

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-365-62>

УДК 665.585.5-042.2

ПАРАСКА ОЛЬГА

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-3803-0382>

e-mail: olgaparaska@khmnu.edu.ua

НЕГОРУЙ ВІТА

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0009-0003-9262-8689>

e-mail: negoruyv@khmnu.edu.ua

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПІНОУТВОРЕННЯ ШАМПУНІВ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ

В роботі наведено результати порівняльного аналізу ефективності методів визначення показників піноутворення шампунів. Дослідження проведено із застосуванням стандартизованого методу Росс–Майлса та емпіричного методу струшування. Оцінювання здійснювали за показниками висоти, стійкості та кратності піни. Встановлено вплив складу поверхнево-активних речовин (ПАР) на інтенсивність утворення та стабільність піни. Проведено порівняння чутливості та відтворювання досліджуваних методів, що дозволило визначити їх ефективність для оцінювання піноутворення косметичних засобів. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації методичного підходу до контролю якості шампунів.

Ключові слова: піноутворення, стійкість піни, кратність піни, метод Росс–Майлса, поверхнево-активні речовини, шампуні.

PARASKA OLGA, NEGORUY VITA

Khmelnytskyi National University

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF DETERMINING SHAMPOO FOAMING BY DIFFERENT METHODS

The present study provides a comprehensive comparative analysis of the efficiency of different methods used to evaluate the foaming properties of shampoos, which represent a critical quality parameter influencing both consumer perception and functional performance. The investigation was carried out using two widely applied approaches: the standardized Ross–Miles method and the empirical shaking method.

Foaming behavior was quantitatively assessed through key parameters, including initial foam height, foam stability over time, and foam expansion ratio (foam multiplicity). Measurements were conducted under controlled conditions to ensure reproducibility and comparability of results. The study also considered the physicochemical factors affecting foam formation, with particular emphasis on the composition and concentration of surfactants, including their ability to reduce surface tension, stabilize liquid films, and form structured interfacial layers.

A detailed comparison of the methods was performed based on analytical criteria such as sensitivity to formulation differences, repeatability of measurements, operational simplicity, and suitability for routine quality control. The Ross–Miles method demonstrated higher reproducibility and standardization, making it more appropriate for rigorous laboratory evaluation and inter-study comparison. In contrast, the shaking method, while less precise, proved to be a rapid and accessible technique suitable for preliminary screening and educational or industrial settings with limited instrumentation.

The results revealed a significant correlation between surfactant composition and foam characteristics, confirming that both the type and ratio of surface-active agents play a decisive role in determining foam formation kinetics and stability. Differences observed between the methods highlight the importance of selecting an appropriate analytical approach depending on the research objective or quality control requirements.

Overall, the findings contribute to the optimization of methodological strategies for assessing foaming properties in cosmetic formulations and provide a scientific basis for improving shampoo quality control and formulation design.

Keywords: foaming, foam stability, foam multiplicity, Ross–Miles method, surfactants, shampoos.

Стаття надійшла до редакції / Received 19.03.2026

Прийнята до друку / Accepted 16.04.2026

Опубліковано / Published 28.05.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Яропуд Віталій, Колісник Микола, Штуць Андрій

Постановка проблеми

Піноутворення є важливою характеристикою мийних засобів, зокрема шампунів, оскільки воно значною мірою визначає їх ефективність та споживчі властивості. Піна являє собою дисперсну систему типу газ у рідині, що утворюється внаслідок взаємодії поверхнево-активних речовин (ПАР). ПАР здатні знижувати поверхневий натяг води та адсорбуватися на межі розділу фаз повітря – рідина, що сприяє утворенню та стабілізації бульбашок піни, покращенню ефективності видалення забруднення з поверхні волосся та шкіри голови [1].

У сучасних шампунях використовують різні типи ПАР, зокрема аніонні, амфотерні та неіоногенні, які забезпечують мийні властивості та формування піни. Інтенсивність і стабільність піноутворення залежать від багатьох факторів, серед яких концентрація ПАР, температура, жорсткість води, рН середовища та наявність допоміжних компонентів у складі мийного засобу [2].

Для оцінювання піноутворювальної здатності мийних засобів застосовують різні методи дослідження, зокрема визначення висоти піни, її стабільності та кратності. Одним із найбільш поширених є метод Росс–Майлса, який дозволяє оцінити інтенсивність утворення піни та її зміну в часі [3]. Разом з тим існують й інші експериментальні підходи до визначення піноутворення, які можуть давати різні результати залежно від умов проведення дослідження та методики вимірювання [4].

У зв'язку з цим актуальним є порівняльний аналіз різних методів визначення піноутворювальної

здатності мийних засобів, що дозволить оцінити їх ефективність та визначити найбільш інформативні підходи до дослідження піни.

Аналіз досліджень та публікацій

Процеси утворення та стабільності піни в системах, що містять ПАР, активно досліджують в колоїдній хімії та технологіях мийних засобів. Дослідження показують, що піноутворювальна здатність розчинів ПАР значною мірою залежить від типу ПАР, її концентрації та умов проведення експерименту [5]. Крім того, на стабільність піни впливають такі фактори, як в'язкість рідкої фази, швидкість адсорбції ПАР на поверхні бульбашок та гідродинамічні умови під час утворення піни.

У роботі [6] показано, що для характеристики піни необхідно враховувати не лише її початкову висоту, але й зміну об'єму піни з часом, оскільки процеси дренажу, коалесценції та руйнування пінних плівок суттєво впливають на загальну стабільність пінної структури.

Для визначення піноутворювальної здатності мийних засобів відповідно до ДСТУ ISO 696:2005 використовують різні експериментальні методи. Одним із найбільш поширених є метод Росс–Майлса (ISO 696-1975, IDT), який полягає у вимірюванні висоти піни, утвореної під час падіння струменя розчину ПАР у циліндр із таким самим розчином. Даний метод дозволяє визначити початкову висоту піни та її стабільність через певний проміжок часу, тому широко застосовують для дослідження мийних засобів, зокрема шампунів [3]. Крім того, у сучасних дослідженнях використовують визначення висоти піни, її стійкості та кратності, що дозволяє комплексно оцінити піноутворювальні властивості мийних засобів.

У дослідженні [7] встановлено, що стабільність піни визначають складною взаємодією фізико-хімічних факторів, серед яких важливу роль відіграють властивості ПАР, структура рідинних плівок між бульбашками та процеси дренажу і коалесценції. Отримані результати підтверджують необхідність комплексного підходу до оцінювання дисперсних показників піноутворення у мийних засобах.

Формулювання цілей статті

Метою дослідження є: проведення порівняльного аналізу піноутворювальної здатності шампунів різних виробників із застосуванням стандартизованого методу Росс–Майлса та емпіричного методу струшування, а також оцінювання відтворюваності, чутливості, інформативності зазначених методів при визначенні інтенсивності піноутворення і стабільності піни.

Виклад основного матеріалу

Процес піноутворення в шампунях є складним фізико-хімічним явищем взаємодії ПАР з водою, повітрям і механічною дією під час миття волосся. Піноутворення це процес утворення дисперсної системи, у якій газ (повітря) рівномірно розподілений у рідкому середовищі у вигляді дрібних бульбашок, розділених тонкими рідинними плівками. У шампунях формування піни відбувається завдяки наявності ПАР, які знижують поверхневий натяг води. Під час очищення волосся піна забезпечує рівномірний розподіл шампуню, полегшує видалення забруднень, створює відчуття чистоти та комфорту для споживача. Основні етапи процесу піноутворення в шампунях наведено на рис. 1 [1, 8].

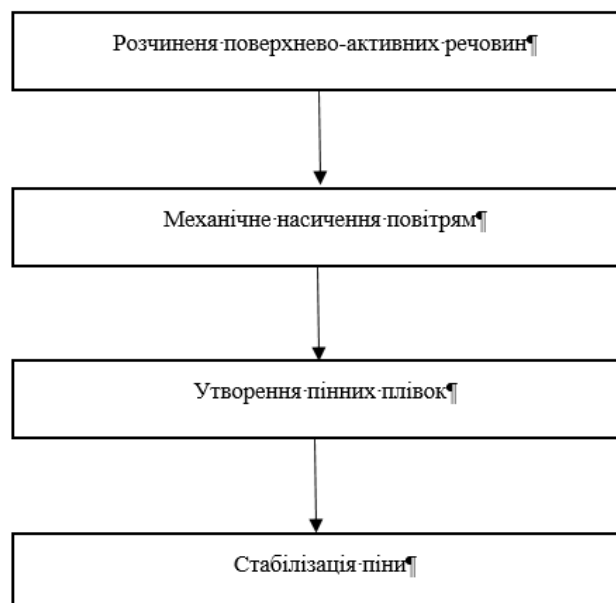


Рис. 1. Основні етапи процесу піноутворення в шампунях

Під час контакту шампуню з водою ПАР розчиняються та орієнтуються на межі розділу вода–повітря, зменшуючи поверхневий натяг. Під час розтирання шампуню між руками або поверхнею волосся в рідину потрапляє повітря, яке утворює дрібні бульбашки. Молекули ПАР формують адсорбційний шар навколо бульбашок повітря, стабілізуючи тонкі рідинні плівки та запобігаючи їх швидкому руйнуванню. Додаткові

компоненти шампуню (амфотерні ПАР, загусники, електроліти) підвищують в'язкість плівки і забезпечують більшу стійкість піни [8].

На процес піноутворення в шампунях впливають різні фактори, а саме: концентрація, тип ПАР, рН середовища, температура води, жорсткість води, наявність добавок та забруднень (кількість шкіряного жиру), інтенсивність механічного впливу.

Таким чином, процес піноутворення в шампунях є результатом дії ПАР, механічного перемішування та фізико-хімічних умов середовища. Ефективність і стабільність піноутворення визначають склад шампуню та умови використання, що має важливе значення при розробленні безпечних і якісних косметичних засобів.

Важливе значення для оцінювання якості та безпечності косметичних засобів мають нормативні документи, які встановлюють вимоги до їх складу та властивостей. Тривалий час державний стандарт України ДСТУ 4315:2004 «Засоби косметичні для очищення шкіри та волосся. Загальні технічні умови» встановлював вимоги до шампунів, гелів для душу, рідкого мила та інших мийних засобів для шкіри й волосся, зокрема щодо складу, фізико-хімічних та органолептичних показників, безпеки та маркування [9]. Однак з 2019 року всі державні стандарти на косметичну продукцію, включно з ДСТУ 4315:2004, були скасовані в Україні відповідно до наказу УкрНДНЦ № 173 від 24.06.2019. В даний час регулювання косметичних засобів, у тому числі шампунів та інших засобів для очищення шкіри й волосся, визначають Технічним регламентом щодо косметичної продукції, затвердженим Постановою Кабінету Міністрів України № 65 від 20.01.2021 року [10].

Для оцінювання якості шампунів використовують комплекс органолептичних та фізико-хімічних показників, які дозволяють визначити їх стабільність, ефективність очищення та придатність до використання. Органолептичні показники оцінюють за допомогою органів чуття і відображають зовнішні характеристики продукту, зокрема колір, запах, консистенцію та однорідність. Ці параметри мають важливе значення для формування споживчих властивостей косметичних засобів та є важливою складовою контролю якості продукції під час виробництва і наукових досліджень [8, 11].

Фізико-хімічні показники характеризують склад і властивості шампуню, які впливають на його функціональні характеристики. До них належать показники, що визначають стабільність рецептури, ефективність очищення волосся і шкіри голови, а також безпечність використання косметичного засобу. Сукупність органолептичних і фізико-хімічних характеристик дозволяє комплексно оцінити якість шампуню та його відповідність сучасним вимогам до косметичної продукції.

Для визначення впливу фізико-хімічних факторів на деструкцію піни в шампунях використали зразки різних виробників шампунів, які представлені на ринку України. Методи органолептичної оцінки дозволяють швидко виявити порушення технології або погіршення якості шампуню під час зберігання. Основні органолептичні показники, які визначали: колір, запах, консистенцію, структуру, прозорість [1, 11]. Аналіз органолептичних показників шампунів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Аналіз органолептичних показників шампунів

Назва шампуню	Властивості	Виробник, вартість
Herbal essences	Прозорий, однорідний густий шампунь з приємним ароматом. Універсальний для всіх типів волосся.	ТОВ «Проктер енд Гембл Україна», Франція 514 грн/л
Barva	Прозорий, однорідний густий шампунь з легким ароматом. Для миття всіх типів волосся.	Familyguard LTD, Болгарія 188 грн/л
Натюрель	Прозорий, однорідний шампунь з приємним ароматом. Універсальний шампунь для догляду та делікатного очищення слабкого, пошкодженого волосся.	ПП Фармацевтична фабрика «НВО ЕЛЬФА», Україна 450 грн/л
PROtebe Loss Control	Прозорий, однорідний з приємним ароматом. Шампунь-кондиціонер догляд та живлення для всіх типів волосся, щоденного використання	ТОВ «НАТУРПРО» Україна 196 грн/л
Green Pharmacy	Прозорий, однорідний шампунь з приємним ароматом. Універсальний шампунь для миття та боротьби з випадінням волосся.	ПП Фармацевтична фабрика «НВО «ЕЛЬФА», Україна 277 грн/л

Аналіз органолептичних показників шампунів свідчить про те, що колір всіх зразків однорідний, без сторонніх включень. Запах – приємний, відповідний ароматизатору, без сторонніх або різких запахів. Консистенція – однорідна, без грудочок і осаду. Вартість досліджуваних шампунів від 188 до 514 грн/л.

Для більш детального аналізу властивостей досліджуваних зразків проведено аналіз їх компонентного складу. Склад досліджуваних шампунів наведено в таблиці 2.

Склад досліджуваних шампунів

Назва шампуню	Склад
Herbal essences	Вода, натрію лауретсульфат, натрію хлорид, пропіленгліколь, кокамідпропілбетаїн, лимонна кислота, натрію ксилосульфат, парфумерна композиція, натрію бензоат, натрію цитрат, натрію саліцилат, олія шкірки цитрусових, гідроксипропілметилцелюлоза, натрію гідроксид, тетранатрій ЕДТА, гліцерин, лімонен, дексаметилінданопіран, калій, гексилциннамаль, гістидин соку листя алое вера, без силіконів.
Barva	Вода, натрію лауретсульфат, кокамідпропілбетаїн, натрію хлорид, кокамід ДЕА, полікватерніум-7, екстракт листя кропиви дводомної, парфумерна композиція, натрію бензоат, калію сорбат, лимонна кислота, ліналоол, СІ 42090, СІ 19140, без силіконів і парабенів.
Натюрель	Вода, натрію лауретсульфат, кокамідпропілбетаїн, дістаноламід кокосової олії, лаурилглікозид, динатрію кокоамфодіацетат, ПЕГ-7, гліцерил кокоат, гліцерилеат, гідролізат пшеничного глютену, олія шипшини, кокоглюкозид, полікватерніум-10, натрію хлорид, лимонна кислота, ароматична композиція, бензиловий спирт, метилхлорізотіазолінон, метилізотіазолінон, альфа-ізометил іонон.
PROtebe Loss Control	Вода, натрію лауретсульфат, натрію хлорид, кокамід ДЕА, кокамідпропілбетаїн, гліцерин, полікватерніум-7, PEG-7, гліцерил кокоат, гідрогенізована касторова олія, PEG-40, олія листя розмарину, олія насіння лопуха, парфумерна композиція, екстракт квітів волошки, полісорбат 80, динатрію ЕДТА, бензиловий спирт, лимонна кислота, олія вівса, алантоїн, метилхлорізотіазолінон, рицинова олія, метилізотіазолінон
Green Pharmacy	Вода, натрію лауретсульфат, кокамідпропілбетаїн, натрію хлорид, ПЕГ-7, гліцерил кокоат, гліцерет-2 кокоат, екстракт кореня реп'яха, гідролізований пшеничний білок, олія персеї городньої, біотин, алантоїн, ацетил тирозин, аргінін, кальцію пантотенат, цитрулін, динатрій сукцинат, глюкозамін гідрохлорид, гідролізований соєвий білок, ніацинамід, орнітин гідрохлорид, екстракт кореня женьшеню, ПЕГ-12, диметикон, полікватерніум-11, цинку глюконат, кватерніум-7, полікватерніум-10, парфум, лимонна кислота, натрію бензоат, етилгексилгліцерин, пентиленгліколь, феноксіетанол, каприлгліколь.

За даними таблиці 2 у складі досліджуваних шампунів є ПАР різних типів, зокрема, біорозкладні, піноутворювачі, натуральні олії, екстракти трав та рослин, природні запашки та стабілізатори. Це впливає на хімічну чистоту та екологічність шампуню. Вміст домішок та іонів важких металів контролюють для забезпечення безпечності продукту та відповідності санітарним нормам.

Екологічний вплив піноутворювальних систем значною мірою визначає хімічна природа ПАР та їх здатність до біологічного розкладання [12]. У сучасних шампунях дедалі частіше використовують біорозкладні ПАР, зокрема рослинного походження, які мають високий ступінь біорозкладу та відповідно менший негативний вплив на довкілля.

Важливе значення для оцінювання безпечності шампунів мають також токсиколого-гігієнічні та мікробіологічні показники. Токсиколого-гігієнічні показники визначають відсутність шкідливого впливу компонентів шампуню на організм людини та дозволяють оцінити можливу подразнювальну дію на шкіру і слизові оболонки. Вони підтверджують, що косметичний засіб не порушує природні захисні функції шкіри голови та є безпечним при регулярному використанні.

Мікробіологічні показники характеризують санітарну чистоту косметичного засобу та відсутність патогенних або умовно-патогенних мікроорганізмів. Вони включають визначення загальної кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, а також перевірку відсутності бактерій і грибів, небезпечних для здоров'я людини. Крім того, оцінюють ефективність консервантів, які забезпечують стабільність продукту протягом усього терміну зберігання. Таким чином, комплексна оцінка органолептичних, фізико-хімічних, токсиколого-гігієнічних та мікробіологічних показників дозволяє визначити якість, безпечність та стабільність шампунів і є необхідною умовою контролю косметичних засобів у наукових дослідженнях та промисловому виробництві.

Для оцінювання піноутворювальних властивостей поверхнево-активних систем застосовують різні експериментальні підходи, які дозволяють визначати як інтенсивність утворення піни, так і її стабільність у часі. Слід зазначити, що для дослідження піноутворювальних властивостей поверхнево-активних систем застосовують значну кількість експериментальних методів. Вони відрізняються способом введення повітря у розчин, умовами утворення піни та параметрами, які вимірюють під час експерименту. У практиці дослідження піни використовують методи барботування газу через розчин, переливання розчину, струшування або механічного перемішування. Класифікацію основних методів визначення піноутворювальної здатності наведено на рис. 2.

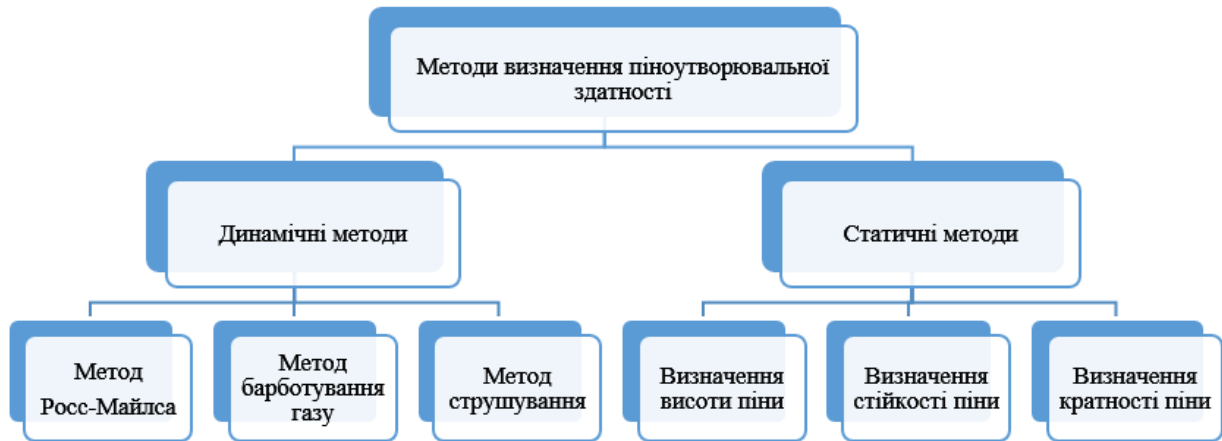


Рис.2. Класифікація методів визначення піноутворювальної здатності

Одним із найбільш поширених методів визначення піноутворювальної здатності мийних засобів є міжнародний метод Росс–Майлса. Метод полягає на вимірюванні висоти піни, утвореної внаслідок падіння струменя розчину ПАР у мірний циліндр, а також на оцінюванні зміни висоти піни у часі. Схема приладу Росс–Майлса наведена на рис. 3 [13].

Конструкція приладу передбачає закріплення лійки таким чином, щоб відстань між нижнім зрізом каліброваної трубки та поверхнею досліджуваного розчину у мірному циліндрі становила 450 мм. Мірний циліндр розміщений у водяній сорочці, яку під'єднують до термостата для підтримання сталої температури під час проведення експерименту. Внутрішній діаметр циліндра становить 65 мм. Калібрована трубка виготовлена з нержавіючої сталі, має довжину 70 мм і внутрішній діаметр $1,9 \pm 0,02$ мм. Для термостатування мірного циліндра та його вмісту використовують спеціальну ємність із прозорого матеріалу, через яку циркулює термостатуюча рідина. Конструкцію приладу закріплюють на лабораторному штативі.

Під час проведення експерименту в мірний циліндр наливають 50 мл розчину ПАР. Далі з лійки через калібровану трубку у циліндр додають 200 мл того ж розчину. Після завершення витікання розчину одночасно перекривають кран і запускають секундомір. Висоту стовпа піни в мірному циліндрі вимірюють одразу після завершення процесу піноутворення, що дозволяє визначити піноутворювальну здатність розчину. Подальші вимірювання проводять через 3,5 та 10 хв після утворення піни для оцінювання її стійкості.

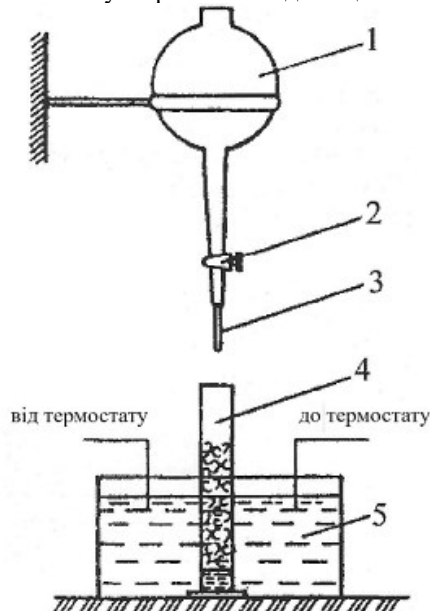


Рис.3. Схема приладу Росс-Майлса: 1 – лійка; 2 – кран; 3 – трубка (піпетка); 4 – мірний циліндр; 5 – ємність

У лабораторній практиці, окрім класичного приладу Росс–Майлса, інколи застосовують його спрощений аналог – ділильну лійку об'ємом близько 200 см^3 [14]. Під час проведення експерименту ділильну лійку заповнюють досліджуваним розчином ПАР та закріплюють на лабораторному штативі таким чином, щоб отвір лійки знаходився приблизно на висоті 900 мм над рівнем рідини у мірному циліндрі. При цьому струмінь розчину повинен потрапляти в центральну частину циліндра.

Після відкриття крана лійки розчин ПАР вільно витікає у циліндр, з утворенням піни. У момент початку витікання запускають секундомір і визначають початкову висоту пінного шару в мірному циліндрі, яку позначають як H_0 . Через п'ять хвилин після утворення піни проводять повторне вимірювання її висоти (H_5). Стійкість піни (C) зразків шампунів розраховують за формулою:

$$C = \frac{H_5}{H_0} \quad (1)$$

де H_0 – початкова висота стовпа піни, мм; H_5 – висота стовпа піни після 5 хв., мм.

Для підвищення точності результатів кожний експеримент проводять декілька разів (не менше 5 вимірювань для одного розчину), після чого отримані дані обробляють методами математичної статистики для оцінювання їх достовірності.

Одним із найпростіших способів оцінювання піноутворювальної здатності мийних засобів є метод струшування. Суть якого полягає у механічному струшуванні водного розчину шампуню в мірному посуді з подальшим визначенням висоти утвореної піни та зміни її параметрів у часі. Метод дозволяє швидко оцінити інтенсивність піноутворення та орієнтовну стабільність пінної системи. Досліджуваний розчин об'ємом 250 мл поміщають у мірний циліндр, закривають пробкою і піддають інтенсивному струшуванню протягом 1 хв з амплітудою 70 см, після чого визначають початкову висоту піни та її зміну після відстоювання, що дозволяє оцінити стійкість пінної системи [4]. Для оцінювання піноутворювальної здатності досліджуваних шампунів методом струшування визначали висоту утвореної піни та її зміну в часі.

Дослідження піноутворювальної здатності шампунів проводили за кімнатної температури (20 – 25 °С). Для експерименту використовували водні розчини шампунів однакової концентрації. Кінетика показників піноутворення (висота піни, H , мм) та стабільність піни C досліджуваних шампунів наведена в таблиці 3.

Таблиця 3

Висота піни, H , мм досліджуваних шампунів

Назва шампуню	Висота піни, H , мм методом Росс–Майлса							C
	30 с	5 хв	10 хв	15 хв	20 хв	25 хв	30 хв	
Herbal essences	158	145	139	134	122	122	122	0,92
Barva	164	147	131	128	128	128	128	0,90
Натюрель	151	143	134	124	123	123	123	0,95
PROtebe Loss Control	169	150	142	130	130	130	130	0,89
Green Pharmacy	160	156	144	136	128	128	128	0,98
Назва шампуню	Висота піни, H , мм методом струшування							C
	30 с	5 хв	10 хв	15 хв	20 хв	25 хв	30 хв	
Herbal essences	130	125	125	125	125	125	125	0,96
Barva	135	133	130	125	125	120	120	0,98
Натюрель	135	130	130	130	130	130	130	0,96
PROtebe Loss Control	185	179	175	175	170	170	170	0,97
Green Pharmacy	140	136	135	135	130	130	130	0,97

За даними таблиці 3, висота піни досліджуваних зразків визначена методом Росс–Майлса становить від 151 до 169 мм. Зразки шампунів Натюрель, Herbal essences, Green Pharmacy мають нормальні значення висоти піни – 151 та 158, 160 мм відповідно. Шампуні Barva, PROtebe Loss Control мають високу піноутворювальну здатність, що відповідає 164 і 169 мм. Протягом 30 хв спостерігають зменшення висоти піни з часом, що свідчить про процеси дренажу, коалесценції та руйнування дисперсних систем. Зменшення висоти піни з часом пов'язане з процесами дестабілізації пінної системи. Основними механізмами руйнування піни є дренаж рідкої фази між бульбашками, коалесценція бульбашок та дифузійне перерозподілення газу між ними. У процесі дренажу рідина стікає вниз під дією сили тяжіння, що призводить до витончення рідинних плівок. Подальше руйнування цих плівок спричиняє злиття бульбашок (коалесценцію) та поступове зменшення об'єму піни.

Аналіз отриманих даних методом струшування показує, що висота піни досліджуваних зразків, становить від 130 до 185 мм, що свідчить про різну інтенсивність піноутворення залежно від складу шампунів. Окремі зразки мають вищі початкові значення висоти піни, що вказує на більш ефективне захоплення повітря та формування пінної структури. Значення коефіцієнта стійкості піни визначені методом струшування складають від 0,96 до 0,98 та від 0,89 до 0,98 методом Росс–Майлса відповідно, що вказує на достатню стабільність досліджуваних шампунів.

Динаміка зміни висоти піни досліджуваних шампунів у часі представлена на рис. 4.

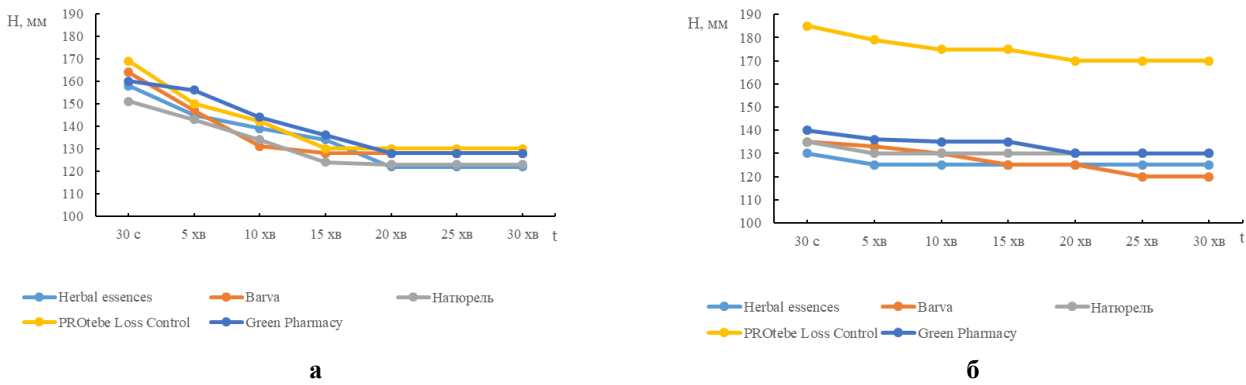


Рис.4 – Динаміка зміни висоти піни досліджуваних шампунів у часі: а – метод Росс-Майлса; б – метод струшування

Аналіз рис.4 показує, що висота піни визначена різними методами поступово зменшується з часом. Найбільш інтенсивні зміни спостерігають на початкових етапах до 15 хв. Надалі відбувається стабілізація значення висоти піни, що вказує на досягнення відносно стабільного стану пінної системи. Характер зміни є подібним для всіх досліджуваних зразків, однак різний за абсолютними значеннями, що підтверджує вплив складу ПАР та методів визначення на процеси піноутворення.

Для комплексної оцінки піноутворювальних властивостей досліджуваних шампунів додатково визначали кратність піни. Кратність піни дозволяє порівнювати піноутворювальну здатність різних зразків шампунів, показує, у скільки разів об'єм піни перевищує об'єм рідкої фази.

У мірний циліндр наливають певний об'єм водного розчину шампуню. Одразу вимірюють загальний об'єм дисперсної системи піна – рідина. Визначають об'єм піни як різницю між загальним об'ємом та об'ємом рідини. Кратність піни шампунів (K) визначають за формулою 2 відношенням об'єму утвореної піни до об'єму вихідного розчину.

$$K = \frac{V_{\text{піни}}}{V_{\text{розчину}}} \quad (2)$$

де $V_{\text{піни}}$ – об'єм піни, мл; $V_{\text{розчину}}$ – об'єм розчину шампуню, мл.

Чим більша кратність, тим вища піноутворювальна здатність шампуню. Для шампунів $K < 3$ – низька піноутворювальна здатність, K від 3 до 5 – середня (нормальна), $K > 5$ – висока піноутворювальна здатність. Результати визначення кратності піни (K) зразків шампунів визначеної різними методами наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Кратність піни (K) зразків шампунів

Назва шампуню	$V_{\text{розчину}}$, мл	$V_{\text{піни}}$, мл м-д Росс-Майлса	ΔV , мл м-д Росс-Майлса	K м-д Росс-Майлса	$V_{\text{піни}}$, мл м-д струш.	ΔV , мл м-д струш.	K м-д струш.
Herbal essences	250	158	92	1,72	130	120	0,52
Barva	250	164	86	1,91	135	115	0,54
Натюрель	250	151	99	1,53	135	115	0,54
PROtebe Loss Control	250	169	81	2,09	185	65	0,74
Green Pharmacy	250	160	90	1,78	140	110	0,56

Визначення кратності піни різними методами досліджуваних шампунів показало, що кратність піни для всіх зразків становить $K < 3$, що свідчить про помірну піноутворювальну здатність досліджуваних шампунів. Така піноутворювальна здатність може бути зумовлена складом ПАР та наявністю допоміжних компонентів у складі шампунів. Шампуні, що містять амфотерні або неіоногенні ПАР, зазвичай характеризуються нижчою піноутворювальною здатністю порівняно з засобами на основі аніонних ПАР. Крім того, на інтенсивність утворення піни можуть впливати концентрація ПАР, а також наявність додаткових компонентів, зокрема рослинних екстрактів, олій, емолієнтів і кондиціонувальних добавок, які можуть змінювати структуру пінних плівок та зменшувати об'єм бульбашок піни. Отримані експериментальні дані методом Росс-Майлса корелюють з показниками висоти та стійкості піни досліджуваних шампунів. Зокрема, шампуні Barva та PROtebe Loss Control мають дещо вищі значення кратності піни серед досліджуваних зразків, що становить 1,91 та 2,09 відповідно. Значення кратності піни, визначені методом струшування, складають від 0,52 до 0,74, що вказує на різну інтенсивність піноутворення досліджуваних зразків. Отримані результати підтверджують, що досліджувані зразки відрізняються за здатністю до утворення об'ємної піни, що може бути зумовлено особливостями складу ПАР та наявністю допоміжних компонентів.

Отримані результати свідчать, що піноутворювальна здатність досліджуваних шампунів значною мірою залежить від складу ПАР та наявності допоміжних компонентів. Шампуні, що містять більшу частку аніонних ПАР, зазвичай мають більшу висоту та кратність піни. Натомість натуральні компоненти, такі як рослинні екстракти та олії, можуть знижувати інтенсивність піноутворення, але водночас сприяють стабілізації пінної структури.

Слід враховувати, що метод струшування, попри простоту виконання, має суттєві обмеження. Результати, отримані цим методом, значною мірою залежать від суб'єктивних чинників, зокрема прикладеної сили, інтенсивності, частоти та амплітуди струшування, які неможливо повністю відтворити з високою точністю. На відміну, метод Росс–Майлса є стандартизованим. Усі основні параметри експерименту чітко регламентовані, що мінімізує вплив суб'єктивних факторів. Формування піни відбувається за рахунок контрольованого гідродинамічного процесу, що підвищує точність і надійність отриманих результатів.

Крім того, метод Росс–Майлса широко застосовують у міжнародній практиці як стандартизований підхід до визначення піноутворювальних властивостей ПАР. Метод забезпечує отримання кількісних характеристик піни, дозволяє оцінювати її стійкість у часі та є чутливим до змін складу поверхнево-активних систем, що дає змогу об'єктивно порівнювати різні зразки шампунів.

Отже, метод струшування є простим і швидким, проте суб'єктивним підходом, тоді як метод Росс–Майлса забезпечує більш точну, об'єктивну та відтворювану оцінку піноутворювальних властивостей шампунів.

Висновки

Оцінювання піноутворювальної здатності є одним із важливих етапів дослідження мийних засобів, оскільки показники утворення та стабільності піни характеризують ефективність дії ПАР і споживчі властивості шампунів.

У результаті проведених досліджень проведено порівняльний аналіз піноутворювальної здатності шампунів різних виробників із використанням методу Росс–Майлса та методу струшування.

Встановлено, що метод Росс–Майлса забезпечує більш точне та відтворюване визначення висоти і стійкості піни завдяки стандартизованим умовам проведення експерименту. Висота піни, визначена цим методом, знаходиться в межах 151–169 мм, а коефіцієнт стійкості становить 0,89–0,98, що свідчить про достатню стабільність досліджуваних пінних систем.

Визначення кратності піни дозволяє оцінити інтенсивність піноутворення досліджуваних зразків. Для всіх шампунів значення кратності піни визначеного різними методами становило $K < 3$, що відповідає помірній піноутворювальній здатності.

Слід зазначити, що метод струшування має підвищену залежність результатів від умов проведення експерименту, зокрема інтенсивності, частоти та амплітуди механічного впливу, що зумовлює його обмежене відтворювання. Метод Росс–Майлса є міжнародно визнаним і широко застосовують у наукових дослідженнях та стандартизованих випробуваннях ПАР, що підтверджує його високу достовірність і практичну значущість.

Література

1. Утворення, властивості розчинів і застосування поверхнево-активних речовин: навчально-методичний посібник / О. О. Стрельцова, В. В. Менчук – Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2021. – 132 с.
2. Baranova I., Zaika S., Bezpala Y., Roik O., Zaporozhska S., Shostak L. Development of foaming shampoo base for the treatment of seborrheic dermatitis // Journal of Advanced Pharmacy Education & Research. – 2020. – Vol. 10, Issue 1. – P. 143–149.
3. ДСТУ ISO 696:2005. Речовини поверхнево-активні. Визначення піноутворювальної здатності модифікованим методом Росс–Майлса (ISO 696:1975, IDT). – Чинний від 01.01.2007. – Київ : Держспоживстандарт України, 2005.
4. Pugh R. J. Bubble size measurements and foam test methods // Bubble and Foam Chemistry. – Cambridge : Cambridge University Press, 2016. – P. 372–404.
5. Petkova B., Tcholakova S., Golemanov K., Denkov N. Foamability of surfactant solutions: interplay between adsorption and hydrodynamic conditions // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2021. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.127562>.
6. Lunkenheimer K., Malysa K., Winsel K., Geggel K., Siegel S. Novel method and parameters for testing and characterization of foam stability // Langmuir. – 2010. – DOI: <https://doi.org/10.1021/la9035002>
7. Tarasov V. Ye., Korobko S. S., Kalmanovich S. A. New Method of Evaluating Quality Characteristics of Foam in Detergents // Natural Volatiles & Essential Oils. – 2021. – Vol. 8, №4. – P. 7906–7917.
8. Вовкотруб М. П. Фізична і колоїдна хімія : підручник / М. П. Вовкотруб, С. Ю. Смик, Р. С. Бойко. – Київ : НУБіП України, 2016. – 350 с.
9. Національні стандарти України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL.pdf (дата звернення: 20.11.2025).
10. Технічний регламент на косметичну продукцію [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/65-2021-п#Text> (дата звернення: 20.11.2025).

11. Башура О. Г. Технологія косметичних засобів : підручник / О. Г. Башура, О. І. Тихонов, В. В. Россіхін [та ін.] ; за ред. О. Г. Башури, О. І. Тихонова. – Харків : НФаУ, 2017. – 552 с.
12. Параска О. А. Розвиток наукових основ ресурсощадних технологій очищення текстильних виробів у водному середовищі : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.19 / О. А. Параска. – Херсон, 2021. – 511 с.
13. Псюк М. О. Визначення піноутворювальної здатності поверхнево-активних речовин методом Росс–Майлса // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2023. – № 3(88). – С. 42–48. – DOI: <https://doi.org/10.69628/pdogf/3.2023.42>.
14. Бохан Ю. В., Форостовська Т. О. Скринінг якості косметичних миючих засобів для волосся на прикладі шампунів // Грааль науки. – 2021. – № 8. – С. 153–157. – DOI: 10.36074/grail-of-science.24.09.2021.30.

References

1. Streltsova O. O. Formation, properties of solutions and applications of surfactants : educational and methodological manual / O. O. Streltsova, V. V. Menchuk. – Odesa : Odesa I. I. Mechnikov National University, 2021. – 132 p.
2. Baranova I., Zaika S., Bezpala Y., Roik O., Zaporozhska S., Shostak L. Development of foaming shampoo base for the treatment of seborrheic dermatitis // Journal of Advanced Pharmacy Education & Research. – 2020. – Vol. 10, Issue 1. – P. 143–149.
3. DSTU ISO 696:2005. Surface active agents. Determination of foaming power by modified Ross–Miles method (ISO 696:1975, IDT). – Kyiv, 2005.
4. Pugh R. J. Bubble size measurements and foam test methods // Bubble and Foam Chemistry. – Cambridge : Cambridge University Press, 2016. – P. 372–404.
5. Petkova B., Tcholakova S., Golemanov K., Denkov N. Foamability of surfactant solutions: interplay between adsorption and hydrodynamic conditions // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2021. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.127562>.
6. Lunkenheimer K., Malysa K., Winsel K., Geggel K., Siegel S. Novel method and parameters for testing and characterization of foam stability // Langmuir. – 2010. – DOI: <https://doi.org/10.1021/la9035002>.
7. Tarasov V. Ye., Korobko S. S., Kalmanovich S. A. New method of evaluating quality characteristics of foam in detergents // Natural Volatiles & Essential Oils. – 2021. – Vol. 8, № 4. – P. 7906–7917.
8. Vovkotrub M. P., Smyk S. Yu., Boiko R. S. Physical and colloid chemistry : textbook. – Kyiv : NULES of Ukraine, 2016. – 350 p.
9. National standards of Ukraine [Electronic resource]. – Available at: https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL.pdf (accessed: 20.11.2025).
10. Technical regulation on cosmetic products [Electronic resource]. – Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/65-2021-п#Text> (accessed: 20.11.2025).
11. Bashura O. H., Tykhonov O. I., Rossikhin V. V. Technology of cosmetic products : textbook. – Kharkiv : NUPh, 2017. – 552 p.
12. Paraska O. A. Development of scientific foundations of resource-saving technologies for cleaning textile products in aqueous environment : dissertation. – Kherson, 2021. – 511 p.
13. Psiuk M. O. Determination of foaming ability of surfactants by Ross–Miles method // Oil and Gas Exploration and Development. – 2023. – No. 3(88). – P. 42–48. – DOI: <https://doi.org/10.69628/pdogf/3.2023.42>.
14. Bokhan Yu. V., Forostovska T. O. Screening of quality of cosmetic detergents for hair on the example of shampoos // Grail of Science. – 2021. – No. 8. – P. 153–157.