

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ (*BRASSICA JUNCEA L.*) НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

О. Д. Занозина, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории селекции горчицы,
olesya.zanozina@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4486-1692

ФГБНУ «ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В. С. Пустовойта»,
350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17; e-mail: vniimk@vniimk.ru

Увеличивающийся интерес у сельскохозяйственных производителей к перспективной многоцелевой культуре – горчице сарептской яровой требует совершенствования элементов технологии ее возделывания для получения стабильно высоких урожаев. Исследования проводили в 2021–2022 гг. на опытных полях центральной экспериментальной базы ФГБНУ «ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта». Цель исследований – изучение и научное обоснование отдельных элементов технологии (срок посева, норма высева семян и уровень минерального питания) возделывания горчицы сарептской на семенную продуктивность культуры, выращиваемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья. Установлено, что наибольшая урожайность (1,42 т/га) и сбор масла (0,60 т/га) культуры наблюдаются при раннем сроке посева (первый срок (ранний) – II декада апреля) с минимальной нормой высева семян 1,3 млн шт./га. Однократная подкормка горчицы сарептской яровой аммонийной селитрой в дозе N_{60} в фазе всходов способствует получению максимальной урожайности – 2,08 т/га и сбора масла – 0,87 т/га. Но наибольшее содержание масла в семенах (47,1 %) наблюдалось в варианте с внесением азотного удобрения в дозе N_{30} дробно в равных частях: в фазе «всходы» (N_{15}) и «стеблевание» (N_{15}) культуры. Некорневая обработка посевов горчицы сарептской яровой смесями гелиев (гель Микро в дозе 1 л/га и гель Brassica в дозе 2 л/га) в фазе стеблевания культуры позволило получить наибольшую урожайность – 1,85 т/га, масличность семян – 47,9 % и сбор масла – 0,80 т/га.

Ключевые слова: горчица сарептская, срок посева, норма высева семян, макроудобрения, микроудобрения, аммонийная селитра.

Для цитирования: Занозина О. Д. Совершенствование элементов технологии возделывания горчицы сарептской (*Brassica juncea L.*) на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 1. С. 77–72. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-77-82.



IMPROVING THE ELEMENTS OF CULTIVATING TECHNOLOGY FOR SAREPTA MUSTARD (*BRASSICA JUNCEA L.*) ON LEACHED BLACKEARTH OF WESTERN CISCAUCASIA

О. Д. Занозина, postgraduate, junior researcher, mustard breeding laboratories,
ORCID ID: 0000-0002-4486-1692

FSBSI “FRC “All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops by the name of Pustovoit V. S.”,
350038, Krasnodar, Filatov Str., 17; e-mail: olesya.zanozina@mail.ru

Increasing interest among agricultural producers in Sarepta spring mustard as a promising, multi-purpose crop requires improving the elements of its cultivation technology to obtain consistently high yields. The current study was carried out in 2021–2022 on the experimental fields of the central experimental base of the FSBSI “FRC “All-Russian Scientific Research Institute of Oil Crops by the name of Pustovoit V. S.”. The purpose of the research was to study and scientifically substantiate individual elements of the technology (sowing time, seed sowing rate and level of mineral nutrition) for Sarepta mustard's cultivation on seed productivity of the crop grown on leached blackearth (chernozem) of Western Ciscaucasia. There has been established that the highest yield (1.42 t/ha) and oil yield (0.60 t/ha) of the crop is obtained at an early sowing time (the first term (early) is in the 2nd decade of April) with a minimum seed sowing rate (1.3 million units/ha). Sarepta spring mustard's single feeding of with ammonium nitrate at a dose of N_{60} in the seedling phase has helped to obtain maximum yield of 2.08 t/ha and 0.87 t/ha of oil. But the largest oil content in seeds (47.1 %) was identified in the variant with the application of nitrogen fertilizer at a dose of N_{30} fractionally in equal parts, i.e. in the stages of germination (N_{15}) and booting (N_{15}). Foliar treatment of Sarepta spring mustard with helium mixtures (Micro gel at a dose of 1 l/ha and Brassica gel at a dose of 2 l/ha) in the booting stage allowed obtaining the highest yield of 1.85 t/ha, with 47.9 % of oil in seeds and 0.80 t/ha of oil yield.

Keywords: Sarepta mustard, sowing time, seed sowing rate, macrofertilizers, microfertilizers, ammonium nitrate.

Введение. Горчица является древнейшей культурой многоцелевого использования. В конце XVIII в. на приеме у императрицы Екатерины Великой граф Н.А. Бекетов попробовал горчичное масло, привозимое из Англии. После этого он в своем имении Отрада начал

опыты по выращиванию горчицы. Скрестив дикорастущую горчицу с английской и французской, граф получил новый сорт. С этого времени начинается ее история как культурного растения, возделываемого на территории Российской империи. Очень долгое вре-

мя, примерно до 1931 г., горчица являлась практически основной масличной культурой в СССР, но с расширением ассортимента культур у сельскохозяйственных производителей интерес к горчице постепенно уменьшался. Но в некоторые годы посевные площади под горчицей были значительными, так, например, в 1961 г. они составили около 380 тыс. га. В 2000-е гг. у фермеров интерес к горчице сохранялся на очень низком уровне, т.е. посевные площади под культурой не превышали 160 тыс. га, а в 2022 г. они занимали 247 тыс. га, что свидетельствует об увеличении внимания к данной перспективной культуре на сегодняшний день. Горчицу можно высевать в Краснодарском крае как в зерново-травяно-пропашных, рисовых, так и в кормовых севооборотах. Однако ввиду ее слабого распространения в производстве недостаточно полно изучено влияние элементов технологии на продуктивность горчицы сарептской. Поэтому многие фермеры возделывают ее по традиционным технологиям, тем же, что и рапс яровой, что, безусловно, ведет к снижению урожая и, как следствие, потере интереса к возделыванию данной культуры. В связи с этим возникает острая необходимость в разработке и совершенствовании агроприемов, которые сочетают в себе как особенности биологии культуры, так и почвенно-климатические условия региона возделывания, что позволит обеспечить получение стабильно высоких урожаев горчицы сарептской яровой с высокой рентабельностью производства.

Технология возделывания сельскохозяйственной культуры включает следующие агроприемы:

- 1) выбор сорта;
- 2) выбор систем обработки почвы и удобрений;
- 3) посев (сроки, нормы высева, глубина заделки семян, способ посева);
- 4) уход за посевами (обработка почвы, подкормки, защита растений от вредителей, болезней и сорняков) (Клименко и др., 2022).

Территория Краснодарского края (регион закладки эксперимента) относится к зоне рискованного земледелия, а биологические особенности горчицы сарептской яровой позволяют производить ее посев в ранневесенние сроки, то есть при наступлении физической спелости почвы, а средства химизации (пестициды) имеют регламентированные нормы/дозы. Из этого следует, что изучение таких агроприемов, как срок посева, норма высева семян и уровень минерального питания может оказать более существенное влияние на семенную продуктивность культуры, в отличие от агроприемов, которые нельзя менять (нормы/дозы средств защиты растений) или изучение, которых осложняется погодно-климатическими условиями региона возделывания (механическая обработка почвы). Поэтому цель работы состоит в изучении и научном обосновании отдельных элементов технологии (срок посева, норма высева и уровень минерального пита-

ния) возделывания горчицы сарептской на семенную продуктивность культуры, выращиваемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья.

Материалы и методы исследования.

В период с 2021 по 2022 г. на опытных полях центральной экспериментальной базе ФГБНУ «ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта» по методикам, разработанным во ВНИИ масличных культур, проводили исследования по совершенствованию элементов технологии возделывания горчицы сарептской яровой для получения высоких урожаев семян культуры. Предмет исследования – сроки посева, нормы высева семян, макро- и микроудобрения. Объект исследования – сорт горчицы сарептской яровой Юнона, который в 2016 г. внесен в Государственный реестр селекционных достижений по Российской Федерации.

Исследования проводили в трех полевых опытах с рендомизированным размещением делянок в 4-кратной повторности с учетной площадью делянок 7,5 м².

Схема опыта первого эксперимента включала три срока посева (первый – при прогревании почвы в 10-сантиметровом слое до 8–12 °С, второй – через 10 дней после первого и третий – через 20 дней после первого) и 5 норм высева семян (1,3; 1,7; 2,0; 2,3 и 2,7 млн шт./га).

Схема опыта второго полевого опыта включала: 1 – контроль, без удобрений; 2 – однократное внесение N₃₀ в фазе всходов горчицы; 3 – дробное внесение по N₁₅ в фазе всходов и стеблевания горчицы; 4 – однократное внесение N₃₀ в фазе стеблевания горчицы; 5 – однократное внесение N₆₀ в фазе всходов горчицы; 6 – однократное внесение N₆₀ в фазе стеблевания горчицы; 7 – дробное внесение по N₃₀ в фазе всходов и стеблевания горчицы; 8 – дробное внесение N₆₀ в фазе всходов (N₁₅) и стеблевания (N₄₅) горчицы; 9 – дробное внесение N₆₀ в фазе всходов (N₄₅) и стеблевания (N₁₅) горчицы.

В качестве азотного удобрения использовали аммонийную селитру (34,6 %). Сухие туки разбрасывали вручную по поверхности почвы без заделки.

Схема третьего полевого опыта включала различные варианты внесения микроудобрений: 1 – контроль, без удобрений; 2 – в фазе стеблевания горчицы гель Brassica в дозе 2 л/га; 3 – в фазе всходов горчицы гель Betatativ в дозе 2 л/га; 4 – в фазе стеблевания горчицы смесь гелей Kальцибор и Brassica в дозе по 2 л/га; 5 – в фазе стеблевания горчицы смесь гелей Микро в дозе 1 л/га и Brassica в дозе 2 л/га; 6 – в фазе всходов гель Betatativ в дозе 2 л/га и в фазе стеблевания гель Brassica в дозе 2 л/га.

Некорневое опрыскивание микроудобрениями проводили ручным опрыскивателем с помпой Solo 408. Микроудобрения были представлены гелеобразными комплексными микроудобрениями бельгийской фирмы «GroGreen». Данные микроудобрения содер-

жат в своем составе микроэлементы (медь, цинк, бор, марганец, молибден) в доступной для питания растений форме. Также к преимуществам удобрения относится наличие в его составе прилипателей и смачивателей, из-за чего снижаются потери микроудобрения, а растения лучше усваивают из него элементы минерального питания. Объем рабочего раствора составил в пересчете на 1 га 300 л.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным слабогумусным сверхмощным тяжелосуглинистым на лессовидных тяжелых суглинках, который обрабатывали с помощью улучшенной зяби с осенним выравниванием. Почвенный покров опытного участка характеризуется низким содержанием гумуса (3,4 %) в почвенном профиле. Согласно агрохимическому обследованию, в пахотном слое чернозема выщелоченного опытного участка содержится: от 14,2 до 27,0 мг/кг минерального азота, 21 мг/кг подвижного фосфора и 313 мг/кг обменного калия, что соответствует III (по фосфору) и IV классу (по калию) агрохимической обеспеченности. Также было определено содержание подвижных форм микроэлементов: бора – 0,26 мг/кг, меди – 0,30 мг/кг, молибдена – 0,14 мг/кг, цинка – 0,25 мг/кг, что свидетельствует о дефиците в почвенном профиле подвижных форм микроэлементов для нормального роста и развития горчицы сарептской яровой.

Агрохимическое обследование почвы опытного участка производили по заранее составленному маршруту (по двум диагоналям), отборы почвенных образцов осуществляли спомощью почвенного бура перед посевом горчицы сарептской на глубину пахотного слоя (A_n) 0–20 см. Были проведены следующие агрохимические анализы почвенных образцов. Гумус определяли по методу И.В. Тюрина в модифика-

ции В.Н. Симакова. Нитратный азот определяли ионометрическим методом по ГОСТ 26951-86, аммонийный азот – колориметрическим методом с реагентом Несслера. Вытяжку для определения фосфора и калия в почвенном образце готовили по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91). Микроэлементы определяли по ЦИНАО.

В исследовании проводили учеты и фенологические наблюдения по методикам, разработанным во ВНИИ масличных культур (Лукомец, 2019). Анализ по определению масличности семян проводили с помощью ИК-спектрометра (Matrix-1) в лаборатории биохимии ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (ГОСТ 8.597-2010).

При расчете окупаемости затрат возделывания горчицы сарептской взяты цены на удобрения (аммонийную селитру и гели) и семена горчицы на август 2022 года.

Результаты и их обсуждение. Сельхозпроизводителям для реализации генетического потенциала продуктивности сорта и получения максимальной урожайности культуры с единицы площади конкретного региона возделывания необходимо подбирать оптимальный срок посева и норму высева семян. За годы исследований (2021–2022 гг.) было установлено, что третий срок посева (поздний) горчицы сарептской яровой в среднем способствует недобору урожая до 0,35 т/га и сбору масла до 0,13 т/га в сравнении с первым и вторым сроками посева (табл. 1). Однако учеными (Samota et al., 2022) из Индии были сделаны противоположные выводы. У них максимальная прибавка урожайности (30 %) горчицы отмечалась при посеве ее в более поздний (третий) срок посева, в отличие от посева горчицы в ранний (первый) и оптимальный (второй) срок посева (Samota et al., 2022).

Таблица 1. Влияние сроков посева и норм высева семян на продуктивность горчицы сарептской яровой, ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (2021–2022 гг.)
Table 1. The effect of sowing time and seed sowing rates on productivity of Sarepta spring mustard (2021–2022)

Срок посева	Норма высева, семян млн шт./га	Урожайность, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га
Первый	1,3	1,42	45,6	0,60
	1,7	1,19	46,8	0,55
	2,0	1,22	46,1	0,51
	2,3	1,19	46,7	0,49
	2,7	1,41	46,3	0,58
Второй	1,3	1,31	46,2	0,58
	1,7	1,14	46,1	0,54
	2,0	1,29	46,2	0,48
	2,3	1,23	46,0	0,52
	2,7	1,33	45,8	0,54
Третий	1,3	0,91	45,9	0,38
	1,7	0,95	45,9	0,40
	2,0	0,95	45,9	0,41
	2,3	0,92	46,3	0,40
	2,7	0,92	46,3	0,43
HCP ₀₅ для сроков посева	0,11	0,7	0,03	
HCP ₀₅ для норм высева семян	0,14	0,8	0,04	
HCP ₀₅ для средних частных	0,25	1,4	0,07	

Из приведенных данных по урожайности, масличности семян и сбору масла в таблице 1 следует, что срок посева культуры оказывает влияние на эти показатели, то есть чем позже в условиях Краснодарского края произведен посев горчицы сарептской яровой, тем меньше и худшего качества получен урожай культуры. Такое отрицательное воздействие позднего срока посева на продуктивность может быть связано с недостатком влаги в почвенном профиле (иссушение и растрескивание почвы) и с массовым выходом крестоцветных вредителей (крестоцветная блошка, капустная моль) вследствие повышения температуры окружающей среды (воздух, почва). Посев горчицы сарептской в первый и во второй сроки с минимальной (1,3 млн шт./га) и максимальной (2,7 млн шт./га) нормой высева семян способствовал получению наибольшей урожайности и сбору масла по сравнению с другими нормами высева семян, однако при третьем сроке посева с данными нормами высева была получена наименьшая урожайность (1,3 млн шт./га – 0,91 т/га и 2,7 млн шт./га – 0,92 т/га).

Интенсификация сельского хозяйства предполагает применение минеральных удобрений для предотвращения отрицательного баланса элементов минерального питания в почве. Всем сельскохозяйственным растениям в первую очередь необходимы макроэлементы (NPK), так как они являются основными структурными единицами растительного организма, их содержание в растениях превышает 0,1 % су-

хой массы. Чернозем выщелоченный обладает химической и обменной поглотительной способностью, благодаря чему фосфор и калий закрепляются в почвенном профиле, в отличие от азота, который вымывается (выщелачивается) за его пределы (Шеуджен и др., 2019). Процесс вымывания азота из корнеобитаемого слоя растений приводит к дефициту данного элемента в питании сельскохозяйственных растений, из-за чего необходимо с помощью удобрений производить его восполнение. Однако применение удобрений должно быть научно обосновано, так как бездумное их применение может вызывать отрицательный эффект (отрицательный хемотропизм, химический ожог, полегание растений), поэтому нами были изучены имеющиеся исследования по применению азотных удобрений для установления наиболее рациональной дозы азотных удобрений. В своем руководстве по удобрению капустных культур Е.И. Волошин и А.Н. Автесян рекомендуют вносить азотные удобрения в дозе от N_{60} до N_{90} для получения высокого урожая горчицы (Волошин и Автесян, 2017). Но исследования Е.Н. Ростовой на черноземе южном малогумусном при норме высева семян 0,5 млн шт./га показали, что применение азотных удобрений больше N_{60} является экономически нецелесообразным (Ростова, 2021), поэтому изучалось применение N_{30} и N_{60} в разные фазы (всходы и стеблевание) развития горчицы сарептской на ее семенную продуктивность (табл. 2).

Таблица 2. Продуктивность горчицы сарептской в зависимости от норм и сроков внесения аммонийной селитры (2021–2022 гг.)

Table 2. Productivity of Sarepta spring mustard depending on the rates and time of ammonium nitrate application (2021–2022)

№ п/п	Доза подкормки		Урожайность, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га
	фаза всходов	фаза стеблевания			
1	Контроль, без удобрений		1,47	46,2	0,61
2	N_{30}	N_0	1,99	46,6	0,83
3	N_{15}	N_{15}	1,96	47,1	0,83
4	N_0	N_{30}	1,82	46,0	0,75
5	N_{60}	N_0	2,08	46,0	0,87
6	N_0	N_{60}	1,89	47,0	0,80
7	N_{30}	N_{30}	2,00	47,0	0,85
8	N_{15}	N_{45}	1,95	46,4	0,81
9	N_{45}	N_{15}	2,04	46,9	0,86
HCP ₀₅			0,19	0,25	0,12

Максимальная урожайность (2,08 т/га) отмечается в варианте с внесением аммонийной селитры в дозе N_{60} однократно в фазе всходов горчицы сарептской яровой. Применение N_{30} в фазе стеблевания уменьшало в семенах горчицы сарептской содержание масла на 0,2 % по сравнению с контролем. Наибольшее содержание масла в семенах составило 47,1 % и наблюдалось в варианте с внесением азотных удобрений (N_{30}) дробно в фазе «всходы» (N_{15}) и «стеблевание» (N_{45}). В сравнении с контролем

применение азотных удобрений способствовало увеличению сбора масла на 0,14–0,26 т/га.

Сельскохозяйственным растениям для нормального роста и развития, кроме основных элементов питания (макроэлементов), необходимы вспомогательные (микроэлементы), так как они отвечают за многие жизненно важные процессы (обмен веществ, входят в состав ферментов и катализаторов). Микроэлементы являются второстепенными и вспомогательными из-за того, что их содержание в сухой массе

растений варьирует от 0,0001 до 0,01 %, но ими не стоит пренебрегать, так как они способствуют получению прибавки сельскохозяйственных культур. Так, применение микроудобрений на колосовых культурах позволило увеличить урожайность озимой пшеницы и ярового ячменя до 8 % (Налиухин и др., 2022), а урожайность риса – до 10 % (Sheujen et al., 2021). Также некорневые подкормки посевов горчицы сарептской способствовали получению прибавки

урожая до 24 %, что свидетельствует о высокой отзывчивости горчицы сарептской на применение микроудобрения (Медведев и др., 2013).

Некорневые подкормки комплексными микроудобрениями способствовали увеличению урожайности на 0,15–0,53 т/га, масличности семян на – 0,3–1,9 % и сбора масла на – 0,05–0,25 т/га в сравнении с вариантом без применения микроудобрений (табл. 3).

Таблица 3. Влияние комплексных микроудобрений на продуктивность горчицы сарептской яровой (2021–022 гг.)
Table 3. The effect of complex microfertilizers on productivity of Sarepta spring mustard (2021–2022)

№ п/п	Вариант	Урожайность, т/га	Масличность семян, %	Сбор масла, т/га
1	Контроль, без удобрений	1,32	46,0	0,55
2	Гель Brassica, 2 л/га	1,82	46,3	0,76
3	Гель Вегетатив, 2 л/га	1,64	47,3	0,68
4	Гель Кальцибон + Гель Brassica, 2 л/га	1,49	47,1	0,66
5	Гель Микро, 1 л/га + Гель Brassica, 2 л/га	1,85	47,9	0,80
6	Гель Вегетатив + Гель Brassica, 2 л/га	1,47	47,7	0,60
HCP ₀₅		0,14	0,19	0,10

Некорневая обработка горчицы сарептской сорта Юнона в фазе стеблевания гелем Brassica в дозе 2 л/га способствовала получению хорошей прибавки урожая – 0,50 т/га и сбора масла – 0,21 т/га, однако некорневая подкормка смесью гелей (гель Микро в дозе 1 л/га и гель Brassica в дозе 2 л/га) позволила получить максимальную урожайность культуры – 1,85 т/га, масличность семян – 47,9 % и сбор масла – 0,80 т/га по сравнению с контрольным вариантом. Получение такого эффекта по увеличению семенной продуктивности горчицы сарептской при применении смеси гелей (гель Микро в дозе 1 л/га и гель Brassica в дозе 2 л/га) может быть связано с получением дополнительного азота в виде аминокислот, который входит в состав геля Микро, что стимулировало рост урожайности и качества семян горчицы.

Выходы.

1. В условиях Краснодарского края на черноземе выщелоченном слабогумусном сверхмощном тяжелосуглинистом на лессовидных тяжелых суглинках в годы исследования (2021–2022 гг.) наилучшим сочетанием факторов являлся ранний срок посева (первый) с минимальной нормой высева семян

(1,3 млн шт./га), так как позволяет получить наибольшую продуктивность горчицы сарептской сорта Юнона: урожайность – 1,42 т/га и сбор масла – 0,60 т/га.

2. Однократное применение аммонийной селитры в фазе всходов и стеблевания горчицы сарептской в дозе N₆₀ обеспечило получение максимальной урожайности. Данный способ внесения макроудобрения стимулировал рост на начальных этапах роста и развития, что способствовало получению высокой урожайности – 2,08 т/га и сбора масла – 0,87 т/га. Окупаемость затрат в этом варианте составила 3,05 раза.

3. Применение некорневой подкормки смесями гелей (гель Микро в дозе 1 л/га и гель Brassica в дозе 2 л/га) в фазе стеблевания культуры позволило получить максимальную урожайность культуры – 1,85 т/га, масличность семян – 47,9 % и сбор масла – 0,80 т/га. Окупаемость затрат на возделывание горчицы сарептской в данном варианте составила 3,18 раза.

Благодарность. Работа выполнена под руководством кандидата сельскохозяйственных наук, доцента Александра Сергеевича Бушнева.

Библиографические ссылки

1. Волошин Е.И., Аветисян А.Т. Руководство по удобрению капустных культур (ярового рапса, суперцизы, горчицы и редьки масличной): методические рекомендации [Электронный ресурс]. Краснодар. гос. аграр. ун-т. Краснодарск, 2017. 28 с.
2. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2022–2026 годы / А.И. Клименко, А.В. Гринько, А.И. Грабовец и др. – Министерство сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области (Минсельхозпрод РО); Федеральный Ростовский аграрный научный центр. Ростов н/Д.: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», 2022. – 736 с.
3. Медведев Г.А., Михальков Д.Е., Семенова Е.С. Продуктивность масличных культур в зависимости от приемов агротехники в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агрониверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 3(31). С. 115–119.

4. Налиухин А.Н. Бижан С.П., Старостина Е.Н. Эффективность применения микроудобрений при возделывании зерновых культур на тяжелосуглинистых дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 5–15.
5. Ростова Е.Н. Влияние элементов технологии на засоренность и продуктивность посевов горчицы сарептской (*Brassica juncea*) // Зерновое хозяйство России. 2021. № 3(75). С. 75–81.
6. Шеуджен А.Х., Нещадим Н.Н., Гайдукова Н.Г., Шабанова И.В. Влияние природных и антропогенных факторов на физико-химические свойства чернозема выщелоченного и его загрязнение тяжелыми металлами // Агрохимия. 2019. № 1. С. 19–28. DOI: 10.1134/S0002188119010095
7. Samota S.K., Sharma R, Paliwal H.B. Effect of different sowing dates and varieties on mustard growth and yield in Prayagraj conditions // International Journal of Environment and Climate Change. 2022. Vol. 12(11), P. 2316–2322. DOI: 10.9734/ijecc/2022/v12i1131226
8. Sheujen A.H., Podkolzin O.A., Esipenko S.V., Khachmamuk P.N., Perepelin M.A. Action of innovative forms of copper and zinc on photosynthetic activity of rice plants under conditions of delta zone of Kuban // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, 2021. Article number: 22031.

References

1. Voloshin E.I., Avetisyan A.T. Rukovodstvo po udobreniyu kapustnykh kul'tur (yarovogo rapsa, surepitsy, gorchitsy i red'ki maslichnoi): metodicheskie rekomendatsii [Recommendations on fertilizing cabbage crops (spring rape, rapeseed, mustard, and oilseed radish): methodical recommendations] [Elektronnyi resurs]. Krasnoyarsk. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2017. 28 s.
2. Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoi oblasti na 2022–2026 gody [Zonal farming systems of the Rostov region for 2022–2026] / A.I. Klimenko, A.V. Grin'ko, A.I. Grabovets i dr. – Ministerstvo sel'skogo khozyaistva i prodrovol'stviya Rostovskoi oblasti (Minsel'khozprod RO); Federal'nyi Rostovskii agrarnyi nauchnyi tsentr. Rostov n/D.: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie «Federal'nyi Rostovskii agrarnyi nauchnyi tsentr», 2022. – 736 s.
3. Medvedev G.A., Mikhal'kov D.E., Semenova E. S. Produktivnost' maslichnykh kul'tur v zavisimosti ot priemov agrotehniki v usloviyakh Volgogradskoi oblasti [Productivity of oilseeds depending on agricultural methods in the conditions of the Volgograd region] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2013. № 3(31). S. 115–119.
4. Naliukhin A.N. Bizhan S.P., Starostina E.N. Effektivnost' primeneniya mikroudobrenii pri vozdelyvanii zernovykh kul'tur na tyazhelosuglinistykh dernovo-podzolistykh pochvakh Tsentral'nogo Nechernozem'ya [Efficiency of using microfertilizers when cultivating grain crops on heavy loamy soddy-podzolic soils of the Central Non-Blackearth Region] // Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2022. № 4. S. 5–15.
5. Rostova E.N. Vliyanie elementov tekhnologii na zasorennost' i produktivnost' posevov gorchitsy sareptskoi (*Brassica juncea*) [The effect of technology elements on weediness and productivity of Sarepta mustard crops (*Brassica juncea*)] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2021. № 3(75). S. 75–81.
6. Sheudzhen A.Kh., Neshchadim N.N., Gaidukova N.G., Shabanova I.V. Vliyanie prirodnykh i antropogennykh faktorov na fiziko-khimicheskie svoistva chernozema vyshchelochennogo i ego zagryaznenie tyazhelyimi metallami [The effect of natural and anthropogenic factors on the physicochemical properties of leached blackearth (chernozem) and its contamination with heavy metals] // Agrokhimiya. 2019. № 1. S. 19–28. DOI: 10.1134/S0002188119010095
7. Samota S.K., Sharma R, Paliwal H.B. Effect of different sowing dates and varieties on mustard growth and yield in Prayagraj conditions // International Journal of Environment and Climate Change. 2022. Vol. 12(11), P. 2316–2322. DOI: 10.9734/ijecc/2022/v12i1131226
8. Sheujen A.H., Podkolzin O.A., Esipenko S.V., Khachmamuk P.N., Perepelin M.A. Action of innovative forms of copper and zinc on photosynthetic activity of rice plants under conditions of delta zone of Kuban // In the collection: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, 2021. Article number: 22031

Поступила: 31.08.23; доработана после рецензирования: 15.10.23; принятa к публикации: 08.11.23.

Критерии авторства. Автор статьи подтверждает, что имеет на статью полное право и несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Занозина О.Д. – концептуализация исследования, анализ литературных данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.