



Оригинальное исследование
УДК 615.322
<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2024-3-9>

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ТРИТЕРПЕНОВЫХ САПОНИНОВ В СЫРЬЕ ШИКШИ ЧЕРНОЙ

Светлана Григорьевна Пономарчук^{1✉}, Артем Юрьевич Маняхин²

^{1✉}Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия, ponomarchuk.60@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-1060-249X>

²Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия, mau84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0682-2801>

Аннотация. Биологический потенциал лекарственного растительного сырья чаще всего оценивается по общему (суммарному) действию суммы активных (экстрактивных) веществ.

В водных экстрактах сырья плодов и побегов шикши черной (*Empetrum nigrum* L.) установлено содержание суммы экстрактивных веществ в количестве $49,86 \pm 0,43$ % и $31,48 \pm 0,47$ % соответственно.

Водно-спиртовые извлечения 40 % этанолом демонстрируют содержание экстрактивных веществ в плодах – $39,20 \pm 0,32$ % и в побегах – $39,02 \pm 0,61$ %. Повышение концентрации этанола при экстракции до 70 % снижало выход экстрактивных веществ из плодов до $31,11 \pm 0,60$ %, однако увеличило таковой для побегов до $45,63 \pm 0,59$ %.

В сырье *Empetrum nigrum* обнаружены пентациклические тритерпеновые сапонины, производные олеанана – глицирризиновая кислота, урсана – урсоловая кислота.

Количественное содержание глицирризиновой кислоты в побегах составляет ($2,88 \pm 0,09$ %), в плодах шикши черной ($2,74 \pm 0,14$ %).

Содержание урсоловой кислоты в плодах – 0,6424 мг/г, в побегах – 0,7313 мг/г.

Сырье шикши черной, как источник тритерпеновых сапонинов и других биологически активных веществ, перспективно к применению при нарушениях жирового и углеводного обмена.

Ключевые слова: шикша черная, глицирризиновая кислота, урсоловая кислота, экстрактивные вещества

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 121031000120-9).

Для цитирования: Пономарчук С.Г. Изучение содержания экстрактивных веществ и тритерпеновых сапонинов в сырье шикши черной / С.Г. Пономарчук, А.Ю. Маняхин // Дальневосточный медицинский журнал. – 2024. – № 3. – С. 53-59. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2024-3-9>.

STUDYING THE CONTENT OF EXTRACTIVE SUBSTANCES AND TRITERPENOUS SAPONINS IN RAW MATERIALS OF EMPETRUM NIGRUM

Svetlana G. Ponomarchuk^{1✉}, Artem Yu. Manyakhin²

^{1✉}Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia, ponomarchuk.60@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-1060-249X>

²Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS, Vladivostok, Russia, mau84@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-0682-2801>

Abstract. The biological potential of medicinal plant materials is most often assessed by the total (total) effect of active (extractive) substances.

In aqueous extracts of fruits and shoots of *Empetrum nigrum* L., the content of extractive secretions was found to be $49,86 \pm 0,43$ % and $31,48 \pm 0,47$ %, respectively.

Water-alcohol withdrawals with 40 % ethanol, the content of extractive inclusions, in products – $39,20 \pm 0,32$ % and in shoots – $39,02 \pm 0,61$ %. An increase in the concentration of ethanol during extraction up to 70 % consumption of extractive substances from fruits up to $31,11 \pm 0,60$ %, however, that for shoots was increased to $45,63 \pm 0,59$ %.



Pentatriterpene saponins, oleanan derivatives – glycyrrhizic acid, ursans – ursolic acid were found in the raw materials of *Empetrum nigrum* L.

The quantitative content of glycyrrhizic acid in the shoots is $(2,88 \pm 0,09 \%)$, in the fruits of *Empetrum nigrum* L. $(2,74 \pm 0,14 \%)$.

In fruits and shoots of plants, ursolic acid is also identified, its content in shoots is 0,7313 mg/g, in fruits 0,6424 mg/g. Raw material of *Empetrum nigrum* L., as a source of triterpene saponins and other biologically active, promisingly used in violation of carbohydrate metabolism and carbohydrate metabolism.

Keywords: *Empetrum nigrum*, glycyrrhizic acid, ursolic acid, extractive substances

For citation: Ponomarchuk S.G. Studying the content of extractive substances and triterpenous saponins in raw materials of *empetrum nigrum* / S.G. Ponomarchuk, A.Yu. Manyakhin // Far Eastern medical journal. – 2024. – № 3. – P. 53-59. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2024-3-9>.

Шикша черная (*Empetrum nigrum* L.) (вороника, водяника) представляет собой многолетний сильно-разветвленный кустарничек с длинными стелющимися побегами 20-100 см длиной. Шаровидные плоды черного цвета водянистые, пресные на вкус. Растение образует разрастающиеся куртины, концы побегов немного приподнимаются, ветви имеют придаточные корни. Корни оплетают грибные нити, обеспечивающие растение питательными веществами из почвы [1].

Дикорастущее вечнозеленое растение с кожистыми листьями похожими на хвоинки не является фармакопейным объектом, произрастает во всех районах Камчатского края на высоте до 1400 м над уровнем моря.

Надземная часть шикши черной используется в народной медицине для лечения эпилепсии, параличей, кожных заболеваний, нарушений памяти и сна. Плоды применяют как диуретическое и противогрибковое средство [2, 3].

В доступной литературе имеются данные о содержании в растении рутина, кверцетина, тритерпеновых сапонинов, каротиноидов, витаминов группы В, дубильных веществ, кемпферола, эфирных масел, кумаринов, смол, бензойной, уксусной, аскорбиновой, кофейной, урсоловой кислот, антоцианов, сахаров, восков, эмпетрозидов, алкалоидов [2, 3].

Обилие данных об эффективности использования плодов и побегов водяники, богатый химический состав и внушительный витаминно-минеральный комплекс вызывают интерес у исследователей и способствуют более детальному изучению растения [2, 3].

Одной из важных характеристик качества сырья является содержание экстрактивных веществ. Числовой показатель экстрактивных веществ, включает в себя всю сумму биологически активных и сопутствующих компонентов, извлекаемых растворителем из растительной матрицы [4]. На ряду с другими

факторами, состав экстрагента позволяет вести избирательное извлечение веществ или групп соединений из растительного сырья. Выбор растворителя зависит от степени гидрофильности извлекаемых компонентов, возможности растворять максимальное количество действующих веществ и минимальное – балластных, легкости диффундирования через стенки растительной клетки [5, 6].

Сапонины широко распространены в растениях различных семейств, выполняют функцию фитопротекторов, обладают бактерицидным и фунгицидным действием. Сапонины представляют собой сложные соединения, в которых сапогенин представлен тритерпеновыми и стероидными гликозидами [7].

Пентациклические тритерпеновые сапонины представлены производными лупана, урсана, олеанана, гопана, фриделина. Урсан является основой α -амирина, его важным представителем является урсоловая кислота.

Олеанан лежит в основе β -амирина и определяет строение глицирризиновой кислоты [8, 9].

Глицирризиновая и урсоловая кислоты проявляют гепатопротекторную активность при инфекционных и неинфекционных заболеваниях печени, в том числе при неалкогольной жировой болезни печени, патогенетически связанной с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, сахарным диабетом 2 типа, хронической болезнью почек и заболеваниями желчевыводящих путей [9, 10].

В экспериментах установлена антигипоксическая и противодиабетическая активность плодов и побегов водяники, её гепатопротекторное действие [9, 11, 12], поэтому целью исследования является количественное определение экстрактивных веществ, глицирризиновой и урсоловой кислот для обоснования фармакологической активности сырья.

Материалы и методы

Объектами изучения являлись плоды и побеги *E. nigrum* L. Сырье заготовлено в Камчатском крае в окрестностях г. Елизово. В исследовании участвовали три партии сырья из разных мест обитания. После удаления примесей и поврежденного сырья установлена подлинность. Образование и накопление в растениях активных соединений является динамическим

процессом, изменяющимся в онтогенезе растения. Плоды шикши заготавливали в период массового созревания (первая декада августа), побеги – во время цветения растения (первая декада июня). Сырье подвергали сушке в сушильном шкафу при температуре 60 °С при частом перемешивании. Влажность плодов после сушки составляет $11,45 \pm 0,02 \%$, побегов



5,41±0,07 %. Содержание влаги в сырье устанавливали массовым методом.

При определении влажности сырья использованы средние данные по всем объектам трех партий.

Определение экстрактивных веществ, в плодах и побегах шикши черной, проводили гравиметрическим методом однократной и многократной экстракции.

Точную навеску сырья около 1,0 г, проходящую сквозь сито с отверстиями 1 мм, помещают в коническую колбу (200-250 мл) добавляют 50 мл растворителя, закрывают пробкой, взвешивают с погрешностью ±0,01 г. Настаивают содержимое колбы в течение 1 часа. Колбу соединяют с обратным холодильником и нагревают на водяной бане в течение 2 часов, поддерживая слабое кипение. После охлаждения колбу с содержимым вновь закрывают той же пробкой, взвешивают и потерю в массе восполняют тем же растворителем.

Экстракт фильтруют через сухой бумажный фильтр в колбу (150-200 мл), (однократная экстракция). Для многократной экстракции фильтр с навеской снова помещают в исходную колбу и повторяют эту процедуру 3 раза, каждый раз прибавляя фильтрат в ту же колбу.

25 мл объединенного фильтрата переносят в предварительно взвешенную и высушенную до постоянной массы чашку и выпаривают содержимое на водяной бане. Чашку с сухим остатком сушат до постоянной массы при температуре 100-105 °С.

Содержание экстрактивных веществ в абсолютно сухом сырье рассчитывают по формуле [13]:

$$x = \frac{m \times 100 \times 100 \times (V \times n)}{a \times (100 - W) \times 25},$$

где m – масса сухого остатка, г;

a – навеска сухого лекарственного сырья, г;

V – объем экстрагента используемый для обработки сырья, мл;

W – влажность лекарственного растительного сырья, %;

n – число экстракций.

Данный вид экстракции подразумевает последовательную, многократную обработку навески сырья одним и тем же растворителем с последующим получением суммарного экстракта.

Присутствие сапонинов в сырье шикши черной подтверждено реакциями: осаждения средним ацетатом свинца (белый хлопьевидный осадок), проведением реакции Лафона при нагревании (сине-зеленое окрашивание), реакцией с концентрированной серной кислотой и 10 % раствором нитрита натрия (крово-красное окрашивание). Химическая природа тритерпеновых сапонинов установлена реакцией пенообразования водного раствора извлечения с 0,1 М раствором кислоты хлористоводородной в одной пробирке и с 0,1 М раствором гидроксида натрия в другой (в обеих пробирках образовалась обильная стойкая пена).

Для количественного определения глицирризиновой кислоты точную навеску сырья 10,0 г, измельченную до 0,25 мм, помещают в коническую колбу на 100 мл и приливают 20 мл 3 % ацетонового раствора азотной кислоты.

Полученную смесь перемешивают на магнитной мешалке в течение одного часа. Извлечение фильтруют в цилиндр (100 мл), а фильтр промывают 10 мл ацетона. Растительные остатки смывают с фильтра в коническую колбу с сырьем 20 мл ацетона. Смесь помещают на водяную баню с обратным холодильником и кипятят в течение пяти минут. Извлечение фильтруют через тот же фильтр в тот же цилиндр. Экстракцию горячим ацетоном повторяют еще два раза, фильтр промывают ацетоном до тех пор, пока объем в цилиндре с экстрактом не достигнет 100 мл. Извлечение помещают в стакан (200 мл), ополаскивают цилиндр 40 мл ацетона и содержимое переносят в тот же стакан. Далее при интенсивном перемешивании по каплям к извлечению прибавляют 1 мл концентрированного аммиака до появления обильного светло-желтого творожистого осадка (рН 8,3-8,4). Осадок вместе с маточной жидкостью переносят на фильтр, помещенный в воронку Бюхнера. Стакан и фильтр промывают 3-4 раза ацетоном. Осадок с фильтром переносят в стакан и растворяют его в 50 мл воды. Полученный раствор количественно переносят в колбу (250 мл), фильтр несколько раз промывают небольшими порциями воды, доводят объем до метки (раствор А). 3 мл раствора переносят в мерную колбу на 50 мл, доводят до метки (раствор Б). Оптическую плотность измеряют на спектрофотометре при длине волны 258 нм в кювете толщиной слоя 10 мм, в качестве раствора сравнения используют воду.

Содержание глицирризиновой кислоты в пересчете на абсолютно сухое сырье в процентах рассчитывают по формуле [13]:

$$x = \frac{A \times 822 \times 250 \times 50 \times 100}{a \times 3 \times 1100 \times 1000},$$

где A – оптическая плотность раствора Б;

a – навеска сырья, г;

822 – молекулярный вес глицирризиновой кислоты;

11 000 – молярный показатель поглощения.

Для идентификации урсоловой кислоты (УК) использовали систему высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с УФ-детектированием и tandemным масс-спектрометром (ВЭЖХ–УФ–МС) центра коллективного пользования «Биотехнология и генетическая инженерия» ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН.

Образцы для исследования (точная навеска 1,0 г), измельченные до размера частиц 2 мм экстрагировали 10 мл метанола 99,9 % (Криохром, Россия) на водяной бане (50 °С) в течение 45 минут. Экстракт сушили на водяной бане, растворяли в мерной колбе в 10 мл метанола, фильтровали через мембранный фильтр 0,45 мкм.



Стандартный образец урсоловой кислоты (CAS77-52-1-Sigma-Aldrich, США) 3,0 мг/мл растворяли в метаноле.

Идентификация и количественное определение компонентов выполнялась с использованием аналитической системы ВЭЖХ 1260 Infinity (Agilent Technologies, Санта-Клара, Калифорния, США), оснащенной детектором с фотодиодной матрицей G1315D, насосом G1311C, термостатом колонок G1316A и автоматическим пробоотборником G1329B. Систему ВЭЖХ сопряжали с масс-спектрометром с ионной ловушкой (Bruker HCT ultra PTM Discovery System, Bruker Daltonik GmbH, Бремен, Германия), оборудованным источником ионизации электрораспылением (ESI). MS-анализ проводился в режиме отрицательных ионов. Использовались следующие настройки прибора: диапазон детектирования m/z составлял 120-1200, скорость потока осушающего газа (N_2) – 8 л/мин., давление распыляющего газа (N_2) – 172 кПа, температура осушающего – 325 °C. Тандемные масс-спектры были получены в режиме Auto-MS2 (интеллектуальная фрагментация) с использованием линейного изменения энергии столкновения. Данные MS собирали с использованием управляющего программного обеспечения Bruker Daltonics compass 1.3 (v6.2.581.3) и обрабатывали с помощью

программного обеспечения Bruker Daltonics compass 1.3 Data Analysis (v4.0.234.0). Все растворители были чистыми для высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Количественную оценку содержания УК проводили с использованием аналитической ВЭЖХ системы LC-20AD XR (Shimadzu, Япония) и стандартного образца УК. Данные ВЭЖХ с диодно-матричной детекцией были записаны в диапазоне 200–500 нм, хроматограммы для количественного определения были получены при 206 нм. Хроматографическое разделение проводили на колонке Shimpack GIST C18 (150 мм, 2.1 мм i.d., размер пор 3 мкм, Shimadzu, Япония).

В качестве элюентов были использованы 0,1 % муравьиная кислота (А) (Sigma-Aldrich, США) и ацетонитрил (В) (Криохром, Россия), со следующим градиентом элюирования: 0 мин., 0 % В; 0,1 – 35 мин., 40 % В; 35–40 мин., 50 % В; 40–50 мин., 100 % В; 50–65 мин., 100 % В. Объем вводимой пробы составлял 2 мкл, температура колонки 40 °C, скорость потока подвижной фазы 0,2 мл/мин.

Содержание УК определяли с использованием калибровочных кривых пятиточечной регрессии, построенных с использованием доступных стандартов.

Результаты и обсуждение

Экстракция – это процесс, позволяющий выделить растворимые вещества из нерастворимых материалов. Степень поступления нутриентов в экстракт зависит от качества сырья, вида растворителя и условий проведения процесса экстракции.

Для определения количества и состава основных классов экстрактивных веществ сырье шикши черной подвергалось настаиванию при комнатной температуре и слабому кипячению с полярными растворителями [4]. В качестве экстрагента использовалась вода, 40 % и 70 % этанол.

Показатель экстрактивности в плодах и побегах шикши черной, может быть использован при оценке суммарных жидких лекарственных форм (настоев, отваров, настоек, экстрактов, сиропов) [5].

Содержание экстрактивных веществ (ЭВ), в плодах и побегах шикши черной, определяли однократной и многократной экстракцией. Для расчета содержания экстрактивных веществ использованы средние данные по всем объектам трех партий (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание экстрактивных веществ в плодах и побегах шикши черной

Наименование сырья	Содержание экстрактивных веществ, % (диократная экстракция)			Содержание экстрактивных веществ, % (многократная экстракция)		
	вода очищенная	40 % этанол	70 % этанол	вода очищенная	40 % этанол	70 % этанол
Плоды шикши	46,80±0,01	34,91±0,07	21,38±0,01	49,86±0,43	39,20±0,32	31,11±0,60
Побеги шикши	24,2±0,01	36,83±0,04	38,84±0,06	31,48±0,47	39,02±0,61	45,63±0,59

По результатам эксперимента наиболее эффективной для плодов шикши является многократная водная экстракция (49,86±0,43 %). Значительный выход ЭВ из плодов обеспечен содержанием в них гидрофильных веществ: растворимых полисахаридов, органических кислот (аскорбиновая, винная, лимонная, яблочная), витаминов, дубильных веществ и др. [2, 3, 14]. Однако высокая экстрактивность не всегда равна максимальной биологической активности сырья из-за большого выхода балластных водорастворимых компонентов без выраженной биологической активности.

Наибольшая экстрактивность для побегов шикши при многократной экстракции 70 % этиловым спиртом составляет (45,63±0,59 %). Определяются растворимые в спиртах биологически активные вещества, косвенно отражающие химический состав растения: фенольные соединения, флавоноиды, антоцианы и др. [14, 15, 16].

Накопление глицирризиновой кислоты в шикше черной представляет особый интерес. Ветвящиеся одревесневшие побеги образуют придаточные корни, поэтому изучение накопления глицирризиновой



кислоты проводили только в приподнимающихся облиственных побегах. При определении количественного содержания глицирризиновой кислоты использованы средние данные по всем объектам трех партий.

Результаты количественного определения глицирризиновой кислоты в исследуемых образцах шикши черной представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание глицирризиновой кислоты в плодах и побегах *Empetrum nigrum*

n	f	$\bar{X}, \%$	s	s^2	P, %	t (P, f)	Δx	$\varepsilon, \%$
Плоды <i>Empetrum nigrum</i>								
9	8	2,88	0,077	0,006	95	2,31	0,05	1,74
Побеги <i>Empetrum nigrum</i>								
9	8	3,26	0,070	0,005	95	2,31	0,05	2,14

Наибольшее накопление глицирризиновой кислоты происходит в побегах цветущего растения ($3,26 \pm 0,04 \%$), а в зрелых плодах составляет ($2,88 \pm 0,05 \%$).

ВЭЖХ-МС анализ метанольных экстрактов подтвердил наличие урсоловой кислоты в плодах и побегах шикши черной (рис. 1, 2).

При количественном определении урсоловой кислоты использованы средние данные по всем объектам трех партий.

Выход урсоловой кислоты наблюдается на 52,5 минуте, в побегах шикши черной урсоловой кислоты содержится больше, чем в плодах на 12,16 % (табл. 3, рис. 2).

Таблица 3 – Содержание урсоловой кислоты (УК) в сырье шикши черной

Тип сырья	Время удерживания (Rt), мин.	Ион прекурсор и фрагмент ионы, m/z [M+H] ⁺	Содержание УК в пробе, мг/мл
Побеги шикши	52,5	457,3 (439 411 393)	0,7313
Плоды шикши	52,5	457,3 (439 411 393)	0,6424

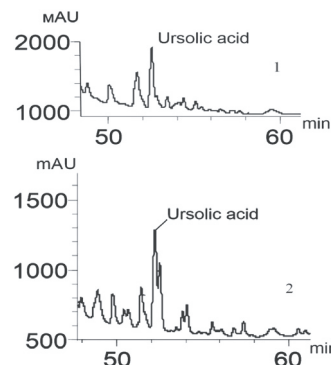


Рис. 1. Фрагмент ВЭЖХ–УФ–МС хроматограммы побегов и плодов шикши черной

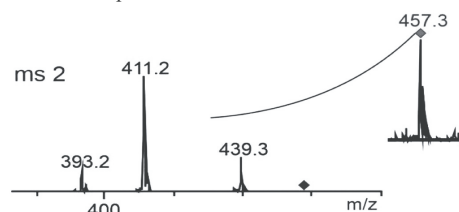


Рис. 2. Хроматограммы метанольных извлечений побегов и плодов шикши черной

Выводы

1. Наиболее эффективным процессом извлечения активных веществ из плодов и побегов шикши черной является многократная экстракция при нагревании. Оптимальным экстрагентом для плодов шикши является вода очищенная (экстрактивность $49,86 \pm 0,43 \%$), для побегов этанол 70 % (экстрактивность $45,63 \pm 0,59 \%$).

2. В сырье шикши черной подтверждено наличие тритерпеновых сапонинов.

3. Экспериментально доказано накопление глицирризиновой кислоты в побегах ($3,26 \pm 0,04 \%$) и плодах ($2,88 \pm 0,05 \%$).

4. Идентифицирована урсоловая кислота в плодах и побегах *Empetrum nigrum*. Содержание урсоловой кислоты в побегах составляет 0,7313 мг/г, в плодах – 0,6424 мг/г.

Список источников

- Айнана Л., Загребин И. Съедобные растения Эскимосов: этноботаническое пособие для национальных школ Чукотского автономного округа. Программа Службы национальных парков США «Общее наследие Берингии», 2014. – С. 97.
Ainana L., Zagrebina I. Edible plants of the eskimos: an ethnobotanical manual for national schools of the Chukotka Autonomous Region. The Shared Beringian Heritage Program of the US National Park Service, 2014. – P. 97.
- Андреева Н.В., Малогулова И.Ш. Виды шикши как перспективный источник БАВ в условиях Якутии // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 9. – С. 51-52.
Andreeva N.V., Malogulova I.Sh. Crowberry species as a promising source of BAS in Yakutia // Modern Science-Intensive Technologies. – 2013. – № 9. – P. 51-52.
- Тюпкина Г.И., Кисвай Н.И., Конюхова Е.А., Лайшев К.А., Белецкий С.Л., Биохимические и функционально-технологические свойства растительного сырья арктической территории // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2018. – № 9 (9). – С. 210.



- Tyupkina G.I., Kisvay N.I., Konyukhova E.A., Laishev K.A., Beletsky S.L. Biochemical and functional technological properties of plant raw materials of the Arctic territory // *Innovative Technologies for the Production and Storage of Material Assets for State Needs*. – 2018. – № 9 (9). – P. 210.
4. Мажитова М.В., Ковалев В.Б., Волошан О.А., Корчунов Н.С. Изучение условий получения экстракта *Gleditsia Triacantos* по сумме экстрактивных веществ // *Фармацевтические науки: от теории к практике*. – 2016. – С. 129-130.
Mazhitova M.V., Kovalev V.B., Voloshan O.A., Korchunov N.S. Study of the conditions for obtaining *Gleditsia Triacantos* extract by the sum of extractive substances // *Pharmaceutical Sciences: from Theory to Practice*. – 2016. – P. 129-130.
 5. Постраш И.Ю., Соболева Ю.Г., Андрущенко В.С. Экстракция биологически активных веществ из цветков ромашки аптечной // *Вестник АПК Верхневолжья*. – 2020. – № 1. – С. 22-26.
Postrash I.Yu., Soboleva Yu.G., Andrushchenko V.S. Extraction of biologically active substances from chamomile flowers // *Herald of Agroindustrial Complex of Upper Volga Region*. – 2020. – № 1. – P. 22-26.
 6. Сорокина А.А. Молчан Н.В., Рудакова И.П., Самылина И.А. Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье // *Фармация*. – 2010. – № 3. – С. 3-4.
Sorokina A. A. Molchan N.V., Rudakova I.P., Samylina I.A. Determination of the content of extractive substances in medicinal plant materials // *Pharmacy*. – 2010. – № 3. – P. 3-4.
 7. Павловская Н.Е., Солохина И.Ю., Гнеушева И.А. Исследование тритерпеновых сапонинов, полученных из корней овса посевного *Avena sativa* L // *Вестник аграрной науки*. – 2012. – Т. 35, № 2. – С. 48-50.
Pavlovskaya N.E., Solokhina I.Yu., Gneusheva I.A. Study of triterpene saponins obtained from the roots of oats *Avena sativa* L // *Bulletin of Agricultural Science*. – 2012. – Vol. 35, № 2. – P. 48-50.
 8. Фаттахова Г.А., Канарский А.В. Сапонины как биологически активные вещества растительного происхождения // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2014. – Т. 17, № 3. – С. 196-202.
Fattakhova G.A., Kanarsky A.V. Saponins as biologically active substances of plant origin // *Bulletin of the Kazan Technological University*. – 2014. – Vol. 17. – № 3. – P. 196-202.
 9. Оковитый С.В. Райхельсон К.Л., Волнухин А.В., Кудлай Д.А. Гепатопротекторные свойства глицирризиновой кислоты // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. – 2020. – № 12 (184). – С. 96-108.
Okovity S.V., Raikhelson K.L., Volnukhin A.V., Kudlai D.A. Hepatoprotective properties of glycyrrhizic acid // *Experimental and Clinical Gastroenterology*. – 2020. – № 12 (184). – P. 96-108.
 10. Латыпова Г.М., Бубенчикова В.Н., Катаев В.А. Содержание урсоловой кислоты в растениях рода первоцвет // *Фармация*. – 2015. – № 4. – С. 21-21.
Latypova G.M., Bubenchikova V.N., Kataev V.A. Content of ursolic acid in plants of the genus Primrose // *Pharmacy*. – 2015. – № 4. – P. 21-21.
 11. Барнаулов О.Д. Сравнительная оценка противодиабетической активности лекарственных растений порядка Вересковые // *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. – 2011. – Т. 9. – № 2. – С. 68-74.
Barnaulov O.D. Comparative assessment of antidiabetic activity of medicinal plants of the order Ericaceae // *Reviews of Clinical Pharmacology and Drug Therapy*. – 2011. – Vol. 9, № 2. – P. 68-74.
 12. Арбузов В.П., Некрасова К.Л. Водяника (шикша)-ценное сырьё для производства пищевой продукции антистрессового действия // *Региональный рынок потребительских товаров и продовольственная безопасность в условиях Сибири и Арктики*. – 2019. – С. 185-189.
Arbuzov V.P., Nekrasova K.L. Crowberry (Crowberry) – a valuable raw material for the production of antistress food products // *Regional Consumer Goods Market and Food Security in Siberia and the Arctic*. – 2019. – P. 185-189.
 13. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (дата обращения 27.07.2023).
State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV edition. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (Bate of access: 07/27/2023).
 14. Саликова А.А., Пономарчук С.Г., Плаксен Н.В. Изучение химического состава плодов дальневосточных видов растений семейства вересковых (Ericaceae) // *Тихоокеанский медицинский журнал*. – 2021. – № 3 (85). – С. 40-44.
Salikova A.A., Ponomarchuk S.G., Plaksen N.V. Study of the chemical composition of fruits of Far Eastern plant species of the heather family (Ericaceae) // *Pacific Medical Journal*. – 2021. – № 3 (85). – P. 40-44.
 15. Пономарчук С.Г., Саликова А.А., Плаксен Н.В., Устинова Л.В., Степанов С.В. Выбор оптимальных параметров экстрагирования при определении флавоноидов в плодах и побегах шикши черной // *Дальневосточный медицинский журнал*. – 2022. – № 1. – С. 33-37.



Ponomarchuk S.G., Salikova A.A., Plaksen N.V., Ustinova L.V., Stepanov S.V. Selection of optimal extraction parameters for determining flavonoids in fruits and shoots of black crowberry // Far Eastern Medical Journal. – 2022. – № 1. – P. 33-37.

16. Пономарчук С.Г., Саликова А.А., Плаксен Н.В., Устинова Л.В., Григорчук В.П. Определение профиля антоцианов и оптимальных параметров их экстрагирования из плодов шикши черной *Empetrum nigrum* // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2022. – № 3 (89). – С. 75-80.

Ponomarchuk S.G., Salikova A.A., Plaksen N.V., Ustinova L.V., Grigorchuk V.P. Determination of the anthocyanin profile and optimal parameters for their extraction from black crowberry *Empetrum nigrum* fruits // Pacific Medical Journal. – 2022. – № 3 (89). – P. 75-80.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья принята к публикации 12.07.2024.

The article was accepted for publication 12.07.2024.

