

Научная статья/Research Article

УДК 633.85:665.3:664.34:543.421/424

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-214-230

Валентин Игоревич Ущাপовский<sup>1✉</sup>, Агата Анатольевна Яковлева<sup>2</sup>,  
Любовь Анатольевна Зайцева<sup>3</sup>, Ирина Эдуардовна Миневиц<sup>4</sup>, Алексей Васильевич Галкин<sup>5</sup>  
<sup>1,2,3,4,5</sup>ФНЦ лубяных культур, Тверь, Россия

<sup>1</sup>v.uschapovsky@fncl.ru

<sup>2</sup>a.goncharova@fncl.ru

<sup>3</sup>l.zaitzeva@fncl.ru

<sup>4</sup>i.minevich@fncl.ru

<sup>5</sup>a.galkin@fncl.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ, ИЗВЛЕЧЕННЫХ ПРЕССОВАНИЕМ И ХИМИЧЕСКОЙ ЭКСТРАКЦИЕЙ

Цель исследования – сравнительная оценка свойств растительных масел, полученных методами прессования и химической экстракции. Задачи: проведение органолептической оценки прессованных коммерческих масел и лабораторных экстракционных образцов; определение стандартных показателей качества; анализ содержания каротиноидов и хлорофиллов методом УФ-спектроскопии. Исследования проводили на базе лаборатории переработки лубяных культур Федерального научного центра лубяных культур в г. Твери. Объект исследования – прессованные и экстракционные масла льна, конопля, рапса и черного тмина. В ходе работы установлено, что экстракционный метод обеспечивает более высокий выход масла (до 45 %) по сравнению с прессованием (до 25 %). Однако достижение большего выхода сопряжено с изменением характеристик продукта. По результатам органолептической оценки экстракционные масла обладают насыщенным цветом, но уступают прессованным образцам по следующим показателям: для них характерны менее выраженный запах с присутствием следов растворителя и меньшая прозрачность. Кислотное число экстракционных масел закономерно превышало значение этого показателя в прессованных маслах для всех исследованных культур, в то время как значения йодного числа и влажности всех образцов соответствовали установленным нормативам. Методом УФ-спектроскопии подтверждено наличие в исследуемых маслах пигментного комплекса. Во всех образцах зафиксированы пики поглощения в области 400–500 нм, характерные для каротиноидов. В экстракционных маслах дополнительно обнаружен пик в области 670 нм, указывающий на присутствие хлорофиллов, что коррелирует с их более интенсивной окраской. Полученные результаты подтверждают, что выбор способа получения является определяющим фактором, влияющим на выход, качество и потребительские свойства растительных масел. Выявленные закономерности могут быть использованы для оптимизации технологии переработки масличного сырья в зависимости от целевого назначения конечного продукта.

**Ключевые слова:** масличные культуры, растительное масло, каротиноиды, хлорофилл, спектрофотометрия

**Для цитирования:** Ущাপовский В.И., Яковлева А.А., Зайцева Л.А., и др. Исследование свойств растительных масел, извлеченных прессованием и химической экстракцией // Вестник КрасГАУ. 2026. № 5. С. 214–230. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-214-230.

**Финансирование:** исследование выполнено при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0007).

Valentin Igorevich Ushchapovsky<sup>1✉</sup>, Agata Anatolyevna Yakovleva<sup>2</sup>,  
Lyubov Anatolyevna Zaitseva<sup>3</sup>, Irina Eduardovna Minevich<sup>4</sup>, Alexey Vasilyevich Galkin<sup>5</sup>

1,2,3,4,5FSC for Bast Crops, Tver, Russia

<sup>1</sup>v.uschapovsky@fncl.ru

<sup>2</sup>a.goncharova@fncl.ru

<sup>3</sup>l.zaitseva@fncl.ru

<sup>4</sup>i.minevich@fncl.ru

<sup>5</sup>a.galkin@fncl.ru

## STUDY OF THE VEGETABLE OILS PROPERTIES EXTRACTED BY PRESSING AND CHEMICAL EXTRACTION

*The aim of the study is to comparatively evaluate the properties of vegetable oils obtained by pressing and chemical extraction methods. Objectives: conducting an organoleptic evaluation of pressed commercial oils and laboratory extraction samples; determining standard quality indicators; analyzing the content of carotenoids and chlorophylls using UV spectroscopy. Research was conducted at the Bast Crops Processing Laboratory of the Federal Scientific Center for Bast Crops in Tver. The object of the study was pressed and extracted oils of flax, hemp, rapeseed, and black cumin. The study found that the extraction method provides a higher oil yield (up to 45 %) compared to pressing (up to 25 %). However, achieving a higher yield is associated with changes in product characteristics. According to the results of the organoleptic evaluation, the extracted oils have a rich color, but are inferior to pressed samples in the following respects: they are characterized by a less pronounced odor with the presence of traces of solvent and less transparency. The acid number of the extracted oils naturally exceeded the value of this indicator in pressed oils for all the studied crops, while the values of the iodine number and moisture content of all samples corresponded to the established standards. UV spectroscopy confirmed the presence of a pigment complex in the oils studied. All samples exhibited absorption peaks in the 400–500 nm range, characteristic of carotenoids. An additional peak in the 670 nm range was detected in the extracted oils, indicating the presence of chlorophylls, which correlates with their more intense color. These results confirm that the choice of extraction method is a determining factor influencing the yield, quality, and consumer properties of vegetable oils. The identified patterns can be used to optimize oilseed processing technology depending on the intended use of the final product.*

**Keywords:** oilseed crops, vegetable oil, carotenoids, chlorophyll, spectrophotometry

**For citation:** Ushchapovsky VI, Yakovleva AA, Zaitseva LA, et al. Study of the vegetable oils properties extracted by pressing and chemical extraction. *Bulletin of KSAU*. 2026;(5):221-237. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-5-221-237.

**Funding:** the study has been supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the state task of the FSBSI FRC BFC (FGSS-2022-0007).

**Введение.** Масложировая отрасль – одна из ключевых в агропромышленном комплексе России. Ее значение обусловлено несколькими факторами: разнообразием масличного сырья, быстрым возобновлением его ресурсов и широким применением продукции в пищевой промышленности, кормопроизводстве и технических целях. В России среди широкого ассортимента масличных культур основную долю в структуре производства занимает подсолнечник. В 2023 г. на его семена пришлось 58 % валового сбора всех масличных, что составило 17,3 млн т. Соевые бобы являются второй масличной культурой, на их долю в 2023 г. пришлось 23 % об-

щего объема производства (6,8 млн т). Существенный вклад в структуру производства вносят рапс (14 %, или 4,2 млн т) и лен масличный (4 %, что соответствует 1,2 млн т), занимающий четвертую позицию в рейтинге культивируемых масличных культур (рис. 1) [1].

Площади посевов данных культур в России в 2025 г. по сравнению с 2024 увеличились в соответствии со следующими показателями: соя – на 9,1 %, подсолнечник – 12,6, лен – 16,7, рапс – на 8,1 % [2].

Помимо традиционных видов, потребительский интерес все больше смещается в сторону масел, обладающих уникальным компонентным

составом и функциональными свойствами. Это стимулирует сельхозпроизводителей к освоению новых культур, а переработчиков – к развитию технологий холодного прессования для максимального сохранения их полезных качеств.

Все большее распространение получают масла таких культур, как конопля (*Cannabis sativa* L.) и черный тмин (*Nigella sativa*), что обусловлено их полезными свойствами и богатым компонентным составом.

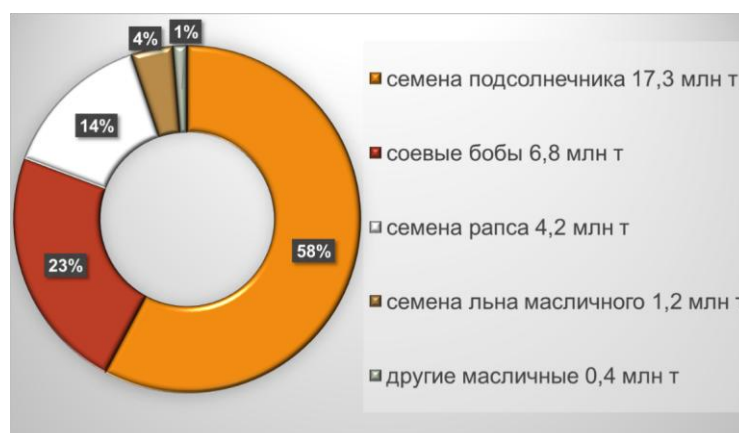


Рис. 1. Производство масличных в России (2023 г.): доля в общем объеме производства, %  
Oilseed production in Russia (2023): share in total production, %

В частности конопляное масло отличается высоким общим содержанием полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), а также их сбалансированным составом. Кроме того, по сравнению с льняным, оно обладает более сбалансированным вкусовым профилем и лучшей усвояемостью. По данным источника [3], соотношение  $\omega$ -6 к  $\omega$ -3 в этих маслах составляет 3,29 для конопли, 1,97 для рапса и 0,28 для льна, что в случае конопли и рапса соответствует рекомендациям ВОЗ (2 : 1–5 : 1). Конопляное масло также является одним из немногих растительных источников гамма-линоленовой (ГЛК; 18:3n6) и стеариноновой кислот (СДК; 18 : 4n3), которые вызывают все больший интерес в фармацевтической промышленности. ГЛК и СДК являются предшественниками быстрого синтеза длинноцепочечных жирных кислот, таких как эйкозаноиды, в организме человека [4].

Масло черного тмина является пищевым, но в нашей стране не используется в таких же объемах, как, например, рапсовое или льняное. Ценность масла черного тмина заключается в наличии уникальных биоактивных компонентов. Среди них – тимохинон, обладающий противоопухолевым, антиоксидантным, антибактериальным действием, а также противовоспалительным и болеутоляющим эффектом. Кроме того, было подтверждено его желчегонное действие (стимуляция выработки желчи), что делает его значимым при обмене жиров и детоксикации [5–12].

Одним из наиболее важных показателей качества масла является жирнокислотный состав, определяющий его пищевую ценность, физико-химические и функциональные свойства. Жирнокислотный состав исследуемых масел представлен в таблице 1 [13–15].

Таблица 1

**Жирнокислотный состав масел хозяйственных культур, %**  
**Fatty acid composition of oils of agricultural crops**

Жирная кислота	Формула	Лен	Конопля	Рапс	Тмин
1	2	3	4	5	6
Лауриновая	C12:0	Следы	–	0,053	–
Миристиновая	C14:0	0,02	0,02	0,013	0,16
Пентадекановая	C15:0	0,01	0,005	–	0,03
Пальмитиновая	C16:0	5,85	8,30	3,79	8,51

1	2	3	4	5	6
Пальмитолеиновая	C16:1	0,05	0,075	0,22	0,16
Стеариновая	C18:0	4,75	2,675	2,52	2,22
Олеиновая	C18:1	21,32	13,435	52,56	16,59
Линолевая	C18:2	15,30	56,30	16,45	42,76
Линоленовая	C18:3	51,67	16,515	2,87	0,25
Арахидоновая	C20:0	0,105	0,61	0,38	0,03
Эйкозеновая	C20:1	0,083	0,25	0,89	0,16
Бегеновая	C22:0	0,065	0,165	0,19	–
Эруковая	C22:1	–	0,04	0,145	–
Лигноцериновая	C24:0	0,028	–	0,07	–
Нервоновая	C24:1	–	–	0,065	3,60
Сумма насыщенных кислот	–	10,828	11,775	7,016	10,95
Сумма ненасыщенных кислот	–	88,423	86,615	73,2	63,52

Каждое из представленных масел обладает характерными особенностями: рапсовое выделяется по содержанию мононенасыщенной олеиновой кислоты, что определяет его окислительную стабильность; льняное масло содержит наибольшее количество линоленовой кислоты; конопляное и масло черного тмина характеризуются наиболее сбалансированным соотношением ПНЖК.

Качество и количество масла, получаемого из семян, зависят от множества факторов, включая вид и сорт растений, условия выращивания, а также способ извлечения масла.

Методы выделения играют важную роль в получении растительных масел, их качестве и устойчивости к окислению. Существует множество технических процессов, связанных с экстракцией масел из одних и тех же семян, однако конечные продукты отличаются по физико-химическим свойствам и пищевой ценности [16–18]. Наиболее распространенными методами получения растительных масел являются механическое прессование и химическая экстракция с использованием органических растворителей (например гексана).

Механическое прессование считается более щадящим методом и позволяет сохранить натуральный состав масла, включая витамины и антиоксиданты. Сохранение биологически активных веществ положительно сказывается на качестве и стабильности масла. В исследовании [19] сообщается, что масла, экстрагированные с помощью гидравлического пресса, как правило,

содержат больше фитостеролов, которые помогают снижать уровень холестерина [18]. Однако механическое прессование сопровождается меньшим выходом продукта. Оставшийся после прессования жмых все еще содержит значительное количество масла, которое может быть дополнительно извлечено с использованием химического растворителя.

Химическая экстракция, напротив, обеспечивает более высокий выход масла, но может влиять на его химический состав. Так, в источнике [18] показано, что выход льняного масла, полученного различными методами, составляет: экстракция Сокслета (31,88–34,50 %) > шнековый пресс (24,36–30,00 %) > гидравлический пресс (22,34–23,84 %). Метод экстракции Сокслета обеспечивает самый высокий выход льняного масла. Он является одним из самых дешевых и эффективных методов экстракции, однако применение таких масел в пищевой промышленности ограничено из-за присутствия в них остатков органических растворителей [18, 20].

Сравнение масел, полученных различными методами, позволяет оценить влияние технологии на состав и потенциальное качество конечного продукта.

Основными показателями качества масел являются кислотное, йодное и цветное числа.

Кислотное число характеризует наличие в растительных маслах свободных жирных кислот, которые не вступили в реакцию образования триглицеридов. При хранении и транспор-

тировке, а также в процессе переработки триглицериды подвергаются порче, то есть окислению и гидролизу, приводящим к увеличению количества свободных жирных кислот и снижению потребительских свойств масла [21, 22].

Йодное число отражает ненасыщенность жирных кислот и используется для определения скорости высыхания масла и его классификации на высыхающие (йодное число > 150), полувысыхающие (125–150) и невысыхающие (< 125) [23].

Согласно ГОСТ 188-48-2019, цветное число растительных масел определяет интенсивность окраски масла при сравнении с 100 см<sup>3</sup> стандартного раствора йода, имеющего ту же толщину слоя. Этот параметр используется для оценки качества и цветности растительных масел.

Важное значение для растительного масла имеет содержание в нем таких биологически активных компонентов, как токоферолы (витамин Е), β-каротин и хлорофилл, которые определяют окислительную стабильность и потребительские свойства масел. Поскольку триацилглицерины бесцветны, окраска масла обусловлена наличием пигментов – каротиноидов (желто-оранжевый цвет) и хлорофиллов (зеленый цвет) [24].

Хлорофиллы, которые содержатся в большинстве растительных масел и являются антиоксидантом, выступают как прооксиданты под действием света, ускоряя прогоркание масла, значительно снижая окислительную стабильность и сокращая срок хранения продукта [25, 26]. Для минимизации этого эффекта необходимо либо удаление хлорофилла на стадии переработки, либо хранение масла в непрозрачной таре.

Каротиноиды, входящие в состав белково-липидных комплексов пластид [27], проявляют антиоксидантную активность. Наиболее значимым представителем является β-каротин, который выполняет функции провитамина А, пищевого красителя и антиоксиданта [28]. Клинически подтверждена его эффективность в предотвращении дефицита витамина А [29] и способность подавлять активные формы кислорода, уменьшая количество пероксильных радикалов [28].

Помимо перечисленных веществ, антиоксидантной активностью обладают также токоферолы, стерины и фенольные соединения [27].

Токоферолы являются одними из важнейших липидорастворимых антиоксидантов в пищевых продуктах, а также в тканях человека и животных. Антиоксидантные свойства обусловлены способностью передавать электроны фенольного кольца на липидные радикалы. Антиоксидантная активность токоферолов убывает в ряду α- > β- > γ- > δ- [30, 31]. Помимо антиоксидантной функции, токоферолы обладают способностью регулировать экспрессию генов и клеточные функции, что обуславливает их роль в профилактике ряда заболеваний [32].

Для оценки качества масла и анализа пигментов и биологически активных веществ используют стандартный и широко признанный в пищевой промышленности метод УФ-спектроскопии [33, 34]. Метод позволяет точно идентифицировать индивидуальные формы пигментов (каротиноиды, хлорофиллы а и b) благодаря их максимумам поглощения (рис. 2) [35].

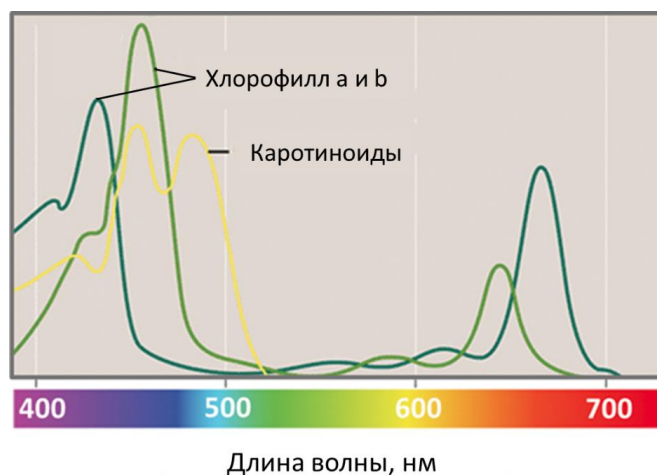


Рис. 2. Спектры поглощения хлорофилла а, хлорофилла b и каротиноидов  
Absorption spectra of chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids

**Цель исследования** – определение свойств растительных масел, извлеченных прессованием и химической экстракцией, для дальнейшей оптимизации технологических процессов.

**Задачи:** провести органолептическую оценку коммерческих масел, полученных методом прессования (ПМ), и масел, выделенных в лаборатории методом химической экстракции (ЭМ); определить показатели качества ПМ и ЭМ; методом УФ-спектроскопии выявить присутствие антиоксидантов в виде каротиноидов и хлорофилла в исследуемых маслах.

**Объекты и методы.** В качестве объектов исследования рассматривали масла разных культур 2 видов: коммерческое масло, полученное прессованием (ПМ), и масло, выделенное в лабораторных условиях химической экстракцией (ЭМ).

ПМ рапса (ООО «Топ Продукт»), конопля (Непртеал ООО «Бизнес из Геймз»), льна (ООО «Инком торг») и черного тмина (ООО «Миср Трейд») были приобретены в торговой розничной сети.

Извлечение ЭМ осуществляли методом экстракции с использованием гексана (хч). Экстракцию проводили трехкратно на водяной бане (Армед WH-4С, Россия) при температуре 60 °С и соотношении сырье : экстрагент 1 : 5. На каждом этапе использовали свежую порцию экстрагента, выдерживая смесь в течение 2 часов, с

последующей фильтрацией и сушкой твердого остатка. В результате получали мисцеллу (смесь гексана с маслом) и шрот. Все мисцеллы от одного сырья объединяли. Затем гексан отгоняли. Полученное масло хранили при 5 °С в темноте для проведения дальнейших анализов.

Содержание в сырье белка определяли по ГОСТ 10846-91, жира – по количеству извлеченного масла методом экстракции, влажность сырья – по ГОСТ 10856-96, зольность – по ГОСТ 51411-99. Показатели масла определяли по следующим методикам: влажность – ГОСТ 11812-2022, кислотное число – ГОСТ 31933-2012, мыло – ГОСТ 5480-2023, цветное число – ГОСТ 5477-2015, йодное число – по методу [36], органолептические – ГОСТ 5472-50.

УФ-спектры масел регистрировали на спектрофотометре ПЭ-5400 УФ с помощью программы SC5400 в диапазоне длин волн 300–700 нм с шагом сканирования 0,1 нм. Измерения проводили в стандартной кювете с длиной оптического пути 10 мм.

**Результаты и их обсуждение.** В связи с тем, что состав и свойства семян могут влиять на эффективность извлечения масла, были определены физико-химические показатели используемого сырья для химической экстракции. В таблице 2 приведены характеристики сырья, используемого для получения ЭМ.

Таблица 2

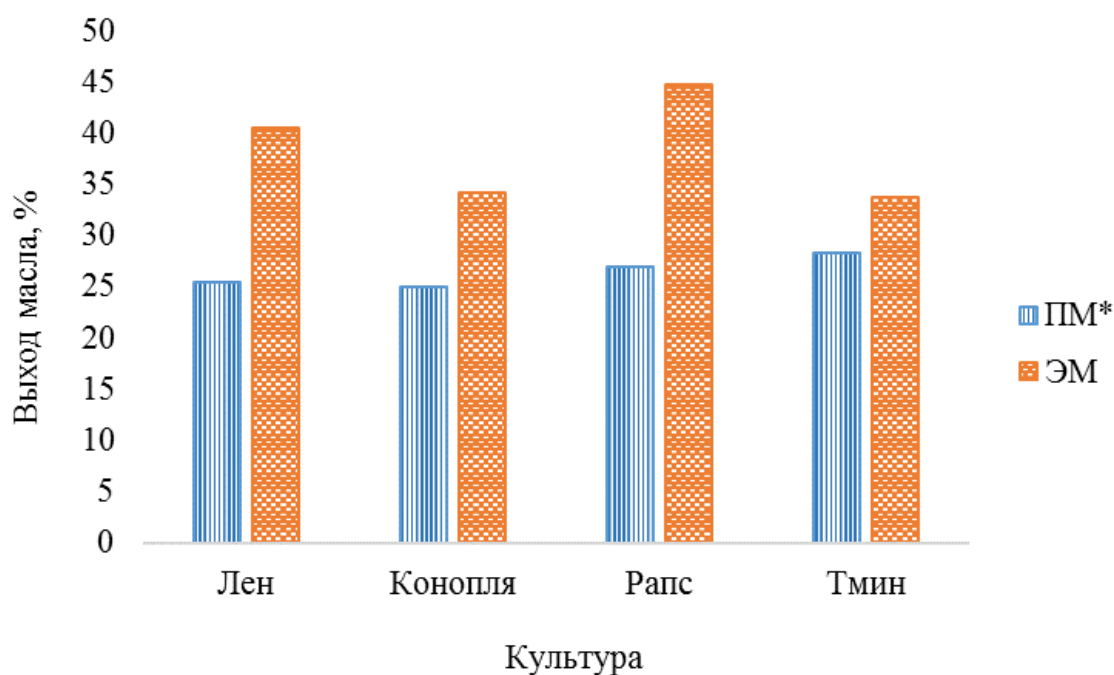
**Физико-химические показатели сырья для получения ЭМ, %  
Physicochemical properties of raw materials for obtaining EO, %**

Показатель	Лен	Конопля	Рапс	Тмин
Содержание белка	19,1±0,9	18,0±0,9	21,0±1,0	18,5±0,9
Содержание жира	40,6±2,0	34,2±1,7	44,8±2,2	33,7±1,6
Влажность	2,9±0,1	4,8±0,2	5,3±0,2	6,2±0,3
Зольность	4,0±0,2	5,2±0,2	3,6±0,1	5,0±0,2

Количество извлеченного масла с использованием разных типов прессования, по литературным данным, в среднем составляет 25,5 % из семян льна [18, 37, 38], 25,0 % из семян конопля [39–41], 27,0 % из семян рапса [18, 42] и 28,4 % из семян тмина [43, 44]. Экстракционным методом было извлечено 40,6 % масла из льна;

34,2 – из конопля; 44,8 – из рапса и 33,7 % – из тмина (см. табл. 2).

Полученные данные, представленные на рисунке 3, свидетельствуют об эффективности используемых способов выделения масла для разных культур. При этом индивидуальные особенности исходных семян, их масличность и морфология также влияют на количество выделенного масла [45].



Примечание: ПМ\* – средние значения по литературным данным

Рис. 3. Выход масла семян масличных разных культур путем прессования и химической экстракции, %  
Oil yield of oilseeds from various crops by pressing and chemical extraction, %

На эффективность экстракции влияют и другие физико-химические показатели семян, например зольность. Она характеризует содержание минеральных веществ, которые создают физические барьеры и затрудняют извлечение масла. Из таблицы 2 видно, что низкая зольность характерна для семян рапса (3,6 %), а выход рапсового масла составил 44,8 %. При этом высокие показатели зольности у конопли и тмина (5,3 и 5,0 % соответственно) коррелируют с более низким выходом масла – 34,2 и 33,7 % соответственно.

Влажность семян также является значимым фактором, который влияет на эффективность экстракции [46]. Однако в проведенном эксперименте четкой корреляции между влажностью семян и выходом масла не выявлено. Несмотря на то что влажность рапса (5,3 %) была промежуточной между значениями конопли (4,8 %) и тмина (6,2 %), наибольший выход масла наблюдался в случае с рапсом. В результате данные подтверждают, что ключевым фактором,

определяющим выход масла при экстракционных методах, является исходная масличность.

В случае с образцами ПМ средние значения выхода масла для указанных культур находятся в близком диапазоне с разницей около 3 % (от 25,0 до 28,4 %). Закономерно, что общее количество масла, извлекаемое прессованием, ниже, чем при экстракции, поскольку значительная его часть остается в жмыхе. Эффективность прессования в значительной степени определяется температурным режимом: горячее прессование позволяет увеличить выход, но может негативно сказаться на органолептических и физико-химических показателях качества масла [38]. При выборе способа извлечения масла важно учитывать не только его количественный выход, но и качественные характеристики продукта.

Способы выделения определяют не только физико-химические показатели масла, но и органолептические. Органолептическая оценка образцов ПМ и ЭМ (рис. 4) основана на запахе, цвете и прозрачности.

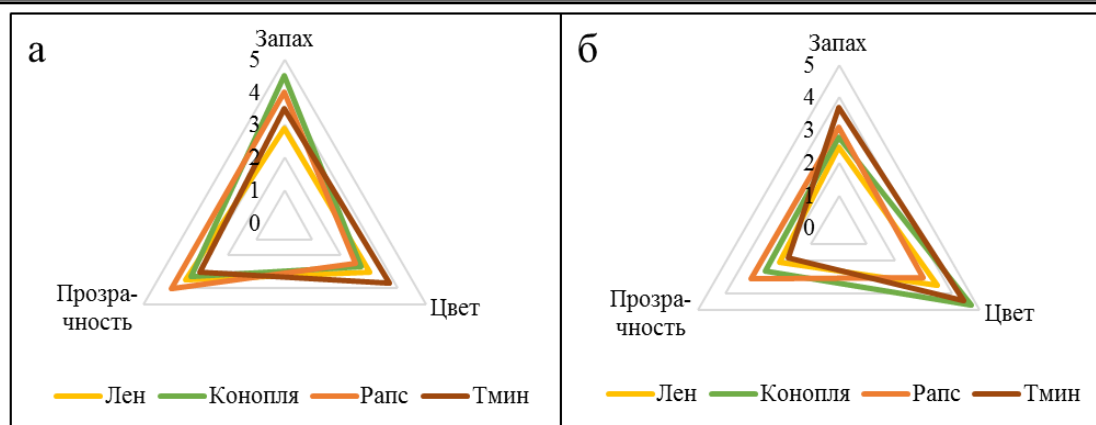


Рис. 4. Органолептическая оценка масел: а – ПМ; б – ЭМ  
 Organoleptic evaluation of oils: а – PO; б – EO

Анализ лепестковой диаграммы рисунка 4 показывает, что для ПМ характерны приятный, натуральный запах и высокие значения прозрачности, а в образцах ЭМ отмечается насыщенный цвет. Образцы ЭМ обладают менее выраженным запахом с присутствием следов растворителя, что связано с неполным удалением гексана. Кроме того, меньшая прозрачность ЭМ является следствием более полного

перехода в масло сопутствующих веществ. Различия в цвете и прозрачности у ЭМ и ПМ связаны с тем, что органические растворители извлекают из сырья не только триглицериды, но и сопутствующие липидные вещества, такие как фосфолипиды и пигменты. Именно присутствие этих примесей обуславливает изменение оптических характеристик масла (рис. 5).

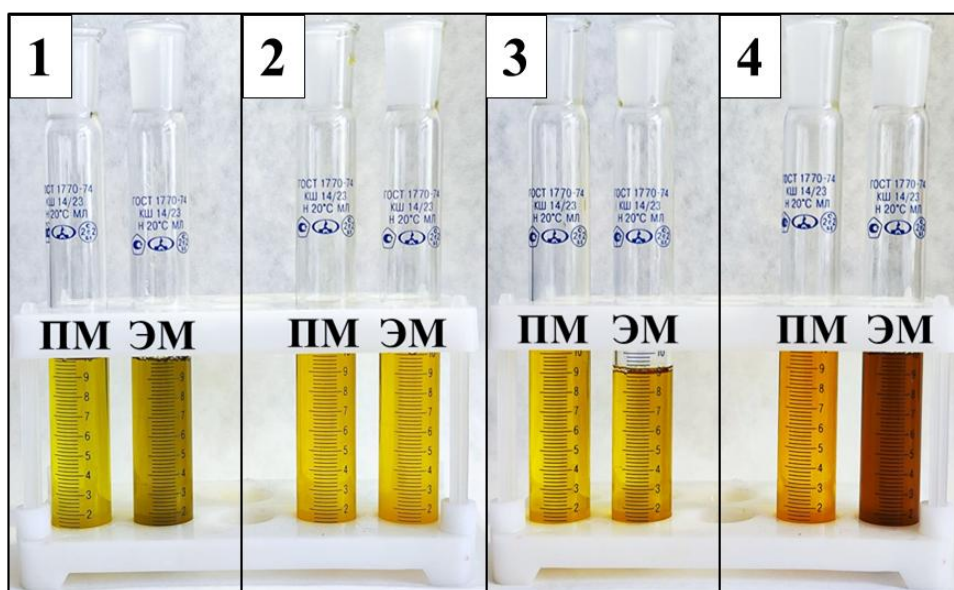


Рис. 5. Внешний вид масел: 1 – конопля; 2 – лен; 3 – рапс; 4 – тмин  
 Oil appearance: 1 – hemp seed; 2 – flax seed; 3 – rapeseed; 4 – black cumin

Фотографии на рисунке 5 демонстрируют, что оптическая характеристика наиболее выражена у масел тмина и конопли, приобретающих интенсивную окраску благодаря экстракции хлорофиллов и каротиноидов.

Для полноценного изучения свойств ПМ и ЭМ были рассмотрены их физико-химические показатели, представленные в таблице 3.

**Физико-химические показатели масел**  
**Physicochemical properties of oils**

Сырье	Кислотное число, мг КОН/г		Влажность, %		Присутствие мыла (+/-)		Йодное число, г/100г		Цветное число	
	ПМ	ЭМ	ПМ	ЭМ	ПМ	ЭМ	ПМ	ЭМ	ПМ	ЭМ
Лен	2,72	8,97	0,03	0,12	–	–	238,47	202,38	60	70
Конопля	1,75	20,68	0,06	0,23	–	–	142,45	195,72	40	100
Рапс	2,35	7,04	0,06	0,22	–	–	102,83	127,32	40	50
Тмин	26,18	73,02	0,07	0,24	–	–	147,10	134,40	80	100

– в пределах допустимых значений
– близкие к допустимым значениями
– выходящие из допустимых значений
– сильно превышающие допустимые значения

Кислотные числа экстракционных образцов превышали показатели прессы для всех исследованных культур. Кислотное число для ЭМ льна и рапса составило 8,97 и 7,04 мг КОН/г против 2,72 и 2,35 мг КОН/г у ПМ, что входит в допустимые значения ГОСТ 5791-81 и ГОСТ 8988-77. Наиболее существенный рост наблюдался у конопли: с 1,75 мг КОН/г для ПМ, что соответствовало ГОСТ 8989-73, до 20,68 мг КОН/г у ЭМ. Полученные данные коррелируют с данными работы [39], где коммерческое конопляное масло, полученное методом прессования, имело более низкие показатели кислотного числа (2,43 мг КОН/г), чем масло, извлеченное гексаном (27,38 мг КОН/г).

Повышенные значения кислотного числа у ЭМ, по-видимому, являются следствием технологического процесса, в ходе которого возможен частичный гидролиз триглицеридов под действием растворителя. Исключением является масло черного тмина, у которого кислотное число ПМ и ЭМ (26,18 и 73,02 мг КОН/г соответственно) коррелировало с данными работы [47], где для ПМ семян черного тмина со сроком хранения 2 месяца оно составило 31,66 мг КОН/г. Это позволяет предположить, что столь высокие значения кислотного числа в нашем случае в первую очередь обусловлены биохимическими особенностями исходного сырья, а не технологическими факторами.

Влажность всех образцов масел ПМ и ЭМ находилась в пределах допустимых значений. Незначительно повышенные значения зафиксированы у ЭМ из семян конопли и черного тмина,

что может быть связано с удержанием следов растворителя или влаги, извлеченной из сырья в процессе экстракции, что согласуется с данными работы [18], где также отмечается повышенное содержание летучих веществ (включая влагу) в ЭМ по сравнению с ПМ.

Во всех образцах масла качественная реакция на мыло с фенолфталеином показала отрицательный результат (< 0,02 %), что свидетельствует об отсутствии щелочных остатков. Для ПМ это указывает на то, что после извлечения масла было очищено и не подвергалось щелочной нейтрализации. В соответствии с ГОСТ 5480-2023 количественное определение не выполнялось.

Йодное число всех исследуемых образцов подтверждает их принадлежность к высыхающим маслам с высоким содержанием ПНЖК (линолевой и линоленовой), что согласуется с классификацией масел, представленной в Государственной фармакопее РФ XIV издания [48].

Показатели йодного числа у большинства образцов соответствовали установленным нормам. Так, значения для ЭМ и ПМ семян льна (202,38 и 238,47 г I<sub>2</sub>/100г соответственно) соответствовали требованиям ГОСТ 5791-81 (≥ 175 г I<sub>2</sub>/100 г). Йодное число ЭМ конопли (195,72 г I<sub>2</sub>/100 г) также соответствовал ГОСТ 8989-73 (≥ 150 г I<sub>2</sub>/100 г), хотя у ПМ конопли этот показатель чуть ниже нормы – 142,45 г I<sub>2</sub>/100 г, что может указывать на меньшее содержание ПНЖК или частичное окисление при хранении. Показатели остальных образцов – ПМ и ЭМ рапса (102,83 и 127,32 г I<sub>2</sub>/100 г соответственно)

и ПМ и ЭМ тмина (147,10 и 134,40 г I<sub>2</sub>/100 г соответственно) находились в пределах диапазонов, характерных для масел данного типа, согласно литературным данным [49–51].

Интенсивность окраски масел, определяемая цветным числом, варьировала в широких пределах. У образцов ПМ значения находились в диапазоне от 40 до 80 единиц, а у ЭМ – от 50 до 100. Наибольшее цветное число (100 единиц)

отмечено у ЭМ конопли и тмина. Различия в показателях цветного числа у образцов визуально заметны на фотографиях рисунка 5.

На окрас масел влияет наличие пигментов, которые относятся к группам каротиноидов и хлорофиллов. Для идентификации данных пигментов были сняты УФ-спектры, представленные на рисунке 6.

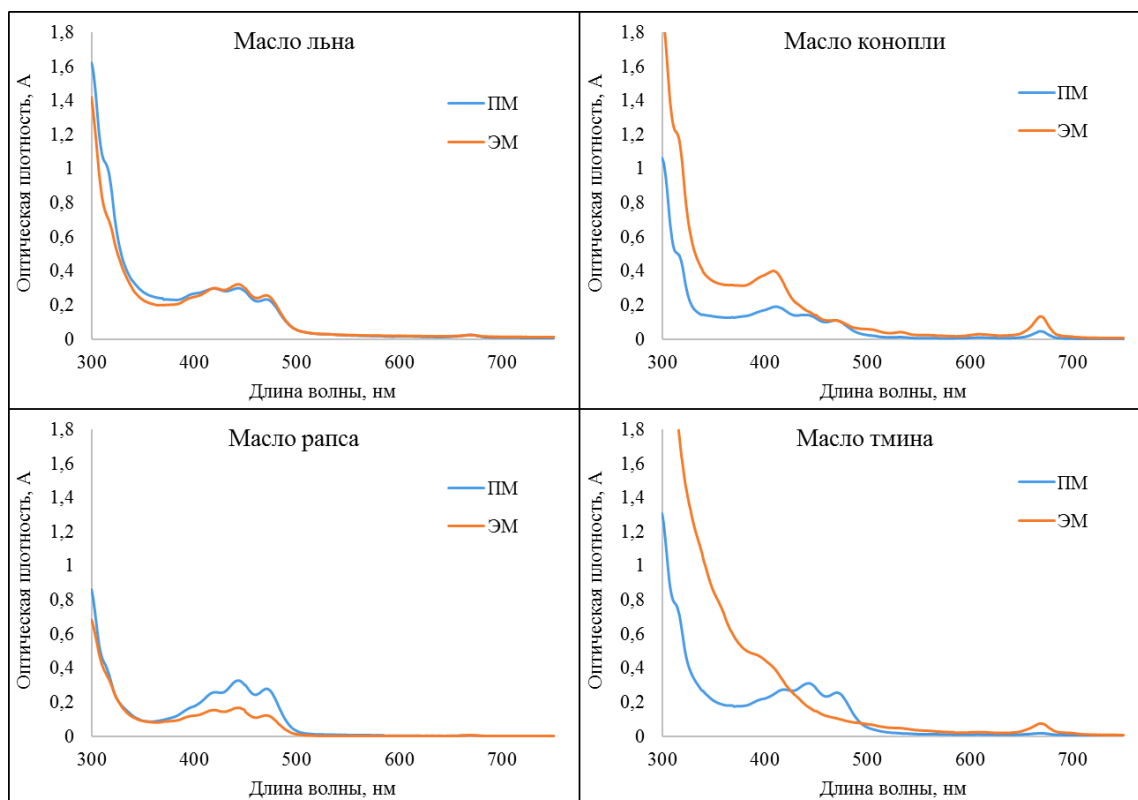


Рис. 6. УФ-спектры исследуемых масел  
UV spectra of the studied oils

На всех спектрах присутствуют пики в области 400–500 нм (рис. 6), характерные для каротиноидных пигментов [52]. Наличие трех максимумов поглощения (или двух с плечом) является классическим признаком каротиноидов и обусловлено их полиеновой структурой, ответственной за интенсивное поглощение в синефиолетовой области.

Для льняного масла формы спектров поглощения ЭМ и ПМ идентичны (см. рис. 6, масло льна), что свидетельствует о сходном составе каротиноидов. Интенсивность пиков у ПМ и ЭМ рапса различается. Высокая интенсивность пиков каротиноидов в ПМ рапса связана с использованием, вероятно, неочищенных семян, при прессовании которых пигменты из оболочки пе-

реходят в масло. Для ЭМ рапса использовали очищенные семена.

Спектры масел конопли и тмина демонстрируют различия между ЭМ и ПМ. Отличия в качественном и количественном составе каротиноидного комплекса выражаются в изменении формы кривых, соотношении высот пиков и положении плеч (см. рис. 6). Изменения в положении полос особенно выражены у тмина (см. рис. 6, масло тмина). При этом сходство в положении полос поглощения у ЭМ и ПМ конопли (см. рис. 6, масло конопли) указывает на общность доминирующих каротиноидов, что согласуется с литературными данными [35, 52].

Во всех образцах ЭМ был обнаружен небольшой пик в области 670 нм, характерный для

хлорофиллов [53]. Данный пик наиболее выражен на спектрах ЭМ конопля и тмина. В остальных образцах пик хлорофиллов слабо выражен. Присутствие хлорофилла в конопляном масле, обуславливающее зеленый оттенок, демонстрирует сохранность пигмента независимо от способа извлечения. В связи с этим конопляное масло и масло черного тмина рекомендуется хранить в темной таре.

**Заключение.** На основании проведенного исследования сформулированы следующие выводы:

1. Выход масла при экстракции 34–45 % превосходит показатели при прессовании (25–29 %), что подтверждает высокую эффективность химического метода. Однако достижение большего выхода сопряжено с изменением характеристик продукта. Образцы ЭМ сопровождаются потерей прозрачности и появлением следов растворителя, в то время как ПМ отличаются более мягким запахом и прозрачностью, что дает продукт с лучшими потребительскими свойствами.

2. Для всех исследуемых культур выявлены более высокие значения кислотного числа у ЭМ по сравнению с образцами ПМ. Исследованные образцы масел соответствуют установленным нормативам по влажности и не содержат обнаруживаемых количеств щелочных остатков. Высокие значения йодного числа подтверждают принадлежность всех масел к группе высоконасыщенных, а вариативность показателей обусловлена технологическими и сортовыми особенностями.

3. Методом спектрофотометрического анализа выявлено наличие в маслах пигментного комплекса (каротиноидов и хлорофиллов), который влияет на цвет и окислительную стабильность масел, а его состав и содержание зависят от способа экстракции и вида сырья.

Таким образом, способ извлечения является важным фактором, влияющим на выход, качество и потребительские свойства растительных масел. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации технологических процессов в зависимости от целевого назначения продукта.

#### Список источников

1. Агроэкспорт. Семена льна. Обзор ВЭД. 03.07.2024. Доступно по: [https://aemcx.ru/wp-content/uploads/2024/07/obzor\\_ved\\_semena-lna.pdf](https://aemcx.ru/wp-content/uploads/2024/07/obzor_ved_semena-lna.pdf). Ссылка активна на 18.08.2025.
2. Площади масличных культур в 2025 году рекордно выросли. Доступно по: <https://ab-centre.ru/news/ploschadi-maslichnyh-kultur-v-2025-godu-rekordno-vyrosli>. Ссылка активна на 28.08.2025.
3. The S.S., Birch J. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2013. Vol. 30. P. 26–31. DOI: 10.1016/j.jfca.2013.01.004.
4. Kara S.M., Gul V., Kiralan M. Fatty acid composition of hempseed oils from different locations in Turkey // *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2010. Vol. 8, N 2. P. 385–390. DOI: 10.5424/sjar/2010082-1220.
5. Сафиуллин А.А. Тимохинон – применение в стоматологии // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. № 12. С. 1660–1662.
6. Горяинов С.В., Хромов А.В., Бакуреза Г., и др. Результаты сравнительного исследования состава масел семян *Nigella sativa* L. // *Фармация и фармакология*. 2020. Т. 8, № 1. С. 29–39. DOI: 10.19163/2307-9266-2020-8-1-29-39. EDN: YDLBCB.
7. Sultana S., Asif H.M., Akhtar N., et al. *Nigella sativa*: Monograph // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2015. Vol. 4, N 4. P. 103–106.
8. Tuna H.I., Babadag B., Ozkaraman A., et al. Investigation of the effect of black cumin oil on pain in osteoarthritis geriatric individuals // *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2018. Vol. 31. P. 290–294. DOI: 10.1016/j.ctcp.2018.03.013.
9. Khonche A., Huseini H.F., Gholamian M., et al. Standardized *Nigella sativa* seed oil ameliorates hepatic steatosis, aminotransferase and lipid levels in nonalcoholic fatty liver disease: A randomized, double-blind and placebo-controlled clinical trial // *Journal of Ethnopharmacology*. 2019. Vol. 234. P. 106–111. DOI: 10.1016/j.jep.2019.01.009.

10. Darand M., Darabi Z., Yari Z., et al. *Nigella sativa* and inflammatory biomarkers in patients with non-alcoholic fatty liver disease: results from a randomized, double-blind, placebo-controlled, clinical trial // *Complementary Therapies in Medicine*. 2019. Vol. 44. P. 204–209. DOI: 10.1016/j.ctim.2019.04.014.
11. Amin B., Hosseinzadeh H. Black Cumin (*Nigella sativa*) and its active constituent, thymoquinone: an overview on the analgesic and anti-inflammatory effects // *Planta Medica*. 2016. Vol. 82. P. 8–16. DOI: 10.1055/s-0035-1557838.
12. Шелестун А., Елисеева Т. Масло черного тмина – полезные и опасные свойства, химический состав, применение в кулинарии и косметологии // *Журнал здорового питания и диетологии*. 2022. № 19. DOI: 10.59316/oil.2022.19.28.
13. Байбеков Р.Ф., Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И., и др. Сравнительная характеристика состава жирных кислот в липидах масел из семян технических культур // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33, № 6. С. 62–65. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10615. EDN: XCEAKN.
14. Kaskoos R.A. Fatty Acid Composition of Black Cumin Oil from Iraq // *Research Journal of Medicinal Plant*. 2011. Vol. 5, N 1. P. 85–89. DOI: 10.3923/rjmp.2011.85.89.
15. Todorov Z. Composition and quality of rapeseed oil (*Brassica napus oleifera biennis*) depending on sowing time and treatment with leaf fertilizers // *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2020. Vol. LXIII, N 1. P. 574–579.
16. Issaoui M., Delgado A.M. Grading, labeling and standardization of edible oils // *Fruit Oils: Chemistry and Functionality*. 2019. P. 9–52. DOI: 10.1007/978-3-030-12473-1\_2.
17. Ramadan M.F., Morsel J. Oxidative stability of black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and niger (*Guizotia abyssinica* cass.) crude seed oils upon stripping // *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2004. Vol. 106, N 1. P. 35–43. DOI: 10.1002/ejlt.200300895.
18. Wang S., Wang J., Dong G., et al. Effect of different extraction methods on quality characteristics of rapeseed and flaxseed oils // *Journal of Food Quality*. 2022. Vol. 2022. DOI: 10.1155/2022/8296212. EDN: SMFTES.
19. Rabadan M., Alvarez-Ortı R., Gomez A., et al. Optimization of pistachio oil extraction regarding processing parameters of screw and hydraulic presses // *LWT-Food Science and Technology*. 2017. Vol. 83, N 15. P. 79–85. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.05.006.
20. Luque de Castro M.D., Priego-Capote F. Soxhlet extraction: past and present panacea // *Journal of Chromatography A*. 2010. Vol. 1217, N 16. P. 2383–2389. DOI: 10.1016/j.chroma.2009.11.027. EDN: NWIMWH.
21. Дегтерева А.Ю., Перегончая О.В., Звягин А.А. Определение кислотного числа подсолнечного масла методом кондуктометрического титрования // *Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции*. 2017. Т. 9, № 2. С. 149–152. EDN: YVGOMP.
22. Лисовая Е.В., Викторова Е.П. Характеристика существующих методов определения кислотного числа растительных масел и лецитинов // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания*. 2018. № 1. С. 72–77. EDN: YUKPTF.
23. Шарашина А.Е. Определение йодного и кислотного чисел растительных масел // *Ratio et Natura*. 2022. Т. 5, № 1. С. 2. EDN: BRQGNN.
24. Бурункова Ю.Э., Успенская М.В., Самуйлова Е.О. Растительные масла: свойства, технологии получения и хранения, окислительная стабильность. СПб.: Ун-т ИТМО, 2020. 82 с. EDN: KLMZLN.
25. Киличов А.А.У., Мулдабекова Б.Ж. Изучение и анализ характеристик сопутствующих веществ, входящих в состав растительных масел // *Universum: технические науки*. 2024. Т. 4, № 3. С. 52–54.
26. Li X., Yang R., Lv C., et al. Effect of chlorophyll on lipid oxidation of rapeseed oil // *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2018. Vol. 121, N 4. DOI: 10.1002/ejlt.201800078.
27. Mahoney E., Milewska M., Mironczuk-Chodakowska I., et al. The influence of carotenoid and chlorophyll content on the oxidative processes in the selected vegetable oils // *Progress in Health Sciences*. 2018. Vol. 8, N 2. P. 144–151. DOI: 10.5604/01.3001.0012.8337.

28. Top A.G., Muhamad H., Abdullah A., et al. Vitamin E and beta carotene composition in four different vegetable oils // *American Journal of Applied Sciences*. 2011. Vol. 8, N 5. P. 407–412. DOI: 10.3844/ajassp.2011.407.412.
29. Кулакова С.Н., Бессонов В.В. Возможности использования растительных масел тропического происхождения // *Пищевая промышленность*. 2013. № 4. С. 14–17. EDN: QJCROL
30. Чепур С.В., Плужников Н.Н., Сайганов С.А., и др. Механизмы реализации антиоксидантных эффектов альфа-токоферола // *Успехи современной биологии*. 2020. Т. 140, № 2. С. 149–165. DOI: 10.31857/S0042132420020039. EDN: SMWZLR.
31. Cardenas E., Ghosh R. Vitamin E: A dark horse at the crossroad of cancer management // *Biochemical Pharmacology*. 2013. Vol. 86, N 7. P. 845–852. DOI: 10.1016/j.bcp.2013.07.018.
32. Shahidi F., De Camargo A. Tocopherols and tocotrienols in common and emerging dietary sources: occurrence, applications, and health benefits // *International Journal of Molecular Sciences*. 2016. Vol. 17, N 10. DOI: 10.3390/ijms17101745.
33. Empey-Kohl J. What to keep in mind when analyzing chlorophyll samples using UV-Vis Spectrometry // *ThermoFisher Scientific*. 2025.
34. Рыбакова О.В., Сафонова Е.Ф., Сливкин А.И. Определение спектральных характеристик спиртовых растворов растительных масел и масляных экстрактов методом УФ-спектрофотометрии // *Вестник Воронежского государственного университета*. 2007. № 2. С. 171–173. EDN: IBYLJL.
35. Guidi L., Tattini M., Landi M. How does chloroplast protect chlorophyll against excessive light // *InTech eBooks*. 2017. N 3. DOI: 10.5772/67887.
36. Протопопов А.В., Шлеина А.Н., Курис Ю.Е., и др. Термическая модификация растительных масел в присутствии серы // *Ползуновский вестник*. 2017. № 4. С. 21–25. EDN: YLWWIC.
37. Kasote D.M., Badhe Y.S., Hegde M.V. Effect of mechanical press oil extraction processing on quality of linseed oil // *Industrial Crops and Products*. 2012. Vol. 42. P. 10–13. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.05.015.
38. Zeng J., Xiao T., Ni X., et al. The comparative analysis of different oil extraction methods based on the quality of flaxseed oil // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2022. Vol. 107. DOI: 10.1016/j.jfca.2021.104373. EDN: ZXCVRT.
39. Muangrat R., Kaikonjanat A. Comparative evaluation of hemp seed oil yield and physicochemical properties using supercritical CO<sub>2</sub>, accelerated hexane, and screw press extraction techniques // *Journal of Agriculture and Food Research*. 2024. Vol. 19. DOI: 10.1016/j.jafr.2024.101618. EDN: ZPGUYM.
40. Таточенко И.М., Таточенко А.Л., Чернегов Н.Ю. К вопросу выбора технологического оборудования для переработки семян пищевой конопли – экономический аспект проблемы // *Modern Science*. 2019. № 8-2. С. 96–102. EDN: IDUGZR.
41. Белопухов С.Л., Байбеков Р.Ф., Жарких О.А. Химический состав масла из семян конопли сорта сурская // *Вестник науки*. 2019. Т. 18, № 9. С. 57–59. EDN: YLSFQR.
42. Jiang L., Wu W., Wu S., et al. Effect of different pretreatment techniques on quality characteristics, chemical composition, antioxidant capacity and flavor of cold-pressed rapeseed oil // *LWT*. 2024. Vol. 201. DOI: 10.1016/j.lwt.2024.116157. EDN: SDXPXI.
43. Agah M.S., Azadmard-Damirchi S., Bodbodak S. Quality of oil extracted by cold press from *Nigella sativa* seeds conditioned and pre-treated by microwave // *Food Science & Nutrition*. 2024. Vol. 12, N 5. P. 3529–3537. DOI: 10.1002/fsn3.4021. EDN: VAJDSE.
44. Abedinzadeh S., Torbati M., Azadmard-Damirchi, S., et al. Changes in the quality of oil extracted by hot pressing from black cumin (*Nigella sativa*) seeds and by solvent from the obtained cake during refining // *Food science & nutrition*. 2024. Vol. 12, N 5. P. 3563–3573. DOI: 10.1002/fsn3.4025. EDN: RNSLPV.
45. Sicaire A.G., Vian M.A., Fine F., et al. A review of methods used for seed oil extraction // *Indian Journal of Experimental Biology*. 2016. Vol. 54, N 9. P. 569–580. DOI: 10.21275/1121804.
46. Hasanov J.H., Mirzaxmedov S.D., Sultonova E.M. Effect of moisture content on the quality and quantity of screw-pressed flax seed oil // *Техника и технология пищевых производств*. 2023. Vol. 53, N 2. P. 309–315. DOI: 10.21603/2074-9414-2023-2-2434. EDN: VQPHTN.

47. Tarasevičienė Ž., Laukagalis V., Paulauskienė A., et al. Quality changes of cold-pressed Black Cumin (*Nigella sativa* L.), Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), and Milk Thistle (*Silybum marianum* L.) seed oils during storage // *Plants*. 2023. Vol. 12, N 6. DOI: 10.3390/plants12061351. EDN: JCAWOS.
48. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 2. М., 2018. 3262 с.
49. Alander J., Lidfeldt, J.O. Handbook: Vegetable oils and fats (2nd ed.) // Karlshamn: Aarhus Karlshamn. 2007. 253 p.
50. Marudova M., Viraneva A., Antova G., et al. Physico-Chemical characterization of Sesame/Rapeseed oil mixtures // *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15, N 2. DOI: 10.3390/app15020704. EDN: DXBKFI.
51. Farhan N., Salih N., Salimon J. Physicochemical properties of Saudi *Nigella sativa* L. ('Black cumin') seed oil // *OCL*. 2021. Vol. 28, N 11. DOI: 10.1051/ocl/2020075. EDN: CNUCJB.
52. Курегян А.Г. Спектрофотометрия в анализе каротиноидов // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 2-23. С. 5166–5172.
53. Перегончая О.В., Королькова Н.В. Спектрофотометрическое исследование состава пигментного комплекса рапсового масла // *Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции*. 2020. Т. 14, № 1. С. 155–158. EDN: QIWIVA.

### References

1. *Agroe`ksport. Semena l'na. Obzor VE`D*. 03.07.2024. Available at: [https://aemcx.ru/wp-content/uploads/2024/07/obzor\\_ved\\_semena-lna.pdf](https://aemcx.ru/wp-content/uploads/2024/07/obzor_ved_semena-lna.pdf) Accessed: 18.08.2025. (In Russ).
2. *Ploshhadi maslichny`x kul'tur v 2025 godu rekordno vyrosli*. Available at: <https://ab-centre.ru/news/ploshhadi-maslichnyh-kultur-v-2025-godu-rekordno-vyrosli>. Accessed: 20.08.2025. (In Russ).
3. The SS, Birch J. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2013;30:26-31. DOI: 10.1016/j.jfca.2013.01.004.
4. Kara SM, Gul V, Kiralan M. Fatty acid composition of hempseed oils from different locations in Turkey. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2010;8(2):385-390. DOI: 10.5424/sjar/2010082-1220.
5. Safiullin AA. Thymoquinone – used in dentistry. *International journal of applied and fundamental research*. 2016;(12):1660-1662. (In Russ.).
6. Goryainov SV, Khromov AV, Bakureza G, et al. Results of a comparative study of *Nigella sativa* L. seeds oils composition. *Pharmacy & Pharmacology*. 2020;8(1):29-39. (In Russ.). DOI: 10.19163/2307-9266-2020-8-1-29-39.
7. Sultana S, Asif HM, Akhtar N, et al. *Nigella sativa*: Monograph. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2015; 4(4):103–106.
8. Tuna HI, Babadag B, Ozkaraman A, et al. Investigation of the effect of black cumin oil on pain in osteoarthritis geriatric individuals. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2018;31:290-294. DOI: 10.1016/j.ctcp.2018.03.013.
9. Khonche A, Huseini HF, Gholamian M, et al. Standardized *Nigella sativa* seed oil ameliorates hepatic steatosis, aminotransferase and lipid levels in nonalcoholic fatty liver disease: A randomized, double-blind and placebo-controlled clinical trial. *Journal of Ethnopharmacology*. 2019;234:106-111. DOI: 10.1016/j.jep.2019.01.009.
10. Darand M, Darabi Z, Yari Z, et al. *Nigella sativa* and inflammatory biomarkers in patients with non-alcoholic fatty liver disease: Results from a randomized, double-blind, placebo-controlled, clinical trial. *Complementary Therapies in Medicine*. 2019;44:204-209. DOI: 10.1016/j.ctim.2019.04.014.
11. Amin B, Hosseinzadeh H. Black Cumin (*Nigella sativa*) and Its Active Constituent, Thymoquinone: An Overview on the Analgesic and Anti-inflammatory Effects. *Planta Medica*. 2016;82:8-16. DOI: 10.1055/s-0035-1557838.
12. Shelestun A, Eliseeva T. Black cumin oil – beneficial and dangerous properties, chemical composition, use in cooking and cosmetology. *Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*. 2022;19. (In Russ.). DOI: 10.59316/oil.2022.19.28.

13. Baibekov RF, Belopukhov SL, Dmitrevskaya II, et al. Comparative characteristics of fatty acids composition in oil lipids from industrial crops seeds. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019;33(6):62-65. (In Russ.). DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10615.
14. Kaskoos R.A. Fatty acid composition of black cumin oil from iraq. *Research Journal of Medicinal Plant*. 2011;5(1):85-89. DOI: 10.3923/rjmp.2011.85.89.
15. Todorov Z. Composition and quality of rapeseed oil (*Brassica napus oleifera biennis*) depending on sowing time and treatment with leaf fertilizers. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2020;LXIII(1):574-579.
16. Issaoui M, Delgado AM. Grading, labeling and standardization of edible oils. *Fruit Oils: Chemistry and Functionality*. 2019:9-52. DOI: 10.1007/978-3-030-12473-1\_2.
17. Ramadan MF, Morsel J. Oxidative stability of black cumin (*Nigella sativa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.) and niger (*Guizotia abyssinica* cass.) crude seed oils upon stripping. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2004;106(1):35-43. DOI: 10.1002/ejlt.200300895.
18. Wang S, Wang J, Dong G, et al. Effect of Different Extraction Methods on Quality Characteristics of Rapeseed and Flaxseed Oils. *Journal of Food Quality*. 2022;2022. DOI: 10.1155/2022/8296212.
19. Rabadan M, Alvarez-Orti R, Gomez A, et al. Optimization of pistachio oil extraction regarding processing parameters of screw and hydraulic presses. *LWT-Food Science and Technology*. 2017;83(15):79–85. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.05.006.
20. Luque de Castro MD, Priego-Capote F. Soxhlet extraction: past and present panacea. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(16):2383-2389. DOI: 10.1016/j.chroma.2009.11.027.
21. Degtereva AYu, Peregonchaya OV, Zvyagin AA. Determination of the acid number of sunflower oil by conductometric titration. *Technologies and commodity science of agricultural products*. 2017;9(2):149-152. (In Russ.).
22. Lisovaya EV, Viktorova EP. Characteristics of existing methods for determining the acid number of vegetable oils and lecithins. *Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. 2018;1:72-77. (In Russ.).
23. Sharashina AE. Determination of iodine and acid numbers of vegetable oils. *Ratio et Natura*. 2022;5(1):2. (In Russ.).
24. Burunkova YuE, Uspenskaya MV, Samoylova EO. *Vegetable oils: properties, production and storage technologies, oxidative stability*. Saint Petersburg: ITMO University; 2020. 82 p. (In Russ.).
25. Kilichov AAU, Muldabekova BJ. Study and analysis of the characteristics of accompanying substances included in vegetable oils. *Universum: technical sciences*. 2024;120(3):52-54. (In Russ.).
26. Li X, Yang R, Lv C, et al. Effect of chlorophyll on lipid oxidation of rapeseed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2018;121(4). DOI: 10.1002/ejlt.201800078.
27. Mahoney E, Milewska M, Mironczuk-Chodakowska I, et al. The influence of carotenoid and chlorophyll content on the oxidative processes in the selected vegetable oils. *Progress in Health Sciences*. 2018;8(2):144-151. DOI: 10.5604/01.3001.0012.8337.
28. Top AG, Muhamad H, Abdullah A, et al. Vitamin E and beta carotene composition in four different vegetable oils. *American Journal of Applied Sciences*. 2011;8(5):407-412. DOI: 10.3844/ajassp.2011.407.412.
29. Kulakova SN, Bessonov VV. Possibilities of using vegetable oils of tropical origin. *Food industry*. 2013;(4):14-17. (In Russ.).
30. Chepura SV, Pluzhnikova NN, Saiganov SA, et al. Mechanisms of Implementation of Alpha-Tocopherol Antioxidant Effects. *Advances in modern biology*. 2020;140(2):149-165. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0042132420020039.
31. Cardenas E, Ghosh R. Vitamin E: A dark horse at the crossroad of cancer management. *Biochemical Pharmacology*. 2013;86(7):845-852. DOI: 10.1016/j.bcp.2013.07.018.
32. Shahidi F, De Camargo A. Tocopherols and tocotrienols in common and emerging dietary sources: occurrence, applications, and health benefits. *International Journal of Molecular Sciences*. 2016;17(10). DOI: 10.3390/ijms17101745.

33. Empey-Kohl J. What to keep in mind when analyzing chlorophyll samples using UV-Vis Spectrometry. ThermoFisher. Scientific. 2025.
34. Rybakova OV, Safonova EF, Slivkin AI. Determination of spectral characteristics of alcohol solutions of vegetable oils and oil extracts by UV spectrophotometry. *Vestnik of the Voronezh State University*. 2007;2:171-173. (In Russ.).
35. Guidi L, Tattini M, Landi M. How does chloroplast protect chlorophyll against excessive light. *InTech eBooks*. 2017;3. DOI: 10.5772/67887.
36. Protopopov AV, Shleina AN, Kuris YuE, et al. Thermal modification of vegetable oils in the presence of sulfur. *Polzunovsky Vestnik*. 2017;4:21-25. (In Russ.).
37. Kasote DM, Badhe YS, Hegde MV. Effect of mechanical press oil extraction processing on quality of linseed oil. *Industrial Crops and Products*. 2012;42:10-13. DOI: 10.1016/j.indcrop.2012.05.015.
38. Zeng J, Xiao T, Ni X, et al. The comparative analysis of different oil extraction methods based on the quality of flaxseed oil. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2022;107. DOI: 10.1016/j.jfca.2021.104373.
39. Muangrat R, Kaikonjanat A. Comparative evaluation of hemp seed oil yield and physicochemical properties using supercritical CO<sub>2</sub>, accelerated hexane, and screw press extraction techniques. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2024;19. DOI: 10.1016/j.jafr.2024.101618.
40. Tatochenko IM, Tatochenko AL, Chernegov NYu. On the issue of choosing technological equipment for processing food hemp seeds – the economic aspect of the problem. *Modern Science*. 2019;(8-2):96-102. (In Russ.).
41. Belopukhov SL, Baibekov RF, Zharkikh OA. Chemical composition of oil from hemp seeds of the Surskaya variety. *Science Bulletin*. 2019;18(9):57-59. (In Russ.).
42. Jiang L, Wu W, Wu S, et al. Effect of different pretreatment techniques on quality characteristics, chemical composition, antioxidant capacity and flavor of cold-pressed rapeseed oil. *LWT*. 2024;201. DOI: 10.1016/j.lwt.2024.116157.
43. Agah MS, Azadmard-Damirchi S, Bodbodak S. Quality of oil extracted by cold press from *Nigella sativa* seeds conditioned and pre-treated by microwave. *Food Science & Nutrition*. 2024;12(5):3529-3537. DOI: 10.1002/fsn3.4021.
44. Abedinzadeh S, Torbati M, Azadmard-Damirchi S, et al. Changes in the quality of oil extracted by hot pressing from black cumin (*Nigella sativa*) seeds and by solvent from the obtained cake during refining. *Food science & nutrition*. 2024;12(5):3563-3573. DOI: 10.1002/fsn3.4025.
45. Sicaire AG, Vian MA, Fine F, et al. A review of methods used for seed oil extraction. *Indian Journal of Experimental Biology*. 2016;54(9):569-580. DOI: 10.21275/1121804.
46. Hasanov JH, Mirzaxmedov SD, Sultonova EM. Effect of moisture content on the quality and quantity of screw-pressed flax seed oil. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2023;53(2):309-315.
47. Tarasevičienė Ž, Laukagalis V, Paulauskienė A, et al. Quality changes of cold-pressed Black Cumin (*Nigella sativa* L.), Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), and Milk Thistle (*Silybum marianum* L.) seed oils during storage. *Plants*. 2023;12(6). DOI: 10.3390/plants12061351.
48. *The State Pharmacopoeia of the Russian Federation*. 14 ed. Moscow; 2018. Vol. 2. 3262 p.
49. Alander J, Lidfelt JO. *Handbook: Vegetable oils and fats* (2nd ed.). Karlshamn: AarhusKarlshamn; 2007. 253 p.
50. Marudova M, Viraneva A, Antova G, et al. Physico-Chemical characterization of Sesame/Rapeseed oil mixtures. *Applied Sciences*. 2025;15(2). DOI: 10.3390/app15020704.
51. Farhan N, Salih N, Salimon J. Physicochemical properties of Saudi *Nigella sativa* L. ('Black cumin') seed oil. *OCL*. 2021;28(11). DOI: 10.1051/ocl/2020075.
52. Kuregyan AG. Spectrophotometry in the analysis of carotenoids. *Fundamental research*. 2016;23(2):5166-5172. (In Russ.).
53. Peregonchaya OV, Korolkova NV. Spectrophotometric study of the composition of the pigment complex of rapeseed oil. *Technologies and commodity science of agricultural products*. 2020;14(1):155-158. (In Russ.).

Статья принята к публикации 16.03.2026 / The article accepted for publication 16.03.2026.

Информация об авторах:

**Валентин Игоревич Ущатовский**, младший научный сотрудник лаборатории переработки лубяных культур

**Агата Анатольевна Яковлева**, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции

**Любовь Анатольевна Зайцева**, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований и клеточной селекции

**Ирина Эдуардовна Миневиц**, главный научный сотрудник лаборатории переработки лубяных культур, доктор технических наук

**Алексей Васильевич Галкин**, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук

Information about the authors:

**Valentin Igorevich Ushchapovsky**, Junior Researcher, Bast Crops Processing Laboratory

**Agata Anatolyevna Yakovleva**, Junior Researcher, Molecular Genetic Research and Cell Selection Laboratory

**Lyubov Anatolyevna Zaitseva**, Junior Researcher, Molecular Genetic Research and Cell Selection Laboratory

**Irina Eduardovna Minevich**, Chief Researcher, Bast Crops Processing Laboratory, Doctor of Technical Sciences

**Alexey Vasilyevich Galkin**, Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences

