

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Саке-на Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 1(120). - Б.144-159.- ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.1(120).1587

УДК 633.367.2: 631.5

МРНТИ 68.35.31

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS*) В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОПРИЕМОВ

*Тюлендинова Сания Токжановна*

*Докторант*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина*

*г. Астана, Казахстан*

*E-mail: saniya\_98\_98@mail.ru*

*Гордеева Елена Анатольевна*

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

*Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина*

*г. Астана, Казахстан*

*E-mail: gordeeva1311@mail.ru*

### Аннотация

В последние годы в Казахстане, как и во всем мире, сельское хозяйство направлено на экологизацию и биологизацию систем земледелия. В этом направлении огромную роль играет органическое земледелие, потенциал которого в стране полностью не реализован. Согласно мировому опыту, в решении данной проблемы особое значение уделяется возделыванию зернобобовых культур, в том числе и люпина, повышающий почвенное плодородие и обеспечивающий высокую продуктивность. Площади возделывания зернобобовых в Республике остаются небольшими, что связано с недостаточной осведомленностью об агротехнологии и особенностях развития культур. Люпин новая культура для Казахстана и требует большого изучения. Потенциальные возможности культуры реализуются на физиологическом уровне, включающий процесс фотосинтеза. Следовательно, изучение особенностей формирования фотосинтетического аппарата люпина является актуальным.

Исследование было проведено для изучения влияния агроприемов на фотосинтетическую деятельность кормового люпина в условиях Северного Казахстана. В ходе исследования были установлены основные закономерности изменения ассимиляционной поверхности, динамики накопления сухого вещества, фотосинтетического потенциала и чистой фотосинтетической продуктивности в зависимости от агроприемов. Выявлены оптимальные сроки посева и нормы посева люпина, а также обоснована целесообразность применения регуляторов роста.

Методология исследований основана на аналитическом обзоре литературных источников, постановке цели, разработке программы исследований. Методы исследований – полевые опыты, учеты и наблюдения, математическая обработка данных.

Исследования показали, что обработка регуляторами роста Мегамикс Семена до посева и по вегетации Мегамикс Бор обеспечивают максимальные показатели в фазу плодообразования - по ассимиляционной поверхности (48,5 см<sup>2</sup>), фотосинтетического потенциала (55,25 тыс. м<sup>2</sup> x сутки/га), в фазу созревания - по сухой биомассе (3,91 г/растение), чистой продуктивности фотосинтеза (96,1 г/м<sup>2</sup> в сутки). Посев 5 мая с нормой 1,0 млн всхожих семян/га был оптимальным в условиях засушливого климата. В данных опытах отмечается положительная корреляция урожайности с площадью листовой поверхности ( $r = 0,87-0,91$ ) и накоплением сухого вещества ( $r = 0,79-0,96$ ).

Данная работа может служить основой для дальнейшего изучения фотосинтетической активности люпина, а также может быть полезна при выборе сроков посева, норм высева, регуляторов роста для возделывания люпина в засушливых условиях.

**Ключевые слова:** люпин узколистый; ассимиляционная поверхность; сухая биомасса; фотосинтетический потенциал; чистая продуктивность фотосинтеза; регуляторы роста; сроки посева и нормы высева.

### Введение

Продуктивность люпина, как и любой сельскохозяйственной культуры, зависит фотосинтетической активности, определяемая площадью листовой поверхности, накоплением сухого вещества и интенсивностью фотосинтеза. Фотосинтетическая деятельность представляет сложный комплекс процессов, в основе которых лежат поглощение фотосинтетической активной радиации (ФАР) и ее дальнейшее использование. Данные процессы тесно связаны с метеорологическими условиями и регулируются приемами технологии возделывания. Следовательно, агроприемы должны обеспечить условия, при которых растения будут формировать оптимальную площадь листьев и густоту стояния. В этой связи значительная роль отводится срокам и нормам высева, фону питания [1].

Ничипорович А.А. в своих исследованиях установил тесную взаимосвязь между продуктивностью и основными физиологическими процессами – рост и фотосинтез. При увеличении размеров листовой поверхности повышается взаимная затененность, тем самым снижая интенсивность и чистую продуктивность фотосинтеза. А при недостаточной площади листьев солнечная энергия поглощается не полностью [2].

Фотосинтетическая активность регулируется системой агроприемов, одними из которых являются сроки посева, нормы высева, применение регуляторов роста. В исследованиях Куренской О.Ю. площадь листьев в первые фазы вегетации увеличивалась с небольшими темпами – от 2,6 до 4,3 тыс. м<sup>2</sup>/га. Максимальная площадь формировалась при комплексном применении макро и микроудобрений, где листовая поверхность была больше на 1,0-1,7 тыс. м<sup>2</sup>/га. Максимальный прирост наблюдался в фазу стеблевания-бутонизация, варьирующий по вариантам от 8,8 до 12,5 тыс. м<sup>2</sup>/га. Наибольший прирост отмечался при фосфорно-калийном питании – 12,5 тыс. м<sup>2</sup>/га [3].

В опытах Белорусской ГСХА (Радкевич М.Л., 2018) обработка регуляторами роста увеличивала накопление сухой биомассы в фазу цветения на 5 %, в фазу образования зерна на 18 % [4]. Максимальное накопление сухого вещества было отмечено при применении регулятора роста МикроСтим В на удобренном фоне – 8,4 г на растение в фазу ветвления и 33,6 г на растение в фазу плодообразования (Вильдфлуш И.Р., Пироговская Г.В. и др., 2016) [5].

В опытах Ключковой О.В., Холодинского В.В. (2012-2014) обработка семян стимулирующими составами в среднем за годы исследований позволили дополнительно получить 5,1 ц/га, что составило 22,4 % зерна. Эффективность регуляторов по годам была различной, что может быть связано с разной обеспеченностью питательными веществами и условиями вегетации. Повышение урожайности, обеспечиваемая регуляторами, происходила за счет повышения полевой всхожести семян на 2,7 – 8,5 % и сохранности – на 8,3 – 12 % [6].

При изучении влияния сроков посева на продуктивность зернобобовых многочисленные исследования свидетельствуют об опасности слишком ранних и чрезмерно поздних посевов. Поскольку при ранних посевах на фоне низких температур высокая влажность ведет к затягиванию появления всходов, а при поздних сроках растения часто страдают от недостатка влаги. Исследования Таспаева Н.С. по влиянию агроприемов на продуктивность зернобобовых показали, что наибольшую листовую поверхность растения формируют при более ранних сроках посева – 22,5 тыс. м<sup>2</sup>/га в фазу плодообразования, а на вариантах с поздним сроком размеры ассимиляционной поверхности уменьшались до 13,1 тыс. м<sup>2</sup>/га. Аналогично наблюдалась закономерность в чистой продуктивности фотосинтеза, где максимальные показатели были при раннем посеве – 3,39 г/м<sup>2</sup> в сутки, соответственно [7].

На фотосинтетическую деятельность растений значительное влияние оказывает структура посева, регулируемая нормами высева. Данные исследований Казаченко И.Г. свидетельствуют о том, что при увеличении нормы высева в пределах одного сорта снижается накопление сухого вещества на 8-14 % [8].

## Материалы и методы

Объект исследования – сорт узколистного люпина Орловский кормовой со средней урожайностью 25-30 ц/га. Сорт является низкоалколоидным (0,045%). Вегетационный период составляет 85-90 дней. Растения устойчивы к фузариозу, обладает высокой азотфиксирующей деятельностью [9].

Исследование состояло из двух опытов: 1) изучение влияния сроков посева и норм высева на формирование продуктивности люпина узколистного; 2) изучение влияния регуляторов роста на формирование продуктивности люпина узколистного.

Опыты были заложены на базе Северо-Казахстанской сельскохозяйственной опытной станции в 2023 году. Почвы черноземы обыкновенные обычные, карбонатные. Содержание гумуса 4,1-6,0 %. характеризуются нейтральной рН почвенной среды по всему профилю. Содержание подвижного фосфора в почвах очень низкое в слое 0-15 см и колеблется от 9,57 мг/кг – 13,0 мг/кг, а в нижних горизонтах содержание подвижного фосфора резко падает и местами – отсутствует. Содержание общего азота в данных почвах варьируют от 0,10% до 0,25% в верхних горизонтах. Содержание общего азота низкое по сравнению с зональными показателями данных почв. Гранулометрический состав почв в основном среднесуглинистый, почвообразующие породы покровные суглинки. Плотность почвы на черноземе обыкновенном оптимальная и составляет – 1,1 г/см<sup>3</sup> -1,2 г/см<sup>3</sup> в верхних горизонтах.

Полевой опыт был заложен в соответствии с рекомендациями Доспехова Б.А. (1985). Посев проводился механизированным способом. Площадь опытной делянки 17 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, расположение делянок последовательное [10].

Схемой первого опыта предусматривалось три срока посева - 5 мая, 10 мая, 15 мая и три нормы высева - 0,8 млн всхожих семян/га, 1,0 млн всхожих семян/га, 1,2 млн всхожих семян/га. Второй опыт состоял из следующих вариантов: контроль (семена без обработки), Мегамикс Семена (1,5 л/т), Мегамикс Семена + Профи (0,7 л/т), Мегамикс Семена + Бор (1л/т), Мегамикс Семена + Листовая Диагностика. Листовая диагностика проводилась в фазу бутонизации при помощи полевой лаборатории «Фитоскан». Результаты диагностика показали дефицит растений в фосфоре, на основе которого была проведена обработка Мегамикс Фосфором (0,5л/т).

Мегамикс Семена – регулятор, предназначенный для предпосевной обработки семян, состоящий из двух растворов. В состав первого раствора входят MgO (22 г/л), SO<sub>3</sub> (145 г/л), Cu (33 г/л), Zn (31 г/л), Fe (4 г/л), Mn (3 г/л), Co (2,8 г/л), Ni (0,1 г/л), второй раствор состоит из N (58 г/л), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (6 г/л), K<sub>2</sub>O (58 г/л), B (4,6 г/л), Mo (7 г/л), Cr (0,5 г/л), Se (0,1 г/л). Данные элементы обеспечивают полноценное питание всходов на ранних этапах развития и формирование мощной корневой системы.

Мегамикс Профи стимулирует корневое питание, активизирует деятельность ферментов и восполняет дефицит питательных элементов, повышая урожайность и его качество. В состав входят: микроэлементы: Cu – 7 г/л, Zn 14 г/л, Fe – 3 г/л, Mn – 3,5 г/л, B – 1,7 г/л, Mo – 4,6 г/л, Co – 1 г/л, Cr – 0,3 г/л, Ni – 0,1 г/л; макроэлементы- N – 6 г/л, K<sub>2</sub>O – 0,1 г/л, SO<sub>3</sub>- 70 г/л, MgO - 15 г/л.

Мегамикс Бор устраняет дефицит бора, способствует закладке генеративных органов и нормальному росту стеблей и листьев. В своем составе содержит микроэлементы - Cu (7 г/л), Zn (14 г/л), Fe (3 г/л), Mn (3,5 г/л), B (1,7 г/л), Mo (4,6 г/л), Co (1 г/л), Cr (0,3 г/л), Ni (0,1 г/л); макроэлементы – N (6 г/л), K<sub>2</sub>O (0,1 г/л), SO<sub>3</sub> (70 г/л), MgO (15 г/л).

Мегамикс Фосфор устраняет дефицит фосфора и азотно-фосфорный дисбаланс, повышает посевные качества семян. В составе содержатся микроэлементы – Cu (0,28 г/л), Zn (2,5 г/л), Mn (1,1 г/л), B (0,7 г/л), Mo (0,38 г/л); макроэлементы – N (63 г/л), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (242 г/л), K<sub>2</sub>O (69 г/л), SO<sub>3</sub> (5,7 г/л), MgO (0,28 г/л).

Фенологические наблюдения, густота стояния, учет урожая определялись согласно «Методики проведения сортоиспытания сельскохозяйственных растений» (2011). Фенологические наблюдения проводились систематически по всем вариантам в двух несмежных повторениях, выделяемых для учета до всходов. За дату начала фазы принималось наступление ее у 10-15% растений на всей делянке, а полная фаза - не менее чем у 75% растений. При затруднении определения фазы на глаз, в двух разных местах делянок произвольно отсчитывалось по 20 растений и

определялось количество вступивших в данную фазу. Результаты суммировались и вычислялся процент растений, вступивших в фазу. Отмечались следующие даты: посев, всходы, два настоящих листа, стеблевание, бутонизация, цветение, плодообразование и созревание. При появлении полных всходов и перед уборкой определялась густота стояния – количество растений на единице площади. Использовалась рамка площадью 0,5 – 1 м<sup>2</sup>, которая накладывалась по диагонали деланки и затем по ней проводился подсчет растений. Повторность четырехкратная [11].

Площадь листовой поверхности – экспресс-методом с помощью лазера CID Area Meter. Для этого отбиралось по 10 растений в четырехкратной повторности в разных местах деланки. Листья каждого растения помещались к поверхности сканера и закрывалась зажимом. После лист протягивался по всей длине при помощи встроенного катка. Результаты сканирования высвечивались на дисплее и выводилась средняя площадь ассимиляционной поверхности листьев.

Накопление сухого вещества и фотосинтетическая активность определялись согласно методикам, изложенных в работах Ничипоровича А.А. (1982). В четырехкратной повторности отбирались пробы по 10 растений, взвешивалась зеленая биомасса. Затем растения подвергались сушке в термостатах при температуре 105 °С – 1 час, следующие 3-4 часа – при температуре 70 °С. После 6 часов сушки проводилось взвешивание. При расхождении между данными измерениями не больше 3-х %, пробы оставляли еще на час в термостате, при превышении 3-х % шестичасовой цикл повторялся. Окончательное взвешивание отмечалось как вес сухой биомассы. Затем расчетным методом определялись главные составляющие фотосинтетической активности – фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза. Фотосинтетический потенциал – произведение площади листьев на число дней их работы, чистая продуктивность фотосинтеза – сумма общей сухой биомассы, образованной растениями в течение суток в расчете на 1 м<sup>2</sup> листьев.

Для учета урожая с закрепленных площадок в четырехкратной повторности отбирались растения, данный сноп взвешивался. После чего подсчитывалось число растений в снопе, количество бобов на одном растении, количество семян в бобе.

Математическая обработка с помощью программ Snedecor и MS Excel. Полученные данные анализировались с помощью однофакторного дисперсионного анализа. При фактической разности НСР<sub>05</sub>, она является существенной и значимой; при меньшем показателе – несущественна.

### **Результаты**

По данным Северо-Казахстанской СХОС (метеостанция Шагалалы) метеорологические условия вегетационного 2023 года характеризовались, как засушливые. В период с мая по август выпало 145,4 мм осадков при многолетних показателях 193 мм. Суммарно за лето весенне-летний период выпало 145,4 мм осадков, что составило 75% от нормы. Сумма активных температур (2313 °С) за вегетационный период была достаточной для достижения полной спелости люпина (рисунок 1).

Умеренные температуры ( $t_{cp}=19,1^{\circ}\text{C}$ ) и количество осадков (41,1 мм) в июне создали благоприятные условия для закладки органов цветка, поскольку на этот период выпала фаза бутонизации ранних сроков посева. Отсутствие осадков в первой декаде июля стали причиной низкорослости и мелколистности, что отрицательно сказалось на формировании ассимиляционной поверхности. Низкое количество осадков за весь июль (22,7 мм) и их неравномерное распределение на фоне высоких температур ( $t_{cp}=24,1^{\circ}\text{C}$ ) негативно отразилось на процессах цветения и плодообразования. Метеорологические условия значительно влияли на формирование листового аппарата. В исследованиях Гатаулиной Г.Г. и др. (2017) растения люпина формировались низкорослыми при недостатке влаги в период цветения, это в свою очередь снижало урожай сухой биомассы на 25% [12].

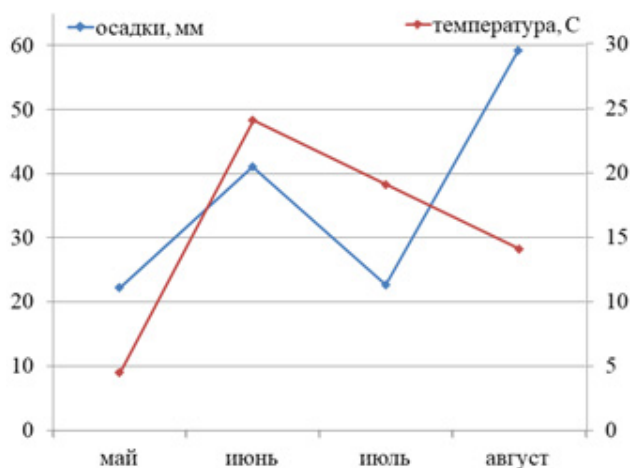


Рисунок 1 – Метеорологические условия вегетационного периода 2023 года

До фазы плодообразования на всех сроках у растений активно нарастала площадь листовой поверхности, затем постепенно уменьшалась к наливу семян. При повышении нормы высева вследствие возрастания степени затенения площадь листьев уменьшалась. Таким образом, наибольшая площадь листьев на растение формировалась при норме высева 0,8 млн всхожих семян/га. Максимальный прирост наблюдался в межфазный период цветение-плодообразование (27,9 см<sup>2</sup> - 39,3 см<sup>2</sup> на растение). Наименьшая площадь листьев отмечалась при норме высева 1,2 млн всхожих семян/га – на 15-20 % меньше, чем при нормах 0,8 и 1,0 млн всхожих семян/га.

При ранних сроках посева формировалась наибольшая площадь листьев. При посеве 15 и 20 мая засушливые условия стали причиной низкорослости и слабого формирования вегетативной массы. Так, на третьем сроке посева площадь листьев была в 2-2,5 раза меньше в сравнении с первым. Максимальная площадь листьев на первом сроке в период плодообразования составила 43,8 см<sup>2</sup> на растение, минимальная – 33,5 см<sup>2</sup>; на втором сроке – 29 см<sup>2</sup> и 27,6 см<sup>2</sup>, на третьем сроке – 32 см<sup>2</sup> и 25,3 см<sup>2</sup> соответственно (таблица 1).

Таблица 1 – Ассимиляционная поверхность листьев люпина узколистного в зависимости от сроков посева и норм высева, см<sup>2</sup>/растение

Вариант		Фенологические фазы				
срок посева	норма высева, млн всхожих семян/га	стеблевание	бутонизация	цветение	плодообразование	созревание
05.10	0,8	18,2	25	36,7	43,8	35,5
	1,0	17,7	24,2	31,5	40,7	32,7
	1,2	14,8	20,9	25,8	33,5	27,5
Среднее по сроку		16,9	23,4	31,3	39,3	31,9
НСР <sub>05</sub>		3,37	4,72	0,11	0,10	0,22
10.05	0,8	16,1	20,6	25,3	29	23,1
	1,0	14,1	18	24,1	28,5	22,1
	1,2	13,6	15,2	20,7	27,6	17,9
Среднее по сроку		14,6	17,9	23,4	28,4	21,0
НСР <sub>05</sub>		0,12	0,14	0,11	0,12	0,08



Продолжение таблицы 1

15.05	0,8	9,5	10,8	15,4	32,0	18,8
	1,0	8,4	9,7	10,6	26,4	16,9
	1,2	8,2	9,6	10,3	25,3	15,5
Среднее по сроку		8,70	10,03	12,1	27,9	17,1
НСР <sub>05</sub>		0,07	0,05	0,15	0,08	0,09

При применении регуляторов роста наблюдалось заметное увеличение площади листовой поверхности. До момента цветения площадь растений, обработанных Мегамикс Семена до посева, превышала контроль на 3,9-4,4 см<sup>2</sup>. После проведения обработки в фазу бутонизации отмечалось значительное увеличение ассимиляционной поверхности с фазы цветения. Максимальная площадь в этот период наблюдалась в варианте Мегамикс Семена + Бор – 65,3 см<sup>2</sup>. В составе регулятора Мегамикс Бор содержится 65 г/л азота, что повлияло на активный рост листьев. Также большую листовую поверхность формировали растения при обработке Мегамикс Профи – 61,4 см<sup>2</sup> в фазу цветения. Показатели по вариантам Мегамикс Семена и Менгамикс Семена + Диагностика (Фосфор) в данную фазу составили 55,2 см<sup>2</sup> и 58,3 см<sup>2</sup> соответственно. Площадь листовой поверхности начала уменьшаться с момента плодообразования, но закономерность по вариантам была аналогично предыдущей фазе.

Таблица 2 – Ассимиляционная поверхность люпина узколистного в зависимости от применения регуляторов роста, см<sup>2</sup>/растение

Вариант	Фенологическая фаза				
	стебле-вание	бутони-зация	цвете-ние	плодоо-бра-зование	созрева-ние
Контроль (сухие семена)	14,8	17,9	23,8	33,5	32,7
Мегамикс Семена	19,2	24,7	55,2	38,7	33,5
Мегамикс Семена + Профи	18,7	23,7	61,4	44,8	39,2
Мегамикс Семена + Бор	18,9	24,5	65,3	48,5	39,3
Мегамикс Семена + Диагностика (Фосфор)	19,1	23,7	58,3	43,4	35,4
НСР <sub>05</sub>	0,10	0,08	0,11	0,19	0,11

В начальные фазы роста люпина величина фотосинтетического потенциала (ФП) была низкой, потенциал начал возрастать с момента бутонизации. Максимальный фотосинтетический потенциал отмечается при ранних сроках посева – 35,49 тыс. м<sup>2</sup> x сутки в фазу плодообразования. Посев в более поздние сроки снижал данный показатель на 9,5 (10 мая) и 13,8 тыс. м<sup>2</sup> · сутки (15 мая). Фотосинтетический потенциал увеличивался с повышением нормы высева на первых двух сроках, при посеве 15 мая с нормой высева 1,2 млн всхожих семян/га ФП был наименьшим – 20,67 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Таблица 3 – Фотосинтетический потенциал (тыс. м<sup>2</sup>/га x сутки) люпина узколистного в зависимости от сроков посева и норм высева

Вариант		Фенологические фазы				
срок посева	норма высева, млн всхожих семян/га	стеблевание	бутонизация	цветение	плодообра-зование	созревание
5 мая	0,8	12,5	24,99	28,08	33,54	27,17
	1,0	13,9	28,22	28,21	36,4	29,38
	1,2	14	29,07	28,34	36,53	30,03

Продолжение таблицы 3

Среднее по сроку		13,5	26,52	28,21	35,49	28,86
НСР <sub>05</sub>		0,13	0,11	0,12	0,07	0,02
10 мая	0,8	14,17	21,28	21,32	24,44	19,5
	1,0	14,17	22,24	22,49	26,65	20,67
	1,2	14,43	22,56	22,75	26,91	19,11
Среднее по сроку		14,3	22,08	22,23	26	19,76
НСР <sub>05</sub>		0,02	0,01	0,04	0,01	0,04
15 мая	0,8	6,08	7,5	9,23	19,11	11,18
	1,0	8,32	8,25	7,8	21,06	11,44
	1,2	8,96	9	8,45	21,97	11,83
Среднее по сроку		7,84	8,25	8,45	20,67	11,44
НСР <sub>05</sub>		0,09	0,16	0,12	0,02	0,03

В опыте с регуляторами наибольший фотосинтетический потенциал был также в фазу плодообразования. Обработанные посевы существенно превышали показатель контроля – 35,75 тыс. м<sup>2</sup> х сут/га, а максимальный наблюдался при обработке Мегамикс Бор – 55,25 тыс. м<sup>2</sup> х сут/га (таблица 4).

Таблица 4 – Фотосинтетический потенциал люпина узколистного в зависимости от применения регуляторов роста, тыс. м<sup>2</sup>/га сутки

Вариант	Фенологическая фаза				
	стеблевание	бутонизация	цветение	плодообразование	созревание
Контроль (без обработки)	12,5	24,99	25,35	35,75	34,84
Мегамикс Семена	16,7	34,85	59,54	41,73	36,14
Мегамикс Семена + Профи	16,1	34,34	65,39	52,35	41,73
Мегамикс Семена + Бор	16,2	34,51	70,33	55,25	42,38
Мегамикс Семена + диагностика (Фосфор)	21,32	31,36	62,79	46,8	38,09
НСР <sub>05</sub>	0,18	0,03	0,04	0,05	0,07

Наблюдения за динамикой накопления сухой массы люпина узколистного показали, что накопление сухого вещества до плодообразования происходит за счет массы стеблей и листьев, а в фазу плодообразования-созревания определяется в массе стеблей и бобов. Как выше было указано, что загущение посевов снижало площадь листовой поверхности и длины стеблей из-за затенения. Это существенно повлияло на формирование сухой биомассы.

Максимальное накопление отмечается при норме высева 0,8 млн в.с. (2,1-2,6 г на растение в фазе созревания). В первой половине вегетации при увеличении нормы высева масса сухого вещества снижалась незначительно (не более 1 г). После цветения сухая масса при увеличении густоты снижалась в среднем на 1-2 г.

При поздних сроках посева растения формировались низкорослыми и мелколистными из-за недостаточной влагообеспеченности. Это являлось главной причиной снижения сухой массы растения. Наименьший показатель отмечался в фазу стеблевания при посеве 15 мая – 0,09 г на растение (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика накопления сухого вещества люпином узколиственным в зависимости от сроков посева и норм высева, г/растение

Вариант		Фенологические фазы				
срок посева	норма высева, млн всхожих семян/га	стеблевание	бутонизация	цветение	плодообразование	созревание
5 мая	0,8	0,31	0,62	1,72	2,35	3,10
	1,0	0,29	0,55	1,40	1,41	2,51
	1,2	0,21	0,52	1,21	1,24	2,05
Среднее по сроку		0,27	0,56	1,44	1,30	2,50
НСР <sub>05</sub>		0,02	0,01	0,03	0,02	0,02
10 мая	0,8	0,23	0,40	0,98	1,93	2,66
	1,0	0,14	0,37	0,85	1,91	2,35
	1,2	0,11	0,19	0,76	1,87	2,10
Среднее по сроку		0,16	0,32	0,86	1,88	2,34
НСР <sub>05</sub>		0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
15 мая	0,8	0,10	0,25	0,84	2,06	2,38
	1,0	0,10	0,22	0,71	1,95	2,29
	1,2	0,09	0,16	0,69	1,62	2,07
Среднее по сроку		0,10	0,21	0,75	1,83	2,17
НСР <sub>05</sub>		0,01	0,01	0,02	0,03	0,02

Максимальная чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) отмечалась в фазу созревания за счет наличия плодов и семян, увеличивающие сухое вещество. По срокам посева данный показатель варьировал в пределах 20,2-22,7 г/м<sup>2</sup> за сутки. С более поздним посевом ЧПФ снижалась на 6-7 %. Увеличение нормы высева вело к снижению ЧПФ на 1,0-2,5 г/м<sup>2</sup> за сутки (рисунок 2).

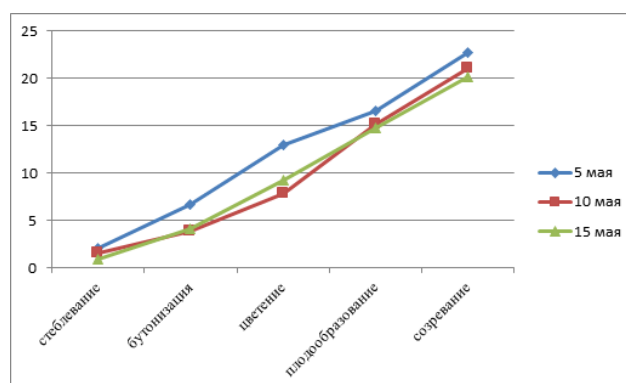


Рисунок 2 – Чистая продуктивность фотосинтеза люпина узколистного в зависимости от сроков и норм высева, г/м<sup>2</sup> за сутки

Регуляторы роста способствовали нарастанию сухого вещества. На первых фазах вегетации обработанные варианты превышали контрольный на 0,3-1,0 г сухого вещества. После обработки отмечалась значительное повышение сухой массы (1,85-1,96 г на растение). Питательные вещества регулятора «Мегамикс Семена» обеспечили прибавку до цветения. После обработанные по вегетации варианты накапливали сухое вещество значительно выше. Мегамикс Бор активно действовал на процесс образования и роста плодов, это обеспечило максимальный вес в фазу плодообразования - 3,01 г, созревания – 3,91 г. Показатели по вариантам Мегамикс Семена + Профи, Мегамикс Семена + Фосфор были практически на одном уровне – 3,09-3,19 г.



Таблица 6 – Динамика накопления сухого вещества люпином узколистным в зависимости от применения регуляторов роста, г/растение

Вариант	Фенологическая фаза				
	стеблевание	бутонизация	цветение	плодоо- бра- зование	созревание
Контроль (без обработки)	0,29	0,52	1,21	1,51	1,96
Мегамикс Семена	1,31	0,78	1,64	2,05	2,66
Мегамикс Семена + Профи	1,33	0,81	1,96	2,45	3,19
Мегамикс Семена + Бор	1,34	0,77	1,94	3,01	3,91
Мегамикс Семена + диа- гностика (Фосфор)	1,32	0,79	1,85	2,31	3,09
НСР <sub>05</sub>	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03

За счет высокой динамики накопления вещества наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза также была в момент созревания. Максимальный показатель в эту фазу составил в варианте Мегамикс Семена+Бор – 96,1 г/м<sup>2</sup> в сутки. В остальных вариантах применение регуляторов роста увеличивало ЧПФ на 22,7-27,25 г/м<sup>2</sup> за сутки (рисунок 3).

Таким образом, наиболее высокая урожайность отмечалась при раннем сроке посева, где максимальная урожайность была при норме высева 1,0 млн в.с – 9,7 ц/га, Посев в ранний срок позволил растениям воспользоваться весенней влагой. При более поздних сроках урожайность люпина снижалась на 1,7 - 2,5 ц/га, закономерность по нормам была аналогично первому сроку. Наблюдалась положительная корреляция урожайности с площадью листовой поверхности –  $r=0,91$  и динамикой накопления сухого вещества –  $r=0,79$  (таблица 7).

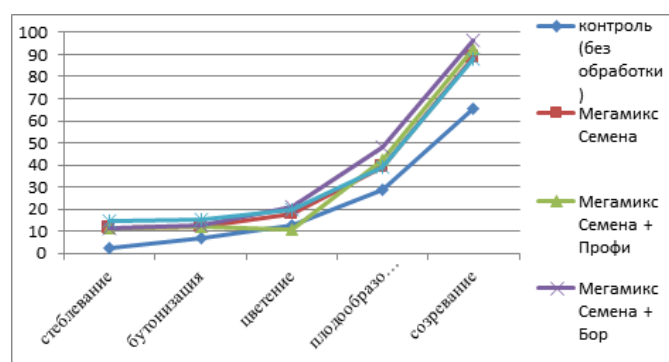


Рисунок 3 – Чистая продуктивность фотосинтеза люпина узколистного в зависимости от применения регуляторов роста, г/м<sup>2</sup> за сутки

Таблица 7 – Продуктивность люпина узколистного в зависимости от сроков посева и норм высева

Вариант		Урожайность, ц/га
срок посева	норма высева, млн всхожих семян/га	
5 мая	0,8	8
	1,0	9,7
	1,2	8,2
среднее по сроку		8,6
НСР <sub>05</sub>		1,14

Продолжение таблицы 7

10 мая	0,8	6,6
	1,0	6,5
	1,2	5,3
среднее по сроку		6,1
НСР <sub>05</sub>		1,13
15 мая	0,8	5,3
	1,0	4,2
	1,2	3,8
среднее по сроку		4,4
НСР <sub>05</sub>		1,11
Коэффициент корреляции (r): урожайность-площадь листовой поверхности=0,91 урожайность-сухая биомасса=0,79		

Применение регуляторов роста значительно повышало урожайность контроля (на 3-8 ц/га). Наибольшую прибавку обеспечил вариант Мегамикс Семена + Бор, где урожайность составила 15,9 ц/га. Бор способствовал активному плодообразованию на растении и завязыванию семян в бобе. Минимальная прибавка отмечалась при посеве обработанными семенами и без последующих обработок по вегетации – 3 ц/га. Урожайность в вариантах Мегамикс Семена + Профи и Мегамикс Семена + Диагностика (Фосфор) урожайность составила 11,5 ц/га и 13 ц/га соответственно (таблица 8). Урожайность в данном опыте также тесно коррелировала с площадью ассимиляционной поверхности ( $r = 0,87$ ) и сухой биомассой ( $r = 0,96$ ).

Таблица 8 – Продуктивность люпина узколистного в зависимости от применения регуляторов роста

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ±ц/га
Контроль (без обработки)	7,9	-
Мегамикс Семена	10,9	+3,0
Мегамикс Семена + Профи	11,5	+3,6
Мегамикс Семена + Бор	15,9	+8,0
Мегамикс Семена + Фосфор	13	+5,1
НСР <sub>05</sub>	1,12	-
Коэффициент корреляции (r): урожайность-площадь листовой поверхности=0,87 урожайность-сухая биомасса=0,96		

### Обсуждение

Исследования, проведенные в условиях Северо-Казахстанской СХОС, в очередной раз доказали, что в формировании урожая фотосинтез играет ведущую роль. Активность фотосинтезирующей деятельности зависит от размера и интенсивности ассимилирующей поверхности, уровня питания, элементов агротехники (Follet R.E.Board J.E., 2013). Наши данные по формированию ассимиляционной поверхности подтверждают исследования Куренской О.Ю. На первых этапах роста и развития площадь листовой поверхности увеличивается с небольшими темпами, а максимальная ассимиляционная поверхность формируется в фазу цветения.

Одним из главных факторов, влияющих на фотосинтетическую активность, является влагообеспеченность. Поскольку вегетационный период 2023 года был остро засушливым, возможным механизмом влияния данного фактора является то, что недостаток влаги ускорял развитие растения. Тем самым, накапливая меньше сухого вещества и формируя небольшую ассимиляционную

поверхность. Это влекло за собой снижение фотосинтетической активности при посеве в более поздние сроки. Высокие нормы высева на фоне засухи провоцировали конкуренцию между растениями. К такому же выводу пришли Гаттаулина Г.Г., Бельшкшина М.Е., Медведева Н.В. (2017) [12]. При дефиците влаги в растениях снижается количество свободной воды и усиливается испарение, это влечет за собой уменьшение поступления углекислого газа из-за закрытия устьиц. При таких условиях нарушается синтез хлорофилла, и структура хлоропластов разрушается. Данные механизмы в растениях могут быть причиной снижения фотосинтетической активности. Протекание данных процессов при недостатке воды были доказаны рядом ученых (Тимирязев К.А., 1948; Максимов Н.А., 1961; Чудинова Л.А., 2006 и др.) [13].

Исследования по влиянию нормы высева не подтверждают результаты опытов Gul Agha Sadiq, Fazlrahi Azizi и др., где при повышении нормы высева увеличивалась площадь листовой поверхности и динамика накопления сухого вещества зернобобовых. В нашем случае увеличение нормы высева способствовало затенению посевов, тем самым снижая ассимиляционную поверхность [14].

Оптимальным сроком посева люпина был ранний – 5 мая. Это подтверждает исследования Халимуллиной А.А. и Созинова А.В., проведенные в 2015-2017 годах на базе Курганской ГСХА. Так, при посеве в первой декаде мая отмечалось наибольшее накопление сухой биомассы, это позволило повысить урожайность люпина до 14,9 т/га [15].

В опытах были подтверждены результаты исследований Радкевича М.Л. по динамике накопления сухого вещества. Регуляторы роста способствуют значительному повышению сухой биомассы.

В наших опытах предпосевная обработка регулятором роста Мегамикс Семена значительно повысила всхожесть растений и способствовала увеличению зеленой биомассы растений. О положительном влиянии предпосевной обработки регуляторами сообщали Мазур В., Панцырева Х. и др. Вариант с применением регулятора улучшал фотосинтетическую активность люпина узколистного, повышая фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза. Это также было доказано Яговенко Т., которая установила, что предпосевная обработка увеличивает количество хлорофилла в листьях [16,17,18].

Таким образом, результаты наших исследований дополнили и расширили данные других опытов по влиянию сроков посева, норм высева, регуляторов роста на фотосинтетическую активность и урожайность бобовых культур.

### **Заключение**

Ранний срок посева (5 мая) способствовал формированию наибольшей ассимиляционной поверхности – 43,8 см<sup>2</sup> на растение в фазу плодообразования, при более поздних сроках посева площадь листовой поверхности уменьшалась до 29-32 см<sup>2</sup>. При данном сроке отмечается наибольший показатель фотосинтетического потенциала – 35,49 тыс. м<sup>2</sup> x сутки в фазу плодообразования. При поздних сроках посева растения развивались низкорослыми и мелколистными, это приводило к низкому накоплению сухого вещества – 1,83-1,88 г/растение в фазу плодообразования. С более поздним сроком посева ЧПФ снижалась на 6-7 %. Максимальный прирост листьев был при норме высева 0,8 млн всхожих семян/га – 27,9 -39,3 см<sup>2</sup> в фазу цветения. Фотосинтетический потенциал увеличивался с повышением нормы высева на первых двух сроках, при посеве 15 мая с нормой высева 1,2 млн всхожих семян/га ФП был наименьшим – 20,67 тыс. м<sup>2</sup>/га. Но увеличение нормы высева вело к снижению ЧПФ на 1-2,5 г/м<sup>2</sup>. Существенные различия на 5%-ом уровне значимости (НСР<sub>05</sub> =1,11-1,14) показали, что поздние сроки посева (15 мая) и увеличение нормы высева (1,2 млн всхожих семян/га) не приводит к повышению урожайности люпина узколистного.

При применении регуляторов роста наблюдалось заметное увеличение фотосинтетической активности. Лучшим вариантом в данном опыте был Мегамикс Семена+Бор. В данном варианте отмечались максимальные показатели по площади листьев – 65,3 см<sup>2</sup> в фазу цветения, накоплению сухого вещества – 3,91 г/растение в фазу созревания, фотосинтетическому потенциалу – 55,25 тыс. м<sup>2</sup> x сутки/га в фазу плодообразования, чистой продуктивности фотосинтеза – 96,1 г/м<sup>2</sup> в сутки. Применение других регуляторов также значительно превышало показатели контрольного

варианта. Таким образом, отмечается высокая существенность данных вариантов ( $HCР_{05} = 1,12$ ). Максимальную урожайность формировалась при обработке Мегамикс Бор – 15,9 ц/га, в остальных вариантах прибавка к контролю составила – 3-5,1 ц/га.

### Благодарность

Авторы выражают признательность руководству ТОО «Северо-Казахстанская СХОС» за предоставленную возможность проведения опытов на базе данной опытной станции и особую благодарность оригинаторам сорта Орловский ФГБНУ за предоставление необходимого объема семян для проведения исследований.

### Список литературы

- 1 Орлов, В.П. Влияние минерального и биологического азота на продуктивность и качество кормового люпина [Текст] / В.П. Орлов // Технологии возделывания зерновых и зернобобовых культур. - 2013. - №7. - С.106-107.
- 2 Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза [Текст]: А.А. Ничипорович. – М: Букинист, 1982. - 278 с.
- 3 Куренская, О.Ю. Совершенствование приемов технологии возделывания люпина в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона [Текст]: дисс. ... канд. с/х наук: 2016 // О. Ю. Куренская. – Белгород. 2016. - 193 с.
- 4 Радкевич, М.Л. Накопление сухого вещества и линейный рост растений люпина узколистного в зависимости от условий питания [Текст] / М.Л. Радкевич // УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная станция. - 2018. - №9. - С.125-128.
- 5 Вильдфлуш, И.Р., Влияние новых комплексных удобрений и регуляторов роста на биометрические показатели, урожайность и качество гороха полевого [Текст] / И.Р. Вильдфлуш, Г.В. Пироговская, О.И. Мишура, О.В. Малашевская // Почвоведение и агрохимия. - 2016. - №1 (56). - С.129-131.
- 6 Ключкова, О.В., Холодинский В.В. Эффективность обработки семян люпина узколистного защитно-стимулирующими составами с микроудобрениями [Текст] / О.В. Ключкова, В.В. Холодинский // НПЦ НАН Беларуси по земледелию. - 2021. - №6. - С.125-130
- 7 Таспаев, Н.С. Продуктивность нута в зависимости от сроков посева, норм высева и удобрений на каштановых почвах Саратовского Заволжья [Текст]: автореф. дисс. ... канд. с/х наук // Н.С. Таспаев. – Саратов: СГАУ. 2018. - 24 с.
- 8 Казаченко, И.Г. Оптимальные нормы высева и способы посева перспективных сортов сои в условиях Лесостепной зоны РСО-Алания [Текст] / И.Г. Казаченко, Э.Д. Адиньев и др. // Аграрный Вестник Урала. - 2011. - №3 (82). - С.6-9.
- 9 Люпин узколистный Орловский. электронный // Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур: официальный сайт. -URL: <https://vniizbk.ru/progress/varieties/12-lupine/446-2020-01-29-10-35-35.html> (дата обращения 20.05.2023). - 2023.
- 10 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]: Б.А. Доспехов // - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
- 11 Методика проведения сортоиспытания сельскохозяйственных растений от 14 мая 2011 года.
- 12 Гаттаулина, Г.Г. Влияние погодных условий на стабильность урожайности у сортов люпина белого *Lupinus albus* L. [Текст] / Г.Г. Гаттаулина, М.Е. Бельшкіна, Н.В. Медведева // Известия ТСХА. - 2017. - №6. - С.19-22.
- 13 Чудинова, Л.А., Орлова, Н.В. Физиология устойчивости растений [Текст]: Л.А. Чудинова, Н.В. Орлова // – Пермь: ГОУ ВПО «Пермский ГУ». 2006. – 37-40 с.
- 14 Sadiq, G.A. Effect of Different Seeding Rates on Growth and Yield of Common Bean [Text] / G.A Sadiq, F. Azizi, Kh. Khaleeq, Z. Farkhari // Journal of Environmental and Agricultural Studies. - 2023. - №4. - P.41-45.

15 Халимуллина, А.А. Влияние сроков посева на продуктивность люпина белого в Курганской области [Текст] / А.А. Халимуллина, А.В. Созинов // Аграрный научный журнал. - 2019. - №11. - С.19-21.

16 Yagovenko, T.V., Zaytseva, N.M., Troshina, L.V. Growth regulators' action on grain yield formation of white lupine. Multifunctional adaptive fodder production [Text] / Collection of scientific papers. - 2020. Issue 27 (75). - P. 73-82.

17 Mazur, V.A., Pantsyreva, H.V., Mazur, K.V., Didur, I.M. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants [Text] / Agronomy Research. - 2019. -№ 17(1). - P.206-219.

18 Saeid, H.M., Hussein Fawzy Abouzeina, Abdlla, M.S.A. Effect of some bioregulators on white lupine (*Lupinus Termis*) seed yield and its components and on endogenous hormones content in seeds [Text] / Electronic journal of Polish Agricultural Universities - URL: <http://www.ejpau.media.pl/volume14/issue4/art-02.html>

## References

1 Orlov, V.P. Vliyanie mineral'nogo i biologicheskogo azota na produktivnost' i kachestvo kormovogo lyupina [Text] / V.P. Orlov // Tekhnologii vozdeleyvaniya zernovykh i zernobobovykh kul'tur. - 2013. - №7. - S.106-107.

2 Nichiporovich, A.A. Fiziologiya fotosinteza [Text]: A.A. Nichiporovich // – M: Bukinist, 1982. - 278 s.

3 Kurenskaya, O.Y. Sovershenstvovanie priemov tekhnologii vozdeleyvaniya lyupina v usloviyakh lesostepi Central'no-CHernozemnogo regiona [Text]: diss. ... kand. s/h nauk: 2016 // O. Y. Kurenskaya. – Belgorod. 2016. - 193 s.

4 Radkevich, M.L. Nakoplenie suhogo veshchestva i lineyniy rost rasteniy lyupina uzkolistnogo v zavisimosti ot usloviy pitaniya [Text] / M.L. Radkevich // UO «Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokozyajstvennaya stantsiya. - 2018. - №9. - S.125-128.

5 Vil'dflush, I.R. Vliyanie novykh kompleksnykh udobreniy i regulyatorov rosta na biometricheskie pokazateli, urozhajnost' i kachestvo goroha polevogo [Text] / I.R. Vil'dflush, G.V. Pirogovskaya, O.I. Mishura, O.V. Malashevskaya // Pochvovedenie i agrohimiya. - 2016. - №1 (56). - S.129-131.

6 Klochkova, O.V., Kholodinskii, V.V. Effektivnost obrabotki semyan lyupina uzkolistnogo zashchitno-stimuliruyushchimi sostavami s mikroudobreniyami [Text] / Klochkova O.V., Kholodinskii V.V. // NPTs NAN Belarusi po zemledeliyu. - 2021. - №6. - S.125-130.

7 Taspaev, N.S. Produktivnost' nuta v zavisimosti ot srokov poseva, norm vyseva i udobreniy na kashtanovykh pochvah Saratovskogo Zavolz'ya [Text]: avtoref. diss. ... kand. s/h nauk // N.S. Taspaev. - Saratov: SGAU. 2018. - 24 s.

8 Kazachenko, I.G. Optimal'nye normy vyseva i sposoby poseva perspektivnykh sortov soi v usloviyakh Lesostepnoj zony RSO-Alaniya [Text] / I.G. Kazachenko, E.D. Adin'ev i dr. // Agrarnyj Vestnik Urala. - 2011. - №3 (82). - S.6-9.

9 Lyupin uzkolistnyy Orlovskij. elektronnyy // Federal'nyy nauchnyy centr zernobobovykh i krupyanykh kul'tur: oficial'nyy sayt. -URL: <https://vniizbk.ru/progress/varieties/12-lupine/446-2020-01-29-10-35-35.html> (data obrashcheniya 20.05.2023). - 2023.

10 Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniy) [Text]: B. A. Dospekhov // - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 s.

11 Metodika provedeniya sortoispytaniya selskokhozyaistvennykh rasteniy ot 14 maya 2011 goda

12 Gattaulina G.G. Vliyanie pogodnykh usloviy na stabil'nost' urozhajnosti u sortov lyupina belogo *Lupinus albus* L. [Text] / G.G. Gattaulina, M.E. Belyshkina, N.V. Medvedeva // Izvestiya TSKHA. - 2017. - №6. - S.19-22.

13 Chudinova, L.A., Orlova, N.V. Fiziologiya ustoichivosti rasteniy [Text]: L.A. Chudinova, N.V. Orlova //– Perm: GOU VPO «Permskii GU». 2006. - 37-40 s.

14 Sadiq, G.A. Effect of Different Seeding Rates on Growth and Yield of Common Bean [Text] / G.A Sadiq, F. Azizi, Kh. Khaleeq, Z. Farkhari // Journal of Environmental and Agricultural Studies. - 2023. - №4. - P.41-45.



15 Khalimullina, A.A. Vliyanie srokov poseva na produktivnost lyupina belogo v Kurganskoj oblasti [Text] / A.A. Khalimullina, A.V. Sozinov // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. - 2019. - №11. - S.19-21.

16 Yagovenko, T.V., Zaytseva, N.M., Troshina, L.V. Growth regulators' action on grain yield formation of white lupine. Multifunctional adaptive fodder production [Text] / Collection of scientific papers. - 2020. Issue 27 (75). -P. 73-82.

17 Mazur, V.A., Pantsyreva, H.V., Mazur, K.V., Didur, I.M. Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants [Text] / Agronomy Research. - 2019. - №17(1). -P.206-219.

18 Saeid, H.M., Hussein Fawzy Abouzeina, Abdlla, M.S.A. Effect of some bioregulators on white lupine (*Lupinus Termis*) seed yield and its components and on endogenous hormones content in seeds [Text] / Electronic journal of Polish Agricultural Universities - URL: <http://www.ejpau.media.pl/volume14/issue4/art-02.html>

## **СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ДАЛА АЙМАҒЫ ЖАҒДАЙЫНДА АГРОТӘСІЛДЕРДІНЕ БАЙЛАНЫСТЫ БӨРІБҰРШАҚТЫҢ (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS*) ФОТОСИНТЕТИКАЛЫҚ АППАРАТЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

*Тюлендинова Сания Токжановна*

*Докторант*

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті*

*Астана қ., Қазақстан*

*E-mail: saniya\_98\_98@mail.ru*

*Гордеева Елена Анатольевна*

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент*

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті*

*Астана қ., Қазақстан*

*E-mail: gordeeva1311@mail.ru*

### **Түйін**

Соңғы жылдары Қазақстан Республикасында, бүкіл әлемдегідей ауыл шаруашылығы егіншілік жүйелерін экологияландыруға және биологияландыруға бағыттылған. Бұл бағытта елімізде әлеуеті толығымен пайдаланылмаған органикалық егіншіліктің маңызды рөлге ие. Әлемдік тәжірибеде бұл мәселені шешу үшін бұршақ дақылдарын, оның ішінде топырақ құнарлығын арттырып, жоғары өнімділікті қамтамасыз ететін бөрібұршақты өсіруге ерекше мән беріледі. Бірақ республикада дәнді бұршақ дақылдарын өсіру алаңдары шағын, бұл өсіру технологиясын және осы агробиологиялық топтағы дақылдардың даму ерекшеліктерін жеткіліксіз білуімен байланысты. Бөрібұршақ - Қазақстан үшін жаңа дақыл және көп зерттеуді қажет етеді. Дақылдың потенциалдық мүмкіндіктері физиологиялық деңгейде, соның ішінде фотосинтез процесінде жүзеге асырылады. Сондықтан бөрібұршақтың фотосинтетикалық аппаратының қалыптасу ерекшеліктерін зерттеу өзекті болып табылады.

Зерттеу Солтүстік Қазақстан жағдайында мал азықтық бөрібұршақтың фотосинтетикалық белсенділігіне агротәсілдердің әсерін зерттеу мақсатында жүргізілді. Зерттеу барысында себу мерзіміне, тұқым себу нормасына, өсу реттегіштерін қолдануға байланысты ассимиляция бетінің өзгеруінің негізгі заңдылықтары, құрғақ заттардың жинақталу динамикасы, фотосинтетикалық потенциал және таза фотосинтетикалық өнімділік белгіленді. Бөрібұршақты себудің оңтайлы мерзімі мен себу нормасы анықталды, өсу реттегіштерін қолданудың орындылығы негізделді.

Зерттеу әдістемесі әдебиет көздеріне аналитикалық шолу жасаумен, мақсат қоюмен және зерттеу бағдарламасын анықтауымен негізделген. Зерттеу әдістері – далалық тәжірибелер, анықтаулар мен бақылаулар, мәліметтерді математикалық өңдеу.

Зерттеулер Мегамикс Семена себу алдында (1,5 л/т) және вегетациялық кезеңде Мегамикс Бор (1 л/т) өсу реттегіштерімен өңдеу: жеміс түзілу фазасында ассимиляция бетінің (48,5 см<sup>2</sup>), фотосинтетикалық потенциалдың (55,25 мың м<sup>2</sup> x тәулік/га); пісу фазасында – құрғақ биомасса бойынша (3,91 г/өсімдік), таза фотосинтетикалық өнімділіктің (тәулігіне 96,1 г/м<sup>2</sup>) максималды көрсеткіштерін қамтамасыз етеді. Климаттың құрғақ жағдайында 5 мамырда 1,0 млн өнгіш тұқым/га нормасымен себу оңтайлы болды. Бұл тәжірибелерде өнімділіктің жапырақ беті ауданы ( $r = 0,87-0,91$ ) және құрғақ заттарды жинақтау ( $r = 0,79-0,96$ ) арасында оң корреляция болды.

Бұл жұмыс бөрібұршақтың фотосинтетикалық белсенділігін одан әрі зерттеу үшін, сондай-ақ бөрібұршақты өсіру үшін себу мерзімін, себу нормасын және өсу реттегіштерін таңдауда пайдалы болуы мүмкін.

**Кілт сөздер:** тар жапырақты бөрі бұршақ; ассимиляциялық бет; құрғақ зат; фотосинтетикалық потенциал; таза фотосинтетикалық өнімділік; өсу реттегіштер; себу мерзімі және нормасы.

## FEATURES OF FORMATION OF THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS OF *LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE ZONE OF NORTHERN KAZAKHSTAN DEPENDING ON AGRICULTURAL PRACTICES

*Tyulendinova Saniya Tokzhanovna*

*Doctoral student*

*S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University*

*Astana, Kazakhstan*

*E-mail: saniya\_98\_98@mail.ru*

*Gordeeva Elena Anatolyevna*

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*

*S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University*

*Astana, Kazakhstan*

*E-mail: gordeeva1311@mail.ru*

### Abstract

In recent years, in the Republic of Kazakhstan, as well as throughout the world, agriculture has been aimed at greening and biologizing farming systems. Organic farming plays a huge role in this direction, the potential of which has not been fully realized in the country. According to world experience, in solving this problem, special importance is given to the cultivation of leguminous crops, including lupine, which increases soil fertility and ensures high productivity. But the areas of cultivation of grain legumes in the Republic remain small, which is due to insufficient awareness of cultivation technology and the peculiarities of the development of crops from this agrobiological group. Lupine is a new crop for Kazakhstan and requires a lot of study. The potential capabilities of a culture are realized at the physiological level, including the process of photosynthesis. Therefore, studying the peculiarities of the formation of the photosynthetic apparatus of lupine is relevant.

The study was conducted to study the influence of agricultural practices on the photosynthetic activity of forage lupine in the conditions of Northern Kazakhstan. The study established the main patterns of changes in the assimilation surface, the dynamics of dry matter accumulation, photosynthetic potential and net photosynthetic productivity depending on agricultural practices. The optimal sowing time and seeding rates for lupine have been identified, and the feasibility of using growth regulators has been substantiated.

The research methodology is based on an analytical review of literature sources, goal setting, and development of a research program. Research methods are field experiments, records and observations, mathematical data processing.

Research has shown that treatment with growth regulators Megamix Semena before sowing (1.5 l/t) and during the growing season Megamix Bor (1 l/t) provides maximum performance in the fruit

formation phase - in terms of assimilation surface (48.5 cm<sup>2</sup>), photosynthetic potential (55.25 thousand m<sup>2</sup> x day/ha), in the ripening phase - by dry biomass (3.91 g/plant), net photosynthetic productivity (96.1 g/m<sup>2</sup> per day). Sowing on May 5th at a rate of 1.0 mln seeds/ha was optimal in arid climate conditions. In these experiments, there is a positive correlation between yield and leaf surface area ( $r = 0.87-0.91$ ) and dry matter accumulation ( $r = 0.79-0.96$ ).

This work can serve as the basis for further study of the photosynthetic activity of lupine, and can also be useful in choosing sowing dates, seeding rates, and growth regulators for cultivating lupine in arid conditions.

**Key words:** angustifolia lupine; assimilation surface; dry biomass; photosynthetic potential; net photosynthetic productivity; growth regulators; sowing dates and sowing rate.