

УДК 633.367.3:631.811

# РОЛЬ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЮПИНА БЕЛОГО В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЦДР

О. Ю. КУРЕНСКАЯ<sup>1</sup>В. Н. НАУМКИН<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наукМ. И. ЛУКАШЕВИЧ<sup>2</sup>, доктор сельскохозяйственных наукТ. В. ЯГОВЕНКО<sup>2</sup>, кандидат биологических наук<sup>1</sup>Белгородский ГАУ

308503, Россия, Белгородская обл., Белгородский р-н, пос. Майский, ул. Вавилова, д. 1

<sup>2</sup>ВНИИ люпина

241524, Россия, г. Брянск, пос. Мичуринский, ул. Берёзовая, д. 2

E-mail: kuren.olya@rambler.ru

Представлены результаты полевых опытов, проведённых в 2013–2015 годах в коллекционном питомнике кафедры селекции, семеноводства и растениеводства Белгородского ГАУ им. В. Я. Горина. Почва опытного участка — чернозём типичный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый. Объект исследований — высокоинтенсивный сорт люпина белого Дега. Опыт включал следующие варианты: без внесения удобрений (контроль),  $N_{60}, P_{60}, K_{60}, N_{60}P_{60}, N_{60}K_{60}, P_{60}K_{60}, N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-2»,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-3». Минеральные макроудобрения вносили под предпосевную культивацию, а микроудобрения «ЖУСС-2» (Cu — 32–40 г/л, Mo — 17–22 г/л) и «ЖУСС-3» (Cu — 16,2–20 г/л, Zn — 35–40 г/л) — в фазу бутонизации растений люпина белого. Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались повышенным температурным режимом на протяжении всей вегетации растений люпина белого, а также дефицитом осадков в критические периоды развития культуры. В результате исследований установлено, что комплексное применение макро- и микроудобрений ( $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-2»,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-3») оказывало положительное влияние на линейный рост и надземную биомассу, формирование симбиотического аппарата растений люпина белого, что обеспечивало получение урожайности семян 2,50 и 2,45 т/га соответственно, что на 1,00 т/га, или 66,7 %, и 0,95 т/га, или 63,3 %, больше по сравнению с контрольным вариантом. При этом достигалась высокая экономическая (уровень рентабельности — 105,9 и 102,2 %) и биоэнергетическая (биоэнергетический коэффициент посева — 1,67 и 1,64) эффективность возделывания люпина белого.

**Ключевые слова:** люпин белый, сорт Дега, минеральные удобрения, высота растений, масса воздушно-сухого вещества, число активных клубеньков, масса активных клубеньков, урожайность семян, эффективность.

**В**настоящее время для интенсивного развития животноводства необходимо решение проблемы снижения дефицита растительного белка в рационах сельскохозяйственных животных. Мировой опыт показывает, что наиболее рациональным направлением решения данной проблемы является широкое использование высокобелковых и урожайных зернобобовых культур, в том числе и люпина белого (Igbasan, 1996; Niang, 1998; Okuwasola, 2004; Чекмарев, 2011; Артюхов, 2012). В современном аграрном производстве люпин белый является важным источником сбалансированного, легкоусвояемого и экологически чистого белка (Гайнуллин, 2007; Гатаулина, 2008; Наумкин, 2008; 2012а; Рогов, 2012; Жатова, 2013; Лаврик, 2014; Хлопяников, 2014; Муравьёв, 2015; Соколова, 2015; Титова, 2015а; 2015б; 2015в).

Люпин белый (*Lupinus albus* L.) — ценная высокобелковая, средобразующая культура, отличающаяся высокими кормовыми достоинствами и нетребовательностью к почвенному плодородию. Содержание белка в семенах люпина в зависимости от вида и сорта составляет 35–38%. Люпин белый, как и любая другая зернобобовая культура, обладает также уникальной способностью вступать в поликомпонентный симбиоз с ризобиями, индуцирующими формирование на корнях азотфиксирующих клубеньков, что обеспечивает фиксацию атмосферного азота (Vance, 1998). В зависимости от условий возделывания люпин способен накапливать

в биомассе 120–300 кг/га биологического азота, пополняя запасы органического вещества и азота в почве.

Люпин обладает огромным биологическим, экологическим и экономическим потенциалом, и поэтому расширение его посевов в регионах Российской Федерации вполне оправдано. В последние годы темпы роста производства люпина в регионах в основном обеспечены расширением посевов люпина белого, площадь которых в 2014 году составила более 35 млн га. При благоприятных почвенно-климатических условиях люпин способен формировать урожайность семян на уровне 3–5 т/га с высоким содержанием белка в семенах.

Высокая урожайность семян люпина белого детерминантного сорта Дега получена в засушливых условиях 2015 года на передовых сельскохозяйственных предприятиях Центрально-Чернозёмного региона: в ООО «Мценское» Мценского района Орловской области на площади 800 га — 4,05 т/га, в крестьянском фермерском хозяйстве В. Г. Бобылева Ивнянского района Белгородской области на площади 200 га — 3,20 т/га.

Однако для получения высоких и устойчивых урожаев семян люпина белого необходимо дальнейшее расширение посевных площадей и совершенствование агротехнических приёмов его возделывания, в частности оптимизация минерального питания (Наумкин, 2012б; 2013; 2015; Калабашкин, 2013).

Целью исследований было установление закономерностей влияния макро- и микроудобрений на формирование урожая и качество семян люпина белого.

Впервые в почвенно-климатических условиях лесостепи ЦЧР проведены исследования по регулированию минерального питания люпина белого сорта Дега. Установлены взаимосвязи урожайности семян с показателями фотосинтетической и симбиотической деятельности посевов люпина белого, определена экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания культуры.

**Методика исследований.** Полевые опыты с люпином белым сорта Дега проводились в 2013–2015 годах в коллекционном питомнике кафедры селекции, семеноводства и растениеводства Белгородского ГАУ на чернозёме типичном малогумусном среднесильном тяжелосуглинистого гранулометрического состава. В пахотном слое почвы содержалось: гумуса — 4,13%, легкогидролизующего азота — 137,0 мг/кг (по Корнфилду), подвижного фосфора — 142,0 мг и обменного калия — 155,0 мг на 1 кг почвы (по Чирикову),  $pH_{\text{кол}}$  — 5,6. Площадь учётной делянки 10 м<sup>2</sup>, повторность четырёхкратная, размещение делянок систематическое.

Опыт включал варианты: без внесения удобрений (контроль),  $N_{60}, P_{60}, K_{60}, N_{60}P_{60}, N_{60}K_{60}, P_{60}K_{60}, N_{60}P_{60}K_{60}, N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-2»}, N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-3»}$ .

Минеральные макроудобрения вносили под предпосевную культивацию, а микроудобрения «ЖУСС-2» (Cu — 32–40 г/л, Mo — 17–22 г/л) и «ЖУСС-3» (Cu — 16,2–20 г/л, Zn — 35–40 г/л) — в фазу бутонизации люпина белого.

Предшественник — яровая пшеница с использованием измельчённой соломы (4,0 т/га) на удобрение. Агротехника возделывания ранних зернобобовых культур общепринятая для региона. Для уничтожения сорняков после посева люпина белого в почву вносили гербицид «Гезагард КС» в количестве 3,0 л/га.

Метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались повышенным температурным режимом и дефицитом осадков на протяжении всей вегетации растений люпина белого, что негативно отразилось как на отдельных показателях роста и развития, так и в целом на семенной продуктивности культуры. Крайне засушливым и жарким для люпина белого был 2013 год. В мае превышение показателей среднемесячной температуры составило 5,4°C, в июне — 3,0, в июле — 0,7, в августе — 1,5°C. Сумма осадков за период с мая по август составила 122,7 мм, что на 116,3 мм меньше нормы. Вегетационные периоды 2014 и 2015 годов также отличались недостаточной влагообеспеченностью и повышенным уровнем тепла.

При закладке опытов руководствовались методикой полевого опыта, математическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985). Биохимический анализ семян люпина проводили в аналитической лаборатории ВНИИ люпина. При расчёте экономической эффективности агротехнических приёмов руководствовались рекомендациями по её определению с использованием научных разработок в земледелии (нормативы и стоимость 2015 года). Энергетическую эффективность возделывания люпина определяли по методике В. В. Коринец (1985).

**Результаты исследований.** При возделывании люпина белого важными морфологическими показателями являются высота и биомасса растений, из которых в дальнейшем

складывается его продуктивность. В наших полевых опытах при засушливых погодных условиях в периоды вегетаций 2013–2015 годов высота растений люпина изменялась в зависимости от норм внесения минеральных удобрений. Различия начали проявляться с ранних фаз развития люпина — нарастания листьев — ветвления. При внесении полного минерального удобрения и комплексном его использовании с макро- и микроудобрениями в фазу образования бобов была отмечена наибольшая высота растений люпина белого: при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  — 61,5 см,  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-2»}$  — 63,3 см,  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-3»}$  — 62,4 см, что соответственно на 8,3, 10,1, 9,2 см выше, чем в контроле. В остальных вариантах опыта высота растений люпина варьировалась от 55,4 до 60,6 см, что также выше по сравнению с контролем на 2,2–7,4 см.

Аналогичные закономерности отмечены при сравнении показателей массы воздушно-сухого вещества растений люпина белого. В фазу образования бобов масса воздушно-сухого вещества растений при внесении полного минерального удобрения —  $N_{60}P_{60}K_{60}$  — составила 28,1 г, при совместном использовании макро- и микроудобрений:  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-2»}$  — 29,9 г,  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-3»}$  — 29,0 г, что соответственно на 4,7 г (20,1%), 6,5 г (27,8%), 5,6 г (23,9%) больше, чем в контроле.

Симбиотическая активность растений люпина белого в период проведения исследований зависела как от влагообеспеченности и температурного режима, так и от уровня минерального питания. Наибольшее число активных клубеньков в среднем на одно растение и их масса в фазу образования бобов были отмечены в вариантах опыта:  $N_{60}P_{60}K_{60}$  — 24,5 шт. и 50,9 мг,  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-2»}$  — 25,8 шт. и 52,3 мг,  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-3»}$  — 25,1 шт. и 51,7 мг соответственно, что значительно выше, чем в контроле и других вариантах опыта (табл. 1).

Использование минеральных удобрений в засушливых погодных условиях способствовало увеличению семенной продуктивности растений люпина белого. Высокая урожайность семян изучаемой культуры получена в вариантах опыта при комплексном применении макро- и микроудобрений. Урожайность семян люпина была наибольшей в вариантах:  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-2»}$  — 2,50 т/га,  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-3»}$  — 2,45 т/га, что соответственно на 1,00 и 0,95 т/га больше по сравнению с контрольным вариантом.

Высокая урожайность семян люпина белого была получена в вариантах опыта  $N_{60}K_{60}, P_{60}K_{60}, N_{60}P_{60}K_{60}$  и составила 1,99, 2,09 и 2,18 т/га соответственно, тогда как в контроле — лишь 1,50 т/га. В остальных вариантах опыта —  $N_{60}, P_{60}, K_{60}, N_{60}P_{60}$  — урожайность также была выше, чем в контроле, и варьировалась от 1,71 до 1,93 т/га (табл. 2).

Биохимические показатели семян люпина белого зависели как от складывающихся погодных условий, так и от уровня минерального питания. Внесение минеральных удобрений при неблагоприятных метеорологических условиях повышало не только урожайность, но и содержание сырого протеина в семенах люпина, которое варьировалось по вариантам опыта от 39,2 до 42,2%. Наибольшее содержание сырого протеина в семенах было отмечено в вариантах:  $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{«ЖУСС-2»}$  — 41,3%,  $P_{60}$  — 41,6 и  $K_{60}$  — 42,2%, тогда как в контрольном варианте — лишь 39,2% (табл. 3).

Содержание сырого жира в семенах люпина в засушливых условиях периодов вегетации мало различалось по вариантам опыта и было от 7,3 до 7,8% при низкой их алкалоидности.

Наибольший сбор кормовых единиц, сырого протеина и жира в урожае люпина белого был получен в вариантах:  $N_{60}P_{60}K_{60}$  — 2,35 т/га, 845 и 155 кг/га;  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-2» — 2,64 т/га, 986 и 171 кг/га;  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-3» — 2,59 т/га, 953 и 176 кг/га соответственно.

Экономический анализ показал, что возделывание люпина белого на семена было оправдано во всех изучаемых вариантах опыта. Максимальные показатели эффективности за годы проведения исследований были отмечены в вариантах  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-2» и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-3». Условно чистый доход в данных вариантах выше и составил 19 286 и 18 579 руб./га, уровень рентабельности производства — 105,9 и 102,2% соответственно, что значительно выше, чем в контроле и других вариантах опыта. Высокие показатели

экономической эффективности также были получены в вариантах опыта  $P_{60}K_{60}$  и  $K_{60}$ , в которых условно чистый доход составил 15 254 и 13 482 руб./га, а уровень рентабельности производства — 94,8 и 96,5%, что соответственно на 5 572 и 3 800 руб./га, или на 19,3 и 21,0%, больше, чем в контроле.

Биоэнергетическая эффективность возделывания люпина белого определялась уровнем использования фотосинтетически активной радиации и технологическими затратами. Максимальный биоэнергетический коэффициент посева отмечен в варианте  $P_{60}K_{60}$  — 1,82.

Высокие биоэнергетические коэффициенты также получены при внесении  $K_{50}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-2» и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-3», которые варьировались от 1,64 до 1,69, что выше по сравнению с контролем и другими вариантами опыта.

### 1. Высота, масса воздушно-сухого вещества, число и масса активных клубеньков на корнях люпина белого в фазу образования бобов в зависимости от норм внесения минеральных удобрений (2013–2015 гг.)

Вариант опыта	В среднем на одно растение			
	высота, см	масса воздушно-сухого вещества, г	число активных клубеньков, шт.	масса активных клубеньков, мг
Без удобрений (контроль)	53,2	23,4	19,9	46,2
$N_{60}$	56,7	24,8	20,9	47,5
$P_{60}$	55,4	24,1	20,7	47,4
$K_{60}$	57,6	25,7	22,1	49,0
$N_{60}P_{60}$	58,2	25,9	22,0	48,7
$N_{60}K_{60}$	59,4	26,7	22,6	49,3
$P_{60}K_{60}$	60,6	27,4	23,7	50,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	61,5	28,1	24,5	50,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + «ЖУСС-2»	63,3	29,9	25,8	52,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + «ЖУСС-3»	62,4	29,0	25,1	51,7

### 2. Урожайность семян люпина белого в зависимости от норм внесения минеральных удобрений (2013–2015 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га				± к контролю	
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	средняя	т/га	%
Без удобрений (контроль)	1,26	1,70	1,53	1,50	–	–
$N_{60}$	1,59	1,99	1,87	1,82	0,32	21,3
$P_{60}$	1,43	1,93	1,78	1,71	0,21	14,0
$K_{60}$	1,50	2,04	1,96	1,83	0,33	22,0
$N_{60}P_{60}$	1,79	2,11	1,90	1,93	0,43	28,7
$N_{60}K_{60}$	1,70	2,23	2,05	1,99	0,49	32,7
$P_{60}K_{60}$	1,84	2,26	2,18	2,09	0,59	39,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,94	2,34	2,27	2,18	0,68	45,3
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + «ЖУСС-2»	1,97	2,80	2,74	2,50	1,00	66,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + «ЖУСС-3»	1,95	2,75	2,66	2,45	0,95	63,3
$HCP_{05}$	0,12	0,20	0,19	–	–	–

### 3. Качество и продуктивность семян люпина белого в зависимости от норм внесения минеральных удобрений (2013–2014 гг.)

Вариант опыта	Содержание в воздушно-сухом веществе, %		Сбор с 1 га		
	сырого протеина	сырого жира	корм. ед., т	белка, кг	жира, кг
Без удобрений (контроль)	39,2	7,7	1,63	578	111
$N_{60}$	39,8	7,4	1,97	710	130
$P_{60}$	41,6	7,3	1,85	699	121
$K_{60}$	42,2	7,8	1,95	747	136
$N_{60}P_{60}$	40,6	7,4	2,15	791	142
$N_{60}K_{60}$	40,2	7,5	2,16	789	144
$P_{60}K_{60}$	40,6	7,5	2,26	832	151
$N_{60}P_{60}K_{60}$	39,6	7,3	2,35	845	155
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + «ЖУСС-2»	41,3	7,3	2,64	986	171
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + «ЖУСС-3»	40,5	7,6	2,59	953	176

**Заключение.** В результате проведённых полевых опытов по изучению эффективности возделывания люпина белого были научно обоснованы виды и сочетания минеральных макро- и микроудобрений, обеспечивающие наилучшую реализацию биологического потенциала посева. Комплексное использование макро- и микроудобрений —  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-2»,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  + «ЖУСС-3» — в засушливых погодных

условиях вегетации способствовало лучшему линейному росту и накоплению надземной биомассы, формированию симбиотического аппарата растений люпина белого, что обеспечивало получение урожайности семян 2,50 и 2,45 т/га соответственно. При этом достигнуты высокие уровни рентабельности — 105,9 и 102,2% — и биоэнергетического коэффициента посева — 1,67 и 1,64 соответственно.

## Литература

1. Адаптивная технология возделывания люпина белого для Центрально-Чернозёмного региона / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, О. Ю. Куренская, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Вестник Курской ГСХА. — 2013. — № 1. — С.58–59.
2. Артюхов А. И. Люпин — важная составляющая часть стратегии самообеспечения России комбинированным белком / А. И. Артюхов, А. В. Подобедов // Кормопроизводство. — 2012. — № 5. — С.3–4.
3. Влияние микроудобрений на динамику роста, урожайность, структуру товарной части урожая и окупаемость макроудобрений, используемых в посевах белого люпина сорта Дега / Е. О. Титова, Е. В. Дабахова, Л. Д. Варламова, В. И. Титова // Вестник Нижегородской ГСХА. — 2015. — № 3 (7). — С.13–19.
4. Гайнуллин Р. М. Возделывание люпина и сои в республике Татарстан / Р. М. Гайнуллин // Достижения науки и техники АПК. — 2007. — № 9. — С.48.
5. Гатаулина Г. Г. Белый люпин — перспективная кормовая культура / Г. Г. Гатаулина, Н. В. Медведева // Достижения науки и техники АПК. — 2008. — № 10. — С.49–51.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
7. Жатова Г. А. Влияние предпосевной обработки семян микроудобрениями на формирование элементов продуктивности люпина белого и узколистного / Г. А. Жатова, И. Н. Лаврик // Наука и мир. — 2013. — № 2 (2). — С.76–78.
8. Калабашкин П. Н. 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.
9. Коринец В. В. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур / В. В. Коринец, А. Ф. Козловцев, В. Н. Козенко. — Волгоград, 1985. — 30 с.
10. Лаврик И. Н. Эффективность применения биопрепаратов на люпине белом / И. Н. Лаврик, Г. А. Жатова // Вестник Курской ГСХА. — 2014. — № 4. — С.48–50.
11. Муравьёв А. А. Особенности роста и развития растений люпина белого сорта Деснянский в Центральном Черноземье / А. А. Муравьёв, А. Н. Крюков, Л. А. Наумкина // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1–1. — С.1681.
12. Наумкин В. Н. Продуктивность люпина однолетнего и перспектива его выращивания в Белгородской области / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, В. А. Сергеева // Кормопроизводство. — 2008. — № 1. — С.13–16.
13. Особенности нарастания биомассы и формирования урожая семян люпина белого в ЦЧР / А. М. Хлопяников, А. И. Арюхов, М. И. Лукашевич, О. Ю. Куренская, В. Н. Наумкин // Вестник Брянского ГУ. — 2014. — № 4. — С.201–204.
14. Перспективы возделывания люпина в Центрально-Чернозёмном регионе / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, О. Д. Мещеряков, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич, П. А. Агеева // Земледелие. — 2012. — № 1. — С.27–29.
15. Продуктивность люпина белого в зависимости от инокуляции семян и дозы минеральных удобрений / В. Н. Наумкин, О. Д. Мещеряков, А. А. Муравьёв, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Кормопроизводство. — 2012. — № 3. — С.17–19.
16. Рогов Р. А. Урожайность люпина белого в зависимости от сроков посева, способов обработки почвы, норм высева и ширины междурядий / Р. А. Рогов, А. Н. Рогов // Вестник Курской ГСХА. — 2012. — № 8. — С.52–53.
17. Соколова С. Культура будущего / С. Соколова, И. Даутоков // АгроСнабФорум. — 2015. — № 5. — С.43.
18. Титова В. И. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна белого люпина сорта Дега / В. И. Титова, Е. В. Дабахова, Е. О. Титова // Вестник Ульяновской ГСХА. — 2015. — № 3 (31). — С.42–47.
19. Титова Е. О. Урожайность и качество зерна сортов белого люпина при выращивании его на дерново-подзолистой почве Нижегородской области / Е. О. Титова // Вестник Нижегородской ГСХА. — 2015. — № 3 (7). — С.8–13.
20. Чекмарев П. А. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России / П. А. Чекмарев, А. И. Артюхов // Достижения науки и техники АПК. — 2011. — № 6. — С.5–8.
21. Эффективность возделывания люпина белого / В. Н. Наумкин, О. Ю. Куренская, А. И. Арюхов, М. И. Лукашевич, А. М. Хлопяников, А. В. Наумкин, Г. В. Хлопяникова // Аграрная наука. — 2015. — № 1. — С.19–20.
22. Igbasan F. A. The feeding value for broiler chickens of pea chips derived from milled peas (*Pisum sativum* L.) during air classification into starch fractions / F. A. Igbasan, W. Guenter // Animal feed science and technology. — 1996. — Т. 61. — No. 1–4. — P.205–217.
23. Fodder-quality improvement through contour planting of legume shrub/grass mixtures in croplands of rwanda haig lands / A. Niang, E. Styger, A. Gahamanyi, D. Hoekstra, R. Coe // Agroforestry systems. — 1998. — Т. 39. — No. 3. — P.263–274.
24. Okuwasola A. J. Chemical characterization and protein quality evaluation of leaf protein concentrates from *Glyricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* / A. J. Okuwasola, A. V. Ayobore // International journal of food science and technology. — 2004. — Т. 39. — No. 3. — P.253–261.
25. Legume symbiotic nitrogen fixation: agronomic aspects / C. P. Vance, H. P. Spaink, A. Kondorosi, P. J. J. Hooykaas // The Rhizobiaceae. — Dordrecht, 1998. — P.509–530.

## References

1. Adaptivnaya tekhnologiya vozdelvaniya lyupina belogo dlya Tsentralno-Chernozemnogo regiona / V. N. Naumkin, L. A. Naumkina, O. Yu. Kuren-skaya, A. I. Artyukhov, M. I. Lukashevich // Vestnik Kurskoy GSKhA. — 2013. — No. 1. — P.58–59.
2. Artyukhov A. I. Lyupin — vazhnaya sostavlyayushchaya chast strategii samoobespecheniya Rossii komplementarnym belkom / A. I. Artyukhov, A. V. Podobedov // Kormoproizvodstvo. — 2012. — No. 5. — P.3–4.
3. Vliyaniye mikroudobreniy na dinamiku rosta, urozhaynost, strukturu tovarnoy chasti urozhaya i okupaemost makroudobreniy, ispolzuemykh v posevakh belogo lyupina sorta Deга / E. O. Titova, E. V. Dabakhova, L. D. Varlamova, V. I. Titova // Vestnik Nizhegorodskoy GSKhA. — 2015. — No. 3 (7). — P.13–19.
4. Gaynullin P. M. Vozdelvaniye lyupina i soi v respublike Tatarstan / P. M. Gaynullin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2007. — No. 9. — P.48.

5. Gataulina G. G. Belyy lyupin — perspektivnaya kormovaya kultura / G. G. Gataulina, N. V. Medvedeva // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2008. — No. 10. — P.49–51.
6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) / B. A. Dospekhov. — Moscow: Agropromizdat, 1985. — 351 p.
7. Zhatova G. A. Vliyaniye predposevnoy obrabotki semyan mikroudobreniyami na formirovaniye elementov produktivnosti lyupina belogo i uzkolistnogo / G. A. Zhatova, I. N. Lavrik // Nauka i mir. — 2013. — No. 2 (2). — P.76–78.
8. Kalabashkin P. N. Vliyaniye inokulyatsii semyan i mineralnykh udobreniy na produktivnost lyupina uzkolistnogo pri uborke na kormovye tseli / P. N. Kalabashkin, N. Yu. Konovalova // Molochnokhozyaystvennyy vestnik. — 2013. — No. 4 (12). — P.20–24.
9. Korinets V. V. Energeticheskaya effektivnost vozdeystviya selskokhozyaystvennykh kultur / V. V. Korinets, A. F. Kozlovtssev, V. N. Kozenko. — Volgograd, 1985. — 30 p.
10. Lavrik I. N. Effektivnost primeneniya biopreparatov na lyupine belom / I. N. Lavrik, G. A. Zhatova // Vestnik Kurskoy GSKhA. — 2014. — No. 4. — P.48–50.
11. Muravev A. A. Osobennosti rosta i razvitiya rasteniy lyupina belogo sorta Desnyanskiy v Tsentralnom Chernozeme / A. A. Muravev, A. N. Kryukov, L. A. Naumkina // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. — 2015. — No. 1–1. — P.1681.
12. Naumkin V. N. Produktivnost lyupina odnoletnego i perspektiva ego vyrashchivaniya v Belgorodskoy oblasti / V. N. Naumkin, L. A. Naumkina, V. A. Sergeeva // Kormoproizvodstvo. — 2008. — No. 1. — P.13–16.
13. Osobennosti narastaniya biomassy i formirovaniya urozhaya semyan lyupina belogo v TsChR / A. M. Khlopyanikov, A. I. Aryukhov, M. I. Lukashevich, O. Yu. Kurenskaya, V. N. Naumkin // Vestnik Bryanskogo GU. — 2014. — No. 4. — P.201–204.
14. Perspektivy vozdeystviya lyupina v Tsentralno-Chernozemnom regione / V. N. Naumkin, L. A. Naumkina, O. D. Meshcheryakov, A. I. Artyukhov, M. I. Lukashevich, P. A. Ageeva // Zemledelie. — 2012. — No. 1. — P.27–29.
15. Produktivnost lyupina belogo v zavisimosti ot inokulyatsii semyan i dozy mineralnykh udobreniy / V. N. Naumkin, O. D. Meshcheryakov, A. A. Muravev, A. I. Artyukhov, M. I. Lukashevich // Kormoproizvodstvo. — 2012. — No. 3. — P.17–19.
16. Rogov R. A. Urozhaynost lyupina belogo v zavisimosti ot srokov poseva, sposobov obrabotki pochvy, norm vyseva i shiriny mezhduryadiy / R. A. Rogov, A. N. Rogov // Vestnik Kurskoy GSKhA. — 2012. — No. 8. — P.52–53.
17. Sokolova S. Kultura budushchego / S. Sokolova, I. Dautokov // AgroSnabForum. — 2015. — No. 5. — P.43.
18. Titova V. I. Vliyaniye mikroudobreniy na urozhaynost i kachestvo zerna belogo lyupina sorta Dega / V. I. Titova, E. V. Dabakhova, E. O. Titova // Vestnik Ulyanovskoy GSKhA. — 2015. — No. 3 (31). — P.42–47.
19. Titova E. O. Urozhaynost i kachestvo zerna sortov belogo lyupina pri vyrashchivanii ego na dernovo-podzolistoy pochve Nizhegorodskoy oblasti / E. O. Titova // Vestnik Nizhegorodskoy GSKhA. — 2015. — No. 3 (7). — P.8–13.
20. Chekmarev P. A. Ratsionalnye podkhody k resheniyu problemy belka v Rossii / P. A. Chekmarev, A. I. Artyukhov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2011. — No. 6. — P.5–8.
21. Effektivnost vozdeystviya lyupina belogo / V. N. Naumkin, O. Yu. Kurenskaya, A. I. Aryukhov, M. I. Lukashevich, A. M. Khlopyanikov, A. V. Naumkin, G. V. Khlopyanikova // Agrarnaya nauka. — 2015. — No. 1. — P.19–20.
22. Igbasan F. A. The feeding value for broiler chickens of pea chips derived from milled peas (*Pisum sativum* L.) during air classification into starch fractions / F. A. Igbasan, W. Guenter // Animal feed science and technology. — 1996. — Vol. 61. — No. 1–4. — P.205–217.
23. Fogger-quality improvement through contour planting of legume shrub/grass mixtures in croplands of rwanda haig lands / A. Niang, E. Styger, A. Gahamanyi, D. Hoekstra, R. Coe // Agrofores try systems. — 1998. — Vol. 39. — No. 3. — P.263–274.
24. Okuwasola A. J. Chemical characterization and protein quality evaluation of leaf protein concentrates from *Glyricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* / A. J. Okuwasola, A. V. Ayobore // International journal of food science and technology. — 2004. — Vol. 39. — No. 3. — P.253–261.
25. Legume symbiotic nitrogen fixation: agronomic aspects / C. P. Vance, H. P. Spaink, A. Kondorosi, P. J. J. Hooykaas // The Rhizobiaceae. — Dordrecht, 1998. — P.509–530.

## MINERAL FERTILIZATION IN IMPROVING WHITE LUPINE PRODUCTIVITY IN THE CENTAL CHERNOZEM REGION

O. Yu. Kurenskaya<sup>1</sup>

V. N. Naumkin<sup>1</sup>, Dr. Agr. Sc.

M. I. Lukashevich<sup>2</sup>, Dr. Agr. Sc.

T. V. Yagovenko<sup>2</sup>, PhD Biol. Sc.

<sup>1</sup> Belgorod State Agrarian University

308503, Russia, the Belgorod region, Belgorodskiy rayon, poselok Mayskiy (village), Vavilova str., 1

<sup>2</sup>The All-Russian Research Institute of Lupine

241524, Russia, Bryansk, poselok Michurinskiy (village), Berezovaya str., 2

E-mail: kuren.olya@rambler.ru

Field trials were conducted in 2013-2015 on the base of the department of Plant Breeding, Seed Science and Crop Production of Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin. Soil of the trial field was typical chernozem with low content of humus and high content of loam. The object of the study was high-intensive white lupine variety "Dega". The experiment included: unfertilized variant (control),  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}$ ,  $N_{60}K_{60}$ ,  $P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60} + "ZhUSS-2"$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60} + "ZhUSS-3"$ . Mineral fertilizers were applied before sowing while microfertilizers "ZhUSS-2" (Cu — 32–40 g l<sup>-1</sup>, Mo — 17–22 g l<sup>-1</sup>) and "ZhUSS-3" (Cu — 16.2–20 g l<sup>-1</sup>, Zn — 35–40 g l<sup>-1</sup>) — at budding stage. Climate conditions showed high temperature during the growing seasons and insufficient amount of precipitations at critical periods of crop development. The experiment revealed that combination of macro- and microfertilizers ( $N_{60}P_{60}K_{60} + "ZhUSS-2"$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60} + "ZhUSS-3"$ ) positively affected the plant growth, top development and symbiotic system formation. This resulted in seed yield of 2.50 and 2.45 t ha<sup>-1</sup> exceeding the control variant by 1.00 t ha<sup>-1</sup> (66.7 %) and 0.95 t ha<sup>-1</sup> (63,3 %) respectively. Profitability level made up 105.9 and 102.2 % while bioenergetic index — 1.67 and 1.64.

**Keywords:** white lupine, "Dega", mineral fertilizer, plant height, air-dry matter mass, active root nodule number, active root nodule mass, seed productivity, effectiveness.