

Жирнокислотный состав масла семян конопли посевной при ее возделывании в лесостепи Среднего Поволжья

Вера Александровна Гущина, Антон Дмитриевич Смирнов, Наталья Николаевна Сологуб, Иван Игоревич Сологуб
Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия
e-mail: guschina.v.a@pgau.ru

Аннотация. Конопля преимущественно является источником сырья для получения волокна. Однако особый интерес вызывает конопляное масло, характеризующееся редкими пищевыми и лечебными свойствами. К одному из приемов, способствующих повышению качества конопляного масла, относится применение микроэлементных удобрений, которые характеризуются низкой стоимостью, высокой эффективностью и экологической безопасностью. Поэтому целью исследований является изучение влияния срока проведения foliarной обработки конопли технической микроэлементными удобрениями на содержание масла и его жирнокислотный состав. На накопление масла наибольшее влияние оказывают К – Гумат – Na с микроэлементами и Agree's «Магний», где его содержание в среднем за два года составило 33,0 %. Наибольший эффект по маслоснакоплению наблюдали от двукратной некорневой подкормки, при этом маслячность семян достигала 32,7 %. В масле конопли идентифицированы 18 жирных кислот, а также установлена их доля в количественном отношении. На долю трудноусваиваемых насыщенных жирных кислот приходится 9,446 %. Суммарное содержание полиненасыщенных жирных кислот составило 70,503 % с преобладанием линолевой (55,65 %) и α -линоленовой (14,853 %) кислот. Из мононенасыщенных максимально представлена олеиновая кислота (15,033 %). В масле конопли наиболее благоприятное соотношение ω -6 и ω -3 ненасыщенных жирных кислот – 3,7:1, что соответствует рекомендациям Института питания РАМН для рациона здорового человека.

Ключевые слова: конопля; конопляное масло; маслоснакопление; жирнокислотный состав.

Для цитирования: Гущина В. А., Смирнов А. Д., Сологуб Н. Н., Сологуб И. И. Жирнокислотный состав масла семян конопли посевной при ее возделывании в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2022. № 4. С. 4–8. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp4-8>.

AGRONOMY

Original article

Fatty acid composition of hemp seed oil during its cultivation in the forest-steppe zone of the Middle Volga region

Vera A. Gushchina, Anton D. Smirnov, Natalya N. Sologub, Ivan I. Sologub
Penza State Agrarian University, Penza, Russia
e-mail: guschina.v.a@pgau.ru

Abstract. Hemp is predominantly a source of raw material for fiber production. However, hemp oil is also of particular interest, as it is characterized by rare nutritional and medicinal properties. One of the methods that improve the hemp oil quality is the application of microelement fertilizers, which are characterized by low cost, high efficiency and environmental safety. Therefore, the purpose of the research is to study the effect of the period of foliar treatment of technical hemp with microelement fertilizers on the oil content and its fatty acid composition. The oil accumulation is most affected by K – Humate – Na with trace elements and Agree's «Magnesium», where its content on average over two years was 33.0 %. The greatest effect on oil accumulation was after double foliar top dressing, while the oil content of the seeds reached 32.7%. In hemp oil, 18 fatty acids have been identified, and their proportion in quantitative terms has also been established. The share of hard-to-digest saturated fatty acids accounts for 9.446%. The total content of polyunsaturated fatty acids was 70.503% with a predominance of linoleic (55.65%) and α -linolenic (14.853%) acids. Of the monounsaturated ones, oleic acid is the most represented (15.033%). In hemp oil, the most favorable ratio of ω -6 and ω -3 unsaturated fatty acids is 3.7: 1, which corresponds to the recommendations of the Institute of Nutrition of the Russian Academy of Medical Sciences for the diet of a healthy person.

Keywords: hemp; hemp oil; oil accumulation; fatty acid composition.

For citation: Gushchina V. A., Smirnov A. D., Sologub N. N., Sologub I. I. Fatty acid composition of hemp seed oil during its cultivation in the forest-steppe zone of the Middle Volga region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(4):4–8. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i4pp4-8>.

Введение. В мировой экономике большим спросом пользуется практически вся продукция, которую получают из конопли, поэтому ее называют культурой многоцелевого использования. Преимущественно она является источником сырья для получения волокна. Несмотря на то, что, по мнению А.В. Ващенко и его коллег (2020), к основной масличной культуре в РФ относится подсолнечник [1], особый интерес вызывает





и конопляное масло, характеризующееся редкими пищевыми и лечебными свойствами, что позволяет использовать его в кондитерской и фармацевтической промышленности, хотя объем производства достаточно ограничен.

Относясь к полувывсыхающим маслам, оно применяется для изготовления олифы и лака [10]. Отсутствие токсических веществ в масле позволяет не проводить его дополнительную очистку, что делает возможным использование в пищевой промышленности [6]. Об уникальном жирнокислотном составе масла свидетельствует наличие в нем полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), тем более, что линолевая, линоленовая и γ -линоленовая не синтезируются организмом человека, а поступают только с пищей. Содержащиеся в нем терпеноподобные компоненты придают маслу приятный «ореховый» запах. Поэтому его используют в качестве ароматизатора в косметических средствах по уходу за кожей, при производстве продовольственных товаров и спиртных напитков [4, 11, 13].

В то же время возникает необходимость в изучении и внедрении агроприемов, способствующих повышению качества конопляного масла. К таким элементам относится применение микроэлементных удобрений, которые характеризуются низкой стоимостью, высокой эффективностью и экологической безопасностью.

Создание высокопродуктивных агроценозов конопли зависит так же от оптимальных сроков проведения некорневых подкормок препаратами отечественного производства. В связи с этим целью исследований является изучение влияния срока проведения фолитарной обработки конопли технической микроэлементными удобрениями на содержание масла и его жирнокислотный состав.

Методика исследований. Идентификацию и определение содержания высокомолекулярных жирных кислот (ВЖК) в масле семян конопли технической сорта Сурская в урожае, полученном в 2019–2020 гг., выполняли методом газожидкостной хроматографии. Получение метиловых эфиров жирных кислот проводили по ГОСТ Р 51 486-99. Разделение метиловых эфиров осуществляли на хроматографе «Кристалл 5000.1». Содержание жира определяли методом обезжиренного остатка на аппарате Сокслета по ГОСТ Р 51 483-99.

Эксперимент заложен в ООО «Коноплекс Пенза» на выщелоченном черноземе, пахотный горизонт которого характеризуется следующими агрохимическими показателями: рН – 4,9–5,1 (ГОСТ 26483-85), содержание гумуса по И.В. Тюрину – 4,8–5,1 (ГОСТ 26213-91), легкогидролизуемого азота по методу Корнфилда – 72–105 мг/кг почвы, подвижного фосфора и обменного калия 32,1–55,0 и 78–90 мг/кг почвы соответственно (ГОСТ 26204-91).

В первый год исследований (2019 г.) посев проведен 6 мая, с задержкой на 25 дней – во второй год, то есть 31.05.2020 г. Предшественник – чистый пар. Под предпосевную культивацию внесена азофоска из расчета 32 кг/га каждого макроэлемента. Посев проводили сеялкой AmazoneD9 рядовым способом с нормой высева 2 млн шт/га всхожих семян на глубину 3–4 см с одновременным прикатыванием рядков. Для борьбы с сорной растительностью в ранние фазы онтогенеза конопли проводили боронование легкими боровами.

Полевой опыт заложен по методике Б.А. Доспехова (1985) в четырехкратной повторности с площадью делянок первого порядка 70 м², второго – 10 м² [5].

Схемой опыта предусмотрено изучение двух факторов. Фактор А – фаза развития конопли, при достижении которой проводили некорневую подкормку растений: 1) фаза трех пар настоящих листьев; 2) фаза бутонизации; 3) двукратная некорневая подкормка (фаза трех пар настоящих листьев + фаза бутонизации). Фактор В – микроэлементные удобрения, применяемые для обработки растений: 1) контроль (обработка водой); 2) Поли-Фид (5 кг/га) препарат, сбалансированный по макро- и микроэлементам в легкоусвояемой форме; 3) К – Гумат – Na с микроэлементами (1 л/га) – стимулятор роста природного происхождения на основе гуминовых кислот; 4) Agree's «Магний» (3 л/га) – комплексное удобрение в жидком виде, содержащее аминокислоты и магний в высокой концентрации; 5) Agree's «Аминовит» (1,4 л/га) – комплексное удобрение в жидком виде с микроэлементами в хелатной форме; 6) Agree's «Кальций (CaO)» (3 л/га) – органоминеральное микроэлементное удобрение в жидком виде; 7) Полишанс (0,4 л/га) – препарат на основе экстракта морских водорослей и сбалансированной смеси макро- и микроэлементов. Подкормку, с расходом рабочей жидкости 300 л/га, проводили ранцевым опрыскивателем вручную.

Результаты исследований. В годы проведения исследований гидротермические условия за вегетационный период были практически одинаковыми. В 2019 г. ГТК составил 0,74, что соответствовало недостаточному увлажнению. Засушливые условия при ГТК – 0,68 сложились в 2020 г. (рис. 1).

Однако на отдельных этапах онтогенеза они различались значительно. Так, в период посев – всходы, продолжавшийся 5 дней, в первый год проведения эксперимента выпало всего 1,7 мм осадков при среднесуточной темпера-

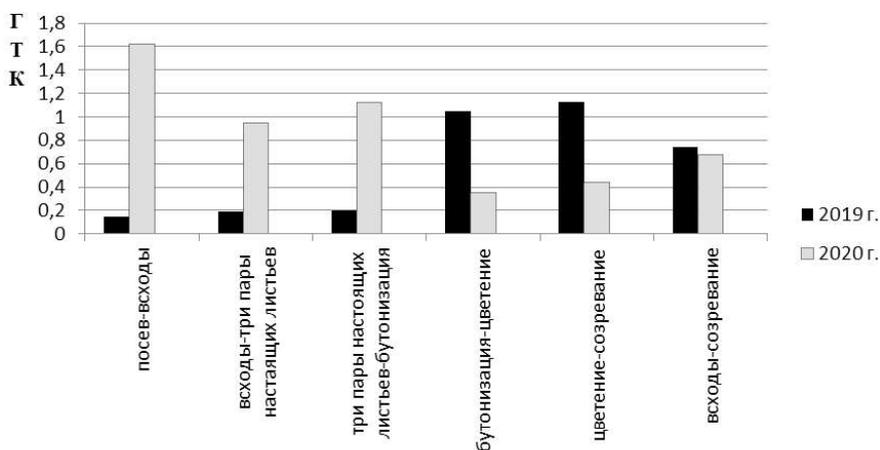


Рис. 1. Гидротермический коэффициент по фазам развития конопли технической, 2019–2020 гг.



туре 18,9 °С, ГТК был на уровне 0,15. Во второй год исследований всходы появились на шестые сутки при ГТК 1,62.

К моменту проведения первой некорневой подкормки в 2019 г. было очень сухо (ГТК 0,19). На месяц позже наступила фаза трех пар настоящих листьев во второй год исследований, когда условия увлажнения были лучше, но все же характеризовались как недостаточные (ГТК 0,95). В следующий межфазный период сохранилась та же тенденция. За период три пары настоящих листьев – бутонизация в 2019 г., который продолжался 32 дня, выпало всего 13,5 мм осадков, против 62,7 мм во второй год исследований, когда за 26 дней данного периода сумма активных температур была на 110,8 °С выше и составила 559,3 °С.

Вторая фоллиарная обработка, проведенная в фазу бутонизации в 2020 г., совпала с повышенной солнечной инсоляцией, когда ГТК составил 0,35. В период цветение – созревание, продолжавшийся 53 дня, как и в предыдущий год, сложились также сухие условия (ГТК 0,44). В 2019 г., напротив, отмечено достаточное увлажнение, ГТК 1,05 и 1,13 соответственно межфазным периодам.

Однако масличность семян изменялась незначительно: от 32,12 до 32,88 % по препаратам, от 32,38 до 32,49 % по фазам некорневых подкормок в 2019 г., от 32,58 до 33,25 % и от 32,85 до 32,95 % соответственно в 2020 г. (табл. 1). Следует отметить, что на накопление масла, из изучаемых препаратов, наибольшее влияние оказывают К – Гумат – На с микроэлементами и Agree's «Магний», где его содержание в среднем за два года составило 33,0 %. Наибольший эффект по маслоснакоплению наблюдали от двукратной некорневой подкормки, при этом масличность семян достигала 32,7 %. Масло, согласно М.С. Касторных и др. (2014), характеризуется зеленым цветом, который обусловлен наличием хлорофилла, то есть зеленого пигмента, перешедшего в него из семенных оболочек [8].

Таблица 1

Содержание масла в семенах конопли посевной, %

| Фактор А – фаза обработки растений | Фактор В – препарат | 2019 г. | 2020 г. | Среднее |
|--|----------------------------------|---------|---------|---------|
| 3 пары настоящих листьев | Контроль (вода) | 32,11 | 32,58 | 32,34 |
| | Поли-Фид | 32,17 | 32,65 | 32,41 |
| | К – Гумат – На с микроэлементами | 32,74 | 33,20 | 32,97 |
| | Agree's «Магний» | 32,81 | 33,26 | 33,03 |
| | Agree's «Аминовит» | 32,19 | 32,66 | 32,42 |
| | Agree's «Кальций (СаО)» | 32,18 | 32,63 | 32,40 |
| | Полишанс | 32,20 | 32,69 | 32,44 |
| Среднее по сроку | | 32,38 | 32,85 | 32,66 |
| Бутонизация | Контроль (вода) | 32,13 | 32,59 | 32,36 |
| | Поли-Фид | 32,24 | 32,69 | 32,46 |
| | К – Гумат – На с микроэлементами | 32,80 | 33,27 | 33,03 |
| | Agree's «Магний» | 32,91 | 33,36 | 33,13 |
| | Agree's «Аминовит» | 32,29 | 32,75 | 32,52 |
| | Agree's «Кальций (СаО)» | 32,21 | 32,66 | 32,43 |
| | Полишанс | 32,29 | 32,73 | 32,51 |
| Среднее по сроку | | 32,46 | 32,91 | 32,68 |
| 3 пары настоящих листьев + бутонизация | Контроль (вода) | 32,12 | 32,57 | 32,34 |
| | Поли-Фид | 32,26 | 32,72 | 32,49 |
| | К – Гумат – На с микроэлементами | 32,83 | 33,28 | 33,05 |
| | Agree's «Магний» | 32,94 | 33,41 | 33,17 |
| | Agree's «Аминовит» | 32,35 | 32,81 | 32,58 |
| | Agree's «Кальций (СаО)» | 32,23 | 32,69 | 32,46 |
| | Полишанс | 32,33 | 32,80 | 32,56 |
| Среднее по сроку | | 32,49 | 32,95 | 32,72 |
| Среднее по препаратам | Контроль (вода) | 32,12 | 32,58 | 32,35 |
| | Поли-Фид | 32,22 | 32,69 | 32,45 |
| | К – Гумат – На с микроэлементами | 32,79 | 33,25 | 33,02 |
| | Agree's «Магний» | 32,88 | 33,25 | 33,06 |
| | Agree's «Аминовит» | 32,28 | 32,74 | 32,51 |
| | Agree's «Кальций (СаО)» | 32,20 | 32,66 | 32,43 |
| | Полишанс | 32,27 | 32,73 | 32,50 |
| НСР ₀₅ А | | 0,3 | 0,11 | |
| НСР ₀₅ В, АВ | | 0,4 | 0,17 | |
| НСР ₀₅ частные различия | | 0,77 | 0,29 | |

Масло конопли по своему жирнокислотному составу принадлежит к лучшим пищевым маслам линоленовой группы. В результате лабораторных анализов в масле семян конопли идентифицированы 18 жирных кислот, а также установлена их доля в количественном отношении (табл. 2).

Таблица 2

Влияние фоллиарных обработок конопли посевной, в различные фазы развития, на содержание жирных кислот в масле, % от суммы

| Жирная кислота | Фаза обработки конопли | | | | | | Среднее |
|-----------------------------------|----------------------------|---------|-------------|---------|--|---------|---------|
| | три пары настоящих листьев | | бутонизация | | три пары настоящих листьев + бутонизация | | |
| | 2019 г. | 2020 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2019 г. | 2020 г. | |
| Миристиновая (C14:0) | 0,029 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,030 |
| Пентодекановая (C15:0) | 0,016 | 0,014 | 0,015 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 0,014 |
| Пальмитиновая (C16:0) | 5,579 | 5,605 | 5,623 | 5,642 | 5,598 | 5,624 | 5,612 |
| Пальмитолеиновая (C16:1) | 0,093 | 0,093 | 0,097 | 0,100 | 0,095 | 0,097 | 0,095 |
| Маргариновая (C17:0) | 0,051 | 0,051 | 0,053 | 0,054 | 0,052 | 0,052 | 0,053 |
| Маргаринолеиновая (C17:1) | 0,026 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,020 | 0,025 | 0,022 |
| Стеариновая (C18:0) | 3,308 | 3,258 | 3,298 | 3,301 | 3,298 | 3,269 | 3,288 |
| Олеиновая (C18:1n9c) | 15,166 | 14,994 | 15,032 | 14,890 | 15,096 | 15,017 | 15,033 |
| Линолевая (C18:2n6c) | 55,584 | 55,880 | 55,549 | 55,543 | 55,618 | 55,729 | 55,650 |
| γ-линоленовая (C18:3n6) | 2,465 | 2,508 | 2,578 | 2,631 | 2,560 | 2,556 | 2,250 |
| α-линоленовая (C18:3n3) | 14,816 | 14,760 | 14,863 | 15,002 | 14,822 | 14,852 | 14,853 |
| Стеаридониковая(C18:4) | 0,812 | 0,781 | 0,814 | 0,827 | 0,805 | 0,797 | 0,806 |
| Арахидиновая(C20:0) | 0,940 | 0,924 | 0,947 | 0,952 | 0,939 | 0,936 | 0,940 |
| Эйкозеновая (гондоиновая) (C20:1) | 0,398 | 0,406 | 0,397 | 0,399 | 0,402 | 0,403 | 0,400 |
| Эйкозодиеновая(C20:2c-11,14) | 0,155 | 0,054 | 0,188 | 0,057 | 0,149 | 0,055 | 0,110 |
| Бегеновая(C22:0) | 0,344 | 0,332 | 0,300 | 0,348 | 0,292 | 0,300 | 0,319 |
| Эруковая(C22:1n9) | 0,084 | 0,091 | 0,076 | 0,057 | 0,079 | 0,077 | 0,077 |
| Лигноцеридовая (C24:0) | 0,134 | 0,119 | 0,131 | 0,133 | 0,131 | 0,127 | 0,130 |

В среднем по опыту, независимо от условий года и фазы обработки вегетирующих растений микроэлементными удобрениями, на долю трудноусваиваемых насыщенных жирных кислот приходится 9,446 %. Более половины из них (5,612 %) составляет пальмитиновая кислота (C16:0), активизирующая выработку эластина и коллагена, третью часть (3,288 %) – стеариновая (C18:0). На следующем месте по содержанию предельных жирных кислот (0,940 %) стоит арахидиновая (C20:0) и в три раза меньше по отношению к ней обнаружено бегеновой кислоты (C22:0). Хотя на долю миристиновой кислоты (C14:0) приходится только 0,03 %, однако бактерицидные свойства конопляного масла увеличиваются.

Из полиненасыщенных жирных кислот преобладают линолевая (C18:2) – 55,65 % с высокой биологической активностью и α-линоленовая (C18:3n3) – 14,853 %, которые условно объединены в так называемую группу «витамин F». Суммарное их содержание в наших исследованиях составило 70,503 %. Из мононенасыщенных максимально представлена олеиновая кислота (C18:1n9c) – 15,033 %, которая усиливает активность линолевой кислоты. Являясь доминирующими непредельными жирными кислотами конопляного масла, в сумме их количество составляет 85,536 %.

Следует отметить, что в масле конопли наиболее благоприятное соотношение ω-6 и ω-3 ненасыщенных жирных кислот. Из ω-6 хорошо представлены линолевая кислота и γ-линоленовая, в сумме их содержание составляет 57,9 %. Сумма жирных кислот, входящих в разряд ω-3, составляет 15,659 %. При этом на долю α-линоленовой кислоты приходится 14,853 % и только 0,806 % – на долю диетически ценной стеаридониковой кислоты. Следовательно, их соотношение составило 3,7:1, то есть, согласно U. Erasmus (1995), практически такое же, как в «жировом депо» человека [12]. По рекомендациям Института питания РАМН соотношение ω-6:ω-3 в рационе здорового человека составляет 10:1, для лечебного питания – от 3:1 до 5:1 [8].

Жирные кислоты семейства ω-3 официально признаны минорными и для взрослого человека установлена физиологическая потребность 0,8–1,6 г/сут. Сбалансированное потребление ПНЖК с пищевым рационом снижает риск развития сердечно-сосудистых, онкологических заболеваний и уровень холестерина, повышает функции иммунной системы, устойчивость организма к инфекциям и простудным заболеваниям [9]. В незначительных количествах (0,11 %) в масле содержится эйкозодиеновая кислота.

Мононенасыщенные жирные кислоты из семейства ω-9 представлены преимущественно олеиновой кислотой – 15,033 %. По некоторым данным, она препятствует осаждению холестерина на стенках сосудов [7].

Эйкозеновая или гондоиновая кислота этого же семейства содержится в масле в очень малых количествах (0,4 %). Эруковая «не пищевая» кислота [3], являющаяся основным компонентом для экологического дизельного то-



плива, обнаружена в низких количествах – 0,077 %. По данному показателю конопляное масло отвечает требованиям ГОСТ 30623-98 для пищевых растительных масел (не более 5 %). Иначе она не утилизируется ферментной системой млекопитающих и имеет тенденцию замедлять рост и наступление репродуктивной зрелости организма [2].

Заключение. Наибольший эффект по маслосемянности наблюдали от двукратной некорневой подкормки, при этом масличность семян достигала 32,7 %. В масле конопли идентифицированы 18 жирных кислот.

Биологическая ценность конопляного масла обусловлена присутствием легкоусваиваемых полиненасыщенных жирных кислот: линолевой (55 %) и линоленовой (15 %). Оптимальному количеству соответствует содержание мононенасыщенной олеиновой кислоты (15 %). На долю трудноусваиваемых насыщенных стабильных кислот приходится более 5 % в виде пальмитиновой и более 3 % в виде стеариновой кислот.

Уникальный биохимический состав масла позволяет использовать его не только в пищу, но и как терапевтическое средство широкого спектра действия. Жмых и шрот являются прекрасной добавкой в рацион кормления животных.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ващенко А. В., Каменев Р. А., Солодовников А. П., Жук Е. А. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 1. С. 4–8.
2. Гаврилова В. А., Брач Н. Б., Дубовская А. Г., Конькова Н. Г., Пороховинова Е. А. Генетические и селекционные аспекты, определяющие качество семян, масла и шрота льна, подсолнечника, рапса и рыжика // *Масложировая индустрия – 2005: факторы, определяющие качество масложировых продуктов: материалы докладов 5-й Междунар. конф.* СПб., 2005. С. 20–22.
3. Григорьев В. С., Шеленга Т. В., Батуринов В. С., Сарана Ю. В. Биохимическая характеристика семян конопли из различных регионов России // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2010. № 4. С. 22–24.
4. Димитриев В. Л., Ложкин А. Г., Яковлева М. И. Жирно-кислотный состав масла конопли и его использование // *Инновационные достижения науки и техники АПК: сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конф.* Кинель, 2018. С. 242–245.
5. Доспехов Б. А. *Методика полевого опыта*. М., 1985. 351 с.
6. Зеленина О. Н., Серков В. А. Жирнокислотный состав масла семян новых сортов и гибридов среднерусской конопли // *Вестник РАСХН*. 2011. № 2. С. 77–79.
7. Зеленина О. Н., Прахова Т. Я. Жирно-кислотный состав маслосемян озимого рыжика сорта Пензяк // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. Вып. 2 (141). 2019. С. 119–122.
8. Касторных М. С., Кузьмина В. А., Пучкова Ю. С. Товароведение и экспертиза пищевых жиров молока и молочных продуктов. М., 2014. 328 с.
9. Тринеева О. В., Сливкин А. И. Изучение жирнокислотного состава растительных масел и масляных экстрактов фармацевтического назначения методами ГЖХ // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2016. Т. 16. № 2. С. 212–219.
10. Шеленга Т. В., Григорьев В. С., Батуринов В. С., Сарана Ю. В. Биохимическая характеристика семян конопли (*cannabis sativa* L) из различных регионов // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2010. № 4. С. 22–23.
11. Biewinga E. E., G. van der Bijl. Sustainability of energy crops in Europe. A methodology developed and applied // *Centre for Agriculture and Environment, Netherlands; Utrecht*. 1996. 259 p.
12. Erasmus U. Fats that Heal, Fats that Kill // *Canada*. 1995. Vol. 5. J 5B9. P. 157–158.
13. Guzman D. Hemp oil shows huge gains in food and personal care // *Chem. Market Rptr.*, 2001. P. 259–307.

REFERENCES

1. Vashchenko A. V., Kamenev R. A., Solodovnikov A. P., Zhuk E. A. The use of mineral fertilizers and bacterial preparations for sunflower on ordinary chernozem. *Agrarian scientific journal*. 2020; 1: 4–8. (In Russ.).
2. Gavrilova V. A., Brach N. B., Dubovskaya A. G., Konkova N. G., Porokhovinova E. A. Genetic and breeding aspects that determine the quality of seeds, oil and meal of flax, sunflower, rapeseed and camelina. *Oil and fat industry - 2005: factors determining the quality of oil and fat products*. SPb., 2005: 20–22. (In Russ.).
3. Grigoriev V. S., Shelenga T. V., Baturin V. S., Sarana Yu. V. Biochemical characteristics of hemp seeds from various regions of Russia. *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2010; 4: 22–24. (In Russ.).
4. Dimitriev V. L., Lozhkin A. G., Yakovleva M. I. Fatty acid composition of hemp oil and its use. Kinel, 2018: 242–245. (In Russ.).
5. Dospikhov B. A. *Methods of field experience*. Moscow, 1985. 351 p. (In Russ.).
6. Zelenina O. N., Serkov V. A. Fatty acid composition of seed oil of new varieties and hybrids of Central Russian hemp. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2011; 2: 77–79. (In Russ.).
7. Zelenina O. N., Prakhova T. Ya. Fatty acid composition of oilseeds of winter camelina variety Penzyak. *Oil crops*. 2016; 2 (141): 119–122. (In Russ.).
8. Kastomykh M. S., Kuzmina V. A., Puchkova Yu. S. Commodity research and examination of edible fats in milk and dairy products. Moscow, 2014. 328 p. (In Russ.).
9. Trineeva O. V., Slivkin A. I. Study of the fatty acid composition of vegetable oils and oil extracts for pharmaceutical purposes by GLC. *Sorption and chromatographic processes*. 2016; 16; 2: 212–219. (In Russ.).
10. Shelenga T. V., Grigoriev V. S., Baturin V. S., Sarana Yu. V. Biochemical characteristics of hemp seeds (*cannabis sativa* L) from different regions. *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2010; 4: 22–23. (In Russ.).
11. Biewinga E. E., G. van der Bijl. Sustainability of energy crops in Europe. A methodology developed and applied. Center for Agriculture and Environment, Netherlands; Utrecht. 1996. 259 p.
12. Erasmus U. Fats that Heal, Fats that Kill. *Canada*. 1995; 5: J5B9: 157–158.
13. Guzman D. Hemp oil shows huge gains in food and personal care. *Chem. Market Rptr*. 2001: 259–307.

*Статья поступила в редакцию 14.11.2021; одобрена после рецензирования 1.12.2021; принята к публикации 12.12.2021.
The article was submitted 14.11.2021; approved after reviewing 1.12.2021; accepted for publication 12.12.2021.*

