УДК 633.853.494, 631.811

Эффективность применения природных минералов Тербунского месторождения и органических отходов при возделывании рапса

Зубкова Т.В.

Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина

Аннотация

Целью исследования являлась оценка эффективности влияния природных нанопористых минералов совместно с органическими отходами птицефабрик на урожайность ярового рапса, качественный анализ семян и полученных образцов рапсового масла. Опыты проводили в 2019-2021 годах в условиях опытного поля Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина. Объектом исследования был сорт ярового рапса Риф. Наибольшая продуктивность отмечена на вариантах с внесением цеолита (3 т/га) в комплексе с органическими отходами 5 т/га и 10 т/га, которая составляла соответственно 34,4 ц/га и 34,9 ц/га. Данные варианты обеспечивали максимальный валовый сбор белка (9,74 ц/га и 9,95 ц/га) и масла (13,95 ц/га и 14,10 ц/га). Установлен положительный эффект от использования природного цеолита в качестве удобрения по накоплению олеиновой кислоты в полученных образцах рапсового масла.

Ключевые слова: ЯРОВОЙ РАПС, ЦЕОЛИТЫ, ОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ, УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО МАСЛА

Введение

Высокомаржинальные культуры в Липецкой области сегодня занимают весомую долю в структуре её севооборота. В последние годы посевные площади ярового рапса имеют тенденцию только к увеличению [1-6]. Липецкая область входит в двадцатку крупнейших регионов страны по посевным площадям данной культуры. В 2021 году по данным Центра Агроаналитики Минсельхоза России по площади сева рапса Липецкая область среди регионов Центрального федерального округа находилась на первом месте. В 2021 году площади возделывания рапса достигли максимально высоких отметок и

составили 1 682,0 тыс. га. Это на 13,0% (на 193,8 тыс. га) больше, чем в 2020 году (рис. 1). За 5 лет площади выросли на 71,7%, за 10 лет - на 88,2%, за 15 лет - в 3,3 раза [2, 7].

Рапс является сырьем для производства растительного масла и экстракционного шрота [5]. Масло рапса характеризуется высоким содержанием олеиновой кислоты (около 60%) и полиненасыщенной линоленовой кислоты (около 10%) [8-12].

Рис. 1. Валовый сбор семян рапса в 2020 г, %

Для того чтобы получать ежегодно стабильную урожайность культуры на уровне 27-30 ц/га необходимо реализовать весь биологический потенциал культурного растения [13-15].

Удобрения являются неизбежным фактором повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур независимо от характера последовательности возделывания или условий окружающей среды [16-18]. Использование цеолитсодержащих пород в растениеводстве является достаточно актуальным агроприёмом [19-22]. Применение цеолитов возможно на различных типах почв. Это безопасное с экологической точки зрения удобрение, которое насыщает почву микроэлементами, делает её воздухопроницаемой и влагоёмкой [23-25]. Особенностью природных цеолитов является улучшение режима азотного питания, уменьшение содержания тяжелых металлов и радионуклидов [26-28].

Органические отходы используются в сельском хозяйстве в основном для улучшения физических и химических свойств почвы и в качестве источников питательных веществ, для выращивания сельскохозяйственных культур [29-31]. Органические удобрения зачастую существенно влияют на фитосанитарную обстановку агроценозов, поэтому требуется активный мониторинг посевов и комплекс защиты растений [32].

Совместное использование природных минералов и органических отходов слабо изучено, поэтому необходимо провести дальнейшее исследование для их эффективного использования в сельском хозяйстве [33, 34].

Цель исследования заключалась в оценке эффективности влияния природных нанопористых минералов совместно с органическими отходами птицефабрик на урожайность ярового рапса, качественный анализ семян и полученных образцов рапсового масла.

Задачи исследования

Оценить эффективность влияния природного цеолита и органических отходов на урожайность ярового рапса; определить качество семян ярового рапса под воздействием новых видов удобрений; установить жирнокислотный анализ рапсового масла в зависимости от вариантов опыта.

Методика

Опыты в агроценозах ярового рапса по выявлению эффективности природных минералов и отходов птицефабрики проводили в 2019-2021 годах в условиях опытного поля Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина. Объектом исследования был сорт ярового рапса Риф. Данный сорт создан методом гибридизации сортов Рубеж х Magnum. Риф является высокоурожайным, устойчив к болезням, характеризуется отсутствием эруковой кислоты в семенах. В эксперименте, посев рапса проводили в третьей декаде апреля на глубину 2 см с шириной междурядий 12,5 см и нормой высева 2,0 млн. шт./га. Предшественником рапса в опытах являлась озимая пшеница.

Схема опыта включала: 1. Контроль; 2. $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3. Ц 3т/га; 4. ОП 2,5т/га; 5. ОП 5т/га; 6. ОП 10т/га; 7. $N_{60}P_{60}K_{60}$ +Ц3т/га; 8. ОП 2,5т+Ц3т/га; 9.ОП 5т+Ц3т/га; 10. ОП10т+Ц3т/га (Ц - природный цеолит; ОП - органические отходы птицефабрики).

Методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии был определён элементный анализ цеолита и органических отходов. Отмечено, что в цеолите максимальное количество из исследуемых элементов приходилось на долю кремния - 21,33 масс%, а в органических отходах на долю кальция - 10,21 масс% (рис. 2, 3).

Рис. 2. Минеральный состав цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения, масс %

Рис. 3. Минеральный состав отходов птицефабрики, масс %

Уход за посевами складывался из обработки посевов против сорняков препаратом Галион, 0,3 л/га (действующее вещество – клопиралид, 300 г/л + пиклорам, 75 г/л). Против крестоцветной блохи и рапсового цветоеда растения рапса обрабатывали препаратом Карате Зеон, 0,15 л/га (действующее вещество - лямбда-цигалотрин, 50 г/л). Площадь опытных делянок составляла 50 м², а учётных 40 м². Повторность опыта четырёхкратная. Уборку ярового рапса проводили в третьей декаде августа.

Агрохимическая характеристика почвенного покрова опытных участков представлена выщелоченным черноземом, тяжелосуглинистого гранулометрического состава, с содержанием гумуса 5,8-5,9 %; pH солевой вытяжки 5,63-5,66, фосфора 147-179 мг/кг и калия 116-127 мг/кг.

Климатические условия 2019, 2020, 2021 гг. были благоприятными для развития

ярового рапса, ГТК в 2019 г. – 0,98, в 2020 г. – 1,28, 2021 г. – 1,03 (рис. 4).

Рис. 4. Погодные условия за время проведения опытов, 2019-2021 гг.

В опыте применяли технологию возделывания рапса ярового, рекомендованную для Черноземной зоны России. Исследования проводились согласно методике Б.А. Доспехова [35].

Результаты и обсуждение

Внесение органических отходов в чистом виде обеспечивало существенную прибавку в урожае по сравнению с контролем. Из трёх изучаемых доз максимальная продуктивность отмечалась на варианте, где вносили органики 10 т/га – 34,2 ц/га, превышая контроль почти в 2 раза ($HCp_{05}=1,41$ ц/га). Внесение цеолита также приводило к росту урожая на 2,9 ц/га по сравнению с контролем (17,2 ц/га) (рис. 5).

Урожайность при внесении цеолита (3 т/га) в комплексе с органическими отходами 2,5 т/га, 5 т/га и 10 т/га составляла 30,1 ц/га, 34,4 ц/га и 34,9 ц/га соответственно. Данные показатели по урожайности также превышали варианты с использованием в качестве удобрения только отходов. Следует отметить, что разница между вариантами 9 и 10 была не существенной, поэтому целесообразным является внесение органики в дозе 5 т/га и цеолита 3 т/га.

Рис. 5. Урожайность ярового рапса сорта «Риф» в зависимости от внесения удобрений, ц/га (2019–2021 гг.)

Примечания: $HCP_{05}=1,41$ ц/га

Анализируя качественные показатели семян ярового рапса (табл. 1), было установлено, что содержание белка повышалось на вариантах, где использовали органические удобрения и $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Таблица 1. Содержание и валовый сбор жира и белка в маслосеменах ярового рапса в зависимости от вариантов опыта

Вариант опыта	Содержание белка, %	Сбор белка, ц/га	Масличность, %	Сбор масла, ц/га
1.	26,56	4,57	41,41	7,12
2.	27,45	7,44	41,03	11,11
3.	26,53	5,33	41,56	8,35
4.	27,43	7,73	41,05	11,58
5.	27,47	8,54	41,01	12,75
6.	27,52	9,41	40,74	13,93
7.	28,01	8,15	40,99	11,93
8.	27,96	8,42	40,94	12,32
9.	28,30	9,74	40,55	13,95
10.	28,51	9,95	40,41	14,10
HCP_{05}	0,3	1,1	0,5	0,7

Данный показатель находился в пределах 27,43–28,51 %. Содержание масла в семенах на данных вариантах уступало контролю и находилось в интервале от 41,03% до 40,99 %. Но максимальный сбор масла отмечался на вариантах 9 и 10 (13,95 и 14,10 ц/га).

Изучение жирнокислотного состава полученного масла из семян ярового рапса в ходе опыта позволило установить влияние вариантов опыта на этот показатель.

Качество пищевых масел зависит от ненасыщенных жирных кислот, особенно линолевой и линоленовой, т.к. эти кислоты являются незаменимыми жирными кислотами для человека и должны попадать в организм с пищей. Содержание данных кислот соответствовало требованиям нормативных документов (табл. 2).

Таблица 2. Омега-6 жирные кислоты в масле, полученном из семян ярового рапса в зависимости от внесения удобрений, %

№ п/п	Вариант опыта	Линолевая+Линолелаидиновая	γ лино-леновая	Эйкозодиеновая
1	Контроль	18,80	9,1	0,0561
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	18,21	8,77	0,0525
3	Ц 3т/га	18,39	8,79	0,0577
4	ОП 2,5т/га	18,73	8,03	0,0586
5	ОП 5т/га	18,70	9,04	0,0608
6	ОП 10т/га	18,86	8,69	0,0591
7	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +Ц3т/га	18,30	8,57	0,0521
8	ОП2,5т+Ц3т/га	18,67	9,33	0,0592
9	ОП 5т+Ц3т/га	19,07	8,93	0,061
10	ОП10т+Ц3т/га	19,23	9,29	0,068

Омега-9 жирные кислоты в организме человека выполняют энергетическую, пластическую, противовоспалительную и структурную функции. Самым главным представителем омега-9 жирных кислот является олеиновая кислота, содержание которой было выше в образцах масла изучаемых вариантов с применением цеолита. Вероятнее всего, присутствие высокого процента кремния в цеолитах, активные формы которого при внесении в почву способствовали повышению жизнеспособности растений на уровне ДНК и усиливали устойчивость к физиологическим стрессам, что в совокупности положительно отражалось на качестве рапсового масла (табл. 3).

Таблица 3. Омега-9 жирные кислоты в масле, полученном из семян ярового рапса в зависимости от внесения удобрений, %

№ п/п	Вариант опыта	Олеиновая + Элаидиновая	Гондоиновая
1	Контроль	63,14	1,6605
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	63,25	1,4348
3	Ц 3т/га	64,51	1,6527
4	ОП 2,5т/га	63,41	1,4423
5	ОП 5т/га	63,54	1,573
6	ОП 10т/га	63,64	1,4753
7	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Ц3т/га	64,75	1,3775
8	ОП 2,5т+Ц3т/га	63,79	1,4274
9	ОП 5т+Ц3т/га	63,76	1,5858
10	ОП10т+Ц3т/га	62,77	1,6778

Выводы

Проведенные исследования по влиянию органических отходов птицефабрик и природных минералов в посевах ярового рапса позволили получить следующие результаты. Установлено, что максимальную прибавку в урожае получали на вариантах с внесением цеолита 3 т/га совместно с органикой 5 т/га (34,4 ц/га) и 10 т/га (34,9 ц/га). Использование в опыте органических удобрений приводило к увеличению белка и снижению масла в семенах рапса. Содержание олеиновой кислоты, наибольшее отмечалось в образцах масла изучаемых вариантов с применением цеолита. Содержание всех изучаемых жирных кислот в полученных образцах рапсового масла соответствовало требованиям нормативных документов.

Список использованных источников

1. Лупова Е.И., Мастеров А.С., Виноградов Д.В., Шершнева Е.И., Зубкова Т.В. Приемы повышения продуктивности рапса: монография. – Елец: Елецкий государственный университет, 2021. - 156 с.
2. Плугов А. Рынок рапса в 2021 году — тенденции и прогнозы [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/324359>.
3. Лупова Е.И., Виноградов Д.В. Технология производства яровых рапса и сурепицы в Нечерноземной зоне России / Учебное пособие. – Рязань: ИП «Жуков В.Ю.», 2018. - 86 с.

4. Виноградов Д.В., Лупова Е.И. Возделывание рапса по инновационной производственной системе CLEARFIELD и проблема содержания эруковой кислоты в семенах и продуктах его переработки // В сборнике: Развитие АПК в свете инновационных идей молодых ученых. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. - 2012. - С. 23-28.

5. Виноградов Д.В. Научно-практические аспекты интродукции масличных культур в южной части Нечерноземной зоны России // В сб.: Интродукция растений: теоретические, методические и прикладные проблемы. Матер. Межд. конф., посвященной 70-летию ботанического сада-института МарГТУ. - Йошкар-Ола. - 2009. - С. 16-18.

6. Филатова О.И., Лупова Е.И., Виноградов Д.В. Масличные культуры в Рязанской области // В сборнике: Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем. Актуальные вопросы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – Рязань. - 2018. - С. 104-108.

7. Vinogradov D.V., Konkina V.S., Kostin Ya.V., Kryuchkov M.M., et al. Developing the regional system of oil crops production management // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - Т. 9. - № 5. - С. 1276-1284.

8. Виноградов Д.В. Новая масличная культура для Рязанской области // Международный технико-экономический журнал. - 2009. - № 4. - С. 32-34.

9. Виноградов Д.В. Использование капустных культур // Пчеловодство. - 2009. - № 5. - С. 23-24.

10. Виноградов Д.В. Особенности и перспективы возделывания масличных культур в условиях юга Нечерноземья // В сб.: Перспективные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур. 5 межд. конф. молодых ученых и специалистов. – Краснодар. - 2009. - С. 51-54.

11. Виноградов Д.В., Ванюшин П.Н. Перспективы и основные направления развития производства масличных культур в Рязанской области // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2012. - № 1 (13). - С. 62-65.

12. Виноградов Д.В. Пути повышения ресурсосбережения в интенсивном производстве ярового рапса // Международный технико-экономический журнал. - 2009. - № 2. - С. 62-64.

13. Виноградов Д.В. Состояние производства и российский рынок масличных культур // В сб.: Социально-экономические аспекты современного развития АПК: опыт, проблемы, перспективы. Матер. II Всеросс. науч.-практич. конф. – Саратов. - 2009. - С. 20-23.

14. Виноградов Д.В., Соколов А.А., Черкасов О.В., Лупова Е.И., Питюрина И.С. Фитосанитарное состояние посевов зерновых культур в условиях Рязанской области // Международный технико-экономический журнал. - 2016. - № 5. - С. 57-63.

15. Соколов А.А., Лупова Е.И., Мазиров М.А., Виноградов Д.В. Мониторинг

фитосанитарного состояния агроценозов в условиях Рязанской области // Владимирский земледелец. - 2020. - №4 (94). - С. 46-52.

16. Габибов М.А., Виноградов Д.В., Бышов Н.В. Растениеводство: учебник. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. 302 с.

17. Положенцев В.П., Лупова Е.И., Виноградов Д.В. Эффективность использования инсектицидов при хранении зерна // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2018. - № 2 (38). - С. 53-58.

18. Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. Накопление микроэлементов растениями ярового рапса при использовании куриного помета и цеолита // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2020. - №4. - С. 17-24.

19. Троц Н.М., Горшкова О.В., Ерофеева Т.В., Виноградов Д.В., Гончарук Д.В. Экологическая и агрохимическая оценка состояния техногенно нарушенного почвенного покрова степной полосы Заволжья [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/4/st_424.pdf

20. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Дубровина О.А., Захаров В.Л. Влияние органоминеральных удобрений на накопление Cu и Zn в растениях ярового рапса // Вестник КрасГАУ. - 2021. - № 9 (174). - С. 10-15.

21. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Мотылёва С.М., Дубровина О.А. Морфологические и химические свойства новых удобрений и применение их при возделывании рапса // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. - 2021. - № 2 (63). - С. 13-21.

22. Виноградов Д.В., Курчевский С.М. Роль агромелиоративных приемов в улучшении основных агрофизических свойств супесчаной дерново-подзолистой почвы // Агропанорама. - 2013. - № 6. - С. 10-12.

23. Габибов М.А., Виноградов Д.В., Бышов Н.В. Агропочвоведение // Учебник. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2018. – 326 с.

24. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. Свойства органоминерального удобрения на основе куриного помета и применение его в технологии ярового рапса на семена // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 1 (53). - С. 46-54.

25. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д. Эффективность некорневой обработки микроудобрениями при выращивании ярового рапса [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. - 2021. - № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/1/st_121.pdf

26. Казакевич Л.А., Виноградов Д.В. Рациональное использование земельных ресурсов сельскохозяйственными организациями // В сб.: Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК. X Межд. науч.- практич.

конф. – Минск. - 2018. - С. 435-438.

27. Лупова Е.И., Виноградов Д.В. Влияние гуминового удобрения и доз минеральных удобрений на продуктивность ярового рапса // Вестник аграрной науки. - 2020. - № 3 (84). - С. 31-37.

28. Макарова М.П., Виноградов Д.В. Влияние органоминеральных удобрений на основе ОСВ и цеолита на продуктивность агроценоза ярового рапса // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2013. - № 3 (19). - С. 109-112.

29. Ильинский А.В., Виноградов Д.В., Балабко П.Н. Некоторые аспекты обоснования системы комплексного контроля при проведении мероприятий по реабилитации техногенно загрязненных земель // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2015. - № 4 (28). - С. 8-13.

30. Соколов А.А., Лупова Е.И., Мазиров М.А., Виноградов Д.В. Влияние органоминерального удобрения на продуктивность ярового рапса в условиях Рязанской области // Владимирский земледелец. - 2020. - № 1 (91). - С. 29-33.

31. Троц Н.М., Прохорова Н.В., Троц В.Б., Ахматов Д.А., и [др.] Тяжелые металлы в агроландшафтах Самарской области. – Кинель: РИО Самарской ГСХА, 2018. – 220 с.

32. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П. Влияние различных уровней агроэкологических нагрузок на биохимические характеристики почвы // Юг России: экология, развитие. - 2016. - Т. 11. - № 4. - С. 139-148.

33. Щур А.В., Валько В.П., Виноградов Д.В. Влияние способов обработки почвы и внесения удобрений на численность и состав микроорганизмов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2015. - № 3. - С. 41-44.

34. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П., Валько О.В., Фадькин Г.Н., Гогмачадзе Г.Д. Радиоэкологическая эффективность биологически активных препаратов в условиях Беларуси [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. - 2015. - № 5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2015/5/st_20.doc

35. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Цитирование:

Зубкова Т.В. Эффективность применения природных минералов Тербунского месторождения и органических отходов при возделывании рапса [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – №1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/1/st_105.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202121105>.