

10. Khairallah, A. Descemet stripping automated endothelial keratoplasty (DSAEK) versus repeat penetrating keratoplasty (PKP) to manage eyes with failed corneal graft/A. Khairallah // Ann Saudi Med. 2018, vol. 38, № 1, p.36-41. doi: 10.5144/0256-4947.2018.36.
11. Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty for Failed Penetrating Keratoplasty: Influence of the Graft–Host Junction on the Graft Survival Rate. / T. Omoto [et al.] // Cornea. 2018, vol. 37, № 4, p. 462-465. doi:10.1097/ICO.0000000000001531.
12. Trufanov, S.V. Modern endothelial keratoplasty-based options for visual rehabilitation of patients with bullous keratopathy and concomitant glaucoma / S.V. Trufanov, S.A. Malozhen // Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii. 2014, №2, p. 27-31. (In Russ.).
13. Clinical outcome of Descemet stripping automated endothelial keratoplasty in 18 cases with iridocorneal endothelial syndrome / M. Ao [et al.] // Eye (Lond). 2018, vol. 32, № 4, p. 679-686. doi: 10.1038/eye.2017.282.
14. Yuhananova, A.V. Features of surgical treatment of posterior lamellar keratoplasty in patients with avitia and irido-lenticular aperture (clinical cases) / A.V. Yuhananova, I.M. Gorshkov, A.N. Pashtae // Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii = Modern technologies in ophthalmology. 2018, №4, p. 290-293. (In Russ.).
15. New Graft Inserter for Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty / T. Toyama [et al.] // Cornea. 2014, vol. 33, №4, p.432-435. doi: 10.1097/ICO.000000000000073.

УДК 615.322:665.53:582.628.2
© Коллектив авторов, 2018

Ю.А. Морозов¹, К.А. Пупыкина², Н.В. Благоразумная³, А.М. Алиев⁴, Е.В. Морозова¹
**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УГЛЕКИСЛОТНЫХ ЭКСТРАКТОВ
ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ЛИМОННИКА КИТАЙСКОГО: ЛИСТЬЕВ,
ДЕРЕВЯНИСТЫХ СТЕБЛЕЙ, КОРНЕВИЩ С КОРНЯМИ**

¹ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова», г. Владикавказ

²ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Уфа

³Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО ВолГМУ
Минздрава России, г. Пятигорск

⁴ФГБУН «Институт физики им. Х.И. Амирханова» Дагестанского научного центра
Российской академии наук, г. Махачкала

Настоящая работа посвящена исследованию компонентного состава углекислотных экстрактов, полученных из различного растительного сырья лимонника китайского (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.): ветвей (деревянистых стеблей), корневищ с корнями и листьев. Углекислотное экстрагирование проводили в сверхкритических условиях. Наибольший выход экстракта в пересчете на абсолютно сухое сырье зафиксирован из корневищ с корнями – 4,87%; из ветвей – 2,60%; из листьев выход наименьший – 2,00%. Сравнительный анализ компонентного состава полученных углекислотных экстрактов проведен с помощью метода газовой хроматографии / масс-спектрометрии. В сверхкритическом углекислотном экстракте листьев обнаружено 36 соединений (2 вещества не идентифицированы), одревесневших стеблей – 43 соединения (3 вещества не идентифицированы), корневищ с корнями – 36 соединений (2 вещества не идентифицированы). Компонентный состав экстрактов представлен летучими соединениями – эфирные масла (терпены: монотерпены, сесквитерпены; терпеноиды: спирты, эфиры, кетоны) и нелетучими соединениями (карбоновые кислоты и лигнаны). Для каждого образца исследуемых экстрактов установлены вещества-маркеры.

Ключевые слова: лимонник китайский, углекислотная экстракция, лигнаны.

Yu.A. Morozov, K.A. Pupykina, N.V. Blagorazumnaya, A.M. Aliev, E.V. Morozova
**COMPARATIVE ANALYSIS OF CARBON DIOXIDE EXTRACTS FROM PLANT
MATERIAL OF SCHISANDRA CHINENSIS: LEAVES, WOODY STEMS, RHIZOMES
WITH ROOTS**

This work is devoted to the study of the component composition of carbon dioxide extracts obtained from various plant raw materials of *Schisandra chinensis* (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.): branches (woody stems), rhizomes with roots and leaves. Carbon dioxide extraction was performed under supercritical conditions. The highest yield of the extract on oven-dry basis is fixed from rhizomes with roots – 4.87 %; then from the branches – 2.60 %; the lowest yield is from the leaves – 2.00 %. A comparative analysis of the component composition of the obtained carbon dioxide extracts was carried out using the method of gas chromatography / mass spectrometry. In supercritical carbon dioxide leaf extract 36 compounds were found (2 substances were not identified), lignified stems – 43 compounds (3 substances were not identified), rhizomes with roots – 36 compounds (2 substances were not identified). The component composition of the extracts is represented by volatile compounds-essential oils (terpenes: monoterpenes, sesquiterpenes; terpenoids: alcohols, esters, ketones) and non-volatile compounds (carboxylic acids and lignans). For each test sample the marker substance were established.

Key words: *Schisandra chinensis*, carbon dioxide extraction, lignans.

В настоящее время плоды и семена лимонника китайского (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill) семейства лимонниковых (Schisandraceae Blume) в качестве лекарственного растительного сырья (ЛРС) включены в Госу-

дарственную фармакопею Российской Федерации XIV издания [1].

Лекарственные препараты из указанного ЛРС издавна применяются в официальной медицине в качестве классических адаптоге-

нов, повышающих физическую активность, выносливость и работоспособность [2].

В народной медицине применяют все части растения: подземные (корневища с корнями) и надземные (плоды, семена, листья, одревесневшие стебли) [3].

В Тихоокеанском океанологическом институте им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения РАН получен полифенольный продукт из гребней (осевая часть соцветия, освобожденная от ягод) лимонника китайского, запатентованный как гепатопротектор (патент № 2179031 приоритет от 19.10.2000 г.) и зарегистрированный в качестве биологически активной добавки под торговой маркой «Экликит» (2000721209 от 18.08.2000) [4].

В работах ученых Воронежского государственного университета приводятся результаты фармакогностического анализа листьев лимонника китайского [5, 6].

На базе Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России разработана технология и предложены нормы качества жидкого экстракта из листьев лимонника китайского [7].

Химический состав различного вида сырья лимонника китайского представлен разнообразными группами биологически активных

веществ (БАВ): витаминами, органическими кислотами, флавоноидами, жирами, эфирными маслами и углеводами. Основной фармакологический эффект растения связывают с высоким содержанием дибензоциклооктановых лигнанов, которые обнаружены как в надземных, так и в подземных его органах [8].

Нами предложена ресурсосберегающая технология получения из лимонника китайского семян эфирного масла и углекислотного экстракта в сверхкритических (СК) условиях (СК CO₂-экстракт; заявка на изобретение № 2018108492, приоритет от 07.03.2018).

Целью настоящей работы явились получение СК CO₂-экстрактов из ветвей, корневищ с корнями и листьев лимонника китайского и исследование их компонентного состава.

Материал и методы

Основные сведения об используемом растительном сырье лимонника китайского и методе получения из него СК CO₂-экстрактов приведены в табл. 1 и 2.

Одревесневшие стебли (ветви) и корневища с корнями заготавливались в фазу сокодвижения, листья в фазу цветения. Растительное сырье высушивалось до остаточной влажности (табл. 1) и измельчалось вручную до размера частиц, проходящих сквозь сито диаметром 3-5 мм.

Таблица 1

Характеристика исследуемого растительного сырья лимонника китайского		
Наименование сырья	Место заготовки	Влажность сырья, %
Ветви	ООО ССХП «Женьшень» (Россия, Брянская область, Унечский район, д. Пески)	5,06
Корневища с корнями		4,98
Листья		4,40

Таблица 2

Характеристика исследуемых СК CO ₂ -экстрактов растительного сырья лимонника китайского					
Наименование сырья	Место получения	Используемое оборудование	Параметры экстракции		Выход экстракта, %
Ветви	ООО НИЦ ЭР «ГОРО» (Россия, г. Ростов-на-Дону)	(КОЭРС1, КОЭРС2, АСКЭР1, АСКЭР2):КОЭРС1	Время, мин	60	2,60
Корневища с корнями			Температура, °С	60	4,87
Листья			Давление, атм.	300	2,00

Компонентный состав экстрактов определяли методом хромато-масс-спектрометрии на приборе Shimadzu GCMS-QP2010plus на колонке Supelco SLBTM-5ms (30m × 0,25mm × 0,25µm) в режиме «split». В качестве газ-носителя использовался гелий, чистотой 99,9999%, со скоростью потока 1 мл/мин. Температуру колонки поднимали от 60 °С (выдержка 4 мин) до 150 °С со скоростью 10 °С/мин, далее до 280 °С со скоростью 5 °С/мин и выдерживали в течение 10 мин. Температура инжектора была 280 °С, а интерфейса и детектора 250 °С. Ионизация электронным ударом с энергией электронов 70 эВ.

Ток эмиссии катода 60 мкА, диапазон регистрируемых ионов с m/z 45 – 500. Проба перед анализом разводилась в н-гексане в 1000 раз; 1 мкл разведенной пробы вводился в прибор с делением потока 1:40 [10].

Процентный состав СК CO₂-экстрактов вычисляли по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Идентификация компонентов проводилась по линейным индексам удерживания при совпадении масс-спектров с вероятностью 95% и выше; использовались лицензионные библиотеки масс-спектров NIST08 и FFNSC [11-13].

Результаты и обсуждение

Полученные СК CO₂-экстракты представляли собой светло-желтые пастообразные массы с приятным запахом характерным для лимонника китайского. Как видно из данных,

представленных в табл. 1, наибольший выход продукта соответствует корневищам с корнями, выход экстракта из листьев в 2 раза меньше. Общий вид хроматограмм приведен на рисунке.

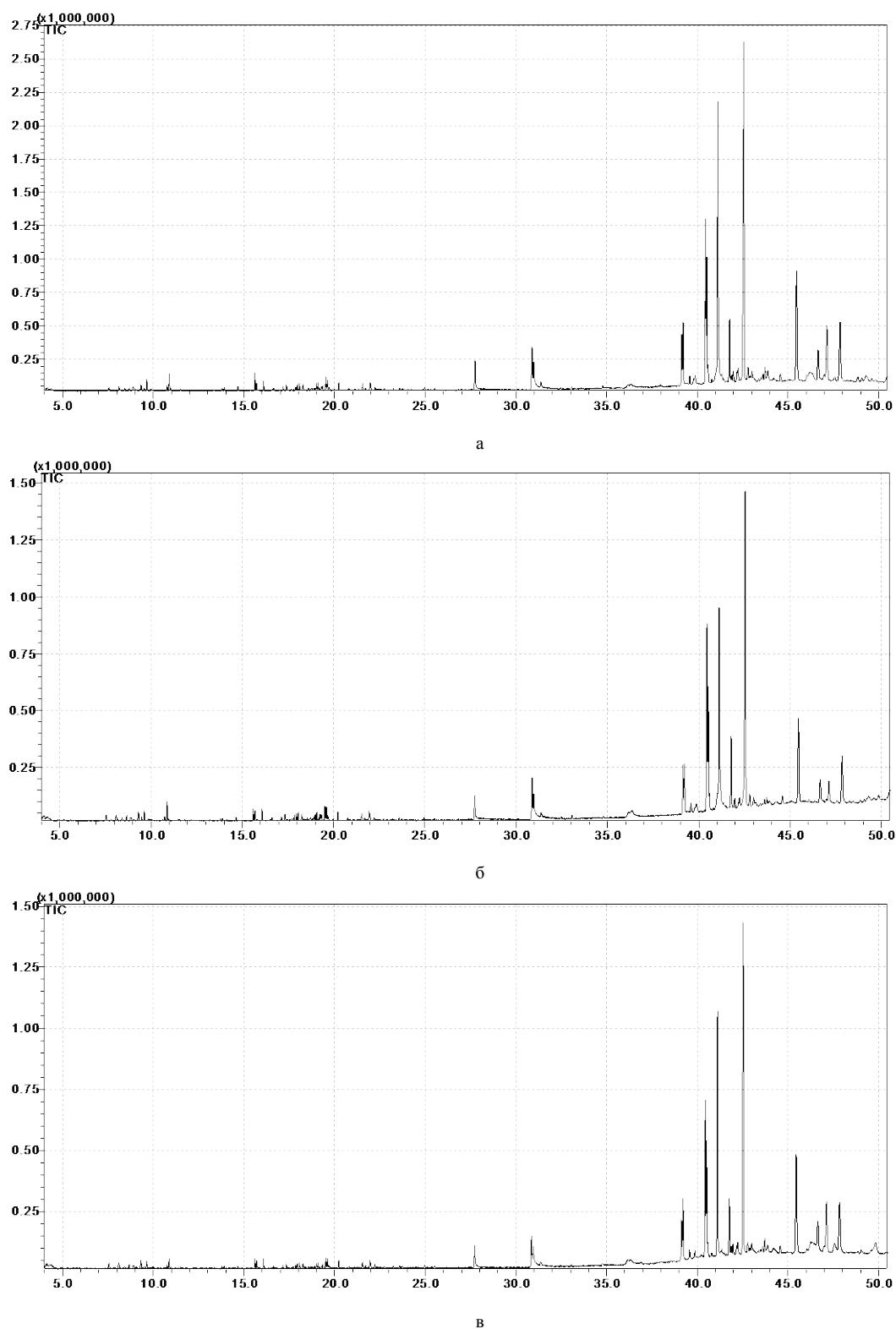


Рис. Хроматограмма СК CO₂-экстрактов лимонника китайского:
а – из одревесневших стеблей; б – из корней с корневищами; в – из листьев

Результаты проведенного эксперимента свидетельствуют о практически схожем качественном и количественном составе СК CO₂-

экстрактов, полученных из растительного сырья лимонника китайского.

В СК CO₂-экстракте листьев обнаружено 36 соединений (2 вещества не идентифицированы: с временем удерживания 39,520 – 0,46% и 21,958 – 0,36%), одревесневших стеблей – 43 соединения (3 вещества не идентифицированы: с временем удерживания 39,874 – 0,26%, 39,587 – 0,37% и 21,958 – 0,50%), корневищ с корнями – 36 соединений (2 вещества не идентифицированы: с временем удерживания 39,578 – 0,55% и 21,913 – 0,57%).

Компонентный состав экстрактов можно разделить на летучие соединения – эфирные масла (терпены: монотерпены, сесквитерпены; терпеноиды: спирты, эфиры, кетоны) и нелетучие соединения, представленные карбоновыми кислотами и лигнанами (схизандрин и гомизин). Во всех трех образцах СК CO₂-экстрактов из монотерпенов содержатся лимонен и β-пинен; маркером для СК CO₂-экстракта ветвей является моноциклический монотерпен п-цимен, содержание которого – 0,18%.

Моноциклические сесквитерпены обнаружены в составе СК CO₂-экстрактов ветвей (α-бисаболен и γ-элемен по 0,23%) и корневищ с корнями (цис-α-бисаболен – 0,31%, β-бисаболен – 0,20%); в экстракте из листьев лимонника данная группа сесквитерпенов отсутствует. Что касается бициклических сесквитерпенов, то они представлены транс-α-бергамотеном (в экстракте из ветвей – 0,24%, корневищ с корнями – 0,36% и листьев – 0,18%), β-хамигреном (в экстракте из ветвей – 0,29%, корневищ с корнями – 0,42% и листьев – 0,23%), δ-кадиненом (в экстракте из ветвей – 0,39%, корневищ с корнями – 0,56% и листьев – 0,37%), бициклогермакреном (маркер для СК CO₂-экстракта корневищ с корнями – 0,27%). Среди сесквитерпенов, найденных в СК CO₂-экстрактах ветвей, корневищ с корнями и листьев, следует также отметить α-куркумен, содержание которого составило 0,57%, 0,70% и 0,52% соответственно.

Терпеноиды встречаются в СК CO₂-экстрактах ветвей, корневищ с корнями и листьев в виде спиртов: Е-неролидол – 0,28%, 0,38% и 0,38% соответственно; эфиров: Борнилацетат – 0,62%, 0,51% и 0,36% соответственно, Тимол метиловый эфир 0,14% – маркер для СК CO₂-экстракта ветвей; кетон Тридекан – 2-он 0,22% также является маркером для указанного объекта исследования. Ароматическое соединение дека-(2Е; 4Е)-диеналь содержится во всех 3 образцах экстрактов; 2,4-дикадиеналь (Е, Е) не содержится только в экстракте из листьев.

Линолевая, олеиновая и пальмитиновая кислоты содержатся во всех полученных экстрактах.

Основная группа БАВ лимонника китайского лигнаны – в СК CO₂-экстрактах ветвей, корневищ с корнями и листьев содержатся в наибольшем количестве. Доминирующими из них являются схизандрин, γ-схизандрин и гомизин А: в СК CO₂-экстракте ветвей – 15,08%, 14,38%, 21,94%; в СК CO₂-экстракте корневищ с корнями – 14,37%, 18,59%, 23,65%; в СК CO₂-экстракте листьев – 13,88%, 14,96% и 22,80% соответственно.

В опытах *in vivo* и *in vitro* исследуемые фитоэкстракты доказали возможность их использования в качестве активных фармацевтических субстанций при разработке трансдермальных лекарственных форм (ЛФ) [14,15].

Параллельно проводилось гистологическое изучение срезов кожи лабораторных животных под микроскопом «Биолам М» при увеличении ×120. Фиксировались наличие остатков испытуемых СК CO₂-экстрактов, состояние эпидермиса и дермы (наличие и характер повреждений, воспалительных процессов, состояние сосудов). Гистологическая картина во всех срезах кожи соответствовала норме: на всем протяжении срезов наблюдался многослойный плоский ороговевающий эпителий. Все слои эпидермиса хорошо просматриваются, прилегание их к сосочковому слою дермы плотное. В роговом слое эпидермиса, неороговевающих клетках эпидермиса, наружном и сетчатом слоях дермы патологических изменений также не зафиксировано. Цитоплазма имеет выраженную грануляцию, расположение ядер центральное. Просветы протоков свободны от содержимого, зияют, открываются на поверхности кожи потовыми порами.

Заключение

Изучение компонентного состава сверхкритических углекислотных экстрактов, полученных из растительного сырья лимонника китайского: ветвей, корневищ с корнями и листьев свидетельствует о практически одинаковом их качественном и количественном составе. Наличие во всех образцах лигнанов, а также установление способности их проникать через кожу и индифферентности при длительных аппликациях открывают возможность создания на базе изучаемых СК CO₂-экстрактов новых трансдермальных лекарственных форм.

Однако следует отметить, что выход продукта при проведении СК CO₂-экстракции невысок: для ветвей он составил 2,60%, для корневищ с корнями – 4,87% и для листьев – 2,00%.

Сведения об авторах статьи:

Морозов Юрий Алексеевич – к.фарм. н., доцент кафедры фармации ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова». Адрес: 362025, г. Владикавказ, ул. Ватутина, 44-46. E-mail: moroz52@yandex.ru.

Пулькина Кира Александровна – д.м.н., профессор кафедры фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии, ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: pulykinaka@gmail.com.

Благоразумная Наталья Васильевна – к.фарм. н., доцент кафедры фармацевтической и токсикологической химии Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО ВолГМУ Минздрава России. Адрес: 357532, г. Пятигорск, пр. Калинина, 11. E-mail: pharmacchemistry@mail.ru.

Алиев Аслан Мурадалиевич – старший научный сотрудник лаборатории термодинамики жидкостей и критических явлений, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физики им. Х.И. Амирханова» Дагестанского научного центра Российской академии наук. Адрес: 367003, г. Махачкала, ул. Ярагского, 94. E-mail: aslan4848@yahoo.com.

Морозова Елизавета Владимировна – к.фарм. н., доцент кафедры фармации ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова». Адрес: 362025, г. Владикавказ, ул. Ватутина, 44-46. E-mail: maychelo@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бунятян, Н.Д. Изучение степени трансдермальной проницаемости лигнанов лимонника китайского / Н.Д. Бунятян [и др.] // Биофармацевтический журнал. – 2018. – Т. 10, № 11. – С. 29-33.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. – М., 2018. – Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>. Дата обращения 02.12.2018.
3. Добрина, Ю.В. Изучение химического и элементного состава листьев лимонника китайского, заготовленных в Воронежской области/ Ю.В. Добрина [и др.] // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация. – 2016. – № 1. – С. 136-139.
4. Карлина, М.В. Фармакокинетика схизандрола А на крысах при введении масляного экстракта лимонника /М.В. Карлина [и др.] // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2014. – № 1. – С. 34-39.
5. Королюк, Е.А. Химический состав эфирного масла двух видов полыни: *Artemisia frigida* и *Artemisia argyrophylla* / Е.А. Королюк, А.В. Ткачев // Химия растительного сырья. – 2009. – № 4. – С. 63-72.
6. Косман, В.М. Фармакокинетика лигнанов лимонника китайского/ В.М. Косман [и др.] // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2015. – Т. 13, № 4. – С. 3-21.
7. Мальцева, А.А. Изучение лигнанов в листьях лимонника китайского ТСХ / А.А. Мальцева [и др.] // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация. – 2015. – № 1. – С. 147-151.
8. Момот, Т.В. Оси соцветий лимонника китайского в профилактике стрессовых нарушений антиоксидантной защиты и липидного обмена у крыс / Т.В. Момот, Н.Ф. Кушнерова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 1, № 5. – С. 164-168.
9. Морозов, Ю.А. Изучение элементного состава и числовых показателей надземных и подземных органов лимонника китайского / Ю.А. Морозов, М.С. Макиева, Е.В. Морозова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. URL: <http://www.science-education.ru/21015> (дата обращения: 03.12.2018).
10. Морозов, Ю.А. Изучение способности лигнанов лимонника китайского к чрезкожной проницаемости в эксперименте // Медицинский вестник Башкортостана. – 2016. – Т. 11, № 2(62). – С. 58-62.
11. Раджабов, Г.К., Компонентный состав эфирного масла *Satureja subdentata* Boiss. в природной и интродукционных популяциях из флоры Дагестана/ Г.К. Раджабов [и др.] // Химия растительного сырья. – 2017. – № 1. – С. 65-70. – DOI: 10.14258/jcprm.2017011390.
12. Темирбулатова, А.М. Фитохимическое исследование и разработка технологии жидкого экстракта из листьев лимонника китайского/ А.М. Темирбулатова [и др.] // Научные ведомости БелГУ, серия: Медицина. Фармация. – 2010. – № 22 (93). – Вып. 12/2. – С. 141-144.
13. Ткачев, А.В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск, 2008. – 969 с.
14. Ториков, В.Е. Экология, особенности выращивания и элементный состав листьев лимонника китайского (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.) в Брянской области/ В.Е. Ториков, И.И. Мешков // Вестник Брянской ГСХА. – 2016. – № 4 (56). – С. 50-54.
15. Aliev, A.M. Dynamics of supercritical extraction of biological active substances from the *Juniperus communis* var. *saxatilis*/ A.M. Aliev [et al.] // The Journal of Supercritical Fluids. – 2015. – Vol. 102. – pp 66-72.

REFERENCES

1. Bunyatyan, N.D. Izuchenie stepeni transdermal'noy pronicaemosti lignanov limonnika kitajskogo / N.D. Bunyatyan [i dr.] // Biofarmaceuticheskij zhurnal. – 2018. – T. 10, № 11. – S. 29-33. (In Russ).
2. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii. XIV izd. – M., 2018. – Rezhim dostupa: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>. Data obrashcheniya 02.12.2018. (In Russ).
3. Dobrina, YU.V. Izuchenie himicheskogo i ehlementnogo sostava list'ev limonnika kitajskogo, zagotovlennyh v Voronezhskoj oblasti/ YU.V. Dobrina [i dr.] // Vestnik VGU, seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya. – 2016. – № 1. – S. 136-139. (In Russ).
4. Karlina, M.V. Farmakokinetika skhizandrola A na kryсах pri vvedenii maslyanogo ehkstrakta limonnika /M.V. Karlina [i dr.] // Razrabotka i registraciya lekarstvennyh sredstv. – 2014. – № 1. – S. 34-39. (In Russ).
5. Korolyuk, E.A. Himicheskij sostav ehfirmogo masla dvuh vidov polyni: *Artemisia frigida* i *Artemisia argyrophylla* / E.A. Korolyuk, A.V. Tkachev // Himiya rastitel'nogo syr'ya. – 2009. – № 4. – S. 63-72. (In Russ).
6. Kosman, V.M. Farmakokinetika lignanov limonnika kitajskogo/ V.M. Kosman [i dr.] // Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoj terapii. – 2015. – T. 13, № 4. – S. 3-21. (In Russ).
7. Mal'ceva, A.A. Izuchenie lignanov v list'yah limonnika kitajskogo TSKH / A.A. Mal'ceva [i dr.] // Vestnik VGU, seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya. – 2015. – № 1. – S. 147-151. (In Russ).
8. Momot, T.V. Osi socvetij limonnika kitajskogo v profilaktike stressovyh narushenij antioksidantnoj zashchity i lipidnogo obmena u kryс / T.V. Momot, N.F. Kushnerova // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2015. – T. 1, № 5. – S. 164-168. (In Russ).
9. Morozov, YU.A. Izuchenie ehlementnogo sostava i chislovyh pokazatelej nadzemnyh i podzemnyh organov limonnika kitajskogo / YU.A. Morozov, M.S. Makieva, E.V. Morozova // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2015. – № 4. URL: <http://www.science-education.ru/21015> (data obrashcheniya: 03.12.2018). (In Russ).
10. Morozov, YU.A. Izuchenie sposobnosti lignanov limonnika kitajskogo k chreskoznoy pronicaemosti v ehksperimente // Medicinskij vestnik Bashkortostana. – 2016. – T. 11, № 2(62). – S. 58-62. (In Russ).
11. Radzhabov, G.K., Komponentnyj sostav ehfirmogo masla *Satureja subdentata* Boiss. v prirodnoj i introdukcionnyh populyacijah iz flory Dagestana/ G.K. Radzhabov [i dr.] // Himiya rastitel'nogo syr'ya. – 2017. – № 1. – S. 65-70. – DOI: 10.14258/jcprm.2017011390. (In Russ).
12. Temirbulatova, A.M. Fitohimicheskoe issledovanie i razrabotka tekhnologii zhidkogo ehkstrakta iz list'ev limonnika kitajskogo/ A.M. Temirbulatova [i dr.] // Nauchnye vedomosti BelGU, seriya: Medicina. Farmaciya. – 2010. – № 22 (93). – Vyp. 12/2. – S. 141-144. (In Russ).
13. Tkachev, A.V. Issledovanie letuchih veshchestv rastenij. – Novosibirsk, 2008. – 969 s. (In Russ).

14. Torikov, V.E. EHkologiya, osobennosti vyrashchivaniya i ehlementnyj sostav list'ev limonnika kitajskogo (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill) v Bryanskoj oblasti/ V.E. Torikov, I.I. Meshkov // Vestnik Bryanskoj GSKHA. – 2016. – № 4 (56). – S. 50-54. (In Russ).
15. Aliev, A.M. Dynamics of supercritical extraction of biological active substances from the *Juniperus communis* var. *saxatilis*/ A.M. Aliev [et al.] // The Journal of Supercritical Fluids. – 2015. – Vol. 102. – Pp 66-72.

УДК 611.717.4

© Коллектив авторов, 2018

И.Н. Яшина¹, С.В. Клочкова², А.В. Иванов¹, В.Ш. Вагапова³
**АДАПТАЦИОННАЯ ГАРМОНИЧНОСТЬ В СТРОЕНИИ ПРОКСИМАЛЬНОГО
 ЭПИФИЗА ПЛЕЧЕВЫХ КОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА И НЕКОТОРЫХ ЖИВОТНЫХ**

¹ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Курск

²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет
 им. И.М. Сеченова» Минздрава России, г. Москва

³ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
 Минздрава России, г. Уфа

С целью выявления общих закономерностей и морфофункциональных особенностей строения проксимальных эпифизов плечевых костей человека и животных с различными типами локомоции произведен сравнительный анализ относительных величин значений параметров анатомических образований проксимального эпифиза плечевой кости, который позволил получить более полное представление о функциональной адаптации кости к выполняемой функции. Изменения типа опоры и локомоции приводят к изменению стереометрии её проксимального эпифиза. Основными результатами эволюционных изменений в строении плечевой кости человека стали трансформация головки в полусферу с относительным увеличением ее размеров при сохранении межвидового равенства ширины проксимального эпифиза, увеличение угла хрящевого края головки, дифференцировка от окружающих структур анатомической шейки с одновременным уменьшением значений диафизарно-шеечного угла (ДШУ), увеличение степени торсионной деформации диафиза.

Ключевые слова: проксимальный эпифиз плечевой кости, ширина проксимального эпифиза, торсионная деформация диафиза, угол инклинации, межбугорковая борозда.

I.N. Yashina, S.V. Klochkova, A.V. Ivanov, V.Sh. Vagapova
**ADAPTIVE HARMONY IN THE STRUCTURE OF THE PROXIMAL EPIPHYSIS
 OF THE HUMERUS IN HUMANS AND SOME ANIMALS**

In order to identify common patterns and morphological and functional features of the structure of the proximal epiphyses of the humerus of humans and animals with different types of locomotion, a comparative analysis of the relative values of the parameters of the anatomical structures of the proximal epiphysis of the humerus was made. It allowed to get a more complete picture of the functional adaptation of the bone to the function performed. Changes in the type of support and locomotion lead to a change in the stereometry of its proximal epiphysis. The main results of evolutionary changes in the structure of the humerus of man became transformation of the head into a hemisphere with a relative increase in the size of the head, while maintaining interspecific equality of width of the proximal epiphysis, increase in the angle of the cartilaginous edge of the head, differentiation from the surrounding anatomical structures of the cervix with simultaneous decrease in the values of neck-shaft angle, an increase in the degree of deformation of diaphysis torsion.

Key words: proximal epiphysis of the humerus, width of the proximal epiphysis, torsion deformation of the diaphysis, inclination angle, interstitial sulcus.

Проблема изменчивости строения органов человека и животных не нова, и изучение этих явлений всегда было приоритетным для большого количества исследователей – антропологов, кинезиологов, морфологов, физиологов и многих других [2,5,7]. В части, касающейся опорно-двигательного аппарата человека, уже к концу девятнадцатого века были описаны и детально изучены морфологические проявления функциональной асимметрии конечностей, установлена роль меняющейся функциональной нагрузки в функционально-морфологической дифференцировке гомологичных костей верхнего и нижнего поясов конечностей человека, сформированы предпосылки к пониманию причин и механизмов проксимально-дистальной дифференцировки

эпифизов костей сегментов свободных конечностей [4,6,7]. Тем не менее морфофункциональные особенности внутрипопуляционной изменчивости костей проксимального сегмента верхней конечности человека, равно как и эволюционные аспекты функциональной морфологии эпифизов плечевой кости оказались исследованными не в полном объеме.

В связи с этим целью настоящего исследования явилось выявление общих закономерностей и морфофункциональных особенностей строения проксимальных эпифизов плечевых костей человека и животных с различными типами локомоции. На проведение исследования получено разрешение регионального этического комитета ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России.