

Исследование качественных показателей сафлорового масла

Есмурат З. Матеев¹ mateew@mail.ru
Анастасия В. Терёхина¹ gorbatoва.nastia@yandex.ru
Максим В. Копылов¹ kopylov-maks@yandex.ru

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Реферат. Жирнокислотный состав растительных масел является основополагающей качественных характеристик. Для определения жирнокислотного состава использовалась колонка SP-2560 и газовый хроматограф «Хромотэк 5000.1». В результате исследований установлено, что в сафлоровом масле преобладают жирные кислоты 18 и 16 групп, содержание остальных жирных кислот в сумме составляет 1,2%. В исследуемом образце наблюдается преобладание омега-6 жирных кислот (концентрация 80% линолевой и γ -линоленовой жирных кислот). Омега-6 жирные кислоты помогают организму сжигать излишки жиров, вместо того чтобы откладывать их впрок. Натуральные жирные кислоты – кирпичики человеческих простагландинов, гормоноподобных веществ, способствующих нормализации кровяного давления, контролирующих мышечные сокращения и участвующих в иммунном ответе организма. К качественным характеристикам растительного масла относятся также физико-химические показатели. Кислотное число сафлорового масла составило КЧ = 1,07 мгКОН/г, перекисное число ПЧ = 8,09 ммоль/кгО₂, анизидиновое число сафлорового масла АЧ = 3,25. Влажность рапсового масла 0,03%. Сафлоровое масло возможно использовать в качестве биотоплива, низшая теплота его сгорания равна 36,978 МДж/кг; плотность – 913 кг/м³; кинематическая вязкость 85,6 мм²/с. По сравнению с рапсовым маслом наблюдается снижение удельного эффективного расхода топлива на 2,08%. Полученные данные жирнокислотного состава анализируемого образца сафлорового масла хорошо соотносятся с литературными данными, что свидетельствует о высокой точности проводимых исследований, исследуемый образец не относится к высокоолеиновым растительным маслам. Полученные значения для качественных характеристик свидетельствуют о перспективах использования данного вида масла непосредственно в пищу, а также для производства маслянистой продукции, такой как майонезы, соусы, спреды.

Ключевые слова: сафлор, жирнокислотный состав, масло, прессование, хроматографирование, качество

Research of qualitative indicators of safflower oil

Yesmurat Z. Mateyev¹ mateew@mail.ru
Anastasia V. Terekhina² gorbatoва.nastia@yandex.ru
Maksim V. Kopylov¹ kopylov-maks@yandex.ru

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Summary. Fatty acid composition of vegetable oils is the fundamental quality characteristics. To determine the fatty acid composition, the SP-2560 column and Chromotec 5000.1 gas chromatograph were used. As a result of the studies it was established that fatty acids of 18 and 16 groups prevail in safflower oil, the content of the remaining fatty acids in the total is 1.2%. In the test sample, the prevalence of omega-6 fatty acids (concentration of 80% of linoleic and γ -linolenic fatty acids) is observed. Omega-6 fatty acids help the body burn excess fat, instead of postponing it for future use. Natural fatty acids are the bricks of human prostaglandins, mountain-monopodic substances that help normalize blood pressure, control muscle contractions and participate in the immune response of the body. The qualitative characteristics of vegetable oil are also physicochemical indicators. The acid number of safflower oil was 1.07 mgKOH/g, the peroxide number was 8.09 mmol/kgO₂, the anisidine number of safflower oil was 3.25. Moisture of rapeseed oil is 0.03%. Safflower oil can be used as a biofuel, the lowest heat of its combustion is 36.978 MJ/kg; density – 913 kg/m³; kinematic viscosity 85.6 mm²/s. In comparison with rapeseed oil, the specific effective fuel consumption is reduced by 2.08%. The obtained fatty acid content of the analyzed sample of safflower oil is well correlated with the literature data, which indicates the high accuracy of the studies, the sample does not belong to the high oleic vegetable oils. The obtained values for qualitative characteristics indicate the prospects of using this type of oil directly in food, as well as for the production of oilseeds, such as mayonnaise, sauces, spreads.

Keywords: safflower, fatty acid composition, oil, pressing, chromatography, quality

Введение

Сафлоровое масло получают из семян сафлора, однолетнего цветущего растения. Средняя урожайность семян составляет 10–12 ц/га, при благоприятных условиях достигает более 20 ц/га. Сафлор (рисунок 1) выращивают преимущественно как маслянистую культуру. Его семена содержат 25–37% (в ядре 46–60%) полувысыхающих масел и до 12% белка. Сафлоровое масло приближается по вкусовым качествам подсолнечному и оливковому маслам, его используют в пищевых целях для изготовления маргарина, спредов и майонезов с купажированными маслянистыми основами.

Сафлоровое масло содержит крайне мало насыщенных жиров и много ненасыщенных. Это делает его отличным диетическим продуктом для людей, страдающих от сердечно-сосудистых заболеваний [1–6].

Высокое содержание витамина Е в сафлоровом масле превращает его в своеобразный антиоксидант, который очищает организм от свободных радикалов, которые приводят к старению клеток, и возникновению кардиологических и онкологических болезней. Сафлоровое масло относится к полувысыхающим растительным маслам также, как и подсолнечное [7–10].

Для цитирования

Матеев Е.З., Терёхина А.В., Копылов М.В. Исследование качественных показателей сафлорового масла // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 115–119. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-115-119

For citation

Mateyev Ye.Z., Terjohina A.V., Kopylov M.V. Research of qualitative indicators of safflower oil. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 115–119. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-115-119



Рисунок 1. Сафлор
Figure 1. Safflower

Жирнокислотный состав растительных масел является основополагающей качественных характеристик. Согласно литературным данным [1] в таблице 1 приведен жирнокислотный состав сафлорового масла и сафлорового масла с высоким содержанием олеиновой кислоты.

Жирнокислотный состав сафлорового масла

Таблица 1.

Table 1.

Fatty acid composition of safflower oil

Кислота Acid	Группа Group	Сафлоровое масло Safflower oil	Высокоолеиновое сафлоровое масло Highly oleic safflower oil
Лауриновая Lauric	C 12:0	НО	НО – 0,2
Миристиновая Myristic	C 14:0	НО – 0,2	НО – 0,2
Пальмитиновая Palmitic	C 16:0	5,3–8,0	3,6–6,0
Пальмитолеиновая Palmitoleic	C 16:1	НО – 0,2	НО – 0,2
Стеариновая Stearic	C 18:0	1,9–2,9	1,5–2,4
Олеиновая Oleic acid	C 18:1	8,4–21,3	70–83,7
Линолевая Linoleum	C 18:2	67,8–83,2	9,0–19,9
Линоленовая Linolenic	C 18:3	НО – 0,1	НО – 1,2
Арахидиновая Arachidic	C 20:0	0,2–0,4	0,3–0,6
Гондоиновая Gondoin	C 20:1	0,1–0,3	0,1–0,5
Бегеновая Behenovaya	C 22:0	НО – 1,0	НО – 0,4
Эруковая Eruk	C 22:1	НО – 1,8	НО – 0,3
Лигноцериновая Lignoceric	C 24:0	НО – 0,2	НО – 0,3
Ацетэруковая Acetum	C 24:1	НО – 0,2	НО – 0,3

НО – не определяются, принято за $\leq 0,05\%$ (ND – not determined, it is taken as $a \leq 0,05\%$)

Материалы и методы

Внутренние характеристики системы прессующего оборудования является функцией нескольких множеств независимых друг от друга переменных. Режим прессования влияет на химический состав масла. Исследуемый образец получен на экспериментальной установке «Шнековый маслопресс» на базе кафедры технологии жиров процессов и аппаратов химических и пищевых производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ» (рисунок 2) при следующих параметрах: кольцевой зазор зерновой камеры составляет: 0,7 мм; оптимальная частота вращения шнека 6–7 с⁻¹, при этом температура составляет 328–333 К.

Физико-химические показатели определялись в соответствии с ГОСТ 18848-73 «Масла растительные. Показатели качества».

Для определения жирнокислотного состава использовалась колонка SP-2560 и газовый хроматограф «Хроматэк 5000.1» (рисунок 3). При анализе получаемых при исследовании хроматограмм наиболее ответственным и сложным этапом

является идентификация пиков. Для определения содержания каждой из жирных кислот использовался метод нормализации по площади. В таблице 2 приведены результаты расчетов по компонентам сафлорового масла.

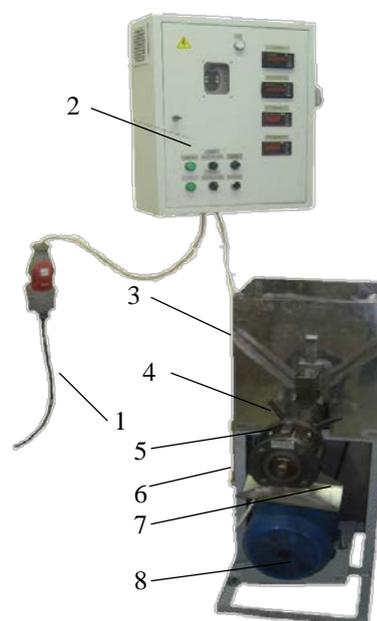


Рисунок 2. Экспериментальная установка МПЭ-1: 1 – источник электропитания; 2 – щит управления; 3 – загрузочный бункер; 4 – орган регулировки зазора; 5 – зерновая камера; 6 – станина; 7 – сборник масла; 8 – электропривод

Figure 2. Experimental setup the MPE-1: 1 – power source; 2 – control panel; 3 – hopper; 4 – gap adjustment; 5 – curb camera; 6 – frame; 7 – oil collector; 8 – drive

Массовую долю каждой из кислот вычисляли по формуле

$$\chi_i = \frac{S_i \cdot 100}{\sum_i S_i} \quad (1)$$

где S_i – площадь пика этилового эфира, мм²; $\sum_i S_i$ – сумма площадей всех пиков на хроматограмме, мм².



Рисунок 3. Хроматограф «Хроматэк 5000.1»

Figure 3. Chromatograph Chromatec 5000.1

Результаты и обсуждение

Из приведенной диаграммы (рисунок 5) и таблицы 2 видно, что в сафлоровом масле преобладают жирные кислоты 18 и 16 групп, содержание остальных жирных кислот в сумме составляет 1,2%. В исследуемом образце наблюдается преобладание омега-6 жирных кислот (концентрация 80% линолевой и γ -линоленовой жирных кислот). Омега-6 жирные кислоты помогают организму сжигать излишки жиров, вместо того чтобы откладывать их впрок. Натуральные жирные кислоты – кирпичики человеческих простагландинов, гормоноподобных веществ, способствующих нормализации кровяного давления, контролирующих мышечные сокращения и участвующих в иммунном ответе организма.

Таблица 2.

Расчет по компонентам сафлорового масла

Table 2.

The calculation of the components of safflower oil

Время, мин (Time, min)	Группа (Group)	Площадь, мм ² (Area, mm ²)	Высота, мм (Highness, mm)	Концентрация, % (Concentration, %)
38,294	14:0	32,992	7,095	0,122
42,415	16:0	1735,589	341,807	6,460
43,925	16:1	5,507	1,146	0,020
44,162	16:1	16,572	3,405	0,062
44,813	16:1	9,405	1,780	0,035
47,746	18:0	653,760	98,144	2,433
49,711	18:1	2613,986	295,746	9,729
49,963	18:1	172,445	24,437	0,642
52,071	18:2	19,851	2,301	0,074
52,939	18:2	21342,949	1467,863	79,434
53,809	20:0	95,015	17,102	0,354
55,901	20:1	42,382	7,301	0,158
56,293	18:3	31,454	4,764	0,117
60,641	22:0	69,204	14,173	0,258
67,335	24:0	27,737	5,091	0,103

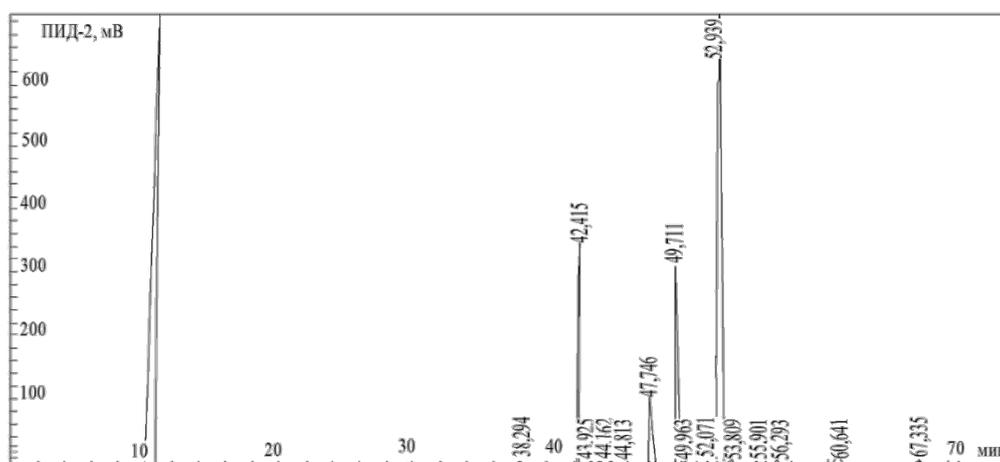


Рисунок 4. Хроматограмма

Figure 4. Chromatogram

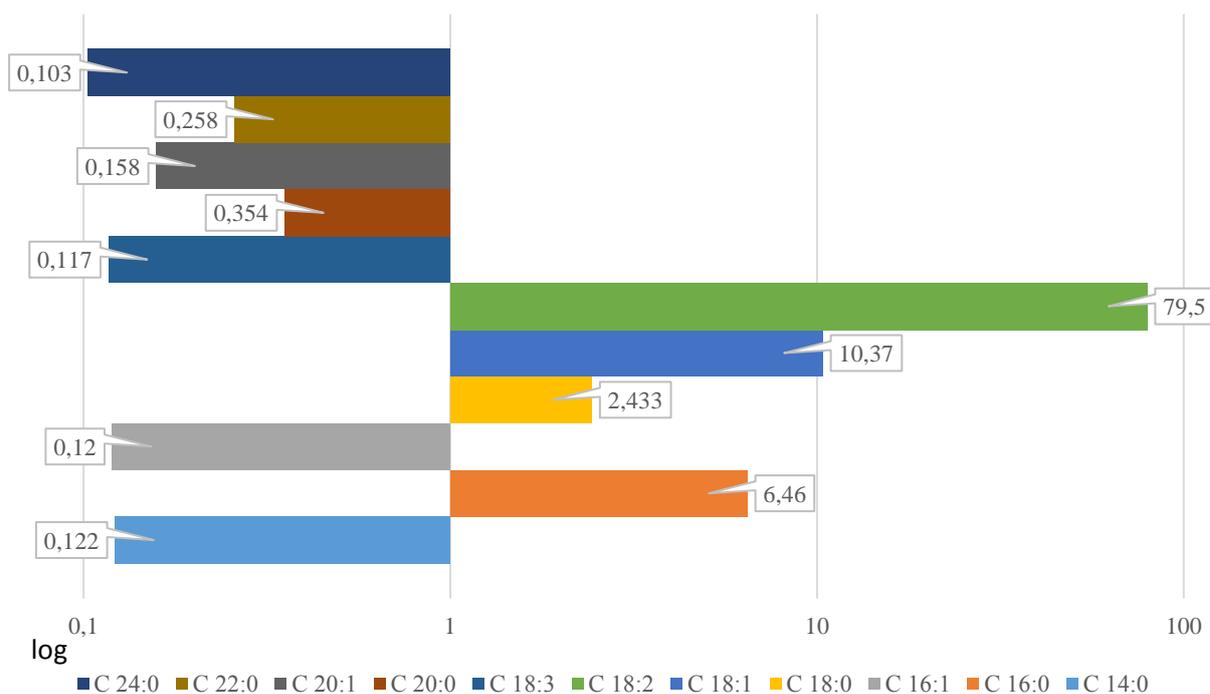


Рисунок 5. Содержание жирных кислот

Figure 5. The content of fatty acids

К качественным характеристикам растительного масла относятся также физико-химические показатели. Кислотное число сафлорового масла составило $KЧ = 1,07$ мгКОН/г, перекисное число $ПЧ = 8,09$ ммоль/кг O_2 , анизидиновое число сафлорового масла $АЧ = 3,25$. Влажность рапсового масла 0,03%. Полученные данные свидетельствуют о возможности использования данного масла непосредственно в пищу, а также для производства масличной продукции, такой как майонезы, соусы, спреды. Температура хранения для сафлорового масла не регламентируется, но погрузка и выгрузка масла должна проводиться в диапазоне температур от 10–20 °С.

Сафлоровое масло возможно использовать в качестве битоплива, низшая теплота его сгорания равна 36,978 МДж/кг; плотность – 913 кг/м³; кинематическая вязкость 85,6 мм²/с. По сравнению с рапсовым маслом наблюдается

снижение удельного эффективного расхода топлива на 2,08%. Дополнительно к этому Сафлор более засухоустойчив, высокоурожаен, проще по агротехническим и почвенно-климатическим требованиям.

Заключение

Полученные данные жирнокислотного состава анализируемого образца сафлорового масла хорошо соотносятся с литературными данными, что свидетельствует о высокой точности проводимых исследований, исследуемый образец не относится к высокоолеиновым растительным маслам. Полученные значения для качественных характеристик свидетельствуют о перспективах использования данного вида масла непосредственно в пищу, а также для производства масличной продукции, такой как майонезы, соусы, спреды.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кодекс Алиментариус. Жиры, масла и производные продукты. М.: Издательство «Весь Мир», 2007. 68 с.
- 2 Остриков А.Н., Слюсарев М.И., Горбатова А.В., Шендрик Т.А. Диффузионная модель перемешивания сливочно-растительных спредов // Вестник ВГУИТ. 2015. № 3 (65). С. 7–12.
- 3 Остриков А.Н., Смирных А.А., Горбатова А.В. Комплексное исследование реологических свойств спреда функциональной направленности // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 1 (99). С. 093–096.

- 4 Остриков А.Н., Горбатова А.В. Исследование кинетики процесса перемешивания спредов при переменном теплоподводе // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 2 (64). С. 10–13.
- 5 Антипов С.Т., Шахов С.В., Мартеха А.Н., Берестовой А.А. Разработка способа получения растительного масла из семян сафлора методом прессования в поле ультразвука // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4 (66). С. 7–10.
- 6 Матеев Е.З., Королькова Н.В., Кубасова А.Н., Глотова И.А. и др. Использование сафлорового масла в качестве биоактивного компонента при производстве косметических и моющих средств.

7 Василенко Л.И., Фролова Л.Н., Драган И.В., Мошкина С.В. Создание купажей функциональных растительных масел с длительным сроком хранения // Вестник ВГУИТ. 2013. № 3. С. 121–124.

8 Nkongho R.N., Ncnanji Y., Tataw O., Levang P. Less oil but more money! Artisanal palm oil milling in Cameroon // African Journal of Agricultural Research. 2014. P. 1586–1596.

9 Rodrigues J. et al. Modeling and optimization of laboratory-scale conditioning of *Jatropha curcas* L. seeds for oil expression // Industrial Crops and Products. 2016. V. 83. P. 614–619.

10 Moses D.R. Performance evaluation of continuous screw press for extraction soybean oil // American journal of science and technology. 2014. V. 1. № 5. P. 238–242.

REFERENCES

1 Kodeks alimentarius. Zhiry, masla [Codex Alimentarius. Fats, oils and products / Per. with English] Moscow, Ves' mir, 2007. 68 p. (in Russian)

2 Ostrikov A.N., Slyusarev M.I., Gorbatova A.V., Shendrik T.A. Diffusion model of mixing creamy-vegetable spreads. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET] 2015. no. 3 (65). pp. 7–12. (in Russian)

3 Ostrikov A.N., Smirnykh A.A., Gorbatova A.V. Complex research of rheological properties of a spread of functional orientation. *Vestnik AltGAU* [Proceedings of the Altai State Agrarian University] 2013. no. 1 (99). pp. 093–096. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Есмурат З. Матеев к.т.н., докторант, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mateew@mail.ru

Анастасия В. Терехина к.т.н., доцент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, gorbatova.nastia@yandex.ru

Максим В. Копылов к.т.н., доцент, кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kopylov-maks@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 16.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 18.08.2017

4 Ostrikov A.N., Gorbatova A.V. Investigation of the kinetics of the process of mixing spreads at variable heat supply *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 2 (64). pp. 10–13. (in Russian)

5 Antipov S.T., Shakhov S.V., Marthecha A.N., Berestovoi A.A. Development of a method for obtaining vegetable oil from safflower seeds by pressing in a ultrasound field. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 4 (66). pp. 7–10. (in Russian)

6 Mateev E.Z., Korolkova N.V., Kubasova A.N., Glotova I.A. et al. Ispol'zovanie saflorovogo masla v kachestve bioaktivnogo komponenta [Use of safflower oil as a bioactive ingredient in the manufacture of cosmetic and washing products] (in Russian)

7 Vasilenko L.I., Frolova L.N., Dragan I.V., Moshkina S.V. Creation of blends of functional vegetable oils with a long shelf life. *Vestnik VGUIT*. [Proceedings of VSUET] 2013. no. 3. pp. 121–124. (in Russian)

8 Nkongho R.N., Ncnanji Y., O. Tataw, Levang P. Less oil but more money! Artisanal palm oil milling in Cameroon. African Journal of Agricultural Research. 2014. pp. 1586–1596.

9 Rodrigues J. et al. Modeling and optimization of laboratory-scale conditioning of *Jatropha curcas* L. seeds for oil expression. Industrial Crops and Products. 2016. vol. 83. pp. 614–619.

10 Moses D.R. Performance evaluation of continuous screw press for extraction soybean oil. American journal of science and technology. 2014. vol. 1. no. 5. pp. 238–242.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Yesmurat Z. Mateyev candidate of technical sciences, doctoral, fats, process and apparatus of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mateew@mail.ru

Anastasia V. Terekhina candidate of technical sciences, assistant professor, fats, process and apparatus of chemical and food productions department Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, gorbatova.nastia@yandex.ru

Maksim V. Kopylov candidate of technical sciences, assistant professor, fats, process and apparatus of chemical and food productions department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kopylov-maks@yandex.ru

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.16.2017

ACCEPTED 8.18.2017