разными темпами роста.

На формирование урожая люпина одновременно действуют многие факторы. Одним из важнейших является фотосинтез. Работу фотосинтетического аппарата и функциональное состояние растений наиболее информативно отражает пигментный комплекс «хлорофилл — каротиноиды». Содержание пигментов фотосинтеза в ассимилирующих органах растения является одним из основных показателей потенциальной продуктивности растений (Тарчевский, Андрианова, 1980). Содержание хлорофилла *a* в листьях растений люпина изучаемых сортов было сортоспецифично.

2. Влияние регуляторов роста на формирование ассимиляционной поверхности люпина белого (2020–2021 гг.)

Вариант	Площадь листьев, тыс. м ² /га (фаза сизо-блестящего боба)					
	Пилигрим			Алый парус		
	2020 г.	2021 г.	среднее	2020 г.	2021 г.	среднее
Контроль (фон)	60,1	50,8	55,4	61,4	48,0	54,7
«Витазим»*	62,9	54,4	58,7	76,6	58,0	67,3
«Витазим»**	55,5	51,1	53,3	76,8	55,0	65,9
«Фитактив Вита»*	63,9	57,5	60,7	74,0	58,7	66,4
«Фитактив Вита»**	64,6	56,7	60,7	66,1	57,2	61,7
«ЗеребраАгро»*	69,4	60,0	64,7	72,9	41,5	57,2
«ЗеребраАгро»**	63,9	60,0	61,9	71,2	49,0	60,1

Примечание: * — обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации; ** — опрыскивание в фазы двух пар настоящих листьев и бутонизации.

Так, у раннеспелого сорта Пилигрим количество хлорофилла *a* составляло в контрольном варианте 1,96 мг/г сырого веса, у позднеспелого сорта Алый парус — 2,38 мг/г сырого веса (табл. 3). Содержание хлорофилла *b* было выше у Пилигрима — 0,80 мг/г сырого веса, в то время как у сорта Алый парус — 0,62 мг/г сырого веса. Изучаемые регуляторы роста активизировали синтез хлорофилла в листьях растений люпина во всех вариантах опыта. В среднем за годы исследований у сорта Пилигрим в вариантах опыта содержание хлорофилла *a* в листьях обработанных растений было выше контроля на 7,6–19,9%, хлорофилла *b* — на 25,0–56,2%. У сорта Алый парус содержание хлорофилла *a* превышало контроль на 8,4–13,8%, хлорофилла *b* — на 30,6–80,6%.

Максимальное увеличение хлорофилла *a* в листьях растений сортов Пилигрим и Алый парус обеспечивал препарат «Зеребра Агро», используемый для предпосевной обработки семян и опрыскивания по вегетации. Превышение над контролем составило 19,9 и 13,8% соответственно. У сорта Пилигрим биосинтез хлорофилла *b* наиболее интенсивно протекал в листьях растений, обработанных стимулятором роста «Зеребра Агро», — содержание в этих вариантах было выше контроля на 56,2 и 53,7%. У сорта Алый парус максимальное содержание этого пигмента отмечено в варианте с использованием «Витазима» для опрыскивания по вегетации (на 80,6% выше контроля), а также в варианте, включающем предпосевную обработку и последующее опрыскивание по вегетации препаратом «Зеребра Агро» (на 77,4% выше контроля).

По данным Т.С. Лебедевой (1986), соотношение между разновидностями хлорофилла может характеризовать потенциальную фотохимическую активность, при этом нормальное соотношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* составляет 3:1. Анализ представленных результатов показал, что максимальным этот показатель был у сорта Алый парус. Соотношение хлорофиллов практически во всех вариантах опыта у этого сорта превышает 3,0. Исключение составили варианты с использованием «Зеребра Агро» и «Витазима» для опрыскивания в вегетацию. Для сорта Пилигрим соотношение концентраций двух видов хлорофилла не достигало 3.

Для обоих сортов было характерно снижение соотношения хлорофиллов после применения стимуляторов роста, в основном за счёт повышения биосинтеза хлорофилла *b* — пигмента, входящего в светособирающий комплекс. Изменение количества пигментов после обработок стимуляторами роста можно рассматривать как возможность регуляции интенсивности фотосинтеза через пигментный аппарат листа.

Каротиноиды — обязательные компоненты пигментных систем. Они выполняют защитную функцию, предохраняя хлорофилл от фотоокисления, тем самым стабилизируя его содержание. Соотношение содержания хлорофиллов к содержанию пигментов группы каротиноидов выступает в качестве показателя устойчивости к внешним неблагоприятным факторам (Лебедева, 1986; Калинина, Лящева, 2018). В наших исследованиях это соотношение увеличивалось практически во всех вариантах опыта в диапазоне от 2,5 до 28,0% (Пилигрим) и от 3,2 до 22,0% (Алый парус). Двукратное опрыскивание растений сортов Пилигрим и Алый парус многокомпонентным препаратом «Витазим» приводило к увеличению рассматриваемого соотношения на 28,0 и 18,0% соответственно. Аналогичное влияние оказывал препарат «Зеребра Агро»: соотношение хлорофиллов к каротиноидам при его применении на обоих сортах в вариантах с предпосевной обработкой превышало контроль на 17,5%, при двукратном опрыскивании по вегетации — на 12,8%. Это свидетельствует об отсутствии негативного влияния изучаемых регуляторов роста на активность фотосинтетических пигментов.

Итоговым показателем целесообразности применения регуляторов роста на люпине является урожайность. Все изучаемые препараты и приёмы их использования способствовали прибавке урожая семян люпина. Каждый препарат в разной степени проявлял своё действие на формирование урожайности сортов белого люпина. Эффективность стимуляторов роста в значительной мере определялась восприимчивостью сорта. В среднем за 2 года исследований наиболее восприимчивым к действию физиологически активных веществ был сорт Алый парус. Наибольшую урожайность семян этот сорт сформировал в вариантах с предпосевной обработкой семян и последующим опрыскиванием в фазу

3. Содержание пигментов в листьях люпина белого (в фазу цветения, 2020–2021 гг.)

	Вариант	Хлорофилл, мг/г сырого веса				Хлорофилл (a+b)/каротин
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>	<i>a/b</i>	
Пилигрим	Контроль (фон)	1,96	0,80	2,76	2,45	1,78
	«Витазим»*	2,13	1,10	3,23	1,94	1,82
	«Витазим»**	2,28	1,00	3,28	2,28	2,06
	«Фитактив Вита»*	2,29	1,00	3,29	2,29	1,87
	«Фитактив Вита»**	2,28	1,00	3,28	2,28	1,94
	«ЗеребраАгро»*	2,35	1,25	3,60	1,88	2,01
	«ЗеребраАгро»**	2,11	1,23	3,34	1,71	2,00
	НСР ₀₅	0,033	0,035	0,043		
Алый парус	Контроль (фон)	2,38	0,62	3,00	3,84	1,83
	«Витазим»*	2,69	0,81	3,50	3,32	2,00
	«Витазим»**	2,61	1,12	3,73	2,33	2,17
	«Фитактив Вита»*	2,58	0,65	3,23	3,96	1,89
	«Фитактив Вита»**	2,63	0,83	3,46	3,17	2,00
	«Зеребра Агро»*	2,71	1,10	3,81	2,54	2,14
	«Зеребра Агро»**	2,63	1,00	3,63	2,63	2,07
	НСР ₀₅	0,020	0,049	0,035		

Примечание: * — обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации; ** — опрыскивание в фазы двух пар настоящих листьев и бутонизации.

4. Влияние регуляторов роста на формирование урожая семян люпина белого, т/га (2020–2021 гг.)

Вариант	Пилигрим			Алый парус		
	2020 г.	2021 г.	среднее	2020 г.	2021 г.	среднее
Контроль (фон)	3,56	3,63	3,59	3,36	3,47	3,41
«Витазим»*	3,77	3,46	3,62	3,99	3,56	3,77
«Витазим»**	3,62	3,68	3,65	4,21	3,59	3,90
«Фитактив Вита»*	3,71	3,44	3,57	3,82	3,49	3,65
«Фитактив Вита»**	3,85	3,82	3,83	3,78	3,33	3,55
«Зеребра Агро»*	3,76	3,94	3,85	4,29	3,61	3,95
«Зеребра Агро»**	3,74	3,84	3,79	4,01	3,59	3,80
НСР ₀₅	0,21	0,05		0,37	0,07	

Примечание: * — обработка семян + опрыскивание в фазу бутонизации; ** — опрыскивание в фазы двух пар настоящих листьев и бутонизации.

бутонизации препаратом «Зеребра Агро» и при двукратном опрыскивании по вегетации препаратом «Витазим». Превышение над контролем составило 15,8 и 14,4% (табл. 4). Предпосевная обработка семян сорта Пилигрим и последующее опрыскивание растений по вегетации стимулятором «Зеребра Агро» увеличивали урожайность этого сорта по сравнению с контролем на 7,2%. Аналогичное действие оказывал препарат «Фитактив Вита». При двукратной обработке по вегетации урожайность повышалась на 6,7%.

В фазе сизо-блестящего боба обозначились тесные связи между урожайностью позднеспелого сорта Алый парус и содержанием хлорофилла *a* ($r=0,81$), хлорофилла *b* ($r=0,77$), массой растения ($r=0,54$). У раннеспелого сорта Пилигрим аналогичная связь между урожайностью и содержанием хлорофиллов была значительно слабее — $r=0,28$ и $r=0,44$; между урожайностью и массой растения — $r=0,61$.

Анализ основных элементов структуры урожая показал, что сорта люпина белого различались по степени ответной реакции на обработку препаратами. У раннеспелого сорта Пилигрим во всех вариантах опыта наблюдался рост числа бобов на растении. Максимальным он был в вариантах с «Зеребра Агро» и с двукратным опрыскиванием вегетирующих растений «Фитактивом Вита» — в среднем выше контроля на 16,3; 13,0 и 11,9% соответственно. Увеличение продуктивности растений в вариантах опыта находилось в пределах от 2,0 до 5,0%.

У позднеспелого сорта Алый парус все изучаемые препараты увеличивали продуктивность растений в среднем

на 21,8%, количество бобов — на 10,2%. Максимальными эти показатели были в вариантах с применением «Витазима» и «Зеребра Агро».

Анализируя влияние разных препаратов и способов их применения на формирование урожайности зерна люпина белого, следует отметить, что большое влияние оказывала сохранность растений к уборке. Она зависела от многих факторов, главным из которых было физиологическое состояние растений в течение всего периода вегетации. Выживаемость растений в годы исследований находилась в пределах 75,0–82,5% у сорта Пилигрим и 63,0–81,0% — у сорта Алый парус. Использование изучаемого набора регуляторов роста не оказало заметного влияния на этот показатель.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о том, что изучаемые стимуляторы роста, применяемые на фоне монофосфата калия, активизировали ростовые процессы (рост растений в высоту, нарастание биомассы растений), регулировали интенсивность фотосинтеза через пигментный аппарат листа, что в итоге увеличивало урожайность семян люпина белого сортов Пилигрим и Алый парус. В этом отношении наиболее эффективным стимулятором роста был препарат «Зеребра Агро», применяемый для обработки семян и последующего опрыскивания в фазу бутонизации. Разная степень ответного действия на обработку экзогенными регуляторами роста вегетирующих растений люпина в значительной мере определялась восприимчивостью сортов.

Литература

1. Продукционный процесс сортов люпина и его оптимизация путём использования регуляторов роста и развития / С.Н. Агаркова, Р.В. Беляева, Ж.А. Беляева и др. // Вестник ОрёлГАУ. — 2012. — Т. 2. — № 35. — С.40–44.
2. Вильдфлуш И.П. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии: рекомендации / И.П. Вильдфлуш, Т.Ф. Перскова, П.А. Саскевич. — Горки: Издательство БГСХА, 2015. — 48 с.
3. Гатаулина Г.Г. Зернобобовые культуры: системный подход к анализу роста, развития и формирования урожая / Г.Г. Гатаулина, С.С. Никитина. — М.: Инфра-М, 2016. — 242 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Колос, 1985. — 351 с.
5. Князева Т.В. Регуляторы роста растений в Краснодарском крае: монография / Т.В. Князева. — Краснодар: ЭДВИ, 2013. — 128 с.
6. Калинина А.В. Состав и содержание пигментов фотосинтеза в листьях проростков озимой мягкой пшеницы / А.В. Калинина, С.В. Лящева // Известия Самарского научного центра РАН. — 2018. — Т. 20. — № 2 (2). — С.286–290.
7. Лебедева Т.С. Пигменты растительного мира / Т.С. Лебедева, К.М. Сытник. — Киев: Наукова думка, 1986. — 83 с.
8. Урожайность и кормовая ценность сортов и перспективных образцов люпина белого селекции ВНИИ люпина / М.И. Лукашевич, М.В. Захарова, Т.В. Свириденко, Н.И. Харборкина, Л.В. Трошина // Материалы научно-практической конференции «Новые сорта люпина, технология их выращивания и переработки, адаптация в системы земледелия и животноводства». — Брянск: Читай-город, 2017. — С.59–66.
9. Ничипорович А.А. О методах оценки фотосинтетической функции растений в связи с задачами селекции / А.А. Ничипорович // Тезисы докладов на Всесоюзном совещании по унификации методов и приборов для массовых измерений интенсивности фотосинтеза. — Л.: Издательство ВИР, 1970. — С.84–88.

10. Ничипорович А. А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональные направления селекции на повышение продуктивности. Физиолого-генетические повышения продуктивности зерновых культур / А. А. Ничипорович. — М.: Колос, 1975. — С.5–14.
11. Радкевич М. Л. Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество семян люпина узколистного / М. Л. Радкевич // *Агробиология*. — 2021. — № 27. — С.31–34.
12. Тарчевский И. А. Содержание пигментов как показатель мощности развития фотосинтетического аппарата у пшеницы / И. А. Тарчевский, Ю. Е. Андрианова // *Физиология растений*. — 1980. — Т. 27. — Вып. 2. — С.341–348.
13. Использование белого люпина в экономике России / С. В. Зверев, И. А. Панкратьева, А. С. Цыгуткин, А. Л. Штеле // *Хранение и переработка зерна*. — 2014. — № 5. — С.31–34.
14. Яговенко Т. В. Биохимические свойства зерна белого люпина. / Т. В. Яговенко, Е. В. Афонова // *Комбикорма*. — 2018. — № 3. — С.66–68.

References

1. Produktsionnyy protsess sortov lyupina i ego optimizatsiya putem ispolzovaniya regulyatorov rosta i razvitiya / S. N. Agarkova, R. V. Belyaeva, Zh. A. Belyaeva et al. // *Vestnik OrelGAU*. — 2012. — Vol. 2. — No. 35. — P.40–44.
2. Vildflush I. P. Primenenie mikroudobreniy i regulyatorov rosta v intensivnom zemledelii: rekomendatsii / I. P. Vildflush, T. F. Persikova, P. A. Saskevich. — Gorki: Izdatelstvo BGSKhA, 2015. — 48 p.
3. Gataulina G. G. Zernobobovye kultury: sistemnyy podkhod k analizu rosta, razvitiya i formirovaniya urozhaya / G. G. Gataulina, S. S. Nikitina. — Moscow: Infra-M, 2016. — 242 p.
4. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta / B. A. Dospikhov. — Moscow: Kolos, 1985. — 351 p.
5. Knyazeva T. V. Regulyatory rosta rasteniy v Krasnodarskom krae: monografiya / T. V. Knyazeva. — Krasnodar: EDVI, 2013. — 128 p.
6. Kalinina A. V. Sostav i sodержanie pigmentov fotosinteza v listyakh prorostkov ozimoy myagkoy pshenitsy / A. V. Kalinina, S. V. Lyashcheva // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. — 2018. — Vol. 20. — No. 2 (2). — P.286–290.
7. Lebedeva T. S. Pigmenty rastitelnogo mira / T. S. Lebedeva, K. M. Sytnik. — Kiev: Naukova dumka, 1986. — 83 p.
8. Urozhaynost i kormovaya tsennost sortov i perspektivnykh obraztsov lyupina belogo selektsii VNIИ lyupina / M. I. Lukashevich, M. V. Zakharova, T. V. Sviridenko, N. I. Kharaborkina, L. V. Troshina // *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Novye sorta lyupina, tekhnologiya ikh vyrashchivaniya i pererabotki, adaptatsiya v sistemy zemledeliya i zhivotnovodstva"*. — Bryansk: Chitay-gorod, 2017. — P.59–66.
9. Nichiporovich A. A. O metodakh otsenki fotosinteticheskoy funktsii rasteniy v svyazi s zadachami selektsii / A. A. Nichiporovich // *Tezisy dokladov na Vsesoyuznom soveshchaniy po unifikatsii metodov i priborov dlya massovykh izmereniy intensivnosti fotosinteza*. — Leningrad: Izdatelstvo VIR, 1970. — P.84–88.
10. Nichiporovich A. A. Teoriya fotosinteticheskoy produktivnosti rasteniy i ratsionalnye napravleniya selektsii na povyshenie produktivnosti. Fiziologo-geneticheskie povysheniya produktivnosti zernovykh kultur / A. A. Nichiporovich. — Moscow: Kolos, 1975. — P.5–14.
11. Radkevich M. L. Vliyaniye makro-, mikroudobreniy, regulyatorov rosta rasteniy i bakterialnykh udobreniy na urozhaynost i kachestvo semyan lyupina uzkolistnogo / M. L. Radkevich // *Agrokhiimiya*. — 2021. — No. 27. — P.31–35.
12. Tarchevskiy I. A. Soderzhanie pigmentov kak pokazatel moshchnosti razvitiya fotosinteticheskogo apparata u pshenitsy / I. A. Tarchevskiy, Yu. E. Andrianova // *Fiziologiya rasteniy*. — 1980. — Vol. 27. — Is. 2. — P.341–348.
13. Ispolzovanie belogo lyupina v ekonomike Rossii / S. V. Zverev, I. A. Pankrateva, A. S. Tsygutkin, A. L. Shtele // *Khranenie i pererabotka zerna*. — 2014. — No. 5. — P.31–34.
14. Yagovenko T. V. Biokhimicheskie svoystva zerna belogo lyupina. / T. V. Yagovenko, E. V. Afonina // *Kombikorma*. — 2018. — No. 3. — P.66–68.

THE EFFECTIVENESS OF NEW-GENERATION GROWTH PROMOTERS ON WHITE LUPINE

YAGOVENKO G. L., Dr. Agr. Sc.

YAGOVENKO T. V., PhD Biol. Sc.

PIGAREVA S. A.

GRIBUSHENKOVA N. V.

The All-Russian Research Institute of Lupine — branch of the Federal Williams Research Center of Fodder Production and Agroecology
241524, Russia, Bryansk, poselok Michurinskiy (village), Berezhovaya str., 2
E-mail: lupin_mail@mail.ru

This article reports on the effect of new growth promoters on white lupine (*Lupinus albus* L.) growth, photosynthetic activity, and productivity. The experiment was carried out at the All-Russian Research Institute of Lupine — branch of the Federal Williams Research Center of Fodder Production and Agroecology (south-west of the Non-Chernozem region) in 2020–2021. Soil was gray forest with low clay content. Its pH was 5.5; contents of soluble phosphorus and exchange potassium — 12.5 and 14.8 mg/100 g of soil, respectively, humus concentration — 2.53%. Long-season lupine Alyy Parus and short-season variety Pilgrim performed as objects of the study. The effectiveness of such growth promoters as "Vitazim", "Fitaktiv Vita" and "Zerebra Agro" was tested. The varieties showed different response to growth promoters affected by various growth rates as well as weather conditions. Seed and plant treatment with the preparations resulted in the increases in stem length and plant mass. Alyy Parus performed the best under the "Vitazim" treatment, Pilgrim — when applying "Zerebra Agro". The preparations affected the formation of the assimilation plant surface. Variations in concentrations of photosynthetic pigments were observed as well as in their ratio. Such variations could be associated with the processes regulating photosynthetic activity. Alyy Parus responded the best to the growth promoters. Its highest productivity was observed when treating seeds and plants at budding time by "Zerebra Agro" as well as spraying plants twice with "Vitazim" — 3.95 and 3.90 t ha⁻¹, respectively. Yield increases amounted to 15.8 and 14.4%.

Keywords: growth promoters, lupine, productivity, yield parameters, quality.