

СФІМОВА ВЕРОНІКА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0000-0003-2372-8398>e-mail: yefimovavg@gmail.com

ЛУЦЕНКО ТЕТЯНА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0000-0001-8467-7219>

РОЗРОБКА СКЛАДУ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОЇ ЗУБНОЇ ПАСТИ З ЕКСТРАКТОМ ШАВЛІЇ, ЯЛВІЦЮ ТА РОМАШКИ

В статті проведено розробку рецептури лікувально-профілактичної зубної пасти з використанням CO₂ екстракту шавлії, ромашки та ялівцю. У роботі було встановлено вплив технологічних режимів екстракції на склад готового продукту, а саме вплив температури. Визначено співвідношення екстрактів у готовому продукті, а також встановлено компоненти та їх співвідношення у основі зубної пасти шляхом визначення реологічних властивостей.

Ключові слова: CO₂, екстракт шавлії, ромашки та ялівцю, лікувально-профілактична зубна паста, в'язкість, кислотне число, екстракція.

YEFIMOVA VERONIKA, LUTSENKO TETYANA

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION OF THE MEDICAL AND PREVENTIVE TOOTHPASTE WITH EXTRACT OF SAGE, JUNIPER AND CHAMOMILE

Currently, the trend in the cosmetics industry is to produce natural, ecological products with the preservation of the most complete set of components of the raw materials. The work is devoted to the development of the composition of therapeutic and preventive toothpaste with CO₂ extracts of sage, chamomile and juniper. The extracts included in the toothpaste formulation were obtained using supercritical carbon dioxide extraction. In order to choose the optimal conditions for the extraction, we found out the influence of the technological modes of the process on the composition of the extracts. For this purpose, at the first stage, a series of studies on the dependence of the quantitative yield of extracts on pressure was carried out. On the basis of experimental data, the optimal conditions for supercritical fluid extraction were determined. At the second stage of the research, the influence of temperature on the composition of supercritical fluid extracts of sage was studied, which made it possible to determine the temperature parameter of the process. The optimal ratio of extracts in the composition of therapeutic-prophylactic toothpaste has been established.

The next stage of research was the selection of the base of the toothpaste, namely an abrasive component that combines a high cleaning capacity with a low abrasion capacity and a thickener (Blanose 7M3 IF). To determine the composition of the toothpaste base, the rheological characteristics of seven formulations of the base, which was obtained from an abrasive component, a thickener, and glycerin, were determined.

The toothpaste system is an emulsion-suspension, which during storage can excessively thicken or delaminate, therefore, in order to predict the stability of the rheological properties of the paste, we conducted experiments on the storage of the toothpaste base at a temperature of 25°C for 1.5 months. The work shows that the base of the toothpaste acquires indicators of constant viscosity on the 13-14th day from the moment of release.

As a result of the work carried out, a formulation of toothpaste for therapeutic and preventive purposes was developed. In order to confirm the quality of the finished cosmetic product, we examined it according to physico-chemical indicators, namely, appearance, color, smell, taste and hydrogen index (pH).

Keywords: CO₂ extract of sage, chamomile and juniper, therapeutic and preventive toothpaste, viscosity, acid number, extraction.

Вступ

Розробка нових технологій для виготовлення конкурентоспроможних косметичних виробів з високою споживчою, біологічною цінністю та тривалим терміном зберігання є найперспективнішим напрямком розвитку косметичної промисловості. З цього приводу найбільшу зацікавленість представляють виробники, що призначені для гігієни порожнини рота, які використовуються кожен день. Для забезпечення статусу зубної пасти як лікувально-профілактичного виробу необхідна актуалізація біологічного та лікувально-профілактичного складу даних виробів.

На теперішній час багато уваги приділяється пошуку нових біологічно активних компонентів. Пошук та порівняльне вивчення властивостей синтетичних та природних речовин, а також їх сумішей являє собою актуальну задачу.

Практичне значення при цьому набуває пошук та порівняльне вивчення властивостей, збереження первинної якості зубних паст на протязі всього строку придатності. Розробка та виготовлення косметичної продукції з визначеними лікувально-профілактичними властивостями полягає у обранні необхідного складу не тільки біологічно активних речовин, але і компонентного складу рецептури. Такій підхід до вирішення проблеми дає можливість отримати інноваційні косметичні продукти з новими властивостями.

Статус лікувально-профілактичної зубної пасти визначається не тільки основою продукту, але і наявністю в ній активних інгредієнтів зі специфічними біологічними властивостями. На теперішній час у косметичній галузі складається тенденція виробництва натуральної, екологічно чистої продукції зі збереженням максимально повного набору компонентів вихідної сировини.

Отже розробка рецептури лікувально-профілактичної зубної пасти з екстрактами корисних рослин є актуальною задачею.

Постановка завдання

Багато зубних паст мають у своєму складі CO₂ екстракти цілющих рослин, які чинять лікувально-профілактичний ефект. В цьому напрямку постійно відбуваються інноваційні розробки ефективних рецептур зубних паст, що містять їх у своєму складі. Тому метою нашої наукової роботи було:

- 1) розробка рецептури основи зубної пасти;
- 2) підбір CO₂ екстрактів та визначення їх співвідношення у рецептурі зубної пасти;
- 3) вивчення фізико-хімічних характеристик косметичного продукту, склад якого було розроблено.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Застосування лікувально-профілактичних зубних паст є самим розповсюдженим засобом гігієни порожнини рота. Зубні пасти забезпечують очищаючу дію, а також доставку різних активних інгредієнтів природного походження.

За даними наукових досліджень статус лікувально-профілактичного продукту, зокрема зубної пасти, визначається не тільки основним продуктом, але і наявністю у ньому активних інгредієнтів зі специфічними біологічними властивостями [1–3]. На теперішній час у косметичній галузі складається тенденція виробництва натуральної, екологічної продукції зі збереженням максимально повного набору компонентів вихідної сировини. Рослинні CO₂ екстракти найбільш повно відповідають цим вимогам, оскільки є джерелом функціональних інгредієнтів.

Аналіз стану і напрямку розвитку технологій обробки рослинної сировини [3, 4] показав, що найперспективнішим з цієї точки зору є використання CO₂ екстрактів цілющих рослин.

Мета і завдання дослідження

Розробка рецептури лікувально-профілактичної зубної пасти, що містить у своєму складі абразивні та загущуючі компоненти та CO₂ екстракти ромашки, шавлії та ялівцю та дослідження фізико – хімічних властивостей готового продукту.

Виклад основного матеріалу

У даному дослідженні ми використовували у якості біологічно активних речовин CO₂ екстракти, що були отримані за допомогою надкритичної вуглекислотної екстракції. Для роботи ми відібрали екстракти, які мають цільові біологічні функції, а саме кровоспинну і протизапальну дію, і як наслідок ранозагоювальну і регенеруючу властивості: екстракти ромашки, шавлії, ялівцю.

Для вибору оптимальних умов проведення екстракції необхідно було з'ясувати вплив технологічних режимів процесу на склад екстрактів. З цієї метою спочатку було проведено серію досліджень залежності кількісного виходу екстрактів від тиску. На підставі експериментальних даних було визначено оптимальні умови проведення надкритичної флюїдної екстракції за тиску 400 атм.

У ході подальших досліджень було вивчено вплив температури на склад надкритичних флюїдних екстрактів шавлії. Дослідження здійснювалися в інтервалі температур від 40 до 80°C. В результаті проведених досліджень було встановлено, що екстракти, отримані за температур 40, 60 і 80°C є принципово різними комплексами. Показники якості та вміст основних біологічно-активних речовин екстракту шавлії наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Показники та склад екстракту шавлії, що отриманий за різних температур

Найменування показника і склад екстрактів	Температура екстракції		
	40 °C	60 °C	80 °C
Кислотне число, мг КОН/г	47,5-49,0	89,5-91,0	98,5-100,0
Показник заломлення	1,473-1,476	1,464-1,469	1,474-1,478
Токоферолі (вітамін Е), мг %	41,2-42,3	37,8-38,9	21,8-22,4
Каротиноїди (провітамін А), мг %	1,41-1,45	0,95-1,0	0,78-0,99
Жирні кислоти, % до суми:	5,9	18,3	26,3
пальмітинова	1,8	1,4	1,3
стеаринова	40,6	33,4	31,5
олеїнова	3,0	27,3	31,7
лінолева	1,8	2,5	3,4
ліноленова			

Дані таблиці 1 свідчать, що температура 40 °C є мінімальною за якою здійснюється екстракція.

Отже на основі аналізу отриманих даних (табл. 1) для отримання CO₂ екстракту температурний параметр ведення процесу необхідно підтримувати на рівні 60 °C.

У таблиці 2 та 3 наведено якісні показники екстракту ромашки та ялівцю, які отримані при проведених процесу екстракції за температури 60 °C.

Наступним етапом наших досліджень було вибір основи зубної пасти, яка складається з абразивного компонента та загущувача.

В даній час новий підхід до зубних паст, як до лікувально-профілактичних виробів визначив використання силікатних абразивних компонентів, які поєднують в собі високу очищувальну здатність

поряд з низькою здатністю до стирання. Силікати використовують для контролю реології складу зубних паст та для сприяння видаленню з поверхні зубів у процесі їх очищення зубного нальоту залишків їжі. Їхня аморфна структура, інертні поверхневі властивості, низький індекс заломлення, здатність до розподілу на окремі частини – все це зробило сполуки кремнію ідеальними для використання у зубних пастах. Вони мають високий рівень сумісності з іншими компонентами паст, особливо з їх активними інгредієнтами, можуть бути невидимі у прозорих складах. Фізико-хімічні показники силікату, який ми використовували у наших дослідженнях наведено у таблиці 4.

При виборі загущувача для зубної пасти ми враховували наступні параметри: сумісність з іншими інгредієнтами пасти та вартість пасти. Для наших експериментів була обрана високоочищена карбоксиметилцелюлоза (КМЦ) харчового ґатунку. На наш ринок цей продукт поставляється численними фірмами. Нами було проведено порівняльні випробування даного продукту різних фірм на модельних основах зубних паст від 0,5 до 1,5%, де в якості абразивної складової використовувався діоксид кремнію у кількості 21,0%. У таблиці 5 наведено реологічні властивості індивідуальних розчинів КМЦ та основ зубних паст з різною концентрацією цього компоненту в основі.

Таблиця 2

Якісні показники CO₂ екстракту ромашки

Найменування показника і склад екстрактів	Значення показників
Кислотне число, мг КОН/г	45,5-47,0
Показник заломлення	1,475-1,479
Токоферолі (вітамін Е), мг %	98,5-100,0
Ефірне число, мг КОН/г	76,5-79,3
Ефірне масло, %	5,3-6,3

Таблиця 3

Якісні показники CO₂ екстракту ялівцю

Найменування показника і склад екстрактів	Значення показників
Кислотне число, мг КОН/г	46,3-48,1
Показник заломлення	1,485-1,511
Токоферолі (вітамін Е), мг %	97,3-98,8
Ефірне число, мг КОН/г	74,2-75,1
Ефірне масло, %	5,6-7,2

Таблиця 4

Фізико-хімічні показники діоксиду кремнію

Показник	Діоксид кремнію, SiO ₂
Розмір частинок, мкм	1,0-1,5
Показник рефракційного індексу	1,46
Волога %	1,0
Показники, що контролюються в основі зубної пасти	
Вміст у рецептурі зубної пасти, %	20,0-21,0
Вязкість, Па·с	160-170

За результатами проведеного експерименту на модельних системах було визначено перспективну марку та концентрацію введення в рецептуру загусника. До подальшого дослідження було взято зразки під номером 2, 5 та 6, де концентрація загусника склала 1%, а критерієм вибору була порівняльна оцінка з еталоном, яким був основа зубної «М'ята» українського виробника DeLaMark, в'язкість якої на 24 години після виробництва становить 340-380 Па·с, яка за реологічними властивостям відповідає ДСТУ 2472–2006 та повинна зберігатися протягом усього терміну придатності. Система зубної пасти є емульсійно-суспензією, яка у процесі зберігання може надмірно загущуватися або розшаровуватися, тому для прогнозування стабільності реологічних властивостей пасти, нами проведено досліди щодо зберігання основи зубної пасти за температури 25°C протягом 1,5 місяців.

Результати проведених досліджень показали, що зразки під номером 2 та 6 дали результати вище, ніж порівняльні і лежать в межах 550-750 Па·с, коли як для зразка 5 в'язкість не відповідає еталону і становить нижче 300 Па·с.

Таким чином, нами було встановлено, що основа зубної пасти набуває показників постійної в'язкості на 13-14 день з моменту випуску. Поряд з цим, зразок 6 до кінця терміну зберігання мав в'язкість понад 700 Па·с, що призводило до ускладнення видавлювання зубної пасти з індивідуального упакування. Також аналіз результатів показав перспективність використання в основі як Blanose 7M31F, так і Walocel CRT, проте враховуючи економічні аспекти, для цих робіт був обраний зразок Blanose 7M3 IF.

Як відомо, якість зубної пасти безпосередньо пов'язана з рецептурним складом основи. Отже основою зубної пасти ми обрали діоксид кремнію Blanose 7M3 IF та гліцерин. Для визначення оптимального складу основи зубної пасти нами було реалізовано один із планів дослідження залежності властивостей 3-х

компонентної системи від співвідношення компонентів. Як критерій оптимізації прийнята в'язкість суспензії у Па·с.

Таблиця 5

Вивчення реологічних характеристик індивідуальних розчинів КМЦ та основ зубних паст з введенням останнього

№ п/п	Торгова назва згущувача	Назва за INKI	Реологічні властивості розчинів			
			КМЦ, в'язкість розчину 2% за температури 25°C мПА·с	Основа зубної пасти за температури 25°C мПА·с		
				Концентрація, %		
			0,5	1,0	1,5	
1	Blanose 7MF	Carboxymethyl cellulose sodium	400	240	340	420
2	Blanose 7M31F	Carboxymethyl cellulose sodium	2300	300	500	700
3	Natrosol S	Hydroxyethyl cellulose	400	260	300	480
4	Natrosol 250MR	Hydroxyethyl cellulose	600	260	300	500
5	Natrosol R	Hydroxyethyl cellulose	800	280	340	500
6	Walocel CRT	Carboxymethyl cellulose sodium	600	260	360	480
7	Walocel HM	Hydroxypropylmethylprophyll cellulose	500	240	300	470

Дослідження показали, що основа зубної пасти буде мати наступний вміст компонентів: діоксид кремнію в межах 0,2 - 0,8; гліцерин в межах 0,2 - 0,25; Blanose 7M3 1F в межах 0,03 - 0,25.

Концентрація введення композиції біологічно активних речовин (CO₂-екстракти шавлії : ромашки : ялівцю = 0,5:1,0:0,5) в основу пасти визначено в кількості 1,6%, згідно з дозами, що застосовуються для профілактичних цілей. Рецепттура зубної пасти представлена у таблиці 6.

Таблиця 6

Рецептура розробленої зубної пасти та її фізико-хімічні показники

Компоненти	Концентрація, %	Фізико-хімічні показники		
		За ДСТУ 2472-2006	Норма	Дані, що отримані
Діоксид кремнію	18-20	Зовнішній вигляд	Однорідна маса, що утримується на поверхні зубної щітки, не проникаючи вглиб щетини	Відповідає
Гліцерин	16-19	Колір	Властивий кольору пасти даного найменування	Відповідає
Blanose 7M3 1F	0,5-0,8	Запах	Властивий кольору пасти даного найменування	Відповідає
На лаурилсульфат (100%)	1,0-1,5	Смак	Властивий кольору пасти даного найменування	Відповідає
Консервант	0,3-0,6	Водневий показник (рН)	5,5-10,5	6,8
Двоокис титану пігментний	0,1-0,3	Масова частки суми важких металів, % не більш	0,002	0,001
Комплекс БАР	1,4-1,7	Масова частка фторида (в перерахунку на молярну масу фтору), %	0,05-0,15	0,1
Віддушка	0,15-0,25	Масова частка фторида (в перерахунку на молярну масу фтору), в одиниці упаковки, мг, не більш	300	300
Вода	До 100			

Висновки

В результаті проведеної роботи було розроблено рецептуру лікувально-профілактичної пасти, а саме, було обрано у якості біологічно активних речовин CO₂ екстракти ялівцю, шавлії та ромашки, а також встановлено їх співвідношення у складі зубної пасти. Визначено і обґрунтовано застосування основних компонентів основи у складі зубної пасти.

References

1. Senthilkumar S., Venkateswaran A. Formulation development and evaluation of novel herbal toothpaste from natural source. *International Journal of Pharmaceutical Chemistry and analysis*. 2022. Vol. 9(1). p. 17–21.
2. Phalke P.L., Rukari T. G., Jadhav A. S. Formulation and evaluation of toothpaste containing combination of aloe and sodium chloride. *International Journal of Pharmaceutical Science and research*. 2019. Vol. 10 (3). p. 1462–1467.
3. Hidayaturrehman A., Asidiki H., Sari N., Harismah K. Development of Herbal Toothpaste Formulation with Combination of Binahong and Stevia (Stevia Rebaudina) Leaves Extract and Lemon Juice. *Journal of Nutraceuticals and Herbal Medicine*. 2020. Vol. 3 (1). p. 15–22.
4. Priyal G., Maji J., Shruti N., Vidya P., Sudeendra P. Evaluation of efficacy of different tooth paste formulations in reducing the oral microbial load. An in vivo study, *Biomedicine*. 2021. Vol.41(2). p. 465-471.