

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2023. № 4 (73). С. 13–18.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philipov. 2023;4(73):13–18.

Научная статья

УДК 633.854.54:631.174(571.1)

doi: 10.34655/bgsha.2023.73.4.002

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ПОСЕВАХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ СТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Артём Александрович Орлов¹, Николай Александрович Рендов²,
Екатерина Викторовна Некрасова^{3*}, Светлана Ивановна Мозылёва⁴

^{1,2,3,4} Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия

¹ aa.orlov35.06.01@omgau.org

² na.rendov@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0001-5716-416>

^{3*} ev.nekrasova@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0002-4821-9824>

⁴ si.mozyleva@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0001-8722-9550>

Аннотация. В условиях степной зоны на черноземе обыкновенном среднетяжелом малогумусовом тяжелосуглинистом оценивали эффективность применения средств химизации на продуктивность льна масличного сорта Северный. Посевы льна располагались в севообороте: горох – пшеница – пшеница – лен – пшеница – ячмень. Норма высева культуры – 4 млн всхожих семян на гектар, срок посева – середина третьей декады мая. Из средств химизации использовали: удобрение Аммофос – 1 ц/га при посеве ($N_{12}P_{52}$), баковую смесь гербицидов (Агритокс, ВК – 1 л/га и Легион, КЭ – 0,4 л/га), препараты Альбит, ТПС – 30 мл/га, Лигногумат – 100 г/га, Изагри Бор – 0,5 л/га, Изагри Азот – 2 л/га и Изагри Фосфор – 2 л/га. Установлено, что при дефиците продуктивной влаги в почве внесение аммофоса при посеве снижает полноту всходов культуры. Кроме этого, в засушливых условиях периодов вегетации 2021 (ГТК 0,50) и 2022 года (ГТК 0,37) на фоне внесения удобрений и при усилении уровня химизации выживаемость растений также снижается. Оптимальным вариантом использования средств химизации в таких условиях оказалось применение в фазу ёлочка льна масличного баковой смеси гербицидов (Агритокс, ВК и Легион, КЭ), препаратов Альбит, ТПС и Изагри Азот плюс применение в фазу бутонизации культуры препарата Изагри Фосфор. В среднем за два года здесь получено 1,097 тонны семян льна масличного с 1 гектара. Внесение 1 центнера аммофоса при посеве увеличивало урожайность культуры до 1,221 т/га.

Ключевые слова: лен масличный, гербицид, удобрение, всхожесть, выживаемость, урожайность семян.

Original article

EFFICIENCY OF CHEMICALIZATION AGENTS ON OIL FLAX CROPS UNDER ARID CONDITIONS OF THE STEPPE OF WESTERN SIBERIA

Artem A. Orlov¹, Nikolay A. Rendov², Ekaterina V. Nekrasova³, Svetlana I. Mozyleva⁴

^{1,2,3,4} Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

¹ aa.orlov35.06.01@omgau.org

² na.rendov@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0001-5716-416>

^{3*} ev.nekrasova@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0002-4821-9824>

⁴ si.mozyleva@omgau.org, <https://orcid.org/0000-0001-8722-9550>

Abstract. The effectiveness of chemicals on the productivity of oil flax of the Severny variety was evaluated under the conditions of the steppe zone on moderately deep, low-humus, loamy ordinary chernozem. Flax crops were located in a crop rotation: peas - wheat - wheat - flax - wheat - barley. The seeding rate of the crop was 4 million germinated seeds per hectare, the sowing time was the middle of the last third of May. Out of the chemicals such ones were used: fertilizer Ammophos - 1 dt/ha when sowing ($N_{12}P_{52}$), herbicides tank mixture (Agritox, SC - 1 l/ha and Legion, EC - 0.4 l/ha), agents Albit, RP - 30 ml/ha, Lignohumat - 100 g/ha, Izagri Bor - 0.5 l/ha, Izagri Azot - 2 l/ha and Izagri Phosphor - 2 l/ha. It was founded that along with a deficiency of productive moisture in the soil, the usage of ammophos during sowing reduced the density of seedlings of the crop. In addition, under the arid conditions of the growing seasons of 2021 (HTC 0.50) and 2022 (HTC 0.37), with the fertilizers usage and increase of the level of chemicalization, plants survival also decreased. The best option for chemicals usage under such conditions was the use of a tank mixture of herbicides (Agritox, CS and Legion, EC), agents Albit and Izagri Azot during the phase of the herringbone of oil flax, as well as the use of Izagri Phosphor during the budding phase of the culture. On average, over two years, 1.097 tons of oil flax seeds per 1 hectare were obtained. The usage of 1 centner of ammophos during sowing period increases the crop yield to 1.221 t/ha.

Keywords: oil flax, herbicide, fertilizer, germination capacity, survival, seed productivity.

Введение. Отношение к возможности посева льна масличного в отдельных регионах разное. Д. Шпаар утверждал, что его возделывание возможно, если сумма осадков за май и июнь превышает 100 мм [1]. Однако возделыванием льна масличного занимаются и в регионах с недостаточным увлажнением: Волгоградская область [2], Алтайский край [3], Средний Урал и Предуралье [4,5], Южный ФО [6,7], Ставропольский край [8], Среднее Поволжье [9], Краснодарский край [10], Омская область [11,12].

Во многих зарубежных странах культура льна масличного также широко распространена [13]. По данным международной организации FAO, уже в 2016 г. лен масличный выращивался на площади в 2,76 млн га [14].

При возделывании этой культуры обязательным условием получения высоких урожаев и качественных льносемян считается использование в технологии гербицидов [15]. В зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения рекомендуется применять баковые смеси гербицидов и альбита [16].

В связи с чувствительностью льна к микроудобрениям необходимо их внесение, особенно бора [17]. Установлено достоверное положительное действие регуляторов роста и микроудобрений на урожайность этой культуры [18].

Цель – оценить эффективность соче-

тания различных средств химизации и их влияние на рост и развитие льна масличного в засушливых условиях степи Западной Сибири.

Объекты и методы исследований.

Полевые опыты проводились в 2021-2022 гг. на полях КФХ «Орлов А.», расположенных в Одесском районе Омской области (степная зона). Почва – чернозем обыкновенный среднemocный малогумусовый тяжелосуглинистый. Посевы льна масличного сорта Северный располагались в севообороте: горох – пшеница – пшеница – лен – пшеница – ячмень. Норма высева льна – 4 млн всхожих семян на гектар. Срок посева – середина третьей декады мая. Площадь делянки – 60 м², повторность – четырехкратная.

Схема двухфакторного опыта включала следующие варианты:

Фактор А – фон питания:

1. Без удобрений.

2. Внесение Аммофоса – 1ц/га при посеве ($N_{12}P_{52}$).

Фактор В – средства химизации:

1. Г – гербициды Агритокс, ВК (1 л/га) и Легион, КЭ (0,4 л/га) (баковая смесь в фазу елочки культуры).

2. ГА – гербициды + Альбит, ТПС (30 мл/га) (баковая смесь в фазу елочки).

3. КХ₁ – комплексная химизация: баковая смесь гербицидов + Лигногумат (100 г/га) в фазу елочки и Изагри Бор (0,5 л/га) в фазу бутонизации.

4. КХ₂ – комплексная химизация: баковая смесь гербицидов + Альбит + Изагри Азот (2 л/га) в фазу елочки и Изагри Фосфор (2 л/га) в фазу бутонизации.

Результаты исследований и обсуждение. В оба года исследований отмечался дефицит продуктивной влаги в почве. Если в 2022 году её запасы при посеве льна только на 4,8-9,6 мм превысили уровень плохих, то в 2021 году они

не достигли 90 мм (табл. 1). В течение периодов вегетации как в 2021, так и в 2022 году наблюдалось слабое пополнение запасов влаги за счет осадков. При норме 175 мм в 2021 году выпало 115,5 мм, а в 2022 году – 80,8 мм. В итоге к моменту уборки урожая в метровом слое почвы оставалось 59,8- 61,7 мм (2021) и 30,6-38,3 мм влаги (2022).

Таблица 1 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм

Средства химизации	Фон удобрения	2021 г.		2022 г.	
		при посеве	при уборке	при посеве	при уборке
Гербициды (Г)	без удобрений	75,6	61,7	99,6	38,3
	N ₁₂ P ₅₂	74,7	60,2	94,8	30,6
Комплексная химизация (КХ ₂)	без удобрений	72,7	63,4	94,8	32,9
	N ₁₂ P ₅₂	72,7	59,8	95,4	32,1

Более высокий уровень увлажнения при посеве в 2022 г. отразился на показателе полевой всхожести льна. В этот год она колебалась в пределах 90,0-91,5 % (табл. 2). В 2021 г. уровень всхожести по

вариантам ниже на 12,3-13,3 % и находится в интервале от 77,0 до 78,7 %. Внесение 1 центнера удобрений Аммофос при посеве, в среднем за 2 года, снижало полноту всходов всего на 0,4-1,1 %.

Таблица 2 – Полевая всхожесть и выживаемость растений льна, %

Средства химизации	Фон удобрения	Всхожесть			Выживаемость		
		2021г.	2022г.	среднее	2021г.	2022г.	среднее
Гербициды (Г)	без удобрений	78,2	91,5	84,8	61,0	69,8	65,4
	N ₁₂ P ₅₂	77,8	91,0	84,4	60,3	69,5	64,9
Гербициды + Альбит (ГА)	без удобрений	78,0	91,2	84,6	60,8	70,0	65,4
	N ₁₂ P ₅₂	77,0	90,0	83,5	59,8	69,2	64,5
Комплексная химизация (КХ ₁)	без удобрений	78,7	91,2	85,0	59,2	69,5	64,4
	N ₁₂ P ₅₂	78,2	90,5	84,4	58,2	68,2	63,2
Комплексная химизация (КХ ₂)	без удобрений	78,2	91,2	84,7	58,5	69,5	64,0
	N ₁₂ P ₅₂	77,7	90,5	84,1	57,5	68,7	63,1

При недостатке влаги в почве уровень выживаемости растений льна достигал в 2021 году, в среднем, 59,4 %, а в 2022 году – 69,3 %. В целом, за 2 года можно отметить тенденцию снижения выживаемости на фоне внесения аммофоса и при усилении уровня химизации. Так, больший процент выживших к моменту уборки растений отмечается в вариантах с применением гербицида и гербицида совмест-

но с препаратом Альбит на неудобренном фоне (65,4 %), меньший – в вариантах с комплексной химизацией на фоне внесения аммофоса (63,1- 63,2 %).

Слабая обеспеченность влагой сказалась на уровне урожайности семян льна. В 2021 г. в варианте с применением только баковой смеси гербицидов получено 0,930 т семян с 1 га (табл. 3). Внесение аммофоса увеличивало сбор семян толь-

ко на 0,09 т. По мере усиления уровня химизации урожайность семян возрастала до 1,290 т/га – вариант с комплексной хи-

мизацией (КХ₂) на удобренном фоне. В среднем по опыту в этот год получено 1,078 тонны семян с гектара.

Таблица 3 – Урожайность семян льна масличного, т/га

Средства химизации	Фон удобрения	2021 г.	2022 г.	Среднее
Гербициды (Г)	без удобрений	0,930	0,911	0,920
	N ₁₂ P ₅₂	1,020	0,973	0,996
Гербициды + Альбит (ГА)	без удобрений	1,000	0,940	0,970
	N ₁₂ P ₅₂	1,090	1,004	1,047
Комплексная химизация (КХ ₁)	без удобрений	1,050	0,993	1,021
	N ₁₂ P ₅₂	1,140	1,039	1,089
Комплексная химизация (КХ ₂)	без удобрений	1,100	1,095	1,097
	N ₁₂ P ₅₂	1,290	1,152	1,221
НСР ₀₅		0,075	0,051	

В 2022 г. средняя урожайность составила 1,013 т/га. Отмечалась та же тенденция увеличения сбора семян по мере усиления уровня химизации – от 0,911 т/га в варианте с использованием гербицидов на неудобренном фоне до 1,152 т/га в варианте с комплексной химизацией (КХ₂) на фоне внесения азотно-фосфорных удобрений.

Применение баковой смеси гербицидов, Альбита, Изагри Азота и Изагри Фосфора обеспечило, в среднем, за два года сбор 1,097 тонны семян льна с гектара. Дополнительное внесение удобрений позволило увеличить урожайность культуры до 1,221 т/га (на 11,3 %).

По результатам двухлетних данных уровень рентабельности культуры превысил 100 %. При условии благоприятного увлажнения вегетационного периода возможен рост экономической эффективности применения средств химизации.

Заключение. По результатам двух лет исследований оптимальным вариантом химизации посевов льна масличного было применение в фазу елочки культуры баковой смеси гербицидов Агритокс, ВК (1 л/га) и Легион, КЭ (0,4 л/га), препаратов Альбит, ТПС (30 мл/га) и Изагри Азот (2 л/га) и в фазу бутонизации препарата Изагри Фосфор (2 л/га).

Список источников

1. Яровые масличные культуры / Д. Шпар, Х. Гинапп, В. Щербаков [и др.]. Минск: «ФУ Аинформ», 1999. 288 с.

2. Медведев Г.А., Екатериничева Н.Г. Приемы повышения продуктивности льна масличного в подзоне черноземов Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса : наука и высшее профессиональное образование. 2016. №1(41). С. 57-63. EDN: VVTCBP

3. Антонова О.И., Антонов В.Г. Технология возделывания льна масличного в Алтайском крае : рекомендации. Барнаул : РИО АГАУ, 2014. 58 с. EDN: VUHEUH

4. Колотов А.П., Елисеев С.Л. Лен масличный на Среднем Урале // Пермский аграрный вестник. 2014. №1(5). С. 16-21. EDN: RXGAPN

5. Колотов А.П., Гусева Л.В., Синякова О.В. Экономическая эффективность возделывания льна масличного на Среднем Урале // АПК России. 2015. Т. 72. № 2. С. 135-140. EDN: TYNHUX

6. Совершенствование сортовой агротехники льна масличного на черноземах выщелоченном и обыкновенном / А.С. Бушнев, Ф.И. Горбаченко, Е.В. Картамышева [и др.] // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2016. Вып. 4 (168). С. 67-76. EDN: XGWTIL

7. Бушнев А.С., Лучкина Т.Н., Орлов Г.И. Реализация генетического потенциала семенной продуктивности новых сортов масличного льна с учетом современных ресурсосберегающих технологий Южного ФО // Масличные культуры. 2020. Вып. 3 (183). С. 84-91. EDN: WDKFZH. doi: 10.25230/2412-608X-2020-3-183-84-91

8. Лен масличный на Ставрополье : монография / под общей редакцией В.Г. Дригера, А.И. Есаулко, Г.Р. Дорожко. Ставрополь : Изд-во «Параграф», 2013. 148 с. EDN: RAIEEV
9. Колдаева В.С., Кшникаткин С.А., Аленин П.Г. Болезни льна масличного в Среднем Поволжье // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: сборник материалов международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. Том I. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. С. 103-105. EDN: PHKUML
10. Гонгало А.А., Турин Е.Н. Влияние технологии возделывания на продуктивность семян льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) в зоне рискованного земледелия // Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур : сборник материалов 12-й Международной конференции молодых учёных и специалистов. Краснодар, 01–03 марта 2023 года. Краснодар: Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», 2023. С. 53-56. EDN: YYPOFR. doi 10.25230/conf12-2023-53-56
11. Рекомендации по возделыванию масличных культур в Омской области / И.А. Лошкомойников, А.Н. Пузиков, Г.Н. Кузнецова [и др.]. Исикуль, 2019. 117 с.
12. Кузнецова Г.Н., Лошкомойников И.А., Кривошеев К.М. Экономическая эффективность возделывания масличных культур в Омской области // Масличные культуры. 2021. Вып. 3 (187). С. 53-57. EDN: CAATFB. doi: 10.25230/2412-608X-2021-3-187-53-57.
13. Laza A., Pop G. The influence of fertilization and seeding density on flax oil production quality // Research Journal of Agricultural Science. 2012. Vol. 44 (4). Pp. 96-102.
14. Linseed world primary production. Database of Food and Agriculture Organization (FAO). URL: <http://www.fao.org/faostat/en#data/QC> (дата обращения 18.07.2023).
15. Виноградов Д.В., Егорова Н.С., Гогмачадзе Г.Д. Урожайность льна масличного сорта ВНИИМК-620 в зависимости от применения гербицидов и органоминеральных удобрений // АгроЭкоИнфо. 2016. №4. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/4/st_442.doc. (дата обращения 18.07.2023). EDN: YNRYVZ
16. Применение баковых смесей гербицидов с Альбитом на льне масличном / А.С. Бушнев, Г.И. Орехов, С.П. Подлесный [и др.] // Масличные культуры. 2019. Вып. 4 (180). С. 133-142. EDN: HJBBZJ
17. Muhammad T., Muhammad I., Rehman A. Effect of foliar application of zinc on yield and oil contents of flax // Pakistan J. Agric. Res. 2014. Vol. 27. № 4. Pp. 287-295.
18. Кшникаткина А.Н., Журавлев Е.Ю. Регуляторы роста и микроудобрения – факторы повышения продуктивности льна масличного // Нива Поволжья. 2018. № 4 (49). С. 67-71. EDN: YSKBYT

References

1. Shpaar D., Ginapp H., Shcherbakov V. Spring oil plant. Minsk: "FU Ainform", 1999. 288 p. (In Russ.)
2. Medvedev G.A., Ekaterinicheva N.G. Oil flax productivity increasing methods in subzone of southern chernozems in Volgograd region. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: science and higher education*. 2016;1(41):57-93 (In Russ.)
3. Antonova O.I., Antonov V.G. Technology for cultivating oil flax in the Altai Territory: recommendations. Barnaul. 2014. 58 p. (In Russ.)
4. Kolotov A.P., Eliseev S.L. Oil flax in the Middle Urals. *Perm Agrarian Journal*. 2014;1(5):16-21 (In Russ.)
5. Kolotov A.P., Guseva L.V., Sinyakova O.V. Economic efficiency of oil flax cultivation in the Middle Urals. *APK Rossii*. 2015;72(2):135-140 (In Russ.)
6. Bushnev A.S., Gorbachenko F.I., Kartamysheva E.V. Perfection of agricultural technologies of oil flax varieties on leached and typical chernozems. *Maslichnye kultury. Nauchno-tekhnicheskij byulleten Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kultur*. 2016;4(168):67-76 (In Russ.)
7. Bushnev A.S., Luchkina T.N., Orlov G.I. The realization of the genetic potential of seed productivity of new varieties of oil flax considering the modern resource-saving technologies of the Southern Federal District of the Russian Federation. *Oil crops*. 2020;3(183):84-91 (In Russ.) doi: 10.25230/2412-608X-2020-3-183-84-91
8. Oil flax in the Stavropol region: monograf. Stavropol. 2013. 148 p. (In Russ.)

9. Koldaeva V.S., Kshnikatkin S.A., Alenin P.G. Diseases of oilseed flax in the middle Volga Region. *Innovative ideas of young researchers for the agro-industrial complex. Proc. of the Int. Sci. and Pract. Conf.* Penza. 2022;1:103-105 (In Russ.)
10. Gongalo A.A., Turin E.N. Influence of cultivation technology of oil flax (*Linum usitatissimum* L.) productivity in a zone of risky farming. *Current issues of biology, selection, technology of cultivation and processing of agricultural crops. Proc. of the 12th Int. Conf. of Young Scientists and Specialists, Krasnodar, March 01–03, 2023. Krasnodar: Federal Scientific Center "All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V.S. Pustovoit".* 2023:53-56 (In Russ.). doi: 10.25230/conf12-2023-53-56
11. Loshkomoynikov I.A., Puzikov A.N., Kuznetsova G.N. Recommendations for the cultivation of oilseeds in the Omsk region. *Isilkul.* 2019. 117 p. (In Russ.)
12. Kuznetsova G.N., Loshkomoynikov I.A., Krivosheev K.M. Economic efficiency of oil crops cultivation in the Omsk region. *Oil crops.* 2021;3(187):53-57 (In Russ.). doi: 10.25230/2412-608X-2021-3-187-53-57.
13. Laza A., Pop G. The influence of fertilization and seeding density on flax oil production quality. *Research Journal of Agricultural Science.* 2012;44(4):96-102.
14. Linseed world primary production. Database of Food and Agriculture Organization (FAO). URL : <http://www.fao.org/faostat/en#data/QC> (date of access 18.07.2023).
15. Vinogradov D.V., Egorova N.S., Gogmachadze G.D. Yield of flax oil-bearing variety VNIIMK-620 depending on the use of herbicides and organomineral fertilizers. *AGROECOINFO.* 2016;4. URL : http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/4/st_442.doc. (date of access 18.07.2023) (In Russ.)
16. Bushnev A.S., Orekhov G.I., Podlesny S.P. The application of tank mixtures of Albit and herbicides on oil flax. *Oil crops.* 2019;4(180):133-142 (In Russ.)
17. Muhammad T., Muhammad I., Rehman A. Effect of foliar application of zinc on yield and oil contents of flax. *Pakistan J. Agric. Res.* 2014;27(4):287-295.
18. Kshnikatkina A.N., Zhuravlev E.Yu. Growth regulators and microfertilizers are factors increasing productivity of oil. *Niva povolzhya.* 2018;4(49):67-71 (In Russ.)

Информация об авторах

Артем Александрович Орлов – аспирант, кафедра агрономии, селекции и семеноводства;

Николай Александрович Рендов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, кафедра агрономии, селекции и семеноводства;

Екатерина Викторовна Некрасова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра агрономии, селекции и семеноводства;

Светлана Ивановна Мозылева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра агрономии, селекции и семеноводства.

Information about the authors

Artem A. Orlov – Post-graduate student, Chair of Agriculture and Plant-growing;

Nikolay A. Rendov – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chair of Agriculture and Plant-growing;

Ekaterina V. Nekrasova – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Agriculture and Plant-growing;

Svetlana I. Mozyleva – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Agriculture and Plant-growing.

Статья поступила в редакцию 14.08. 2023; одобрена после рецензирования 20.09.2023; принята к публикации 26.09.2023.

The article was submitted 14.08.2023; approved after reviewing 20.09.2023; accepted for publication 26.09.2023.