

УДК 536.66 +543.86
EDN SFPOCI

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Масло виноградных семян: технологии экстракции, состав и антиоксидантные свойства

Черноусова И.В.[✉], Зайцев Г.П.

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

[✉]Cherninnal@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований физико-химического, жирно-кислотного состава масла семян винограда (*Vitis vinifera* L.), полученного экстракцией и прессованием. Методом экстракции получено масло из семян винограда без нежировых примесей, с низким значением кислотного числа до 0,8 мг NaOH/г, перекисного числа 1,0-2,5 ммоль/кг $\frac{1}{2}$ O, йодное число составило 127-129 гJ₂/100. Установлено содержание компонентов масла семян винограда (полиненасыщенных жирных кислот, сквалена, стероидов, токоферолов), определяющих его антиоксидантные и биологически активные свойства. В качестве контроля было взято облепиховое масло, полученное экстракционным способом. Приведены результаты измерений антиоксидантной способности (АС) масла из семян винограда и облепихового масла в пересчете на тролокс и α -токоферол. Показатель АС составлял от 62-82 мг% в пересчете на стандартный антиоксидант тролокс-С и 107-140 мг% в пересчете на α -токоферол. Причем для масла из семян белых сортов винограда показатель АС в пересчете на α -токоферол, составлял в среднем 117,6 мг%; для масла из семян красных сортов винограда – 139,7 мг%, что на 9,2% – 23,5% ниже показателя антиоксидантной способности облепихового масла.

Ключевые слова: прессование; фторпроизводные предельные углеводороды; масло; жирно-кислотный состав; антиоксидантная способность.

Для цитирования: Черноусова И.В., Зайцев Г.П. Масло виноградных семян: технологии экстракции, состав и антиоксидантные свойства // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):202-208. EDN SFPOCI

ORIGINAL RESEARCH

Grape seed oil: extraction technologies, composition and antioxidant properties

Chernousova I.V.[✉], Zaitsev G.P.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

[✉]Cherninnal@mail.ru

Abstract. The results of experimental studies of physicochemical, fatty acid composition of grape seed oil (*Vitis vinifera* L.), obtained by extraction and pressing, are presented. Grape seed oil was received using the extraction method without nonoleaginous impurities, with a low acid value of up to 0.8 mg NaOH/g, peroxide value of 1.0-2.5 mmol/kg $\frac{1}{2}$ O, iodine value of 127-129 gJ₂/100. The content of grape seed oil components (polyunsaturated fatty acids, squalene, sterols, tocopherols), determining its antioxidant and biologically active properties, was established. Sea buckthorn oil obtained by extraction was taken as a control. Measuring results of antioxidant capacity (AC) of grape seed oil and sea buckthorn oil in equivalent of trolox and α -tocopherol are presented. The AC indicator ranged from 62-82 mg% in equivalent amount of the standard antioxidant trolox-C, and 107-140 mg% – of α -tocopherol. Moreover, for oil from the seeds of white grape varieties, the AC indicator in equivalent of α -tocopherol averaged 117.6 mg%; for oil from seeds of red grape varieties – 139.7 mg%, which was 9.2% – 23.5% lower than the antioxidant capacity indicator of sea buckthorn oil.

Key words: pressing; fluorinated saturated hydrocarbons; oil; fatty acid composition; antioxidant capacity.

For citation: Chernousova I.V., Zaitsev G.P. Grape seed oil: extraction technologies, composition and antioxidant properties. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):202-208. EDN SFPOCI (in Russian).

Введение

Семена винограда (*Vitis vinifera* L.) являются источником виноградного масла. Румянцев и др. [1-6] показали, что масло виноградных семян содержит комплекс биологически активных веществ, среди которых ведущее место занимают ненасыщенные жирные кислоты – линолевая и линоленовая кислоты, известные как витамин F. Его суточная потребность составляет 5 мг, витамин F необходим для нормального роста и регенерации эпителия кожи, сохраняет запасы витамина А, снижает уровень холестерина в крови, за счет содержания в нем фитостероидов [7-10]. Кроме того, масло виноградных семян содержит также витамин Е (токоферол), который является синергистом витаминов Р-группы и оказывает моди-

фицирующее 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 [11-12]. Благодаря наличию 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, а также как диетический и пищевой продукт. Получение масла из растительного сырья для пищевой и косметической промышленности заставляет химиков-технологов искать условия экстракции, при которых выход биологически активных веществ

© Черноусова И.В.,
Зайцев Г.П., 2024

максимален, а их разрушение под действием температуры и растворителей минимально [13]. В связи с очевидным высоким потенциалом биологической активности масла виноградных семян необходимо осуществить исследования биологической активности виноградного масла *in vitro*, полученного разными способами, – прессованием и экстракцией. В нашей работе использовали метод экстракции фторпроизводными предельными углеводородами. Указанные сжиженные газы, находящиеся под давлением, представляют собой бесцветные легкоподвижные жидкости. Вязкость сжиженных газов значительно меньше вязкости обычных растворителей, что характеризует их как экстрагенты с наилучшими диффузионными свойствами. В процессе экстракции проницаемость и растворимость материала значительно улучшаются, что облегчает экстракцию соединений [14]. 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 [15] определены оптимальные условия для получения высококачественного нерафинированного виноградного масла для пищевой и фармацевтической промышленности из косточек винограда сорта Ркацители CO_2 -экстракцией: температура 30°C , 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 Ркацители с высоким содержанием незаменимых ненасыщенных жирных кислот – более 88 %, токоферолов (витамина Е) 292 мг %, каротиноидов (витамина А) 4,4 мг %, хлорофилла 5,9 мг %.

Целью наших исследований является обоснование технологии получения масла виноградных семян экстракционным способом с использованием фторпроизводных предельных углеводородов и оценка органолептических, физико-химических показателей, жирно-кислотного состава масла, а также его антиоксидантных свойств *in vitro*.

Материалы и методы

Материалами исследований служили семена, полученные из выжимки технических сортов винограда Ркацители, Алиготе, Каберне Совиньон, Мерло, полученные на винзаводе им. П. Осипенко (г. Севастополь, Крым). Предварительно семена винограда подсушивали при температуре $40\text{--}45^\circ\text{C}$ до влажности не менее 10 %, измельчали до размера частиц не менее 1 мм. Масло из семян винограда получали на установке экстракции натуральных веществ из растительного сырья с использованием в качестве хладагента (фреон) – тетрафторэтана (R134a) при давлении газа 0,9-1,0 МПа, температуре экстракции не более 18°C , и времени экстрагирования с учетом насыщения газом 3 ч. Жидкий фреон под давлением 5 кгс/см³ и температурой 25°C подавался в экстрактор.

Соотношение твердой фазы и экстрагента составляло 1:10. После окончания экстракции жирорастворимые вещества вместе с экстрагентом поступали в испаритель. В испарителе давление снижали до атмосферного, повышали температуру до 40°C , фреон 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°C и давлении вакуума 50 мБар. Способ экстракции масла из виноградных семян с использованием хладагентов описаны в работе [6]. Контролем служили образцы масла из виноградных семян, полученного прессованием, и облепихового масла, полученного экстракционным способом.

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 нежировых примесей – по ГОСТ 5481; 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 (газовая хромато-масс-спектрометрия) 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°C 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°C , затем увеличивался со скоростью $4^\circ\text{C}/\text{мин}$ до 150°C , затем от 150°C до 280°C со скоростью $8^\circ\text{C}/\text{мин}$, что дало общее время работы 41,25 мин. Инъекцию 1 мкл осу-

шествовали с делением потока 1:80 и температурой на входе испарителя 220°C. 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. Количества жирных кислот выражали в относительных процентах по отношению к общему содержанию жирных кислот.

Определение в образцах масла фитостероидов, токоферолов и летучих соединений

Приготовление образцов. Для изучения состава стероидов, токоферолов и летучих соединений, полученных из липидного комплекса, был использован метод определения состава неомыляемых веществ растительных масел Черноусова, Королесова [17]. Перед процессом омыления в липидный комплекс вводили раствор внутреннего стандарта тридекана ($C_{13}H_{28}$) 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 фитостероидов, токоферолов и летучих соединений определяли методом ГХ-МС.

ГХ-МС анализ

Для анализа фитостероидов, токоферолов и летучих соединений использовали газовый хроматограф (Agilent 6890N), оснащенный детектором МС (масс-спектрометрия, Agilent 5973N). МС работала 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°C, затем увеличивался со скоростью 4°C/мин до 120 °C, затем от 120°C до 280°C со скоростью 8°C/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°C. Соединения в образцах определялись путем сравнения их спектров с библиотекой масс-спектров NIST 2021. Количества соединений выражали относительно по содержанию внутреннего стандарта – тридекана ($C_{13}H_{28}$).

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 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. В качестве калибровочных стандартов использовали тролокс и α -токоферол.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования химического состава масла из семян винограда Ркацители, полученного способами экстракции и прессованием представлены в табл. 1.

Методом экстракции получено масло из семян винограда, в отличие от прессового способа без жировых примесей, с низким значением кислотного числа 0,80 мг NaOH/г, как показателя скорости и глубины гидролиза масла, перекисного числа 1,83 ½ О миллимоль/кг, как показателя окисленности масла. Йодное число как показатель чистоты, натуральности и содержания в масле непредельных жирных кислот находится для виноградного масла в пределах 125-145 гJ₂/100 [17], в нашем случае значение йодного числа составило 127-129 гJ₂/100.

В жирно-кислотном составе виноградного масла, полученного разными способами, особых различий не наблюдалось. Масло из семян винограда, как и облепиховое масло, характеризовались высоким значением ненасыщенных жирных кислот 86-89 % в случае виноградного масла и 79 % – в облепиховом масле

Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели масла из семян винограда сорта Ркацители
Table 1. Organoleptic and physicochemical indicators of oil from grape seeds of 'Rkatsiteli' variety

Имя параметра	Характеристика масла из семян винограда сорта Ркацители	
	способ экстракции	способ прессования
Прозрачность	прозрачное	непрозрачное
Цвет	желтый с зеленоватым оттенком	зеленовато-желтый
Вкус и аромат	свойственный маслу из виноградных семян, мягкость во вкусе	
Кислотное число, мг NaOH/г масла	0,80±0,05	1,14±0,03
Перекисное число, ½ О миллимоль/кг	1,83±0,05	6,60±0,04
Нежировые примеси, %	не обнаружено	8,8±0,3
Влага и летучие вещества, %	0,18±0,04	0,57±0,02
Йодное число (гJ ₂ /100 г масла)	129,1±1,5	128,0±2,4
Неомыляемые вещества, %	0,80±0,05	0,99±0,05

Примечание: значения представлены как среднее ± стандартное отклонение, n = 3

(табл. 2, рис. 1-3).

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 продукт более окисленный. 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 68 %, поэтому 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 [18]. К таким известным соединениям относятся α -токоферол и его изомеры, сквален, именно эти вещества обнаружены в неомыляемой части растительных масел [19, 20].

С целью определения количественного соотношения веществ (неомыляемых веществ, в том числе токоферолов), определяющих стабильность масла против окисления, были определены компоненты неомыляемой части исследуемых масел. В качестве контроля был взят образец облепихового масла (производство института «Магарач»). Как показали результаты, приведенные в табл. 3, в неомыляемой части содержится α -токоферолацетат, один из компонентов, отвечающих за биологическую ценность и стабильность против окисления растительных масел [21, 22]. Среди сопутствующих маслу неомыляемых веществ важное место занимают циклические спирты и их эфиры – стеролы (табл. 3). В неомыляемой части масла из семян винограда, полученного экстракционным способом, установлены биологически активные вещества: сквален – 311 мг/кг, сумма стеролов – 1538 мг/кг; ди-

Таблица 2. Жирно-кислотный состав масла из семян винограда и облепихового масла

Table 2. Fatty acid composition of grape seed oil

Жирно-кислотный состав, %	Масло из семян винограда, полученное		Облепиховое масло, полученное экстракцией
	экстракцией	прессованием	
Пальмитиновая (C16:0)	7,4±0,2	7,9±0,5	18,5±0,2
Пальмитоолеиновая (C16:1)	не обнаружено		8,0±0,2
Стеариновая (C18:0)	4,1±0,1	4,2±0,2	3,0±0,09
Олеиновая (C18:1 cis n-9)	18,8±0,3	20,2±0,4	15,4±0,2
транс-Олеиновая (C18:1 trans n-9)	0,7±0,03	0,6±0,03	4,1±0,2
Линолевая (C18:2 n-6)	69,0±0,7	67,1±0,8	47,7±0,7
Линоленовая (C18:3)	0,3±0,02	0,3±0,02	3,3±0,2
Сумма насыщенных жирных кислот, %	11,5-12,6	12,1±0,2	21,5±0,3
Сумма мононенасыщенных жирных кислот, %	17,3-18,8	20,8±0,4	19,5±0,5
Сумма полиненасыщенных жирных кислот, %	69,1-70,0	67,4±0,4	59,0±0,2

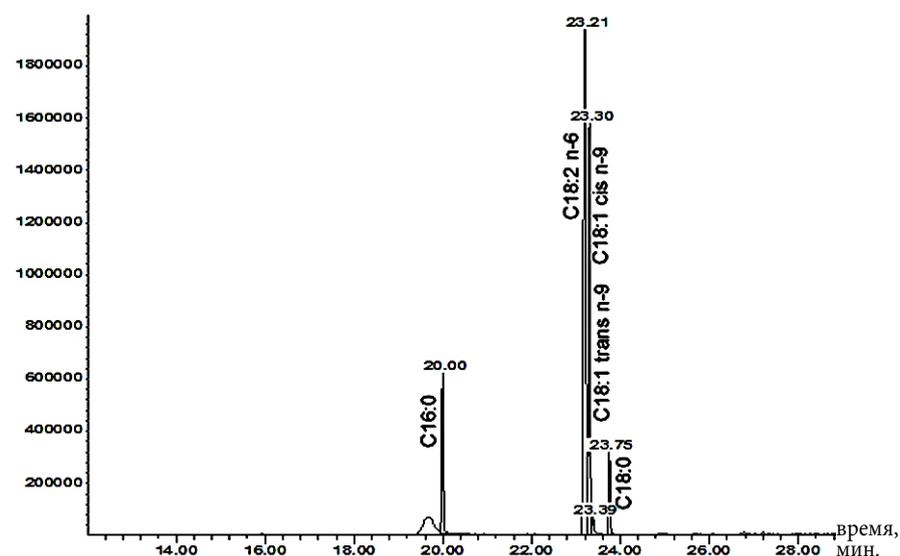


Рис. 1. ГХ-МС полная ионная хроматограмма жирно-кислотного состава масла семян винограда сорта Ркацители, полученного экстракцией

Fig 1. GC-MS total ion-chromatogram of fatty acid composition of 'Rkatsiteli' grape seed oil obtained by extraction

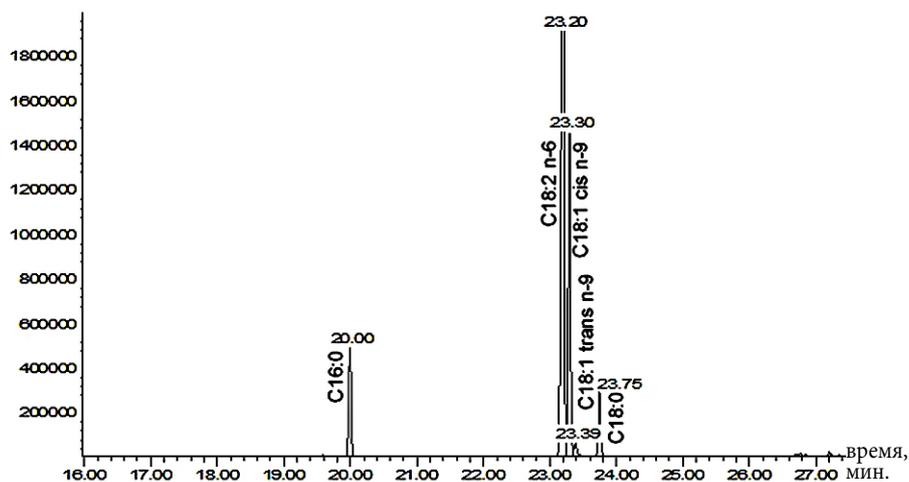


Рис. 2. ГХ-МС полная ионная хроматограмма жирно-кислотного состава масла из семян винограда сорта Ркацители, полученного прессованием

Fig 2. GC-MS total ion-chromatogram of fatty acid composition of 'Rkatsiteli' grape seed oil obtained by pressing

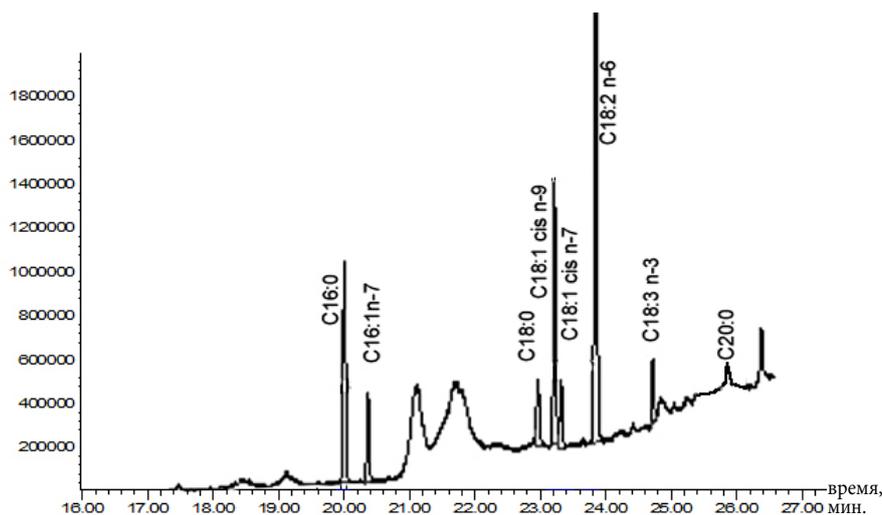


Рис. 3. ГХ-МС полная ионная хроматограмма жирно-кислотного состава облепихового масла, полученного экстракцией

Fig 3. GC-MS total ion-chromatogram of fatty acid composition of sea buckthorn seed oil obtained by extraction

Таблица 3. Содержание биологически активных компонентов в масле из семян винограда

Table 3. Content of biologically active components in grape seed oil and sea-buckthorn seed oil

Неомыляемые вещества, мг/кг масла	Масло из семян винограда сорта Ркацители, полученное		Облепиховое масло, полученное экстракцией
	экстракцией	прессованием	
Этиловые эфиры жирных кислот (этилпальмитат, этилстеарат, этиллинолеат, этилолеат)	123	12	не обнаружено
Дитерпеновые и тритерпеновые спирты, в том числе:			
фитол	71	8	23
α-амирин	108	2	не обнаружено
лупеол	28		не обнаружено
геранилиналоол	110	6	
Ациклические насыщенные углеводороды			
Сквален	311	3	не обнаружено
Гексадекан, гексакозан, пентакозан, гептакозан	144	не обнаружено	742
Стероиды			
Кампестерол	186	10	не обнаружено
β-Стигмастерол	170	26	не обнаружено
α-Ситостерол	211	5	не обнаружено
γ-Ситостерол	916	39	161
Циклоартенол	87	3	не обнаружено
Ланостерол	не обнаружено		34
Смесь стеролов	не обнаружено		370
α-Токоферол	44	1	37
γ-Токоферол	11		не обнаружено

терпеновые и тритерпеновые спирты в количестве 317 мг/кг масла, определяющие цвет и вкусовые качества масла. Концентрация стеролов в образце виноградного масла, полученного прессовым способом, ниже на 96 %.

Биологическую активность виноградного масла определяют не только вещества неомыляемой части, но и вещества и соединения, обладающие антиоксидантной способностью [19]. В табл. 4 приведены результаты измерений антиоксидантной способности масла из семян винограда и облепихового масла в пересчете на тролокс и α-токоферол.

Высокой антиоксидантной способностью обладает масло из семян винограда данный показатель составляет 62,1–81,5 мг % в пересчете на стандартный антиоксидант тролокс и 107–140 мг % в пересчете на α-токоферол. Антиоксидантная способность масла из семян винограда в пересчете на α-токоферол составляет в среднем для белых сортов винограда 117,6 мг %; для масла из красных сортов винограда – 139,7 мг %, что на 9,2 % – 23,5 % ниже показателя антиоксидантной способности облепихового масла. По химическому составу исследуемые образцы масла практически не отличаются, но есть различия по цвету и по концентрации неомыляемых веществ. Данный показатель составляет (0,92–0,98) % в образцах масла из семян красных технических сортов винограда и (0,72–0,89) % – в масле из семян белых сортов винограда (табл. 5). Цвет виноградного масла определяет зеленый пигмент хлорофилл C₂₀H₃₉ОН – сложный эфир дикарбоновой хлорофиллиновой кислоты двух спиртов фитола [11]. Фитол можно обнаружить в неомыляемой части масла из семян винограда и, по-видимому, в масле из семян

Таблица 4. Антиоксидантная способность исследуемых масел, полученных экстракцией

Table 4. Antioxidant capacity of the studied oils obtained by extraction

Наименование масла	Неомыляемые вещества, %	В пересчете на антиоксидант тролокс, мг %	В пересчете на α-токоферол, мг %
Масло из семян винограда сорта			
Рислинг рейнский	0,89	62,2±2,6	106,9±4,5
Алиготе	0,72	63,9±2,4	110,0±4,2
Ркацители	0,80	78,8±2,8	135,7±4,9
Каберне Совиньон	0,98	80,8±3,7	139,1±6,3
Мерло	0,92	81,5±3,1	140,3±5,3
Облепиховое масло (контроль)	нет данных	89,3±3,9	153,8±6,7

Примечание: значения представлены как среднее ± стандартное отклонение, n = 3

Таблица 5. Химический состав образцов масла из семян винограда Ркацители, Алиготе, Мерло, Каберне Совиньон, полученного экстракцией

Table 5. Chemical composition of oil samples from 'Rkatsiteli', 'Aligote', 'Merlot', 'Cabernet Sauvignon' grape seeds obtained by extraction

Наименование показателей	Наименование сорта винограда, характеристика масла			
	Рислинг рейнский	Алиготе	Каберне Совиньон	Мерло
Прозрачность	прозрачное			
Цвет	желтый с зеленоватым оттенком		зеленовато-желтый	
Запах и вкус	свойственный маслу из виноградных семян, мягкость во вкусе			
Кислотное число, мг NaOH/г	0,40±0,02	0,66±0,04	0,80±0,05	1,33±0,07
Перекисное число, ½ O милаимоль /кг	2,7±0,02	2,7±0,06	2,5±0,05	1,0±0,04
Нежировые примеси, %	отсутствуют			
Влага и летучие вещества, %	0,16±0,01	0,27±0,02	0,19±0,02	0,20±0,02
Йодное число, г ₂ /100 г	128,6±1,5	127,8±1,2	128,1±1,6	127,5±1,5
Неомыляемые вещества, %	0,89±0,05	0,72±0,05	0,98±0,05	0,92±0,05

винограда красных сортов концентрация хлорофилла выше, чем в масле из семян винограда белых сортов, что определяет его цвет – зелено-желтый, и более высокое процентное содержание неомыляемых веществ.

Выводы

Методом экстракции получено масло из семян винограда без нежировых примесей, с низким значением кислотного числа до 0,8 мг NaOH/г как показателя скорости и глубины гидролиза масла, с низким значением перекисного числа (1,0–2,5) ммоль/кг ½ O как показателя окисленности масла. Данный образец масла характеризуется высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот – 86 % – 88 %, сквалена – 311 мг/кг, стеролов – 1538 мг/кг, обладает высокой антиоксидантной способностью (АС). Показатель АС в пересчете на α-токоферол, составляет в среднем для белых сортов винограда 117,6 мг %; для масла из красных сортов винограда – 139,7 мг %, что на 9,2 % – 23,5 % ниже показателя антиоксидантной способности облепихового масла.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Румянцев Е.В., Антина Е.В., Чистяков Ю.В. Химические основы жизни. Москва: Химия, Колос. 2007:1-560.
2. Karaman S., Karasu S., Tornuk F., Toker O.S., Geçgel Ü., Sagdic O., Ozcan N., Gül O. Recovery potential of cold press by-products obtained from oil industry: Physicochemical, bioactive and antimicrobial properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2015;63(8):2305–2313. DOI 10.1021/jf504390t.
3. Fernandes L., Casal S., Cruz R., Pereira J.A., Ramalhosa E. Seed oils of ten traditional Portuguese grape varieties with

interesting chemical and antioxidant properties. Food Research International 2013;50:161-166. DOI 10.1016/j.foodres.2012.09.039.

4. Lachman J., Hejtmánková A., Táborský J., Kotíková Z., Pivec, V., Strávková R., Vollmannová A., Bojnánská T., Dědina M. Evaluation of oil content and fatty acid composition in the seed of grapevine varieties. LWT Food Science and Technology. 2015;63:620–625. DOI 10.1016/j.lwt.2015.03.044.
5. Santi A.C., Simon K.M., Silva A.J.M., Balbi M.E., Monteiro C.S. Characteristics of chemical composition and nutritional seed grape (*Vitis vinifera*, Vitaceae) cv. *Cabernet Sauvignon*. Visão Académica. 2015;16:98-107. DOI 10.5380/acd.v16i2.40098.
6. Harbeoui H., Dakhlaoui S., Wannas W.A., Bourgou S., Hammami M., Khan N.A., Tounsi M.S. Does unsaponifiable fraction of grape seed oil attenuate nitric oxide production, oxidant and cytotoxicity activities. Journal of Food Biochemistry. 2019;43(8):e12940. DOI 10.1111/jfbc.12940.
7. Niknami E., Sajjadi S.E., Talebi A., Minaiyan 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.
8. Kapcsándi V., Lakatos E.H., Sik B., Linka L.Á., Székelyhidi 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.
9. Wijekoon C., Netticadan T., Siow Ya.L., Sabra A., Yu L., Raj P., Prashar S. Potential associations among bioactive molecules, antioxidant activity and resveratrol production in *Vitis vinifera* fruits of North America. Molecules. 2022;27(2):336. DOI 10.3390/molecules27020336.
10. Zhao L., Yagiz Y., Xu C., Lu J., Chung S., Marshall M. R. Muscadine grape seed oil as a novel source of tocotrienols to reduce adipogenesis and adipocyte inflammation. Food & Function. 2015;6:2293–2302. DOI 10.1039/c5fo00261c.
11. Кабашникова Л.Ф. Хлорофилл - зеленое вещество жизни // Наука и инновация. 2018;1(179):65–69.
12. Карагулов Х.Г., Степанова Э.Ф., Евсеева С.Б. Исследование химического состава продуктов комплексной переработки тамбунанской грязи // Фармация и фармакология. 2013;1:56–59.
13. Тарасов С.В., Мартовщук В.И., Калманович С.А. Сорбционно-щелочная рафинация виноградного масла – как способ подготовки к применению его в косметических эмульсиях // Известия вузов. Пищевая технология. 2015;4:32–33.
14. 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.
15. Рамазанов А.Ш., Шахбанов К.Ш. Исследование масла из косточек винограда, получаемого экстракцией сверхкритическим диоксидом углерода // Химия растительного сырья. 2018;1:75–81.
16. Черноусова И.В., Сизова Н.В., Огай Ю.А. Сравнение состава и качества масел, полученных экстракцией и пресованием семян винограда // Химия растительного сырья. 2011;3:129–132.
17. 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, 11–14 September, 2011:63.
18. 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.

19. Сизова Н.В. Снижение концентрации токоферолов в процессе окисления жирных масел // Химия растительного сырья. 2009;1:117–119.
 20. 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;49:248–250.
 21. Шевнюк Л.А., Кукина Т.П., Саленко В.А. Биологическая химия и фармакология облепихи // Новое в биологии, химии и фармакологии облепихи. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. 1983:102–105.
 22. Попова П.Н., Сорокина И.В., Лапик А.С., Лебедева Л.Д., Хайдаров Л.Х., Исмаилова М.Б. Исследование язвостойкой активности облепихового масла в зависимости от его концентрации // Новое в биологии, химии и фармакологии облепихи. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. 1991:125–128.
- ### References
1. Rumyantsev E.V., Antina E.V., Chistyakov Yu.V. Chemical foundations of life. Moscow: Chemistry, Kolos. 2007:1-560 (in Russian).
 2. Karaman S., Karasu S., Tornuk F., Toker O.S., Geçgel Ü., Sagdic O., Ozcan N., Gül O. Recovery potential of cold press by-products obtained from oil industry: Physicochemical, bioactive and antimicrobial properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2015;63(8):2305–2313. DOI 10.1021/jf504390t.
 3. Fernandes L., Casal S., Cruz R., Pereira J.A., Ramalhosa E. Seed oils of ten traditional Portuguese grape varieties with interesting chemical and antioxidant properties. Food Research International 2013;50:161-166. DOI 10.1016/j.foodres.2012.09.039.
 4. Lachman J., Hejtmánková A., Táborský J., Kotíková Z., Pivec V., Střalková R., Vollmannová A., Bojnanská T., Dědina M. Evaluation of oil content and fatty acid composition in the seed of grapevine varieties. LWT Food Science and Technology. 2015;63:620–625. DOI 10.1016/j.lwt.2015.03.044.
 5. Santi A.C., Simon K.M., Silva A.J.M., Balbi M.E., Monteiro C.S. Characteristics of chemical composition and nutritional seed grape (*Vitis vinifera*, Vitaceae) cv. *Cabernet Sauvignon*. Visão Académica. 2015;16:98-107. DOI 10.5380/acad.v16i2.40098.
 6. Harbeoui H., Dakhlaoui S., Wannas W.A., Bourgou S., Hammami M., Khan N.A., Tounsi M.S. Does unsaponifiable fraction of grape seed oil attenuate nitric oxide production, oxidant and cytotoxicity activities. Journal of Food Biochemistry. 2019;43(8):e12940. DOI 10.1111/jfbc.12940.
 7. Niknami E., Sajjadi S.E., Talebi A., Minaiyan 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.
 8. Kapcsándi V., Lakatos E.H., Sik B., Linka L.Á., Székelyhidi 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.
 9. Wijekoon C., Netticadan T., Siow Ya.L., Sabra A., Yu L., Raj P., Prashar S. Potential associations among bioactive molecules, antioxidant activity and resveratrol production in *Vitis vinifera* fruits of North America. Molecules. 2022;27(2):336. DOI 10.3390/molecules27020336.
 10. Zhao L., Yagiz Y., Xu C., Lu J., Chung S., Marshall M. R. Muscadine grape seed oil as a novel source of tocotrienols to reduce adipogenesis and adipocyte inflammation. Food & Function. 2015;6:2293–2302. DOI 10.1039/c5fo00261c.
 11. Kabashnikov L.F. Chlorophyll is a green substance of life. Science and Innovation. 2018;1(179):65–69 (in Russian).
 12. Karagulov Kh.G., Stepanova E.F., Evseeva S.B. Study of the chemical composition of products of complex processing of Tambunan mud. Pharmacy and Pharmacology. 2013;1:56–59 (in Russian).
 13. Tarasov S.V., Martovshchuk V.I., Kalmanovich S.A. Sorption-alkaline refining of grape oil as a method of preparing it for use in cosmetic emulsions. News of Universities. Food Technology. 2015;4:32–33 (in Russian).
 14. 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.
 15. Ramazanov A.Sh., Shahbanov K.Sh. The study of grape seed oil obtained by extraction by supercritical carbon dioxide. Chemistry of Plant Raw Material. 2018;1:75–81 (in Russian).
 16. Chernousova I.V., Sizova N.V., Ogay Yu.A. Comparison of the composition and quality of oils obtained by extraction and pressing of grape seeds. Chemistry of Plant Raw Material. 2011;3:129–132 (in Russian).
 17. 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, 11–14 September, 2011:63.
 18. 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).
 19. Sizova N.V. A decrease in the concentration of tocopherols in the process of oxidation of fatty oils. Chemistry of Plant Raw Material. 2009;1:117–119 (in Russian).
 20. 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 Works of the FSBSI Institute Magarach of the RAS. 2020;49:248–250 (in Russian).
 21. Shevnyuk L.A., Kukina T.P., Salenko V.A. Biological chemistry and pharmacology of sea buckthorn. New in biology, chemistry and pharmacology of sea buckthorn. Novosibirsk: Science. Siberian Branch. 1983:102-105 (in Russian).
 22. Popova P.N., Sorokina I.V., Lapik A.S., Lebedeva L.D., Khaidarov L.Kh., Ismailova M.B. Study of ulcer-protective activity of sea buckthorn oil depending on its concentration. New in biology, chemistry and pharmacology of sea buckthorn. Novosibirsk: Science. Siberian Branch. 1991:125-128 (in Russian).

Информация об авторах

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

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

Information about 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 10.04.2024, одобрена после рецензии 14.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.