

4. Мухина .В., Стифеев А.И., Герасимов В.П. и др. Экология Центрального Черноземья. – Курск, – 2002. – 292с.
5. Исаев А.П. Агротехническая и энергосберегающая роль зерновых бобовых культур в лесостепной зоне Европейской части России: Научные доклады. – Немчиновка, – 1994 – С. 56-58.
6. Гурин А.Г., Чадаев И.М. Роль бобовых предшественников в повышении биологической активности серой лесной почвы // Зернобобовые и крупяные культуры, – 2019. – № 1 (29). – С. 21-25. DOI:10.24411/2309-348x-2019-11068
7. Юмашев Н.П., Трунов И.А., Полтинин А.П., Дубовик В.А. Роль сидератов в сохранении плодородия черноземных почв // Агро XXI, – 2008. – № 10-12. – С. 13-15
8. Морозова В.И. Биологизация севооборотов и плодородие почвы в земледелии Лесостепи Поволжья // Поволжье Агро, – 2012. – № 5. – С. 8-9.
9. Гурин А.Г., Чадаев И.М. Влияние бобовых предшественников на засоренность посевов озимой пшеницы // Земледелие, – 2018. – № 4. – С. 22-24.

THE ACCUMULATION OF ELEMENTS OF A FOOD LEGUME USED AS A PRECURSOR

I. M. Chadaev, A. G. Gurin

FSBEE HE «OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN»

Abstract: *The article presents the data of three-year studies on the study of the characteristics of the accumulation of nutrients by various leguminous crops grown for grain and for siderate. It is established that the number of food elements depends mainly on the mass of stubble-root residues and the above-ground mass that entered the soil during their incorporation. The content of easily hydrolyzed nitrogen was higher after legumes cultivated for siderate, relative to variants where legumes were cultivated for grain. The nitrogen content in the soil after peas for grain ranged over the years from 108.4 to 126.4 mg/kg in the soil layer 0-10 cm, and from 93.2 to 113.5 mg/kg in the layer 10-20 cm. When cultivating peas for siderate, the amount of easily hydrolyzed nitrogen was slightly more than 121.1-129.3 mg/kg in the soil layer 0-10 cm and 110.8-115.2 mg/kg in the layer 10-20 cm. cultivated on siderate 128.7-138.9 mg/kg in a layer of 0-10 cm and 117.1-126.7 mg/kg in a layer of 10-20 cm. Green manure crops on the ground 5-6 times exceeds the mass of the stubble-root residue, plow under in the soil after harvest of legumes for grain. This mass was accumulated nitrogen 143.6-193.7 kg/ha, mobile phosphorus 37.8 -59.2 kg/ha, exchange potassium 67.9-112.8 kg/ha. Maximum number of nutrients was accumulated biomass Lupin 365.7 kg/ha, which is 32.8 % more than when cultivating vico-oat mixture on siderate and 22.9% more than when cultivating peas.*

Keywords: siderate, legumes, wheat, easily hydrolyzed nitrogen, grain, food elements.

DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11158

УДК 633.367.2

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В ЧИСТОМ И СМЕШАННОМ ПОСЕВЕ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА В ЦЕНТРЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

В.В. КОНОНЧУК, Г.В. БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ, доктора сельскохозяйственных наук

В.Д. ШТЫРХУНОВ, С.М. ТИМОШЕНКО, Т.О. НАЗАРОВА, кандидаты

сельскохозяйственных наук

Т.В. СМОЛИНА, Г.Б. МОРОЗОВА, научные сотрудники

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»»

В краткосрочном полевом опыте на среднекультуренной дерново-подзолистой почве Центра Нечерноземной зоны России с достаточной обеспеченностью элементами питания и слабокислой реакцией среды двухлетними исследованиями установлены условия получения

высокой продуктивности сенажной массы люпино-пшеничной смеси, обеспечившие получение более 9 т/га сухого вещества с накоплением в нем свыше 14 ц/га сырого протеина и до 90 ГДж/га обменной энергии, а также до 36 ц/га зерна люпина в чистом посеве и более 32 ц/га – в смеси с яровой пшеницей при накоплении в нем соответственно 12,3 ц/га и 7,84 ц/га сырого протеина, 47,22 и 41,64 ГДж/га обменной энергии соответственно.

Для этого люпин в чистом посеве на зерно следует высевать с нормой высева 1,8 млн/га, в смеси 1,6-1,8+3,5 млн/га, при возделывании на сенаж по фону полного минерального удобрения $N_{50}P_{45}K_{60}$, на зерно – $P_{45}K_{60}$.

Ключевые слова: люпин, пшеница яровая, норма высева, удобрение, Нечерноземная зона, продуктивность, совместные посевы.

В последние годы производство молока и молокопродуктов в России колеблется на уровне 11-12 млн. тонн. Еще около 1 млн. тонн импортируется на общую сумму более 2 млрд. долларов США [1]. Однако, этого объема недостаточно для полного удовлетворения потребностей населения.

Причины сложившейся ситуации с одной стороны уходят корнями в 90-е годы XX столетия, когда стремительно уменьшилось поголовье дойного стада вследствие изменения экономической системы хозяйствования. И в настоящее время его численность еще далека от экономически обоснованного уровня. С другой стороны – сказывается хронический дефицит кормового белка в рационах кормления, достигающий по разным оценкам 40 %, что обусловлено низкой долей зернобобовых культур в структуре посевных площадей и валового сбора зерна, составляющих всего 6,1% и 2% соответственно [2-4].

Для устранения недостатка сырого протеина в концентрированных кормах необходимо существенно расширить площади посева зернобобовых культур и в первую очередь высокобелковых сои и люпина. Но, если ареал распространения сои в России ограничен климатическим фактором, то различные виды однолетнего люпина (белый, желтый, узколистный) могут возделываться на всей территории России вплоть до северных границ земледелия [5].

Для региона Центрального Нечерноземья особенный интерес представляет культура люпина узколистного (*Lupinus angustifolius*. L), обладающего скороспелостью, устойчивостью к специфическим заболеваниям, толерантностью к плодородию почвы. Его посевы хорошо зарекомендовали себя на рыхлопесчаных и супесчаных почвах, средних и тяжелых суглинках [6-7]. Однако слабая конкурентная способность этой культуры к сорному компоненту агрофитоценоза, особенно детерминантных (неветвящихся) разновидностей сдерживает интерес к нему со стороны заинтересованных сельхозтоваропроизводителей.

В соответствии с выше изложенным цель настоящего исследования – выявление реакции люпина узколистного детерминантного на нормы высева и азотное удобрение в одновидовом посеве и в смеси с яровой пшеницей по величинам продуктивности при выращивании на сенаж и зерно в условиях Центра Нечерноземной зоны Российской Федерации.

Методика и условия исследования

Изучение влияния норм высева и применения удобрений на урожайность сенажной массы, зерновую продуктивность, накопление сырого протеина и обменной энергии люпином узколистным в одновидовом и смешанном посевах проводили в 2018-2019 годах в краткосрочном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФИЦ «Немчиновка», расположенном в Новомосковском Административном Округе г. Москвы у населенного пункта Соколово, вблизи аэропорта Внуково.

Закладку полевого эксперимента, наблюдения и учеты в течение вегетационного периода проводили в соответствии с методическими рекомендациями, изложенными в руководствах «Опытное дело в полеводстве» (Никитенко, 1982) и «Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (Федин, 1988).

Схема опыта включала посев люпина узколистного детерминантного сорта Ладный Немчиновской селекции в одновидовом посеве и в смеси с яровой пшеницей Злата тремя

нормами высева 1,4, 1,6, 1,8 млн./га и 1,4+3,5, 1,6+3,5, 1,8+ 3,5 млн./га соответственно в четырех повторениях на двух фонах удобрений (без повторений) $P_{45}K_{60}$ и $N_{50}P_{45}K_{60}$. Общая площадь делянки 96 м², учетная 30 м². Из удобрений использовали суперфосфат двойной гранулированный (42% P_2O_5) и бесхлорное калийное удобрение с содержанием K_2O 56%, которое вносили после уборки предшественника (ячмень на зерно) с осени под зябь. Весной под предпосевную культивацию на половине площади опыта вносили аммиачную селитру (34,4% N). На этих же фонах удобрений высевали яровую пшеницу в чистом виде нормой 6,0 млн./га для сравнения продуктивности.

Посев проводили в лучшие агротехнические сроки с 27 апреля по 8 мая сеялкой Amazone на глубину 3-4 см протравленными семенами репродукции «Элита». Из протравителей использовали: для люпина Дивиденд Стар, для яровой пшеницы Винцит Форте. За сутки до посева семена люпина обрабатывали раствором молибденово-кислого аммония (100 г/10 л воды) и ризоторфином, содержащим активный штамм азотфиксирующих микроорганизмов производства ВНИИСХМ (г. Пушкин, Ленинградской обл.).

Мероприятия по защите растений от вредителей, болезней и сорняков включали применение почвенного гербицида Гонор, КС (500 г/л прометрина) на второй день после одновидового посева люпина, а по вегетации гербицида Пивот (100 г/л имазетапира) в баковой смеси с инсектицидом Данадим, с расходом рабочей жидкости 120 л/га (опрыскиватель Amazone с шириной захвата 6 м). Для защиты растений яровой пшеницы в одновидовом посеве использовали баковую смесь препаратов, включающих гербицид Линтур, ВДГ (180 г/га) + инсектицид Данадим (1 л/га) в период всходы – кушение, в начале трубкования применяли фунгицид Альто Супер (0,45 л/га), а в начале налива зерна обработку повторяли баковой смесью из фунгицида и инсектицида для защиты колоса. В смешанном посеве защита растений ограничивалась использованием инсектицида Данадим в фазе 2-3 пары настоящих листьев и в начале бутонизации.

Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая на моренном суглинке. Осенью перед закладкой опыта пахотный слой (0-20 см) характеризовался следующими агрохимическими показателями: гумус – 1,6-1,8%, P_2O_5 и K_2O (по Кирсанову) 180-230 мг/кг и 140-200 мг/кг соответственно, pH_{KCl} 5,3-5,8, Нг (по Каппену-Гильковичу) 1,4-1,9 мг-экв./100 г., что позволяет отнести ее к среднему уровню окультуренности, но с высокой обеспеченностью элементами питания.

В течение активной вегетации возделываемых культур отмечали календарные даты наступления основных фаз развития растений, проводили учет урожая зеленой массы при появлении единичных цветков люпина для установления азотфиксирующей способности методом сравнения с небобовой культурой (Трепачев, 1999). Второй учет на всех делянках опыта в фазе «зеленого боба» в одновидовых и смешанных посевах для установления урожая сухой массы, третий – в полную спелость зерна люпина и пшеницы. При этом использовали навесную роторную мини косилку на тракторе КМЗ и селекционный комбайн Wintersteiger. Перед проведением последних двух учетов отбирали снопы для изучения ботанического состава и структуры урожая одновидовых и смешанных посевов рассматриваемых культур количественно – весовым методом. Влажность зерна надземной массы определяли методом весового термостатирования.

Весной в кушение пшеницы (2-3 пар настоящих листьев люпина) со всех делянок двух повторений отбирали смешанные из трех точек почвенные образцы из пахотного слоя для установления обеспеченности почвы и растений элементами питания и степени кислотности. Агрохимические анализы почвы и растений проводили в аккредитованной лаборатории массовых анализов института с использованием методик и ГОСТов, принятых в Агрохимической Службе.

Содержание сырого протеина в сенажной массе и зерне рассчитывали умножением содержания общего азота на 6,25, обменной энергии – по формулам, предложенным в «Методическом руководстве...» [8]. Результаты учета урожая сенажной массы и зерна после

приведения к стандартной влажности и 100 % чистоте подвергали дисперсионному анализу по методике Б.А. Доспехова (1985) с использованием компьютерной версии Statgraf (Милащенко, 1990).

Метеорологические условия вегетационного периода (май – первая декада сентября) в годы исследований отличались засушливостью при очень неравномерном распределении осадков, повышенным температурном режиме (+1-3 С⁰ к среднемноголетней величине) и характеризовались гидротермическим коэффициентом (по Селянинову) 1,0 (2018) и 0,84 (2019) при среднем многолетнем 1,52.

Отмеченные особенности состояния погодного фактора в течение активной вегетации возделываемых культур не могли не сказаться на их продуктивности и эффективности изучаемых агроприемов.

Результаты и обсуждение

В годы исследований на величину урожайности сухой сенажной массы люпино-пшеничной смеси и ее продуктивность оказывало влияние состояние погоды в течение вегетационного периода, применение азотного удобрения в составе NPK и нормы высева бобового компонента.

Наиболее высокая продуктивность изучаемой смеси получена в умеренно засушливом 2018 году. При этом в среднем по опыту сбор сухой массы составил 84,8 ц/га, накопление сырого протеина и энергии – 11,9 ц/га и 77,1 ГДж/га. Усиление засушливости в 2019 году снижало величины продуктивности на 17-26%.

Независимо от условий возделывания увеличение нормы высева люпина в смеси с 1,4 млн/га до 1,6-1,8 млн/га приводило к росту урожайности сухой массы в зависимости от складывающихся метеорологических условий на 13-46%, сбора сырого протеина и накопления обменной энергии – на 18-58% и на 15-47% соответственно.

В течение всего периода исследований предпосевное внесение 50 кг/га N по фону P₄₅K₆₀ повышало урожайность сенажной массы в среднем с 65 ц/га до 77,5 ц/га или на 19%, сбор сырого протеина и обменной энергии – на 22% и на 20%. В более жестких условиях увлажнения 2019 года эффективность азотного удобрения незначительно возросла, особенно по накоплению протеина и энергии – до 25% и 21% соответственно, а в вариантах с нормами высева бобового компонента 1,6 и 1,8 млн/га – до 34% по урожайности, до 52% и 40% по накоплению протеина и энергии.

В целом, максимальная продуктивность сенажной массы рассматриваемой смеси обеспечивалась нормой высева 1,6 + 3,5 млн/га при урожайности ее в среднем за 2 года 92,6 ц/га или 68,9 ц/га кормовых единиц, накоплении протеина и энергии соответственно 14,4 ц/га и 88,7 ГДж/га (табл. 1).

Судя по величинам концентрации сырого протеина и обменной энергии, полученная продукция соответствовала II классу качества с обеспеченностью 1 кг к.е. сырым белком и энергией 209 г и 12,9 МДж.

Повышая продуктивность сенажной массы, азотное удобрение способствовало снижению доли бобового компонента смеси в среднем с 62% на фоне РК до 52% при внесении полного удобрения.

Тем не менее на оптимальном по продуктивности варианте (1,6+3,5 млн./га и N₅₀P₄₅K₆₀) соотношение люпина и пшеницы в смеси приближалось к уравновешенному и составляло 52%:48% (табл. 2).

Таблица 1

Продуктивность люпино-пшеничной смеси на сенаж в зависимости от норм высева и удобрений. 2018-2019 гг.

Норма высева, млн./га «А»	Дозы и сочетание удобрений «В»	Урожайность, ц/га			Сырой протеин					Обменная энергия				
					%		ц/га			МДж/кг		ГДж/га		
		2018	2019	среднее	2018	2019	2018	2019	среднее	2018	2019	2018	2019	среднее
1,4+3,5	P ₄₅ K ₆₀	69,3	56,5	62,9	14,0	16,8	9,7	9,5	9,6	9,30	9,83	64,4	55,5	60,0
	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	60,1	50,7	55,4	13,3	14,8	8,0	7,5	7,8	9,14	9,42	54,9	47,8	51,4
1,6+3,5	P ₄₅ K ₆₀	86,2	54,3	70,2	13,1	15,5	11,3	8,4	9,8	9,13	9,56	78,7	51,9	65,3
	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	103,3	81,8	92,6	14,3	17,0	14,8	13,9	14,4	9,36	9,86	96,7	80,7	88,7
1,8+3,5	P ₄₅ K ₆₀	68,2	55,8	62,0	16,6	15,0	11,3	8,4	9,8	9,86	9,47	67,2	52,8	60,0
	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	103,5	65,7	84,6	16,0	17,5	16,5	11,5	14,0	9,72	9,97	100,6	65,5	83,0
В среднем по опыту		84,8	60,8	71,3			11,9	9,9	10,9			77,1	59,0	68,1
НСР ₀₅ , ц/га А		8,5	8,7											
В		8,5	5,2											
АВ		10,4	9,2											

Таблица 2

Ботанический состав люпиново-пшеничной смеси на сенаж и зерно в зависимости от норм высева и удобрений 2018-2019 гг., %

Годы	Компонент смеси	На сенаж								На зерно							
		норма высева, млн./га															
		1,4+3,5		1,6+3,5		1,8+3,5		среднее		1,4+3,5		1,6+3,5		1,8+3,5		среднее	
		P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀
2018	бобовый	65	42	54	43	67	52	62	46	69	58	54	52	61	53	61	54
	злаковый	35	58	46	57	33	48	38	54	31	42	46	48	39	47	39	46
2019	бобовый	68	61	58	62	60	47	62	57	50	34	48	37	54	36	51	36
	злаковый	32	39	42	38	40	53	38	43	50	66	52	63	46	64	49	64
Среднее	бобовый	66	52	56	52	64	50	62	52	60	46	51	44	58	44	56	45
	злаковый	34	48	44	48	36	50	38	48	40	54	49	56	42	56	44	55

При выращивании люпина в одновидовом посеве и в смеси с яровой пшеницей на зерно в среднем за два года получена близкая урожайность, которая в среднем по изучаемым элементам технологии составляла 31,6 и 30,0 ц/га соответственно. Влияние погодного фактора не проявлялось. Урожайность зерна в менее засушливых условиях 2018 года в чистом посеве составляла в среднем 30,9 ц/га, в смеси – 29,6, в более засушливых (2019 г.) – увеличилась до 32,4 и до 30,3 ц/га или всего на 2-5%. Аналогичная тенденция наблюдалась и в изменениях показателей продуктивности, величины которых в чистом посеве и в смеси варьировали в пределах +/- 3-4% по накоплению сырого протеина и + 1-5% – по обменной энергии. В целом, в не вполне благоприятных условиях увлажнения средняя урожайность зерна суммы отдельных компонентов смеси в одновидовом посеве превышала аналогичную величину в смеси на 22% (38,3 ц/га против 30,0 ц/га). По накоплению сырого протеина и обменной энергии люпино-пшеничная смесь также отставала соответственно на 13% и 19% (10,42 ц/га и 7,16 ц/га, 41,75 ГДж/га и 38,60 ГДж/га) (табл. 3).

Как в отдельные годы, так и в среднем за 2018-2019 гг. увеличение нормы высева люпина с 1,4 млн/га до 1,6-1,8 млн/га в одновидовом посеве и в смеси сопровождалось ростом урожайности зерна соответственно на 12-17% и на 0,7-4,0%. При этом максимум урожайности 33,7 ц/га и 30,5 ц/га обеспечивался при норме высева 1,8 млн/га и 1,8 + 3,5 млн/га. Тенденция изменения показателей продуктивности в зависимости от рассматриваемого технологического фактора имела аналогичную направленность. Максимум накопления протеина и энергии в урожае зерна, равный в одновидовом посеве в среднем по вариантам удобрения 11,36 ц/га и 44,66 ГДж/га, в смеси – 7,51 ц/га и 40,00 ГДж/га создавался при тех же нормах высева, которые способствовали формированию максимальной урожайности. Отмеченные величины превышали аналогичные значения при минимальной из изучаемых норм высева в одновидовом посеве на 16-18%, в смеси – на 8% и 6% (табл. 3).

На окультуренной дерново-подзолистой почве с повышенной и высокой обеспеченностью пахотного слоя подвижным фосфором и калием и близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора урожайность зерна в одновидовом и смешанном посеве с участием люпина узколистного Ладный и яровой пшеницы Злата, накопление протеина и энергии достигнутого максимального уровня, равного в среднем по нормам высева 33,6 ц/га, 11,32 ц/га и 44,53 ГДж/га, 30,8 ц/га, 7,49 ц/га и 39,8 ГДж/га соответственно по видам посевов создавались без внесения азотного удобрения по фону $P_{45}K_{60}$. Предпосевное внесение 50 кг/га N снижало урожайность зерна и накопление обменной энергии в нем в среднем за 2 года на 12%, сырого протеина на 16%. В смешанном посеве отрицательное влияние азотного удобрения на его продуктивность было менее выражено: снижение урожайности и обменной энергии не превышало 6%, протеина – 9%. Как и при возделывании на сенаж, азотное удобрение снижало долю бобового компонента в конечном урожае зерна в среднем с 56% до 45%.

Формирование продуктивности максимального уровня в чистых посевах люпина и яровой пшеницы обеспечивалось соответственно в вариантах $P_{45}K_{60}$ и $N_{50}P_{45}K_{60}$ и при нормах высева 1,8 и 6,0 млн/га. При этих параметрах в засушливых условиях 2018-2019 гг. средняя урожайность зерна люпина достигала 35,6 ц/га, пшеницы – 53,6 ц/га, а накопление сырого протеина – 12,3 ц/га и 7,52 ц/га, обменной энергии – 47,22 и 65,06 ГДж/га соответственно.

Таблица 3

Продуктивность люпина узколистного в одновидовом посеве и в смеси с яровой пшеницей в зависимости от норм высева и удобрений. 2018-2019 гг.

Показатели	Годы	Пшеница яровая		Люпин						Люпино-пшеничная смесь					
		нормы высева, млн./га													
		5,0		1,4		1,6		1,8		1,4+3,5		1,6+3,5		1,8+3,5	
		дозы и сочетание удобрений, кг/га													
		P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀	P ₄₅ K ₆₀	N ₅₀ P ₄₅ K ₆₀
Урожайность зерна, ц/га *)	2018	36,0	60,7	28,3	27,3	34,9	29,9	36,4	28,3	28,2	27,8	31,1	30,0	31,7	28,6
	НСР ₀₅	1,2 ц/га		A=2,0 ц/га, B=2,0 ц/га, AB=2,8 ц/га						A=2,6 ц/га, B=3,2 ц/га, AB=5,0 ц/га					
	2019	36,4	46,6	33,1	26,5	34,4	29,8	34,9	35,5	31,7	29,5	29,3	27,4	32,7	30,8
	НСР ₀₅	1,6 ц/га		A=3,2 ц/га, B=2,6 ц/га, AB=4,5 ц/га						A=2,3 ц/га, B=1,9 ц/га, AB= нет					
среднее	36,2	53,6	30,7	26,9	34,6	29,8	35,6	31,9	30,0	28,6	30,3	28,7	32,2	29,7	
Содержание сырого протеина, %	2018	11,9	12,8	32,2	28,2	33,7	34,1	36,1	33,8	27,0	24,7	25,0	24,8	25,2	26,2
	2019	12,4	15,6	32,9	32,8	33,6	32,7	32,8	31,9	22,9	20,8	22,6	22,6	23,5	22,3
Накопление сырого протеина, ц/га	2018	4,28	7,77	9,11	7,70	11,76	10,20	13,14	9,56	7,61	6,87	7,78	7,44	7,99	7,49
	2019	4,51	7,27	10,89	8,69	11,56	9,74	11,45	11,32	7,26	6,14	6,62	6,19	7,68	6,87
	среднее	4,40	7,52	10,00	8,20	11,66	9,97	12,30	10,44	7,44	6,50	7,20	6,82	7,84	7,18
Концентрация обменной энергии, МДж/кг	2018	11,82	11,97	13,19	13,08	13,23	13,24	13,28	13,23	13,04	12,95	12,96	12,95	12,97	13,01
	2019	11,90	12,33	13,21	13,21	13,23	13,20	13,21	13,18	12,86	12,75	12,85	12,85	12,89	12,83
Накопление обменной энергии, ГДж/га	2018	42,55	72,66	37,33	35,71	46,17	39,59	48,34	37,44	36,77	36,00	40,31	38,85	41,12	37,21
	2019	43,32	57,46	43,72	35,01	45,51	39,34	46,10	46,79	40,77	37,61	37,65	35,21	42,15	39,52
	среднее	42,94	65,06	40,52	35,35	45,84	39,46	47,22	42,12	38,77	36,80	38,98	37,03	41,64	38,36

* фактор А – нормы высева, фактор В – удобрение

Максимальная урожайность зерна люпино-пшеничной смеси 32,2 ц/га с накоплением сырого протеина и энергии 7,84 ц/га и 41,64 ГДж/га создавалась при норме высева 1,8+3,5 млн/га по фону $P_{45}K_{60}$, а доля люпина в ней составляла 58% (табл. 3).

Сопоставление величин рассматриваемых показателей продуктивности в смеси и в чистых посевах люпина и яровой пшеницы на лучших вариантах указывает на преимущество последних.

Усредненная по компонентам (бобовый + злаковый) сумма урожайностей зерна, накопление протеина и энергии в чистых посевах соответственно на 29%, 20% и 27% превышала величины одноименных показателей в смешанном посеве. Однако, с учетом меньшей себестоимости производства зерна в смеси за счет экономии материальных затрат на ее возделывание (стоимость семян, удобрений, средств защиты, ГСМ) ей следует отдать предпочтение перед одновидовыми посевами люпина и яровой пшеницы несмотря на определенную потерю продуктивности.

Считается установленным, (Посыпанов, 1993; Такунов, 1996; Трепачев, 1999) что люпин, как и все зернобобовые культуры способен обеспечивать себя фосфорным и калийным питанием за счет мощной экссудативной деятельности корневой системы, мобилизующей почвенные и остаточные фосфаты и калий удобрений в доступное для растений состояние. Это позволяет формировать высокую урожайность даже на почвах, слабо обеспеченных подвижными соединениями этих элементов [5, 14].

Однако обобщение данных, опубликованных в научной печати в последние 10-15 лет, [9-14] показало, что урожайность зерна детерминантных и ветвящихся сортов люпина узколистного достоверно возрастала от 24-28 ц/га до 33-41 ц/га (на 38-46%) с увеличением содержания подвижного фосфора в почве от 150-200 мг/кг до 276-295 мг/кг.

Следовательно, для формирования стабильной урожайности зерна узколистного люпина в чистом и смешанном посевах на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья в пределах 30-40 ц/га с содержанием сырого протеина 33-36% необходимо создавать и поддерживать в пахотном слое почвы содержание подвижного фосфора к началу активной вегетации не ниже повышенной, а лучше – высокой обеспеченности по принятым градациям.

Выводы

1. На дерново-подзолистой почве Центра Нечерноземной зоны РФ средней окультуренности с повышенным и высоким содержанием подвижного фосфора и калия и слабокислой реакцией среды максимальная урожайность сухой сенажной массы люпино-пшеничной смеси 92,6 ц/га с накоплением сырого протеина и обменной энергии 14,4 ц/га и 88,7 ГДж/га (209 г и 12,9 МДж на 1 кг кормовых единиц) создавалось при норме высева 1,6 + 3,5 млн/га и внесении полного минерального удобрения $N_{50}P_{45}K_{60}$.

2. Максимальная урожайность зерна люпина узколистного Ладный в одновидовом посеве 35,6 ц/га, в смеси с яровой пшеницей Злата 32,2 ц/га формировалась при нормах высева 1,8 млн/га и 1,8 + 3,5 млн/га и осеннем внесении под зябрь $P_{45}K_{60}$, обеспечившем содержание подвижного фосфора и калия в почве к фазе 2-3 пары настоящих листьев 295 и 285 мг/кг P_2O_5 и K_2O соответственно.

3. Накопление сырого протеина и обменной энергии в зерне при максимальной урожайности в чистом посеве достигало 12,3 ц/га и 47,22 ГДж/га, в смеси – 7,84 ц/га и 41,64 ГДж/га, а в расчете на 1 кг кормовых единиц – 257 г и 9,87 МДж/га, 188 г и 9,98 МДж/га соответственно.

4. Азот удобрений снижал долю бобового компонента в сенажной массе в среднем с 62% до 51%, в зерне – с 57% до 43%. В варианте с оптимальной нормой высева 1,6 + 3,5 млн/га на сенаж доля бобового компонента составила 52%, злакового – 48%, на зерно при норме высева 1,8+3,5 млн./га – 58% и 42%.

Литература

1. Агропромышленный комплекс России в 2016 году. – М.: 2017. – 560 с.

2. Мазуров В. Н., Лукашев В.Н., Исаков А.Н. Использование зернобобовых культур и бобово-злаковых смесей на корм скоту в условиях Калужской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 123-125.
3. Артюхов А.И., Гапонов Н.В. Перспективные подходы к решению проблемы протеиновой питательности кормов // Научные основы повышения эффективности систем земледелия и животноводства /Труды регион. науч.-практ. конф. – Калуга. – 2011. – С. 14-48.
4. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2. – С. 4-10.
5. Такунов И.П. Люпин в земледелии России. Брянск «Придесенье». – 1996. – 372 с.
6. Агеева П.А., Матюхина М.В. Новые сорта узколистного люпина – элементы организации адаптивного кормопроизводства // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство /Сборник научн. трудов. – М.: – 2016. Вып. 10 (58). – С. 97-102.
7. Исаева Е.И. Способы использования люпина в севообороте как важный фактор биологизации системы кормопроизводства в условиях юго-запада Нечерноземной зоны России //Многофункциональное адаптивное кормопроизводство / Сборник науч. трудов. – М. – 2016. Вып. 10 (58). – С. 103-108.
8. Сычев В.Г., Лепешкин В.В. Методические указания по оценке качества и питательности новых видов кормов. – М.: ВНИИА. – 2009. – 64 с.
9. Слесарева Т.Н., Клименко А.В., Зайцева Н.М. Эффективность внекорневой подкормки узколистного люпина комплексным удобрением марки Акварин // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство / Сборник науч. трудов. – 2016. Вып. 10 (58). – С. 132-137.
10. Близнюк В.В. Влияние гербицидов на засоренность, физиологические параметры и урожайность детерминантных сортов узколистного люпина в условиях Центральные районы Нечерноземной зоны РФ // Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. Москва-Немчиновка. – 2008. – 21 с.
11. Рябов Ю.А. Приемы возделывания люпина узколистного на семена в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Основные итоги исследований по сельскому хозяйству в Центральном районе Нечерноземной зоны России (70 лет НИИСХ ЦРНЗ). – М.: – 2001. – С. 469-471.
12. Новик Н.В., Лихачев Б.С. Видо-сорто- и штаммоспецифичность симбиотических систем люпина // Повышение устойчивости производства сельскохозяйственных культур в современных условиях / Сборник науч. материалов. – Орел. – 2008. – С. 505-512.
13. Русаков Д.В. Продуктивность и азотфиксирующая способность люпина узколистного в зависимости от применяемых гербицидов в Северо-Западном регионе России// Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. Немчиновка. – 2008. – 22 с.
14. Конончук В.В., Тимошенко С.М., Штырхунув В.Д., Благовещенский Г.В., Назарова Т.О., Соболев С.В., Меднов А.В. Продуктивность детерминантных сортов люпина узколистного Немчиновской селекции в одновидовых и смешанных посевах в зависимости от норм высевы и удобрений в Центральном Нечернозье // Немчиновка вчера и сегодня. Становление коллектива и развитие научных исследований. – М.: – 2019. – С. 180-190.

THE EFFECT OF FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY OF NARROW-LEAVED LUPINE IN CLEAN AND MIXED SOWING AT DIFFERENT SEEDING RATES IN THE CENTER OF THE NON- BLACK-EARTH ZONE OF RUSSIA

V.V. Kononchuk, G.V. Blagoveschensky, V.D. Shtyrkhunov, C.M. Timoshenko, T.O. Nazarova, T.V. Smolina, G. B. Morozova

FGBNU FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

Abstract: *In a short-term field experiment on medium-cultivated sod-podzolic soil of the Center of the Non-Chernozem Zone of Russia with a sufficient supply of nutrients and a weakly acid reaction of the environment, two-year studies established the conditions for obtaining high productivity of haylage mass of the lupine-wheat mixture, which provided more than 9 t/ha of dry matter with accumulation in it more than 14 c/ha of raw protein and up to 90 GJ/ha of exchange energy, as well as up to 36 c/ha of lupine grain in pure sowing and more than 32 c/ha in a mixture with spring wheat with accumulation in it respectively 12,3 c/ha and 7,84 c/ha of crude protein, 47,22 and 41,64 GJ/ha exchange energy, respectively.*

To do this, lupine in a clean sowing for grain should be sown with a sowing rate of 1.8 million/ha, in a mixture of 1,6-1,8 + 3,5 million/ha when cultivated on haylage on the background of a complete mineral fertilizer N₅₀P₄₅K₆₀, for grain P₄₅K₆₀.

Keywords: lupine, spring wheat, sowing rates, fertilizer, non-chernozem zone, productivity, joint crops.