

Єфімова В.Г.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІТАМІНІЗОВАНОЇ КОСМЕТИЧНОЇ ОЛІЇ

В дослідженні показано, що одним з найважливіших напрямків розвитку косметичної промисловості є розробка нового покоління anti-age косметики, у складі якої присутні біологічно активні речовини рослинного походження. Дані роботи свідчать, що кожна рослина характеризується властивим лише йому складом біологічно активних речовин. В роботі проведено аналіз основних способів отримання натуральних екстрактів та підбору необхідного складу компонентів, що мають anti-age властивості.

Проведений літературний аналіз показав, що одним з механізмів старіння шкіри є зростаюча активність матриксних металопротеїназ дерми, які руйнують структурні елементи – колаген, еластин, що призводить до передчасної появи зморшок та втраті еластичності шкіри.

На першому етапі досліджень визначено інгібітори руйнування колагену та еластину, а також можливості одночасного введення каротиноїдів та токоферолів. У якості інгібіторів появи зморшок було обрано екстракти шкірки айви, коріню топінамбуру, калину, різні частини рослин ожини та жимолості. Проведено аналіз сировини за олійністю, вмістом каротиноїдів та токоферолів та рівнем інгібування еластази активності.

Встановлено, що екстракти з ягід та листя ожини містять інгібітор, який значно пригнічує протеолітичну активність, а отже з їх використанням можна створювати перспективні косметичні вироби, а також харчові добавок anti-age спрямованості.

Дослідження показали, що інгібування еластази активності екстрактів з ягід ожини та листя даної рослини було практично однаковим, тому в подальших дослідженнях було використано листя ожини.

В роботі показана доцільність отримання вітамінізованої рослинної олії, та доведена можливість оптимізування технологічного процесу варіння косметичного крему на стадії введення біологічно активних речовин.

Було відпрацьовано два способи отримання вітамінізованої оливкової олії, що збагачена біологічно активними речовинами з листя ожини із застосуванням екструзії та різними способами проведення процесу екстракції.

Встановлено, що найважливішим показником якості вітамінізованої олії є окислювальна стабільність. В роботі було досліджено окислювальну стабільність зразків продуктів вітамінізованої оливкової олії, яка була отримана за вдосконаленою технологією та порівняна з дезодорованою оливковою олією якості контрольної.

Встановлено, що окислювальна стабільність вітамінізованого масла залежно від температури ініційованого окислення зростає, а швидкість дифузії кисню в одиницю часу зменшується.

Дослідження перекісного числа показали, що процес первинного окислення перебігає однаково як і у контрольному зразку, але при тривалому зберіганні цей процес для дослідного зразка стабілізується на відміну контролю.

Отже в результаті проведеної роботи було відпрацьовано технологію отримання вітамінізованої оливкової олії для подальшого використання у рецептурах косметичних засобів anti-age спрямування.

Ключові слова: біологічно активні речовини, листя ожини, перекисне число, олійність, екструзія, токоферолі.

Постановка проблеми в загальному вигляді.

На сьогоднішній день одним з найважливіших напрямків розвитку косметичної промисловості є розробка нового покоління anti-age косметики функціонального призначення. Невід'ємною частиною цієї продукції є біологічно активні речовини (БАВ), основним джерелом яких є рослини. Кожна рослина характеризується збалансованим

та властивим лише йому складом біологічно активних речовин. Розробка нових косметичних засобів полягає у правильному способі отримання натуральних екстрактів та підбору необхідного складу компонентів, що мають задані властивості.

В останні роки увагу вчених привернув ще один механізм (з ним пов'язують появу типових симптомів старіння шкіри таких, як зморшки,

зниження еластичності) – зростаюча активність матриксних металопротеїназ дерми (ММД), які руйнують компоненти позаклітинної матриці, у тому числі її основні структурні елементи – колаген, еластин. Прямим наслідком того, що ММД активно руйнують матрицю дерми, є передчасна поява зморшок та втрата еластичності шкіри.

Отже актуальність та обґрунтованість дослідження полягає в пошуку активних інгредієнтів рослинного походження, що розширюють можливості створення anti-age косметичних виробів нового покоління. При цьому особливу актуальності набувають комплексні дослідження, спрямовані на вдосконалення та оптимізацію технологічних параметрів процесів вилучення біологічно активних речовин із сировини та створення нових емульсійних кремів функціонального призначення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Науковці протягом багатьох років працюють над створенням косметичної продукції anti-age спрямування з використанням натуральних компонентів природного походження [1-3]. Починаючи з 2000-х років почався так званий «бум рослинних екстрактів». В моду увійшли косметичні засоби на основі екстракту корисних рослин. Новинка виявилась ефективним засобом, що омолоджує та регенерувала шкіру.

За даними робіт [4] екстракти корисних рослин є природним джерелом, що дозволяє шкірі виробляти натуральні активні речовини, брати участь у синтезі колагену та еластину, сприяти загоюванню та регенерації шкіри. В дослідженнях [5] показана спроможність екстрактів корисних рослин прискорювати регенерацію шкіри при захворюванні гострим дерматитом, а також чинить антибактеріальну дію.

Дані роботи [6] свідчать, що використання олій збагачених екстрактами корисних рослин у складі емульсійних косметичних продуктів є перспективним напрямком наукового дослідження.

Але на сьогоднішній день немає обґрунтованого наукового підходу отримання вітамінізованих та збагачених екстрактами корисних рослин олій, що використовуються при виробництві косметичних продуктів. Отже пошук перспективних джерел біологічно активних речовин цільового призначення для створення anti-age косметичних виробів, а також розробка вітамінізованого масла для виробництва косметичних засобів є актуальною науковою задачею.

Формування цілей статті. Скринінг рослинної сировини з метою виявлення компонентів для одержання інгібіторних комплексів, які запобі-

гають руйнуванню колагену та еластану, а також підвищення ефективності вилучення вітамінів (каротиноїдів та токоферолів) з рослинної сировини за допомогою олійно-спиртової екстракції. Вдосконалення технології отримання вітамінізованої олії, яка використовується у виробництві косметичних продуктів.

Виклад основного матеріалу досліджень. Первинною метою досліджень було проведення пошуку джерел інгібування ММД, як засобу запобігання руйнуванню матриксу дерми, а також можливості одночасного введення каротиноїдів та токоферолів.

Об'єктами дослідження були рослинні екстракти. Сировину екстрагували при температурі 40°C протягом 3 годин при концентрації сировини : 40% спирт = 2:3.

Як перспективні джерела інгібіторів ММР були досліджені шкірка айви, корінь топінамбуру, калина, різні частини рослин ожини та жимолості. Сировину аналізували за олійністю, вмістом каротиноїдів та токоферолів та рівнем інгібування еластазної активності. Дані досліджень наведено у Таблиці 1.

Аналіз даних таблиці 1 показує, що сировина значно відрізняється за олійністю.

Такі види сировини, як шкірка айви, мають дуже незначну олійність, що не перевищує 2,4%. Для таких видів сировини, як корінь топінамбуру, жимолості цей показник становить 10–15%.

Вміст токоферолів досить високий у всіх досліджених видах.

Цікаво відзначити, що у більшості видів сировини цей показник вищий, ніж у класичного джерела токоферолів – зародків пшениці. Найбільш багаті токоферолами ягоди та жом жимолості. У жому жимолості знайдено токоферолів до 166 мг/г сухих речовин (СР), так що цей вид сировини є вітамінним препаратом. Для лабораторних досліджень властивостей інгібітору ММД використовували еластазу (Elastase from Human leukocytes EC 3.4.21.37), активність якої опосередковано показує результат переходу ММД в активний стан і, отже, активність протеїназ.

Найбільше пригнічення еластазної активності спостерігалось при внесенні в інкубаційну суміш 0,3% екстракту з листя ожини та ягід ожини, активність їх становила 28 та 25% відповідно від активності 0,1% розчину еластази, що у свою чергу робить ці об'єкти цікавими для подальшого дослідження.

Тобто екстракти з ягід та листя ожини містять інгібітор, що значно пригнічує протеолітичну

активність, що у свою чергу робить дані продукти перспективні не тільки для косметичних виробів, а й для створення харчових добавок anti-age спрямованості. Тому наступним етапом досліджень стало вивчення властивостей екстрактів різних складових частин ожини.

Склад та властивості екстрактів з різних частин однієї і тієї ж рослини можуть сильно відрізнятися. В наші дні цілющі властивості багатьох добре відомих рослин заново відкриваються та аналізуються.

Ожина (*Rubus fruticosus*) відноситься до сімейства розоцвітих (*Rosaceae*). Ожина культивується як харчова рослина, головною її перевагою є їстівні ароматні чорні або темно-фіолетові ягоди. Листя ожини знаходять застосування у традиційній медицині, відвар з листя, завдяки своїм в'язучим властивостям, є ефективним засобом при лікуванні діареї та запаленні горла.

Інгібування еластазної активності екстрактів з ягід ожини та листя даної рослини було практично однаковим, тому для подальших пошуків для косметичних виробів, спираючись на економічну доцільність, нами було взято екстракт із листя ожини. Хімічний склад листя ожини характеризується наявністю поліфенольних сполук, таких, як еллагіва кислота, гідролізовані таніни

(еллагатаніни, глікозиди флавоноїдів) та пентациклічні третинні кислоти.

Інгібуюча дія екстракту з листя ожини, отриманого після вакуум-випарювання спирту з екстракту на роторному випарнику, вивчали за допомогою введення концентрату в реакційну суміш еластину за допомогою гомогенізації двох вищезгаданих компонентів.

Приготований субстрат використовували для оцінювання інгібування активності еластази (*Elastase from Human leukocytes EC 3.4.21.37*). Отримані результати представлені у таблиці 2.

Вплив окремих складових фракціонування екстракту на ферментативну активність еластази показав, що ефект, що спостерігається, не можна приписати лише якомусь окремому з'єднанню.

Таким чином, було виділено з листя ожини складний за своїм складом інгібітор, який, ефективно впливає на активність еластази. Однак, використання значної кількості спирту при екстракції та відносно невелике накопичення цільових продуктів в екстракті поставило завдання оптимізації процесу за рахунок екструзії листя ожини, з метою забезпечення глибокої деструкції біополімерів сировини та підвищення її доступності при екстракції.

Доцільність отримання вітамінізованої рослинної олії, що містить інгібітор ММД, визнача-

Таблиця 1

Характеристика рослинної сировини

| Вид сировини | Олійність, % до СР | Вміст, мг/г СР | | Інгібування еластазної активності, % |
|--------------------|--------------------|----------------|--------------|--------------------------------------|
| | | токоферолів | каротиноїдів | |
| Шкірка айви | 2,32±0,06 | 6,64±0,05 | 0,032±0,004 | 5,0±0,4 |
| Корінь топінамбуру | 10,1±7,25 | 10,42±1,15 | 0,225±0,005 | 7,0±0,4 |
| Калина | 16,25±2,0 | 23,33±0,55 | 2,043±0,05 | сліди |
| Ожина ягоди | 5,7±1,05 | 12,28±0,05 | 0,108±0,005 | 25,0±0,08 |
| Ожина листя | 7,18±1,0 | 9,76±1,05 | 0,110±0,005 | 28,0±0,07 |
| Ожина жом | 2,29±0,55 | 2,25±5,5 | 0,045±0,005 | 5,0±0,4 |
| Жимолость ягода | 3,87±1,05 | 153,6±12,5 | 0,209±0,004 | 7,0±0,5 |
| Жимолость листя | 10,7±1,65 | 29,32±2,0 | 0,891±0,005 | сліди |
| Жимолость жом | 12,29±0,55 | 112,25±15,5 | 0,145±0,005 | 5,0±0,4 |

Таблиця 2

Результати досліджень інгібуючої дії концентрата з листя ожини

| Відсоток вводу концентрату в реакційну суміш, % | Параметри ферментативної реакції | | Активність еластази, Ммоль·хв/мг білка | Інгібуюча властивість, % |
|---|----------------------------------|-------|--|--------------------------|
| | pH | t, °C | | |
| Контроль субстрата (еластин) | 6,5 | 37 | 22,0±0,05 | 0 |
| 0,1 | | | 20,0±0,05 | 28 |
| 0,3 | | | 18,0±0,05 | 29 |
| 0,5 | | | 12,0±0,05 | 32 |
| 1,0 | | | 10,0±0,05 | 55 |
| 10,0 | | | 3,0±0,05 | 87 |

ється можливістю оптимізування технологічного процесу варіння косметичного крему на стадії введення БАР у рецептурний склад. Для цього, у якості вихідної фази олії було обрано дезодоровану оливкову олію та проведено порівняльну оцінку можливості отримання вітамінізованої олії за двома технологічними схемами.

За першим способом листя ожини піддавалися екструзії з отриманням екструдату. Далі відбувалася екстракція етанолом з наступним настоюванням на протязі 3 – х годин та фільтрація з отриманням екстракту. Потім до отриманого екстракту додавали дезодоровану оливкову олію та проводили перемішування з наступним вакуум випарюванням.

За другим способом до отриманого екструдату додавали етанол та рафіновану олію, перемішували, настоювали на протязі 3-х годин, далі фільтрували та проводили вакуум випарювання, в результаті чого було отримано вітамінізовану олію.

У таблиці 3 представлені якісні та кількісні показники отриманої за різними технологічними схемами вітамінізованої олії.

Дані Таблиці 3 свідчать, що схема 2 є найбільш оптимальною технологією отримання вітамінізованої олії з інгібітором ММД. Оптимальними параметрами технології отримання вітамінізованої рослинної олії – це вологість вихідної сировини 20%, швидкість обертання шнеків екструзійної машини – 170 об/хв, екстрагування 40% етанолом (2:3) у присутності дезодорованої олії (1:1), настоювання протягом 3 годин при 40°C.

Отже в результаті проведених досліджень отримано вітамінізовану олію, що містить у своєму складі в 14 разів більше каротиноїдів, ніж у вихідній дезодорованій олії, і на 43% більше токоферолів. Поряд із в отриманням продукту, що містить інгібітор ММД, який дозволяє досягти 89% пригнічення еластази при введенні 0,1%. Оскільки еластаза була модельною системою

матричних металопротеаз, можна сказати, що запропонований продукт буде ефективний при використанні як у косметичних засобах що запобігають старінню шкіри, так і в харчових добавках для підтримання тонуусу організму.

Відомо, що найважливішим показником якості вітамінізованої олії є окислювальна стабільність. Тому подальшим етапом досліджень було визначення окислювальної стабільності зразків продукту за пропонованою технологією та дезодорованої оливкової олії, взятої як контролю.

При дослідженні окислювальної стабільності зразків олій, залежно від температури ініційованого окислення (70–75°C) встановлено, що час окислювальної стабільності вітамінізованого масла, отриманого по розробленому способу, збільшився на 55 хвилин, при цьому швидкість дифузії кисню в одиницю часу зменшилася в 1,5 рази.

Результати дослідження окислювальної стабільності при зберіганні протягом 180 діб за температури 20±2°C наведено у таблиці 4. Аналіз отриманих даних дослідження зміни перекисного числа показав, що процес первинного окислення у зразку, отриманому за пропонованою технологією, протікав практично однаково, з тією різницею, що при тривалому зберіганні цей процес для дослідного зразка стабілізується на відміну контролю.

Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень.

Проведено комплексні дослідження з пошуку перспективних джерел біологічно активних речовин цільового призначення для створення anti-age косметичних виробів. Розроблено та науково обґрунтовану технологію отримання вітамінізованої рослинної олії з екстрактом листя ожини, що містить інгібітор процесів руйнування колагену та еластину, які отримані з вихідної сировини.

Таблиця 3

Якісні та кількісні показники вітамінізованої рослинної олії

| Найменування показника | Кислотне число, мг КОН | Масова доля вологих та летких речовин, % | Перекисне число, ммоль ½O/кг | Кольорове число, мг йоду у 100 см ³ | Вміст вітамінів | | Інгібування еластазної активності, % |
|----------------------------|------------------------|--|------------------------------|--|-------------------|------------------|--------------------------------------|
| | | | | | Каротиноїди, мг/% | Токофероли, мг/% | |
| Дезодорована оливкова олія | 0,18 | 0,07 | 0,5 | 5 | 0,58 | 101,0 | |
| 1 спосіб | | | | | | | |
| Листи ожини | 0,2 | 0,12 | 0,5 | 7 | 8,42 | 122,0 | 78,0 |
| 2 спосіб | | | | | | | |
| Листи ожини | 0,2 | 0,14 | 0,6 | 7 | 15,4 | 144,8 | 89,0 |

Показники окислювальної стабільності вітамінізованої оливкової олії

| Дезодорована оливкова олія | | | Вітамінізована рослинна олія | | |
|------------------------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| Перекисне число, ммоль ½О/кг | Анідинове число, од | Степінь окиснення «totox», од | Перекисне число, ммоль ½О/кг | Анідинове число, од | Степінь окиснення «totox», од |
| Час зберігання 3 доби | | | | | |
| 0,5 | 0,7 | 1,7 | 0,6 | 0,7 | 1,9 |
| Час зберігання 50 діб | | | | | |
| 0,6 | 1,0 | 2,2 | 0,9 | 1,2 | 3,0 |
| Час зберігання 100 діб | | | | | |
| 0,9 | 1,5 | 3,3 | 1,6 | 2,0 | 4,2 |
| Час зберігання 140 діб | | | | | |
| 1,6 | 2,4 | 5,6 | 3,0 | 2,5 | 8,5 |
| Час зберігання 180 діб | | | | | |
| 2,5 | 3,0 | 8,0 | 3,2 | 2,5 | 8,9 |

Список літератури:

1. 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*. 2022. № 23 (6). P. 67–81.
2. Plat J., S. Baumgartner, T. Vanmierlo Plant-based sterols and stanols in health & disease: “consequences of human development in a plant-based environment?”. 2021. *Progress in Lipid Research*. №2. P. 87–102.
3. Alvarez-Sala, A., Attanzio, A., Tesoriere, L., Garcia-Llatas, G., Barberá, R., and Cilla, A. Apoptotic effect of a phytosterol-ingredient and its main phytosterol (β -sitosterol) in human cancer cell lines. 2020. *International journal food science nutrition*. № 1. P. 323–334.
4. Alvarez-Sala, A., Garcia-Llatas, G., Cilla, A., Barberá, R., Sánchez-Siles, L. M., and Lagarda, M. J. Impact of lipid components and emulsifiers on plant sterols bioaccessibility from milk-based fruit beverages. 2016. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. № 4. P. 5686–5691.
5. Alvarez-Sala, A., Ávila-Gálvez, M. A., Cilla, A., Barberá, R., Garcia-Llatas, G., Espín, J. C. Physiological concentrations of phytosterols enhance the apoptotic effects of 5-fluorouracil in colon cancer cells. 2018. *Journal of Functional Foods*. № 3. P. 52–60.
6. Yildirim O. E. Analysis of the drop weight method / O. E. Yildirim, O. A. Basaran. *Physics of Fluids*. 2005. Vol. 15. P. 23–35.

Yefimova V.G. DEVELOPMENT OF VITAMINIZED COSMETIC OIL PRODUCTION TECHNOLOGY

The study shows that one of the most important directions of the development of the cosmetics industry is the development of a new generation of anti-age cosmetics, which contain biologically active substances of plant origin. The data of the work show that each plant is characterized by its unique composition of biologically active substances. The paper analyzes the main methods of obtaining natural extracts and selecting the necessary composition of components with anti-aging properties.

The conducted literature analysis showed that one of the mechanisms of skin aging is the increasing activity of matrix metalloproteinases of the dermis, which destroy structural elements – collagen, elastin, which leads to the premature appearance of wrinkles and loss of skin elasticity.

The raw material was analyzed for oil content, carotenoid and tocopherol content, and the level of inhibition of elastase activity.

It has been established that blackberry berry and leaf extracts contain an inhibitor that significantly suppresses proteolytic activity, and therefore, with their use, it is possible to create promising cosmetic products, as well as anti-aging nutritional supplements.

The work shows the expediency of obtaining vitaminized vegetable oil, and the possibility of optimizing the technological process of cooking cosmetic cream at the stage of introduction of biologically active substances is proven.

It was established that the most important indicator of the quality of vitaminized oil is oxidative stability.

It was established that the oxidative stability of vitaminized oil increases depending on the temperature of the initiated oxidation, and the rate of oxygen diffusion per unit time decreases.

Studies of the skew number showed that the process of primary oxidation proceeds in the same way as for the control sample, but during long-term storage, this process stabilizes for the test sample, unlike the control.

Therefore, as a result of the work carried out, the technology of obtaining vitaminized olive oil was developed for further use in the formulations of anti-aging cosmetics.

Key words: biologically active substances, blackberry leaves, peroxide value, oiliness, extrusion, tocopherols.