

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, 2023. -№ 3 (118). - Б.61-70. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2023.3 (118).1441

УДК 631.8, 633.854.54

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ ЛЬНА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

*Соловьёв Олег Юрьевич*

*Магистр сельскохозяйственных наук, аспирант  
Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция  
с. Шагалалы, Казахстан  
E-mail: Solovyev\_1990@mail.ru*

*Швидченко Владимир Корнеевич*

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция  
с. Шагалалы, Казахстан  
E-mail: shvidchenko50@mail.ru*

---

### Аннотация

Актуальность исследований заключается в том, что при довольно высоких площадях посева льна в Республике Казахстан в 2022 году 1 366,0 млн га (53,1% посевных площадей в Северо-Казахстанской области), средняя урожайность льна не превышает 0,6 т/га (мировое производство – 0,87 т/га), тогда как применение эффективных технологий производства позволяет получать до 1,5 – 2,2 т/га. В настоящее время лен, даже с учетом резкого падения цен в период 2022-2023 гг., остается высокорентабельной экспортной культурой, широко используемой в промышленном производстве. Благодаря этому площади посева льна по Северо-Казахстанской области в 2023 году держатся на уровне последних 3 лет, в пределах 482,6 тыс. га.

Научные исследования заключались в сравнительном изучении влияния видов и норм минеральных удобрений на накопление биологической массы и продуктивности маслосемян льна масличного. Методика исследований предполагала полевую закладку опытов в стационаре, а также лабораторную оценку продуктивности с/х культур. По результатам исследования, высокую урожайность обеспечили комплексные варианты удобрения P40N40 суперфосфат и нитроаммофос с аммиачной селитрой – 1,12 – 1,18 т/га (превышение контроля на 0,32 – 0,38 т/га). Данная урожайность обеспечена высокими показателями структуры – наибольшей густотой стояния, числом коробочек на растении, семян в коробочке, а также весом зерна с растения. Практическая ценность проведенных исследований заключается в получении достоверных данных по оптимизации минерального питания льна масличного с учетом применения комплексных вариантов удобрения, а также азотных и фосфорных моноудобрений.

**Ключевые слова:** лен масличный; биомасса; урожайность маслосемян; нитратный азот; подвижный фосфор; биометрические показатели; минеральные удобрения.

### Введение

Благоприятные условия для возделывания масличных культур складываются в большинстве зон Северного Казахстана, наиболее высокий урожай формируется на черноземных почвах. Оптимизация посевов этих культур, а также увеличение степени диверсификации,

требует значительного повышения их продуктивности. Лен масличный – ценная техническая культура. Лен широко распространён в мире, в первую очередь в странах Индии, Китае, Канаде и США. Семена современных сортов льна масличного содержат до 50 % и выше

высыхающего масла, и до 33 % белка. Высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот способствует образованию при высыхании льняного масла прочной и стойкой пленки. Краски и лаки, полученные на льняной олифе, долговечны и надежны. Масло льна широко применяется в полиграфической, кожевенно-обувной, текстильной, электротехнической, пищевой, медицинской, парфюмерной и многих других отраслях промышленности. Технология использования отходов льна, для производства строительных материалов, определяет данную культуру – как используемую в безотходном производстве [1]. Мировое производство по возделыванию льна за последние двадцать лет сильно возросло. Посевные площади льна в Республике Казахстан в 2022 году составили 1 366,0 млн га, при этом большая часть или 53,1% посевных площадей приходится на Северо-Казахстанскую область. Лен, даже с учетом резкого падения цен в период 2022-2023 гг., остается высоко rentable экспортной культурой, широко используемой в промышленном производстве. Благодаря этому площади посева льна, по Северо-Казахстанской области в 2023 году держатся на уровне последних 3 лет, в пределах 728,4 тыс. га.

Несмотря на широкую распространенность культуры и изученность технологии ее эффективного возделывания, средняя урожайность льна не превышает 0,6 т/га (мировое производство – 0,87 т/га), тогда как передовые хозяйства получают до 1,5 – 2,2 т/га (по данным Бюро национальной статистики агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан).

Основным фактором, с помощью которого возможно резко повысить продуктивность льна, как и других масличных культур являются минеральные удобрения.

Так, по расчетам В. Д. Судакова и др., на

### Материалы и методы

Полевые опыты закладывались на экспериментальном стационаре Северо-Казахстанской СХОС в 2018 – 2020 гг. в степной зоне Северо-Казахстанской области. Климат зоны – засушливый, среднеобеспеченный теплом. Среднегодовое количество осадков 384,0 мм. Период вегетации в пределах 136 дней, среднесезонная сумма положительных температур – 2250 0С, ГТК (гидротермический коэффициент) – 0,85. Рельеф – равнинный с большим количеством неглубоких впадин, занятых озерами. Ландшафты характеризуются отсутствием лесов.

формирование урожайности семян льна долгуна наибольшее влияние оказывают погодные условия вегетации 48 %, азотное удобрение – 9,5 %, содержание в почве калия – 25 % и фосфора – 4 %. Среди других факторов, влияющих на эффективность азотного удобрения, важная и существенная роль принадлежит окультуренности почвы, обеспеченности гумусом, предшественникам [2].

Состав и дозы удобрения определяются уровнем обеспеченности почв доступными элементами питания, а также предшественниками. Под культуру эффективно полное минеральное, азотно-фосфорное, в отдельных случаях – одно фосфорное или азотное удобрение. Для формирования 1 т волокна лен в среднем потребляет 58 кг азота, 23 кг фосфора и 73 кг калия [3].

По данным ученых из Манитобы (Канада), широкое внесение фосфорных удобрений под лен, как правило, нерентабельно, лен может быть очень отзывчивым на фосфорные удобрения если фосфор располагается до 3,0 см по сторонам и от 0 до 4,5 см ниже семени в почве [4]. Осознание потенциала реакции льна на фосфор, привело к увеличению использования фосфорных удобрений в льноводстве, где имелось оборудование для правильного размещения фосфора в почвенном слое [5].

При этом доказано, что лен хорошо отзывчив на внесение азотных (N) удобрений при низком уровне доступного азота в почве. При отсутствии агрохимического анализа рекомендуется внесение 45-110 кг/га (от 40 до 98 фунтов/акр) тукового азота. N не следует помещать непосредственно с семенами [6].

Цель исследования - изучение влияния норм внесения минеральных удобрений на накопление сухого вещества льна масличного, урожайность и морфометрические показатели.

Почва опытного участка – карбонатный тяжелосуглинистый чернозем, среднемощный, с нейтральной и слабощелочной реакцией, pH водной вытяжки 7,2-8,0. Содержание гумуса 4,5 – 5,0 %. Агротехнический фон – пар плоскорезный. Система защиты по вегетации – обработка баковой смесью препаратов Виртуоз – 0,15 г/га (клопиралид, 750 г/кг) + Форвард – 1,0 л/га (60 г/л хизалофоп-П-этила) в фазе "елочки" льна.

Объектом исследования выступил сорт льна Кустанайский янтарь (межеумок, средне-спелый), районированный в Северо-Казахстан-

ской области, и ежегодно занимающий более 115 - 120 тыс.га.

Схема опыта

1. Контроль (без удобрений)
2. Органоминеральное удобрение Биоплант Флора (1,0 л/га)
3. P<sub>40</sub> (суперфосфат) в рядки
4. P<sub>40</sub> (суперфосфат) + N<sub>40</sub> (аммиачная селитра) в рядки
5. P<sub>40</sub> (аммофос) в рядки
6. P<sub>40</sub> (нитроаммофос) в рядки
7. P<sub>40</sub> (нитроаммофос) + N<sub>40</sub> (аммиачная селитра) в рядки

Внесение доз P<sub>40</sub> минеральных удобрений (коэффициент обозначает норму внесенного удобрения в действующем веществе на 1 гектар): суперфосфат (с.ф.) N-6: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -26%, нитроаммофос (наф.) N-23%: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-23%, аммофос (амм.) N-10%: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-46%, аммиачная

### Результаты

Динамика подвижных форм азота и фосфора в основные фазы развития льна масличного.

Максимальное количество питательных веществ (60–65 %) лен потребляет за короткий промежуток времени (примерно за 2 недели) от начала бутонизации до цветения. К моменту цветения лен усваивает до 95 % азота и калия и до 80 % фосфора [8].

Одним из основных элементов, наиболее подверженных изменениям, является азот, количество которого в почве зависит от ряда факторов, в том числе и от погодных условий, размещения культуры в севообороте и т.д.

По результатам проведенных наблюдений, положительная динамика по азоту к фазе «елочки» наблюдалась по вариантам с внесением азотсодержащих удобрений - P<sub>40</sub> (нитроаммофос) + N<sub>40</sub> (аммиачная селитра) в рядки, P<sub>40</sub> (суперфосфат) + N<sub>40</sub> (аммиачная селитра) в рядки, P<sub>40</sub> (нитроаммофос) в рядки (таблица 1).

селитра (аа.) N-34%, при посеве в рядки, Биоплант Флора (1 л/га) обработка семян льна масличного и по вегетации.

Учеты и наблюдения проведены по государственным стандартам, а также по методике проведения государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур:

1. Определение нитратного азота ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86), подвижного фосфора по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91);

2. Методы определения содержания сухого вещества в зеленой массе (корма) (ГОСТ 31640-2012);

3. Урожайность и структура урожая по Методике проведения государственного сортоиспытания сельскохозяйственных растений [7].

Период максимального потребления азота пришелся на период «елочка» - цветение, что отчетливо видно по вариантам без дополнительного внесения минерального азота - суперфосфат P<sub>40</sub>, биоплант флора, на которых посадка азота в фазе «елочка» составила 22 – 30%, на уровне с контролем. По варианту аммофос P<sub>40</sub> посадка была значительно ниже, до 10%, на что сказывается наличие азота в данном удобрении.

При этом варианты с внесением азота обеспечили значительное «пикообразное» повышение уровня азота к фазе «елочка», в соответствии с рисунком 1, и дальнейший расход по фазам роста растений.

Наибольший расход азота, за период вегетации отмечен по варианту нитроаммофос P<sub>40</sub> – 4,5 мг/кг, что сказалось на интенсивном нарастании биомассы к периоду цветения, на 328%.

Таблица 1 - Содержание подвижных форм азота и фосфора в основные фазы развития льна масличного Кустанайский янтарь в слое почвы 0-40 см в 2018-2020 гг, мг/кг

Вариант	горизонт	перед посевом		«елочка»		цветение		созревание	
		N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
Контроль	0-40	4,8	9,8	3,6	6,2	4,6	6,3	1,8	6,7
Биоплант Флора	0-40			3,4	6,7	4,6	8,9	2,2	6,7
P <sub>40</sub> с.ф. в рядки	0-40			3,8	8,0	5,1	10,6	2,5	8,1
P <sub>40</sub> с.ф. + N <sub>40</sub> аа. в рядки	0-40			6,3	7,7	5,5	11,3	2,4	8,9
P <sub>40</sub> амм. в рядки	0-40			4,4	7,4	5,4	10,1	3,4	9,3
P <sub>40</sub> наф. в рядки	0-40			6,9	8,1	5,8	11,3	2,4	10,7
P <sub>40</sub> наф. + N <sub>40</sub> аа в рядки	0-40			7,6	8,6	5,7	10,5	3,4	9,5

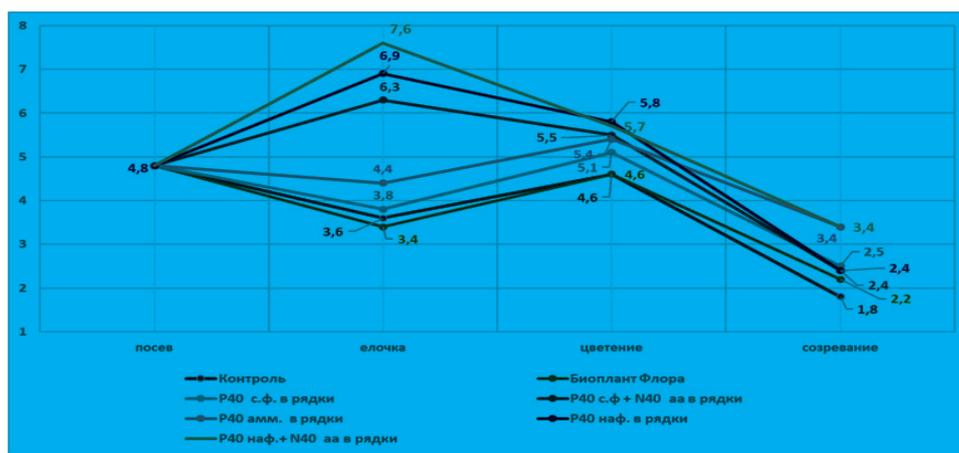


Рисунок 1 – Динамика распределения азота по фазам развития льна масличного (данные мг/кг почвы)

Касательно динамики фосфора в общем выносе урожаем льна доля фосфорного удобрения составляет 5–6 %, потребление фосфора из почвы – 94–95 % [9]. Интенсивное поглощение доступного фосфора, растениями льна происходит уже с фазы «елочка», когда отмечалась просадка его содержания по всем вариантам опыта, однако усвоение фосфора в почве по результатам наблюдений отмечается только с фазы цветения льна. Варианты внесенных удобрений к фазе цветения обеспечили положительную динамику на уровне 8 – 13%, кроме варианта Биоплант флора, в соответствии с

рисунок 2, питание которого было достаточным только для обеспечения роста и развития растений льна.

На контроле и варианте Биоплант флора снижение содержания фосфора, к моменту уборки составило 31,6%, тогда как на остальных вариантах питания было достаточным не только для получения высокой продуктивности, но и обеспечения исходного уровня содержания фосфора. Так, вариант P40 нитроаммофос, обеспечил прибавку к моменту уборки 9,2%.

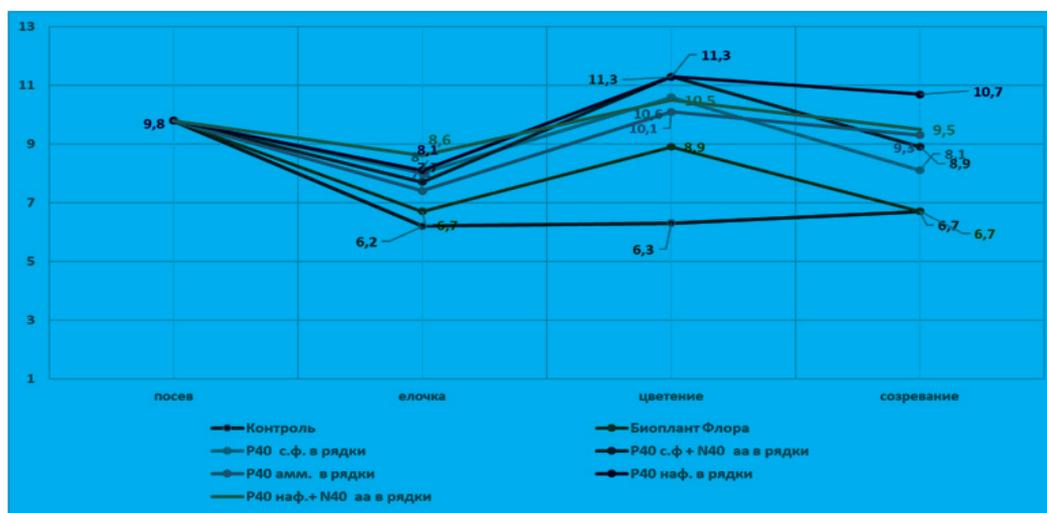


Рисунок 2 – Динамика распределения фосфора по фазам развития льна масличного (данные мг/кг почвы)

Интенсивность нарастания биомассы по основным фазам развития льна масличного.

Динамика нарастания биологической массы растений льна по вариантам внесения минерального питания значительно превысила контроль. По данным исследований в этой об-

ласти, высокая потребность льна в минеральном азоте ведёт к сильному истощению, при этом в общем выносе фосфора урожаем биомассы доля фосфора удобрения изменяется от 7 - 10 до 6 — 11 % [10].

При использовании азотного питания, ус-

ваиваемый растениями льна масличного, азот расходуется в большей мере на увеличение вегетативной массы в ущерб генеративной [11].

Результаты проведенных наблюдений подтверждают ранее проведенные исследования по данной тематике. Так, варианты опыта с добавлением азотсодержащего компонента приводили к максимальному повышению нарастания биомассы льна к фазе «елочка» до 354 – 374%, тогда как варианты фосфорных удобрений уступали в среднем на 26 – 78% (таблица 2).

Таблица 2 – Интенсивность нарастания биомассы по фазам развития льна масличного в зависимости от вариантов опыта, среднее 2018-2020 г.г., т/га

Вариант	фаза "елочка"	цветение	% нарастания к фазе «елочка»	созревание	% нарастания к фазе цветение	% нарастания в период «елочка»-созревание
Контроль (б/у)	0,55	1,59	289	3,25	204	591
Биоплант Флора	0,56	1,66	296	3,79	228	677
P <sub>40</sub> с.ф. в рядки	0,6	1,86	310	3,8	204	633
P <sub>40</sub> с.ф. + N <sub>40</sub> аа в рядки	0,57	2,02	354	3,87	213	679
P <sub>40</sub> амм. в рядки	0,57	1,87	328	3,79	203	665
P <sub>40</sub> наф. в рядки	0,56	1,75	313	3,93	225	702
P <sub>40</sub> наф. + N <sub>40</sub> аа в рядки	0,58	2,17	374	3,93	181	678
HCP <sub>0,05</sub> (f <sub>кр</sub> )						2,85

Наиболее интенсивное нарастание биомассы в период вегетации растений льна, в соответствии с рисунком 3, отмечено на вариантах P<sub>40</sub> нитроаммофос + N<sub>40</sub> аммиачная селитра и P<sub>40</sub> суперфосфат + N<sub>40</sub> аммиачная селитра, в пределах 354-374% к фазе цветения, и 678 – 679% к фазе созревания.

В целом за период роста и развития льна

Проведение фенологических наблюдений по фазам роста и развития льна масличного показывает, что влияние азотных минеральных удобрений на линейный рост растений начинается в фазе «елочка». Именно с данного периода наблюдался интенсивный рост вегетативной массы льна, который продолжался вплоть до фазы цветения [11].

Однако данная тенденция слабо отражается на урожайности маслосемян льна по данным вариантам, находящихся на уровне фосфорных удобрений.

масличного «елочка» - созревание, наибольшую биомассу льна обеспечил вариант P40 нитроаммофос – 702%, с превышением контроля на 111%.

Уровень нарастания биомассы на вариантах с азотным питанием превышал фосфорные фоны на 14 – 69%.

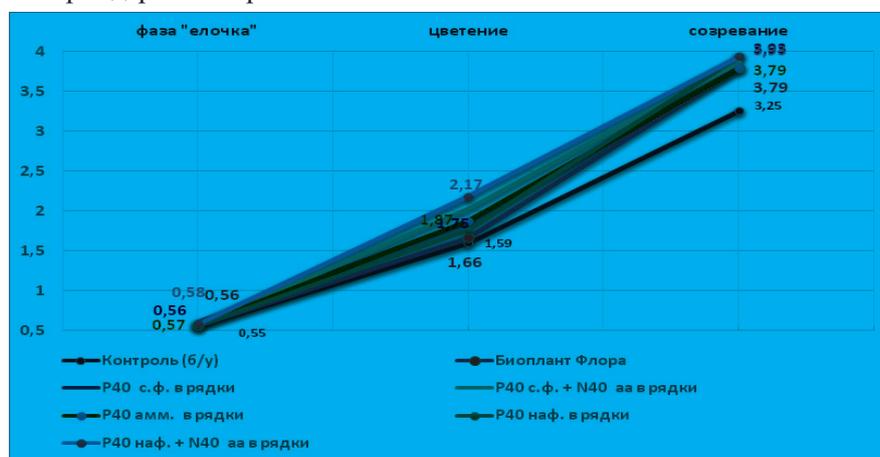


Рисунок 3 – Интенсивность нарастания биомассы растений льна масличного по основным фазам развития (т/га)

Данные по нарастанию биомассы льна находятся в высокой зависимости от содержания элементов питания в почве по фазам развития. Так, корреляция зависимости нарастания биомассы от содержания азота в почве находится на уровне 0,64-0,88, от содержания фосфора – 0,81 – 0,93.

По результатам дисперсионного анализа, групповые средние различаются значимо, НСР 0,05 (fкр) – 2,85, следовательно результаты учета достоверны.

Урожайность и элементы структуры урожая льна масличного в зависимости от применяемых удобрений.

По конечным результатам исследования получена достоверная прибавка урожайности по всем вариантам опыта, что говорит о средней и высокой отзывчивости льна масличного на азотно-фосфорное питание.

Высокие урожаи льна напрямую зависят от достаточно высокого уровня доступного плодородия почвы. Азот, фосфор, калий и другие элементы питания в равной степени необходимы для получения высоких урожаев льна, однако, азот и калий имеют большую значимость для урожайности маслосемян в соотношении N:P: K – 4:1:4 [12].

Высокую урожайность обеспечили комплексные варианты удобрения P40N40 суперфосфат и нитроаммофос с аммиачной селитрой – 1,12 – 1,18 т/га (превышение контроля на 0,32 – 0,38 т/га). Данная урожайность обеспечена высокими показателями структуры – наибольшей густотой стояния – 97-98 растений/м<sup>2</sup>, числом коробочек на растении – 36 – 38 шт., семян в коробочке – 7,4 – 7,6 шт., а также весом зерна с растения (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений на урожайность и некоторые элементы структуры урожая льна масличного в среднем за 2018-2020 гг.

Варианты	урожайность, т/га	Откл. +,-	Элементы структуры урожая				
			растений на 1 м <sup>2</sup> , шт	коробочек на 1 раст., шт	семян в коробочке, шт	вес зерна с 1 раст., г	масса 1000 семян, г
1 Контроль (б/у)	0,80	-	88	23	6,1	1,2	6,0
2 Биоплант Флора	0,94	0,14	87	34	6,8	1,3	6,0
3 P <sub>40</sub> с.ф. в рядки	1,07	0,27	89	37	6,9	1,5	6,2
4 P <sub>40</sub> с.ф. + N <sub>40</sub> аа в рядки	1,12	0,32	97	36	7,4	1,7	6,1
5 P <sub>40</sub> амм. в рядки	1,26	0,46	92	35	7,5	1,5	6,3
6 P <sub>40</sub> наф. в рядки	1,02	0,22	92	38	7,2	1,3	6,2
7 P <sub>40</sub> наф. + N <sub>40</sub> аа в рядки	1,18	0,38	98	38	7,6	1,5	6,3
Корреляция			0,56-0,90	0,51-0,78	0,65-0,89	0,70-0,72	0,29-0,40

При этом наибольшая урожайность получена на варианте P40 аммофос, с превышением контроля на 0,46 т/га. На данном варианте отмечено снижение густоты стояния растений на 6 – 10%, по сравнению с комплексными вариантами удобрения, при этом урожайность получена за счет высокого количества семян в коробочке, веса зерна с 1 растения и массы 1000 зерен.

По большинству биометрических показателей отмечена высокая корреляционная связь с урожайностью льна. Между урожайностью семян, эффективным количеством коробочек и количеством зерен в коробочке наблюдалась сильная значимая положительная корреляция, но не наблюдалось значимой корреля-

ции между урожайностью семян и массой 1000 зерен. Наибольший коэффициент корреляции (r=0,881\*\*) зафиксирован между количеством зерен в стручке и урожайностью [13].

Согласно данным исследования, обнаружена высокая корреляционная связь между продуктивностью льна, густотой стояния растений (r=0,56-0,90), числом коробочек на растении (r=0,51-0,74), количеством семян в коробочке (r=0,65-0,89), при этом масса 1000 зерен слабо коррелирует с урожайностью льна в пределах 0,29-0,40. Данные наблюдения говорят о высокой зависимости продуктивности льна на фоне минерального питания от вегетативной массы растения и, частично, от генеративной части.

### Обсуждение

По результатам проведенных исследований установлено, что основное влияние на получение высокой урожайности льна масличного оказывает внесение азота, что отражается на повышении биомассы растений по фазам развития и конечной продуктивности маслосемян. Зависимость продуктивности льна от уровня нарастания биомассы довольно высокая по фазам развития, с коэффициентом корреляции в пределах 0,55-0,78 в фазе елочка до 0,58-0,64 в фазе цветение-созревание. Эффективность фосфорных удобрений выражается только при частичном наличии азота. Так, эффект от внесения P40 аммофоса, содержащего 10% азота в составе, составляет 57,5% к контролю, тог-

да как моносоставное фосфорное удобрение суперфосфат – 33,7%. Применение микробиологических удобрений оказывает слабое влияние как на накопление биомассы льна, так и продуктивность семян. Наибольший эффект обеспечивают комплексные удобрения NP на фоне высокого содержания калия в черноземных почвах. Эффективность данного типа удобрений отмечается на накоплении биомассы, высокой урожайности маслосемян, по большинству биометрических показателей, при этом данные варианты обеспечивают положительную динамику нитратного азота и фосфора в почве, даже с учетом выноса за период вегетации к моменту уборки.

### Заключение

Согласно полученным результатам эксперимента выявлено, что применение различных видов и норм минеральных удобрений обеспечивало прибавку урожайности льна на 0,14 – 0,46 т/га. Высокую урожайность обеспечили комплексные варианты удобрения P40N40 суперфосфат и нитроаммофос с аммиачной селитрой – 1,12 – 1,18 т/га (превышение контроля на 0,32 – 0,38 т/га). Данные факты подтверж-

даются анализом биометрических показателей полученного урожая, а также наблюдениями за динамикой нарастания сухой массы.

По результатам корреляционного анализа, выявлена зависимость урожайности семян льна от биометрических показателей на уровне заметной и высокой степени (по шкале Чеддока).

### Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках Программы ИРН BR10764908 «Разработать систему земледелия возделывания сельскохозяйственных культур (зерновых, зернобобовых, масличных и технических культур) с применением элементов технологии возделывания, дифференцированного питания, средств защиты растений и техники для рентабельного производства на основе сравнительного исследования различных технологий возделывания для регионов Казахстана».

### Список литературы

- 1 Гаркуша С.В., Адаптивные технологии возделывания масличных культур [Текст]/ Гаркуша С.В., Лукомец В.М. // рекомендации РАСХН, -Краснодар. – 2011. -№ 1. - С. 180 - 182.
- 2 Судаков В.Д., Урожай и качество продукции льна-долгунца в севообороте балансовой системой удобрения в зависимости от погоды и уровней содержания фосфора и калия в дерново-подзолистых супесчаных почвах Западной Беларуси [Текст]/ Судаков В.Д., Лукуть Т.Ф., Полюх З.А., Бурдо Г.И. // научн. журн. Агрехимия. – 1992. -№ 10. - С. 127-130.
- 3 Мичкина Г.А., Технология возделывания льна-долгунца в Сибири [Текст]/ Мичкина Г.А., Попова Г.А., Рогальская Н.Б. // рекомендации. СибНИИСХиТ, - Томск: Изд. «Ветер». – 2012. - С. 63 - 64.
- 4 Sadler J. M. Effect of placement location for phosphorus banded away from the seed on growth and uptake of soil and fertilizer phosphorus by flax [Text]/ Can. J. Soil Sci. – 1989. - Vol.60. -P. 251-262.
- 5 Cakmak I., Mechanism of phosphorus-induced zinc deficiency in cotton. Changes in physiological availability of zinc in plants [Text]/ Cakmak I., Marschner H. // Physiologia Plantarum journ. – 1987. -Vol.70 (1). – P.13-20.

6 Growing Flax / Production, Management & Diagnostic Guide, Flax Council of Canada. – 2023. - Vol.1. -P. 13-14.

7 Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст]: под ред. С.О. Скокбаева. - Алматы, 2002. - 378 с.

8 Тихомирова В.Я. Урожайность и качество волокнистой льнопродукции при разной обеспеченности почвы фосфором и калием [Текст]/ научн. журн. Плодородие. – 2010. -№ 1. – С. 9-10.

9 Прудников В.А., Эффективность фосфорного удобрения при возделывании льна-долгунца на супесчаной почве [Текст]/ Прудников В.А., Степанова Н.В., Чирик Д.П. // научн. журн. Земледелие и растениеводство. – 2021. -№3. – С. 21-24.

10 Куанышкалиев А.Т. Продуктивность льна масличного в зависимости от нормы высева, сроков посева и уровня минерального питания на чернозёме южном Саратовского Правобережья [Текст]: дисс. ... канд. 2006. – 32-33 с.

11 Прудников В.А., Влияние доз азотного удобрения на формирование урожая маслосемян новых сортов льна масличного [Текст]/ Прудников В.А., Фесько Д.Ю. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. -№. 3. – С. 53-55.

12 Adams E.P., Fertilizing Flax [Text]/ Adams E.P., Williamson E.J., Carson P. // Recommend. Citation South Dakota State University, USA. - 1978. – P.3 – 4.

13 Zhang Q., Perspective on oil flax yield and dry biomass with reduced nitrogen supply [Text]/ Zhang Q., Gao Yu., Yan B., Cui Zh., Wu B., Yang K., Ma J. // Oil Crop Science. – 2020. – Vol. 5 (2). – P. 42-46.

## References

1 Garkusha S.V., Adaptive technologies for the cultivation of oilseeds [Text]/ Garkusha S.V., Lukomets V.M. // recommendations. Russ. Academy of Agricultural Sciences, Krasnodar. – 2011. -No. 1. – P. 180 - 182.

2 Sudakov V.D/ Yield and product quality of fiber flax in crop rotation with a balance fertilizer system depending on weather and levels of phosphorus and potassium in soddy-podzolic sandy loamy soils of Western Belarus [Text]/ Sudakov V.D., Lukut T.F., Polyukh Z.A., Burdo G.I. // scientific. journal Agrochemistry. – 1992. -No. 10. – P. 127-130.

3 Michkina G.A., Fiber flax cultivation technology in Siberia [Text]/ Michkina G.A., Popova G.A., Rogalskaya N.B. // recommendations. Sib. Research Institute of AT, - Tomsk: Ed. "Wind". – 2012. – P. 63 - 64.

4 J. M. Sadler, Effect of placement location for phosphorus banded away from the seed on growth and uptake of soil and fertilizer phosphorus by flax [Text]/ Can. J. Soil Sci. – 1989. - Vol.60. -P. 251-262.

5 I. Cakmak, Mechanism of phosphorus-induced zinc deficiency in cotton. Changes in physiological availability of zinc in plants [Text]/ I. Cakmak, H. Marschner // Physiologia Plantarum journ. – 1987. - Vol.70 (1). -P. 13-20.

6 Growing Flax: Production, Management & Diagnostic Guide, Flax Council of Canada. – 2023. - Vol.1. -P. 13-14.

7 Methodology of state variety testing of agricultural crops [Text]: Edited by S.O.Skokbaev. - Алматы, -2002. - 378 p.

8 Tikhomirova V.Ya. Yield and quality of fibrous flax products with different availability of soil with phosphorus and potassium [Text]/ Scientific. Journal Fertility. – 2010. -No. 1. – P. 9-10.

9 Prudnikov V.A., Phosphorus fertilizer efficiency in the cultivation of fiber flax on sandy loamy soil [Text]/ Prudnikov V.A., Stepanova N.V., Chirik D.P. // scientific. zhurn. Agriculture and crop production. – 2021. -No. 3. - P. 21-24.

10 Kuanyshkaliev A.T. The productivity of oil flax depending on the sowing rate, sowing dates and the level of mineral nutrition on the southern chernozem of the Saratov Right Bank [Text]/ PhD thesis. - 2006. - P. 32-33.

11 Prudnikov V.A., Influence of doses of nitrogen fertilizer on the formation of oilseed yield of new varieties of oil flax [Text]/ Prudnikov V.A., Fesko D.Yu. //Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. – 2016. - № 3. - P. 53-55.

12 E.P. Adams, Fertilizing Flax [Text]/ E.P. Adams, E.J. Williamson., P. Carson // Recommend. Citation South Dakota State University, USA. - 1978. – P.3 – 4.

13 Q. Zhang, Ma Perspective on oil flax yield and dry biomass with reduced nitrogen supply [Text]/ Q. Zhang, Yu. Gao, B. Yan, Zh. Cui, B. Wu, K. Yang, J. // Oil Crop Science. – 2020. – Vol. 5 (2). -P. 42-46.

## INFLUENCE OF DIFFERENT FORMS OF MINERAL FERTILIZERS ON ACCUMULATION OF DRY MATTER AND YIELD OF FLAX IN THE CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

*Solovyov Oleg Yurevich*

*Master of agricultural sciences, postgraduate student  
North Kazakhstan Agricultural Experimental Station  
Shagalaly village, Kazakhstan  
E-mail: Solovyev\_1990@mail.ru*

*Shvidchenko Vladimir Korneevich*  
*Candidate of Agricultural Sciences*

*North Kazakhstan Agricultural Experimental Station  
Shagalaly village, Kazakhstan  
E-mail: shvidchenko50@mail.ru*

### **Abstract**

The relevance of the research is as follows, with a fairly high flax sowing area in the Republic of Kazakhstan in 2022 of 1,366.0 million hectares (53.1% of the sown area in the North Kazakhstan region), the average flax yield does not exceed 0.6 t/ha (world production - 0.87 t/ha), while the use of efficient production technologies allows you to get up to 1.5 - 2.2 t/ha. Currently, flax, even with a sharp drop in prices in the period 2022-2023, remains a highly profitable export crop widely used in industrial production. Thanks to this, the flax sowing area in the North Kazakhstan region in 2023 is kept at the level of the last 3 years, within 482,6 thousand hectares.

Scientific research consisted in a comparative study of the influence of types and norms of mineral fertilizers on the accumulation of biological mass and the productivity of oilseeds of oil flax. The research methodology involved field laying experiments in a hospital, as well as a laboratory assessment of the productivity of agricultural crops. According to the results of the study, high yields were ensured by complex variants of the P40N40 fertilizer super phosphate and nitroammophos with ammonium nitrate - 1.12 - 1.18 t/ha (exceeding the control by 0.32 - 0.38 t/ha). This yield is ensured by high structure indicators - the highest standing density, the number of bolls per plant, seeds per pod, as well as the weight of grain per plant. The practical value of the conducted research lies in obtaining reliable data on optimizing the mineral nutrition of oil flax, taking into account the use of complex fertilizer options, as well as nitrogen and phosphorus monofertilizers.

**Key words:** oilseed flax; biomass; yield of oilseeds; nitrate nitrogen; phosphorus; biometric indicators; mineral fertilizers.

## СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ АУА РАЙЫ ШАРТТАРЫНДА ӘРТҮРЛІ МИНЕРАЛДЫҚ ТЫҢАЙТҚЫШТАР ТҮРЛЕРІНІҢ ЗЫҒЫР ӨНІМДІЛІГІ ЖӘНЕ ОНЫҢ ҚҰРҒАҚ ЗАТТЕГІМЕН ҚОРЛАНУЫНА ӘСЕРІ

*Соловьев Олег Юрьевич*

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, аспирант  
Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы  
Шағалалы ауылы, Қазақстан  
E-mail: Solovyev\_1990@mail.ru*

*Швидченко Владимир Корнеевич*

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент  
Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы  
Шағалалы ауылы, Қазақстан  
E-mail: shvidchenko50@mail.ru*

### **Түйін**

Зерттеулердің өзектілігі Қазақстан Республикасында 2022 жылы 1 366,0 млн га (Солтүстік Қазақстан облысында егін алқаптары 53,1%) зығыр егін алқаптары өте жоғары болса да, зығырдың орташа өнімділігі 0,6 т/га аспайды (әлем өндірісінде – 0,87 т/га), онда тиімді өндірістік технологияларды қолданғанда 1,5-2,2 т/га алуға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта зығырдың 2022-2023 жж кезеңінде бағасының қатты төмендегенін есептесек те, ол өнеркәсіп өндірісінде кең қолданылатын жоғары пайдалы экспорттық дақыл болып табылады. Осының нәтижесінде Солтүстік Қазақстан облысы бойынша 2023 жылы зығыр егін алқаптары кейінгі 3 жыл деңгейінде тұр, ол 482,6 га шегінде.

Ғылыми зерттеулер минералды тыңайтқыштардың түрлері мен нормаларының зығыр майының биологиялық массасы мен өнімділігінің жинақталуына әсерін салыстырмалы түрде зерттеуден тұрды. ерттеу әдістемесі стационарда тәжірибелерді далалық төсеуді, сондай-ақ ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін зертханалық бағалауды қамтыды. Зерттеу нәтижелері бойынша жоғары өнімділікті Р40N40 суперфосфат және аммиак селитрасы бар нитроаммофос – 1,12 – 1,18 т/га тыңайтқыштың кешенді нұсқалары қамтамасыз етті (бақылаудың 0,32 – 0,38 т/га-ға артуы). Бұл өнімділікті жоғары құрылымдық көрсеткіштер қамтамасыз етті – ең жоғары қалыңдығы, өсімдіктегі қауашақ саны, қауашақтағы тұқым, сондай-ақ өсімдіктегі дән салмағы. Жүргізілген зерттеулердің практикалық құндылығы тыңайтқыштардың кешенді нұсқаларын, сондай-ақ азот пен фосфор моно тыңайтқыштарын қолдануды ескере отырып, майлы зығырдың минералды қоректенуін оңтайландыру бойынша сенімді деректерді алу болып табылады.

**Кілт сөздер:** майлы зығыр; биомасса; майлы тұқым өнімділігі; азот нитраты; жылжымалы фосфор; биометрикалық көрсеткіштер; минералдық тыңайтқыштар.