

вичного аналитического сигнала (измеряемой величины) метода элементного анализа;

– оценка расчетного содержания химических элементов, полученного с использованием формализованной математической модели, например метода фундаментальных параметров в РФС.

Необходимыми условиями реализации вышеуказанных методических принципов являются: стандартизация условий измерения аналитического сигнала элемента (аналитиче-

ское оборудование, программное обеспечение, пробоподготовка, близкие по структуре и химическому составу объекты исследования); необходимость статистической обработки результатов измерений с применением параметрических методов.

Описанные методические подходы к исследованию образцов биологического и небиологического происхождения могут применяться в судебно-химическом, криминалистическом и фармацевтическом анализах.

#### *Сведения об авторе статьи:*

**Воронин Александр Васильевич** – к.фарм.н., доцент, зав. кафедрой химии фармацевтического факультета ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России. Адрес: 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 89. E-mail: dimmu2000@mail.ru.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Безпалый, Ю.Б. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ: обобщение десятилетнего практического / Ю.Б. Безпалый, Э.Х. Мусин, Н.А. Романько // Судебная медицина. – 2016. – № 2. – С. 162-163.
2. Аспекты исследования гашиша методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой / В.Ю. Кузовлев [и др.] // Успехи химии и химической технологии. – 2015. – № 9. – С. 24-25.
3. X-ray fluorescence trace metal analysis of environmental liquid samples after membrane preconcentration / E. Margui [et al.] // Spectroscopy Europe. – 2008. – Vol. 20, № 1. – P. 11-14.
4. Сидорина А.В. Оптимизация методики определения элементного состава биологических объектов методом РФА-СИ: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Новосибирск, 2014. – 26 с.
5. Осолок, К.В. Количественный рентгенофлуоресцентный анализ многоэлементных объектов сложной формы без использования образцов сравнения / К.В. Осолок, А.В. Гармай, А.В. Моногарова // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. – 2014. – Т. 55, № 1. – С. 10-14.
6. Симакина, А.А. Голубая глина как перспективное вспомогательное вещество в технологии сорбционно-активных лекарственных средств / А.А. Симакина, П.Г. Мизина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – № 1 (6). – С. 1308-1310.
7. Артамонов, Д.О. Применение метода фундаментальных параметров при определении химического состава пластовых вод на рентгенофлуоресцентном спектрометре / Д.О. Артамонов, П.А. Иванов, О.В. Орлова // Литология, петрография, минералогия, геохимия. – 2013. – № 1 (13). – С. 79-84.
8. Халафян, А.А. Статистический анализ данных. Statistica 6.0.: учеб. пособие / А.А. Халафян. – Краснодар: Изд-во КубГУ, 2005. – 192 с.

#### **REFERENCES**

1. Bezpal'y Yu.B., Musin E.X., Roman'ko N.A. Rentgenospektral'nyj fluorescentnyj analiz: obobshhenie desyatiletnego prakticheskogo. Sudebnaya medicina. 2016; 2: 162-163. (In Russ.).
2. Kuzovlev V.Yu., Mokrousov A.A., Polosin A.A., Ovchinnikova A.A. Aspekty issledovaniya gashisha metodom mass-spektrometrii s induktivno-svyazannoj plazmoj. Uspexi khimii i khimicheskoy tekhnologii. 2015; 9: 24-25. (In Russ.).
3. Margui E., Fontas C., Van Meel K., Hidalgo M., Queralt I. X-ray fluorescence trace metal analysis of environmental liquid samples after membrane preconcentration. Spectroscopy Europe. 2008; 20(1):11-14.
4. Sidorina A.V. Optimizatsiya metodiki opredeleniya elementnogo sostava biologicheskix ob"ektov metodom RFA-SI: avtoref. dis. ... kand. xim. nauk. – Novosibirsk, 2014. – 26 s. (In Russ.).
5. Oskolok K.V., Garmaj A.V., Monogarova A.V. Kolichestvennyj rentgenofluorescentnyj analiz mnogoelementnyx ob"ektov slozhnoj formy bez ispol'zovaniya obrazcov sravneniya. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2. Khimiya. 2014; 55(1): 10-14. (In Russ.).
6. Simakina A.A., Mizina P.G. Golubaya glina kak perspektivnoe vspomogatel'noe veshhestvo v tekhnologii sorbionno-aktivnyx lekarstvennyx sredstv. Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2009; 1(6): 1308-1310. (In Russ.).
7. Artamonov D.O., Ivanov P.A., Orlova O.V. Primenenie metoda fundamental'nyx parametrov pri opredelenii khimicheskogo sostava plastovyx vod na rentgenofluorescentnom spektrometre. Litologiya, petrografiya, mineralogiya, geokhimiya. 2013; 1(13): 79-84. (In Russ.).
8. Xalafyan A.A. Statisticheskij analiz dannyx. Statistica 6.0.: Ucheb. posobie. Krasnodar: KubGU, 2005. – 192 s. (In Russ.).

УДК 617.713

© М.М. Бикбов, Л.Р. Марванова, 2018

### М.М. Бикбов, Л.Р. Марванова **НОВЫЙ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПЛАНТАТОВ ДЛЯ ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ КЕРАТОПЛАСТИКИ** ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ», г. Уфа

Цель работы - экспериментально обосновать возможность формирования эндотрансплантата для проведения задней автоматизированной послойной кератопластики.

Экспериментальная работа выполнена на 8 интактных свиных глазных яблоках. В первой серии опыта было воспроизведено внутриглазное давление (ВГД) в 50 мм рт. ст. (n=4, № 1-4), во второй – 60 мм рт. ст. (n=4, №5-8).

После расслоения микрокератомом «RocketMaker» (Австрия) роговица свиной подвергалась гистологическому исследованию.

В эксперименте доказана возможность формирования трансплантата роговицы минимальной толщины для выполнения эндотелиальной кератопластики при помощи предложенного микрокератома «PocketMaker». Возможно изготовление трансплантата путем выполнения 2-3 последовательных срезов с учетом толщины роговицы свиного глаза (в среднем  $1338 \pm 88$  мкм) и контролируемого ВГД 50-60 мм рт. ст. Преимущества нового способа изготовления роговичного трансплантата: работа на интактном глазном яблоке, возможность уплощения поверхности роговицы, формирование ровного среза с получением симметричного профиля стромального ложа, повторяющего кривизну роговицы. Качество изготовления трансплантатов подтверждено данными оптической когерентной томограммы (ОКТ) и гистологическими исследованиями.

Экспериментально обоснована возможность использования микрокератома «PocketMaker» для формирования трансплантатов при задней автоматизированной послойной кератопластики. Данные гистологического исследования свидетельствуют о высоком качестве трансплантата, что позволяет рекомендовать данный способ его изготовления в клинической практике.

**Ключевые слова:** эндотелиальная кератопластика, задняя автоматизированная послойная кератопластика, микрокератом, эпителиально-эндотелиальная дистрофия роговицы.

## M.M. Bikbov, L.R. Marvanova A NEW METHOD OF GRAFT FORMATION FOR ENDOTHELIAL KERATOPLASTY

Purpose of the work - to establish under experiment the possibility of forming an endograft to perform automated posterior lamellar keratoplasty.

Experimental work was performed on 8 intact porcine eye-balls. Intraocular pressure (IOP) at 50 mmHg (n=4, № 1-4) was reproduced in the first series of experiments, at 60 mmHg. (n=4, №5-8) in the second.

Histological examination of the porcine cornea was performed after dissection by the PocketMaker microkeratome. (Austria).

The possibility of forming a corneal transplant of minimal thickness for performing endothelial keratoplasty using the proposed microkeratome "PocketMaker" is experimentally justified. It is possible to produce a graft by performing 2-3 serial sections considering the peculiarities of the cornea thickness of the porcine eye (average  $1338 \pm 88$  microns) and controlled intraocular pressure 50 - 60 mm Hg. Advantages of a new corneal graft formation method: working on an intact eye -ball, the possibility of the front corneal flattening and the formation of an even cut to obtain a symmetrical profile of the stromal bed repeating the corneal curvature. The quality of the graft is confirmed by OCT results and histodiagnosis.

The possibility of using the "PocketMaker" microkeratome for the automated posterior lamellar keratoplasty is experimentally justified. These histological studies indicate the high quality of the graft, which allows us to recommend this formation method in clinical practice.

**Key words:** Endothelial keratoplasty, automated posterior lamellar keratoplasty, microkeratome, epithelial and endothelial corneal dystrophy.

Термин «эндотелиальная кератопластика» объединяет все хирургические методики, направленные на селективную замену пораженного эндотелия [1]. Наряду с эндотелиальной кератопластикой положительный эффект в лечении эндотелиально-эпителиальной дистрофии (ЭЭД) роговицы отмечают при применении кросслинкинга роговицы [2-7]. Известны работы, когда авторы в своей практике применяли комбинированный способ лечения – кросслинкинг и кератопластика [8].

В настоящее время эндотелиальная кератопластика в модификации «задняя автоматизированная послойная кератопластика» (ЗАПК) является наиболее распространенной операцией [9-12]. ЗАПК успешно проводится при вторичной ЭЭД роговицы и дистрофии Фукса, а также при болезни сквозного кератотрансплантата [10,11]. Хорошие результаты получены при выполнении данного вмешательства на глазах с оперированной глаукомой, при иридокорнеальном синдроме и далеко зашедших стадиях ЭЭД роговицы, с авитрией и иридо-хрусталиковой диафрагмой [12-14].

В настоящее время в мировой практике применяют микрокератом «Mogia» (Франция) и разные модели фемтосекундных лазеров для изготовления роговичных трансплантатов при ЗАПК из корнеосклеральных дисков. Основными недостатками остаются высокий риск

перфорации донорской роговицы, развитие ранней несостоятельности трансплантата, обусловленной потерей эндотелиоцитов в процессе изготовления. Наибольшая гибель эндотелиальных клеток происходит на этапах формирования трансплантата и его имплантации, поэтому продолжают отрабатываться нюансы диссекции роговичной ткани в уже известных устройствах, предлагаются новые глайды, инжекторы [15]. Совершенствование отдельных этапов операции продолжается и по-прежнему остается актуальным.

Цель работы – экспериментально обосновать возможность формирования эндотрансплантата для проведения задней автоматизированной послойной кератопластики.

### Материал и методы

Экспериментальная работа выполнена на 8 интактных свиных глазных яблоках. Все манипуляции проводились с соблюдением правил и норм, прописанных в директивах Европейского сообщества (86/609 ЕЕС) и Хельсинкской декларации. В первой серии опыта было воспроизведено ВГД 50 мм рт. ст. (n=4, № 1-4), во второй – 60 мм рт. ст. (n=4, № 5-8). Оптическую когерентную томографию (ОКТ) переднего отрезка глазного яблока с целью анализа результатов топографической пахиметрии выполняли на аппарате «Visante-OCT» Carl Zeiss Meditec Inc. (Германия). До-

полнительно значения толщины роговицы на всех этапах эксперимента регистрировали в центре и по периферии пахиметром «Tomey SP-10» (Япония).

Работа микрокератома «RocketMaker» проводили на нативном глазном яблоке при условии контролируемого ВГД. В систему микрокератома входит набор аппланаторов, которые уплощают, задают глубину среза и ограничивают площадь роговицы в зоне формирования. Аппланатор, представляет собой линзу весом 9 г, с плоской внутренней поверхностью, соответствующей зоне контакта с роговой оболочкой.

Роговица свиньи после расслоения микрокератомом «RocketMaker» подвергалась гистологическому исследованию. Кусочки роговицы для фиксации были помещены в 10% раствор нейтрального формалина на 24 – 48 часов, после экспозиции в парах спиртов залиты в парафин. Полученные гистологические срезы толщиной 5 – 7 мкм окрашивались гематоксилином и эозином. Визуальный анализ препаратов выполнен с помощью светового микроскопа «AxioStar» (Carl Zeiss, Германия) при увеличении  $\times 1000$  (окуляр  $\times 10$ , объектив  $\times 100$ ).

### Результаты и обсуждение

Проведена ОКТ интактного глазного яблока свиньи (рис. 1). Первым этапом на свиных глазах выполнена круговая перитомия конъюнктивы. Поверхность роговицы дезэпителизировали (диаметр 8 – 9 мм). Для создания ВГД (50-60 мм рт. ст.) на интактном глазном яблоке через культю зрительного нерва был введен физиологический раствор и наложен зажим. Контроль ВГД осуществлен аппланационным тонометром Топо-Рен AVIA (США). Значения толщины роговицы на всех этапах эксперимента регистрировали в центре и по периферии пахиметром «Tomey SP-10» (Япония).

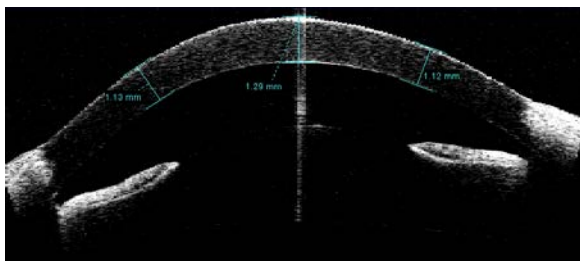


Рис. 1. ОКТ переднего сегмента интактного глаза свиньи. Толщина роговицы в центре составляет 1290 мкм

На поверхность роговицы с целью ее уплощения наложено вакуумное кольцо и фиксирован аппланатор. Поверхность роговицы перед расслаиванием увлажнена физиоло-

гическим раствором для улучшения визуального контроля.

Первый срез выполнен микрокератомом с установленным в нем аппланатором «500». Образованный карман в строме роговицы после завершения среза проверяли микрошпателем на отсутствие перетяжек. После каждого среза в центральной зоне роговицы выполнялись пахиметрия и ОКТ остаточной толщины стромы (рис. 2).

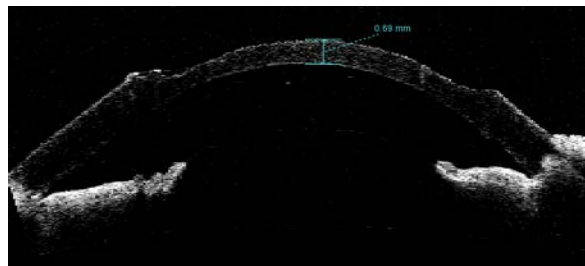


Рис. 2. ОКТ переднего сегмента глаза свиньи после удаления поверхностного лоскута. Толщина роговицы в центре составляет 690 мкм

Вычисление толщины сформированного лоскута проведено методом вычитания значения остаточной толщины стромы от исходного значения. Исходя из данных пахиметрии донорской роговицы после первого среза и с целью достижения минимально возможной толщины остаточной стромы роговицы при повторном срезе в 5-ти случаях выбран аппланатор «500», в 2-х – «450», в 1-м – «300» (рис. 3).

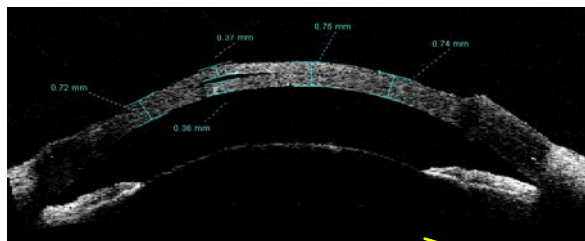


Рис. 3. ОКТ переднего сегмента глаза свиньи после второго среза. Воздух в строме роговицы после второго среза демонстрирует интерфейс между 2-м трансплантатом и задним оставшимся слоем роговицы

Учитывая толщину роговицы свиньи ( $\geq 1000$  мкм) и выраженный отек ткани в 3-х случаях был выполнен третий срез микрокератомом с аппланатором «300» (рис. 4).

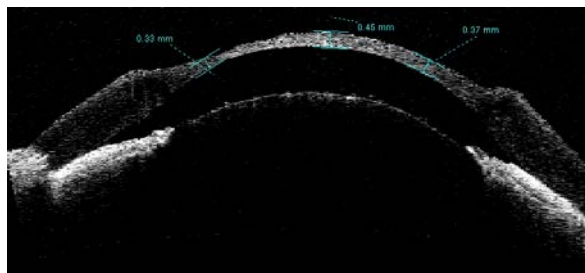


Рис. 4. ОКТ переднего сегмента глаза свиньи после третьего среза. Толщина в центре роговицы составляет 450 мкм

Выкраиванием третьего корнеосклерального лоскута, находящегося в центре из задней порции стромы, десцеметовой мембраны и эндотелия с лимбально-склеральным

ободком на периферии, завершали первый этап изготовления трансплантата. Полученные значения пахиметрии роговицы в 8 глазах зарегистрированы в нижеследующей таблице.

Таблица

Толщина трансплантатов роговицы свиньи в центре с применением аппланаторов «500», «450» и «300» (по данным пахиметрии)

| Г | Д | ИТР  | Срез1 | ТТр1 | ОТРц1 | ОТРп1 | Срез2 | ТТр2 | ОТРц2 | ОТРп2 | Срез3 | ТТр3 | ОТРп3 |
|---|---|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1 | 1 | 1300 | 500   | 486  | 814   | 846   | 500   | 498  | 316   | 344   | -     | -    | -     |
| 2 | 1 | 1250 | 500   | 455  | 795   | 838   | 450   | 423  | 372   | 418   | -     | -    | -     |
| 3 | 1 | 1420 | 500   | 488  | 932   | 969   | 500   | 474  | 458   | 506   | 300   | 275  | 183   |
| 4 | 1 | 1290 | 450   | 425  | 865   | 892   | 500   | 454  | 438   | 465   | 300   | 284  | 144   |
| 5 | 2 | 1350 | 500   | 569  | 781   | 826   | 300   | 379  | 402   | 442   | -     | -    | -     |
| 6 | 2 | 1270 | 500   | 568  | 702   | 730   | 500   | 575  | 127   | 166   | -     | -    | -     |
| 7 | 2 | 1510 | 500   | 547  | 963   | 1020  | 450   | 513  | 450   | 476   | 300   | 335  | 115   |
| 8 | 2 | 1315 | 450   | 506  | 865   | 904   | 500   | 567  | 298   | 330   |       |      |       |

Примечание. Г – глаза свиньи, Д – ВГД, создаваемое во время эксперимента:

в первой серии – 50 мм рт. ст., во второй – 60 мм рт. ст., ИТР – исходная толщина донорской роговицы в центре; срез 1 – номинальное значение аппланатора для первого среза; ТТр 1 – толщина первого трансплантата; ОТРц 1 – остаточная толщина стромального ложа роговицы в центре после первого среза; ОТРп 1 – остаточная толщина роговицы по периферии после первого среза (среднее значение); срез 2 – номинальное значение аппланатора для второго среза; ТТр 2 – толщина второго лоскута; ОТРц 2 – остаточная толщина стромального ложа роговицы в центре после второго среза; ОТРп 2 – остаточная толщина роговицы по периферии после второго среза (среднее значение); срез 3 – номинальное значение аппланатора для третьего среза; ТТр 3 – толщина третьего лоскута; ОТРц 3 – остаточная толщина стромального ложа в центре после третьего среза.

Возможно изготовление трансплантата путем выполнения 2-3 последовательных срезов с учетом толщины роговицы свиного глаза (в среднем  $1338 \pm 88$  мкм) и контролируемого внутриглазного давления 50-60 мм рт. ст.

Первый срез в большинстве случаев выполнен аппланатором «500» (75%). При втором срезе использованы аппланаторы «300», «450», «500». В зависимости от остаточной толщины роговицы для получения ультратонкого трансплантата возможно выполнение третьего среза с минимальным значением аппланатора «300». Диаметр среза составил 8 – 9 мм.

Известно, что значения аппланатора «300» являются номинальными для роговицы в условиях физиологического внутриглазного давления, измеренного в микрометрах. Однако при работе на биологических тканях, в частности на свином глазу, значения толщины лоскута, срезаемого при использовании аппланаторов «300», «450», «500», могут варьировать под воздействием ряда факторов (исходной толщины роговицы, ее кривизны, внутриглазного давления). Преимуществом микрокератома «PocketMaker» по сравнению с известными моделями явилось то, что кривизна роговицы не влияет на глубину проводимого среза, так как аппланатор уплощает роговицу перед выполнением среза.

При создании ВГД на глазном яблоке свиньи, равном 50 мм рт. ст., выявлено, что использование аппланатора микрокератома «PocketMaker» с номинальным значением «500» позволяет удалять слой роговицы толщиной от 454 до 498 мкм, с «450» – 423 – 425 мкм, с «300» – 275 – 284 мкм.

Увеличение ВГД в свином глазу до максимального значения в 60 мм рт. ст. показало, что при выборе этих же аппланаторов микрокератома возможно получить лоскут толщиной: при калибре в «500» 547-575 мкм, в «450» – 487 мкм, в «300» – 335-379 мкм.

Проведенное гистологическое исследование послойных трансплантатов роговицы различной толщины показало умеренный отек стромы роговицы в зоне разреза. Соединительно-тканые пластины, состоящие из коллагеновых волокон, расположены параллельно поверхности разреза. Клетки фибробластов плотно прилегают друг к другу. Ядра овальной формы расположены в центре клетки (рис. 5). Данные гистологического исследования свидетельствуют о высоком качестве среза, полученного микрокератомом «PocketMaker».

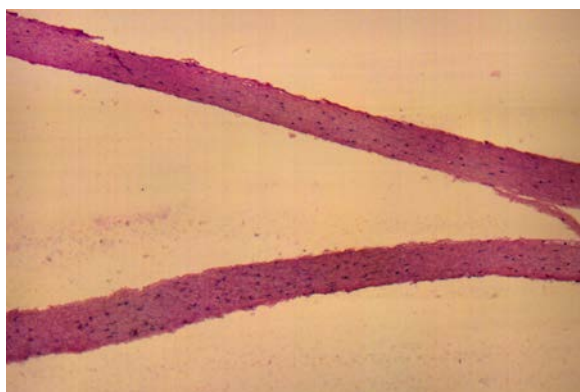


Рис. 5. Гистологический препарат роговицы свиньи. Фиксация: 10% раствор нейтрального формалина. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение объектива  $\times 100$ , окуляра  $\times 10$ . Участок роговицы свиньи после выполнения среза микрокератомом. Единичные эпителиоциты, умеренный отек стромы роговицы. Фибробласты между соединительно-ткаными волокнами плотно прилегают друг к другу

Таким образом, микрокератом «PocketMaker» обладает рядом преимуществ в изготовлении роговичного трансплантата: работа на интактном глазном яблоке, применение аппланаторов позволяет добиться уплощения поверхности роговицы, плотного прилегания к поверхности микрокератома и формирования ровного среза с получением симметричного профиля стромального ложа, повторяющего кривизну роговицы. Характер среза, его ровность, а также малотравматичность по отношению к роговице подтверждены гистологическими исследованиями и дополнены данными ОКТ.

На основании вышеизложенных данных предложен способ формирования трансплантата для выполнения ЗАПК (патент РФ №24569669), который внедрен в клинику.

### Заключение

Экспериментально обоснована возможность использования микрокератома «PocketMaker» для формирования трансплантатов при задней автоматизированной послойной кератопластике. Данные гистологического исследования свидетельствуют о высоком качестве трансплантата, что позволяет рекомендовать данный способ его изготовления в клиническую практику.

### Сведения об авторах статьи:

**Бикбов Мухаррам Мухтарович** – д.м.н., профессор, директор ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней», член-корр. АН РБ, Адрес: г. Уфа, ул. Пушкина, 90. Тел.: 8(347)273-43-974. E-mail: eue@anrb.ru.

**Марванова Луиза Рамилевна** – научный сотрудник отделения хирургии роговицы и хрусталика ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней». Адрес: г. Уфа, ул. Пушкина, 90. Тел.: 8(347)273-43-974. E-mail: lu-m@yandex.ru.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Эндотелиальная кератопластика (обзор литературы) / Б.Э. Малиugin [и др.] // Офтальмохирургия. – 2013. – № 1. – С.66-72.
2. Бикбов, М.М. "Кросслинкинг" роговичного коллагена в лечении кератоконуса / М.М. Бикбов, Г.М. Бикбова, А.Ф. Хабибуллин // Вестник офтальмологии. – 2011. – Т. 127, № 5. – С. 21-25.
3. Бикбов, М.М. Влияние ультрафиолетового кроссликинга на биомеханику роговицы / М.М. Бикбов, А.Р. Халимов // Российский журнал биомеханики. – 2018. – № 2. – С.148-153.
4. Бикбов, М.М. Ультрафиолетовый кросслинкинг роговицы / М.М. Бикбов, А.Р. Халимов, Э.Л. Усубов // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2016. – № 3. – С.224-232.
5. Бикбов, М. М. Эктазии роговицы / М. М. Бикбов, Г. М. Бикбова. – М.: Апрель, 2011. – 162 с.
6. Bikbova, G. Transepithelial corneal collagen cross-linking by iontophoresis of riboflavin / G. Bikbova, M. Bikbov // Acta Ophthalmol. – 2014. – Vol. 92. – № 1. – P. 304.
7. Bikbova, G. Standard corneal collagen crosslinking versus transepithelial iontophoresis-assisted corneal crosslinking, 24 months follow-up: randomized control trial /G. Bikbova, M. Bikbov // Acta Ophthalmol. – 2016. – Vol. 94. – №7. – P.600-606.
8. Бикбов, М.М. Комбинированное лечение буллезной кератопатии /М.М. Бикбов, Л.Р. Яфаева // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 2. – С. 61-64.
9. Алиева, С.С. Ранние клинические результаты задней автоматизированной послойной кератопластики с ультратонким трансплантатом, заготовленным с помощью последовательного применения механического микрокератома и эксимерного лазера (э-запк) /С.С. Алиева [и др.] // Современные технологии в офтальмологии. – 2018. – № 4. – С. 13-15.
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.
11. Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty for Failed Penetrating Keratoplasty: Influence of the Graft–Host Junction on the Graft Survival Rate / Т. Omoto [et al.] // Cornea. – 2018. – Vol. 37, № 4. – P. 462-465.
12. Труфанов, С.В. Современные возможности функциональной реабилитации больных с буллезной кератопатией и сопутствующей глаукомой на основе эндотелиальной кератопластики / С. В.Труфанов, С.А. Маложен // Вестник офтальмологии. – 2014. – № 2. – С. 27-31.
13. Clinical outcome of Descemet stripping automated endothelial keratoplasty in 18 cases with iridocorneal endothelial syndrome / М. Ao [et al.] // Eye (Lond). – 2018. – Vol. 32. – № 4. – P. 679-686.
14. Юхананова, А.В. Особенности хирургической тактики задней послойной кератопластики у пациентов с авитрией и иридохрусталиковой диафрагмой (клинические случаи) /А.В. Юхананова, И.М. Горшков, А.Н. Паштаев // Современные технологии офтальмологии. – 2018. – № 4. – С.290-293.
15. New Graft Inserter for Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty /Т. Toyama [et al.] // Cornea. – 2014. – Vol. 33. – № 4. – P.432-435.

### REFERENCES

1. Endothelial keratoplasty (aliterature review) / B.E. Malyugin [et al.] // Ophthalmosurgery = Oftal'mokhirurgiya. 2013, №1, p. 66-72. (In Russ.)
2. Bikbov, M.M. A.F. Corneal collagen cross-linking in keratoconus management /M. Bikbov, G. Bikbova, A. Habiboullin // Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii. 2011, vol. 127, № 5, p. 21-25 (In Russ.).
3. Bikbov, M.M. Effects of ultraviolet cross-linking on biomechanics of the cornea /M.M. Bikbov, A.R. Khalimov// Russian journal of biomechanics= Rossijskij zhurnal biomekhaniki. 2018, №2, p. 148-153. (In Russ.).
4. Bikbov M.M. Ultraviolet Corneal Crosslinking / M.M. Bikbov, A.R. Khalimov, E.L. Usubov // Bulletin of the Russian Academy of medical Sciences= Bulletin of the Russian Academy of medical Sciences. 2016, №3, p. 224-232. (In Russ.). doi: 10.15690/vramn562.
5. Bikbov M. M. Ektazii rogovitsy (Corneal ectasia) / M. M. Bikbov, G. M. Bikbova. – M.: Aprel'; 2011, 162 p. (In Russ.).
6. Bikbova, G. Transepithelial corneal collagen cross-linking by iontophoresis of riboflavin / Bikbova G., M. Bikbov // Acta Ophthalmol. 2014, vol. 92, № 1, p. 30-4. doi: 10.1111/aos.12235.
7. Bikbova, G. Standard corneal collagen crosslinking versus transepithelial iontophoresis-assisted corneal crosslinking, 24 months follow-up: randomized control trial /G. Bikbova, M. Bikbov // Acta Ophthalmol. 2016, vol. 94, №7, p.600-e606. doi: 10.1111/aos
8. Bikbov, M.M., Combined treatment of bullous keratopathy Bulletin of Orenburg state University /Bikbov M.M., Yafaeva L.R.// Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014, №2, p. 61-64. (In Russ.).
9. Alieva, S.S. Early clinical results back automated lamellar keratoplasty with ultra-thin graft, harvested by sequential use of a mechanical microkeratome and excimer laser (e-SAPK) / S.S. Alieva [et al.] // Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii= Modern technologies in ophthalmology. 2018, № 4:13–15. (In Russ.).

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.0000000000000073.

УДК 615.322:665.53:582.628.2

© Коллектив авторов, 2018

Ю.А. Морозов<sup>1</sup>, К.А. Пупыкина<sup>2</sup>, Н.В. Благоразумная<sup>3</sup>, А.М. Алиев<sup>4</sup>, Е.В. Морозова<sup>1</sup>  
**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УГЛЕКИСЛОТНЫХ ЭКСТРАКТОВ  
 ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ЛИМОННИКА КИТАЙСКОГО: ЛИСТЬЕВ,  
 ДЕРЕВЯНИСТЫХ СТЕБЛЕЙ, КОРНЕВИЩ С КОРНЯМИ**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет

имени Коста Левановича Хетагурова», г. Владикавказ

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»

Минздрава России, г. Уфа

<sup>3</sup>Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО ВолГМУ

Минздрава России, г. Пятигорск

<sup>4</sup>ФГБУН «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-