

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗАХ ЯРОВОГО РАПСА

Т.В. Зубкова¹, М.Т. Мухина², Д.В. Виноградов^{3,4}

¹Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина

г. Елец, e-mail: ZubkovaTanua@yandex.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова

г. Москва, pesticides@mail.ru

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

г. Москва, e-mail: vdy-rz@rambler.ru

⁴Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

г. Рязань, e-mail: vdy-rz@rambler.ru

Показано, что обработка вегетирующих растений ярового рапса микроудобрениями Яра Вита Бортрак (2 кг/га), Яра Вита Брасситрел (1 л/га) и Нутримикс (2 кг/га) обеспечивала существенное повышение его урожайности, качества маслосемян и активировала работу фотосинтетического аппарата. Наиболее эффективна двукратная некорневая подкормка в фазе розетки с последующей обработкой в фазе бутонизации комплексом препаратов, которая в различных погодных условиях обеспечивала прибавку урожая 1,11 т/га, а рентабельность превышала контроль в 1,9 раз. Выявлена тесная корреляционная зависимость между урожайностью и суммой пигментов ($r=+0,84$).

Ключевые слова: рапс, микроудобрения, некорневая подкормка, урожайность, содержание масла, биометрические показатели.

Для цитирования: Зубкова Т.В., Мухина М.Т., Виноградов Д.В. Особенности применения микроудобрений в агроценозах ярового рапса // Плодородие. – 2023. – №3. – С. 44-48. DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.11.

Рапс известен как ценное масличное и кормовое растение. Рапсовое масло используют в большинстве сфер, например, в кулинарии, косметологии, медицине, металлургии, мыловарении, лакокрасочной, химической, текстильной промышленности [3, 5, 6]. Стручки и соломку применяют при заготовке силоса, а также для производства целлюлозы. После производства масла остаются богатые белком жмыхи, которые, являясь концентрированными кормами для скота, повышают его продуктивность. В семенах содержится 35-40% полувысыхающего масла, 17-18% углеводов, а также более 25% белка.

Рапс является третьей ведущей масличной культурой в мире. Рапсовое масло обладает повышенной биологической ценностью с точки зрения вкусовых и питательных качеств. В состав масла входит большое количество ненасыщенных жирных кислот (олеиновая, линолевая, линоленовая), необходимых в питании человека. Для получения высококачественной продукции следует постоянно совершенствовать методы выращивания сельскохозяйственных культур и связанные с ними технологии [4, 8].

Сельскохозяйственным растениям для нормального роста требуются подкормки минеральными элементами. В состав микроудобрений входит ряд микроэлементов, которые играют огромную роль в активизации ферментов и фотосинтеза, дыхании, углеводном и нуклеиновом обмене. Они, как правило, ускоряют рост и развитие растения, созревание семян, снижают восприимчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды и болезням [1, 4, 7].

В настоящее время некорневую подкормку активно используют в системах возделывания сельскохозяйственных культур, особенно в неблагоприятных климатических условиях или при сильном дефиците минеральных веществ [9, 10].

Применение микроудобрений, как важнейшей составляющей современной агротехнологии, – залог получения высоких урожаев, качественной продукции при меньших экономических затратах.

Цель исследования – установить влияние использования разных видов микроудобрений в качестве некорневых подкормок на продуктивность агроценозов рапса ярового в условиях Липецкой области.

Методика. Сравнительную оценку эффективности применения микроудобрений Яра Вита Бортрак (2 кг/га), Яра Вита Брасситрел (1 л/га) и Нутримикс (2 кг/га) в виде некорневых подкормок проводили на посевах ярового рапса в 2018-2021 г. на учебном опытном поле ЕГУ им. И.А. Бунина Липецкой области. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 5,70-5,80%, общее содержание азота – 0,285-0,292%, фосфора – 196,2-198,3 мг/кг и калия – 114,7-115,0 мг/кг.

Для исследований был выбран сорт ярового рапса Риф, который зарегистрирован по 5-му региону. Сорт «00» типа, среднеспелый. Отличается высоким содержанием масла, семян и урожайностью, технологичностью, низким содержанием эруковой кислоты. Высота растений колеблется от 85 до 120 см, листья узкие, средней длины, светло-зелёные.

Для некорневой подкормки растений рапса использовали следующие микроудобрения:

Яра Вита Брасситрел – водорастворимое порошкообразное удобрение, содержащее (%): бор – 8, серу – 11,5, молибден – 0,4, марганец – 7 и магний – 5;

Яра Вита Бортрак – жидкое удобрение с максимальной концентрацией бора – 10,9%, азота – 4,7%;

Компо Нутримикс, ВРП – водорастворимый белоголубой порошок, содержащий общий азот (N) – 7,6%,

серу (SO₃) – 25, цинк (Zn) – 3, медь (Cu) – 3, марганец (Mn) – 4, молибден (Mo) – 0,04%.

Изучали три срока внесения микроудобрений: 1 – обработка растений рапса в фазе розетки листьев, 2 – обработка растений в фазе бутонизации, 3 – обработка растений в фазе розетки с последующей обработкой в фазе бутонизации.

Схема экспериментов включала следующие варианты: 1. Вода (контроль). 2. Яра Вита Брасситрел. 3. Яра Вита Бортрак. 4. Нутримикс. 5. Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак. 6. Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак + Нутримикс.

Агротехнологические мероприятия – общепринятые для Липецкой области. В опыте предшественник рапса – озимая пшеница. В годы исследований посев рапса проводили в III декаде апреля с нормой высева 2,0 млн семян/га.

Погодные условия в период исследований складывались по-разному для развития рапса, наиболее засушливым был 2018 г., ГТК – 0,58, в 2019 г. – 0,98, в 2020 г. – 1,28, в 2021 г. – 1,03.

Общая площадь опытных делянок 50 м², учётных – 45 м². Осенью, перед основной обработкой почвы, была внесена азофоска (N₁₆P₁₆K₁₆), а весной участки удобрили аммиачной селитрой (N₂₀). Посевы масличного рапса обрабатывали против крестоцветных блошек и рапсового цветоеда инсектицидом Альтерр, КЭ из расчета 0,15 л/га. Уборка урожая – III декада августа.

Исследования проводили в соответствии с методическими рекомендациями [2]. Содержание жира в масличных семенах ярового рапса определяли по методу Сокслета. Концентрацию фотосинтетических пигментов определяли с помощью спектрофотометра КФК-3М. Данные, полученные в ходе экспериментов, обработаны с использованием математических методов вариационной статистики с применением программного обеспечения Microsoft Excel и Statistika 6.

Результаты и их обсуждение. Наступление фенологических фаз у растений зависело от погодных условий года и от некорневой подкормки растений микроудобрениями. Микроудобрения в исследованиях не оказали весомого влияния на продолжительность вегетационного периода. В среднем фаза полной спелости наступала на 2 дня раньше в вариантах с использованием некорневых подкормок микроудобрениями. В среднем за годы опыта вегетационный период ярового рапса длился 99-101 день в вариантах с применением микроудобрений. В контрольном варианте вегетационный период ярового рапса составил 102-103 дня.

Интенсивный рост растений ярового рапса в высоту происходил до фазы бутонизации, затем темпы роста снижались. Установлено, что обработка микроудобрениями способствовала увеличению высоты растений. Максимальную высоту отмечали в вариантах, где применяли комплекс микроудобрений двукратно. Разница по сравнению с контролем в фазе розетки составила 1,9-2,0 см, в фазе бутонизации – 6,2-6,5, в фазе цветения – 7,9-8,2, в фазе зелёного стручка – 7,4 см. В других вариантах обработки растений ярового рапса микроудобрениями при прохождении всех фаз развития высота также была различной и превышала контрольный вариант.

С фазы розетки до фазы цветения наблюдался интенсивный рост вегетативной массы, после чего началось формирование генеративных органов, наблюдалось

снижение облиственности растений рапса. Наибольшее количество листьев на растении ярового рапса на протяжении периода «розетка-цветение» отмечалось в варианте, где обрабатывали растения смесью микроудобрений. Наибольшее количество бутонов было на растениях, обработанных двукратно смесью микроудобрений Яра Вита Бортрак + Яра Вита Брасситрел + Нутримикс.

Отмечено, что микроудобрения способствовали активному росту синтеза хлорофилла а и b и каротиноидов, что в итоге отразилось на сумме этих пигментов (рис. 1-3).

Накопление пигментов в листьях ярового рапса изучали в фазе цветения. Установлено, что все используемые в опыте микроудобрения повышали содержание хлорофилла а и b и каротиноидов.

Максимальное количество пигментов отмечалось при использовании комплекса удобрений Яра Вита Бортрак + Яра Вита Брасситрел + Нутримикс.

Так, при обработке препаратами растений в фазе розетки содержание пигментов увеличивалось, по сравнению с контролем, на 0,96 мг/г сырой массы. Обработка ими в фазе бутонизации увеличила данный показатель на 0,95 мг/г сырой массы, а двукратная обработка – на 1,20 мг/г сырой массы.

Обработка растений комплексом препаратов увеличила содержание хлорофилла а и b почти на 200 %. В данном варианте была получена и максимальная урожайность.

По результатам опыта, двукратная обработка растений препаратами приводила к значительному росту урожайности. Можно предположить, что питательные элементы, входящие в состав микроудобрений, усиливали фотосинтез и биохимические процессы, что определяло продукционный процесс. Также изучаемые микроудобрения способствовали лучшей адаптации растений рапса к смене погодных условий, что положительно влияло на продуктивность растений.

Анализ урожайности маслосемян ярового рапса в зависимости от микроудобрений показал, что действие препаратов более эффективно при обработке растений двукратно в фазе розетки с последующей обработкой в фазе бутонизации.

В контрольном варианте урожайность семян составила 14,6 ц/га. Средняя урожайность в вариантах при обработке растений в фазе розетки увеличивалась относительно контроля на 28%, на вариантах при обработке в фазе бутонизации на 29% и на 49 % при двукратной обработке (табл.).

Урожайность ярового рапса в зависимости от обработки растений микроудобрениями, ц/га (в среднем за 2018-2021 г.)

Вариант обработки (фактор А)	Фаза обработки растений (фактор В)		
	Розетка	Бутонизация	Розетка + бутонизация
Контроль (б/у)	14,6	14,7	14,6
Яра Вита Брасситрел	17,7	18,2	19,8
Яра Вита Бортрак	18,8	19,5	20,7
Нутримикс	17,0	17,3	19,6
Яра Вита Бортрак + Яра Вита Брасситрел	19,5	20,2	23,1
Яра Вита Бортрак + Яра Вита Брасситрел + Нутримикс	20,5	22,6	25,7

НСР₀₅, ц/га,

АВ: 2018 г. – 2,21, 2019 г. – 1,06; 2020 г. – 1,63; 2021 г. – 1,71.

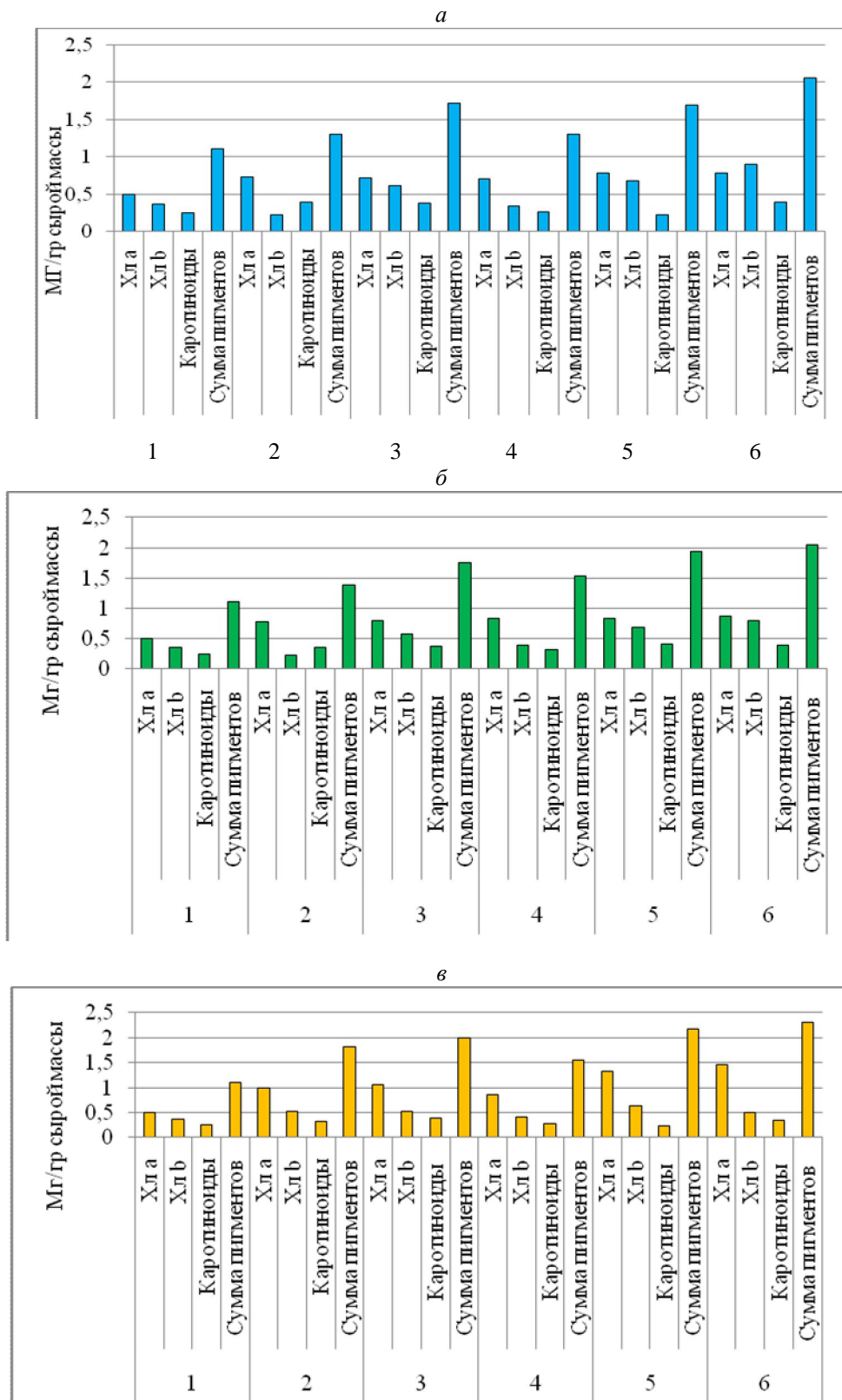


Рис. 1. Влияние микроудобрений на фотосинтетическую активность рапса при обработке растений в различные фазы (в среднем за 2018-2021 г.):
а – фаза розетки, б – фаза бутонизирования, в – фаза розетки с последующей обработкой в фазе бутонизации

Внесение Яра Вита Бортрак относительно других удобрений давало большую прибавку в урожай на 4,2 ц/га в фазе розетки (18,8 ц/га), на 4,8 ц/га в фазе бутонизации (19,5 ц/га) и на 6,1 ц/га при двукратной обработке (20,7 ц/га).

Применение комбинаций удобрений способствовало большему увеличению урожайности культуры.

Максимально высокий в опыте урожай отмечен в варианте при обработке растений Яра Вита Бортрак + Яра Вита Брасситрел + Нутримикс – 20,5 ц/га (фаза розетки), 22,6 ц/га (фаза бутонизации) и 25,7 ц/га (двукратная обработка).

Установлена тесная корреляционная зависимость между урожайностью и суммой пигментов (рис. 2).

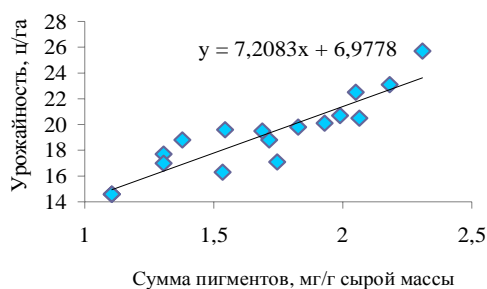


Рис. 2. Корреляционная связь между суммой пигментов растений и урожайностью рапса (в среднем за 2018-2021 г.)

На рисунке 2 показано уравнение регрессии:
 $Y = 7,2083X - 6,9778$.

Из этого уравнения видно, что коэффициент регрессии составляет 7,2%. Данный коэффициент свидетельствует, что при увеличении суммы пигментов на 1 мг/г сухой массы, урожайность увеличивается на 7,2%.

Внесение препаратов обеспечивало повышение масличности семян рапса: Яра Вита Брасситрел на 1,5% (43,5%), Яра Вита Бортрак на 0,5% (42,5%), Нутримикс на 1,4% (43,4%), Яра Вита Бортрак+Яра Вита Брасситрел на 2,1% (44,1%), Яра Вита Бортрак + Яра Вита Брасситрел + Нутримикс на +3,4% (45,4%), относительно контроля (НСР₀₅ = 0,4%) (рис. 3).

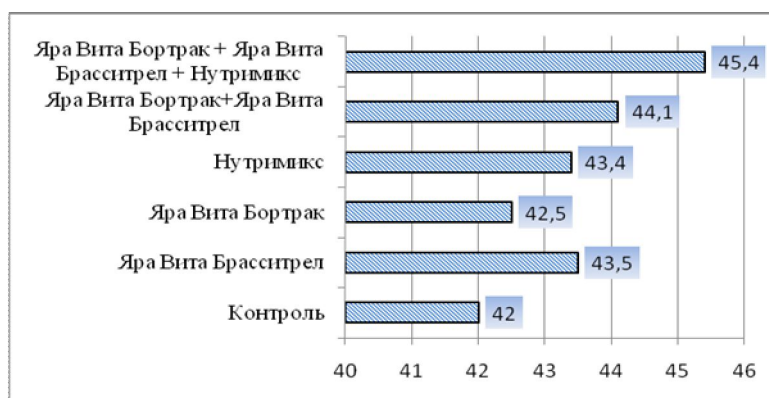


Рис. 3. Содержание жира в семенах рапса при двукратной обработке растений микроудобрениями (в среднем за 2018-2021 г.; НСР₀₅ = 0,4%)

Увеличение содержания масла в семенах связано с тем, что микроудобрения включали в свой состав серу и бор.

В результате проведенного анализа химического состава основных компонентов золы (P, S, K, Mn, Fe, Mg,

Ca, Zn, Mo) семян ярового рапса, установлено, что элементный состав семян практически не имел различий по вариантам исследования. Убывающий ряд содержания элементов в золе имел следующий вид: $P \approx K > Mg \geq Ca > Mo > S > Zn > Mn > F$ (рис. 4).

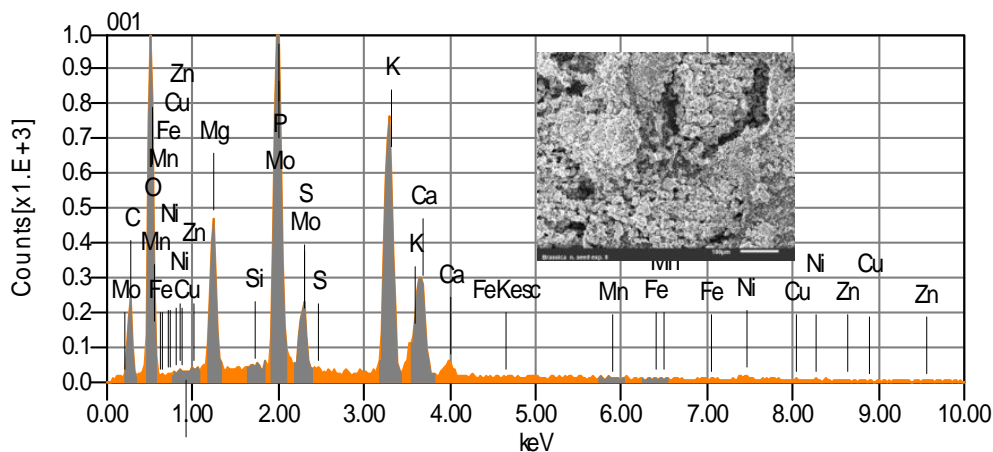


Рис. 4. Общий вид линий рентгеновского спектра, показывающих присутствие элементов в области анализа

Расчёты экономической эффективности показали, что применение некорневых подкормок микроудобрениями растений ярового рапса является эффективным приёмом. Уровень рентабельности при двукратной некорневой подкормке посевов ярового рапса микроудобрениями Яра Вита Бортрак + Яра Вита Брасситрел + Нутримикс превышает контроль в 1,9 раз. По сравнению с контролем обработка растений рапса данным комплексом препаратов увеличивала чистый доход на 16776 руб/га, и обеспечивала снижение себестоимости на 3698 руб/т. Максимальная рентабельность производства зафиксирована в данном варианте, которая составила 180,1 %.

Заключение. Результаты проведенного исследования выявили высокие показатели хозяйственно-ценных признаков (урожайность, структура, качество маслосемян) в варианте с комплексным применением препаратов Яра Вита Бортрак (2 кг/га), Яра Вита Брасситрел (1 л/га) и Нутримикс (2 кг/га) в фазе розетки с последующей обработкой ими в фазе бутонизации. Использование некорневых подкормок исследуемыми микроудобрениями отразилось на прибавке семян ярового рапса по сравнению с контрольным вариантом (+1,11 т/га). Максимальная урожайность выявлена в варианте при двукратной некорневой подкормке посевов ярового рапса микроудобрениями Яра Вита Бортрак + Яра Вита Брасситрел + Нутримикс (25,7 ц/га). Анализ качества

химического состава показал, что с применением данных микроудобрений в виде некорневой подкормки возрастало содержание жира в его семенах на 3,4% относительно контроля, при $HCPO_5=0,4\%$. Обработка растений рапса способствовала накоплению хлорофилла и в целом общему содержанию пигментов в листьях. Установленная тесная корреляционная зависимость между урожайностью и суммой пигментов ($r = +0,84$) говорит о целесообразности использования данных микроудобрений в технологии возделывания ярового рапса в условиях лесостепи Центрального Черноземья.

Литература

1. Гайфуллин Р.Р. Влияние некорневой подкормки микроудобрениями на формирование урожайности семян ярового рапса / Р.Р. Гайфуллин, А.М. Хайруллин // Живые и биокосные системы. – 2014. – № 8. – URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-8/article-4>.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 357 с.
3. Зубкова Т.В. Влияние органоминеральных удобрений на накопление Cu и Zn в растениях ярового рапса / Т.В. Зубкова, Д.В. Виноградов, О.А. Дубровина, В.Л. Захаров // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 9. – С. 10-15.

4. Зубкова Т.В. Свойства органоминерального удобрения на основе куриного помета и применение его в технологии ярового рапса на семена / Т.В. Зубкова, Д.В. Виноградов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 46-54.
5. Зубкова Т.В. Исследование влияния органических и минеральных удобрений на урожайность рапса и зольный состав его маслосемян / Зубкова Т.В., Мотылева С.М., Виноградов Д.В. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1. – С. 77-84.
6. Ижмулкина Е.А. Современное состояние и перспективы развития рынка рапса в России и мире / Е.А. Ижмулкина, И. Ганиева // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 12. – С. 82-85.
7. Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях / О.А. Шаповал, И.П. Можарова и др. // Защита и карантин растений. – 2014. – № 6. – С. 16-20.
8. Abbadi A. Rapeseed breeding for oil content, quality, and sustainability / A. Abbadi, G. Leckband // Special Issue: Euro Fed Lipid Highlights, 2011. – 113- p. 1198-1206.
9. Aslani M. Growth and Quality of Green Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under Foliar Application of Organic Chelate Fertilizers / M. Aslani, M.K. Souiri // Open Agriculture, 2018. – 3. p. 146-154.
10. Vinogradov D.V. Ways to increase the productivity of crop rotation in the forest-steppe conditions of the European part of Russia / D.V. Vinogradov, T.V. Zubkova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2022. 979. 012060.

FEATURES OF THE USE OF MICRONUTRIENTS IN AGROCENOSSES OF SPRING RAPESEED

T.V. Zubkova¹, M.T. Mukhina², D.V. Vinogradov^{3,4}

¹ Yelets State University named after I. A. Bunin, Yelets, e-mail: ZubkovaTanua@yandex.ru

² All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, pesticides@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, e-mail: vdv-rz@rambler.ru

⁴ Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, e-mail: vdv-rz@rambler.ru

The treatment of vegetative plants of spring rapeseed with YaraVita Bortrac (2 kg/ha), YaraVita Brassitrel (1 l/ha) and Nutrimix (2 kg/ha) micro-fertilizers provided a significant increase in its yield, improved the quality of oilseeds and activated the photosynthetic apparatus. The most effective was double foliar top dressing in the rosette phase followed by treatment in the budding phase with a complex of these drugs, which in various weather conditions provided an increase of 1.11 t / ha, and profitability exceeded the control by 1.9 times. A close correlation was revealed between the yield and the amount of pigments ($r=+0.84$).

Keywords: oilseed rape, micro fertilizers, foliar fertilization, yield, oil content, biometric indicators.

УДК 631.452:631.8.633.15

DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.12

ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ТЕРСКО-СУЛАКСКОЙ ПОДПРОВИНЦИИ ДАГЕСТАНА

Н.Р. Магомедов, д.с.-х.н., Т.Т. Бабаев, к.с.-х.н., Ф.М. Казиметова, к.с.-х.н.,

Ж.Н. Абдуллаев, к.с.-х.н., А.А. Абдуллаев, к.с.-х.н.,

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»

367014, Республика Дагестан, Махачкала, Научный городок, улица А. Шахбанова, 30

e-mail: ozemledeliya@mail.ru

Изучалось влияние пожнивных сидератов (горох посевной), минеральных удобрений и навоза на плодородие почвы и урожайность кукурузы на зерно в условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана. Наибольший эффект из изученных факторов получен от минеральных удобрений в дозах $N_{150}P_{75}K_{75}$ и заправки гороха посевного. Урожайность кукурузы на зерно в этих вариантах составила 6,6 и 6,2 т/га соответственно, что выше в сравнении контролем (без удобрений) в 1,84 и 1,75 раза.

Ключевые слова: пожнивной посев, почва, плодородие, кукуруза на зерно, горох посевной, урожайность, микробиологическая активность почвы, сидерат.

Для цитирования: Магомедов Н.Р., Бабаев Т.Т., Казиметова Ф.М., Абдуллаев Ж.Н., Абдуллаев А.А. Применение удобрений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана // Плодородие. – 2023. – №3. – С. 48-51. DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.12.

Органические удобрения содержат элементы питания растений в виде органических соединений. Самым распространенным из этого вида удобрений является

коровий навоз, но вносить его в малоплодородную почву необходимо в большом количестве или в совокупности с сидератами – растения, выращенные в качестве