

УДК 644.312.14

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.2-2/20>**Єфімова В.Г.**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**Пилипенко Т.М.**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**РОЗРОБКА СКЛАДУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ
ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АНТИЦЕЛЮЛІТНОГО
ЕМУЛЬСІЙНОГО КРЕМУ З КОФЕЇНОМ**

Науково доведено, що натеper вживання кофеїну в косметичних засобах набуває широкого поширення. Зазвичай антицелюлітні засоби представлені у вигляді емульсії, що є сумішшю двох обмежено розчинних рідин, таких, як вода й масло, які стабілізовані за допомогою емульгаторів різної природи.

Косметичні лікувальні антицелюлітні засоби, в складі яких є активний інгредієнт, такий, як кофеїн, зазвичай випускають у формі емульсії. Натеper вони використовуються в основному в засобах для масажу, шляхом якого частинки кофеїну потрапляють у глибокі шари шкіри й руйнують жирові клітини.

Емульгатори й соемульгатори, як містяться в готовій емульсії, можуть підсилювати ефект проникнення активних речовин у шкіру, тим самим стимулюючи розщеплення жирових клітин і покращення зовнішнього вигляду шкіри без додаткового масажу.

Отже, у роботі розглядається розробка емульсійного антицелюлітного лікувального засобу для тіла, де активною речовиною є кофеїн, і перевірка виготовленого косметичного засобу за фізико-хімічними властивостями, такими, як органолептичні показники, колоїдна й термічна стабільність, а також розмір часток дисперсійної фази.

Усі складові частини емульсійного лікувального антицелюлітного засобу були представлені натуральними природними компонентами. Співвідношення компонентів розробленої емульсійної композиції ґрунтувалися на літературних джерелах і власному досвіді.

Результати досліджень показали, що рецептури антицелюлітних лікувальних емульсійних кремів, які були розроблені, виявляють властивості подібні або навіть кращі в порівнянні з комерційною рецептурою. Усі оригінальні лікувально-косметичні засоби для тіла були стабільними, мали в'язкість і показник рН у стандартних межах, а рівень зволоження шкіри після застосування оригінальної косметики був вищим щодо зони контролю. Крім того, було встановлено, що введення кофеїну до рецептур приводить до незначного зниження значень рН. Отже, результати фізико-хімічних досліджень довели, що кофеїн може з успіхом використовуватись в антицелюлітних лікувальних засобах для тіла.

Ключові слова: поверхнево-активна речовина, емульгатор, емульсійний косметичний продукт, емульсія, антицелюлітний лікувальний емульсійний крем.

Постановка проблеми. Поняття cellulite вперше з'явилося в США у 1973 р після того, як власниця крупного нью-йоркського салону краси Ніколь Ронсар опублікувала в журналі Vogue статтю під назвою «Целюліт» [1]. Целюліт (ліпогіноїдна дистрофія) – це поширена косметологічна проблема. До 90% жінок, які старше ніж 20 років страждають від цього косметичного недоліку. Це стан шкіри, за якого в структурній її будові та підшкірно-жирової клітковині відбуваються дегенеративно-дистрофічні процеси, а саме нерівномірне відкладення жирових включень, що утворює горби і ямки. При цьому целюліт це не захворювання, а стан шкіри.

Для лікування такого косметичного недоліку використовують багато методів. Один з таких методів є застосування емульсійних косметичних продуктів з натуральними компонентами та екстрактами цілющих трав.

Спроможність активних речовин з косметичних засобів чи фармацевтичних препаратів впливати на метаболізм клітин та інші процеси, що відбуваються у шкірі, в значній степені залежить від спроможності їх молекул проникати крізь шкірний бар'єр. Літературні дані свідчать [2], що проникнення кофеїну через шкірний бар'єр не залежить від товщини шкіри і становить 2,24-1,43 мг/см²/г, а максимальне поглинання досяга-

ється через 100 хв після місцевого застосування. Отже розробка складу емульсійного лікувального антицелюлітного косметичного засобу з використанням природних компонентів та кофеїну є актуальним напрямком дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основна маса досліджень, що присвячені створенню лікувальних антицелюлітних емульсійних косметичних засобів, показала, що основні роботи були присвячені дослідженню впливу кофеїну на стан шкіри та зменшення проявів целюліту [3-5].

За даними наукових досліджень [6] можна зробити висновок, що використання натуральних рослинних компонентів у виробництві лікувальних антицелюлітних косметичних засобів є пріоритетним напрямком дослідження емульсійних косметичних продуктів. Вони є універсальними засобами для догляду за шкірою, оскільки спроможні проникати у глибокі шари та сприяти розщепленню жирових клітин, при цьому в їх складі не містяться штучні речовини та барвники. Дослідження [7] свідчать, що використання кофеїну у складі лікувального антицелюлітного засобу має задовільні практичні результати та перспективу створення нових косметичних продуктів для широкого кола користувачів, що сприяють усуненню прояву целюліту на основі натуральної рослинної сировини. При цьому у сучасній літературі відсутні дані щодо дослідження фізико-хімічних характеристик емульсійних продуктів, які містять кофеїн.

Постановка завдання. Метою наших досліджень було розроблення складу лікувального антицелюлітного емульсійного косметичного засобу на основі натуральних природних компонентів. Для цього нами було проведено:

- 1) аналіз та підбір складу натуральних косметичних інгредієнтів, які використовуються у виробництві емульсійних косметичних продуктів;
- 2) розробка складу та отримання лікувального антицелюлітного емульсійного засобу;
- 3) дослідження фізико-хімічних властивостей готового емульсійного продукту за стандартними методиками.

Виклад основного матеріалу досліджень. Відомо, що в емульсіях типу масло-вода вміст фази масла становить від 10 до 35%. В цій системі вода є дисперсійним середовищем, а масло – дисперсійною фазою, при цьому вони не жирні і легко всмоктуються шкірою. Отже таким емульсіям надається перевага при створенні емульсійних кремів та лосьйонів. В якості солубілізатора

та диспергатора використовуються емульгатори, які являють собою поверхнево-активні речовини. За їх допомогою можна отримати однорідну гомогенну суміш олій та восків з водою.

На світовому ринку емульгатори представлені великою кількістю речовин. При розробці складу емульсії основною метою є підбір емульгатора чи їх суміші.

Більшість емульгаторів, які використовуються у косметичній та лікувальній промисловості, характеризуються за системою гідрофільно-ліпофільного балансу (ГЛБ). В цій системі кожна поверхнево-активна речовина с визначеним числом ГЛБ використовується для емульгування фази масла, що має ГЛБ необхідне для створення стабільної емульсії. Для отримання емульсії типу масло – вода необхідно, щоб ГЛБ було у межах 8-18.

Відомо, що найбільш стабільні системи можна отримати якщо використовувати суміш емульгаторів, де одна частина має ліпофільні, а інша – гідрофільні характеристики.

Розрахунок необхідного $ГЛБ_{(емульгаторів)}$ суміші емульгаторів можна виконати за допомогою рівняння:

$$ГЛБ_{(емульгаторів)} = A \cdot x + B \cdot (1 - x), \quad (1)$$

де A – значення ГЛБ першого емульгатора; B – значення ГЛБ другого емульгатора; x – доля в суміші першого емульгатора, $(1-x)$ – доля в суміші другого емульгатора.

Для кожного компонента фази масла, що емульгується існує оптимальне значення ГЛБ емульгатора (суміші емульгаторів), так зване $ГЛБ_{(масла)}$. Його можна визначити, користуючись наступним рівнянням:

$$ГЛБ_{(масла)} = ГЛБ_1 \cdot w_1 + ГЛБ_2 \cdot w_2 + \dots + ГЛБ_n \cdot w_n, \quad (2)$$

$ГЛБ_1, ГЛБ_n$ – значення ГЛБ відповідного масла, w_1 та w_n – масова частка масла у фазі масла, доля 1.

До складу жирової фази ми обрали наступні компоненти:

1) Масло какао. В його склад входять ненасичені та насичені жирні кислоти (олеїнова, стеаринова, лауринова пальмітинова, лінолева та арахінова). Воно зволожує та живить, впливає на шкіру як ліфтинг, добре підтягує її та корегує об'єми, прискорює процес регенерації клітин, являється антиоксидантом;

2) Масло жожоба. Відрізняється високим вмістом вітаміну Е, що визначає його анти-

оксидантну, протизапальну, регенеруючу властивості і здатність до тривалого зберігання. Має у своєму складі білок, який нагадує за властивостями наш рідний колаген;

3) Масло Ши (або масло каріте). Має гарні зволожуючі властивості. В його склад входять тригліцериди, що сприяють зволоженню і захисту шкіри від несприятливих зовнішніх впливів, а також жирні кислоти необхідні для зволоження і збереження еластичності шкіри та надають регенеруючи властивості і стимулюють синтез колагену в шкірі. Останнє означає, що масло ши - незамінний засіб в боротьбі з целюлітом, оскільки саме наявність колагенових волокон і їх регулярне оновлення гарантують збереження пружності і гладкості нашої шкіри;

4) Сафлорова олія. Вміст лінолевої кислоти у цьому маслі перевершує всі відомі рослинні масла та допомагає при лікуванні ожиріння за рахунок регулювання обміну жирів. таке масло крім лінолевої кислоти містить багато інших корисних речовин. До них відносяться олеїнова, пальмітинова, стеаринова, арахідонова, миристинова кислоти, а також вітаміни К і Е та різні сполуки серотоніну;

5) Віск рози. Містить в своєму складі ефіри складних кислот та фітостероли. Стимулює процеси регенерації м'яких тканин, обумовлює неповторний аромат і свіжість, позитивно впливає на емоційний стан. Під його впливом поліпшуються кровообіг, мікроциркуляція в тканинах, трофічні, метаболічні та регенеративні процеси. Надає продукту густоту і щільність, а також екзотичний запах.

Значення ГЛБ відповідних компонентів жирової фази наведений у таблиці 1.

Таблиця 1

Склад масляної фази

Компоненти фази масла	ГЛБ масла	Масова частка у фазі масла, %	Масова частка в емульсії, %
Масло какао	6	9	3
Масло жожоба	6,5	20	7
Масло ши	8	28	10
Сафлорове масло	8	28	10
Віск рози	12	15	5

Для обраного складу жирової фази нами було визначено оптимальне значення ГЛБ з використанням рівняння (2), яке становить 8,12.

Отже далі для створення кремopodobної емульсії ми визначали ГЛБ суміші емульгаторів. У якості емульгаторів ми обрали наступні речовини:

1) Olivoil Avenate Emulsifier виробництва Італії. Натуральний емульгатор, що поєднує в собі всі переваги оливкового масла і пом'якшувальну властивість гідролізованого вівсяного білка. Емульсії на цьому компоненті мають ніжну текстуру, що не липне. ГЛБ = 12;

2) Emulpharma Ecotech виробництва Італії. Він отриманий з натурального кокосового масла, яке було етерифіковане полігліцеридами природного походження. Він має пом'якшувальну та зволожуючі властивості. З його використанням можна створювати широкий діапазон емульсій різної текучості. ГЛБ=8

Для отримання косметичного продукту нами був проведений розрахунок необхідного ГЛБ суміші емульгаторів для обраного складу жирової фази. Оскільки ГЛБ жирової фази становить 8,12, з використанням рівняння (1) нами було визначено співвідношення обраних емульгаторів.

Розрахунки показали, що в емульсійному косметичному продукті, який ми розробляли, вміст Olivoil Avenate Emulsifier становить 80%, а Emulpharma Ecotech – 20% відповідно.

У якості активної фази в наших дослідженнях ми обрали кофеїн. Структурна формула кофеїну наведена на рис. 1.

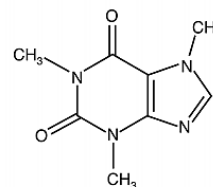


Рис. 1. Структурна формула кофеїну

Кофеїн зволожує шкіру, зменшує прошарок жиру, прискорює обіг лімфи, підвищує пружність та еластичність шкіри, сприяє виведенню надлишку рідини.

В якості водневої фази при розробці лікувального антицелюлітного емульсійного косметичного засобу ми обрали гідролат імбиру. Він нормалізує обмін речовин, підсилює кровообіг і лімфообіг в підшкірно-жирової клітковини, здатний допомагати відтоку зайвої рідини і виводити токсини, активізує розщеплення жирів і розсмоктування запалених жирових вузликів, прискорює втрату зайвої ваги.

В результаті проведених досліджень нами було розроблено рецептуру лікувального антицелюлітного емульсійного косметичного засобу, склад якого наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Склад лікувального антицелюлітного емульсійного косметичного засобу

Назва інгредієнту	Вміст інгредієнту, мас.%
Воднева фаза	
Гідролат імбиру	44
Жирова фаза	
Olivoil Avenate	8
Emulpharma Ecotech	2
Масло какао	3
Масло жожоба	7
Масло ши	10
Сафлорове масло	10
Віск рози	5
Активна фаза	
Кофеїн	10
Фенілетилловий спирт	1

Іноді комбінація емульгаторів з теоретично розрахованими значеннями ГЛБ може не утворювати оптимальну комбінацію, а тим самим не створювати стабільну рецептуру. В цьому випадку найкращий спосіб визначення співвідношення емульгаторів це експеримент.

Тому для підтвердження теоретичних розрахунків нами було виготовлено дослідний зразок лікувального антицелюлітного емульсійного косметичного засобу.

Емульсійний косметичний засіб отримували наступним чином:

- 1) зважували компоненти жирової фази;
- 2) зважували компоненти водневої фази;
- 3) нагрівали окремо двох фаз до температури 75°C;
- 4) водневу фазу додавали до масляної і диспергували на протязі 2 хвилин на гомогенізаторі за частотою обертання 4000 об/хв;

- 5) після охолодження емульсії до температури 35- 45 °С в неї вводили кофеїн та фенілетилловий спирт у якості консерванту та ароматизатору.

Далі косметичний емульсійний продукт було досліджено за органолептичними показниками (зовнішній вигляд, колір, консистенція, всмоктуваність шкірою), колоїдною стабільністю, визначено показник рН, термічну стабільність, а також проведено дисперсійний аналіз.

Зовнішній вигляд і колір емульсійного косметичного продукту визначали переглядом проби, поміщеної тонким, рівним шаром на предметне скло. Однорідність - відсутність грудок і крупинок - визначали на дотик легким розтиранням проби. Запах - органолептичним методом.

Для визначення колоїдної стабільності, емульсію, яку досліджували поміщали на 2/3 у дві пробірки та термостатували на протязі 20 хвилин за

температури 22-25°C. Далі пробірки поміщували у центрифугу на 5 хвилин при частоті обертів 6000 об/хв. Емульсія вважається стабільною, якщо після центрифугування в пробірці спостерігається виділення не більше ніж однієї краплі водної фази та не більше 0,5 см шару масляної.

Водневий показник визначали згідно з ГОСТ 29188.2. Для цього нами було приготовано розчин з 10% масовою часткою емульсійного косметичного продукту, який було розроблено. Цей розчин емульсії поміщували у стакан, додавали 90 см³ дистильованої води, нагрівали при перемішуванні до температури (80 ± 2)°С до повного руйнування емульсії (виділення масляного шару). Після цього охолоджували до (20 ± 2)°С та відокремлювали водний шар. Далі у склянку з водним шаром занурювали кінці електродів та проводили виміри. Значення рН знімали по шкалі приладу.

Для визначення термостабільності ми користувалися ГОСТ 29188.3-91. Такий метод можна застосовувати для оцінки якості що випускаються кремів, а також при створенні нових рецептур.

Для цього ми взяли 5 пробірок ємністю 25см³ та заповнили їх по 10 мл емульсійним косметичним продуктом, який розробили. Далі помістили їх у термостат з температурою 40-45° С на 7 діб. Потім ці зразки перенесли на 7 діб в холодильник з температурою 10-12°C, після чого розроблений емульсійний косметичний продукт протягом 3 діб витримували за кімнатної температури. Стабільність визначали візуально: якщо в одній з пробірок не спостерігається розшарування крему, він вважається термостабільним.

При проведенні дисперсійного аналізу ми використовували мікроскопічний метод. Для полегшення аналізу ми розвели нашу емульсію дистильованою водою у співвідношенні 1: 300. Далі в камеру Горяєва з щільно притертими покривним склом вводили зразок емульсії і поміщали під об'єктивом мікроскопа.

Дані результатів досліджень лікувального антицелюлітного емульсійного косметичного продукту представлені в таблиці 3.

Отже, дані досліджень, що наведені у Таблиці 3 свідчать, що розроблений косметичний засіб відповідає вимогам ГОСТ 29189-91 «Креми косметичні» та може бути рекомендований для впровадження його у виробництво.

Висновки. В результаті проведених теоретичних досліджень та фізико-хімічних випробувань було розроблено рецептуру лікувального антицелюлітного емульсійного косметичного з додаванням кофеїну засобу, а саме:

**Органолептичні та фізико-хімічні показники лікувального
антицелюлітного емульсійного косметичного засобу**

Найменування показника	Значення
Зовнішній вигляд	Однорідна маса, що не містить сторонніх домішок
Колір	Світло жовтий, однорідний
Запах	Приємний
Колоїдна стабільність	Стабільний
Водневий показник рН	7,2
Термічна стабільність	Стабільний
Розмір частинок дисперсійної фази	0,2-0,4 мкм

1) показано, що використання кофеїну у антицелюлітних засобах є ефективним;

2) запропоновано, що у якості емульгаторів краще використовувати речовини природного походження такі як Olivoil Avenate Emulsifier та

Emulpharma Ecotech та визначено оптимальне значення ГЛБ масляної фази та емульгаторів;

3) фізико-хімічні дослідження показали, що розроблений косметичний продукт відповідає вимогам, які пред'являються до кремів.

Список літератури:

1. Abreu E., Moraes C. Comparative analysis of anti-cellulite market products containing vegetal cosmetic assets. *Journal of Dermatology & Cosmetology*. 2019. № 3 (1). P. 26–30.
2. Ngamdokma N., Waranuch N., Chootip K. Cellulite Reduction by Modified Thai Herbal Compresses. A Randomized Double-Blind Trial. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*. 2018. № 23 (1–10). P. 35–42.
3. Al-Bader T., Byrne A., Gillbro J., Effect of cosmetic ingredients as anticellulite agents: synergistic action of actives with in vitro and in vivo efficacy. *Journal of Dermatology & Cosmetology*. 2012. № 11. P. 17–26.
4. Trauer S., Lademann J., Knorr F., Richter H., Liebsch M., Rozycki C., Balizs G., Büttemeyer R., Linscheid M., Patzelt A. Development of an in vitro modified skin absorption test for the investigation of the follicular penetration pathway of caffeine. *Skin Pharmacol Physiol*. 2010. № 23 (6). P. 67–81.
5. David R., Paula R., Schneider A. Lipodistrofia ginóide: conceito, etiopatogenia e manejo nutricional. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*. 2011. № 3. P. 202–206.
6. Turati F., Pelucchi C., Marzatico F. Efficacy of cosmetic products in cellulite reduction: systematic review and meta-analysis. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2014. № 28. P. 1–15.
7. Barel André O. Handbook of Cosmetic Science and Technology. Fourth Edition. France : Taylor & Francis, 2009. 600 p.

Yefimova V.G., Pilipenko T.M. DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION AND DETERMINATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS OF ANTI-CELLULITE EMULSION CREAM WITH CAFÉ

It has been scientifically proven that caffeine consumption is currently widespread in cosmetics. Typically, anti-cellulite agents are presented in the form of an emulsion, which is a mixture of two finely soluble liquids such as water and oil, which are stabilized by emulsifiers of different nature.

Cosmetic anti-cellulite remedies, which include an active ingredient such as caffeine, are usually emulsified. Today, they are used mainly in massages, through which the particles of caffeine enter the deep layers of the skin and destroy fat cells.

Emulsifiers and co-emulsifiers contained in the finished emulsion can enhance the effect of penetration of the active substances into the skin, thereby stimulating the breakdown of fat cells and improving the appearance of the skin without additional massage.

Therefore, this paper discusses the development of an emulsion anti-cellulite body remedy, where caffeine was the active substance, and a test of the cosmetic product made using physicochemical properties such as emulsion stability, viscosity and hydrogen pH and skin moisture level.

All components of the emulsion therapeutic anti-cellulite agent were represented by natural components. The ratio of components of the developed emulsion composition was based on literary sources and own experience.

Research results have shown that formulations of anti-cellulite therapeutic emulsion creams that have been developed show properties similar or even better than commercial formulations. All original body treatments were stable, had a viscosity and pH within standard limits, and the level of skin moisturization was higher after applying the original cosmetics control zone. It has also been found that caffeine intake to the formulations leads to a slight decrease in pH. Therefore, the results of physicochemical studies have shown that caffeine can be successfully used in anti-cellulite treatments for the body.

Key words: surfactants, emulsifier, emulsion cosmetic product, emulsion, anti-cellulite therapeutic emulsion cream.