

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Научная статья

УДК 615.322

doi: 10.48612/agmu/2022.3.4.49.55

3.4.2. Фармацевтическая химия, фармакогнозия
(фармацевтические науки)

**КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ КАРОТИНОИДОВ
В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ SCUTELLARIA BAICALENSIS GEORGI И
SCUTELLARIA GALERICULATA L.**

*Валерия Валерьевна Уранова¹, Ольга Владимировна Близняк¹, Наталья Аркадьевна Ломтева²,
Марина Владимировна Мажитова¹, Дмитрий Давидович Теплый²

¹Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия

²Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия

Аннотация. Введение. На сегодняшний день изучение каротиноидов является одним из перспективных направлений в медицинской науке. Интерес к данной группе биологически активных веществ основан на выявленных возможностях их применения в лечении и профилактике широкого спектра заболеваний. Основным механизмом действия каротиноидов основан на защите мембраны клеток от воздействия на них свободных радикалов и активных форм кислорода. Богатым источником каротиноидов является растительная пища, в том числе растительное сырье. Поэтому поиск новых растительных источников каротиноидов является одной из первостепенных задач современной медицины. Одними из приоритетных растений для изучения являются *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.*, произрастающие на территории Астраханской области. **Целью исследования** явилось проведение количественного определения суммы каротиноидов в растительном сырье *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.* **Материалы и методы исследования.** Объектом для анализа послужило растительное сырье (надземная часть) *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.*, собранное и заготовленное на территории Астраханской области в сентябре 2019 и 2020 гг. Определение показателей качества и содержания каротиноидов было выполнено согласно требованиям общих фармакопейных и фармакопейных статей Государственной фармакопеи XIV издания. **Результаты исследования.** Определено суммарное содержание каротиноидов нескольких представителей семейства Яснотковых, заготовленные в разные года. Было установлено, что наибольшее содержание каротиноидов характерно для *Scutellaria baicalensis Georgi* (40,16 мг%) в надземной части, заготовленной в 2020 году. **Заключение.** Данные, полученные в ходе исследования, могут быть использованы в качестве обоснования использования данного растительного сырья в качестве источника каротиноидов.

Ключевые слова: каротиноиды, биологически активные вещества, пигмент, биологически активная добавка, ксантофиллы, α и β -каротин, ретинол, растительное сырье, *Scutellaria baicalensis Georgi*, *Scutellaria galericulata L.*

Для цитирования: Уранова В.В., Близняк О.В., Ломтева Н.А., Мажитова М.В., Теплый Д.Д. Количественное определение суммы каротиноидов в растительном сырье *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.* // Прикаспийский вестник медицины и фармации. 2022. Т. 3, № 4. С.49–55. doi: 10.48612/agmu/2022.3.4.49.55

ORIGINAL RESEARCH

Original article

**QUANTITATIVE DETERMINATION OF TOTAL CAROTENOIDS IN PLANT RAW
MATERIALS SCUTELLARIA BAICALENSIS GEORGI
AND SCUTELLARIA GALERICULATA L.**

* © Уранова В.В., Близняк О.В., Ломтева Н.А., Мажитова М.В., Теплый Д.Д., 2022

Valeria V. Uranova¹, Olga V. Bliznyak¹, Natalia A. Lomteva², Marina V. Mazhitova¹, Dmitry D. Teplyy²

¹Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

²Astrakhan State University, Astrakhan, Russia

Abstract. Introduction. Today, the study of carotenoids is one of the promising areas in medical science. Interest in this group of biologically active substances is based on the identified possibilities of their use in the treatment and prevention of a wide range of diseases. The main mechanism of action of carotenoids is based on the protection of the cell membrane from exposure to free radicals and reactive oxygen species. A rich source of carotenoids is plant foods, including plant raw materials. Therefore, the search for new plant sources of carotenoids is one of the primary tasks of modern medicine. Some of the priority plants for study are *Scutellaria baicalensis* Georgi and *Scutellaria galericulata* L., growing in the Astrakhan region. The purpose of the study was to quantify the sum of carotenoids in the plant raw materials *Scutellaria baicalensis* Georgi and *Scutellaria galericulata* L. **Research materials and methods.** The object for analysis was the plant raw materials (aboveground part) *Scutellaria baicalensis* Georgi and *Scutellaria galericulata* L., collected and prepared in the Astrakhan region in September 2019 and 2020. The determination of quality and carotenoid content indicators was carried out in accordance with the requirements of the general pharmacopoeial and pharmacopoeial articles of the State Pharmacopoeia of the XIV edition. **Study results.** The total content of carotenoids of several representatives of the Yasnotkovs family, prepared in different years, was determined. It was found that the highest carotenoid content is typical for *Scutellaria baicalensis* Georgi (40.16 mg%) in the aboveground part harvested in 2020. **Conclusion.** The data obtained during the study can be used as a justification for the use of this vegetable raw material as a source of carotenoids.

Key words: carotenoids, biologically active substances, pigment, biologically active additive, xanthophylls, α and β -carotene, retinol, plant raw materials, *Scutellaria baicalensis* Georgi, *Scutellaria galericulata* L.

For citation: Uranova V.V., Bliznyak O.V., Lomteva N.A., Mazhitova M.V., Teplyy D.D. Quantitative determination of the amount of carotenoids in plant raw materials of *Scutellaria baicalensis* Georgi and *Scutellaria galericulata* L. Caspian Journal of Medicine and Pharmacy. 2022; 3 (4). P. 49–55. doi: 10.48612/agmu/2022.3.4.49.55 (In Russ).

Введение. Каротиноиды представляют собой биологически активные соединения, относящиеся к группе природных пигментов, синтезирующихся как в прокариотических, так и в эукариотических клетках. Они оказывают существенное влияние на структурную организацию фотосинтетических мембран и являются основой зрительных пигментов, реализующих базовые реакции цветоощущения [1]. Использование каротиноидов в фармацевтической и парафармацевтической практике является основой для производства природных красителей, биологически активных добавок (БАД), парфюмерной и косметической продукции [2].

Существует большое разнообразие каротиноидов, которые включают в себя две основные группы структурно близких веществ: каротины и ксантофиллы. Основным представителем каротинов является β -каротин, а ксантофиллов – разнообразные группы окисленных каротинов [3]. Особый интерес представляют различные модификации данных компонентов, поскольку именно они определяют специфичность синтеза и функционирование отдельных молекул каротиноидов. Например, известно, что β -каротин содержится у бактерий, грибов и большинства фотосинтезирующих организмов, в то время как α -каротин будет синтезироваться в хлоропластах водорослей и высших растений, имеющих две фотосистемы [4]. Именно поэтому проведение исследований, направленных на специфическое изучение схемы синтеза каротиноидов и локализации их отдельных групп в растительном сырье, является актуальным направлением современной медицинской науки [5].

Обзор литературы. Богатым источником каротиноидов является растительная пища, в том числе растительное сырье, которое содержит в своем составе разнообразные группы ксантофиллов, являющихся основными функциональными центрами ненасыщенных углеводов и их кислородсодержащих производных. Согласно литературным данным растения семейства Яснотковых (Lamiaceae) обладают богатым химическим составом и широким диапазоном биологической активности. Приоритетными растениями для изучения являются Шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis* Georgi) и Шлемник обыкновенный (*Scutellaria galericulata* L.), которые, как и все эукариоты, обладающие оксигенным фотосинтезом, накапливают каротиноиды в основном в

надземной части [6]. Кроме того, современные исследования каротинов и ксантофиллов виолаксантинового цикла доказали, что они обладают антиоксидантной активностью и участвуют в образовании пигмент-белкового комплекса фотосистем I и II [7].

Большинство каротиноидов обладает специфическим терпеноидным строением, углеродный скелет которых построен из восьми единиц изопентенилдифосфата. Основополагающую роль в биосинтезе и определении стабильности молекулы каротиноида играет его изомерная структура. В природе представители данного класса биологически активных соединений представлены как в цис-, так и в транс-форме. При этом цис-изомеры являются наиболее нестабильными, что приводит к образованию смеси изомеров, благодаря действию фотосенсибилизаторов. Более стабильные транс-изомеры имеют высокую оптическую плотность и точку плавления. Представленные характеристики позволяют определить влияние конфигурации молекул на биосинтез и локализацию каротиноидов [8].

Согласно литературным данным биохимический процесс образования каротиноидов в сырье *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.*, протекает по двум альтернативным путям биосинтеза, предполагающим разные исходные метаболиты, при этом этапы остаются неизменными. Образование каротиноидов может протекать по ацетатно-мевалонатному пути, образуя изопентенилдифосфат (ИПДФ) и диметилаллилдифосфат (ДМАДФ), и по глицеральдегидфосфат-пируватному пути, способствуя формированию гидроксипентилтиаминдифосфата и глицеральдегид-3-фосфата [9]. К основным этапам образования каротиноидов в растительной клетке относят: синтез изопреноидов, формирование дитерпенов, синтез фитоина, дегидрирование, циклизация и гидроксильрование. Так образуются циклические ксантофиллы высших растений [10].

Наиболее важными циклическими производными каротиноидов для человека являются β -каротин (рис. 1), α -каротин (рис. 2) и криптоксантин (рис. 3), которые являются предшественниками витамина А, а также лютеин (рис. 4) и ликопин (рис. 5), обладающие выраженной антиоксидантной активностью, не являясь предшественниками витамина А [11].

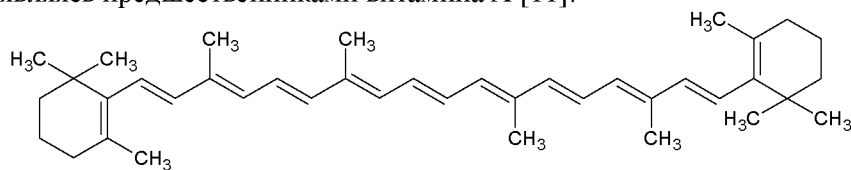


Рис. 1. Структурная формула β -каротина
Fig. 1. Structural formula of β -carotene

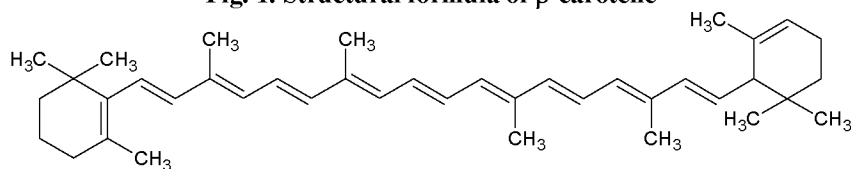


Рис. 2. Структурная формула α -каротина
Fig. 2. Structural formula of α -carotene

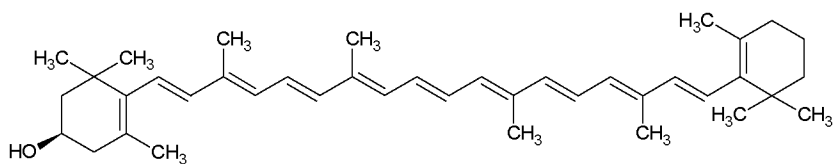


Рис. 3. Структурная формула криптоксантина
Fig. 3. Structural formula of cryptoxanthin

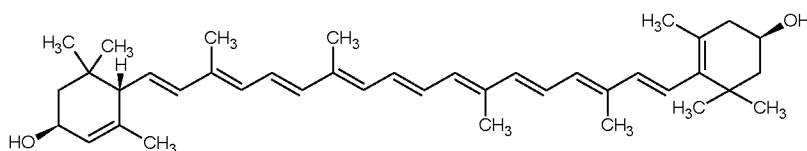


Рис. 4. Структурная формула лютеина
Fig. 4. Structural formula of lutein

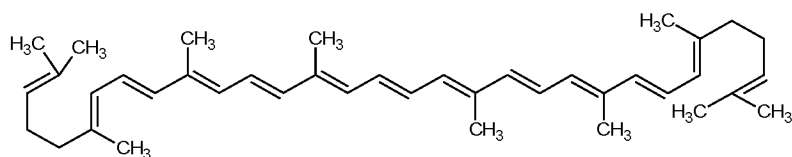


Рис. 5. Структурная формула ликопина
Fig. 5. Structural formula of lycopene

При недостатке каротиноидов в организме человека страдает темновая адаптация сетчатки, что влечет за собой развитие гемералопии. Без 11-цис-ретинала и опсина разрушаются наружные сегменты палочек. Зрение восстанавливается только через несколько недель систематического приема каротиноидов, а в частности, ретинола. Также он участвует в синтезе прогестерона и других стероидов, сперматогенезе, ослабляет эффекты тиреоидных гормонов. Кроме того, ретинол оказывает противоопухолевое действие при эпителиальных и мезенхимных опухолях легких, мочевого пузыря, молочных желез и кожи, слабее подавляет метастазирование. Он усиливает дифференцировку опухолевых клеток в морфологически зрелые клетки. Ослабляя связи между опухолевыми клетками, он тормозит перенос маннозы на гликопротеины клеточных мембран, нарушая их межклеточное взаимодействие. Немаловажным является эффект усиления противоинфекционного иммунитета, который приводит к усилению фагоцитоза, синтеза антител, интерферонов, лизоцима и секреторного иммуноглобулина А [1, 2, 3, 12].

Представленные фармакологические эффекты использования каротиноидов в медицинской практике определяют необходимость постоянного мониторинга содержания данных веществ в рационе человека. Поскольку данные вещества приобретают активную форму в организме человека, но не синтезируются в нем, то их поступление должно коррелироваться разнообразным питанием, либо применением БАД к пище, содержащих поливитаминный комплекс [3, 11].

Одной из самых распространенных и удобных лекарственных форм, полученных из растительного сырья, являются экстракты. В медицинской практике они применяются как самостоятельные лекарственные препараты, так и для проведения комплексной терапии при лечении различных заболеваний. Поэтому перспективным направлением является получение экстракта из растительного сырья *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.*, поскольку богатый химический состав данного растения включает в себя широкий спектр БАВ, в том числе и каротиноиды [9, 10, 13].

Цель: провести количественное определение суммы каротиноидов в растительном сырье (надземной части) *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.*

Материалы и методы исследования. Объектом для анализа послужило растительное сырье (надземная часть) *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.*, собранное и заготовленное на территории Астраханской области по требованиям ОФС.1.5.1.0001.15 «Лекарственное растительное сырье». Сбор осуществлялся в начале сентября 2019 и 2020 годов. Сушили сырье в хорошо вентилируемом помещении без попадания солнечных лучей по условиям общей фармакопейной статьи (ОФС) 1.5.1.0001.15 «Лекарственное растительное сырье». Заготовленное сырье хранили, следуя рекомендациям ОФС 1.1.0011.15 «Хранение лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов». Взятие проб для проведения анализов проводили, следуя этапам, указанным в ОФС.1.1.0005.15 «Отбор проб лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов». Показатель влажности определяли по способу отгонки гравиметрическим методом согласно методике, указанной в ОФС 1.5.3.0007.15 «Определение влажности лекарственного растительного сырья». Содержание общей золы и золы, нерастворимой в 10% хлороводородной кислоте находили согласно ОФС.1.2.2.2.0013.15 «Зола общая» и 1.5.3.0005.15 «Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте» гравиметрическим методом по способу термогравиметрии. Количественное определение каротиноидов в мг% определяли спектрофотометрическим методом по методике, представленной фармакопейной статье (ФС) 2.5.0106.18 «Шиповника плоды» [14]. Статистическая обработка было проведена согласно функциональным возможностям программного пакета «Statistica 10».

Результаты исследования и их обсуждения. Авторами работы была поставлена задача определить, насколько целесообразно использовать сырье *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.* в медицинской практике с целью улучшения показателей содержания каротиноидов. Для этого было проведено исследование, результаты которого могут быть использованы в дальнейшем изучении комплексного химического состава Шлемника обыкновенного и Шлемника байкальского и его активного применения в фармацевтической и медицинской практиках.

Наряду с определением содержания каротиноидов в надземной части *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.* получали ряд показателей, которые характеризуют качество растительного сырья: влажность (W , %), зола общая (X , %) и нерастворимая в хлористоводородной кислоте (X_{HCl} , %). Показатели определяли в лабораторных условиях в пяти повторениях. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные показатели растительного сырья *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.*
Table 1. The main indicators of plant raw materials *Scutellaria baicalensis Georgi* and *Scutellaria galericulata L.*

Растение	Год сбора	W , %	(X) , %	(X_{HCl}) , %
<i>Scutellaria baicalensis Georgi</i>	2019	8,58±0,44	6,29±0,27	1,97±0,17
	2020	9,16±0,51	5,97±0,33	1,89±0,14
<i>Scutellaria galericulata L.</i>	2019	7,22±0,36	7,01±0,40	1,14±0,09
	2020	6,87±0,47	5,55±0,38	1,77±0,11

Содержание каротиноидов (X_k мг%) в надземной части *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.*, представлено в таблице 2.

Таблица 2. Содержание каротиноидов в надземной части *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.*

Table 2. The content of carotenoids in the aerial parts of *Scutellaria baicalensis Georgi* and *Scutellaria galericulata L.*

Растение	Год сбора	(X_k) мг%
<i>Scutellaria baicalensis Georgi</i>	2019	35,08±1,59
	2020	40,16±1,71
<i>Scutellaria galericulata L.</i>	2019	31,76±1,37
	2020	38,47±1,55

Исходя из данных таблицы 1, можно сделать вывод о некоторых показателях качества, изучаемого растительного сырья (надземной части) *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.* Показатель влажности надземной части лежит в пределах от 6,87 до 9,16 %, что соответствует требованиям Государственной Фармакопеи (ГФ) (не более 14%). Содержание общей золы варьируется в интервале 5,55 - 7,01% (не более 12%) и золы, нерастворимой в 10% хлороводородной кислоте 1,14 - 1,97% (не более 3%), также отвечают условиям нормативной документации.

Результаты количественного определения содержания каротиноидов в надземной части *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.* свидетельствуют о их достаточном наличии (мг%). Согласно полученным данным интервал содержания составляет 31,76 - 40,16 мг%. Максимальное количество каротиноидов определено в растительном сырье *Scutellaria baicalensis Georgi*, что соответствует 40,16 мг% в надземной части, заготовленной в 2020 году.

Вывод. Результаты исследования, представленные в таблице 2 позволяют сделать вывод о том, что в качестве источника каротиноидов возможно применение растительного сырья *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.* Кроме того, данные растения могут быть востребованными для применения в медицинской практике, благодаря их разнообразному химическому составу. Определение содержания каротиноидов и полученные результаты применимы в качестве информационного поля для дальнейшего изучения различных фракций, полученных из растительного сырья *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.* Кроме того, возможно изучение применения изучаемого экстракта наравне с синтетическими препаратами, обладающими более сильными фармакологическими эффектами.

Заключение. Исходя из полученных результатов, можем сделать вывод о том, что растительное сырье (надземная часть) *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.* является источником каротиноидов. Данные, полученные опытным путем, представляют не только научный интерес, но и имеют практическое значение для нутрициологии и фармации, что позволяет наметить перспективу дальнейшего изучения растительного сырья *Scutellaria baicalensis Georgi* и *Scutellaria galericulata L.*, как объекта для создания БАД, обогащенной каротиноидами.

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список источников

1. Staruhina A. O., Popova A. S., Zaitsev V. G. The Quantification of Chlorophylls and Carotenoids in the Same Sample of an Individual Condition Assessment of Agricultural Plant's Seedlings // Научно-агрономический журнал. 2021. № 2(113). P. 18-22.

2. Смоликова Г. Н., Медведев С. С. Каротиноиды семян: синтез, разнообразие и функции // Физиология растений. 2015. Т. 62. № 1. С. 3.

3. Колдаев В. М., Кропотов А. В. Каротиноиды в практической медицине // Тихоокеанский медицинский журнал. 2022. № 1(87). С. 65-71.

4. Абдуллина Р. Г., Денисова С. Г., Пупыкина К. А., Шигапов З. Х. Содержание каротиноидов в плодах некоторых представителей рода *Sorbus* L. При интродукции // Химия растительного сырья. 2020. № 1. С. 229-235.

5. Ивахнов А. Д., Скребец Т. Э., Боголицын К. Г. Сверхкритическая флюидная экстракция хлорофиллов и каротиноидов *Laminaria digitata* // Химия растительного сырья. 2014. № 4. С. 177-182.

6. Чирикова Н. К., Оленников Д. Н., Танхаева Л. М. Определение количественного содержания флавоноидов в надземной части шлемника байкальского (*Scutellaria Baicalensis* Georgi) // Химия растительного сырья. 2009. № 4. С. 99-105.

7. Оленников Д. Н., Чирикова Н. К., Танхаева Л. М. Фенольные соединения шлемника байкальского (*Scutellaria Baicalensis* Georgi) // Химия растительного сырья. 2009. № 4. С. 89-98.

8. Маслова Т. Г., Марковская Е. Ф., Слемнев Н. Н. Функции каротиноидов в листьях высших растений (обзор) // Журнал общей биологии. 2020. Т. 81. № 4. С. 297-310.

9. Дудецкая Н. А., Теслов Л. С., Анисимова Н. А. Флавоноидный состав видов рода *Scutellaria* (Lamiaceae) флоры России // Растительные ресурсы. 2010. Т. 46. № 2. С. 159-174.

10. Дудецкая Н. А., Теслов Л. С., Сипкина Н. Ю. Состав и содержание фенольных соединений в надземной части *Scutellaria galericulata* (Lamiaceae) // Растительные ресурсы. 2011. Т. 47. № 4. С. 95-104.

11. Кузнецова, Т. А. Никитина М. С., Севастьянова А. Д. Направленное культивирование *Chlorella sorokiniana* с целью увеличения синтеза каротиноидов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. Т. 81. № 4(82). С. 34-39.

12. Дейнека В. И., Буржинская Т. Г., Дейнека Л. А., Блинова И. П. Определение каротиноидов плодов томатов различной окраски // Журнал аналитической химии. 2021. Т. 76. № 2. С. 135-142.

13. Тринеева О. В., Сливкин А. И., Сафонова Е. Ф. Определение гидроксикоричных кислот, каротиноидов и хлорофилла в листьях крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) // Химия растительного сырья. 2015. № 3. С. 105-110.

14. Государственная фармакопея XIV издание. – 2018. – Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopoea.php>, свободный (дата обращения 25.09.2022).

References

1. Staruhina A. O., Popova A. S., Zaitsev V. G. The Quantification of Chlorophylls and Carotenoids in the Same Sample of an Individual Condition Assessment of Agricultural Plant's Seedlings // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. 2021;2(113):18-22.

2. Smolikova G. N., Medvedev S. S. Seed carotenoids: synthesis, diversity and functions // Plant Physiology. 2015;62(1):3. (In Russ.).

3. Koldaev V. M., Kropotov A. V. Carotenoids in practical medicine // Pacific Medical Journal. 2022;1(87):65-71. (In Russ.).

4. Abdullina R. G., Denisova S. G., Pupy`kina K. A., Shigapov Z. X. The content of carotenoids in the fruits of some representatives of the genus *Sorbus* L. During introduction // Chemistry of plant raw materials. 2020; 1: 229-235. (In Russ.).

5. Ivaxnov A. D., Skrebecz T. E., Bogolicyn K. G. Supercritical fluid extraction of chlorophylls and carotenoids of *Laminaria digitata* // Chemistry of plant raw materials. 2014; 4: 177-182. (In Russ.).
6. Chirikova N. K., Olennikov D. N., Tanxaeva L. M. Determination of the quantitative content of flavonoids in the aerial part of the Baikal skullcap (*Scutellaria Baicalensis* Georgi) // Chemistry of plant raw materials. 2009; 4: 99-105. (In Russ.).
7. Olennikov D. N., Chirikova N. K., Tanxaeva L. M. Phenolic compounds of the Baikal skullcap (*Scutellaria Baicalensis* Georgi) // Chemistry of plant raw materials. 2009; 4: 89-98. (In Russ.).
8. Maslova T. G., Markovskaya E. F., Slemnev N. N. Functions of carotenoids in the leaves of higher plants (review) // Journal of General Biology. 2020;81(4):297-310. (In Russ.).
9. Dudeczkaya N. A., Teslov L. S., Anisimova N. A. Flavonoid composition of species of the genus *Scutellaria* (Lamiaceae) of the Russian flora // Plant Resources. 2010. T. 46. № 2. S. 159-174. (In Russ.).
10. Dudeczkaya N. A., Teslov L. S., Sipkina N. Yu. Composition and content of phenolic compounds in the aerial part of *Scutellaria galericulata* (Lamiaceae) // Plant Resources. 2011;47(4):95-104. (In Russ.).
11. Kuzneczoza, T. A. Nikitina M. S., Sevast'yanova A. D. Directed cultivation of *Chlorella sorokiniana* to increase the synthesis of carotenoids // Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019;4(82):34-39. (In Russ.).
12. Dejneka V. I., Burzhinskaya T. G., Dejneka L. A., Blinova I. P. Determination of carotenoids in tomato fruits of various colors // Journal of Analytical Chemistry. 2021;76(2):135-142. (In Russ.).
13. Trineeva O. V., Slivkin A. I., Safonova E. F. Determination of hydroxycinnamic acids, carotenoids and chlorophyll in the leaves of nettle (*Urtica dioica* L.) // Chemistry of plant raw materials. 2015; 3: 105-110. (In Russ.).
14. State Pharmacopoeia XIV edition. - 2018. - Access mode: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>, free (accessed 25.09.2022). (In Russ.).

Информация об авторах

V.V. Уранова, ассистент кафедры химии фармацевтического факультета, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: fibi_cool@list.ru.

Н.А. Ломтева, доктор биологических наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой физиологии, морфологии, генетики и биомедицины, Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева, Астрахань, Россия, e-mail: molecula01@yandex.ru.

О.В. Близняк, студентка IV курса фармацевтического факультета, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: olhabliznyak@yandex.ru.

М.В. Мажитова, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой химии фармацевтического факультета, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: marinamazhitova@yandex.ru.

Д.Д. Теплый, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Совместной лаборатории по исследованию роли апоптоза в формировании нейроэндокринной системы, Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева, Астрахань, Россия, e-mail: dima.teplyi@yandex.ru.

Information about the authors

V.V. Uranova, Assistant of Department of Chemistry of the Pharmaceutical Faculty, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: fibi_cool@list.ru.

N.A. Lomteva, Dr. Sc. (Biol.), Associate Professor, and. about. Head of the Department of Physiology, Morphology, Genetics and Biomedicine, Astrakhan State University. V. N. Tatishcheva, Astrakhan, Russia, e-mail: molecula01@yandex.ru.

O.V. Bliznyak, fourth-year student of the Faculty of Pharmacy, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: olhabliznyak@yandex.ru.

M.V. Mazhitova, Dr. Sc. (Biol.), Head of the Department of Chemistry of the Pharmaceutical Faculty, Associate Professor, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: marinamazhitova@yandex.ru.

D.D. Teplyi, Cand. Sci (Biol.), Senior Scientific Researher, Joint Laboratory for the Study the Role of Apoptosis in the Formation of the Neuroendocrine System, Astrakhan State University. V. N. Tatishcheva, Astrakhan, Russia, e-mail: dima.teplyi@yandex.ru.*

* Статья поступила в редакцию 08.10.2022; одобрена после рецензирования 24.11.2022; принята к публикации 07.12.2022.

The article was submitted 08.10.2022; approved after reviewing 24.11.2022; accepted for publication 07.12.2022