

УДК 615.322

<https://www.doi.org/10.34907/IPQAI.2025.90.30.001>

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СОСТАВА ГЛУБОКОГО ЭВТЕКТИЧЕСКОГО РАСТВОРИТЕЛЯ (ГЭР) ДЛЯ ЭКСТРАКЦИИ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ЛИСТЬЕВ ВОЛОДУШКИ ЗОЛОТИСТОЙ (*BUPLEURUM AUREUM FISCH. SEU LONGIFOLIUM L.*)

В.С. Бобылева, младший научный сотрудник экспериментально-технологического отдела ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ФГБНУ ВИЛАР), аспирант факультета фундаментальной медицины МНОИ МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва; ORCID: 0009-0005-0149-4772, РИНЦ SPIN-код: 7013-8640

vitaliya.bobyleva@yandex.ru

М.А. Джавахян, доктор фарм. наук, доцент, заместитель директора по разработке и внедрению НОИ «Институт фармации им. К.М. Лакина ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, главный научный сотрудник экспериментально-технологического отдела ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ФГБНУ ВИЛАР), г. Москва; ORCID: 0000-0003-2673-6203, Scopus Author ID: 13003203900, РИНЦ SPIN-код: 3912-4027

akorovamarina13@mail.ru

Г.В. Адамов, канд. фарм. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории атомарно-молекулярной биорегуляции и селекции ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ФГБНУ ВИЛАР), г. Москва; ORCID: 0000-0001-7347-175X, Scopus Author ID: 57218953613, РИНЦ SPIN-код: 7394-5058

grig.adamov@mail.ru

Е.И. Каленикова, доктор фарм. наук, профессор, заведующий кафедрой фармацевтической химии и организации фармацевтического дела факультета фундаментальной медицины МНОИ МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва; ORCID: 0000-0003-0068-2788, Scopus Author ID: 6603796631, РИНЦ SPIN-код: 5868-6998

eikaleni@yandex.ru

А.А. Маркарян, доктор фарм. наук, профессор, доктор фарм. наук, профессор, советник ректора по международной деятельности ФГБОУ ВО Российского университета медицины Минздрава России, г. Москва; ORCID: 0009-0005-4746-9417, Scopus Author ID: 6603892287, РИНЦ SPIN-код: 6722-9810

markaryanaa@msmsu.ru

В.И. Зверева, канд. фарм. наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией разработки и внедрения инновационных лекарственных средств Научно-образовательного института фармации им. К.М. Лакина ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, г. Москва; ORCID: 0000-0001-5274-3736, Scopus Author ID: 57204550246, РИНЦ SPIN-код: 3025-0252

valentinca1988@mail.ru

А.А. Прокопов, доктор хим. наук, доцент, заведующий кафедрой общей и биоорганической химии ГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, г. Москва; ORCID: 0000-0003-0099-3690, РИНЦ SPIN-код: 6618-3168

pral@mail.ru

Разработан состав глубокого эвтектического растворителя для экстракции фенольных соединений из листьев володушки золотистой (*Bupleurum aureum Fisch.*). Полученный растворитель включает в себя мочевины, глицерин и воду в мольном соотношении 1:1:1. Оптимизированы параметры экстракции новым растворителем, подобраны температура и время экстракции,

проведен сравнительный анализ с классическим спиртовым извлечением методом ВЭЖХ. Разработанный растворитель позволяет получать экстракт с содержанием хлорогеновой кислоты и рутина, в 1,7 и 1,5 раза большим в сравнении со спиртовым экстрактом.

Ключевые слова: глубокий эвтектический растворитель (ГЭР), володушка золотистая, ВЭЖХ

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Глубокие эвтектические растворители (ГЭР/DESS) приобрели широкую известность после публикации Эбботта и соавт. в 2003 году [1]. В настоящее время ГЭР применяются в катализе, электрохимии, металлообработке и синтезе наноматериалов [2]. Особый интерес представляет их использование в фармации.

Несмотря на отсутствие строгого терминологического определения, под глубокими эвтектическими растворителями принято понимать многокомпонентные системы, характеризующиеся значительным понижением температуры плавления по сравнению с индивидуальными компонентами [3]. В 2017 году было установлено, что формирование эвтектической точки в ГЭР обусловлено образованием протяженной сети водородных связей, что объясняет уникальные физико-химические свойства смеси: низкое давление пара, повышенную вязкость и высокую плотность [2,4,5].

Ключевым условием образования эвтектической смеси и формирования надмолекулярной архитектуры является наличие в составе смеси двух компонентов — донора и акцептора водородных связей. Универсальность ГЭР обусловлена широким разнообразием возможных комбинаций исходных веществ, при этом физико-химические свойства растворителя варьируют в зависимости от их природы. Важными преимуществами ГЭР являются их низкая токсичность, биоразлагаемость, минимальное воздействие на окружающую среду, а также высокая экстракционная эффективность, сопоставимая с традиционными органическими растворителями. Эти свойства делают ГЭР перспективными для разработки экологически безопасных экстрагентов. Особое значение имеет возможность тонкой настройки параметров ГЭР (соотношения компонентов, вязкости, содержания воды), что позволяет регулировать селективность и выход целевых соединений [6]. В последние годы активно исследуется применение ГЭР для экстракции БАВ из растительного сырья. В литературе описаны успешные примеры выделения флавоноидов, фенолов, алкалоидов, антрахинонов и сапонинов с использованием эвтектических растворителей [10].

Целью данной работы является разработка состава глубокого эвтектического растворителя для экстракции фенольных соединений из листьев володушки золотистой (*Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm.).

В качестве объекта для экстракции флавоноидов было выбрано сырье листьев володушки золотистой (*Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm.), измельченное до размера частиц 0,5 мм, с влажностью не более 4,98%. Заготовка сырья осуществлялась компанией «Хорст» на территории Алтайского края (ТУ 9185-083-14721358-09). Основной фармакологический интерес к володушке золотистой обусловлен накоплением в ней фенольных соединений — производных кверцетина, кемпферола и изорамнетина, что обуславливает желчегонное и гепатопротекторное действие данного ЛРС.

В экспериментальных исследованиях использовали следующие реагенты: спирт этиловый (96%, ГОСТ Р 5962-2013, Россия), муравьиная кислота 98–100% (SIGMA-ALDRICH, Германия), ацетонитрил supragradient HPLC grade (Scharlau, Испания), вода очищенная, холина хлорид (Acros Organics, Бельгия), мочевины (Merck, Германия), глюкоза безводная (ООО ТД «ХИММЕД», Россия), глицерин (ООО ТД «ХИММЕД», Россия), лимонная кислота (ООО «ПраймКемикалсГрупп», Россия), молочная кислота 80% (ООО ТД «ХИММЕД», Россия), пропандиовая (малоновая) кислота (Шосткинский завод химических реактивов, Россия).

В исследовании применяли стандартные образцы хлорогеновой кислоты и рутина, выделенные и охарактеризованные в ФГБНУ ВИЛАР, чистота — более 95%.

Использовали следующее оборудование: водяная баня LOIP LB-160 (Россия), ультразвуковая ванна «Сапфир 4,0» (Россия), магнитная мешалка Intelli Stirrer MSH-300i (Латвия), высокоэффективный жидкостный хроматограф Prominence-i с детектором PDA (Shimadzu, Япония), анализатор жидкости Five F мод. Five Easy F20 (Mettler-Toledo Instruments (Shanghai) Co., Ltd., Китай).

ВЭЖХ-анализ проводили на оборудовании Prominence-i LC-2030C с диодно-матричным детектором (Shimadzu, Япония) при длинах волн 254 и 330 нм на колонке Luna 5 мкм C18 100Å 250×4,6 мм в градиентном режиме, обработку результатов — с помощью программного обеспечения LabSolutions (Ver. 5.3). Элюент «А» — 0,2%-ный водный раствор муравьиной кислоты, элюент «В» — 0,2%-ный раствор муравьиной кислоты в ацетонитриле. Начальная объемная доля элюента «В» составляла 10%, с 3-й по 20-ю минуту доля «В» росла с 10% до 25%, к 30-й минуте — 40% «В», к 40-й минуте — 60% «В», затем система возвращалась

к начальным условиям. Скорость элюирования – 1 мл/мин, термостатирование колонки – при 30°C, объем вводимой пробы – 10 мкл.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первым этапом исследования стала оптимизация методики получения глубокого эвтектического растворителя. В научной литературе описано несколько способов получения ГЭР: термическое смешивание, обработка ультразвуком и микроволнами, лиофильная сушка. В качестве объекта для отработки параметров получения был выбран состав из холина хлорида и пропандиовой кислоты в мольном соотношении 1:1 – ГЭР-1 [7]. Для обеспечения воспроизводимости результатов компоненты подвергались точному взвешиванию на аналитических весах с погрешностью $\pm 0,001$ г и предварительной сушке при 60°C в течение 24 часов. Затем реагенты смешивали в плоскодонной колбе и нагревали согласно выбранному способу получения. Время получения и результат значительно разнились в зависимости от выбранного метода изготовления ГЭР. Сравнительные результаты различных вариантов получения эвтектического растворителя представлены в **табл. 1**.

На основании полученных результатов для дальнейшего исследования использовали метод получения ГЭР путем нагревания на магнитной мешалке при нарастающей скорости перемешивания.

Следующим этапом исследования стала экстракция фенольных соединений из листьев володушки золотистой разработанным модельным составом ГЭР-1. Экстракцию проводили согласно методике, разработанной нами ранее для получения спиртового извлечения из листьев володушки: экстрагент – 70%-ный раствор ГЭР-1, соотношение «сырье: экстрагент» – 1:30, экстракция на кипящей водяной бане продолжительностью 1 час.

Для определения целесообразности использования ГЭР-1 при экстракции флавоноидов из листьев володушки золотистой провели ВЭЖХ-анализ качественного состава веществ, извлекаемых 70%-ным этиловым спиртом и 70%-ным ГЭР-1.

В извлечении, полученном при использовании 70%-ного этилового спирта, были выявлены хлорогеновая кислота (время удерживания – 12,8 мин.), рутин (20,4 мин.), гиперозид (21,7 мин.), а также следовые количества лютеолина (31,3 мин.) и изорамнетины (35,6 мин.) (**рис. 1**).

В извлечении, полученном при использовании 70%-ного раствора эвтектического растворителя, состоящего из холина хлорида и пропандиовой кислоты в мольном соотношении 1:1, также были выявлены хлорогеновая кислота, рутин и гиперозид, однако присутствовало значительно большее количество агликонов флавоноидов – лютеолина и изорамнетины.

Гидролиз целевых веществ до агликонов может быть связан с кислотностью разработанного состава: у 70%-ного раствора ГЭР-1 pH равен $0,45 \pm 0,04$.

Таблица 1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО РАСТВОРИТЕЛЯ НА ПРИМЕРЕ ГЭР-1

Способ получения	Параметры получения	Время получения	Результат (n=3)
Водяная баня	t = 65°C	3,5 часа	Прозрачная жидкость высокой вязкости
Плитка без перемешивания	t = 65°C	3 часа	Не происходит плавление смеси
Ультразвуковая ванна	t = 65°C v = 35 кГц;	1 час 15 минут	Прозрачная жидкость высокой вязкости
СВЧ микроволновая печь	t ≤ 75°C	не более 30 сек.	Прозрачная жидкость высокой вязкости со временем кристаллизующаяся
Магнитная мешалка при перемешивании	t = 65°C v = 500–1000 об/мин	20–30 мин.	Прозрачная жидкость высокой вязкости

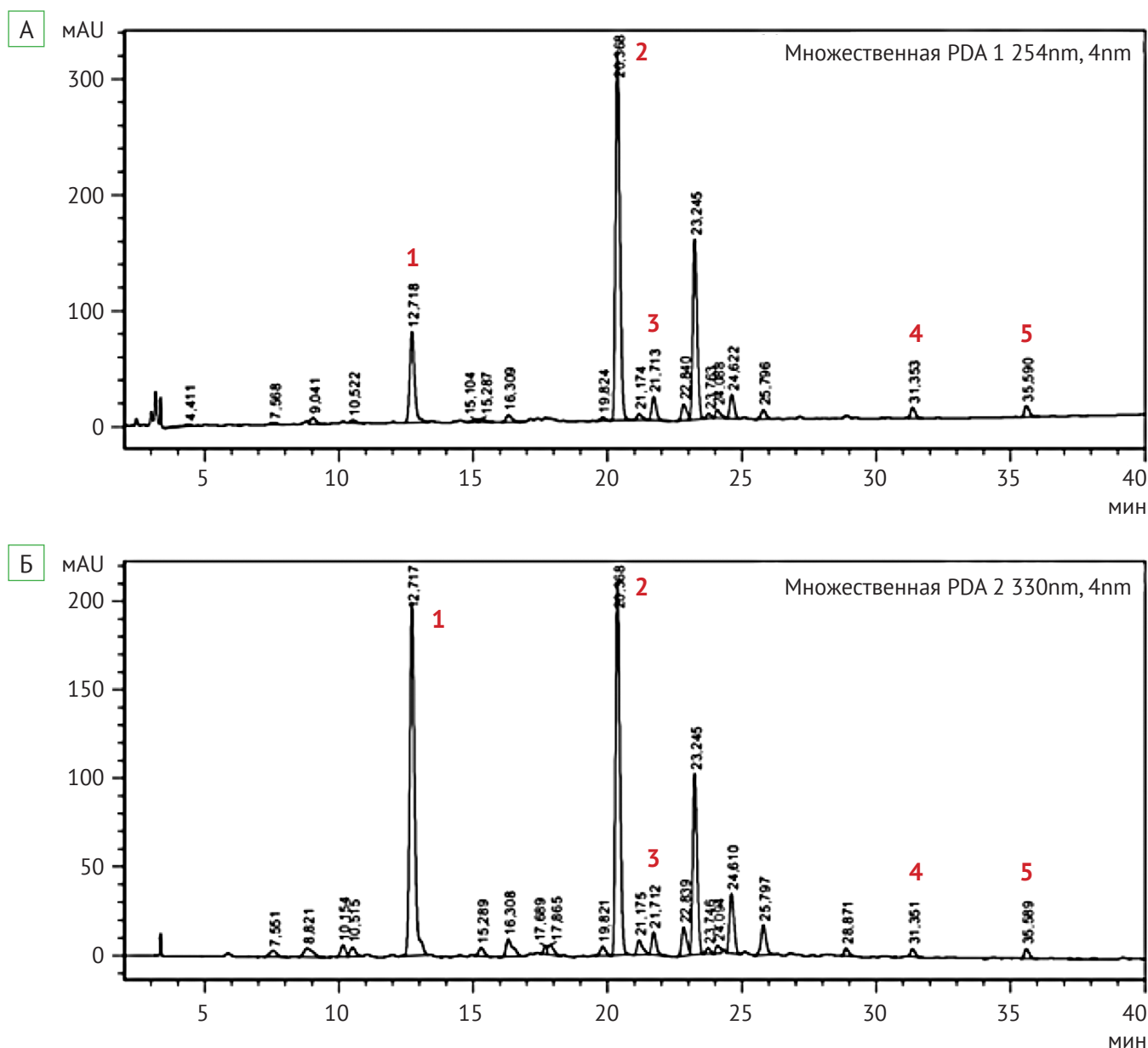


Рис. 1. Хроматограмма извлечения из листьев володушки золотистой, полученного при экстракции 70%-ным спиртом этиловым: 1 – хлорогеновая кислота, 2 – рутин, 3 – гиперозид, 4 – лутеолин, 5 – изорамнетин. Детектирование при 254 нм (А) и 330 нм (Б)

Явление гидролиза флавоноидов при использовании эвтектических растворителей описано в научной литературе, однако количество публикаций по данной тематике крайне незначительно [8,9]. Агликоны флавоноидов характеризуются более низкой биодоступностью, и гидролиз в кислой среде является нежелательным при выделении флавоноидов, поэтому дальнейшая разработка составов проводилась с учетом кислотности растворителей.

Поскольку холина хлорид является солью слабого основания и сильной кислоты, его растворы имеют кислый характер среды. Присутствие в модельном составе пропандиовой кислоты со значением pK_a 2,38 вносит еще более значимый вклад

в формирование кислотности ГЭР. В дальнейшем подбор компонентов ГЭР осуществлялся по критериям: природный компонент, значение pK_a и pK_b для кислот и оснований.

Извлечения получали и анализировали согласно описанной выше ВЭЖХ-методике. Согласно результатам анализа, при использовании ГЭР с кислым значением pH также происходил гидролиз целевых соединений до агликонов, в щелочных – гидролиза не наблюдалось.

Влияние температуры на степень гидролиза было оценено путем эксперимента, при котором экстракцию проводили на кипящей водяной бане (100°C) и при температуре 60°C. Однако, несмотря

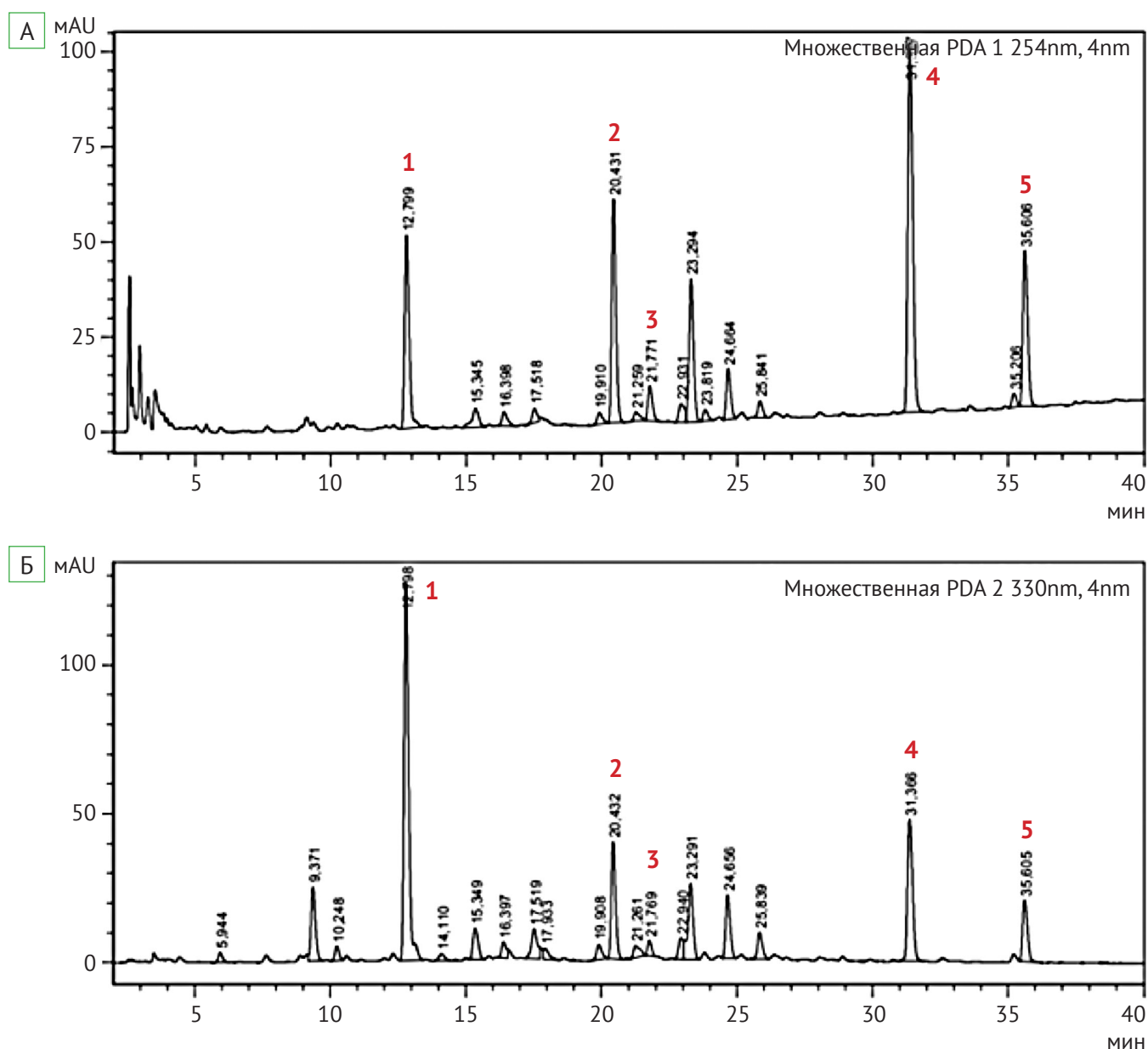


Рис. 2. Хроматограмма извлечения из листьев володушки золотистой, полученного при экстракции 70%-ным раствором ГЭР-1: 1 – хлорогеновая кислота, 2 – рутин, 3 – гиперозид, 4 – лютеолин, 5 – изорамнетин. Детектирование при 254 нм (А) и 330 нм (Б)

на уменьшение температуры экстракции, при использовании составов с кислой реакцией среды гидролиз также проходил, хоть и в меньшей степени.

Согласно данным **табл. 3**, наиболее перспективным растворителем для экстракции флавоноидов из листьев володушки золотистой является ГЭР-3, в состав которого входят глицерин, мочевины и вода в мольном соотношении 1:1:1.

Следующим этапом исследования явилась оптимизация параметров экстракции с применением разработанного состава ГЭР. Высокая вязкость ГЭР-3 обусловила необходимость разбавления экстрагента, а также строгого контроля массового соотношения «сырье: экстрагент», поскольку

отклонение от заданных параметров приводило к снижению смачиваемости сырья ($\theta > 90^\circ$). Были установлены следующие технологические параметры: концентрация растворителя – 70%, соотношение фаз 1:30, что обеспечивает максимальный выход целевых компонентов при минимальном расходе реагентов. Данные условия были выбраны в результате сравнительного анализа с традиционной этанольной экстракцией, что подтвердило их технологическую эффективность.

Проведенный ВЭЖХ-анализ извлечения, полученного при $T = 100^\circ\text{C}$ и экстракции ГЭР-3, выявил практически полное отсутствие целевых компонентов. Низкая эффективность свидетельствует

Таблица 2

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НОВЫХ РАЗРАБОТАННЫХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ($n=3$)

Состав	Молярное соотношение	Значение pH 70%-ного раствора	Внешние характеристики ГЭР
Холина хлорид : пропандиовая кислота (ГЭР-1)	1:1	$0,49 \pm 0,04$	Прозрачная вязкая жидкость
Глюкоза : лимонная кислота : вода (ГЭР-2)	1:1:6,5	$0,89 \pm 0,05$	Прозрачная вязкая жидкость
Глицерин : мочевины : вода (ГЭР-3)	1:1:1	$9,08 \pm 0,02$	Прозрачная вязкая жидкость
Глюкоза : молочная кислота : вода (ГЭР-4)	1:5:3	$1,07 \pm 0,04$	Раствор светло-желтого цвета с характерным запахом
Глюкоза : молочная кислота : вода (ГЭР-5)	1:6:6	$1,08 \pm 0,02$	Раствор светло-желтого цвета с характерным запахом
Мочевина : глюкоза : глицерин (ГЭР-6)	1:1:2	$8,52 \pm 0,06$	Высоковязкая прозрачная жидкость

Таблица 3

СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ И РУТИНА В ИЗВЛЕЧЕНИИ ИЗ ЛИСТЬЕВ ВОЛОДУШКИ ЗОЛОТИСТОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ЭКСТРАГЕНТА И ТЕМПЕРАТУРЫ ЭКСТРАКЦИИ ($n=3$)

Экстракт (использован 70%-ный раствор)	Температура экстракции, °C	Концентрация хлорогеновой кислоты, мкг/мл	Концентрация рутина, мкг/мл	Наличие агликонов флавоноидов в извлечении
Спирт этиловый	100	410 ± 10	1000 ± 25	—
ГЭР-1		471 ± 15	375 ± 10	Присутствуют
ГЭР-2		535 ± 15	876 ± 20	Присутствуют
ГЭР-3		40 ± 3	275 ± 10	—
ГЭР-4		549 ± 11	1138 ± 24	Присутствуют
ГЭР-5		563 ± 15	1165 ± 28	Присутствуют
ГЭР-6		161 ± 5	536 ± 11	—
Спирт этиловый	60	570 ± 11	1244 ± 25	—
ГЭР-1		685 ± 14	1628 ± 33	Присутствуют
ГЭР-2		646 ± 13	1465 ± 32	—
ГЭР-3		699 ± 15	1535 ± 30	—
ГЭР-4		544 ± 11	1313 ± 35	Присутствуют
ГЭР-5		627 ± 10	1468 ± 24	Присутствуют
ГЭР-6		625 ± 13	1455 ± 30	—

Таблица 4

**ЗАВИСИМОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ
ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ И РУТИНА
В ИЗВЛЕЧЕНИИ, ПОЛУЧЕННОМ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЭР-3,
ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ($n=3$)**

Температура экстракции, °C	Концентрация хлорогеновой кислоты, мкг/мл	Концентрация рутина, мкг/мл
40	569 ± 12	1269 ± 25
60	680 ± 20	1530 ± 44
80	334 ± 7	1370 ± 41
100	40 ± 5	269 ± 6

о возможной деструкции экстракционной системы, связанной с разрывом водородных связей в ГЭР-3 и нарушением надмолекулярной организации растворителя. Для количественной оценки температурной зависимости эффективности экстракции проведена серия экспериментов в диапазоне $T = 40-100^{\circ}\text{C}$ (шаг 20°C).

Согласно полученным результатам, наибольшую эффективность экстракция при помощи ГЭР-3 достигает при температуре 60°C (табл. 4).

Последним варьируемым параметром экстракции флавоноидов из листьев володушки золотистой с помощью разработанного ГЭР стал подбор времени экстракции. Для количественной оценки зависимости эффективности экстракции от времени проведена серия экспериментов с нарастающим временем нагрева на водяной бане: от 30 до 90 минут (табл. 5).

Таблица 5

**ЗАВИСИМОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ
ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ И РУТИНА
В ИЗВЛЕЧЕНИИ, ПОЛУЧЕННОМ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЭР-3, ОТ ВРЕМЕНИ
ЭКСТРАКЦИИ ($n=3$)**

Время экстракции, мин.	Концентрация хлорогеновой кислоты, мкг/мл	Концентрация рутина, мкг/мл
30	710 ± 21	1530 ± 32
60	685 ± 14	1510 ± 26
90	700 ± 18	1535 ± 42

Незначительная разница в эффективности извлечения БАВ может свидетельствовать о достижении максимума экстракционной активности на 30-й минуте. Повышение времени экстракции не вызывает увеличения перехода БАВ в извлечение.

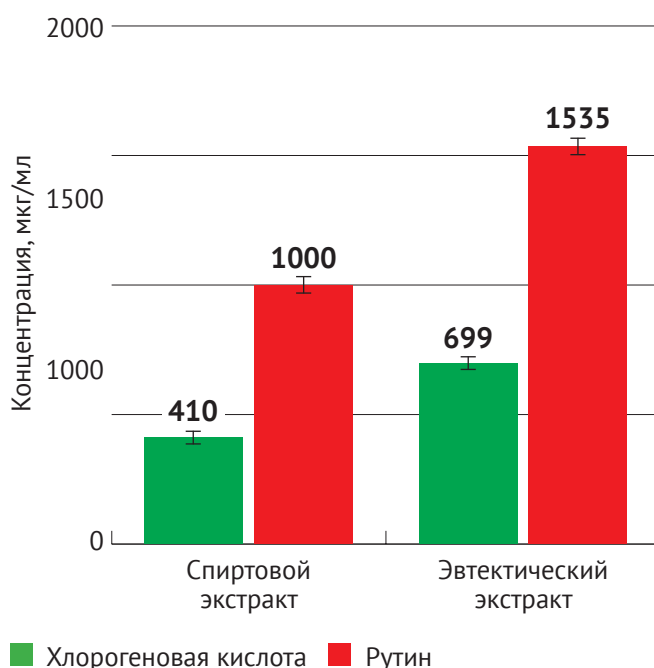


Рис. 3. Эффективность экстракции целевых БАВ с помощью 70%-ного раствора ГЭР-3 и 70%-ного раствора спирта этилового

ВЫВОДЫ

Результатом исследования стала разработка состава ГЭР для экстракции фенольных соединений из листьев володушки золотистой, а также оптимизация параметров экстракции полученным растворителем. Состав «глицерин: мочеви́на: вода» в мольном соотношении 1:1:1 продемонстрировал эффективность экстракции целевых групп соединений. При сравнении концентраций БАВ со спиртовым экстрактом показано, что содержание БАВ в эвтектическом извлечении превышает концентрацию БАВ в спиртовом в 1,7 раза для хлорогеновой кислоты и 1,5 раза для рутина (рис. 3).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abbott A.P., Capper G., Davies D.L. et al. Novel solvent properties of choline chloride / urea mixtures // Chemical communications. – 2003. – Vol. 1. – P. 70–71.

2. Swebocki T., Barras A., Abderrahmani A. et al. Deep Eutectic Solvents Comprising Organic Acids and Their Application in (Bio) Medicine // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2023. – Vol. 24. – №10. – P. 8492.
3. Morozova O.V., Vasil'eva I.S., Shumakov G.P. et al. Deep eutectic solvents for biotechnology applications // *Biochemistry*. – Moscow. – 2023. – Vol. 88. – №1. – P. S150-S175.
4. Stefanovic R., Ludwig M., Webber G.B. et al. Nanostructure, hydrogen bonding and rheology in choline chloride deep eutectic solvents as a function of the hydrogen bond donor // *Physical Chemistry Chemical Physics*. – 2017. – Vol. 19. – №4. – P. 3297–3306.
5. Araujo C.F., Coutinho J.A. P., Nolasco M.M. et al. Inelastic neutron scattering study of reline: shedding light on the hydrogen bonding network of deep eutectic solvents // *Physical Chemistry Chemical Physics*. – 2017. – Vol. 19. – №27. – P. 17998–18009.
6. Джавахян М.А., Прожогина Ю.Э., Павельева О.К., Каленикова Е.И. Природные глубокие эвтек-
тические растворители как альтернативные экстрагенты флавоноидов из растительного сбора седативного действия // *Разработка и регистрация лекарственных средств*. – 2022. – Т. 11. – №3. – С. 75–83.
7. Chik M.A.W., Yusof R., Shafie M.H., Hanaphi R.M. Extraction optimisation and characterisation of Artocarpus integer peel pectin by malonic acid-based deep eutectic solvents using response surface methodology // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2024. – Vol. 280. – P. 135737.
8. Weiz G., Braun L., Lopez R. et al. Enzymatic deglycosylation of flavonoids in deep eutectic solvents-aqueous mixtures: Paving the way for sustainable flavonoid chemistry // *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. – 2016. – Vol. 130. – P. 70–73.
9. Cheng Q.B., Zhang L.W. Highly efficient enzymatic preparation of daidzein in deep eutectic solvents // *Molecules*. – 2017. – Vol. 22. – №1. – P. 186.
10. Plastiras O.E., Samanidou V. Applications of deep eutectic solvents in sample preparation and extraction of organic molecules // *Molecules*. – 2022. – Vol. 27. – №22. – P. 7699.

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF THE COMPOSITION OF A DEEP EUTECTIC SOLVENT (DES) FOR THE EXTRACTION OF PHENOLIC COMPOUNDS FROM THE LEAVES OF *BUPLEURUM AUREUM FISCH. SEU LONGIFOLIUM L.*

V.S. Bobyleva^{1,3}, M.A. Dzhevakhyan^{1,2}, G.V. Adamov¹, Kalenikova E.I.³, A.A. Markaryan², V.I. Zvereva², A.A. Prokopov²

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (FGBNU VILAR), Moscow, Russia

² Russian University of Medicine, Moscow, Russia

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

The composition of a deep eutectic solvent for the extraction of flavonoids from the leaves of *Bupleurum aureum* Fisch. has been developed. The resulting solvent includes urea, glycerin and water in a molar ratio of 1:1:1. Extraction parameters with a new solvent were optimized, temperature and time were selected, and a comparative analysis using HPLC with classical alcohol extraction from malt leaves was performed. The developed solvent makes it possible to obtain an extract with a content of chlorogenic acid and rutin 1.7 and 1.5 times higher than the alcohol extract.

Keywords: deep eutectic solvent (DES), *Bupleurum aureum* Fisch., HPLC