

Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского
Биология. Химия. Том 11 (77). 2025. № 3. С. 290–301.

УДК 542.0 +547.9 + 633.8

DOI 10.29039/2413-1725-2025-11-3-290-301

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСТРАКЦИИ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ВЫЖИМОК ВИНОГРАДА СОРТА КАБЕРНЕ-СОВИНЬОН

Гришковец В. И., Курунин С. С.

*Институт биохимических технологий, экологии и фармации ФГАОУ ВО «Крымский
федеральный университет им. В. И. Вернадского», Симферополь, Россия
E-mail: vladgri56@yandex.ru*

Показано, что экстракция полифенольных соединений из виноградных выжимок успешно осуществляется 20% водным глицерином или 20–40 % водным спиртом, а экстракция только водой малоэффективна. Установлено, что степень экстракции полифенолов в слабощелочной среде значительно эффективнее, чем в слабокислой. Найдено, что самым эффективным в экстракции полифенолов как в слабокислой, так и в слабощелочной средах является использование значения гидромодуля около 10. Показано, что для извлечения полифенолов наиболее эффективно предварительное измельчение сухих виноградных выжимок до размера 2–6 мм. Установлено положительное влияние ультразвуковой обработки и увеличения времени экстракции на степень извлечения полифенолов.

Ключевые слова: виноградные выжимки, экстракция, полифенольные соединения.

ВВЕДЕНИЕ

Виноград (*Vitis vinifera* L.) – одно из древнейших окультуренных человеком растений. Виноград, особенно его красные и черные сорта, помимо вкусовых качеств, содержания большого количества легко усвояемых моно- и дисахаридов, является богатейшим источником фенольных соединений, которые содержатся не только в мякоти ягод винограда, но и в кожице плодов, в семенах (косточках), веточках виноградной грозди.

Основная масса фенольных соединений винограда относится к числу флавоноидов (дифенилпропаноидов) – соединений с углеродным скелетом C₆–C₃–C₆, состоящих из двух ароматических колец (A и B), соединенных трехуглеродным мостиком и содержащих несколько гидроксильных или карбонильных групп. Трехуглеродный фрагмент чаще всего замыкается через гетероатом кислорода в дополнительное шестичленное кольцо, и в зависимости от этих структурных факторов различают около 10 классов флавоноидов [1].

В составе флавоноидов красных сортов винограда доминируют антоцианидины. Наиболее распространены из них цианидин. Антоцианы присутствуют как в виде агликонов, так и, главным образом, гликозидов. В винограде в наибольших количествах цианидин-3-O-глюкопиранозид.

Помимо антоцианов в винограде и винах присутствуют и другие флавоноиды – катехины, флавонолы (кверцетин, морин и другие), а также фенолкарбоновые кислоты – кофейная, галловая, гентизиновая, ванилиновая, феруловая, *m*- и *p*-кумаровые. В состав клеточной стенки ягод винограда входят конденсированные полифенолы — лигнин, танины. Общее содержание фенольных соединений зависит от сорта винограда, погодных условий во время его выращивания и многих других факторов. Общее содержание фенольных соединений в винограде и виноградных винах обычно от 1800 до 3200 мг/кг, а в ряде случаев и значительно выше, особенно для красных и черных сортов винограда. В частности, в работе [2] детально проанализированы фенольные компоненты винограда сорта каберне-совиньон из различных винодельческих хозяйств Крыма и показано, что этот сорт винограда содержит весь спектр биологически активных полифенолов: антоцианы, флавонолы, флаван-3-олы, оксикоричная и оксибензойные кислоты, стильбены, процианидины и продукты их конденсации.

Винная индустрия ежегодно производит 5–7 млн. т виноградных выжимок как результат переработки 43 млн. т винограда. Виноградные выжимки содержат прессованные остатки – шкурки ягод, разрушенные клетки мякоти, семена и черешки и являются важным потенциальным источником ценных и высокоэффективных пищевых добавок (пищевые красители, масло косточек) и лечебно-оздоровительных препаратов. Причем именно фенольные соединения в них являются основными биологически активными веществами.

Как отмечается в обзорной статье [3], фенольные соединения винограда обладают значительной антиоксидантной активностью, уступающие по силе лишь катехинам чайного растения. Фенольные соединения винограда обладают и антитоксической активностью, проявляющейся, в частности, в противодействии всем агентам и механизмам, активизирующем и усиливающим процессы свободнорадикального окисления и липидной пероксидации. Отмечено также антимутагенное и антиканцерогенное действие полифенолов винограда.

Отходы производства виноградных вин и соков (отжимки) используют в настоящее время для получения высокоэффективных пищевых добавок и лечебно-оздоровительных препаратов. Причем именно фенольные соединения в них являются основными биологически активными веществами. Так, например, Крымская компания ТМ «Крымский Травник» [4] производит широкий ассортимент фитопродукции профилактического, оздоравливающего и общеукрепляющего действия, в частности препарат «Vector Life Концентрат Полифенолов Классический» из виноградных косточек и кожицы (виноградных выжимок) [5], в состав которого входят вода, фруктоза, виноградная косточка и кожца, лимонная кислота (Е330, регулятор кислотности), глицерин (Е422, носитель), сорбат калия (Е202, консервант), витамин В9 (фолиевая кислота).

Целью настоящей работы было разработать методику экстракции комплекса полифенольных соединений из виноградных выжимок и добиться увеличения содержания полифенольного комплекса в экстрактах в сравнении с препаратом «Vector Life Концентрат Полифенолов Классический», производимым компанией компанией ТМ «Крымский Травник». В задачи исследования входила оценка

различных условий экстракции – с изменением типа растворителя и величины pH экстрагента, степени измельчения исходного материала, а также соотношения экстрагент/сырье и времени экстракции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сухие виноградные выжимки черных сортов винограда (каберне-совиньон) винодельческих хозяйств Крыма. Использовались реактивы квалификации ч.д.а – карбонат натрия безводный, лимонная кислота, глицерин, этиловый спирт.

Спектры поглощения снимались на спектрофотометре Shimadzu UV-1280 (Япония) в УФ- и видимой областях спектра. Оптическая плотность растворов определялась на фотоколориметре КФК-2 со светофильтром 490 нм и длине светопоглощающего слоя 1 см. В качестве образца сравнения использовался кратно (20–40 раз) разбавленный дистиллированной водой коммерчески выпускаемый препарат «Vector Life Концентрат Полифенолов Классический».

Измельчение сухих виноградных выжимок проводили в жерновой мельнице с последующим выделением фракций с помощью лабораторных сит. Ультразвуковую обработку при экстракции проводили с помощью ультразвукового лабораторного прибора UP50H.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для количественного контроля всех процессов экстракции фенольных соединений из виноградных выжимок был выбран наиболее удобный и точный метод – фотометрия. Для выбора спектрального диапазона первоначально были записаны спектры поглощения препарата «Vector Life Концентрат Полифенолов Классический» в ультрафиолетовой и видимой областях спектра в диапазоне 190–1100 нм (рис. 1).

Проанализирован как спектр исходного препарата, имеющего слабокислую среду (около 5–6 единиц pH, нижняя линия на рис. 1), так и исходный препарат, подщелоченный карбонатом натрия (до pH около 8, верхняя линия на рис. 1). В спектре как исходного, так и подщелоченного образцов наблюдается как широкая очень интенсивная полоса с двумя максимумами в УФ-области спектра, соответствующая разрешенным $\pi \rightarrow \pi^*$ переходам в ароматических системах, так и пара плохо выраженных полос в области 400–700 нм, соответствующих запрещенным $\pi \rightarrow \pi^*$ и $n \rightarrow \pi^*$ переходам замещенных ароматических систем.

Наблюдаемые спектры как раз соответствуют природным фенольным соединениям, а отсутствие четко выраженных полос объясняется сложным многокомпонентным составом фенольного комплекса виноградных выжимок. Отметим также, что интенсивность поглощения в ближней УФ-области (300–400 нм) и в видимой области спектра для подщелоченных растворов выше в сравнении со слабокислыми растворами, что объясняется переходом свободных фенольных групп в фенолят-анионы.

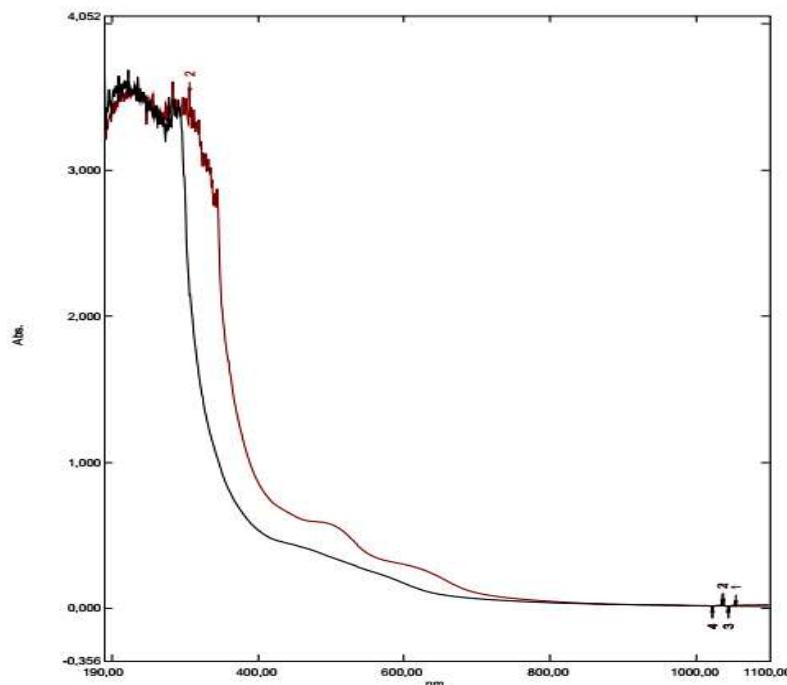


Рис. 1. Спектры поглощения в УФ- и видимой областях препарата «Vector Life Концентрат Полифенолов Классический» в слабокислой среде (нижняя черная линия) и слабощелочной среде (верхняя красная линия).

Для аналитического контроля процессов экстракции в работе выбран диапазон с максимумом 490 нм (наиболее выраженный максимум в видимой области спектра). Полосы в УФ-области, несмотря на их большую интенсивность, не использовались, так как кроме фенольных соединений они обуславливаются и рядом других природных соединений с этиленовыми хромофорными группами и, следовательно, менее специфичны именно в отношении полифенольных соединений.

Поскольку исходные экстракты имеют слишком высокую оптическую плотность в выбранной области контроля, то образцы кратно разбавлялись водой (в 20 раз для кислой и нейтральной среды и в 40 раз для слабощелочной среды), так чтобы оптическая плотность разбавленного контрольного образца («Vector Life Концентрат Полифенолов Классический») была в области около $D=0,2-0,3$. Тогда согласно известному закону Бугера-Ламберта-Бера возрастание оптической плотности одинаково кратно разбавленных исследуемых экстрактов в сравнении с контрольным образом прямо пропорционально возрастанию концентрации полифенольных соединений в исследуемых растворах.

Анализ данных по составу препарата «Vector Life Концентрат Полифенолов Классический» в компании ТМ «Крымский Травник» показал, что для экстракции полифенольных соединений используется не водный этиловый спирт, а водный

раствор глицерина, содержание которого (около 20 %) определено нами методом газовой хроматографии. Лимонная кислота в составе выполняет роль регулятора кислотности, а сорбат калия является консервантом.

В табл. 1–10 приведены данные наших экспериментов по относительному изменению концентрации суммы полифенольных соединений в экстрактах в сравнении с контрольным препаратом «Vector Life Концентрат Полифенолов Классический» при различных модификациях процесса экстракции.

Во всех экспериментах (1–5) кроме трех последних (6–8) использовался гидромодуль ГМ=7, обычно используемый в пищевой и фармацевтической промышленности [6], но варьировались другие параметры экстракции – изменение кислотности экстрагента, изменение состава экстрагента, подщелачивание экстрагента, изменение степени измельчения выжимок, использование ультразвуковой обработки в процессе экстракции, а в последних случаях (6–8) – увеличение гидромодуля и увеличение времени экстракции.

(1). Было интересно экспериментально оценить эффект добавления лимонной кислоты на содержание фенольных соединений в экстракте. В качестве контроля использовали экстракт в вышеописанных условиях и соотношениях компонентов, а в качестве вариантов – с различным содержанием лимонной кислоты и без добавления лимонной кислоты. Эксперимент показал, что добавка лимонной кислоты в сравнении с экстрактом без ее добавления не вызывает какого-либо увеличения количества экстрагируемых фенольных соединений, а увеличение ее концентрации до 2 % даже немного уменьшает содержание фенольных соединений в экстракте. Исходное сырье само по себе содержит винную кислоту, так что даже без добавления лимонной кислоты экстракт оказывается слабокислым. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1
**Относительная концентрация суммы фенольных соединений в экстрактах
(ГМ=7) при различном содержании лимонной кислоты**

Контроль («Vector Life Концентрат» с 0,5% лимонной кислоты)	Экстракт (20 об.% глицерин в воде) без лимонной кислоты	Экстракт (20 об.% глицерин в воде) с 1% лимонной кислоты	Экстракт (20 об.% глицерин в воде) с 2% лимонной кислоты
1,0	1,0	1,0	0,95

(2). Вторым направлением экспериментов был анализ влияния глицерина на процесс экстракции и оценка возможности его отсутствия или замены на этиловый (винный) спирт. Результаты приведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что экстракция только водой без добавки глицерина или спирта неэффективна. Замена глицерина на этиловый спирт в той же объемной концентрации на 25 % увеличивает содержание фенольных соединений в экстракте. Значительно эффективнее (на 80 %) в качестве экстрагента 40 об.% этиловый спирт, а дальнейшее повышение концентрации спирта вплоть до 70 об.% практически не увеличивает содержание фенольных соединений в получаемом экстракте.

Таблица 2

Относительная концентрация суммы фенольных соединений в экстрактах с различными экстрагентами (ГМ=7)

Вода	Глицерин (20 об.% в воде)	Спирт (20 об.% в воде)	Спирт (40 об.% в воде)	Спирт (70 об.% в воде)
0,6	1,0	1,25	1,8	1,9

(3). Третьей серией экспериментов было выяснение влияния смены слабокислой среды экстрагента на слабощелочную путем подщелачивания экстрагента карбонатом натрия. Карбонат натрия не является запрещенным в пищевых продуктах и в пищевой промышленности зарегистрирован в качестве пищевой добавки Е500 (регулятор кислотности). Карбонат натрия добавлялся в соотношении 1/10 или 1/5 по весу к количеству взятых виноградных выжимок (соответственно 1,4 или 2,8 % в экстрагенте при ГМ=7). Полученные данные приведены в табл. 3–4.

Таблица 3

Относительная концентрация суммы фенольных соединений в экстрактах с различными экстрагентами (ГМ=7) при добавлении 1,4% карбоната натрия

Контроль («Vector Life Концентрат» после подщелачивания)	Вода	Глицерин (20 об.% в воде)	Спирт (20 об.% в воде)	Спирт (40 об.% в воде)
1	1,7	1,5	1,9	2,0

Таблица 4

Относительная концентрация суммы фенольных соединений в экстрактах с различными экстрагентами (ГМ=7) при добавлении 2,8% карбоната натрия

Контроль («Vector Life Концентрат» после подщелачивания)	Вода	Глицерин (20 об.% в воде)	Спирт (20 об.% в воде)	Спирт (40 об.% в воде)
1	2,0	1,7	2,0	2,9

Из полученных результатов видно, что смена pH среды с кислой на слабощелочную приводит к существенному увеличению содержания фенольных соединений в экстрактах в среднем в 1,5–2 раза. При этом экстракция водой (без глицерина или спирта) оказывается даже несколько более эффективной, чем при использовании водного глицерина или спирта. Как видно из таблицы 4 увеличение доли карбоната натрия от соотношения 1/10 до соотношения 1/5 с количеством виноградных выжимок не приводит к существенному увеличению концентрации экстрактивных веществ, потому соотношение 1/10 можно считать оптимальным, так как при этом меньше количество содержащихся в экстракте натриевых солей. При

добавлении в экстрагент карбоната натрия конечная щелочность экстракта несколько увеличивается (до рН около 8 или 8,5 при разном соотношении карбонат/выжимки), однако экстракт все еще следует считать слабощелочным, поскольку при экстракции большая часть карбоната натрия нейтрализуется естественно содержащимися кислотами в виноградной выжимке (винная и другие).

Вместо карбоната натрия очевидно можно использовать и бикарбонат (гидрокарбонат) натрия (пищевую соду) Е500 (ii) в двукратном мольном (1,58 кратном весовом) против карбоната натрия количестве, поскольку при температуре выше 60 °C (условия экстракции) гидрокарбонат натрия разлагается на эквивалентное количество карбоната натрия и углекислый газ.

Значительное увеличение содержания фенольных соединений в экстрактах с применением карбоната натрия легко объясняется переходом фенольных соединений в более полярные феноляты (натриевые производные), обладающие лучшей растворимостью в воде или водных спиртах. Интересно отметить, что при подкислении полученных таким образом слабощелочных экстрактов лимонной или винной кислотами часть фенольных соединений переходит в нерастворимую форму и выпадает в виде хлопьевидного темного красно-бурового осадка, обратимо растворимого в слабощелочных средах. Ранее сообщалось об использовании карбоната натрия для оптимизации извлечения полифенолов из виноградных выжимок в водной среде, но совместно с использованием ультразвуковой обработки при экстракции [6].

(4). Четвертый эксперимент состоял в выяснении влияния степени измельчения сухих виноградных выжимок на содержание фенольных соединений в экстрактах. Использовали экстракцию 20 об.% водным глицерином 4 часа при 95 °C. Результаты приведены в табл. 5.

Таблица 5
Относительная концентрация суммы фенольных соединений в экстрактах 20 об.% водным глицерином ($\Gamma\text{M}=7$) и различной степени измельчения сырья

Выжимки без измельчения	Измельчение до 2–6 мм	Измельчение до 0,2–0,6 мм
1,0	1,5	1,7

Из табл. 5 видно, что измельчение сырья довольно существенно повышает выход фенольных соединений, однако при этом замечено, что фильтрационные свойства экстрактов значительно ухудшаются, особенно при измельчении до частиц менее 0,5 мм. Возможно, это связано с разрушением косточек, выходом содержащихся в них жирных масел и образованием плохо фильтрующейся эмульсии. Поэтому с практической точки зрения можно рекомендовать лишь небольшое измельчение исходного сырья.

(5). Пятый эксперимент состоял в использовании ультразвуковой обработки при экстракции водным глицерином не измельченных виноградных выжимок. Этот метод довольно широко используется в настоящее время при экстракции природных соединений и, частности, использовался для экстракции проантоксиандинов из

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСТРАКЦИИ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ...

виноградных косточек [7] и для извлечения полифенолов из виноградных выжимок в водной среде [6].

Мощность используемого нами источника ультразвука составляла 10 Вт, объем экстракта 100 мл и время экстракции 2 или 4 часа при 80–95 °C. Результаты эксперимента приведены в табл. 6.

Таблица 6
Относительное содержание суммы фенольных соединений в экстрактах 20 об.% водным глицерином (ГМ=7) при ультразвуковой обработке

Контроль (без ультразвука, 4 часа, 95°C)	Ультразвуковая обработка (2 часа, 80–95°)	Ультразвуковая обработка (4 часа, 80–95°)
1	1,2	1,3

Из полученных результатов видно, что ультразвуковая обработка в процессе экстракции заметно повышает выход фенольных соединений, однако как и в случае измельчения исходного сырья, при ультразвуковой обработке, особенно в течение 4 часов замечено и существенное снижение фильтрационных свойств экстрактов, что в итоге нивелирует эффект использования этой техники.

(6). Шестой эксперимент состоял в изменении гидромодуля в процессе экстракции 20 об.% водным раствором глицерина. Гидромодуль увеличивался в полтора, 2 или 3 раза в сравнении с ГМ=7 во всех описанных выше модификациях метода экстракции. Данные эксперимента приведены в табл. 7.

Таблица 7
Относительная концентрация и относительное содержание суммы фенольных соединений в экстрактах водным глицерином при различном гидромодуле (ГМ) процесса экстракции

Контроль («Vector Life Концентрат»)	ГМ=7	ГМ=10	ГМ=14	ГМ=21
1,0 (7,0)	1,0 (7,0)	0,8 (8,0)	0,6 (8,4)	0,4 (8,4)

Примечание: в скобках приведены суммарные содержания, вычисленные как относительная концентрация умноженная на величину гидромодуля.

В результате эксперимента с виноградными выжимками и экстракции 20 об.% водным глицерином выяснено, что наиболее эффективно увеличение гидромодуля в полтора раза (до ГМ=10), так как при этом лишь незначительно снижается концентрация фенольных соединений в экстракте, но растет суммарный выход экстрактивных веществ. Большее увеличение гидромодуля (два или три раза) лишь незначительно увеличивает против гидромодуля ГМ=10 суммарный выход экстрактивных веществ, но при этом резко падает их концентрация в экстракте и, таким образом, происходит лишь бесполезная трата экстрагента. Аналогичные результаты получены авторами [8] при экстракции биологически активных веществ

из шрота плодов черноплодной рябины *Aronia melanocarpa*. Авторы показали, что выход экстрактивных веществ (флавоноидов, антоцианов, дубильных веществ) существенно возрастает лишь при увеличении гидромодуля до значения 10–12, а его дальнейшее увеличение малоэффективно с точки зрения выхода продуктов и экономически не целесообразно.

(7). После выяснения влияния величины гидромодуля на экстракцию в слабокислой среде представилось интересным установить и влияние величины гидромодуля на экстракцию в слабощелочной среде с различной пропорцией карбоната натрия/виноградные выжимки (1/10 и 1/5). Результаты приведены в табл. 8 и 9

Таблица 8
Относительная концентрация и относительное суммарное содержание фенольных соединений в экстрактах 20 об. % водным глицерином с добавлением карбоната натрия (1/10) при различном гидромодуле процесса экстракции

Контроль («Vector Life Концентрат» после подщелачивания)	ГМ=7	ГМ=10	ГМ=14	ГМ=21
1,0 (7,0)	1,5 (10,5)	1,2 (12,0)	0,9 (12,6)	0,6 (12,6)

Примечание: в скобках приведены суммарные содержания, вычисленные как относительная концентрация умноженная на величину гидромодуля.

Таблица 9
Относительная концентрация и относительное суммарное содержание фенольных соединений в экстрактах 20 об. % водным глицерином с добавлением карбоната натрия (1/5) при различном гидромодуле процесса экстракции

Контроль («Vector Life Концентрат» после подщелачивания)	ГМ=7	ГМ=10	ГМ=14	ГМ=21
1,0 (7,0)	1,7 (11,9)	1,4 (14,0)	1,0 (14,0)	0,7 (14,7)

Примечание: в скобках приведены суммарные содержания, вычисленные как относительная концентрация умноженная на величину гидромодуля.

Из табл. 8–9 видно, что увеличение гидромодуля от 7 до 10 заметно увеличивает суммарный выход фенольных соединений, несмотря на небольшое снижение их концентрации в экстрактах, тогда как увеличение гидромодуля до 14–21 не дает значительного эффекта даже в суммарном содержании фенольных соединений при существенном снижении их концентрации.

(8). Представлялось интересным выяснить влияние увеличения времени экстракции с 4 до 24 часов на концентрацию и суммарное содержание фенольных

соединений в экстрактах при найденном оптимальном значении гидромодуля ГМ=10. Полученные результаты представлены в табл. 10, из которой видно, что как и ожидалось, увеличение времени экстракции приводит к увеличению содержания компонентов в экстрактах, примерно на 10 % в слабокислой среде и на 20 % в слабощелочной. Однако с технологической точки зрения затраты на поддержание температуры и перемешивание в течение столь длительного времени не компенсируют наблюдаемое увеличение выхода фенольных соединений.

Таблица 10

Относительная концентрация и относительное суммарное содержание фенольных соединений в экстрактах 20 об.% водным глицерином (ГМ=10) без добавления и с добавлением карбоната натрия при изменении времени экстракции 4 часа/24 часа

Контроль (``Vector Life Концентрат``)	глицерин (20 об.%)	глицерин (20 об.%), карбонат натрия (1/10)	глицерин (20 об.%), карбонат натрия (1/5)
1,0 (7,0)	0,8 (8,0) / 0,9 (9,0)	1,2 (12,0) / 1,4 (14,0)	1,4 (14,0) / 1,6 (16,0)

Примечания: в скобках приведены суммарные содержания как относительная концентрация, умноженная на величину гидромодуля; для экстрактов с карбонатом натрия контроль подщелачивался.

Отметим еще один возможный в полупромышленном масштабе метод – экстракция субкритической водой. Так, в работе [9] исследован перспективный и экологически чистый процесс извлечения биологически активных веществ, включая полифенолы, из виноградных выжимок субкритической водой (вода в жидким состоянии под давлением до 21,8 МПа в температурном диапазоне между обычной точкой кипения (100 °C) и критической температурой (374°C)). Для извлечения именно суммы полифенольных соединений из виноградных выжимок сорта Молдова авторами найдены оптимальные параметры экстракции: температура 100–110 °C, время 60 мин, давление 12 МПа и соотношение экстрагент/твердое вещество (ГМ) 1:10. Полученные при этих параметрах экстракты обладали высокой антиоксидантной активностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Показано, что экстракция полифенольных соединений из виноградных выжимок успешно осуществляется 20 об.% водным глицерином или 20–40 об.% водным спиртом, а экстракция только водой малоэффективна.
2. Установлено, что степень экстракции полифенолов в слабощелочной среде в полтора–два раза эффективнее, чем в слабокислой.
3. Найдено, что самым эффективным в экстракции полифенолов как в слабокислой, так и в слабощелочной средах является использование значения гидромодуля около 10.
4. Показано, что для извлечения полифенолов наиболее эффективно предварительное измельчение сухих виноградных выжимок до размера 2–6 мм.

5. Установлено положительное влияние ультразвуковой обработки и увеличения времени экстрагирования на степень извлечения полифенолов.

Список литературы

1. Запрометов М. Н. Фенольные соединения: Распространение, метаболизм и функции в растениях / М. Н. Запрометов – М.:Наука, 1993. – 272 с.
2. Зайцев Г. П. Фенольные компоненты винограда сорта каберне-совиньон винодельческих хозяйств Крыма / Г. П. Зайцев, В. Е. Мосолкова, Ю. В. Гришин, И. В. Черноусова, Ю. А. Огай, А. М. Авидзба // Химия растительного сырья. – 2015. – № 2. – С. 187–193.
3. Барабой В. А. Фенольные соединения виноградной лозы: структура, антиоксидантная активность, применение / В. А. Барабой // Биотехнология. – 2009. – Т. 2, № 2. – С. 67–75.
4. Крымскийтравник.рф. Режим доступа: <https://xn--80aeqccceaflp0aejr3k.xn--p1ai/o-kompanii/>
5. Концентрат полифенолов vector-life классический Режим доступа: <https://www.ozon.ru/product/krymskiy-travnik-kontsentrat-polifenolov-vector-life-klassicheskiy-s-vitaminom-v9-balzam-824426505/?at=MZtvBqG7KiYmNwYpFvxJkA6C46mW5KCyZMnyPIKRRP4B>
6. Brahim M. Optimization of polyphenols extraction from grape residues in water medium / M. Brahim, F. Gambier, N. Brosse // Industrial Crops and Products. – 2014. – Vol. 52. – P. 18–22. doi: 10.1016/j.indcrop.2013.10.030
7. Thilakarathna W. P. D. W. Optimization of the Extraction of Proanthocyanidins from Grape Seeds Using Ultrasonication-Assisted Aqueous Ethanol and Evaluation of Anti-Steatosis Activity In Vitro / W. P. D. W. Thilakarathna, H. P. V. Rupasinghe // Molecules. – 2022. – Vol. 27, № 4. – P. 1363. <https://doi.org/10.3390/molecules27041363>
8. Левин Б. Д. Влияние гидромодуля на выход биологически активных веществ / Б. Д. Левин, А. С. Федюлин // Вестник КрасГАУ. – 2006. – № 2. – С. 266–269.
9. Sukmanov V. Research of extraction of biologically active substances from grape pomace by the subcritical water / V. Sukmanov, A. Ukrainets, V. Zavialov [et all] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 5, № (11). – P. 70–80. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108992>

OPTIMIZATION OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS EXTRACTION FROM CABERNET SAUVIGNON GRAPE POMACE

Grishkovets V. I., Kurunin S. S.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea Republic, Russia
E-mail: vladgri56@yandex.ru*

The aim of this work was to increase the content of the polyphenol complex in grape pomace extracts. The objectives of the study included the assessment of various extraction conditions with a change in the degree of grinding of the original material, the type of solvent and the pH value of the extractant, as well as the raw material/extractant ratio.

For quantitative control of all processes of extraction of phenolic compounds from grape pomace, the most convenient and accurate photometric method was chosen. For analytical control of extraction processes in the work, the range with a maximum of 490 nm (the most pronounced maximum in the visible region of the spectrum) was taken.

In all our experiments except the last one, the same hydromodule of 7 was used, but other extraction parameters were varied – changing the acidity of the extractant, changing

the composition of the extractant, alkalizing the extractant, changing the degree of grinding of the pomace, using ultrasonic treatment during the extraction process, and in the last case – changing the value of the hydromodule during extraction.

It has been shown that polyphenolic compounds are successfully extracted from grape pomace using 20 % aqueous glycerol or 20–40 % aqueous alcohol, while extraction using only water is ineffective. It has been established that the degree of polyphenol extraction in a weakly alkaline medium is significantly more effective than in a weakly acidic medium.

It was found that the most effective method for polyphenol extraction in both slightly acidic and slightly alkaline environments is the use of a hydromodulus value of about 10. It was shown that preliminary grinding of dry grape pomace to a size of 2–6 mm is most effective for polyphenol extraction. A positive effect of ultrasonic treatment during the extraction process on the degree of polyphenol extraction was established.

It seemed interesting to find out the effect of increasing the extraction time from 4 to 24 hours on the concentration and total content of phenolic compounds in the extracts at the optimal value of the hydromodulus GM=10. As expected, increasing the extraction time leads to an increase in the content of components in the extracts, by about 10 % in a slightly acidic medium and by 20 % in a slightly alkaline medium. However, from a technological point of view, the costs of maintaining the temperature and stirring for such a long time do not compensate for the observed increase in the yield of phenolic compounds.

Keywords: grape pomace, extraction, polyphenolic compounds.

References

1. Zaprometnov M. N., *Phenolic compounds: Distribution, metabolism and functions in plants*, 272 p. (Nauka, Moscow, 1993). (in Russ.).
2. Zaitsev G. P., Mosolkova V. E., Grishin Yu. V., Chernousova I. V., Ogai Yu. A., Avidzba A. M., Phenolic compounds in cabernet-sauvignon grape variety at wine-making farms of crimea, *Chem. Plant raw Mater*, **2**, 187 (2015). <https://doi.org/10.14258/jcprm.201502548>.
3. Baraboy V. A., Grape phenols: structure, antioxidant activity applications, *Biotechnologiy*, (2), 67 (2009). (in Russ.).
4. Krymskiy travnik.rf. Access mode: <https://xn--80aeqcceaflp0aejr3k.xn--p1ai/o-kompanii/>
5. Kontsentrat-polifenolov-vector-life-klassicheskiy Access mode: <https://www.ozon.ru/product/krymskiy-travnik-kontsentrat-polifenolov-vector-life-klassicheskiy-s-vitaminom-v9-balzam-824426505/?at=MZtvBqG7KiYmNwYpFvxJkA6C46mW5KCyZMnyPIKRRP4B>
6. Brahim M., Gambier F., Brosse N., *Industrial Crops and Products*, **52**, 18 (2014). doi: 10.1016/j.indcrop.2013.10.030
7. Thilakarathna W. P. D. W., Rupasinghe H. P. V., Optimization of the Extraction of Proanthocyanidins from Grape Seeds Using Ultrasonication-Assisted Aqueous Ethanol and Evaluation of Anti-Steatosis Activity In Vitro, *Molecules*, **27**(4), 1363 (2022), <https://doi.org/10.3390/molecules27041363>
8. Levin B. D., Fedyulin A. S., Influence of hydromodule on the output of biologically active substances, *Vestnik KrasGAU*, **2**, 266 (2006). (In Russ.)
9. Sukmanov V., Ukrainets A., Zavialov V., Marynin A., Research of extraction of biologically active substances from grape pomace by the subcritical water, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, **5** (11), 70 (2017). <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108992>