

## Поиск оптимального способа экстракции прополиса водой

Е. А. Вахонина<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Федеральний научный центр пчеловодства, Рыбное, Россия

✉ E-mail: landych899@gmail.ru

**Аннотация.** В ходе исследования представлена пополненная база данных содержания биологически активных веществ в водных экстрактах прополиса, приготовленных при разных температурах, разными способами. **Цель** работы – подбор оптимальных режимов приготовления водных экстрактов прополиса, определение содержания биологически активных веществ свежеприготовленных экстрактов прополиса и в процессе хранения. Исследования проведены в лаборатории ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства». **Актуальность** работы заключается в разработке методов извлечения водных экстрактов прополиса при разных температурах ( $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 93\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), применении ультразвука. **Научная новизна.** Впервые установлены биологически активные вещества методом определения антиокислительной активности. **Методы.** Выход экстрактивных веществ (массовая доля сухих веществ) определяли методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 28886-19. Определение ненасыщенных соединений выполняли по ГОСТ 28886-19. Определение флавоноидных и других фенольных соединений выполняли методом фотометрии по ГОСТ 28886-19 (общие флавоноидные соединения). Определение флавана, флаванонов, флавонолов выполняли по методике, представленной в «Руководстве по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище» (Р 4.1.1672-0, 2004) (в пересчете на рутин). Оценку антиокислительной активности водных экстрактов прополиса проводили методом, основанным на реакции  $\text{KMnO}_4$  в присутствии  $0,24\text{ M H}_2\text{SO}_4$  с исследуемым раствором прополиса с последующим пересчетом на кверцетин в 1 мл или 1 г препарата [1]. **Результаты.** Количество сухих веществ в процессе хранения в водном экстракте прополиса (1-й способ) уменьшилось с 0,23 до 0,15 %; в водном экстракте, приготовленном при помощи ультразвука (3-й способ), увеличилось от 0,21 % до 0,23 %. Количество сухих веществ в водных экстрактах прополиса, приготовленных 2-м и 4-м способами, снизилось в процессе хранения от 0,55 до 0,49 % (2-й способ) и от 0,6 до 0,59 % (4-й способ).

**Ключевые слова:** прополис, водный экстракт прополиса, флавоноидные соединения, сухие вещества, водородный показатель, антиокислительная активность.

**Для цитирования:** Вахонина Е. А. Поиск оптимального способа экстракции прополиса водой // Аграрный вестник Урала. 2022. № 04 (219). С. 48–59. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-219-04-48-59.

**Дата поступления статьи:** 22.02.2022, **дата рецензирования:** 03.03.2022, **дата принятия:** 11.03.2022.

### Постановка проблемы (Introduction)

Нарастание окислительного стресса является важным фактором возникновения многих заболеваний. Антиоксиданты – вещества, в малых количествах замедляющие или предотвращающие окислительные процессы.

Прополис – лидер по антиоксидантной активности и содержанию биофлавоноидов среди употребляемых в пищу продуктов. Он поддерживает иммунную систему и помогает защитить клетки от повреждений свободными радикалами. Поэтому актуально исследование антиоксидантных свойств прополиса, экстрактов прополиса.

Изучены экстракты прополиса, полученные разными способами. Установлено содержание экстрактивных веществ, флавоноидных соединений, ненасы-

щенных соединений, веществ с восстанавливающими свойствами. Разработаны наиболее эффективные способы получения водных экстрактов прополиса.

Целью работы явился сравнительный анализ перспективных технологий для получения экстрактов прополиса с высоким содержанием биологически активных веществ, оценка антиокислительной активности водных экстрактов прополиса.

Прополис – комплексный продукт пчеловодства – является источником многочисленных биологически активных веществ, полезных для здоровья человека, поэтому интенсивно изучается [2; 3]. Наиболее широко представленными биологически активными соединениями прополиса умеренных зон являются фенольные кислоты и флавоноиды, ароматические кислоты и их эфиры [4, с. 528].

Несмотря на пониженную растворимость в воде фенольных кислот и флавоноидов, не следует игнорировать воду как экстрагент. Можно получать экстракты с высоким содержанием биологически активных соединений, демонстрирующих высокую антиоксидантную способность и столь же высокую антимикробную активность.

На извлечение биологически активных веществ в водных экстрактах прополиса влияют время экстракции, степень измельчения сырья, перемешивание, воздействие ультразвука, нагревание и другие факторы. Необходимо исследовать данные параметры, количество извлекаемых биологически активных веществ, сроки хранения водных экстрактов прополиса. Нами изучено влияние экспериментальных факторов на выход и свойства экстрактов. Процесс был в основном сосредоточен на увеличении общего выхода экстрактивных веществ прополиса.

Экспериментально следует искать лучшие условия экстракции с использованием экологически чистых растворителей или смесей растворителей.

Повышение температуры в сосудах с мешалкой [5, с. 873; 6, с. 189; 7, с. 437] или в системах жидкостной экстракции под давлением [8, с. 1; 11] привело к более высоким выходам извлечения биологически активных соединений.

Интенсификация процесса с целью увеличения концентрации активных веществ и сокращения времени процесса достигается за счет применения ультразвука [10, с. 219; 9], микроволновых полей [12] или сверхкритической экстракции [13, с. 88].

Водные растворы прополиса имеют сложный многокомпонентный химический состав и содержат биологически активные вещества, например, ненасыщенные жирные кислоты, количество которых в водных растворах выше, чем в спиртовых. В связи с этим водные растворы обладают многообразными свойствами (в отличие от спиртовых, которые этих действий или не проявляют, или оказывают влияние в больших концентрациях): противовирусным, противогрибковым, антимикробным, в том числе против грамотрицательных микробов. В водных растворах содержатся также органические кислоты, оказывающие влияние на кровеносную систему; летучие вещества, в том числе эфирные масла, обуславливающие анестезирующие свойства прополисных водных растворов, и др. Однако биологические свойства и физиологическое действие на организм обуславливаются не отдельно взятыми компонентами, а главным образом их совокупностью. В связи с этим водные растворы благотворно влияют на обмен в соединительной ткани, стимулируют факторы иммунитета, обладают радиопротекторными свойствами, способствуют обезвреживанию токсинов и др.

Соединения с антибактериальным, противогрибковым, антиоксидантным и противоопухоле-

вым воздействием присутствуют в небольшом количестве в натуральном прополисе. Исследованиями, проведенными в Италии, Бразилии, Болгарии, Японии, показано, что пиноцембрин, *n*-кумаровая кислота, 3-ацетилпинобанксин, пинобанксин-3-ацетат и кофейная кислота обладают противогрибковой активностью против *C. Albicans* [8, с. 1]. Антимикробная активность прополиса начинает документироваться в отношении различных бактерий, дрожжей, вирусов и паразитов [8, с. 1]. *In vitro* прополис может действовать непосредственно на микроорганизмы, а *in vivo* может стимулировать иммунную систему, активируя механизмы, участвующие в гибели микроорганизмов.

Исследования противовирусной активности прополиса показали, что его можно использовать в качестве вспомогательного средства при борьбе с респираторными инфекциями, вызываемыми в основном коронавирусами [14, с. 3]. Такие соединения, как кофейная кислота и фенетиловый эфир кофейной кислоты (CAPE), кверцетин, кемпферол, *n*-кумаровая кислота, галангин, хризин, обладающие противовоспалительным и иммунорегулирующим воздействием, делают прополис возможным важным компонентом при лечении различных вирусных заболеваний, включая COVID-19 [15]. Прополис уже давно используется для лечения вирусных инфекций, а совсем недавно был протестирован на эффективность против SARS-CoV-2, возбудителя COVID-19. Ковач и Поллак показали, что прополис можно также использовать в качестве спрея для физического предотвращения проникновения вирусов в организм путем формирования обширного слоя зоны отчуждения воды [16]. Большая часть антиоксидантных свойств прополиса была приписана галангину и пиноцембрину [17, с. 1695]. Было признано, что фенольные соединения в прополисе отдают ионы водорода свободным радикалам, тем самым препятствуя окислению липидов, белков и нуклеиновых кислот [18, с. 894].

Водный экстракт прополиса оказывает более сильное антиоксидантное действие, чем спиртовые экстракты, при этом галангин проявляет большую эффективность, чем пиноцембрин, независимо от растворителя для экстракции. При сравнении состава и биологической активности экстрактов прополиса, приготовленных со смесями безалкогольных растворителей, не было обнаружено существенных различий в общем содержании фенольных соединений по сравнению с этанольными экстрактами [19]. Прополис и его экстракты являются природными антиоксидантами, нативный прополис имеет наиболее высокую антиоксидантную активность из продуктов пчеловодства (3800 мг / 100 г, стандарт – кверцетин), широким спектром биологической активности [20; 21, с. 76; 22, с. 348].

Прополис и его экстракты обладают этиотропным (направленным на устранение причины заболевания) противовирусным воздействием. Максимальной противовирусной активностью обладают водные экстракты прополиса. В организме человека они стимулируют выработку вирусных ингибиторов, механизм действия аналогичен действию интерферона. Вирусы не имеют возможности так быстро выработать эффективную защиту от сложнокombинированной уникальной биохимической формулы прополиса [23, с. 471; 24, с. 432].

Водные экстракты прополиса применяются в практике офтальмологии, выявлена их большая эффективность по сравнению с синтетическими антиоксидантами, применяемыми на модели катаракты [25, с. 14; 26, с. 154].

Высокая эффективность водного экстракта прополиса присутствует при лечении воспалительных заболеваний полости рта и повреждений эпителия, вызванных курением. Табачный дым вызывает образование свободных радикалов в эпителиальной ткани, которые повреждают мембраны клеток, клеточные ядра и вызывают пролиферативность клеточных процессов. Компоненты табачного дыма аккумулируются и вызывают нарушение гомеостаза, повреждение метаболических, иммунных и генетических механизмов [27, с. 51; 28, с. 40].

Прополис эффективен против вирусов гриппа. Фенолы, полученные из прополиса (особенно изопентилферулят), проявляют сильную противовирусную активность против вируса гриппа А (H3N2). Водный экстракт прополиса обладает противовирусной активностью в отношении вируса гриппа А/WSN/33 (H1N1). Оказалось, что кофеилхиновые кислоты были активными компонентами, которые проявляли противовирусные свойства. Доказано, что прополис обладает антиВИЧ-активностью. Показано, что мороновая кислота – тритерпеноид, выделенный из бразильского прополиса, – ингибирует активность ВИЧ в лимфоцитах H9. Экстракты прополиса из различных источников и регионов, а именно из Миннесоты (США), Бразилии и Китая, ингибируют ВИЧ-1-инфицированные CD4+ лимфоциты и культуры клеток микроглии [29, с. 1360].

#### **Методология и методы исследования (Methods)**

Цель данного исследования – подбор оптимальных режимов приготовления водных экстрактов прополиса, определение содержания биологически активных веществ свежеприготовленных экстрактов прополиса и в процессе хранения. Исследования проведены в лаборатории ФГБНУ «ФНЦ пчеловодства» в период 2019–2021 гг. Экспериментальные образцы прополиса для приготовления водных экстрактов были заготовлены на пасаках Рязанской области (Рыбновского, Рязского, Кадомского, Сасовского, Сараевского районов).

Объект исследования – экстракты прополиса, которые были получены методом мацерации (с нагреванием и без нагревания) и ультразвукового экстрагирования. Получение водного извлечения при  $t = 20 \pm 2$  °С проводили на магнитной мешалке, а также при  $t = 93 \pm 2$  °С на водяной бане с использованием обратного холодильника (для сохранения летучих соединений).

Принцип метода экстракции ультразвуком: источники УЗ помещают в обрабатываемую среду в экстракторе. Ультразвуковые волны создают кавитацию, в результате ускоряются пропитка сырья экстрагентом и растворение экстрактивных веществ в клетках растительного материала. В пограничном диффузионном слое экстрагента образуются турбулентные и вихревые потоки, в результате чего молекулярная диффузия практически полностью заменяется на конвективную.

Использование УЗ ограничивается в связи с тем, что возможны ионизация молекул действующих веществ, изменение их свойств, поэтому УЗ требует предварительного исследования.

Ультразвуковую экстракцию проводили на ультразвуковой установке HD 2070, GmbH & Co, Германия.

Технические параметры:

- ультразвуковая частота 20 кГц  $\pm$  500 Гц;
- ультразвуковой режим работы импульсный;
- температура экстракции  $t = 20 \pm 2$  °С, и  $t = 93 \pm 2$  °С.

В качестве экстрагента использовалась вода очищенная. Соотношение сырья и экстрагента во всех случаях составляло 1:10 (по массе). Прополис охлаждали в холодильнике при  $t = -6 \pm 2$  °С в течение 30–60 минут, а затем измельчали на лабораторной мельнице до порошкообразного состояния с размером частиц от 1 до 3 мм и просеивали через сито.

Навеску порошка прополиса 10,0 г помещали в стакан и заливали 100 см<sup>3</sup> экстрагента (вода очищенная). Осуществляли обработку ультразвуком. Для проведения ультразвуковой экстракции насадку генератора погружали в стакан. Ультразвуковое воздействие на порошок прополиса проводили, в течение 30–60 минут.

Водный прополис экстрагировали четырьмя способами:

Способ 1. Экстрагировали прополис однократно на магнитной мешалке в течение 5 часов, при  $t = 20$  °С.

Способ 2. Экстрагировали прополис однократно на водяной бане в течение 5 часов, при  $t = 93$  °С, использовали обратный холодильник (для сохранения летучих соединений).

Способ 3. Экстрагировали прополис однократно ультразвуком в режиме кавитации в течение 30–60 мин. непрерывно при температуре окружающей среды  $t = 20$  °С.

Способ 4. Экстрагировали прополис однократно ультразвуком в режиме кавитации в течение 30–60 мин. непрерывно с последующим нагреванием на водяной бане,  $t = 93^{\circ}\text{C}$  в течение 5 часов, использовали обратный холодильник (для сохранения летучих соединений).

Выход экстрактивных веществ (массовая доля сухих веществ) определяли методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 28886-90 [11]. Метод основан на высушивании навески водного экстракта прополиса до постоянной массы при определенной температуре и расчете потери массы после высушивания по отношению к массе навески до высушивания.

Определение ненасыщенных соединений выполняли по ГОСТ 28886-90 [11]. Метод основан на определении времени окисления ненасыщенных соединений, входящих в состав прополиса, и выра-

жается временем (в секундах), в течение которого происходит обесцвечивание раствора марганцовокислого калия.

Определение флавоноидных и других фенольных соединений выполняли методом фотометрии по ГОСТ 28886-90 (общие флавоноидные соединения) [12]. Принцип метода заключается в извлечении флавоноидных соединений и других фенольных соединений 96-градусным этиловым спиртом и последующем их количественном определении на фотоэлектроколориметре (ФЭК).

Определение флавана, флаванонов, флавонолов выполняли по методике, представленной в «Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище» (Р 4.1.1672-0, 2004) в пересчете на рутин [13]. Метод определения рутина в прополисе основан на спектрофотометрическом установлении опти-

Таблица 1  
Показатели водных экстрактов при различных режимах экстракции

Метод экстракции	Массовая доля флавоноидных соединений по ГОСТ 28886090, %	Массовая доля флавоноидных соединений (в пересчете на рутин) в прополисе по ГОСТ Р 55312, мг/г	Антиокислительная активность, мг/г	Окисляемость, с	Массовая доля сухих веществ, %
1. Экстракция водой на магнитной мешалке при $t = 20^{\circ}\text{C}$	$0,1 \pm 0,02$	$2,032 \pm 0,33$	$0,056 \pm 0,005$	$4,34 \pm 0,51$	$0,2 \pm 0,44$
2. Экстракция водой при $t = 93^{\circ}\text{C}$ с обратным холодильником	$0,18 \pm 0,01$	$7,31 \pm 0,89$	$0,126 \pm 0,01$	$0,8 \pm 0,1$	$0,55 \pm 0,05$
3. Ультразвуковая экстракция при $t = 20^{\circ}\text{C}$	$0,06 \pm 0,017$	$0,61 \pm 0,21$	$0,07 \pm 0,007$	$5,6 \pm 0,67$	$0,23 \pm 0,02$
4. Ультразвуковая экстракция с нагреванием при $t = 93^{\circ}\text{C}$	$0,137 \pm 0,04$	$2,26 \pm 0,28$	$0,118 \pm 0,02$	$0,2 \pm 0,1$	$0,59 \pm 0,03$

Table 1  
Indicators of water extracts under various extraction modes

Extraction method	Mass fraction of flavonoid compounds according to GOST 28886090, %	Mass fraction of flavonoid compounds (in terms of rutin) in propolis according to GOST R 55312	Antioxidant activity, mg/g	Oxidability, s	Mass fraction of dry matter, %
1. Extraction with water on a magnetic stirrer $t = 20^{\circ}\text{C}$	$0.1 \pm 0.02$	$2.032 \pm 0.33$	$0.056 \pm 0.005$	$4.34 \pm 0.51$	$0.2 \pm 0.44$
2. Extraction with water at $t = 93^{\circ}\text{C}$ under reflux	$0.18 \pm 0.01$	$7.31 \pm 0.89$	$0.126 \pm 0.01$	$0.8 \pm 0.1$	$0.55 \pm 0.05$
3. Ultrasonic extraction at $t = 20^{\circ}\text{C}$	$0.06 \pm 0.017$	$0.61 \pm 0.21$	$0.07 \pm 0.007$	$5.6 \pm 0.67$	$0.23 \pm 0.02$
4. Ultrasonic extraction with heating at $t = 93^{\circ}\text{C}$	$0.137 \pm 0.04$	$2.26 \pm 0.28$	$0.118 \pm 0.02$	$0.2 \pm 0.1$	$0.59 \pm 0.03$



ческой плотности комплексов, образующихся при взаимодействии флавоноидов, входящих в состав прополиса, с хлоридом алюминия. Определяются производные флавона: флавонолы (рутин – рутинозид кверцетина, гиперозид – галактозид кверцетина, морин, кверцетин, мирицетин, кемпферол, кверцитрин, галангин) и флавоны (хризин, апигенин, лютеолин, изовитексин, изоориентин).

Принцип колориметрического метода, основанного на взаимодействии с алюминий хлоридом, заключается в том, что реагент образует кислотоустойчивые комплексы с С4 кето-группой либо с С3 или С5 гидроксильной группой флавонов и флавонолов. Данные комплексы имеют максимум поглощения в диапазоне длин волн 415–440 нм.

Оценку антиокислительной активности водных экстрактов прополиса проводили методом, основанным на реакции  $KMnO_4$  в присутствии 0,24 М  $H_2SO_4$  с исследуемым раствором прополиса с последующим пересчетом на кверцетин в 1 мл или 1 г препарата [14].

### Результаты (Results)

Исследование фенольного комплекса экстрактов прополиса показало, что общее содержание фенольных соединений находится в диапазоне значений от 0,06 до 0,18 %. Содержание флавоноидных соединений при температуре экстракции  $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$  без применения ультразвука выше на 40 %, чем при экстракции с применением ультразвука. При экстракции при  $t = 93\text{ }^\circ\text{C}$  содержание флавоноидных соединений в водном растворе выше на 23,9 % при применении ультразвука.

Исследование флавоноидных соединений в пересчете на рутин в водных экстрактах прополиса показало, что максимальное значение рутина ( $7,31 \pm 0,89$  мг/г) получено в экстракте, который приготовлен способом 2 ( $t = 93\text{ }^\circ\text{C}$ ), при способе 4 содержание флавоноидных соединений меньше на 69,1 %, при способе 1 – меньше на 72,3 %, при способе 3 – меньше на 91,7 %.

Выход экстрактивных веществ по массе составил от 0,2 до 0,59 % в зависимости от способа получения водных экстрактов прополиса.

Содержание сухих веществ при экстракции прополиса при  $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$  с применением ультразвука выше на 13,1 %, чем без применения ультразвука.

Содержание сухих веществ при экстракции при  $t = 93\text{ }^\circ\text{C}$  без применения ультразвука выше на 6,8 %, чем с применением ультразвуковой обработки прополиса.

Результаты исследований показали, что водные экстракты при различных температурах извлечения ( $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$  в способе 1 и  $t = 93\text{ }^\circ\text{C}$  в способе 2) содержат 0,056 и 0,126 мг/г соответственно биологически активных веществ восстановительного характера. Водные экстракты, полученные ультразвуковой экстракцией, содержат 0,07 ( $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ , способ 3) и 0,118 ( $t = 93\text{ }^\circ\text{C}$ , способ 4) мг/г БАВ с восстановительными свойствами.

Ненасыщенные соединения (в основном свободные жирные кислоты) относятся к продуктам обмена пчел. Большая часть этих кислот (карбоновые кислоты, фенольные кислоты, аминокислоты, витамины, некоторые флавоноиды) хорошо растворяется в воде.

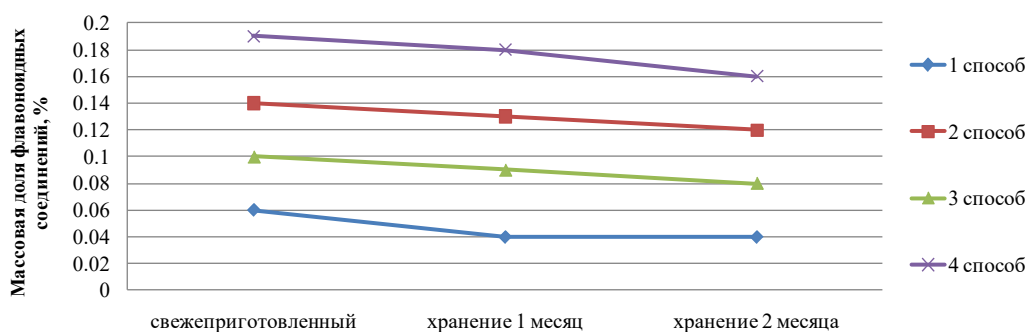


Рис. 1. Содержание флавоноидных соединений в водных экстрактах прополиса, приготовленных разными способами

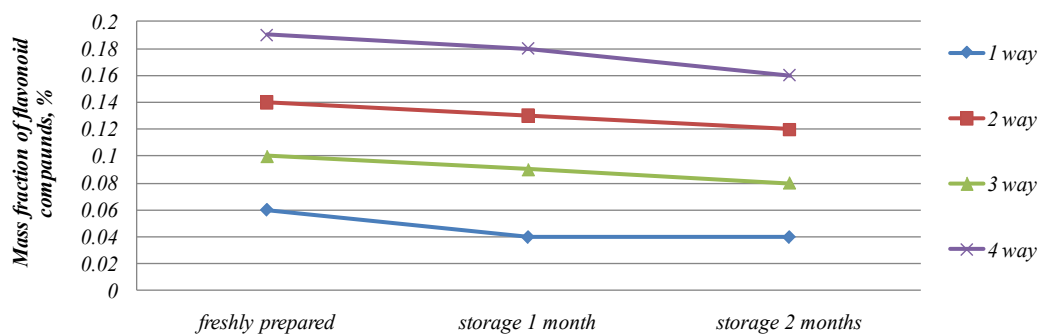


Fig. 1. The content of flavonoid compounds in aqueous extracts of propolis prepared in different ways

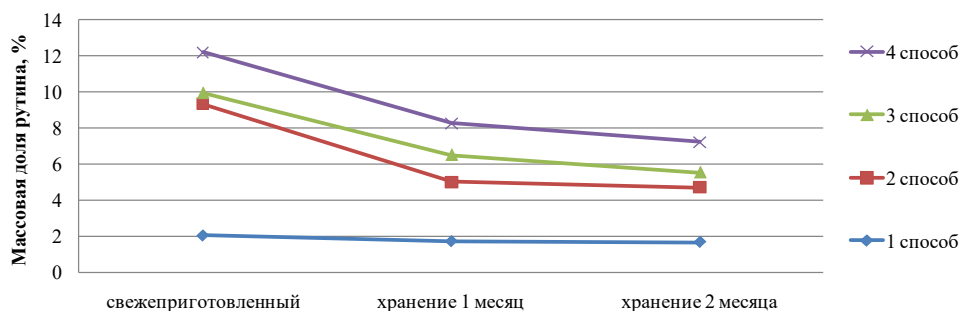


Рис. 2. Содержание флавоноидных соединений в пересчете на рутин в водных экстрактах прополиса, приготовленных разными способами в процессе хранения

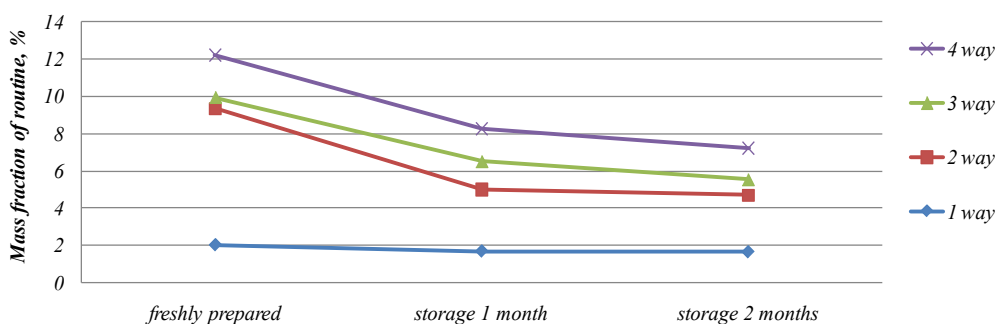


Fig. 2. The content of flavonoid compounds in terms of rutin in aqueous extracts of propolis prepared in various ways during storage

Окисляемость водных экстрактов прополиса, полученных при  $t = 93\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в 5,42–28 раз ниже, чем экстрактов, полученных при  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что свидетельствует о высокой биологической активности водных экстрактов прополиса, так как чем ниже показатель окисляемости, тем больше ненасыщенных соединений содержится в экстракте.

В дальнейшем исследовали образцы водного экстракта прополиса после хранения в холодильнике ( $t = 4...6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в течение 1 и 2 месяцев.

Содержание флавоноидных соединений водных экстрактов прополиса после хранения в течение 2 месяцев снизилось на 30 % (с 0,06 до 0,042 %) при способе 1, на 14,3 % (с 0,14 до 0,12 %) при способе 2, на 20 % (с 0,1 до 0,08 %) при способе 3 и на 15,8 % (с 0,19 до 0,16 %) при способе 4.

Максимальное количество флавоноидных соединений в пересчете на рутин извлеклось из прополиса при 2-м способе ( $7,31 \pm 0,89$ ), в процессе хранения в течение 3 месяцев оно снижается на 58,4 %. При экстрагировании при  $t = 93\text{ }^{\circ}\text{C}$  с использованием ультразвука и при  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  без ультразвука (способ 4 и способ 1) извлеклось  $2,26 \pm 0,28\%$  и  $2,032 \pm 0,33\%$  флавоноидных соединений (в пересчете на рутин), при трехмесячном хранении их количество снизилось на 18,31 и 25,7 % соответственно. Минимальное количество флавоноидных соединений извлеклось при экстрагировании 3-м способом ( $0,61 \pm 0,21\%$ ).

Эквивалентной оценкой биохимической активности экстрактов является определение их общей антиокислительной активности (АОА). Показате-

лем относительной АОА служит объем экстракта в миллилитрах, израсходованный на титрование 1 мл 0,05 Н раствора перманганата калия. Чем меньше объем препарата, израсходованный на титрование, тем выше антиокислительная активность препарата.

В процессе хранения водных экстрактов прополиса, полученных разными способами, количество веществ с восстановительными свойствами изменилось следующим образом: 1-й способ – снизилось на 47,3 %; 2-й способ – снизилось на 37,3 %, 3-й способ – количество без изменений; 4-й способ – увеличилось на 41 %.

Наименьшую окисляемость определили в экстрактах, полученных при  $t = 93\text{ }^{\circ}\text{C}$ : 0,2 и 0,8 с (4-й и 2-й способы). В процессе хранения в экстракте, полученном 4-м способом, окисляемость увеличилась в 2 раза, до 0,4 с. При хранении экстракта, полученного 2 способом окисляемость увеличилась в 2,9 раза.

Окисляемость экстрактов, полученных при  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в 21,7–28 раз выше, чем экстрагированных при  $t = 93\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Количество сухих веществ в процессе хранения в водном экстракте прополиса (1-й способ) уменьшилось с 0,23 до 0,15 %; в водном экстракте, приготовленном при помощи ультразвука (3-й способ), увеличилось от 0,21 % до 0,23 %. Количество сухих веществ в водных экстрактах прополиса, приготовленных 2-м и 4-м способами, снизилось в процессе хранения от 0,55 до 0,49 % (2-й способ) и от 0,6 до 0,59 % (4-й способ).

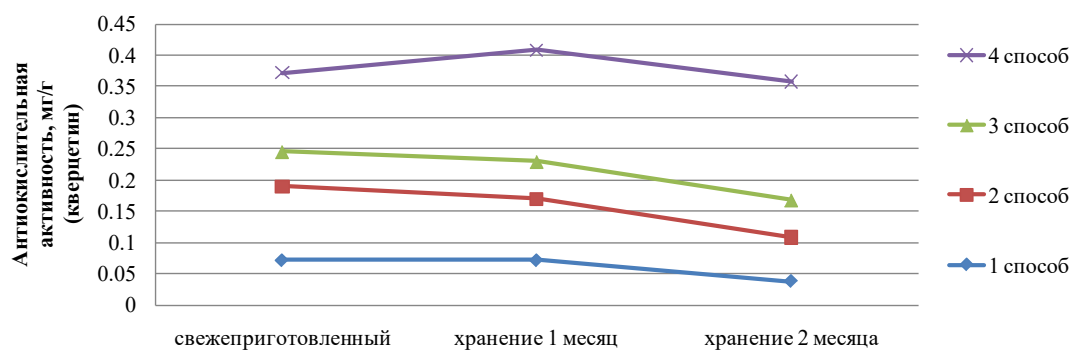


Рис. 3. Влияние сроков хранения на антиокислительную активность в водных экстрактах прополиса, приготовленных разными способами

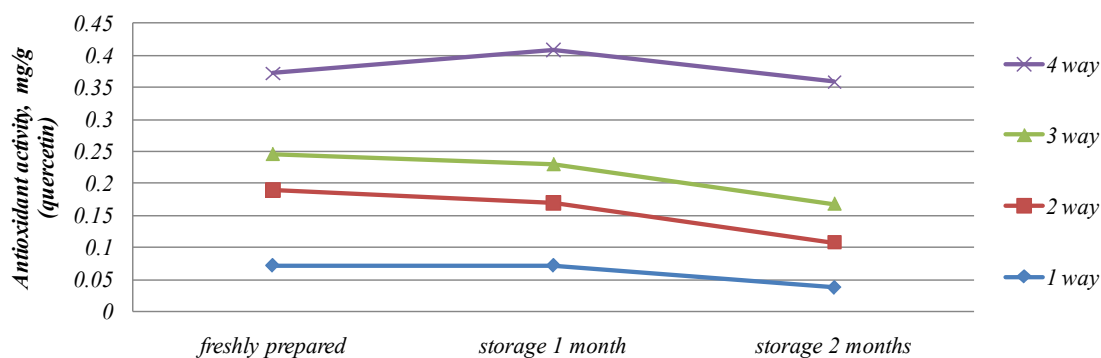


Fig. 3. Effect of storage time on antioxidant activity in aqueous extracts of propolis prepared in different ways

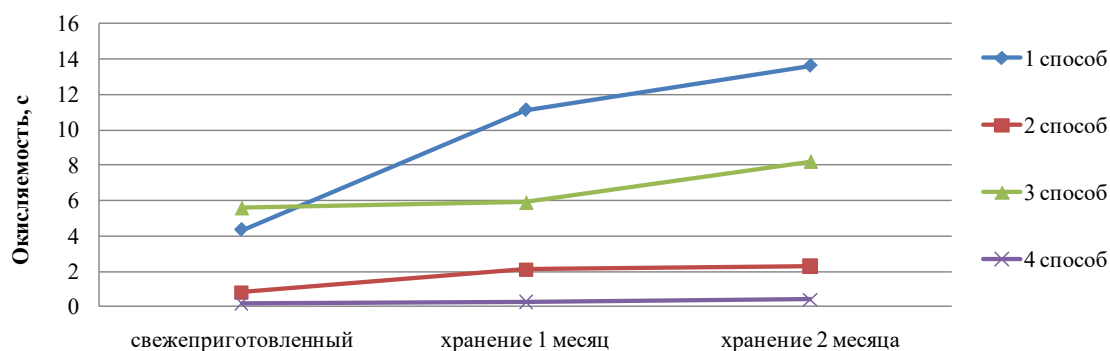


Рис. 4. Влияние сроков хранения на окисляемость в водных экстрактах прополиса, приготовленных разными способами

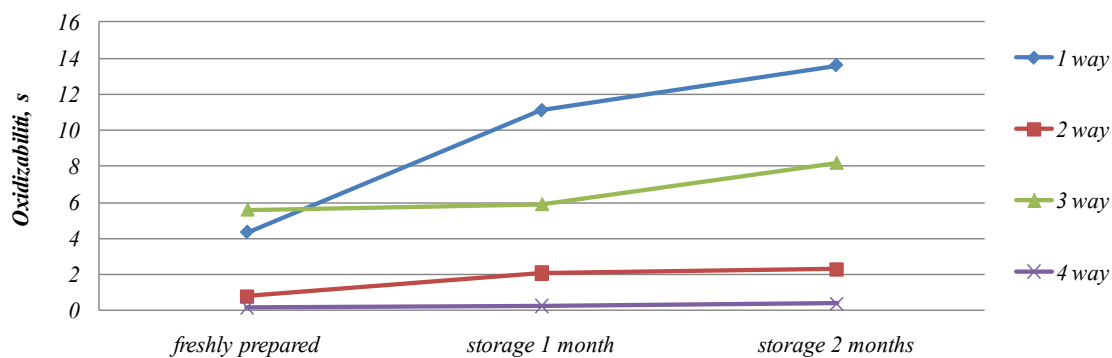


Fig. 4. Effect of storage time on oxidizability in aqueous propolis extracts prepared in different ways

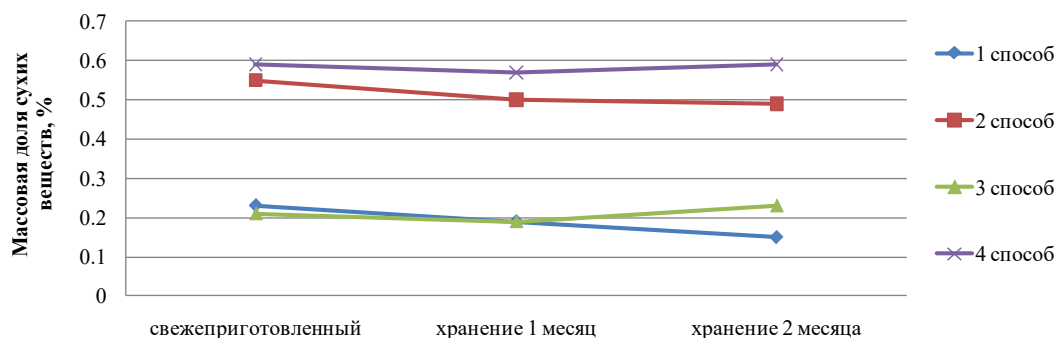


Рис. 5. Содержание сухих веществ в водных экстрактах прополиса, приготовленных разными способами

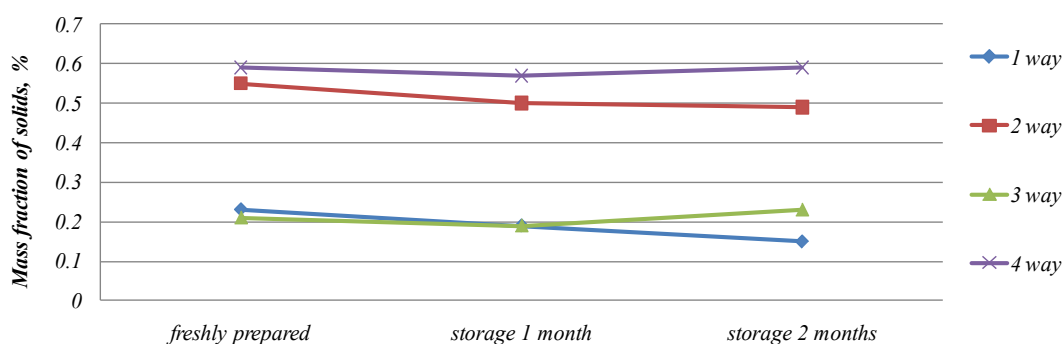


Fig. 5. The content of solids in aqueous extracts of propolis, prepared in different ways

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Сравнительный анализ перспективных технологий для получения экстрактов прополиса показал, что по содержанию флавоноидных соединений в пересчете на рутин (7,31 %) и содержанию общих флавоноидных и фенольных соединений (0,18 %) метод 2 (экстракция при  $t = 93$  °C) оказался наиболее эффективным.

По содержанию сухих веществ ( $0,59 \pm 0,03$  %), ненасыщенных соединений (окисляемость,  $0,2 \pm 0,1$  с), веществ с восстановительными свойствами (анти-

окислительная активность  $0,126 \pm 0,01$  мг/г) наиболее эффективным оказался 4-й способ экстрагирования ( $t = 93$  °C, с применением ультразвука).

Наибольшую стабильность проявили водные экстракты прополиса, приготовленные 2-м и 4-м способами, при  $t = 93$  °C и при  $t = 93$  °C с применением ультразвука.

На основании проведенных исследований установлено, что способы экстрагирования, температура извлечения прополиса водой влияют на его качественные показатели и сроки хранения.

### Библиографический список

1. Патент России № RU2170930 С1. Максимова Т. В. [и др.] [//] Способ определения антиокислительной активности. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37868227> (дата обращения: 11.02.2022).
2. ГОСТ 56104-2014. Продукты пищевые органические. Термины и определения [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200113488> (дата обращения: 11.12.2021).
3. ГОСТ 33980-2016. Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200141713> (дата обращения: 11.12.2021).
3. Ozdal T., Ceylan F. D., Eroglu N., Kaplan M., Olgun E. O., Capanoglu E. Investigation of antioxidant capacity, bioaccessibility and LC-MS/MS phenolic profile of Turkish propolis // Food Research International. 2019. T. 122. Pp. 528–536. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.05.028.
5. Castro C., Mura F., Valenzuela G., Figueroa C., Salinas R. M., Josep C. Z., Torres L., Fuguet E., Delporte C. Identification of phenolic compounds by HPLC-ESI-MS/MS and antioxidant activity from Chilean propolis // Food Research International. 2014. T. 64. Pp. 873–879. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.08.050.
6. Monroy Y. M. Rodney Rodrigues A. F., Marili Rodrigue V. N., Sant'Ana A. S., Beatriz B. S, Cabral F. A. Brazilian green propolis extracts obtained by conventional processes and by processes at high pressure with supercritical carbon dioxide, ethanol and water // The Journal of Supercritical Fluids. 2017. T. 130. Pp. 189–197. DOI: 10.1016/j.supflu.2017.08.006.



7. Asem N., Abdul G. N. A., Abd Hapit N. H., Omar E. A. Correlation between total phenolic and flavonoid contents with antioxidant activity of Malaysian stingless bee propolis extract // *Journal of Apicultural Research*. 2020. No. 59. Pp. 437–442. DOI: 10.1080/00218839.2019.1684050.
8. Bankova V., Bertelli D., Borba R. et al. Standard methods for *Apis mellifera* propolis research [e-resource] // *Journal of Apicultural Research*. 2019. T. 58. No. 2. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00218839.2016.1222661> (date of reference: 04.02.2022).
9. Khan S. A., Aslam R., Makroo H. A. High pressure extraction and its application in the extraction of bio-active compounds: A review [e-resource] // *Journal of Food Process Engineering*. 2019. T. 42. No. 1. Article number e12896. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpe.12896> (date of reference: 04.02.2022).
10. Taddeo V. A., Epifano F., Fiorito S., Genovese S. Comparison of different extraction methods and HPLC quantification of prenylated and unprenylated phenylpropanoids in raw Italian propolis [e-resource] // *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 2016. T. 129. Pp. 219–223. DOI: 10.1016/j.jpba.2016.07.006.
11. Oroian M., Ursachi F., Dranca F. Influence of ultrasonic amplitude, temperature, time and solvent concentration on bioactive compounds extraction from propolis [e-resource] // *Ultrasonics Sonochemistry*. 2020. T. 64. Article number 105021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350417719318656> (date of reference: 07.02.2022).
12. Devequi-Nunes D., Machado B. A. S., de Abreu Barreto G., Silva J. R., da Silva D. F., da Rocha J. L. C., Brandão H. N., Borges V. M., Umsza-Guez M. A. Chemical characterization and biological activity of six different extracts of propolis through conventional methods and supercritical extraction [e-resource] // *PloS One*. 2018. T. 13 (12). Article number e0207676. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0207676> (date of reference: 08.02.2022).
13. Павлова Л. В., Платонов И. А., Новикова Е. А., Пудовкина С. А. Экстракция биологически активных соединений прополиса водой в субкритических условиях // *Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы VIII Всероссийской конференции*. Барнаул, 2020. С. 88–89.
14. Bachevski D., Damevska K., Simeonovski V., Dimova M. Back to the basics: Propolis and COVID-19 [e-resource] // *Dermatologic Therapy*. 2020. T. 33 (4). Pp. 3–5. Article number e13780. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/dth.13780> (date of reference: 10.02.2022).
15. Berretta A. A., Silveira D. M. A., Córdor Capcha J. M., De Jong D. Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19 disease [e-resource] // *Biomed. Pharm.* 2020. T. 131. Article number 110622. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332220308155> (date of reference: 02.02.2022).
16. Kowacz M., Pollack G. H. Propolis-induced exclusion of colloids: Possible new mechanism of biological action [e-resource] // *Colloid and interface science communications*. 2020. T. 38. Article number 100307. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221503822030087X> (date of reference: 07.02.2022).
17. Anjum S. I. Ullah A., Khan K. A., Attaullah M., Khan H., Ali H., Dash C. K. Composition and functional properties of propolis (bee glue) // *Saudi Journal of Biological Sciences* 2019: a review. T. 26. Pp. 1695–1703. URL: DOI: 10.1016/j.sjbs.2018.08.013.
18. Sforcin J. M. Biological properties and therapeutic applications of propolis. [e-resource] // *Phytherapy Research*. 2016. T. 30. Pp. 894–905.
19. Nichitoi M. M., Josceanu A. M., Isopescu R. D., Isopencu G. O., Geana E. I., Ciucure C. T., Lavric V. Polyphenolics profile effects upon the antioxidant and antimicrobial activity of propolis extracts [e-resource] // *Scientific Reports*. 2021. No. 11. Article number 20113. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34635677> (date of reference: 15.02.2022).
20. De Oliveira Reis J. H., de Abreu Barreto G., Cerqueira J. C., dos Anjos J. P., Andrade L. N., Padilha F. F., Druzian J. I., Machado B. A. S. Evaluation of the antioxidant profile and cytotoxic activity of red propolis extracts from different regions of northeastern Brazil obtained by conventional and ultrasound-assisted extraction [e-resource] // *PloS One*. 2019. T. 14 (7). Article number e0219063. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0219063> (date of reference: 12.02.2022).
21. Яшин А. Я., Веденин А. Н., Яшин Я. И., Василевич Н. И. Антивирусные полифенолы-антиоксиданты: структура, пищевые источники и механизм действия // *Лаборатория и производство*. 2020. № 5. С. 76–86.
22. Корочкина П. С., Васильцова И. В. Антиоксидантный статус прополиса и пчелиного подмора // *Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов, посвященный 80-летию Новосибирского ГАУ*. Новосибирск, 2016. С. 348–351.
23. Филиппов И. Н. Апитерапия против коронавирусной инфекции COVID-19 // *Современные проблемы пчеловодства и апитерапии: материалы Международной научно-практической конференции*. Рыбное, 2021. С. 471–473.

24. Поправко С. А. Применение продуктов пчеловодства в апитерапии // Современные проблемы пчеловодства и апитерапии: материалы Международной научно-практической конференции. Рыбное, 2021. С. 432–437.
25. Колесников В. А. Антиоксидантная активность продуктов пчеловодства в сравнении с синтетическими антиоксидантами при экспериментальной катаракте // Апитерапия сегодня: материалы XVIII Всероссийской научной конференции «Успехи апитерапии». Рыбное, 2016. С. 14–17.
26. Колесникова А. В., Колесников О. Ю. Итоги исследования эффективности апипродуктов в офтальмологии // Сборник научно-исследовательских работ по пчеловодству и апитерапии: сборник трудов конференции «Состояние и перспективы развития современного пчеловодства и апитерапии». Рыбное, 2018. С. 154–158.
27. Скуратовская И. В., Яковлев Д. А., Лантушенко А. О. Воздействие водного экстракта прополиса на клетки буккального эпителия человека при воспалительных заболеваниях ротовой полости // Актуальные вопросы биологической физики и химии. БФФХ-2017: материалы XII международной научно-технической конференции. Севастополь, 2017. С. 51–54.
28. Иващенко М. Н., Куимов И. А., Гушин В. А. Влияние прополиса на ядерные структуры клеток буккального эпителия при курении // Аписфера: научные достижения в пчеловодстве и апитерапии: сборник статей I Всероссийской научно-практической конференции. Нижний Новгород, 2019. С. 40–42.
29. Zuhendri F., Chandrasekaran K., Kowacz M., Ravalía M., Kripal K., Fearnley J., Perera C. O. Antiviral, Antibacterial, Antifungal, and Antiparasitic Properties of Propolis: A Review [e-resource] // Foods. 2021. T. 10 (6). Article number 1360. URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/6/1360> (date of reference: 12.02.2022).

#### Об авторах:

Елена Александровна Вахонина<sup>1</sup>, старший научный сотрудник по направлению химико-биологических исследований продуктов пчеловодства, ORCID 0000-0002-8159-5856, AuthorID 286477; +7 910 500-75-72, [landych899@gmail.com](mailto:landych899@gmail.com)

## Finding the optimal method of extracting propolis with water

E. A. Vakhonina<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Beekeeping, Rybnoye, Russia

✉E-mail: [landych899@gmail.ru](mailto:landych899@gmail.ru)

**Abstract.** In the course of the study, an updated database of the content of biologically active substances in aqueous extracts of propolis prepared at different temperatures and in different ways is presented. **The purpose** of the work was to select the optimal modes of preparation of aqueous propolis extracts, to determine the content of biologically active substances in freshly prepared propolis extracts and during storage. The studies were carried out in the laboratory of the Federal State Budgetary Scientific Institution “FNC of beekeeping”. **The relevance** of the work lies in the development of methods for extracting aqueous extracts of propolis at different temperatures ( $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t = 93\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), the use of ultrasound. **Scientific novelty** for the first time biologically active substances were determined by the method of determining antioxidant activity. **Methods.** The yield of extractives (mass fraction of solids) was determined by drying to constant weight according to GOST 28886-90. Determination of unsaturated compounds was performed according to GOST 28886-90. The determination of the hydrogen index (pH) was performed according to the Pharmacopoeia (1987) in our modification GOST 28886-90. Determination of flavonoid and other phenolic compounds was performed by photometry, according to GOST 28886-90 (total flavonoid compounds). Determination of flavan, flavanones, flavonols was carried out according to the method presented in the “Guidelines for methods of quality control and safety of biologically active food supplements” R 4.1.1672-0, 2004 in terms of routine. The antioxidant activity of propolis aqueous extracts was assessed by a method based on the reaction of  $\text{KMnO}_4$  in the presence of  $0.24\text{ M H}_2\text{SO}_4$  with the studied propolis solution, followed by conversion to quercetin in 1 ml or 1 g of the drug (patent 2170930). **Results.** The amount of solids during storage in the aqueous extract of propolis (method 1) decreased from 0.23 to 0.15 %; in an aqueous extract prepared using ultrasound (method 3) increased from 0.21 % to 0.23 %. The amount of solids in propolis aqueous extracts prepared by methods 2 and 4 decreased during storage from 0.55 to 0.49 % (method 2) and from 0.6 to 0.59 % (method 4).

**Keywords:** propolis, water extract of propolis, flavonoid compounds, dry matter, pH value, antioxidant activity.

**For citation:** Vakhonina E. A. Poisk optimal'nogo sposoba ekstraktsii propolisa vodoy [Finding the optimal method of extracting propolis with water] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 04 (219). Pp. 48–59. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-219-04-48-59. (In Russian.)

**Date of paper submission:** 22.02.2022, **date of review:** 03.03.2022, **date of acceptance:** 11.03.2022.

### References

1. Patent Rossii RF № RU2170930 C1. Maksimova T. V. [i dr.]. Sposob opredeleniya antiokislitel'noy aktivnosti [Russian Patent No. RU2170930 C1. Maksimova T. V. et al. Method for determining antioxidant activity] [e-resource]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37868227> (date of reference: 11.02.2022). (In Russian.)
3. GOST 33980-2016. Produktsiya organicheskogo proizvodstva. Pravila proizvodstva, pererabotki, markirovki i realizatsii [GOST 33980-2016. Organic products. Rules for production, processing, labeling and sale] [e-resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200141713> (date of reference: 11.12.2021). (In Russian.)
2. GOST 56104-2014. Produkty pishchevyye organicheskiye. Terminy i opredeleniya [GOST 56104-2014. Organic food products. Terms and definitions] [e-resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200113488> (date of reference: 11.12.2021). (In Russian.)
3. GOST 33980-2016. Produktsiya organicheskogo proizvodstva. Pravila proizvodstva, pererabotki, markirovki i realizatsii [GOST 33980-2016. Organic products. Rules for production, processing, labeling and sale] [e-resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200141713> (date of reference: 11.12.2021). (In Russian.)
4. Ozdal T., Ceylan F. D., Eroglu N., Kaplan M., Olgun E. O., Capanoglu E. Investigation of antioxidant capacity, bioaccessibility and LC-MS/MS phenolic profile of Turkish propolis // Food Research International. 2019. T. 122. Pp. 528–536. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.05.028.
5. Castro C., Mura F., Valenzuela G., Figueroa C., Salinas R. M., Josep C. Z., Torres L., Fuguet E., Delporte C. Identification of phenolic compounds by HPLC-ESI-MS/MS and antioxidant activity from Chilean propolis // Food Research International. 2014. T. 64. Pp. 873–879. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.08.050.
6. Monroy Y. M. Rodney Rodrigues A. F., Marili Rodrigue V. N., Sant'Ana A. S., Beatriz B. S., Cabral F. A. Brazilian green propolis extracts obtained by conventional processes and by processes at high pressure with supercritical carbon dioxide, ethanol and water // The Journal of Supercritical Fluids. 2017. T. 130. Pp. 189–197. DOI: 10.1016/j.supflu.2017.08.006.
7. Asem N., Abdul G. N. A., Abd Hapit N. H., Omar E. A. Correlation between total phenolic and flavonoid contents with antioxidant activity of Malaysian stingless bee propolis extract // Journal of Apicultural Research. 2020. No. 59. Pp. 437–442. DOI: 10.1080/00218839.2019.1684050.
8. Bankova V., Bertelli D., Borba R. et al. Standard methods for Apis mellifera propolis research [e-resource] // Journal of Apicultural Research. 2019. T. 58. No. 2. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00218839.2016.1222661> (date of reference: 04.02.2022).
9. Khan S. A., Aslam R., Makroo H. A. High pressure extraction and its application in the extraction of bio-active compounds: A review [e-resource] // Journal of Food Process Engineering. 2019. T. 42. No. 1. Article number e12896. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpe.12896> (date of reference: 04.02.2022).
10. Taddeo V. A., Epifano F., Fiorito S., Genovese S. Comparison of different extraction methods and HPLC quantification of prenylated and unprenylated phenylpropanoids in raw Italian propolis [e-resource] // Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 2016. T. 129. Pp. 219–223. DOI: 10.1016/j.jpba.2016.07.006.
11. Oroian M., Ursachi F., Dranca F. Influence of ultrasonic amplitude, temperature, time and solvent concentration on bioactive compounds extraction from propolis [e-resource] // Ultrasonics Sonochemistry. 2020. T. 64. Article number 105021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350417719318656> (date of reference: 07.02.2022).
12. Devequi-Nunes D., Machado B. A. S., de Abreu Barreto G., Silva J. R., da Silva D. F., da Rocha J. L. C., Brandão H. N., Borges V. M., Umsza-Guez M. A. Chemical characterization and biological activity of six different extracts of propolis through conventional methods and supercritical extraction [e-resource] // PloS One. 2018. T. 13 (12). Article number e0207676. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0207676> (date of reference: 08.02.2022).
13. Pavlova L. V., Platonov I. A., Novikova E. A., Pudovkina S. A. Ekstraktsiya biologicheskii aktivnykh soyedineniy propolisa vodoy v subkriticheskikh usloviyakh [Extraction of biologically active compounds of propolis with water under subcritical conditions] // Novyye dostizheniya v khimii i khimicheskoy tekhnologii rastitel'nogo syr'ya: materialy VIII Vserossiyskoy konferentsii. Barnaul, 2020. Pp. 88–89. (In Russian.)
14. Bachevski D., Damevska K., Simeonovski V., Dimova M. Back to the basics: Propolis and COVID-19 [e-resource] // Dermatologic Therapy. 2020. T. 33 (4). Pp. 3–5. Article number e13780. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/dth.13780> (date of reference: 10.02.2022).
15. Berretta A. A., Silveira D. M. A., Córdor Capcha J. M., De Jong D. Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19 disease [e-resource] // Biomed. Pharm. 2020. T. 131. Article

number 110622. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332220308155> (date of reference: 02.02.2022).

16. Kowacz M., Pollack G. H. Propolis-induced exclusion of colloids: Possible new mechanism of biological action [e-resource] // *Colloid and interface science communications*. 2020. T. 38. Article number 100307. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221503822030087X> (date of reference: 07.02.2022).

17. Anjum S. I. Ullah A., Khan K. A., Attaullah M., Khan H., Ali H., Dash C. K. Composition and functional properties of propolis (bee glue) // *Saudi Journal of Biological Sciences* 2019: a review. T. 26. Pp. 1695–1703. URL: DOI: 10.1016/j.sjbs.2018.08.013.

18. Sforcin J. M. Biological properties and therapeutic applications of propolis. [e-resource] // *Phytherapy Research*. 2016. T. 30. Pp. 894–905.

19. Nichitoi M. M., Josceanu A. M., Isopescu R. D., Isopencu G. O., Geana E. I., Ciucure C. T., Lavric V. Polyphenolics profile effects upon the antioxidant and antimicrobial activity of propolis extracts [e-resource] // *Scientific Reports*. 2021. No. 11. Article number 20113. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34635677> (date of reference: 15.02.2022).

20. De Oliveira Reis J. H., de Abreu Barreto G., Cerqueira J. C., dos Anjos J. P., Andrade L. N., Padilha F. F., Druzian J. I., Machado B. A. S. Evaluation of the antioxidant profile and cytotoxic activity of red propolis extracts from different regions of northeastern Brazil obtained by conventional and ultrasound-assisted extraction [e-resource] // *PloS One*. 2019. T. 14 (7). Article number e0219063. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0219063>

21. Yashin A. Ya., Vedenin A. N., Yashin Ya. I., Vasilevich N. I. Antivirusnyye polifenoly-antioksidanty: struktura, pishchevyye istochniki i mekhanizm deystviya [Antiviral antioxidant polyphenols: structure, dietary sources, and mechanism of action] // *Laboratory and Production*. 2020. No. 5. Pp. 76–86. (In Russian.)

22. Korochkina P. S., Vasil'tsova I. V. Antioksidantnyy status propolisa i pchelinogo podmora [Antioxidant status of propolis and dead bees] // *Aktual'nyye problemy agropromyshlennogo kompleksa: sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferentsii prepodavateley, studentov, magistrantov i aspirantov, posvyashchenny 80-letiyu Novosibirskogo GAU. Novosibirsk, 2016. Pp. 348–351. (In Russian.)*

23. Filippov I. N. Apiterapiya protiv koronavirusnoy infektsii COVID-19 [Apitherapy against coronavirus infection COVID-19] // *Sovremennyye problemy pchelovodstva i apiterapii: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Rybnoe, 2021. Pp. 471–473. (In Russian.)*

24. Popravko S. A. Primeneniye produktov pchelovodstva v apiterapii [The use of bee products in apitherapy] // *Sovremennyye problemy pchelovodstva i apiterapii: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Rybnoe, 2021. Pp. 432–437. (In Russian.)*

25. Kolesnikov V. A. Antioksidantnaya aktivnost' produktov pchelovodstva v sravnenii s sinteticheskimi antioksidantami pri eksperimental'noy katarakte [Antioxidant activity of bee products in comparison with synthetic antioxidants in experimental cataract] // *Apiterapiya segodnya: materialy XVIII Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii "Uspekhi apiterapii". Rybnoe, 2016. Pp. 14–17. (In Russian.)*

26. Kolesnikova A. V., Kolesnikov O. Yu. Itogi issledovaniya effektivnosti apiproduktov v oftal'mologii [Results of study of the effectiveness of apiproduktov in ophthalmology] // *Sbornik nauchno-issledovatel'skikh rabot po pchelovodstvu i apiterapii: sbornik trudov konferentsii "Sostoyanie i perspektivy razvitiya sovremennogo pchelovodstva i apiterapii". Rybnoe, 2018. Pp. 154–158. (In Russian.)*

27. Skuratovskaya I. V., Yakovlev D. A., Lantushenko A. O. Vozdeystviye vodnogo ekstrakta propolisa na kletki bukkal'nogo epiteliya cheloveka pri vospalitel'nykh zabolovaniyakh rotovoy polosti [Effects of aqueous propolis extract in human buccal epithelium cells in inflammatory diseases of the oral cavity] // *Aktual'nyye voprosy biologicheskoy fiziki i khimii. BFFKH-2017: materialy XII mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Sevastopol, 2017. Pp. 51–54. (In Russian.)*

28. Ivashchenko M. N., Kuimov I. A., Gushchin V. A. Vliyaniye propolisa na yadernyye struktury kletok bukkal'nogo epiteliya pri kurenii [The effect of propolis on the nuclear structures of buccal epithelial cells during smoking] // *Apisfera: nauchnyye dostizheniya v pchelovodstve i apiterapii" sbornik stately I Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Nizhniy Novgorod, 2019. Pp. 40–42. (In Russian.)*

29. Zulhendri F., Chandrasekaran K., Kowacz M., Ravalia M., Kripal K., Fearnley J., Perera C. O. Antiviral, Antibacterial, Antifungal, and Antiparasitic Properties of Propolis: A Review [e-resource] // *Foods*. 2021. T. 10 (6). Article number 1360. URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/6/1360> (date of reference: 12.02.2022).

#### **Authors' information:**

Elena A. Vakhonina<sup>1</sup>, senior researcher for chemical and biological research of beekeeping products, ORCID 0000-0002-8159-5856, AuthorID 286477; +7 910 500-75-72, [landych899@gmail.com](mailto:landych899@gmail.com)

<sup>1</sup> Federal Scientific Center for Beekeeping, Rybnoye, Russia