УДК 656 DOI https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.3.1.29

О. М. РОЇК
кандидат фармацевтичних наук, доцент,
доцент кафедри промислової фармації
Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID: 0000-0002-5988-6577

О. В. ІЩЕНКО
доктор технічних наук, доцент,
професор кафедри промислової фармації
Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID: 0000-0002-9510-6005

Г. І. КУЗЬМІНА
кандидат хімічних наук, доцент,
доцент кафедри промислової фармації
Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID: 0000-0002-0691-8563

А. В. ВЛАДІ
здобувач вищої освіти
Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID: 0009-0001-8610-6775

РОЗРОБКА СКЛАДУ ГІДРОГЕЛЕВИХ ПАТЧІВ З ЕКСТРАКТОМ КОМБУЧІ ДЛЯ ДОГЛЯДУ ЗА ШКІРОЮ ПІД ОЧИМА

У даній роботі наведено результати ґрунтовного аналізу науково-літературних джерел, що підтверджують актуальність розробки гідрогелевих патчів для догляду за шкірою під очима, а також представлено створену експериментальну формулу патчів із додаванням екстракту комбучі. При розробці враховано використання різних полімерних основ і біоактивних речовин з метою досягнення оптимальних органолептичних та фізико-хімічних характеристик готового продукту. Особливу увагу приділено підбору компонентів, які забезпечують максимальне зволоження, живлення та відновлення чутливої ділянки шкіри, а також їхньому синергетичному впливу.

Гелеві патчі під очі – це сучасний і популярний косметичний засіб, призначений для локальної доставки активних компонентів безпосередньо до тонкої шкіри периорбітальної зони. Ця ділянка є особливо вразливою до впливу зовнішніх факторів та вікових змін, що проявляється у вигляді сухості, зморшок, набряків, темних кіл та пігментації. Метою даного дослідження стало створення гідрогелевих патчів, здатних забезпечувати інтенсивне зволоження, зменшення ознак втоми та старіння шкіри, покращення її еластичності та загального зовнішнього вигляду, а також надання охолоджувального та заспокійливого ефекту.

Розроблена формула була протестована за низкою фізико-хімічних показників, а також визначали стабільність та термін придатності продукції, який склав 6 місяців. Отримані результати підтверджують перспективність використання екстракту комбучі як природного джерела біоактивних сполук з антиоксидантними та тонізуючими властивостями. Проведене дослідження підкреслює необхідність комплексного підходу на етапах створення косметичних засобів, зокрема ретельного підбору полімерних основ, оптимізації концентрацій активних інгредієнтів і вивчення їхньої сумісності.

Отримані результати свідчать про високу ефективність поєднання полімерної матриці та природних активних компонентів, що забезпечує пролонговане вивільнення біоактивних речовин. Подальші дослідження планується спрямувати на вдосконалення технології виробництва патчів, оптимізацію процесу їх виготовлення та масштабування для промислового застосування.

Ключові слова: *гідрогелеві патчі, косметична продукція, стандартизація, контроль якості, шкіра, старіння, зморшки.*

© Роїк О. М., Іщенко О. В., Кузьміна Г. І., Владі А. В., 2025
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

O. M. ROIK
PhD in Pharmacy, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Industrial Pharmacy
Kyiv National University of Technology and Design
ORCID: 0000-0002-5988-6577

O. V. ISHCHENKO
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Professor at the Department of Industrial Pharmacy
Kyiv National University of Technologies and Design
ORCID: 0000-0002-9510-6005

G. I. KUZMINA
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Industrial Pharmacy
Kyiv National University of Technology and Design
ORCID: 0000-0002-0691-8563

A. V. VLADI
Applicant for Higher Education
Kyiv National University of Technology and Design
ORCID: 0009-0001-8610-6775

DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION OF HYDROGEL PATCHES WITH KOMBUCHA EXTRACT FOR SKIN CARE UNDER THE EYES

This paper presents the results of a thorough analysis of scientific and literary sources, confirming the relevance of the development of hydrogel patches for skin care under the eyes, and also presents the created experimental formula of patches with the addition of kombucha extract. The development took into account the use of various polymer bases and bioactive substances in order to achieve optimal organoleptic and physicochemical characteristics of the finished product. Particular attention was paid to the selection of components that provide maximum hydration, nutrition and restoration of the sensitive skin area, as well as their synergistic effect. Gel eye patches are a modern and popular cosmetic product designed for local delivery of active components directly to the thin skin of the periorbital zone. This area is particularly vulnerable to the influence of external factors and age-related changes, which manifests itself in the form of dryness, wrinkles, swelling, dark circles and pigmentation. The aim of this research was to create hydrogel patches capable of providing intensive hydration, reducing signs of fatigue and skin aging, improving its elasticity and overall appearance, as well as providing a cooling and soothing effect.

The developed formula was tested for a number of physicochemical parameters, and the stability and shelf life of the product, which was 6 months, were also determined. The results obtained confirm the prospects of using kombucha extract as a natural source of bioactive compounds with antioxidant and tonic properties. The study emphasizes the need for an integrated approach at the stages of creating cosmetic products, in particular, careful selection of polymer bases, optimization of concentrations of active ingredients and study of their compatibility. The results obtained indicate the high efficiency of the combination of a polymer matrix and natural active components, which ensures prolonged release of bioactive substances. Further research is planned to be directed at improving the technology of patch production, optimizing the process of their manufacture and scaling for industrial application.

Key words: *hydrogel patches, cosmetic products, standardization, quality control, skin, aging, wrinkles.*

Постановка проблеми

Постійний вплив зовнішніх факторів спричиняє зміни у структурі та функціонуванні шкірного покриву. Зона навколо очей характеризується зниженою кількістю сальних залоз, що обумовлює її підвищену схильність до сухості. Внаслідок меншої товщини дерми ця ділянка є більш вразливою до дії агресивних чинників навколишнього середовища, що сприяє ранній появі зморшок та інших ознак старіння [1].

Періорбітальна зона є особливо вразливою до дерматологічних змін, серед яких найпоширенішими є гіперпігментація, дрібні зморшки, вікові лінії та набряки. Гідрогелеві патчі під очі демонструють високу ефективність у корекції зазначених проявів завдяки спрямованому зволоженню та доставці активних компонентів [2].

Ці засоби забезпечують інтенсивне живлення та гідратацію, а завдяки біосумісності гідрогелевих матриць сприяють делікатному омолодженню однієї з найчутливіших ділянок шкіри без ризику подразнення.

Пошук ефективних та безпечних рішень для вирішення проблем шкіри під очима вже давно є предметом уваги у косметичній сфері. Від набряків та темних кіл до дрібних зморшок – ніжна шкіра під очима часто страждає від стресу, втоми та старіння [1].

Гідрогелеві патчі стали перспективним рішенням для цілеспрямованого полегшення та омолодження. У сфері інновацій у догляді за шкірою гідрогелеві формули стали універсальними засобами для доставки активних інгредієнтів для вирішення конкретних проблем шкіри. Завдяки своїм багатим на воду, зшитим полімерним мережам, гідрогелі мають унікальні властивості, що роблять їх добре придатними для застосування в різних сферах, від загоєння ран до косметичного покращення [3]. Серед різноманітних застосувань, патчі під очі на основі гідрогелю привернули значну увагу завдяки своєму потенціалу для ефективного та зручного вирішення безлічі проблем шкіри під очима.

Традиційні підходи до догляду за шкірою, хоча й певною мірою ефективні, можуть бути недостатніми для забезпечення цілеспрямованого полегшення цієї чутливої та складної області.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Шкіра – це орган, який постійно піддається впливу багатьох зовнішніх факторів, що можуть впливати на її структуру та функції. У шкірі навколо очей менше сальних залоз, що робить її більш схильною до сухості. Крім того, шкіра навколо очей значно тонша, що робить її надзвичайно чутливою та вразливою до зморшок та інших симптомів старіння.

З віком здатність шкіри до регенерації знижується, що особливо помітно в тонкій периорбітальній зоні (під очима), схильній до старіння. Це призводить до появи зморшок, що є значною косметичною проблемою, яка посилюється через вплив УФ-променів, забруднення навколишнього середовища, куріння (що руйнує колаген та еластин) та дієти з високим вмістом цукру. Попри значний попит на методи корекції, дослідження причин та ефективних підходів до лікування цих станів залишаються недостатніми [4].

Вікове старіння періорбітальної зони є багатошаровим процесом, що характеризується стабільністю об'єму верхнього орбітального жиру на тлі значного збільшення нижнього, а також розширенням об'єму орбітальної порожнини внаслідок кісткової резорбції [4].

Окрім зморшок, поширеними естетичними вадами є інфраорбітальні темні кола та набряки під очима. Темні кола, хоча й не загрожують здоров'ю, істотно впливають на якість життя та емоційний стан, посилюючись від втоми та недосипання. Набряки ж виникають через тонкість шкіри повік, що дозволяє просвічувати кровоносним судинам, і можуть бути спричинені затримкою рідини, алергіями, гормональними змінами та браком сну.

Враховуючи чутливість та анатомічні особливості періорбітальної зони, для усунення втоми, набряків та зморшок були розроблені спеціальні засоби, зокрема, патчі для шкіри під очима. Ці засоби діють як мініатюрні маски, що створюють ущільнювальний бар'єр, який трохи підвищує температуру шкіри та покращує поглинання активних компонентів. Вони також допомагають утримувати вологу, що особливо корисно для тонкої шкіри в цій області.

Косметичні патчі з'явилися відносно недавно як засіб догляду за шкірою, що став можливим завдяки стрімкому прогресу у технологіях доставки активних компонентів, зволоження та забезпечення надійного прилягання до шкіри.

Патчі користуються високим попитом завдяки своїй універсальності застосування, охоплюючи такі сфери, як косметологія, дерматологія та доставка лікарських засобів [5, 6].

Окрім цього, принциповим є включення до складу патчів активних інгредієнтів, здатних чинити позитивний вплив на стан шкіри, зокрема проявляти антиоксидантну та протизапальну активність [5, 6].

Гідрогелеві патчі є перспективним засобом локальної доставки біоактивних компонентів, здатних зволожувати шкіру, зменшувати зморшки, пігментацію та набряклість, а також покращувати її еластичність та зовнішній вигляд. Як показали дослідження Naina Bhargava та співавт., гідрогелі на основі алое вера, меду, сандалового дерева, яєчного жовтка та гліцерину виявили високу стабільність, безпечність і позитивний вплив на стан шкіри, причому найвищу ефективність продемонстрували патчі з алое вера [5].

Гідрогелеві патчі, завдяки високому вмісту води та гідрофільній матриці, забезпечують ефективне зволоження, доставку активних інгредієнтів і покращення мікроциркуляції у періорбітальній зоні. Як зазначають Khedkar та Aher (2022), поєднання вітамінів, антиоксидантів, зволожувачів і рослинних екстрактів у складі патчів сприяє зменшенню темних кіл, зморшок, набряклості та проявів фотостаріння, що робить їх перспективним напрямом у сучасній космецевтиці [6].

Біодеградовані косметичні патчі на основі композиту полі (молочної кислоти) з фікоціанін-альгінатом демонструють потенціал для поєднання екологічності та ефективної доставки активних інгредієнтів до шкіри. Як показали Adli та співавт. (2020), така комбінація забезпечує задовільні механічні властивості, контрольоване вивільнення та біосумісність, що робить матеріал перспективним для косметичних і дерматологічних застосувань [7].

Оскільки основна функція патчів полягає у транспортуванні активних сполук, вони мають бути оснащені адгезивним матеріалом та відповідними властивостями, що забезпечують їхню ефективну дію протягом бажаного періоду часу.

На сучасному етапі активно розвиваються дослідницькі напрямки, присвячені оптимізації методів вивільнення активних компонентів або фармакологічних засобів, що має на меті підвищити їхню ефективність для кінцевого споживача. Зазвичай структурна основа патчів формується з полімерної матриці, в яку інкорпоруються цільові активні інгредієнти [6, 7, 8].

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є розробка складу гідрогелевих патчів з екстрактом комбучі для догляду за шкірою під очима та встановлення їх фізико-хімічних показників якості

Викладення основного матеріалу дослідження

На підставі виконаного аналізу публікацій у науково-практичних виданнях було розроблено рецептуру гідрогелевих патчів навколо очей, склад яких сформовано відповідно до Міжнародної номенклатури косметичних інгредієнтів (INCI) [9]. До її складу увійшли такі компоненти: Aqua purificata, Xanthan Gum (Cosphaderm X34), Amorphophallus Konjac Root Extract (Cosphaderm KG), Gellan Gum (Гелева камедь), Carrageenan/Chondrus Crispus (Carrageenan) Extract (Satiagel), Potassium Chloride (калій хлорид), Glycerin (гліцерин), Phenoxyethanol, Ethylhexylglycerin (Saliguard), Mica, CI 77891, CI 77491, CI 77510 (Перламутр зелений). В якості активного компоненту для гідрогелевих патчів під очі використовували екстракт комбучі (Saccharomyces/xylinum/black tea ferment). Цей біоферментований інгредієнт цінується за його потужні антиоксидантні властивості, які допомагають захистити шкіру від окислювального стресу та пошкоджень. Крім того, екстракт має антиглікаційну дію, що сприяє збереженню еластичності шкіри, запобігаючи руйнуванню колагену та еластину, і таким чином зменшуючи видимість тонких ліній і зморшок [10, 11].

Використані в роботі активні та допоміжні речовини не належать до «Списку речовин, заборонених для використання в косметичній продукції», який наведено у Додатку 2 до Технічного регламенту на косметичну продукцію.

Під час опрацювання рецептури гідрогелевих патчів із сироваткою з екстрактом комбучі встановлювали органолептичні та фізико-хімічні показники якості. Проведення лабораторних досліджень перед серійним виводом косметичної продукції на ринок залишається актуальною задачею сучасної косметичної галузі. Це зумовлено необхідністю забезпечення якості, безпечності та ефективності нових формул, що відповідають вимогам нормативної документації та очікуванням споживачів.

Найважливішою характеристикою одразу після приготування гідрогелю є його здатність до виливання, що полегшує розлив до форми та забезпечує плівки з рівномірною поверхнею.

Якість отриманих зразків гідрогелевих патчів із сироваткою оцінювали за зовнішнім виглядом, однорідністю і їх здатністю фіксуватися на шкірі. Зовнішній вигляд і колір гідрогелевих патчів із сироваткою визначали переглядом проби, поміщеної на предметне скло або аркуш білого паперу. Однорідність – відсутність грудок, крупинок – визначають візуально і на дотик. Запах визначають органолептично і порівнювали із контрольним еталонним зразком. pH визначали потенціометричним методом відповідно до ДСТУ 2207.1-93 «Засоби миючі синтетичні і речовини поверхнево-активні. Методи визначення концентрації водневих іонів у водному розчині» із масовою часткою засобу 10 %. Значення pH-середовища визначали в сироватці з екстрактом комбучі для гідрогелевих патчів при температурі 20–22 °С 21 потенціометричним методом на pH-метрі Temp Milwaukee MW102 (0.01pH). В'язкість синтезованого гідрогелю вимірювали віскозиметром В3-246. Сутність методу полягає у вимірюванні часу витікання готового напівфабрикату з наповненої до країв чаші через сопло. Одразу після приготування було відібрано приблизно 50,0 г гідрогелю за температури 79–80 °С, який заливали у чашу віскозиметра і вимірювали час за який напівфабрикат витік. Визначено, що час витікання гідрогелю в залежності від температури становив від 4 до 7 секунд.

Після застигання спостерігали за показниками міцності, адгезії, та характером поверхні плівок, а також за тактильними відчуттями після контакту зі шкірою.

Для визначення стабільності та прогнозування терміну придатності використано метод «прискореного старіння» ASTL (Accelerated Shelf Life Testing), що означає прискорену зміну показників якості продукції в екстремальних умовах зберігання - при підвищеній температурі. Реалізація методу полягає у прискоренні процесу досліджень щодо змін обраних показників якості від температурних факторів псування за короткий період часу. Даний метод дозволяє прогнозувати поведінку продукту протягом довгого часу без необхідності реального зберігання протягом всього терміну зберігання, що допомагає оцінити його ефективність і надійність.

Визначення фізико-хімічних показників гідрогелевих патчів із сироваткою з екстрактом комбучі.

Фізико-хімічні показники якості косметичних засобів є ключовими для визначення їхніх властивостей і відповідності стандартам. Технічний регламент на косметичну продукцію, що набув чинності у 2024 році, покладає обов'язок на виробників використовувати перевірену сировину та проводити оцінку безпечності, щоб гарантувати, що кінцевий продукт є максимально безпечним для споживача.

Результати фізико-хімічних досліджень гідрогелевих патчів з екстрактом комбучі представлено в табл. 1.

За фізико-хімічними показниками якості продукція відповідає вимогам нормативного документа (НД).

Визначення стабільності гідрогелевих патчів методом прискореного старіння.

Метод «прискореного старіння» використовується для швидкого визначення терміну придатності та стабільності продукту, коли даних про його довготривале зберігання ще немає. Цей метод імітує природні процеси старіння, піддаючи зразки впливу підвищеної температури та контрольованої вологості протягом певного періоду

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники гідрогелевих патчів із сироваткою з екстрактом комбучі

Назва показника	Норма	Результат аналізу
Зовнішній вигляд	Зелені гідрогелеві патчі із сироваткою	Відповідає
Колір	Зелений	Відповідає
Запах	Має легкий трав'яний запах за рахунок використаної сировини	Відповідає
Водневий показник (pH) сироватки	4,5–5,5	5,03
Водневий показник (pH) 10 % розчину гідрогелю	4,5–5,5	5,18

Таблиця 2

Результати дослідження зразка № 1 в термошафі при температурі +40 °С

№	Назва показника / норма	Період зберігання (тижні)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Зовнішній вигляд / Однорідна система, без сторонніх включень	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C
2	Колір / Відповідає затвердженому зразку	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B
3	Запах / Відповідає затвердженому зразку	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B	C
4	Цілісність тари	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
5	Втрати по вазі початкова вага брутто	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Таблиця 3

Результати дослідження зразка № 2 при температурі +4 °С в холодильній камері

№	Назва показника / норма	Період зберігання (тижні)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Зовнішній вигляд / Однорідна система, без сторонніх включень	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	Колір / Відповідає затвердженому зразку	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
3	Запах / Відповідає затвердженому зразку	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
4	Цілісність тари	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
5	Втрати по вазі початкова вага брутто	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

часу. Для проведення лабораторного дослідження на стабільність косметичного засобу після відкриття було взято 3 синтезовані зразки гідрогелевих патчів із сироваткою. Кожний зразок попередньо зважували на вагах Ваги ТВЕ-0,21-0,001-а-2, класу точності – II (високий) і результат зважування вказували як початкову (номінальну) вагу продукту.

Тестування першого зразка проводився в тарі при температурі +40 °С протягом 12-ти тижнів (3 місяців). Результати внесені до таблиці 2, з відповідним значенням де *A* = відсутність змін, *B* = незначна зміна (важко помітна), *C* = середня зміна, *D* = значна зміна (очевидна).

Тестування другого зразка проводився в тарі при температурі +4 °С протягом 12-ти тижнів (3 місяців). Результати внесені до таблиці 3, з відповідним значенням, де *A* = відсутність змін, *B* = незначна зміна (важко помітна), *C* = середня зміна, *D* = значна зміна (очевидна).

Тестування третього зразка проводилось циклічно, загальна кількість циклів становила п'ять. Кожен цикл включав три етапи: 24 години витримування при температурі +40 °С у термошафарі, 24 години за нормальних умов при температурі 22–24 °С, а також 24 години зберігання при температурі +4 °С у холодильній камері. Після завершення кожного циклу здійснювався контрольний огляд зразка. Результати спостережень занесені до таблиці 4, де оцінка змін здійснювалась за чотирибальною шкалою: *A* – відсутність змін, *B* – незначна, важко помітна зміна, *C* – середня зміна, *D* – значна, очевидна зміна.

За результатами трьох дослідів проведених зі зразками гідрогелевих патчів із сироваткою було відмічено, що під дією високих температур відбувається втрата по вазі продукту та візуально знижуються початкові показники якості продукції. За всіма досліджуваними показниками кращим був зразок із досліду 2, який тестували в холодильній камері.

Гідрогелеві патчі зазвичай упаковуються в герметичні упаковки, щоб запобігти їх висиханню та забрудненню. Після відкриття упаковки, вологість та стабільність продукту можуть знижуватись, що зменшує їхній термін придатності. Для визначення, чи зберігаються патчі безпечно протягом 6 місяців після відкриття, важливо, щоб упаковка була закрита герметично та не піддавалася впливу повітря та вологи. Зберігання патчів у правильних умовах є важливим для збереження їхніх властивостей. Ідеальні умови – це зберігання в сухому, прохолодному місці, далеко від прямих сонячних променів та високих температур. Якщо патчі зберігаються при підвищеній

Таблиця 4

Результати дослідження зразка № 3, що проводилися циклічно

№	Назва показника / норма	Період зберігання (цикли)				
		1	2	3	4	5
1	Зовнішній вигляд / Однорідна система, без сторонніх включень	A	A	A	A	B
2	Колір / Відповідає затвердженому зразку	A	A	A	A	A
3	Запах / Відповідає затвердженому зразку	A	A	A	A	B
4	Цілісність тари	A	A	A	A	A
5	Втрати по вазі початкова вага брутто	A	A	A	B	C
6	Текстура	A	A	A	B	C

температурі або в умовах, що сприяють високій вологості, це може значно скоротити термін їх використання після відкриття.

Після відкриття упаковки, гідрогелеві патчі можуть змінювати свої фізичні властивості, такі як колір, запах, текстура та вологість. Якщо після кількох місяців після відкриття патчі змінюють ці характеристики (наприклад, висихають, втрачають еластичність, набувають неприємного запаху або зміни кольору), це може свідчити про те, що їх термін використання закінчився або вони більше не ефективні.

Період 6 місяців після відкриття гідрогелевих патчів зазвичай залежить від умов зберігання, упаковки, а також наявності активних компонентів. Якщо зберігати патчі в герметичній упаковці при правильних умовах (прохолодне, сухе місце, захист від світла), вони можуть зберігатися протягом цього періоду. Рекомендується також проводити регулярні перевірки на зміни в їх стані для забезпечення безпечного використання.

Дослідження показали, що структура гідрогелевої матриці залишається стабільною протягом певного часу, за умови дотримання рекомендованих умов. Було підтверджено здатність гідрогелю утримувати вологу, що є ключовим параметром для збереження ефективності патчів. Вміст води залишався стабільним в перші тижні після відкриття.

При впливі підвищеної температури та вологості спостерігалося поступове висихання патчів, втрата адгезійних властивостей після 4–6 тижнів моделювання (еквівалентно кільком місяцям у реальних умовах).

На підставі даного лабораторного дослідження обґрунтовано термін придатності гідрогелевих патчів із сироваткою з екстрактом комбучі – 6 місяців після відкриття.

Висновки

Грунтуючись на комплексному аналізі науково-літературних джерел, було розроблено рецептуру гідрогелевих патчів з екстрактом комбучі для догляду за шкірою під очима.

В рамках дослідження було визначено органолептичні та фізико-хімічні показники якості розроблених патчів. За результатами аналізу, всі показники відповідають нормативним вимогам: pH сироватки становить 5,03, а pH 10 % розчину гідрогелю – 5,18, що знаходиться в межах норми 4,5–5,5.

Для прогнозування терміну придатності було застосовано метод «прискореного старіння» (ASTL). На основі отриманих даних було встановлено, що підвищені температури призводять до втрати ваги та зниження початкових показників якості продукції. Найкращі результати стабільності продемонстрував зразок, що зберігався в холодильнику.

Дослідження підтвердили, що гідрогелева матриця здатна утримувати вологу, що є ключовою для ефективності патчів. Однак, після 4–6 тижнів моделювання (що еквівалентно кільком місяцям у реальних умовах) під впливом підвищеної температури та вологості, спостерігалося висихання патчів і втрата адгезійних властивостей. За умови зберігання в герметичній упаковці в прохолодному, сухому місці, гідрогелеві патчі з сироваткою з екстрактом комбучі можуть зберігати свої властивості до 6 місяців після відкриття.

Список використаної літератури

1. Kołodziejczak A, Rotsztejn H. The eye area as the most difficult area of activity for esthetic treatment. *J Dermatolog Treat*. 2022; 33(3):1257-1264. doi:10.1080/09546634.2020.1832189

2. Byeon, S. Y., Cho, M. K., Shim, K. H., Kim, H. J., Song, H. G., Shin, H. S. (2017). Development of a Spirulina extract/alginate-imbedded PCL nanofibrous cosmetic patch. Journal of Microbiology and Biotechnology, 27(9), 1657–1663.

3. Роїк, О., Субота, Є., Шумейко, М. (2025). Інноваційні гідрогелеві композиції для лікування опікових ран із протизапальними властивостями: огляд літератури. Сучасна медицина, фармація та психологічне здоров'я, (1(19), 46–55. https://doi.org/10.32689/2663-0672-2025-1-8

4. Lohakitsatian P, Tunlayadechanont P, Tantitham T. Decoding Periorbital Aging: A Multilayered Analysis of Anatomical Changes. Aesthetic Plast Surg. 2025;49(3):664-671. doi:10.1007/s00266-024-04590-1

5. Naina Bhargava*, Rachana Akhand Giri, Harshvardhan Dangi, Revitalising Under-Eye Hydrogel Patchs: Development and Assessment, Int. J. of Pharm. Sci., 2024, том 2, випуск 8, 2487-2493. https://doi.org/10.5281/zenodo.13176042

6. Khedkar, S. V., & Aher, R. (2022). Cosmetic Hydrogel Under Eye Patch: Review. International Journal for Research Trends and Innovation, 7(8), 1621. https://doi.org/10.5281/zenodo.13176042

7. Adli SA, Ali F, Azmi AS, et al. Development of Biodegradable Cosmetic Patch Using a Polylactic Acid/Phycocyanin-Alginate Composite. Polymers (Basel). 2020;12(8):1669. Published 2020 Jul 27. doi:10.3390/polym12081669

8. Kołodziejczak, A., & Rotsztejn, H. (2020). The eye area as the most difficult area of activity for esthetic treatment. Journal of Dermatological Treatment, 33(3), 1257–1264. https://doi.org/10.1080/09546634.2020.1832189

9. Міжнародна номенклатура косметичних інгредієнтів (INCI). URL: https://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/cosing_en

10. Jakubczyk K, Kałduńska J, Kochman J, Janda K. Chemical Profile and Antioxidant Activity of the Kombucha Beverage Derived from White, Green, Black and Red Tea. Antioxidants. 2020; 9(5):447. https://doi.org/10.3390/antiox9050447

11. Greenwalt CJ, Steinkraus KH, Ledford RA. Kombucha, the fermented tea: microbiology, composition, and claimed health effects. J Food Prot. 2000;63(7):976-981. doi:10.4315/0362-028x-63.7.976

References

1. Kołodziejczak, A., & Rotsztejn, H. (2022). The eye area as the most difficult area of activity for esthetic treatment. *J Dermatolog Treat*, *33*(3), 1257–1264. doi:10.1080/09546634.2020.1832189

2. Byeon, S. Y., Cho, M. K., Shim, K. H., Kim, H. J., Song, H. G., Shin, H. S. (2017). Development of a Spirulina extract/alginate-imbedded PCL nanofibrous cosmetic patch. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, *27*(9), 1657–1663.

3. Roik, O., Subota, E., Shumeiko, M. (2025). Innovative hydrogel compositions for the treatment of burn wounds with anti-inflammatory properties: a literature review. Modern medicine, pharmacy and psychological health, (1(19), 46–55. https://doi.org/10.32689/2663-0672-2025-1-8

4. Lohakitsatian, P., Tunlayadechanont, P., & Tantitham, T. (2025). Decoding Periorbital Aging: A Multilayered Analysis of Anatomical Changes. *Aesthetic Plast Surg*, *49*(3), 664–671. doi:10.1007/s00266-024-04590-1

5. Bhargava, N., Giri, R. A., & Dangi, H. (2024). Revitalising Under-Eye Hydrogel Patchs: Development and Assessment. *Int. J. of Pharm. Sci*., *2*(8), 2487–2493. https://doi.org/10.5281/zenodo.13176042

6. Khedkar, S. V., & Aher, R. (2022). Cosmetic Hydrogel Under Eye Patch: Review. *International Journal for Research Trends and Innovation*, *7*(8), 1621. https://doi.org/10.5281/zenodo.13176042

7. Adli, S. A., Ali, F., Azmi, A. S., et al. (2020). Development of Biodegradable Cosmetic Patch Using a Polylactic Acid/Phycocyanin-Alginate Composite. *Polymers (Basel)*, *12*(8), 1669. Published 2020 Jul 27. doi:10.3390/polym12081669

8. Kołodziejczak, A., & Rotsztejn, H. (2020). The eye area as the most difficult area of activity for esthetic treatment. *Journal of Dermatological Treatment*, *33*(3), 1257–1264. https://doi.org/10.1080/09546634.2020.1832189

9. International nomenclature of cosmetic ingredients (INCI). URL: https://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/cosing_en

10. Jakubczyk, K., Kałduńska, J., Kochman, J., & Janda, K. (2020). Chemical Profile and Antioxidant Activity of the Kombucha Beverage Derived from White, Green, Black and Red Tea. *Antioxidants*, *9*(5), 447. https://doi.org/10.3390/antiox9050447

11. Greenwalt, C. J., Steinkraus, K. H., & Ledford, R. A. (2000). Kombucha, the fermented tea: microbiology, composition, and claimed health effects. *J Food Prot*, *63*(7), 976–981. doi:10.4315/0362-028x-63.7.976

Дата першого надходження рукопису до видання: 28.09.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 24.10.2025
Дата публікації: 28.11.2025