

УДК 615.322.326

СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В СБОРЕ АНГИОПРОТЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ

© В.М. Минович^{1*}, А.А. Посохина¹, Л.В. Дударева², Е.П. Чебыкин^{3,4}

¹ Иркутский государственный медицинский университет, ул. Красного Восстания, 1, Иркутск, 664003, Россия, mirko02@yandex.ru

² Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, ул. Лермонтова, 132, Иркутск, 664054, Россия

³ Лимнологический институт СО РАН, ул. Улан-Баторская, 3, Иркутск, 664054, Россия

⁴ Институт земной коры СО РАН, ул. Лермонтова, 128, Иркутск, 664054, Россия

В состав сбора ангиопротекторного входит сырье: *Aesculi hippocastani semina*, *Calendulae officinalis flores*, *Aroniae melanocarpae sicco fructus*, *Bupleuri multinervis herba*, *Filipendulae ulmariae flores*, *Fragariae vescae folia*. По содержанию биологически активных веществ (БАВ) сырье компонентов сбора соответствовало требованиям нормативных документов. Целью исследования являлось определение количественного содержания в сборе БАВ, которые вносят основной вклад в развитие ангиопротекторного действия. В задачу исследования входило определение содержания БАВ фенольного характера, аминокислот, аскорбиновой кислоты, каротиноидов, сапонинов, элементов. Количественное содержание флавоноидов определяли спектрофотометрическим методом в дифференциальном варианте, определена аналитическая длина волны 415 нм, рассчитывали процентное содержание флавоноидов в пересчете на рутин. Содержание суммы флавоноидов составило 3.28–4.94%. Спектрофотометрическим методом определено содержание фенилпропаноидов (3.32–3.67%), дубильных веществ (4.36–5.12%), антоцианов (0.54–0.80%), тритерпеновых сапонинов (0.95–1.08%), аминокислот (6.24–6.42%), каротиноидов (0.08–0.09%); титриметрическими методами – аскорбиновой кислоты (0.30–0.38%), органических кислот (1.75–1.90%). Идентифицировано 8 макроэлементов (кальций 10800 мг/кг, калий 24000 мг/кг, магний 3600 мг/кг), 20 микроэлементов (марганец 53 мг/кг, цинк 2 мг/кг, селен 0.13 мг/кг). Определены нормы содержания в сборе суммы флавоноидов не менее 3.0%, суммы фенилпропаноидов не менее 2.5%, золы общей не более 11%, золы, не растворимой в хлористоводородной кислоте, не более 3.5%. Установленные показатели определяют качество сбора ангиопротекторного действия.

Ключевые слова: лекарственный сбор, биологически активные вещества, флавоноиды, фенилпропаноиды, аскорбиновая кислота, макроэлементы, микроэлементы.

Для цитирования: Минович В.М., Посохина А.А., Дударева Л.В., Чебыкин Е.П. Содержание биологически активных и минеральных веществ в сборе ангиопротекторного действия // Химия растительного сырья. 2025. №3. С. 245–253. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250314946>.

Введение

Химический состав растений представлен органическими и минеральными веществами, на долю воды приходится от 70 до 95%. В высушенном сырье остаточная влажность составляет от 10 до 15%. Образование органических соединений по путям метаболизма сходным с животными организмами называют продуктами первичного обмена – это ферменты, витамины, органические кислоты, углеводы. Продукты вторичного метаболизма в большей мере свойственны растительным организмам. Они представлены фенольными соединениями, такими как флавоноиды, фенилпропаноиды, лигнаны, а также терпеноидами – сапонины, компоненты эфирных масел, сердечные гликозиды, горечи. Фармакологическое действие лекарственных растений определяется содержанием в них биологически активных веществ (БАВ) и минеральных веществ. Лекарственные сборы состоят из сырья нескольких растений и обладают многофакторным

* Автор, с которым следует вести переписку.

воздействием на организм за счет того, что БАВ компонентов сбора участвуют в разных биохимических процессах [1]. Комплексное воздействие на организм БАВ определяется их составом и количественным содержанием.

Лекарственный сбор ангиопротекторного действия (САД) содержит растительное сырье в количестве: листьев земляники – 10%, цветков лабазника вязолистного – 30%, цветков ноготков – 10%, семян конского каштана – 20%, травы володушки многожилковой – 20%, плодов аронии черноплодной сухих – 10%. В химическом составе компонентов сбора присутствуют разные группы БАВ: флавоноиды (кверцетин 0.14 ± 0.001 мг/г, нарциссин 4.15 ± 0.09 мг/г, рутин 3.35 ± 0.06 мг/г, изокверцитрин 3.14 ± 0.06 мг/г), фенилпропаноиды (5-О-кофеилхинная кислота $2.30 \pm 0.05\%$), антоцианы – цианидин-3-О-арабизид, цианидин-3-О-глюкозид, терпеноиды – компоненты эфирных масел (линалоол, метилсалицилат, салициловый альдегид), тритерпеновые сапонины (календулозиды А, В, эсцин), каротиноиды [2]. Фармакологическое действие САД обуславливается содержанием комплекса БАВ, а также аминокислотами и минеральными веществами.

В задачу нашего исследования входило определить количественное содержание разных групп биологически активных веществ первичного и вторичного метаболизма, исследовать минеральные вещества сбора ангиопротекторного действия.

Экспериментальная часть

Растительный материал. Для изготовления САД использовали сырье, приобретенное в фармацевтическом предприятии: *Calendulae officinalis flores* (производящее растение *Calendula officinalis* L.), *Aroniae melanocarpae sicco fructus* (производящее растение *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot.), образцы сырья собственного сбора заготавливали в период цветения в Качугском районе Иркутской области, в окрестностях с. Толмачево в 2020 году: *Bupleuri multinervis herba* (производящее растение *Bupleurum multinerve* DC), *Filipendulae ulmariae flores* (производящее растение *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), *Fragariae vescae folia* (производящее растение *Fragaria vesca* L.). Сырье *Aesculi hippocastani semina* (производящее растение *Aesculus hippocastanum* L.) было собрано от культивируемых растений в окрестностях пгт. Гурзуф Республики Крым. Собранное сырье сушили естественным способом в тени под навесом. Видовая принадлежность производящих растений сырья определена заведующей отделом биоразнообразия и биологических ресурсов СИФИБР СО РАН, к.б.н. А.В. Верховиной.

Методики количественного анализа БАВ. Количественное содержание в САД суммы флавоноидов и суммы фенилпропаноидов определяли нами разработанными методиками. Для проведения анализа установлены оптимальные условия их экстракции: размер частиц сырья – 1 мм, экстрагент – спирт этиловый 40%, соотношение сырья и экстрагента – 1 : 100, время экстракции на кипящей водяной бане – 60 мин (раствор А). Далее для анализа флавоноидов готовили разведения: в мерную колбу вместимостью 25 мл помещали 1 мл раствора А, 1 мл 1% раствора алюминия хлорида спиртового; раствор сравнения – в мерную колбу вместимостью 25 мл помещали 1 мл раствора А, 0.1 мл 30% раствора уксусной кислоты, далее доводили обе колбы до метки 96% спиртом этиловым. Оптическую плотность измеряли через 45 мин на спектрофотометре СФ-2000 при длине волны 415 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. В качестве стандартного образца использовали рутин. Для определения содержания суммы фенилпропаноидов 1 мл раствора А помещали в мерную колбу вместимостью 100 мл и доводили до метки 96% спиртом этиловым; раствор сравнения – 96% спирт этиловый. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре при длине волны 325 нм в кювете толщиной слоя 10 мм. Расчет содержания (в %) суммы фенилпропаноидов в сухом сырье проводили в пересчете на 3-О-кофеилхинную кислоту.

Содержание дубильных веществ определяли СФМ: размер частиц сырья – 1 мм, экстрагент – вода очищенная, соотношение сырья и экстрагента – 1 : 125, время экстракции на кипящей водяной бане – 30 мин, аналитическая длина волны – 277 нм, стандарт – танин [3]. Содержание суммы аминокислот определяли СФМ: оптимальный экстрагент – вода, размер частиц сырья – 1 мм, соотношение сырья и экстрагента – 1 : 50, время экстракции – 60 мин на кипящей водяной бане; аналитическая длина волны – 568 нм, стандарт – глутаминовая кислота [4]. Содержание суммы тритерпеновых сапонинов определяли СФМ: размер частиц сырья – 1 мм, экстрагент – спирт этиловый 70%, соотношение сырья и экстрагента – 1 : 50, время экстракции на кипящей водяной бане – 60 мин; аналитическая длина волны – 315 нм, стандарт – олеаноловая кислота [5]. Содержание органических кислот, аскорбиновой кислоты, антоцианов проводили по методикам, приведенным в ГФ XIV издания [6]. Результаты статистически обрабатывали, $n=6$, определили параметры $M \pm m$, применяя коэффициент Стьюдента при $P=95$.

Условия анализа ИСП-МС. Минеральный состав САД изучали методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) на приборе Agilent 7500 се. Пробоподготовка заключалась в проведении мокрого озоления навески массой 0.0300 г САД. Озоление проводилось последовательной обработкой проб концентрированной азотной кислотой (72%, дважды очищенная субболинговой перегонкой), перекисью водорода (30%), после добавления каждого реагента пробу выдерживали по 30 мин в ультразвуковой бане. В последнюю очередь добавляли дистиллированную воду и снова термостатировали 30 мин. После охлаждения растворы центрифугировали в течение 15 мин (14000 об./мин), супернатанты переносили в другие пробирки и добавляли внутренний стандарт индия (30 ppb в измеряемых растворах). Общий коэффициент разбавления составил 500. По такой же методике готовили пробы сравнения (холостые). Предварительная калибровка прибора проводилась с применением стандартов ICP-MS-68A-A, ICP-MS-68A-B, (HIGH-PURITY STANDARDS, USA) [7]. Анализ проводился при $n=5$, результаты подвергали статистической обработке и рассчитывали RSD %.

Обсуждение результатов

Анализ растительного сырья, входящего в состав сбора САД, показал его соответствие требованиям нормативным документам, определяющих их качество. В таблице 1 приведены данные по содержанию в образцах сырья биологически активных веществ, по которым проводится стандартизация сырья. В компонентах сбора **1, 3, 5, 6** определяли содержание флавоноидов СФМ методом, по методикам, включенным в соответствующие нормативные документы. Компонент **2** стандартизовали по содержанию эсцина СФМ. Содержание антоцианов в компоненте **4** определяли методом СФМ, применяя удельный показатель поглощения цианидин-3-*O*-глюкозида, равный 100.

В сборе САД определяли группы БАВ, отвечающие за проявление основной фармакологической активности. Устанавливали содержание веществ фенольного характера, которые оказывают противовоспалительное действие, восстанавливают эластичность, регулируют проницаемость стенок капилляров и сосудов и проявляют антиоксидантную активность. Флавоноиды САД рутин, гиперозид, кверцетин, нарциссин повышают тонус стенок сосудов, снижают проницаемость капилляров, что обеспечивает оптимальную микроциркуляцию крови. Флавоноиды ингибируют комплекс ферментов, под влиянием которых происходит образование в тканях медиаторов воспаления – метаболитов арахидоновой кислоты, цитокинов [11].

Дубильные вещества компонентов САД проявляют Р-витаминную активность [12]. Фенилпропаноиды сбора, а именно, 5-*O*-кофилхинная, 3-*O*-кофеилхинная и кофейная кислоты обладают выраженной антиоксидантной активностью. Под их влиянием в плазме крови и в составе липопротеинов низкой плотности наблюдается снижение содержания малонового диальдегида, что снижает риск развития сердечнососудистых заболеваний [13]. Антоцианы сбора САД цианидин-3-*O*-арабинозид, цианидин-3-*O*-глюкозид также проявляют высокую антиоксидантную активность [14].

Таблица 1. Содержание биологически активных веществ в компонентах сбора ангиопротекторного действия

№ компонента сбора	Наименование компонента сбора	Содержание, %	Соответствие нормативному документу
1	<i>Bupleuri multinervis herba</i> (Дата сбора 20.07.2022)	Суммы флавоноидов в пересчете на рутин в сухом сырье 2.54 ± 0.12	Соответствует (проект ФС, должно быть не менее 2%) [8]
2	<i>Hippocastani semina</i> (Дата сбора 21.09.2021)	Суммы тритерпеновых сапонинов в пересчете на эсцин в сухом сырье 5.60 ± 0.14	Соответствует (ФС.2.5.0117 должно быть не менее 3%) [9]
3	<i>Filipendulae ulmariae flores</i> (Дата сбора 15.07.2022)	Суммы флавоноидов в пересчете на гликозиды кверцетина (спиреозид) в сухом сырье 3.15 ± 0.08	Соответствует (ГФ Республики Беларусь, должно быть не менее 2%) [10]
4	<i>Aroniae melanocarpae sicco fructus</i> (ООО «Алтай-Фарм», серия 100522)	Суммы антоцианов в пересчете на цианидин-3- <i>O</i> -глюкозид и абсолютно сухое сырье 4.85 ± 0.12	Соответствует (ФС.2.5.0003.15, должно быть не менее 3%) [6]
5	<i>Fragariae vescae folia</i> (Дата сбора 10.07.2022)	Суммы флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье 2.74 ± 0.04	Соответствует (ФС.2.5.0016.15, должно быть не менее 1%) [6]
6	<i>Calendulae officinalis flores</i> (ПКФ «ФИТОФАРМ», серия 010320)	Суммы флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье 1.86 ± 0.04	Соответствует (ФС.2.5.0030.15, должно быть не менее 1%) [6]

В ходе количественного определения флавоноидов в сборе САД установили, что максимум поглощения спиртового извлечения сбора при добавлении 1% раствора алюминия хлорида спиртового находится при 415 нм и близок к рутину, который принят в качестве стандарта (рис.).

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин в САД в трех сериях составляло 3.28–4.94%, суммы фенилпропаноидов – 3.32–3.67%, дубильных веществ – от 4.36 до 5.12% (табл. 2).

Высокой антиоксидантной активностью обладает аскорбиновая кислота, ее сочетание с флавоноидами рутином и кверцетином дает синергический эффект капилляропротекторной активности обеих групп природных соединений [15]. В сборе аскорбиновой кислоты содержится 0.30–0.38%. Противовоспалительное и антиоксидантное действие оказывают каротиноиды, которых в сборе – 0.08–0.09%.

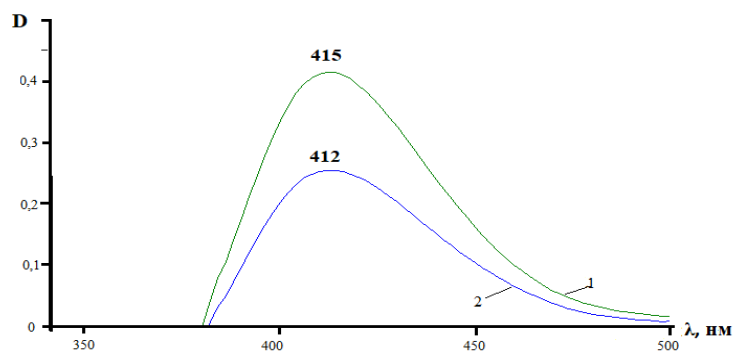
Тритерпеновые сапонины сбора календулозиды А и В обладают противовоспалительным действием, эсцин – венотонизирующим и противотромботическим [16]. Суммарное содержание тритерпеновых сапонинов в сборе составляет 0.95–1.08% (табл. 2).

Стандартизацию САД предлагается проводить по содержанию суммы флавоноидов (не менее 3.0%) и суммы фенилпропаноидов (не менее 2.5%) как биологически активных веществ, вносящих существенный вклад в развитие фармакологического эффекта.

В состав сбора входит сырье растений, содержащих комплекс аминокислот, в том числе аминокислоту L-аргенин, которая содержится в семенах конского каштана, листьях земляники лесной, цветках лабазника вязолистного. Аминокислота L-аргенин является метаболитическим прекурсором оксида азота, дефицит которого приводит к нарушению сосудистого тонуса, микроциркуляции крови [17]. Суммарное содержание аминокислот в САД составляет 6.24–6.42%.

Поступление в организм человека минеральных веществ с пищей, лекарственными средствами необходимо в оптимальных количествах для нормальной жизнедеятельности. Методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) проведено исследование состава элементов САД. В сборе установили содержание 8 макроэлементов и 20 микроэлементов (по классификации, принятой для растительных объектов) (табл. 3, 4).

Макроэлементы натрий, калий и хлор поддерживают в клетках человека кислотно-основной баланс. Кальций и магний обеспечивают сокращение тканей мышц, стенок сосудов. При недостатке магния снижается толерантность к глюкозе при сахарном диабете, усиливается кальцификация сосудов, увеличивается риск развития тромбозов и гипертонической болезни [18].



Спектры спиртового извлечения сбора ангиопротекторного действия (1) и стандартного образца рутина (2) в присутствии 1% раствора алюминия хлорида спиртового

Таблица 2. Содержание биологически активных веществ в сборе ангиопротекторного действия

Группа БАВ	Экстрагент	Содержание в %		
		Серия 1	Серия 2	Серия 3
Флавоноиды	40% спирт этиловый	3.28±0.05	3.75±0.12	4.94±0.12
Фенилпропаноиды	40% спирт этиловый	3.32±0.10	3.52±0.09	3.67±0.08
Дубильные вещества	Вода очищенная	4.75±0.17	5.12±0.15	4.36±0.08
Антоцианы	96% спирт этиловый, содержащий 1% HCl конц.	0.75±0.03	0.54±0.02	0.80±0.02
Тритерпеновые сапонины	70% спирт этиловый	1.08±0.05	0.95±0.03	1.02±0.01
Аминокислоты	Вода очищенная	6.37±0.23	6.24±0.18	6.42±0.20
Аскорбиновая кислота	Вода очищенная	0.30±0.01	0.32±0.01	0.38±0.01
Органические кислоты	Вода очищенная	1.89±0.05	1.75±0.04	1.91±0.02
Каротиноиды	Гексан	0.08±0.005	0.09±0.01	0.09±0.01

Микроэлементы требуются организму человека в малых количествах от 0.01 до 0.00001%, они являются компонентами ферментных систем, выполняют роль ко-факторов. Селен обеспечивает антиоксидантную защиту, кобальт наравне с железом и медью принимает участие в процессе кроветворения, марганец является ко-фактором супероксиддисмутазы (основной антиоксидантный фермент митохондрий) [19]. Цинк участвует в проведении нервных импульсов, в процессах регенерации, формировании Т-клеточного иммунитета [20]. При недостатке хрома повышается уровень холестерина и триглицеридов, наблюдается риск развития атеросклероза [21].

В САД, как видно из таблицы 5, содержание мышьяка и тяжелых металлов ртути, свинца, кадмия не превышало требований ГФ XIV издания [22].

При разработке нормативного документа на новое растительное сырье или лекарственный сбор требуется определение нормирования в них золы общей и золы, не растворимой в 10% растворе хлористоводородной кислоты. Зольный остаток после сжигания и прокаливания навески САД при температуре 550 °C составил $9.48 \pm 0.66\%$ (количество минеральных веществ самих растений и посторонних минеральных примесей); зольный остаток, не растворимый в 10% хлористоводородной кислоте – $3.09 \pm 0.28\%$ (содержание посторонних минеральных примесей) (табл. 6).

Предлагается введение в нормативный документ на САД числовых показателей: «золы общей не более 11%»; «золы, не растворимой в хлористоводородной кислоте, не более 3.5%».

Таблица 3. Содержание макроэлементов в сборе ангиопротекторного действия

Элемент	Содержание, мг/кг	Погрешность определения, %	Элемент	Содержание, мг/кг	Погрешность определения, %
Натрий	660.0	5	Сера	3200.0	5
Магний	3600.0	5	Кальций	10800.0	5
Хлор	7200.0	5	Калий	24000.0	14
Фосфор	3400.0	5	Железо	112.0	5

Таблица 4. Содержание микроэлементов в сборе ангиопротекторного действия

Элемент	Содержание, мг/кг	Погрешность измерения, %	Элемент	Содержание, мг/кг	Погрешность измерения, %
Литий	0.32	5	Никель	7.1	5
Бор	43.0	5	Медь	8.6	5
Алюминий	42.0	5	Цинк	27.0	5
Кремний	350.0	5	Селен	0.13	20
Скандий	0.5	5	Бром	7.9	5
Титан	3.0	5	Рубидий	16.5	5
Ванадий	0.18	5	Стронций	28.0	5
Хром	0.35	6.7	Барий	40.0	5
Марганец	53.0	5	Церий	0.06	5.5
Кобальт	0.14	5	Молибден	1.43	5

Таблица 5. Содержание мышьяка и тяжелых металлов в сборе ангиопротекторного действия

Название	Содержание, мг/кг	Допускается по требованиям ГФ XIV для растительного сырья, мг/кг
Мышьяк	0.03	не более 0.5
Ртуть	0.005	не более 0.1
Кадмий	0.063	не более 1.0
Свинец	0.158	не более 6.0

Таблица 6. Содержание золы в сборе ангиопротекторного действия

Серия сбора САД	Зола, нерастворимая в 10% растворе хлористоводородной кислоты, %	Зола общая, %
1	3.25	9.25
2	2.94	8.98
3	2.80	9.96
4	3.37	10.15
5	3.10	9.10
Среднее	3.09 ± 0.28	9.48 ± 0.66
Предложенная норма содержания в сборе САД	не более 3.5	не более 11

По сведениям литературы, компоненты сбора являются источниками элементов: семена конского каштана содержат марганец (36.3 мг/кг), железо (39 мг/кг), цинк (376 мг/кг) [23], в листьях земляники накапливаются калий (21900 мг/кг), кальций (14700 мг/кг), магний (4500 мг/кг) [24]. Цветки календулы лекарственной являются источником цинка, железа, марганца [25, 26], цветки лабазника вязолистного – калия (3580 мг/г), кальция (8570 мг/г), железа (670 мг/г), магния (400 мг/г) [27]. По нашим данным, трава володушки многожилковой содержит калия 30000 мг/кг, кальция – 15600 мг/кг, железа – 92 мг/кг.

Выводы

1. Установлено, что сбор ангиопротекторного действия содержит биологически активные вещества:
 - содержание флавоноидов составляет 3.28–4.94%, фенилпропаноидов – 3.32–3.67%, дубильных веществ – 4.36–5.12%, аскорбиновой кислоты – 0.30–0.38%, каротиноидов – 0.08–0.09%, тритерпеновых сапонинов – 0.95–1.08%;
 - минеральные вещества сбора представлены 8 макро- и 20 микроэлементами;
 - содержание в сборе золы общей составляет 8.98–10.15%; золы, не растворимой в хлористоводородной кислоте – 2.80–3.37%.
2. Результаты количественного определения биологически активных веществ будут использованы при разработке нормативного документа на «Сбор растительный ангиопротекторного действия».

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Иркутского государственного медицинского университета, Сибирского института физиологии и биохимии растений, Лимнологического института и Института земной коры. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Николаев С.М. Фитофармакотерапия и фитофармакопрофилактика заболеваний. Улан-Удэ, 2012. 286 с.
2. Мирович В.М., Оленников Д.Н., Петухова С.А., Посохина А.А. Компонентный состав фенольных соединений и терпеноидов растительного сбора ангиопротекторного // Химия растительного сырья. 2020. №4. С. 121–128. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020047530>.
3. Тринеева О.В., Сливкин А.И. Применение различных методов при определении дубильных веществ в листьях крапивы // Фармация. 2014. №1. С. 16–19.
4. Олешко Г.И., Ярыгина Т.И., Зорина Е.В., Решетникова М.Д. Разработка унифицированной методики количественного определения суммы свободных аминокислот в лекарственном растительном сырье и экстракционных препаратах // Фармация. 2011. №3. С. 14–17.
5. Петухова С.А. Фармакогностическое исследование володушки козелецелистной (*Bupleurum scorzonerifolium* Willd.) травы и разработка на ее основе экстракта сухого: дисс. ... канд. фарм. наук. Иркутск, 2018. 224 с.
6. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. М., 2018. Т. 4. 1004 с.
7. Aries S., Valladon M., Polve M., Dupre B. A Routine Method for Oxide and Hydroxide Interference Corrections in ICP-MS Chemical Analysis of Environmental and Geological Samples // Geostandard. Newslett. 2000. Vol. 24, no. 1. Pp. 19–31. <https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.2000.tb00583.x>.
8. Петухова С.А., Посохина А.А., Мирович В.М. Разработка методики спектрофотометрического количественного определения суммы флавоноидов в володушки многожилковой траве // Аспирантский вестник Поволжья. 2020. №5-6. С. 170–174.
9. ФС.12.5.0117. Конского каштана обыкновенного семени.
10. Государственная фармакопея Республики Беларусь, II изд. В 2 т. Т. 2. Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья. Молодечно, 2016. 1368 с.
11. Leyva-López N. et al. Flavonoids as cytokine modulators: a possible therapy for inflammation-related diseases // International journal of molecular sciences. 2016. Т. 17, no. 6. Pp. 921–936. <https://doi.org/10.3390/ijms17060921>.

12. Привалова Е.Г., Цыренжапов А.В., Минович В.М. Разработка компонентного состава растительной композиции гинекологической противовоспалительного действия // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2021. Т. 20, №3. С. 150–155. <https://doi.org/10.37903/vsgma.2021.3.19>.
13. Olthof M.R., Hollman P.C., Katan M.B. Chlorogenic acid and caffeic acid are absorbed in humans // J. Nutr. 2001. Vol. 131 (1). Pp. 66–71.
14. Tena N., Martín J., Asuero A.G. State of the art of anthocyanins: Antioxidant activity, sources, bioavailability, and therapeutic effect in human health // Antioxidants. 2020. Vol. 9, no. 5. Pp. 451–479. <https://doi.org/10.3390/antiox9050451>.
15. Карпова Е.А., Храмова Е.П., Фершалова Т.Д. Флавоноиды и аскорбиновая кислота у некоторых представителей рода Begonia L. // Химия растительного сырья. 2009. №2. С. 105–110.
16. Idris S., Mishra A., Khushtar M. Phytochemical, Ethanomedicinal and pharmacological applications of escin from Aesculushippocastanum L. towards future medicine // Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology. 2020. Vol. 31, no. 5. 20190115. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2019-0115>.
17. Кучеренко Л.И., Хромылева О.В., Левых А.Э. Применение нейротрансмиттерных аминокислот в современной медицине // Рецепт. 2016. Т. 19, №5. С. 616–620.
18. Трисветова Е.Л. Применение препаратов магния в клинической практике // Рецепт. 2008. №5. С. 61–65.
19. Михайлова Е.В., Попова Т.Н., Сафонова О.А. Влияние концентрации ионов водорода, магния и марганца на активность митохондриальной над-малатдегидрогеназы из гепатоцитов крысы при токсическом гепатите // Микроэлементы в медицине. 2008. Т. 9, №1-2. С. 22–22.
20. Дедов Д.В., Марченко С.Д. Витамины, железо, цинк, селен, селеносодержащие лекарственные препараты в комплексной профилактике осложнений и лечении больных COVID-19 // Фармация. 2022. Т. 71, №1. С. 5–9. <https://doi.org/10.29296/25419218-2022-01-01>.
21. Новакова С., Диноева С. Влияние шестивалентного хрома и марганца на экспериментальный атеросклероз // Гигиена и санитария. 1977. №4. С. 74–76.
22. Государственная фармакопея Российской Федерации, XIV изд. М., 2018. Т. 2. 1448 с.
23. Черных Н.А., Баяева Ю.И. Тяжелые металлы и здоровье человека // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2004. №1. С. 125–134.
24. Гриневич В.С., Корожан Н.В. Земляники лесной листья: компонентный состав и фармакологические свойства. Обзор литературы // Вестник фармации. 2018. №1 (79). С. 87–94.
25. Benabderrahmane A. et al. Chemical and Elemental Composition of Ammivisnaga L. and Calendula officinalis L. from Meknes, Morocco // Journal of Ecological Engineering. 2023. Vol. 24, no. 8. Pp. 84–94. <https://doi.org/10.12911/22998993/165961>.
26. Rafiee H., Mehrafarin A., Labbafi M., Qaderi A., Badi H.N. Mineral elements and biochemical analysis of Calendula officinalis L. affected by bio-stimulators // Trakia Journal of Sciences. 2015. Vol. 13(1). Pp. 27–35.
27. Бубенчикова В.Н., Сухомлинов Ю.А. Минеральный состав растений рода Лабазник // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2006. №1. С. 189–190.

Поступила в редакцию 28 марта 2024 г.

После переработки 9 июля 2024 г.

Принята к публикации 18 февраля 2025 г.

Mirovich V.M.^{1*}, Posokhina A.A.¹, Dudareva L.V.², Chebykin E.P.^{3,4} THE CONTENT OF BIOLOGICALLY ACTIVE AND MINERAL SUBSTANCES IN THE COLLECTION OF ANGIOPROTECTIVE ACTION

¹ Irkutsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, str. Krasnogo Vosstaniya, 1, Irkutsk, 664003, Russia, mirko02@yandex.ru

² Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, str. Lermontova, 132, Irkutsk, 664054, Russia

³ Limnological Institute SB RAS, str. Ulan Batorskaya, 3, Irkutsk, 664054, Russia

⁴ Institute of the Earth's Crust SB RAS, str. Lermontova, 128, Irkutsk, 664054 (Russia)

Angioprotective collection includes raw materials: *Aesculi hippocastani semina*, *Calendulae officinalis flores*, *Aroniae melanocarpae sicco fructus*, *Bupleuri multilervis herba*, *Filipendulae ulmariae flores*, *Fragariae vescae folia*. In terms of the content of biologically active substances (BAS), the raw materials of the collection components met the requirements of regulatory documents. The purpose of the study was to determine the quantitative content in the collection of BAS, which are the main contribution to the development of angioprotective action. The task of the study was to determine the content of BAS of a phenolic nature, amino acids, ascorbic acid, carotenoids, saponins, elements.

The quantitative content of flavonoids was determined by spectrophotometric method in the differential version, the analytical wavelength 415 nm was determined, the percentage content of flavonoids in terms of rutin was calculated. The total flavonoid content was 3.28–4.94%. The content of phenylpropanoids (3.32–3.67%), tannins (4.36–5.12%), anthocyanins (0.54–0.80%), triterpene saponins (0.95–1.08%), amino acids (6.24–6.42%), carotenoids (0.08–0.09%) was determined spectrophotometrically; by titrimetric methods – ascorbic acid (0.30–0.38%), organic acids (1.75–1.90%). 8 macronutrients (calcium 10800 mg/kg, potassium 24000 mg/kg, magnesium 3600 mg/kg), 20 micronutrients (manganese 53 mg/kg, zinc 2 mg/kg, selenium 0.13 mg/kg) were identified. The standards for the content of flavonoids in the collection are not less than 3.0%, the sum of phenylpropanoids is not less than 2.5%, total ash is not more than 11%, ash insoluble in hydrochloric acid is not more than 3.5%. The established parameters determine the quality of collection of angioprotective action.

Keywords: medicinal collection, biologically active substances, flavonoids, phenylpropanoids, ascorbic acid, macronutrients, trace elements.

For citing: Mirovich V.M., Posokhina A.A., Dudareva L.V., Chebykin E.P. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 3, pp. 245–253. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250314946>.

References

1. Nikolayev S.M. *Fitofarmakoterapiya i fitofarmakoprolaktika zabolevaniy*. [Phytopharmacotherapy and phytopharmacoprophylaxis of diseases]. Ulan-Ude, 2012, 286 p. (in Russ.).
2. Mirovich V.M., Olennikov D.N., Petukhova S.A., Posokhina A.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 4, pp. 121–128. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020047530>. (in Russ.).
3. Trineyeva O.V., Slivkin A.I. *Farmatsiya*, 2014, no. 1, pp. 16–19. (in Russ.).
4. Oleshko G.I., Yarygina T.I., Zorina Ye.V., Reshetnikova M.D. *Farmatsiya*, 2011, no. 3, pp. 14–17. (in Russ.).
5. Petukhova S.A. *Farmakognosticheskoye issledovaniye volodushki kozeletselistnoy (Bupleurum scorzonrifolium Willd.) travy i razrabotka na yeye osnove ekstrakta sukhogo: diss. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study of *Bupleurum scorzonrifolium* Willd. herb and development of a dry extract based on it: diss. ... Cand. of Pharmaceutical Sciences]. Irkutsk, 2018, 224 p. (in Russ.).
6. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy federatsii. XIV izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV ed.]. Moscow, 2018, vol. 4, 1004 p. (in Russ.).
7. Aries S., Valladon M., Polve M., Dupre B. *Geostandard. Newslett.*, 2000, vol. 24, no. 1, pp. 19–31. <https://doi.org/10.1111/j.1751-908X.2000.tb00583.x>.
8. Petukhova S.A., Posokhina A.A., Mirovich V.M. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*, 2020, no. 5-6, pp. 170–174. (in Russ.).
9. *FS.12.5.0117. Kanskogo kashtana obyknovennogo semena*. [FS.12.5.0117. Horse chestnut seeds]. (in Russ.).
10. *Gosudarstvennaya farmakopeya Respubliki Belarus', II izd. V 2 t. T. 2. Kontrol' kachestva substantsiy dlya farmatsevticheskogo ispol'zovaniya i lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya*. [State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus, 2nd edition. In 2 volumes. Vol. 2. Quality control of substances for pharmaceutical use and medicinal plant materials]. Molodechno, 2016, 1368 p. (in Russ.).
11. Leyva-López N. et al. *International journal of molecular sciences*, 2016, vol. 17, no. 6, pp. 921–936. <https://doi.org/10.3390/ijms17060921>.
12. Privalova Ye.G., Tsyrenzhapov A.V., Mirovich V.M. *Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii*, 2021, vol. 20, no. 3, pp. 150–155. <https://doi.org/10.37903/vsgma.2021.3.19>. (in Russ.).
13. Olthof M.R., Hollman P.C., Katan M.B. *J. Nutr.*, 2001, vol. 131 (1), pp. 66–71.
14. Tena N., Martín J., Asuero A.G. *Antioxidants*, 2020, vol. 9, no. 5, pp. 451–479. <https://doi.org/10.3390/antiox9050451>.
15. Karpova Ye.A., Khramova Ye.P., Fershalova T.D. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2009, no. 2, pp. 105–110. (in Russ.).
16. Idris S., Mishra A., Khushtar M. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 2020, vol. 31, no. 5, 20190115. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2019-0115>.
17. Kucherenko L.I., Khromyleva O.V., Levykh A.E. *Retsept*, 2016, vol. 19, no. 5, pp. 616–620. (in Russ.).
18. Trisvetova Ye.L. *Retsept*, 2008, no. 5, pp. 61–65. (in Russ.).

* Corresponding author.

19. Mikhaylova Ye.V., Popova T.N., Safonova O.A. *Mikroelementy v meditsine*, 2008, vol. 9, no. 1-2, pp. 22–22. (in Russ.).
20. Dedov D.V., Marchenko S.D. *Farmatsiya*, 2022, vol. 71, no. 1, pp. 5–9. <https://doi.org/10.29296/25419218-2022-01-01>. (in Russ.).
21. Novakova S., Dinoyeva S. *Gigiyena i sanitariya*, 1977, no. 4, pp. 74–76. (in Russ.).
22. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy federatsii. XIV izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV ed.]. Moscow, 2018, vol. 2, 1448 p. (in Russ.).
23. Chernykh N.A., Bayeva Yu.I. *Vestnik RUDN. Seriya: Ekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*, 2004, no. 1, pp. 125–134. (in Russ.).
24. Grinevich V.S., Korozhan N.V. *Vestnik farmatsii*, 2018, no. 1 (79), pp. 87–94. (in Russ.).
25. Benabderrahmane A. et al. *Journal of Ecological Engineering*, 2023, vol. 24, no. 8, pp. 84–94. <https://doi.org/10.12911/22998993/165961>.
26. Rafiee H., Mehrafarin A., Labbafi M., Qaderi A., Badi H.N. *Trakia Journal of Sciences*, 2015, vol. 13(1), pp. 27–35.
27. Bubenchikova V.N., Sukhomlinov Yu.A. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2006, no. 1, pp. 189–190. (in Russ.).

Received March 28, 2024

Revised July 9, 2024

Accepted February 18, 2025

Сведения об авторах

Мирович Вера Михайловна – доктор фармацевтических наук, заведующая кафедрой фармакогнозии и фармацевтической технологии, mirko02@yandex.ru

Посохина Алина Алексеевна – кандидат фармацевтических наук, старший преподаватель кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии, alinapos@yandex.ru

Дударева Любовь Виссарионовна – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией физико-химических методов исследований, laser@sifibr.irk.ru

Чебыкин Евгений Павлович – кандидат химических наук, старший научный сотрудник, cheb@lin.irk.ru

Information about authors

Mirovich Vera Mikhailovna – Doctor of Pharmaceutical Sciences, Head of the Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Technology, mirko02@yandex.ru

Posokhina Alina Alekseevna – Candidate of Pharmaceutical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Pharmacognosy and Pharmaceutical Technology, alinapos@yandex.ru

Dudareva Lyubov Vissarionovna – Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Physicochemical Research Methods, laser@sifibr.irk.ru

Chebykin Evgeny Pavlovich – Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, cheb@lin.irk.ru