

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮПИНА БЕЛОГО ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

В.Н. НАУМКИН, профессор, доктор сельскохозяйственных наук

О.Ю. КУРЕНСКАЯ, аспирант

А.А. МУРАВЬЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук

А.Н. КРЮКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

А.И. АРТЮХОВ*, профессор, доктор сельскохозяйственных наук

М.И. ЛУКАШЕВИЧ*, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «БЕЛГОРОДСКИЙ ГАУ ИМ. В.Я. ГОРИНА»

*ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЛЮПИНА»

*В статье приведены результаты полевых исследований по изучению влияния минеральных макро- и микроудобрений на нарастание биомассы, формирование симбиотического аппарата, урожайность и качество семян люпина белого (*Lupinus albus*) сорта Дега, а также дано экономическое и биоэнергетическое обоснование их применения в условиях Белгородской области. Исследования были проведены в 2013 и 2014 годах на коллекционном питомнике кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина. В годы проведения исследований погодные условия были засушливыми, характеризовались дефицитом влаги при избытке тепла в критические периоды развития растений люпина. Опыт включал в себя десять вариантов: контроль (без внесения удобрений), 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. Площадь учетных делянок 10 м², повторность четырехкратная, размещение систематическое. Предшественник люпина – яровая пшеница. Агротехника – принятая для возделывания ранних зерновых бобовых культур в регионе. Полученные данные показали, что внесение полного минерального удобрения в сочетании с микроудобрениями ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3) способствовало лучшему формированию надземной биомассы и симбиотического аппарата растений люпина, что обеспечило получение урожайности семян 2,39 и 2,35 т/га высокого качества с содержанием сырого белка 41,3 % и 40,5 %. При этом достигается высокая экономическая (уровень рентабельности 184,6 % и 183,2 %) и биоэнергетическая (биоэнергетический коэффициент 2,4 и 2,3) эффективность возделывания люпина белого.*

Ключевые слова: люпин, сорт, минеральные удобрения, высота растений, сухое вещество, клубеньки, урожайность, качество урожая, эффективность.

Важной проблемой современного сельскохозяйственного производства Центрально-Черноземного региона остается обеспечение интенсивно развивающегося животноводства дешевыми высокобелковыми, энергонасыщенными кормами собственного производства при сохранении и повышении почвенного плодородия [1, 2, 3].

Успешным решением этой проблемы в регионе является возделывание высокобелковых зерновых бобовых культур. Научными исследованиями и передовой производственной практикой установлено, что из немногочисленного ассортимента зернобобовых культур наиболее перспективным для возделывания в регионе является люпин белый (*Lupinus albus* L.) [4, 5].

Люпин белый – ценная кормовая и средоулучшающая культура, обладающая высоким продукционным потенциалом. При благоприятных почвенно-климатических условиях он способен формировать урожай семян 4-5 т/га. Содержание белка в семенах люпина составляет 38-43 %. Белок люпина содержит полный набор незаменимых аминокислот. Он хорошо усваивается и может быть использован на корм любым видам животных. Кроме того, люпин отличается относительно низкой энергоёмкостью при возделывании,

нетребовательностью к почвенному плодородию и высокой азотфиксирующей способностью [6, 7, 8, 9, 10].

Для повышения эффективности производства культуры люпина белого в засушливых условиях региона необходимо уделить особое внимание оптимизации минерального питания и его влиянию на урожайность и качество семян. Поэтому подбор видов, сочетаний минеральных удобрений для люпина белого в соответствии с морфологическими и биологическими особенностями культуры, почвенно-климатическими условиями региона является актуальной задачей.

Материалы и методика исследований

Полевые исследования проведены в 2013-2014 гг. на коллекционном питомнике кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

Почва опытного участка – чернозём типичный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое – 4,13 %, рН солевой вытяжки – 5,6, содержание легкогидролизуемого азота по Корнфилду – 137,0 мг/кг, подвижного фосфора по Чирикову – 142,0 мг/кг, обменного калия по Чирикову – 155,0 мг/кг почвы.

В полевой опыт были включены следующие варианты: контроль (без внесения удобрений), N₆₀, P₆₀, K₆₀, N₆₀P₆₀, N₆₀K₆₀, P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2, N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3. Минеральные макроудобрения вносили в виде аммиачной селитры (N-34,4%), суперфосфата двойного (P₂O – 46,2 %), хлористого калия (K₂O – 56 %) 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 дозе 2,0 л/га, в фазу бутонизации растений.

В опыте использовали высокоинтенсивный сорт белого люпина Дега, включенный в Госреестр селекционных достижений по 5 региону.

Полевые опыты закладывали согласно существующим методическим рекомендациям. Площадь учетных делянок 10 м², повторность четырехкратная, размещение систематическое. Предшественник люпина - яровая пшеница. Посев проводили при прогревании посевного слоя до 6-7°C с нормой высева 1,3 млн. шт. всхожих семян на га. Способ посева – рядовой с междурядьями 15 см. Агротехника – принятая для возделывания ранних зерновых бобовых культур в регионе. Гербицид Гезагард 3,0 л/га вносили в почву после посева люпина.

В процессе выполнения полевых опытов применялись общепринятые методы (по соответствующим ГОСТам). Биохимический анализ семян люпина проводили в аналитической лаборатории ВНИИ люпина.

При расчете экономической эффективности агротехнических приемов руководствовались рекомендациями по ее определению с использованием научных разработок в земледелии (Нормативы и расценки 2014 года). Энергетическую эффективность возделывания люпина определяли по методике В.В. Коринец, А.Ф. Козловцева, В.Н. Козенко (1985) [11].

Математическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) на персональном компьютере [12].

Результаты и обсуждение

Из всех факторов формирования урожайности семян люпина недоступным для прямого регулирования человеком остаются погодные условия (космический фактор). В годы проведения исследований погодные условия были засушливыми, характеризовались дефицитом влаги при избытке тепла в критические периоды развития растений люпина. Поэтому сложились довольно жёсткие условия для роста и развития растений, что негативно сказалось на урожае.

При возделывании люпина белого важнейшими морфологическими показателями являются линейный рост и биомасса растений, из которых в дальнейшем складывается его продуктивность (табл. 1).

Высота и масса воздушно-сухого вещества растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2014 гг.)

№ п/п	Вариант опыта	Среднее на одно растение, см				
		г				
		нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
1	Контроль – б/у	<u>14,8</u> 1,6	<u>19,9</u> 2,3	<u>27,8</u> 5,0	<u>39,5</u> 12,7	<u>56,7</u> 25,9
2	N ₆₀	<u>16,6</u> 2,5	<u>22,3</u> 3,3	<u>30,9</u> 6,1	<u>42,6</u> 14,0	<u>60,7</u> 27,2
3	P ₆₀	<u>15,5</u> 1,9	<u>21,1</u> 2,7	<u>29,7</u> 5,5	<u>41,5</u> 13,3	<u>59,4</u> 26,5
4	K ₆₀	<u>16,7</u> 2,7	<u>22,7</u> 3,7	<u>31,4</u> 6,3	<u>43,5</u> 14,3	<u>61,0</u> 27,7
5	N ₆₀ P ₆₀	<u>17,9</u> 3,4	<u>24,2</u> 4,5	<u>33,0</u> 7,1	<u>45,2</u> 15,3	<u>62,7</u> 28,4
6	N ₆₀ K ₆₀	<u>18,2</u> 3,6	<u>24,5</u> 4,8	<u>33,1</u> 7,6	<u>45,9</u> 15,6	<u>63,4</u> 28,9
7	P ₆₀ K ₆₀	<u>19,1</u> 4,1	<u>25,6</u> 5,3	<u>34,6</u> 8,1	<u>47,2</u> 16,3	<u>64,9</u> 29,5
8	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	<u>19,5</u> 4,4	<u>26,9</u> 5,7	<u>35,8</u> 8,4	<u>48,3</u> 16,9	<u>65,8</u> 30,1
9	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	<u>21,2</u> 5,3	<u>28,7</u> 6,5	<u>37,7</u> 9,3	<u>49,8</u> 18,2	<u>67,2</u> 31,7
10	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	<u>20,6</u> 4,8	<u>28,0</u> 6,0	<u>36,8</u> 8,8	<u>48,9</u> 17,4	<u>66,4</u> 30,8

Примечание: над чертой – высота (см), под чертой – масса воздушно-сухого вещества (г)

Высота и масса воздушно-сухого вещества растений люпина в годы проведения исследований варьировали в зависимости от использования минеральных удобрений, а различия начали проявляться с фазы нарастания листьев.

На вариантах с применением полного минерального удобрения и комплексным использованием макро- и микроудобрений во все фазы вегетации высота и масса воздушно-сухого вещества были выше, чем на контроле и других вариантах опыта. Так, в фазу образования бобов на варианте N₆₀P₆₀K₆₀ высота растений составляла 65,8 см, масса воздушно-сухого вещества – 30,1 г.; на вариантах N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2 – 67,2 см и 31,7 г.; N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3 – 66,4 см и 30,8 г, что на 9,1 см и 4,2 г, 10,5 см и 5,8 г, 9,7 см и 4,9 г больше по сравнению с контролем соответственно. Аналогичные закономерности были отмечены и в более ранние фазы вегетации.

Важным показателем азотфиксирующей способности люпина является количество и масса активных клубеньков на корнях растений. В наших полевых опытах в засушливых условиях количество и масса активных клубеньков зависела как от влагообеспеченности и температурного режима, так и от уровня минерального питания (табл. 2).

Комплексное применение макро- и микроудобрений в сложившихся засушливых условиях оказывало положительное влияние на формирование симбиотического аппарата корневой системы растений люпина. Наибольшее число и масса активных клубеньков в фазу образования бобов были отмечены на вариантах опыта N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2 – 24,4 шт. и 52,2 мг, N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3 – 23,9 шт. и 51,7 мг, что на 5,1 шт. и 5,0 мг, 4,6 шт. и 4,5 мг больше, по сравнению с контрольным вариантом, соответственно.

Таблица 2

Число и масса активных клубеньков на корнях растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2014 гг.)

№ п/п	Вариант опыта	Среднее на одно растение					
		нарастание листьев		цветение		Образование бобов	
		число, шт.	масса, мг	число, шт.	масса, мг	число, шт.	масса, мг
1	Контроль – б/у	6,4	22,8	13,5	40,1	19,3	47,2
2	N ₆₀	7,3	24,1	14,7	41,2	20,5	48,7
3	P ₆₀	6,7	23,4	14,1	40,5	19,9	48,4
4	K ₆₀	7,7	24,4	15,0	41,6	20,9	49,2
5	N ₆₀ P ₆₀	8,3	25,3	15,9	42,5	21,7	49,9
6	N ₆₀ K ₆₀	8,6	25,8	16,3	43,0	22,0	50,3
7	P ₆₀ K ₆₀	9,2	26,4	16,8	43,6	22,8	50,9
8	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,6	27,0	17,3	44,1	23,6	51,1
9	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖУСС-2	10,8	28,2	18,7	45,5	24,4	52,2
10	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖУСС-3	10,2	27,8	18,1	44,9	23,9	51,7

Интегрирующим показателем влияния комплекса агротехнических приёмов на продуктивность растений и эффективность производства культуры является урожайность. В годы проведения исследований использование минеральных удобрений в засушливых погодных условиях способствовало увеличению семенной продуктивности растений люпина белого (табл. 3).

Довольно высокая урожайность семян люпина была получена на вариантах опыта N₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀, P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₆₀ и составила 1,95 т/га, 1,97 т/га, 2,05 т/га и 2,14 т/га соответственно, тогда как на контроле лишь 1,48 т/га. Еще выше урожайность семян люпина белого была получена на вариантах опыта с комплексным использованием макро- и микроудобрений. На варианте опыта N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2 урожайность семян люпина составила 2,39 т/га, а на варианте N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3 – 2,35 т/га, что на 0,91 т/га или 61,5 % и 0,87 т/га или 58,8 % больше по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 3

Урожайность и качество семян люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2014 гг.)

№ п/п	Вариант	Урожайность, т/га	Сырой белок, %	Сырой жир, %	Алкалоиды, %	Сбор к. ед., т/га	Сбор, кг/га		Сбор КПЕ, т/га
							белка	жира	
1	Контроль – без внесения удобрений	1,48	39,2	7,7	0,131	1,63	578	111	3,71
2	N ₆₀	1,79	39,8	7,4	0,124	1,97	710	130	4,54
3	P ₆₀	1,68	41,6	7,3	0,131	1,85	699	121	4,42
4	K ₆₀	1,77	42,2	7,8	0,131	1,95	747	136	4,71
5	N ₆₀ P ₆₀	1,95	40,6	7,4	0,131	2,15	791	142	5,03
6	N ₆₀ K ₆₀	1,97	40,2	7,5	0,135	2,16	789	144	5,03
7	P ₆₀ K ₆₀	2,05	40,6	7,5	0,121	2,26	832	151	5,29
8	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,14	39,6	7,3	0,136	2,35	845	155	5,40
9	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	2,39	41,3	7,3	0,117	2,64	986	171	6,25
10	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	2,35	40,5	7,6	0,158	2,59	953	176	6,06

Примечание: НСР₀₅ для урожайности в 2013 году – 0,12, в 2014 году – 0,20

Одной из важных задач современного сельскохозяйственного производства является получение высококачественной, биологически полноценной продукции. При возделывании люпина белого основными показателями для оценки качества семян являются содержание в нем сырого белка и жира, а также их сбор с урожаем. Проведенный биохимический анализ семян люпина показывает, что его состав зависел от уровня минерального питания. В годы

проведения исследований внесение минеральных удобрений повышало не только урожайность, но и содержание белка в семенах люпина.

Содержание сырого белка в семенах люпина белого колебалось по вариантам опыта от 39,2 до 42,2 %. Наибольшее содержание белка было отмечено на вариантах $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ – 41,3 %, P_{60} – 41,6 % и K_{60} – 42,2 %, тогда как на контроле лишь 39,2 %. Содержание сырого жира в семенах люпина мало различалось по вариантам опыта и варьировало от 7,3 до 7,8 %.

При изучении алкалоидов в семенах люпина было отмечено малое их содержание, которое находилось в пределах от 0,117 до 0,158 %, что ниже предельно допустимой нормы для кормовых сортов.

Важными показателями, характеризующими люпин как ценную кормовую культуру, являются также сбор кормовых и кормопротеиновых единиц, сырого белка и жира в урожае семян с гектара посева. Наибольший сбор кормовых и кормопротеиновых единиц, сырого белка и жира в урожае люпина белого был получен на вариантах $N_{60}P_{60}K_{60} - 2,35$ и $5,40$ т/га, 845 кг/га и 155 кг/га, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ – $2,64$ и $6,25$ т/га, 986 кг/га и 171 кг/га, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$ – $2,59$ и $6,06$ т/га, 953 кг/га и 176 кг/га соответственно, тогда как на контроле эти показатели составили $1,63$ и $3,71$ т/га, 578 кг/га и 111 кг/га.

Одним из основных этапов наших исследований является повышение продуктивности посевов, экономической и биоэнергетической эффективности применения макро- и микроудобрений при возделывании люпина белого. Экономическое обоснование инновационных агроприемов поможет выявить и, в дальнейшем, рекомендовать оптимальную адаптивную технологию возделывания люпина белого на семена для Центрально-Черноземного региона.

За основные показатели сравнительной оценки экономической эффективности применения макро- и микроудобрений на люпине белом нами были приняты следующие: себестоимость, прибыль и уровень рентабельности. Причем прибыль и уровень рентабельности находятся в прямой зависимости от урожайности культуры, а себестоимость имеет обратную зависимость.

Показатели экономической эффективности возделывания люпина во многом зависели от применения разных видов и сочетаний макроудобрений, а также от использования микроудобрений в комплексе с полным минеральным удобрением.

Лучшие показатели экономической эффективности производства люпина белого в среднем за 2013-2014 гг. были получены на варианте опыта с фосфорно-калийным удобрением ($P_{60}K_{60}$), на котором себестоимость семян составила 5517 руб./т, а прибыль и уровень рентабельности производства – 19440 руб./га и 171,9% соответственно. Еще более высокие показатели эффективности были отмечены на вариантах опыта с комплексным использованием макро- и микроудобрений. На вариантах $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ и $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$ себестоимость семян составила 5270 и 5296 руб./га, прибыль – 23254 и 22804 руб./га, уровень рентабельности – 184,6 и 183,2 % соответственно, что значительно выше, чем на контроле и других вариантах полевого опыта (табл. 4).

На остальных вариантах опыта экономические показатели были ниже, чем на вариантах с применением фосфорно-калийного удобрения и с совместным применением макро- и микроудобрений, но выше по сравнению с контролем.

Одного лишь экономического обоснования для объективной оценки применяемых удобрений под люпин белый недостаточно, так как в настоящее время оно большей частью определяется непостоянными ценовыми параметрами. Поэтому важно наряду с экономической эффективностью рассмотреть биоэнергетическую оценку изучаемых агроприемов возделывания люпина. Это позволит выявить технологию возделывания этой ценной зернобобовой культуры с максимальным выходом обменной энергии с урожаем и наибольшим энергетическим доходом.

В качестве основных показателей сравнительной оценки биоэнергетической эффективности применения макро- и микроудобрений на люпине нами были взяты выход обменной энергии, прирост общей энергии, коэффициент энергетической эффективности.

Таблица 4

Экономическая эффективность возделывания люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2014 гг.)

Вариант опыта	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Прибыль, руб./га	Себестоимость, руб./т	Рентабельность, %
Контроль - без внесения удобрений	22200	9313	12887	6293	138,4
N ₆₀	26850	10339	16511	5776	159,7
P ₆₀	25200	10510	14690	6256	139,8
K ₆₀	26550	10113	16437	5714	162,5
N ₆₀ P ₆₀	29250	11536	17714	5916	153,6
N ₆₀ K ₆₀	29550	11139	18411	5654	165,3
P ₆₀ K ₆₀	30750	11310	19440	5517	171,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	32100	12336	19764	5764	160,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	35850	12596	23254	5270	184,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	35250	12446	22804	5296	183,2

Высокие значения показателей биоэнергетической эффективности были получены на вариантах опыта с применением фосфорно-калийного (P₆₀K₆₀) и полного минерального удобрения (N₆₀P₆₀K₆₀). Выход обменной энергии составил – 29,73 и 31,03 ГДж/га, прирост общей энергии – 16,33 и 17,03 ГДж/га соответственно, коэффициент энергетической эффективности на обоих вариантах – 2,22 (табл. 5).

На вариантах опыта с комплексным применением макро- и микроудобрений выход обменной энергии, прирост общей энергии, биоэнергетический коэффициент были еще выше, и составили на варианте N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2 – 34,66 ГДж/га, 19,96 ГДж/га, 2,36, а на варианте N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3 – 34,08 ГДж/га, 19,18 ГДж/га, 2,29 соответственно.

На всех остальных вариантах опыта показатели биоэнергетической эффективности также были выше по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 5

Биоэнергетическая эффективность возделывания люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2014 гг.)

Вариант опыта	Выход		Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Прирост общей энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
	кормовых ед., т/га	обмен энергии, ГДж/га			
Контроль – без внесения удобрений	1,63	21,46	12,3	9,16	1,74
N ₆₀	1,97	25,96	13,1	12,86	1,98
P ₆₀	1,85	24,36	13,2	11,16	1,85
K ₆₀	1,95	25,67	13,0	12,67	1,97
N ₆₀ P ₆₀	2,15	28,28	13,6	14,68	2,08
N ₆₀ K ₆₀	2,17	28,57	13,8	14,77	2,07
P ₆₀ K ₆₀	2,26	29,73	13,4	16,33	2,22
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,35	31,03	14,0	17,03	2,22
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	2,63	34,66	14,7	19,96	2,36
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	2,59	34,08	14,9	19,18	2,29

Заключение

Проведенные исследования и анализ экспериментальных данных позволил в засушливых условиях проведения полевых опытов обосновать виды и сочетания минеральных макро- и микроудобрений, обеспечивающие наилучшую реализацию

биологического потенциала посева люпина белого. Внесение полного минерального удобрения в сочетании с использованием микроудобрений ($N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$) способствовало лучшему формированию надземной биомассы и симбиотического аппарата растений люпина, что обеспечило получение урожайности семян 2,39 и 2,35 т/га высокого качества с содержанием сырого белка 41,3 % и 40,5 % соответственно при низкой алкалоидности. При этом достигается высокая экономическая (уровень рентабельности 184,6 % и 183,2 %) и биоэнергетическая (биоэнергетический коэффициент 2,4 и 2,3) эффективность возделывания люпина белого в засушливых условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

Литература

1. Наумкин В.Н., Хлопяников А.М., Наумкин А.В. Направление биологизации земледелия в Центральном регионе // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 5-7.
2. Наумкин В. Н., Наумкина Л. А., Мещеряков О. Д., Артюхов А. И., Лукашевич М. И., Агеева П. А. Перспективы возделывания люпина в Центрально-Черноземном регионе // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 27-29.
3. Чекмарёв П.А., Лукин С.В. Система удобрения в условиях биологизации земледелия // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 10-12.
4. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В. Белый люпин – перспективная кормовая культура // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 10. – С. 49-51.
5. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Штеле А.Л., Цыгуткин А.С. Рост, развитие, урожайность и кормовая ценность сортов белого люпина (*Lupinus Albus L.*) селекции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 6. – С. 12-30.
6. Штеле А.Л. Белый люпин – новый белковый корм для высокопродуктивной птицы // Птицеводство. – 2013. – № 10. – С. 27-33.
7. Муравьёв А.А., Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Артюхов А.И., Лукашевич М.И. Продуктивность люпина белого при использовании инокуляции семян, минеральных удобрений и регулятора роста. // Кормопроизводство. – 2012. – № 8. – С. 23-24.
8. Артюхов А.И., Подобедов А.В. Люпин – важная составляющая часть стратегии самообеспечения России комплементарным белком // Кормопроизводство. – 2012. – № 5. – С. 3-4.
9. Чекмарев П.А., Артюхов А.И. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 6. – С. 5-8.
10. Наумкин В.Н., Наумкина Л.А., Куренская О.Ю., Артюхов А.И., Лукашевич М.И. Адаптивная технология возделывания люпина белого для Центрально-Черноземного региона // Вестник Курской ГСХА. – 2013. – № 1. – С. 58-59.
11. Коринец В.В., Козловцева А.Ф., Козенко В.Н. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур / Волгоград. – 1985. – 30 с.
12. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. Изд. 5-е, доп., переработанное. – М.: Агропромиздат. 1985. – 351 с.

WHITE LUPIN EFFICIENCY AT DIFFERENT LEVELS OF MINERAL NUTRITION

V.N. Naumkin, O.J. Kurenskaya, A.A. Murawev, A.N.Kryukov
FGBOU VO «BELGOROD STATE AGRICULTURAL UNIVERSITY
NAMED AFTER V.Y. GORIN»

A.I. Artyuhov, M.I. Lukashevich
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LUPINE»

Abstract: Results of field research on the impact of mineral macro- and micronutrients on the growth of biomass, forming symbiotic system, yield and quality of seeds of white lupine (*Lupinus albus*) variety Degas, and the economic and bioenergetic explanation of their application in the Belgorod region. Studies were conducted in 2013 and 2014 in the collection nursery of the department of plant growing, breeding and vegetable growing, Belgorod State Agricultural University named after V.Y. Gorin. During the research the weather conditions were dry, characterized by a shortage of water in excess of heat in the critical periods of development of lupine plants. Experience includes ten variants: control (without fertilizer application), N_{60} , P_{60} , K_{60} , $N_{60}P_{60}$, $N_{60}K_{60}$, $P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ZhUSS -2}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ZhUSS -3}$. The area accounts plots of 10 m², four-time repetition, and systematic planting. The forecrop of lupine – spring wheat. Farming – adopted for the cultivation of early grain legumes in the region. The data

showed that application of complete fertilizer combined with micro fertilizers ($N_{60}P_{60}K_{60} + ZhUSS - 2$, $N_{60}P_{60}K_{60} + ZhUSS - 3$) contributed to a better formation of the above-ground biomass and symbiotic apparatus of lupine plants, that provided the seed yield of 2,39 and 2,35 t / ha of high quality with a crude protein content of 41,3 % and 40,5 %. Thus high economic (level of profitability of 184,6 % and 183,2 %) and bioenergy (bioenergetic factor of 2,4 and 2,3) effectiveness of cultivation of white lupine was achieved.

Keywords: lupine, cultivar, fertilizers, plant height, air-dried substance, nodules, productivity, crop quality, efficiency.

УДК:633.2/3:631

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОДНОЛЕТНИХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

Н.Н. ЗЕНЬКОВА¹, кандидат сельскохозяйственных наук

В.А. МИХАЛЬЧЕНКО²

А.Е. ЛУПАНОВ³, аспирант

¹ УО «ВИТЕБСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ», РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

² ООО «ТЕХСОВТОРГ», РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

³ ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В статье изложены особенности формирования продуктивности однолетних агрофитоценозов в условиях северо-восточной части Республики Беларусь. Сорты проса, пайзы и сорго белорусской селекции характеризуются высокой биологической пластичностью, адаптивностью, рационально используют агроклиматические условия зоны возделывания. Урожайность их зеленой массы в зависимости от плодородия почв достигает 350-500 ц/га. Изучение продуктивности и качественного состава зеленой массы и заготовленных кормов из проса, сорго, пайзы и ее смесей с бобовыми культурами показало, что, посевы однолетних теплолюбивых культур обеспечивают высокую урожайность зеленой массы в сочетании с высоким содержанием обменной энергии, минерально-витаминных веществ, а включение бобового компонента повышает обеспеченность корма белком.

Ключевые слова: агрофитоценоз, продуктивность, просо, пайза, сорго, зеленая масса, вика яровая, горох, урожайность, белок, обменная энергия.

Производство и заготовка травяных кормов в настоящее время осуществляется с использованием небольшого ассортимента кормовых культур. Однако в условиях недостаточного увлажнения, большое значение для стабилизации и увеличения производства кормов имеет возделывание культур, обеспечивающих высокие урожаи в экстремальных условиях. В последние годы в связи с заметным изменением климата встает вопрос проведения исследований по изысканию новых видов кормовых культур. В этой связи целесообразно расширение посевов, к которым относятся просо, пайза, сорго. Достоинства данной группы культур – засухоустойчивость, обеспечивающая низкий транспирационный коэффициент (250-300), высокая продуктивность зеленой массы (350-500 ц/га), а так же низкая энерго – и ресурсозатратная технология их возделывания. Известно, что эти культуры по биохимическим показателям характеризуются высоким содержанием углеводов и недостаточным количеством протеина. Избыточное количество сахаров приводит к закислению корма за счет образования большого количества уксусной кислоты. Выходом из данного положения является совместное консервирование с высокобелковыми культурами. Бинарное использование этих культур с бобовыми травами способно обеспечить самоконсервирование корма.