

А.Ю. Тимохин ✉

В.С. Бойко

В.В. Михайлов

Омский аграрный научный центр, Омск,
Россия

✉ timokhin@anc55.ru

Поступила в редакцию:
24.04.2024

Одобрена после рецензирования:
13.07.2024

Принята к публикации:
29.07.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-385-8-168-172

Artyom Yu. Timokhin ✉

Vasily S. Boyko

Vyacheslav V. Mikhailov

Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk,
Russia

✉ timokhin@anc55.ru

Received by the editorial office:
24.04.2024

Accepted in revised:
13.07.2024

Accepted for publication:
29.07.2024

Отзывчивость льна масличного на различный уровень минерального питания в лесостепи Западной Сибири

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты изучения влияния азотных и фосфорных удобрений на водный режим лугово-черноземной почвы, урожайность и масличность семян льна в 2022–2023 гг. на стационарном опыте лаборатории полевого кормопроизводства ФГБНУ «Омский АНЦ» в условиях южной лесостепи Омской области. Объекты наблюдений — лен масличный сорта Северный и лугово-черноземная почва. Схема опыта включала следующие варианты: фактор А — обеспеченность почвы подвижным фосфором средняя (50–100 мг/кг по Ф.В. Чирикову, фон 0), повышенная (100–120 мг/кг, фон I и 140–150 мг/кг, фон II), высокая (150–200 мг/кг, фон III); фактор В — фосфорное удобрение (P0, P60); фактор С — азотное удобрение (N0, N30, N60). При этом азотные и фосфорные удобрения накладывались на фоны различной обеспеченности почвы фосфором. Климатические факторы (температура и атмосферные осадки) определяли исходный запас общей влаги в почве при посеве льна масличного, который находился на уровне 82% от наименьшей влагоемкости в метровом слое и не зависел от фона обеспеченности фосфором. Минеральные удобрения увеличивали продуктивность культуры. Ее наибольшая урожайность отмечалась на фоне с повышенной обеспеченностью почвы подвижным фосфором (1,71 т/га) при допосевном внесении аммиачной селитры и аммофоса. Масличность льна при использовании удобрений, наоборот, снижалась. Наибольшие ее показатели (39,5%) наблюдались на II фоне при применении фосфорных удобрений.

Ключевые слова: лен, урожайность, масличность, минеральные удобрения, Омская область

Для цитирования: Тимохин А.Ю., Бойко В.С., Михайлов В.В. Отзывчивость льна масличного на различный уровень минерального питания в лесостепи Западной Сибири. *Аграрная наука*. 2024; 385(8): 168–172.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-168-172>

© Тимохин А.Ю., Бойко В.С., Михайлов В.В.

Response of oilseed flax to different level of mineral nutrition in the forest-steppe of Western Siberia

ABSTRACT

The article presents the results of studying the influence of nitrogen and phosphorus fertilizers on the water regime of meadow-chernozem soil, yield and oil content of flax seeds in 2022–2023. on a stationary experiment at the field forage production laboratory of the Federal State Budgetary Institution “Omsk ASC” in the conditions of the southern forest-steppe of the Omsk region. The objects of observation are oilseed flax of the Northern variety and meadow-chernozem soil. The scheme of the experiment included the following options: factor A — medium soil availability of mobile phosphorus (50–100 mg/kg according to F.V. Chirikov, background 0), increased (100–120 mg/kg, background I and 140–150 mg/kg, background II), high (150–200 mg/kg, background III); factor B — phosphorus fertilizer (P0, P60); factor C — nitrogen fertilizer (N0, N30, N60). In this case, nitrogen and phosphorus fertilizers were superimposed on backgrounds of varying soil phosphorus supply. Climatic factors (temperature and precipitation) determined the initial reserve of total moisture in the soil when sowing oil flax, which was at the level of 82% of the lowest moisture capacity in a meter layer and did not depend on the background phosphorus supply. Mineral fertilizers increased crop productivity. Its highest yield was observed against the background of an increased supply of soil with mobile phosphorus (1.71 t/ha) with the pre-sowing application of ammonium nitrate and ammophos. The oil content of flax, on the contrary, decreased when using fertilizers. Its highest indicators (39.5%) were observed against background II when using phosphorus fertilizers.

Key words: oilseed flax, yield, oil content, mineral fertilizers, Omsk region

For citation: Timokhin A.Yu., Boyko V.S., Mikhailov V.V. Response of oilseed flax to different level of mineral nutrition in the forest-steppe of Western Siberia. *Agrarian science*. 2024; 385(8): 168–172 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-385-8-168-172>

© Timokhin A.Yu., Boyko V.S., Mikhailov V.V.

Введение/Introduction

Лен (*Linum usitatissimum* L.) — ведущая масличная культура, широко выращиваемая во всем мире, а его семена являются важным источником продовольствия. Он широко используется в промышленности, сельском хозяйстве и кормопроизводстве. В составе его семян содержится до 50% масла, до 30% белка, усвояемые углеводы, пищевые волокна, витамины B_1 , B_2 , B_5 и С, фолиевая кислота (PP), минеральные вещества (фосфор, калий, магний, железо, марганец), незаменимые аминокислоты.

Лен хорошо отзывается высокими урожаями на внесение минеральных удобрений, а оптимизация питания растений фосфором является широко используемой практикой при выращивании масличных культур [1–3].

Вследствие большой ценности семян льна в России постоянно растут площади его возделывания, где лидером (по данным за 2022 год) является Омская область (324,0 тыс. га), что дает большие возможности по использованию и переработке продукции масличного льна и экономического роста региона [4].

Однако из-за меняющегося климата в России, в том числе и на территории Западной Сибири, в летний период постоянно усиливается неравномерность распределения осадков с чередованием периодов с обильными дождями и засухой. Это играет важную роль в формировании урожаев и их качества в сельскохозяйственном производстве [5–8].

Лен масличный характеризуется засухоустойчивостью и адаптивностью [9], поэтому широко распространен в степной зоне Омской области, в которой его посевные площади достигают 107 тыс. га.

Один из показателей качества семян масличного льна — содержание сырого жира (масличность культуры), которое зависит от климатических условий, плодородности почвы и сорта. Высокая масличность важна не только для промышленности при производстве льняного масла с полинасыщенными и ненасыщенными жирными кислотами, но и для животноводства при кормлении животных [10–13]. При этом исследованиями установлено влияние применяемых минеральных удобрений на концентрацию питательных элементов в семенах сельскохозяйственных культур [14–16].

Цель исследований — изучить влияние минеральных (азотных и фосфорных) удобрений на водный режим лугово-черноземной почвы, урожайность и масличность семян льна в условиях южной лесостепи Омской области.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Наблюдения за льном проводили в 2022–2023 гг. в стационарном опыте ФГБНУ «Омский АНЦ» в условиях южной лесостепи Омской области России (55.046561°N 73.454574°E).

Объекты исследования: лен масличный сорта Северный селекции Сибирской опытной станции — филиала Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта»; лугово-черноземная почва с исходной высокой обеспеченностью обменным калием, средней — подвижным фосфором по Ф.В. Чирикову, низкой — нитратным азотом, с мощностью гумусового горизонта 0,45 м, содержанием гумуса в слое 0–0,4 м 5,9–6,4%, нейтральной pH пахотного горизонта.

Схема опыта включала следующие варианты:

фактор А: обеспеченность почвы подвижным фосфором — средняя (50–100 мг/кг, фон 0), повышенная (100–120 мг/кг, фон I и 140–150 мг/кг, фон II), высокая (150–200 мг/кг, фон III);

фактор В: фосфорное удобрение — P_0 , P_{60} ;

фактор С: азотное удобрение — N_0 , N_{30} , N_{60} .

Азотные и фосфорные удобрения накладывались на фоны различной обеспеченности почвы фосфором.

Повторность опыта — трехкратная, площадь элементарной делянки — 360 м², учетной — 18 м².

Аммиачная селитра (азотное удобрение) и аммофос (фосфорное удобрение) вносили весной при помощи сеялки СЗП-3,6 (завод «СельМашДеталь», Россия) в соответствующих вариантах.

Лен масличный сорта Северный в условиях Западной Сибири способен давать урожай семян до 2,6 т/га, имеет масличность 47,0–47,5%, высоту 65–70 см, устойчив к полеганию и осыпанию [17].

Лен сеяли 10 мая сеялкой СЗП-3,6 с предварительной обработкой почвы культиватором «Степняк» КС-7,4 (Омский экспериментальный завод, Россия) и ее прикатыванием ЗКШ-6,0 («Ом-Сельмаш», Россия) после посева. Норма высева — 8 млн всхожих семян на 1 га.

Определение запасов влаги в почве проводили до посева культуры, в течение вегетационного периода (июнь — октябрь) и после уборки. Образцы отбирались буром до глубины 1 м послойно через 0,1 м в двукратной повторности.

Учет урожайности семян осуществляли 5 октября в каждой делянке с помощью комбайна Wintersteiger Classic (Wintersteiger AG, Австрия) с пересчетом на 100%-ную чистоту и 13%-ную влажность.

Содержание сырого жира определяли в лаборатории биохимии и физиологии растений ФГБНУ «Омский АНЦ» на аппарате Сокслета по разности обезжиренного и не обезжиренного остатка¹.

Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову².

По данным ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС» (г. Омск, Россия), погода в 2022 году характеризовалась теплым маем и августом со среднемесячной температурой воздуха выше нормы и осадками ниже ее. В остальные месяцы (июнь, июль, сентябрь) эти показатели были выше нормы.

В целом за период вегетации сельскохозяйственных культур ГТК (гидротермический коэффициент) составил 1,02, а также отмечались длительные периоды с высокими температурами воздуха и отсутствием осадков. Вегетационный период 2023 года отличался засушливой погодой с осадками ниже многолетних значений (86%) и среднемесячными показателями температуры воздуха на +0,2–3,2 °C выше нормы при среднем ГТК 0,80.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Запас общей или продуктивной влаги весной является основным источником, который растения используют для своего роста и развития в начале вегетации. Он в большей степени зависит от количества накопленного снега в осенне-зимний период. Его средние значения в 2022–2023 гг. составляли от 140 до 162 мм (74–86% от НВ) в полуметровом слое почвы, от 232 до 257 мм (78–86% от НВ) — в метровом (табл. 1) и не зависели

¹ Плешков Б.В. Практикум по биохимии растений. М.: Агропромиздат. 1985; 255.

² Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Колос. 1979; 416.

Таблица 1. Исходный запас общей влаги в почве посева льна масличного в зависимости от фона по обеспеченности фосфором, 2022–2023 гг.

Table 1. The initial reserve of total moisture in the soil of oil flax crops depending on the background phosphorus supply, 2022–2023

Год	Слой почвы, м	Фоны по обеспеченности P ₂ O ₅								Среднее	
		0		I		I		III			
		мм	%НВ	мм	%НВ	мм	%НВ	мм	%НВ	мм	%НВ
2022	0–0,6	135	71	122	65	123	65	145	77	131	69
	0–1,0	220	74	205	69	208	70	237	80	218	73
2023	0–0,6	166	88	158	84	177	94	179	95	170	90
	0–1,0	268	90	259	87	286	96	277	93	273	91
Среднее	0–0,6	151	80	140	74	150	79	162	86	151	80
	0–1,0	244	82	232	78	247	83	257	86	245	82

Примечание: НВ — наименьшая влагоемкость почвы для слоя 0–0,6 м 189 мм, для слоя 0–1,0 м — 298 мм.

от фона обеспеченности фосфором, при этом обеспечивая достаточное содержание влаги в период посева льна масличного.

В дальнейшем, начиная с середины июля, содержание влаги опускалось ниже 0,7 НВ вплоть до конца вегетационного периода, что ввиду неравномерности выпадения осадков (2022 г.) или их долгого отсутствия (2023 г.) могло повлиять на продуктивность льна или резко снизить ее (рис. 1).

В условиях недостаточного увлажнения минеральные удобрения увеличивали урожайность маслосемян. Внесение аммиачной селитры (N₃₀) дает прибавку урожая с 1,26 до 1,42 т/га (на 12,7 %) в среднем по фактору С, а аммофоса — с 1,20 до 1,51 т/га (на 25,8 %) в среднем по фактору В (табл. 2).

Средняя урожайность льна за 2022–2023 гг. колеблется от 1,06 до 1,71 т/га, где ее максимальные значения наблюдаются на фоне с повышенной обеспеченностью фосфором при совместном внесении азотных (N₃₀) и фосфорсодержащих (P₆₀) удобрений, обеспечивающих прибавку к урожаю 0,65 т/га (61,3%).

Содержание сырого жира в семенах льна при внесении минеральных удобрений снижается с 38,4 до 38,0% (на 1,1%) в среднем по фактору В и с 38,7 до 37,5% (на 3,2%) в среднем по фактору С (табл. 3).

В целом содержание сырого жира в семенах льна масличного в вариантах применения азотных и фосфорных удобрений уменьшается незначительно, достигая максимальных значений (39,5%) на фоне со средним содержанием фосфора и при дозе аммофоса 60 кг д. в. / га (табл. 3).

Погодные условия в период вегетации льна масличного сорта Северный в Омской области определяют его урожайность даже с учетом внесения удобрений. Так, в засушливых условиях Одесского района (ГТК 0,37–0,52) она составляла 0,95–1,04 т/га [18], в подтаежной зоне с оптимальным увлажнением — 2,15–2,23 т/га [19]. В данном опыте при ГТК в южной лесостепи 0,80–1,02 она имела значения от 1,06 до 1,71 т/га маслосемян.

Недостаток общей влаги в почве в начале вегетации замедлил рост и развитие льна. В результате действия засухи сорные растения, более адаптированные к таким условиям, появились на поле раньше, чем культура. С учетом того что масличный лен слабо выдерживает конкуренцию с сорняками, они поглотили его в самом начале развития [20]. Поэтому даже с учетом регулярных обработок поля пестицидами его урожайность снижается, так как идет постоянная конкуренция с сорной растительностью.

Внесение азотных удобрений увеличивает

Рис. 1. Содержание общей влаги в почве в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода, слой 0–1,0 м

Fig. 1. Total moisture content in the soil depending on the hydrothermal conditions of the growing season, layer 0–1.0 m

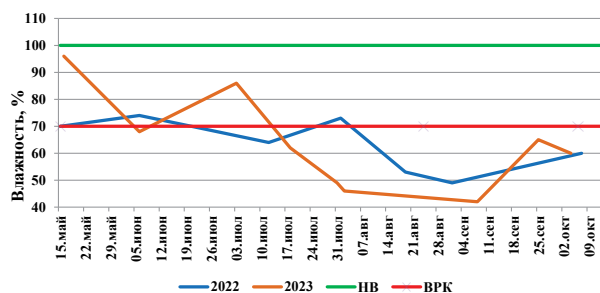


Таблица 2. Урожайность семян льна масличного в зависимости от уровня минерального питания, т/га, 2022–2023 гг.

Table 2. Yield of oil flax seeds depending on the level of mineral nutrition, t/ha, 2022–2023

Фосфорное удобрение (фактор В)	Азотное удобрение (фактор С)	Обеспеченность почвы подвижным фосфором (фактор А)				Среднее по фактору	
		0	I	II	III	В	С
P ₀	N ₀	1,06	1,00	1,42	1,23	1,20	1,26
	N ₃₀	1,07	1,07	1,40	1,31		
	N ₆₀	1,06	1,10	1,29	1,33		1,42
P ₆₀	N ₀	1,37	1,21	1,50	1,29	1,51	1,39
	N ₃₀	1,67	1,50	1,71	1,59		
	N ₆₀	1,62	1,52	1,55	1,64		
Среднее, С		1,31	1,23	1,48	1,40		
НСР ₀₅ : А — 0,20; В — 0,15; С — 0,17; для частных средних — 0,49							

НСР₀₅: А — 0,20; В — 0,15; С — 0,17; для частных средних — 0,49

Таблица 3. Содержание сырого жира в семенах льна масличного, %, 2022–2023 гг.

Table 3. Content of crude fat in oil flax seeds, %, 2022–2023

Фосфорное удобрение (фактор В)	Азотное удобрение (фактор С)	Обеспеченность почвы подвижным фосфором (фактор А)				Среднее по фактору	
		0	I	II	III	В	С
P ₀	N ₀	38,6	37,7	39,2	38,6	38,4	38,7
	N ₃₀	38,6	39,1	39,0	37,9		
	N ₆₀	38,9	37,2	38,2	37,6		
P ₆₀	N ₀	39,5	38,5	39,2	37,9	38,0	38,4
	N ₃₀	38,4	38,1	38,0	38,4		
	N ₆₀	37,1	35,8	37,7	37,8		
Среднее, С		38,5	37,7	38,6	38,0		
НСР _{0,05} : А — 0,9; В — 0,6; С — 0,8; для частных средних — 2,1							

НСР₀₅: А — 0,9; В — 0,6; С — 0,8; для частных средних — 2,1

содержание сырого жира в семенах льна [21], но в данных опытах наблюдается обратная зависимость, связанная с засушливыми вегетационными периодами и влиянием сорной растительности.

Выводы/Conclusions

Таким образом, неравномерность поступления осадков в течение вегетационного периода и низкое количество влаги в почве в его начале замедлили рост и развитие льна масличного сорта Северный.

Средняя урожайность льна за 2022–2023 гг. варьирует от 1,06 до 1,71 т/га с максимальными значениями на фоне II при совместном внесении невысоких доз азотных и фосфорных удобрений, обеспечивающих увеличение сбора маслосемян на 61,3%. Однако применение минеральных удобрений, особенно азотных, способствует незначительному снижению содержания сырого жира в семенах льна, достигая максимальных значений (39,5%) на фоне со средним содержанием фосфора и при допосевном внесении аммофоса в дозе 60 кг д. в. / га.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации (тема № FNUN-2022-0015).

FUNDING

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project No. FNUN-2022-0015).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Першаков А.Ю., Демин Е.А., Волкова Н.А. Вынос питательных веществ посевами льна масличного, возделываемого в условиях лесостепной зоны Зауралья. *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2023; 2: 82–87. <https://elibrary.ru/mfmbmh>
2. Маслинская М.Е. Влияние метеорологических условий возделывания на линейные размеры семян и структуру урожайности сортов льна масличного. *Пермский аграрный вестник*. 2023; 1: 29–36. <https://elibrary.ru/untna>
3. Носевич М.А. Использование органоминерального удобрения «Лигногумат» в технологии возделывания льна масличного (*Linum usitatissimum* L.). *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2023; 2: 20–31. <https://elibrary.ru/mkywcb>
4. Басова Н.В., Новиков Э.В. Анализ производства лубяных культур в России за период импортозамещения. *Технические культуры*. 2023; 3(2): 54–63. <https://doi.org/10.54016/SVITOK.2023.67.29.007>
5. Бойко В.С., Тимохин А.Ю., Михайлов В.В. Плодородие орошаемых земель в южной лесостепи Омской области. *Таврический вестник аграрной науки*. 2021; 4: 40–49. <https://elibrary.ru/zlzcyc>
6. Харюткина Е.В., Логинов С.В., Морару Е.И., Пустовалов К.Н., Мартынова Ю.В. Динамика характеристик экстремальности климата и тенденции опасных метеорологических явлений на территории Западной Сибири. *Оптика атмосферы и океана*. 2022; 35(2): 136–142. <https://doi.org/10.15372/AOO20220208>
7. Решоткин О.В., Алябина И.О., Худяков О.И. Изменение атмосферного и почвенного климата Западной Сибири в условиях глобального потепления. *Географическая среда и живые системы*. 2023; 3: 6–25. <https://elibrary.ru/svsqoi>
8. Тимохин А.Ю., Бойко В.С., Володин А.Б., Нижельский Т.Н., Михайлов В.В. Продуктивность сорго сахарного в смеси с бобами кормовыми при моделировании различных условий минерального питания. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2023; 2: 11–15. <https://doi.org/10.31857/S2500262723020035>
9. Бочкарев Д.В., Столяров А.В., Никольский А.Н., Кузнецова Г.Н., Бочкарев В.Д., Вишняков А.Г. Оценка сорного компонента посевов льна масличного как основа фитосанитарного проектирования. *Нива Поволжья*. 2023; 1: 1007. <https://elibrary.ru/pkmkg>
10. Белокурова Ю.А., Золотавина М.Л. Оценка показателей качества семян зерновых, масличных культур и продуктов их переработки. *Масличные культуры*. 2021; 3: 43–52. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2021-3-187-43-52>
11. Степанова Н.В. Формирование высокопродуктивного ценоза льна масличного в зависимости от нормы высева семян. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; 2: 75–79. <https://elibrary.ru/otnqt>
12. Поморова Ю.Ю., Овсепян С.К., Серова Ю.М. Химико-биологические свойства и потенциальная ценность семян масличного льна (обзор). *Масличные культуры*. 2023; 1: 73–84. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2023-1-193-73-84>
13. Порсев И.Н., Дуничева С.Г., Слоцова М.В., Саломатина К.С. Перспективные сорта льна масличного в фитосанитарной технологии Южного Зауралья. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2023; 7: 3–14. <https://doi.org/10.33920/sel-05-2307-01>
14. Grant C.A., Monreal M.A., Irvine R.B., Mohr R.M., McLaren D.L., Khakbazan M. Preceding crop and phosphorus fertilization affect cadmium and zinc concentration of flaxseed under conventional and reduced tillage. *Plant and Soil*. 2010; 333(1–2): 337–350. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0349-7>
15. Gao Y.-M., Ma B.L. Nitrogen, Phosphorus, and Zinc Supply on Seed and Metal Accumulation in Canola Grain. *Journal of Plant Nutrition*. 2015; 38(3): 473–483. <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.963121>
16. Xie Y. et al. Effects of Phosphorus Supply on Seed Yield and Quality in Flax. *Agronomy*. 2022; 12(12): 3225. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123225>
17. Бушнев А.С. и др. Совершенствование сортовой агротехники льна масличного на черноземах выщелоченном и обыкновенном. *Масличные культуры*. 2016; 4: 67–76. <https://elibrary.ru/xgwtll>
18. Орлов А.А., Рендов Н.А. Оптимизация расхода рабочей жидкости при опрыскивании гербицидами посевов льна масличного в степи Западной Сибири. *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2023; 1: 51–56. https://doi.org/10.48136/2222-0364_2023_1_51

REFERENCES

1. Pershakov A.Yu., Demin E.A., Volkova N.A. Removal of nutrients by crops of oil flax cultivated in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2023; 2: 82–87 (in Russian). <https://elibrary.ru/mfmbmh>
2. Maslinskaya M.E. Influence of meteorological conditions of cultivation on linear seed sizes and yield structure of flax varieties. *Perm Agrarian Journal*. 2023; 1: 29–36 (in Russian). <https://elibrary.ru/untna>
3. Nosevich M.A. The use of organomineral fertilizer "Lignohumate" in cultivation technology oilseed flax (*Linum usitatissimum* L.). *Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2023; 2: 20–31 (in Russian). <https://elibrary.ru/mkywcb>
4. Basova N.V., Novikov E.V. Analysis of the production of bast crops in Russia for the period of import substitution. *Technical crops*. 2023; 3(2): 54–63 (in Russian). <https://doi.org/10.54016/SVITOK.2023.67.29.007>
5. Boyko V.S., Timokhin A.Yu., Mikhailov V.V. Fertility of irrigated lands in the south forest-steppe of the Omsk region. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2021; 4: 40–49 (in Russian). <https://elibrary.ru/zlzcyc>
6. Kharyutkina E.V., Loginov S.V., Moraru E.I., Pustovalov K.N., Martynova Yu.V. Dynamics of climate extremes and trends of dangerous meteorological phenomena in Western Siberia. *Optika atmosfery i okeana*. 2022; 35(2): 136–142 (in Russian). <https://doi.org/10.15372/AOO20220208>
7. Reshotkin O.V., Alyabina I.O., Khudyakov O.I. Changes in the atmospheric and soil climate of Western Siberia under conditions of global warming. *Geographical Environment and Living Systems*. 2023; 3: 6–25 (in Russian). <https://elibrary.ru/svsqoi>
8. Timokhin A.Yu., Boyko V.S., Volodin A.B., Nizhelsky T.N., Mikhailov V.V. Productivity of sugar sorgo in a mix with forage beans in modeling various conditions of mineral nutrition. *Russian Agricultural Sciences*. 2023; 2: 11–15 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S2500262723020035>
9. Bochkarev D.V., Stolyarov A.V., Nikolsky A.N., Kuznetsova G.N., Bochkarev V.D., Vishnyakov A.G. Evaluation of the weed component in oilseed flax crops as a basis for phytosanitary design. *Niva Povolzhya*. 2023; 1: 1007 (in Russian). <https://elibrary.ru/pkmkg>
10. Belokurova Yu.A., Zolotavina M.L. Changes in quality indicators of seeds of cereals, oil crops and their processed products. *Oil Crops*. 2021; 3: 43–52 (in Russian). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2021-3-187-43-52>
11. Stepanova N.V. Formation of a highly productive cenosis of oilseeds depending on the seeding rate. *Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*. 2021; 2: 75–79 (in Russian). <https://elibrary.ru/otnqt>
12. Pomorova Yu.Yu., Ovsepyan S.K., Serova Yu.M. Chemical and biological properties and potential value of oil flax seeds (review). *Oil Crops*. 2023; 1: 73–84 (in Russian). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2023-1-193-73-84>
13. Porsev I.N., Dunicheva S.G., Slovtsova M.V., Salomatina K.S. Promising varieties of oilseed flax in the phytosanitary technology of the Southern Trans-Urals. *Feeding of Agricultural Animals and Feed Production*. 2023; 7: 3–14 (in Russian). <https://doi.org/10.33920/sel-05-2307-01>
14. Grant C.A., Monreal M.A., Irvine R.B., Mohr R.M., McLaren D.L., Khakbazan M. Preceding crop and phosphorus fertilization affect cadmium and zinc concentration of flaxseed under conventional and reduced tillage. *Plant and Soil*. 2010; 333(1–2): 337–350. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0349-7>
15. Gao Y.-M., Ma B.L. Nitrogen, Phosphorus, and Zinc Supply on Seed and Metal Accumulation in Canola Grain. *Journal of Plant Nutrition*. 2015; 38(3): 473–483. <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.963121>
16. Xie Y. et al. Effects of Phosphorus Supply on Seed Yield and Quality in Flax. *Agronomy*. 2022; 12(12): 3225. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123225>
17. Bushnev A.S. et al. Perfection of agricultural technologies of oil flax varieties on leached and typical chernozems. *Oil Crops*. 2016; 4: 67–76 (in Russian). <https://elibrary.ru/xgwtll>
18. Orlov A.A., Rendov N.A. Optimization of the flow rate of the working fluid when spraying oil flax crops with herbicides in the steppe of Western Siberia. *Vestnik of Omsk SAU*. 2023; 1: 51–56 (in Russian). https://doi.org/10.48136/2222-0364_2023_1_51

19. Кудрявцева Н.Н., Красовская А.В., Веремей Т.М. Влияние срока посева на урожайность и качество семян льна масличного в подтаежной зоне Западной Сибири. *Вестник Омского ГАУ*. 2023; 4: 13–20. <https://elibrary.ru/zqzqvo>

20. Дряхлов А.А. Вредоносность сорняков в посевах льна масличного. *Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2004; 2: 85–86. <https://elibrary.ru/rvmopf>

21. Латарцев П.Ю., Антонова О.И. Особенности потребления основных элементов питания льном масличным в связи с внесением удобрений. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2021; 10: 32–37. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-204-10-32-37>

ОБ АВТОРАХ

Артём Юрьевич Тимохин

ведущий научный сотрудник,
кандидат сельскохозяйственных наук
timokhin@anc55.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5120-4068>

Василий Сергеевич Бойко

главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук
boiko@anc55.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4871-231X>

Вячеслав Владимирович Михайлов

научный сотрудник, кандидат биологических наук
slava.mikhaylov.1989@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2406-4319>

Омский аграрный научный центр,
пр-т Королева, 26, Омск, 644012, Россия

19. Kudryavtseva N.N., Krasovskaya A.V., Veremey T.M. The influence of the sowing period on the yield and quality of oil flax seeds in the subtaiga zone of Western Siberia. *Vestnik of Omsk SAU*. 2023; 4: 13–20 (in Russian). <https://elibrary.ru/zqzqvo>

20. Dryakhlov A.A. Harmfulness of weeds on oil flax sowings. *Scientific and technical bulletin of V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of oil crops*. 2004; 2: 85–86 (in Russian). <https://elibrary.ru/rvmopf>

21. Latartsev P.Yu., Antonova O.I. Features of basic nutrient consumption by linseed flax in the context of fertilizer application. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2021; 10: 32–37 (in Russian). <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-204-10-32-37>

ABOUT THE AUTHORS

Artyom Yurievich Timokhin

Leading Researcher, Candidate
of Agricultural Science
timokhin@anc55.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5120-4068>

Vasily Sergeevich Boyko

Chief Researcher, Doctor of Agricultural Sciences
boiko@anc55.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4871-231X>

Vyacheslav Vladimirovich Mikhailov

Researcher, Candidate of Biological Sciences
slava.mikhaylov.1989@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2406-4319>

Omsk Agrarian Scientific Center,
26 Korolev Ave., Omsk, 644012, Russia



Подпишитесь на Telegram канал
ИД «Аграрная наука»



Ежедневно вы будете получать
свежие новости АПК
и сельского хозяйства,
анонсы отраслевых событий,
знакомьтесь с результатами
научных исследований,
репортажами и интервью.



Оформите подписку на информационные
e-mail рассылки



Дважды в неделю на ваш e-mail ящик
будут приходить уведомления
о топовых событиях АПК,
аналитика, прогнозы,
приглашения на выставки
и конференции.

При желании через наши рассылки вы можете
познакомиться со своими товарами и услугами
потенциальных клиентов.

Связаться с редакцией:
Тел. +7 (495) 777 67 67
(доб. 1453)
agrovetpress@inbox.ru