

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 1 (124). - Р. 27-37. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.1(124).1814

УДК 633.367.2

Исследовательская статья

## Оценка технологических качеств семян люпина узколистного в зависимости от агроприемов в условиях Северного Казахстана

Тюлендинова С.Т.<sup>1</sup> , Шестакова Н.А.<sup>1</sup> , Гордеева Е.А.<sup>1</sup> , Накл J.<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина  
Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Чешский университет естественных наук в Праге, Чехия

Автор-корреспондент: Тюлендинова С.Т.: saniya\_98\_98@mail.ru  
Соавторы: (1: НШ) ninakul23@mail.ru; (2: ЕГ) gordeeva1311@mail.ru;  
(3: НЖ) hakl@af.czu.cz

Получено: 05-01-2024 Принято: 18-02-2025 Опубликовано: 31-03-2025

### Аннотация

Предпосылки и цель. В последние годы во всем мире наблюдается дефицит белка в кормах животных, что делает зернобобовые культуры особенно значимыми, так как они содержат высокие концентрации белка (20-50% в зелёной массе и зерне). Люпин, относительно новая культура для Казахстана, отличается неприхотливостью к условиям произрастания и высокой продуктивностью. Цель данного исследования – определить оптимальные агротехнические приёмы, способные повысить продуктивность и улучшить качество семян люпина узколистного в условиях степной зоны Северного Казахстана.

Материалы и методы. Исследование было проведено в условиях Северного Казахстана с использованием полевых опытов для изучения влияния различных сроков посева, норм высева, регуляторов роста и прайминга семян на урожайность, а также качественные характеристики семян. Были выбраны следующие варианты агроприемов: сроки посева – 5, 10, 15 мая, нормы высева 0,8; 1,0; 1,2 млн всхожих семян/га и проведена обработка семян регуляторами роста. Методология включала полевые опыты, учёт урожайности и качественных показателей, анализ данных с помощью статистических методов.

Результаты. Оптимальными для повышения содержания белка и масла в условиях засушливого климата Северного Казахстана были установлены сроки посева 5 мая и норма высева 1,0 млн всхожих семян на га. Наибольшие показатели белка (868 кг/га) и масла (315 кг/га) достигнуты при комбинированной обработке регуляторами роста Мегамикс Семена и Фосфор.

Заклучение. Полученные результаты являются основой для дальнейших исследований агротехнических приёмов возделывания люпина узколистного и могут использоваться при разработке рекомендаций по возделыванию этой культуры в степной зоне Северного Казахстана, что способствует решению проблемы дефицита белка в кормах для животных.

**Ключевые слова:** люпин; регулятор роста; прайминг; белок; продуктивность.

### Введение

Люпин (*Lupinus angustifolius* L.) является ценной кормовой культурой из агробиологической группы бобовых. Одним из главных показателей качества зерна люпина является содержание белка. Белок играет важную роль в жизнедеятельности животных. В условиях засушливого климата и недостаточного количества основных питательных элементов в почве, характерных для степной зоны Северного Казахстана, люпин обладает уникальными адаптивными свойствами, что делает его перспективной культурой для региона. Дефицит белка в кормах животных является

одной из актуальных проблем сельского хозяйства страны. Одно из основных решений данной проблемы является увеличение площадей возделывания зернобобовых культур [1]. Поэтому достижения в области агротехники предоставляют возможности для повышения урожайности и улучшения качества семян люпина.

Качество семян и продуктивность люпина зависят от многих факторов, включая выбор и оптимизацию агротехнических приёмов, таких как норма высева, обеспечение питательными веществами и др. Исследования, направленные на выявление наиболее эффективных агроприемов, способны не только повысить производительность культуры, но и обеспечить получение семян с высоким содержанием белка и других ценных компонентов. В условиях степной зоны Северного Казахстана, где агроклиматические условия требуют особого подхода к выбору агротехнологий, изучение данных факторов имеет стратегическую важность.

Белок данной культуры является полноценным, поскольку имеет в своём составе незаменимые аминокислоты (альбумины – 38%, глобулины – 35%, глютелины – 4,5%, проламины – 0,6%). По содержанию белка люпин приближается к сое, а отдельные сорта превосходят. Но количество белка подвергается сильному изменению из-за множества факторов: метеорологические условия, сортовые особенности, элементы технологии возделывания и др. Зачастую на практике зерно выходит с меньшим выходом белка, поэтому изучение элементов технологии возделывания, повышающие его содержание, является актуальным [2].

Исследования показывают, что сроки посева люпина существенно влияют на уровень содержания белка и жира в семенах. Например, ранний посев способствует более равномерному развитию растений и увеличению накопления белка, тогда как поздний посев, как правило, приводит к снижению урожайности и ухудшению качественных показателей зерна. Это связано с более коротким периодом вегетации и повышенной вероятностью влияния неблагоприятных факторов, таких как засуха или высокие температуры в период цветения и формирования семян. В исследованиях различных авторов было показано, что оптимальные сроки посева позволяют растениям лучше использовать весенние запасы влаги и избежать стрессов в период формирования урожая, что положительно сказывается на качественных характеристиках зерна [3].

Нормы высева также играют значимую роль в формировании качества зерна люпина. Чрезмерно высокая плотность посевов может привести к конкуренции между растениями за питательные вещества и воду, что, в свою очередь, снижает общий уровень накопления белка и жира в семенах. С другой стороны, недостаточно густые посевы снижают продуктивность поля в целом и могут приводить к понижению устойчивости растений к сорнякам и болезням. В работах *H. Brown, D. Carter* (2021) по изучению норм высева отмечено, что оптимальная густота посева способствует формированию крепкого и равномерного стеблестоя, повышает устойчивость к полеганию и болезням, что также положительно отражается на качестве семян [4].

Одной из перспективных технологий повышения продуктивности и улучшения качественных показателей зернобобовых культур является применение регуляторов роста. Исследования показывают, что регуляторы роста могут оказывать значительное влияние на метаболизм азота и углерода, что, в свою очередь, сказывается на содержании белка и жира в семенах. Эти вещества активируют ферментативные процессы, стимулируют рост клеток и улучшают фотосинтетическую активность растений, что способствует увеличению содержания питательных веществ в семенах (*H. Brown, D. Carter, 2019*). В исследованиях *М.В. Захаровой* и *С.П. Андреевой* (2021) также подчёркивается положительное воздействие ауксинов на содержание жира в семенах люпина. Они установили, что обработка ауксинами в период активного роста способствовала увеличению содержания жира на 8-12%. Это связано с активизацией синтеза жирных кислот и увеличением количества углеводов, доступных для образования липидов [5, 6]. Исследования *T. Miller* и *A. Green* (2019), также показывают, что эффект регуляторов роста может зависеть от условий окружающей среды. В засушливые годы применение регуляторов роста может оказывать менее выраженный эффект на содержание белка и жира, поскольку стрессовые условия подавляют рост растений и снижают эффективность фотосинтеза [7].

## Материалы и методы

Цель работы – исследовать влияние различных агроприемов на продуктивность и технологические показатели качества семян люпина узколистного в условиях степной зоны Северного Казахстана. Исследование направлено на определение наиболее эффективных методов, способствующих повышению урожайности и улучшению качественных показателей семян, что, в конечном итоге, позволит рекомендовать оптимальные агроприемы для возделывания люпина в данном регионе.

Объект исследований – среднеспелый сорт узколистного люпина Орловский кормовой. Опыты проводились в условиях степной зоны Северного Казахстана в 2023-2024 гг. Почва – чернозём обыкновенный с нейтральной реакцией среды и содержанием гумуса от 4 до 6%. Почвы характеризуются низким содержанием доступного фосфора (9,6-12,0 мг/кг почвы), азота (4-6 мг/кг).

Закладка полевых опытов проводилась в соответствии с рекомендациями *Б.А. Доспехова* (1985) в четырёхкратной повторности, площадь одной делянки – 20 м<sup>2</sup> [8]. В ходе исследований изучалось влияние сроков посева и норм высева, а также регуляторов роста и различных видов прайминга семян на продуктивность и качественные показатели люпина.

Схемой опыта №1 «Влияние сроков посева и норм высева на продуктивность и показатели качества семян люпина» был предусмотрен посев 5, 10 и 15 мая в трех нормах высева – 0,8 млн всхожих семян на га; 1,0 млн всхожих семян на га; 1,2 млн всхожих семян на га.

Схема опыта №2 «Влияние регуляторов роста и различных видов прайминга семян на продуктивность и качественные показатели люпина»: контроль; Мегамикс Семена (предпосевная обработка 1,5 л/т); Мегамикс Семена (предпосевная обработка 1,5 л/т) + Профи (обработка по вегетации 0,7 л/га); Мегамикс Семена (предпосевная обработка 1,5 л/т) + Бор (обработка по вегетации 1,0 л/га); Мегамикс Семена + Листовая диагностика (Фосфор – 0,5 л/га); гидропрайминг - предпосевное замачивание семян в воде в течение 2,5 ч; нутрипрайминг Мегамикс Семена - предпосевное замачивание семян в питательном растворе 1,5 л/т.

В фазу бутонизации была проведена листовая диагностика посевов люпина посредством переносной лаборатории «Фитоскан», в результате которой было выявлено, что растения испытывают острый дефицит фосфора в обоих годах исследований и азота в 2023 году (рисунок 1). На основе полученных результатов было рекомендовано провести обработку по вегетации регулятором Мегамикс Фосфор, в составе которого содержатся фосфор - 242 г/л и азот - 63 г/л.

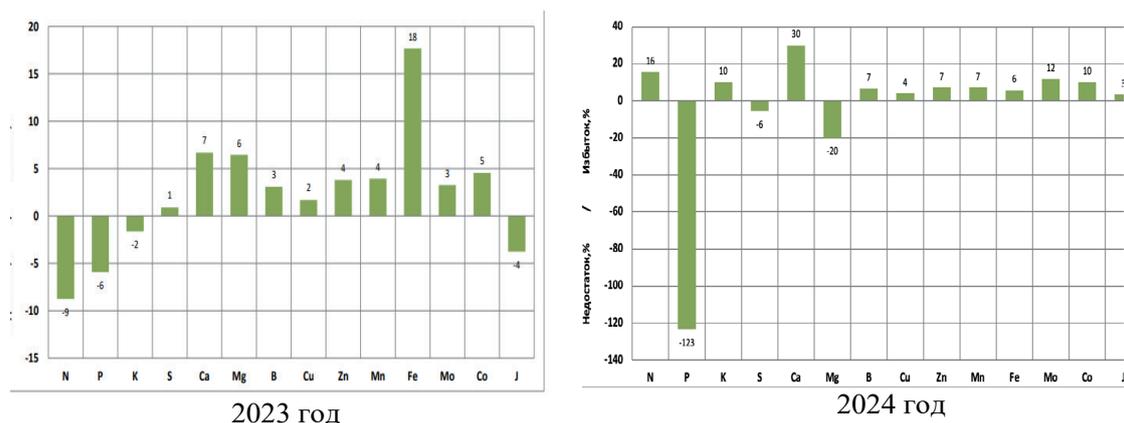


Рисунок 1 – График дисбаланса питательных веществ в посевах люпина (по данным переносной лаборатории «Фитоскан»)

Содержание белка и масла определялось экспресс-методом с помощью прибора Granolyser. Принцип работы заключается в сканировании зерна инфракрасными лучами с диапазонами волн от 950 до 1550 нм и разрешением 256 пикселей. Учёт урожая и структурный анализ проводился по *В.М. Лукомец* [9].

Полученные данные анализировались с помощью однофакторного дисперсионного анализа с использованием программы STATISTICA и MS Excel. В рамках эксперимента показатели были

анализированы с помощью однофакторного дисперсионного анализа ANOVA. Значение p-value менее 0,05 говорит о том, что различия между группами значимы. Это позволяет отвергнуть нулевую гипотезу, которая утверждает, что все группы имеют одинаковое среднее. Значение p-value  $\geq 0,05$  говорит о том, что различия между группами не являются статистически значимыми.

### Результаты и обсуждение

По данным Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции, метеоусловия вегетационного периода 2023 года характеризовались как засушливые: с мая по август выпало 145,4 мм осадков, что составило 75% от нормы (193 мм). Сумма активных температур (2313 °C) обеспечила достижение люпином полной спелости. Умеренные температуры июня (19,1 °C) и 41,1 мм осадков способствовали раннему формированию органов цветка, однако засушливый июль с 22,7 мм осадков и температурой 24,1°C отрицательно сказался на росте растений (рисунок 2). Напротив, в 2024 году за вегетационный период наблюдалось значительно больше осадков, особенно в мае (62,2 мм), что замедлило появление всходов, но не сказалось на плотности растений. Высокие температуры и обильные осадки июня (21,1 °C и 50,4 мм) стимулировали вегетативный рост и развитие биомассы. Более благоприятные условия июля 2024 года, обеспечивали оптимальные условия для роста, способствовали активному цветению и плодообразованию.

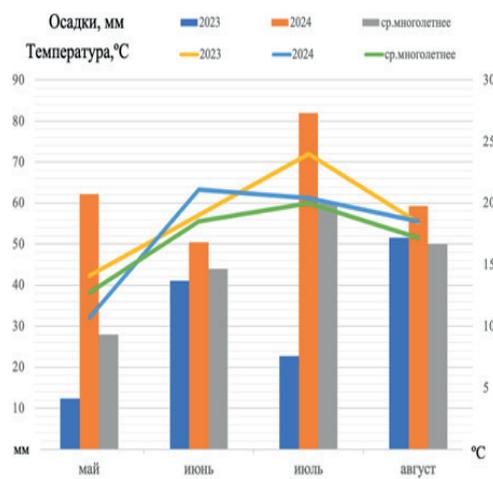


Рисунок 2 – Метеорологические условия вегетационного периода, 2023-2024 гг./

Полученные результаты показали, что сроки посева и нормы высева люпина оказывают значительное влияние на содержание белка и масла, а также на их выход с гектара. За два года исследований наибольший выход белка с гектара 441 кг (2023 г.) и 616 кг (2024 г.) был получен при посеве 5 мая, несмотря на более низкое среднее содержание белка (35-36%). Это свидетельствует о том, что ранние сроки посева способствуют повышению урожайности 12,6-16,1 ц/га) и, как следствие, увеличению выхода белка. Поздний посев (15 мая) показал наименьший выход белка – 286 кг/га в 2023 году и 532 кг/га в 2024 году, что может быть связано с менее благоприятными условиями для формирования семян, такими как высокая температура и недостаток влаги в конце вегетационного периода.

Низкая норма высева (0,8 млн всхожих семян/га) показала высокий выход белка, особенно при ранних сроках посева. В 2024 году эта норма высева дала наибольший выход белка среди всех вариантов, особенно при посеве 5 мая (655 кг/га). При норме высева 1 млн всхожих семян/га наблюдался стабильный, хотя и менее выраженный эффект на выход белка. В 2024 году выход белка достиг максимума при этой норме высева (627 кг/га при посеве 10 мая). С увеличением нормы высева до 1,2 млн всхожих семян/га выход белка снизился по сравнению с более низкими нормами. Это снижение особенно заметно в засушливых условиях, где высокий уровень густоты посевов привел к конкуренции между растениями, ограничивающей формирование зерна.

Содержание масла по срокам посева было стабильным, в пределах 11,8-12,4% в 2023 году, 13,5-13,7% в 2024 году, однако выход масла с гектара варьируется. Посев 5 мая обеспечил наибольший выход масла – 155 кг (2023 г.) и 232 кг/га (2024 г.), что превышает показатели других сроков посева. Посев 15 мая показал самый низкий выход масла, как в засушливых условиях – 100 кг/га, так и в более увлажнённых – 198 кг/га, что может указывать на недостаточную продолжительность вегетационного периода для полноценного накопления масла.

Низкая норма высева (0,8 млн всхожих семян/га) обеспечила высокий выход масла, особенно в ранние сроки посева (149 и 227 кг/га). В 2024 году при всех сроках посева эта норма высева показала стабильные и высокие результаты по выходу масла. При норме высева 1 млн всхожих семян/га в 2024 году выход масла оставался на достаточно высоком уровне – 236 кг/га при посеве 5 мая (таблица 1).

Таблица 1 – Технологические качества в зависимости от сроков посева и норм высева, 2023-2024 гг.

Вариант		Урожайность, ц/га		Содержание белка, %		Выход белка с га, кг		Содержание масла, %		Выход масла, кг	
срок посева	норма высева, млн всхожих семян/га	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
		5 мая	0,8	12,0 <sup>bc</sup>	15,9 <sup>b</sup>	37 <sup>c</sup>	39 <sup>c</sup>	444 <sup>c</sup>	655 <sup>d</sup>	12,4 <sup>c</sup>	13,5 <sup>a</sup>
	1,0	13,7 <sup>c</sup>	16,3 <sup>c</sup>	34 <sup>a</sup>	35 <sup>a</sup>	466 <sup>c</sup>	602 <sup>c</sup>	12,1 <sup>b</sup>	13,7 <sup>b</sup>	166 <sup>d</sup>	236 <sup>b</sup>
	1,2	12,2 <sup>c</sup>	16,1 <sup>bc</sup>	35 <sup>b</sup>	35 <sup>a</sup>	427 <sup>bc</sup>	592 <sup>b</sup>	12,3 <sup>c</sup>	13,8 <sup>cb</sup>	150 <sup>c</sup>	233 <sup>b</sup>
Среднее по сроку		12,6 <sup>c</sup>	16,1 <sup>bc</sup>	35 <sup>b</sup>	36 <sup>ab</sup>	441 <sup>c</sup>	616 <sup>c</sup>	12,3 <sup>c</sup>	13,7 <sup>b</sup>	155 <sup>cd</sup>	232 <sup>b</sup>
10 мая	0,8	10,6 <sup>b</sup>	14,9 <sup>a</sup>	35 <sup>b</sup>	36 <sup>ab</sup>	382 <sup>bc</sup>	565 <sup>ab</sup>	12,0 <sup>b</sup>	13,6 <sup>ab</sup>	127 <sup>b</sup>	214 <sup>b</sup>
	1,0	10,5 <sup>b</sup>	15,7 <sup>b</sup>	36 <sup>bc</sup>	38 <sup>bc</sup>	368 <sup>b</sup>	627 <sup>cd</sup>	11,9 <sup>ab</sup>	13,7 <sup>b</sup>	125 <sup>b</sup>	226 <sup>b</sup>
	1,2	9,30 <sup>ab</sup>	16,2 <sup>c</sup>	35 <sup>b</sup>	38 <sup>bc</sup>	326 <sup>b</sup>	646 <sup>d</sup>	12,1 <sup>b</sup>	13,7 <sup>b</sup>	113 <sup>ab</sup>	233 <sup>b</sup>
Среднее по сроку		10,1 <sup>b</sup>	15,6 <sup>ab</sup>	35 <sup>b</sup>	37 <sup>b</sup>	354 <sup>b</sup>	613 <sup>c</sup>	12,0 <sup>b</sup>	13,7 <sup>b</sup>	121 <sup>b</sup>	224 <sup>b</sup>
15 мая	0,8	9,30 <sup>ab</sup>	15,9 <sup>b</sup>	35 <sup>b</sup>	35 <sup>a</sup>	326 <sup>ab</sup>	585 <sup>b</sup>	11,8 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>	110 <sup>ab</sup>	225 <sup>b</sup>
	1,0	8,20 <sup>a</sup>	13,6 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	36 <sup>ab</sup>	279 <sup>a</sup>	515 <sup>a</sup>	11,9 <sup>ab</sup>	13,4 <sup>a</sup>	98 <sup>a</sup>	180 <sup>a</sup>
	1,2	7,80 <sup>a</sup>	13,1 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	36 <sup>ab</sup>	265 <sup>a</sup>	497 <sup>a</sup>	11,9 <sup>ab</sup>	13,6 <sup>ab</sup>	93 <sup>a</sup>	188 <sup>a</sup>
Среднее по сроку		8,40 <sup>a</sup>	14,2 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	36 <sup>ab</sup>	286 <sup>ab</sup>	532 <sup>ab</sup>	11,9 <sup>ab</sup>	13,5 <sup>a</sup>	100 <sup>a</sup>	198 <sup>a</sup>
p-value		0.003	<0.001	0.01	0.02	0.05	0.003	<0.001	0.02	0.02	0.01

P-value: однофакторный дисперсионный анализ ANOVA, разные буквы обозначают статистические различия для теста Тьюки HSD при  $\alpha=0,05$ . Максимальные значения выделены жирным шрифтом.

В результате исследования установлено, что применение различных обработок семян люпина узколистного существенно влияет на его продуктивность и технологические качества зерна. Обработки семян комплексом микроэлементов, особенно Мегамикс Семена + Фосфор, в благоприятных условиях обеспечили наибольшую урожайность (20,6 ц/га) и выход белка (868 кг/га), тогда как контрольный вариант показал значительно меньшие результаты. Наивысшее содержание белка (до 40%) было достигнуто при обработках Мегамикс Семена + Бор и Мегамикс Семена + Фосфор, а максимальное содержание масла (14,5%) наблюдалось при применении Мегамикс Семена, Мегамикс Семена + Профи и Мегамикс Семена + Фосфор. В 2023 году максимальный выход белка был получен при применении Мегамикс Семена + Бор – 572 кг/га, а наибольший сбор масла (315 кг/га) обеспечила обработка Мегамикс Семена + Фосфор (таблица 2, рисунок 3).

Таблица 2 – Технологические показатели качества люпина в зависимости от применения регуляторов роста и различных видов прайминга семян

Вариант	2023 год			2024 год		
	Урожайность, ц/га	Содержание белка, %	Содержание масла, %	Урожайность, ц/га	Содержание белка, %	Содержание масла, %
Контроль	10,9a	35a	12,1a	13,6a	37a	13,7a
Мегамикс Семена (МС)	12,9b	35a	12,2b	16,2b	38b	14,5c
Мегамикс Семена + Профи	14,5c	36b	12,5c	16,6b	38b	14,5c
Мегамикс Семена + Бор	15,9c	36b	12,4c	18,9bc	40c	14,4c
Мегамикс Семена + Фосфор	14,0c	36b	12,2b	20,6c	40c	14,5c
Гидропрайминг	11,2a	37c	12,1a	14,7a	37a	14,1b
Нутрипрайминг МС	11,4a	37c	12,2b	14,5a	37a	14,2b
p-value	<0.001	0.01	<0.001	0.01	0.02	0.003

P-value: однофакторный дисперсионный анализ ANOVA, разные буквы обозначают статистические различия для теста Тьюки HSD при  $\alpha=0,05$ . Максимальные значения выделены жирным шрифтом.

Все варианты с обработками статистически значимо превосходили контроль по урожайности, содержанию, а также выходу белка и масла, что подтверждает эффективность применения регуляторов для повышения продуктивности и технологических качеств зерна люпина узколистного. Комбинированные обработки, особенно Мегамикс Семена + Фосфор и Мегамикс Семена + Бор, продемонстрировали наибольший эффект, улучшив урожайность, содержание и выход белка и масла. Эти варианты показывают перспективность использования для повышения продуктивности и качества люпина в условиях степной зоны Северного Казахстана.

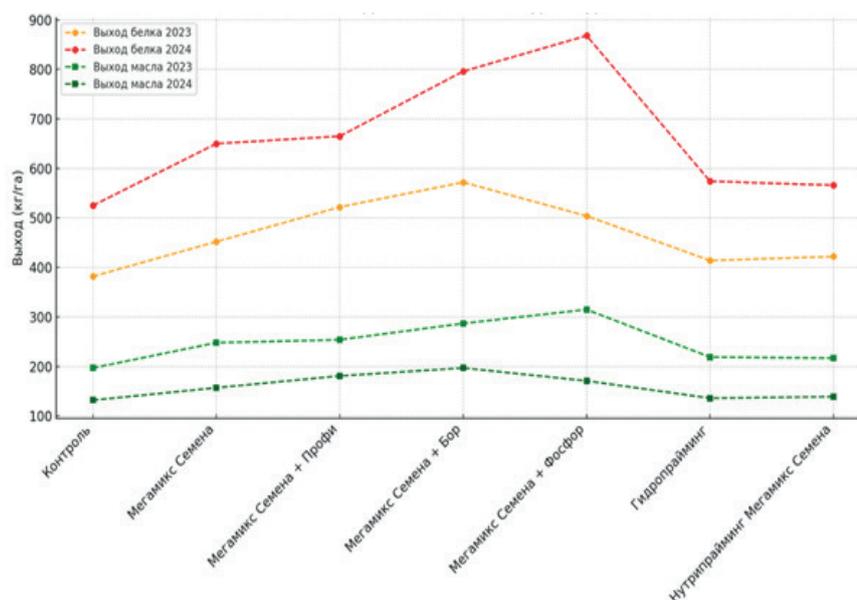


Рисунок 3 – Выход белка и масла у люпина узколистного в зависимости от применения регуляторов роста и прайминга семян, кг/га

Результаты нашего исследования показали, что ранний посев (5 мая) способствует увеличению урожайности и выходу белка. Это согласуется с данными других авторов, которые указывают на важность раннего срока сева для увеличения биомассы и накопления питательных веществ. И.А. Ерёмин и др. (2020) отмечают, что ранний посев бобовых культур позволяет растениям избежать стрессовых условий конца лета, что позитивно сказывается на урожайности и качестве

зерна. В исследовании *А.С. Хамитовой* (2019) также было выявлено, что более ранние сроки посева позволяют улучшить физиологические параметры растений, включая содержание белка и масла, за счёт более полного использования весенней влаги и умеренных температур на начальных этапах вегетации [10, 11].

Влияние норм высева также подтвердило эффективность умеренных норм (0,8-1,0 млн всхожих семян на га) при раннем сроке посева. Подобные результаты были получены *А.В. Жуковым* (2021), который показал, что оптимальная густота стояния способствует рациональному использованию площади питания и увеличению накопления биомассы, что в конечном итоге повышает урожайность и содержание белка. *К.Ю. Шаранов* и соавторы (2018) отмечали, что высокая норма высева не всегда приводит к увеличению выхода белка, так как при высокой плотности растений увеличивается конкуренция за свет, воду и питательные вещества, что негативно сказывается на развитии отдельных растений.

Применение регуляторов роста также оказало значительное влияние на содержание белка и масла в семенах люпина. Так, наибольшие показатели содержания белка (40%) были получены при использовании «Мегамикс Семена + Бор» и «Мегамикс Семена + Фосфор», что соответствует результатам других исследований. Исследование *М.Н. Беляевой* и *Р.К. Иванова* (2022) показало, что использование борсодержащих удобрений и фосфорных добавок способствует накоплению белка за счет повышения фотосинтетической активности и улучшения обмена веществ в растении. Это подтверждает высокую эффективность таких регуляторов в условиях дефицита влаги и ограниченного питания, характерных для степной зоны [14].

Методы прайминга показали менее выраженный эффект по сравнению с комплексными регуляторами. Подобные результаты были получены в работе *W.E. Finch-Savage* и *G.W. Bassel* (2016), где было отмечено, что прайминг семян эффективен для улучшения всхожести и начального роста растений, однако его влияние на качественные показатели зерна остается ограниченным. Кроме того, исследования *М. Ashraf* и *M.R. Foolad* (2015) подтвердили, что прайминг способствует улучшению устойчивости растений к абиотическим стрессам на ранних этапах роста, но не оказывает значительного влияния на конечное содержание белка и масла [15, 16].

Полученные результаты о влиянии сроков посева, норм высева, применения регуляторов роста и прайминга семян на урожайность и содержание белка открывают новые возможности для повышения эффективности агрономической практики. Это может привести к значительному увеличению производства люпина. Данные результаты могут послужить основой для дальнейших исследований, направленных на изучение других аспектов агрономии люпина, включая генетические и физиологические характеристики, а также возможности использования его в качестве кормовой культуры. Эти перспективы подчеркивают важность и актуальность вашего исследования, а также его вклад в развитие агрономии и устойчивого сельского хозяйства в регионе.

### **Заключение**

В опыте по влиянию сроков посева и норм высева на продуктивность и качество семян люпина за два года исследований наибольшая урожайность зафиксирована при посеве 5 мая с нормой высева 1,0 млн вс/га – 13,7 ц/га (2023 г.) и 16,3 ц/га (2024 г.). В среднем, лучший показатель урожайности наблюдается при данном сроке посева (12,6-16,1 ц/га), тогда как при более позднем посеве (15 мая) урожайность снижается до 8,4-14,2 ц/га. На данном сроке также наблюдались лучшие результаты по технологическим качествам семян люпина: с содержанием белка – 35-37% и выходом 441-613 кг/га; содержанием масла 12,3-13,7% с выходом 155-232 кг/га.

Регуляторы роста значительно повышали урожайность люпина. Самые высокие показатели в засушливых условиях 2023 года были получены при применении Мегамикс Семена + Бор – 15,9 ц/га и в 2024 году в вариантах Мегамикс Семена + Фосфор – 20,6 ц/га и Бор – 18,9 ц/га. Первый вариант обеспечил лучшие показатели качества зерна, где содержание белка достигло 40%, а выход белка – 868 кг/га, с выходом масла 315 кг/га.

### Вклад авторов

СТ: разработка концепции исследования, постановка задач, проведение полевых опытов, анализ полученных данных и написание основной части текста статьи. ЕА: консультирование по вопросам агротехнологии, помощь в постановке опытов, проверка корректности статистической обработки данных и редакция текста. НА: методологическое сопровождение исследования, консультирование по вопросам определения качественных показателей семян и участие в анализе результатов эксперимента. НН: консультирование по вопросам применения регуляторов роста, методологическая поддержка в разработке схемы опыта, обсуждение и интерпретация результатов в контексте международных исследований.

### Список литературы

- 1 Singh, SB. (2020). Protein deficiency - a challenge to livestock productivity enhancement in Nepal. *Journal of Agriculture and Forestry University*, 4(1), 243-254.
- 2 Антипова, ЛВ, Богатырева, ЖИ. (2018). Люпин - источник полноценных белков для мясной промышленности. *Фундаментальные исследования*, 6, 132-133.
- 3 Smith, J., Johnson, L. (2020). The effect of sowing dates and seeding rates on lupin seed quality. *Agronomy Journal*, 112(3), 897-906.
- 4 Brown, H., Carter, D. (2021). Seed protein and oil content in *Lupinus angustifolius* as affected by planting density. *Journal of Crop Science*, 110(2), 305-312.
- 5 Brown, H., Carter, P. (2019). Growth regulators and their impact on photosynthetic activity in grain legumes. *Agricultural Science Journal*, 58(2), 123-134.
- 6 Захарова, МВ, Андреева, СП. (2021). Влияние ауксинов на накопление жира в зерне люпина. *Биология растений*, 23(1), 119-125.
- 7 Miller, T., Green, A. (2019). Impact of agronomic practices on protein and oil content in lupin seeds under dryland conditions. *Field Crops Research*, 235, 155-162.
- 8 Доспехов, БА. (1985). *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. М.: Агропромиздат. 416.
- 9 Лукомец, ВМ. (2010). *Методика проведения полевых опытов*. Краснодар: 249-252.
- 10 Еремин, ИА, Бурлаков, ДС, Сидоров, ПН. (2020). Влияние сроков посева на урожайность бобовых культур в условиях степной зоны. *Агробиология*, 45(3), 45-52.
- 11 Хамитова, АС. (2019). Физиологические параметры бобовых культур при различных сроках посева. *Сельскохозяйственные науки*, 37(2), 123-130.
- 12 Жуков, АВ. (2021). Оптимизация густоты стояния и её влияние на биомассу бобовых культур. *Научный вестник*, 29(4), 88-96.
- 13 Шарапов, КЮ, Иванов, ИИ, Петров, АН. (2018). Влияние плотности посева на развитие бобовых растений. *Растениеводство и агрономия*, 31(1), 22-29.
- 14 Беляева, МН, Иванов, РК. (2022). Эффективность применения борсодержащих удобрений на содержание белка в семенах люпина. *Журнал агрономических исследований*, 52(3), 76-84.
- 15 Finch-Savage, WE, Bassel, GW. (2016). Seed priming: From basic biology to global practice. *Seed Science Research*, 26(3), 171-190.
- 16 Ashraf, M., Foolad, MR. (2015). Pre-soaking seeds with exogenous substances: A potential approach for improving crop yield and abiotic stress tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 162(12), 1276-1294.
- 17 Захаров, СА, Власов, НИ. (2017). Агротехнические приемы для повышения качества зернобобовых культур в условиях засушливых регионов. *Сельское хозяйство и биотехнология*, 8(4), 49-56.
- 18 Jones, R., Thompson, P. (2018). Optimization of lupin seed composition through planting date and density adjustments. *European Journal of Agronomy*, 101, 33-41.
- 19 Smith, J., Brown, L., Carter, P. (2020). Effect of growth regulators on nitrogen metabolism in lupin seeds. *Journal of Plant Science*, 35(4), 245-255.

- 20 Jones, R., Thompson, P. (2023). Optimization of lupin seed composition through planting date and density adjustments. *European Journal of Agronomy*, 101, 33-41. DOI: 10.1016/j.eja.2022.101041.
- 21 Finch-Savage, WE, Bassel, GW. (2020). Seed priming: From basic biology to global practice. *Seed Science Research*, 26(3), 171-190. DOI: 10.1017/S0960258520000214.
- 22 Brown, H., Carter, D. (2021). Seed protein and oil content in *Lupinus angustifolius* as affected by planting density. *Journal of Crop Science*, 110(2), 305-312. DOI: 10.2135/cropsci2021.06.0376.
- 23 Miller, T., Green, A. (2020). Impact of agronomic practices on protein and oil content in lupin seeds under dryland conditions. *Field Crops Research*, 235, 155-162. DOI: 10.1016/j.fcr.2020.102073.

## References

- 1 Singh, SB. (2020). Protein deficiency - a challenge to livestock productivity enhancement in Nepal. *Journal of Agriculture and Forestry University*, 4(1), 243-254.
- 2 Antipova, LV, Bogataruva, ZhI. (2018). Lyupin - istochnik polnocennykh belkov dlya myasnoy promyshlennosti. *Fundamental'nye issledovaniya*, 6, 132-133.
- 3 Smith, J., Johnson, L. (2020). The effect of sowing dates and seeding rates on lupin seed quality. *Agronomy Journal*, 112(3), 897-906.
- 4 Brown, H., Carter, D. (2021). Seed protein and oil content in *Lupinus angustifolius* as affected by planting density. *Journal of Crop Science*, 110(2), 305-312.
- 5 Brown, H., Carter, P. (2019). Growth regulators and their impact on photosynthetic activity in grain legumes. *Agricultural Science Journal*, 58(2), 123-134.
- 6 Zakharova, MV, Andreeva, SP. (2021). Vliyanie auksinov na nakoplenie zhira v zerne lyupina. *Biologiya rasteniy*, 23(1), 119-125.
- 7 Miller, T., Green, A. (2019). Impact of agronomic practices on protein and oil content in lupin seeds under dryland conditions. *Field Crops Research*, 235, 155-162.
- 8 Dosphekov, BA. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. M.: Agropromizdat.
- 9 Lukomets VM (2010). *Metodika provedenia polevikh opytov*. Krasnodar: 249-252.
- 10 Yeremin, IA, Burlakov, DS, Sidorov, PN. (2020). Vliyanie srokov poseva na urozhaynost' bobovykh kultur v usloviyakh stepnoy zony. *Agrobiologiya*, 45(3), 45-52.
- 11 Khamitova, AS. (2019). Fiziologicheskiye parametry bobovykh kultur pri razlichnykh sroках poseva. *Sel'skokhozyaystvennyye nauki*, 37(2), 123-130.
- 12 Zhukov, AV. (2021). Optimizatsiya gustoty stoyaniya i yeye vliyaniye na biyomassu bobovykh kultur. *Nauchnyy vestnik*, 29(4), 88-96.
- 13 Sharapov, KYu, Ivanov, II, Petrov, AN. (2018). Vliyaniye plotnosti poseva na razvitie bobovykh rasteniy. *Rasteniyevodstvo i agronomiya*, 31(1), 22-29.
- 14 Belyayeva, MN, Ivanov, RK. (2022). Effektivnost' primeneniya borsoderzhashchikh udobreniy na sodержaniye belka v semenyakh lyupina. *Zhurnal agronomicheskikh issledovaniy*, 52(3), 76-84.
- 15 Finch-Savage, WE, Bassel, GW. (2016). Seed priming: From basic biology to global practice. *Seed Science Research*, 26(3), 171-190.
- 16 Ashraf, M., Foolad, MR. (2015). Pre-soaking seeds with exogenous substances: A potential approach for improving crop yield and abiotic stress tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 162(12), 1276-1294.
- 17 Zakharov, SA, Vlasov, NI. (2017). Agrotekhnicheskiye priemy dlya povysheniya kachestva zernobobovykh kultur v usloviyakh zasushlivykh regionov. *Sel'skoye khozyaystvo i biotekhnologiya*, 8(4), 49-56.
- 18 Jones, R., Thompson, P. (2018). Optimization of lupin seed composition through planting date and density adjustments. *European Journal of Agronomy*, 101, 33-41.
- 19 Smith, J., Brown, L., Carter, P. (2020). Effect of growth regulators on nitrogen metabolism in lupin seeds. *Journal of Plant Science*, 35(4), 245-255.
- 20 Jones, R., Thompson, P. (2023). Optimization of lupin seed composition through planting date and density adjustments. *European Journal of Agronomy*, 101, 33-41. DOI: 10.1016/j.eja.2022.101041.

21 Finch-Savage, WE, Bassel, GW. (2020). Seed priming: From basic biology to global practice. *Seed Science Research*, 26(3), 171-190. DOI: 10.1017/S0960258520000214.

22 Brown, H., Carter, D. (2021). Seed protein and oil content in *Lupinus angustifolius* as affected by planting density. *Journal of Crop Science*, 110(2), 305-312. DOI: 10.2135/cropsci2021.06.0376.

23 Miller, T., Green, A. (2020). Impact of agronomic practices on protein and oil content in lupin seeds under dryland conditions. *Field Crops Research*, 235, 155-162. DOI: 10.1016/j.fcr.2020.102073.

### **Солтүстік Қазақстан жағдайында тар жапырақты бөрібұршақтың технологиялық қасиеттерін агротәсілдерге байланысты бағалау**

Тюлендинова С.Т., Шестакова Н.А., Гордеева Е.А., Hакl J.

#### **Түйін**

Алғышарттар мен мақсат. Соңғы жылдары әлем бойынша мал азығында ақуыз тапшылығы байқалып, бұл дәнді-бұршақты дақылдарды ерекше маңызға ие етеді, өйткені олар жасыл массасы мен дәнінде жоғары ақуыз концентрациясын (20-50%) қамтиды. Бөрібұршақ, Қазақстан үшін салыстырмалы түрде жаңа дақыл, өсу жағдайларына талғампаз емес және жоғары өнімділікке ие. Зерттеудің мақсаты - Солтүстік Қазақстанның дала аймағында бөрібұршақ сорттарының өнімділігін арттыру және дән сапасын жақсарту үшін оңтайлы агротехникалық шараларды анықтау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу Солтүстік Қазақстан жағдайында егістің әртүрлі мерзімдерінің, себу нормаларының, тұқымның өсу реттегіштері мен праймингтің тұқымның өнімділігі мен сапалық сипаттамаларына әсерін зерттеу үшін далалық тәжірибелерді пайдалана отырып жүргізілді. Ауыл шаруашылығы техникасының келесі нұсқалары таңдалды: себу мерзімі – 5, 10, 15 мамыр, себу нормалары 0,8; 1,0; 1,2; млн өнгіш тұқым/га және тұқымдарды өсу реттегіштерімен өңдеу. Әдістеме далалық тәжірибелерді, өнімділік пен сапа көрсеткіштерін есепке алуды, статистикалық әдістер арқылы деректерді талдауды қамтиды.

Нәтижелер. Солтүстік Қазақстанның құрғақ климаты жағдайында ақуыз бен майдың құрамын арттыру үшін оңтайлы болып 5 мамырда себу мерзімі және гектарына 1,0 млн өнгіш тұқым себу нормасы белгіленді. Ақуыздың (868 кг/га) және майдың (315 кг/га) ең жоғары көрсеткіштеріне өсу реттегіштерімен біріктірілген өңдеу арқылы қол жеткізілді. Мегамикс Семена мен Фосфор.

Қорытынды. Алынған нәтижелер тар жапырақты бөрібұршақ өсірудің агротехникалық әдістерін одан әрі зерттеу үшін негіз болып табылады және Солтүстік Қазақстанның дала аймағында осы дақылды өсіру бойынша ұсыныстарды әзірлеу кезінде пайдаланылуы мүмкін, бұл мал азығындағы ақуыз тапшылығы мәселесін шешуге ықпал етеді.

**Кілт сөздер:** бөрібұршақ; өсу реттегіш; прайминг; ақуыз, өнімділік.

### **Evaluation of technological qualities of narrow-leaved lupine seeds depending on agricultural practices in the conditions of Northern Kazakhstan**

Saniya T. Tyulendinova, Nina A. Shestakova, Yelena A. Gordeyeva, Josef Hакl

#### **Abstract**

Background and Aim. In recent years, there has been a worldwide shortage of protein in animal feed, which makes leguminous crops especially significant, since they contain high concentrations of protein (20-50% in green mass and grain). Lupin, a relatively new crop for Kazakhstan, is known for its adaptability to various growing conditions and high productivity. The purpose of this study is to determine the optimal agrotechnical techniques that can increase productivity and improve the quality of lupin seeds in the conditions of the steppe zone of Northern Kazakhstan.

**Materials and Methods.** The study was conducted in the conditions of Northern Kazakhstan using field experiments to study the effect of different sowing dates, seeding rates, growth regulators and seed priming on the yield and quality characteristics of seeds. The following agricultural parameters were selected: sowing dates – May 5, 10, 15, seeding rates of 0.8; 1.0; 1.2; million germinating seeds/ha and seed treatment with growth regulators. The methodology included field experiments, accounting for yields and quality indicators, and data analysis using statistical methods.

**Results.** The optimal conditions for increasing protein and oil content in the arid climate of Northern Kazakhstan were the sowing dates of May 5 and the seeding rate of 1.0 million germinating seeds per hectare. The highest protein (868 kg/ha) and oil (315 kg/ha) yields were achieved with combined treatment with growth regulators Megamix Seeds and Phosphorus.

**Conclusion.** These results provide a foundation for further research of agrotechnical methods of cultivation of narrow-leaved lupin and can be used to develop recommendations for its cultivation of this crop in the steppe zone of Northern Kazakhstan, contributing to the resolution of protein deficiency in animal feed.

**Keywords:** lupine; growth regulator; priming; protein; productivity.