

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ*

Т.Я. Прахова¹, доктор сельскохозяйственных наук,
Н.Р. Таишев², аспирант

¹Федеральный научный центр лубяных культур,
 442731, Пензенская обл., пос. Лунино,
 E-mail: prakhova.tanya@yandex.ru

²Пензенский государственный аграрный университет,
 440014, Пенза, ул. Ботаническая, 30
 E-mail: nurmarat9@mail.ru

Исследования проводили с целью изучения влияния предпосевной и некорневой обработки микроудобрениями на продуктивность горчицы белой и сравнительной оценки сортов в лесостепи Среднего Поволжья. Работу выполняли в 2020–2022 гг. в Пензенской области. В первом опыте изучали 9 сортов горчицы белой различной селекции, во втором и третьем – эффективность обработки семян и растений микроудобрениями с нормой 1,0 л/т и 1,0 л/га соответственно. Схема опыта включала препараты Гумат +7, Агроверм, Изагри Вита, Мегамикс, Циркон, Цитовит, БлекДжек, Изагри Форс и вариант без обработки. Продуктивность сортов горчицы составляла 1,32...1,61 т/га. Наибольшая в опыте урожайность отмечена у сортов Люция (1,57 т/га) и Светлана (1,61 т/га), максимальное в опыте содержание масла – в семенах сортов Люция и Омега (30,02 и 30,48 % соответственно), минимальное – Пассион и Бракко (25,05 и 26,24 %). Показатель агрономической стабильности, характеризующий их ценность для производства, у всех сортов находился на уровне 78,33...85,82 %. При обработке растений горчицы наиболее эффективными были удобрения Изагри Вита и Агроверм, которые способствовали формированию наибольшего урожая 1,69 и 1,67 т/га. Максимальное в опыте содержание масла (29,72 и 29,70 %) в семенах отмечено при обработке растений препаратами БлекДжек и Изагри Форс. Предпосевная обработка семян микроэlementными удобрениями обеспечивала накопление масла в семенах на уровне 27,75...29,46 %, при 27,87 % в контроле. Наибольшая в опыте урожайность отмечена в вариантах с обработкой семян препаратами Изагри Вита и БлекДжек (1,71 и 1,72 т/га), в которых она на 0,17...0,18 т/га превышала контроль. Некорневая подкормка Цитовитом увеличивала концентрацию эруковой кислоты до 30,1 %, а обработка семян этим препаратом снижала ее до 25,3 %.

VARIETY FEATURES AND METHODS OF INCREASING THE PRODUCTIVITY OF WHITE MUSTARD

T.Ya. Prakhova¹, N.R. Taishev²

¹Federal Scientific Center of Bast-Fiber Crops Breeding,
 442731, Penzenskaya obl., pos. Lunino
 E-mail: prakhova.tanya@yandex.ru

²Penza State Agrarian University,
 440014, Penza, ul. Botanicheskaya, 30
 E-mail: nurmarat_9@mail.ru

The aim of the research was to study the effect of pre-sowing and foliar treatment with microelement micronutrient fertilizers on the productivity of white mustard and a comparative assessment of its varieties in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. Experimental work was carried out in 2020–2022 on the experimental field of the Penza Research Institute of Agriculture. In the first experiment, 9 varieties of white mustard of various selection, included in the State Register of Breeding Achievements, were studied. The scheme of field experiments included the study of pre-sowing seed treatment and the treatment of mustard plants during vegetation with microfertilizers at a rate of 1.0 l/t and 1.0 l/ha, respectively. The experimental scheme included 8 microelement preparations (Humate +7, Agroverm, Izagri Vita, Megamix, Zircon, Cytovit, BlackJack, Izagri Force) and a variant without treatment. On average, over three years, the productivity of mustard seeds varied within 1.32–1.61 t/ha, depending on the variety. The highest yield in the experiment was noted in the varieties Lutsiya (1.57 t/ha) and Svetlanka (1.61 t/ha), which exceeded the average value for the experiment by 0.10...0.14 t/ha. The maximum oil content in the experiment was noted in the varieties Lucia and Omega (30.02 and 30.48 %), the minimum – in the varieties Passion and Bracco (25.05 and 26.24 %). At the same time, all varieties had a high indicator of agronomic stability at the level of 78.33 ... 85.82 %, which characterizes their value for production. As a result of the use of microfertilizers, a tendency to increase the productivity of mustard was noted. When foliar processing of mustard plants, the most effective fertilizers were Izagri Vita and Agroverm, which contributed to obtaining the largest yield of 1.69 and 1.67 t/ha. The maximum oil content in the experiment (29.72 and 29.70 %) was noted in the seeds when the plants were treated with BlackJack and Isagri Force preparations. Pre-sowing treatment of seeds with microelement fertilizers contributed to the accumulation of oil in the seeds up to 27.75–29.46 %, with 27.87 % in the control. The highest yield in the experiment was obtained in the variants with seed treatment with Izagri Vita and BlackJack preparations (1.71 and 1.72 t/ha), which exceeded the control by 0.17...0.18 t/ha. In addition, the studied preparations affect the fatty acid composition of oilseeds to varying degrees. Their application led to a decrease or increase in the concentration of fatty acids. Foliar top dressing with Cytovit contributed to an increase in the concentration of erucic acid up to 30.1 %. And pre-sowing treatment of seeds with this preparation leads to its decrease to 25.3 %.

Ключевые слова: горчица белая (*Sinapis alba*), сорта, микроудобрения, листовая подкормка, предпосевная обработка, урожайность, масличность, жирнокислотный состав.

Key words: white mustard (*Sinapis alba*), varieties, microfertilizers, foliar feeding, pre-sowing treatment, yield, oil content, fatty acid composition.

Стабильная урожайность – важная характеристика любой сельскохозяйственной культуры, которая зачастую служит одним из основных показателей, определяющих ее выращивание в том или ином ре-

гионе. К основным факторам в системе технологии возделывания сельскохозяйственных культур, влияющим на повышение урожайности относятся сорт и его агротехника [1, 2].

* работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022–0008).

Известно, что в современном земледелии сорт выступает как самостоятельный фактор повышения урожайности и представляется наиболее доступным и дешевым способом увеличения производства сельскохозяйственной продукции [3]. В то же время, он служит своего рода фундаментом, на который накладываются элементы технологии возделывания.

В современных условиях в сельском хозяйстве широко применяют малозатратные технологии возделывания сельхозкультур, элементом которых выступает применение современных микроэлементных удобрений в различные фазы роста и развития культур [4, 5]. Использование этих препаратов экономически выгодно, способствует росту урожайности и улучшает качество продукции, а также повышает устойчивость растений к биотическим и абиотическим факторам среды [6, 7].

В последнее время ученые и практики все большее внимание уделяют горчице белой, которая отличается относительной неприхотливостью к внешним факторам и способностью формировать стабильные урожаи семян [8, 9].

Кроме того, горчица – универсальная, перспективная масличная культура различного направления использования [2]. Она служит источником пищевого и технического масла, содержание которого в семенах горчицы достигает 35 % [1, 10]. Масло большинства сортов горчицы белой содержит до 24...57 % эруковой и 15...36 % олеиновой кислоты и находит применение в качестве сырья для производства биодизеля [11]. С агротехнической точки зрения, горчица – хороший предшественник для многих полевых культур, который рано освобождает поле, улучшает структуру почвы, уменьшает засоренность полей [8, 12]. В связи с ростом популярности горчицы разработка элементов технологии ее выращивания, в том числе комплексное использование микроудобрений, приобретает особое значение, а также представляет большой научный и практический интерес.

Сегодня, у сельскохозяйственных товаропроизводителей появились широкие возможности для выбора как селекционных продуктов, наиболее приспособленных к конкретным агроклиматическим условиям, так и технологии их возделывания. Но чтобы этот выбор был действительно верным, необходимы исследования по сравнительной оценке сортов и применяемых технологий. В связи с этим, изучение сортов горчицы белой и ее реакции на применение микроудобрений в конкретных агроэкологических условиях – перспективное и актуальное направление.

Цель исследований – изучение влияния микроудобрений на продуктивность горчицы белой и сравнительная оценка ее сортов в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Методика. Работу выполняли в 2020–2022 гг. на полях Федерального научного центра лубяных культур в обособленном подразделении «Пензенский НИИСХ» в трех полевых экспериментах. В первом из них проводили сравнительное изучение сортов горчицы белой различной селекции. Все изучаемые сорта включены в Государственный реестр селекционных достижений и допущены к использованию во всех регионах возделывания. Исследовали следующие сорта:

Светланка (ООО «Сибирские масло-семена», Искиткуль) включён в реестр в 2020 г. Высота растений 122 см, вегетационный период 72 дня. Средняя урожайность семян 1,5 т/га, масличность – 30,8 %, масса 1000 семян 4,8...5,1 г;

Рапсодия (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Липецк) включён

в реестр в 2004 г. Растения средней высоты (90...95 см), вегетационный период 68...76 дней. Средняя урожайность семян 2,31 т/га, масличность – 30,3 %, масса 1000 семян средняя (5,5...6,0 г);

Колла (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Краснодар) включён в реестр в 2010 г. Высота растений 110 см, вегетационный период 84 дня. Средняя урожайность семян 1,16 т/га, масличность – 29,8 %, масса 1000 семян 5,3 г;

Радуга (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Краснодар) включён в реестр в 2000 г. Вегетационный период до 90 дней. Средняя урожайность семян 0,8 т/га, масличность – 28,9 %. Отличается повышенным содержанием (до 59 %) олеиновой кислоты;

Руслана (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Краснодар) включён в реестр в 2017 г. Высота растений 100 см, вегетационный период 88 дней. Средняя урожайность семян 1,66 т/га, масличность – 24,1 %, масса 1000 семян 5,4 г;

Люция (ФГБНУ ФНЦ ЛК, Пенза) включён в реестр в 2016 г. Высота растений 112,2 см, вегетационный период 96 дней. Средняя урожайность семян 1,6 т/га, масличность – 20,8 %. Масса 1000 семян 7,5 г;

Омега (ООО «АКТИВ АГРО», Саратов) включён в реестр в 2020 г. Высота растений 65 см, вегетационный период 75...83 дня. Средняя урожайность семян 1,23 т/га, масличность – 41,5 %, масса 1000 семян средняя;

Пассион (Deutsche Saatveredelung AG, Германия) включён в реестр в 2017 г. Высота растений 128...130 см, вегетационный период 91 день. Средняя урожайность семян 1,25 т/га, масличность – 24,76 %, масса 1000 семян 8,1 г;

Бракко (Deutsche Saatveredelung AG, Германия) позднеспелый сорт, вегетационный период 93...95 дней, высота растений 99 см. Средняя урожайность семян 1,38 т/га, масличность – 23,68 %, масса 1000 семян средняя (5,4...5,9 г).

Второй опыт предусматривал изучение эффективности некорневой подкормки посевов горчицы микроудобрениями. Обработку проводили в фазе 4...5 настоящих листьев культуры ранцевым опрыскивателем. Норму расхода для всех препаратов брали одинаковую, из расчета 1,0 л/га, расход рабочего раствора – 100 л/га. Схема опыта включала следующие варианты: без обработки (контроль); Гумат +7; Агроверм; Изагри Вита; Мегамикс; Циркон; Цитовит; БлекДжек; Изагри Форс.

В третьем опыте исследовали влияние на продуктивность горчицы предпосевной обработки семян микроэлементными препаратами. Семена обрабатывали из расчета 1,0 л/т, расход рабочего раствора 10 л/т. Схема полевого опыта включала следующие варианты: без обработки (контроль); Гумат +7; Агроверм; Изагри Вита; Мегамикс; Циркон; Цитовит; БлекДжек; Изагри Форс.

Гумат+7 – органоминеральное жидкое удобрение, содержащее гуматы и комплекс микроэлементов в хелатной форме. Изагри Вита – жидкое удобрение со сбалансированным составом микроэлементов, наряду с высокой концентрацией аминокислот. Изагри Форс – жидкое минеральное удобрение с аминокислотами, органическими кислотами и микроэлементами, состоящее из двух комплексов: Рост и Питание. Агроверм – жидкое органическое гуминовое биоудобрение, изготовленное на основе вермикомпоста. Мегамикс и Цитовит – жидкие минеральные удобрения с микро- и макроэлементами. БлекДжек – природный, жидкий органический биостимулятор нового поколения на основе гумина, гуминовых, ульминовых и фульвокислот. Циркон – жидкий, природный регулятор негормонального происхождения, содержащий комплекс гидроксикоричных кислот и производных от них, а также спирт в качестве консерванта.

Табл. 1. Продуктивность сортов горчицы белой и параметры их стабильности (среднее за 2020–2022 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га	Коэффициент вариации, %	Масличность, %	ПУСС	Агрономическая стабильность (As)
Репсодия	1,47	17,83	29,50	13,82	82,17
Радуга	1,49	14,18	27,84	17,75	85,82
Колла	1,41	21,67	28,29	10,47	78,33
Люция	1,57	17,49	30,02	15,95	82,51
Руслана	1,39	14,42	29,68	14,44	85,58
Омега	1,54	17,87	30,48	15,05	82,13
Пассион	1,32	20,70	25,05	9,92	79,30
Бракко	1,48	17,54	26,24	14,23	82,46
Светланка	1,61	17,59	28,92	16,69	82,41
Среднее по сортам	1,47	-	28,41	14,26	82,30
НСР	0,11	-	1,11	-	-

Объектом исследования в двух последних опытах служил сорт Люция. Посев горчицы осуществляли селекционной сеялкой СН-16 в оптимально-ранний срок (1 декада мая) рядовым способом с нормой высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га. Площадь делянки 10 м². Закладку опытов, наблюдения, учет урожая (весовым методом, при полной спелости культуры) и анализы выполняли согласно методике проведения агротехнических опытов с масличными культурами [13].

Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) рассчитывали по методике, описанной Э. Д. Неттевичем [14], агрономической стабильности (As) – по формуле, описанной А. В. Кильчевским и Л. В. Хотылевой [15]. Масличность семян определяли методом Сокслета, содержание жирных кислот – методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000.1» в лаборатории агротехнологий Пензенского НИИСХ.

Метеорологические условия в годы исследований отличались контрастностью, как по температурному режиму, так и по влагообеспеченности. В период вегетации (май–июль) горчицы в 2020 г. был отмечен дефицит влаги (ГТК – 0,72), сумма выпавших осадков составила 99,3 мм (при среднемноголетней норме 157,1 мм), а среднесуточная температура 17,0 °С (при норме 18,0 °С). В 2021 г. условия вегетационного периода были более благоприятными для развития культуры и характеризовались как умеренно засушливые, ГТК составил 0,84. В 2022 г. сумма осадков была выше, чем в 2020 и 2021 гг., и составлял 187,9 мм. Начиная со второй половины мая, дожди разной интенсивности выпадали практически каждый день, что привело к избыточному увлажнению в период от всходов до созревания горчицы, гидротермический коэффициент составил 1,40 (при норме ГТК – 1,01). При этом среднесуточные температуры были достаточно низкими – 16,5 °С. Такие погодные условия позволили в полной мере оценить сортовые особенности горчицы и значимость применения микроудобрений.

Результаты и обсуждение. Весь комплекс биологических свойств сорта и его адаптивные возможности в различных экологических условиях отражает урожайность культуры. В среднем за три года семенная продуктивность горчицы белой в нестабильных климатических условиях Пензенской области была достаточно высокой и варьировала в пределах от 1,32 до 1,61 т/га в зависимости от сорта (табл. 1).

Наибольшая в опыте урожайность отмечена у сортов Люция (1,57 т/га), Омега (1,54 т/га) и Светланка (1,61 т/га), из них только последний достоверно превысил величину среднего показателя по опыту – на 0,14 т/га. У сортов Люция и Омега прибавка была несущественной

и составила 0,07 и 0,10 т/га, относительно среднего, что меньше значения НСР (0,11 т/га). Самый низкий урожай сформировали сорта Руслана и Пассион, который составил 1,39 и 1,32 т/га соответственно и был существенно ниже как средней урожайности по опыту, так и продуктивности других сортов.

Урожайность сортов горчицы сильно изменялась по годам исследования, величины коэффициентов вариации составляли 14,42...21,67 %. Самой стабильной была урожайность сортов Радуга и Руслана (14,18 и 14,42 %) при невысокой величине этого показателя – 1,46...1,51 и 1,21...1,41 т/га соответственно. Наибольшее варьирование урожайности по годам отмечено у сортов Колла и Пассион (21,67 и 20,70 %), у которых она изменялась от 1,20...1,21 до 1,77...1,85 т/га соответственно. Это указывает на их невысокую генетическую защищенность в отношении действия лимитирующих факторов.

Все сорта в годы исследований характеризовались высокой масличностью семян, уровень которой варьировал от 25,05 % до 30,48 %. По величине этого показателя выделялись сорта Люция и Омега, содержание масла в семенах которых составляло 30,02 и 30,48 % соответственно, что на 1,61...2,07 % больше среднего значения по всем сортам. Самая низкая масличность (25,05 % и 26,24 %) отмечена у сортов германской селекции Пассион и Бракко.

Оценку реакции сортов горчицы на изменение стрессовых факторов среды и их адаптивность следует рассматривать с позиции стабильности, которую характеризует показатель уровня стабильности сорта

Табл. 2. Продуктивность горчицы белой, в зависимости от листовой обработки растений микроудобрениями (2020–2022 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Масличность, %	Масса 1000 семян, г
Контроль	1,53	28,04	6,22
Цитовит	1,60	28,10	6,12
БлекДжек	1,63	29,72	6,25
Агроверм	1,69	28,72	6,35
Изагри Вита	1,67	28,32	6,52
Гумат +7	1,55	28,48	6,21
Мегамикс	1,62	28,92	6,50
Циркон	1,61	28,59	6,18
Изагри Форс	1,61	29,70	6,45
НСР	0,10	1,95	0,14

Табл. 3. Продуктивность горчицы белой, в зависимости от предпосевной обработки семян микроудобрениями (среднее за 2020–2022 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Масличность, %	Масса 1000 семян, г
Контроль	1,54	27,87	6,16
Гумат+7	1,62	28,53	5,92
Агроверм	1,70	28,26	6,47
Изагри Вита	1,72	29,14	6,18
Мегамикс	1,57	29,46	6,02
Циркон	1,63	27,75	6,32
Цитовит	1,56	28,49	6,29
БлекДжек	1,71	28,68	6,50
Изагри Форс	1,62	28,74	5,98
НСР ₀₅	0,11	0,94	0,11

(ПУСС). Наиболее высоким он был у сортов Радуга, Люция, Омега и Светланка – 15,05...17,75 при величине этого показателя в среднем по опыту 14,26. Следует отметить, что диапазон приспособительных возможностей этих сортов к условиям произрастания немного шире, чем у других.

Еще одна из важных характеристик сорта – агрономическая стабильность (As), которая позволяет выделить наиболее ценные для производства генотипы. В наших исследованиях величина этого показателя была высокой у всех сортов и составляла 78,33...85,82 %, что свидетельствует об их толерантности к условиям возделывания.

В результате испытаний при фолиарной обработке растений горчицы микроудобрениями отмечена тенденция к увеличению ее продуктивности. В среднем за 2020–2022 гг. урожайность семян составила 1,53...1,69 т/га (табл. 2). При этом наиболее эффективным было применение удобрений Изагри Вита, Агроверм и БлекДжек, некорневая обработка которыми

обеспечивала формирование наибольшей урожайности – 1,69, 1,67 и 1,63 т/га соответственно. Прибавка к контролю была достоверной и составила 0,16, 0,14 и 0,10 т/га. Применение препарата Мегамикс также способствовало значительной, но несущественной прибавке урожая на 0,09 т/га, что находится в границах наименьшей существенной разности 0,10 т/га. При обработке растений остальными изучаемыми биоудобрениями отмечено статистически незначимое увеличение урожайности семян на 0,02...0,08 т/га.

Результаты изучения качественных показателей семян горчицы показали, что листовая подкормка микроудобрениями практически не влияла на их масличность. Максимальное в опыте содержание масла отмечено в семенах растений при обработке препаратами БлекДжек и Изагри Форс. В этих вариантах оно составило 29,72 и 29,70 % соответственно и было выше, чем в контроле, на 1,68 и 1,66 %. Масличность семян в других вариантах находилась на уровне 28,10...28,92 %, при 28,04 % в контроле. Увеличение, относительно варианта в контроле, составило всего 0,06...0,88 %, при наименьшей существенной разности 1,95 %.

В вариантах с подкормкой препаратами Изагри Вита, Мегамикс, Агроверм и Изагри Форс сформировались наиболее крупные семена, у которых масса 1000 шт. составила 6,41...6,52 г, что на 0,19...0,30 г выше, чем в контроле.

В исследованиях с предпосевной обработкой семян микроэлементными удобрениями урожайность горчицы в среднем за три года составила 1,54...1,71 т/га, применяемые препараты способствовали ее увеличению на 0,02...0,18 т/га, относительно контроля (табл. 3). Наиболее эффективными были Агроверм, Изагри Вита и БлекДжек, обработка семян которыми стимулировала формирование наибольшего урожая семян – 1,70, 1,71 и 1,72 т/га соответственно, что на 0,16...0,18 т/га превышало контрольный вариант. При использовании других микроудобрений отмечено статистически незначимое увеличение урожайности семян на 0,02...0,09 т/га, при наименьшей существенной разности 0,11 т/га.

Табл. 4. Содержание основных жирных кислот в маслосеменах горчицы в зависимости от применения микроудобрений

Вариант	Содержание кислот, %				
	насыщенные	олеиновая	линолевая	линоленовая	эруковая
Листовая обработка					
Контроль	2,9	34,1	9,2	10,0	29,1
Цитовит	2,7	33,9	10,0	9,7	30,1
БлекДжек	2,9	35,8	10,4	10,1	26,7
Агроверм	2,8	34,9	8,7	10,4	27,7
Изагри Вита	2,9	34,7	9,6	10,3	28,0
Гумат +7	2,7	34,4	9,8	10,1	28,7
Мегамикс	3,0	34,1	10,1	10,4	27,8
Циркон	2,8	34,8	9,5	10,1	28,0
Изагри Форс	2,7	33,8	9,5	10,0	28,2
Предпосевная обработка					
Контроль	3,6	24,8	19,7	11,0	28,1
Гумат+7	3,7	31,0	10,3	9,6	30,4
Агроверм	3,5	29,2	9,9	9,9	32,4
Изагри Вита	3,7	30,7	10,8	9,8	30,5
Мегамикс	3,5	29,2	9,6	10,2	32,6
Циркон	3,8	31,2	11,3	9,5	29,1
Цитовит	3,7	23,8	20,5	11,1	25,3
БлекДжек	3,5	28,6	10,1	11,0	28,7
Изагри Форс	3,8	29,1	10,7	10,7	32,6

Предпосевная обработка семян микроэлементными удобрениями способствовала увеличению накопления масла в семенах до 29,46 %, при 27,87 % в контроле. Большинство изучаемых препаратов в той или иной мере способствовали повышению масличности семян. Исключение составлял вариант с Цирконом, обработка семян которым привела к несущественному снижению уровня масличности до 27,75 %.

Наибольшее содержание масла в семенах (29,46 и 29,14 %) отмечено в вариантах с предпосевной обработкой Мегамиксом и Изагри Вита, в которых прибавка к контролю составила 1,59 и 1,27 % соответственно. Использование биопрепаратов Гумат +7, Агроверм, Цитовит, БлекДжек и Изагри Форс увеличивало содержание масла незначительно, прибавка составила всего 0,39...0,87 % при НСР₀₅ – 0,94 %.

Масса 1000 семян в вариантах с обработкой составляла от 5,92 до 6,50 г, при 6,16 г в контроле. Наиболее крупные семена сформировались в вариантах с обработкой БлекДжеком (6,50 г) и Агровермом (6,47 г), где масса 1000 семян была выше, чем в контроле, на 0,31 и 0,34 г. При использовании Циркона и Цитовита семена были немного мельче (6,32 и 6,28 г), но относительно контроля, прибавка была существенной – 0,16 и 0,13 г. В вариантах с препаратами Гумат+7 и Изагри Форс сформировались самые мелкие семена – соответственно 5,92 и 5,98 г, что было значительно ниже, чем в контроле (на 0,18 и 0,24 г).

Изучаемые препараты в разной степени влияли и на качество масла, и в частности на его жирнокислотный состав. Листовые подкормки горчицы микроудобрениями вызвали незначительное изменение содержания олеиновой кислоты, концентрация которой на фоне подкормки Цитовитом и Изагри Форсом снижалась до 33,8 и 33,9 % соответственно, а при использовании биоудобрения БлекДжек увеличивалась до 35,8 %. В остальных вариантах, в том числе в контроле, ее содержание составляло 34,1...34,9 % (табл. 4).

Некорневые подкормки способствовали снижению содержания эруковой кислоты до 26,7...28,7 %, относительно 29,1 % в контроле. Исключение составил вариант с обработкой Цитовитом, где отмечали рост величины этого показателя до 30,1 %. Одновременно при его использовании доля линоленовой кислоты снижалась до 9,7 %. Опрыскивание растений Агровермом приводило к снижению содержания линолевой кислоты до 8,7 % против 9,2...10,4 % в других вариантах.

Наибольшее содержание олеиновой кислоты отмечено при предпосевной обработке семян препаратами Циркон и Гумат+7, на фоне которых величина этого показателя достигала 31,0 и 31,2 % при 24,8 % в контроле. Использование Агроверма и Мегамикса снижало концентрацию линолевой кислоты, относительно контроля, на 9,8 и 10,1 %. Одновременно обработка семян этими препаратами способствовала максимальному в опыте увеличению содержания эруковой кислоты до 32,4 и 32,6 % соответственно. Наименьшее ее содержание (25,3 %) отмечено в варианте с применением Цитовита. Самая высокая концентрация линоленовой кислоты отмечена в варианте без обработки (11,0 %). Все изучаемые препараты способствовали снижению величины этого показателя до 9,5...10,9 %. Содержание насыщенных кислот под влиянием изучаемых приемов существенно не менялось. При листовой подкормке оно составляло 2,7...3,0 %, после предпосевной обработки – 3,5...3,8 % в зависимости от варианта.

Выводы. Все изученные сорта горчицы белой представляют ценность для производства и обладают

высокой агрономической стабильностью на уровне 78,33...85,82 %. Наибольшей в опыте урожайностью выделились сорта Люция и Светланка – 1,57 и 1,61 т/га соответственно. По масличности выделились сорта Омега и Люция, содержание масла в семенах которых составило 30,48 и 30,02 %.

Наибольшую урожайность семян при некорневой обработке растений горчицы микроудобрениями обеспечило применение Изагри Вита и Агроверм – 1,67 и 1,69 т/га, что на 0,14...0,16 т/га выше, чем в контрольном варианте. Использование препаратов БлекДжек и Изагри Форс способствовало максимальному накоплению масла в семенах (29,72 и 29,70 %).

При предпосевной обработке семян горчицы наибольшую урожайность отмечали при использовании микроэлементных удобрений Агроверм, Изагри Вита, БлекДжек и Мегамикс – 1,70...1,72 т/га с масличностью 29,46...29,14 %.

Листовые подкормки растений и предпосевная обработка семян горчицы микроудобрениями оказывали влияние на жирнокислотный состава маслосемян. Некорневые подкормки способствовали снижению содержания эруковой кислоты до 26,7...28,7 %, относительно 29,1 % в контроле. Использование Агроверма и Мегамикса для обработки семян привело к максимальному в опыте увеличению накопления эруковой кислоты до 32,4 и 32,6 %.

Литература

1. Картамышева Е. В., Лучкина Т. Н., Збраилова Л. П. Экологическая пластичность и стабильность сортов горчицы сарептской селекции ВНИИМК в условиях недостаточного увлажнения Ростовской области // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 80. С. 139–144.
2. Прахова Т. Я., Прахов В. А. Оценка сортов горчицы сарептской в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 85. С. 203–208.
3. Продуктивность сортов льна масличного в зависимости от сроков посева в Нечерноземной зоне России / Д. В. Виноградов, Ю. А. Мажайский, А. В. Новикова и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 1. С. 17–20.
4. Влияние стимуляторов роста и микроудобрений на продуктивность крэмбе абиссинской (*Crambe Abyssinica* H.) / Т. Я. Прахова, А. Н. Кушникаткина, В. А. Прахов и др. // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 34–37.
5. Наумцева К. В. Некорневые подкормки в агроценозах горчицы белой в условиях Нечерноземной зоны России // Вестник Рязанского государственного агроэкологического университета имени П. А. Костычева. 2021. Т. 13. № 3. С. 62–67.
6. Кирюшин В. И. Научно-инновационное обеспечение приоритетов развития сельского хозяйства // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 3. С. 5–10.
7. Vinogradov D. V., Naumtseva K. V., Lupova E. I. Use of biological fertilizers in white mustard crops in the non-Chernozem zone of Russia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 341 P. 012204. URL: <https://www.researchgate.net/publication/337288206> (дата обращения: 13.03.2023).
8. Донская М. В., Велкова Н. И., Наумкин В. П. Зернобобовые культуры (чина, вика, горох) в смешанных посевах с горчицей белой // Земледелие. 2019. № 4. С. 25–28.
9. Ростова Е. Н. Влияние элементов технологии на засоренность и продуктивность посевов горчицы

- сарептской (*Brassica juncea*) // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 3 (75). С. 75–81.
10. Журных С. С. Семенная продуктивность горчицы белой и сарептской в Удмуртской Республике // *Вестник КрасГАУ*. 2021. № 12 (177). С. 17–24.
11. Yesilyurt M. K., Arslan M., Eryilmaz T. Application of response surface methodology for the optimization of biodiesel production from yellow mustard (*Sinapis alba* L.) seed oil // *International journal of green energy*. 2019. Vol. 16. No. 1. P. 60–71.
12. Тойгильдин А. Л., Подсевалов М. И., Остин В. Н. Перспективы использования масличных культур в севооборотах лесостепной зоны Поволжья // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 2 (54). С. 54–61.
13. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 323 с.
14. Неттевич Э. Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном районе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // *Доклады РАСХН*. 2001. № 3. С. 50–55.
15. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372 с.

Поступила в редакцию 29.03.2023

После доработки 19.04.2023

Принята к публикации 10.05.2023