

## Влияние жировой и белковой фракций жира страуса на биологическую активность косметического крема

канд. техн. наук. **М.В. Горбачева**, gmv76@bk.ru

*Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина  
109472, Россия, Москва, ул. Академика Скрябина, 23*

д-р техн. наук **В.Е. Тарасов**, tarasov@kubstu.ru  
д-р техн. наук **С.А. Калманович**, kalmanovich@kubstu.ru

*Кубанский государственный технологический университет  
350072, Россия, Краснодар, ул. Московская, 2*

Исследовали механизм взаимодействия жировых и белковой фракций жира страуса в составе косметического крема ночного для моделирования его функциональных свойств, поскольку эффективность многокомпонентного косметического средства обеспечивает совместимость ингредиентов и их влияние на свойства продукта. Анализ патентной и другой научно-технической информации подтвердил отсутствие косметических товаров, в состав которых входят жидкая, твердая фракции и соединительная ткань жира-сырца страуса, что обуславливает новизну предлагаемого косметического средства. Объектами исследований служили опытные варианты крема ночного по уходу за кожей рук, лица и тела на основе жировых и белковых фракций жира страуса. Крем готовили в соответствии с типовой технологией получения прямой эмульсии «масло в воде». Для выбора соотношения биосубстанций в рецептуре крема был применен метод симплексных решеток Шеффе. Исследовали следующие факторы: массовую долю тугоплавкой ( $X_1$ ), легкоплавкой ( $X_2$ ) фракций жира страуса и гидролизат белка из соединительнотканной оболочки жира страуса ( $X_3$ ). Функцией отклика служили свойства кожи: увлажненность, % – ( $Y_1$ ), упругость, сек. – ( $Y_2$ ) и эластичность, мРа – ( $Y_3$ ). Подобраны концентрации жировых и белковых компонентов для обеспечения оптимального количественного наполнения кремовой структуры жирно- и аминокислотными составляющими, обеспечивающими усиление ее увлажняющих, регенерирующих и смягчающих свойств. Биологическая активность предлагаемой рецептуры крема ночного обусловлена механизмом действия трех основных составляющих композиции. Твердая, жидкая и белковая фракции, образуя на поверхности кожи окклюзионную пленку и формируя эффект «экранирования» оказывают равное положительное регенерирующее воздействие на кожу. Рассчитанные оптимальные диапазоны фракций жира страуса легли в основу создания рецептуры косметического крема ночного.

**Ключевые слова:** косметические средства; биологическая активность; жир страуса; моделирование функциональных свойств; крем ночной.

DOI: 10.17586/2310-1164-2020-10-1-47-56

## The influence of lipid and protein fractions of ostrich fat on the biological activity of cosmetic cream

Ph.D. **Maria V. Gorbacheva**, gmv76@bk.ru

*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA n.a. K.I. Skryabin  
23, Academician Serybin str., Moscow, 109472, Russia*

D. Sc. **Vasily E. Tarasov**, tarasov@kubstu.ru  
D. Sc. **Svetlana A. Kalmanovich**, kalmanovich@kubstu.ru

*Kuban State Technological University  
2, Moskovskaya str., Krasnodar, 350072, Russia*

The article concerns an interrelation between fat and protein fractions of ostrich fat in night cream formulation to model its functional properties. Since cosmetic products are usually a multicomponent mixture, it is important to ensure their effectiveness in terms of the mutual compatibility of each ingredient and their effect on the properties of the cosmetic. The analysis of patent and other scientific and technical information has confirmed the absence of cosmetic products, which include liquid and solid fractions and connective tissue of raw ostrich fat, on the market, which determines the relevance and novelty of the proposed cosmetic products. The objects of research were: experimental versions of night cream for skin care for hands, face, and body based on fat and protein fractions of ostrich fat. The cream was prepared in accordance with the standard technology for producing a direct oil-in-water emulsion.

The Sheffe method of simplex lattices was used to select the ratio of biosubstances in the cream formulation. The following factors were investigated: mass fraction of refractory ( $X_1$ ), low-melting ( $X_2$ ) fractions of ostrich fat, and protein hydrolyzate from the connective tissue shell of ostrich fat ( $X_3$ ). The response function was the skin properties: moisture, % – ( $Y_1$ ), firmness, sec. – ( $Y_2$ ) and elasticity, mPa – ( $Y_3$ ). During the research, the concentrations of fat and protein components were selected to ensure optimal quantitative filling of the cream structure with fat and amino acid components, providing an increase in its moisturizing, regenerating, and softening properties. The biological activity of the proposed night cream recipe is due to the mechanism of action of the three main components of the composition. The solid, liquid, and protein fractions, forming an occlusal film on the surface of the skin and contributing to the “shielding” effect, have an equal positive regenerating effect on the skin. The calculated optimal ranges of ostrich fat fraction were used in the night cream formulation.

**Keywords:** cosmetics; biological activity; ostrich fat; functional properties modeling; night cream.

## Введение

Современная наука, разрабатывающая рецептуры, и промышленность, выпускающая по ним косметические продукты, используют большую номенклатуру веществ, обладающих определенным действием на человека. К наиболее распространенным и пользующимся высоким спросом у потребителя косметическим средствам относятся кремы.

Косметика по уходу за кожей лица — это средства ежедневного или регулярного применения, задачей которых является улучшение процессов, происходящих на клеточном уровне с целью решения различных косметических проблем. Действие косметического средства или его комплексный эффект связаны, прежде всего, с составом входящих в него компонентов, их физико-химических характеристик и характера взаимодействия с роговым слоем, липидными пластами и влиянием на метаболизм липидов в эпидермисе [1, 2].

Актуальной проблемой в биологии, медицине, в том числе косметологической, является транспорт лекарственных и биоактивных веществ через кожу [3]. По мнению отечественных исследователей, применение трансдермальных систем позволяет эффективно доставлять биологически активные вещества (БАВ) через кожный барьер, избежать нежелательных побочных эффектов, снизить дозу препарата за счет существенного повышения его локальной концентрации. При разработке косметического средства необходимо учитывать насколько химические свойства выбранного компонента соответствуют назначению [4, 5].

Жиры и масла содержатся во многих природных источниках, каждый из которых обеспечивает получение определенного продукта со своими особыми функциональными свойствами. Их биологическое действие при нанесении на кожу во многом предопределено тем, какие жирные кислоты входят в состав данных липидов. Насыщенные жирные кислоты с одной стороны хорошо увлажняют и питают кожу, с другой — создают на поверхности эпидермиса ощущение жирности, медленно впитываются и в определенных условиях могут нарушать барьерные свойства кожи. Ненасыщенные — ценные источники эссенциальных жирных кислот. Соответственно, масляная фаза в производстве косметических средств должна рассматриваться не только в качестве эмолента, но и как биологически активный агент [2, 6]. Немаловажное значение также имеет наличие в рецептурах кремов коллагена и его гидролизатов, которые часто вводят как влагоудерживающие, так и питательные компоненты. Применение белковой фракции предопределено ее составом и свойствами [7].

В нашей стране становится популярным производство косметики на основе жира страуса, повышающего увлажняющие свойства кожи. Зарубежный и отечественный опыт показывает эффективность использования жира страуса в различных сферах, особенно в пищевом производстве и косметологии [8–10]. Страусиное масло известно своим лечебным эффектом [11]: оно оказывает антиаллергическое, бактерицидное и противовоспалительное действие, благодаря чему мази на основе жира страуса применяют при воспалениях суставов и при болях в мышцах [12]. Проведенный патентный поиск и обзор другой научно-технической литературы позволили подтвердить отсутствие косметических товаров, в состав которых входят жидкая, твердая фракции и соединительная ткань жира-сырца страуса, что обуславливает новизну предлагаемого косметического крема. Анализ существующих изобретений показал, что несмотря на достигнутый положительный увлажняющий эффект кремовых средств, они имеют ряд недостатков. Одни вследствие высокого содержания жировых

компонентов образуют тяжелую масляную систему, что снижает проникновение в кожу других компонентов крема, другие – из-за наличия в составе этилового спирта, синтетических спиртов и водно-спиртовых экстрактов, которые характеризуются высокой летучестью, действуют на кожу крайне агрессивно, повышая ее чувствительность и нарушая способность абсорбировать и метаболизировать витамин А [11].

Поскольку косметические продукты обычно представляют собой многокомпонентную смесь, оценить влияние отдельных компонентов на свойства крема бывает весьма затруднительно [13]. Соответственно, важным для обеспечения эффективности кремового средства является понимание механизма действия каждого ингредиента и их совместимости [2].

Цель работы – исследовать механизм взаимодействия жировых и белковой фракций жира страуса в составе косметического крема ночного для моделирования его функциональных свойств.

Основной задачей при выполнении исследовательской работы являлось расширение ассортимента косметических кремов для кожи рук, лица и тела на основе структурных составляющих жира страуса [11], обладающих высокими потребительскими свойствами, которые могут быть использованы как в быту, так и в косметических салонах.

### Материалы и методы

Объектами исследований служили опытные варианты крема ночного по уходу за кожей рук, лица и тела на основе жировых и белковых компонентов из жира страуса. Жидкую, твердую и белковые фракции получали вследствие вытапливания жира страуса мокрым способом в электроактивированной жидкости с заданными свойствами. Термическую обработку сырья осуществляли в несколько стадий: на первой – нагрев до 55°C, на второй – до 75°C, на третьей – 100°C. Перед каждым этапом жировую массу перемешивали, а жир отделяли постадийно. Разделение на твердую и жидкую фракции осуществляли методом фильтрации с созданием вакуума под фильтрующей поверхностью для интенсификации процесса. Жир отделяли от водно-белковой фазы центрифугированием при 6000 об/мин в течение 5 мин. Полученный жир с различными температурами плавления обезвоживали на испарителе ротационном ПЭ-8910 (Россия) при остаточном давлении 2666,44 Па. Оставшуюся твердую фазу высушивали до остаточного содержания влаги не более 6,0%. Физико-химический состав гидролизата белка из соединительнотканной оболочки жира страуса: массовая доля белка не менее 86,0%, жира не более 1,0%, золы не более 6,0%. Жидкая фракция жира страуса характеризовалась высокими значениями ненасыщенных жирных кислот: линолевая (C<sub>18:2</sub>) – 25%, олеиновая (C<sub>18:0</sub>) – 40%, пальмитолеиновая (C<sub>16:1</sub>) – 4,9% к сумме жирных кислот. Плотность ( $\rho_{20}^{24}$ ) – 861–865 кг/м<sup>3</sup>; вязкость при температуре 24°C составила 0,65–0,70 кПа·с. Жирно-кислотный состав твердой фракции жира страуса представлен значительным количеством пальмитиновой (C<sub>16:1</sub>) – 31,0%, стеариновой (C<sub>18:0</sub>) – 24,0%, а также олеиновой (28,0%) жирных кислот. Плотность ( $\rho_{20}^{24}$ ) равна 898–910 кг/м<sup>3</sup>; вязкость при температуре 24°C – 1,25–1,75 кПа·с.

Крем готовили в соответствии с типовой технологией получения прямой эмульсии «масло в воде». Исследования качества полученного косметического крема определяли по ГОСТ Р 52343-2005. Анализ увлажненности рогового слоя кожи по ее электропроводности –  $\mu\text{S}$  (микросименс), а также эластичность (E – мПа); упругость (R – сек.) кожи оценивали до и после нанесения тонким слоем кремовых композиций на правую и левую щеку добровольцев с помощью прибора Dermal Abseries (Skinlab Combo, Дания).

Для оптимизации рецептуры крема был применен метод симплексных решеток Шеффе. При прогнозировании свойств крема, зависящих только от соотношений компонентов факторное пространство, представляет собой правильный (q–1)-мерный симплекс. Для систем выполняется соотношение

$$\sum_{i=1}^q x_i = 1, \tag{1}$$

где  $x_i \geq 0$  – концентрация компонента;

q – количество компонентов.

При q = 3 правильный симплекс – равносторонний треугольник (формула (1)). Каждая точка треугольника отвечает одному отдельному составу тройной системы и, наоборот, каждый состав

представлен одной определенной точкой. Вершины треугольника соответствуют чистым веществам, стороны – двойным системам (рисунок 1А).

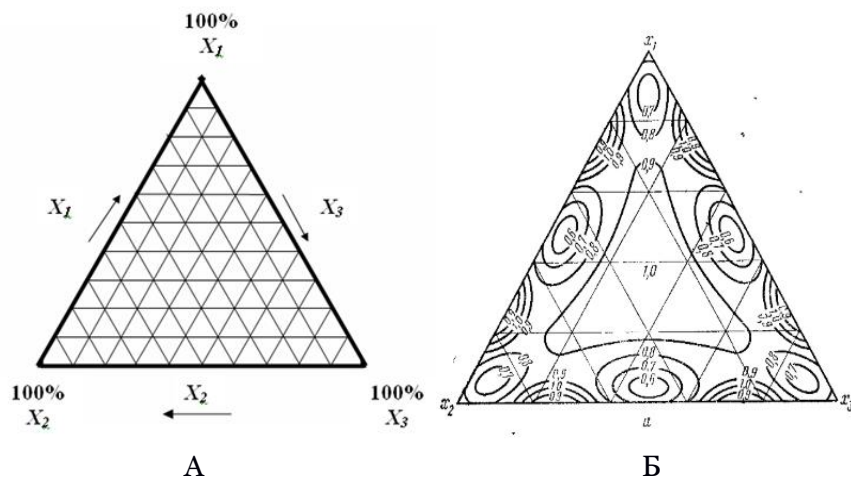


Рисунок 1 – Симплекс решетчатые планы Шеффе:

А – концентрационный треугольник; Б – изолинии для полиномов  $\xi$  третьего порядка

Figure 1. The Sheffe simplex-lattices designs: А – concentrating triangle; Б – isolines for  $\xi$  polynomes of the third order

При планировании эксперимента для решения поставленных задач на диаграммах состав–свойство предполагали, что изучаемое свойство является непрерывной функцией аргументов и может быть с достаточной точностью представлено полиномом полного третьего порядка для трехкомпонентной смеси уравнением

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3. \quad (2)$$

Точность предсказания отклика неодинакова в различных точках симплекса. Дисперсию предсказанного значения отклика  $S_y^2$  определяли по закону накопления ошибок.

Если число параллельных опытов во всех точках плана одинаково, то есть  $n_i = n_{ij} = n$ , все формулы для  $S_y^2$  примут вид

$$S_y^2 = S_y^2 \frac{\xi}{n}. \quad (3)$$

Так как в выражении (3)  $\xi$  зависит от состава смеси, для трехкомпонентного состава рецептуры можно заранее построить линии равного значения  $\xi$ . Таким образом, зная дисперсию воспроизводимости, число параллельных опытов  $n$ , находили ошибку предсказанных значений отклика в любой точке  $\xi$  диаграммы состав–свойство, воспользовавшись величиной  $\xi$ , снятой с графика, приведенного на рисунке 1Б. Проверку адекватности проводили в каждой контрольной точке, предварительно рассчитав значение  $t$ -распределение Стьюдента

$$t = \frac{\Delta y}{\sqrt{S_{y_{\text{эксп}}}^2 + S_{y_{\text{расч}}}^2}} = \frac{\Delta y \sqrt{n}}{S_y^2 \sqrt{1 + \xi}}, \quad (4)$$

$$\Delta y = |y_{\text{эксп}} - \hat{y}_{\text{расч}}|$$

где  $n$  – число параллельных опытов в каждой точке.

Величину  $t$  – распределения по закону Стьюдента, сравнивали с табличным значением  $t_{\rho/2l}(f)$ ,  $\rho$  – уровень значимости;  $l$  – число контрольных точек;  $f$  – число степеней свободы дисперсии воспроизводимости.

Гипотеза об адекватности уравнения принимается, если  $t_{\text{экс}} < t_{\text{табл}}$  для всех контрольных точек.

В качестве факторов оптимизации были выбраны массовая доля тугоплавкой ( $X_1$ ), легкоплавкой ( $X_2$ ) фракций жира страуса и гидролизата белка из соединительнотканной оболочки жира страуса ( $X_3$ ). Функцией отклика служили свойства кожи: увлажненность, % –  $Y_1$ , упругость, сек. –  $Y_2$  и эластичность, мРа –  $Y_3$ . При постановке эксперимента по симплекс-решетчатым планам для проверки адекватности уравнения ставили опыты в дополнительных точках (контрольных). При этом старались предусмотреть возможность использования контрольных точек для улучшения модели неадекватности. Обработку

результатов планирования эксперимента и расчет зависимости функции отклика от выбранных факторов проводили при помощи программного обеспечения Statistika 6,0.

### Результаты и их обсуждение

Оценка качества подкожного и внутреннего жира-сырца страуса, его физических свойств, фракционного состава показала, что он характеризуется низкими температурами плавления (30–32°C) и застывания (20–21°C), вследствие чего остается мазеподобным при комнатной температуре. При изучении жирно-кислотного состава установлено, что ненасыщенные жирные кислоты занимают больший удельный вес в составе жира страуса (62–63%), среди которых особое значение для нормализации барьерной функции кожи и синтеза ацилцерамидов имеет линоленовая кислота (17,95% – внутренний жир и 16,5% – подкожный) [14].

Высокое содержание олеиновой жирной кислоты как во внутреннем (37,0%), так и подкожном (38,5%) жире страуса будет способствовать улучшению впитывающей и проникающей способности крема, в том числе и биологически активных компонентов в его составе.

Известно, что барьерные свойства кожи предопределены состоянием эпидермальных липидных пластов, а наличие насыщенных жирных кислот в составе крема благоприятно влияют на кожу, смягчая ее и частично предотвращая потерю влаги [6]. На долю насыщенных жирных кислот приходится всего 36,95% во внутреннем и подкожном – 38,2% соответственно. Вместе с тем, в роговой слой хорошо проникают лишь те липиды, температура плавления которых ниже, чем температура верхних слоев кожи, а именно легкоплавкие.

С целью получения косметического средства с высокими регенерирующими, увлажняющими свойствами и биоактивностью состава в рецептуру крема добавляли, предварительно разделив их, жидкую и твердую фракции жира страуса. Дополнительно вводили гидролизат белка из соединительнотканной оболочки жира страуса. Коллаген в составе соединительной ткани, составляющей каркас жировой клетки, идентичен гидролизатам коллагена, применяемым в косметических средствах. Многочисленные исследования доказывают [7, 10, 15, 16] его высокую биосовместимость с кожей человека, положительное действие на плотность и эластичность кожных покровов, регенерирующие свойства, которые увеличивают способность кожи удерживать влагу. Коллаген, как донор аминокислот, в составе крема обеспечивает активность вспомогательных веществ косметического средства, обуславливая их более глубокое проникновение в ткани организма и длительный контакт на клеточном уровне. Рецептура опытных вариантов косметического крема ночного приведена в таблице 2.

Таблица 1. Варианты рецептур опытных образцов крема ночного на основе жировой и белковой фракций жира страуса

Table 1. Formulations for the experimental samples of the night cream based on fat and protein fractions of ostrich fat

Наименование компонентов	Ночной крем, % ввода компонентов		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
стеарин косметический	2,5–4,0		
ланолин безводный	2,0–4,0		
твердая фракция жира страуса	5,0	10,0	7,5
жидкая фракция жира страуса	1,5	3,0	2,25
глицерин дистиллированный	6,0–10,0		
0,2%-ный масляный раствор витамина Е	2,0–3,0		
гидринол	4,0–6,0		
изопропилмиристат	4,0–5,0		
гидролизат белка из соединительнотканной оболочки жира страуса	1,6	3,5	5,1
отдушка	0,3–3,2		
консервант	0,2–0,8		
вода дистиллированная	остальное		

Для анализа свойств разработанных опытных вариантов рецептур и оптимизации состава крема ночного по уходу за кожей рук, лица и тела с помощью решетчатых планов Шеффе – симплекс были построены матрицы планирования эксперимента (таблица 3). Предварительно определяли уровни варьирования факторов (таблица 2).

Таблица 2. Уровни варьирования выбранных факторов (компонентов) рецептуры крема ночного  
 Table 2. Variation ranges in the selected factors (components) in the night cream formulation

Обозначение факторов	Исследуемые факторы, %	Кодированные уровни факторов				
		0	0,25	0,5	0,75	1
Z <sub>1</sub>	твердая фракция жира страуса	5,0	6,25	7,5	8,75	10,0
Z <sub>2</sub>	жидкая фракция жира страуса	1,5	1,87	2,25	2,625	3,0
Z <sub>3</sub>	гидролизат белка из соединительной ткани жира страуса	1,6	2,075	2,55	3,025	3,5

Таблица 3 – Симплекс-решетчатый план третьего порядка и результаты функций отклика  
 Table 3. Simplex-lattices design of the third order and response function results

Номер опыта	Факторы эксперимента						Функции отклика					
	в кодированных величинах			в натуральных значениях, %								
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	у <sub>1эксп</sub> , сек	ŷ <sub>1расч</sub> , сек	у <sub>2эксп</sub> , мПа	ŷ <sub>2расч</sub> , мПа	у <sub>3эксп</sub> , uS/cm <sup>2</sup>	ŷ <sub>3расч</sub> , uS/cm <sup>2</sup>
1	0	0	1	5,0	1,5	3,5	36,0	36,25	6,5	6,40	180	180,29
2	0	1	0	5,0	3,0	1,6	26,0	26,14	8,0	8,11	185	184,74
3	1	0	0	10,0	1,5	1,6	38,0	37,86	5,0	4,89	200	199,91
4	0,5	0,5	0	7,5	2,25	1,6	30,0	30,35	10,5	10,15	201	201,82
5	0	0,5	0,5	5,0	2,25	2,5	29,5	29,38	10,0	10,13	197	196,73
6	0,5	0	0,5	7,5	1,5	2,5	35,0	35,52	8,0	7,89	204	202,56
7	0,25	0,75	0	6,2	2,62	1,6	28,0	27,84	10,0	10,04	196	195,74
8	0,75	0,25	0	8,7	1,87	1,6	34,0	33,69	8,0	8,43	205	202,96
9	0	0,25	0,75	5,0	1,87	3,02	32,0	32,41	9,0	8,99	192	192,06
10	0	0,75	0,25	5,0	2,62	2,07	27,5	27,30	10,0	9,84	194	194,29
11	0,25	0	0,75	6,2	1,5	3,02	36,5	35,50	7,5	7,70	195	194,62
12	0,75	0	0,25	8,7	1,5	2,07	36,0	36,30	7,0	7,51	203	204,08
13	0,33	0,33	0,33	6,6	2,0	2,23	15,0	14,71	12,0	11,61	210	207,38
14	0,33	0,33	0,33	6,6	2,0	2,23	14,5	14,71	12,2	11,61	211	207,38
15	0,33	0,33	0,33	6,6	2,0	2,23	14,0	14,71	11,1	11,61	209	207,38
16	0,33	0,33	0,33	6,6	2,0	2,23	15,0	14,71	11,9	11,61	210	207,38

Примечание: у<sub>1</sub> – упругости кожи, сек; у<sub>2</sub> – эластичность кожи, мПа; у<sub>3</sub> – увлажненность, uS/cm<sup>2</sup>

С целью установления зависимости состав–свойство и оптимизации рецептуры крема ночного для повышения его биологической активности были получены уравнения регрессии второго порядка для трехкомпонентной смеси (уравнение (2), формула (1)).

Уравнение регрессии для функции отклика – упругость кожи (Y<sub>1</sub>), сек.

$$Y_1 = 37,8558x_1 + 26,1415x_2 + 36,252x_3 - 6,582x_1x_2 - 6,1376x_1x_3 - 7,2804x_2x_3 - 450,75x_1x_2x_3 \quad (5)$$

Уравнение регрессии для функции отклика – эластичность кожи (Y<sub>2</sub>), мПа

$$Y_2 = 4,888x_1 + 8,0996x_2 + 6,4012x_3 + 14,6173x_1x_2 + 8,9665x_1x_3 + 11,5273x_2x_3 - 3867667x_1x_2 \quad (6)$$

Уравнение регрессии для функции отклика показателя увлажненности кожи (Y<sub>3</sub>), %

$$Y_3 = 199,92x_1 + 184,75x_2 + 180,29x_3 + 39,393x_1x_2 + 51,287x_1x_3 + 5,287x_2x_3 + 142,83x_1x_2x_3 \quad (7)$$

При определении функции зависимости упругости кожи от исследуемых факторов дисперсия воспроизводимости S<sub>y<sub>1</sub></sub>, определенная по точкам симплекса, составила 0,5 при числе степеней свободы f<sub>y</sub> = 16 (формула (3)). Число параллельных опытов в каждой точке n = 2. Статистический анализ рассчитанных данных показал, что функция зависимости упругость кожи (Y<sub>1</sub>) адекватна эксперименту, так как выполняется условие t<sub>экс</sub> < t<sub>табл</sub> (формула (4)). То же можно отметить и по показателю

эластичности кожи:  $S_{y_1} = 0,71$  и ее увлажненности (дисперсия воспроизводимости равна 2,0), число степеней свободы и параллельных опытов в каждой точке, соответственно 16 и 2 (формула (3)).

Для изучения влияния жидкой, твердой и белковой фракций жира страуса на свойства кожи, полученные модели уравнений регрессии были представлены в виде фигур на плоскости (рисунок 2–4).

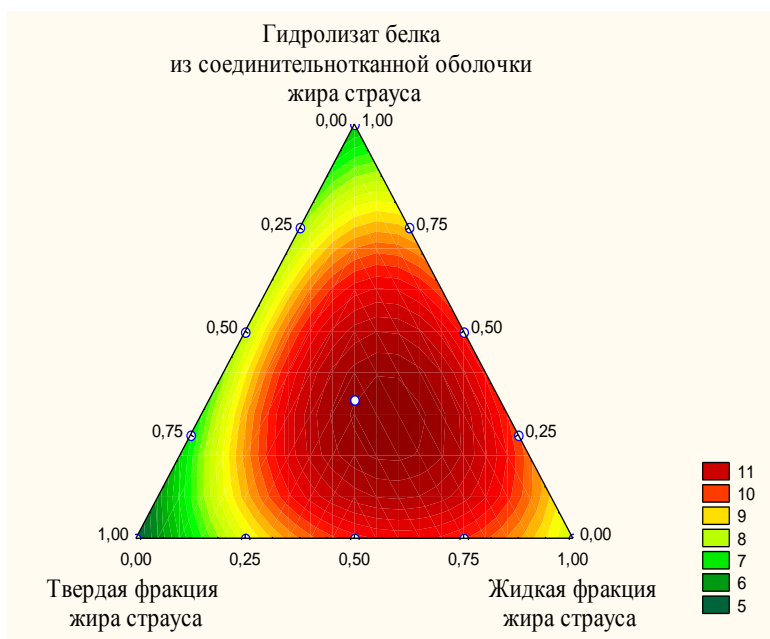


Рисунок 2 – Графическая модель зависимости упругости кожи от массовой доли твердой, жидкой жировых и белковой фракций жира страуса в составе крема

Figure 2. Graphic model for the dependence of skin firmness on the mass content of solid, liquid, and protein fractions of ostrich fat

Твердая и белковые фракции жира страуса в составе крема (рисунок 2, уравнение (5)) будут оказывать равное положительное воздействие на упругость кожи. Установлено, что для достижения максимальной положительной активности компонентной смеси крема необходима трехфазная система. Применение только двух фракций, к примеру, твердой жировой и белковой или твердой и жидкой жировой, не обеспечит увеличение упругости кожи.

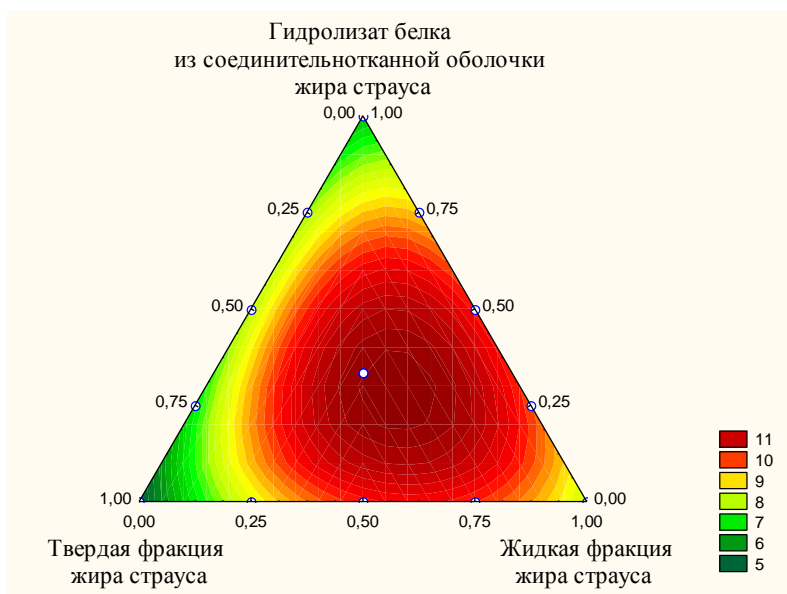


Рисунок 3 – Графическая модель зависимости эластичности кожи от массовой доли твердой, жидкой жировых и белковой фракций жира страуса в составе крема

Figure 3. Graphic model for the dependence of skin elasticity on the mass content of solid, liquid, and protein fractions of ostrich fat

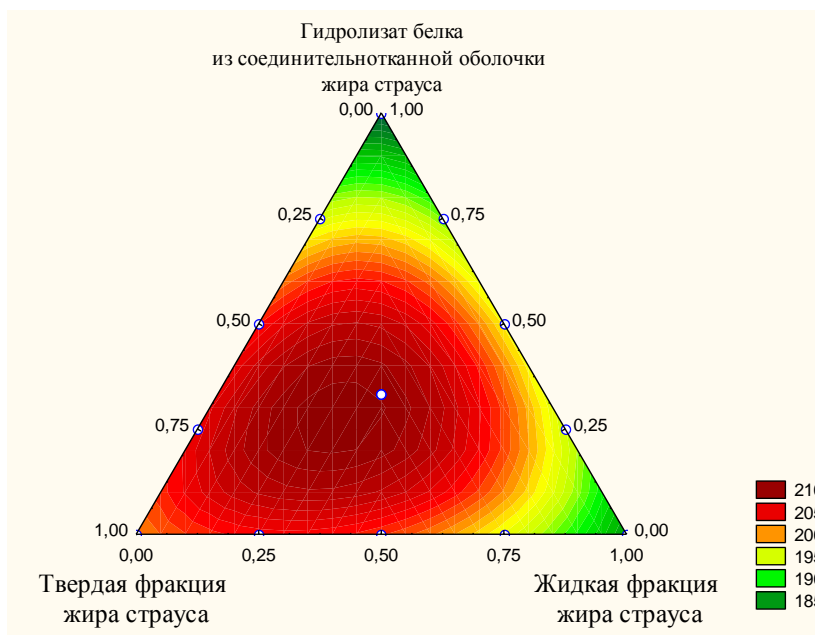


Рисунок 4 – Графическая модель зависимости показателя увлажненности кожи после нанесения крема ночного от количественного содержания твердой, жидкой и белковой фракций жира страуса  
 Figure 4. Graphic model for the dependence of skin humidity after the cream application on the quantitative content of solid, liquid, and protein fractions of ostrich fat

Анализируя графические данные рисунка 3 и уравнения (6), можно отметить преобладающее влияние жидкой фракции жира страуса на эластичность, увеличение которой достигается за счет перекрестного сочетания жидкой, твердой и белковой фаз. Следует учитывать, что увеличение концентрации всех трех исследуемых компонентов крема отрицательно отразится на упругоэластических свойствах кожи (рисунок 2 и 3).

Как следует из полученной графической модели (рисунок 4, уравнение (7)), на показатель увлажненности кожи в значительной степени влияют все выбранные факторы. Более весомое значение как самостоятельный компонент, а также в совокупности с гидролизатом белка имеет твердая жировая фаза.

На основании полученных графических данных были подобраны концентрации жировых и белковых компонентов для обеспечения оптимального количественного наполнения кремной структуры жирно- и аминокислотными составляющими, обеспечивающими усиление ее увлажняющих, регенерирующих и смягчающих свойств (таблица 4).

Таблица 4 – Диапазоны оптимальных значений фракций жира страуса в рецептуре для получения крема с высокими потребительскими свойствами

Table 4. Ranges of optimal ostrich fat fraction value in the formulation for cream of high consumer properties

Наименование функций отклика	Диапазоны исследуемых факторов в кодированных значениях и натуральных					
	твердая фракция жира страуса		жидкая фракция жира страуса		гидролизат белка из соединительнотканной оболочки жира страуса	
	X <sub>1</sub>	Z <sub>1</sub> , %	X <sub>2</sub>	Z <sub>2</sub> , %	X <sub>3</sub>	Z <sub>3</sub> , %
увлажненность, S/см	0,31–0,50	6,55–7,5	0,19–0,44	1,78–2,16	0,20–0,37	1,98–2,30
эластичность, мПа	0,19–0,33	5,95–6,65	0,43–0,56	2,14–2,34	0,19–0,44	1,96–2,4
упругость, сек	0,23–0,31	6,17–6,56	0,31–0,44	1,96–2,16	0,25–0,37	2,07–2,31

Рассчитанные оптимальные диапазоны фракций жира страуса позволили составить рецептуру крема ночного с заданными свойствами (таблица 5) и легли в основу создания косметического крема ночного [17].



Таблица 5 – Оптимизированная рецептура крема ночного на основе жировой и белковой фракций жира страуса

Table 5. Optimized formulation for night cream fat and protein fractions of ostrich fat

Наименование компонентов	Массовая доля, %
стеарин косметический	2,5–4,0
ланолин безводный	2,0–4,0
твердая фракция жира страуса	6,0–7,0
жидкая фракция жира страуса	1,7–2,5
глицерин дистиллированный	6,0–10,0
0,2%-й масляный раствор витамина Е	2,0–3,0
гидринол	4,0–6,0
изопропилмирикат	4,0–5,0
гидролизат белка из соединительнотканной оболочки жира страуса	2,0–2,3
отдушка	0,3–1,0
консервант	0,2–0,8
вода дистиллированная	до 100

### Заключение

Проведенные экспериментальные исследования подтверждают зависимость биологической активности предлагаемой рецептуры крема ночного от механизма действия трех основных составляющих композиции на роговой слой кожи, состоящий из ламеллярных жидкокристаллических структур, включающих слои церамидов, холестерина и жирных кислот. Соответственно, прослеживаются очевидные общие черты между естественной биологической липидной системой кожи и субмикроскопическими бимолекулярными мембранами средств «масло в воде». Показано, что твердая, жидкая и белковая фракции, образуя на поверхности кожи окклюзионную пленку и формируя эффект «экранирования», оказывают равное положительное регенерирующее воздействие на кожу. Экспериментально установлено, что выход за рамки приведенных дозировок ведет к подавлению активных свойств активных компонентов и ухудшению их положительного влияния на кожу.

Работа выполнена в рамках соглашения № 14.607.21.0161 с Минобрнауки России, ПНИЭР RFMEFI60716X16

### Литература

1. Кравченко А.А., Береговая И.Б. Исследование качества косметических средств по уходу за кожей лица // Вопросы науки и образования. 2019. № 23(71). С. 63–72.
2. Пучкова Т.В., Путина Н.В., Шарова А.В., Гуринович Л.В., Тарасов В.Е., Верховский А.Ю. Основы косметической химии. Функциональные ингредиенты и биологически активные вещества. Т.2. М.: Школа косметических химиков. 2017. 336 с.
3. Тимофеев В.Г. Диагностика кожи. Инструмент маркетолога или косметолога? // Косметика и медицина. 2006. № 5. С. 56–61.
4. Масычева В.И., Даниленко Е.Д., Белкина А.О., Иванькина Т.Ю., Кисурин М.И., Сысоева Г.М. Наноматериалы. Регуляторные вопросы // Ремедиум. 2008. № 9. С. 12–16.
5. Черницова М.А., Кузякова Л.М. Инновационный подход к разработке косметических средств лечебно-профилактического назначения // Наука. Инновации. Технологии. 2015. № 4. С. 215–224.
6. Эрнандес Е.И., Марголина А.А., Петрухина А.О. Липидный барьер кожи и косметические средства. М.: Косметика и медицина, 2005. 397 с.
7. Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Пискова М.А., Химишев Ю.З. Белковые ресурсы рыбного происхождения – источник здоровья и красоты // Вестник ВГУИТ. 2018. № 4(78). С. 138–144.
8. Amany M.M.B., Shaker M.A., Hanaa M.S. Biological evaluation of ostrich oil and its using for production of biscuit. *Egypt. J. Chem.* 2017, V. 60, Is. 6, pp. 1091–1099.
9. Amany M.M. B., Shaker M.A., Shereen L.N. Utilization of ostrich oil in foods. *International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics.* 2011, V. 2, Is. 8, pp. 199–208.
10. Горбачева М.В., Тарасов В.Е., Василевич Ф.И., Сапожникова А.И., Гордиенко И.М., Стрелетова О.А. Косметический крем дневной: пат. 2692057 Российская Федерация. 2019. Бюл. № 17. 8 с.

11. Palanisamy U.D., Sivanathan M., Subramaniam T. et al. Refining ostrich oil and its stabilization with curcumin. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*. 2015, V. 2, Is. 2, pp. 63–69.
12. Сарбатова Н.Ю., Остроух Е.А., Сычева О.В., Епимахова Е.Э., Омаров Р.С. Характеристика линейки продуктов страусоводства // Пищевая индустрия. 2018. № 2(36). С. 55–57.
13. Сапожникова А.И., Пехташева Е.Л., Щукина Е.В. Оценка потребительских свойств косметических масок с коллагеном // Вестник Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова. 2010. № 1. С. 118–124.
14. Горбачева М.В., Тарасов В.Е., Сапожникова А.И. Особенности строения и свойств подкожного и внутреннего жира страуса // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 2–3. С. 23–26.
15. Новикова И.С., Сторублевцев С.А. Применение коллагена в медицинских целях // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 136а
16. Новикова Л.С., Шорманов В.К., Беляева Г.В., Полонская М.В., Беляева Т.В., Ахметзянова И.Н. Получение коллагена и некоторых лекарственных препаратов на его основе // Человек и его здоровье. 2011. № 1. С. 139–145.
17. Горбачева М.В., Тарасов В.Е., Василевич Ф.И., Сапожникова А.И., Гордиенко И.М., Стрепетова О.А. Косметический крем ночной: пат. 2691130 Российская Федерация. 2019. Бюл. № 17. 8 с.

### References

1. Kravchenko A. A., Beregovaya I.B. Study of the quality of cosmetic products for skin care face. *Questions of Science and Education*. 2019, no. 23(71), pp. 63–72 (In Russian).
2. Puchkova T.V., Putina N.V., Sharova A.V., Gurinovich L.V., Tarasov V.E., Verkhovskiy A.YU. *The basics of cosmetic chemistry. Functional ingredients and biologically active substances*. V.2 Moscow, School of cosmetic chemists Publ., 2017. 336 p. (In Russian).
3. Timofeev V.G. Skin diagnostics. A tool for a marketer or a cosmetologist? *Cosmetics and Medicine*. 2006, no. 5, pp. 56–61 (In Russian).
4. Masycheva V.I., Danilenko E.D., Belkina A.O., Ivan'kina T.Y., Kisurina M. I., Sysoeva G.M. Nanomaterials. Regulatory issues. *Remedium*. 2008, no. 9, pp. 12–16 (In Russian).
5. Chernitsova M.A., Kuzyakova L.M. An innovative approach to develop cosmetic therapeutic and prophylactic purposes. *Science. Innovation Technology*. 2015, no. 4, pp. 215–224 (In Russian).
6. Ehrnandes E.I., Margolina A.A., Petrukhina A.O. *Skin lipid barrier and cosmetics*. Moscow, Firm Clavel Publ., 2003. 340 p. (In Russian).
7. Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Piskova M.A., Himishev Yu.Z. Protein of fish origin – a source of health and beauty. *Herald of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2018, no. 4(78), pp. 138–144 (In Russian).
8. Amany M.M.B., Shaker M.A., Hanaa M.S. Biological evaluation of ostrich oil and its using for production of biscuit. *Egypt. J. Chem*. 2017, V. 60, Is. 6, pp. 1091–1099.
9. Amany M.M. B., Shaker M.A., Shereen L.N. Utilization of ostrich oil in foods. *International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics*. 2011, V. 2, Is. 8, pp. 199–208.
10. Gorbacheva M.V., Tarasov V.E., Vasilevich F.I., Sapozhnikova A.I., Gordienko I.M., Strepetova O.A. Cosmetic day cream. *Patent RF*, no. 2692057. 2019. 8 p. (In Russian).
11. Palanisamy U.D., Sivanathan M., Subramaniam T. et al. Refining ostrich oil and its stabilization with curcumin. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*. 2015, V. 2, Is. 2, pp. 63–69.
12. Sarbatova N.Yu., Ostroukh E.A., Sycheva O.V., Epimakhova E.E., Omarov R.S. Characteristics of the ostrich farming product line. *Food Industry*. 2018, no. 2(36), pp. 55–57 (In Russian).
13. Sapozhnikova A.I., Pechtasheva E.L., Shchukina E.V. Assessment of consumer properties of cosmetic masks with collagen. *Herald of the Russian Economic University n.a. G.V. Plekhanov*. 2010, no. 1(31), pp. 118–124 (In Russian).
14. Gorbacheva M.V., Tarasov V.E., Sapozhnikova A.I. Peculiarities of the structure and properties of the subcutaneous and internal ostrich fat. *Letters of Higher Educational Institutions. Food Technology*. 2018, no. 2–3 (362–363), pp. 23–26 (In Russian).
15. Novikova I.S., Storublevtsev S.A. The use of collagen for medical purposes. *The Successes of Modern Science*. 2012, no. 6, p. 136a (In Russian).
16. Novikova L.S., Shormanov V.K., Belyaeva G.V., Polonskaya M.V., Belyaeva T.V., Akhmetzyanova I.N. Obtaining of collagen and some medicinal preparations on its basis. *Man and His Health*. 2011, no. 1, pp. 139–145 (In Russian).
17. Gorbacheva M.V., Tarasov V.E., Vasilevich F.I., Sapozhnikova A.I., Gordienko I.M., Strepetova O.A. Cosmetic night cream. *Patent RF*, no. 2691130. 2019. 8 p. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 17.12.2019