

УДК 615:581.192

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ МЫЛЬНЯНКИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (*SAPONARIA OFFICINALIS* L.)

© Г.Б. Ендонова<sup>\*1</sup>, Т.П. Анцупова<sup>1</sup>, С.Д. Жамсаранова<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, ул. Ключевская, 40В-1, Улан-Удэ, 670013, Республика Бурятия (Россия)

<sup>2</sup>Бурятский государственный университет, ул. Смолина, 24а, Улан-Удэ, 670000, Республика Бурятия (Россия), e-mail: endonova\_gb@mail.ru

В работе получены новые данные о химическом составе и об антиоксидантных свойствах экстрактов надземных органов *Saponaria officinalis*, произрастающей в Республике Бурятия. Выявлено, что в экстрактах листьев мыльнянки лекарственной содержатся органические кислоты: щавелевая, муравьиная, фумаровая, янтарная, яблочная, лимонная, уксусная и бензойная; витамины: В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub> и В<sub>с</sub>. Доминирующими являются муравьиная, яблочная, уксусная и лимонная кислоты; из витаминов – рибофлавин. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии было идентифицировано 5 соединений агликоновой и гликозидной природы: ориентин, изоориентин, изовитексин, изовитексин-7-О-гликозид, ориентин-7-О-гликозид, из них доминирующим является изовитексин-7-О-гликозид.

Наибольшей суммарной антиоксидантной активностью обладали экстракты листьев и соцветий мыльнянки, собранной на заброшенных участках пос. Селенгинск. Экстракты листьев *S. officinalis* проявляли антирадикальную и Fe<sup>2+</sup>-хелатирующую активность, сопоставимые с экстрактами растений с выраженной антиоксидантной активностью. Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о наличии в водных экстрактах листьев *S. officinalis* антиоксидантной активности, обусловленной присутствием природных флавоноидов, что определяет перспективность данного растения в качестве возобновляемого источника антиоксидантов.

*Ключевые слова:* химический состав, антиоксидантная активность, мыльнянка лекарственная.

*Работа выполнена в рамках Госзадания МОиН РФ №19.5486.2017/БЧ.*

### Введение

Мыльнянка лекарственная (*Saponaria officinalis* L.) – представитель семейства гвоздичные (*Caryophyllaceae*) вызывает интерес как заносное растение Республики Бурятия, содержащее различные биологически активные соединения, в том числе флавоноиды, которые обладают широким фармакотерапевтическим эффектом, проявляют разнообразную фармакологическую активность [1].

Евроазиатский вид встречается на территории Западной Сибири (окрестности Барнаула) и на Дальнем Востоке. В Республике Бурятия данный вид ранее не был обнаружен. Вероятно, он был занесен как

---

Ендонова Галина Батовна – доцент кафедры неорганической и аналитической химии, кандидат биологических наук, e-mail: endonova\_gb@mail.ru  
Анцупова Татьяна Петровна – профессор кафедры неорганической и аналитической химии, доктор биологических наук, e-mail: antsupova-bot@mail.ru  
Жамсаранова Сынсылма Дашиевна – профессор кафедры фармакологии и традиционной медицины, доктор биологических наук, e-mail: zhamsarans@mail.ru

декоративное или лекарственное растение. Нами обнаружено два местообитания: окрестности Улан-Удэ (в районе п. Стеклозавод, разреженный сосновый лес) и в окрестностях п. Селенгинск Кабанского района (на заброшенных участках). Произрастает куртинами более 15–20 растений. Вероятно, вид натурализовался, и следует ждать его более широкого распространения.

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

В официальной медицине препараты мыльнянки лекарственной применяются для разжижения и отхаркивания мокроты при заболеваниях дыхательных путей и легких, а также как слабительное и мочегонное средство. В народной медицине используют настой корней и листьев мыльнянки при заболеваниях верхних дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, при ревматизме, различных полиартритах, псориазе, лишае, экземе, а также корневища мыльнянки используют при аденоме простаты. Отваром корней моют голову для предотвращения выпадения волос [2]. Однако нельзя считать исчерпывающим в полной мере использование потенциала этого ценнейшего растения.

В настоящее время накоплено достаточное количество данных, указывающих на то, что одной из основных причин патологических изменений, приводящих к преждевременному старению и заболеваниям сердечно-сосудистой, эндокринной системы и онкологических болезней, является избыточное накопление активных форм кислорода (АФК) [3, 4].

Внимание многих исследователей обращено к поиску новых природных источников антиоксидантов (АО), которые могут быть использованы для стабилизации пищевых, косметических продуктов и лекарственных препаратов [5, 6]. Растительное сырье, содержащее в своем составе многокомпонентный комплекс биологически активных веществ, представляет в этом плане несомненный интерес.

Корни мыльнянки лекарственной содержат углеводы, тритерпеновые гликозиды (2,5–20%): сапонарозид, сапонарозиды А, D, сапорубин и др. В листьях найдены алкалоиды, аскорбиновая кислота, флавоноиды: витексин, сапонарин, сапонаретин [2, 7, 8].

Цель настоящей работы – оценка содержания флавоноидов, органических кислот, водорастворимых витаминов группы В и антиоксидантной активности экстрактов из разных органов *S. officinalis*.

### **Экспериментальная часть**

Растительное сырье мыльнянки лекарственной было собрано в 2012–2014 гг. в фазу массового цветения. Цельное растение и отдельные органы (соцветия, листья, стебли и корни) сушили в естественных условиях до воздушно-сухого состояния, упаковывали в бумажные пакеты и хранили в прохладном, темном месте. Объектами исследования (источником антиоксидантов) являлись водные экстракты листьев мыльнянки лекарственной (1 : 10).

Для обнаружения органических кислот и витаминов использовали метод капиллярного электрофореза (КЭ) с косвенным детектированием при длине волны 190 нм. Количественное содержание суммы флавоноидов определяли по ранее разработанной нами методике [9]. Условия ВЭЖХ: микроколоночный жидкостной хроматограф Милихром А-02 (Эконова); колонка ProntoSIL-120-5-C18 AQ (2 × 75 мм, Ø 5 мкм; Metrohm AG); подвижная фаза: 0,2 М LiClO<sub>4</sub> в 0,006 М HClO<sub>4</sub> (А), MeCN (В); градиентный режим (% В): 0–7,5 мин – 11–18%, 7,5–13,5 мин – 18%, 13,5–15 мин – 18–20%, 15–18 мин – 20–25%, 18–24 мин – 25%, 24–30 мин – 25–100%;  $v$  – 100 мкл/мин; температура колонки – 35 °С;  $\lambda$  – 330 и 360 нм. Суммарное содержание антиоксидантов (ССА) в исследуемых образцах определяли амперометрическим методом на приборе «Цвет Яуза-01-АА» [10]. В качестве стандартов использовали кверцетин и галловую кислоту. Способность экстракта листьев мыльнянки к связыванию свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ) определяли спектрофотометрическим методом [11, 12]. Fe<sup>2+</sup>-хелатирующую способность в изучающих экстрактах оценивали спектрофотометрическим методом. IC<sub>50</sub> определяли как минимальную концентрацию исследуемого соединения, необходимую для улавливания 50% радикалов ДФПГ [13, 14]. Экспериментальные данные обрабатывали, вычисляя стандартную ошибку и доверительный интервал. Каждый результат показан как среднее значение из не менее чем трех независимых экспериментов ±Δ (стандартная ошибка среднего). Достоверность различий оценивали согласно *t*-критерию Стьюдента, различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

Данные получены усреднением 3–4 параллельных определений. Статистическая и математическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью пакета статистических программ «Microsoft Excel», при этом статистическая ошибка не превышала 1–3% от определяемой величины.

### **Результаты и их обсуждение**

В ходе определения химического состава листьев мыльнянки лекарственной установлено наличие органических кислот, водорастворимых витаминов (табл. 1), а также фенольных соединений (рис. 1).

Таблица 1. Органические кислоты экстрактов листьев мыльнянки лекарственной (мг/л экстракта)

Названия кислот и витаминов	Концентрация, мг/л	X, %
Щавелевая кислота	9,48±0,04	0,950
Муравьиная кислота	286,00±1,35	28,000
Фумаровая кислота	0,24±0,03	0,020
Янтарная	21,90±0,09	2,200
Яблочная	82,70±0,11	8,300
Лимонная	46,80±0,09	4,700
Уксусная	48,20±0,08	4,800
Бензойная	0,89±0,05	0,090
Рибофлавин (витамин В <sub>2</sub> )	161,00±0,93	16
Пантотеновой кислоты кальциевая соль (витамин В <sub>3</sub> )	48,60±0,09	4,8
Фолиевая кислота (витамин В <sub>с</sub> )	87,50±0,12	8,7

Данные, приведенные в таблице 1, показывают, что в исследуемом образце обнаружено 8 органических кислот и 3 витамина. Доминирующими являются муравьиная, яблочная, уксусная и лимонная кислоты; из витаминов – рибофлавин.

Методом ВЭЖХ было идентифицировано 5 соединений агликоновой и гликозидной природы: ориентин, изоориентин, изовитексин, изовитексин-7-О-гликозид, ориентин-7-О-гликозид, (рис. 1).

Среди пяти идентифицированных флавоноидов количественного определения изовитексин-7-О-гликозид намного превышает содержание других соединений. Полученные результаты количественного определения приведены в таблице 2.

Из результатов, приведенных в таблице 2, следует, что доминирующими соединениями флавоноидной природы являются производные апигенина (43,95 мг/г).

Результаты оценки химического состава экстрактов из разных органов, а также труды других исследователей дают основание предполагать, что мыльнянка лекарственная может рассматриваться как возобновляемый источник для получения антиоксидантов [4, 15–17]. Так, было установлено наличие высокой антиоксидантной активности в экстрактах корней *S. officinalis* флоры Приморского края. Отмечена более высокая АОА корневищ многолетних растений, в отличие от экстрактов корней растений первого года вегетации [18].

Нами исследовалось ССА амперометрическим методом в экстрактах разных органов *Saponaria officinalis*, произрастающей на территории Республики Бурятия.

Амперометрический метод определения ССА основан на измерении электролитического тока, возникающего при окислении исследованных веществ (или смеси веществ) на поверхности рабочего электрода [10, 15, 19–21].

Результаты определения ССА экстрактов из отдельных органов растения представлены в таблице 3.

Как следует из результатов таблицы, наибольшей ССА обладали экстракты листьев и соцветий мыльнянки, собранной на заброшенных участках пос. Селенгинск.

Флавоноиды в силу своего химического строения способны участвовать в окислительно-восстановительных реакциях гомолитического (радикального) типа. В такой реакции молекула флавоноида выступает в роли восстановителя (донора электрона) по отношению к радикальному субстрату. И важнейшей характеристикой антиоксидантов является их способность восстанавливать радикалы. Для оценки антирадикальной активности (АРА) были взяты экстракты листьев мыльнянки лекарственной. Полученные результаты представлены на рисунке 2.

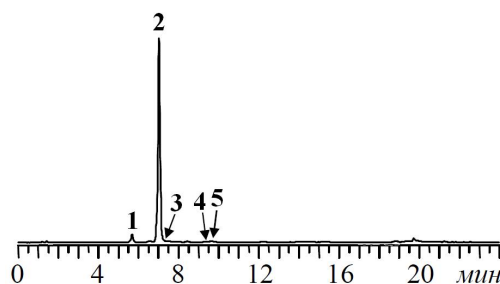


Рис. 1. Хроматограмма флавоноидных соединений надземной части *S. officinalis*: 1 – ориентин-7-О-гликозид, 2 – изовитексин-7-О-гликозид, 3 – ориентин, 4 – изоориентин, 5 – изовитексин

Таблица 2. Количественное содержание соединений флавоноидной природы

№ пика	Соединения	мг/г
Производные апигенина		
2	изовитексин-7-О-гликозид	43,95
5	изовитексин	сл.
Производные лютеолина		
1	ориентин-7-О-гликозид	1,18
3	ориентин	сл.
4	изоориентин	сл.
Суммарное содержание:		45,13

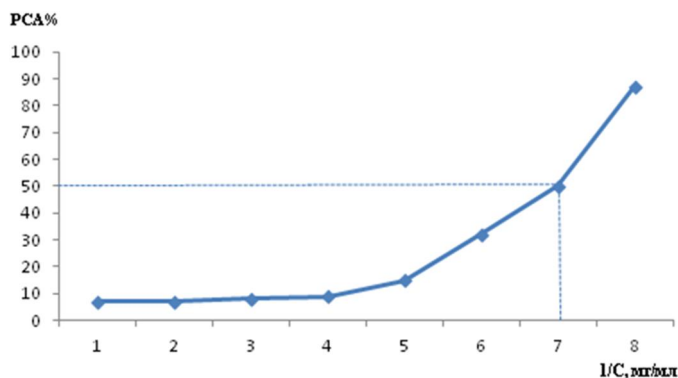


Рис. 2. Определение радикал-связывающей активности экстрактов листьев *S. officinalis*

Из графика следует, что для экстракта листьев *S. officinalis* величина 50%-ого улавливания ДФПГ-радикалов составила 0,0625 мг/мл. Эта величина сопоставима с соответствующими показателями водных экстрактов растений с установленной АОА. Так, по данным Д.Н. Оленникова с соавторами [11], которые изучали АРА экстракта надземной части *C. fragrans*, экстрагируемой разными органическими растворителями, наибольшей АРА обладал водный экстракт, который был равен  $IC_{50} = 0,032$  мг/мл [11].

Структура флавоноидов обеспечивает еще одно важное свойство, заключающееся в способности к образованию хелатных соединений с металлами.

Многие флавоноиды действуют как хелаторы ионов металлов переменной валентности и способны таким образом ингибировать процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) на стадии разветвления цепей, когда ионы металлов индуцируют гомолиз органических перекисей [22, 23].

Нами исследовалась  $Fe^{2+}$ -хелатирующая активность экстрактов листьев *S. officinalis*. Результаты представлены на рисунке 3.

Из данных рисунка 3 следует, что величина  $IC_{50}$  составила 0,0625 мг/мл. Интересно отметить, что хелатирующая активность экстракта надземной части *C. fragrans*, по данным авторов работы [11], составила 0,79 мг/мл, что, по-видимому, определяется химическим составом доминирующих фенольных соединений. Более высокая хелатирующая активность водного экстракта листьев *S. officinalis*, вероятно, связана с появлением дополнительного гетероциклического кольца с четырьмя гидроксогруппами. По мнению Н.А. Тюкавкиной [25], антирадикальная активность конкретного соединения флавоноидной природы определяется особенностями его химического строения. По характеристике антирадикальной способности, выраженной через значения ТЕАС (trolox equivalent antioxidant capacity) отчетливо выявляются структурные элементы, играющие детерминирующую роль в антирадикальном действии флавоноидов. Такими структурными элементами, по мнению авторов, являются, во-первых, сопряженная  $\pi$ -электронная замкнутая система, включающая участие 4-оксогрупп и двойной связи гетероциклического кольца, во-вторых, пирокатехиновая группировка (*орто*-дигидроксизамещение) в кольце В и, в-третьих, сочетание карбонильной группы с гидроксильной группой у соседнего атома С-3 в кольце С. В целом, главным условием является обеспечение стабильности флавоксильного радикала за счет рассредоточения электронной плотности по всей системе молекулы, что наиболее возможно при наличии в кольце С двойной связи [24, 25].

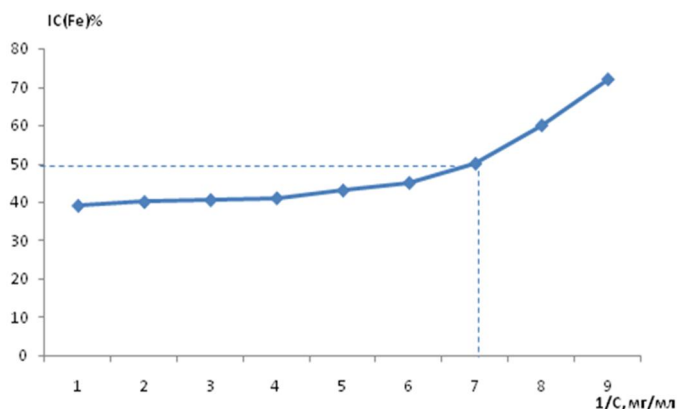


Таблица 3. Суммарное содержание антиоксидантов в образцах мыльнянки лекарственной

Органы растения	ССА, мг/г
Разреженный сосновый лес (окр. Улан-Удэ)	
Соцветия	13,66±0,02
Стебли	9,04±0,03
Листья	13,96±0,02
Корни	5,04±0,03
Заброшенные участки (окр. пос. Селенгинск)	
Соцветия	28,13±0,01
Стебли	10,26±0,02
Листья	53,39±0,03
Корни	9,13±0,02

Рис. 3.  $Fe^{2+}$ -хелатирующая активность экстракта листьев *S. officinalis*

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о наличии в водных экстрактах листьев *S. officinalis* антиоксидантной активности, обусловленной присутствием природных флавоноидов, что определяет перспективность данного растения в качестве возобновляемого источника антиоксидантов.

### Выводы

1. В экстрактах листьев мыльнянки лекарственной обнаружены органические кислоты: шавелевая, муравьиная, фумаровая, янтарная, яблочная, лимонная, уксусная и бензойная; витамины: В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub> и В<sub>с</sub>. Доминирующими являются муравьиная, яблочная, уксусная и лимонная кислоты; из витаминов – рибофлавин.

2. Методом ВЭЖХ было идентифицировано 5 соединений агликоновой и гликозидной природы: ориентин, изоориентин, изовитексин, изовитексин-7-*O*-гликозид, ориентин-7-*O*-гликозид, из них доминирующим является изовитексин-7-*O*-гликозид.

3. Наибольшей суммарной АОА обладали водные экстракты листьев и соцветий мыльнянки, собранной на заброшенных участках пос. Селенгинск.

4. Экстракты листьев *S. officinalis* проявляли антирадикальную и Fe<sup>2+</sup>-хелатирующую активность, сопоставимые или превышающие таковые экстрактов прочих растений, обладающих АОА.

### Список литературы

1. Флора Сибири. Новосибирск, 1997. Т. 6. 470 с.
2. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Caprifoliaceae-Plantaginaceae*. Л., 1990. 328 с.
3. Nijveldt R.J., van Nood E., van Hoorn DEC. et al. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications // *Am. J. Clin. Nutr.* 2001. Vol. 74. Pp. 418–425.
4. Gan Ren-You, Xu Xiang-Rong, Song Feng-Lin, Kuang Lei, Li Hua-Bin. Antioxidant activity and total phenolic content of medicinal plants associated with prevention and treatment of cardiovascular and cerebrovascular diseases // *J. Med. Plants Res.* 2010. Vol. 4. Pp. 2438–2444. DOI: 10.5897/JMPR10.581
5. Пепанян А.А. Использование антиоксидантов в косметологии // *Вестник медицинского института им. Мегрэбяна*. Ереван. 2007. С. 34–39.
6. Варданян Р.Л., Варданян Л.Р., Атабекян Л.В., Григорян Т.С. Изучение антиоксидантных свойств лекарственных растений Горисского региона Армении // *Химия растительного сырья*. 2013. №1. С. 151–156.
7. Andrzejewska E. Methoda oznaczania saponin w niektórych srodkach spozywczych // *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*. 1975. Vol. 26, N1. Pp. 87–92
8. Pasich B. Triterpenoid compounds in plant materials. Diss. Pharm. PAN. 1961. Vol. 13, N1. Pp. 1–10.
9. Ендонова Г.Б., Анцупова Т.П. Методика количественного определения суммарного содержания флавоноидов в надземной части гвоздики разноцветной (*Dianthus Versicolor* Fisch.) // *Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления*. Улан-Удэ. 2014. №1. С. 89–92.
10. Яков Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека. М., 2009. 212 с.
11. Оленников Д.Н., Зилфикаров И.Н., Торопова А.А., Ибрагимов Т.А. Химический состав каллизии душистой (*Callisia fragrans* Wood.) и его антиоксидантная активность (in vitro) // *Химия растительного сырья*. 2008. №4. С. 95–100.
12. Shyur L.-F., Tsung J.-H., Chen J.-H. et al. Antioxidant properties of extracts from medicinal plants popularly used in Taiwan // *Inter. J. Appl. Sci. Eng. Technol.* 2005. Vol. 3. Pp. 195–202.
13. Волков В.А., Пахомов П.М. Кинетика взаимодействия радикалаДФПГ с экстрактивными веществами растений в различных средах // *Ползуновский вестник*. 2008. №3. С. 309–313.
14. Kim H.J., Chen F., Wang X., Chung H.Y., Jin Z. Evaluation of antioxidant activity of Vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.) oil and identification of its antioxidant constituents // *J. Agric. Food Chem.* 2005. Vol. 53. Pp. 7691–7695. DOI: 10.1021/jf050833e
15. Куркин В.А., Поройков В.В., Куркина А.В., Авдеева Е.В., Правдивцева О.Е. Флавоноиды лекарственных растений: прогноз антиоксидантной активности // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. №2-2. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23252>
16. Shan B., Cai Y.Z., Sun M., Corke H. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents // *J. Agric. Food Chem.* 2005. Vol. 53, N20. Pp. 7749–7759. DOI: 10.1021/jf051513y
17. Володин В.В., Безматерных К.В., Смирнова Г.В., Октябрьский О.Н., Алексеева Л.И., Канев В.А. Антиоксидантные свойства экстрактов растений семейства *Lamiaceae*, произрастающих в Республике Коми // *Известия Коми научного центра УРО РАН*. Сыктывкар, 2014. Вып. 1(17). С. 27–31.
18. Цыбулько Е.И., Ершова Т.А., Мищенко Н.П., Юдина Т.П., Бабкин Ю.В. Об антиоксидантной и антирадикальной активности *Saponaria officinalis* L. флоры Приморского края // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2004. №2. С. 32–34.

19. Prior R.L., Wu X., Schaich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements // *J. Agric. Food Chem.* 2005. Vol. 53. Pp. 4290–4302. DOI: 10.1021/jf0502698
20. Bondet V., Brand-Williams W., Berset C. Kinetics and Mechanisms of Antioxidant Activity using the DPPH\* Free Radical Method // *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 1997. Vol. 30. Pp. 609–615. DOI: 10.1006/fstl.1997.0240
21. Surapaneni K.M., Vishnu P.V. Lipid peroxidation, glutathione, ascorbic acid, vitamin E. antioxidant enzymes // *Biology and Medicine.* 2009. Vol. 1, N3. Pp. 44–49.
22. Туровский А.А., Кучер Р.В., Туровский Н.А., Андрианов А.А., Петренко В.В. Реакционная способность органических пероксидов в реакциях гомолиза // Докл. АН УССР. Серия Б. 1982. №4. С. 53–56.
23. Sestili P., Diamantini G., Bedini A., Cerioni L., Tommasini I., Tarzia G., Cantoni O. Plant-derived phenolic compounds prevent the DNA single-strand breakage and cytotoxicity induced by tert-butyl-hydroperoxide via an iron-chelating mechanism // *Biochem. J.* 2002. Vol. 364. Pp. 121–128. DOI: 10.1042/bj3640121
24. Тюкавкина Н.А., Руленко И.А., Колесник Ю.А. Природные флавоноиды как биологические антиоксиданты и биологически активные добавки // *Вопросы питания.* 1996. №2. С. 33–38.
25. Тюкавкина Н.А. Биофлавоноиды. Химия, пища, лекарства, здоровье: актовая речь. М., 2002. 56 с.

Поступило в редакцию 7 августа 2017 г.

После переработки 26 октября 2017 г.

*Endonova G.B.<sup>1\*</sup>, Antsupova T.P.<sup>1</sup>, Zhamsaranova S.D.<sup>1,2</sup>* CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF MEDICINAL EXTRACTS (*SAPONARIA OFFICINALIS* L.)

<sup>1</sup>East-Siberian State University of Technology and Management, Klyuchevskaya st., 40V-1, Ulan-Ude, 670013, Republic of Buryatia (Russia), e-mail: endonova\_gb@mail.ru

<sup>2</sup>Buryat State University, Smolina st., 24a, Ulan-Ude, 670000, Republic of Buryatia (Russia)

The paper presents new data on chemical composition and antioxidant properties in extracts of the aerial organs of *Saponaria officinalis* growing on the territory of the Republic of Buryatia. It was revealed that soapberry leaves extracts contain a number of organic acids such as oxalic, formic, fumaric, succinic, malic, citric, and benzoic ones, the dominant being formic, malic, acetic and citric acids. Of vitamins B2, B3. BC extracted from the plant the dominant one was riboflavin. The method of and Fthigh-performance liquid chromatography helped to reveal five compounds identified as aglycone and glycosidic in character. They are orientin, isoerytentin, isovitixin-7-O-glycoside, orientin-7-O-glycoside, of which isovitixin is dominant. The greatest total antioxidant activity was demonstrated by soapberry leaves and inflorescences picked up on abandoned sites of the village of Selenginsk. Extractions from *Saponaria officinalis* leaves showed antiradical and Fe<sup>2+</sup>-chelating activity comparable to that of the extractions from plants with pronounced antioxidant activity. Thus, the data obtained indicated the antioxidant activity of *S.officinalis* aqueous extracts due to the presence of natural flavonoids. This fact shows the plant as a promising new source of antioxidants.

*Keywords:* chemical composition, antioxidant activity, *Saponaria officinalis*.

---

\* Corresponding author.

## References

1. *Flora Sibiri*. [The Flora of Siberia]. Novosibirsk, 1997, vol. 6, 470 p. (in Russ.).
2. *Rastitel'nye resursy SSSR: Tsvetkovye rasteniia, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovanie. Semeistva Caprifoliaceae-Plantaginaceae*. [Vegetable resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use. The families Caprifoliaceae-Plantaginaceae]. Leningrad, 1990, 328 p. (in Russ.).
3. Nijveldt R.J., van Nood E., van Hoorn DEC. et al. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001, vol. 74, pp. 418–425.
4. Gan Ren-You, Xu Xiang-Rong, Song Feng-Lin, Kuang Lei, Li Hua-Bin. *J. Med. Plants Res.*, 2010, vol. 4, pp. 2438–2444. DOI: 10.5897/JMPR10.581
5. Pepanian A.A. *Vestnik meditsinskogo instituta im. Megrabiana*. [Herald of the Medical Institute. Mehrabian]. Yerevan, 2007, pp. 34–39. (in Russ.).
6. Vardanian R.L., Vardanian L.R., Atabekian L.V., Grigorian T.S. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2013, no. 1, pp. 151–156. (in Russ.).
7. Andrzejewska E. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*, 1975, vol. 26, no. 1, pp. 87–92. (in Pol.).
8. Pasich B. Triterpenoid compounds in plant materials. Diss. Pharm. PAN, 1961, vol. 13, no. 1, pp. 1–10.
9. Endonova G.B., Antsupova T.P. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i upravleniia*, 2014, no. 1, pp. 89–92. (in Russ.).
10. Iakov Ia.I., Ryzhnev V.Iu., Iashin A.Ia., Chernousova N.I. *Prirodnye antioksidanty. Soderzhanie v pishchevykh produktakh i vliianie ikh na zdorov'e i starenie cheloveka*. [Natural antioxidants. The content in foods and their effect on human health and aging]. Moscow, 2009, 212 p.
11. Olenikov D.N., Zilfikarov I.N., Toropova A.A., Ibragimov T.A. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2008, no. 4, pp. 95–100. (in Russ.).
12. Shyur L.-F., Tsung J.-H., Chen J.-HH. et al. *Inter. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, 2005, vol. 3, pp. 195–202.
13. Volkov V.A., Pakhomov P.M. *Polzunovskii vestnik*, 2008, no. 3, pp. 309–313. (in Russ.).
14. Kim H.J., Chen F., Wang X., Chung H.Y., Jin Z. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, vol. 53, pp. 7691–7695. DOI: 10.1021/jf050833e
15. Kurkin V.A., Poroikov V.V., Kurkina A.V., Avdeeva E.V., Pravdivtseva O.E. *Sovremennnye problemy nauki i obrazovaniia*, 2015, no. 2-2, URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23252> (in Russ.).
16. Shan B., Cai Y.Z., Sun M., Corke H. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, vol. 53, no. 20, pp. 7749–7759. DOI: 10.1021/jf051513y
17. Volodin V.V., Bezmaternykh K.V., Smirnova G.V., Oktiabr'skii O.N., Alekseeva L.I., Kanev V.A. *Izvestiia Komi nauchnogo tsentra URO RAN*, 2014, no. 1(17), pp. 27–31. (in Russ.).
18. Tsybul'ko E.I., Ershova T.A., Mishchenko N.P., Iudina T.P., Babkin Iu.V. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyria*, 2004, no. 2, pp. 32–34. (in Russ.).
19. Prior R.L., Wu X., Schaich K. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, vol. 53, pp. 4290–4302. DOI: 10.1021/jf0502698
20. Bondet V., Brand-Williams W., Berset C. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 1997, vol. 30, pp. 609–615. DOI: 10.1006/fstl.1997.0240
21. Surapaneni K.M., Vishnu P.V. *Biology and Medicine*, 2009, vol. 1, no. 3, pp. 44–49.
22. Turovskii A.A., Kucher P.V., Turovskii H.A., Andrianov A.A., Petrenko B.B. *Dokl. AN USSR. Seriya B*, 1982, no. 4, pp. 53–56. (in Russ.).
23. Sestili P., Diamantini G., Bedini A., Cerioni L., Tommasini I., Tarzia G., Cantoni O. *Biochem. J.*, 2002, vol. 364, pp. 121–128. DOI: 10.1042/bj3640121
24. Tiukavkina N.A., Rulenko I.A., Kolesnik Iu.A. *Voprosy pitaniia*, 1996, no. 2, pp. 33–38. (in Russ.).
25. Tiukavkina N.A. *Bioflavonoidy. Khimiia, pishcha, lekarstva, zdorov'e: Aktovaia rech'*. [Bioflavonoids. Chemistry, food, medicine, health: Assembly speech]. Moscow, 2002, 56 p. (in Russ.).

Received August 7, 2017

Revised October 26, 2017

