

Г. В. Тарасенко, А. С. Рибчич, О. О. Салій, В. В. Страшний, М. Е. Попова

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

Дослідження реологічних властивостей косметичного крему на основі пребіотика Biolin P

Мета – дослідження реологічних характеристик модельних зразків косметичного крему емульсійного типу «олія у воді» на основі пребіотика Biolin P з різними комбінаціями емульгаторів і загусників з метою оцінювання їхньої неньютонівської поведінки, тиксотропних властивостей та впливу рецептурного складу на структурно-механічні параметри кремівих систем.

Матеріали та методи. Як об'єкт дослідження використовували модельні зразки косметичного крему на основі пребіотика Biolin P з різними комбінаціями емульгаторів, загусників і активних компонентів. Структурно-механічні властивості дослідних зразків вивчали за допомогою ротаційного віскозиметра Brookfield DV-III Ultra (Brookfield Engineering Laboratories, США) із використанням шпинделя CPE-44Y («Cone/Plate»), що дозволило визначити динамічну в'язкість, реологічну поведінку та структурно-механічні характеристики досліджуваних зразків, що важливо для оцінювання їхньої стабільності та споживчих властивостей.

Результати та їхнє обговорення. У роботі наведено результати реологічних досліджень модельних зразків косметичних кремів на основі пребіотика Biolin P. Установлено, що їхні структурно-механічні властивості суттєво залежать від рецептурного складу, зокрема від типу емульгаторів та загусників. Досліджувані зразки виявляли неньютонівську поведінку, що підтверджується зменшенням динамічної в'язкості зі зростанням швидкості зсуву. Найбільш виражені тиксотропні властивості та швидке відновлення структури після механічного навантаження спостерігалися у зразках з емульгаторами Emulsiphos, Olivem 1000 та Montanov 200. Додавання загусника Lanol P спричиняло збільшення площі петлі гістерезису, що свідчить про уповільнене структурне відновлення системи. Отримані результати показали, що початкова в'язкість у межах 2300–3800 мПа·с забезпечувала оптимальний баланс плинності та зручності нанесення, тоді як її підвищення до 4500–5300 мПа·с збільшувало температурну стабільність крему, але негативно впливало на споживчі властивості під час нанесення на шкіру.

Висновки. Реологічні характеристики мають практичне значення для вибору та коригування технологічних параметрів процесів змішування, емульгування і фасування, а також визначають тактильні й органолептичні властивості крему, зокрема легкість розподілу, швидкість поглинання та відчуття після нанесення, що безпосередньо впливає на сприйняття продукту споживачем. Проведені дослідження оцінки впливу рецептурного складу на структурно-механічні властивості кремівих систем можуть бути використані для оптимізації складу косметичних кремів із пребіотиками.

Ключові слова: пребіотик Biolin P; косметичний крем; реологія; в'язкість; тиксотропність; структурна стабільність

H. V. Tarasenko, A. S. Rybchych, O. O. Saliy, V. V. Strashnyi, M. E. Popova
Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

The study of the rheological properties of a cosmetic cream based on the prebiotic Biolin P

Aim. To study the rheological characteristics of model samples of an oil-in-water emulsion-type cosmetic cream based on the prebiotic Biolin P with different combinations of emulsifiers and thickeners in order to assess their non-Newtonian behavior, thixotropic properties, and the effect of the formulation composition on the structural and mechanical parameters of cream systems.

Materials and methods. The study objects were model samples of cosmetic creams based on the prebiotic Biolin P with different combinations of emulsifiers, thickeners, and active components. The structural and mechanical properties of the samples were examined using a Brookfield DV-III Ultra rotational viscometer (Brookfield Engineering Laboratories, USA) with a CPE 44Y cone/plate spindle, which allowed determination of the dynamic viscosity, rheological behavior, and structural and mechanical characteristics of the samples studied, which was important for assessing their stability and consumer properties.

Results. The work presents the results of the rheological studies of model samples of cosmetic creams based on the prebiotic Biolin P. It was found that their structural and mechanical properties significantly depended on the formulation composition, in particular on the type of emulsifiers and thickeners. The samples studied showed non-Newtonian behavior confirmed by a decrease in dynamic viscosity with an increase in the shear rate. The most pronounced thixotropic properties and rapid structural recovery after mechanical stress were observed in samples with Emulsiphos, Olivem 1000, and Montanov 200 emulsifiers. The addition of the thickener Lanol P led to an increase in the hysteresis loop area, indicating slowed structural recovery of the system. The results obtained showed that an initial viscosity in the range of 2300–3800 mPa·s provided an optimal balance of fluidity and ease of application, while its increase to 4500–5300 mPa·s enhanced the temperature stability of the cream but negatively affected its consumer properties when applied to the skin.

Conclusions. Rheological characteristics are of practical significance for the selection and adjustment of technological parameters in the processes of mixing, emulsification, and filling, and they also determine the tactile and organoleptic properties of the cream, in particular the ease of spreading, absorption rate, and sensory feel after application; it directly affects the consumer perception of the product. The studies evaluating the influence of the formulation composition on the structural and mechanical properties of cream systems can be used to optimize the composition of cosmetic creams with prebiotics.

Keywords: prebiotic *Biolin P*; cosmetic cream; rheology; viscosity; thixotropy; structural stability

Вступ. Останнім часом спостерігається зростання інтересу до засобів догляду за шкірою, які здатні не лише забезпечувати зовнішній косметичний ефект, а й підтримувати природні механізми регенерації та захисту. Одним із ключових напрямів сучасної космецевтики є формування і підтримання здорового мікробіому шкіри, що розглядається як критичний чинник її бар'єрної функції, зволоженості, імунної реактивності та стійкості до патогенних мікроорганізмів.

Пребіотичні речовини, зокрема фрукто- та галактоолігосахариди, інулін, полідекстроза, лактулоза, сорбіт і ксиліт, розглядаються як перспективні сполуки, здатні не лише впливати на формування та підтримання здорового мікробіому кишечника, але й позитивно позначатися на стані шкіри [1].

Порушення мікробного балансу є характерною ознакою багатьох дерматологічних станів: акне, атопічного дерматиту, себорейного дерматиту, підвищеної чутливості та хронічної сухості шкіри [2, 3].

Традиційні косметичні засоби орієнтуються переважно на симптоматичний ефект (зволоження, пом'якшення, зниження подразнень), тоді як сучасна стратегія догляду передбачає вплив на мікробіоту як на фундаментальний регулятор стану шкіри. Це створює об'єктивну потребу в засобах, здатних м'яко і фізіологічно коригувати мікробний баланс [4, 5].

Пребіотики – одна з найбільш перспективних груп інгредієнтів для такої корекції. Вони вибірково стимулюють ріст корисних коменсалів, не пригнічуючи водночас власну мікрофлору. Особливе місце з-поміж них посідає *Biolin P* – пребіотичний комплекс на основі інуліну, отриманого з кореня цикорію. Його ефективність ґрунтується на здатності створювати сприятливі умови для розвитку захисних бактерій (*Staphylococcus epidermidis*, *Cutibacterium acnes* у нормобіотичному стані), одночасно обмежуючи колонізацію патогенами, такими як *Staphylococcus aureus* [6, 7].

Актуальність розробки кремів із пребіотиками визначається також змінами ринку й очікувань споживачів. Попит на натуральні, м'які, дерматологічно орієнтовані засоби зростає, а принцип «microbiome-friendly skincare» стає одним із провідних трендів косметології. Застосування *Biolin P* дозволяє створити продукт, який відповідає сучасним науковим уявленням про здорову шкіру та глобальному переходу до формул, що працюють з причинами дерматологічних порушень.

Сучасні дослідження підкреслюють перспективність застосування пребіотика *Biolin P* у складі косметичних кремів, оскільки він сприяє відновленню мікробіому шкіри, зменшенню подразнення та підтримці бар'єрної функції епідермісу [8].

Внесення *Biolin P* до складу косметичного крему дозволяє підсилити його доглядову дію та забезпечити довготривалий результат, оскільки вплив відбувається не на наслідки, а на одну з ключових причин дисбалансу шкіри. Крім того, пребіотичні комплекси добре поєднуються з типовими емульсійними системами типу «олія у воді», не знижуючи стабільності формули та не викликаючи подразнення, що робить їх безпечними навіть для чутливої або схильної до подразнення шкіри.

Реологічні дослідження є особливо важливими, є ключовим показником якості косметичних кремів, адже вони дозволяють оптимізувати структуру емульсії, забезпечити рівномірний розподіл активних компонентів і передбачити поведінку крему під час нанесення на шкіру, що є необхідним етапом для створення стабільного, ефективного та комфортного у використанні косметичного продукту [9, 10].

Метою роботи є визначення реологічних характеристик косметичного крему на основі пребіотика *Biolin P* з метою оцінки його в'язкості, структурної стабільності та плинності, що є критично важливим для забезпечення ефективності та безпечності продукту, прогнозування його фізичної стабільності під час зберігання та оптимізації споживчих властивостей.

Матеріали та методи. Об'єктами дослідження були модельні зразки косметичного крему на основі пребіотика *Biolin P*, композиція яких складалася з основи (вода, гліцерин, кукурудзяний крохмаль), емоментів (Caprylic/Capric triglyceride, олія примули вечірньої, олія ши), емульгаторів та ко-емульгаторів (Emulsiphos, Montanov 202, Montanov 68, Olivem 1000, Montanov L), загусника (Lanol P), активних компонентів (ніацинамід, алантоїн, Aquaxyl, Biolip P, Д-пантенол, вітамін Е та консервант Nipaguard 9010). Для оцінки структурно-механічних властивостей дослідних зразків проводили вимірювання напруги зсуву та динамічної в'язкості на ротаційному віскозиметрі Brookfield DV-III Ultra (Brookfield Engineering Laboratories, США) із використанням шпинделя CPE-44Y («Cone/Plate»), на основі яких будували реограми течії в координатах «швидкість зсуву – напруга зсуву» (петлі гістерезису), залежність структурної в'язкості від прикладеної напруги зсуву та визначали реологічні оптимуми кремівих систем. Наважки зразків масою $(0,5 \pm 0,05)$ г поміщали у вимірювальний пристрій ротаційного віскозиметра зі шпинделем «конус-плита» і проводили вимірювання за температури 25 та 32 °С. Реологічні показники визначали за дванадцятьма послідовно збільшуваних швидкостей зсуву в діапазоні $0,2\text{--}500\text{ c}^{-1}$, реєструючи показники індикаторного датчика для кожного вимірювання. Руйнування структури зразків проводили при різних швидкостях

протягом 10 хв, після чого обертання шпинделя зупиняли на 10 хв і повторно реєстрували показники за зменшення швидкостей зсуву, що дозволяло оцінити відновлення та тиксотропні властивості кремових систем. Усі реологічні вимірювання проводили у трьох паралельних повтореннях, для кожної швидкості зсуву значення динамічної в'язкості та напружності зсуву розраховували середнє значення.

Результати та їхнє обговорення. Профіль реологічної поведінки досліджуваних систем описується залежністю «напруга зсуву – градієнт швидкості зсуву». Напруга зсуву відображає механічне зусилля, необхідне для ініціації потоку, а межа плинності – мінімальне зусилля, за якого система переходить із твердоподібного (або структурованого) стану до плинного. У роботі реологічні дослідження виконували методом циклічної зміни швидкості зсуву: спочатку швидкість зсуву поступово збільшували (up-ramp), потім – зменшували (down-ramp) з тим самим кроком. За таких умов на графіку виникають дві криві – висхідна та низхідна, які утворюють петлю гістерезису. Такий підхід застосовують для виявлення тиксотропії систем [11, 12].

Вивчення реологічних властивостей кремів є критично важливим на етапі розроблення складу, оскільки вони визначають здатність продукту до рівномірного змішування та формування стабільної емульсії. Реологічні параметри, такі як в'язкість, плинність та пластичність, дозволяють оцінити взаємодію між

водною, жировою та активною фазами, що впливає на вибір оптимальної комбінації емульгаторів і загусників. Крім того, знання реологічних характеристик забезпечує правильний вибір технологічного обладнання: тип змішувача-гомогенізатора, конфігурацію мішалки (турбінна, інтенсивна диспергувальна мішалка типу Cowles тощо), частоту обертів та час змішування. Це дозволяє забезпечувати ефективне диспергування фаз, рівномірний розподіл активних компонентів та отримувати гомогенні, стабільні емульсії, що відповідає вимогам технологічного процесу виробництва. Такі реологічні дослідження дозволяють встановити взаємозв'язок між складом крему, його властивостями та технологічними параметрами процесу, що є необхідним для оптимізації виробництва і забезпечення високої якості кінцевого продукту. Склад та функціональне призначення компонентів модельних зразків косметичного крему на основі пребіотика Biolin P наведено в табл.

Результати визначення реологічних властивостей дослідних рецептур модельних зразків косметичного крему на основі пребіотика Biolin P за температури 25 та 32 °C наведено на рис. 1, 2. Температури 25 та 32 °C обрано як умови проведення реологічних досліджень для характеристики поведінки кремових систем у лабораторних умовах та під час технологічних операцій, а також оцінки їхніх фізико-механічних характеристик. Температура 25 °C відповідає стандартним умовам контролю реологічних

Таблиця

Рецептура модельних зразків косметичного крему на основі пребіотика Biolin P

Компонент	Функціональне призначення	Зразок				
		1	2	3	4	5
<i>Основа крему</i>						
Вода	Розчинник	+	+	+	+	+
Гліцерин	Зволоження	+	+	+	+	+
Кукурудзяний крохмаль	Абсорбент	+	+	+	+	+
<i>Емоменти, емульгатори, загусники</i>						
Caprylic/Capric triglyceride	Емомент	+	+	+	+	+
Emulsiphos	Емульгатор	-	+	-	-	-
Olivem 1000		+	+	+	-	-
Montanov 200		+	-	+	-	-
Montanov 68		-	-	-	+	+
Montanov L		-	-	-	+	+
Lanol P	Загусник	+	+	-	+	-
<i>Активні компоненти</i>						
Niacinamide	Заспокоєння, відновлення, підтримка бар'єрної функції	+	+	+	+	+
Алantoїн	Регенерація та протизапальна дія	+	+	+	+	+
Д-пантенол	Загоєння, відновлення	+	+	+	+	+
Aquaxyl	Глибоке зволоження	+	+	+	+	+
Biolip P	Пребіотик, протисвербіжна дія	+	+	+	+	+
Олія примули вечірньої	Зволоження, живлення	+	+	+	+	+
Олія ши	Емомент, захист	+	+	+	+	+
Вітамін Е	Антиоксидант	+	+	+	+	+
Nipaguard 9010	Консервант	+	+	+	+	+

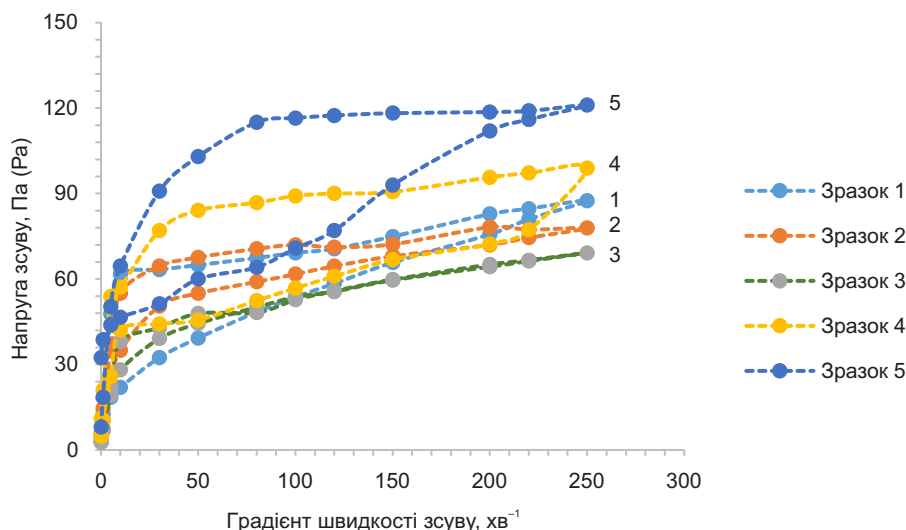


Рис. 1. Реологічні криві плинину модельних зразків крему за температури 25 °С

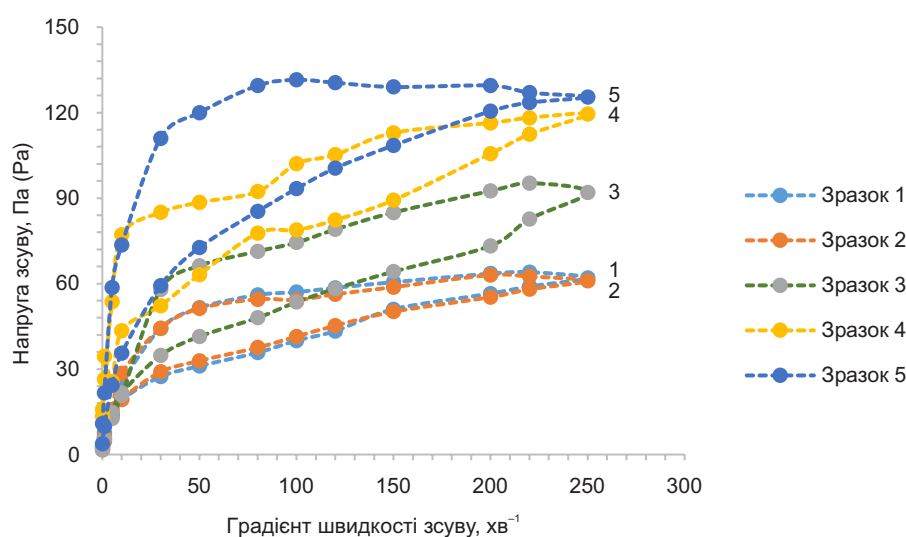


Рис. 2. Реологічні криві плинину модельних зразків крему за температури 32 °С

показників під час технологічних операцій (змішування, гомогенізації, фасування), тоді як температура 32 °С моделює температурний режим поверхні шкіри людини під час використання косметичного засобу. Порівняльний аналіз реологічних параметрів за цих температур дає змогу встановити вплив температури на структурно-механічні властивості емульсійних систем та обґрунтувати вибір рецептурних компонентів з урахуванням технологічної керованості і функціональної придатності крему.

Як видно з реологічних кривих плинину, наведених на рис. 1, за температури 25 °С зразки 2 та 3 демонструють високі тиксотропні властивості, тобто високу відновлюваність структури після механічного руйнування – висхідні та низхідні криві майже накладаються одна на одну і площа петлі гістерезису майже відсутня. Це свідчить, що найкращі структурно-механічні властивості мають зразки до складу яких введено емульгатори Emulsiphos, Olivem 1000 та Montanov 200, що здатні забезпечувати густу та стабільну структуру. Висока тиксотропність також має забезпечувати відчуття «м'якого» нанесення та стійкість текстури. Введення до складу крему загусника

Lanol P (зразок 3) призводить до збільшення петлі гістерезису, що свідчить про більш повільне руйнування системи і менш ефективне відновлення структури після механічного руйнування. Незадовільні тиксотропні результати встановлено для зразків 4 та 5, у складі яких було використано емульгатори Montanov 68 та Montanov L, а також загусник Lanol P. За температури 32 °С для всіх зразків спостерігається петля гістерезису. За збільшенням площі петель гістерезису дослідні зразки можна розташувати в такій послідовності: зразок 2 < зразок 1 < зразок 3 < зразок 4 < зразок 5, що свідчить про зменшення тиксотропності та більш повільного відновлення структури. Чим більшою є площа петлі гістерезису, тим повільніше система здатна відновити свою структуру після механічного руйнування.

Для косметичних кремів в'язкість є неньютонівською, тобто вона залежить від умов деформації або напруги зсуву. Динамічна в'язкість визначає опір матеріалу зсуву під дією прикладеної напруги. У системах з неньютонівським типом течії динамічна в'язкість зменшується за збільшення напруги зсуву (ефект зниження в'язкості за зсуву), що характерно

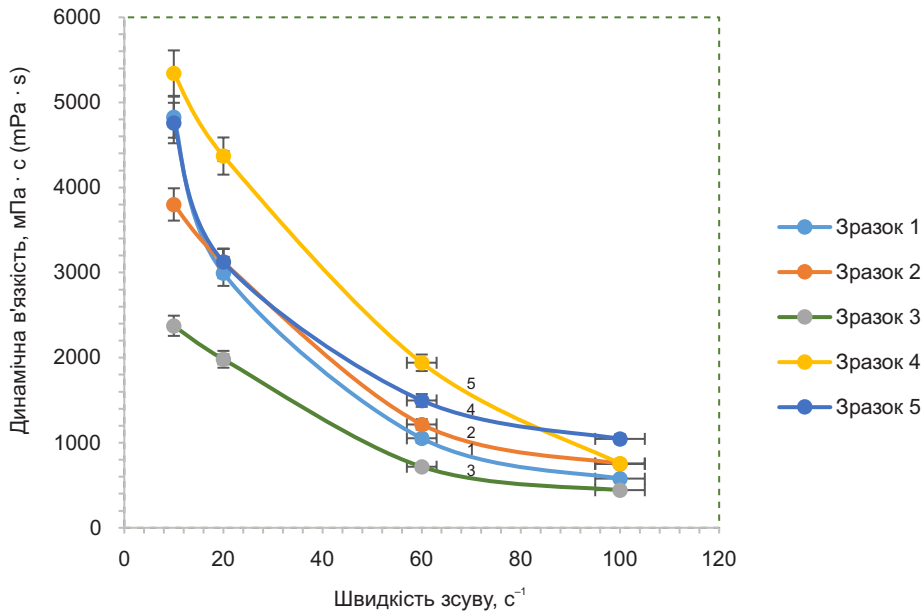


Рис. 3. Залежність динамічної в'язкості модельних зразків косметичних кремів від швидкості зсуву за температури 25 °C

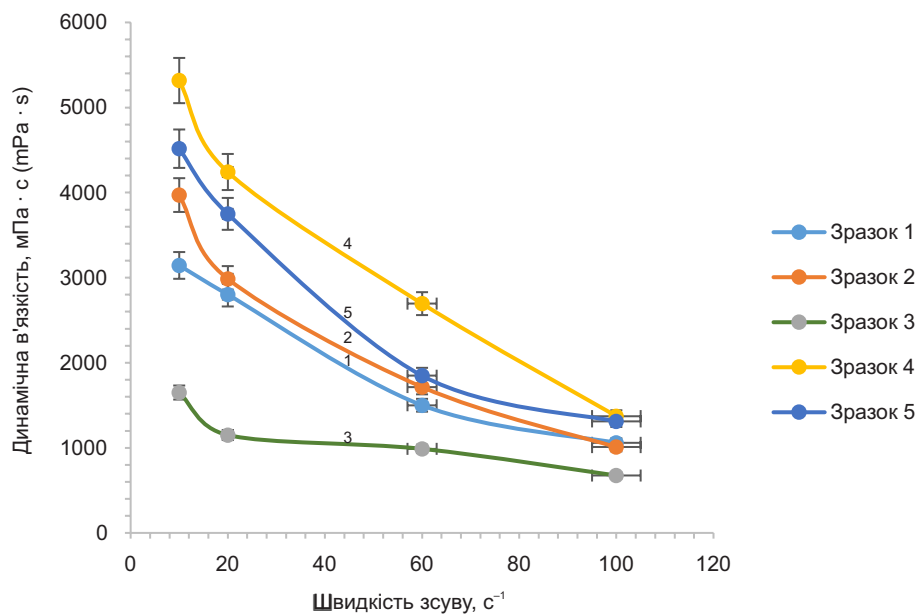


Рис. 4. Залежність динамічної в'язкості модельних зразків косметичних кремів від швидкості зсуву за температури 32 °C

для псевдопластичних або тиксотропних систем. Наступним етапом досліджень став аналіз залежності динамічної в'язкості від швидкості зсуву за температур 25 та 32 °C. Результати досліджень наведено на рис. 3 та 4.

Як видно з наведених даних, для зразків 2 та 3 початкова в'язкість за температури 25 °C лежить у межах 2300-3800 мПа·с, а за температури 32 °C спостерігається зменшення в'язкості до 1650-2950 мПа·с. Аналіз залежності динамічної в'язкості від швидкості зсуву свідчить про збереження характеру неньютонівської течії досліджуваних кремових систем у досліджуваному температурному інтервалі свідчить про те, що креми здатні до легкого нанесення, бо в'язкість є мірою супротиву переміщення шарів

дисперсної системи один до іншого. Для зразка 1 встановлено початкову в'язкість 4800 мПа·с за температури 25 °C та 3100 мПа·с за температури 32 °C. Було встановлено, що зміна температури майже не впливає на початкову в'язкість для зразків і лежить у межах 4500-5300 мПа·с. Водночас така висока в'язкість може ускладнювати нанесення крему на шкіру, що є негативним фактором з погляду споживчих властивостей. Реологічні властивості косметичних кремів (в'язкість, плинність, тиксотропія тощо) мають ключове значення для розроблення складу, оскільки вони визначають низку важливих характеристик продукту, забезпечуючи збереження однорідності емульсії та рівномірний розподіл активних компонентів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Реологічні дослідження кремів на основі пребіотика Biolin P показали, що їхні структурно-механічні властивості значною мірою залежать від комбінації емульгаторів і загусників. Найкращі тиксотропні властивості та здатність до швидкого відновлення структури після механічного руйнування були встановлені для зразків з емульгаторами Emulsi-phos, Olivem 1000 та Montanov 200. Уведення загусника Lanol P призводить до збільшення петлі гістерезису, що свідчить про більш повільне відновлення структури після механічного впливу, зменшуючи тиксотропність крему. Зразки кремів демонструють неньютонівську поведінку: динамічна в'язкість зменшується у разі зростання напруження зсуву, що забезпечує

легке нанесення та комфортне розподілення на шкірі. Установлено, що оптимальними є значення початкової в'язкості дослідних зразків у межах 2300-3800 мПа·с. Збільшення початкової в'язкості до 4500-5300 мПа·с забезпечує певну температурну стабільність. Водночас надто висока в'язкість може ускладнювати нанесення на шкіру, що слід враховувати для оптимізації рецептур. Визначення реологічних характеристик досліджуваних кремів дозволяють оцінити структурну стабільність, плинність і тиксотропність, що є критично важливим для забезпечення рівномірного розподілу активних компонентів, прогнозування поведінки продукту під час нанесення та оптимізації технологічного процесу виробництва.

Конфлікт інтересів: відсутній.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Євстаф'єва А. Д. Лікування шкірних захворювань пробіотиками і пребіотиками. *Глобальні виклики та інновації: шляхи розвитку сучасної науки* : матеріали I Міжнар. наук. конф., м. Чернівці, 15 берез. 2024 р. Чернівці : МЦНД, 2024. С. 156–157. DOI: 10.13140/RG.2.2.20752.52481.
2. The role of skin microbiota in facial dermatoses and related factors: a narrative review / I. Ferček et al. *International Journal of Molecular Sciences*. 2025. Vol. 26(18). P. 8857. DOI: 10.3390/ijms26188857.
3. Microbiome and postbiotics in skin health / S. K. Prajapati et al. *Biomedicines*. 2025. Vol. 13(4). P. 791. DOI: 10.3390/biomedicines13040791.
4. Advances in microbiome-derived solutions and methodologies are founding a new era in skin health and care / A. Gueniche et al. *Pathogens*. 2022. Vol. 11. P. 121. DOI: 10.3390/pathogens11020121.
5. Bioprospecting the skin microbiome: advances in therapeutics and personal care products / K. Nicholas-Haizelden et al. *Microorganisms*. 2023. Vol. 11. P. 1899. DOI: 10.3390/microorganisms11081899.
6. Topical probiotics: more than a skin deep / M. Habeebuddin et al. *Pharmaceutics*. 2022. Vol. 14(3). P. 557. DOI: 10.3390/pharmaceutics14030557.
7. Microbiome modulation as a therapeutic approach in chronic skin diseases / K. Polak et al. *Biomedicines*. 2021. Vol. 9(10). P. 1436. DOI: 10.3390/biomedicines9101436.
8. Narbutt J., Bednarski I. A., Lesiak A. The effect of an emollient with benfothiamine and Biolin prebiotic on the improvement of epidermal skin function. *Postępy Dermatologii i Alergologii*. 2016. Vol. 33(3). P. 224–231. DOI: 10.5114/ada.2016.60616.
9. Штрімайтіс О. В., Кухтенко О. С., Солдатов Д. П. Визначення реологічних параметрів гелів, що застосовуються для лікування дерматологічних захворювань шкіри. *Вісник фармації*. 2025. № 1(109). С. 9–16. DOI: 10.24959/nphj.25.168.
10. Application of D-optimal experimental design method to optimize the formulation of O/W cosmetic emulsions / J. Djuris et al. *International Journal of Cosmetic Science*. 2014. Vol. 36(1). P. 79–87. DOI: 10.1111/ics.12099.
11. Sharma S., Shankar V., Joshi Y. M. Viscoelasticity and rheological hysteresis. *Journal of Rheology*. 2023. Vol. 67(1). P. 139–155. DOI: 10.1122/8.0000462.
12. Fabrication of thixotropic polymeric gel system and its gelation mechanism / Z. Zhang et al. *Polymers*. 2025. Vol. 17(17). P. 2397. DOI: 10.3390/polym17172397.

REFERENCES

1. Yevstafieva, A. D. (2024). Likuvannia shkirnykh zakhvoriuvan probiotykyamy i prebiotykyamy. In *Hlobalni vyklyky ta innovatsii: shliakhy rozvytku suchasnoi nauky* (p. 156–157). MTsND. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20752.52481>
2. Ferček, I., Ozretić, P., Zanze, L., Zoričić, Z., Dolački, L., Čivljak, R., & Lugović-Mihčić, L. (2025). The role of skin microbiota in facial dermatoses and related factors: A narrative review. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(18), 8857. <https://doi.org/10.3390/ijms26188857>
3. Prajapati, S. K., Lekkala, L., Yadav, D., Jain, S., & Yadav, H. (2025). Microbiome and postbiotics in skin health. *Biomedicines*, 13(4), 791. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13040791>
4. Gueniche, A., Perin, O., Bouslimani, A., Landemaine, L., Misra, N., Cupferman, S., Aguilar, L., Clavaud, C., Chopra, T., & Khodr, A. (2022). Advances in microbiome-derived solutions and methodologies are founding a new era in skin health and care. *Pathogens*, 11, 121. <https://doi.org/10.3390/pathogens11020121>
5. Nicholas-Haizelden, K., Murphy, B., Hoptroff, M., & Horsburgh, M. J. (2023). Bioprospecting the skin microbiome: Advances in therapeutics and personal care products. *Microorganisms*, 11, 1899. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11081899>
6. Habeebuddin, M., Karnati, R. K., Shiroorkar, P. N., Nagaraja, S., Asdaq, S. M. B., Anwer, K., & Fattepur, S. (2022). Topical probiotics: More than a skin deep. *Pharmaceutics*, 14(3), 557. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14030557>
7. Polak, K., Jobbágy, A., Muszyński, T., Wojciechowska, K., Frańczak, A., Bánvölgyi, A., Bergler-Czop, B., & Kiss, N. (2021). Microbiome modulation as a therapeutic approach in chronic skin diseases. *Biomedicines*, 9(10), 1436. <https://doi.org/10.3390/biomedicines9101436>
8. Narbutt, J., Bednarski, I. A., & Lesiak, A. (2016). The effect of an emollient with benfothiamine and Biolin prebiotic on the improvement of epidermal skin function. *Postępy Dermatologii i Alergologii*, 33(3), 224–231. <https://doi.org/10.5114/ada.2016.60616>

9. Shtrimaitis, O. V., Kukhtenko, O. S., & Soldatov, D. P. (2025). Vyznachennya reolohichnykh parametru heliv, shcho zastosovuyutsya dlya likuvannya dermatolohichnykh zakhvoryuvan' shkiry. *Visnyk farmatsiyi*, 1(109), 9–16. <https://doi.org/10.24959/nphj.25.168>
10. Djuris, J., Vasiljevic, D., Jokic, S., & Ibric, S. (2014). Application of D-optimal experimental design method to optimize the formulation of O/W cosmetic emulsions. *International Journal of Cosmetic Science*, 36(1), 79–87. <https://doi.org/10.1111/ics.12099>
11. Sharma, S., Shankar, V., & Joshi, Y. M. (2023). Viscoelasticity and rheological hysteresis. *Journal of Rheology*, 67(1), 139–155. <https://doi.org/10.1122/8.0000462>
12. Zhang, Z., Geng, Y., Wang, R., Yan, Z., Sun, M., Meng, S., Zhang, Y., Yang, H., Li, Y., & Zhu, Y. (2025). Fabrication of thixotropic polymeric gel system and its gelation mechanism. *Polymers*, 17(17), 2397. <https://doi.org/10.3390/polym17172397>

Відомості про авторів:

Г. В. Тарасенко, кандидат технічних наук, доцент кафедри промислової фармації, Київський національний університет технологій та дизайну. E-mail: tarasenko.gv@knutd.com.ua. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0995-7322>

А. С. Рибчич, магістр кафедри промислової фармації, Київський національний університет технологій та дизайну. E-mail: aribchich15@gmail.com

О. О. Салій, кандидат фармацевтичних наук, доцент кафедри промислової фармації, Київський національний університет технологій та дизайну. E-mail: elenasaliy1717@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7103-2083>

В. В. Страшний, доктор фармацевтичних наук, завідувач кафедри промислової фармації, Київський національний університет технологій та дизайну. E-mail: strashniy.vv@knutd.edu.ua. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9188-1821>

М. Е. Попова, аспірантка кафедри промислової фармації, Київський національний університет технологій та дизайну. E-mail: riia@ukr.net. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2579-0331>

Information about the authors:

H. V. Tarasenko, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor of the Department of Industrial Pharmacy, Kyiv National University of Technologies and Design. E-mail: tarasenko.gv@knutd.com.ua. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0995-7322>

A. S. Rybchych, Master's student of the Department of Industrial Pharmacy, Kyiv National University of Technologies and Design. E-mail: aribchich15@gmail.com

O. O. Saliy, Candidate of Pharmacy (Ph.D.), Associate Professor of the Department of Industrial Pharmacy, Kyiv National University of Technologies and Design. E-mail: elenasaliy1717@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7103-2083>

V. V. Strashnyi, Doctor of Pharmacy (Dr. habil.), Head of the Department of Industrial Pharmacy, Kyiv National University of Technologies and Design. E-mail: strashniy.vv@knutd.edu.ua. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9188-1821>

M. E. Popova, PhD student of the Department of Industrial Pharmacy, Kyiv National University of Technologies and Design. E-mail: riia@ukr.net. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2579-0331>

Дата першого надходження: 12.01.2026 р.

Дата прийняття до друку: 17.02.2026 р.

Дата публікації: 31.03.2026 р.