

УДК 582.929:57+577.192(477.75)

DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.19

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА *SCUTELLARIA BAICALENSIS* GEORGI ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА

Оксана Михайловна Шевчук¹, Лидия Алексеевна Логвиненко¹,
Надежда Александровна Голубкина², Анна Владимировна Молчанова²

¹ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита

E-mail: oksana_shevchuk1970@mail.ru

² ФГБУ Федеральный научный центр овощеводства,
Московская обл., Одинцовский район 143080, пос. ВНИИССОК, Селекционная 14

Представлены результаты многолетнего интродукционного изучения особенностей развития *Scutellaria baicalensis* Georgi. в условиях Южного берега Крыма. Показано, что этот дальневосточный вид нормально развивается в условиях сухого субтропического климата средиземноморского типа, проходит все фазы онтогенеза, формирует жизнеспособные семена с высокой всхожестью. Растения характеризуются высокой продуктивностью надземной и подземной массы. Лекарственное сырье из корней *Scutellaria baicalensis* характеризуется высокой антиоксидантной активностью (84,6±5,0 мг ГК/г в спиртовом экстракте), и содержит существенное количество полифенолов и флавоноидов.

Ключевые слова: *Scutellaria baicalensis* Georgi; лекарственное сырье; интродукция; феноритм развития; антиоксидантная активность.

Введение

Изучение адаптационных возможностей ценных видов лекарственных растений, природные запасы сырья которых сосредоточены на Дальнем Востоке имеет не только теоретическое, но и практическое значение [1; 3; 13]. В этой связи особый интерес представляет шлемник байкальский, растительное сырье которого обладает широким спектром действия на обменные процессы в клетках, тканях и органах и используется в фармацевтической промышленности для производства лекарственных препаратов [16].

Scutellaria baicalensis Georgi (шлемник байкальский) – ценное лекарственное растение семейства Lamiaceae. В природных условиях произрастает в Восточном Забайкалье (Читинская обл.), среднем Приамурье (Амурская обл.) и юго-западном Приморье (Приморский край). Является традиционным для восточной медицины, благодаря широкому спектру действия.

Лекарственным сырьем являются корни и корневища. Препараты шлемника проявляют гипотензивное, противовоспалительное, противоопухолевые, сосудокрепляющие, седативные и противосудорожные свойства [20; 22], расширяют кровеносные сосуды, замедляют ритм сердечных сокращений, устраняют головную боль и бессонницу, снижают артериальное давление, сочетающееся с атеросклерозом, затормаживают функциональную активность нервной системы [16].

Цель наших исследований – изучение особенностей роста, развития и антиоксидантных свойств *Scutellaria baicalensis*, при выращивании в условиях Южного берега Крыма.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили на коллекционно-опытном участке лаборатории ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада (НБС), расположенного на Южном берегу Крыма (ЮБК). Географическое положение ЮБК, защищенность с севера горами, близость теплого Черного моря, обуславливают формирование здесь сухого субтропического климата средиземноморского типа [13]. Средняя годовая температура – 12-15⁰С, абсолютный минимум зимой – -13-15⁰С, абсолютный максимум летом – 39⁰С. Количество осадков – 620-730 мм.

Почвы на участке коричневые карбонатные, среднегумусированные, мощные, легкоглинистые [14].

Исходный семенной материал *Scutellaria baicalensis*, получен по делектусу из Германии в 2008 г. Фенологические наблюдения проводились по общепринятой методике [10; 11], с учетом дополнений, разработанных в отделе новых ароматических и лекарственных культур [8]. Морфологические параметры [2], возрастную и сезонную динамику накопления сырьевой массы изучали на протяжении 4-х лет, начиная со 2-го года жизни растений, по методике И.П. Игнатъевой [7]. Исследования проводили с 2013 по 2016 г.

Для определения антиоксидантной активности собрали сырье (корни 3-х летних растений) после созревания семян (октябрь 2017 г.); высушивали при комнатной температуре без доступа солнечного света и гомогенизировали. По данным метеостанции НБС вегетационный период (май-октябрь) 2017 г. характеризовался средними температурами выше нормальных на 2-3⁰С, был достаточно дождливым (сумма осадков составляла от 39 до 58 мм в месяц с минимумом в августе – 26 мм) и влажным (средняя влажность воздуха колебалась в пределах 51-80%).

Использовали водные и спиртовые (70% этанол) экстракты. Температура экстракции - 80⁰С, время экстракции – 1,5 часа. Содержание полифенолов устанавливали спектрофотометрически с использованием реактива Фолина [15]. Результаты определения выражали в пересчете на галловую кислоту в мг-экв галловой кислоты/г сухой массы. Уровень флавоноидов регистрировали также спектрофотометрически с применением хлористого алюминия и кверцетина в качестве стандарта [15]. Антиоксидантную активность экстрактов устанавливали методом, основанном на взаимодействии антиоксидантов с перманганатом калия [9]. Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием критерия Стьюдента. Достоверность различий между показателями принимали значимой при $P < 0.05$.

Результаты и обсуждение

По своим экологическим и биоморфологическим особенностям *Scutellaria baicalensis* является субмезофитом, по общему габитусу и длительности жизненного цикла – травянистый поликарпик, строению корневой системы – безрозеточным стержнекорневым гемикриптофитом [17; 18].

В условиях ЮБК в год посева растения формируют розетку листьев, единичные экземпляры цветут и плодоносят. Отрастание растений на следующий год наблюдается в конце марта. Активный рост растений начинается с первой декады апреля и продолжается до третьей декады июня. В этот период среднесуточный прирост надземной массы составляет 0,80 см/сутки, а максимальный – 0,96 см/сутки. Бутонизация отмечается в середине июня, период цветения составляет 30-35 дней (июнь – июль).

Генеративные побеги шлемника четырехгранные, от основания ветвистые. Корневище небольшое, стержневой корень – мясистый. Листья узколанцетовидные,

длиной 5,0-5,5 см, супротивные, сидячие, цельнокрайние. Цветки собраны в простую одностороннюю кисть. 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. Большую часть венчика составляет длинная отогнутая вверх трубка.

Во время цветения растений рост репродуктивных побегов практически прекращается; максимальная высота составляет 75 см, количество цветоносных побегов – до 5 шт. Длина генеративных побегов с возрастом растений увеличивается и максимальных значений достигает на третий год жизни – 80 см. Почти в 3 раза увеличивается и количество цветоносных побегов. Морфологические параметры листа и соцветия менее изменчивы: средняя длина соцветия составляет 11 см, листа – 5 см (табл.1).

Таблица 1

Морфологические признаки генеративных органов *Scutellaria baicalensis* Georgi в фазе массового цветения растений

Признаки	Годы жизни растений			Среднее
	второй	третий	четвертый	
Генеративный побег длина, см	72,8±1,5 ^a	73,5±3,0 ^a	76,5±2,5 ^a	74,3±2,3
Цветоносные побеги, количество, шт.	4±1 ^a	7±3 ^{a,b}	9±3 ^b	6,6±2,3
Соцветие длина, см	10±0,5 ^a	12±0,5 ^b	12±1,5 ^{a,b}	11±0,8
Лист длина, см	5,3±0,3 ^a	5,2±0,3 ^a	5,3±0,4 ^a	5,2±0,3

Значения в рядах с одинаковыми индексами статистически не различаются, P>0.05

Сроки созревания семян растянуты с августа до конца октября. В нижней части соцветия семена вызревают значительно раньше, чем в верхней его части. Плод – 4-зремный ценобий (семян в плоде 1шт). Семена – орешки мелкие, черные, плоские, округлые, с мелкими шипиками по всей поверхности. Сохраняют высокую всхожесть (до 70%) в течение трех лет. Семенная продуктивность составляет 85±11 шт. семян на 1 генеративный побег. Масса 1000 шт. семян – 1,58 г. Урожайность надземной массы растений в фазу массового цветения составляет 1,67±0,23 кг/м².

В последние годы накоплены существенные данные о ценности надземной массы данной культуры как источника биологически активных веществ. Так, в надземной массе шлемника присутствуют такие вещества как лютеолин, апигенин и их глюкорониды, отсутствующие в корнях [12]. Также известно, что в ней содержатся производные хризина, скутеллярина, изоскутеллярина [21] и существенное количество каратиноидов [23]. В надземной массе шлемника байкальского, произрастающего на коллекционном участке НБС, содержится высокая концентрация фенольных соединений (18,5 г/100 г), аскорбиновой кислоты и каратиноидов; доминирующим веществом среди фенольных соединений является флавоон дигидроскутеллярин [4].

Одним из основных требований к качеству лекарственного сырья из надземной массы растений является соотношение в нем процентного содержания соцветий, стеблей и листьев, в частности, уменьшение доли стеблей. Установлено, что в условиях ЮБК структура урожая шлемника байкальского существенно меняется в зависимости от возраста растений (рис.1). Так, в сырье растений второго года жизни соотношение соцветия : стебли : листья составляет 1:4:3, третьего – 1:2:2, четвертого 1:1,6:1.

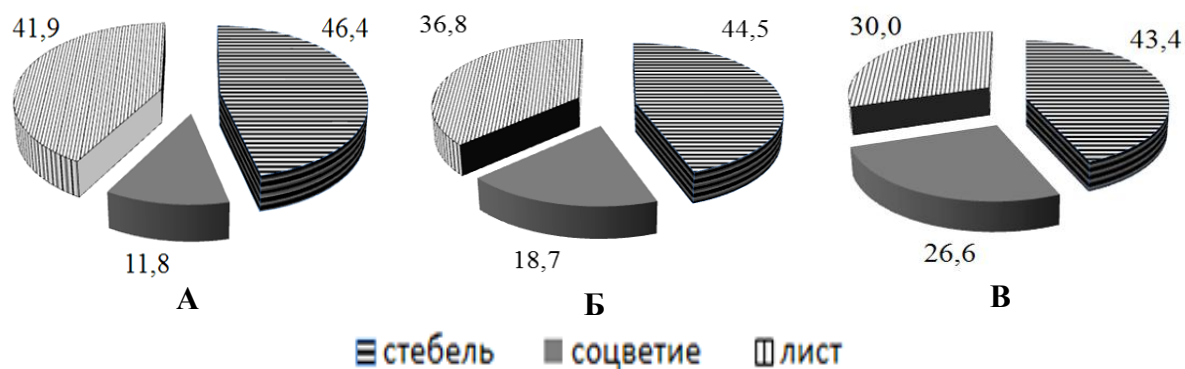


Рис. 1 Структура урожая надземной массы растений *Scutellaria baicalensis* Georgi второго (А), третьего (Б) и четвертого (В) года жизни

То есть, только к четвертому году выращивания растений в структуре урожая снижается процентное содержание стеблей, а доля соцветий и листьев составляет больше 50%. Таким образом, качественное сырье надземной массы шлемника байкальского в условиях ЮБК возможно получить, начиная с четвертого года выращивания растений.

Официальным лекарственным сырьем являются «Корни шлемника байкальского» (ФС 42-453-92); его фармакологическое действия обусловлено широким спектром соединений, включающим кумарины, дубильные вещества, эфирные масла, фенольные соединения, флавоноиды и др. Для стандартизации лекарственного сырья используется содержание флавоноидов и гидроксикоричных кислот [6].

В условиях ЮБК развитая корневая система растений формируется к концу третьего года жизни растений (рис. 2).



Рис. 2 Корневая система растений *Scutellaria baicalensis* Georgi первого (А) и третьего (В) годов жизни

Длина корня растений первого года жизни составляет $19 \pm 2,23$ см, ширина - $1,4 \pm 0,5$ см; вес - $40 \pm 2,37$ г/1 раст. Обращает на себя внимание тот факт, что у растений третьего года жизни длина корней изменяется незначительно; корневая система разрастается в ширину: длина - $20 \pm 2,07$ см; ширина $19 \pm 1,23$ см; вес - $440 \pm 10,89$ г/1 раст.

Проведенные нами биохимические исследования лекарственного сырья из корней растений шлемника третьего года жизни, свидетельствуют о высоком содержании полифенолов и флавоноидов как в водных вытяжках, так и в спиртовом экстракте (табл. 2).

Таблица 2

Антиоксидантная активность и содержание полифенолов и флавоноидов в корнях *Scutellaria baicalensis* Georgi

Показатель	Экстракт	
	вода	70% спирт
Антиоксидантная активность (АОА) мг-экв галловой кислоты/г с.м. (мг ГК/г)	$28,8 \pm 2,0^a$	$84,6 \pm 5,0^b$
Содержание полифенолов (ПФ) мг-экв галловой кислоты/г с.м. (мг ГК/г)	$7,27 \pm 0,5^a$	$8,08 \pm 0,6^a$
Содержание флавоноидов мг-экв кверцетина/г с.м.	$2,78 \pm 0,2^a$	$1,65 \pm 0,1^b$

Значения в рядах с одинаковыми индексами статистически не различаются

Также сырье характеризуется высокими показателями антиоксидантной активности, в частности спиртового экстракта ($84,6 \pm 5,0$ мг ГК/г), что позволяет отнести шлемник байкальский к растениям с антиоксидантными свойствами [5].

Выводы

Таким образом, многолетнее интродукционное испытание *Scutellaria baicalensis* в условиях ЮБК свидетельствует об успешности его интродукции: растения проходят полный цикл развития, формируют жизнеспособные семена, сохраняющие всхожесть свыше 3 лет.

Растения характеризуются высокой продуктивностью надземной и подземной массы: урожайность надземной массы растений третьего года жизни в фазу массового цветения составляет $1,67 \pm 0,23$ кг/м², подземной - $440 \pm 10,89$ г/1 раст.

Преобладание (свыше 50%) в структуре урожая надземной массы доли соцветий и листьев, что свидетельствует о качестве лекарственного сырья, достигается к четвертому году выращивания растений.

Установлено, что лекарственное сырье из корней шлемника байкальского характеризуется антиоксидантной активностью ($84,6 \pm 5,0$ мг ГК/г в спиртовом экстракте) и содержит существенное количество полифенолов и флавоноидов.

Список литературы

1. Акопов И.З. Важнейшие отечественные лекарственные растения и их применение. – Т.: Медицина, 1990. – 444 с.
2. Артюшенко З.Т., Федоров А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. – Л.: Наука, 1986. – 392 с.
3. Гаммерман А.Ф., Гром И.И. Дикорастущие лекарственные растения СССР. – М.: Медицина, 1976. – 286 с.
4. Гребенникова О.А., Палий А.Е. Логвиненко Л.А. Биологически активные вещества *Scutellaria baicalensis* Georgi коллекции Никитского ботанического сада // Бюлл. ГНБС, 2015. – Вып. 117. – 60-66.

5. Голубкина Н.А., Молчанова А.В., Шевчук О.М., Логвиненко Л.А., Хлыпенко Л.А. Биохимическая характеристика перспективных лекарственных растений из коллекции Никитского ботанического сада // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии, 2018. – Т.1. - №1. – С. 3-9.
6. Государственная фармакопея РФ. 13-е изд. - // [http:// pharmacopoeia.ru](http://pharmacopoeia.ru)
7. Игнатьева И.П. Методика изучения морфогенеза вегетативных органов у травянистых поликарпиков // Докл. Моск.с-х. академии им. К.А. Тимирязева. – М., 1964. – Вып. 98. – С. 34-38.
8. Интродукция и селекция ароматических и лекарственных культур. Методологические и методические аспекты / Исиков В.П., Работягов В.Д., Хлыпенко Л.А., Логвиненко И.Е., Логвиненко Л.А., Кутько С.П., Бакова Н.Н., Марко Н.В. – Ялта, НБС–ННЦ, 2009. – 110 с.
9. Максимова Т.В., Никулина И.Н., Пахомов В.П., Шкарина Е.И., Чумакова З.В., Арзамасцев А.П. Способ определения антиокислительной активности. Патент РФ 2170930 С1. - М., 2001.
10. Методика фенологических наблюдений при ботанических исследованиях. – М.-Л.: Наука, 1966. – 178 с.
11. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. ГБС. – 1979. – Вып. 113. – С. 6-12.
12. Оленников Д.Н., Чирикова Н.К., Танхаева Л.М. Фенольные соединения шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) // Химия растительного сырья. – 2009. - № 4. – С. 89-98.
13. Плугатарь Ю.В., Корсакова С.П., Ильницкий О.А. Экологический мониторинг Южного берега Крыма. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 164 с.
14. Почвы Никитского ботанического сада и мероприятия по их рациональному использованию. – Ялта, 1963. – 83 с.
15. Руководство по методам оценки качества биологически активных добавок к пище. – М.: Минздрав, 2004. – 42 с.
16. Соколов С.Я. Замотаев И.П. Справочник по лекарственным растениям. – М: Медицина, 1990. – 464 с.
17. Сосудистые растения советского Дальнего Востока / Под ред. С.С. Харкевича. – Л.: Наука, 1992. – 428 с.
18. Тахтаджян А.Л. Жизнь растений. Т. 5. – М.: Просвещение, 1982. – С. 472.
19. Яблоков Д.Д., Воронина А.М. Новые лекарственные растения Сибири и их препараты. – Новосибирск, 1944. – Вып. 3. – 201 с.
20. Leach F.S. Anti-microbial properties of *Scutellaria bakcalensis* and *Coptis hinensis*, two traditional Chinese medicines // Bioscience Horizons. – 2011. – Vol. 4. - N 2. – P. 119-127.
21. Olennikov D.N., Chirikova N.K., Tankhaeva L.M. Phenolic compounds of *Scutellaria baicalensis* Georgi // Russian J. of Bioorganic Chem. – 2010. – Vol. 36. – N 7. – P. 816-824.
22. Sokol-Letowska A., Oszmianski J., Wojodylo A. Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap // Food Chem. – 2007. – Vol. 103. – P. 853-859.
23. 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.

Shevchuk O.M., Logvinenko L.A., Golubkina N.A., Molchanova A.V. Peculiarities of development and antioxidant properties *Scutellaria baicalensis* Georgi. at introduction to the Southern Coast of Crimea // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2018. – Vol. 146. – P. 128 – 134.

The results of a multi-year introductory study of *Scutellaria baicalensis* Georgi development peculiarities are presented. in the conditions of the Southern coast of Crimea. It is shown that this Far Eastern species normally develops in conditions of a dry subtropical climate of the Mediterranean type, passes through all phases of ontogeny, forms viable seeds with high germination. Plants are characterized by high productivity of aboveground and underground masses. Medicinal raw materials from the roots of *Scutellaria baicalensis* are characterized by high antioxidant activity (84.6 ± 5.0 mg GA /g in alcohol extract), and contains a significant amount of polyphenols and flavonoids.

Key words: *Scutellaria baicalensis* Georgi; medicinal raw materials; introduction; phenorhythm of development; antioxidant activity.