

Научная статья

УДК 665.334.94

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-4-200-141-148

Рапсовое масло и перспективы его использования (обзор)

Павел Дмитриевич Осмоловский

Александр Андреевич Тевченков

ЛНИИР – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 398037, г. Липецк, пр. Боевой, 26

pavel.osmolovsku@mail.ru

Аннотация. Рапс, как одну из культур, относящихся к возобновляемым растительным ресурсам, можно считать стратегической «культурой будущего» ввиду его высокой пластичности по отношению к условиям выращивания, однако, не смотря на свою неприхотливость, он требует определенного ухода в период вегетации для обеспечения более стабильных урожаев при быстром созревании (30–40 ц/га и более) и содержания в семенах большого количества масла (40–52 %) и сырого протеина (21–34 %). Рапсовое масло, получаемое из современных сортов и имеющее в своем составе 61–66 % олеиновой кислоты и 18–20 % линолевой кислоты при оптимальном для пищевого растительного масла содержании до 70 % олеиновой кислоты и до 28 % линолевой кислоты, считается одним из лучших растительных масел. Значительное увеличение спроса на семена рапса возникло при выведении сортов пищевого направления (тип «00») с минимальным содержанием в его масле эруковой кислоты, которое в пищевых рафинированных маслах высшего сорта не должно превышать 2 % к сумме жирных кислот. В Российской Федерации есть возможность производить рапсовое масло с регулируемым составом жирных кислот. Это делает его востребованным экспортным товаром, который находит широкое применение в различных отраслях промышленности. Также существуют перспективы для расширения посевных площадей под рапс, а повышение семенной продуктивности культуры с учётом экологических факторов позволит увеличить объёмы производства рапса как для внутреннего рынка, так и на экспорт.

Ключевые слова: возобновляемые растительные ресурсы, рапс, маслосемена, рапсовое масло, жирнокислотный состав

Для цитирования: Осмоловский П.Д., Тевченков А.А. Рапсовое масло и перспективы его использования (обзор) // Масличные культуры. 2024. Вып. 4 (200). С. 141–148.

Rapeseed oil and prospects for its use (review)

Osmolovskiy P.D., junior researcher, PhD in agriculture

Tevchenkov A.A., junior researcher

Lipetsk Research Institute of Rapeseed – a branch V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops
26 Boevoy str., Lipetsk, 398037, Russia
pavel.osmolovsku@mail.ru

Abstract. Rapeseed, as one of the crops related to renewable plant resources, can be considered a strategic "culture of the future" due to its high plasticity in relation to growing conditions, however, despite its unpretentiousness, it requires certain care during the growing season to ensure more stable yields with rapid maturation (30–40 kg/ha or more) and the content of a large amount of oil in the seeds (40...52 %) and crude protein (21...34 %). Rapeseed oil, obtained from modern varieties and containing 61–66 % oleic acid and 18–20 % linoleic acid in its composition with an optimal content of up to 70 % oleic acid and up to 28 % linoleic acid for edible vegetable oil, is considered one of the best vegetable oils. A significant increase in demand for rapeseed arose when obtaining food grade varieties (type "00") with a minimum content of erucic acid in its oil, which in refined edible oils of the highest grade should not exceed 2 % of the total fatty acids. In the Russian Federation, it is possible to produce rapeseed oil with a regulated composition of fatty acids. This makes it a sought-after export product that is widely used in various industries. There are also prospects for expanding the acreage for rapeseed, and increasing the seed productivity of the crop, taking into account environmental factors, will increase the production of rapeseed both for the domestic market and for export.

Key words: renewable plant resources, rapeseed, oilseeds, rapeseed oil, fatty acid composition

В современном мире с каждым годом все острее встает проблема устойчивой реализации населением планеты права на продовольственное обеспечение или права на правильное питание, которое предусматривает, что каждому конкретному человеку будет доступно достаточное количество высококачественных продуктов питания, обеспечивающих его жизненные потребности, а безопасная и не содержащая в себе каких-либо вредных ве-

ществ пища будет соответствовать особенностям конкретной культуры. Среди природных ресурсов, используемых человечеством в том числе и для производства пищевых продуктов и решения вышеуказанной проблемы, все большее значение имеют возобновляемые растительные ресурсы, которые применяются не только с целью изготовления продовольственных товаров для людей и кормов для животных, индустриальных потребительских товаров, но и для создания относительно новых средств производства, необходимых для получения энергии за счет использования растительных ресурсов, а именно растительных масел в качестве биотоплива [1; 2; 3].

Необходимое в настоящее время повышение качества отечественной продукции до международных стандартов и обеспечение её конкурентоспособности на глобальном рынке весьма перспективно в контексте решения вопросов, касающихся растительных масел и маслосемян, используемых как в пищевой, так и в технической сферах. Из большого разнообразия сельскохозяйственных растений следует отметить масличные культуры, привлекающие все большее внимание как источник возобновляемого растительного сырья, применяемого в том числе и для получения биотоплива, потребление которого в мире постоянно увеличивается. Это может привести к значительному изменению структуры посевных площадей под масличными культурами, среди которых заметную роль в качестве источников белка и жира играют представители семейства капустных, и в частности рапс [4; 5; 6], показавший себя как стратегическая «культура будущего». Он приспособлен к росту в условиях умеренного климата благодаря своей холодостойкости, но, не смотря на неприхотливость, требует определенного ухода в период вегетации для обеспечения более стабильных урожаев при быстром созревании (30–40 ц/га и более) [7; 8; 9; 10; 11; 12] и содержания в семенах большого количества масла (40–52 %) и сырого протеина (21–34 %) [13; 14]. Это позволило ему (включая яровую и озимую формы)

встать в один ряд с подсолнечником и соей, заняв третье место по значимости в РФ [15]. Семена рапса отличаются высоким содержанием фосфолипидов, в них присутствуют значительные объемы белков, клетчатки и минеральных веществ, таких как фосфор, калий, магний и железо, а также селен, который обладает антиоксидантными свойствами и играет важную роль в обмене йода в организме человека [16; 17].

В последние годы в России на фоне прогресса в агротехнике и селекции происходит ощутимый рост посевных площадей под рапсом [18], который занимает в мировом сельскохозяйственном производстве 12 % (25–26 млн га) общей площади посевов масличных культур, а сама торговля семенами рапса, непосредственно, составляет 0,067 % мировой торговли [19; 20].

Значительное увеличение спроса на семена рапса возникло при получении сортов ярового рапса пищевого направления, основной задачей в период создания которых является уменьшение содержания эруковой кислоты в масле, что в свою очередь способствует повышению количества олеиновой кислоты. Эруковая кислота способна негативно сказываться на здоровье как людей, так и животных, к примеру, она оказывает влияние на липидный обмен в ряде органов. В связи с чем в различных государствах установлены законодательные нормы, ограничивающие уровень содержания эруковой кислоты в пищевых маслах до уровня не более 5 %. Оптимальным по жирно-кислотному составу для пищевого растительного масла считается повышенное содержание олеиновой (до 70 %) и линолевой (до 28 %) кислот, нежелательным является повышенное содержание линоленовой кислоты. Высокое содержание линолевой кислоты в рапсовом масле позволяет снизить дефицит ω -6 жирных кислот в рационе питания населения, а большое количество олеиновой кислоты дает возможность использовать его для приготовления пищи с термической обработкой [21; 22; 23; 24].

Селекционные работы, направленные на улучшение качества масла в семенах рапса, привлекли к себе значительное внимание в последние годы из-за их влияния на рыночную стоимость, питательные свойства и промышленную полезность продукта, а стало это возможным только с 1960-х гг. после выведения сортов «00» и «000» типа, когда селекционеры из Канады создали и лицензировали новый низкоэруковый сорт рапса «Канола», из семян которого было получено пищевое масло. В настоящее время это масло стало популярным среди потребителей, производителей, нутрициологов и других специалистов, перейдя из категории нетрадиционных растительных масел в разряд широко используемых. В результате рапс занял вторую позицию после сои в глобальной структуре производства семян масличных культур. И если изначально рапсовое масло содержало до 56 % эруковой кислоты, являясь исключительно техническим, то в настоящее время массовая доля этой кислоты составляет от 0 до 40 %. При этом существующими стандартами установлено, что предельное содержание эруковой кислоты в пищевых рафинированных маслах высшего сорта не должно превышать 2 % к сумме жирных кислот. Рапсовое масло современных сортов качества «канола» с содержанием олеиновой кислоты 61–66 %, линолевой кислоты 18–20 % считается одним из лучших растительных масел. За последние 40 лет наблюдается значительный рост производства семян рапса благодаря внедрению сортов с низким содержанием эруковой кислоты и глюкозинолатов [21; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33].

Состав семян рапса наряду с используемыми технологиями обработки играет ключевую роль в формировании вкусовых компонентов готового продукта. Свежий аромат в основном создается благодаря альдегидам, кетонам, сложным эфирам, спиртам и другим веществам, которые образуются в процессе окисления жиров. Резкий запах в значительной степени обусловлен тиоцианатами и изотиоцианатами, возникающими при разложении глюкозинолатов. Сорта рапса с высоким

содержанием глюкозинолатов предпочтительны для производства масел с ярко выраженным пряным ароматом, подходящих для заправок, в то время как сорта с низким содержанием глюкозинолатов лучше подходят для жарки [34; 35; 36]

Рапсовое масло – основной, но не единственный продукт, получаемый при переработке семян рапса новых безэруковых сортов (так как рапс в мировом масштабе стоит на 3-м месте среди культур, из которых получают масло, и на 2-м – для получения белковых продуктов) [37]. По жирно-кислотному составу рапсовое масло мало чем уступает, а иногда, например, по сумме нежелательных насыщенных жирных кислот, которая у него в 2 раза ниже, чем у оливкового [38], превосходит лучшие пищевые растительные масла, такие как оливковое масло или получаемое из созданных советскими учеными высокоолеиновых сортов подсолнечника. Поэтому в данный момент рапсовое масло, характеризующееся сбалансированным сочетанием насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, по уровню потребления можно отнести к одному из наиболее востребованных растительных масел наряду с подсолнечным и соевым маслами [39; 40].

В тоже время в нашей стране, несмотря на то, что рапс является давно и успешно возделываемой культурой, пищевое рапсовое масло следует отнести к относительно новым продуктам [41], что в свою очередь влияет и на структуру внутреннего производства отечественных масел в Российской Федерации, которая в значительной степени отличается от общемировой тенденции [42].

Состав жирных кислот и токоферолов (65–70 % гамма- и дельта-форм при общем содержании 630–820 мг/кг), а также устойчивость высокоолеинового рапсового масла к окислению и его органолептические качества позволяют в условиях импортозамещения производить продукт, способный успешно заменить, в том числе и с большей пользой по отдельным показателям, оливковое масло [43; 44]. При этом в условиях Российской Федерации

есть возможность получать готовый продукт с регулируемым составом жирных кислот, который для сбалансированного жирового продукта (в соответствии с физиологическими потребностями человека) должен содержать: 50 % мононенасыщенных жирных кислот, 25 – полиненасыщенных и 25 % – насыщенных [45]. Поэтому российское рапсовое масло, учитывая мировые тенденции на отраслевом рынке, продолжает благодаря своему жирнокислотному составу оставаться востребованным экспортным товаром, находя широкое применение во многих отраслях промышленности (пищевой, кормовой, фармацевтической, косметологической, химической, металлургической, текстильной, кожевенной, мыловаренной, красильной) [46; 47; 48].

Рапсовое масло современных сортов типа «00» отличается оптимальным соотношением насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот. В частности, содержание олеиновой кислоты в некоторых сортах рапса может варьироваться от 38,3 до 67,8 %, полиненасыщенные жирные кислоты составляют от 26,4 до 30,6, а насыщенные – примерно от 10,8 до 13,9 %. Это выгодно отличает рапсовое масло от подсолнечного линолевого типа [49; 50]. По данным других исследователей, в рапсовом масле, получаемом из сортов типа «00», присутствует 58–65 % олеиновой кислоты, 18–22 линолевой, 8–11 линоленовой, 3–5 пальмитиновой и 1–2 % стеариновой кислоты. Также в незначительных количествах содержатся характерные для капустных культур эйкозеновая (0,1 %) и эруковая (0,3 %) кислоты [51].

Расширение посевных площадей, занимаемых рапсом, имеет большие перспективы в России и прежде всего для увеличения производства растительного масла, годовое потребление которого на душу населения должно с каждым годом возрастать, так как продовольственная ценность масла, получаемого из семян сортов типа «00», обуславливается большим содержанием олеиновой, линолевой и других ненасыщенных жирных кислот, необходимых человеку, но не образующихся в его

организме. Эти жирные кислоты, играющие ключевую роль в окислительной стабильности, преимущественно обуславливают более высокую стабильность рапсового масла по сравнению с другими растительными маслами [52; 53]. К тому же расширение посевных площадей и повышение семенной продуктивности культуры с учетом экологических факторов позволят увеличить объемы производства маслосемян рапса [54] как для внутреннего рынка, так и в качестве экспортного товара [55; 56], так как рапс в Российской Федерации является экспортоориентированной культурой, а в ряде стран рапсовое масло занимает первую строчку по потреблению его в пищу среди всех растительных масел [57].

Таким образом при наличии обширных плодородных земель и различных климатических условий в Российской Федерации есть возможность производить рапсовое масло с регулируемым составом жирных кислот. Этот стратегический фактор делает его востребованным экспортным товаром, который найдет широкое применение в различных отраслях промышленности. В России существуют перспективы для расширения посевных площадей под рапс, а повышение семенной продуктивности культуры с учётом экологических факторов позволит увеличить объёмы производства рапса как для внутреннего рынка, так и на экспорт.

Список литературы

1. Возобновляемое растительное сырье (производство и использование, в 2-х книгах) / Под общ. ред. Д. Шпаара. – Санкт-Петербург–Пушкин, 2006. – Кн. 1. – 416 с.
2. Курчаева Е.Е., Манжесов В.И., Кубасова А.Н., Максимов И.В. [и др.] Использование модифицированных биополимерных систем семян нута и рапса при производстве эмульгированных мясных изделий // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2017. – № 4 (18). – С. 49–57.
3. Лукомец А.В. Место семеноводства масличных культур в системе продовольственного обеспечения России // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 10. – С. 54–61.
4. Киникаткина А.Н., Прахова Т.Я., Крылов А.П., Галуллин А.А. Оценка качества маслосемян капустных

- культур в условиях Средневолжского региона // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 4. – С. 41–43.
5. Смольникова Я.В., Янова М.А., Бонн В.Л., Коломейцев А.В. [и др.] Изменение жирнокислотного состава рапсового и рыжикового жмыхов в процессе экструдирования и оценка их биологической эффективности // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2021. – Т. 83. – № 4 (90). – С. 197–203.
6. Raksha-Slusareva E.A. Using of secondary products of rapeseed processing in the food industry // *Biotechnologia Acta*. – 2014. – Vol. 7 (2). – P. 114–117.
7. Stepanova E., Rozhkova A. Resource saving technologies for rapeseed cultivation at the regions of the Russian Federation // *E3S Web of Conferences*. – 2020. – Vol. 161 (5.3). – Art. No. 01075.
8. Осик Н.С., Поморова Ю.Ю. Влияние сроков сева на химический состав желтосемянного ярового рапса // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2005. – № 1 (132). – С. 83–88.
9. Рензеева Т.В. Белковые продукты из жмыхов рапса и рыжика: получение, качество, биологическая ценность // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 4. – С. 70–72.
10. Рензеева Т.В. Функциональные свойства белковых продуктов из жмыхов рапса и рыжика // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – № 4 (15). – С. 23–27.
11. Ижмулкина Е.А., Ганиева И.А. Современное состояние и перспективы развития рынка рапса в России и мире // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 12. – С. 82–85.
12. Рензеева Т.В., Рензеев А.О., Кравченко С.Н., Резниченко И.Ю. Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. – № 2. – С. 143–160.
13. Вавилова Н.В., Доронкин Ю.В., Положенцев В.П. Возделывание сои, рапса и льна масличного – решение проблемы обеспечения масложировой промышленности отечественным сырьем // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 2 (18). – С. 4–6.
14. Радченко Н., Соколовская Е. Переработка рапса в Республике Беларусь: анализ тенденций и стратегические ориентиры // Аграрная экономика. – 2018. – № 1 (272). – С. 47–55.
15. Лукомец В.М., Зеленцов С.В., Кривошлыков К.М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 81–102.
16. Морозова И.М., Мазурова Н.Н., Зенькова Н.Н., Жерносеков Д.Д. [и др.]. Пригодность семян масличных культур для производства кормовой продукции // Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. – 2024. – № 1 (122). – С. 25–29.
17. Qian S., Ahmed A., He P., He P., Munir S. [et al.]. *Bacillus amyloliquefaciens* AK-12 helps rapeseed establish a protection against *Brevicoryne brassicae* // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2023. – Vol. 24 (21). – Art. No. 15893.
18. Журавлев А.В., Марухин А.С. Системное проектирование ресурсосберегающей машинной технологии переработки семян рапса // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2016. – № 1 (9). – С. 58–65.
19. Шнейдер П.А., Заец В.Г., Долгих А.В., Шеина В.В. Система защиты рапса от вредных организмов в современной технологии его возделывания // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2008. – № 2. – С. 52–63.
20. Vieri A.Y., Nurrochmat D.R., Assen B.W., Rosella E. [et al.]. Market position of rapeseed products from the prime producing countries in the global market // *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. – 2024. – Vol. 1379 (1). – Art. No. 012016.
21. ГОСТ 31759-2012 Масло рапсовое. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2014. – 11 с.
22. Олейникова Е.Н., Янова М.А., Пыжикова Н.И., Рябцев А.А. [и др.] Яровой рапс – перспективная культура для развития агропромышленного комплекса Красноярского края // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 1 (142). – С. 74–80.
23. Peeters K., Tamayo-Tenorio A. Comparing analytical methods for erucic acid determination in rapeseed protein products // *Foods*. – 2022. – Vol. 11 (6). – 815.
24. Warner D.J., Lewis K.A. Evaluation of the risks of contaminating low erucic acid rapeseed with high erucic rapeseed and identification of mitigation strategies // *Agriculture*. – 2019. – Vol. 9 (9). – P. 190.
25. Зубкова Т.В. Результаты агроэкологического испытания сортов ярового рапса в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона и анализ качества масла, полученного из его семян // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 1 (178). – С. 69–75.
26. Yunusov O., Ayubova I., Nomozov O., Qodirov A. [et al.]. Investigating the process of refining rapeseed oil // *E3S Web of Conferences* 497. – 2024. – Art. No. 03053.
27. Бочкарева Э.Б., Горлова Л.А., Сердюк В.В., Стрельников Е.А. [и др.] Сорт высокоолеинового рапса озимого Оливин // Масличные культуры. – 2020. – № 2 (182). – С. 154–157.
28. Бунин Е.С., Калашиников Г.В., Макеев С.В. Сравнительный анализ пищевой и кормовой ценности семян рапса, высушенных конвективным способом и с помощью СВЧ-энергоподвода в закрученном потоке теплоносителя // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т. 82. – № 3 (85). – С. 32–38.
29. Sachan D.S., Naimuddin S.K., Patra D., Subha L. [et al.]. Advancements in Enhancing Oil Quality in Rapeseed and Mustard: A Comprehensive Review // *Journal of Experimental Agriculture International*. – 2024. – Vol. 46 (5). – P. 181–193.
30. Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Влияние климатических условий на урожайность, масличность и жирнокислотный состав масла рапса ярового // *International Agricultural Journal*. – 2021. – № 2. – С. 84–94.
31. Солонникова, Н.В., Прудников С.М., Истошина Н.Ю. Влияние массовой доли эруковой кислоты на релаксационные характеристики протонов масла семян рапса // Научные труды КубГТУ. – 2016. – № 6. – С. 113–122.
32. Соломонова Е.В., Ембатурова Е.Ю., Ю.С. Черятова, Монахос С.Г. Масличность рапса: ботаническая природа, биохимические особенности и пищевой потенциал // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 4. – С. 58–74.
33. Нурлыгаянов Р.Б., Лазаренко А.Н., Сорокин Л.Л., Слухов А.Н. [и др.] Масличные культуры в России в начале XX века // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 6 (54).

34. Wang X., Li X., Hui Ju, Hang H. [et al.]. The formation approaches of volatile compounds in Chinese traditional hot-pressed fragrant rapeseed oil // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2024. – Vol. 101 (11).

35. Shen J., Liu Y., Wang X, Bai J. [et al.]. A comprehensive review of health-benefiting components in rapeseed oil // Nutrients. – 2023. – Vol. 15 (4). – P. 999.

36. Kowalska G., Kowalski R., Hawlena J., Rowiński R. Seeds of oilseed rape as an alternative source of protein and minerals // Journal of Elementology. – 2020. – Vol. 25 (2). – P. 513–522.

37. Баюров Л.И. Рапс – культура будущего! // Политематический сетевой электронный научный журнал Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 167. – С. 1–19.

38. Лобанов В.Г., Минакова А.Д., Шульвинская И.В., Щербаков В.Г. Масличные растения семейства капустных – перспективное сырье для России // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2003. – № 2–3 (273–274). – С. 24–26.

39. Бочкарева Э.Б., Горлова Л.А., Сердюк В.В., Стрельников Е.А. Селекция рапса озимого во ВНИИМК: история и новые результаты (обзор) // Масличные культуры. – 2021. – № 4 (188). – С. 87–95.

40. Хамракулова М.Х., Иброхимова Ф.Э. Изучение местного рапсового масла для пищевой цели // Universum: технические науки. – 2021. – № 3–3 (84). – С. 79–82.

41. Гамаюрова В.С., Ржещицкая Л.Э. Мифы и реальность в пищевой промышленности. II. Сравнение пищевой и биологической ценности растительных масел // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 18. – С. 146–155.

42. Курочкин В.Н., Щербак Н.А., Назаренко С.А. Закономерности производства и переработки масличных культур в ЮФО // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 4 (16). – С. 309–319.

43. Быкова С.Ф., Давиденко Е.К., Ефименко С.Г., Ефименко С.К. Перспективы развития сырьевой базы масложирового комплекса России // Пищевая промышленность. – 2017. – № 5. – С. 20–24.

44. Лапа В.В., Ивахненко Н.Н., Лопух М.С., Кулеи О.Г. [и др.]. Качество семян ярового рапса в зависимости от систем удобрения // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 2 (49). – С. 109–121.

45. Лисицын А.Н., Григорьева В.Н., Лишаёва Л.Н. Роль науки в инновационном развитии масложирового комплекса и обеспечении продовольственной безопасности России // Пищевая промышленность. – 2014. – № 12. – С. 26–28.

46. Дедов А.В., Савенков В.П., Хрюкин Н.Н., Епифанцева А.М. Сбор семян, растительного масла и кормового белка ярового рапса в зависимости от способов и систем основной обработки почвы в севообороте в условиях лесостепи ЦФО России // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 13. – № 1 (64). – С. 69–76.

47. Кравченко С.Н., Рензев А.О., Стенина Н.А. Оценка стабильности усовершенствованного технологического потока производства рапсового масла // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. – № 6. – С. 89–93.

48. Гончаров С.В., Горлова Л.А. Селекция рапса в соответствии с ожиданиями масложирового комплекса // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3 (58). – С. 38–45.

49. Мхитарьянц Л.А., Мхитарьянц Г.А., Марашева А.Н., Тимофеев Т.И. Особенности химического состава семян рапса современных селекционных сортов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2012. – № 4. – С. 33–36.

50. Верхотурова Е.В., Верхотуров В.В. Исследование жирно-кислотного состава масел, полученных из семян капустных культур (Brassicaceae), выращенных на территории Иркутской области // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. молод. ученых: «Актуальные проблемы биотехнологии и ветеринарной медицины». – Иркутск, 2017. – С. 12–17.

51. Савенков В.П., Дедов А.В., Хрюкин Н.Н. Влияние приемов и систем основной обработки почвы на сбор семян, растительного масла и кормового белка сои и ярового рапса в первой ротации севооборота // Масличные культуры. – 2021. – № 1 (185). – С. 43–51.

52. Гуцина В.А., Лыкова А.С. Продуктивность агроценоза ярового рапса (*Brassica napus oleifera annua* Metzger) в паровом звене севооборота при различных сроках посева и нормах высева в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2009. – № 4 (13). – С. 6–11.

53. Staroselska N., Korchak M., Ovsiannikova T., Falalieieva T. [et al.]. Improving the technology of oxidative stabilization of rapeseed oil // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2024. – Vol. 1 (6 (127)). – P. 6–12.

54. Горшков В.И. Новый экологически пластичный сорт рапса ярового Эребус // Масличные культуры. – 2022. – № 4 (192). – С. 113–118.

55. Горшков В.И. Форпост КЛ – первый отечественный сорт ярового рапса, устойчивый к имидазолиноновым гербицидам // Масличные культуры. – 2023. – № 3 (195). – С. 108–113.

56. Кишикаткина А.Н., Прахова Т.Я., Крылов А.П. Агроэкологическое изучение масличных культур семейства BRASSICACEAE в условиях Среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2018. – № 1 (46). – С. 54–60.

57. Кудинова М.Г., Шевчук Н.А., Корнева Г.В., Захарова Е.В. [и др.]. Экономическая эффективность производства рапса, как высокомаржинальной культуры региона, и роль SWOT-анализа в его научно-технологическом форсайте // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 2. – С. 202–209.

References

1. Vozobnovlyаемое rastitel'noe syr'e (proizvodstvo i ispol'zovanie, v 2-kh knigakh) / Pod obshch. red. D. Shpaara. – Sankt-Peterburg–Pushkin, 2006. – Kn. 1. – 416 s.

2. Kurchaeva E.E., Manzhesov V.I., Kubasova A.N., Maksimov I.V. [i dr.] Ispol'zovanie modifitsirovannykh biopolimernykh sistem semyan nuta i rapsa pri proizvodstve emul'girovannykh myasnykh izdeliy // Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. – 2017. – № 4 (18). – S. 49–57.

3. Lukomets A.V. Mesto semenovodstva maslichnykh kul'tur v sisteme prodovol'stvennogo obespecheniya Rossii // Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii. – 2020. – № 10. – S. 54–61.

4. Kshnikatkina A.N., Prakhova T.Ya., Krylov A.P., Galiullin A.A. Otsenka kachestva maslosemyan kapustnykh kul'tur v usloviyakh Srednevolzhskogo regiona // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2018. – Т. 32. – № 4. – S. 41–43.

5. Smol'nikova Ya.V., Yanova M.A., Bopp V.L., Kolo-meytsev A.V. [i dr.] Izmenenie zhirnokislotojnogo sostava rapsovnogo i ryzhikovogo zhmykhov v protsesse ekstrudirovaniya i otsenka ikh biologicheskoy effektivnosti // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy. – 2021. – T. 83. – № 4 (90). – S. 197–203.
6. Raksha-Slusareva E.A. Using of secondary products of rapeseed processing in the food industry // Biotechnologia Acta. – 2014. – Vol. 7 (2). – P. 114–117.
7. Stepanova E., Rozhkova A. Resource saving technologies for rapeseed cultivation at the regions of the Russian Federation // E3S Web of Conferences. – 2020. – Vol. 161 (5.3). – Art. No. 01075.
8. Osik N.S., Pomorova Yu.Yu. Vliyanie srokov seva na khimicheskiy sostav zheltosemyannogo yarovogo rapsa // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2005. – № 1 (132). – S. 83–88.
9. Renzyaeva T.V. Belkovye produkty iz zhmykhov rapsa i ryzhika: poluchenie, kachestvo, biologicheskaya tsennost' // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2009. – № 4. – S. 70–72.
10. Renzyaeva T.V. Funktsional'nye svoystva belkovykh produktov iz zhmykhov rapsa i ryzhika // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2009. – № 4 (15). – S. 23–27.
11. Izhmulkina E.A., Ganieva I.A. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya rynka rapsa v Rossii i mire // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2017. – T. 31. – № 12. – S. 82–85.
12. Renzyaeva T.V., Renzyaev A.O., Kravchenko S.N., Rez-nichenko I.Yu. Potentsial rapsovykh zhmykhov v kachestve syr'ya pishchevogo naznacheniya // Khranenie i pererabotka sel'skhozsyrya. – 2020. – № 2. – S. 143–160.
13. Vavilova N.V., Doronkin Yu.V., Polozhentsev V.P. Vozdelyvanie soi, rapsa i l'na maslichnogo – reshenie problemy obespecheniya maslozhirovoy promyshlennosti otechestvennym syr'em // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2013. – № 2 (18). – S. 4–6.
14. Radchenko N., Sokolovskaya E. Pererabotka rapsa v Respublike Belarus': analiz tendentsiy i strategicheskie orientiry // Agrarnaya ekonomika. – 2018. – № 1 (272). – S. 47–55.
15. Lukomets V.M., Zelensov S.V., Krivoshlykov K.M. Perspektivy i rezervy rasshireniya proizvodstva maslichnykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2015. – Vyp. 4 (164). – S. 81–102.
16. Morozova I.M., Mazurova N.N., Zen'kova N.N., Zhernosekov D.D. [i dr.] Prigodnost' semyan maslichnykh kul'tur dlya proizvodstva kormovoy produktsii // Vestnik Vitsebskago dzyarzhaynaga universiteta. – 2024. – № 1 (122). – S. 25–29.
17. Qian S., Ahmed A., He P., He P., Munir S. [et al.]. *Bacillus amyloliquefaciens* AK-12 helps rapeseed establish a protection against *Brevicoryne brassicae* // International Journal of Molecular Sciences. – 2023. – Vol. 24 (21). – Art. No. 15893.
18. Zhuravlev A.V., Marukhin A.S. Sistemnoe proektirovanie resursosbergayushchey mashinnoy tekhnologii pererabotki semyan rapsa // Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. – 2016. – № 1 (9). – S. 58–65.
19. Shneyder P.A., Zaets V.G., Dolgikh A.V., Sheina V.V. Sistema zashchity rapsa ot vrednykh organizmov v sovremennoy tekhnologii ego vozdeleyvaniya // Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. – 2008. – № 2. – S. 52–63.
20. Vieri A.Y., Nurrochmat D.R., Assen B.W., Rosella E. [et al.]. Market position of rapeseed products from the prime producing countries in the global market // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. – 2024. – Vol. 1379 (1). – Art. No. 012016.
21. GOST 31759-2012 Maslo rapsovoe. Tekhnicheskie usloviya. – M.: Standartinform, 2014. – 11 s.
22. Oleynikova E.N., Yanova M.A., Pyzhikova N.I., Ryabtsev A.A. [i dr.] Yarovoy raps – perspektivnaya kul'tura dlya razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Krasnoyarskogo kraya // Vestnik KrasGAU. – 2019. – № 1 (142). – S. 74–80.
23. Peeters K., Tamayo-Tenorio A. Comparing analytical methods for erucic acid determination in rapeseed protein products // Foods. – 2022. – Vol. 11 (6). – 815.
24. Warner D.J., Lewis K.A. Evaluation of the risks of contaminating low erucic acid rapeseed with high erucic rapeseed and identification of mitigation strategies // Agriculture. – 2019. – Vol. 9 (9). – P. 190.
25. Zubkova T.V. Rezultaty agroekologicheskogo ispytaniya sortov yarovogo rapsa v usloviyakh lesostepi Tsentral'no-Chernozemnogo regiona i analiz kachestva masla, poluchennogo iz ego semyan // Vestnik KrasGAU. – 2022. – № 1 (178). – S. 69–75.
26. Yunusov O., Ayubova I., Nomozov O., Qodirov A. [et al.]. Investigating the process of refining rapeseed oil // E3S Web of Conferences 497. – 2024. – Art. No. 03053.
27. Bochkareva E.B., Gorlova L.A., Serdyuk V.V., Strel'nikov E.A. [i dr.]. Sort vysokoleinynogo rapsa ozimogo Olivin // Maslichnye kul'tury. – 2020. – № 2 (182). – S. 154–157.
28. Bunin E.S., Kalashnikov G.V., Makeev S.V. Sravnitel'nyy analiz pishchevoy i kormovoy tsennosti semyan rapsa, vysushennykh konvektivnym sposobom i s pomoshch'yu SVCh-energopodvoda v zakruchennom potoke teplosositelya // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy. – 2020. – T. 82. – № 3 (85). – S. 32–38.
29. Sachan D.S., Naimuddin S.K., Patra D., Subha L. [et al.]. Advancements in enhancing oil quality in rapeseed and mustard: a comprehensive review // Journal of Experimental Agriculture International. – 2024. – Vol. 46 (5). – P. 181–193.
30. Kuznetsova G.N., Polyakova R.S. Vliyanie klimaticheskikh usloviy na urozhaynost', maslennost' i zhirnokislotojnyy sostav masla rapsa yarovogo // International Agricultural Journal. – 2021. – № 2. – C. 84–94.
31. Solonnikova, N.V., Prudnikov S.M., Istoshina N.Yu. Vliyanie massovoy doli erukovoy kisloty na relaksatsionnye kharakteristiki protonov masla semyan rapsa // Nauchnye trudy KubGTU. – 2016. – № 6. – S. 113–122.
32. Solomonova E.V., Embaturova E.Yu., Yu.S. Cheryatova, Monakhos S.G. Maslennost' rapsa: botanicheskaya priroda, biokhimicheskie osobennosti i pishchevoy potentsial // Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. – 2023. – № 4. – S. 58–74.
33. Nurlygayanov R.B., Lazarenko A.N., Sorokin L.L., Slukhov A.N. [i dr.] Maslichnye kul'tury v Rossii v nachale XX veka // AgroEkoInfo. – 2022. – № 6 (54).

34. Wang X., Li X., Hui Ju, Hang H. [et al.]. The formation approaches of volatile compounds in Chinese traditional hot-pressed fragrant rapeseed oil // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 2024. – Vol. 101 (11).
35. Shen J., Liu Y., Wang X., Bai J. [et al.]. A comprehensive review of health-benefiting components in rapeseed oil // *Nutrients*. – 2023. – Vol. 15 (4). – P. 999.
36. Kowalska G., Kowalski R., Hawlena J., Rowiński R. Seeds of oilseed rape as an alternative source of protein and minerals // *Journal of Elementology*. – 2020. – Vol. 25 (2). – P. 513–522.
37. Bayurov L.I. Raps – kul'tura budushchego! // *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2021. – № 167. – S. 1–19.
38. Lobanov V.G., Minakova A.D., Shul'vinskaya I.V., Shcherbakov V.G. Maslichnye rasteniya semeystva kapustnykh – perspektivnoe syr'e dlya Rossii // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya*. – 2003. – № 2–3 (273–274). – S. 24–26.
39. Bochkareva E.B., Gorlova L.A., Serdyuk V.V., Strel'nikov E.A. Seleksiya rapsa ozimogo vo VNIIMK: istoriya i novye rezul'taty (obzor) // *Maslichnye kul'tury*. – 2021. – № 4 (188). – S. 87–95.
40. Khamrakulova M.Kh., Ibrokhimova F.E. Izuchenie mestnogo rapsovogo masla dlya pishchevoy tseli // *Universum: tekhnicheskie nauki*. – 2021. – № 3–3 (84). – S. 79–82.
41. Gamayurova V.S., Rzechitskaya L.E. Mify i real'nost' v pishchevoy promyshlennosti. II. Sravnenie pishchevoy i biologicheskoy tsennosti rastitel'nykh masel // *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. – 2011. – № 18. – S. 146–155.
42. Kurochkin V.N., Shcherbak N.A., Nazarenko S.A. Za-konomernosti proizvodstva i pererabotki maslichnykh kul'tur v YuFO // *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*. – 2014. – № 4 (16). – S. 309–319.
43. Bykova S.F., Davidenko E.K., Efimenko S.G., Efimenko S.K. Perspektivy razvitiya syr'evoy bazy maslozhирового kompleksa Rossii // *Pishchevaya promyshlennost'*. – 2017. – № 5. – S. 20–24.
44. Lapa V.V., Ivakhnenko N.N., Lopukh M.S., Kulesh O.G. [i dr.]. Kachestvo semyan yarovogo rapsa v zavisimosti ot sistem udobreniya // *Pochvovedenie i agrokimiya*. – 2012. – № 2 (49). – S. 109–121.
45. Lisitsyn A.N., Grigor'eva V.N., Lishaeva L.N. Rol' nauki v innovatsionnom razvitii maslozhирового kompleksa i obespechenii prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii // *Pishchevaya promyshlennost'*. – 2014. – № 12. – S. 26–28.
46. Dedov A.V., Savenkov V.P., Khryukin N.N., Epifantseva A.M. Sbor semyan, rastitel'nogo masla i kormovogo belka yarovogo rapsa v zavisimosti ot sposobov i sistem osnovnoy obrabotki pochvy v sevooborote v usloviyakh lesostepi TsFO Rossii // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2020. – T. 13. – № 1 (64). – S. 69–76.
47. Kravchenko S.N., Renzyaev A.O., Stenina N.A. Otsenka stabil'nosti usovershenstvovannogo tekhnologicheskogo potoka proizvodstva rapsovogo masla // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. – 2022. – T. 36. – № 6. – S. 89–93.
48. Goncharov S.V., Gorlova L.A. Seleksiya rapsa v sootvetstvi s ozhidaniyami maslozhирового kompleksa // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2018. – № 3 (58). – S. 38–45.
49. Mkhitar'yants L.A., Mkhitar'yants G.A., Marasheva A.N., Timofeenko T.I. Osobennosti khimicheskogo sostava semyan rapsa sovremennykh selektsionnykh sortov // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya*. – 2012. – № 4. – S. 33–36.
50. Verkhoturova E.V., Verkhoturov V.V. Issledovanie zhirno-kislотного состава масел, полученных из семян капустных культур (Brassicaceae), выращенных на территории Иркутской области // *Mat-ly mezhdunar. nauch.-prak. konf. molod. uchenykh: «Aktual'nye problemy biotekhnologii i veterinarnoy meditsiny»*. – Irkutsk, 2017. – S. 12–17.
51. Savenkov V.P., Dedov A.V., Khryukin N.N. Vliyaniye priemov i sistem osnovnoy obrabotki pochvy na sbor semyan, rastitel'nogo masla i kormovogo belka soi i yarovogo rapsa v pervoy rotatsii sevooborota // *Maslichnye kul'tury*. – 2021. – № 1 (185). – S. 43–51.
52. Gushchina V.A., Lykova A.S. Produktivnost' agrotsenoza yarovogo rapsa (*Brassica napus oleifera annua* Metzger) v parovom zvene sevooborota pri razlichnykh srokakh poseva i normakh vyseva v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya // *Niva Povolzh'ya*. – 2009. – № 4 (13). – S. 6–11.
53. Staroselska N., Korchak M., Ovsiannikova T., Falalieieva T. [et al.]. Improving the technology of oxidative stabilization of rapeseed oil // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2024. – Vol. 1 (6 (127)). – P. 6–12.
54. Gorshkov V.I. Novyy ekologicheski plastichnyy sort rapsa yarovogo Erebus // *Maslichnye kul'tury*. – 2022. – № 4 (192). – S. 113–118.
55. Gorshkov V.I. Forpost KL – pervyy otechestvennyy sort yarovogo rapsa, ustoychivyy k imidazolinovym gerbitsidam // *Maslichnye kul'tury*. – 2023. – № 3 (195). – S. 108–113.
56. Kshnikatkina A.N., Prakhova T.Ya., Krylov A.P. Agroekologicheskoe izuchenie maslichnykh kul'tur semeystva BRASSICACEAE v usloviyakh Srednego Povolzh'ya // *Niva Povolzh'ya*. – 2018. – № 1 (46). – S. 54–60.
57. Kudinova M.G., Shevchuk N.A., Korneva G.V., Zakharova E.V. [i dr.]. Ekonomicheskaya effektivnost' proizvodstva rapsa, kak vysokomarzhinal'noy kul'tury regiona, i rol' SWOT-analiza v ego nauchno-tekhnologicheskoy forsayte // *Innovatsii i investitsii*. – 2023. – № 2. – S. 202–209.

Сведения об авторах

П.Д. Осмоловский, мл. науч. сотр., канд. с.-х. наук
А.А. Тевченков, мл. науч. сотр.

Получено/Received

10.10.2024

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

18.10.2024

Получено после доработки/Manuscript revised

25.10.2024

Принято/Accepted

31.10.2024

Manuscript on-line

25.12.2024