

УДК 665.585

## АСПЕКТИ ЯКОСТІ КОСМЕТИЧНИХ ШАМПУНІВ ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДОДАВАННЯ НОВИХ КОМПОНЕНТІВ ДО ЇХ СКЛАДУ

Головко Т.М., Колесник В.В., Дьяков О.Г., Зотова Ю.О.  
Харківський державний університет харчування та торгівлі

Проведено ряд досліджень, стосовно визначення переваг цільової аудиторії, відносно косметичних миючих засобів. Удосконалено споживні властивості шампуню, за допомогою введення у його склад нових компонентів. Обґрунтовано додавання натуральної сировини. Розроблено та оптимізовано, за допомогою математичного моделювання, склад нового шампуню.

**Ключові слова:** косметичний шампунь, біла глина, молочна сироватка, ефірна олія, математичне моделювання, поверхнево-активні речовини.

**Постановка проблеми.** Шампунь – один із найрозповсюджених косметичних засобів для миття волосся, яким користуються більше 90% українських споживачів [1]. Через це, з кожним днем збільшується асортимент цього товару. Останнім часом технологія виробництва шампунів спрямована на розробку нових миючих засобів для волосся із додаванням нетрадиційної сировини, яка позитивно впливає на косметичні, миючі, лікувально-профілактичні властивості засобу та збільшує попит на продукцію.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У наш час догляд за волоссям займає важливе місце. Одна з причин – це пагубний вплив забрудненої атмосфери, незбалансоване харчування, використання «стайлінгових» засобів. Тому виробники шампунів розробляють нові технології та рецептури, щоб зменшити вплив негативних факторів на волосся. На сьогоднішній день існує

великий асортимент шампунів імпорتنих та вітчизняних виробників, а саме лікувальні, професійні, для різних типів волосся, з використанням натуральної сировини та іншими додатковими компонентами [2].

Розширення асортименту шампунів з використанням натуральної сировини розглянуто у розробці Ю.І. Белякова, Е.П. Денисова, А.Н. Калинина, В.А. Антипова [3], які запропонували новий косметичний шампунь на основі молочної сироватки, до складу якого також входять поверхнево-активні речовини, гліцерин, барвник, віддушка, поварена сіль, формалін, перламутровий концентрат. Особливість розробки – це наявність гомогенізованої або диспергированої суміші нативної та гідролізованої або гідролізованої зброджених молочних сироваток. Метою цього технічного рішення є створення шампуню для людей, в яких несприйняття лактози, адже в на-

тивній молочній сироватці містяться бета-лактоглобулін та альфа-лактоальбумін, які володіють сенсифікуючою активністю.

Для підвищення косметичних та лікувально-профілактичних властивостей, а саме протизапальної, регенеруючої, стимулюючої дій на шкіру, активний ріст волосся, попередження появи лупи, авторами Н.В. Денисовим, Л.С. Полиною, А.Н. Петровим, Т.В. Кривенковою [4] розроблено шампунь, до складу якого входять блакитна кембрійська глина, як адсорбент і згущувач, одна або кілька поверхнево-активних речовин, згущувач і екстракти лікарських рослин, а також консервант, стабілізатор рН, віддушка та очищена вода як розчинник.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Сучасний ринок знаходиться під контролем іноземних компаній, продукція яких розташовується у верхньому і середньому цінових сегментах. Вітчизняні торговельні марки, що займають 40% ринку, можуть розраховувати тільки на нижній ціновий сегмент. Українське виробництво тільки починає впроваджувати інноваційні розробки, тому воно є неконкурентоспроможним. Отже, розширення асортименту косметичних шампунів, що виготовляються з натуральної сировини є актуальним питанням сьогодення, тому що відповідна продукція користується попитом і буде задовольняти вимоги сучасних споживачів.

**Мета статті.** Головною метою є розробка нового шампуню з удосконаленими споживними властивостями. Розширення асортименту та надання конкурентоздатності новому косметичному засобу.

**Виклад основного матеріалу.** Після проведення опитування споживачів зроблено висновок, що 70% споживачів орієнтується на те, наскільки якісний шампунь, а для 30% – важлива низька вартість [5].

Проаналізувавши технології створення рецептури різних косметичних засобів за роботами відомих спеціалістів косметичної галузі [6], зроблено однозначний висновок, що з усього комплексу чинників, які формують кінцеву якість, з точки зору споживача, одним з найважливіших, є планування та розробка компонентного вмісту продукції. Зазначимо, що більшість користувачів надають перевагу натуральним, екологічно чистим косметичним засобам, асортимент яких постійно розширюється, паралельно з виробництвом на основі штучних сполук.

Склад будь-якого сучасного шампуню має наступну рецептуру: миюча субстанція (поверхнево-активні речовини, ПАВ), добавки у вигляді допоміжних ПАВ (СоПАВ), що сприяють отриманню додаткових заданих властивостей шампуню (піноутворення та ін.), кондиціонуючі компоненти, функціональні добавки та модифікатори (регулятори рН, консерванти та ін.), естетичні добавки, що надають шампуню товарний вигляд (ароматизатори, барвники, консерванти, перламутрові речовини та ін.), біодобавки, вода [7].

Для виготовлення нового шампуню було прийнято рішення використовувати наступні складові: знежирена молочна сироватка, біла глина, сульфоетоксилат натрію, поварена сіль, натуральна ефірна олія з апельсину та гліцерин.

В основі розробки формування споживних властивостей косметичного шампуню застосовані практичні підходи додавання нових компонентів для надання заданих властивостей.

Було прийнято рішення використовувати молочну сироватку в якості розчинника. Вона містить ряд вітамінів, мікроелементів та інших речовин, які позитивно впливають на стан волосся, а саме зволожують, живлять, сприяють оновленню структури, підвищують міцність, запобігають випадінню, активізують ріст волосся [8].

Спираючись на попередні наукові дослідження, в якості консерванту до складу шампуню введена поварена сіль. Експериментально доведено, що її оптимальна концентрація у косметичних засобах, які містять молочну сироватку має складати 10% [9].

Гліцерин – стандартна складова багатьох косметичних засобів. Оптимальний вміст у складі шампуню відповідає 4% [1].

В якості об'єкта дослідження була використана біла глина, сульфоетоксилат натрію, ефірна олія з апельсину.

Біла глина – природний матеріал, в складі якого є мінеральні солі, кальцій, цинк, магній і інші мікроелементи. Вона має властивість підсушування та очищення, тому особливо рекомендується для боротьби із зайвою сальністю волосся. Відзначимо також, що вона має бактерицидну властивість, тому може застосовуватися для будь-якого типу шкіри голови в боротьбі з лупою та іншими дерматологічними захворюваннями [9].

Сульфоетоксилат натрію – аніонний ПАВ, з високою миючою здатністю і відмінними піноутворювальними характеристиками, є основним компонентом у виробництві шампунів. Це м'який миючий компонент, який здатен зменшити негативний вплив сульфатів в шампунях на шкіру голови, тіла та очей [10].

Ефірна олія з апельсину, використано в якості віддушки. Вона зволожує шкіру та запобігає сухості шкірного покриву і перешкоджає появі лупи. Завдяки вагомому вітамінному складу зменшується процес випадіння і активізується ріст волосся [11]. Додання відповідної сировини надає приємний жовтий колір та легкий запах апельсину.

Аналіз новітніх розробок та наукової літератури показав відсутність даних, щодо одночасного використання відповідних компонентів. Тому визначення раціональних значень складу шампуню з метою досягнення необхідних показників якості готової продукції є складною технологічною задачею, і її рішення базується на основі сучасних методів дослідження, до яких відносяться методи математичного моделювання [12].

Загальне рішення цієї проблеми складається з трьох етапів: на першому етапі, шляхом проведення цілеспрямованих експериментів, знаходять об'єктивні залежності між вхідними компонентами рецептури шампуню і тими значеннями, що являють собою майбутні показники якості даного виробу, таким чином можна отримати математичну модель складу виробу.

На другому етапі досліджень, шляхом використання методів чисельного аналізу на основі здобутої математичної моделі, знаходять значен-

ня складу засобу, які дають максимальні значення окремих показників якості розробки.

На третьому етапі, з використанням здобутої математичної моделі та методів багатокритеріальної оптимізації, знаходять вхідні змінні, які найбільш відповідають заданим показникам якості.

Якісні показники шампуню визначаються за трьома вхідними змінними, які визначають технологічний процес обробки, та три змінні, які визначають остаточну якість кінцевого косметичного засобу.

У якості вхідних змінних даного шампуню використані наступні величини:  $x$  – кількість ПАР, %,  $y$  – кількість глини, %,  $z$  – кількість ефірної олії, %. Ці дані були відібрані шляхом аналізу певних літературних джерел. Також на основі аналізу показників якості шампуню були відібрані показники, що дають найбільше уявлення, щодо якості косметичного засобу, який буде розроблятися. В якості показників, що характеризують готову продукцію обрано такі величини:  $U_1$  – стійкість піни;  $U_2$  – пінне число, мм;  $U_3$  – показник рН.

Для опису залежностей між вихідними змінними і вхідними параметрами була обрана неперва квадратична модель виду:

$$M_i(x, y, z) = a_{1,i} + a_{2,i}x + a_{3,i}y + a_{4,i}z + a_{5,i}x^2 + a_{6,i}y^2 + a_{7,i}z^2 + a_{8,i}xy + a_{9,i}xz + a_{10,i}yz. \quad (1)$$

де  $a_i$  – коефіцієнти математичної моделі;  $i = 1...3$  показники, що відповідають показникам якості продукції.

Використання моделі виду (1) дає можливість знайти, у певному розумінні, найкращі сполучення вхідних змінних виробу відносно до показників якості.

Для визначення коефіцієнтів моделі, шляхом проведення повного факторного експерименту, необхідно побудувати таблицю, яка складається з 26 дослідів. В цій таблиці відтворюються всі можливі сполучення між вхідними змінними, а також можуть додаватися і інші точки, які за розумінням дослідника являють певний науковий інтерес. З метою зменшення числа дослідів, в якості плану експерименту було обрано D – оптимальний насичений план, який складається з 10 дослідів. Цей план не передбачає перевірку всіх комбінацій вхідних величин, як у плані повного факторного експерименту, але він по точності відтворення математичної моделі наближається до нього. Плану експерименту наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Таблиця плану експерименту

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$x_1$	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	0
$x_2$	-1	1	-1	1	1	0	0	-1	-1	0
$x_3$	1	-1	-1	1	0	1	-1	0	1	0

Джерело: розроблено авторами

В таблиці 1 експерименту наведені кодові значення вхідних змінних, тобто кожна змінна лежить у межах  $(-1...1)$ . Аналізуючи літературні джерела та результати попередніх досліджень складових шампунів, було визнано доцільним

встановити наступні межі зміни вхідних величин:  $15 \leq x \leq 25$ ;  $10 \leq y \leq 30$ ;  $3 \leq z \leq 7$ .

Після визначення таблиці експерименту на її основі створюється матриця експерименту  $F$ , яка враховує обраний вид математичної моделі. У кожній точці експерименту проводилось не менше двох вимірювань з метою зменшення впливу похибок вимірювання, і для подальшого обчислення коефіцієнтів моделі брали середнє значення проведених вимірювань.

Визначення коефіцієнтів моделі проводилося за формулою:

$$a = (F^T F)^{-1} F^T Y \quad (2)$$

Таким чином, для даного технологічного процесу було отримано три моделі виду (1) для кожного показника якості. Перевірка за статистичними критеріями, щодо адекватності моделі показала, що вони вірно відтворюють показники технологічного процесу і можуть бути використані для проведення подальших досліджень.

Після знаходження аналітичних залежностей між показниками якості та вхідними параметрами процесу необхідно для кожного показника якості знайти таку сукупність вхідних змінних, яка дозволяє знайти максимальне значення цього показника.

Це значення визначалось функцією  $P_i = \text{Maximize}(A_i, x, y, z)$ . В результаті розрахунків були здобуті наступні максимальні значення для кожного показника якості шампуню:  $U_1 = 1,037$ ;  $U_2 = 154,8$ ;  $U_3 = 7,8$ .

Здобуті значення показників перевищують задані і тому необхідно вибір вхідних показників з використанням методів багатокритеріальної оптимізації [13, 14]. Це означає, що треба знайти таке сполучення вхідних параметрів виробу, яке забезпечує максимальне наближення до заданих значень. Вибір виду найкращого критерію обумовлено особливостями технічної задачі. У більшості випадків використовують критерій найменших квадратів, тому для шампуню було обрано наступний критерій:

$$q = (y_i - y_{is})^2, \quad (3)$$

де  $y_i$  – показник якості, значення якого визначається за результатами обчислення математичної моделі;

$y_{is}$  – заданий показник якості відповідного параметра;

Однак попередній аналіз результатів математичного моделювання показав, що найкращі значення, відповідно критерію якості, не відповідають єдиному сполученню вхідних параметрів технологічного процесу. Тому необхідно «згорнути» ці критерії в один комплексний критерій і за результатами розрахунків знайти такі сполучення вхідних параметрів технологічного виробу, які дозволять максимально наблизитись до заданих значень показників якості.

Щодо загальної поставленої задачі до даного технологічного процесу, то вона має наступне формулювання: необхідно одночасно знайти такі показники, що характеризують готовий виріб, щоб максимально наблизитися до потрібних показників якості. Виконання цієї умови характеризується критерієм виду:

$$q_i(X) \rightarrow \min_{X \in \Omega}, i = 1, \dots, 3, \quad (4)$$

де  $q_i(X)$  – загальний критерій якості;  
 $\Omega$  – множина дозволених рішень, щодо виконання критеріїв.

Під множиною дозволених рішень розуміють всі можливі сполучення вхідних показників виробу. Вибір загального критерію якості обумовлений значеннями вихідних показників якості процесу після проведення експерименту. Аналіз здобутих даних показав, що всі вихідні дані мають один порядок і не має потреби приводити їх до відносних значень одного порядку. Тому в якості критерію наближення, що дозволяє «згорнути» всі три критерії до одного буде вибрано наступний вираз, який відповідає вимогам методу найменших квадратів:

$$C(X) = \sum_{i=1}^3 [q_i(X) - W_i]^2, \quad (5)$$

де  $C(X)$  – значення  $i$ -го показника, що обчислюється за математичною моделлю;

$W_i$  – необхідне значення показника якості, щодо вимог до даного технологічного процесу.

Остаточна формула, за якою будуть визначатися параметри технологічного процесу має вигляд:

$$C = \text{Minimize}(Q, X), \quad (6)$$

де  $C$  – значення вектору параметрів технологічного процесу, які забезпечують виконання (5);

$X$  – вектор вхідних змінних процесу.

Дані, що були розраховані за допомогою математичної моделі шляхом використання методу багатокритеріальної оптимізації мають значення:  $x = 0,037$ ;  $y = 0,07$ ;  $z = 1$ .

При цьому, знайдені наступні значення показників якості шампуню:  $Y_1 = 0,92$ ;  $Y_2 = 150,03$ ;  $Y_3 = 5,3$ , що практично відповідає технічному завданню.

У результаті дослідження складу, шляхом математичного моделювання, було знайдено, що найкращі показники якості шампуню забезпечуються при значеннях складових (-1; 0; 1). Після

остаточної експериментальної перевірки знайдених результатів та їх корегування були обрані наступні значення складових вмісту шампуню, які наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

## Склад косметичного шампуню

Складові	Одиниця виміру	Кількість
Сульфоетоксилат натрію	об., %	15
Біла глина	об., %	20
Ефірна олія з апельсину	об., %	7

Джерело: розроблено авторами

Спираючись на отримані дані, винахідниками Т.М. Головка, В.В. Колесник та Ю.О. Зотовою було розроблено косметичний шампунь, до складу якого входять, об., %: сульфоетоксилат натрію 15; глина 20; поварена сіль 10; ефірна олія з апельсину 7; гліцерин 4; молочна сироватка – інше [17]. Відміна нового косметичного шампуню полягає в тому, що завдяки вмісту білої глини та молочної сироватки, шампунь має гарні миючі та кондиціонуючі властивості (у тому числі і в жорсткій воді): легко піниться та змивається, не виявляє подразнюючої дії на шкіру голови, володіє протизапальною та регенеруючою, стимулюючою дією, в результаті чого знежирюється та активується ріст волосся, та попереджає появу лупи.

**Висновки та пропозиції.** За допомогою використання сучасних методів дослідження, до яких відноситься математичне моделювання, оптимізовано склад нового косметичного шампуню. Розроблено та затверджено рецептуру нового засобу з покращеними споживчими властивостями. Проведені дослідження дозволяють розширити асортимент миючих засобів та представити на ринку конкурентоспроможність товару за якістю та ціною політикою.

## Список літератури:

1. Маркетингове дослідження товарного ринку засобів по догляду за волоссям. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: [http://ua-referat.com/Маркетингове\\_дослідження\\_товарного\\_ринку\\_засобів\\_по\\_догляду\\_за\\_волоссям](http://ua-referat.com/Маркетингове_дослідження_товарного_ринку_засобів_по_догляду_за_волоссям)
2. Дослідження якості шампунів від різних виробників. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: <https://xreferat.com/53/3151-1-dosl-dzhennya-yakost-shampun-v-v-d-r-znih-virobnik-v.html>
3. Патент № 2141814, Російська Федерація, МПК, А 61 К7/50 Шампунь на основі молочної сыворотке / Беляков Ю.И., Денисова Е.П., Калинин А.Н., Антипов В.А., опубл. 27.11.99.
4. Патент № 2197947, Російська Федерація, МПК, А61 К7/075, А 61 К7/08 Шампунь / Денисов М.В.; Полина Л.С.; Петров О.М.; Кривенкова Т.В., опубл. 10.02.2003.
5. Український ринок засобів по догляду за волоссям. [Електронний ресурс]. Режим доступу до журналу: <https://koloro.ua/blog/issledovaniya/Ukrainski-runok-sredstv-po-uhodu-za-volosami.html>
6. ДСанПіН 2.2.7.027-99 Державні санітарні правила і норми безпеки продукції парфумерно-косметичної промисловості.
7. Вивчення споживчих переваг шампунів для волосся. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://works.doklad.ru/view/hcgT7gSJs60/all.html>
8. Молочна сироватка для волосся. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://irinazaytseva.ru/molochnaya-syvorotka-dlya-volos.html>
9. Яких компонентів у шампунях треба уникати. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.epochtimes.ru/kakih-komponentov-v-shampunyah-nado-izbegat-98913954/>
10. Гліцерин в шампунях. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://chem21.info/info/1270603/>
11. Біла глина для волосся. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://lovehealthukr.ru/rizne/27894-bilaglina-dlja-volossja.html>
12. Сульфати в шампунях. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://hairproblem.ru/464-sulfaty-v-shampunyah.html>
13. Застосування і користь апельсинового масла для волосся. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://volosylike.ru/masla-dlya-volos/apelsinovie-maslo>

14. Методы исследований и организация экспериментов / под ред. проф. К.П. Власова – Х.: Гуманитарный центр, 2002. – 256 с.
15. Расстригин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. – М.: Сов. Радио, 1980. – 2321 с.
16. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация, Теория, вычисления и приложения: Пер. с английского. М.: Радио и связь, 1992 – 504 с.
17. Патент № 119084, Україна, А61К 8/00 Косметичний шампунь / Головка Т.М., Колесник В.В., Зотова Ю.О., опубл. 11.09.2017.

**Головка Т.Н., Колесник В.В., Дьяков А.Г., Зотова Ю.А.**

Харьковский государственный университет питания и торговли

## **АСПЕКТЫ КАЧЕСТВА КОСМЕТИЧЕСКИХ ШАМПУНЕЙ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ДОБАВЛЕНИЯ НОВЫХ КОМПОНЕНТОВ В ИХ СОСТАВ**

### **Аннотация**

Проведен ряд исследований по определению предпочтений целевой аудитории относительно косметических моющих средств. Усовершенствованы потребительские свойства шампуня, с помощью введения в его состав новых компонентов. Обосновано добавление натурального сырья. Разработан и оптимизирован, с помощью математического моделирования, состав нового шампуня.

**Ключевые слова:** косметический шампунь, белая глина, молочная сыворотка, эфирное масло, математическое моделирование, поверхностно-активные вещества.

**Golovko T.N., Kolesnik V.V., Dyakov A.G., Zotova Yu.A.**

Kharkiv State University of Food Technology and Trade

## **ASPECTS OF QUALITY COSMETIC SHampoos AND PRACTICAL APPROACHES TO ADDING NEW COMPONENTS IN THEIR COMPOSITION**

### **Summary**

A number of studies the preferences of the target audience relative of cosmetic cleansers was determine. Consumer properties of the shampoo through the introduction of new components was improved. Justified the addition of natural raw materials. Designed and optimized the new shampoo by using mathematical modeling.

**Keywords:** cosmetic shampoo, white clay, milk whey, essential oil, mathematical modeling, Surfactants.