

## СТАТЬИ

УДК 615.838.7:613.495

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ КРЕМ-МАСКИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО  
ИЗ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ РУД****<sup>1</sup>Чурадзе Л.И., <sup>2</sup>Чагелишвили В.А., <sup>1</sup>Кахетелидзе М.Б.,  
<sup>2</sup>Маградзе Г.Т., <sup>1</sup>Явич П.А., <sup>1</sup>Мсхиладзе Л.В.***<sup>1</sup>Институт фармакохимии им. И. Кутателадзе Тбилисского государственного  
медицинского университета, Тбилиси, e-mail: l.mskhiladze@tsmu.edu;**<sup>2</sup>Институт неорганической химии и электрохимии им. Р. Агладзе Тбилисского  
государственного университета им. И. Джавахишвили, Тбилиси*

В настоящее время в Грузии создана технология получения мелкодисперсной двуокиси кремния из отходов производства металлического марганца. В данной статье рассматривается вопрос разработки рецептуры крем-маски с использованием получаемого диоксида кремния. В процессе исследования наряду с диоксидом кремния применены некоторые экстракты и масла растительного происхождения, а также ряд других биологически активных веществ. При изучении физико-химических характеристик полученного продукта использовались тесты по ГОСТ 31460-2012 кремы косметические и, дополнительно, ряд тестов, позволяющих также оценить его качество. В результате проведенного исследования разработана соответствующая рецептура коллоидно- и термостабильной крем-маски. Изучение возможности высвобождения биологически активных веществ из крема методом диффузии в 5% агаровый гель для «микробиологических целей» показало, что можно предположить проникновение их в кожный покров в достаточном количестве. При изучении осмотической активности крем-маски получены следующие данные: ее величина в среднем составляет 180–190%, процесс начинается в среднем в течение первых 60–70 минут, при постоянном увеличении. Наличие такого показателя дает возможность прогнозировать достаточно большой отток гнойно-некротического содержимого из гнойных прыщей, что является необходимым требованием к кремам и мазям, предназначенным в лечебной косметической медицине для лечения проблемной кожи. Установление возможной степени намазываемости методом двух стекол показало, что диаметр образующихся пятен составил 40–43 мм. Это свидетельствует о достаточной величине наносимости крема на кожу. Результаты исследования разработанного крема позволяют прогнозировать его успешное применение в косметической практике.

**Ключевые слова:** диоксид кремния, марганец, мази, кремы, кожа, растения, методы исследования**DEVELOPMENT OF A CREAM MASK FORMULATION USING SILICON  
DIOXIDE OBTAINED FROM MANGANESE PRODUCTION WASTE****<sup>1</sup>Churadze L.I., <sup>2</sup>Chagelishvili V.A., <sup>1</sup>Kakhetelidze M.B.,  
<sup>2</sup>Magradze G.T., <sup>1</sup>Yavich P.A., <sup>1</sup>Mskhiladze L.V.***<sup>1</sup>Institute of Pharmacochemistry, I. Kutateladze of Tbilisi State Medical University,  
Tbilisi, e-mail: l.mskhiladze@tsmu.edu;**<sup>2</sup>Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry R. Agladze Tbilisi State University  
I. Javakhishvili, Tbilisi*

At present, a technology has been created in Georgia for producing finely dispersed silicon dioxide from metal manganese metal production wastes. This article discusses the development of a cream mask formulation using the resulting silicon dioxide. In the course of the research, along with silicon dioxide, some extracts and oils of vegetable origin, as well as a number of other biologically active substances were used. When studying the physicochemical characteristics of the resulting product, tests were used according to GOST 31460-2012 cosmetic creams and, in addition, a number of tests, allowing to evaluate its quality. As a result of the research, the corresponding formulation of the colloidal and heat-stable cream mask was developed. The study of the possibility of release of biologically active substances from the cream by diffusion in a 5% agar gel for “microbiological purposes” showed that it is possible to assume their penetration into the skin in sufficient quantities. When studying the osmotic activity of the cream mask, the following data were obtained, its value is on average 180-190%, the process begins on average within the first 60-70 minutes, with a constant increase. The presence of such an indicator makes it possible to predict a sufficiently large outflow of purulent-necrotic discharge from purulent acne, which is a necessary requirement for creams and ointments intended in medical cosmetic medicine for the treatment of problem skin. Establishment of the possible degree of spreading by the method of 2 glasses, showed that the diameter of the formed spots was 40-43 mm. This testifies to the sufficient amount of cream applied to the skin. Conclusions. The results of the study of the developed cream make it possible to predict its successful use in cosmetic practice.

**Keywords:** silicon dioxide, manganese, ointments, creams, skin, plants, research methods

Профилактика преждевременного старения кожи является одной из наиболее актуальных медико-социальных проблем, решение которой – это регулярное внимательное наблюдение и соответствующий уход за кожей лица и тела путем регулярных (как ежедневных, так и несколько раз в неделю) соответствующих косметических процедур. Фактически это улучшение процессов, происходящих на клеточном уровне. Основное действие косметики проявляется в следующих направлениях: защита, очищение, увлажнение, питание и профилактика. Действие косметического средства в комплексном варианте обусловлено медико-косметологическим действием всего состава использованных в препарате компонентов. Это в первую очередь учитывая влияние внешней среды на старение кожи, их защитные свойства от действия солнечного излучения и перепадов температурного режима, питательные, очищающие свойства, установление оптимального уровня влаго- и жиросодержания кожи, что позволяет с помощью маски усилить процесс клеточного обновления и восстановления кожи. Поэтому более перспективны косметологические препараты комплексного действия. Кожа – наибольший орган организма человека, который фактически является барьером для проникновения микробов и токсичных веществ. Наряду с этим это фактор психологического воздействия и общения. Следует учитывать, что типы кожи лица можно подразделить на такие группы, как нормальная, сухая или жирная, аллергичная или нет, пигментированная, непигментированная. Тип кожи может изменяться в течение жизни из-за различий в секреции кожного сала, которая неоднородна на всей площади лица – лоб, нос, обе щеки и подбородок. Исходя из литературных данных, средняя секреция кожного сала в норме для всей площади лица должна составлять 118,7–180,9 мкг/см<sup>2</sup>, при уровне pH 5,6–6,0 (присутствие в секрете кожного сала, пота и кератина). Однако в случае сухой кожи этот показатель уменьшается до 97,3–147,6 мкг/см<sup>2</sup>, при жирной увеличивается до 204,6–235,4, а при комбинированной изменяется до 109,8–145,5 мкг/см<sup>2</sup>. Соответственно изменяется pH. Второй фактор – содержание воды в коже (состояние гидратации рогового слоя) – здоровье, эстетика и внешний вид кожи. На вид кожи оказывает влияние воздействие ультрафиолетового излучения (особенно в странах с жарким климатом, даже сезонным), тип режима в течение суток, принимаемые лекарственные препараты, естественное старение. Поэтому необходимо использовать

акнегенные, некомедогенные и гипоаллергенные косметические препараты, легко наносимые на кожу, содержащие набор компонентов, учитывающих возможные изменения и способные оказывать эффективное воздействие на кожу. К таковым относятся маски для лица, легко наносимые и оказывающие быстрое и эффективное воздействие на кожу. В состав масок входят биоактивные лекарственные компоненты, способные изменять количество себума и влажности кожи, эксфолианты, осветляющие и другие. Это могут быть как минеральные, так и растительные и животные ингредиенты. Нанесенная маска должна, за счет лекарственного эффекта, поддерживать необходимый внешний вид кожи. В настоящее время выпускаются маски, отличающиеся не только составом, но и лекарственной формой: в виде геля, эмульсии, паст, листового варианта. Каждая из лекарственных форм имеет свои плюсы и минусы. Так есть данные, что листовые маски не рекомендуется использовать при жирной либо подверженной прыщам кожи, так как благодаря тепловому эффекту повышается количество бактерий на ее поверхности, увеличивается время испарения водной фазы и время, необходимое лекарственным компонентам для более глубокого проникновения в кожу. Зависит и от типа подложки – различные трикотажные хлопковые ткани, целлюлозы, гидрогели, фольга, восковые маски, так называемый пузырящийся лист и т.п. При этом следует учитывать баланс содержания воды между роговым слоем и липидами поверхности кожи. Некоторые материалы, такие как различные виды глин, которые часто рекомендуются к использованию в косметических препаратах, обычно иммобилизуются на субстрате, что повышает легкость использования. Однако этот тип масок образует пленку на коже, что уменьшает способность кожи к поглощению влаги из воздуха. Аналогично маски на основе коллагена. Хотя белки – эффективные вещества для упругости и омоложения кожи, а коллаген – один из ведущих белков дерматологического слоя кожи, который с возрастом уменьшается, он все же имеет ограничения в использовании из-за его низкой проницаемости в верхний и роговой слой кожи. На наш взгляд, более перспективны смываемые крем-маски, которые можно отнести к универсальной категории. К их преимуществам следует отнести легкость как нанесения, так и удаления избытка, возможность использования в их составе широкого набора ингредиентов с различной направленностью действия. Косметические средства, содержащие в своем со-

стае соединения кремния, при нанесении на кожу способны очищать и обновлять клетки кожи, благодаря сорбции накожных шлаков и токсинов. Подобные косметические препараты уменьшают воспалительные процессы кожи, количество прыщей и угрей. В определенной мере это связано с тем, что абсорбируется определенное количество жира и пота (при жирной и комбинированной коже), избавляя кожу от жирного блеска, благодаря чему сужаются поры, кожа тонизируется. Кремнесодержащие кремы и маски способствуют рассеиванию света, тем самым уменьшая вид тонких линий и морщин на коже, создавая эффект оптического размывания; возможно их применение в роли щадящего абразива в средствах для проведения пилинга кожи и удаления грязи, абсорбированной на коже; оказывают антиоксидантное, тонизирующее и омолаживающее действие. Старение кожи связано с атрофией, уменьшением фибробластов, истончением кровеносных сосудов. При этом особенно страдают коллагеновые волокна. Одной из основных причин появления морщин является уменьшение выработки коллагена. Кремний необходим для оптимального синтеза коллагена, активации ферментов гидроксилирования, улучшения силы и эластичности кожи [1–3].

Целью исследования является разработка рецептуры крем-маски с применением диоксида кремния, получаемого из отходов производства марганца. В Грузии при получении металлического марганца образуются техногенные отходы в количестве 50% от переработанной массы руды, которые содержат двуокись кремния. В настоящее время в Институте неорганической химии и электрохимии им. Р. Агладзе Тбилисского государственного университета им. Н. Джавахишвили под руководством доктора хим. наук В.А. Чагелишвили разработан азотно-кислый метод переработки этого сырья с последующей очисткой. В качестве конечного продукта получается мелкодисперсный порошок двуокиси кремния с дисперсностью частиц менее 0,05 мкм, с содержанием основного вещества до 96–97%.

#### Материалы и методы исследования

В процессе проведения исследования наряду с диоксидом кремния применены некоторые экстракты и масла растительного происхождения с характерными для них свойствами: противовоспалительными, противогрибковыми, антиоксидантными, антибактериальными и антисептическими; салициловая кислота (мягкий химический пилинг, антисептические свойства) и др. Основными особенностями применения

крем-масок является обогащение кожи биологически активными веществами растительного и минерального происхождения, что позволяет устранить или уменьшить количество угревой сыпи на лице, уменьшить жирность кожи, смягчить и увлажнить ее, обеспечить тонизирующий и освежающий эффект вялой, усталой коже, который заметно омолаживает возрастную кожу. В результате чего достигается отшелушивание, тонизирование, питание, восстановление, очищение, увлажнение, выравнивание микроструктуры кожи. При изучении физико-химических характеристик получаемого продукта использовались тесты по ГОСТ 31460-2012. Кремы косметические [4], а также дополнительно ряд тестов, позволяющих оценить его качество [5–7].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим основной химический состав и фармакологический эффект использованных экстрактов и масел. Сухой экстракт из листьев и стеблей зеленого чая (*Extract de siccis viridi tea foliis et caulibus condensata*) содержит полифенолы – эпигаллокатехин-3-галлат (EGCG), эпигаллокатехин (EGC), флавоноид кверцетин, витамины С и Е. Проявляет антиоксидантное, цитопротекторное и антиканцерогенное действие. Благодаря кардиоваскулярному и антиатерогенному действию флавоноидов зеленого чая, улучшается микроциркуляция и тонус кровеносных сосудов. Благодаря антиоксидантному действию крем защищает кожу от воздействия вредных веществ и ультрафиолетового излучения, являясь средством ухода за смешанной, чувствительной, поврежденной, зрелой кожей лица [8, 9]. Лист алоэ древовидного (*Folium arboris cervisia*) содержат оксиметилантрахиноны, антрагликозиды, дикарбоновые кислоты, оксикислоты жирного ряда, ароматические кислоты, витамины, ферменты, фитонциды, биогенные стимуляторы. При наружном применении препараты усиливают репаративные процессы, оказывают ранозаживляющее, радиопротекторное, противовоспалительное, бактериостатическое и бактерицидное действие в отношении различных групп микробов, используются при лечении многих кожных заболеваний. Полисахариды из листа алоэ способны стимулировать рост новых клеток, предотвратить образование рубцов [10]. Экстракт из цветков и стеблей календулы (*Et flos Calendula derivantur extract*) содержит каротиноиды, флавоноиды, эфирное масло, стерины, тритерпеноиды, полисахариды, микро- и макроэлементы. Проявляет бактерицидные, противовоспа-

лительные, антибактериальные, антисептические, антиоксидантные, заживляющие свойства, стимулирует кровообращение и лимфодренаж [11].

Растительные масла, содержащие большое количество олеиновой кислоты, нормализуют липидный обмен, повышают упругость, эластичность, укрепляют стенки кровеносных сосудов, обладают способностью к удерживанию влаги. В состав крем-маски входят масла из косточек миндаля и виноградных косточек, содержащие до 70% олеиновой кислоты [12]. Количество масел варьируется в зависимости от типа кожи пациента. Использование в составе масок серы медицинской обусловлено ее антисептическими свойствами, оказывает противомикробное и противопаразитарное действие. Эфирные масла обладают антисептическими, ранозаживляющими, антибактериальными, противогрибковыми, антиоксидантными свойствами. Использованы масла плодов лимона и листа эвкалипта (растения, произрастающие в Грузии), обладающие антисептическими, ранозаживляющими, антибактериальными, противогрибковыми, антиоксидантными свойствами.

В результате проведенного исследования была разработана рецептура крем-маски следующего состава, которая удовлетворяла всем требованиям ГОСТ: Моноглицериды дистиллированные 10,0%, цетилпальмитат 6,5%, эмульсионный воск 4,0%, высокодисперсный диоксид кремния – в зависимости от тяжести заболевания кожи 5–10,0%, глицерин 9,5%, сера медицинская 2,0%, кислота салициловая 2,1%, масло из косточек винограда 2,0%, масло из косточек миндаля 1,5%, эфирное масло из кожуры лимона 0,2%, эфирное масло из листьев эвкалипта 0,2%, карбопол 940 2,5%, полисорбат 60 3,0%, сухой экстракт из листа алоэ древовидного 1,5%, сухой экстракт из цветков и стеблей календулы (*Calendula officinalis*) 1,5%, сухой экстракт из листьев и стеблей зеленого чая 1,5%, вода обессоленная до 100%. Изучение возможности высвобождения биологически активных веществ из крем-маски проводилось методом диффузии в 5% агаровый гель для «микробиологических целей», приготовленный на дистиллированной воде. Учитывая, что в большинстве использованных биологически активных веществ имеются полифенольные и фенольные компоненты, в качестве индикаторов использовались водный и спиртовой растворы хлорида железа 3%-ного и 5%-ный раствор алюминия хлорида в 70% спирте этиловом. Сравнительная оценка эффективности проводилась путем измерения диаметра пятна

окрашенной или флюоресцирующей зоны, образовавшейся вокруг вырезанной лунки в геле. Судя по полученным данным, за 12 ч диаметр пятна окрашенной зоны увеличился с 1,14 до 3,41 см, что позволяет предположить возможность проникновения их в кожный покров в достаточном количестве. Определение величины осмотической активности показало, что во всех вариантах рецептуры кремов величина ее составляла 170–190%, увеличение проявляется в среднем в течение уже первых 40–50 мин. Максимум достигается через 15–16 ч. Наличие такого показателя дает возможность прогнозировать достаточно большой отток гнойно-некротического содержимого из гнойных прыщей, что является необходимым требованием к кремам и мазям, предназначенным в лечебной косметической медицине для лечения проблемной кожи. Установление возможной степени намазываемости проводилось методом двух стекол. Диаметр образующихся пятен составил 40–43 мм, что дает возможность прогнозировать достаточную величину вязкости крема при нанесении на кожу.

Методика использования крем-маски. Теплой водой очистить кожу от макияжа и других загрязнений. Распределить крем-маску по лицу, шее, декольте и осторожно вокруг глаз. Наносить нужно таким относительно густым слоем, чтобы кожа просвечивала сквозь слой крем-маски. В течение определенного времени слой маски будет уменьшаться за счет поглощения кожей. Держать крем-маску необходимо 20–30 мин, в зависимости от вида кожи и связанной с ней эффективности действия. В определенных случаях, по рекомендации врача-косметолога, до нескольких часов. Наносится маска через день в течение двух недель. За это время маска станет мощным бустером для клеток кожи. После курса можно применять маску 2–3 раза в неделю.

### Заключение

Результаты исследования разработанного крема позволяют прогнозировать его успешное применение в косметической практике.

### Список литературы

1. Jurkić L.M., Capanec I., Pavelić S.K., Pavelić K. Biological and therapeutic effects of ortho-silicic acid and some ortho-silicic acid-releasing compounds: New perspectives for therapy. *Nutr Metab (Lond)*. 2013. Vol. 10. No. 2. P. 10.
2. Nakanishi L., Bombonatti B., Sabo M.L., Tadeu V.R., Robles VMV. Oralsupplementation of orthosilicic acid and its impact on hair quality. *Med Cutanlber Lat Am*. 2017. Vol. 45. No. 1. P. 254–262.
3. Araújo L.A., Addor F., Gonçalves P.M., Campos M. Use of silicon for skin and hair care: an approach of chemical forms

- available and efficacy. *An Brasil Dermatol.* 2016. Vol. 91. No. 3. P. 331–335.
4. ГОСТ 31460-2012 Кремы косметические. Общие технические условия. Межгосударственный стандарт. Cosmetic creams. General specifications. М.: Стандартинформ, 2012. С. 4.
5. Хаджиева З.Д., Тигиева З.Б. Исследования по выбору оптимальной мазевой основы наружной лекарственной формы для лечения атопического дерматита // *Фундаментальные исследования.* 2010. № 11. С. 155–158.
6. Солдатова Е.С. Разработка схемы комплексного лечения воспалительных заболеваний пародонта: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.14. Уфа, 2018. 132 с.
7. Ерофеева Л.И., Сучкова Д.Ф. Изучение факторов, влияющих на высвобождение лекарственных средств из мазей // *Медицина.* 2019. № 14. С. 34–42.
8. Du G.J., Zhang Z., Wen X.D., C. Yu., Calway T., Yuan C.S. EpigallocatechinGallate (EGCG) Is the Most Effective Cancer Chemopreventive Polyphenol in Green Tea / *Nutrients.* 2012. Vol. 4. No. 11. P. 1679–1691.
9. Borgwardt S., Hammann F., Scheffler K., Kreuter M., Drewe J., Beglinger C. Neural effect of green tea extract on dorsolateral prefrontal cortex. *Eur J Clin Nutr.* 2012. Vol. 66. No. 11. P. 1187–1192.
10. Олейников Д.Н., Зилфикаров И.Н., Ибрагимов Т.А., Торопова А.А. Химический состав сока алое древовидного (*Aloe Arborescens* mill.) и его антиоксидантная активность (*In vitro*) // *Химия растительного сырья.* 2010. № 3. С. 83–90.
11. Guest J., Grant R. “Carotenoids and neurobiological health,” *The Benefits of Natural Products for Neurodegenerative Diseases.* 2016. Vol. 12. P. 199–228.
12. Воловик В.Т., Леонидова Т.В., Коровина Л.М., Блохина Н.А., Касарина Н.П. Сравнение жирнокислотного состава различных пищевых масел // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2019. № 5. С. 147–152.