

Татьяна Владимировна Зубкова^{1✉}

¹ Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец, Липецкая область, Россия

¹ ZubkovaTanua@yandex.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТОВ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА И АНАЛИЗ КАЧЕСТВА МАСЛА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ЕГО СЕМЯН

Цель исследования – сравнительная оценка разных сортов ярового рапса, способных реализовать потенциал продуктивности в почвенно-климатических условиях Липецкой области. Задачи: дать сравнительную оценку продуктивности разных сортов ярового рапса в условиях лесостепи ЦЧР; определить содержание жира в семенах и валовой выход масла с 1 га; оценить жирно-кислотный состав масла, полученного из семян изучаемых сортов. Агроэкологическое испытание сортов ярового рапса проводилось на учебном опытном поле Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина в 2018–2020 гг. Объектами исследования являлись сорта отечественной селекции Мадригал, Фаворит и сорт иностранной селекции Абилити. В качестве стандарта использовали высокоурожайный сорт Риф. В среднем за три года исследования стабильно высокая урожайность и масличность отмечена у сорта иностранной селекции Абилити, составив соответственно 2,01 т/га и 44,3 %. Из сортов отечественной селекции максимальной урожайностью характеризовался сорт Фаворит (1,92 т/га), который превышал контрольный сорт Риф по продуктивности на 12,2 %, а по валовому сбору масла – на 11,8 %. Максимальный сбор масла обеспечивали семена сорта Абилити (890,4 кг/га), превышая контроль на 148,1 кг/га. Установлено, что все полученные образцы масла можно использовать на пищевые цели, так как по содержанию эруковой кислоты они соответствовали требованиям ГОСТ 31759-2012. Самым высоким содержанием по олеиновой кислоте отличались масла, полученные из семян сортов Абилити (64,1 %) и Риф (59,7 %). Высокое содержание линолевой + линолелаудиновой жирных кислот отмечалось в масле сорта Абилити (18,2 %) и Фаворит (22,9 %). Все исследуемые образцы масла характеризовались низкими показателями пальмитиновой кислоты (0,1–3,8 %).

Ключевые слова: яровой рапс, сорта, урожайность, масло, жирнокислотный состав

Для цитирования: 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. С. 69–75. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-69-75.

Tatiana Vladimirovna Zubkova^{1✉}

¹ Yelets State University named after I.A. Bunin, Yelets, Lipetsk Region, Russia

¹ ZubkovaTanua@yandex.ru

SPRING RAPESEED VARIETIES AGROECOLOGICAL TEST RESULTS IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION FOREST STEPPE AND THE OIL QUALITY ANALYSIS OBTAINED FROM ITS SEEDS

The purpose of the study is a comparative assessment of different varieties of spring rape, capable of realizing the productivity potential in the soil and climatic conditions of the Lipetsk Region. Objectives: to give a comparative assessment of the productivity of different varieties of spring rape in the forest-steppe

of the Central Black Earth Region; to determine the content of fat in seeds and the gross yield of oil from 1 hectare; to evaluate the fatty acid composition of the oil obtained from the seeds of the studied varieties. Agroecological testing of varieties of spring rapeseed was carried out on the training experimental field of the Yelets State University named after I.A. Bunin in 2018–2020. The objects of the study were varieties of domestic selection Madrigal, Favorit and a variety of foreign selection Ability. The high-yielding cultivar Rif was used as a standard. On average, over three years of research, a consistently high yield and oil content was noted in the foreign variety Ability, amounting to 2.01 t/ha and 44.3 %, respectively. Of the varieties of domestic selection, the variety Favorit was characterized by the maximum yield (1.92 t/ha), which exceeded the control variety Rif in productivity by 12.2 %, and in gross oil collection – by 11.8 %. The maximum collection of oil was provided by seeds of the Ability variety (890.4 kg / ha), exceeding the control by 148.1 kg/ha. It was found that all the obtained oil samples can be used for food purposes, since they met the requirements of GOST 31759-2012 in terms of the erucic acid content. The oils obtained from the seeds of the Ability (64.1 %) and Rif (59.7 %) varieties were distinguished by the highest content of oleic acid. The high content of linoleic + linoleic fatty acids was noted in the Ability (18.2 %) and Favorit (22.9 %). All studied oil samples were characterized by low values of palmitic acid (0.1–3.8 %).

Keywords: spring rapeseed, varieties, yield, oil, fatty acid composition

For citation: Zubkova T.V. Spring rapeseed varieties agroecological test results in the Central Black Earth Region forest steppe and the oil quality analysis obtained from its seeds // Bulliten KrasSAU. 2022;(1):69–75. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-1-69-75.

Введение. Рапс (*Brassica napus*) является известной культурой, которая используется во всем мире для производства масла [1–3]. Семена рапса характеризуются высоким процентным содержанием в них масла, которое обладает комплексом полезных жирных кислот. Рапсовое масло по жирнокислотному составу является близким к оливковому маслу, а по содержанию витамина Е превосходит подсолнечное и льняное [4, 5]. В настоящее время усилия селекционеров направлены на увеличение доли олеиновой кислоты в рапсовом масле.

На урожайность рапса, кроме агрономических методов возделывания, большое влияние оказывают местоположение, тип почвы, климатические условия. При этом правильно подобранный сорт является одним из основных факторов увеличения продуктивности культуры [6]. За последние сорок лет наблюдается значительный рост производства семян рапса благодаря внедрению сортов с низким содержанием эруковой кислоты и глюкозинолатов.

Селекционерами создан достаточно обширный ассортимент сортов рапса различных направлений хозяйственного использования, но при этом средняя урожайность культуры в России остается достаточно низкой [7].

По всему миру распространены различные сорта ярового рапса, они широко применяются не только для получения рапсового масла, но и для получения шрота, жмыха и биодизеля. В последнее время стали активно использовать

сами растения для получения листовых продуктов с целью потребления их человеком [8].

Сегодня рапс для России – это пищевое масло, источник белка и отличный предшественник для зерновых культур. Условия лесостепи Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) являются весьма благоприятными для возделывания данной культуры в полных объемах.

Цель исследования – сравнительная оценка разных сортов ярового рапса, способных реализовывать потенциал продуктивности в почвенно-климатических условиях Липецкой области.

Задачи: дать сравнительную оценку продуктивности разных сортов ярового рапса в условиях лесостепи ЦЧР; определить содержание жира в семенах и валовой выход масла с 1 га; оценить жирнокислотный состав масла, полученного из семян изучаемых сортов.

Материалы и методы. Исследование экологического сортоиспытания сортов ярового рапса проводили в 2018–2020 гг. на базе опытного поля ЕГУ им. И.А. Бунина. Изучали продуктивность сортов отечественной селекции Мадригал, Фаворит и сорта иностранной селекции Абилити. В качестве стандарта использовали высокоурожайный сорт Риф. Опыты закладывали в 4-кратной повторности. Площадь опытных делянок составляла 20 м², площадь учетных – 10 м².

Высевали яровой рапс в III декаде апреля, на глубину 2–3 см, с нормой посева 2,0 млн шт/га.

По срокам это приходилось: в 2018 г. – на 28 апреля, в 2019 г. – на 25 апреля и в 2020 г. – на 27 апреля. ГТК по годам исследования составлял: 2018 г. – 0,58; 2019 г. – 0,94; 2020 г. – 1,28. Условия 2018 г. были засушливыми и складывались удовлетворительно для развития растений рапса, что в целом сказалось на урожайности культуры. Вегетационный период 2019 г. также характеризовался высоким температурным режимом воздуха и недостаточным увлажнением. Самые благоприятные условия для развития ярового рапса сложились в 2020 г.

Уход за посевами включал в себя обработку против вредителей препаратом «Альтерр КЭ» 0,1 л/га и против сорной растительности гербицидами «Лонтрел 300», 30 % ВР в дозе 0,4 л/га и «Фюзилад Форте», 15 % КЭ, 1 л/га.

Почва участка – чернозем выщелоченный, со следующей агрохимической характеристикой: рН – 5,6–5,7; содержание гумуса – 5,60–5,72 %, фосфора – 193,2–195,3 мг/кг, калия – 113,7–116,0 мг/кг.

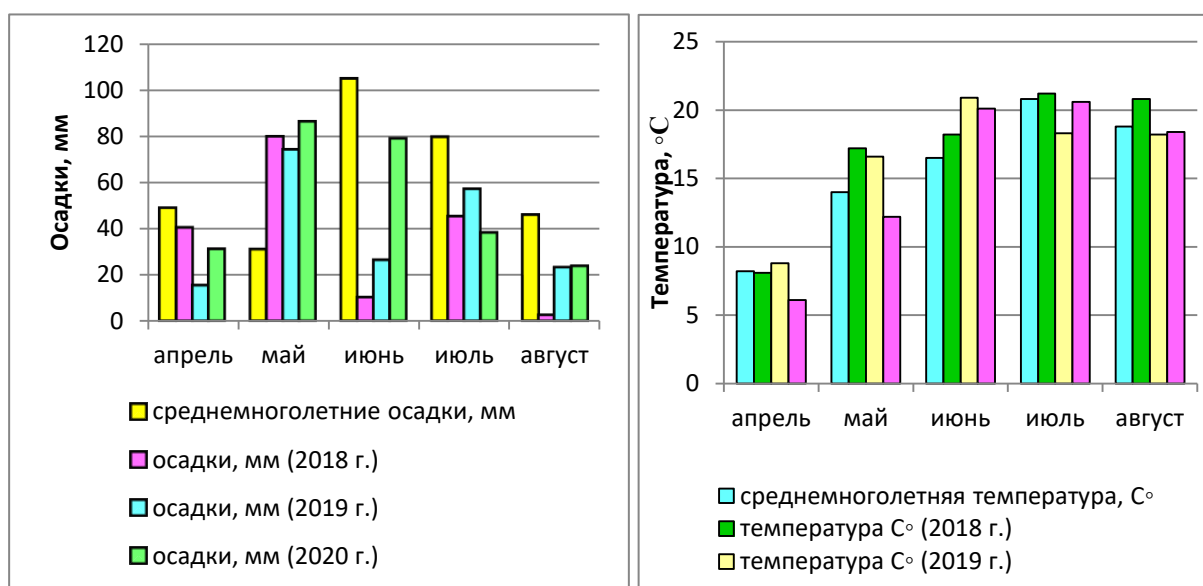


Рис. 1. Погодные условия 2018–2020 гг.

Возделывание рапса осуществляли по общепринятым методикам, характерным для лесостепи Центрального федерального округа Российской Федерации. Агрохимический анализ почвы, качественный анализ семян и жирнокислотный состав масла осуществляли в научно-исследовательской агрохимической лаборатории ЕГУ им. И.А. Бунина. Химическому анализу подвергали образцы нерафинированного масла, полученные путем холодного отжима в лабораторных условиях с использованием ручного шнекового маслопресса Piteba. Анализ жирнокислотного состава растительного масла провели хроматографическим методом [9] на «Кристалле 2000 М», колонка CR-WAXms.

Результаты и их обсуждение. Экологическое испытание сортов в одной климатической зоне по основным хозяйственным признакам позволяет выделить наиболее продуктивные и адаптированные к условиям лесостепи ЦЧР.

Самой высокой урожайностью за годы исследования характеризовался сорт иностранной селекции Абилити, которая в среднем составила 2,01 т/га, что превышало урожайность сорта Риф на 0,3 т/га. Мадригал по урожайности уступал всем изучаемым сортам. Его урожайность составила в среднем 1,62 т/га, что на 0,09 т/га ниже стандарта. Сорт Фаворит по урожайности находился между сортами Абилити и Риф, превысив стандарт на 12,3 %.

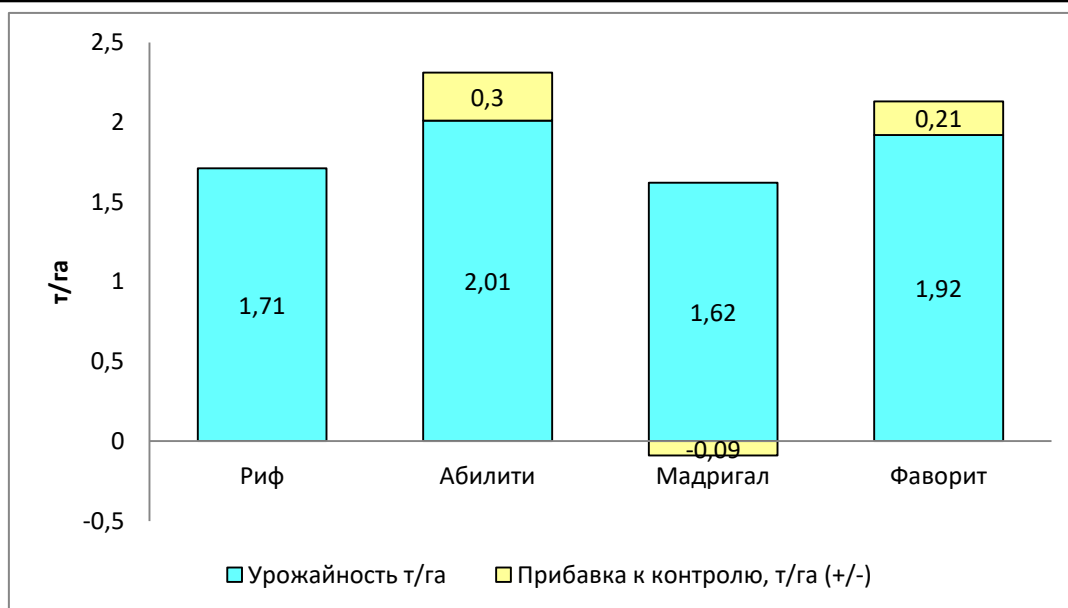


Рис. 2. Урожайность разных сортов ярового рапса, т/га (среднее за 2018–2020 гг.)

Масличность семян изучаемых сортов ярового рапса в среднем за три года исследования составила 43,21–44,30 %.

Высоким содержанием в семенах жира отличались сорта Абилити (44,3%) и Мадригал (44,12 %), которые превышали стандарт на 0,89 и 0,71 % соответственно. Масличность семян сорта Фаворит была наименьшей и составила 43,21 %.

В производстве масличных культур большое значение имеет валовой сбор масла с единицы площади, который зависит от урожайности и содержания масла. Низкое содержание жира в семенах сорта Фаворит компенсировалось ростом его урожайности, что отразилось на валовом выходе масла, превысив по данному показателю стандарт на 11,8 % (рис. 3).

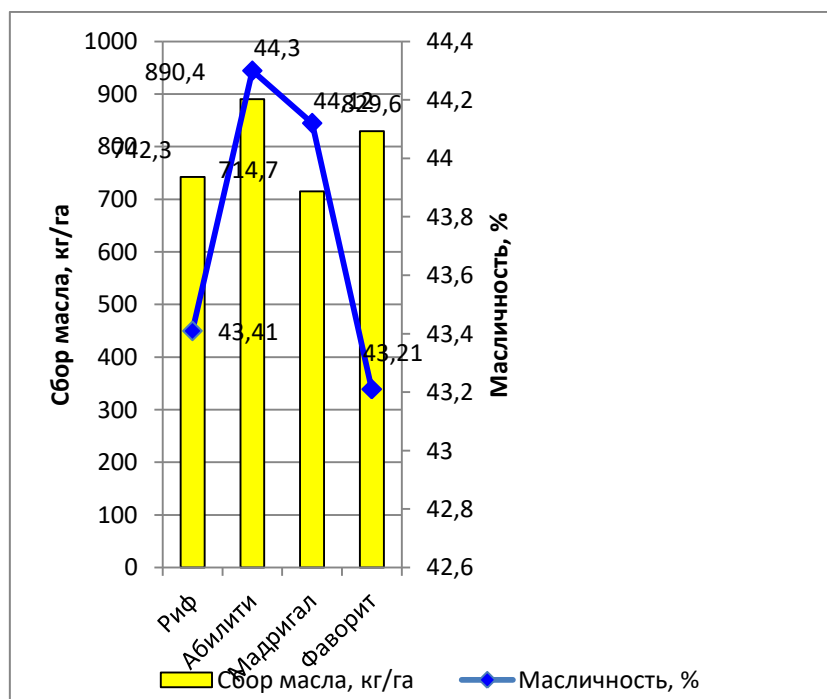


Рис. 3. Содержание и сбор сырого жира сортов ярового рапса (среднее за 2018–2020 гг.)

Максимальный сбор масла обеспечивали семена сорта Абилити (890,4 кг/га), превышая контроль на 148,1 кг/га. Минимальное количество валового сбора масла обеспечивал сорт Мадригал – 714,7 кг/га.

Жирнокислотный состав масличных культур является важным технологическим показателем, характеризующим пищевую ценность растительного масла.

Среди насыщенных жирных кислот наибольшую опасность представляет пальмитиновая кислота (C₁₆). Масло с высоким содержанием данной кислоты становится опасным для человека. Исследуемые образцы масла характеризовались низкими показателями данной кислоты 0,1–3,8 % (табл. 1).

Таблица 1

Содержание жирных кислот в растительном масле, полученном из семян разных сортов, % (среднее 2018–2020 гг.)

| Жирные кислоты | Сорт ярового рапса | | | |
|--|--------------------|----------|---------|------|
| | Абилити | Мадригал | Фаворит | Риф |
| C ₁₆ Пальмитиновая | 3,5 | 0,1 | 3,8 | 0,1 |
| C ₁₈ Стеариновая | 1,8 | 1,2 | 1,9 | 0,1 |
| C _{18:1n9c} Олеиновая | 64,1 | 49,6 | 56,9 | 59,7 |
| C _{18:2n6c} + C _{18:2n6t} Линолевая + Линолелаидиновая | 18,2 | 11,4 | 22,9 | 23,7 |
| C _{18:3n6} γ-Линоленовая | 9,9 | 2,5 | 7,2 | 10,1 |
| Другие кислоты | 2,5 | 35,2 | 7,3 | 6,3 |

Самым главным представителем Омега-9 жирных кислот является олеиновая кислота. Это незаменимая мононенасыщенная жирная кислота. Максимальное количество данной кислоты отмечалось в масле, полученном из семян сортов Абилити (64,1 %) и Риф (59,7 %).

Линолевая и линоленовая кислоты являются незаменимыми жирными кислотами для организма человека. Максимальным содержанием этих кислот характеризовалось масло сорта Риф – 23,7 и 10,1 % соответственно. Также вы-

сокое содержание линолевой + линолелаидиновой жирных кислот отмечалось в масле сортов Абилити (18,2 %) и Фаворит (22,9 %).

Массовая доля эруковой кислоты в изучаемых образцах масла составляла от 0,6 до 0,7 % к сумме жирных кислот, что не превышало требования ГОСТ 31759-2012, поэтому такое масло можно использовать в пищевых целях.

С целью оценки соотношения жирных кислот в масле изучаемых сортов были рассчитаны коэффициенты корреляции (табл. 2).

Таблица 2

Корреляционная связь между жирными кислотами в рапсовом масле разных сортов

| Жирные кислоты | C ₁₃ | C ₁₄ | C ₁₆ | C ₁₈ | C _{18:1n9c} | C _{18:2n6c} + C _{18:2n6t} | C _{18:3n6} γ | C ₂₀ | C _{20:1} |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|---|-----------------------|-----------------|-------------------|
| C ₁₀ | 0,99 | -0,16 | 0,57 | -0,10 | 0,47 | -0,35 | -0,378 | -0,49 | 0,79 |
| C ₁₃ | | -0,20 | 0,56 | -0,15 | 0,47 | -0,29 | -0,32 | -0,44 | 0,80 |
| C ₁₄ | | | -0,63 | 0,99 | -0,43 | -0,42 | -0,70 | -0,17 | -0,67 |
| C ₁₆ | | | | -0,54 | 0,96 | 0,96 | -0,42 | -0,65 | 0,91 |
| C ₁₈ | | | | | -0,33 | -0,53 | -0,78 | -0,29 | -0,61 |
| C _{18:1n9c} | | | | | | -0,63 | -0,29 | -0,80 | 0,78 |
| C _{18:2n6c} + C _{18:2n6t} | | | | | | | 0,91 | 0,96 | -0,20 |
| C _{18:3n6} γ | | | | | | | | 0,81 | 0,01 |
| C ₂₀ | | | | | | | | | -0,45 |

Анализ данных таблицы 2 показал, что в основном корреляционная зависимость имела отрицательные показатели, это означает, что одна кислота увеличивается, а другая уменьшается. Тесная корреляция наблюдалась между кислотами: каприновой и тридекановой ($r = 0,99$); каприновой и гондоиновой ($r = 0,79$); тридекановой и гондоиновой ($r = 0,80$); миристиновой и стеариновой ($r = 0,99$); пальмитиновой и олеиновой, пальмитиновой и линолевой + линолелаидиновой ($r = 0,96$); пальмитиновой и гондоиновой ($r = 0,91$); олеиновой и гондоиновой ($r = 0,78$); линолевой + линолелаидиновой и линоленовой ($r = 0,91$); линолевой + линолелаидиновой и арахисовой ($r = 0,96$); линоленовой и арахисовой ($r = 0,81$).

Заключение. Проведенное экологическое сортоиспытание ярового рапса в условиях лесостепи ЦЧР в среднем за три года исследования показало, что стабильно высокая урожайность и масличность отмечена у сорта иностранной селекции Абилити, составив соответственно 2,01 т/га и 44,3 %. Из сортов отечественной селекции максимальной урожайностью характеризовался сорт Фаворит (1,92 т/га), который превышал контрольный сорт Риф по продуктивности на 0,21 т/га, а по валовому сбору масла – на 87,3 кг/га.

Следует отметить, что все полученные образцы масла можно использовать на пищевые цели, так как по содержанию эруковой кислоты они соответствовали требованиям ГОСТ 31759-2012.

Самым высоким содержанием по олеиновой кислоте отличались масла, полученные из семян сортов Абилити (64,1 %) и Риф (59,7 %). Все исследуемые образцы масла характеризовались низкими показателями пальмитиновой кислоты (0,1–3,8 %).

Список источников

1. *Виноградов Д.В.* Состояние производства и российский рынок масличных культур // Социально-экономические аспекты современного развития АПК: опыт, проблемы, перспективы: мат-лы II Всерос. науч.-практ. конф. Саратов: СГАУ, 2009. С. 20–23.
2. *Виноградов Д.В.* Пути повышения ресурсосбережения в интенсивном производстве ярового рапса // Международный технико-экономический журнал. 2009. № 2. С. 62–64.

3. *Виноградов Д.В.* Биохимическая оценка семян масличных культур юга Нечерноземья России // Молодежь и инновации – 2009: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию УО БГСХА. Горки, 2009. С. 28–30.
4. *Гулидова В.А., Зубкова Т.В.* Испытания сортов и гибридов ярового рапса в лесостепи ЦЧР // Земледелие. 2012. № 7. С. 41–42.
5. *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 им. П.А. Костычева. 2020. № 4 (48). С. 17–23.
6. *Зубкова Т.В.* Формирование высокопродуктивных посевов ярового рапса в зависимости от основных агроприемов возделывания в условиях лесостепи ЦЧР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Орловский ГАУ. Орел, 2013. 21 с.
7. *Горшков В.И.* Параметры моделей сортов ярового рапса для условий Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (37). С. 74–78.
8. *Fara M.A., Eldin M.G.S., Kassem H., and Abouel Fetouh M.* Metabolome classification of *Brassica napus* L. Organs via UPLC-QTOF-PDA-MS and their anti-oxidant potential // *Phytochem. Anal.* 2013. 24. P. 277–287. DOI: 10.1002/pca.2408.
9. ГОСТ 30418-96. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава. Введ. 1998-01-01. М.: 2008. 12 с.

References

1. *Vinogradov D.V.* Sostoyanie proizvodstva i rossijskij rynek maslichnyh kul'tur // *Social'no-ekonomicheskie aspekty sovremennogo razvitiya APK: opyt, problemy, perspektivy: mat-ly II Vseros. nauch.-prakt. konf. Saratov: SGAU, 2009. S. 20–23.*
2. *Vinogradov D.V.* Puti povysheniya resursosbezheniya v intensivnom proizvodstve yarovogo rapsa // *Mezhdunarodnyj tehniko-ekonomicheskij zhurnal.* 2009. № 2. S. 62–64.
3. *Vinogradov D.V.* Biohimicheskaya ocenka semyan maslichnyh kul'tur yuga Nечernozem'ya Rossii // *Molodezh' i innovacii – 2009:*

- mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 170-letiyu UO BGSHA. Gorki, 2009. S. 28–30.
4. *Gulidova V.A., Zubkova T.V.* Ispytaniya sortov i gibridov yarovogo rapsa v lesostepi CChR // *Zemledelie*. 2012. № 7. S. 41–42.
 5. *Dubrovina O.A., Zubkova T.V., Vinogradov D.V.* Nakoplenie mikro`elementov rasteniyami yarovogo rapsa pri ispol'zovanii kurinogo pometa i ceolita // *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva*. 2020. № 4 (48). S. 17–23.
 6. *Zubkova T.V.* Formirovanie vysokoproduktivnyh posevov yarovogo rapsa v zavisimosti ot osnovnyh agropriemov vozdeleyvaniya v usloviyah lesostepi CChR: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk / Orlovskij GAU. Orel, 2013. 21 s.
 7. *Gorshkov V.I.* Parametry modelej sortov yarovogo rapsa dlya uslovij Central'nogo Chernozem'ya // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. № 2 (37). S. 74–78.
 8. *Fara M.A., Eldin M.G.S., Kassem H., and Abouel Fetouh M.* Metabolome classification of *Brassica napus* L. Organsvia UPLC-QTOF-PDA-MS and their anti-oxidant potential // *Phytochem. Anal.* 2013. 24. P. 277–287. DOI: 10.1002/pca.2408.
 9. GOST 30418-96. Masla rastitel'nye. Metod opredeleniya zhirnokislotsnogo sostava. Vved. 1998-01-01. M.: 2008. 12 s.

Статья принята к публикации 21.10.2021 / The article accepted for publication 21.10.2021.

Информация об авторах:

Татьяна Владимировна Зубкова¹, заведующая кафедрой технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Information about the authors:

Tatiana Vladimirovna Zubkova¹, Head of the Department of Storage Technology and Processing of Agricultural Products, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

