

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОГО РАПСА НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ

Лидия Дмитриевна Чеснокова  
Валерий Петрович Савенков  
Елена Юрьевна Кузьмина

Всероссийский научно-исследовательский институт рапса

Исследования по изучению эффективности использования макро- и микроудобрений под яровой рапс проводили на полях ВНИИ рапса в 2016–2018 гг. на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе. Объектом исследования служил яровой рапс сорта Риф с нормой высева семян 2,0 млн шт./га, предшественник – озимая пшеница. Для основного внесения под отвальную вспашку использовали минеральные удобрения в дозах (NPK)<sub>40</sub> и (NPK)<sub>80</sub>. Предпосевную обработку семян проводили препаратом Терра Органик (2,0 л/т), некорневые подкормки – в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения комплексными водорастворимыми макро- и микроудобрениями Плантофол 20-20-20 (1,0 и 2,0 кг/га) и Терра Органик (2,0 л/га). Некорневые подкормки препаратами Терра Органик или Плантофол без основного внесения удобрений с предпосевной обработкой семян (Терра Органик и Плантофол в дозе 1,0 кг/га) без предпосевной обработки семян достоверно повышали урожайность рапса соответственно на 1,3; 2,0 и 2,1 ц/га (контроль – 17,0 ц/га). Применение основного минерального удобрения (NPK)<sub>40</sub> по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений) повышало урожайность ярового рапса на 2,5 ц/га (19,5 ц/га). Применение повышенной дозы (NPK)<sub>80</sub> не обеспечивало достоверной прибавки урожая семян. Предпосевная обработка семян препаратом Терра Органик на фоне (NPK)<sub>40</sub> несколько увеличивала урожайность ярового рапса, но этот прирост был недостоверным. На фоне (NPK)<sub>40</sub> и предпосевной обработки семян (Терра Органик) некорневые подкормки в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения препаратами Терра Органик (2,0 л/га) или Плантофол (1,0 кг/га) способствовали повышению урожайности рапса. Однако более высокая прибавка урожая семян была получена при использовании макро- и микроудобрения Плантофол – 4,2 ц/га.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** яровой рапс, макро- и микроудобрения, способы внесения удобрений, основное удобрение, предпосевная обработка семян, некорневые подкормки, урожайность рапса.

## INCREASING THE PRODUCTIVITY OF SPRING RAPE ON THE BASIS OF OPTIMIZATION OF APPLICATION OF MACRO- AND MICROFERTILIZERS

Lydiya D. Chesnokova  
Valeriy P. Savenkov  
Elena Yu. Kuzmina

All-Russian Rapeseed Research Institute

Studies on the efficiency of use of macro- and microfertilizers for spring rape were performed in the fields of the All-Russian Rapeseed Research Institute in 2016–2018 on leached heavy-loam chernozem. The object of study was spring rape of the Reef variety with the seeding rate of 2.0 million pcs/ha; the preceding crop was winter wheat. Mineral fertilizers in the doses of (NPK)<sub>40</sub> and (NPK)<sub>80</sub> were used for basic application with moldboard plowing. Pre-sowing seed treatment was performed with the Terra Organic preparation (2.0 L/t). Foliage spraying in the phase of leaf rosette, budding and beginning of flowering was performed with complex water-soluble macro- and microfertilizers Plantofol 20-20-20 (1.0 and 2.0 kg/ha) and Terra Organic (2.0 L/ha). Foliage spraying with the Terra Organic and Plantofol preparations without the basic application of fertilizers with pre-sowing seed treatment (Terra Organic and Plantofol in the dose of 1.0 kg/ha) and without the pre-sowing seed treatment significantly increased the yield of rape by 1.3, 2.0 and 2.1 t/ha, respectively (17.0 t/ha in control). The application of basic mineral fertilizer (NPK)<sub>40</sub> increased the yield of spring rape by 2.5 c/ha (19.5 c/ha) compared to the control variant (no fertilizers applied). The application of an increased dose of (NPK)<sub>80</sub> did not provide a significant increase in seed yield. The pre-sowing seed treatment with Terra Organic on the background of (NPK)<sub>40</sub> slightly increased the yield of spring rape, but this increase was insignificant. On the background of (NRK)<sub>40</sub> and pre-sowing seed treatment (Terra Organic) the foliar spraying in the phases of leaf rosette, budding and beginning of

flowering with the Terra Organic (2.0 L/ha) and Plantofol (1.0 kg/ha) preparations increased the yield of rape. However, a higher increase in seed yield was obtained with the application of the Plantofol (4.2 c/ha) macro- and microfertilizer.

KEYWORDS: spring rape, macro- and microfertilizers, fertilizer application techniques, basic fertilizer, pre-sowing seed treatment, foliage spraying, rape yield.

### **В**ведение

Решение проблемы обеспечения населения растительным маслом и животноводства кормовым белком невозможно без возделывания капустных культур, и прежде всего ярового рапса. Рапс удачно сочетает в себе высокую потенциальную урожайность семян, с содержанием в них масла 40–48% и белка 20–25%. Он представляет особый интерес как многофункциональная культура, так как имеет большое продовольственное, кормовое, техническое, агроэкологическое значение. Однако потенциал ярового рапса в хозяйствах Российской Федерации реализуется не полностью [5, 9].

Одним из факторов, определяющим эффективность производства ярового рапса, является применение инновационных технологий возделывания с использованием комплексных макро- и микроудобрений [2, 9]. Применение минеральных удобрений – один из агротехнических приемов повышения урожайности ярового рапса [3, 6, 8]. Оптимизация системы минеральных удобрений относится к основным направлениям эффективного возделывания ярового рапса в современных условиях. По данным ряда исследователей, эффективность использования различных доз и сочетаний минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры, в том числе и яровой рапс, в определенной степени зависит от почвенно-климатических условий региона возделывания (что согласуется с результатами, полученными авторами) [7, 8, 9, 10]. Недостаток питательных веществ приводит к недобору урожая, а избыток может вызывать снижение его качества.

В то же время следует отметить, что постоянное внесение азотных, фосфорных, калийных и других макроудобрений может снизить обеспеченность почвы микроэлементами. Поэтому при разработке высокопродуктивных технологий возделывания ярового рапса важнейшим направлением является комплексное и эффективное использование макро- и микроудобрений, путем оптимизации доз, сроков и способов их применения при основном внесении удобрений, предпосевной обработке семян и некорневых подкормках в течение вегетации [1, 2, 4, 6]. В связи с этим исследования в данном направлении представляют большой научный и практический интерес.

### **Методика исследования**

Исследования по разработке инновационной технологии стабилизации урожайности ярового рапса проводились в 2016–2018 гг. на полях Всероссийского научно-исследовательского института рапса (выщелоченный тяжелосуглинистый чернозем).

Объектом исследования служил яровой рапс сорта Риф с нормой высева семян 2,0 млн шт./га, предшественник – озимая пшеница.

Для основного внесения под отвальную вспашку использовали минеральные удобрения в дозах  $(NPK)_{40}$  и  $(NPK)_{80}$ . Предпосевную обработку семян осуществляли препаратом Terra Organic с нормой расхода 2,0 л/т. Некорневые подкормки ярового рапса проводили в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения комплексными водорастворимыми макро- и микроудобрениями Плантофол 20-20-20 в дозе 1,0 и 2,0 кг/га, Terra Organic – 2,0 л/га. Норма расхода рабочего раствора – 300 л/га.

Плантофол содержит по 20% азота, фосфора, калия и микроэлементы (%): Fe – 0,1; Mn – 0,05; Zn – 0,05; Cu – 0,05 в хелатной форме и B – 0,02%. Terra Organic представляет собой жидкое биологическое удобрение, которое содержит гуматы, фульвокислоты, аминокислоты, макро- и микроэлементы, витамины, природные ростовые вещества и полезную почвенную микрофлору.

В опытах яровой рапс возделывали по технологии, рекомендованной для лесостепи ЦФО РФ, за исключением изучаемых удобрений. Площадь посевной делянки составляла 43,2 м<sup>2</sup>, учетной – 18 м<sup>2</sup>. Размещение делянок в опыте систематическое. Повторность опыта – четырехкратная.

В годы проведения исследований погодные условия вегетации рапса в целом характерны для лесостепи ЦФО РФ, но по динамике температурного режима и выпадению осадков они имели свои особенности.

В 2016 г. вегетационный период ярового рапса характеризовался выпадением осадков больше нормы и близким к ней температурным режимом воздуха, ГТК составил 1,21. В то же время следует отметить, что выпадение осадков в течение вегетации было неравномерным. В первоначальный период развития этой масличной культуры (в фазы всходы – розетка листьев) среднесуточная температура воздуха была 16,5°C, что незначительно отличалось от среднесуточных данных (16,0°C), а количество осадков превышало норму на 10%, при ГТК 1,18. В период созревания семян рапса выпало 123 мм осадков при среднесуточной температуре воздуха 21,4°C и ГТК 1,40 (среднесуточные нормы этих показателей – соответственно 95 мм, 18,9°C и 1,28).

В 2017 г. вегетационный период ярового рапса относительно предыдущего года исследований отличался пониженным температурным режимом и недобором осадков. В целом гидротермические условия вегетации были благоприятны для формирования высокого урожая маслосемян ярового рапса. Среднемесячная температура воздуха была равна 17,0°C, сумма выпавших осадков составила 140,6 мм, ГТК – 0,83. В фазы развития рапса всходы – розетка листьев среднесуточные показатели температуры воздуха и суммы выпавших осадков были ниже относительно среднесуточных данных соответственно на 2,0°C и 17,3 мм. В критический период роста и развития рапса среднесуточная температура воздуха была равна 16,2°C, сумма осадков – 52,9 мм, ГТК – 1,09 (близко к среднесуточным данным – соответственно 18,1°C, 63,5 мм и 1,17. При этом гидротермические условия были в целом благоприятными для роста и развития рапса.

Погодные условия вегетационного периода ярового рапса в 2018 г. резко отличались по температурному режиму и выпадению осадков от среднесуточных данных для лесостепи ЦФО РФ. Гидротермический коэффициент (по Селянинову) в целом за вегетацию рапса составил 0,44 при норме 1,17. Начальный период развития ярового рапса (фазы всходы – розетка листьев) характеризовался пониженным температурным режимом воздуха, а затем отмечались сравнительно жаркие и сильно засушливые условия относительно среднесуточных данных.

Погодные условия, сложившиеся в критический период развития ярового рапса (среднесуточная температура воздуха – 19,8°C, сумма осадков – 23,0 мм, ГТК – 0,39), негативно влияли на продуктивность ярового рапса.

В заключительный отрезок вегетации рапса (фазы зеленый стручок – полное созревание семян) отмечены жаркие и очень засушливые условия: ГТК был равен 0,38 (среднесуточные данные 1,09). Поэтому в целом период вегетации отличался крайне неблагоприятными погодными условиями для формирования урожая маслосемян ярового рапса.

Таким образом, по годам исследований (2016, 2017, 2018) погодные условия периода вегетации ярового рапса значительно различались. Наиболее благоприятными они сложились в 2017 г.

Гидротермические условия вегетации рапса в 2016 г. были близкими к среднесуточной норме.

В 2018 г. жаркие и очень засушливые условия вегетации оказались наиболее неблагоприятными для рапса.

**Результаты и их обсуждение**

В среднем за 2016–2018 гг. применение изучаемых доз основного минерального удобрения (NPK)<sub>40</sub> и (NPK)<sub>80</sub>, макро- и микроудобрений (Терра Органик) для предпосевной обработки семян и некорневых подкормок в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения (Терра Органик, Плантофол) неравнозначно сказывалось на урожайности ярового рапса. При этом их эффективность по годам исследований оказалась достаточно близкой (см. табл.).

**Урожайность ярового рапса в зависимости от сроков, доз и способов применения макро- и микроудобрений, ц/га**

Вариант применения удобрений				Урожай семян по годам проведения исследований				Прибавка урожая	
основное внесение	предпосевная обработка семян	некорневая подкормка		2016	2017	2018	В среднем	По сравнению с контролем	На фоне (NPK) <sub>40</sub>
		розетка листьев	бутонизация – начало цветения						
Контроль – без применения макро- и микроудобрений				19,1	24,5	7,0	17,0	–	–
–	Терра Органик	Терра Органик	Терра Органик	22,9	24,7	7,4	18,3	1,3	–
–	Терра Органик	Плантофол (1,0 кг/га)	Плантофол (1,0 кг/га)	22,5	26,9	7,7	19,0	2,0	–
–	–	Плантофол (1,0 кг/га)	Плантофол (1,0 кг/га)	22,4	27,3	7,7	19,1	2,1	–
(NPK) <sub>40</sub>	–	–	–	22,4	26,7	9,3	19,5	2,5	–
(NPK) <sub>80</sub>	–	–	–	23,4	28,1	9,6	20,4	3,4	–
(NPK) <sub>40</sub>	Терра Органик	–	–	23,4	26,8	9,6	19,9	2,9	0,4
(NPK) <sub>40</sub>	Терра Органик	Терра Органик	Терра Органик	24,0	28,3	9,8	20,7	3,7	1,2
(NPK) <sub>40</sub>	Терра Органик	Плантофол (1,0 кг/га)	Плантофол (1,0 кг/га)	25,0	29,2	10,1	21,4	4,4	1,9
(NPK) <sub>40</sub>	–	Плантофол (2,0 кг/га)	Плантофол (2,0 кг/га)	24,2	28,9	10,4	21,2	4,2	1,7
НСР <sub>0,5</sub> ц/га				1,28	2,00	0,65			

Некорневые подкормки препаратами Терра Органик или Плантофол без основного внесения удобрений с предпосевной обработкой семян (Терра Органик и Плантофол в дозе 1,0 кг/га) без предпосевной обработки семян достоверно повышали урожайность рапса соответственно на 1,3; 2,0 и 2,1 ц/га относительно контрольного варианта (17,0 ц/га).

Применение основного минерального удобрения (NPK)<sub>40</sub> по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений) повышало урожайность ярового рапса на 2,5 ц/га (19,5 ц/га).

Применение повышенной дозы (NPK)<sub>80</sub> не обеспечивало достоверной прибавки урожая семян.

Предпосевная обработка семян препаратом Терра Органик на фоне (NPK)<sub>40</sub> несколько увеличивала урожайность ярового рапса, но этот прирост был недостоверным. На фоне (NPK)<sub>40</sub> и предпосевной обработки семян (Терра Органик) некорневые подкормки в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения препаратами Терра Органик (2,0 л/га) или Плантофол (1,0 кг/га) способствовали повышению урожайности рапса. Однако более высокая прибавка урожая семян была получена при использовании макро- и микроудобрения Плантофол – 4,2 ц/га. На фоне (NPK)<sub>40</sub> некорневые подкормки в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения без предпосевной обработки семян с использованием повышенной дозы препарата Плантофол (2,0 кг/га) обеспечивали практически равноценную прибавку урожая семян рапса.

В среднем за годы исследований (2016–2018 гг.) масличность семян ярового рапса была сравнительно близкой по вариантам опыта и варьировала в пределах 41,4–42,7%. Несколько выше она отмечалась при технологии, включающей использование основного минерального удобрения (NPK)<sub>40</sub>, предпосевной обработки семян (Терра Органик) и некорневых подкормок препаратом Плантофол в дозе 1,0 кг/га в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения.

Сбор растительного масла по вариантам опыта изменялся в пределах 680–854 кг/га. Наибольшим и сравнительно равноценным он был в вышеуказанном варианте (849 кг/га), а также при применении двухразовой некорневой подкормки препаратом Плантофол (2,0 кг/га) без предпосевной обработки семян (854 кг/га).

#### **Выводы**

В годы исследований изучаемые дозы основного минерального удобрения, предпосевная обработка семян и некорневые подкормки в течение вегетации макро- и микроудобрениями способствовали повышению урожайности рапса.

При основном внесении минеральных удобрений оптимальной была доза (NPK)<sub>40</sub>.

Прибавка урожайности рапса от предпосевной обработки семян с использованием препарата Терра Органик оказалась недостоверной.

Среди изучаемых технологий применения макро- и микроудобрений наибольшую продуктивность рапса обеспечивал вариант опыта, где на фоне основного внесения (NPK)<sub>40</sub> и предпосевной обработки семян (Терра Органик) применялись некорневые подкормки препаратом Плантофол в дозе 1,0 кг/га в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения. Преимущество такой технологии возделывания по показателю урожайности было недостоверным относительно некоторых других вариантов опыта, но они характеризовались более высокими затратами. Поэтому для получения наибольшей урожайности ярового рапса в условиях черноземных почв лесостепи ЦФО РФ следует использовать технологию возделывания с предпосевной обработкой семян (Терра Органик) и двухразовыми некорневыми подкормками в фазы розетка листьев и бутонизация – начало цветения макро- и микроудобрением Плантофол в дозе 1 кг/га на фоне основного удобрения (NPK)<sub>40</sub>.

## Библиографический список

1. Анспок П.И. Микроудобрения : справочник / П.И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Агропромиздат, 1990. – 272 с.
2. Гайсин И.А. Эффективность применения микроудобрений на посевах ярового рапса / И.А. Гайсин, Ф.Н. Сафиоллин, Г.С. Маниуллин // Агрехимия. – 2002. – № 4. – С. 38–41.
3. Гилис М.Б. Рациональные способы внесения удобрений / М.Б. Гилис. – Москва : Колос, 1975. – 240 с.
4. Гулидова В.А. Эффективность микроудобрений на посевах ярового рапса / В.А. Гулидова, Т.В. Зубкова // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 29–30.
5. Гущина В.А. Технологические приемы возделывания ярового рапса и их энергетическая и экономическая эффективность / В.А. Гущина, А.С. Лыкова, И.Н. Токарева // Нива Поволжья. – 2010. – № 2. – С. 14–20.
6. Зубкова Т.В. Влияние комплексных микроудобрений на качество и урожай семян ярового рапса / Т.В. Зубкова, В.А. Гулидова // Земледелие. – 2012. – № 8. – С. 44–48.
7. Минеев В.Г. Основные направления исследований влияния погодных-климатических условий на эффективность удобрений / В.Г. Минеев // Труды ВИУА. – 1985. – С. 8–16.
8. Савенков В.П. Научно-практические основы управления агротехнологиями производства ярового рапса : монография / В.П. Савенков, В.В. Карпачев. – Липецк : Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017. – 461 с.
9. Федотов В.А. Рапс России / В.А. Федотов, С.А. Гончаров, В.П. Савенков. – Москва : Агролига России, 2008. – 336 с.
10. Чеснокова Л.Д. Разработка технологии стабилизации урожайности ярового рапса на основе различных средств интенсификации растениеводства / Л.Д. Чеснокова, Н.Л. Воропаева, В.В. Карпачев // Новая наука: опыт, традиции, инновации. – 2017. – № 1–3 (123). – С. 286.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Лидия Дмитриевна Чеснокова – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологий возделывания и технического обеспечения производства рапса и других сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса», Россия, г. Липецк, тел. 8(4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Валерий Петрович Савенков – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, зав. отделом технологий возделывания и технического обеспечения производства рапса и других сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса», Россия, г. Липецк, тел. 8(4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Елена Юрьевна Кузьмина – младший научный сотрудник отдела технологий возделывания и технического обеспечения производства рапса и других сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса», Россия, г. Липецк, тел. 8(4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 16.11.2018

Дата принятия к печати 20.12.2018

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Lidiya D. Chesnokova – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Scientist Researcher, the Department of Cultivation technologies and technical support of rapeseed and other crops, All-Russian Rapeseed Research Institute, Russia, Lipetsk, tel. 8(4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Valeriy P. Savenkov – Doctor of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Department of Cultivation technologies and technical support of rapeseed and other crops, All-Russian Rapeseed Research Institute, Russia, Lipetsk, tel. 8(4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Eelena Yu. Kuzmina – Junior Scientist Researcher, the Department of Cultivation technologies and technical support of rapeseed and other crops, All-Russian Rapeseed Research Institute, Russia, Lipetsk, tel. 8 (4742) 34-72-33, e-mail: vniirapsa@mail.ru.

Received November 16, 2018

Accepted December 20, 2018