

#### 4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО (СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.45:631.153.3:651.95

DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_4\_20

### Влияние листовых подкормок микроэлементами на урожайность ярового рапса в ЦЧР

Сергей Викторович Засядько<sup>1✉</sup>, Сабир Вагидович Кадыров<sup>2✉</sup>

<sup>1,2</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

<sup>1</sup>sergej.zasyadko@yandex.ru<sup>✉</sup>, <sup>2</sup>ksabir@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, проведенных в 2017–2020 гг. с целью выявления влияния листовых подкормок микроэлементами на урожайность ярового рапса. Полевые опыты выполняли на полях научно-испытательной станции ООО «ГСА Агро» в Липецкой области. Почвы представлены черноземом выщелоченным тяжелосуглинистым с содержанием гумуса 4,6%. Для исследований были выбраны три современных гибрида ярового рапса: Ахат, Миракль, Сальса КЛ немецкой селекции. Все гибриды включены в Госреестр РФ по ЦЧР. Посевы гибридов ярового рапса обрабатывали микроудобрениями в фазы формирования розетки (BBCH 29), начала цветения (BBCH 59), середины цветения (BBCH 65) и образования стручков (BBCH 78) по двум вариантам схем питания. Первый вариант – от компании Yara – во все 4 фазы применяли комплексное микроудобрение YaraVita BRASSITREL. Второй вариант – от компании Полидон – по фазам развития применяли стимулятор роста Альфастим и жидкие комплексные удобрения линейки Полидон. Результаты полевых опытов свидетельствуют о влиянии дополнительного листового питания микро- и макроэлементами на урожайность ярового рапса (данные показывают достоверную прибавку по отношению к контролю). Применение микроудобрений по схеме питания Yara позволило увеличить урожайность в зависимости от гибрида на 5,3–5,9 ц/га, или на 14,2–17,8%, а по схеме питания Полидон – на 4,4–5,3 ц/га, или на 11,7–15,2%. Подтверждается сортовая реакция на применение исследуемых микроудобрений. Гибрид Сальса КЛ в сравнении с другими гибридами был более отзывчив как на применение микроудобрений по схеме питания Yara, так и Полидон. Показано, что для достижения максимальной эффективности все листовые обработки необходимо проводить строго в критические фазы развития культуры. На фоне высокоинтенсивной технологии возделывания ярового рапса в условиях лесостепи ЦЧР дополнительное введение в технологию листового питания будет эффективным приемом повышения урожайности.

**Ключевые слова:** яровой рапс, микроудобрения, некорневые подкормки, фазы развития, урожайность

**Для цитирования:** Засядько С.В., Кадыров С.В. Влияние листовых подкормок микроэлементами на урожайность ярового рапса в ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 4(75). С. 20–29. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_4\\_20-29](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_4_20-29).

#### 4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

### Effects of foliar application of minor plant nutrients on spring rapeseed yields in climatic conditions of the Central Chernozem Region

Sergey V. Zasyadko<sup>1✉</sup>, Sabir V. Kadyrov<sup>2✉</sup>

<sup>1,2</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup>sergej.zasyadko@yandex.ru<sup>✉</sup>, <sup>2</sup>ksabir@yandex.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The results of studies conducted in 2017-2020 in order to identify the effect of foliar application of minor plant nutrients on the yield of spring rapeseed are presented. Experiments were carried out in the fields of research and testing station of OOO GSA Agro in Lipetsk Oblast. The soils were represented by leached heavy loamy chernozem with a humus content of 4.6%. Three modern hybrids of spring rapeseed Akhat, Miracle, Salsa KL of German selection were used for research. All hybrids are included in the State Register of Selection Achievements Authorized for Use for Production Purposes in the Russian Federation for the Central Chernozem Region. Plantings of spring rape hybrids were treated with microfertilizers in the following stages of plant development: rosette formation (BBCH 29), the beginning of flowering (BBCH 59), mid-flowering (BBCH 65) and pod formation (BBCH 78) according to two variants of foliar application. The first variant from Yara – YaraVita BRASSITREL complex microfertilizer was used in all 4 phases. The second option from the Polydon company – according to the phases of development, the growth stimulator Alfastim and liquid complex fertilizers of the Polydon line were used. The results of field experiments indicated the influence of foliar application of minor plant nutrients on

the yield of spring rapeseed, the data showed a significant increase in relation to the control. The use of micronutrients according to the Yara nutrition scheme allowed to increase the yield, depending on the hybrid, by 5.3-5.9 c/ha, or by 14.2-17.8%, and according to the Polydon nutrition scheme by 4.4-5.3 c/ha, or by 11.7-15.2%. The varietal reaction to the use of the studied microfertilizers is confirmed. The Salsa KL hybrid, in comparison with other hybrids, was more responsive to both variants of micronutrients according to the Yara nutrition scheme and Polydon. It is shown that in order to achieve maximum efficiency, all leaf treatments must be carried out strictly in critical phases of spring rapeseed development. Against the background of high-intensity technology of spring rapeseed cultivation in the conditions of the forest-steppe of the Central Chernozem Region, an additional introduction to the technology of foliar application will be an effective method of yields increasing.

**Keywords:** spring rapeseed, micronutrient fertilizers, foliar application, stage of plant development, yield

**For citation:** Zasyadko S.V., Kadyrov S.V. Effects of foliar application of minor plant nutrients on spring rapeseed yields in climatic conditions of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(4):20-29. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2022\\_4\\_20-29](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_4_20-29).

## Введение

Рапс (*Brassica napus* subsp. *napus*) – однолетняя масличная культура семейства капустных (горчичных или капустных), широко распространенная в мире. Это растение практически безотходное, его выращивают как в пищевых, так и технических целях. Масличный рапс – вторая по значимости масличная культура в мире после сои, в России первое место занимает подсолнечник, второе – рапс.

Урожай можно получать летом и осенью, высевая соответственно озимый и яровой рапс. Яровой рапс как ценная масличная и кормовая культура считается одним из резервов получения растительного масла и кормового белка. В современном сельскохозяйственном производстве России в связи с перенасыщенностью севооборотов зерновыми культурами он играет особую фитосанитарную и средообразующую роль, является важнейшим фактором биологизации земледелия [7]. Рапс улучшает структуру почвы, повышает ее плодородие. В севообороте рапс снижает засоренность последующих культур и развитие корневых гнилей в почве, что повышает их урожайность на 10–20%, поэтому он является хорошим предшественником для полевых культур, прежде всего зерновых, которые широко возделываются в ЦЧР.

В настоящее время рапс используется как возобновляемое сырье для химической промышленности, как источник возобновляемой энергии (биотопливо), в качестве источника энергии и белка в кормах для животных, как сидеральная почвопокровная культура и как кормовое растение. Из него получают пищевое растительное масло.

Ранее рапсовое масло считалось непригодным для употребления человеком в пищу из-за высокого содержания в нем эруковой кислоты, которая была опасна для здоровья и придавала готовому продукту неприятный вкус. Селекционные программы позволили снизить содержание эруковой кислоты с 40% практически до 5%. С другой стороны, увеличилась доля полиненасыщенных жирных кислот (линолевой и линоленовой) в общем количестве жирных кислот.

Глюкозинолаты представляют собой природный класс органических серо- и азотсодержащих соединений, в определенной степени они присутствуют в семенах, корнях, стеблях, листьях и цветках всех видов крестоцветных (гликозиды горчичного масла) и при переработке в основном остаются в жмыхе. Установлено, что их чрезмерная концентрация в жмыхе нарушает функцию щитовидной железы и способствует формированию зоба у животных. Благодаря интенсивной научно-исследовательской работе, проведенной в 1980-х и 1990-х годах, селекционерам удалось снизить уровень содержания глюкозинолатов ниже 5%, что привело к расширению рынка сбыта рапсового жмыха.

Стабильная урожайность является важной характеристикой сельскохозяйственных культур и определяет предсказуемость доходов сельскохозяйственных предприятий в глобальном масштабе. Экстремальные климатические явления, такие как жара и засуха, оказывают значительное влияние на урожайность этой культуры.

В мировом земледелии рост посевных площадей, отводимых под рапс, обусловлен и поддерживается прежде всего постоянным совершенствованием селекционных достижений – созданием новых гибридов/сортов, в том числе устойчивых к воздействию гербицидов, эффективно подавляющих сорную растительность в агроценозах. У сельскохозяйственных товаропроизводителей появились широкие возможности выбора селекционных продуктов, наиболее приспособленных к конкретным почвенно-климатическим условиям и технологиям возделывания. Однако чтобы этот выбор не привел к ошибкам, а оказался действительно верным, ему должен предшествовать анализ полученной опытным путем информации о достоинствах и недостатках сравниваемых гибридов/сортов и применяемых технологий.

По данным Росстата, в 2022 г. площади, занятые посевами рапса, были рекордными, так как достигли 2,0 млн га, что на 18% превысило показатели 2021 г. Особенно наглядным является сравнение данных за 2022 г. с показателями 2011 г. – рост более чем на 120%. Сельхозпроизводители Сибири вышли в лидеры по этому показателю, увеличив площади, отводимые под яровой рапс, на 34%. Урожай рапса в 2021 г. вырос на 8,5%, и валовый сбор составил почти 2,8 млн тонн. К сожалению, в суровых условиях Сибири и севера центральной части России многим производителям не удается раскрыть огромный потенциал рапса, несмотря на то что они постоянно адаптируют традиционные технологии выращивания к сложным погодным условиям и растущим проблемам, вызываемым вредителями и болезнями [4].

На фоне стабильно высоких закупочных цен, устойчивого спроса на сырье рапса все прогнозы говорят о необходимости увеличения посевных площадей в РФ под этой культурой, учитывая тот факт, что еще в советское время ученые научно обосновали возможность возделывания рапса в стране на площади более 5 млн га.

Питание растений – сложный процесс поступления отдельных биогенных элементов из воздуха и поглощения основной массы доступных минеральных солей через корневую систему из почвы. Сложность регулирования и оптимизации процесса питания растений и обмена веществ заключается в том, что он находится в тесной взаимосвязи с погодно-климатическими условиями, которые не всегда можно регулировать (температурный режим воздуха и почвы, аэрация, водообеспечение, относительная влажность воздуха и др.). От этих же условий в значительной мере зависит и содержание в почве питательных веществ в доступной для поглощения растениями форме.

Изучение питания сельскохозяйственных культур включает в себя понимание роли макро- и микроэлементов и анализ потребностей растений в этих элементах, а также факторов, влияющих на эффективность использования питательных веществ. Эти принципы позволяют рассматривать различные варианты применения удобрений и связанные с ними методы управления плодородием, которые могут обеспечить устойчивое получение продуктивного урожая с оптимальными затратами и минимальными производственными рисками.

По сравнению с зерновыми полевыми культурами рапс характеризуется высокой потребностью в питательных веществах, что приводит к значительной мобилизации питательных веществ. Тем не менее масличный рапс возвращает большую часть этих питательных веществ в почву в виде пожнивных остатков и поэтому является отличным предшественником для других культур севооборота.

Для формирования высоких и стабильных урожаев ярового рапса наряду с азотными, фосфорными, калийными и серными удобрениями требуется хорошая обеспеченность почвы микроэлементами. В современном земледелии необходимость применения удобрений возрастает из-за резкого сокращения внесения органических удобрений, которые обычно обогащают почву микроэлементами [7, 8].

Еще в 60-е годы XX в. советскими учеными, такими как М.В. Каталымов, М.Я. Школьник, Я.В. Пейве, П.И. Анпок и др., установлена важная биологическая роль микроэлементов в жизни растений [1, 6, 9].

Оптимизация питания растений, повышение эффективности внесения удобрений в огромной степени связаны с обеспечением оптимального соотношения в почве макро- и микроэлементов. Причем это важно не только для роста урожайности, но и повышения качества продукции растениеводства. Следует учитывать также и то, что новые высокопродуктивные сорта и гибриды имеют интенсивный обмен веществ, который требует достаточной обеспеченности всеми элементами питания, включая и микроэлементы [1, 11].

При недостатке в почвах усвояемых форм микроэлементов сельскохозяйственные культуры дают низкий и неполноценный по своему качеству урожай. Острый недостаток микроэлементов в почве приводит к заболеваниям растений [6].

Обеспечение растений сбалансированным набором питательных веществ является одним из главных условий получения стабильно высоких урожаев. По сравнению с другими культурами для роста и развития рапса необходимо больше питательных веществ, так как растения рапса поглощают из почвы в три раза больше азота, калия, серы и бора, чем зерновые. Следует учитывать этот факт при определении последующей культуры севооборота [9, 11]. Все мероприятия управления посевами должны быть направлены на максимальное образование количества семян при их высоком качестве [11].

В современном сельскохозяйственном производстве проявление дефицита микроэлементов становится все более частым и повсеместным. Одной из основных причин проявления дефицита является то, что на большинстве площадей не вносятся органические удобрения, что приводит к более быстрому истощению почв.

В настоящее время ключевой целью сельского хозяйства является постоянное производство в достаточном количестве продуктов питания и промышленного сырья самого высокого качества для удовлетворения потребностей населения, а пути интенсификации сельского хозяйства являются одним из направлений достижения этой цели.

Новые высокоинтенсивные сорта и гибриды сельскохозяйственных культур предъявляют более высокие требования к обеспеченности микроэлементами, они усваивают более широкий спектр питательных веществ из почвы, тем самым отличаясь и превосходя предыдущие образцы. Изучение разных систем питания современных сортов и гибридов является актуальным направлением исследований. Кроме того, одной из причин, вследствие которой в последнее время уделяется большое внимание исследованиям в области питания растений микроэлементами, является то, что между содержанием микроэлементов в растениях и устойчивостью к болезням и вредителям существует определенная взаимосвязь [8, 11].

В настоящее время в стране и в ЦЧР отсутствует динамика повышения урожайности ярового рапса, хотя в последние годы значительно увеличилось количество гибридов зарубежной селекции с продуктивностью свыше 3 т/га, используемых сельхозтоваропроизводителями. Потенциал культуры реализуется не в полной мере. Повысить урожайность рапса можно путем подбора высокопродуктивных сортов и гибридов, а также используя адаптивные технологии выращивания.

При разработке высокоинтенсивных технологий выращивания рапса одним из важнейших направлений является комплексное использование микроудобрений путем оптимизации доз, сроков и способов их применения при подкормках в течение вегетационного периода. В связи с ростом популярности рапса в мире в целом и в России в частности разработка элементов технологии выращивания приобретает особую актуальность, а также представляет большой научный и практический интерес.

### Место и методика исследований

Исследования проводили в 2017–2020 гг. на базе научно-испытательной станции ООО «ГСА Агро», расположенной в с. Отскочное Хлевенского района Липецкой области. Станция оснащена современным оборудованием для проведения как мелкоделяночных, так и полевых опытов. Научно-испытательная станция ООО «ГСА Агро» является современным селекционным центром, а также современным исследовательским центром в области сельского хозяйства. Здесь ежегодно закладывается и проводится большое количество различных полевых опытов, в том числе с рапсом.

Хлевенский район находится на юге Липецкой области, располагается на возвышенной эрозионно-денудационной равнине, сформировавшейся на стыке Средне-Русской возвышенности с Окско-Донской равниной. Территория района занимает водораздельное плато, сильно изрезанное балками и оврагами, разделенное рекой Дон на две части: западную, расположенную на правобережье Дона, возвышенную и восточную, занимающую междуречье Дона и Воронежа, более пологую, слабо пересеченную балками. Большинство оврагов имеет направление с запада на восток и примыкает к поймам рек Дон и Воронеж [2, 3, 10].

Хлевенский район относится к юго-восточному агроклиматическому району, который характеризуется умеренно-континентальным климатом с теплым летом и холодной зимой. Район располагается в зоне лесостепи с неравномерно выпадающими осадками по годам и месяцам.

Распространены черноземы, в основном выщелоченные, отдельными фрагментами встречаются черноземы оподзоленные, серые и светло-серые лесные, в долине реки Дон – пойменные луговые почвы [2, 3, 10].

Полевые опыты были заложены на территории, почвы которой представлены черноземом выщелоченным тяжелосуглинистым, имеющим следующие характеристики: содержание гумуса – 4,6%, рН – 6,5, содержание фосфора ( $P_2O_5$ ) – 7,7 мг/100 г почвы, калия ( $K_2O$ ) – 7,1 мг/100 г почвы.

Предшественником рапса являлась озимая пшеница, сразу после уборки которой проводили дискование на глубину 10–12 см. Перед дискованием для минерализации соломы вносили азот в дозе  $N_{34}$  (1 ц/га аммиачной селитры). После дискования вносили 1 ц/га диаммофоски ( $N_{10}P_{26}K_{26}$ ) под основную обработку, затем проводили безотвальное рыхление почвы на глубину 25–30 см. Весной под предпосевную культивацию вносили  $N_{21}S_{24}$  (1 ц/га сульфата аммония) и  $N_{68}$  (2 ц/га аммиачной селитры). В фазе 4–6 листьев проводили подкормку азотными удобрениями  $N_{34}$  (1 ц/га аммиачной селитры). За все 4 года исследований агротехнология была одинаковой [5].

Объектом исследований служили гибриды ярового рапса Ахат, Миракль и Сальса КЛ. Все гибриды относятся к немецкой селекции, компания RAPOOL. В современной технологии возделывания рапса используют классические гибриды, на которых проводится отдельная обработка гербицидами против двудольных и однодольных сорняков (Ахат и Миракль), и гибриды по системе Clearfield® (Сальса КЛ). Все гибриды включены в Госреестр РФ по Центрально-Черноземному региону и пользуются большим спросом у сельхозтоваропроизводителей. Норма высева семян – 0,7 млн шт./га (средняя рекомендуемая норма высева для гибридов), глубина посева – 2–3 см, что являлось оптимальными параметрами для условий ЦЧР.

Некорневые подкормки ярового рапса проводили в фазы формирования розетки (ВВСН 29), начала цветения (ВВСН 59), середины цветения (ВВСН 65) и образования стручков (ВВСН 78).

Для обработок рапса были выбраны два варианта схем питания.

1. Вариант от компании Yara. Во все 4 фазы применяли комплексное микроудобрение YaraVita BRASSITREL® в дозе 3 кг/га. YaraVita BRASSITREL® – полностью

водорастворимое комплексное удобрение в форме порошка для листовых подкормок, которое содержит в своем составе бор, серу, молибден, марганец и магний. Состав: магний (Mg) – 5% (MgO – 8,5%), сера (S) – 11,5% (SO<sub>3</sub> – 28,75%), бор (B) – 8%, марганец (Mn) – 7%, молибден (Mo) – 0,4%.

2. Вариант от компании Полидон. По фазам применяли следующие макро- и микроудобрения: формирование розетки (ВВСН 29) – Альфастим® в дозе 0,05 л/га + Полидон Био Масличный® в дозе 0,5 л/га; начало цветения (ВВСН 59) – Полидон Бор® в дозе 1,0 л/га; середина цветения (ВВСН 65) – Полидон Бор® в дозе 1,0 л/га + Полидон Сера® в дозе 1,0 л/га; образование стручков (ВВСН 78) – Полидон Амино Финиш® в дозе 0,5 л/га.

Стимулятор роста растений Альфастим® активизирует наиболее важные метаболические реакции, регулирует усвоение и использование питательных элементов, стимулирует выделения корневой системы и повышает проницаемость клеточных стенок корней. Состав Альфастим® (вес/объем/‰): тритерпеновые кислоты – 100 г/л, L-аминокислоты – 50 г/л, карбогидраты – 50 г/л, ауксино-цитокининовый комплекс – 10 г/л, мембраноактивные вещества – 10 г/л, витамины (B1, B7, PP) – 5 г/л.

Жидкое органоминеральное удобрение Полидон Био Масличный® применяется на целевых сельскохозяйственных культурах в критические периоды роста и развития. Состав Полидон Био Масличный® (вес/объем/‰): азот (N общий) – 180 г/л, сера (SO<sub>3</sub>) – 120 г/л, магний (MgO) – 15 г/л, марганец (Mn) – 10 г/л, бор (B) – 9 г/л, железо (Fe) – 6 г/л, медь (Cu) – 3 г/л, цинк (Zn) – 2 г/л, молибден (Mo) – 0,5 г/л, кобальт (Co) – 0,06 г/л, L-аминокислоты – 20 г/л, полисахариды – 50 г/л.

Полидон Бор® – этаноламиновый комплекс с борной кислотой и молибденом. Состав Полидон Бор® (вес/объем/‰): бор (B) – 150 г/л, азот (N общий) – 50 г/л, молибден (Mo) – 1 г/л.

Полидон Сера® – жидкое микроэлементное удобрение – корректор дефицита элементов питания. Состав Полидон Сера® (вес/объем/‰): сера (SO<sub>3</sub>) – 800 г/л, азот (N общий) – 140 г/л.

Полидон Амино Финиш® – жидкое органоминеральное удобрение. Состав Полидон Амино Финиш®: L-аминокислоты (аланин, аргинин, аспарагиновая кислота, глутамин, глицин, лейцин, лизин, тирозин, цистеин и др.) и олигопептиды – 160 г/л, калий (K<sub>2</sub>O) – 150 г/л, экстракт морских водорослей – 30 г/л, азот (N общий) – 30 г/л, бор (B) – 10 г/л, магний (MgO) – 10 г/л, марганец (Mn) – 3 г/л, цинк (Zn) – 1 г/л.

Фазы применения в исследованиях были выбраны с учетом морфо-биологических особенностей развития ярового рапса.

В опытах рапс возделывали по интенсивной технологии, рекомендованной для лесостепи ЦФО. Площадь учетной делянки составляла 10 м<sup>2</sup>. Размещение делянок в опыте рендомизированное. Испытания проводили в 4-кратной повторности.

В 2017 г. вегетационный период характеризовался выпадением осадков немного выше среднемноголетних данных. Годовая сумма осадков в 2017 г. составила 594 мм, на фоне среднемноголетних 548 мм. Осадки в летний период выпадали стабильно по месяцам, например в июле сумма осадков составила более 140 мм, а суммарно за лето выпало около 295 мм. Температурный режим воздуха в 2017 г. складывался благоприятно – более теплая погода в ранневесенний период и ниже среднемноголетних данных на 2–3 °С в летний период, что положительно сказалось на итоговой урожайности рапса. В первоначальный период развития (в фазы всходы – розетка листьев) среднесуточная температура воздуха была 15,5 °С, что незначительно отличалось от среднемноголетних данных (16,0 °С), а количество осадков было на уровне среднемноголетних. В период созревания семян рапса выпало более 150 мм осадков при среднесуточной температуре воздуха 18,5 °С (среднемноголетняя норма этих показателей – соответственно 110 мм, 18,8 °С).

В 2018 г. вегетационный период ярового рапса отличался более повышенным температурным режимом и выпадением меньшего количества осадков по сравнению с предыдущим годом исследований. Сумма годовых осадков составила 455 мм, что на 16,9% меньше среднесуточных данных.

Погодные условия в 2019 г. резко отличались по водному режиму. Уровень выпадения осадков в этом году был на 26,8% ниже среднесуточных данных и составил всего 401 мм. Данный показатель был минимальным на протяжении всех лет испытаний.

Погода в 2020 г. по водному режиму была приближена к среднесуточным данным, сумма годовых осадков составила 548 мм, но температурный режим отличался повышенными температурами в весенне-летний период.

Метеорологические условия в годы исследований отличались от среднесуточных данных и характеризовались повышенным температурным фактором и дефицитом осадков. Стоит отметить, что такая погода позволила в полной мере показать значимость листового питания в условиях засухи. В сухую и жаркую погоду растения не способны усваивать необходимое количество питательных элементов для нормальной вегетации, поэтому очень важно обращать внимание на возможность питания растений через листовой аппарат.

#### Результаты и их обсуждение

В среднем за 2017–2020 гг. применение изучаемых схем микроудобрений для некорневых подкормок в фазы формирования розетки (ВВСН 29), начала цветения (ВВСН 59), середины цветения (ВВСН 65) и образования стручков (ВВСН 78) положительно сказывалось на урожайности всех изучаемых гибридов ярового рапса. Значения средней урожайности по годам исследований на разных вариантах питания были достаточно близкими (см. табл.).

Урожайность гибридов ярового рапса при применении микроудобрений, 2017–2020 гг.

Гибрид	Вариант питания	Урожайность по годам, ц/га					Отклонение от контроля	
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средняя за 2017–2020 гг.	ц/га	%
Ахат	Контроль	57,0	18,6	39,6	33,7	37,2	–	–
	Уага	62,0	20,1	46	41,9	42,5	5,3	14,2
	Полидон Агро	60,0	21,3	45,1	39,8	41,6	4,3	11,7
	НСР 05	3,6						
Миракль	Контроль	50,4	22,4	33	33,6	34,9	–	–
	Уага	54,2	25,0	40,8	41,9	40,5	5,6	16,0
	Полидон Агро	55,4	26,1	41,8	37,5	40,2	5,3	15,2
	НСР 05	4,7						
Сальса КЛ	Контроль	50,3	20,0	30,5	32	33,2	–	–
	Уага	56,0	22,9	38,8	38,7	39,1	5,9	17,8
	Полидон Агро	53,9	26,6	36,8	35,7	38,3	5,1	15,2
	НСР 05	4,9						

Наиболее высокая урожайность гибридов ярового рапса была в 2017 г. и составила на контрольном варианте у гибрида Ахат 57,0 ц/га, Миракль – 50,4 и Сальса КЛ – 50,3 ц/га. В связи с неблагоприятными погодными условиями в 2018 г. урожайность всех гибридов ярового рапса была в 2,5–3,0 раза меньше, чем в 2017 г. Сравнивая показатели гибридов ярового рапса можно сделать вывод, что наиболее перспективным в плане урожайности является гибрид Ахат (средняя урожайность за 2017–2020 гг. – 37,2–42,5 ц/га). Средняя урожайность гибридов Миракль и Сальса КЛ составила соответственно 34,9–40, и 33,2–39,1 ц/га.

Изучение различных схем подкормок микроэлементами на разных по скороспелости гибридах ярового рапса показало, что во все годы исследований была получена достоверная прибавка урожайности.

На вариантах четырехкратного проведения листовых обработок посевов гибрида ярового рапса Ахат по схеме питания Yara средняя урожайность за 4 года составила 42,5 ц/га, что на 5,3 ц/га превышало контроль. При применении на этом же гибриде схемы питания Полидон средняя урожайность составила 41,6 ц/га, по сравнению с контролем урожайность повысилась на 4,4 ц/га. На основании полученных достоверных результатов можно отметить высокую эффективность обоих вариантов, при этом разница в урожайности между вариантами составила 0,9 ц/га в пользу схемы питания Yara.

На вариантах четырехкратного проведения листовых обработок посевов гибрида ярового рапса Миракль по схеме питания Yara средняя урожайность за 4 года составила 40,5 ц/га, что на 5,6 ц/га превышало контроль. При применении на этом же гибриде схемы питания Полидон средняя урожайность составила 40,2 ц/га, по сравнению с контролем урожайность повысилась на 5,3 ц/га. На основании полученных достоверных результатов можно отметить высокую эффективность обоих вариантов, при этом разница в урожайности между вариантами составила всего 0,3 ц/га в пользу схемы питания Yara.

На вариантах четырехкратного проведения листовых обработок посевов гибрида ярового рапса Сальса КЛ по схеме питания Yara средняя урожайность за 4 года составила 39,1 ц/га, что на 5,9 ц/га превышало контроль. При применении на этом же гибриде схемы питания Полидон средняя урожайность составила 38,3 ц/га, по сравнению с контролем урожайность повысилась на 5,1 ц/га. На основании полученных достоверных результатов можно отметить высокую эффективность обоих вариантов, при этом разница в урожайности между вариантами составила всего 0,8 ц/га в пользу схемы питания Yara.

Таким образом, подтверждается сортовая реакция на применение исследуемых микроудобрений. Гибрид Сальса КЛ в сравнении с другими гибридами был более отзывчивым как на применение микроудобрений по схеме питания Yara, так и Полидон.

### **Выводы**

Результаты полевых опытов подтверждают влияние дополнительного листового питания микро- и макроэлементами на урожайность ярового рапса, данные показывают достоверную прибавку по отношению к контролю.

Применение микроудобрений по схеме питания Yara позволило увеличить урожайность ярового рапса в зависимости от исследуемого гибрида на 5,3–5,9 ц/га, или на 14,2–17,8%, а по схеме питания Полидон – на 4,4–5,3 ц/га, или на 11,7–15,2%. Средняя прибавка урожайности от применения листовых подкормок составила 11,7–17,8% по сравнению с контролем. Подтверждается сортовая реакция на применение исследуемых микроудобрений. Гибрид Сальса КЛ в сравнении с другими гибридами был более отзывчивым на применение микроудобрений как по схеме питания Yara, так и Полидон.

Показано, что для достижения максимальной эффективности все листовые обработки необходимо проводить строго в критические фазы питания ярового рапса. На фоне высокоинтенсивной технологии возделывания ярового рапса в условиях лесостепи ЦЧР дополнительное введение в технологию листового питания будет эффективным приемом повышения урожайности. Листовые подкормки микроэлементами позволяют оптимизировать питание растений в сложных и неблагоприятных условиях, в связи с этим подкормка микроэлементами требует дальнейшего изучения как один из эффективных приемов агротехнологии выращивания культуры.

Экспериментальная схема листовых обработок микроудобрениями уже применяется в сельскохозяйственных предприятиях ЦЧР, получает положительные отзывы, что еще раз доказывает практическое значение проведенных научных исследований.

Проблему микроэлементов в сельском хозяйстве следует рассматривать в более широких аспектах. Например, целью интегрированных систем питания растений является не только повышение урожайности, но и продуктивности почв посредством сбалансированного использования местных и внешних источников питательных веществ растений, применение которых способствовало бы поддержанию и улучшению плодородия почв, а также являлось бы экологически безопасным.

Учитывая современную конъюнктуру масложировой отрасли и повышенный спрос на рапс, прогнозируются стабильно высокие закупочные цены, что повышает популярность данной культуры в мире и в частности в России. Рапс на сегодня является одной из самых рентабельных культур всего севооборота. На фоне высоких закупочных цен все агротехнические мероприятия, которые технологически и экономически оправданы, позволяют получать стабильные прибавки урожайности и, конечно, стабильные доходы сельхозтоваропроизводителям. Полученные результаты исследований имеют практическое значение для хозяйств, которые занимаются выращиванием рапса.

#### Список источников

1. Анспок П.И. Микроудобрения: справочник. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Агропромиздат, 1990. 271 с.
2. Беляева Л.Н. и др. Хлевенский район // География Липецкой области: природа, население, хозяйство: учебное пособие для студентов вузов; под ред. Б.И. Кочурова. Липецк: Ориус, 2008. 303 с.
3. Горкин А.П. Хлевное // География России: энциклопедия. Москва: Большая российская энциклопедия, 1998. 799 с.
4. Единая межведомственная информационно-аналитическая система // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gks.ru/emiss> (дата обращения: 21.08.2021).
5. Засядько С.В., Кадыров С.В. Продуктивность разных гибридов ярового рапса в зависимости от сроков сева и нормы высева семян // 100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития. Юбилейный сборник научных трудов: материалы международной научно-практической конференции; под общей редакцией В.А. Федотова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. С. 84–91.
6. Каталымов М.В. Микроэлементы и микроудобрения. Москва; Ленинград: Химия, 1965. 330 с.
7. Корпачев В.В., Савенков В.П., Горшков В.И. и др. Перспективная ресурсосберегающая технология производства ярового рапса: методические рекомендации. Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 60 с.
8. Лукомец В.М., Пивень В.Т., Тишков Н.М. и др. Защита посевов рапса от болезней, вредителей и сорняков: монография. Краснодар: ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта, 2012. 204 с.
9. Федотов В.А., Гончаров С.А., Савенков В.П. Рапс России: монография. Москва: Агролига России, 2008. 336 с.
10. Шальнев Б.М., Шахов В.В. Хлевенский район // Липецкая энциклопедия: в 3 т. Т. 3. П – Я. Липецк: ГУП «ИГ Инфол», 2001. 560 с.
11. Шаар Д. Рапс и сурепица. Выращивание, уборка, использование: учебно-практическое руководство. Москва: DLV Агрodelo, 2013. 320 с.

**References**

1. Anspok P.I. Mikroudobreniya : spravochnik. 2-e izd., pererab. i dop. [Microfertilizers: guide. 2<sup>nd</sup> edition, revised and enlarged]. Leningrad: Agropromizdat; 1990. 271 p. (In Russ.).
2. Belyaeva L.N. Khlevenskij rajon [Khlevensky District]. Geografiya Lipetskoj oblasti: priroda, naselenie, khozyaistvo; uchebnoe posobie dlya studentov vuzov; pod red. B.I. Kochurova [Geography of Lipetsk Oblast: Nature, Population, Economics: manual for graduate students; under the general editorship of B.I. Kochurov]. Lipetsk: Orius, 2008. 303 p. (In Russ.).
3. Gorkin A.P. Khlevnoe [Khlevnoe]. Geografiya Rossii: entsiklopediya [Geography of Russia: encyclopaedia]. Moscow: Great Russian Encyclopaedia; 1998. 641 p. (In Russ.).
4. Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-analiticheskaya sistema [Unified interdepartmental information and analytical system]. Ofitsial'nyj sayt Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Official website of the Federal State Statistics Service]. URL: <https://www.gks.ru/emiss>. (In Russ.).
5. Zasyadko S.V., Kadyrov S.V. Produktivnost' raznykh gibridov yarovogo rapsa v zavisimosti ot srokov seva i normy vyseva semyan [Productivity of different spring rapeseed hybrids depending on sowing terms and seeding rate]. 100-letie kafedry rastenievodstva, kormoproizvodstva i agrotekhnologii: itogi i perspektivy innovatsionnogo razvitiya. Yubilejnyj sbornik nauchnykh trudov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii; pod obshchej redaktsiej V.A. Fedotova [100<sup>th</sup> anniversary of the Department of Crop Production, Feed Production and Agrotechnologies: outputs and innovative growth prospects. Jubilee collection of scientific papers: Proceedings of the International scientific and practical conference; under the general editorship of V.A. Fedotov]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2019:84-91. (In Russ.).
6. Katalymov M.V. Mikroelementy i mikroudobreniya [Microelements and micronutrient fertilizers]. Moscow; Leningrad: Chemistry; 1965. 330 p. (In Russ.).
7. Korpachev V.V., Savenkov V.P., Gorshkov V.I. et al. Perspektivnaya resursosberegaiushchaya tekhnologiya proizvodstva rapsa: metodicheskie rekomendatsii [Perspective resource-saving technology of rapeseed production: instructional guidelines]. Moscow: Rosinformagrotech Press; 2008. 60 p. (In Russ.).
8. Lukomets V.M., Piven' V.T., Tishkov N.M. et al. Zashchita posevov rapsa ot boleznej, vreditel'ej i sornyakov: monografiya [Protection of rapeseed crops from diseases, pests and weeds: monograph]. Krasnodar: V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops Press; 2012. 204 p. (In Russ.).
9. Fedotov V.A., Goncharov S.A., Savenkov V.P. Raps Rossii: monografiya [Rapeseed of Russia: monograph]. Moscow: Agroliga Rossii; 2008. 336 p. (In Russ.).
10. Shal'nev B.M., Shakhov V.V. Khlevenskij rajon [Khlevensky District]. Lipetskaya entsiklopediya: v 3 t. T. 3. P – Ya [Lipetsk Encyclopaedia: in 3 volumes. Vol. 3. P – Ya]. Lipetsk: Publishing Group Infol; 2001. 560 p. (In Russ.).
11. Shpaar D. Raps i surepitsa. Vyrashchivanie, uborka, ispol'zovanie: uchebno-prakticheskoe rukovodstvo [Rapeseed and winter cress. Cultivation, harvesting, use: training and practitioner guide]. Moscow: DLV-Agrodelo; 2013. 320 p. (In Russ.).

**Информация об авторах**

С.В. Засядько, аспирант кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [sergej.zasyadko@yandex.ru](mailto:sergej.zasyadko@yandex.ru).

С.В. Кадыров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», [ksabir@yandex.ru](mailto:ksabir@yandex.ru).

**Information about the authors**

S.V. Zasyadko, Postgraduate Student, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [sergej.zasyadko@yandex.ru](mailto:sergej.zasyadko@yandex.ru).

S.V. Kadyrov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, [ksabir@yandex.ru](mailto:ksabir@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 06.09.2022; одобрена после рецензирования 21.10.2022; принята к публикации 24.10.2022.

The article was submitted 06.09.2022; approved after reviewing 21.10.2022; accepted for publication 24.10.2022.

© Засядько С.В., Кадыров С.В., 2022