

УДК 615.322.581.8+44+45:582.949.2

## КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *SCUTELLARIA COMOSA*

© М.А. Маматханова<sup>1\*</sup>, Ш.А. Эргашева<sup>1</sup>, Э.Х. Ботиров<sup>1,2</sup>, М.А. Мулюкин<sup>2</sup>, Р.М. Халилов<sup>1</sup>,  
А.У. Маматханов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова, АН  
РУз, ул. Мирзо Улугбека, 77, Ташкент, 700170 (Республика Узбекистан),  
e-mail: munir\_05@mail.ru

<sup>2</sup> Сургутский государственный университет, ул. Ленина, 1, Сургут, 628412  
(Россия)

В результате фармакологических исследований выявлено, что сумма флавоноидов из надземной части растения *Scutellaria comosa* (шлемник хохлатый, семейство *Lamiaceae*) обладает адаптогенным и противогипоксическим действиями. Для внедрения в медицинскую практику препарата на основе суммы флавоноидов проведены исследования по стандартизации сырья – надземной части шлемника хохлатого. Анализ растительного сырья методами ТСХ и ВЭЖХ показал, что доминирующим флавоноидом надземной части шлемника хохлатого является изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид.

Разработана дифференциальная спектрофотометрическая методика количественного определения суммы флавоноидов надземной части шлемника хохлатого в пересчете на изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид. Оптимальными параметрами экстракции растительного сырья являются: извлечение 70% этиловым спиртом на кипящей водяной бане в течение 60 мин в соотношении «сырье–экстрагент» – 1 : 100, степень измельчения сырья – 2 мм. Установлено, что при дифференциальном варианте спектрофотометрического анализа система флавоноиды – AlCl<sub>3</sub> достигает равновесия через 40 мин. Максимум дифференциального спектра поглощения спиртового извлечения *Scutellaria comosa* наблюдается при 346 нм и может быть использован для анализа данной группы соединений.

Содержание суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого варьирует от 9.72 до 10.27%. С целью установления оптимального времени заготовки растительного сырья определено содержание суммы флавоноидов по периодам вегетации растения в пересчете на изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид и определено, что максимальное накопление суммы флавоноидов наблюдается в период цветения (10.13% от массы воздушно-сухого сырья).

**Ключевые слова:** *Scutellaria comosa*, шлемник хохлатый, надземная часть, флавоноиды, изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид, спектрофотометрия.

### Введение

Растения рода *Scutellaria* L. (шлемник, семейство *Lamiaceae*) на земном шаре представлены более чем 420 видами, некоторые из них используются как в научной, так и в народной медицине [1–4].

В последние годы большое внимание уделяется фитохимическим, фармакологическим и фармакогностическим исследованиям растений рода этого рода, что обусловлено их высокой биологической активностью [1–11]. К настоящему времени из различных видов растений рода *Scutellaria* выделены флавоноиды, фенилпропаноиды, фенолокислоты, иридоиды, терпеноиды, стероиды, тритерпены, лигнаны, алкалоиды, фитостерины, полисахариды, дубильные вещества, эфирные масла и другие классы природных веществ [3–11]. Основными биологически активными веществами растений данного рода является комплекс флавоноидов, фенолкарбоновых

---

Маматханова Мунирахон Ахматхон кизи – кандидат технических наук, старший научный сотрудник экспериментально-технологической лаборатории, e-mail: munir\_05@mail.ru

Эргашева Шохидат Абдукодир кизи – базовый докторант экспериментально-технологической лаборатории, e-mail: ergashev1017@mail.ru

Ботиров Эркин Хожиақбарович – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией химии терпеноидов и фенольных соединений, e-mail: botirov-nepi@mail.ru

Окончание на С. 240.

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

кислот и дубильных веществ [5, 7–10]. Фармакологические исследования подтвердили, что экстракты и индивидуальные соединения, выделенные из растений рода *Scutellaria* – байкалин, байкалеин, вогонин, обладают противоопухолевым, гепатопротекторным, антиоксидантным, противовоспалительным, противосудорожным, антибактериальным и противовирусным действиями [3, 7, 8, 10, 12–17]. Опубликованы данные об эффективности *S. baicalensis* при коронавирусной инфекции [12].

Одним из широко распространенных в Узбекистане видов рода *Scutellaria* является *S. comosa* Juz. (шлемник хохлатый). Из надземной части шлемника хохлатого выделены флавоноиды ороксиллин А, лютеолин, скутеллареин, скутелларин, кверцетин, гиспидулин, гиполаетин, норвогонин 7-О-β-D-глюкопиранозид, скутеллареин-7-О-β-D-глюкопиранозид, изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид, гиполаетин-7-О-β-D-глюкопиранозид [18, 19], а из корней – хризин, хризин-7-О-глюкуронид, хризин-7-О-(6"-О-метил)глюкуронозид, 5,7,2'-тригидроксифлаво-7-О-глюкуронозид, байкалеин, байкалин, норвогонин, вогонин, вогонозид, ороксидозид, апигенин, скутеллареин, скутелларин, изоскутеллареин, изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид, гиспидулин, лютеолин, (±)-5,2'-дигидрокси-6,7,6'-триметоксифлаванон, и (-)-5,2'-дигидрокси-6,7,8,6'-тетраметоксифлаванон [20, 21]. Изучен компонентный состав и антимикробные свойства эфирного масла надземной части шлемника хохлатого [22]. Настойка *S. comosa* используется для улучшения работы органов пищеварения и кровообращения, при немоции и анемии [23].

Фармакологические исследования показали, что сумма флавоноидов из надземной части *S. comosa* обладает адаптогенным и противогипоксическим действием, разработан способ ее получения из растительного сырья [24]. Определены естественные запасы растительного сырья в Ферганской долине [23]. Ключевым вопросом при создании лекарственных препаратов является изучение химического состава лекарственного растительного сырья, а также разработка методик стандартизации сырья и фармацевтических субстанций. Качественный анализ растительного сырья, проведенный методами ТСХ и ВЭЖХ, показал, что доминирующим флавоноидом надземной части шлемника хохлатого является изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид (рис. 1).

С точки зрения перспективы внедрения в медицинскую практику нового вида лекарственного растительного сырья – шлемника хохлатого надземной части актуальной представляется разработка методов анализа данного сырья. В качестве метода количественного анализа содержания флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого мы выбрали дифференциальную спектрофотометрию, позволяющую минимизировать вклад сопутствующих веществ в оптическую плотность исследуемого раствора за счет образования комплекса флавоноидов с  $AlCl_3$  [25].

Цель исследования – разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого в пересчете на изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид с использованием метода дифференциальной спектрофотометрии по реакции комплексообразования с раствором алюминия хлорида.

### Экспериментальная часть

Объектом исследования явилась надземная часть шлемника хохлатого, собранная в фазе цветения в естественном месте произрастания – Чустском районе Наманганской области Республики Узбекистан в период цветения в мае 2020–2021 гг. Собранное сырье было высушено на воздухе без доступа прямых солнечных лучей. Разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого осуществлялась с использованием метода дифференциальной спектрофотометрии. Регистрация электронных спектров водно-спиртовых извлечений из надземной части шлемника хохлатого и раствора рабо-

---

Мулюкин Максим Александрович – аспирант,  
e-mail: 16-maks-97@mail.ru

Халилов Равшанжон Муратджанович – доктор  
технических наук, ведущий научный сотрудник  
экспериментально-технологической лаборатории,  
e-mail: r.m.khalilov@mail.ru

Маматханов Ахматхон Умарханович – доктор  
технических наук, профессор, ведущий научный  
сотрудник экспериментально-технологической  
лаборатории, e-mail: prof.ahmad@mail.ru

чего стандартного образца (PCO) изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид проводилась на спектрофотометре «Shimadzu UV-2600» (Япония). При этом проводилось исследование влияния различных параметров экстракции на выход действующих веществ из сырья данного растения. ТСХ-анализ извлечений из надземной части шлемника хохлатого осуществлялся с использованием хроматографических пла-

стинок «Сорбфил ПТСХ-АФ-А-УФ» в системе растворителей: хлороформ – этиловый спирт – вода (24 : 18 : 2). Детектирование веществ осуществляли просмотром хроматограмм в УФ-свете при длине волны 254 и 366 нм, а также проявлением 1%-ным спиртовым раствором гидроксида натрия.

Для максимального извлечения флавоноидов надземной части шлемника хохлатого концентрацию этилового спирта определяли следующим образом: по 1.0 кг измельченного и просеянного через сито с диаметром отверстий 6 мм сырья помещали в 5 экстракторов объемом по 5 л и заливали их этиловым спиртом различных концентраций (95, 90, 80, 70, 60%) до образования «зеркала» над поверхностью сырья. Экстракцию проводили шестикратно при комнатной температуре ( $25 \pm 2$  °C), производя слив через каждые 6 ч. При этом соотношение сырья и экстрагента при шести экстракциях составило 1 : 13. Объединенные экстракты из каждого экстрактора сливали, отфильтровывали и определяли выход флавоноидов.

Зависимость выхода флавоноидов надземной части шлемника хохлатого от времени экстракции на кипящей водяной бане изучали по следующей методике: по 0.5 кг сырья (размер частиц 0–6 мм) помещали в 4 колбы объемом по 5 л и заливали 3 л 70%-ного этилового спирта. В колбы установили обратные холодильники и проводили экстракции на водяных банях при кипячении на протяжении различного времени (15, 30, 60, 90 мин). При этом соотношение сырья и экстрагента составило 1 : 6. Экстракты из каждого экстрактора сливали, охлаждали до комнатной температуры, отфильтровывали и анализировали выход флавоноидов.

Установление оптимальной степени измельченности сырья определяли следующим образом: сырье измельчали и просеивали через сито с различными диаметрами отверстий (2, 3, 5 мм). Из каждой партии брали по 1.0 кг сырья и загружали в 3 экстрактора объемом по 5 л. Экстракцию проводили 70%-ным этиловым спиртом в условиях аналогичным описанным в первом эксперименте. Объединенные экстракты из каждого экстрактора отфильтровывали и анализировали.

### Обсуждение результатов

Результаты исследований водно-спиртового извлечения методом ТСХ в присутствии РСО изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид свидетельствуют о том, что доминирующим флавоноидом надземной части шлемника хохлатого является изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид. Сравнительное исследование методом УФ-спектроскопии раствора изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид и раствора водно-спиртового извлечения из сырья показывает, что их кривые поглощения коррелируют как в коротковолновой, так и в длинноволновой областях спектров (рис. 2 и 3; 1 – исходный раствор). Подобная корреляция наблюдается и в условиях дифференциальной спектрофотометрии, особенно в длинноволновой области спектра: максимумы поглощения раствора изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид и раствора извлечения из надземной части шлемника хохлатого находится при длине волны 346 нм (рис. 2 и 3; 2 – в присутствии  $AlCl_3$ ). Следовательно, в качестве аналитической длины можно использовать значение 346 нм, а в качестве РСО – изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид.

При разработке методики количественного определения суммы флавоноидов изучали условия экстракции в зависимости от степени измельченности сырья, соотношения сырья и экстрагента, концентрации спирта этилового, времени экстрагирования и полноты комплексообразования с 2%-ным спиртовым раствором алюминия хлорида. Результаты изучения влияния растворителя на полноту извлечения флавоноидов из надземной части шлемника хохлатого показывают, что оптимальным экстрагентом является 70% этиловый спирт (табл. 1).

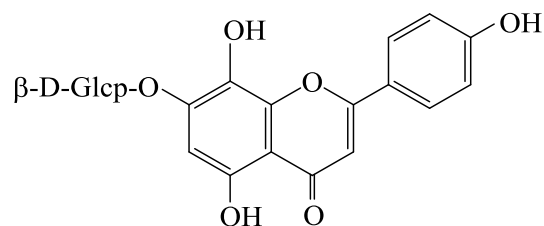


Рис. 1. Изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид

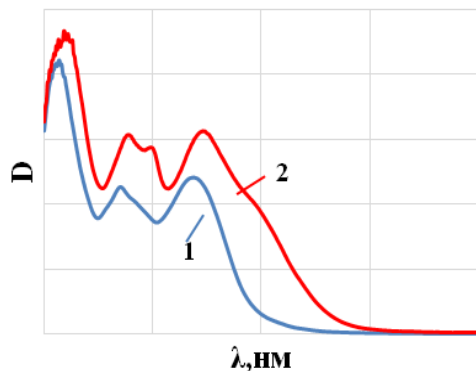


Рис. 2. УФ-спектр спирто-водного извлечения из надземной части шлемника хохлатого:

1 – исходный раствор; 2 – в присутствии  $AlCl_3$

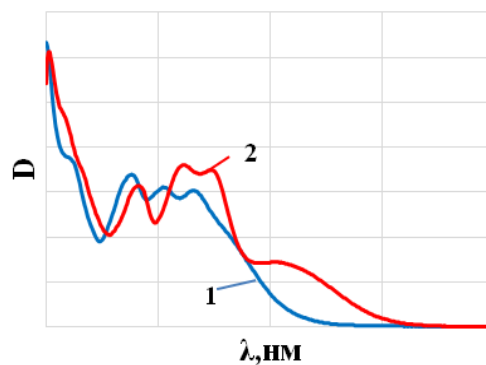


Рис. 3. УФ-спектр спиртового раствора

изоскутеллареин 7-O-β-D-глюкопиранозида:

1 – исходный раствор; 2 – в присутствии  $AlCl_3$

Кроме того, изучение влияния продолжительности экстракции на кипящей водяной бане на процесс извлечения флавоноидов свидетельствует о том, что динамическое равновесие достигается в условиях экстрагирования в течение 60 мин (табл. 2).

Результаты экспериментов показали, что при экстракции измельченного сырья с размерами частиц 2 мм достигается наибольший выход флавоноидов (табл. 3).

Определено, что оптимальным соотношением «сырье – экстрагент» является 1 : 100. Стабильность комплекса определяемой суммы флавоноидов надземной части шлемника хохлатого и РСО изоскутеллареин 7-O-β-D-глюкопиранозида достигается после 40 мин, устойчивость комплекса сохраняется в течение 20–30 мин.

Таким образом, установлено, что оптимальными параметрами экстракции являются: извлечение 70% этиловым спиртом на кипящей водяной бане в течение 60 мин в соотношении «сырье – экстрагент» – 1 : 100, степень измельчения сырья – 2 мм.

Валидационная оценка разработанной методики проводилась по показателям: специфичность, линейность, правильность и воспроизводимость. Специфичность методики определялась по соответствию максимумов поглощения комплекса флавоноидов надземной части шлемника хохлатого и РСО изоскутеллареин 7-O-β-D-глюкопиранозид с алюминием хлоридом. Линейность методики определяли для серии растворов изоскутеллареин 7-O-β-D-глюкопиранозид (с концентрациями в диапазоне от 0.0224 до 0.0718 мг/мл). Коэффициент корреляции составил 0.9875. Для определения метрологических характеристик разработанной методики провели 5 параллельных определений (табл. 4), ошибка метода не превышает 4.67%.

Таблица 1. Зависимость выхода флавоноидов надземной части шлемника хохлатого от концентрации этилового спирта

Концентрация этилового спирта, %	Выход флавоноидов, % от содержания в сырье
95	76.34
90	80.63
80	88.28
70	92.65
60	87.42

Таблица 2. Зависимость выхода флавоноидов надземной части шлемника хохлатого от времени экстракции на кипящей водяной бане

Продолжительность экстракции, мин	Выход флавоноидов, % от содержания в сырье
15	60.63
30	75.42
60	95.74
90	96.25

Таблица 3. Зависимость выхода флавоноидов надземной части шлемника хохлатого от степени измельченности сырья

Размер частиц, мм	Выход флавоноидов, % от содержания в сырье
2	96.67
3	91.28
5	75.63

Правильность методики определяли методом добавок путем добавления раствора изоскутеллареин 7-O-β-D-глюкопиранозида с известной концентрацией (25, 50 и 75%) к испытуемому раствору. При этом средний процент восстановления составил 98.87%. Следовательно, предложенная методика количественного определения флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого отвечает параметрам валидации и может быть использована для оценки доброкачественности растительного сырья – надземной части шлемника хохлатого.

Таблица 4. Метрологические характеристики методики количественного определения суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого

f	x	S	S <sup>2</sup>	P (%)	T (P, t)	ΔX	E, %
5	10.04	0.4015	0.1612	95	2.78	0.4955	4.67

*Методика анализа суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого.* Для приготовления раствора аналитическую пробу растительного сырья измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 2 мм. Около 2 г (точная навеска) измельченного сырья помещают в колбу со шлифом вместимостью 250 мл, прибавляют 100 мл 70% этилового спирта. Колбу закрывают пробкой и взвешивают с точностью до ±0.01, присоединяют к обратному холодильнику и нагревают на кипящей водяной бане (умеренное кипение) в течение 60 мин. После охлаждения до комнатной температуры колбу вновь взвешивают и доводят до первоначальной массы 70% спиртом этиловым. Содержимое колбы фильтруют через воронку диаметром 7 см с вложенным ватным тампоном, отбрасывая первые 20 мл фильтрата.

Испытуемый раствор для анализа флавоноидов готовят следующим образом: 1 мл полученного извлечения помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляют 1 мл 2% спиртового раствора алюминия хлорида и доводят объем раствора до метки 70% этиловым спиртом (испытуемый раствор А). Для приготовления раствора сравнения в другую колбу вместимостью 25 мл помещают 1 мл фильтрата и доводят до метки 70% спиртом этиловым (раствор сравнения А).

Параллельно готовят раствор изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид – стандартного образца.

*Приготовление раствора изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид – стандартного образца.* Около 0.03 г (точная навеска) изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид помещают в мерную колбу вместимостью 50 мл, растворяют в 30 мл 70% этилового спирта при нагревании на водяной бане. После охлаждения содержимого колбы до комнатной температуры доводят объем раствора 70% спиртом этиловым до метки (раствор А изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид). 1 мл раствора А изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид помещают в мерную колбу на 25 мл, прибавляют 1 мл 2% спиртового раствора алюминия хлорида и доводят объем раствора 70% спиртом этиловым до метки (испытуемый раствор Б изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид). Раствор сравнения готовят следующим образом: 1 мл раствора А изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид помещают в мерную колбу на 25 мл и доводят объем раствора до метки 70% спиртом этиловым (раствор сравнения Б изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид).

Измерение оптической плотности проводят при длине волны 346 нм через 40 мин после приготовления всех растворов в кювете с толщиной слоя 10 мм. Параллельно измерили оптическую плотность раствора РСО изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид. Содержание суммы флавоноидов в пересчете на изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид в абсолютно сухом сырье в процентах (X) вычислили по формуле

$$X = \frac{D \cdot K^V}{m} \cdot \frac{m_s}{D_s \cdot K_s^V} \cdot \frac{100}{100 - W} \cdot 100,$$

где D – оптическая плотность исследуемого раствора; D<sub>s</sub> – оптическая плотность раствора стандартного образца изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид; m – масса сырья, г; m<sub>s</sub> – масса стандартного образца изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид, г; K<sup>V</sup> – коэффициент разбавления исследуемого раствора (2500); K<sub>s</sub><sup>V</sup> – коэффициент разбавления раствора стандартного образца изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид (1250); W – потеря в массе при высушивании сырья, %.

С использованием разработанной методики был проанализирован ряд образцов надземной части шлемника хохлатого. При этом было установлено, что содержание суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого варьирует от 9.72 до 10.27%, поэтому рекомендуем показатель содержания суммы флавоноидов в сырье дать не менее 8.0%.

Как известно, содержание суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого в различные вегетационные периоды неодинаково. С целью определения наибольшего содержания суммы флавоноидов и установления оптимального времени заготовки сырья нами было проведено количественное определение суммы флавоноидов в пересчете на изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид по периодам вегетации: бутонизация, цветение, плодоношение (табл. 5).

Как следует из результатов, приведенных в таблице 5, наибольшее содержание суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого наблюдается в период цветения.

Таблица 5. Динамика накопления суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого

Период вегетации	Содержание суммы флавоноидов, %
Бутонизация	9.42
Цветение	10.13
Плодоношение	6.80

### Выводы

1. Разработана методика количественного определения суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого в пересчете на изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид с использованием дифференциальной спектрофотометрии при аналитической длине волны 346 нм.

2. Установлено, что содержание суммы флавоноидов в надземной части шлемника хохлатого варьирует от 9.72 до 10.27%, поэтому рекомендованный показатель содержания суммы флавоноидов в сырье не менее 8.0%.

3. С целью установления оптимального времени заготовки сырья определено содержание суммы флавоноидов в пересчете на изоскутеллареин 7-О-β-D-глюкопиранозид по периодам вегетации растения (бутонизация, цветение, плодоношение) и установлено, что максимальное накопление суммы флавоноидов наблюдается в период цветения (10.13% от массы воздушно-сухого сырья).

### Список литературы

1. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Hippuridaceae* – *Lobeliaceae*. СПб., 1991. С. 85–90.
2. Растительные ресурсы России и сопредельных государств. Часть 1. Сем. *Lycopodiaceae* – *Ephedraceae*. СПб., 1996. С. 303–304.
3. Чмесова И.И. Флавоноиды видов рода *Scutellaria* L. // Растительные ресурсы. 1993. Т. 29. №2. С. 89–99.
4. Shang X., He X., He X., Li M., Zhang R., Fan P., Zhang Q., Jia Z. The genus *Scutellaria* an ethnopharmacological and phytochemical review // *Journal Ethnopharmacology*. 2010. Vol. 128. Pp. 279–313. DOI: 10.1016/j.jep.2010.01.006.
5. Sripathi R., Ravi S. Ethnopharmacology, Phytoconstituents, Essential Oil Composition and Biological Activities of the genus *Scutellaria* // *Journal of Pharmaceutical Science and Research*. 2017. Vol. 9(3). Pp. 275–287.
6. Karimov A.M., Botirov E.Kh. Structural Diversity and State of Knowledge of Flavonoids of the *Scutellaria* L. Genus // *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2017. Vol. 43. N7. Pp. 691–711. DOI: 10.1134/S1068162017070068.
7. Shen J., Li P., Liu Sh., Liu Q., Li Y., Sun Y., He Ch., Xiao P. Traditional uses, ten-years research progress on phytochemistry and pharmacology, and clinical studies of the genus *Scutellaria*. // *Journal Ethnopharmacology*. 2021. Vol. 265. Article 113198. DOI:10.1016/J. JEP.2020.113198.
8. Каримов А.М., Ботиров Э.Х., Маматханов А.У., Сагдуллаев Ш.Ш. Флавоноиды растений рода *Scutellaria* L. Ташкент, 2016. 180 с.
9. Оленников Д.Н., Чирикова Н.К., Танхаева Л.М. Фенольные соединения шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) // *Химия растительного сырья*. 2009. №4. С. 89–98.
10. Литвиненко В.И., Попова Т.П., Воловик В.Г., Гольдберг Е.Д., Дыгай А.М., Суслов Н.И. Фитохимия и фармакологические свойства препаратов шлемника байкальского. Харьков, 2007. 763 с.
11. Malikov V.M., Yuldashev M.P. Phenolic Compounds of Plants of the *Scutellaria* Genus. Distribution, Structure, and Properties // *Chemistry of Natural Compounds*. 2002. Vol. 38. Pp. 473–519. DOI: 10.1023/A:1022180214322.
12. Liu H., Ye F., Sun Q., Liang H., Li Ch., Li S., Lu R., Huang B., Tan W., Lai L. *Scutellaria baicalensis* extract and baicalein inhibit replication of SARS-CoV-2 and its 3C-like protease in vitro // *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*. 2021. Vol. 36. N1. Pp. 497–503. DOI: 10.1080/14756366.2021.1873977.
13. Li-Weber M. New therapeutic aspects of flavones: the anticancer properties of *Scutellaria* and its main active constituents wogonin, baicalein and baicalin // *Cancer Treatment Reviews*. 2009. Vol. 35. Pp. 57–68. DOI: 10.1016/j.ctrv.2008.09.005.
14. Parajuli P., Joshee N., Rimando A., Mittal S., Yadav A.K. In vitro antitumor mechanisms of various *Scutellaria* extracts and constituent flavonoids // *Planta Medica*. 2009. Vol. 75. Pp. 41–48. DOI: 10.1055/s-0028-1088364.
15. Park H.G., Yoon S.Y., Cho J.Y., Lee G.S., Choi J.H., Shin C.Y., Son K.H., Lee Y.S., Kim W.K., Ryu J.H., Ko K.H., Cheong J.H. Anticonvulsant effect of wogonin isolated from *Scutellaria baicalensis* // *European Journal of Pharmacology*. 2007. Vol. 574. Pp. 112–119. DOI: 10.1016/J.EJP.2007.07.011.
16. Woźniak D., Dryś A., Matkowski A. Antiradical and antioxidant activity of flavones from *Scutellaria baicalensis* radix // *Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters*. 2015. Vol. 29(16). Pp. 1567–1570. DOI: 10.1080/14786419.2014.983920.
17. Yu J.Q., Liu H.B., Lei J.C., Tan W.J., Hu X.M., Zou G.L. Antitumor activity of chloroform fraction of *Scutellaria barbata* and its active constituents // *Phytotherapy Research*. 2007. Vol. 21. Pp. 817–822. DOI: 10.1002/ptr.2062.
18. Su Y.L., Huang L., Chen Z.Y. Isolation and elucidation of antioxidant constituents from acetone extract in root of *Scutellaria rehderiana* // *China J. Chinese Material Medicine*. 2004. Vol. 29. Pp. 863–866.

19. Yuldashev M.P. Flavonoids of the epigeal part of *Scutellaria comosa* // Chem. Nat. Comp. 1999. Vol. 35. Pp. 212–213 DOI: 10.1007/BF02234938.
20. Karimov A.M., Ostroushko Yu.V., Botirov E.Kh. Flavone glucosides from the aerial part of *Scutellaria comosa* // Chem. Nat. Compd. 2019. Vol. 55. Pp. 545–546. DOI: 10.1007/s10600-019-02737.
21. Yusupova B., Atazhanov R., Toshmatov I., Abdullaev Sh., Litvinenko V. Flavonoids of the roots of *Scutellaria comosa* // Chem. Nat. Compd. 1995. Vol. 31. P. 144. DOI: 10.1007/BF01167595.
22. Karimov A.M., Bobakulov X.M., Ostroushko Yu.V., Botirov E.Kh., Mamadrahimov A., Abdullaev N.D. Essential oil composition of two species of *Scutellaria aerial* parts // Химия растительного сырья. 2021. №4. С. 139–144. DOI: 10.14258/jcrpm.2021049121.
23. Turginov O.T., Akbarova M.H. Distribution of the Species Genus *Scutellaria* L. (*Lamiaceae*) Flora of the Ferghana Valley // American Journal of Plant Sciences. 2020. Vol. 11. Pp. 1533–1544. DOI: 10.4236/ajps.2020.1110111.
24. Патент № IAP 06277 (РУз). Способ получения средства, обладающего адаптогенным действием / А.М. Каримов, М.А. Маматханова, Э.Х. Батиров, Р.М. Халилов, А.У. Маматханов, Ш.Ш. Сагдуллаев, В.Н. Сыров, С.А. Сасмаков, Ф.Р. Эгамова, З.А. Хушбактова, Ш.А. Эргашева. – 2020.
25. Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений: монография. Самара, 2012. 290 с.

Поступила в редакцию 21 апреля 2022 г.

После переработки 23 мая 2022 г.

Принята к публикации 24 ноября 2022 г.

**Для цитирования:** Маматханова М.А., Эргашева Ш.А., Ботиров Э.Х., Мулюкин М.А., Халилов Р.М., Маматханов А.У. Количественное определение суммы флавоноидов надземной части *Scutellaria comosa* // Химия растительного сырья. 2023. №1. С. 239–246. DOI: 10.14258/jcrpm.20230111301.

Mamatkhanova M.A.<sup>1\*</sup>, Ergasheva Sh.A.<sup>1</sup>, Botirov E.Kh.<sup>1,2</sup>, Mulyukin M.A.<sup>2</sup>, Khalilov R.M.<sup>1</sup>, Mamatkhanov A.U.<sup>1</sup>  
QUANTITATIVE DETERMINATION OF THE SUM OF FLAVONOIDS OF THE ABOVEGROUND PART OF SCUTELLARIA COMOSA

<sup>1</sup> Institute of Chemistry of Plant Substances, AS RUz, ul. Mirzo Ulugbeka, 77, Tashkent, 700170 (Uzbekistan),  
e-mail: munir\_05@mail.ru

<sup>2</sup> Surgut State University, ul. Lenina, 1, Surgut, 628412 (Russia)

As a result of pharmacological studies, it was revealed that the sum of flavonoids from the aboveground part of the plant *Scutellaria comosa* (*Lamiaceae* family) has adaptogenic and antihypoxic effects. For the introduction into medical practice of a drug based on the sum of flavonoids, studies have been conducted on the standardization of raw materials – the aboveground part of the crested helmet. The analysis of plant raw materials by TLC and HPLC methods showed that the dominant flavonoid of the aboveground part of the crested skullcap is isoscutellarein 7-O-β-D-glucopyranoside.

A differential spectrophotometric technique has been developed for the quantitative determination of the sum of flavonoids of the aboveground part of the crested helmet in terms of isoscutellarein 7-O-β-D-glucopyranoside. The optimal parameters for the extraction of vegetable raw materials are: extraction with 70% ethyl alcohol in a boiling water bath for 60 minutes in the ratio "raw material – extractant" – 1 : 100, the degree of grinding of raw materials – 2 mm. It was found that with the differential version of spectrophotometric analysis, the flavonoids – AlCl<sub>3</sub> system reaches equilibrium after 40 minutes. The maximum of the differential absorption spectrum of the alcohol extraction of *Scutellaria comosa* is observed at 346 nm and can be used to analyze this group of compounds.

The content of the sum of flavonoids in the aboveground part of the crested helmet varies from 9.72% to 10.27%. In order to establish the optimal harvesting time of plant raw materials, the content of the sum of flavonoids was determined by the vegetation periods of the plant in terms of isoscutellarein 7-O-β-D-glucopyranoside and it was determined that the maximum accumulation of the sum of flavonoids is observed during the flowering period (10.13% of the weight of air-dry raw materials).

**Keywords:** *Scutellaria comosa*, aboveground, flavonoids, isoscutellarein 7-O-β-D-glucopyranoside, spectrophotometry.

\* Corresponding author.

## References

1. *Rastitel'nyye resursy SSSR. Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye. Semeystva Hippuridaceae – Lobeliaceae.* [Plant resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition, use. Families Hippuridaceae – Lobeliaceae]. St. Petersburg, 1991, pp. 85–90. (in Russ.).
2. *Rastitel'nyye resursy Rossii i sopredel'nykh gosudarstv. Chast' 1. Semeystvo Lycopodiaceae – Ephedraceae.* [Plant resources of Russia and neighboring countries. Part 1. Family Lycopodiaceae – Ephedraceae]. St. Petersburg, 1996, pp. 303–304. (in Russ.).
3. Chemesova I.I. *Rastitel'nyye resursy*, 1993, vol. 29, no. 2, pp. 89–99. (in Russ.).
4. Shang X., He X., He X., Li M., Zhang R., Fan P., Zhang Q., Jia Z. *Journal Ethnopharmacology*, 2010, vol. 128, pp. 279–313. DOI: 10.1016/j.jep.2010.01.006.
5. Sripathi R., Ravi S. *Journal of Pharmaceutical Science and Research*, 2017, vol. 9(3), pp. 275–287.
6. Karimov A.M., Botirov E.Kh. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 2017, vol. 43, no. 7, pp. 691–711. DOI: 10.1134/S1068162017070068.
7. Shen J., Li P., Liu Sh., Liu Q., Li Y., Sun Y., He Ch., Xiao P. *Journal Ethnopharmacology*, 2021, vol. 265, article 113198. DOI: 10.1016/J. JEP.2020.113198.
8. Karimov A.M., Botirov E.Kh., Mamatkhanov A.U., Sagdullayev Sh.Sh. *Flavonoidy rasteniy roda Scutellaria L.* [Flavonoids of plants of the genus *Scutellaria L.*]. Tashkent, 2016, 180 p. (in Russ.).
9. Olennikov D.N., Chirikova N.K., Tankhaeva L.M. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2009, no. 4, pp. 89–98. (in Russ.).
10. Litvinenko V.I., Popova T.P., Volovik V.G., Gol'dberg Ye.D., Dygay A.M., Suslov N.I. *Fitokhimiya i farmakologicheskiye svoystva preparatov shlemnika baykal'skogo.* [Phytochemistry and pharmacological properties of Baikal skullcap preparations]. Kharkov, 2007, 763 p. (in Russ.).
11. Malikov V.M., Yuldashev M.P. *Chemistry of Natural Compounds*, 2002, vol. 38, pp. 473–519. DOI: 10.1023/A:1022180214322.
12. Liu H., Ye F., Sun Q., Liang H., Li Ch., Li S., Lu R., Huang B., Tan W., Lai L. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 2021, vol. 36, no. 1, pp. 497–503. DOI: 10.1080/14756366.2021.1873977.
13. Li-Weber M. *Cancer Treatment Reviews*, 2009, vol. 35, pp. 57–68. DOI: 10.1016/j.ctrv.2008.09.005.
14. Parajuli P., Joshee N., Rimando A., Mittal S., Yadav A.K. *Planta Medica*, 2009, vol. 75, pp. 41–48. DOI: 10.1055/s-0028-1088364.
15. Park H.G., Yoon S.Y., Cho J.Y., Lee G.S., Choi J.H., Shin C.Y., Son K.H., Lee Y.S., Kim W.K., Ryu J.H., Ko K.H., Cheong J.H. *European Journal of Pharmacology*, 2007, vol. 574, pp. 112–119. DOI: 10.1016/J.EJPHAR.2007.07.011.
16. Woźniak D., Dryś A., Matkowski A. *Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters*, 2015, vol. 29(16), pp. 1567–1570. DOI: 10.1080/14786419.2014.983920.
17. Yu J.Q., Liu H.B., Lei J.C., Tan W.J., Hu X.M., Zou G.L. *Phytotherapy Research*, 2007, vol. 21, pp. 817–822. DOI: 10.1002/ptr.2062.
18. Su Y.L., Huang L., Chen Z.Y. *China J. Chinese Material Medicine*, 2004, vol. 29, pp. 863–866.
19. Yuldashev M.P. *Chem. Nat. Comp.*, 1999, vol. 35, pp. 212–213 DOI: 10.1007/BF02234938.
20. Karimov A.M., Ostroushko Yu.V., Botirov E.Kh. *Chem. Nat. Compd.*, 2019, vol. 55, pp. 545–546, DOI: 10.1007/s10600-019-02737.
21. Yusupova B., Atazhanov R., Toshmatov I., Abdullaev Sh., Litvinenko V. *Chem. Nat. Compd.*, 1995, vol. 31, p. 144, DOI: 10.1007/BF01167595.
22. Karimov A.M., Bobakulov X.M., Ostroushko Yu.V., Botirov E.Kh., Mamadrahimov A., Abdullaev N.D. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 4, pp. 139–144. DOI: 10.14258/jcprm.2021049121.
23. Turginov O.T., Akbarova M.H. *American Journal of Plant Sciences*, 2020, vol. 11, pp. 1533–1544. DOI: 10.4236/ajps.2020.1110111.
24. Patent IAP 06277 (RUz). 2020. (in Russ.).
25. Kurkina A.V. *Flavonoidy farmakopeynykh rasteniy: monografiya.* [Flavonoids of pharmacopoeial plants: monograph]. Samara, 2012, 290 p. (in Russ.).

Received April 21, 2022

Revised May 23, 2022

Accepted November 24, 2022

**For citing:** Mamatkhanova M.A., Ergasheva Sh.A., Botirov E.Kh., Mulyukin M.A., Khalilov R.M., Mamatkhanov A.U. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 1, pp. 239–246. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230111301.