

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

УДК 615.322
© Коллектив авторов, 2021

А.А. Низамова¹, Э.Х. Галияхметова¹, Н.В. Кудашкина¹,
С.Р. Хасанова¹, Т.В. Булгаков², Э.Р. Хакимова¹

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ТОНКОСЛОЙНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ ТРИТЕРПЕНОВЫХ САПОНИНОВ GYNOSTEMMA PENTAPHYLLUM

¹ФГБОУ ВО «Башкирский медицинский государственный университет»

Минздрава России, г. Уфа

²ФГКУ «Экспертно-криминалистический центр Министерства внутренних дел
Российской Федерации», г. Москва

Цель исследования: изучить тритерпеновые сапонины травы *Gynostemma pentaphyllum*, интродуцированной в Республике Башкортостан, методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии.

Материал и методы: объектом исследования служила трава *Gynostemma pentaphyllum*, представляющая собой высушенные надземные части: стебли с простыми длинночерешковыми глубоко пальчато-рассеченными листьями и мелкими цветками в метельчатом или кистевидном соцветии. Исследования проводили методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии (ВЭТСХ), который основан на получении хроматограмм на тонком слое сорбента с последующей записью фингерпринтов в программном обеспечении видеоденситометра Sorbfil TLC.

Результаты и выводы: в процессе лабораторных исследований подобраны оптимальные условия для проведения хроматографического анализа спиртовых извлечений из травы. Результаты качественного анализа сырья гностеммы пятилистной методом ВЭТСХ показали наличие тритерпеновых сапонинов, из которых идентифицированы гинсенозиды и β-эсцин, последний впервые установлен в интродуцированном сырье. Также установлено, что доминирующим тритерпеновым сапонином в анализируемых пробах явился β-эсцин ($R_f=0,45$), имеющий темно-оранжевой флюоресценцию в ультрафиолетовом свете после окрашивания специфическим реагентом. Количественное содержание доминирующего сапонины в траве гностеммы пятилистной составило $0,317\pm 0,011\%$.

Ключевые слова: трава *Gynostemma pentaphyllum*, хроматоденситометрия, тритерпеновые сапонины, фингерпринты, β-эсцин, гинсенозиды, гипенозиды.

A.A. Nizamova, E.Kh. Galiakhmetova, N.V. Kudashkina,
S.R. Khasanova, T.V. Bulgakov, E.R. Khakimova

HIGH-PERFORMANCE THIN-LAYER CHROMATOGRAPHY IN THE ANALYSIS OF TRITERPENE SAPONINS GYNOSTEMMA PENTAPHYLLUM

Objective: to study the triterpene saponins of the herb *Gynostemma pentaphyllum*, introduced in the Republic of Bashkortostan, by the method of high-performance thin-layer chromatography.

Material and methods: the object of the study was the herb of *Gynostemma pentaphyllum*, which is a dried aerial part: stems with simple long-petiole deeply palmately dissected leaves and small flowers in panicle or racemose inflorescences. The studies were carried out by the method of high-performance thin-layer chromatography (HPTLC), which is based on obtaining chromatograms on a thin layer of sorbent with subsequent recording of «fingerprints» in the software.

Results and conclusions: in the course of laboratory studies, optimal conditions were selected for conducting chromatographic analysis of alcoholic extracts of the herb. The results of a qualitative analysis of the *Gynostemma pentaphyllum* raw materials by the HPTLC method showed the presence of triterpene saponins, of which ginsenosides and β-escin were identified, the latter was first established in the introduced raw material. It was also found that the dominant triterpene saponin in the analyzed samples was β-escin ($R_f = 0,45$), which has a dark orange fluorescence in ultraviolet light after staining with a specific reagent. The quantitative content of the dominant saponin in the herb of *Gynostemma pentaphyllum* was $0,317\pm 0,011\%$.

Key words: herb *Gynostemma pentaphyllum*, chromatodensitometry, triterpene saponins, fingerprints, β-escin, ginsenosides, hypenosides.

Каждое лекарственное растительное сырье, входящее в Государственную Фармакопею, регламентировано на подлинность и доброкачественность. Малоизученные (не фармакопейные) виды лекарственного растительного сырья подвергаются целому ряду исследований, которые в дальнейшем позволят разработать нормативный документ для внедрения изучаемого сырья в медицинскую практику. Чаще всего в оценке качества и идентификации растительного сырья используются инструментальные методы анализа (хроматографические, спектроскопические и

т. д.), основанные на получении так называемых отпечатков пальцев – фингерпринтов [5,9]. Одним из простых способов первичного скрининга является тонкослойная хроматография (ТСХ), обладающая рядом преимуществ (простотой, универсальностью, высокой скоростью исполнения, чувствительностью и воспроизводимостью) перед сложными и трудоемкими инструментальными методами она является более доступным методом получения фингерпринтов лекарственных растений [6]. При оснащении ТСХ денситометрическим сканером, называемым высоко-

эффективной тонкослойной хроматографией (ВЭТСХ), появляется уникальная возможность записать «фингерпринты» ТСХ в программном обеспечении и детектировать пятна с переводом их в форму хроматографических пиков, а также рассчитать значения факторов удерживания (R_f), площади (S) и высоты (H) пиков и концентрацию вещества в пятнах. Хроматоденситометрия обеспечивает возможность качественного и количественного определения изучаемых веществ и документирования результатов. Метод ВЭТСХ играет важную роль в стандартизации и оценке качества неизученного лекарственного растительного сырья [3].

Ученые обратили внимание на потенциально новое южное растение – гиностемма пятилистная (*Gynostemma pentaphyllum*), обладающую целым рядом лечебно-профилактических свойств. Благодаря комплексу ценных биологически активных веществ, гиностемма оказывает влияние на органы кроветворения, кровообращения, дыхания, пищеварения, центральную и периферическую нервную системы, иммунную и мочеполовую системы, систему желез внутренней секреции и др. [8]. Терапевтические свойства данного растения проявляются за счет наличия обширного комплекса следующих биоактивных компонентов: сапонинов (гипенозиды 3,4,8,12), каротиноидов (α -каротин и β -каротин, цис-неоксантин, виолаксантин, ауксантин, лютеоксантин, лютеин), полисахаридов (GPP1_a, GPP2_b, GPP3_a PGSP), флавоноидов (омбуин, изорамнетин-3-О-рутинозид, изорамнетин, кверцетин, кемферол-3-О-рутинозид, рутин, омбуозид), аминокислот и микроэлементов (Cu, Fe, Zn, Mn, Co, Ni, Se, Mo, Sr), органических кислот (кофейная и малоновая кислоты) [4,8]. Из вышеперечисленных соединений особое внимание вызывают тритерпеновые сапонины, проявляющие стимулирующие, адаптогенные, жаропонижающие, отхаркивающие и другие свойства. На сегодняшний день описано около 200 различных сапонинов, присутствующих в гиностемме пятилистной. Некоторые из них схожи с теми, что содержатся в женьшене настоящей – *Panax ginseng* (гинсенозиды Rg₁, Rg₃, Rd и F₂ *P.ginseng* идентичны гипенозидам 3,4,8,12 *G.pentaphyllum* соответственно) [7]. Сапонины вносят существенный вклад в многообразие химического состава и терапевтическую эффективность растения, вызывая тем самым интерес для более детального их изучения.

В Российской Федерации *Gynostemma pentaphyllum* встречается на северо-восточной

границе Дальнего Востока. Гиностемма известна в основном по немногим гербарным образцам с Охотоморской стороны острова Кунашир (рис. 1). За пределами Российской Федерации гиностемма широко распространена в Китае, Корее, Японии, Индии и Малайзии [2].



Рис. 1. Гербарный образец гиностеммы пятилистной

Цель исследования: изучить тритерпеновые сапонины травы *Gynostemma pentaphyllum* методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии, интродуцированной в Республику Башкортостан.

Материал и методы

Основным материалом для исследования служила трава *Gynostemma pentaphyllum*, интродуцированная на Урале. Сырье *Gynostemma pentaphyllum* заготавливали в период вегетации в Республике Башкортостан в 2020 г., высушивали воздушно-теневым способом и хранили в соответствии с требованиями ОФС.1.1.0011.15 «Хранение лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов» (рис. 2) [1].



Рис. 2. Сырье *Gynostemma pentaphyllum*

Трава *Gynostemma pentaphyllum* представляет собой высушенные надземные части стеблей толщиной до 1-2 мм и длиной 1,5-2 м (жизненная форма – травянистая лиана) с

простыми длинночерешковыми глубоко пальчато-рассеченными листьями с 5-7 эллиптическими или ланцетно-яйцевидными долями и с цветками в метельчатом или кистевидном соцветии.

Тритерпеновые сапонины сырья анализировали хроматографически согласно следующей методике: на линию старта хроматографической пластинки «Sorbfil ПТСХ-АФ-В-УФ» с закрепленным слоем силикагеля, активированной в сушильном лабораторном шкафу (серии LOIP LF с модулем управления TS87B) при температуре, равной 105 °С, в течение 60 минут микрокапилляром наносили 0,025 мл исследуемое извлечение и 0,05% спиртовые растворы стандартных образцов (PCO). Пластинку высушивали при комнатной температуре, далее помещали в камеру с предварительно насыщенной подвижной фазой и хроматографировали восходящим способом при температуре 18-20 °С. После прохождения приблизительно 10 см подвижной фазы пластинку вынимали и высушивали в течение 20 минут при комнатной температуре.

В качестве подвижных фаз служили следующие системы растворителей: петролейный эфир-хлороформ-уксусная кислота (10:4:0,4), хлороформ – этилацетат (9:1), хлороформ – метанол – вода (26:14:3), бензол-ацетон (3:1).

Хроматограммы проявляли специфическим реагентом – раствором серной кислоты 20%, нанесенным пульверизатором, нагревали в термостате при 105 °С в течение 5 минут и детектировали просмотром хроматограммы в видимом и ультрафиолетовом свете при длине волны 254 и 365 нм. Для идентификации при-

родных веществ использовали стандартные образцы: гинсенозид Rg₁ (CAS № 22427-39-0, производитель Carl Roth GmbH + Co KG), β-эсцин (CAS № 11072-93-8, производитель Santa Cruz Biotechnology).

Извлечения из травы *Gynostemma pentaphyllum* для хроматографирования получали экстракцией 95% этиловым спиртом в соотношении 1:30 [1].

Количественное определение доминирующего тритерпенового сапонины в исследуемом сырье проводили хроматоденситометрическим методом. Для этого полученные пластинки методом ТСХ анализировали с использованием денситометра Sorbfil TLC (ООО Имид, Россия). Прибор представлен осветительной камерой марки Sorbfil KC 4.00.000, видеокамерой Sony DCR-CX190E и программой для видеоденситометра Sorbfil TLC. в электронном варианте. После введения и сохранения изображения хроматограмм в программном обеспечении, возможно выделение на нем рабочего участка; проведение обработки пятен и переводение их в форму хроматографических пиков для расчета значения R_f, S, N и автоматического вычисления содержания вещества в анализируемых пятнах, которые были нанесены количественно [3].

Статистический анализ проводили, используя критерий Стьюдента [1].

Результаты и обсуждения

В результате проведения хроматографии в тонком слое сорбента наиболее четкое разделение тритерпеновых сапонинов наблюдали в системе растворителей хлороформ-метанол-вода (26:14:3) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты детектирования хроматограммы извлечений из *Gynostemma pentaphyllum*

R _f	Пятна, видимые при λ=254	Окраска пятен после проявления специфическим реагентом		Сапонины
		λ=365	в видимом свете	
0,45	–	Темно-оранжевая	Желто-оранжевая	β-эсцин
0,49	–	Светло-зеленая	Зеленая	–
0,56	+	Светло-оранжевая	–	–
0,62	–	Светло-желтая	Желтоватая	–
0,67	+	Светло-зелено-синяя	Светло-коричневая	–
0,70	–	Светло-розовая	–	–
0,74	+	Желто-оранжевая	Темно-коричневая	–
0,78	–	Розовая	Темно-розовая	Гинсенозид Rg ₁
0,85	–	Светло-синяя	Светло-оранжевая	–
0,92	+	Светло-фиолетовая	Темно-оранжевая	–
0,95	–	Темно-фиолетовая	Темно-фиолетовая	–

На пластинке Sorbfil после детектирования специфическим реагентом спиртового извлечения проявлялось около 11 зон адсорбции, из которых не менее 6-7 зон сапониновой природы. При сравнении R_f-стандартных образцов со значениями R_f полученных зон адсорбции установлено присутствие в траве гиностеммы пятилистной тритерпеновых сапо-

нинов гинсенозида Rg₁ (R_f=0,78), имеющего розовую флюоресценцию, и β-эсцина (R_f=0,45), имеющего темно-оранжевую флюоресценцию в УФ-свете (рис. 3).

Согласно литературным данным в дикорастущей гиностемме пятилистной из сапонинов присутствуют гинсенозиды [4]. В интродуцированной гиностемме по полученным

результатам оказалось, что в ней содержатся не только гинсенозиды, но и другие тритерпеновые сапонины, доминирующим из которых был β -эсцин (рис. 4, табл. 2).

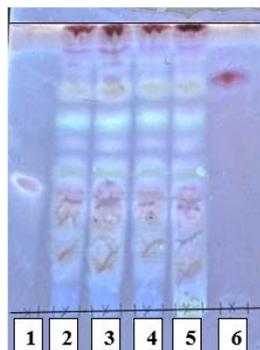


Рис. 3. Хроматограмма в УФ-свете после детектирования раствором 20% серной кислоты при $\lambda=365$ нм: 1 – растворы стандартных образцов (PCO) β -эсцина; 2 – спиртовые извлечения травы; 2-5 – растворы стандартных образцов (PCO) гинсенозида R_{g1}

В исследуемых образцах нами было определено количественное содержание индивидуальных веществ, которое устанавливали по S и H на денситограмме.

Для количественного определения β -эсцина как доминирующего сапонины измерения проводили в 4 параллельных опытах в одинаковых условиях (рис. 5): использовали 95% спиртовое извлечение травы гинсестеммы пятилистной в соотношении 1:30, объем наносимых проб извлечения и стандартного образца – 25 мкл. Концентрация спиртового раствора PCO β -эсцина составила 0,05%.

В результате экспериментальных исследований содержание в анализируемых пробах β -эсцина составило $0,317 \pm 0,011\%$ (табл. 3).

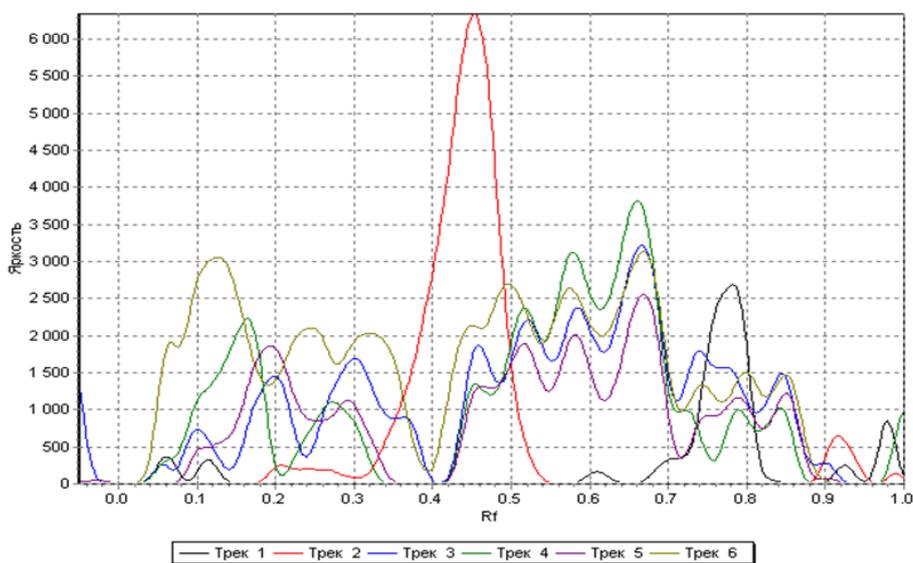


Рис. 4. Денситограмма (трек 1 – PCO гинсенозида R_{g1} ; трек 2 – PCO β -эсцина; треки 3,4,5,6 – спиртовое извлечение травы гинсестеммы пятилистной)

Таблица 2

Результаты денситограммы извлечений *Gynostemma pentaphyllum*

Пик	R_f	S	H	Описание
1	0,78	68957	2689	Гинсенозид R_{g1}
2	0,45	225186	6344	
3	0,78	26780	1569	Исследуемый образец
	0,45	32561	1872	
4	0,78	16998	998	
	0,45	20298	1343	
5	0,78	23785	1161	
	0,45	18968	1321	
6	0,78	30129	1509	
	0,45	36388	2137	

Таблица 3

Результаты расчета концентрации β -эсцина и метрологическая характеристика методики

№ трека	Стандарт/Образец	C, %	R_f	Метрологическая характеристика
2	Стандарт	0,05	0,45	-
3	Образец	0,320	0,45	$\bar{X} = 0,317$ $S_{\bar{X}} = 0,0035$ $\epsilon_{\alpha} = 0,0111$ $\epsilon_{отн} = 3,51\%$
4	->-	0,312	0,45	
5	->-	0,310	0,45	
6	->-	0,325	0,45	

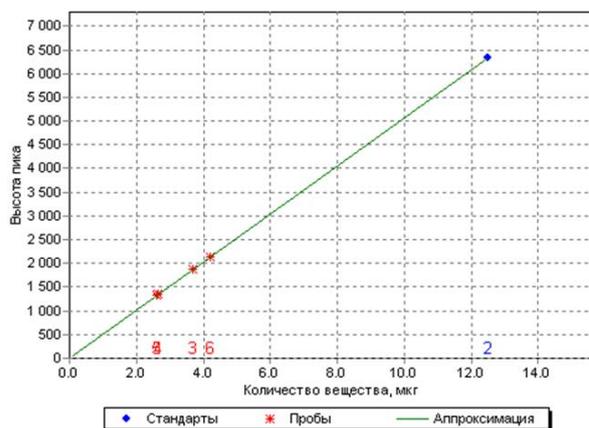


Рис. 5. График расчета в анализируемых образцах β-эсцина по высоте пика (синий – стандарт, красный – опытные образцы)

Выводы

1. В ходе лабораторных исследований подобраны оптимальные условия хроматографи-

рования травы гиностеммы пятилистной: система растворителей хлороформ-метанол-вода – 2б:14:3; хроматографические пластинки марки «Sorbfil ПТСХ-АФ-В-УФ» с предварительной активацией в сушильном лабораторном шкафу (105 °С в течение 5 минут); время насыщения хроматографической камеры 2 часа; температура хроматографирования 18-20 °С, проявитель – 20% раствор серной кислоты.

2. Результаты качественного анализа травы гиностеммы пятилистной методом ВЭТСХ показали наличие в сырье тритерпеновых сапонинов, из которых идентифицированы гинсенозиды и β-эсцин, впервые установленный в интродуцированном сырье и является доминирующим.

3. Содержание β-эсцина в сырье составляет 0,317±0,011%.

Сведения об авторах статьи:

Низамова Альфина Ансафовна – аспирант и ассистент кафедры фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: alfina.nizamova@bk.ru.

Галияхметова Эльвира Халитовна – к.фарм.н., доцент кафедры фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел.: 8(347)271-22-85. E-mail: galiahmetova.elvi@yandex.ru.

Кудашкина Наталья Владимировна – д.фарм.н., профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, д. 3. Тел.: 8(347)271-22-85. E-mail: phytoart@mail.ru.

Хасанова Светлана Рашитовна – д.фарм.н., профессор кафедры фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел.: 8(347)271-22-85. E-mail: svetkhasanova@yandex.ru.

Булгаков Тимур Виллорович – к.фарм.н., ведущий научный сотрудник отдела научных исследований по специальным видам экспертиз и экспертно-криминалистических противодействии наркопреступности управления научных исследований, ФГКУ «ЭКЦ МВД России». Адрес: 125130, г. Москва, ул. Зои и Александра Космодемьянских, 5. E-mail: trister@inbox.ru.

Хакимова Элина Рустэмовна – студентка 3 курса лечебного факультета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. Тел.: 8(347)271-22-85. E-mail: farmakognosia@yandex.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV изд. [Электронный ресурс] // Федеральная электронная медицинская библиотека. 2018. URL: <http://www.femb.ru> (дата обращения: 10.12.20).
2. Еремин, В.М. Красная книга Сахалинской области: растения и грибы / В. М. Еремин. – Кемерово, 2019. – 354 с.
3. Хасанова, С.Р. Возможности использования денситометрии в стандартизации лекарственного растительного сырья / С.Р. Хасанова, Н.В. Кудашкина, Р.Р. Файзуллина // Человек и лекарство: сборник матер. XXI Российского национального конгресса. – 2014. – С. 347-348.
4. Anti-cancer effects of *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino (Jiaogulan) / Y. Li // Journal Chinese Medicine. –2016. Vol. 11, № 1. – P. 43-58.
5. Chromatographic and spectral fingerprinting standartization of traditional medicines: an overview as modern tools / L. Giri [et al.] // Research Journal of Phitochemistry. – 2010. – Vol. 4, № 4. – P. 234.
6. Hariprasad, P. Chromatographic fingerprint analysis of *Rumex vesicarius* L. by HPTLC technique/ P. Hariprasad, N. Ramakrishnan // Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. – 2012. – № 1. – P. 57.
7. Mishra, R.N. Jiao Gu Lan (*Gynostemma pentaphyllum*): The Chinese rasayan-current research scenario / R.N. Mishra, D. Joshi // J. Res Pharm Biomed Sci. – 2011. – Vol. 4, № 2. – P. 1483-1502.
8. Navratilova, Z. *Gynostemma pentaphyllum* - active compounds and therapeutic effects / Z. Navratilova. // J. Prakticke lekarenstvi. – 2017. Vol. 13, № 3. – P. 116-118.
9. Nikam, P.H. Future trends in standardization of herbal drugs / P. H. Nikam, J. Kareparamban, A. Jadhav, V. Kadam. // Journal of Applied Pharmaceutical Science. – 2012. – Vol. 02, № 06. – P. 38.

REFERENCES

1. State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV Edition: Scientific Center for Expertise of Medical Devices. Link: Available from URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopoea.php> (as of August 1, 2019). (In English).
2. Eremim VM. Krasnaya kniga Sakhalinskoi oblasti: Rasteniya i griby. / Kemerovo.2019; 354. (In Russ.).
3. Khasanova S.R., Kudashkina N.V., Fayzullina R.R. Possibilities of using densitometry in standardization of medicinal plant raw materials. Man and medicine: proceedings of the XXI Russian National Congress. Moscow, 2014, pp. 347-348. (in Russ.).
4. Y. Li Anti-cancer effects of *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino (Jiaogulan) / Y. Li. Journal Chinese Medicine. 2016; 11 (1):43-58. DOI: 10.1186/s13020-016-0114-9. (In English).
5. L. Giri Chromatographic and spectral fingerprinting standartization of traditional medicines: an overview as modern tools. Research Journal of Phitochemistry.2010; 4 (4): 234. DOI: 10.3923/rjphyto.2010.234.241. (In English).

6. Hariprasad P., Ramakrishnan N. Chromatographic fingerprint analysis of *Rumex vesicarius* L. by HPTLC technique. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2012; (1): 57. (In English).
7. Mishra, R.N. Jiao Gu Lan (*Gynostemma pentaphyllum*): The Chinese rasayan-current research scenario. *J. Res Pharm Biomed Sci*. 2011; 4 (2): 1483-1502. (In English).
8. Navratilova, Z. *Gynostemma pentaphyllum* - active compounds and therapeutic effects. *J. Prakticke lekarenstvi*. 2017;13 (3): 116-118. DOI: 10.36290/lek.2017.015
9. Nikam P. H., Kareparamban, A. Jadhav, V. Kadam. Future trends in standardization of herbal drugs. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. – 2012; 2 (6):06. – 38. DOI: 10.7324/JAPS.2012.2631.

УДК 615.322:582.631(470.56)
© Коллектив авторов, 2021

А.А. Синеговец, А.И. Бондаренко,
Н.А. Кузьмичева, И.П. Воронкова, И.В. Михайлова
**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ВЕЩЕСТВ В CALENDULA OFFICINALIS L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ
НА ТЕРРИТОРИИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**
*ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Оренбург*

Цель. Сравнительный анализ содержания биологически активных веществ цветков календулы лекарственной, произрастающей на территории Оренбургской области.

Материал и методы. Оценка количественного содержания биологически активных веществ (БАВ) проводили спектрофотометрическим методом и методом кислотно-основного и окислительно-восстановительного титрования.

Результаты. Сравнительный анализ БАВ выявил максимальное содержание флавоноидов ($1,61 \pm 0,16\%$) и аскорбиновой кислоты ($1,18 \pm 0,05\%$) в цветках календулы, произрастающей в Асекеевском районе, органических кислот ($3,0 \pm 0,16\%$) в цветках календулы Новосергиевского района, дубильных веществ ($4,47 \pm 0,39\%$) в цветках календулы Шарлыкского района.

Выводы. Данные результаты достоверно превышают содержание БАВ в официальном сырье, что позволяет рассматривать цветки *Calendula officinalis* L., произрастающей в различных районах Оренбургской области, как потенциальный источник флавоноидов, дубильных веществ, органических кислот, в том числе аскорбиновой, а изученные районы могут рассматриваться в качестве новых территорий для культивирования данного растения.

Ключевые слова: сумма флавоноидов, органические кислоты, дубильные вещества, аскорбиновая кислота, *Calendula officinalis* L., Оренбургская область.

А.А. Sinegovets, A. I. Bondarenko,
N.A. Kuzmicheva, I.P. Voronkova, I.V. Mikhailova
**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CONTENT
OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF CALENDULA OFFICINALIS L.,
GROWING ON THE TERRITORY OF THE ORENBURG REGION**

Purpose. Comparative analysis of the content of biologically active substances of the flowers of *Calendula officinalis* L. growing in the Orenburg region.

Material and methods. The quantitative content of biologically active substances (BAS) was assessed by the spectrophotometric method, by the method of acid-base titration and by the method of redox titration.

Results. Comparative analysis of biologically active substances revealed the maximum content of the sum of flavonoids ($1,61 \pm 0,16\%$) and ascorbic acid ($1,18 \pm 0,05\%$) in the flowers of *Calendula officinalis* L. growing in the Asekeevsky district, the sum of organic acids ($3,0 \pm 0,16\%$) – in the flowers of *Calendula officinalis* L. growing of Novosergievsky district, tannins ($4,47 \pm 0,39\%$) – in the flowers of *Calendula officinalis* L. growing in Sharlyksky district.

Conclusions. These results significantly exceed the content of biologically active substances in official raw materials, which makes it possible to consider the flowers of *Calendula officinalis* L. growing in different areas of the Orenburg region as a potential source of flavonoids, tannins, organic acids, including ascorbic acid, and the studied areas can be considered as new territories for plant cultivation.

Key words: sum of flavonoids, organic acids, tannins, ascorbic acid, *Calendula officinalis* L., Orenburg region.

В последние годы возрастает популярность препаратов на основе растительного сырья и увеличивается интерес к природным биологически активным веществам (БАВ) и препаратам, создаваемым на их основе [2]. Одним из наиболее известных лекарственных растений является *Calendula officinalis* L., которая широко распространена на территории Российской Федерации, в том числе и в Оренбургской области. Обширный спектр фармакологической активности цветков календулы (противовоспалительные, регенерирующие,

антимикробные, желчегонные, отхаркивающие свойства) обусловлен наличием разнообразных классов БАВ: флавоноидов, органических кислот, в том числе аскорбиновой кислоты, дубильных веществ, что делает календулу перспективным ресурсом новых лекарственных растительных препаратов [3]. Актуальным является поиск новых ареалов произрастания цветков *Calendula officinalis* L., в качестве которых рассматриваются и районы Оренбургской области, а также влияние климатических условий данных районов на