



Зберігання та переробка продукції

УДК 665.585

© 2022

РОЗРОБКА ЖИРОВОЇ ОСНОВИ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВОЛОССЯ

Н.С. Ситнік¹, В.С. Мазаєва², З.П. Федякіна³, Ю.І. Нечитайло⁴

^{1, 2}кандидати технічних наук

Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААН

просп. Дзюби, 2а, м. Харків, 61019, Україна

e-mail: ¹ntlsytник@gmail.com, ²vika1988977@gmail.com,

³pererobka.fatoil@gmail.com, ⁴ynec1978@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-3970-086X, ²0000-0002-5560-9126,

³0000-0003-3794-8068, ⁴0000-0002-0571-6193

Надійшла 21.06.2022

Мета. Визначити оптимальне співвідношення компонентів у жировій основі косметичного засобу та дослідити період індукції отриманої суміші. **Методи.** Періоди індукції зразків олій та їх сумішей досліджено методом диференційної сканувальної калориметрії. Сумарну кількість вітаміну Е в дослідних зразках олій визначено за допомогою хроматографічного аналізу. **Результати.** На основі математичного планування та експериментальних досліджень отримано математичну модель залежності періоду індукції від масової частки компонентів у жировій суміші. За допомогою встановленої залежності розраховано жирову основу косметичного засобу з 3-х компонентів: кукурудзяної олії $x_1 = 0,30$; кунжутної олії $x_2 = 0,30$; олії жожоба $x_3 = 0,40$, період індукції якої становить 501,94 хв. Для збільшення кількості природного вітаміну Е та періоду індукції до 3-компонентної жирової основи косметичного засобу додали кокосову олію. Створено нову жирову основу, яка складається з таких компонентів: кукурудзяної олії $x_1 = 30\%$; кунжутної олії $x_2 = 30$; олії жожоба $x_3 = 20$, кокосової олії $x_4 = 20\%$. Період індукції суміші, встановлений за допомогою диференційної сканувальної калориметрії, — 531,81 хв. У жирової основи косметичного засобу, що має 4 компоненти, період індукції вищий та вона є стабільною до процесів окиснювального псування. **Висновки.** Одержані наукові результати дають змогу використовувати стабільну до окиснювального псування жирову композицію, до складу якої входять корисні для волосся жирові компоненти.

Ключові слова: олії, диференційна сканувальна калориметрія, окиснення, період індукції, математичне планування.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202207-08>

Нині ринок косметичної продукції пропонує широкий діапазон засобів для догляду за волоссям. Також збільшується попит на продукцію, що має у своєму складі натуральні інгредієнти та захищає стрижень (видиму частину волосини) від пошкодження, до якого призводять агресивний вплив навколишнього середовища, ультрафіолетове випромінювання, фарбування, термообробка та інші чинники [1].

У косметичному виробництві використовують різні види сировини: рослинні олії, воски, екстракти лікарських рослин, вітаміни, антиоксиданти, силікони, ферменти та ін. Усі компоненти в складі косметичних засобів мають бути безпечними, не містити шкідливих домішок, речовин, які пошкоджують клітини шкіри, алергенів, мікробів і їх токсинів, продуктів пероксидного окиснення жирів та олій, консервантів і ароматичних речовин, що руйнують епідермальний бар'єр шкіри, важких металів, нітратів, радіонуклідів. Компоненти мають бути сумісними між собою і не спричиняти антагонізму [2–4].

Рослинні олії — незамінний компонент у косметичних засобах. В оліях міститься комплекс вітамінів, біологічно активних речовин, жирних кислот та інших корисних компонентів, потрібних для шкіри та волосся. У косметичних засобах використовують переважно олії холодного віджиму. Основною фізичною властивістю інгредієнтів цього класу є гідрофобність олії. Насичені та мононенасичені олії дифундують у волосся набагато краще, ніж поліненасичені олії [5, 6].

Основна функція натуральних рослинних олій — живлення, зволоження, підвищення тону, пружності та еластичності волосся, захист від зовнішніх чинників, утримання вологи в роговому шарі волосся та ін. [7, 8].

Одним із видів пошкодження волосся є гігральна втома — багаторазове набрякання кутикули волосини з подальшим її висиханням, що призводить до поступового руйнування кутикульного шару і його відшарування. Внаслідок цього оголюється кортексний шар, який втрачає вологу і стає дуже сухим і тьмяним, крихким і ламким. Відбувається повільне руйнування кортекса, і в результаті утворюються посічені ділянки

волосся. Щоб запобігти цьому, на волосся наносять косметичні засоби, до їх складу входять рослинні олії, які заповнюють мікрощілини між клітинами кутикули, запобігаючи проникненню агресивних речовин у фолікул. Регулярне нанесення олії поліпшує змачування стрижня і запобігає ламкості волосся [9, 10].

У роботах [11–13] вивчено властивості мінеральної, кокосової, оливкової, соняшникової олій на волосся людини. Так, кокосова олія у своєму складі містить лауринову кислоту, яка має високу спорідненість до білків волосся і завдяки своїй низькій молекулярній масі та прямолінійному ланцюгу здатна проникати (дифундувати) всередину волоссяного стрижня. Завдяки цьому вона дає змогу зменшити втрати білка як для неушкодженого, так і для пошкодженого волосся, коли використовується як косметичний засіб з догляду за волоссям до та після миття. Мінеральна та соняшникова олії можуть мати плівковий ефект і адсорбуватися на поверхні кутикули, посилюючи блиск і зменшуючи тертя під час розчісування волосся.

У роботі [14] досліджено вплив бразильських олій (маракуї, бразильського горіха, пальмового олеїну, стеарину, буріті, тукума, укууба, сапукайни) на механічні властивості волосся. Проаналізовано розчісування та вимірювання блиску. У волосся, обробленого оліями, значно збільшувався блиск та зменшувалося утворення посічених кінчиків. Однак використання зазначених олій не впливало на розчісування волосся.

Отже, розробки, спрямовані на створення нових жирових основ косметичних засобів на основі рослинних олій, є актуальними та перспективними.

Мета досліджень — визначити оптимальне співвідношення компонентів у жировій основі косметичного засобу та дослідити період індукції отриманої суміші. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати такі завдання: обґрунтувати вибір компонентів жирової основи для волосся; у дослідних зразках олій визначити сумарну кількість вітаміну Е; визначити оптимальне співвідношення компонентів у суміші (кукурudzяна, кунжутна та олія жожоба) щодо окиснювальної стабільності; розробити

жирову суміш для засобів для волосся з додаванням кокосової олії.

Матеріали та методи досліджень. Процеси окиснення зразків олій та їх сумішей досліджено з використанням диференційного сканувального калориметра Q20; характеристичні параметри піків окиснення визначено за допомогою програмного пакета *TA Universal Analysis*. Планування експериментальних досліджень, математичне моделювання та обробку експериментальних даних щодо залежності концентрацій компонентів у жировій основі від періоду індукції виконано у середовищі програмних пакетів *Statistica*, *Microsoft Excel* та *MathCad*. Сумарну кількість вітаміну Е в дослідних зразках олій визначено з використанням методу газорідинної хроматографії.

Результати роботи та їх обговорення.

При створенні жирової основи косметичного засобу для догляду за волоссям використано такі рослинні олії: жожоба, кукурудзяну, кунжутну та кокосову. Такий вибір жирової сировини зумовлений впливом цих олій на корінь і стрижень волосся. Так, кукурудзяна олія має високий вміст неомильної фракції, тому має регенерувальні властивості (регулює бар'єрні і вологоутримувальні властивості епідермісу та волосся). Кунжутна олія складається до 48% з лінолевої кислоти, яка активізує ліпідний обмін і відновлює бар'єрні функції епідермісу та волосся. Олія жожоба добре проникає всередину волосся, захищаючи його,

живлячи та звожуючи, до того ж вона має властивості кондиціонера. Кокосова олія є емоментом (пом'якшувачем), до того ж утворює захисну плівку на поверхні шкіри і волосся. Отже, оберігає волосся від шкідливого впливу навколишнього середовища й ультрафіолетового випромінювання, підживлює білками.

У кожній олії було визначено (за допомогою хроматографічного аналізу) сумарну кількість вітаміну Е, яка становить: для олії жожоба — 8,294 мг/кг, кукурудзяної олії — 342,7, кунжутної — 273,4, для кокосової олії — 264,7 мг/кг. Найменша сумарна кількість вітаміну Е — в олії жожоба.

Для визначення оптимального співвідношення компонентів у суміші був вибраний симплекс-ґратчастий план Шеффе 3-го порядку для 3-компонентної суміші, який забезпечує рівномірний розподіл експериментальних точок за правильним симплексом.

План експерименту «склад — властивість» надано в табл. 1. Передбачається, що паралельні досліді проводять у кожній точці симплексної ґратки. Як чинники впливу обрано концентрації компонентів, %: x_1 — кукурудзяної олії; x_2 — кунжутної олії; x_3 — олії жожоба. Як функцію відгуку було використано період індукції.

Період індукції визначали методом диференційної сканувальної калориметрії (ДСК). Процес окиснення проводили за постійної температури 110°C у потоці повітря, який подавався з компресора зі швидкістю 50 мл/хв

1. План експерименту

№ експерименту	Концентрація компонентів, %			Період індукції, хв
	x_1	x_2	x_3	
1	100	0	0	365,35
2	0	100	0	427,12
3	0	0	100	1186,40
4	67	33	0	368,12
5	33	67	0	405,34
6	0	67	33	549,29
7	0	33	67	700,02
8	67	0	33	380,48
9	33	0	67	638,41
10	33	33	33	478,28

2. Дисперсійний аналіз

Модель	Сума квадратів, SS	Ступінь свободи, df	Середнє значення квадрата, MS	F-критерій	Рівень значущості, p	Коефіцієнт детермінації, R ²
Квадратична	92917,6	5	1283,21	36,205	0,001060	0,98

і за умов відсутності ініціатора (режим автоокиснення). Після обробки отриманих діаграм ДСК визначено періоди індукції, які характеризують процес окиснення дослідних олій та їх сумішей.

Для всіх отриманих даних проведено математичну обробку в середовищі пакета *Statistica 8 (StatSoft, Inc.)*, у результаті якої отримано остаточне рівняння регресії для визначення періоду індукції:

$$Y = 357,76 \cdot x_1 + 436,47 \cdot x_2 + 1164,08 \cdot x_3 - 1096,50 \cdot x_1 \cdot x_3 - 755,15 \cdot x_2 \cdot x_3.$$

Рівняння регресії свідчить, що для дослідних сумішей відбувається як синергізм, так і антагонізм періоду індукції, що позначається на позитивних або негативних значеннях величин коефіцієнтів регресії.

Адекватність отриманих коефіцієнтів рівняння регресії перевіряли за допомогою р-критерію (який має 95% довірчої імовірності) та t-критерію Стьюдента (який свідчить про кількісний ефект змінної). У цьому

рівнянні регресії був незначущий ефект $x_1 \cdot x_2$, для якого р-критерій становив 0,9108 за максимального значення 0,05. Отже, незначущий критерій (коефіцієнт) був видалений під час остаточного розрахунку рівняння регресії.

Також для моделі перевірено адекватність за допомогою дисперсійного аналізу (табл. 2).

За отриманим рівнянням регресії побудовано проєкцію поверхні відгуку залежності періоду індукції від концентрації компонентів (рис. 1).

За допомогою рівняння регресії вибрано першу рецептуру, в якій співвідношення компонентів жирової основи косметичного засобу становить: кукурудзяної олії $x_1 = 0,30$; кунжутної олії $x_2 = 0,30$; олії жожоба $x_3 = 0,40$. Розраховано період індукції жирової основи за допомогою програмного забезпечення *Statistica 8 (StatSoft, Inc.)* (табл. 3).

За даними табл. 3, розрахунковий період індукції становить 481,706 хв і знахо-

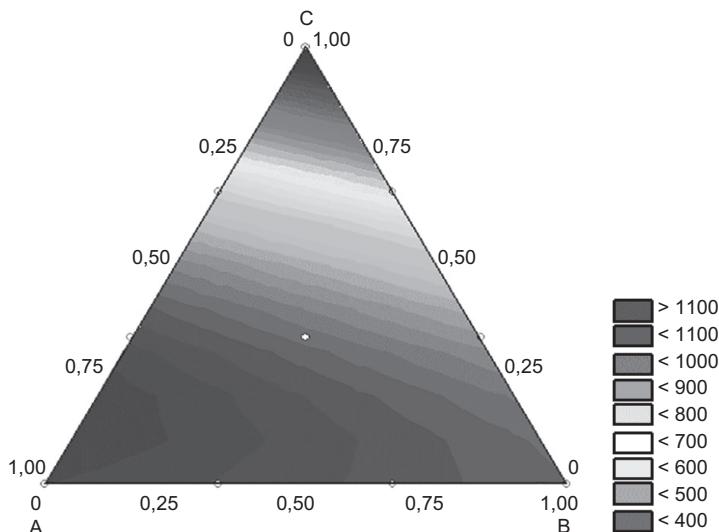


Рис. 1. Проекція поверхні відгуку залежності періоду індукції від концентрації компонентів у суміші

диться в довірчому часовому інтервалі від 436,327 до 527,085 хв, а передбачений часовий інтервал становить від 379,048 до 584,363 хв.

Для перевірки розрахунку періоду індукції було створено суміш із заданими концентраціями дослідних олій за даною рецептурою та визначено період індукції за допомогою приладу ДСК за тих самих умов, що і в симплекс-ґратчастих планах Шеффе 3-го порядку для 3-компонентної суміші. Наважка дослідного зразка становила 9,3 мг. Побудовано діаграму ДСК процесу окиснення суміші за цією рецептурою (рис. 2).

Як видно з рис. 2, визначений період індукції — 501,94 хв. Отриманий результат знаходиться в довірчому інтервалі розрахованого періоду індукції суміші, що підтверджує адекватність цього рівняння.

3. Розрахунок періоду індукції жирової основи

Фактор	Коефіцієнт	Значення	Коефіцієнт значення
(A) x_1	357,76	0,3	107,329
(B) x_2	436,47	0,3	130,941
(C) x_3	1164,08	0,4	465,633
AC	-1096,50	0,12	-131,580
BC	-755,15	0,12	-90,617
Predicted	-	-	481,706
-95,% Conf.	-	-	436,327
+95,% Conf.	-	-	527,085
-95,% Pred.	-	-	379,048
+95,% Pred.	-	-	584,363

За допомогою програмного пакета Microsoft Excel було розраховано сумарний

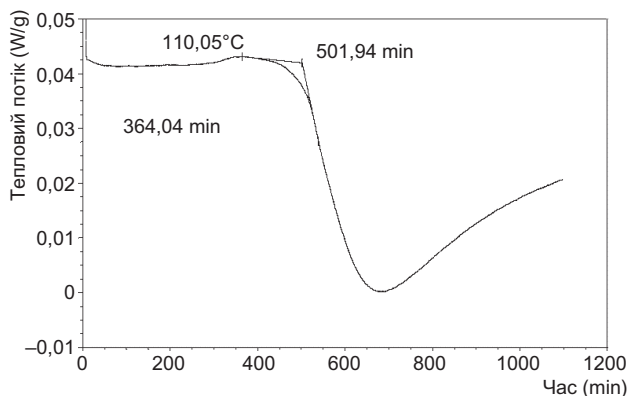


Рис. 2. Діаграма ДСК процесу окиснення суміші за першою рецептурою

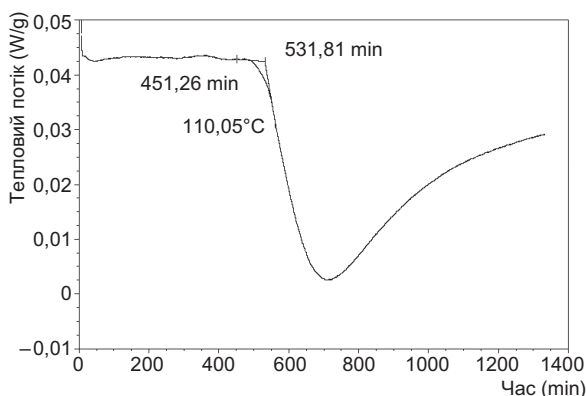


Рис. 3. Діаграма ДСК процесу окиснення суміші за новою рецептурою

уміст природного вітаміну Е в першій рецептурі, який становить 188,13 мг/кг.

Для збільшення сумарного вмісту природного вітаміну Е та періоду індукції 20% олії жожоба замінили на таку саму кількість кокосової олії. У новій рецептурі співвідношення компонентів жирової основи засобу для волосся становить: кукурудзяної олії $x_1 = 30\%$; кунжутної олії $x_2 = 30$; олії жожоба $x_3 = 20$; кокосової олії $x_4 = 20\%$. Отже, при розрахунку вміст природного вітаміну Е в новій рецептурі становить 239,43 мг/кг, до того ж кількість природного вітаміну Е в новій рецептурі збільшилася на 51,30 мг/кг.

Було створено дослідну суміш за новою рецептурою для перевірки окиснювальної стабільності, яку визначали за допомогою приладу ДСК, за тих самих умов, що й в симплекс-ґратчастих планах Шеффе 3-го порядку для 3-компонентної суміші. Наважка дослідної суміші становила 8,4 мг.

Отримано діаграму ДСК окиснювальної стабільності суміші за новою рецептурою (рис. 3).

Як видно з наведених на рис. 3 даних, період індукції дослідної суміші становить 531,81 хв, що більше на 29,87 хв за період індукції першої рецептури.

Висновки

Обґрунтовано вибір компонентів жирової основи для волосся. Було обрано такі рослинні олії: жожоба, кукурудзяна, кунжутна та кокосова. Жирнокислотний склад і склад супутніх речовин олій мають зміцнювальний та регенерувальний вплив на корінь і стрижень волосся.

Сумарна кількість вітаміну Е становить: для олії жожоба — 8,294 мг/кг, кукурудзяної олії — 342,7, кунжутної олії — 273,4 та для кокосової олії — 264,7 мг/кг.

Визначено оптимальне співвідношення компонентів у суміші (кукурудзяна, кунжутна та олія жожоба) з погляду окиснювальної стабільності. Розраховано

жирову основу косметичного засобу із 3-х компонентів, а саме: кукурудзяної олії $x_1 = 0,30$; кунжутної олії $x_2 = 0,30$; олії жожоба $x_3 = 0,40$, період індукції якої становить 501,94 хв.

Розроблено жирову суміш для засобів для волосся з додаванням кокосової олії. Створено жирову основу, яка складається з кукурудзяної олії $x_1 = 30\%$; кунжутної олії $x_2 = 30$, олії жожоба $x_3 = 20$, кокосової олії $x_4 = 20\%$. Період індукції за ДСК — 531,81 хв. Отже, у жирової основи косметичного засобу, що має 4 компоненти, період індукції вищий та вона є стабільною до процесів окиснювального псування.

Sytynik N.¹, Mazayeva V.², Fediakina Z.³, Nychytailo Yu.⁴

Ukrainian Research Institute of oils and fats of the NAAS, 2A Dziuba ave., Kharkiv, Ukraine, 61019; e-mail: ¹ntlsytynik@gmail.com, ²vika1988977@gmail.com, ³pererobka.fatoil@gmail.com, ⁴ynec1978@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-3970-086X, ²0000-0002-5560-9126, ³0000-0003-3794-8068, ⁴0000-0002-0571-6193

Development of fat base of cosmetics for hair

Goal. To determine the optimal ratio of components in the fat base of the cosmetic product and investigate the induction period of the resulting mixture. **Methods.** The induction periods of oil samples and their mixtures were investigated by the method of differential scanning calorimetry. The total amount of vitamin E in experimental oil samples was determined using chromatographic

analysis. **Results.** Based on mathematical planning and experimental studies, a mathematical model of the dependence of the induction period on the mass fraction of the components in the fat mixture was obtained. Using the established dependence, the fat base of the cosmetic from 3 components was calculated: corn oil $x_1 = 0.30$; sesame oil $x_2 = 0.30$; jojoba oil $x_3 = 0.40$, the induction period of which is 501.94 min. To increase the amount of natural vitamin E and the induction period, coconut oil was added to the 3-component fat base of the cosmetic. A new fat base was created, which consists of the following components: corn oil $x_1 = 30\%$; sesame oil $x_2 = 30$; jojoba oil $x_3 = 20$, coconut oil $x_4 = 20\%$. The induction period of the mixture, established using differential scanning calorimetry, is 531.81 min. The fatty base of the cosmetic product, which has 4 components, has a longer induction period and is stable to the processes of oxidative deterioration. **Conclusions.**

The obtained scientific results make it possible to use a fat composition stable to oxidative deterioration, which includes fatty components useful for hair.

Key words: oils, differential scanning calorimetry, oxidation, induction period, mathematical planning.
DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202207-08>

Бібліографія

1. Тарасов В.Е., Коренева О.В., Данович Л.М. Методика оценки потребительских свойств средств по уходу за волосами на основе обобщенного коэффициента. *Новые технологии*. 2012. № 1. С. 55–60.
2. Алиева Е.Г., Родионова О.М., Лямина Д.С. Влияние парфюмерно-косметических средств на психофункциональное состояние человека. *Мир науки, культуры, образования*. 2017. № 2(63). С. 304–306.
3. Башура А.Г., Половко Н.П., Гладух Е.В. и др. Технология косметических и парфюмерных средств: учеб. пособие. Харьков. НФАУ: Золотые страницы, 2002. 272 с.
4. Пучковой Т.В., Кима В.Е. Практикум по технологии косметических средств. Биологически активные вещества в косметике. Москва: Школа косметических химиков, 2004. 157 с.
5. Robbins C.R. Chemical and Physical Behavior of Human Hair. 4th ed. New York: Springer, 2013. 724 p.
6. McMichael A.J. Hair breakage in normal and weathered hair: Focus on the black patient. *J. Investig Dermatol Symp Proc*. 2007. № 12. P. 6–9.
7. Носенко Т.Т., Сидоренко Т.В., Волощенко Т.О. Розроблення рецептури косметичної олії для очищення шкіри. *Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції: програма та матеріали IV Міжнародної наук.-техн. конф.* Київ: НУХТ, 2015. С. 174–175.
8. Gavazzoni Dias M.F. Hair cosmetics: an overview. *International j. of trichology*. 2015. № 7(1). P. 2–15. doi: 10.4103/0974-7753.153450
9. Gode V., Bhalla N., Shirhatti V. et al. Quantitative measurement of the penetration of coconut oil into human hair using radiolabeled coconut oil. *J. Cosmetic Sci*. 2012. № 63. P. 27–31.
10. Keis K., Huemmer C.L., Kamath Y.K. Effect of oil films on moisture vapor absorption on human hair. *J. Cosmetic Sci*. 2007. № 58. P. 135–145.
11. Rele A.S., Mohile R.B. Effect of mineral oil, sunflower oil, and coconut oil on prevention of hair damage. *J. Cosmetic Sci*. 2003. № 54. P. 175–192.
12. Keis K., Persaud D., Kamath Y.K., Rele A.S. Investigation of penetration abilities of various oils into human hair fibers. *J. Cosmetic Sci*. 2005. № 56. P. 283–295.
13. Nazir H., Lv P., Wang L. et al. Uniform-sized silicone oil microemulsions: Preparation, investigation of stability and deposition on hair surface. *J. Colloid Interface Sci*. 2011. № 364. P. 56–64.
14. Fregonesi A., Scanavez C., Santos L. et al. Brazilian oils and butters: The effect of different fatty acid chain composition on human hair physicochemical properties. *J. Cosmetic Sci*. 2009. № 60. P. 273–280.