

Биологически активные вещества масла из семян винограда

Черноусова И.В.[✉], Зайцев Г.П.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» НИЦ «Курчатowski институт», г. Ялта, Республика Крым, Россия

[✉]Cherninnal@mail.ru

Аннотация. Впервые предложен способ получения масла из семян сброженной выжимки красных сортов винограда Каберне Совиньон, Мерло экстракционным методом с использованием в качестве экстрагента тетрафторэтана. Для сравнения использовали опытные образцы масла из семян сладкой выжимки белых и красных сортов винограда. Физико-химические показатели исследуемых образцов масла определяли в соответствии с ГОСТ, принятыми для масложировой промышленности РФ. Жирно-кислотный состав (насыщенные, моно- и полиненасыщенные жирные кислоты), вещества неомыляемой фракции (стеролы, сквален, токоферолы) образцов масла идентифицированы газохроматографическим методом. Антиоксидантную способность *in vitro* определяли методом фотохимической люминесценции. Установлено, что исследуемые образцы масла из семян сладкой и сброженной выжимки соответствуют по органолептическим и физико-химическим показателям высококачественному растительному пищевому маслу. Жирно-кислотный состав образцов масла идентичен, содержание линолевой кислоты – полиненасыщенной жирной кислоты, относящейся к группе омега-6, достигает 70 %. Выявлены отличия в образцах масла из семян сладкой и сброженной выжимки. Показатель антиоксидантной способности (АС) в образцах масла из семян сброженной выжимки снижен в среднем на 4-6 % по сравнению с данным показателем в образцах масла из семян сладкой выжимки красных сортов винограда. Значение антиоксидантной активности сохраняется на высоком уровне и составляет 79-80 мг/100 г в пересчете на стандартный антиоксидант тролокс, 135-137 мг/100 г в пересчете на α -токоферол. Семена винограда, полученные из сброженной выжимки, являются перспективным сырьем для получения качественного пищевого масла.

Ключевые слова: виноградная выжимка; семена винограда; экстракция; масло; жирно-кислотный состав; биологически активные вещества; антиоксидантная способность.

Для цитирования: Черноусова И.В., Зайцев Г.П. Биологически активные вещества масла из семян винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):273-280. EDN YIHMNK.

O R I G I N A L R E S E A R C H

Biologically active substances of grape seed oil

Chernousova I.V.[✉], Zaitsev G.P.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia

[✉]Cherninnal@mail.ru

Abstract. For the first time, a method for obtaining oil from seeds of fermented pomace of red grape varieties 'Cabernet Sauvignon' and 'Merlot' using the extraction method with tetrafluoroethane as an extractant was proposed. Experimental samples of oil from sweet pressed seeds of white and red grape varieties were used as a comparison. Physicochemical parameters of the studied oil samples were determined in accordance with GOST (State Standard) adopted for the fat-and-oil industry of the Russian Federation. The fatty acid composition (saturated, mono- and poly-unsaturated fatty acids), substances of unsaponifiable fraction (sterols, squalene, tocopherols) of oil samples were identified by gas chromatography. Antioxidant capacity *in vitro* was determined by photochemical luminescence. It is established that the studied samples of oil from sweet and fermented pomace seeds correspond to high-quality edible oil in terms of organoleptic and physicochemical indicators. The fatty acid composition of oil samples is identical, and the content of linoleic acid (omega-6) reaches 70 %. Differences in samples of oil from seeds of sweet and fermented pomace were found. The antioxidant capacity (AC) index in the samples of oil from seeds of fermented pomace is reduced by an average of 4-6 % compared to this index in the samples of oil from seeds of sweet pomace of red grape varieties. The value of antioxidant activity remains at a high level and amounts to 79-80 mg/100 g in terms of the standard antioxidant trolox, 135-137 mg/100 g in terms of α -tocopherol. Grape seeds obtained from fermented pomace are a promising raw material for producing high-quality edible oil.

Key words: grape pomace; grape seeds; extraction; oil; fatty acid composition; biologically active substances; antioxidant capacity.

For citation: Chernousova I.V., Zaitsev G.P. Biologically active substances of grape seed oil. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):273-280. EDN YIHMNK (in Russian).

Введение

По данным Министерства сельского хозяйства РФ, площадь виноградников составила в 2025 г. 110 тыс. га, что на 5 тыс. га больше по сравнению с 2024 г. Годовой валовый сбор винограда в 2024 г. составил 726 тыс. т [1]. При промышленной переработке винограда образуются отходы виноделия – вторичные ресурсы, составляющие 20 % от объема переработанного винограда. Из этого количества винограда будет произведено 51,4 млн декалитров вино-

материалов, получено сладкой и сброженной виноградной выжимки (без гребней) около 123,4 тыс. т с содержанием в ней семян свыше 22,0 тыс. т. Комплексная переработка вторичных ресурсов виноделия предполагает получение из сладкой выжимки пищевой продукции с нормируемым количеством полифенолов [2] и виноградных семян как источника получения виноградного масла. Исследования, проведенные на большом числе сортов винограда, показывают, что масличность семян из сладкой выжимки составляет 11-14 % [3]. Для извлечения масла из семян винограда используют прессовый и

экстракционный способ. Способом прессования удается получить 5-9 % масла, которому требуется дополнительная очистка путем отстаивания и фильтрации для достижения требований, предъявляемых к качественному пищевому растительному маслу [4]. Как было показано в наших работах, экстракционный метод получения масла из семян сладкой выжимки с использованием в качестве экстрагента – тетрафторэтана позволил увеличить выход масла до 13 % и получить качественное пищевое масло [5, 6] с показателями, соответствующими ГОСТ 18848. Указанные сжиженные газы, находящиеся под давлением, представляют собой бесцветные легкоподвижные жидкости. Вязкость сжиженных газов значительно меньше вязкости обычных растворителей, что характеризует их как экстрагентов с наилучшими диффузионными свойствами. В процессе экстракции проницаемость и растворимость материала значительно улучшаются, что облегчает экстракцию соединений [7]. В химическом отношении они являются инертными веществами, проявляющими химическую индифферентность по отношению к извлекаемым из перерабатываемого сырья веществам. Они не токсичны, не образуют взрывоопасных смесей с воздухом, пожаро- и взрывобезопасны (исключение составляет пропан, бутан).

Известны и другие методы экстракции. Так, в работе А.Ш. Рамазанова, К.Ш. Шахбанова [8] определены оптимальные условия для получения высококачественного нерафинированного виноградного масла для пищевой и фармацевтической промышленности из косточек винограда сорта Ркацителли CO_2 -экстракцией: температура 30 °С, давление диоксида углерода 350 атм., время 60 мин. В этих оптимальных условиях выход масла составил 13,5%. Показано, что в условиях CO_2 -экстракции получено масло из косточек винограда сорта Ркацителли с высоким содержанием незаменимых ненасыщенных жирных кислот – более 88%, токоферолов (витамина Е) 292 мг%, каротиноидов (витамина А) 4,4 мг%, хлорофилла 5,9 мг %.

Показано, что масло виноградных семян содержит комплекс биологически активных веществ, среди которых ведущее место занимают ненасыщенные жирные кислоты – линолевая, линоленовая и арахионовая кислоты, известные как витамин F, суточная потребность которого составляет 5 мг [5, 9]. Витамин F необходим для нормального роста и регенерации кожного эпителия, снижения уровня холестерина в крови [10, 11]. Кроме того, масло из семян винограда содержит также витамин Е (токоферол), который является синергистом витаминов Р-группы и оказывает модифицирующее действие на фосфолипиды мембран, ингибирует окисление полиненасыщенных жирных кислот. Растительный пигмент хлорофилл, определяющий зеленый цвет масла, оказывает тонизирующее действие, повышает основной обмен, стимулирует грануляцию и эпителизацию пораженных тканей [12]. Благодаря на-

личию комплекса биологически активных веществ (полиненасыщенные жирные кислоты, токоферолы, стеролы) масло из семян винограда воспринимается как один из природных антиоксидантов, занимая достойное место в производстве фармацевтических препаратов, косметических средств [13].

Целью наших исследований явилось обоснование расширения сырьевой базы вторичных ресурсов виноделия на основе свойств масла из семян, полученных экстракционным методом из сладкой и сброженной виноградной выжимки.

Материалы и методы

Материалами исследований служили семена, полученные из сладкой выжимки технических сортов винограда Рислинг рейнский, Ркацителли, Алиготе, Каберне Совиньон, Мерло, сброженной выжимки технических сортов винограда Каберне Совиньон, Мерло, полученные в период переработки винограда в обособленном подразделении ГУП г. Севастополя «Агропромышленное объединение «Севастопольский винодельческий завод» (г. Севастополь, с. Орловка).

Предварительно семена винограда подсушивали при температуре 40-45 °С до влажности не менее 10%, измельчали до размера частиц не менее 1 мм. Масло из исследуемых образцов получали на установке для экстракции натуральных веществ из растительного сырья с использованием в качестве экстрагента тетрафторэтана (R134a) при давлении газа 0,9-1,0 МПа, температуре экстракции не более 25°С, и времени экстрагирования с учетом насыщения газом 3 ч. Жидкий экстрагент под давлением 5 кгс/см³ и температурой 25 °С подавался в экстрактор. Соотношение твердой фазы и экстрагента составляло 1:2,5. После окончания экстракции жирорастворимые вещества вместе с экстрагентом поступали в испаритель. В испарителе давление снижали до атмосферного, повышали температуру до 40 °С, экстрагент испаряли и направляли в конденсатор и далее в хранилище для вторичного использования. Экстракт, содержащий следы жиросодержащего комплекса и фреона, из испарителя направляли на дегазацию. Полное удаление фреона из экстракта производилось под вакуумом в дегазаторе в течение 2 ч при температуре 50 °С и давлении вакуума 5 кПа. Способ экстракции масла из семян винограда с использованием в качестве экстрагента тетрафторэтана описаны в работе [5].

Определение физико-химических показателей. Определение основных параметров масел проводили в соответствии с нормативной документацией: определение запаха, цвета и прозрачности – по ГОСТ 5472; определение кислотного числа – по ГОСТ 31933; определение массовой доли неомыляемых веществ – по ГОСТ 5479; определение массовой доли влаги и летучих веществ – по ГОСТ 11812; определение перекисного числа – по ГОСТ 26593; определение йодного числа – по ГОСТ 5475.

Определение жирно-кислотного состава. Приготовление образцов. Для анализа жирных кислот с помощью ГХ-МС необходимо было приготовить их аналоги метиловых эфиров (МЭЖК). Образцы масел объемом 10 мкл растворяли в 200 мкл н-гексана, переносили в другой стеклянный флакон и смешивали с 50 мкл толуола, а затем добавляли 100 мкл BCl_3 в метаноле (Sigma-Aldrich; Supelco 33033; трихлорид бора в метаноле 12%). Смесь нагревали на водяной бане при температуре 80 °С в течение 60 мин. После охлаждения добавляли 200 мкл дистиллированной воды. Затем органическую и водную фазы разделяли и 100 мкл верхней органической фазы, содержащей сложные эфиры жирных кислот, использовали для дальнейшего анализа ГХ-МС.

ГХ-МС анализ жирнокислотного состава. Для анализа жирных кислот использовали газовый хроматограф (Agilent 6890N), оснащенный детектором МС (масс-спектрометрия, Agilent 5973N). Для анализа МЭЖК МС работал в режиме положительной электронной ионизации (EI); диапазон сканирования 33–420 а. е. м. (относительные единицы массы) и скорость сканирования – 2 скан/с. Колонку Agilent J&W HP-5ms длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной пленки с 0,25 мкм использовали с гелием 1 мл/мин в качестве газа-носителя. Градиент температуры начинался с 50 °С, затем увеличивался со скоростью 4 °С/мин. до 150 °С, затем от 150 °С до 280 °С со скоростью 8 °С/мин., что дало общее время работы 41,25 мин. Инъекцию 1 мкл осуществляли с делением потока 1:80 и температурой на входе испарителя 220 °С. Стандарт смеси 37-компонентных МЭЖК Supelco (Supelco, Беллефонте, Пенсильвания, США) использовали для идентификации МЭЖК в маслах виноградных семян. МЭЖК в образцах определяли по времени их удерживания и сравнению спектров с библиотекой масс-спектров NIST 2020. Количество жирных кислот выражали в относительных процентах по отношению к общему содержанию жирных кислот.

Определение в образцах масла фитостерина, токоферолов и летучих соединений. Приготовление образцов. Для изучения состава стерина, токоферолов и летучих соединений, полученных из липидного комплекса, был использован метод определения состава неомыляемых веществ растительных масел Черноусова, Королесова [14]. Перед процессом омыления в липидный комплекс вводили раствор внутреннего стандарта тридекана ($\text{C}_{13}\text{H}_{28}$) в количестве 1 мг/г. Отобранные образцы липидного комплекса (5 г) омыляли 2N спиртовым раствором гидроксида калия в колбе с водяной баней, снабженной обратным холодильником. К охлажденному раствору добавляли дистиллированную воду и количественно переносили в делительную воронку. Неомыляемые вещества экстрагировали несколькими порциями петролейного эфира. Объединенный экстракт промывали водой до нейтральной реакции и удаляли остаточную влагу безводным сульфатом натрия.

Растворитель отгоняли, а неомыляемые вещества растворяли в 5 мл петролейного эфира. Содержание фитостеролов, токоферолов и летучих соединений определяли методом ГЖХ-МС.

ГХ-МС анализ. Для анализа фитостерина, токоферолов и летучих соединений использовали газовый хроматограф (Agilent 6890N), оснащенный детектором МС (масс-спектрометрия, Agilent 5973N), который работал в режиме положительной электронной ионизации (EI); диапазон сканирования 33–420 m/z и скорость сканирования два сканирования/с. Колонку Agilent J&W HP-5ms длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной пленки с 0,25 мкм использовали с гелием 1,2 мл/мин. в качестве газа-носителя. Температурный градиент начинался при 50 °С, затем увеличивался со скоростью 4 °С/мин. до 120 °С, затем от 120 °С до 280 °С со скоростью 8 °С/мин. и выдерживался в течение 10 мин., в результате чего общее время работы составило 47,5 мин. Ввод 1 мкл осуществлялся без деления пробы при температуре на входе испарителя 220 °С. Соединения в образцах определялись путем сравнения их спектров с библиотекой масс-спектров NIST 2021. Количество соединений выражали относительно по содержанию внутреннего стандарта – тридекана ($\text{C}_{13}\text{H}_{28}$).

Определение антиоксидантной способности масла из семян винограда. Антиоксидантную способность жирорастворимых антиоксидантов определяли с использованием прибора Photochem (Analytik Jena AG). Метод основан на фотохимической люминесценции. Супероксидные анионные радикалы образуются при облучении светочувствительного вещества люминола УФ-излучением, что приводит к ускорению окислительных реакций. Радикалы, образующиеся в измерительной ячейке, частично ингибируются за счет реакции с антиоксидантами, присутствующими в определяемой пробе, при этом снижается люминесценция светочувствительного вещества. Подавление реакции люминесценции позволяет определить общую антиоксидантную способность образца. Подавление реакции люминесценции позволяет определить суммарное содержание антиоксидантов в образце. Индикатором люминесценции является фотомножительная камера. Источником подавления люминесценции является ртутная паровая лампа с фосфористым покрытием. При определении антиоксидантной способности определяемого образца наблюдается подавление реакции люминесценции в присутствии антиоксидантов образца, что отражается сигнальной кривой определяемой пробы. Антиоксидантная способность рассчитывается в сравнении со стандартом (на основе калибровочной кривой тролокс) и выражается в эквивалентных единицах стандарта, нмоль. Расчет параметров измерений проводится на основе вычисления разницы между площадью сигнальной кривой контрольной пробы и площадью сигнальной кривой определяемого образца:

– определяется интеграл между сигнальными кривыми. Вычисляется разница между интегральными значениями сигнала контрольного образца (В) и сигнальной кривой определяемого образца (S). Расчет производится автоматически системой PCLsoft прибора Photochem. В качестве калибровочных стандартов использовали тролокс и α -токоферол.

Результаты и их обсуждение

Экстракционным методом с использованием в качестве экстрагента – тетрафторэтана (R134a) получено масло из семян сладкой выжимки винограда сорта Рислинг рейнский, Ркацителли, Алиготе, Каберне Совиньон, Мерло и сброженной выжимки красных сортов винограда Каберне Совиньон, Мерло. Результаты исследования органолептических и физико-химических показателей масла из семян винограда приведены в таблице 1.

По результатам, приведенным в табл. 1, получены опытные образцы виноградного масла с низким значением кислотного числа, (показатель скорости и глубины гидролиза масла), перекисного числа (показатель окисленности масла). Кислотное число составляет от 0,4 до 1,33 мг NaOH/г в образцах масла из семян сладкой выжимки белых и красных сортов винограда и 1,0-1,2 мг NaOH/г в масле из семян сброженной выжимки. Значение показателя перекисного числа для образцов масла из семян сброженной выжимки составляет от 3,5 до 3,9 ммоль O₂/кг, что превышает данный показатель в 2,7 раза в сравнении с данным показателем в масле из семян сладкой выжимки красных сортов винограда. Йодное число как показатель чистоты, натуральности и содержания в масле непредельных жирных кислот, находится для виноградного масла в пределах 127-145 гJ₂/100 [5, 6], в нашем случае значение йодного числа составило 127-129

гJ₂/100. Массовая доля влаги и летучих веществ (%) в образцах масла из семян винограда не превышает допустимую норму для нерафинированных растительных масел (0,15-0,20 %) по ГОСТ 1129, что гарантирует отсутствие в полученных образцах масла следов экстрагента. В табл.2 представлен жирно-кислотный состав масла из семян винограда. Основными насыщенными кислотами в масле являются пальмитиновая и стеариновая, суммарное содержание насыщенных кислот в масле из семян винограда незначительное и не превышает 16 %. Идентифицировано две мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК): олеиновая и транс-олеиновая, содержание олеиновой кислоты составляет не менее 14 %. Олеиновая кислота относится к омега-9 жирным

Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели масла из семян винограда

Table 1. Organoleptic and physicochemical properties of grape seed oil

| Наименование показателей | Содержание компонентов в масле из семян | | | | | | |
|--|--|-----------|------------|------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
| | сладкой выжимки винограда сорта | | | | | сброженной выжимки винограда сорта | |
| | Рислинг рейнский | Алиготе | Ркацителли | Каберне Совиньон | Мерло | Каберне Совиньон | Мерло |
| Цвет | желтый с зеленым оттенком | | | | | зеленовато-желтый | |
| Вкус | свойственный маслу из семян винограда, мягкость во вкусе | | | | | | |
| Кислотное число, мг NaOH/г | 0,40±0,05 | 0,83±0,05 | 0,79±0,05 | 0,80±0,05 | 1,33±0,05 | 1,2±0,05 | 1,0±0,05 |
| Перекисное число, ммоль O ₂ /кг | 2,7±0,04 | 0,80±0,04 | 1,80±0,04 | 1,78±0,04 | 1,00±0,04 | 3,9±0,04 | 3,5±0,04 |
| Йодное число, гJ ₂ /100 г | 128,6±1,5 | 127,5±1,5 | 129,1±1,5 | 128,1±1,5 | 127,5±1,5 | 127,2±1,5 | 127,5±1,5 |
| Влажность и летучие вещества, % | 0,16±0,04 | 0,17±0,04 | 0,19±0,04 | 0,19±0,04 | 0,20±0,04 | 0,14±0,04 | 0,17±0,04 |

Таблица 2. Жирно-кислотный состав масла из семян винограда

Table 2. Fatty acid composition of grape seed oil

| Наименование жирных кислот | Содержание жирных кислот, % | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------|------------|------------------|-------|------------------------------------|-------|
| | сладкой выжимки винограда сорта | | | | | сброженной выжимки винограда сорта | |
| | Рислинг рейнский | Алиготе | Ркацителли | Каберне Совиньон | Мерло | Каберне Совиньон | Мерло |
| Пальмитиновая кислота С 16:0 | 7,1 | 7,5 | 7,3 | 9,1 | 10,5 | 7,6 | 8,3 |
| Стеариновая С 18:0 | 4,1 | 4,1 | 3,7 | 4,8 | 5,4 | 4,4 | 4,4 |
| Олеиновая С 18:1 (ω – 9) | 18,7 | 17,2 | 18,4 | 14,3 | 14,5 | 16,4 | 14,8 |
| Транс-олеиновая С 18:1 (ω – 9) | 0,9 | 0,1 | 0,8 | - | - | 0,3 | 0,6 |
| Линолевая С 18:2 (ω – 6) | 69,2 | 71,3 | 69,8 | 71,8 | 69,6 | 71,6 | 71,1 |
| Сумма насыщенных жирных кислот, % | 11,2 | 11,4 | 11,0 | 14,0 | 15,9 | 12,0 | 12,7 |
| Сумма (МНЖК), % | 19,6 | 17,3 | 19,2 | 14,3 | 14,5 | 16,7 | 15,4 |
| Сумма (ПНЖК), % | 69,2 | 71,3 | 69,8 | 71,8 | 69,6 | 71,6 | 71,1 |

кислотам, которые входят в структуру каждой клетки организма человека [15, 16]. Данная кислота служит для профилактики инфарктов мозга и сердца, регулируя уровень холестерина в крови, проявляет противовоспалительное действие [17]. Содержание полиненасыщенной линолевой кислоты в масле из виноградных семян сладкой и сброженной выжимки достигает 70 %, что согласуется с результатами исследований жирно-кислотного состава виноградного масла, приведенного в работе [5].

Полиненасыщенные кислоты (ПНЖК) представлены в масле из семян винограда линолевой кислотой, относящейся к омега-6, поэтому масло из семян винограда является источником незаменимых жирных кислот для человека, поскольку не синтезируется организмом, а поступает с пищей. В организме человека омега-6 жирные кислоты стабилизируют обменные процессы, поддерживают целостность клеточных мембран, снижают психоэмоциональное напряжение, улучшают функциональное состояние кожи [18-20]. Согласно методическим рекомендациям МР 2.3.1. 2432-08 [21], физиологическая потребность в полиненасыщенных жирных кислотах для взрослых составляет 6-10 % от калорийности суточного рациона. Растительные масла, содержащие ненасыщенные жирные кислоты, окисляются кислородом воздуха. Первыми продуктами окисления являются разнообразные по строению гидропероксиды. За показатель окисленности масел отвечает перекисное число, чем выше данный показатель, тем окисленнее растительное масло. Направление и глубина окисления масел зависит от их ацилглицеринового состава: с увеличением степени непредельности жирных кислот, входящих в состав ацилглицеридов, скорость окисления их возрастает. В ряду жирных кислот олеиновой, линолевой, линоленовой соотношение скорости окисления 1:27:77. В масле из виноградных семян количество полиненасыщенных кислот составляет свыше 70 %, по-

этому возрастает вероятность быстрого окисления. Ингибировать процессы окисления могут только те вещества, которые в своей формуле содержат систему сопряженных двойных связей. Такие вещества легко отдают электрон свободным радикалам, восстанавливая их до стабильных продуктов [22]. К таким известным соединениям относятся α -токоферол и его изомеры, сквален, стеролы. Данные соединения обнаружены в неомыляемой части масла из семян винограда [23, 24]. Как показали результаты, приведенные в табл. 3, в неомыляемой части содержится α -токоферол ацетат – один из компонентов, отвечающих за биологическую ценность и стабильность против окисления растительных масел [25]. Среди сопутствующих маслу неомыляемых веществ важное место занимают биологически активные вещества циклические спирты и их эфиры – стеролы, также ациклические насыщенные углеводороды, в частности – сквален (табл. 3). Суммарное содержа-

Таблица 3. Состав неомыляемой фракции масла из семян винограда

Table 3. Composition of unsaponifiable fraction of grape seed oil

| Название соединений | Содержание компонентов, мг /100 г | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--------------|---------------------|--------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| | сладкой выжимки винограда сорта | | | | | сброженной выжимки винограда сорта | |
| | Рислинг рейн- ский | Али- гоге | Рка- ците- ли | Каберне Сови- ньон | Мерло | Кабер- не Со- виньон | Мерло |
| Этиловые эфиры жирных кислот: | | | | | | | |
| этилпальмитат, этилстеарат, этилолеат, этиллинолеат | 12,4 | 2,2 | 6,5 | 8,1 | 7,0 | 15,0 | 10,3 |
| Дитерпены, тритерпены: | | | | | | | |
| фитол | 7,1 | 0,5 | 5,4 | 7,1 | 2,0 | 11,2 | 9,5 |
| амирин | 10,8 | н.о. | 6,8 | н.о. | н.о. | 10,8 | 6,8 |
| Гераниллиналоол | 5,8 | 6,2 | 11,0 | 5,9 | 3,4 | 11,9 | 12,0 |
| Ациклические насыщенные углеводороды: | | | | | | | |
| сквален | 31,1 | 4,1 | 17,1 | 14,5 | 8,5 | 23,1 | 27,1 |
| Гексадекан, гексакозан, пентокозан, гептокозан, эйкозан, трикозан, тетрокозан, октакозан | 3,8 | 14,9 | 14,4 | 3,2 | 5,4 | 3,8 | 4,4 |
| Стероиды: | | | | | | | |
| кампестерол | 8,7 | 22,2 | 18,6 | 15,5 | 7,4 | 8,7 | 18,6 |
| β -стигмастерол | 12,3 | 28,2 | 17,0 | 17,9 | 95,1 | 12,3 | 17,0 |
| α -ситостерол | н.о. | н.о. | 21,1 | н.о. | н.о. | н.о. | н.о. |
| β -ситостерол | н.о. | 101,7 | н.о. | н.о. | н.о. | н.о. | н.о. |
| γ -ситостерол | 74,3 | н.о. | 91,6 | 71,1 | 5,8 | 102,3 | 96,6 |
| Смесь стеролов | н.д. | 21,4 | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. | н.д. |
| Циклоартенол | 3,8 | н.о. | 8,7 | н.о. | н.о. | 4,7 | 8,7 |
| Токоферолы: | | | | | | | |
| α -токоферол | 5,1 | 4,8 | 4,4 | 2,5 | 1,2 | 5,1 | 4,4 |
| γ -токоферол | н.о. | н.о. | н.о. | н.о. | н.о. | 3,0 | 2,3 |
| Сумма стеролов, мг/100 г | 131,5 | 157,6 | 170,6 | 121,5 | 118,0 | 154,5 | 164,0 |
| Сумма неомыляемой фракции, мг/100 г | 175,2 | 206,2 | 222,6 | 140,8 | 133,8 | 206,8 | 217,7 |

Примечание. н.о. – не обнаружено; н.д. – нет данных

ние стеролов составляет от 118 до 170 мг/100 г; дитерпеновых и тритерпеновых спиртов в количестве 13-38 мг/100 г; сквалена – от 8,5 до 27,0 мг/100 г. Суммарное содержание дитерпенов и тритерпенов в неомыляемой фракции масла из семян сброженной выжимки винограда составляет 37,0-38,6 мг %. Это в 2,5 раза выше их количества в масле из семян сладкой выжимки. Цвет виноградного масла определяет зеленый пигмент хлорофилл – сложный эфир дикарбоновой хлорофиллиновой кислоты двух спиртов, один из которых фитол [12]. Содержание фитола в неомыляемой фракции масла из семян сброженной выжимки в 3 раза выше, чем в образце масла из сладкой выжимки и составляет от 9,5-11,2 мг/100 г, что свидетельствует о кислотном гидролизе пигмента хлорофилла семян винограда в процессе спиртового брожения мезги по красному способу с образованием фитола.

Биологическую активность виноградного масла определяют не только вещества неомыляемой части, но и вещества и соединения, обладающие антиоксидантной способностью – моно и полиненасыщенные жирные кислоты [26]. В таблице 4 приведены результаты измерений антиоксидантной способности исследуемых образцов масла из семян винограда в пересчете на антиоксиданты, тролокс и α -токоферол.

На основании результатов таблицы 4 можно сделать вывод, что исследуемые образцы масла из семян сладкой и сброженной выжимки винограда обладают антиоксидантной способностью (АС), значение данного показателя составляет от 53-90 мг/100 г в пересчете тролокс и 90-146 мг/100 г в пересчете на α -токоферол. Показатель (АС) в образцах масла из семян сброженной выжимки снижен в среднем на 4-6 % по сравнению с данным показателем в образцах масла из семян сладкой выжимки красных сортов винограда.

Таким образом, получено масло из семян винограда сладкой и сброженной выжимки на экспериментальной установке с использованием в качестве экстрагента тетрафторэтана (R134a). Образцы масла из виноградных семян получены с низким значением кислотного числа до 1,3 мг NaOH/г; как показателя скорости и глубины гидролиза масла, с низким значением перекисного числа (1,8-3,9) ммоль/кг $\frac{1}{2}$ O, как показателя окисленности масла. Йодное число образцов виноградного масла находится на уровне 127-129 г₂/100 г, что соответствует натуральности масла. Суммарное содержание моно- и

Таблица 4. Антиоксидантная способность масла из семян винограда и натуральных растительных масел

Table 4. Antioxidant capacity of grape seed oil and natural vegetable oils

| Наименование образца | Тролокс, моль/100 мл | В пересчете на тролокс, мг/100 г | В пересчете на α -токоферол, мг/100 г | Сумма МНЖК, % | Сумма ПНЖК, % |
|---|----------------------|----------------------------------|--|---------------|---------------|
| Масло из семян сладкой выжимки винограда сорта | | | | | |
| Рислинг рейнский | 0,0002795 | 64,65 | 110,19 | 19,6 | 69,2 |
| Рислинг рейнский | 0,0002272 | 53,05 | 90,43 | 19,6 | 69,2 |
| Алиготе | 0,0002846 | 66,84 | 113,30 | 17,3 | 71,3 |
| Алиготе | 0,0002906 | 67,22 | 115,68 | 17,3 | 71,3 |
| Ркацителли | 0,0003926 | 90,80 | 156,26 | 19,2 | 69,8 |
| Ркацителли | 0,0003410 | 78,86 | 135,72 | 19,2 | 69,8 |
| Ркацителли | 0,0003512 | 83,37 | 143,47 | 19,2 | 69,8 |
| Каберне Совиньон | 0,0003668 | 84,84 | 146,01 | 14,3 | 71,8 |
| Каберне Совиньон | 0,0003600 | 83,26 | 143,31 | 14,3 | 71,8 |
| Мерло | 0,0003632 | 83,99 | 144,53 | 14,5 | 69,6 |
| Масло из семян сброженной выжимки винограда сорта | | | | | |
| Каберне Совиньон | 0,0003457 | 80,16 | 137,57 | 16,7 | 71,6 |
| Мерло | 0,000321 | 79,20 | 135,00 | 15,4 | 71,1 |

полиненасыщенных жирных кислот достигает в виноградном масле свыше 88 %, что определяет его биологические свойства. В исследуемых образцах масла из виноградных семян определены вещества неомыляемой части: α -токоферол и его изомеры, сквален, стеролы. Суммарное содержание неомыляемых веществ в масле составляет от 122 до 217 мг/100 г, из них содержание стеролов составляет от 100 до 120 мг/100 г дитерпеновых и тритерпеновых спиртов в количестве 13-38 мг/100 г, сквалена – от 8,5 до 27,0 мг/100 г. Суммарное содержание дитерпенов и тритерпенов в неомыляемой фракции масла из семян винограда сброженной выжимки составляет 37,0-38,6 мг/100 г, что превышает в 2,5 раза их содержание в масле из семян сладкой выжимки. Содержание фитола в неомыляемой фракции масла из семян сброженной выжимки в 3 раза выше, чем в образце масла из сладкой выжимки и составляет от 9,5-11,2 мг/100 г, что свидетельствует о кислотном гидролизе пигмента хлорофилла семян винограда в процессе спиртового брожения мезги по красному способу с образованием фитола. Высокий показатель антиоксидантной способности сохраняется в образцах масла, полученных из семян винограда сброженной выжимки, и составляет 79-80 мг/100 г в пересчете на стандартный антиоксидант тролокс, 135-137 мг/100 г в пересчете на α -токоферол.

Выводы

Впервые получено масло из семян сброженной выжимки красных сортов винограда экстракционным способом с использованием в качестве экстрагента – тетрафторэтана. Масло из семян сброженной выжимки винограда по органолептическим и физико-химическим показателям соответствует образцам масла, полученных из семян сладкой вы-

жимки. Жирно-кислотный состав образцов масла идентичен, содержание линолевой кислоты (омега-6) достигает 70 %. Значение показателя перекисного числа для образцов масла из семян сброженной выжимки составляет от 3,5 до 3,9 ммоль O₂/кг, что превышает данный показатель в 2,7 раза в сравнении с данным показателем в масле из семян сладкой выжимки красных сортов винограда, и не превышает допустимую норму, 10 ммоль O₂/кг для качественных нерафинированных растительных масел. Семена винограда, полученные из сброженной выжимки, являются перспективным сырьем для получения качественного пищевого масла.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2022-0004.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0004.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Федеральная корпорация по развитию малого и среднего бизнеса [Электронный ресурс]: corpmsp.ru/about/press/news/novosti-ekonomiki/v_rf_sbor_vinograda_s_nachala_2024_goda_dostig_726_tys_tonn/ (дата обращения: 03.06.2025).
Federal corporation for the development of small and medium business. Access mode: corpmsp.ru/about/press/news/novosti-ekonomiki/v_rf_sbor_vinograda_s_nachala_2024_goda_dostig_726_tys_tonn/ (date of access: 03.06.2024) (in Russian).
2. Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Жилиякова Т.А., Соловьева Л.М., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е. Продукты переработки винограда с нормируемым количеством полифенолов: свойства, биологическая эффективность // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН. 2023;52:94-96.
Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Soloviyova L.M., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E. Grape processing products with a regulated amount of polyphenols: properties, biological efficiency. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach*. 2023;52:94-96 (in Russian).
3. Маджунлу У.Х., Шюкурова В.Н., Эюбова Л.Р., Салимов В.С. Исследование морфологических, технологических и биохимических показателей семян, полученных при переработке винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(1):99-104. DOI 10.34919/IM.2024.32.51.016.
Majnunlu U.Kh., Shukurova V.N., Eyyubova L.R., Salimov V.S. The study of morphological, technological and biochemical parameters of seeds obtained during the processing of some grape varieties. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2024;26(1):99-104. DOI 10.34919/IM.2024.32.51.016(in Russian).
4. Разуваев Н.И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия. М.: Пищевая промышленность. 1975:1-167.
Razuvaev N.I. Complex processing of secondary products of winemaking. M.: Food Industry. 1975:1-167 (in Russian).
5. Огай Ю.А., Соловьева Л.М., Ткаченко М.Г., Черноусова И.В., Катрич Л.И., Виноградов Б.А., Асатурян Ж.М., Зайцев Г.П., Ткаченко О.В. Масло из виноградных семян // Виноградарство и виноделие. Сборник научных трудов НИВиВ «Магарач». 2009;39:92-96.
Ogay Yu.A., Soloviyova L.M., Tkachenko M.G., Chernousova I.V., Katrich L.I., Vinogradov B.A., Asaturian Zh.M., Zaitsev G.P., Tkachenko O.V. Grape seed oil. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach*. 2009;39:92-96 (in Russian).
6. Катрич Л.И., М.Г. Ткаченко, Л.М. Соловьева, И.В. Черноусова, Б.А. Виноградов, Огай Ю.А., Воронина Л.Н., Башура А.Г., Загайко А.Л. Изучение свойств виноградного масла, полученного экстракцией хладом // Тезисы докладов. 2-ая Международная конференция «Жиры и жиродержащие продукты», 21-25 сентября, 2009. г. Алушта. 2009:27-29.
Katrich L.I., Tkachenko M.G., Soloviyova L.M., Chernousova I.V., Vinogradov B.A., Ogay Yu.A., Voronina L.N., Bashura A.G., Zagayko A.L. Study of properties of grape seed oil obtained by freon extraction. *Abstracts of Reports. 2-nd International Conference "Fats and Fat-Containing Products"*, September 21-25, 2009. Alushta. 2009:27-29 (in Russian).
7. Zhu X.L., Gan J., Liu Y.G., Sun X.H., Hu P., Hou J.J., Song X.Z. Application of subcritical extraction technology in the processing of edible oil and agricultural products. *Grain Oil and Food Technology*. 2020;4:15-19.
8. Рамазанов А.Ш., Шахбанов К.Ш. Исследование масла из косточек винограда, получаемого экстракцией сверхкритическим диоксидом углерода // Химия растительного сырья. 2018;1:75-81. DOI 10.14258/jcprm.2018012402.
Ramazanov A.Sh., Shahbanov K.Sh. The study of grape seed oil obtained by extraction by supercritical carbon dioxide. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2018;1:75-81. DOI 10.14258/jcprm.2018012402 (in Russian).
9. Черноусова И.В., Зайцев Г.П. Масло виноградных семян: технологии экстракции, состав, антиоксидантные свойства // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):202-208. EDN SFPOCI.
Chernousova I.V., Zaitsev G.P. Grape seed oil: extraction technologies, composition, antioxidant properties. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2024;26(2):202-208. EDN SFPOCI (in Russian).
10. Lachman J., Hejtmánková A., Táborský J., Kotíková Z., Pivec V., Štrálková R., Vollmannová A., Bojňanská T., Dědina M. Evaluation of oil content and fatty acid composition in the seed of grapevine varieties. *LWT Food Sci. Technol*. 2015;63(1):620-625. DOI 10.1016/j.lwt.2015.03.044.
11. Niknami E., Sajjadi S.E., Talebi A., Minaian M. Protective effect of *Vitis vinifera* (Black grape) seed extract and oil on acetic acid-induced colitis in rats. *International Journal of Preventive Medicine*. 2020;11:102. DOI 10.4103/ijpvm.IJPVM_362_19.
12. Кабашникова Л.Ф. Хлорофилл - зеленое вещество жизни // Наука и инновация. 2018;1(179):65-69.
Kabashnikova L.F. Chlorophyll - the green substance of life. *Science and Innovation*. 2018;1(179):65-69 (in Russian).

13. Бокшан Е.В., Дермограй Р.Е., Дзера В., Чолий Л.Ф., Штейн Т. Масло из косточек винограда - перспективное сырье для фармацевтической и косметической продукции // Провизор. 2000;11:15.
Bokshan E.V., Dermograi R.E., Dzera V., Choliy L.F., Shtein T. Grape seed oil is a promising raw material for pharmaceutical and cosmetic products. *Pharmacist*. 2000;11:15 (*in Russian*).
14. Chernousova I.V., Korolesova V.E. Sterols of the *Saccharomyces cerevisiae* lipid complex from a grape must fermentation. Book of Abstracts. International Symposium "Non-Conventional Yeasts in the Postgenomic Era", Ukraine, Lviv. September 11-14, 2011:63.
15. Миронова А.Н., Козлова В.Л., Волкова З.Д., Филиппова Г.И., Алюмова Т.Б., Вологодина С.П., Горшкова Е.И. Химические и биологические свойства виноградного масла // Вопросы питания. 1990;5:51-53.
Mironova A.N., Kozlova V.L., Volkova Z.D., Filippova G.I., Alyumova T.B., Vologdina S.P., Gorshkova E.I. Chemical and biological properties of grape oil. *Nutrition Issues*. 1990;5:51-53 (*in Russian*).
16. Светлова С. Омега-9: польза и вред [Электронный ресурс]: medaboutme.ru/zdorove/publikacii/stati/lechebnoe_pitanie/omega_9_polza_i_vred/ (дата обращения: 21.04.2019).
Svetlova S. Omega-9: benefits and harm. Access mode: medaboutme.ru/zdorove/publikacii/stati/lechebnoe_pitanie/omega_9_polza_i_vred/ (date of access: 21.04.2019) (*in Russian*).
17. Мирзаева М.А. Исследование масла косточек винограда // Масложировая промышленность. 2007;1:28.
Mirzaeva M.A. Study of grape seed oil. *Oil and Fat Industry*. 2007;1:28 (*in Russian*).
18. Кароматов И.Д., Абдувохидов А.Т. Лечебные свойства косточек винограда и виноградного масла (обзор литературы) // Биология и интегративная медицина. 2018;1(18):49-86.
Karomatov I.D., Abduvokhidov A.T. Medicinal properties of grape seeds and grape oil (literature review). *Biology and Integrative Medicine*. 2018;1(18):49-86 (*in Russian*).
19. Liu T., Zhao J., Ma L., Ding Y., Su D. Hepatoprotective effects of total triterpenoids and total flavonoids from *Vitis vinifera* L. against immunological liver injury in mice. *Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2012;2012:969386. DOI 10.1155/2012/969386.
20. Valls-Belles V., Torres M.C., Muñoz P., Beltran S., MartinezAlvarez J.R., Codoñer-Franch P. De-fated milled grape seed protects adriamycin-treated hepatocytes against oxidative damage. *Eur. J. Nutr.* 2006;45(5):251-258.
21. Методические рекомендации «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18 декабря 2008 г.) [Электронный ресурс]: www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979 (дата обращения: 21.04.2025).
Methodological recommendations "Standards of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation" (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on December 18, 2008) Access mode: www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979 (date of access: 21.04.2025) (*in Russian*).
22. Kapcsándi V., Lakatos E.H., Sik B., Linka L.Á., Székelyhídi R. Characterization of fatty acid, antioxidant, and polyphenol content of grape seed oil from different *Vitis vinifera* L. varieties. *OCL*. 2021;28:30. DOI 10.1051/ocl/2021017.
23. Zhao L., Yagiz Ya., Xu C., Lu J., Chung S., Marshall M. R. Muscadine grape seed oil as a novel source of tocotrienols to 520 reduce adipogenesis and adipocyte inflammation. *Food & Function*. 2015;6:2293-2302. DOI 10.1039/c5fo00261c.
24. Gónaš P., Rudzińska M., Grygier A., Lācis G. Diversity of oil yield, fatty acids, tocopherols, tocotrienols, and sterols in the seeds of 19 interspecific grapes crosses. *J. Sci. Food Agric.* 2019;99(5):2078-2087. DOI 10.1002/jsfa.9400.
25. Сизова Н.В. Снижение концентрации токоферолов в процессе окисления жирных масел // Химия растительного сырья. 2009;1:117-119.
Sizova N.V. Decrease in the concentration of tocopherols in the process of oxidation of fatty oils. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2009;1:117-119 (*in Russian*).
26. Сизова Н.В., Черноусова И.В., Огай Ю.А. Содержание антиоксиданта - токоферола в виноградных маслах, полученных методами прессования и экстракции // Виноградарство и виноделие. Сб. науч. тр. ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН. 2020;9:248-250.
Sizova N.V., Chernousova I.V., Ogay Yu.A. Content of tocopherol-antioxidant in grape-seed oils obtained by methods of pressing and extraction. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach*. 2020;49:248-250 (*in Russian*).

Сведения об авторах

Инна Владимировна Черноусова, канд. тех. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мейл: cherninnal@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-5374-7683;

Георгий Павлович Зайцев, канд. тех. наук, зав. лабораторией аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий; e-мейл: gorg-83@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-6416-8417.

Information about the authors

Inna V. Chernousova, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: cherninnal@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-5374-7683;

Georgiy P. Zaitsev, Cand. Techn. Sci., Head of the Laboratory of Analytical Research, Innovative and Resource Saving Technologies; e-mail: gorg-83@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-6416-8417.

Статья поступила в редакцию 29.07.2025, одобрена после рецензии 05.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.