



Изучение биологически активных веществ в траве Бакопа Монье (*Vasora monnieri* (L.) Wettst.) методом ультраэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием

О. С. Лаврова , Д. О. Боков , И. В. Гравель

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет). 119048, Россия, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

✉ **Контактное лицо:** Лаврова Ольга Сергеевна. **E-mail:** Lavrowitz@yandex.ru

Резюме

Введение. *Vasora monnieri* (брахми) – аюрведическое лекарственное растение с выраженным ноотропным и нейропротекторным действием. Терапевтическое действие препаратов на его основе связывают главным образом с содержанием тритерпеновых сапонинов, однако другие компоненты, в том числе фенольные соединения, вносят вклад в комплексный эффект. Несмотря на долгую историю применения в медицине, работы об изучении разнообразия биологически активных веществ (БАВ) *B. monnieri* немногочисленны.

Цель. Анализ компонентного состава биологически активных веществ травы *Vasora monnieri*, извлекаемых спиртом этиловым 80%-м методом УЭЖХ-МС.

Материалы и методы. Объектом исследования была трава *B. monnieri*, (г. Хасан, Индия). Извлечение (1:10) получали трехкратной экстракцией спиртом этиловым 80%-м. Изучение качественного состава полученного извлечения проводили методом ультраэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (УЭЖХ-МС) на хроматографе Waters Acquity с диодно-матричным УФ-детектором и МС-детектором TQD (Waters Corporation, США) при условиях: колонка Acquity UPLC BEH C18 (0,21 × 15,0 см, 1,7 мкм), градиентный режим элюирования (ПФА – смесь воды и ацетонитрила (95:5) с 0,1%-й муравьиной кислотой, ПФБ – ацетонитрил с 0,1%-й муравьиной кислотой), температура колонки 35 °С, скорость потока 0,25 мл/мин, УФ-детектирование при 220–500 нм, масс-спектрометрия в режимах регистрации позитивных и негативных ионов.

Результаты и обсуждение. В 80%-м этанольном извлечении из травы *B. monnieri* обнаружено 14 фенольных соединений, из которых 7 идентифицировано (гидроксикоричные кислоты и их гликозиды: кофейной кислоты 4-О-глюкоуронид, моньеразид III, платанозид В, 1-(3,4-дигидроксифенетил)-2-ферулоил-Д-глюкозид; флавоноиды: кверцетин-3-глюкоуронид, лютеолин-7-глюкоуронид, апигенин-7-глюкоуронид). Прицельный поиск сапонинов с выбранной массой иона 455 обнаружил 12 соединений, 6 из них идентифицированы: бакозид АЗ, бакопазиды II и VII, бакомосапонины А и В, бакопасапонин С.

Закключение. Методом УЭЖХ-МС изучен компонентный состав 80%-го этанольного извлечения травы *B. monnieri*. В сырье этого вида впервые идентифицированы лютеолин-7-глюкоуронид, кверцетин-7-глюкоуронид, кофейной кислоты 4-О-глюкоуронид и 1-(3,4-дигидроксифенетил)-2-ферулоил-Д-глюкозид.

Ключевые слова: трава, *Vasora monnieri*, УЭЖХ-МС, качественный анализ

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. И. В. Гравель – планирование эксперимента, сбор и сушка сырья. О. С. Лаврова – литературный анализ, изготовление спиртового извлечения. Д. О. Боков – проведение экспериментальных исследований. Все авторы участвовали в написании текста статьи и обсуждении результатов.

Для цитирования: Лаврова О. С., Боков Д. О., Гравель И. В. Изучение биологически активных веществ в траве Бакопа Монье (*Vasora monnieri* (L.) Wettst.) методом ультраэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2026;15(3):195–206. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2026-15-3-2237>

Поступила в редакцию: 25.11.2026

Поступила после рецензирования: 10.03.2026

Принята к публикации: 26.08.2026

Study of biologically active substances in *Bacopa monnieri* (L.) Wettst. herb (aerial parts) by ultra-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection

Olga S. Lavrova , Dmitry O. Bokov , Irina V. Gravel 

I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). 8/2, Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia

 **Corresponding author:** Olga S. Lavrova. **E-mail:** Lavrowitz@yandex.ru

Abstract

Introduction. *Bacopa monnieri* (Brahmi) is an Ayurvedic medicinal plant with pronounced nootropic and neuroprotective properties. The therapeutic effect of preparations based on it is mainly associated with the content of triterpene saponins, but other components, including phenolic compounds, contribute to the overall effect. Despite the long history of medicinal use, there are few studies of the diversity of biologically active substances (BASs) of *B. monnieri*.

Aim. Analysis of the component composition of biologically active substances of *Bacopa monnieri* herb (aerial parts) extracted with 80 % ethyl alcohol using ultra-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection (UPLC-MS).

Materials and methods. The study subject was *B. monnieri* herb (Hassan, India). A 1:10 extract was obtained by threefold extraction with 80 % ethyl alcohol. The qualitative composition of the obtained extract was studied by UPLC-MS on a Waters Acquity chromatograph with a diode-array UV detector and a TQD MS detector (Waters Corporation, USA) under the following conditions: Acquity UPLC BEH C18 column (0.21 × 15.0 cm, 1.7 μm), gradient elution mode (solvent A – water-acetonitrile mixture (95:5) with 0.1 % formic acid, solvent B – acetonitrile with 0.1 % formic acid), column temperature 35 °C, flow rate 0.25 mL/min, UV detection at 220–500 nm, mass spectrometry in the positive and negative ion registration modes.

Results and discussion. In 80 % ethanol extract of *B. monnieri* herb, 14 phenolic compounds were detected, of which 7 were identified (hydroxycinnamic acids and their glycosides: caffeic acid 4-O-glucuronide, monnieraside III, plantainoside B, 1-(3,4-dihydroxyphenethyl)-2-feruloyl-D-glucoside, flavonoids: quercetin-3-glucuronide, luteolin-7-glucuronide, apigenin-7-glucuronide). Targeted search for saponins at 455 selected ion mass detected 12 compounds and identified 6 of them: bacoside A3, bacopasides II and VII, bacomosaponins A and B, bacopasaponin C.

Conclusion. The composition of an 80 % ethanol extract of *B. monnieri* was studied using UPLC-MS. Luteolin-7-glucuronide, quercetin-7-glucuronide, caffeic acid 4-O-glucuronide and 1-(3,4-dihydroxyphenethyl)-2-feruloyl-D-glucoside were identified for the first time in the raw material of this species.

Keywords: aerial parts, *Bacopa monnieri*, UPLC-MS, qualitative analysis

Conflict of interest. The authors declare that they have no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Contribution of the authors. Irina V. Gravel planned the experiment, collected and dried the raw materials. Olga S. Lavrova performed literary analysis and prepared the alcohol extract. Dmitry O. Bokov conducted the experimental studies. All the authors contributed to the manuscript and the discussion of the results.

For citation: Lavrova O. S., Bokov D. O., Gravel I. V. Study of biologically active substances in (*Bacopa monnieri* (L.) Wettst.) herb (aerial parts) by ultra-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection. *Drug development & registration*. 2026;15(3):195–206. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2026-15-3-2237>

Received: 25.11.2026

Revised: 10.03.2026

Accepted: 26.08.2026

ВВЕДЕНИЕ

Бакопа Монье (*Bacopa monnieri*) – травянистое растение из семейства подорожниковых (*Plantaginaceae*), используемое в традиционной медицине и известное в аюрведе под названием «брахми» [1]. Сырье и препараты на его основе обладают выра-

женным ноотропным, нейропротекторным, антиоксидантным и противовоспалительным действием [2]; они включены в Индийскую, Британскую фармакопеи, Аюрведическую фармакопею Индии [3–5].

Трава *B. monnieri* имеет богатый химический состав. Она содержит алкалоиды (брахмин, герпестин, никотин), флавоноиды (апигенин, вогонин, ороксин-

дин, кверцетин, лютеолин), фитостерины (бакостерол, бета-ситостерол, стигмастанол, стигмастерол), тритерпеновые сапонины (азиатикозид, бакозиды А и В, бакопасапонины А–Г, бакомосапонины А и В, бакопазиды I–XII), другие тритерпеновые соединения (азиатиковая кислота, бетулиновая кислота, мадекассовая кислота, урсоловая кислота, бакобитацены А–D, кукурбитацен Е), гидроксикоричные кислоты (3,4-диметоксикоричная кислота, моньеразид III), спирт D-маннит и фенилэтанойдный гликозид платанозид В [6–13]. Именно с тритерпеновыми сапонинами и их метаболитами, а также с фенольным соединением платанозидом В связывают терапевтическое действие *B. monnieri* [1, 2, 5, 11, 13]. Присутствие этих групп БАВ подтвердили качественными реакциями Parveen и др., Gupta и др., Gayathri и др., Shanmugan и др., Pawar и др. с использованием разных растворителей (таблица 1). Сравнительный анализ показал, что наибольшее количество разных групп БАВ извлекается спиртом этиловым 95%-м.

Фармакопейным методом стандартизации сырья *B. monnieri* является высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) по содержанию бакозида А (Индийская фармакопея) [3] и сумме сапонинов (бакозид АЗ, бакопазиды I, II, С и Х) в пересчете на бакопазид II (Британская фармакопея) [4]. Качественный состав сапонинов методом ВЭЖХ изучен в составе метанольных извлечений с использованием элюентов: 0,72%-й раствор безводного сульфата натрия и ацетонитрил (65:35) [18], 0,001 М раствор дигидрофосфата калия и ацетонитрил (0:100; 70:30; 60:40; 70:30) [19], ацетонитрил и 0,2%-й раствор фосфорной кислоты (65:35) [20]. Однако возможности ВЭЖХ имеют свои ограничения. Именно УЭЖХ за счет меньшего диаметра частиц и более высокого рабочего давления (≤ 2 мкм и ≤ 1200 бар в сравнении с 3–5 мкм и ≤ 600 бар) обеспечивает повышенную чувствительность и более эффективное разделение пиков соединений, содержащихся в пробе в меньших объемах [21, 22], что позволяет расширить спектр изученности БАВ.

В настоящее время на отечественный фармацевтический рынок *B. monnieri* поступает в виде биологически активных добавок (порошков, экстрактов и др.), которые содержат весь комплекс БАВ. Принимая во внимание тот факт, что сырье является перспективным для включения в Государственную фармакопею РФ, целесообразно изучение его химического состава с использованием современных физико-химических методов анализа. Кроме того, качественный состав фракции, растворимой в спирте более низкой концентрации, ранее не изучался.

Цель исследования – анализ компонентного состава биологически активных веществ травы *Vasora monnieri*, извлекаемых спиртом этиловым 80%-м, методом УЭЖХ-МС.

Таблица 1. Химический состав разных извлечений травы *B. monnieri* [9, 14–17]

Table 1. Chemical composition of different extracts of *B. monnieri* herb [9, 14–17]

Группа биологически активных соединений Group of biologically active compounds	Экстрагент* Extraction agent*					
	Вода Water	Этанол 95%-й Ethanol 95 %	Метанол Methanol	Ацетон Acetone	Петролейный эфир Petroleum ether	Хлороформ Chloroform
Дубильные вещества Tannins	+	+	+	+	–	+
Сапонины Saponins	+	+	+	–	–	+
Кумарин Coumarin	–	–	N/A	–	–	–
Антрахинон Anthraquinone	–	–	–	N/A	N/A	N/A
Гликозиды Glycosides	+	+	+	+	+	+
Фенольные соединения Phenolic compounds	+/-	+/-	+/-	+	–	+
Флавоноиды Flavonoids	+/-	+	+	+	+	–
Хиноны Quinones	+	+	+	+	–	+

Примечание. * «–» – отрицательный результат; «+» – положительный; «+/-» – данные различались в разных источниках; N/A – отсутствие данных.

Note. * "–" – negative; "+" – positive; "+/-" – data varied across sources; N/A – no data.

Таблица предоставлена авторами

The table was provided by the authors

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования была трава *B. monnieri*, заготовленная в ботаническом саду аюрведического колледжа (SDM College of Ayurveda & Hospital, г. Хасан, Индия) 05.12.2019. Ботаническая идентичность образца установлена профессором кафедры Дравьягуна SDM College Харини А. Рао. Извлечение из сырья готовили с использованием спирта этилового 80%-го. 5 г измельченного сырья (точная навеска), проходящего сквозь сито с размером отверстий 1 мм, трехкратно экстрагировали 50 мл спирта этилового 80%-го в течение 1 ч на кипящей водяной бане с обратным холодильником, фильтровали через фильтр «красная лента», полученное извлечение переносили

в мерную колбу объемом 50 мл и доводили до метки экстрагентом.

Суммарное извлечение центрифугировали 10 мин при 14000 об/мин, супернатант переносили в хроматографическую вials. Исследование проводили на хроматографе Waters Acquity с диодно-матричным УФ-детектором и МС-детектором TQD (Waters Corporation, США) методом ультраэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (УЭЖХ-МС).

Условия хроматографирования: подвижная фаза А (ПФА) – смесь воды и ацетонитрила с 0,1%-й (об./об.) муравьиной кислотой (95:5); подвижная фаза В (ПФВ) – ацетонитрил с 0,1%-й (об./об.) муравьиной кислотой; объем испытуемой пробы и стандартных растворов – по 5 мкл; колонка Acquity UPLC BEH C18, 0,21 × 15,0 см (1,7 мкм); температура колонки 35 °С; скорость потока 0,25 мл/мин; градиентный режим хроматографирования формировали путем смешивания подвижных фаз А и В (таблица 2).

Таблица 2. Градиентный режим хроматографирования
Table 2. Gradient elution scheme

Время, мин Time, min	Подвижная фаза А, % Solvent A, %	Подвижная фаза В, % Solvent B, %
0	95	5
30	50	50
32	0	100
33	95	5
36	95	5

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

УФ-детектирование проводили при 220–500 нм. Условия масс-спектрометрического определения в разных режимах приведены в таблице 3.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Извлечение имеет сложный состав, поэтому учитывали данные для пиков, имеющих площадь не менее 1 % от суммы всех площадей при 260 нм (рисунок 1), время удерживания не менее 3,0 мин и достаточный отклик на МС-детекторе. Выбор длины волны обусловлен анализом данных диодно-матричного детектирования, показавшим, что при 260 нм удовлетворительно обнаруживается большинство компонентов смеси при незначительном дрейфе базовой линии.

Проведенный анализ позволил обнаружить 14 соединений фенольной природы (таблица 4). На основании масс-спектров при ионизации в позитивном и негативном режимах были определены молекулярные ионы ($M + H^+$, $M + Na^+$, $M - H^-$ и $M + HCOO^-$), молекулярный вес компонента, а по фрагментации и УФ-спектрам предположена структура агликона, входящего в состав молекулы. Структурные формулы при-

ведены на основании анализа литературных данных. Очевидно, в результате окисления образуются производные глюкуроновой кислоты, поскольку изомеризация углеводной части маловероятна.

Таблица 3. Условия масс-спектрометрического определения
Table 3. Conditions of mass spectrometric determination

Параметр Parameter	В режиме позитивных ионов In positive ion mode	В режиме негативных ионов In negative ion mode
Напряжение на капилляре Capillary voltage	+3 кВ +3 kV	–3 кВ –3 kV
Напряжение на конусе Cone voltage	50 В 50 V	–30 В –30 V
Температура капилляра Capillary temperature	450 °С	350 °С
Температура источника Source temperature	120 °С	120 °С
Скорость потока осушающего газа Drying gas flow rate	800 л/ч 800 l/h	500 л/ч 500 l/h
Скорость потока газа в конусе Gas flow rate in the cone	50 л/ч 50 l/h	50 л/ч 50 l/h
Сканирование в диапазоне масс Mass range scanning	от 100 до 1500 ед. 100 to 1500 amu	от 100 до 1500 ед. 100 to 1500 amu

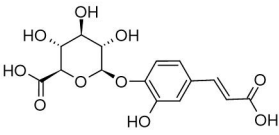
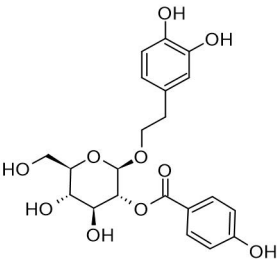
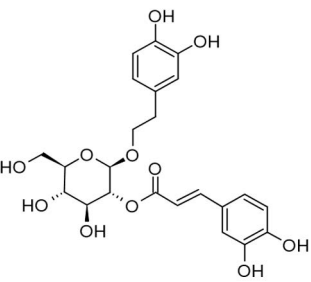
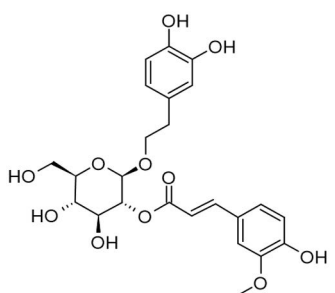
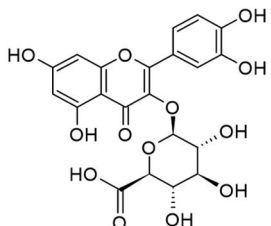
Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

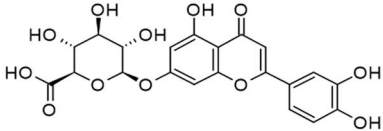
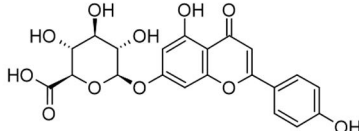
Распределение обнаруженных соединений в зависимости от площади пиков (рисунок 2) наглядно иллюстрирует, что большинство из них относятся к флавоноидам и гидроксикоричным кислотам, вместе с тем небольшая часть не идентифицирована. Лютеолин-7-глюкоуронид – мажорный флавоноид, платанозид В – мажорный гликозид гидроксикоричных кислот. Сведения о соотношении фенольных соединений в извлечениях другими экстрагентами отсутствуют в литературных данных.

Результаты УЭЖХ-МС согласуются с литературными данными: ранее в траве *B. monnieri* идентифицированы платанозид [13], моньеразид III [12] и апигенин-7-глюкоуронид [23]. Однако нами впервые описаны для этого сырья лютеолин-7-глюкоуронид, кверцетин-7-глюкоуронид, кофейной кислоты 4-О-глюкоуронид (метаболит II фазы, обладающий меньшей антиоксидантной активностью, чем кофейная кислота [24]) и 1-(3,4-дигидроксибензил)-2-ферулоил-D-глюкозид (по всей видимости, являющийся вторичным метаболитом).

Таблица 4. Фенольные соединения в траве *B. monnieri* (80%-е спиртовое извлечение)

Table 4. Phenolic compounds in *B. monnieri* herb (80 % alcoholic extract)

Название соединения Compound name	Время удерживания, с Retention time, s	Максимум длины волны поглощения, нм Maximum wavelength, nm	Молекулярная масса Molecular mass	Возможная структура* Possible structure*
1. Гидроксикоричные кислоты и их гликозиды 1. Hydroxycinnamic acids and their glycosides				
Кофейной кислоты 4-О-глюкуро- нид Caffeic acid 4-O-glucuronide	5,89	326	356	
Моньеразид III Monnieraside III	8,13	259	436	
Платанозид В Plantainoside B	8,97	327	478	
Изомер платанозида В Plantainoside B isomer	10,28	327	478	—
1-(3,4-дигидроксибензил)-2-фе- рулоил-D-глюкозид 1-(3,4-dihydroxyphenethyl)-2-feru- loyl-D-glucoside	11,31	330	492	
2. Флавоноиды 2. Flavonoids				
Кверцетин-3-глюкоурионид Quercetin-3-glucuronide	9,13	351	478	

Название соединения Compound name	Время удерживания, с Retention time, s	Максимум длины волны поглощения, нм Maximum wavelength, nm	Молекулярная масса Molecular mass	Возможная структура* Possible structure*
Лютеолин-7-глюкоуронид Luteolin-7-glucuronide	9,84	348	462	
Производное лютеолина 1 Luteolin derivative 1	11,01	365	688	–
Апигенин-7-глюкоуронид Apigenin-7-glucuronide	11,81	336	446	
Производное лютеолина 2 Luteolin derivative 2	15,37	344	536	–
3. Неидентифицированные фенольные соединения 3. Unidentified phenolic compounds				
Соединение 1 Compound 1	9,46	358	520	–
Соединение 2 Compound 2	9,98	331	624	–
Соединение 3 Compound 3	20,09	237	718	–
Соединение 4 Compound 4	28,58	235	556	–

Примечание. * «–» – точная структура не идентифицирована.

Note. * "–" – the structure was not identified.

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

Поскольку основной группой БАВ *B. monnieri* являются сапонины, было проведено их целенаправленное определение и выполнен поиск соединений в режиме мониторинга выбранных ионов (SIM). Поскольку эти сапонины плохо детектируются в УФ-спектре, определение осуществляли с помощью МС-детектора. В результате фрагментации сапонинов вида *Vasora* образуется агликон с массой 455 ([агликон + Н – Н₂О]⁺) [25], соответствующий основным активным соединениям *B. monnieri*. Этим обусловлен выбор массы иона (рисунок 3, таблица 5).

Сравнение площади пиков сапонинов (рисунок 4) показало, что в извлечении преобладали бакозид А3, бакопасапонин С и бакопазид II.

Пики, содержащие одинаковый ион фрагмента с массой 455 (и 473) в позитивном режиме ионизации (без УФ-поглощения), являются производными юбогенина или псевдоюбогенина (рисунок 5) – вторичных метаболитов бакозида А3 и бакопазида II соответственно [26]. Позиции гликозилирования и углеводный состав были выбраны на основании анализа литературных данных [27].

Проведенные исследования показали, что спирт этиловый 80%-й позволяет извлечь только часть три-терпеновых сапонинов, содержание которых по данным УЭЖХ-МС составило менее 1 %. Этот метод позволяет с высокой долей вероятности определить состав сапониновой фракции.

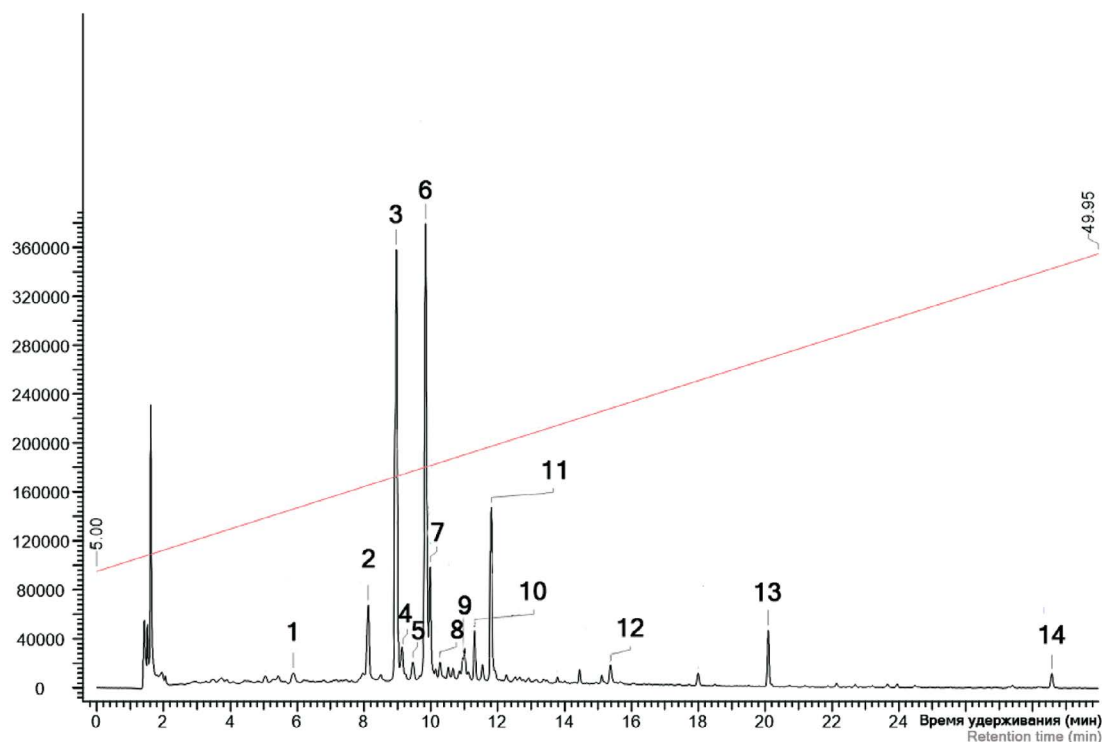


Рисунок предоставлен авторами
The figure was provided by the authors

Рисунок 1. Хроматограмма УЭЖХ-МС 80%-го спиртового извлечения *B. monnieri* (длина волны 260 нм):

1 – кофейной кислоты 4-О-глюкоурионид; 2 – моньеразид III; 3 – платанозид В; 4 – кверцетин-3-глюкоурионид; 5 – соединение 1; 6 – лутеолин-7-глюкоурионид; 7 – соединение 2; 8 – изомер платанозида В; 9 – производное лутеолина 1; 10 – 1-(3,4-дигидроксифенетил)-2-ферулоил-D-глюкозид; 11 – апигенин-7-глюкоурионид; 12 – производное лутеолина 2; 13 – соединение 3; 14 – соединение 4

Figure 1. UPLC-MS chromatogram of 80 % ethanol extract of *B. monnieri* (wavelength 260 nm):

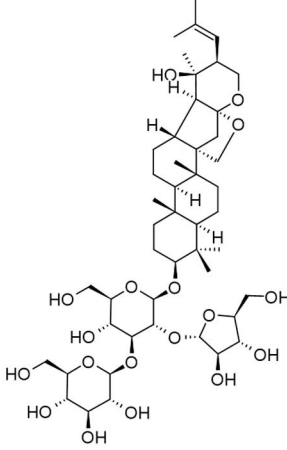
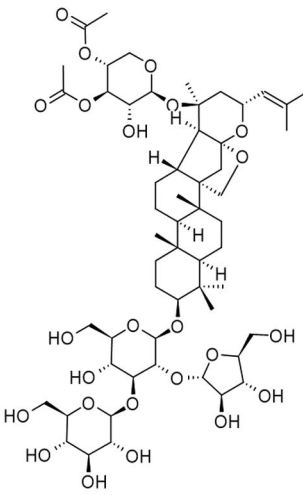
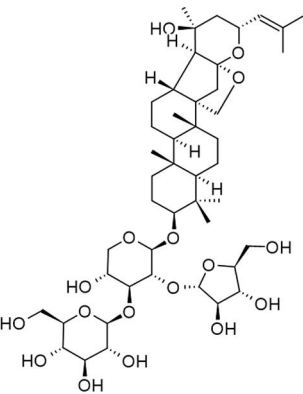
1 – caffeic acid 4-O-glucuronide; 2 – monnieraside III; 3 – plantainoside B; 4 – quercetin-3-glucuronide; 5 – compound 1; 6 – luteolin-7-glucuronide; 7 – compound 2; 8 – plantainoside B isomer; 9 – luteolin derivative 1; 10 – 1-(3,4-dihydroxyphenethyl)-2-feruloyl-D-glucoside; 11 – apigenin-7-glucuronide; 12 – luteolin derivative 2; 13 – compound 3; 14 – compound 4

Таблица 5. Сапонины в траве *B. monnieri* (80%-е спиртовое извлечение)

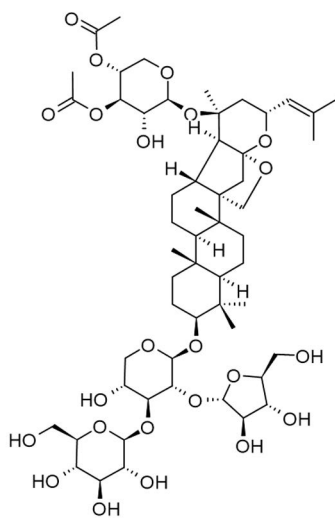
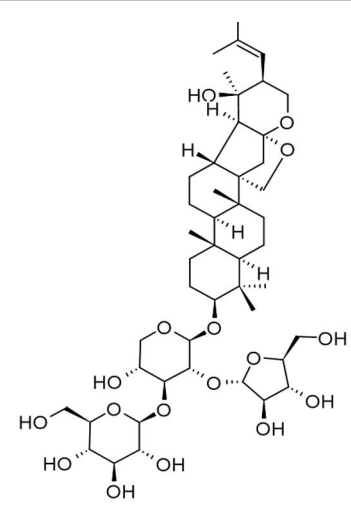
Table 5. Saponins in *B. monnieri* herb (80 % alcoholic extract)

Название соединения Compound name	Время удерживания, с Retention time, s	Молекулярная масса Molecular mass	Возможная структура* Possible structure*
Бакозид А3 Bacoside A3	23,12	928	

Продолжение таблицы 5

Название соединения Compound name	Время удерживания, с Retention time, s	Молекулярная масса Molecular mass	Возможная структура* Possible structure*
Бакопазид II Vasopaside II	23,31	928	
Бакомосапонин А Vacomosaponin A	23,8	1144	
Бакопазид VII Vasopaside VII	23,96	898	

Окончание таблицы 5

Название соединения Compound name	Время удерживания, с Retention time, s	Молекулярная масса Molecular mass	Возможная структура* Possible structure*
Бакомосапонин В Bacomosaponin B	24,09	1014	
Бакопасапонин С Bacopasaponin C	24,26	898	
Сапонин 1 Saponin 1	25,2	984	—
Сапонин 2 Saponin 2	25,78	970	—
Сапонин 3 Saponin 3	26,4	1070	—
Сапонин 4 Saponin 4	26,76	994	—
Сапонин 5 Saponin 5	27,94	1080	—
Сапонин 6 Saponin 6	28,56	556	—

Примечание. * «—» – точная структура не идентифицирована.

Note. * "—" – the structure was not identified.

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

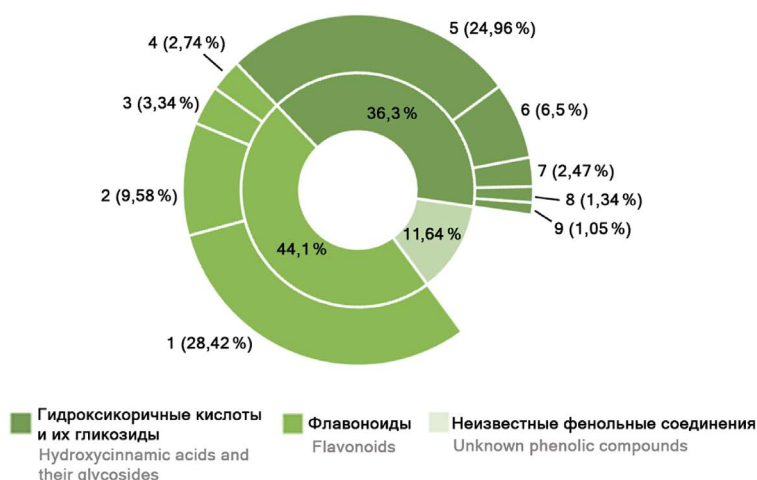


Рисунок предоставлен авторами
The figure was provided by the authors

Рисунок 2. Диаграмма распределения площади пиков фенольных соединений в 80%-м спиртовом извлечении травы *B. monnieri*:

1 – лутеолин-7-глюкоуронид; 2 – апигенин-7-глюкоуронид; 3 – другие производные лутеолина; 4 – кверцетин-7-глюкоуронид; 5 – платанозид В; 6 – моньеразид III; 7 – 1-(3,4-дигидроксибензил)-2-ферулоил-D-глюкозид; 8 – изомер платанозида В; 9 – кофейной кислоты 4-О-глюкоуронид

Figure 2. Peak area distribution diagram of phenolic compounds in 80 % ethanol extract of *B. monnieri* herb:

1 – luteolin-7-glucuronide; 2 – apigenin-7-glucuronide; 3 – other luteolin derivatives; 4 – quercetin-7-glucuronide; 5 – plantainoside B; 6 – monnieraside III; 7 – 1-(3,4-dihydroxyphenethyl)-2-feruloyl-D-glucoside; 8 – plantainoside B isomer; 9 – caffeic acid 4-O-glucuronide

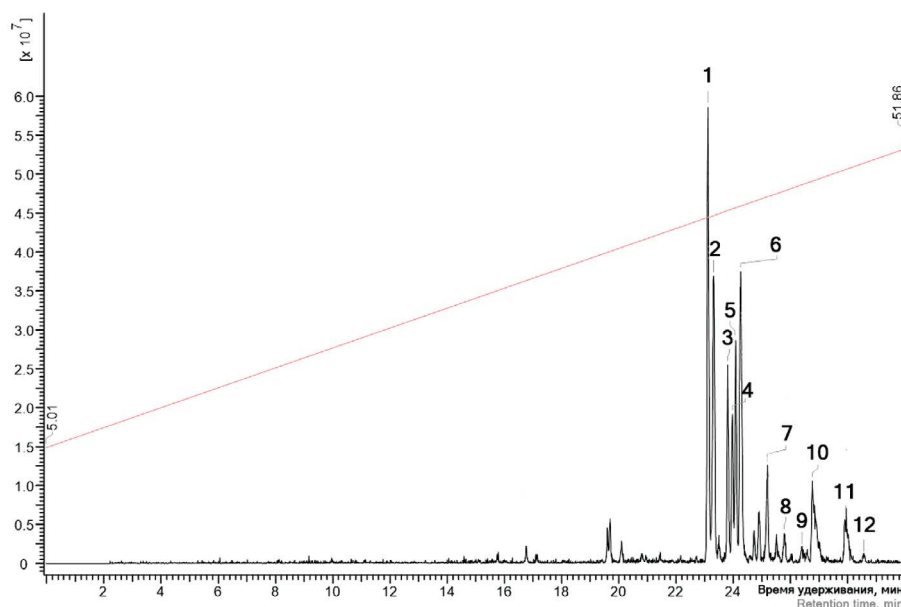


Рисунок предоставлен авторами
The figure was provided by the authors

Рисунок 3. SIM-хроматограмма 80%-го спиртового извлечения *B. monnieri* на выбранной массе иона 455:

1 – бакозид АЗ; 2 – бакопазид II; 3 – бакомосапонин А; 4 – бакопазид VII; 5 – бакомосапонин В; 6 – бакопасапонин С; 7 – сапонин 1; 8 – сапонин 2; 9 – сапонин 3; 10 – сапонин 4; 11 – сапонин 5; 12 – сапонин 6

Figure 3. SIM chromatogram of an 80 % ethanol extract of *B. monnieri* for the selected mass of 455:

1 – bacoside A3; 2 – bacopaside II; 3 – bacomosaponin A; 4 – bacopaside VII; 5 – bacomosaponin B; 6 – bacopasaponin C; 7 – saponin 1; 8 – saponin 2; 9 – saponin 3; 10 – saponin 4; 11 – saponin 5; 12 – saponin 6

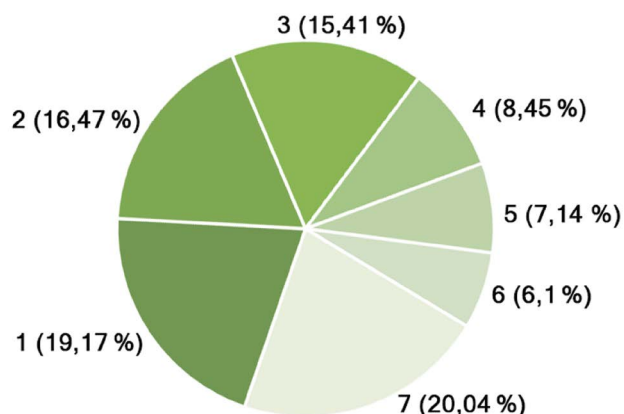


Рисунок предоставлен авторами
The figure was provided by the authors

Рисунок 4. Диаграмма распределения площади пиков сапонинов в 80%-м спиртовом извлечении травы *B. monnieri*:

1 – бакозид АЗ; 2 – бакопасопонин С; 3 – бакопозид II; 4 – бакомосопонин В; 5 – бакомосопонин А; 6 – бакопозид VII; 7 – неизвестные сапонины

Figure 4. Peak area distribution diagram of saponins in an 80 % ethanol extract of *B. monnieri* herb:

1 – bacoside A3; 2 – bacopasaponin C; 3 – bacopaside II; 4 – bacomosaponin B; 5 – bacomosaponin A; 6 – bacopaside VII; 7 – unknown saponins

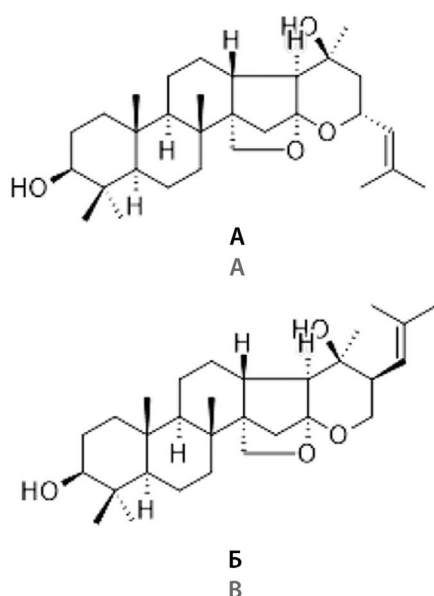


Рисунок предоставлен авторами
The figure was provided by the authors

Рисунок 5. Структура юубогенина (А) и псевдоюубогенина (Б)

Figure 5. Structure of juubogenin (A) and pseudojuubogenin (B)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возможности УЭЖХ-МС позволили впервые изучить состав 80%-го спиртового извлечения травы *Bacopa monnieri* и определить в нем фенольные соединения: 4 гидроксикоричные кислоты (кофейной кислоты 4-О-глюкоуронид, моньеразид III, платанозид В, 1-(3,4-дигидроксибензил)-2-ферулоил-Д-глюкозид) и 3 флавоноида (кверцетин-3-глюкоуронид, лютеолин-7-глюкоуронид, апигенин-7-глюкоуронид), 4 из которых (лютеолин-7-глюкоуронид, кверцетин-7-глюкоуронид, кофейной кислоты 4-О-глюкоуронид и 1-(3,4-дигидроксибензил)-2-ферулоил-Д-глюкозид) идентифицированы впервые. На УЭЖХ-МС-хроматограмме относительные значения пиков преобладали для лютеолина-7-глюкоуронида, платанозида В и апигенин-7-глюкоуронида. Кроме того, обнаружены 6 три-терпеновых сапонинов (бакозид АЗ, бакопозиды II и VII, бакомосопонины А и В, бакопасопонин С).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Charoenphon N., Anandsongvit N., Kosai P., Sirisidthi K., Kangwanrangsang N., Jiraungkoorskul W. Brahmi (*Bacopa monnieri*): Up-to-date of memory boosting medicinal plant: A review. *Indian Journal Of Agricultural Research*. 2016;50(1):1–7. <https://doi.org/10.18805/ijare.v50i1.8582>
- Gościński A., Stasiłowicz-Krzemień A., Szeląg M., Pawlak J., Skiera I., Kwiatkowska H., Nowak N., Bernady K., Trzaskoma P., Zimak-Krótkopad O., Cielecka-Piontek J. *Bacopa monnieri*: Preclinical and Clinical Evidence of Neuroactive Effects, Safety of Use and the Search for Improved Bioavailability. *Nutrients*. 2025;17(11):1939. <https://doi.org/10.3390/nu17111939>
- The Indian Pharmacopoeia Commission. *Indian Pharmacopoeia 9th Edition Volume III*. Ghaziabad: Indian Pharmacopoeia Commission; 2022. 4784 p.
- British Pharmacopoeia Commission. *British Pharmacopoeia 2024th edition*. London: Stationery Office; 2024. 6700 p.
- Government Of India, Ministry Of Health And Family Welfare, Department Of Ayurveda, Yoga & Naturopathy, Unani, Siddha And Homoeopathy. *The Ayurvedic Pharmacopoeia of India Part I Volume II*. New Delhi: Government Of India; 1999. 397 p.
- Pandey A. K. *Bacopa monnieri* (Linn.) Pennell – A Possible Plant for Impossible Diseases (A Review) *Advances in Pharmacology and Pharmacy*. 2022;10(1):35–53. <https://doi.org/10.13189/app.2022.100104>
- Hossain H., Al-Mansur M. A., Akter S., Sara U. R. S., Ahmed M. R., Jahangir A. A. Evaluation of anti-inflammatory activity and total tannin content from the leaves of *Bacopa monnieri* (Linn.). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2014;5(4):1246–1252.
- Jeyasri R., Muthuramalingam P., Suba V., Ramesh M., Chen J.-T. *Bacopa monnieri* and Their Bioactive Compounds Inferred Multi-Target Treatment Strategy for Neurological Diseases: A Cheminformatics and System Pharmacology Approach. *Biomolecules*. 2020;10(4):536. <https://doi.org/10.3390/biom10040536>
- Parveen R., Shamsi T.N., Kumar H., Fatima S. Phytochemical analysis and in vitro biological characterization of aqueous and methanolic extract of *Bacopa monnieri*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceuti-*

- cal Sciences. 2016;8(12):90–96. <https://doi.org/10.22159/ijpps.2016v8i12.14739>
10. Bhandari P., Sendri N., Devidas S. B. Dammarane triterpenoid glycosides in *Bacopa monnieri*: A review on chemical diversity and bioactivity. *Phytochemistry*. 2020;172:112276. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2020.112276>
 11. Fukuda A., Nakashima S., Oda Y., Nishimura K., Kawashima H., Kimura H., Ohgita T., Kawashita E., Ishihara K., Hanaki A., Okazaki M., Matsuda E., Tanaka Y., Nakamura S., Matsumoto T., Akiba S., Saito H., Matsuda H., Takata K. Plantainoside B in *Bacopa monnieri* Binds to A β Aggregates Attenuating Neuronal Damage and Memory Deficits Induced by A β . *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 2023;46(2):320–333. <https://doi.org/10.1248/bpb.b22-00797>
 12. Ohta T., Nakamura S., Nakashima S., Oda Y., Matsumoto T., Fukaya M., Yano M., Yoshikawa M., Matsuda H. Chemical structures of constituents from the whole plant of *Bacopa monnieri*. *Journal of Natural Medicines*. 2016;70(3):404–411. <https://doi.org/10.1007/s11418-016-0986-0>
 13. Fatima U., Roy S., Ahmad S., Ali S., Elkady W. M., Khan I., Alsaffar R. M., Adnan M., Islam A., Hassan M. I. Pharmacological attributes of *Bacopa monnieri* extract: Current updates and clinical manifestation. *Frontiers in Nutrition*. 2022;9:972379. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.972379>
 14. Gupta R., Jain N. Comparative study on phytochemical screening of different extracts of *Bacopa monnieri*. *MIT International Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2016;2(2):18–20.
 15. Gayathri G., Muthulakshmi K., Babu S., Gomathi S., Ambikapathy V., Panneerselvam A. Study of phytochemical analysis and antioxidant activity on *Bacopa monnieri*. *Academia Journal of Microbiology Research*. 2021;9(2):021–032.
 16. Shanmugam R., Arthi B., Pragya P., Girigoswami A., Koyeli G., Pemula G., Senthilkumar N., Arumugam V. A. A Comprehensive Assessment of the Antioxidant Capacity of Varied *Bacopa Monnieri* Extracts and Its Toxicity on Early Life Stages of Zebrafish Embryos. *Natural Product Communications*. 2025;20(3). <https://doi.org/10.1177/1934578X251327815>
 17. Pawar S. S., Jadhav M. G. Determination of extractive value and phytochemical analysis of *Bacopa monnieri* (L). *Recent Advances in Life Sciences*. 2016;8:1222–1229.
 18. Alwash B. M. J. Triterpenoid Saponins Investigation and Pharmacological (Cytotoxic and Antioxidant) Properties of *Bacopa monnieri* L. Cultivated in Iraq. *Baghdad Science Journal*. 2018;15(2):2. <https://doi.org/10.21123/bsj.2018.15.2.0123>
 19. Padhiari B., Ray A., Halder T., Jena S., Champati B., Sahoo A., Kar B., Ghosh B., Panda P., Nayak S. Quality control of *bacopa monnieri* by high-performance liquid chromatography fingerprinting combined with chemometric methods. *Pharmacognosy Magazine*. 2021;17(76):872–881.
 20. Inthima P., Supaibulwatana K. Comparative Growth and Bacoside Production in Diploid and Tetraploid *Bacopa monnieri* (L.) Wettst. Cultivated Indoors via Hydroponic and Soil Culture Systems. *Horticulturae*. 2024;10(6):574. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10060574>
 21. Gumustas M., Kurbanoglu S., Uslu B., Ozkan S. A. UPLC versus HPLC on Drug Analysis: Advantageous, Applications and Their Validation Parameters. *Chromatographia*. 2013;76:1365–1427. <https://doi.org/10.1007/s10337-013-2477-8>
 22. Swetha Sri R., Bhavya Sri K., Mounika C. A Review on Comparative study of HPLC and UPLC. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 2020;13(3):1570–1574. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2020.00284.X>
 23. Gurjar S. P., Roy A., Gupta A., Raja V., Rustagi S., Verma D., Raj S. *In-silico* Studies of Phytochemicals from Selected Medicinal Plants against Lung Cancer Receptor. *Letters in NanoBioScience*. 2025;14(2);77. <https://doi.org/10.33263/LIANBS142.077>
 24. Piazzon A., Vrhovsek U., Masuero D., Mattivi F., Mandoj F., Nardini M. Antioxidant activity of phenolic acids and their metabolites: synthesis and antioxidant properties of the sulfate derivatives of ferulic and caffeic acids and of the acyl glucuronide of ferulic acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(50):12312–12323. <https://doi.org/10.1021/jf304076z>
 25. Nuengchamnon N., Saesong T., Ingkaninan K. Characterization of Triterpenoid Saponins, Phenylethanoids and Flavonoids in *Bacopa Caroliniana* (Walt.) B.L. Robins Using LC-ESI-QTOF-MS/MS Technique. *Chromatography and Spectroscopy Techniques*. 2021;4(1):61–68. <https://doi.org/10.36959/326/773>
 26. Nuengchamnon N., Sookying S., Ingkaninan K. LC-ESI-QTOF-MS based screening and identification of isomeric jujubogenin and pseudojujubogenin aglycones in *Bacopa monnieri* extract. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2016;129:121–134. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2016.06.052>
 27. Murthy H. N. Biotechnological production of bacosides from cell and organ cultures of *Bacopa monnieri*. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2022;106:1799–1811. <https://doi.org/10.1007/s00253-022-11834-0>