

Научная статья

УДК 631.841.1:633.853.483

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-4-200-85-90

Продуктивность горчицы сарептской яровой в зависимости от подкормок серосодержащим удобрением

Олеся Дмитриевна Занозина
Александр Сергеевич Бушнев
Виктория Сергеевна Трубина

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17
olesya.zanozina@mail.ru

Аннотация. В период с 2020 по 2022 гг. изучали влияние сернокислого аммония на продуктивность горчицы сарептской яровой сорта Юнона на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья. В результате исследований установлено, что наиболее эффективным агроприемом является некорневое дробное внесение данного удобрения: $N_{21}S_{24}$ в фазе всходов и $N_{21}S_{24}$ в фазе стеблевания культуры. Этот агроприем способствовал значительному росту основных показателей структуры урожая: количество продуктивных ветвей и стручков на одном растении увеличилось на 28,6 и 13,8 %; число семян в стручке – на 15,8 % и масса 1000 семян – на 24 %. В результате этого выросла урожайность культуры, прибавка в 2020 г. составила 0,31 т/га, 2021 г. – 0,44 т/га и 2022 г. – 0,43 т/га, при среднем значении за три года – 0,39 т/га. Кроме того, повысился сбор масла – на 0,20 т/га, масличность семян – на 1,9 %, эфиромасличность семян – на 0,06 %.

Ключевые слова: горчица сарептская яровая, сера, сульфат аммония, продуктивность, урожайность, масличность семян, удобрение

Для цитирования: Занозина О.Д., Бушнев А.С., Трубина В.С. Продуктивность горчицы сарептской яровой в зависимости от подкормок серосодержащим удобрением // Масличные культуры. 2024. Вып. 4 (200). С. 85–90.

Productivity of spring brown mustard depending on application of sulphur-containing fertilizer

Zanozina O.D., researcher

Bushnev A.S., head of the dep., leading researcher, PhD in agriculture, ass. prof.

Trubina V.S., head of the lab., leading researcher, PhD in agriculture

V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops
17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia
Tel.: (861) 255-59-33
vniimk@vniimk.ru

Abstract. In 2020–2022 we studied the effect of ammonium sulphate on the productivity of the spring brown mustard variety Yunona on leached chernozem of the Western Ciscaucasia. It was found that the most effective agricultural practice is the foliar split application of this fertilizer: $N_{21}S_{24}$ at the seedling stage and $N_{21}S_{24}$ at the stage of stem extension. This agricultural practice contributed to a significant increase in the main indicators of the crop yield structure: the number of productive branches and pods per a plant by 28.6 and 13.8% respectively; the number of seeds in a pod – by 15.8% and the thousand-seed weight – by 24%. As a result, the crop yield increased by 0.31 t/ha in 2020, 0.44 t/ha in 2021 and 0.43 t/ha in 2022, with a three-year average of 0.39 t/ha. In addition, the oil yield increased by 0.20 t/ha, oil content of seeds by 1.9%, and essential oil content of seeds by 0.06%.

Key words: spring brown mustard, sulphur, ammonium sulphate, productivity, yield, oil content of seeds, fertilizer

Введение. Сера играет значительную роль в метаболизме сельскохозяйственных растений, способствуя образованию важных соединений, таких как глутатион (антиоксидант), и различных ферментов. Также она входит в состав всех белков, растительных масел, витаминов и некоторых антибиотиков. Сера является незаменимым элементом для полноценного питания сельскохозяйственных растений, а ее использование в растениеводстве имеет большое значение. Во-первых, она способствует улучшению усвоения азота и фосфора, что особенно важно для роста и развития растений. Во-вторых, сера участвует в образовании аминокислот, необходимых для синтеза белков, непосредственно влияющих на урожайность и качество продукции. Кроме того, она играет значительную роль в защитных механизмах сельскохозяйственных растений, обеспечивая их устойчивость к болезням и вредителям. Ее недостаток может стать

причиной нарушения синтеза белка, ключевого компонента защитных механизмов, из-за чего снизится устойчивость растений к грибным и бактериальным инфекциям. Следовательно, рациональное поступление серы в растение способствует более эффективному обмену веществ, улучшению роста корневой системы и повышению общего здоровья растений [1; 2; 3; 4].

При планировании системы удобрения наряду с индивидуальными потребностями культуры также следует учитывать уровень подвижных форм серы в почве, так как ее содержание может значительно варьировать в зависимости от региона и ее типа. Например, в черноземах ее валовое содержание составляет 0,2–0,5 %, в сероземах – 0,05–0,07, а в солонцах – 0,01–0,10 %. В кислых почвах содержание серы может быть ниже, что требует внесения удобрений, содержащих этот элемент [5; 6].

В последнее время для устранения дефицита подвижных форм серы в почвенном растворе рекомендуется использовать при возделывании сельскохозяйственных культур сульфат аммония, сульфат калия и другие серосодержащие удобрения [1]. При разнообразии серосодержащих удобрений для возделывания рапса озимого предпочитают внесение сульфата аммония. Это удобрение содержит как азот (в форме аммония), так и серу (в форме сульфата), позволяющие удовлетворить потребности рапса в обоих элементах, что особенно важно из-за высокой потребности в них для полноценного роста и развития культуры. Сера в форме сульфата активно участвует в обменных процессах и легко усваивается растениями. Это особенно важно для рапса, поскольку нехватка серы может привести к снижению урожайности и отсутствию необходимых питательных элементов для формирования семян. Кроме этого, сульфат аммония имеет низкий уровень токсичности для растений по сравнению с другими серосодержащими удобрениями, такими как

сульфат натрия, что снижает риск негативного воздействия на культуру и является экономически выгодным при возделывании рапса озимого [1].

И.Р. Сулейманов и М.Ю. Гилязов (2010) провели исследование, в рамках которого изучили влияние серосодержащих удобрений на урожайность рапса ярового в условиях серой лесной почвы Предкамья Республики Татарстан. В результате было установлено, что наибольшая прибавка урожая семян рапса ярового, составившая 1,05 т/га, или 83 %, была достигнута при использовании сульфата аммония [7]. В ходе исследований, проведенных Н.В. Акулининым и А.А. Ведяйкиным (2024) по использованию сульфата аммония на посевах льна масличного в Алтайском крае, было выявлено не только увеличение урожайности семян на 0,15 т/га, но и повышение их масличности на 1,3 %. Однако в процессе исследования было зафиксировано снижение содержания сырого протеина на 1,0 % по сравнению с вариантом без применения удобрений [8].

Цель наших исследований – установить влияние некорневых подкормок сернокислым аммонием на продуктивность горчицы сарептской яровой, возделываемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья.

Материалы и методы. В период с 2020 по 2022 гг. на опытных полях центральной экспериментальной базы ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (х. Октябрьский, г. Краснодар) проводили исследования по изучению влияния некорневых подкормок сульфатом аммония на продуктивность горчицы сарептской. В качестве объекта исследований был выбран сорт горчицы сарептской яровой Юнона селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. В используемом туке сернокислого аммония содержится 21 % азота и 24 % серы. Способ внесения удобрения – поверхностно, вразброс, без заделки в почву. Размещение делянок в опыте систематическое, общая площадь делянки 15 м²

с междурядьями 30 см, норма высева семян – 1,7 млн шт/га.

Схема опыта была представлена следующими вариантами применения сернокислого аммония на горчице сарептской яровой: 1 – контроль, без удобрений; 2 – однократное внесение $N_{42}S_{48}$ в фазе всходов; 3 – однократное внесение $N_{42}S_{48}$ в фазе стеблевания; 4 – дробное внесение $N_{42}S_{48}$ – $N_{21}S_{24}$ в фазе всходов и $N_{21}S_{24}$ в фазе стеблевания.

Для анализа структуры урожая были отобраны растения с фиксированных площадок ($S = 0,25 \text{ м}^2$), у которых определяли: количество продуктивных ветвей и стручков, количество семян в стручке и массу 1000 семян [9; 10]. Уборку урожая проводили селекционным комбайном «Wintersteiger Classic». Урожай семян был приведен к стандартной 8%-ной влажности и 100%-ной чистоте [11]. Был проведен дисперсионный анализ с помощью программного обеспечения SPSS.

Масличность и эфиромасличность семян определяли с помощью ИК-анализатора (Matrix-1) в лаборатории биохимии ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

Результаты и обсуждения. В ходе исследования было выявлено, что применение сернокислого аммония в разных вариантах оказало положительное влияние на показатели структуры урожая. В сравнении с контрольным вариантом количество продуктивных ветвей на одном растении увеличилось на 1–6 шт., количество семян в стручке – на 1–3 шт., масса 1000 семян – на 0,46–0,71 г (табл. 1). Данные результаты свидетельствовали о значительном воздействии сернокислого аммония на формирование элементов продуктивности растений, что в свою очередь привело к повышению урожайности.

При подкормке равными дозами ($N_{21}S_{24}$) в фазы всходов и стеблевания растений горчицы сарептской сорта Юнона наблюдали наибольшее количество продуктивных ветвей (21 шт.) и стручков

(355 шт.) на одном растении, семян в стручке (19 шт.) и массу 1000 семян (2,96 г).

Таблица 1

Структура урожая горчицы сарептской в зависимости от подкормки сернокислым аммонием
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, среднее за 2020–2022 гг.

Показатель	Вариант опыта			
	контроль, без удобрений	$N_{42}S_{48}$ (всходы)	$N_{42}S_{48}$ (стеблевание)	$N_{21}S_{24}$ (всходы) + $N_{21}S_{24}$ (стеблевание)
Количество продуктивных ветвей, шт/раст.	15	17	16	21
Количество стручков, шт/раст.	306	285	253	355
Количество семян в стручке, шт.	16	17	18	19
Масса 1000 семян, г	2,25	2,76	2,71	2,96

В результате отмечалось повышение урожайности культуры при использовании данного агроприема. Урожайность при внесении сульфата аммония на посевах горчицы сарептской в 2020 г. составила 2,01 т/га, в 2021 г. – 1,95 т/га, а в 2022 г. – 2,10 т/га, в среднем за 2020–2022 гг. – 2,02 т/га. Прибавка урожая при внесении сульфата аммония равными частями по $N_{21}S_{24}$ в два срока в 2020 г. достигала 0,31 т/га, 2021 г. – 0,44 т/га и 2022 г. – 0,43 т/га, при среднем значении за три года – 0,39 т/га в сравнении с контрольным вариантом (табл. 2).

Применение однократной подкормки сульфатом аммония в дозе $N_{42}S_{48}$ в фазе стеблевания горчицы сарептской способствовало наименьшему приросту урожайности (0,05–0,14 т/га) по годам. В то же время применение аналогичного количества сульфата аммония в фазе всходов привело к увеличению урожайности на 0,10–0,26 т/га, что было значительно выше, чем при его внесении в фазе стеблевания. Таким образом, горчица сарептская более чувствительна к минеральному питанию на ранних этапах своего развития. Поэтому применение сульфата аммония в

концентрации $N_{42}S_{48}$ на стадии всходов дало более высокий результат, чем его использование в период стеблевания.

Таблица 2

Урожайность семян горчицы сарептской в зависимости от подкормки сернокислым аммонием
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Вариант	Урожайность, т/га			
	Годы			среднее за 3 года
	2020	2021	2022	
Контроль, без удобрений	1,70	1,51	1,67	1,63
$N_{42}S_{48}$ (всходы)	1,80	1,77	1,85	1,81
$N_{42}S_{48}$ (стеблевание)	1,75	1,65	1,79	1,73
$N_{21}S_{24}$ (всходы) + $N_{21}S_{24}$ (стеблевание)	2,01	1,95	2,10	2,02
НСР ₀₅	0,10	0,13	0,10	0,11

В ходе исследования было установлено, что применение сульфата аммония положительно влияло на урожайность культуры во всех вариантах опыта, однако наибольшая урожайность горчицы сарептской отмечается при дробном применении сульфата аммония. Это может быть связано с тем, что дробное внесение сульфата аммония позволяет обеспечить более равномерное снабжение растений горчицы сарептской питательными элементами (азотом и серой) на протяжении всего вегетационного периода, а также может снизить негативное воздействие резких колебаний температуры и влажности. В результате сельскохозяйственные растения могут более эффективно использовать доступные элементы питания, что способствует увеличению их продуктивности [1].

Все это свидетельствует о важности комплексного подхода к управлению питанием растений горчицы сарептской, который подразумевает не только правильный выбор дозы и форм удобрений, но и соблюдение оптимальных сроков и способов их внесения.

Применение сульфата аммония в подкормку на посевах горчицы сарептской не только повысило урожайность этой культуры, но и способствовало значительному увеличению масличности семян: на 1,1 % при внесении $N_{42}S_{48}$ в фазы всходов и стеблевания и на 1,9 % при внесении по $N_{21}S_{24}$ в два срока (табл. 3). Следует отметить, что применение азотных удобрений, как правило, на масличных капустных культурах, по данным Е.И. Волошина и А.Т. Аветисяна (2017), приводит к снижению масличности семян вследствие увеличения в них содержания белка [12]. Аналогичные с нашими результатами получены Н.В. Акулиным и А.А. Ведяйкиным (2024) при использовании сульфата аммония на льне масличном в Алтайском крае [8].

Таблица 3

Биохимические показатели горчицы сарептской в зависимости от подкормки сернокислым аммонием
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, среднее за 2020–2022 гг.

Вариант	Масличность семян, %	Эфиромасличность семян, %
Контроль, без удобрений	45,8	0,55
$N_{42}S_{48}$ (всходы)	46,9	0,58
$N_{42}S_{48}$ (стеблевание)	46,9	0,56
$N_{21}S_{24}$ (всходы) + $N_{21}S_{25}$ (стеблевание)	47,7	0,61
НСР ₀₅	0,3	0,02

Такие результаты использования сульфата аммония на масличных культурах могут быть обусловлены несколькими факторами. Во-первых, применение этого удобрения способствует увеличению фотосинтетической активности растений, что приводит к большему образованию углеводов, часть из которых может быть направлена на синтез масел, а не белков. Во-вторых, различные культуры по-разному используют доступный азот. Например, избыток азота может стимулировать

накопление липидов, а не белков. Это происходит потому, что растения могут изменять свои метаболические процессы, отдавая предпочтение синтезу масел при высоких концентрациях азота [1].

Уровень содержания эфирного масла в семенах горчицы сарептской во всех вариантах опыта изменялся незначительно, находился в пределах от 0,55 до 0,61 % и от внесения удобрений увеличивался в среднем за 2020–2022 гг. на 0,01–0,06 %.

Улучшение условий питания для растений горчицы сарептской вследствие подкормок сернокислым аммонием способствовало увеличению ее урожайности, масличности и эфиромасличности семян, вследствие чего отмечалось увеличение сбора масла. В среднем за три года исследований прибавки сбора масла от применения удобрения варьировали от 0,06 до 0,20 т/га в зависимости от дозы и срока их внесения (рисунок).

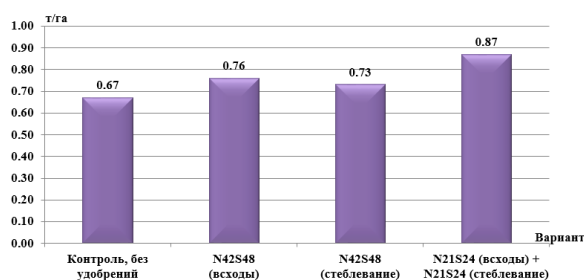


Рисунок – Сбор масла горчицы сарептской яровой в зависимости от подкормок сернокислым аммонием, среднее за 2020–2022 гг.

Заключение. На основании трехлетних (2020–2022 гг.) исследований было выявлено, что дробное внесение сульфата аммония поверхностно без заделки в почву под горчицу сарептскую яровую в дозах по N₂₁S₂₄ в фазы всходов и стеблевания является перспективным агроприемом. Его эффективность обусловлена улучшением минерального питания растений горчицы сарептской, что оказало положительное влияние на элементы структуры урожая культуры. Количество ветвей на одном растении увеличилось на 28,6 %, стручков – на 13,8 %, семян в стручке – на 15,8 %, а

масса 1000 семян – на 24 %. Это привело к росту урожая и сбора масла культуры в среднем за три года на 0,39 и 0,20 т/га соответственно. Также установлено, что применение серосодержащего удобрения повысило масличность и эфиромасличность семян горчицы сарептской яровой – на 1,9 и 0,06 % соответственно.

Список литературы

1. Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С. Агрохимия. – Майкоп, 2006. – 1076 с.
2. Занозина О.Д., Бушнев А.С. Влияние сульфата аммония на продуктивность горчицы сарептской (*Brassica juncea* L.) // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: мат-лы VII-й Междунар. науч.-практич. онлайн-конф., Майкоп, 16–18 ноября 2022 г. – Майкоп: «Магарин Олег Григорьевич», 2022. – С. 79–81.
3. Технологии возделывания масличных культур в Краснодарском крае: метод. рекомендации / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, А.С. Бушнев [и др.]. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2019. – 67 с.
4. Занозина О.Д., Бушнев А.С. Приемы увеличения продуктивности горчицы сарептской яровой – культуры многоцелевого назначения // Масличные культуры. – 2024. – № 2 (198). – С. 34–38. DOI: 10.25230/2412-608X-2024-2-198-34-38.
5. Шеуджен А.Х. Агрохимия чернозема. – Майкоп, 2015. – 230 с.
6. Агробиогеохимия / А.Х. Шеуджен. – Краснодар, 2010. – 879 с.
7. Сулейманов И.Р., Гилязов М.Ю. Действие серосодержащих удобрений на урожайность ярового рапса и потребление макроэлементов растениями в условиях серой лесной почвы // Агрохимический вестник. – 2010. – № 4. – С. 20–22.
8. Акулинин Н.В., Ведякин А.А. Роль удобрений в формировании урожайности и показателей качества семян льна масличного как сырья для получения пищевого масла и жмыха // Вестник молодежной науки Алтайского ГАУ. – 2024. – № 1. – С. 11–14.
9. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. – 3-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2022. – 538 с.
10. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами /

В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов [и др.]; под общ. ред. В.М. Лукомца. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: ГНУ ВНИИМК Россельхозакадемии, 2010. – 327 с.

11. Перспективная ресурсосберегающая технология производства горчицы: метод. указания / В.М. Лукомец, С.Л. Горлов, Н.М. Тишков, В.Т. Пивень, А.С. Бушнев, В.С. Трубина [и др.]. – Москва, 2010. – 56 с.

12. Волошин Е.И., Аветисян А.Т. Руководство по удобрению капустных культур (ярового рапса, сурепицы, горчицы и редьки масличной): метод. рекомендации. – Красноярский ГАУ. – Красноярск, 2017. – 28 с.

References

1. Sheudzhen A.Kh., Kurkaev V.T., Kotlyarov N.S. Agrokhimiya. – Maykop, 2006. – 1076 s.

2. Zanozina O.D., Bushnev A.S. Vliyaniye sulfata ammoniya na produktivnost' gorchitsy sareptskey (*Brassica juncea* L.) // Nauka, obrazovanie i innovatsii dlya APK: sostoyaniye, problemy i perspektivy: mat-ly VII-y Mezhdunar. nauch.-praktich. onlayn-konf., Maykop, 16–18 noyabrya 2022 g. – Maykop: «Magarin Oleg Grigor'evich», 2022. – S. 79–81.

3. Tekhnologii vozdeleyvaniya maslichnykh kul'tur v Krasnodarskom krae: metod. rekomendatsii / V.M. Lukomets, N.M. Tishkov, A.S. Bushnev [i dr.]. – Krasnodar: OOO «Prosveshchenie-Yug», 2019. – 67 s.

4. Zanozina O.D., Bushnev A.S. Priemy uvelicheniya produktivnosti gorchitsy sareptskey yarovoy – kul'tury mnogotselevogo naznacheniya // Maslichnye kul'tury. – 2024. – № 2 (198). – S. 34–38. DOI: 10.25230/2412-608X-2024-2-198-34-38.

5. Sheudzhen A.Kh. Agrokhimiya chernozema. – Maykop, 2015. – 230 s.

6. Agrobiogeokhimiya / A.Kh. Sheudzhen. – Krasnodar, 2010. – 879 s.

7. Suleymanov I.R., Gilyazov M.Yu. Deystvie serosoderzhashchikh udobreniy na urozhaynost' yarovogo rapsa i potrebleniye makroelementov rasteniyami v usloviyakh seroy lesnoy pochvy // Agrokhimicheskiy vestnik. – 2010. – № 4. – S. 20–22.

8. Akulinin N.V., Vedyaykin A.A. Rol' udobreniy v formirovaniy urozhaynosti i pokazateley kachestva semyan l'na maslichnogo kak syr'ya dlya polucheniya pishchevogo masla i zhmykha // Vestnik molodezhnoy nauki Altayskogo GAU. – 2024. – № 1. – S. 11–14.

9. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Semerenko S.A. Metodika agrotekhnicheskikh issledovaniy v opytakh s osnovnymi polevymi kul'turami. – 3-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar: OOO «Prosveshchenie-Yug», 2022. – 538 s.

10. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami / V.M. Lukomets, N.M. Tishkov, V.F. Baranov [i dr.]; pod obshch. red. V.M. Lukom-tsa. – 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar: GNU VNIIMK Rossel'khozakademii, 2010. – 327 s.

11. Perspektivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva gorchitsy: metod. ukazaniya / V.M. Lukomets, S.L. Gorlov, N.M. Tishkov, V.T. Piven', A.S. Bushnev, V.S. Trubina [i dr.]. – Moskva, 2010. – 56 s.

12. Voloshin E.I., Avetisyan A.T. Rukovodstvo po udobreniyu kapustnykh kul'tur (yarovogo rapsa, surepitsy, gorchitsy i red'ki maslichnoy): metod. rekomendatsii. – Krasnoyarskiy GAU. – Krasnoyarsk, 2017. – 28 s.

Сведения об авторах

О.Д. Занозина, науч. сотр.

А.С. Бушнев, зав. отд., вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук, доцент

В.С. Трубина, зав. лаб., вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук

Получено/Received

21.10.2024

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

25.10.2024

Получено после доработки/Manuscript revised

28.10.2024

Принято/Accepted

31.10.2024

Manuscript on-line

25.12.2024