

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ЛЮПИНА БЕЛОГО СОРТА ДЕСНЯНСКИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ

Муравьев А.А., Крюков А.Н., Наумкина Л.А.

ФГБОУ ВО «Белгородский Государственный аграрный университет имени В. Я. Горина» Белгород, Россия (308503, Белгородская область, Белгородский район, пос. Майский, ул. Вавилова, 1), e-mail: krukov31@rambler.ru

В засушливых условиях Центрально-Черноземного региона на фоне воздушной и почвенной засухи на черноземе типичном выявлено комплексное положительное влияние инокуляции семян, макро- и микроудобрений и регулятора роста Лариксина на величину линейного роста растений люпина белого сорта «Деснянский», который был максимальным в фазу образования бобов на варианте опыта с полной нормой внесения минерального удобрения. Аналогичные закономерности отмечены в накоплении растениями массы воздушно-сухого вещества. Эффективность функционирования симбиотического аппарата люпина усиливалась при сочетании инокуляции семян с обработкой молибдатом аммония (Mo), сульфатом кобальта (Co и регулятором роста) особенно на фоне полного (N₃₀P₃₀K₆₀) удобрения. Урожайность зернокарморового люпина белого увеличивалась по мере нарастания комплекса применяемых агроприемов во все годы исследований, максимальный урожай получен на варианте с применением полного минерального удобрения 2,42 т/га.

Ключевые слова: люпин белый, инокуляция семян, бактериальный препарат, минеральные удобрения, микроэлементы, регулятор роста, высота растений, воздушно-сухое вещество, азотфиксирующие клубеньки, урожайность, продуктивность, энергетическая эффективность.

FEATURES OF PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT OF WHITE LUPINE VARIETIES DESNYANSKY IN THE CENTRAL CHERNOZEM

Muravev A.A., Kryukov A.N., Naumkina L.A.

FGBOU VO "Belgorod State Agrarian University named after V.Y. Gorin", e-mail: krukov31@rambler.ru

In the arid conditions of Central Black Earth region against the backdrop of the air and soil drought on chernozem typical complex revealed a positive effect of inoculation of seeds, macro- and micronutrients and growth regulator lariksina on the value of the linear growth of plants white lupine varieties Desnyansky which was the highest in the phase formation of beans on the variant of the experiment with the full rate of mineral fertilizers, similar patterns observed in the accumulation of plant mass of air-dried substance. The efficiency of the symbiotic apparatus lupine amplified when combined inoculation with processing ammonium molybdate (Mo), sulfate cobalt (Co) and growth regulator, especially against a background of (N₃₀P₃₀K₆₀) fertilizer. Yields zernokormovogo white lupine increased with the growth of complex agricultural practices applied to all the years of research, the maximum yield was obtained at variant with complete fertilizer 2.42 t / ha.

Keywords: white lupine, seed inoculation, bacterial preparation, fertilizers, minerals, growth regulators, plant height, air-dry matter, nitrogen-yield, productivity, energy efficiency.

В изменяющихся нестабильных условиях современной мировой экономики стратегически важным условием для дальнейшего развития сельскохозяйственного производства является максимальное снижение импортозависимости от белковых протеинов, что сыграет важную роль в обеспечении продовольственной независимости, стабилизации цен на сельскохозяйственную продукцию и повышении уровня рентабельности отраслей растениеводства и животноводства в России [2, 6, 8, 9].

В последние годы в Центрально-Черноземном регионе появилась реальная возможность резкого увеличения производства комплиментарного кормового и пищевого белка не только за счет расширения посевных площадей традиционных зерновых бобовых

культур, но и за счет интродукции новых культур, в том числе и кормового люпина с освоением и совершенствованием технологии его возделывания в конкретном регионе [3, 4, 11].

Люпин белый — новая высокобелковая адаптивная и урожайная зерновая бобовая культура с высокой потенциальной продуктивностью и экологической пластичностью, средообразующим потенциалом, способностью увеличивать почвенное плодородие, использовать труднодоступные элементы питания и переводить их в доступную для других растений форму, а также улучшать фитосанитарную ситуацию. Существенное снижение содержания гумуса требует интенсификации аграрного производства с существенными экономическими затратами. В этой связи люпин белый, как ни одна другая культура, способна сыграть главную роль в поддержании и расширенном воспроизводстве плодородия почв, особенно в условиях биологизации современного земледелия [1, 5, 7].

Кормовой белый люпин, как и все бобовые культуры, имеет способность фиксировать значительное количество азота воздуха до 300 кг/га, что обуславливает важное агротехническое значение этой ценной культуры – снижение дисбаланса элементов питания в почве. Поэтому изучение агротехники возделывания люпина белого, при которой максимально реализуется фотосинтетическая и симбиотическая деятельность, а также потенциал урожайности и продуктивности растений, является актуальной темой для исследований [10].

Исследования проводили на базе Белгородской государственной сельскохозяйственной академии в содружестве с лабораториями ВНИИ люпина (г. Брянск) в 2010-2014 гг.

Полевые опыты закладывали согласно существующим общепринятым методическим указаниям. Площадь учетной делянки 10 м², размещение систематическое, повторность четырехкратная. Посев проводили в оптимальные сроки, при температуре почвы на глубине заделки семян 6-7 °С, с нормой высева 1,3 млн. шт./га всхожих семян. Люпин белый сорт «Деснянский» высевали зерновой сеялкой СН-16 с междурядьями 15 см на глубину 3–4 см.

Почва опытного участка чернозем типичный среднemosный, среднегумусовый, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое – 4,54%, рН солевой вытяжки 6,7, содержание легкогидролизуемого азота – 137,2 мг/кг, подвижного фосфора – 138 мг/кг, обменного калия – 126,0 мг/кг почвы.

Перед посевом семена обрабатывали микроэлементами Мо (молибденовокислый аммоний), Со (сернокислый кобальт), регулятором роста Лариксином (флавоноиддигидрокварцит). В день посева проводили инокуляцию семян ризоторфином штаммом 367^aRhizobiumlupini.

Минеральные удобрения вносили в виде: азот — аммиачная селитра (34,4 %), фосфор — суперфосфат двойной (46,2%), калий — хлористый калий(56%).

Уборку урожая проводили поделочно однофазным способом комбайном Сампо-1250. Собранный урожай семян люпина белого взвешивали и приводили к 100%-ной чистоте и 14%-ной влажности.

Метеорологические условия во время проведения исследований (2010–2014 гг.) отличались жаркой и сухой погодой с дефицитом выпавших осадков на фоне высоких среднесуточных температур. В этих условиях для всесторонней оценки реакции растений белого люпина в зависимости от изучаемых агротехнических приемов возделывания большое значение придается линейному росту и накоплению массы сухого вещества.

Исследования показали, что величина линейного роста варьировала в зависимости от складывающихся почвенных метеорологических условий года, а также по мере увеличения комплекса изучаемых агротехнических приемов. Установлено, что эффект от применения инокуляции семян, минеральных удобрений, микроэлементов и регулятора роста начал проявляться с начальных фаз развития растений люпина белого и сохранялся до конца вегетации.

В среднем за пять лет высота растений люпина белого сорта «Деснянский» во все фазы вегетации на вариантах с комплексным применением инокуляции семян, минеральных удобрений, микроэлементов и регулятора роста была выше, чем на контроле и на вариантах с инокуляцией семян (2) и применением микроудобрений Фон + инокуляция семян штаммом 367a – Фон1 и на вариантах Фон + Мо + Со + РРВ и Фон1 + Мо + Со + РРВ (табл. 1).

Таблица 1

Высота и масса воздушно-сухого вещества растений люпина белого в зависимости от инокуляции семян, минеральных удобрений и регулятора роста (в среднем за 2010-2014 гг.)

Вариант	Высота (см) и масса (г) одного растения				
	стеблевание	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
1. Фон 0 – контроль	<u>11,2</u> 0,9	<u>18,0</u> 1,5	<u>28,9</u> 2,8	<u>38,0</u> 6,7	<u>48,1</u> 8,2
2. Фон 0 + ризоторфин – фон 1	<u>11,7</u> 0,9	<u>18,6</u> 1,6	<u>29,7</u> 3,0	<u>39,9</u> 7,1	<u>50,2</u> 8,7
3. Фон 0 +Мо + Со + РРВ	<u>13,3</u> 1,0	<u>19,5</u> 1,7	<u>31,5</u> 3,3	<u>41,0</u> 7,2	<u>50,9</u> 8,9
4. Фон 1 + Мо + Со + РРВ	<u>13,9</u> 1,2	<u>20,4</u> 1,8	<u>31,4</u> 3,5	<u>42,2</u> 7,6	<u>52,2</u> 9,5
5. Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	<u>15,1</u> 1,3	<u>21,6</u> 2,3	<u>33,7</u> 3,9	<u>44,4</u> 8,0	<u>56,6</u> 10,0
6. Фон1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	<u>16,8</u> 1,5	<u>22,9</u> 2,6	<u>35,3</u> 4,4	<u>46,6</u> 8,9	<u>61,2</u> 10,9

7. Фон 1 +N ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	<u>17,5</u> 1,9	<u>24,9</u> 2,8	<u>36,9</u> 4,7	<u>47,5</u> 9,5	<u>64,2</u> 11,1
8. Фон1+N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ +Мо+Со +РРВ	<u>18,8</u> 2,0	<u>27,5</u> 3,0	<u>37,4</u> 4,9	<u>48,0</u> 10,4	<u>65,8</u> 12,8

Примечания. РРВ* – рострегулирующее вещество Лариксин.

Над чертой – высота, под чертой – масса растений люпина белого.

Положительный эффект от применения инокуляции семян, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста начал проявляться в начальные фазы развития растений люпина и сохранялся на протяжении всей вегетации. Наибольшая высота растений (56,6-65,8 см) отмечена в фазе образования бобов на вариантах с комплексным использованием инокуляции семян, минеральных удобрений, микроэлементов и регулятора роста, что на 8,5-17,7 см, или на 17,7-36,8 %, больше контроля.

Накопление массы воздушно-сухого вещества люпиновым агроценозом в значительной степени зависело от погодных условий и вариантов опыта. Эффект от применения инокуляции семян, микроудобрений и регулятора роста начал проявляться с фазы стеблевания, величина накопления сухого вещества тогда составила 0,4-1,1 г/растение по сравнению с абсолютным контролем. Данная закономерность отмечена во все фазы вегетации. Максимальное значение массы воздушно-сухого вещества получено в фазе образования бобов на вариантах Фон 1 + N₃₀K₆₀+ Мо + Со +Лариксин и Фон 1+N₃₀P₃₀K₆₀ + Мо + Со + Лариксин и составляло 11,1 и 12,8 г/раст., или 35,3 и 56,0 %.

В динамике роста и развития показатели фотосинтетической деятельности зависели от условий года, фаз развития люпина белого сорта «Деснянский», а также сильное влияние оказывали применяемые агротехнические приемы, особенно в комплексе. На этих вариантах опыта даже в начальные фазы развития и в сильно засушливых условиях формировалась большая площадь листьев, которая была в 1,9-3,2 раза больше, чем на контрольном варианте. Отмеченная закономерность в формировании ассимиляционной поверхности сохранялась и в последующие фазы развития растений.

В среднем за 2010-2014 гг. площадь ассимиляционной поверхности растений достигала наибольшей величины в фазе образования бобов. Так, на вариантах с инокуляцией семян площадь листьев в этой фазе составила 19,8 тыс.м²/га, т.е. на 7,2 тыс.м²/га больше контрольного варианта. В посевах с применением микроэлементов и регулятора роста – 21,6 тыс.м²/га, а на варианте Фон 1 + Мо + Со + РРВ – 23,5 тыс.м²/га, или в 1,7-1,9 раза больше контроля.

На посевах с комплексным применением инокуляции семян ризоторфином, микроудобрений Мо и Со, регулятора роста Лариксина и удобрений N₃₀ K₆₀ и N₃₀ P₃₀ K₆₀ формировалась наибольшая площадь листьев – от 28,2 до 29,3 тыс. м²/га соответственно. На

вариантах опыта, удобренных K_{60} и $P_{30} K_{60}$, площадь ассимиляционной поверхности в этой фазе была меньше – от 25,6 до 26,7 тыс. $m^2/га$.

Важнейшее значение в развитии и формировании продуктивности растений зерновых бобовых культур, в том числе и люпина, принадлежит процессу азотфиксации. Способность фиксировать азот воздуха зависит от множества факторов среды, таких как наличие оптимальных почвенно-климатических условий, высоковирулентных специфичных штаммов микроорганизмов для инокуляции и микроэлементов. Потребность клубеньковых бактерий в микроэлементах сравнительно невысокая, тем не менее при их дефиците процесс азотфиксации значительно снижается и отрицательно сказывается на урожайности.

В наших опытах во все фазы вегетации влияние инокуляции на фоне комплексного применения минеральных удобрений, микроэлементов и регулятора роста усиливалось. При этом существенно увеличивались число клубеньков и их масса на одно растение. Наибольшее количество клубеньков, в том числе и активных, отмечено в фазе образования бобов на вариантах Фон 1 + $N_{30}K_{60}$ + Mo + Co + Лариксин – 18,2 шт./раст., и Фон 1 + $N_{30}P_{30}K_{60}$ + Mo + Co + Лариксин – 19,9 шт./раст. (табл. 2).

Таблица 2

Число (шт.) и масса (мг) клубеньков на корнях растения люпина белого в зависимости от ризоторфина, РРВ, макро- и микроудобрений (2010-2014 гг.)

Вариант	Фенологическая фаза					
	стеблевание		цветение		образование бобов	
	всего	активных	всего	активных	всего	активных
1. Фон 0 – контроль	<u>2,9</u> 15,4	<u>2,9</u> 15,4	<u>4,9</u> 45,4	<u>4,9</u> 45,4	<u>5,8</u> 50,8	<u>3,6</u> 35,3
2. Фон 0+инокуляция семян – фон 1	<u>5,2</u> 21,3	<u>5,2</u> 21,3	<u>7,2</u> 51,4	<u>7,2</u> 51,4	<u>7,6</u> 71,9	<u>5,4</u> 55,0
3. Фон 0+Mo + Co + РРВ	<u>6,2</u> 27,2	<u>6,2</u> 27,2	<u>8,3</u> 52,6	<u>8,3</u> 52,6	<u>8,7</u> 78,8	<u>6,0</u> 56,3
4. Фон 1 + Mo + Co + РРВ	<u>8,4</u> 31,7	<u>8,4</u> 31,7	<u>10,8</u> 61,6	<u>10,8</u> 61,6	<u>11,5</u> 86,8	<u>8,0</u> 66,7
5. Фон 1 + K_{60} + Mo + Co + РРВ	<u>9,6</u> 44,3	<u>9,6</u> 44,3	<u>12,4</u> 100,9	<u>12,4</u> 100,9	<u>14,6</u> 106,5	<u>11,5</u> 90,9
6. Фон1 + $P_{30}K_{60}$ + Mo + Co + РРВ	<u>10,9</u> 53,9	<u>10,9</u> 53,9	<u>14,1</u> 120,3	<u>14,1</u> 120,3	<u>15,9</u> 117,7	<u>13,3</u> 106,3
7. Фон 1 + $N_{30}K_{60}$ + Mo + Co + РРВ	<u>11,3</u> 54,4	<u>11,3</u> 54,4	<u>15,1</u> 121,0	<u>15,1</u> 121,0	<u>18,2</u> 118,3	<u>13,7</u> 109,8
8. Фон1+ $N_{30}P_{30}K_{60}$ + Mo + Co + РРВ	<u>12,4</u> 59,0	<u>12,4</u> 59,0	<u>15,4</u> 125,1	<u>15,4</u> 125,1	<u>19,9</u> 119,9	<u>13,9</u> 109,7

Примечание. Над чертой – число клубеньков, под чертой – масса клубеньков

Наибольшая масса клубеньков отмечена в фазе образования бобов на удобренных вариантах опыта в сочетании с микроэлементами, регулятором роста и инокуляцией семян, она варьировала от 106,5 до 119,9 мг/раст. Максимальная масса клубеньков в фазе

образования бобов была на варианте 7 (Фон 1+N₃₀K₆₀+Mo+Co+PPB), которая составила 118,3 мг/раст., в том числе активных – 109,8 мг/раст. и варианте 9 (Фон 1 + N₃₀P₃₀K₆₀ + Мо + Со + РРВ) – 119,9 мг/раст., в том числе активных 109,7 мг/раст. Поэтому результативность функционирования симбиотического аппарата люпина, а именно число образованных клубеньков и их масса, зависят как от погодных условий вегетационного периода, так и от агротехнических приемов возделывания и существенно влияет на урожай кормового люпина.

Урожайность – важнейший показатель, определяющий эффективность и способы возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе люпина белого, в разных агроэкологических условиях. Изучение и познание закономерностей взаимоотношения растений люпина с условиями произрастания позволяют полнее и успешнее использовать биологические и морфологические особенности культуры и более обоснованно подходить к разработке и рациональному применению таких агроприемов, как удобрение, инокуляция семян, обработка их микроэлементами Мо и Со, препаратом Лариксин.

В наших полевых опытах урожайность люпина во все годы исследований существенно зависела от условий года и применяемых агротехнических приемов (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста

Вариант	Урожайность, т/га						% к конт. ролю
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	средняя	
1. Фон 0 – абсолютный контроль	1,10	1,39	1,75	1,16	1,41	1,36	100,0
2. Фон 0+инокуляция семян – фон 1	1,23	1,64	1,98	1,18	1,66	1,54	13,2
3. Фон 0 + Мо + Со + РРВ	1,32	1,72	1,99	1,24	2,01	1,66	22,1
4. Фон 1 + Мо + Со + РРВ	1,47	1,83	2,12	1,33	2,16	1,78	30,9
5. Фон 1+K ₆₀ + Мо + Со +РРВ	1,52	2,08	2,45	1,59	2,48	2,02	48,5
6. Фон 1+P ₃₀ K ₆₀ +Мо+Со+РРВ	1,77	2,55	2,36	1,64	2,52	2,17	59,6
7. Фон 1+N ₃₀ K ₆₀ +Мо+Со+РРВ	1,54	2,80	2,67	1,75	2,68	2,29	68,4
8. Фон 1+N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ +Мо+Со+РРВ	1,70	3,08	2,75	1,85	2,70	2,42	77,9
НСР ₀₅	0,16	0,29	0,13	0,09	0,21	-	-

В среднем за пять лет исследований инокуляция семян люпиновым ризоторфином оказывала положительное влияние на урожайность белого люпина сорта «Деснянский», которая составила 1,66 т/га и была на 0,25 т/га, или на 13,2 %, выше контрольного варианта. Однако математически доказанной эта прибавка урожая была лишь в 2012 и 2014 гг. Комплексное применение изучаемых агроприемов значительно увеличило урожайность люпина белого, которая варьировала по вариантам от 2,02 до 2,42 т/га, или от 48,5 до 77,9 %.

Более высокая среднемноголетняя величина урожая отмечена на 7-м и 8-м вариантах опыта (ризоторфин + N₃₀K₆₀ + Мо + Со + Лариксин и ризоторфин + N₃₀P₃₀K₆₀ + Мо + Со + Лариксин) – 2,29 и 2,42 т/га.

Таким образом, обработка семян бактериальным препаратом штамма 367^a перед посевом, внесение минеральных удобрений, применение микроэлементов Мо и Со и регулятора роста Лариксина позволяют в неблагоприятных засушливых погодных условиях создать достаточно оптимальное развитие, формирование и функционирование симбиотического аппарата растений, а, следовательно, и повышение урожайности семян белого люпина до 2,02–2,42 т/га.

Список литературы

1. Адаптивная технология возделывания люпина белого на черноземах Центрально-Черноземного региона / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, А. А. Муравьев, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Кормопроизводство. – 2013. — № 10. – С. 5–7.
2. Артюхов А.И. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России / А.И. Артюхов, П.А. Чекмарев // Достижения науки и техники АПК. – 2011. — № 6. – С. 5–8.
3. Влияние инокуляции семян и минеральных удобрений на продуктивность люпина узколистного при уборке на кормовые цели/ П. Н. Калабашкин, Н.Ю. Коновалова // Молочнохозяйственный вестник. 2013. № 4 (12). С. 20-24.
4. Влияние инокуляции семян, удобрений и регулятора роста на продуктивность люпина белого/ В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, А.А. Муравьев, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 36–38.
5. Возделывание люпина белого в засушливых условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона / А. А. Муравьев, В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина // Аграрная наука. – 2013. — № 4. – С. 12–14.
6. Котлярова Е. Г. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания гороха на зерно / Е. Г. Котлярова, С. М. Лубенцов// Земледелие. – 2013. — № 8. – С. 34–35.
7. Продуктивность сортов и сортообразцов видов люпина в засушливых условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона / В.Н. Наумкин, В. А. Сергеева, А. А. Муравьев, А.И. Артюхов М.И. Лукашевич, П.А. Агеева// Аграрная наука. – 2014. — № 4. – С. 11–14.
8. Роль ризоторфина в формировании биологических и хозяйственных признаков сортообразцов сои/ Ващенко Т.Г., Павлюк Н.К., Голева Г.Г., Преснякова У.А., Рыльков И.В. Вестник воронежского государственного аграрного университета. – 2012. — № 2. – С. 10–12.
9. Столяров О.В. Отзывчивость гороха на применение удобрений и инокуляцию семян / О.В. Столяров И. В. Михалев // Аграрная наука. – 2014. — № 1. – С. 21–23.

10. Такунов И.П. Люпин в земледелии России. – М, 1996. — 371 с.
11. Федотов В.А. Урожайность и качество зерна нута в зависимости от способов обработки семян и ухода за посевами в воронежской лесостепи / В.А. Федотов, И.В. Карамышев // Вестник воронежского государственного аграрного университета. – 2013. — № 3. – С. 26–31.

Рецензенты:

Хлопяников А.М., д.с.-х.н., профессор кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВПО «Брянский ГУ им. И.Г. Петровского», г. Брянск;

Кононов А.С., д.с.-х.н., профессор кафедры ботаники ФГБОУ ВПО «Брянский ГАУ им. И.Г. Петровского», г. Брянск.