

УДК 633.822:577.19

**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА *SCUTELLARIA BAICALENSIS*
GEORGI КОЛЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА**

**Оксана Анатольевна Гребенникова, Анфиса Евгеньевна Палий,
Лидия Алексеевна Логвиненко**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт. Никита
oksanagrebennikova@yandex.ru

Изучен качественный и количественный состав водно-спиртового экстракта перспективного сортообразца *Scutellaria baicalensis*. Установлено, что в экстракте данного сортообразца концентрация фенольных веществ достигает 18,5 г/100 г. По количественному содержанию среди фенольных веществ доминируют флаваноны (дигидроскутеллярин). Среди летучих веществ преобладают ароматические соединения. Доминирующими компонентами экстракта являются фенилацетальдегид (15,2 %), 4-винилфенол (9,2 %) и 1-октен-3-ол (7,8 %). Выявлено содержание в экстракте аскорбиновой кислоты и каротиноидов. В целом, указанный сортообразец можно рассматривать в качестве источника биологически активных веществ, прежде всего фенольных соединений.

Ключевые слова: *Scutellaria baicalensis* Georgi; водно-спиртового экстракт; фенольные вещества; летучие соединения; витамины.

Введение

Шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis* Georgi) – ценное фармакопейное лекарственное растение семейства Lamiales. В природных условиях встречается в Восточном Забайкалье (Читинская обл.), среднем Приамурье (Амурская обл.) и юго-западном Приморье (Приморский край). Это многолетнее травянистое растение традиционно используется в восточной медицине, благодаря широкому спектру действия его растительного сырья.

Препараты шлемника байкальского проявляют гипотензивные, противовирусные, противовоспалительные, противоопухолевые, сосудокрепляющие, седативные и противосудорожные свойства, Р-витаминную и антиоксидантную активность [10, 13-15]. Показаниями к их применению служат гипертоническая болезнь, функциональные расстройства нервной системы, сердечно-сосудистые неврозы, миокардиты, острый суставной ревматизм, воспаление легких, коклюш и различные кровотечения [3, 16].

Фармакологические эффекты данного растения обусловлены широким спектром биологически активных соединений, включающим кумарины, дубильные вещества, эфирные масла, флавоноиды и многие другие. Особенно следует выделить группу фенольных соединений, благодаря их аномально высокому содержанию и значительному структурному разнообразию.

Ведущее место среди фенольных веществ шлемника байкальского занимают флавоны. В растительном сырье шлемника обнаружены производные хризина, апигенина, скутелляреина, изоскутелляреина и лютеолина [7, 12]. Не смотря на то, что наибольшее применение в медицине находят корни шлемника байкальского, такие вещества как лютеолин, апигенин и их глюкурониды найдены только в надземной части растения [7]. Кроме того, надземная часть шлемника байкальского отличается значительным содержанием каротиноидов, их концентрация достигает 74,6 мг на 100 г воздушно-сухого растительного сырья [15]. Химические исследования вегетационной

изменчивости надземной массы показывают, что наибольшее содержание биологически активных соединений в растительном сырье шлемника байкальского наблюдается в фазе массового цветения.

Химический состав лекарственного сырья *Scutellaria baicalensis* определяется почвенно-климатическими условиями его культивирования. По данным ряда авторов, концентрация фосфора в почве способствует накоплению всех групп полисахаридов, а содержание органического вещества в почве (гумуса) сказывается на концентрации каротиноидов [8].

Учитывая фармакологическую ценность данного растения и то, что содержание биологически активных веществ в шлемнике байкальском значительно зависит от условий произрастания [3], изучение биохимического состава данного растения в условиях Южного берега Крыма является актуальным.

Целью настоящей работы является исследование качественного и количественного состава биологически активных веществ (фенольных веществ, летучих соединений, витаминов) перспективного сортаобразца шлемника байкальского, выращенного в Никитском ботаническом саду в связи с возможностью его практического использования при создании лечебно-профилактической продукции.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлась надземная часть перспективного сортаобразца шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi.). Семена исходного материала были получены по делектусу из Германии. Растительное сырье получено с интродукционного участка ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада в период массового цветения.

Шлемник байкальский – многолетнее травянистое растение с небольшим корневищем и мясистым стержневым корнем. Высота растения на Южном берегу Крыма достигает 73,0-74,5 см, генеративные побеги четырехгранные, от основания ветвистые. Листья узколанцетовидные, длиной 5,0-5,5 см, супротивные, сидячие, цельнокрайние. Цветки собраны в простую одностороннюю кисть, длиной 9-13 см. Чашечка двугубая, на верхушке волосистая, колокольчатая, с особым чашевидным выростом («щитком») на верхней губе. Венчик двугубый, снаружи железисто-опушенный, фиолетовый, длиной 2,5-2,8 см, с вогнутой цельной верхней губой (шлемом) и трехлопастной нижней губой. Урожайность надземной массы в фазу массового цветения составляет 1,67 кг/м².

Содержание биологически активных веществ определяли в водно-этанольном экстракте, приготовленном из воздушно-сухого растительного сырья. Экстракцию проводили 50 %-ным раствором этанола при соотношении сырья и экстрагента – 1: 10 настаиванием в течение 10 суток при комнатной температуре.

Компонентный состав фенольных веществ определяли на хроматографе фирмы Agilent Technologies (модель 1100), укомплектованном проточным вакуумным дегазатором G1379A, 4-канальным насосом градиента низкого давления G13111A, автоматическим инжектором G1313A, термостатом колонок G13116A, диодноматричным детектором G1316A. Для проведения анализа была использована хроматографическая колонка размером 2,1×150 мм, заполненная октадецилсилильным сорбентом «ZORBAX-SB C-18 зернением 3,5 мкм. При анализе применяли градиентный режим хроматографирования, предусматривающий изменение в элюирующей смеси соотношения компонентов А (0,1 % ортофосфорная кислота; 0,3 % тетрагидрофуран; 0,018 % триэтиламин) и В (метанол). Скорость подачи подвижной фазы составила 0,25 см³/мин; рабочее давление элюента – 240-300 кПа; объем пробы – 2 мкл; время сканирования – 0,5 с; масштаб измерений 1,0. Идентификацию фенольных

веществ проводили по времени удерживания стандартов и спектральным характеристикам (параметры снятия спектра – каждый пик 190-600 нм; длины волн 280, 313, 350, 371 нм) [11].

Компонентный состав летучих веществ определяли с помощью хроматографа Agilent Technology 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Колонка HP-1 длиной 30 м; внутренний диаметр – 0,25 мм. Температура термостата программировалась от 50 до 250⁰С со скоростью 4⁰С/мин. Температура инжектора – 250⁰С. Газ носитель – гелий, скорость потока 1 см³/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230⁰С. Температура источника поддерживалась на уровне 200⁰С. Электронная ионизация проводилась при 70 eV в ранжировке масс *m/z* от 29 до 450. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными комбинированной библиотеки NIST05-WILEY2007 (около 500000 масс-спектров).

Содержание каротиноидов определяли фотометрическим методом [9], аскорбиновой кислоты – йодометрическим титрованием [4].

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что в экстракте данного сортаобразца шлемника байкальского содержание фенольных веществ достигает 18,5 г на 100 г воздушно-сухого растительного сырья (рис. 1, табл. 1). В исследуемом экстракте обнаружено 12 компонентов, из которых 10 идентифицировано. Идентифицированные фенольные соединения шлемника байкальского представлены исключительно флавоноидами, а именно флавонами и флаванонами.

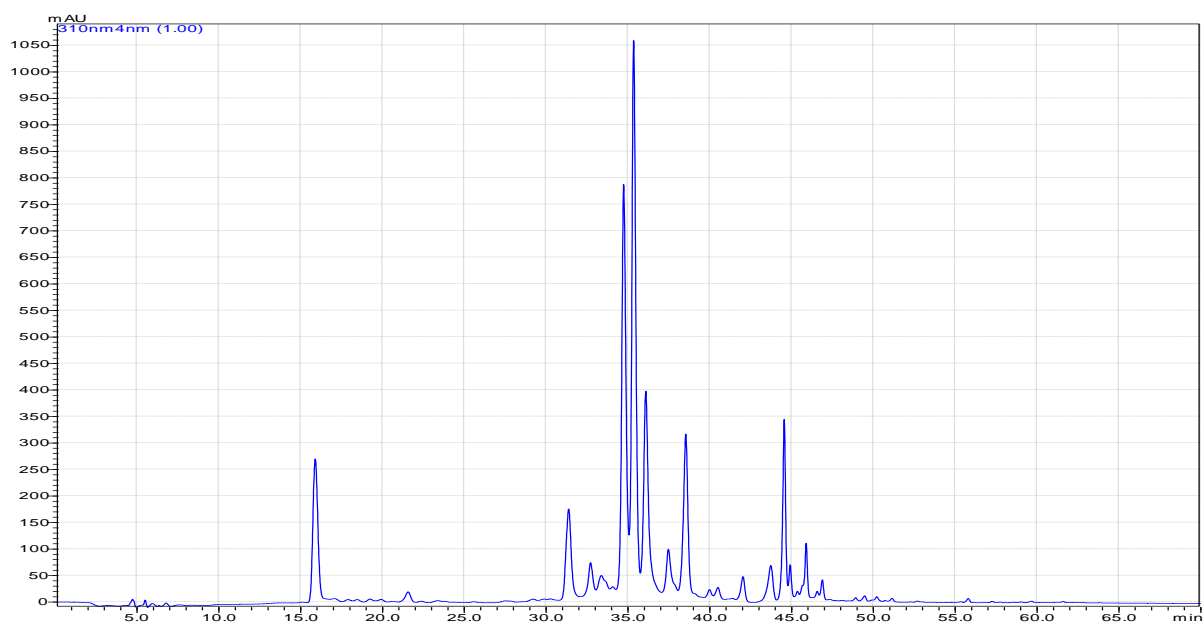


Рис. 1 Хроматограмма фенольных веществ водно-этанольного экстракта *Scutellaria baicalensis*

Таблица 1

Фенольные вещества водно-этанольного экстракта *Scutellaria baicalensis*

№ п/п	Время выхода, мин	Компонент	Концентрация, мг/100 г сырья
1	15.88	Не идентифицирован	1127,70
2	31.39	Дигидроскутелляреин	998,16
3	32.71	Скутелляреин-7-гликозид	227,17
4	33.37	Дигидроскутеллярин	427,91
5	34.56	Дигидроскутеллярин	7646,20
6	35.34	Скутелляреин-4-гликозид	2164,96
7	36.08	Дигидроскутеллярин	3424,39
8	37.46	Изоскутелляреин-7-глюкуронид	249,16
9	38.49	Апигенин-7-глюкуронид	787,20
10	42.02	Байкалин	127,07
11	43.72	Апигенин	141,57
12	44.54	Скутелляреин	515,19
13	44.91	Дигидробайкалин	415,47
14	45.88	Не идентифицирован	165,56
15	46.87	Дигидробайкалин	93,01

В настоящее время установлены многие стороны биологического действия флавоноидов, издавна известна их Р-витаминная активность [1]. Флавоноиды оказывают гепатопротекторное, противоопухолевое и антимикробное действие, стимулируют деятельность сердца и кратковременно снижают артериальное давление [6]. В данном сортообразце шлемника байкальского по разнообразию качественного состава преобладают флавоны, а по количественному содержанию – флаваноны. Концентрация флаванонов (70,3 %) значительно превышает содержание других фенольных соединений. Доминирующим компонентом фенольных соединений, содержание которого составило 62,1 % от общего количества фенольных веществ, явился дигидроскутеллярин, что вполне согласуется с литературными данными [5].

При исследовании летучих соединений установлено, что их концентрация в водно-этанольном экстракте данного сортообразца составила 10,2 мг на 100 г воздушно-сухого растительного сырья. В экстракте идентифицировано 25 компонентов (рис. 2, табл. 2).

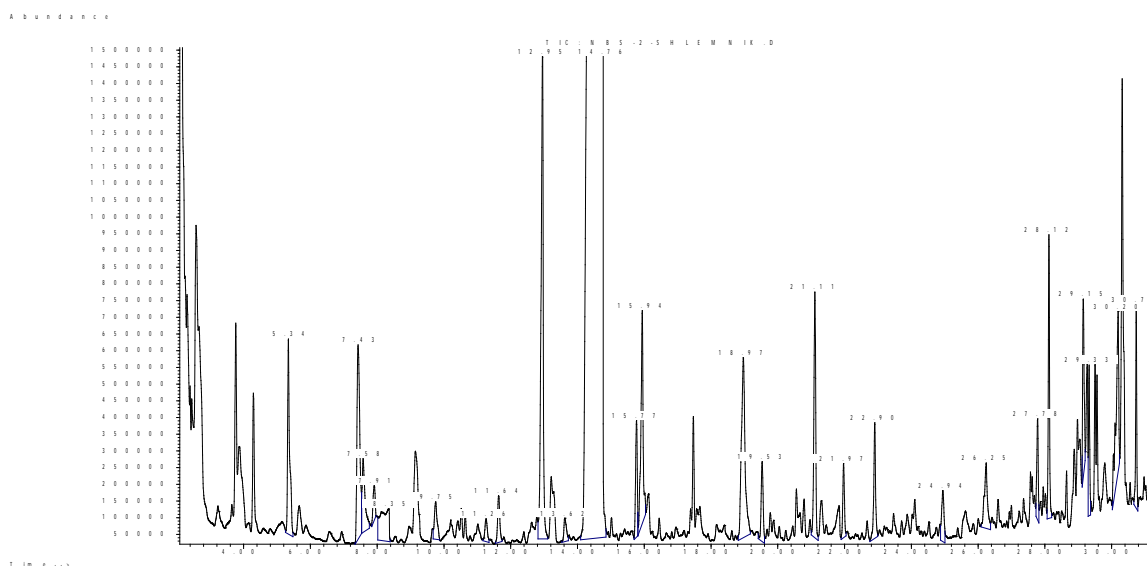
Рис. 2 Хроматограмма летучих соединений водно-этанольного экстракта *Scutellaria baicalensis*

Таблица 2

Летучие соединения водно-этанольного экстракта *Scutellaria baicalensis*

№	Время выхода, мин	Компонент	Массовая доля, %
1	2	3	4
1	5.34	транс-2-гексеналь	5,41
2	7.43	1-октен-3-ол	7,78
3	7.57	октанол-3	3,05
4	7.91	транс-2-гептеналь	0,98
5	8.35	капроновая кислота	3,84
6	9.75	2,4-гептадиеналь	1,48
7	11.25	линалоол	0,79
8	11.63	нонаналь	1,48
9	12.95	фенилацетальдегид	15,16
10	13.62	ацетофенон	0,89
11	15.76	пара-винил-анизол	2,66
12	15.94	этил ацетопируват	6,69
13	18.96	4-винилфенол	9,25
14	19.53	β -бурбонен	2,17
15	21.11	β -кариофиллен	6,3
16	21.97	4-винил-2-метокси-фенол	1,77
17	22.9	эвгенол	2,95
18	24.94	δ -кадинен	1,67
19	26.24	лауриновая кислота	2,85
20	27.78	кариофилленоксид	2,07
21	28.12	кариофилла-2(12),5-диен-13-аль	5,22
22	29.15	кариофилла-4(12),8(13)-диен-5-ол	3,84
23	29.32	α -кадинол	2,46
24	30.19	миристиновая кислота	6,1
25	30.73	гексагидрофарнезиллацетон	3,15

По суммарному содержанию в исследуемом экстракте преобладают ароматические соединения (39,37 %). Значительное количество компонентов экстракта представляют собой алифатические соединения (32,97 %): спирты, альдегиды и кислоты. Концентрация соединений терпеновой природы составляет 27,67 % от общего содержания летучих веществ. Терпеноиды представлены сесквитерпеноидами (16,74 %), сесквитерпенами (10,14 %) и единственным монотерпеноидом – линалоолом, содержание которого незначительно (0,79 %). Доминирующими компонентами экстракта являются фенилацетальдегид (15,2 %), 4-винилфенол (9,2 %), 1-октен-3-ол (7,8 %). Фенилацетальдегид обладает сильным запахом гиацинта и при дозировке до 2 % применяется в парфюмерных композициях и отдушках различного назначения, а 1-октен-3-ол имеет выраженный грибной запах и аналогичное применение в дозировке до 1 % [2].

Концентрация аскорбиновой кислоты в экстракте шлемника байкальского составила 115 мг/100 г. Концентрация каротиноидов – 2,5 мг/100 г.

Исходя из результатов проведенных исследований состава и содержания биологически активных веществ данный сортобразец шлемника байкальского может являться перспективным источником флавонолов (флаванонов и флавонов).

Выводы

Проведено исследование качественного и количественного состава биологически активных веществ (фенольных веществ, летучих соединений, витаминов) водно-этанольного экстракта перспективного сортообразца *Scutellaria baicalensis*, выращенного в условиях Южного берега Крыма.

Установлено, что среди веществ фенольной природы преобладают флаваноны. Доминирующим компонентом явился дигидроскутеллярин.

Выявлено, что среди летучих веществ преобладают ароматические соединения. Основными компонентами экстракта являются фенилацетальдегид, 4-винилфенол и 1-октен-3-ол.

В экстракте *Scutellaria baicalensis* определено содержание витаминов – аскорбиновой кислоты и каротиноидов.

Сырье данного сортообразца шлемника байкальского является ценным источником биологически активных веществ для создания лечебно-профилактической продукции.

Список литературы

1. *Барабой В.А.* Биологическое действие растительных фенольных соединений – Киев: Наук. думка, 1976. – 162 с.
2. *Войткевич С.А.* 865 душистых веществ для парфюмерии и бытовой химии – М.: Пищевая промышленность, 1994. – 594 с.
3. *Колдаев В.М., Зорикова О.Г.* Оценка суммы флавоноидов в шлемнике байкальском // Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали третьої Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Полтава, 15–16 травня 2014 р.). – Полтава, 2014. – С. 113-117.
4. *Кривенцов В.И.* Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав – Ялта, 1982. – 22 с.
5. *Куцьок А.В., Серета А.В., Попова Т.П., Рыбаченко А.И., Литвиненко В.И.* Спектрометрическое определение флавоноидов в траве шлемника байкальского // Фармаком. – 1998. – № 2. – С. 18 – 20.
6. *Максютина Н.П., Комиссаренко Н.Ф., Прокоренко А.П., Погодина Л.И., Липкан Г.Н.* Растительные лекарственные средства. – К.: Здоров'я, 1985. – 280 с.
7. *Оленников Д.Н., Чирикова Н.К., Танхаева Л.М.* Фенольные соединения шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) // Химия растит.сырья. – 2009. – № 4. – С. 89 – 98.
8. *Оленников Д.Н., Чирикова Н.К., Танхаева Л.М.* Химический состав шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) // Химия растит.сырья. – 2010. – № 2. – С. 77-84.
9. *Плешков Б.П.* Практикум по биохимии растений – М.: Колос, 1969. – 183 с.
10. *Leach F.S.* Anti-microbial properties of *Scutellaria baicalensis* and *Coptis hinensis*, two traditional Chinese medicines // Bioscience Horizons. – 2011. – Vol. 4. – № 2. – P. 119 – 127.
11. *Murrough M.I., Hennigan G.P., Loughrey M.J.* Quantitative analysis of hop flavonols using HPLC // J. Agric. Food Chem. – 1982. – Vol. 30. – P. 1102 – 1106.
12. *Olennikov D.N., Chirikova N.K., Tankhaeva L.M.* Phenolic Compounds of *Scutellaria baicalensis* Georgi // Russian J. of Bioorganic Chem. – 2010. – Vol. 36. – № 7. – P. 816 – 824.
13. *Sokol-Letowska A., Oszmiański J., Wojdyło A.* Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap // Food Chem. – 2007. – Vol. 103. – P. 853 – 859.

14. Tserentsoo B., Boldbaatar J., Tserendagva D., Zorig T., Dagvatseren B., Oldokh S., Sanduijav R., Oyunsuren T.S. Study of *in vitro* anti-cancer effect of *Scutellaria baicalensis* Georgi. ethanol extract // Topclass J. of Herb. Med. – Vol. 2(8) – P. 189 – 193.

15. Tuan P.A., Kim Y.B., Kim J.K., Arasu M.V., Al-Dhabi N.A., Park S.U. Molecular characterization of carotenoid biosynthetic genes and carotenoid accumulation in *Scutellaria baicalensis* Georgi // EXCLI. – 2015. – Vol. 14. – P. 146 – 157.

16. Wu S., Sun A., Liu R. Separation and purification of baicalin and wogonoside from the Chinese medicinal plant *Scutellaria baicalensis* Georgi by high-speed counter-current chromatography // J. of Chromatography A. – 2005. – Vol. 1066. – P. 243 – 247.

Статья поступила в редакцию 21.10.2015 г.

Grebennikova O.A., Paliy A.Ye., Logvinenko L.A. Biologically active substances of *Scutellaria Baicalensis* Georgi of Nikita Botanical Gardens collection// Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2015. – № 117. – P. 60-66.

The article covers study of qualitative and quantitative composition of aqueous-alcoholic extract of the *Scutellaria baicalensis* promising pattern. It was determined that content of phenol substances in this extract reaches 18,5 g/100g. Dominate phenol substances are flavanones (dihydroscutellarine). As to volatile substances aroma combinations prevail. Dominant extract components are phenylacetaldehyde (15,2 %), 4-vinylphenol (9,2%) and 1-octen-3-ol (7,8%). It was found out the extract contains ascorbic acid and carotinoids. In general, the study pattern can be considered as a source of biologically active substances, first and foremost, source of phenol combinations.

Key words: *Scutellaria baicalensis* Georgi; aqueous-alcohol extract; phenol combinations; volatile combinations; vitamins.