

УДК 633.853:(631.816 + 631.559)

DOI: 10.25230/2412–608X–2021–1–185–52–62

Влияние макро- и микроудобрений на урожай семян редьки масличной в условиях лесостепи ЦФО России

Е.Ю. Кузьмина,

млад. науч. сотрудник

В.П. Савенков,

зав. отд., д-р с.-х. наук

ЛНИИР – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 398037, г. Липецк, ул. Боевой проезд, д. 26
Тел.: 8-4742-34-72-33, моб.: 8-903-643-6975
E-mail: vniirapsa@mail.ru

Для цитирования: Кузьмина Е.Ю., Савенков В.П. Влияние макро- и микроудобрений на урожай семян редьки масличной в условиях лесостепи ЦФО России // Масличные культуры. – 2021. – Вып. 1 (185). – С. 52–62.

Ключевые слова: редька масличная, макро- и микроудобрения, основное и предпосевное внесение минеральных удобрений, некорневые подкормки, урожай семян.

В Липецком НИИ рапса в 2019 и 2020 гг. проведены исследования с целью изучения влияния макро- и микроудобрений на урожай семян редьки масличной (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg.) в условиях лесостепи ЦФО России. Варианты полевого опыта: контроль (без удобрений), (NPK)₄₀, (NPK)₈₀ и N₄₀ осенью под вспашку, (NPK)₄₀ и N₄₀ весной под предпосевную культивацию, и на фоне основного внесения (NPK)₄₀ проводились некорневые подкормки Плантафолом (20 : 20 : 20), Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс. Почва опытных участков чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый чернозем с характерными агрохимическими показателями. Погодные условия в целом за вегетационный период редьки масличной в 2019 г. были близки к среднелетней норме, а в 2020 г. они отличались значительным недобором осадков, что отразилось на формировании ее урожайности. Исследования показали, что закономерности влияния изучаемых макро- и микроудобрений на продуктивность редьки масличной в годы проведения опытов практически не различались. В среднем за 2019 и

2020 гг. применение азотного и полного минерального удобрений под эту культуру осенью под вспашку и весной под предпосевную культивацию достоверно увеличивало ее урожайность, которая наибольших значений (22,3 ц/га) достигала в варианте опыта с основным внесением (NPK)₈₀. При этом равноценный урожай семян редьки масличной сформировался при менее затратных агротехнологиях, когда на фоне применения (NPK)₄₀ осенью под вспашку проводили некорневые подкормки Плантафолом (1,0 л/га) в фазы розетки – 5–7 настоящих листьев и бутонизации – начала цветения или когда на аналогичном фоне использовался Полидон Амино Старт (1,0 л/га) в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев.

UDC 633.853:(631.816 + 631.559)

Effect of macro- and microfertilizers on oil radish seed yield in the forest steppe conditions of the Central Federal district of Russia.

E.Y. Kuzmina, junior researcher

V.P. Savenkov, head of the department, doctor of agriculture

Lipetsk Research Institute of Rapeseed
26, Boyevoy proezd str., Lipetsk, 398037, Russia
Tel.: 8-4742-34-72-33, 8-903-643-6975
E-mail: vniirapsa@mail.ru

Key words: oil radish, macro- and micronutrient fertilizers, basic and pre-sowing mineral fertilizer application, foliar application, seed yield.

We studied effect of macro- and micronutrient fertilizers on oil radish (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg.) seed yield in fields of the Lipetsk Research Institute of Rapeseed in 2019–2020. The research was conducted in the forest-steppe conditions of the Central Federal district of the Russian Federation. Field experiment variants were as following: control (without fertilizers), (NPK)₄₀, (NPK)₈₀ and N₄₀ in autumn under plowing, (NPK)₄₀ and N₄₀ in spring under before-sowing cultivation, and as a part of the main (NPK)₄₀ application, foliar application with Plantofola (20:20:20), Polydon Amino Start and Polydon Amino Mix. Soil of the experimental field was leached, heavy clay loam chernozem having the distinctive agrochemical characteristics. In general, the weather conditions for the oil radish growing season in 2019 were close to the average long-term norm, and in 2020 the weather conditions were distinguished by a significant lack of precipitation, which affected the formation of oil radish yield. The studies have shown that the effect patterns of the studied macro- and micronutrient fertilizers on oil radish yield in the years

of the experiments did not practically differ. On the average in both 2019 and 2020 the yield increase has been noted. The application of nitrogen and complete mineral fertilizers for this crop under plowing in autumn and under before-sowing cultivation in spring significantly increased its yield, which reached the highest values (22.3 quintal per ha) in the experiment with (NPK)₈₀ as the main fertilizer. At the same time, an equivalent oil radish seed yield was formed with less costly agricultural technologies, when with application of (NPK)₄₀, in autumn under plowing foliar application with Plantofola (1.0 l per ha) was conducted in the phases of 5–7 true leaves and budding–beginning of flowering or Polydon Amino Start (1.0 l per ha) was used in the phase of 5–7 true leaves.

Введение. Для развития растениеводства и кормопроизводства в современных экономических условиях требуется введение новых культур, не требующих высокочрезвычайных технологий. Одной из таких культур является редька масличная (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg.) – однолетнее травянистое растение семейства капустных. Короткий вегетационный период и холодостойкость обуславливают способность переносить кратковременные засухи и формировать высокий урожай семян и зеленой массы с повышенным содержанием протеина, что позволяет успешно выращивать ее в лесостепи ЦФО России. В животноводстве редька масличная может широко использоваться для производства зеленого корма, силоса, сенажа, травяной муки и шрота [1; 2; 3; 4].

Редька масличная, как и другие капустные культуры, характеризуется высокой потребностью в элементах питания. Поэтому в целом она требовательна к плодородию почвы и хорошо отзывчива на применение минеральных удобрений, которые являются одним из главных факторов повышения ее урожайности и улучшения качества продукции. Внесение удобрений должно обеспечивать потребности растений в питательных веществах на протяжении всей вегетации, особенно в период наибольшего их потребления. Известно, что редька масличная наиболее хорошо отзывчива на внесение азотных

удобрений, а фосфорные и калийные оказывают меньшее влияние на ее продуктивность. Вместе с тем внесение полного минерального удобрения практически всегда обеспечивает наибольшую урожайность. При этом установлено, что эффективность минеральных удобрений под эту культуру зависит от дозы и срока их внесения, оптимальные значения которых могут изменяться в зависимости от почвенно-климатических и сложившихся погодных условий вегетации в регионе возделывания [5; 6; 7; 8; 9].

Для формирования урожая семян редьки масличной, наряду с внесением азотных, фосфорных и калийных удобрений, большое значение имеет применение микроудобрений, содержащих бор, марганец, медь, цинк, молибден, кобальт и другие. Поэтому для оптимизации минерального питания редьки масличной важное значение имеет эффективное применение различных макро- и микроудобрений для некорневых подкормок в течение вегетации. Имеющиеся на практике марки комплексных водорастворимых удобрений по содержанию основных элементов питания и микроэлементов имеют свои характерные особенности, которые определяют целесообразность их использования при возделывании полевых культур. Рекомендуемые дозы макро- и микроудобрений для проведения некорневых подкормок составляют 1–2 кг/га и по затратности они во много раз меньше, чем минеральные удобрения [10; 11; 12].

Следовательно, рациональное применение макро- и микроудобрений при возделывании редьки масличной является одним из основных технологических приемов повышения ее продуктивности при хорошей окупаемости затрат. В настоящее время оптимальные дозы и сроки применения минеральных туков и макро- и микроудобрений Плантофол (20 : 20 : 20), Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс для некорневых подкормок в течение вегетации при возделывании редьки масличной (сорт Альфа) в условиях лесостепи

степи ЦФО России не изучены. Поэтому проведение таких исследований актуально и представляет большой научный и практический интерес.

Материалы и методы. Исследования по изучению влияния макро- и микроудобрений на урожайность семян редьки масличной проводились в Липецком НИИ рапса в 2019 и 2020 гг. в отделе технологий возделывания рапса и других сельскохозяйственных культур. В полевом опыте возделывался новый сорт редьки масличной Альфа селекции ВНИИ рапса.

Схема полевого опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (без удобрений); 2. (NPK)₄₀ осенью под вспашку (фон); 3. (NPK)₈₀ осенью под вспашку; 4. N₄₀ осенью под вспашку; 5. (NPK)₄₀ весной под предпосевную культивацию; 6. N₄₀ весной под предпосевную культивацию; 7. Фон + некорневая подкормка Плантафолом (1,0 кг/га) в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев; 8. Фон + некорневые подкормки Плантафолом (1,0 кг/га) в фазах розетки 5–7 настоящих листьев и бутонизации – начала цветения; 9. Фон + некорневая подкормка Полидон Амино Старт (1,0 л/га) в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев; 10. Фон + некорневые подкормки Полидон Амино Старт (1,0 л/га) в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев и Полидон Амино Микс (1,0 л/га) в фазе бутонизации – начала цветения.

Плантафол – удобрение для листовой подкормки широкого спектра полевых культур, в своем составе содержит по 20 % азота, фосфора и калия, а также микроэлементы: В – 0,02 %; Fe – 0,1; Mn – 0,05; Zn – 0,05; Cu – 0,05 % (большинство из них в хелатной форме), и прилипатель.

Полидон Амино Старт – органоминеральное удобрение для начальных этапов вегетации, которое содержит: L-аминокислоты и олигопептиды – 200,0; N – 130,0; P₂O₅ – 75,0; K₂O – 25,0; MgO – 15,0;

Fe – 6,0; Mn – 3,0; Zn – 3,0; Cu – 3,0; В – 3,0; Мо – 1,0; Со – 0,05 г/л.

Полидон Амино Микс – органоминеральное удобрение для применения в критические периоды роста и развития сельскохозяйственных культур. В его состав входят: L-аминокислоты и олигопептиды – 250,0; N – 50,0; Fe – 30,0; Zn – 15,0; MgO – 10,0; Mn – 10,0; В – 10,0; Cu – 5,0; Мо – 2,0; Со – 0,05 г/л.

При некорневых подкормках Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс применялся адыювант-суперсма-чиватель-пенетрант Полидон Бонд – 50 мл/га. Норма расхода рабочего раствора 300 л/га.

Возделывание редьки масличной сорта Альфа осуществляли по технологии, рекомендованной для этой культуры в условиях лесостепи ЦФО РФ, за исключением применения изучаемых макро- и микроудобрений. Общая площадь делянки 36 м², учетной – 30 м². Повторность опыта 4-кратная. Размещение делянок систематическое со смещением. Предшественник – озимая пшеница.

Климат региона исследований (Липецкая область, Липецкий район) умеренно-континентальный, который в последние 15–20 лет характеризуется засушливыми условиями в период вегетации растений. Сумма эффективных температур (выше 10 °С) здесь составляет 2400–2600 °С, безморозный период – 150–158 суток. В целом территория, где проводился полевой опыт, характеризуется умеренным увлажнением (550–560 мм), но осадки выпадают крайне неравномерно по годам и в течение вегетационного периода, 70–80 % из них приходится на теплое время года. Гидротермический коэффициент (ГТК) равен 1,0–1,1, с понижением в отдельные годы до 0,7–0,6.

В 2019 г. первая половина вегетационного периода (май – август) в целом по выпавшим осадкам была близкой к среднемуголетним данным, но отличалась от них более повышенным температурным режимом воздуха. В июле, напротив,

среднесуточная температура воздуха оказалась на 1,2 °С ниже нормы, но по выпавшим осадкам несколько превышали ее, хотя по декадам они выпадали неравномерно. В заключительный отрезок вегетации, т.е. в августе, температурный режим воздуха был равноценен средне-многолетней норме, но недобор осадков составил 46 %.

Погодные условия периода вегетации редьки масличной (7 мая – 24 августа) в 2019 г. в целом оказались благоприятными для ее роста и развития. Среднемесячная температура воздуха была равна 18,2 °С, сумма осадков – 223,6 мм и ГТК по Селянинову – 1,00, что близко к средне-многолетней норме.

Особенностью гидротермических условий периода вегетации в 2020 г. являлось недостаточное обеспечение посевов влагой и неравномерное ее распределение в течение вегетационного периода. При этом около 70 % от суммы осадков пришлось на май и июнь. В июле выпала половина средне-многолетней нормы осадков, а их количество по декадам было контрастным. Среднесуточная температура мая оказалась ниже средне-многолетних значений на 2,3 °С, а в летние месяцы, напротив, превышала их.

В целом погодные условия периода вегетации редьки масличной (7 мая – 15 августа) в 2020 г. были менее благоприятными для ее роста и развития, чем в 2019 г. За вегетационный период редьки масличной в 2020 г. среднемесячная температура воздуха составила 17,6 °С, сумма осадков – 183,0 мм и ГТК по Селянинову – 0,9, при средне-многолетних их значениях – 17,4 °С, 236 мм и 1,1 соответственно. Поэтому вегетационный период в целом был недостаточно увлажненный, и в наибольшей мере это наблюдалось в июле во время плодообразования и в августе при созревании семян, что неблагоприятно сказалось на урожайности редьки масличной.

Результаты и обсуждение. Погодные условия вегетационного периода в годы исследований различались, и более благоприятными они сложились в 2019 г., что

соответствующим образом сказалось на урожайности редьки масличной. В среднем по вариантам опыта урожай ее семян составил в 2019 г. 23,1 и в 2020 г. – 18,4 ц/га, при этом в варианте опыта без удобрений был равен 19,3 и 15,5 ц/га соответственно. В оба года исследований от применения изучаемых макро- и микроудобрений урожайность этой культуры достоверно увеличивалась, и в несколько большей мере это отмечалось в 2019 г. При этом закономерности ее изменений по вариантам опыта в 2019 и 2020 гг. оказались близкими.

Известно, что редька масличная требовательна к обеспеченности почвы элементами питания, поэтому хорошо отзывчива на применение макро- и микроудобрений. По данным таблицы 1, видно, что в среднем за два года исследований при урожайности семян редьки масличной в контрольном варианте (без удобрений) 17,4 ц/га, применение изучаемых макро- и микроудобрений увеличивало ее на 1,6–5,3 ц/га, или на 9–30 %. При этом внесение осенью под вспашку с оборотом пласта (NPK)₄₀ повышало урожайность этой культуры на 3,3 ц/га. Увеличение дозы полного минерального удобрения в 2 раза – до (NPK)₈₀ – положительно сказывалось на урожайности редьки масличной, где она достигала 22,3 ц/га.

Одностороннее применение азотного удобрения в дозе N₄₀ осенью под вспашку обеспечило прирост урожая семян на 2,5 ц/га, который относительно прибавки урожая, полученной от внесения в аналогичный срок полного минерального удобрения в дозе (NPK)₄₀, составил 76 %. В связи с этим среди основных элементов питания минеральных удобрений, внесенных под отвальную вспашку, наибольшее положительное влияние на формирование урожая редьки масличной оказывал азот. Применение (NPK)₄₀ и N₄₀ весной под предпосевную культивацию оказалось несколько менее эффективным, чем при их основном внесении, хотя это было недостоверным.

Таблица 1

Влияние макро- и микроудобрений на урожай семян редьки масличной

Вариант	2019 г.			2020			В среднем за 2 года		
	урожай семян, ц/га	прибавка		урожай семян, ц/га	прибавка		урожай семян, ц/га	прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
1. Контроль – без удобрений	19,3	–	–	15,5	–	–	17,4	–	–
2. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку	23,0	3,7	19	18,4	2,9	19	20,7	3,3	19
3. (NPK) ₈₀ осенью под вспашку	25,4	6,1	32	19,2	3,7	24	22,3	4,9	28
4. N ₄₀ осенью под вспашку	22,2	2,9	15	17,6	2,1	14	19,9	2,5	15
5. (NPK) ₄₀ весной под предпосевную культивацию	21,6	2,3	12	17,8	2,3	15	19,7	2,3	14
6. N ₄₀ весной под предпосевную культивацию	20,9	1,6	8	17,0	1,5	10	19,0	1,6	9
7. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Плантафолом (1,0 кг/га)	23,7	4,4	23	19,0	3,5	23	21,4	4,0	23
8. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Плантафолом (1,0 кг/га) + некорневая подкормка Плантафолом в фазе бутонизации – начала цветения (1,0 кг/га)	24,8	5,5	28	19,4	3,9	25	22,1	4,7	27
9. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки 5–7 настоящих листьев Полидон Амино Старт (1,0 л/га)	25,1	5,8	30	19,7	4,2	27	22,4	5,0	29
10. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Полидон Амино Старт (1,0 л/га) + некорневая подкормка в фазе бутонизация – начала цветения Полидон Амино Микс (1,0 л/га)	25,4	6,1	32	19,9	4,4	28	22,7	5,3	30
НСР ₀₅	1,43		1,14						

В наших исследованиях некорневые подкормки изучаемыми водорастворимыми макро- и микроудобрениями проводились на фоне основного внесения (NPK)₄₀ и их влияние на продуктивность редьки масличной было неодинаковым, что зависело от марки удобрения и срока его применения.

Некорневая подкормка Плантофолом (1,0 кг/га) в фазе 5–7 настоящих листьев редьки масличной увеличивала урожай ее семян на 0,7 ц/га. Аналогичное положительное влияние на продуктивность этой культуры оказала вторая некорневая подкормка Плантофолом (1,0 кг/га), которая проводилась в фазе бутонизации – начала цветения. При этом прирост урожайности редьки масличной от каждой некорневой подкормки данным удобрением оказался несущественным. Однако суммарное его значение от двух некорневых подкормок Плантофолом в отмеченные фазы роста и развития было достоверным.

Некорневая подкормка в фазе 5–7 настоящих листьев редьки масличной макро- и микроудобрением Полидон Амино Старт в дозе 1,0 л/га, проведенная на фоне основного внесения (NPK)₄₀, увеличивала урожай семян на 1,5 ц/га, что в оба года исследований значительно превышало наименьшую существенную разницу в опыте. В то же время дополнительная некорневая подкормка Полидон Амино Микс в дозе 1,0 л/га в фазе бутонизации – начала цветения оказалась малоэффективной, т.е. не вызвала существенного увеличения урожая семян.

Следовательно, при возделывании редьки масличной на семена внесение полного минерального и азотного удобрений в почву осенью под вспашку с оборотом пласта и весной под предпосевную культивацию значительно увеличивало ее урожайность. При этом наибольшей она была при основном внесении (NPK)₈₀. Установлено, что в суммарной прибавке урожая от полного минерального удобрения на долю азотного приходится более 70 %. На фоне основного внесения (NPK)₄₀ достоверное увеличение урожай-

ности редьки масличной обеспечивали двукратные некорневые подкормки (в фазах 5–7 настоящих листьев и бутонизации – начала цветения) Плантофолом. Наряду с этим существенное повышение урожая семян этой культуры вызывала проведенная в фазе 5–7 настоящих листьев некорневая подкормка макро- и микроудобрением Полидон Амино Старт.

При возделывании редьки масличной на семена основными показателями структуры ее урожая являются густота стояния и высота растений, количество стручков и семян на растении, число семян в стручке, масса 1000 семян и продуктивность одного растения.

Перед уборкой урожая семян густота стояния растений редьки масличной по вариантам опыта в 2019 и 2020 гг. изменялась в пределах 139–150 и 132–140 шт./м² соответственно. При этом применение изучаемых доз минеральных удобрений осенью под вспашку и весной под предпосевную культивацию несколько снижало густоту стояния ее растений, что более значительно происходило в последнем случае. На фоне основного внесения (NPK)₄₀ некорневые подкормки в течение вегетации макро- и микроудобрениями Плантофол, Полидон Амино Старт и Полидон Амино Микс не оказывали существенного влияния на этот показатель структуры урожая редьки масличной (табл. 2, 3, 4).

Известно, что в агроценозах к уборке урожая из-за конкуренции часть растений полевых культур, в том числе и редьки масличной, выпадает и их густота относительно всходов обычно значительно уменьшается. В наших исследованиях сохранность всходов редьки масличной к уборке урожая в 2019 г. составила 86–90 % и в 2020 г. – 77–81 %, и по вариантам опыта она была сравнительно равной. При этом прослеживается тенденция повышения сохранности растений редьки масличной к уборке урожая семян от некорневых подкормок Плантофолом и Полидон Амино Старт.

Таблица 2

Структура урожайности редьки масличной в зависимости от применения макро- и микроудобрений (2019 г.)

Вариант	Густота растения, шт./м ²	Высота растения, см	Число стручков, шт./раст.	Число семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Масса семян, г/раст.
1. Контроль – без удобрений	150	92	27,1	7,2	13,27	1,83
2. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку	144	106	33,1	7,3	13,81	2,08
3. (NPK) ₈₀ осенью под вспашку	144	114	38,0	7,3	13,89	2,23
4. N ₄₀ осенью под вспашку	145	102	31,2	7,2	13,80	2,02
5. (NPK) ₄₀ весной под предпосевную культивацию	141	104	31,3	7,2	13,39	2,00
6. N ₄₀ весной под предпосевную культивацию	139	99	30,1	7,0	13,30	1,95
7. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Плантофолом (1,0 кг/га)	146	107	36,9	7,2	13,51	2,16
8. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Плантофолом (1,0 кг/га) + некорневая подкормка в фазе бутонизации – начала цветения Плантофолом (1,0 кг/га)	144	109	37,9	7,3	13,64	2,21
9. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Полидон Амино Старт (1,0 л/га)	146	109	39,0	7,4	13,79	2,20
10. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Полидон Амино Старт (1,0 л/га) + некорневая подкормка в фазе бутонизации – начала цветения Полидон Амино Микс (1,0 л/га)	145	109	39,5	7,3	13,82	2,22
НСР ₀₅	7,42	8,62	7,28	1,03	0,61	0,33

Таблица 3

Структура урожайности редьки масличной в зависимости от применения макро- и микроудобрений (2020 г.)

Вариант	Густота растения, шт./м ²	Высота растения, см	Число стручков, шт./раст.	Число семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Масса семян, г/раст.
1. Контроль – без удобрений	140	90	22,6	6,5	12,02	1,61
2. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку	136	103	26,7	6,6	12,10	1,93
3. (NPK) ₈₀ осенью под вспашку	135	110	28,6	6,7	12,18	2,07
4. N ₄₀ осенью под вспашку	136	101	25,8	6,7	12,07	1,84
5. (NPK) ₄₀ весной под предпосевную культивацию	132	100	25,3	6,6	12,04	1,82
6. N ₄₀ весной под предпосевную культивацию	132	98	24,0	6,5	12,09	1,74
7. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетка – 5–7 настоящих листьев Плантофолом (1,0 кг/га)	137	105	27,8	6,6	12,13	2,01
8. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Плантофолом (1,0 кг/га) + некорневая подкормка в фазе бутонизации – начала цветения Плантофолом (1,0 кг/га)	138	106	28,2	6,7	12,15	2,04
9. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Полидон Амино Старт (1,0 л/га)	137	105	28,5	6,8	12,17	2,06
10. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Полидон Амино Старт (1,0 л/га) + некорневая подкормка в фазе бутонизации – начала цветения Полидон Амино Микс (1,0 л/га)	138	107	27,8	6,8	12,18	2,08
НСР ₀₅	5,35	8,44	5,60	1,06	0,78	0,13

Таблица 4

Структура урожайности редьки масличной в зависимости от применения макро- и микроудобрений (в среднем за 2019–2020 гг.)

Вариант	Густота растения, шт./м ²	Высота растения, см	Число стручков, шт./раст.	Число семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Масса семян, г/раст.
1. Контроль – без удобрений	145	91	24,9	6,9	12,65	1,72
2. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку	140	105	29,9	7,0	12,96	2,01
3. (NPK) ₈₀ осенью под вспашку	140	112	33,3	7,0	13,04	2,15
4. N ₄₀ осенью под вспашку	141	102	28,5	7,0	12,94	1,93
5. (NPK) ₄₀ весной под предпосевную культивацию	137	102	28,3	6,9	12,72	1,91
6. N ₄₀ весной под предпосевную культивацию	136	99	27,1	6,8	12,70	1,85
7. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Плантофолом (1,0 кг/га)	142	106	32,4	6,9	12,82	2,09
8. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Плантофолом (1,0 кг/га) + некорневая подкормка в фазе бутонизации – начала цветения Плантофолом (1,0 кг/га)	141	108	33,1	7,0	12,90	2,13
9. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Полидон Амино Старт (1,0 л/га)	142	107	33,8	7,1	12,98	2,13
10. (NPK) ₄₀ осенью под вспашку + некорневая подкормка в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев Полидон Амино Старт (1,0 л/га) + некорневая подкормка в фазе бутонизации – начала цветения Полидон Амино Микс (1,0 л/га)	142	108	33,7	7,1	13,00	2,15

Применение изучаемых макро- и микроудобрений в целом положительно сказывалось на высоте растений редьки масличной. Так, в среднем за 2019–2020 гг. основное внесение (NPK)₄₀, (NPK)₈₀ и N₄₀ увеличивало высоту её растений на 14, 21 и 11 см, а внесение (NPK)₄₀ и N₄₀ весной под предпосевную культивацию – на 11 и 8 см соответственно. Положительное действие некорневых подкормок изучаемыми макро- и микроудобрениями на высоту растений редьки масличной оказалось незначительным и составляло всего 1–3 см.

Среди показателей структуры урожая редьки масличной особо важное значение имеет число стручков на растении и по вариантам опыта оно значительно изменялось. В среднем за 2 года исследований наименьшее число стручков на растениях было в варианте без удобрений (24,8 шт./раст.), а при использовании изучаемых макро- и микроудобрений оно увеличивалось. Следует отметить, что наибольших значений этот показатель структуры урожая достигал в вариантах опыта, где использовались (NPK)₈₀ осенью под вспашку (33,3 шт./раст.), а также когда на фоне основного внесения (NPK)₄₀ проводились две некорневые подкормки Плантафолом (33,0 шт./раст.) и применяли Полидон Амино Старт в фазе розетки – 5–7 настоящих листьев (33,8 шт./раст.).

Число семян в стручке и масса 1000 семян редьки масличной по вариантам опыта изменялись незначительно и в 2019 г. они оказались несколько большими, чем в 2020 г.

Масса семян с одного растения редьки масличной по годам исследований различалась, более высокой она была в 2019 г. В то же время закономерности ее изменений в вариантах опыта оказались достаточно близкими. В среднем за 2019–2020 гг. в контрольном варианте (без удобрений) масса семян с одного растения этой культуры составила 1,72 г а от применения изучаемых макро- и микро-

удобрений она увеличилась. Так, при основном внесении (NPK)₄₀, (NPK)₈₀ и N₄₀ этот показатель структуры урожая редьки масличной возрастал на 0,28; 0,49 и 0,21 г/раст. соответственно. Прирост продуктивности растения при внесении (NPK)₄₀ и N₄₀ весной под предпосевную культивацию оказался несколько меньшим, чем при использовании соответствующих доз минеральных удобрений под вспашку с оборотом пласта. Относительно фона с основным внесением (NPK)₄₀ некорневые подкормки редьки масличной в фазы розетки – 5–7 настоящих листьев и бутонизации – начала цветения Плантафолом и в фазе 5–7 настоящих листьев Полидон Амино Старт практически равноценно повышали массу семян с растения. Выявлено, что наибольшая продуктивность одного растения была получена в вариантах опыта с применением (NPK)₈₀ осенью под вспашку и когда на фоне основного внесения (NPK)₄₀ проводились две некорневые подкормки Плантафолом или одна некорневая подкормка Полидон Амино Старт.

Проведенный анализ показателей структуры урожая редьки масличной показал, что при применении изучаемых макро- и микроудобрений существенно увеличивались высота растений, число стручков на растении и масса семян с одного растения, что и определяло повышение продуктивности этой капустной культуры в вариантах опыта.

Следует отметить, что агротехнологии данной капустной культуры, где на фоне внесения (NPK)₄₀ осенью под вспашку проводились соответствующие две некорневые подкормки Плантафолом или одна некорневая подкормка Полидон Амино Старт агрономически более целесообразны для практического использования, так как они значительно менее затратные, чем при основном внесении (NPK)₈₀.

Выводы. Исследования, проведенные в 2019–2020 гг., показали, что применение изучаемых макро- и микроудобрений

при возделывании редьки масличной оказывало положительное влияние на структуру ее урожая. При этом они увеличивали высоту растений, число стручков и массу семян на растении, а другие ее показатели изменяли незначительно.

В годы исследований наибольший и сравнительно близкий урожай семян был получен в вариантах опыта (NPK)₈₀ осенью под вспашку (22,3 ц/га) и при проведении на фоне основного внесения (NPK)₄₀ двух некорневых подкормок (в фазы розетки – 5–7 настоящих листьев и бутонизации – начала цветения) Плантафолом (22,1 ц/га) или одной некорневой подкормки (в фазе розетки 5–7 настоящих листьев) Полидон Амино Старт (22,4 ц/га).

Список литературы

1. Воловик В.Т., Медведева С.Е., Леонидова Т.Е. Новые сорта капустных культур селекции ВНИИ кормов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. трудов. – М.: Угрешская типография, 2011. – С. 212–222.
2. Медведев П.Ф. Малораспространенные кормовые культуры. – Л.: Колос, 1970. – 159 с.
3. Пешкова А.А., Дорофеев Н.В. Биологические особенности и технология возделывания редьки масличной. – Иркутск: ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2008. – 146 с.
4. Харчевников В.В. Элементы технологии возделывания редьки масличной на семена в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых. – Новосибирский ГАУ, 2008. – С. 141–144.
5. Белик Н.Л. Рост и развитие редьки масличной при внесении минеральных удобрений // Биология и экология культурных и дикорастущих растений. – Тамбов, 1994. – С. 16–20.
6. Волошин Е.И., Аветисян А.Т. Руководство по удобрению капустных культур (ярового рапса, сурепицы, горчицы и редьки масличной): метод. рекомендации: [Электронный ресурс]. – Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2017. – 28 с.
7. Дорофеев Н.В., Пешкова А.А. Возделывание редьки масличной на семена // Гл. агроном. – 2008. – № 11. – С. 20–22.
8. Зудилин С.Н., Ельчанинова Н.Н. Продуктивность редьки масличной при внесении расчетных доз минеральных удобрений // Тезисы докладов 44-й научной конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и аспирантов. – Самара: Самар. гос. с.-х. акад., 1997. – Ч. 1. – С. 115–116.
9. Колесников В.Р. Разработка приемов агротехники редьки масличной Тамбовчанка на корм и семена в условиях Центральной Черноземной зоны: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. ТСХА / Валерий Рудольфович Колесников. – М., 1989. – 26 с.
10. Аристархов А.Н., Толстоусов В.П. Экологические безопасные микроудобрения // Агрехимический вестник. – 1997. – № 5. – С. 41–42.
11. Тома С.И. Микроэлементы – важный экзогенный фактор управления формированием продуктивности и устойчивости растений // Физиолого-биохимическая роль микроэлементов в управлении адаптивными реакциями и продуктивностью растений. – Кишинев, 1990. – С. 3–9.
12. Цыганов А.Р., Мастеров А.С., Плевко Е.А. Урожайность и качество семян редьки масличной в зависимости от применения микроудобрений и регуляторов роста // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2014. – № 3. – С. 68–72.

References

1. Volovik V.T., Medvedeva S.E., Leonidova T.E. Novye sorta kapustnykh kul'tur seleksii VNIi kormov // Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproiz-

vodstvo: sb. nauch. trudov. – M.: Ugreshskaya tipografiya, 2011. – S. 212–222.

2. Medvedev P.F. Malorasprostranennye kormovye kul'tury. – L.: Kolos, 1970. – 159 s.

3. Peshkova A.A., Dorofeev N.V. Biologicheskie osobennosti i tekhnologiya vzdelyvaniya red'ki maslichnoy. – Irkutsk: GU NTs RVKh VSNTs SO RAMN, 2008. – 146 s.

4. Kharchebnikov V.V. Elementy tekhnologii vzdelyvaniya red'ki maslichnoy na semena v usloviyakh lesostepnoy zony Zapadnoy Sibiri // Noveyshie napravleniya razvitiya agrarnoy nauki v rabotakh molodykh uchenykh. – Novosibirskiy GAU, 2008. – S. 141–144.

5. Belik N.L. Rost i razvitie red'ki maslichnoy pri vnesenii mineral'nykh udobreniy // Biologiya i ekologiya kul'turnykh i dikorastushchikh rasteniy. – Tambov, 1994. – S. 16–20.

6. Voloshin E.I., Avetisyan A.T. Rukovodstvo po udobreniyu kapustnykh kul'tur (yarovogo rapsa, surepitsy, gorchitsy i red'ki maslichnoy): metod. rekomendatsii: [Elektronnyy resurs]. – Krasnoyarsk: Krasnoyarsk. gos. agrar. un-t, 2017. – 28 s.

7. Dorofeev N.V., Peshkova A.A. Vzdelyvanie red'ki maslichnoy na semena // Gl. agronom. – 2008. – № 11. – S. 20–22.

8. Zudilin S.N., El'chaninova N.N. Produktivnost' red'ki maslichnoy pri vnesenii raschetnykh doz mineral'nykh udobreniy // Tezisy dokladov 44-y nauchnoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, sotrudnikov i aspirantov. – Samara: Samar. gos. s.-kh. akad., 1997. – Ch. 1. – S. 115–116.

9. Kolesnikov V.R. Razrabotka priemov agrotekhniki red'ki maslichnoy Tambovchanka na korm i semena v usloviyakh Tsentral'noy Chernozemnoy zony: avtoref.

dis. ... kand. s.-kh. nauk. TSKhA / Valeriy Rudol'fovich Kolesnikov. – M., 1989. – 26 s.

10. Aristarkhov A.N., Tolstousov V.P. Ekologicheskie bezopasnye mikroudobreniya // Agrokhimicheskiy vestnik. – 1997. – № 5. – S. 41–42.

11. Toma S.I. Mikroelementy – vazhnyy ekzogennyy faktor upravleniya formirovaniem produktivnosti i ustoychivosti rasteniy // Fiziologo-biokhimicheskaya rol' mikroelementov v upravlenii adaptivnymi reaktsiyami i produktivnost'yu rasteniy. – Kishinev, 1990. – S. 3–9.

12. Tsyganov A.R., Masterov A.S., Plevko E.A. Urozhaynost' i kachestvo semyan red'ki maslichnoy v zavisimosti ot primeneniya mikroudobreniy i regulyatorov rosta // Vestn. Belorus. gos. s.-kh. akad. – 2014. – № 3. – S. 68–72.

Получено/Received

11.01.2021

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

13.01.2021

Получено после доработки/Manuscript revised

25.01.2021

Принято/Accepted

25.03.2021

Manuscript on-line