

УДК 633.85 : 631.526.32

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ CAMELINA SATIVA В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА

© 2018 Т.Я. Прахова, В.А. Прахов, Л.П. Батрякова

ФГБНУ «Пензенский НИИСХ»

Статья поступила в редакцию 04.09.2018

В статье представлены результаты исследований рыжика ярового на внесение различных доз и сочетаний минеральных удобрений в условиях Среднего Поволжья. Установлено влияние различных сочетаний удобрений на урожайность и качество маслосемян рыжика масличного. Улучшение минерального питания способствует повышению всхожести и сохранности растений рыжика посевного. Самый высокий показатель полевой всхожести получен при сочетании $N_{90}P_{90}K_0$ - 243 шт/м². Высокий показатель сохранности растений (92,6%) отмечен на варианте $N_0P_{60}K_0$. Азотный и калийный фон способствуют снижению количества сорняков на единице площади до 4,3-5,2 шт/м² и увеличивается воздушно-сухая масса сорняков (до 4,2-4,5 г/м²). Выявлено, что на всех вариантах опыта с применением удобрений была получена наиболее высокая урожайность семян по сравнению с контролем (без удобрений). Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ способствует повышению продуктивности ярового рыжика на 0,17 т/га и повышению масличности до 40,7%. Количество стручков на одном растении в зависимости от режима питания изменялось с 187 до 244 штук. Повышение дозы азота способствовало увеличению количества стручков на 32 штуки, фосфора – на 14 штук. Максимальное значение количества стручков с одного растения получено на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 244 штуки. Масса семян с одного растения изменялась в зависимости от фонов питания от 1,52 до 1,89 г. Азот и фосфор наиболее способствовали увеличению массы 1000 семян. Проведенный дисперсионный анализ урожайности показал, что на продуктивность рыжика оказала наибольшее влияние фон удобрений, доля влияния данного фактора составила 38,3%. Кроме этого в статье приведены основные агрохимические показатели почвы, многолетние исследования содержания элементов питания в урожае рыжика и вынос NPK в килограммах на 1 т основной и сопутствующей продукции рыжика. Установлено, что больше всего растения рыжика с урожаем выносят азот – 68,15 кг на 1 т основной и соответствующей продукции: 45,72 кг с семенами и 22,42 кг, соответственно, с соломой. Меньше всего растениями выносятся фосфор. Всего с семенами (8,53 кг) и соломой (3,69 кг) – 12,22 кг/т. Содержание эруковой кислоты существенно не меняется в зависимости от удобрений. Однако внесение $N_{30}P_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ несколько снижает содержание эруковой кислоты до 3,03-3,04 %, относительно 3,07 % в контрольном варианте. При внесении удобрений в различных сочетаниях масличность семян колеблется в пределах 38,5-40,7 %, при содержании жира в варианте без удобрений – 38,1 %.

Ключевые слова: рыжик яровой, удобрения, вынос элементов, продуктивность, содержание жира.

ВВЕДЕНИЕ

Рыжик посевной (*Camelina sativa*) – нетрадиционная и перспективная масличная культура семейства капустных, со своими биологическими особенностями и требованиями растений к условиям возделывания [1,2].

Главное хозяйственное преимущество рыжика заключается в его умеренной требовательности к почвенно-климатическим условиям выращивания. Биологические особенности рыжика позволяют возделывать его почти везде, где возможно земледелие [3, 4, 5].

Одна из важных особенностей рыжика явля-

ется его способность усваивать из почвы труднодоступные для других растений питательные вещества, которые рыжик потребляет равномерно на протяжении всего периода вегетации [6, 7, 8].

Несмотря на нетребовательность к почвенным условиям и питанию рыжик положительно отзывается на внесение минеральных удобрений и поэтому изучение влияния минеральных удобрений на продуктивность рыжика посевного и его качества являются актуальными.

Цель исследований заключается в изучении влияния различных фонов минерального питания на урожайность и качество маслосемян рыжика ярового.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2015-2017 гг. на опытном поле ФГБНУ «Пензенский НИИСХ».

Погодные условия в период исследования были контрастными. Вегетационный период

Прахова Татьяна Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела масличных культур. E-mail: prakhova.tanya@yandex.ru
Прахов Владимир Александрович, заведующий отдела масличных культур. E-mail: prakhova.tanya@yandex.ru
Батрякова Лариса Петровна, старший научный сотрудник отдела масличных культур.

ярового рыжика в 2016 году протекал в более благоприятных условиях при ГТК – 1,1. Среднесуточная температура воздуха превысила климатическую норму на 1,5°C.

В 2015 году отмечались более жесткие условия: период от всходов до спелости протекал в условиях с избыточным увлажнением ГТК – 1,4 и при повышенной сумме активных температур – 2046,3 °С, при многолетней норме 1698,6°C.

Вегетационный период 2017 года, наоборот характеризовался как засушливый, ГТК составил – 0,6 единиц.

Агрохимический анализ почвы проводили на глубину пахотного горизонта (0-30 см). Почва опытного участка – тяжелосуглинистый, средне-мощный выщелоченный чернозем с $pH_{\text{сол.}}$ – 4,8, содержание гумуса 4,93%, гидролизуемого азота – 6,40 мг/100г, подвижного фосфора – 24,88, калия – 13,85 мг/100г почвы (табл. 1).

Для диагностики потребности и эффективности минеральных удобрений испытывались несколько возрастающих доз (от 0 до 90 кг д.в. на га) и сочетаний каждого из питательных веществ.

Изучение влияния минеральных удобрений проводили на рыжике яровом сорта Юбилар.

Все учеты, наблюдения и анализы проводили согласно методическим рекомендациям [9,10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Продуктивность ярового рыжика является производной из ряда слагающих её элементов, к числу которых относится и густота стояния растений, которая определяется полевой всхожестью и выживаемостью растений.

Всхожесть растений ярового рыжика сорта Юбилар в среднем по опыту изменялась по вариантам от 177 до 243 шт/м². Самый высокий показатель всхожести получен при сочетании $N_{90}P_{90}K_0$. Влияние азотных удобрений (независимо от калийных и фосфорных фонов) положительно проявляется на всех дозах от N_0 до N_{90} . Увеличение фосфорного фона вызвало снижение полевой всхожести (с 194 до 166 шт.). Закономерности действия калия (как отдельного фактора) на данный показатель не выявлено, но выделился фон K_{60} (182 шт./м²). Тройное взаимодействие фонов минерального питания

($N_{90}P_{90}K_{90}$) проявилось в повышении всхожести до 192 шт. по сравнению с абсолютным контролем (187 шт.).

Выживаемость растений в период вегетации в среднем по опыту составила 80,6%. Одностороннее влияние азота проявилось на фоне N_{30} при этом сохранность составила 83,6 %, что на 3% выше, чем на фоне N_0 . При дальнейшем повышении фона, влияние азота на сохранность растений не обнаружено. Заметное снижение сохранности растений (на 4%) отмечено на фоне P_{30} по сравнению с P_0 (81,7%). Совместное взаимодействие азота и фосфора выявлено на фоне $N_{30}P_{90}$, при этом сохранность составила 87,3 %. Влияние калийных удобрений на выживаемость растений к уборке проявилось в снижении на 4,3% на фоне K_{60} по сравнению с K_0 (82,9%). Высокий показатель сохранности растений (92,6%) отмечен на варианте $N_0P_{90}K_0$. Отрицательное взаимное влияние на сохранность растений сочетания доз NPK проявилось на варианте ($N_{60}P_{90}K_{60}$) – 59,80%.

Непременное условие получения высококачественных семян и маслосемян – чистота посевов рыжика от сорняков. Сорняки – это основной конкурент в борьбе за свет, минеральное питание, водоснабжение.

Учет засоренности показал, что азотный и калийный фоны в среднем по опыту, повышая конкурентную способность рыжика, способствуют снижению количества сорняков на единице площади посева с 7,6 до 4,3-5,2 шт/м², но в тоже время при повышении доз азота и калия, увеличивается воздушно-сухая масса сорняков (с 2,1 до 4,2-4,5 г/ м²) (рис. 1). Изменение фосфорного фона вызвало увеличение количества сорняков – до 11,1 шт/м².

В химическом составе зольных элементов растений рыжика ярового азот преобладает над другими элементами.

Содержание азота в семенах и стеблях рыжика достигает 5,33 %, калия – 2,91 % и фосфора – 1,03 % (табл. 2).

Больше всего растения рыжика с урожаем выносят азот – 68,15 кг на 1 т основной и соответствующей продукции: из них 45,72 кг с семенами и 22,42 кг, соответственно, с соломой. Меньше всего растениями выносятся фосфор. Всего с семенами (8,53 кг) и соломой (3,69 кг) – 12,22 кг/т.

Таблица 1. Химический анализ почвы, (2015-2017 гг.)

Содержание в почве основных элементов питания растений, мг экв./100 г почвы /градация			Гумус, %	$pH_{\text{сол.}}$
N л.г.	P ₂ O ₅	K ₂ O		
6,40/ среднее	24,88/ повышенное	13,85/ повышенное	4,93	4,8/ среднекислая

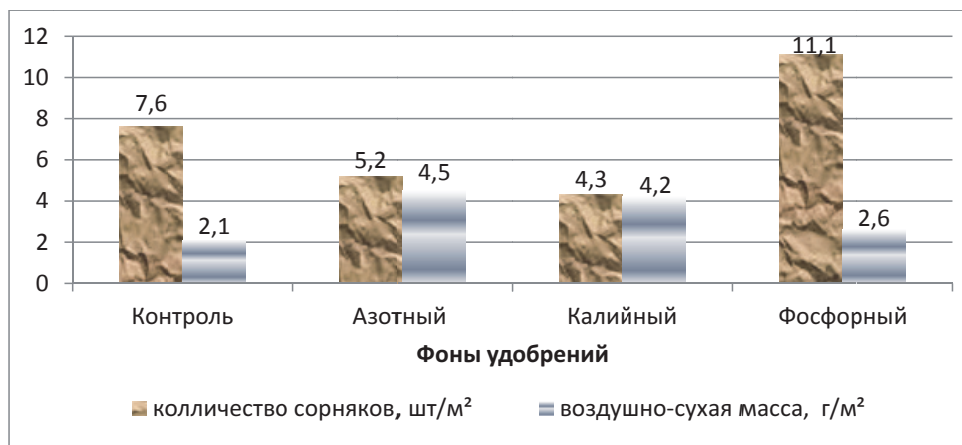


Рис. 1. Влияние фонов удобрений на засоренность посевов рожька ярового (2015-2017 гг.)

Таблица 2. Содержание и вынос элементов питания растениями рожька ярового (2015-2017 гг.)

Питательный элемент	Содержание, % на сухое вещество	Вынос на 1 т основной и сопутствующей продукции, кг/т
N	5,33	68,15
P ₂ O ₅	1,03	12,22
K ₂ O	2,91	39,80

Скрининг содержания питательных элементов в почве во время вегетации рожька ярового показал, что в период цветения содержание легкоусвояемых форм фосфора в почве уменьшился в 1,3-1,5 раза, а азота – в 1,6-2,0 раза. К фазе созревания семян запасы элементов питания выровнялись по всем вариантам. На контроле без удобрений в это время фосфора и азота отмечено соответственно лишь в 1,0-1,1 и в 1,1-1,2 раза меньше, чем в варианте с азотно-фосфорным удобрением.

В фазе цветения на контроле растения рожька из-за худшего питательного режима отставали в росте на 1,5-2 см. внесение удобрений стимулировали рост рожька, причем согласно результатам математической обработки этот прирост в основном обусловлен внесением азотных и в меньшей степени – фосфорных удобрений.

При изучении влияния фонов минерального питания на урожайность рожька важной частью является проведение структурного анализа урожая.

Количество стручков на одном растении в зависимости от режима питания изменялось с 187 до 244 штук. Повышение дозы азота способствовало увеличению количества стручков на 32 штуки, фосфора – на 14 штук. Максимальное значение количества стручков с одного растения получено на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ – 244 штуки (табл. 3).

Масса семян с одного растения в среднем по вариантам опыта изменялась в зависимости от фонов питания от 1,52 до 1,89 г. Максимальное значение данного показателя отмечено при сочетании факторов N₆₀P₆₀K₆₀.

Азот и фосфор (как отдельные факторы) наиболее способствовали увеличению массы 1000 семян.

Наиболее высокая продуктивность получена в варианте при совместном внесении азота, фосфора и калия ((N₆₀P₆₀K₆₀), где урожайность семян рожька составила 1,89 т/га, что существенно превышало все варианты на 0,09-0,17 т/га (табл. 4).

Внесение комплексного удобрения в дозе 30 кг/га даже снижала урожайность относительно варианта с внесением азотно-фосфорного удобрения. В среднем за 3 года исследований прибавка урожая при внесении азотно-фосфорного комплекса составила 0,09 т/га.

Дисперсионный анализ урожайности показал, что на продуктивность ярового рожька оказала наибольшее влияние фон удобрений, доля влияния данного фактора составила 38,3%.

Существенное влияние на урожайность рожька, как отдельный фактор, оказал азот в дозе – N₆₀, доля влияния его составила 28,3 %. Положительное влияние фосфора проявилось на фоне P₆₀, доля влияния – 29,6 %. Доля влияния калийного фона на урожайность рожька составила всего лишь 5,3 %.

Положительное влияние на урожайность оказывает двойное сочетание азота и фосфора – 31,6 %, а также их тройное взаимодействие – 32,5 %.

При внесении удобрений в различных сочетаниях масличность семян колеблется в пределах 38,5-41,3%, при содержании жира в варианте без удобрений – 38,1 %.

Таблица 3. Показатели структуры урожайности в зависимости от фонов удобрений, (2015-2017 гг.)

Фон удобрений	Число стручков на растении, шт	Кол-во семян в стручке, шт	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
N ₀ P ₀ K ₀	187	13	1,52	1,78
N ₃₀ P ₆₀	219	14	1,62	1,81
N ₃₀ P ₉₀ K ₃₀	201	15	1,58	1,84
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	244	14	1,89	1,87
N ₃₀ P ₉₀ K ₀	230	15	1,76	1,80
N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀	226	15	1,82	1,82
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	234	14	1,79	1,87

Таблица 4. Продуктивность ярового рыжика в зависимости от внесения удобрений (2015-2017 гг.)

Фон удобрений	Урожайность, т/га	Масличность, %	Содержание эруковой кислоты, %
контроль	1,72	38,1	3,07
N ₃₀ P ₆₀	1,81	38,5	3,03
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,80	39,8	3,09
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,89	40,7	3,04
N ₃₀ P ₉₀ K ₉₀	1,86	41,3	3,08
N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	1,84	40,9	3,10
НСР ₀₅	0,09	1,13	0,05

Наибольшее количество жира в семенах отмечено в варианте при совместном внесении N₃₀P₉₀K₉₀ – 41,3%.

Содержание эруковой кислоты существенно не меняется в зависимости от удобрений. Однако внесение N₃₀P₆₀ и N₆₀P₆₀K₆₀ несколько снижает содержание эруковой кислоты до 3,03-3,04 % , относительно 3,07 % в контрольном варианте.

Таким образом, яровой рыжик положительно отзывается на внесение минеральных удобрений в различных дозах и сочетаниях. Прибавка урожая и повышение масличности в вариантах с удобрениями составили 0,09-0,17 т/га и 0,4-1,7 %. Кроме этого, улучшение азотного фона питания на вариантах N₆₀ и N₉₀ способствует повышению всхожести и сохранности растений. Азотный фон, способствует снижению количества сорняков на единице площади (с 7,6 до 5,2 шт/м²) повышая конкурентную способность растений рыжика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киникаткина А.Н., Прахова Т.Я., Крылов А.П. Агрэкологическое изучение масличных культур семейства Brassicaceae в условиях среднего Поволжья//Нива Поволжья. 2018. № 1 (46). С. 54-60.
2. Camelina sativa: a new source of vegetal oils / Imbrea F., Jurcoane S., Halmajan H. V., Duda M., Botoş L.// Romanian Biotechnological Letters. Vol. 16. No. 3. 2011. P. 6263-6270.
3. Турина Е.Л., Кулинич Р.А. Опыт выращивания рыжика озимого в центральной степи Крыма // Сб. трудов конференции «Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса. Курск, 2016. С. 152-156.
4. Abramovi H., Abram V. Physico-Chemical Properties, Composition and Oxidative Stability of Camelina sativa Oil // Food Technol. Biotechnol, 2005. No. 43 (1). P. 63-70.
5. Прахова Т.Я., Вельмисева Л.Е. Влияние удобрений на продуктивность рыжика посевного // Зерновое хозяйство России. 2015. Т. 41. № 5. С. 27-30.
6. Прахов В.А. Урожайные свойства рыжика озимого в зависимости от влияния удобрений // Сб. материалов «Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве». Владикавказ, 2017. С. 104-106.
7. Прахов В.А., Батрякова Л.П. Влияние удобрений на урожайные свойства рыжика ярового в условиях Среднего Поволжья//Сурский вестник. 2018. № 2 (2). С. 20-23.
8. Бекузарова С.А., Дулаев Т.А. Рыжик озимый – новая культура в Северной Осетии-Алания //Новые нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12 С. 182-184.
9. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами, Краснодар: ВНИИМК, 2007. 113 с.

10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. 194 с.

REFERENCES

1. *Kshnikatkina A.N., Prakhova T.YA., Krylov A.P.* Agroecological study of oil cultures of the Brassicaceae family in the mid-Volga region // *Niva of the Volga region*. 2018. No. 1. (46). P. 54-60.
2. *Camelina sativa: a new source of vegetal oils / Imbrea F., Jurcoane S., Hălăjan H. V., Duda M., Botoș L.* // *Romanian Biotechnological Letters*. Vol. 16. No. 3. 2011. P. 6263-6270.
3. *Turina E.L., Kulinich R.A.* The experience of growing a winter camelina pilosa in the central steppe of the Crimea // *Sat. Of the conference "Actual issues of innovative development of the agro-industrial complex"*. Kursk, 2016. P. 152-156.
4. *Abramovi H., Abram V.* Physico-Chemical Properties, Composition and Oxidative Stability of Camelina sativa Oil // *Food Technol. Biotechnol*, 2005. No. 43 (1). P. 63-70.
5. *Prakhova T.Ya., Velmiseva L.Ye.* Effect of fertilizers on the productivity of the seedling // *Grain economy of Russia*. 2015. T. 41. № 5. P. 27-30.
6. *Prakhov V.A.* Harvest properties of winter rye depending on the effect of fertilizers// *Sat. materials "Actual questions of application of fertilizers in agriculture"*. Vladikavkaz, 2017. P. 104-106.
7. *Prakhov V.A., Batryakova L.P.* Influence of fertilizers on yielding properties of red spring in conditions of the Middle Volga region// *Sursky Vestnik*. 2018. No. 2. (2). P. 20-23.
8. *Bekuzarova S.A., Dulaev T.A.* Winter camelina - a new culture in North Ossetia-Alania // *New non-traditional plants and prospects for their use*. 2016. No. 12 P. 182-184.
9. *Technique of carrying out of field and agro technical experiences with olive cultures.* - Krasnodar: VNIIMK, 2007. - 113 p.
10. *Methodology of the state variety testing of agricultural crops* - Moscow: Kolos, 1985. - 194 p.

THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF CAMELINA SATIVA IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2018 T.Ya. Prakhova, V.A. Prakhov, L.P. Batryakova

FSBSI «Penza NIISH of Agriculture»

The article presents the results of effect of different doses and combinations of fertilizers on Camelina sativa on the introduction of various doses and combinations of mineral fertilizers in the Middle Volga region. The influence of different doses and combinations of fertilizers on productivity and quality of seed oil of Camelina sativa has been determined. The improvement of mineral nutrition contributes to the increase of germination and preservation of plants of red-haired seedling. The highest field germination was obtained with a combination of $N_{90}P_{90}K_0$ - 243 pc./ m². A high indicator of plant conservation (92.6%) was noted in variant $N_0P_{90}K_0$. Nitric and potassium backgrounds help reduce the amount of weeds per unit area to 4.3-5.2 pcs / m² and the air-dry weight of weeds increases (up to 4.2-4.5 g / m²). It has been determined that in all trials the use of fertilizers gave the greatest seed productivity compared with a control (without fertilizers). The fertilizers dose $N_{60}P_{60}K_{60}$ increased productivity of Camelina sativa on 0.17 t/ha and oil percentage up to 40.7 %. The number of pods in one plant, depending on the diet, varied from 187 to 244 pieces. Increase in the dose of nitrogen contributed to an increase in the number of pods by 32 pieces, phosphorus - by 14 pieces. The maximum value of the number of pods from one plant was obtained against the background of $N_{60}P_{60}K_{60}$ - 244 pieces. The weight of seeds from one plant varied depending on the background of feeding from 1.52 to 1.89 g. Nitrogen and phosphorus were the most conducive to an increase in the mass of 1000 seeds. The conducted analysis of variance showed that the Camelina sativa productivity was greatly influenced by fertilizers (38.3%). Besides, the article gives main agro chemical traits of soil, long-term study of nutrients in Camelina sativa yield and NPK content per 1 ton in basic and side Camelina products. It has been determined that Camelina plants can endure 68.15 kg of nitrogen per 1 ton of main product and 45.72 kg of side product with seeds and 22.42 kg of it with straw. The least amount of plants is phosphorus. Total with seeds (8.53 kg) and straw (3.69 kg) - 12.22 kg/t. The erucic acid content does not change significantly depending on fertilizers. However, the addition of $N_{30}P_{60}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$ somewhat reduces the erucic acid content to 3.03-3.04%, relative to 3.07% in the control variant. When fertilizers are applied in various combinations, the oil content of seeds varies between 38.5-40.7%, while the fat content in the variant without fertilizers is 38.1%.

Keywords: Camelina sativa, fertilizers, endurance of elements, productivity, oil content

Tatyana Prakhova, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher of the Department of Oil Seeds.

E-mail: prakhova.tanya@yandex.ru

Vladimir Prakhov, Head of Oilseeds Department.

E-mail: prakhova.tanya@yandex.ru

Larisa Batryakova, Senior Researcher of the Department of Oil Seeds.