

УДК 54.062:661.185

*Тетяна Пилипенко, Олена Чигиринець, Вікторія Воробйова, Вероніка Єфімова*  
**ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПІНОМІЙНИХ  
КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ**

*Татьяна Пилипенко, Елена Чигиринец, Виктория Воробьева, Вероника Ефимова*  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА  
ПЕНОМОЮЩИХ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

*Tetiana Pylypenko, Olena Chyhyrynets, Viktoriia Vorobiova, Veronica Yefimova*  
**INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL INDEXES OF QUALITY  
OF THE COSMETIC CLEANSERS WHICH FORM SUDS**

За фізико-хімічними показниками – вміст хлоридів, масова частка поверхнево-активних речовин (ПАВ), рН середовища, піноутворююча здатність – проведено визначення та порівняння якості і безпечності використання піномийних косметичних засобів для волосся вітчизняного та закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України. З'ясовано, що активними мийними компонентами засобів для догляду за волоссям є комплекс безпечних у використанні оксиген-, нітроген- та сульфуровмісних органічних сполук. Методом квантово-хімічних розрахунків молекул досліджено квантово-хімічні характеристики аніонних ПАВ та показано механізм їх мийної дії.

**Ключові слова:** фізико-хімічні показники якості, піномийні косметичні засоби, нормовані значення, поверхневий натяг, квантово-хімічні розрахунки.

Рис.: 4. Табл.: 2. Бібл.: 14.

По физико-химическим показателям – содержание хлоридов, массовая доля поверхностно-активных веществ (ПАВ), рН среды, пенообразующая способность – проведено определение и сравнение качества и безопасности использования пеномоющих косметических средств для волос отечественного и зарубежного производства, представленных на сегодня на потребительском рынке Украины. Выяснено, что активными моющими компонентами средств по уходу за волосами является комплекс безопасных в использовании кислород-, азот- и серосодержащих органических соединений. Методом квантово-химических расчетов молекул исследованы квантово-химические характеристики анионных ПАВ и показан механизм их моющего действия.

**Ключевые слова:** физико-химические показатели качества, пеномоющие косметические средства, нормируемые значения, поверхностное натяжение, квантово-химические расчеты.

Рис.: 4. Табл.: 2. Библ.: 14.

On physical and chemical indexes – content of chlorides, mass stake of surface-active substances (SAS), pH medium, to form ability suds – determination and comparison of quality and safety of the use of cosmetic cleansers which form suds are conducted for the hair of home and foreign production, presented for today at the user market of Ukraine. It is shown that by the active washings components of facilities on the care of hair there is a complex safe in the use of oxygen-, nitrogen- and sulfur containing organic compounds. Quantum-chemical descriptions of anionic SAS are investigational the method of quantum-chemical calculations of molecules and the mechanism of their detergency is shown.

**Key words:** physical and chemical indexes of quality, cosmetic cleansers which form suds, rationed values, surface-tension, quantum-chemical calculations.

Fig.: 4. Tabl.: 2. Bibl.: 14.

**Вступ.** На споживчому ринку України на сьогодні представлено широкий асортимент піномийних косметичних засобів як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, активними компонентами яких є поверхнево-активні речовини (ПАВ). Оцінювання якості та безпечності їх використання проводять за різними показниками [1–6]. Особливу увагу під час експертизи косметичних продуктів приділяють хімічним, мікробіологічним, токсикологічним та клінічним дослідженням [7–9].

Серед основних фізико-хімічних показників якості піномийних косметичних засобів для догляду за волоссям, які нормуються державним стандартом [1], виділяють:

- вміст (масову частку) хлоридів;
- рН середовища;
- масову частку поверхнево-активних речовин;
- піноутворюючу здатність.

Хлориди, зокрема, натрій хлорид (Sodium chloride) – незамінні компоненти майже всіх засобів для догляду за волоссям (шампуні, кондиціонери/бальзами). Вони виконують відразу декілька важливих функцій – є стабілізаторами, загусниками та консервантами. Водночас хлориди можуть шкодити структурі волосся та шкірі голови, призводити до їх сухо-

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

сті та подразнення, а також викликати випадіння волосин. Тому контроль вмісту хлоридів у піномийних косметичних засобах для волосся є необхідною умовою під час оцінювання їх якості та безпечності використання. Масова частка хлоридів не повинна перевищувати нормованих 6 % у засобах для дорослих і 2 % у засобах для дітей. Виконання цих умов означає, що засоби відповідають санітарним нормам (показники масової частки не перевищують нормовані значення) та безпечні у використанні.

Визначення водневого показника рН піномийних косметичних засобів для волосся є також важливим етапом під час оцінювання їх якості та безпечності використання. Нормоване значення рН середовища для них – 3,5–8,5 одиниць. Високі значення рН (> 8,5) вказують на сильно лужне середовище засобу. З одного боку, лужне середовище засобу дозволяє легко змивати бруд із волосся та шкіри голови, з іншого, сушить їх і може викликати такі неприємні відчуття, як подразнення та свербіж.

Поверхнево-активні речовини є основою будь-якого мийного засобу [4; 10]. Вони використовуються для зниження поверхневого натягу між водою та забруднюючими частинками (бруд, жир), утворення піни, стабілізації розчину, збільшення в'язкості засобу. Більшість сучасних шампунів, як основний мийний компонент, містить аніонні ПАР.

Практично всі ПАР у засобах для волосся, так чи інакше, впливають на захисний бар'єр шкіри голови. Високий їх вміст може призводити до пересушування волосся та шкіри голови. Масова частка ПАР у піномийних косметичних засобах для волосся не повинна перевищувати нормованих 15 %.

Піноутворююча здатність – дуже важлива характеристика шампунів. Під час миття волосся важливим є не тільки процес відривання частинок бруду та жиру, а й утримання їх у об'ємі (для запобігання повторного осідання) та виконання основної мийної функції засобу. Піноутворюючу здатність шампунів оцінюють показниками пінного числа та стійкості піни, які за нормованими значеннями повинні бути не менше 145 мм та знаходитись у діапазоні 0,8–1 одиниць відповідно.

**Мета роботи.** Головною метою цієї роботи, зважаючи на широкий асортимент піномийних косметичних засобів для волосся як вітчизняного, так і закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України, з активними компонентами поверхнево-активних речовин, є оцінювання та порівняння якості і безпечності їх використання за основними фізико-хімічними показниками.

**Методика досліджень.** Для експериментальних досліджень якості та безпечності використання піномийних косметичних засобів для волосся було відібрано 5 зразків різних торговельних марок (ТМ):

- Зразок 1 – Шампунь ТМ «Повна Чаша», Україна.
- Зразок 2 – Шампунь ТМ “John Frieda”, Великобританія.
- Зразок 3 – Шампунь-кондиціонер ТМ “Cien”, Німеччина.
- Зразок 4 – Дитяча шампунь-піна ТМ “Bobini”, Польща.
- Зразок 5 – Дитячий шампунь ТМ «Кря-кря», Україна.

Визначення основних фізико-хімічних показників якості досліджуваних засобів:

- масової частки ( $\omega$ , %) хлоридів;
- рН середовища;
- масової частки ( $\omega$ , %) ПАР;
- пінного числа;
- стійкості (stability) піни (Spіни)

проводили поетапно відповідно до стандартизованих методик [2–6].

Для оцінювання піноутворюючої здатності косметичних засобів вимірювали висоту стовпчика утвореної піни за приладом Росс-Майлса [6].

Поверхневий натяг ( $\sigma$ ) стандартного розчину (води) та піномийних засобів визначали сталагмометричним методом [10; 11].

Просторові конфігурації молекул ПАР, наявних у досліджуваних засобах, будували та оптимізували в межах комп'ютерної програми Nuper Chem 7.0. Для квантово-хімічних розрахунків (КХР) молекул [12] використовували метод молекулярної механіки ММ+ і напівемпіричний метод МР3 при повній оптимізації їх геометрії.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Аналіз результатів експериментальних досліджень, зведених у табл. 1, показав, що значення визначених фізико-хімічних показників якості відібраних засобів для догляду за волоссям знаходяться в межах допустимої норми [1].

Таблиця 1

*Характеристика основних фізико-хімічних показників якості піномийних косметичних засобів для волосся*

Назва показника / Нормоване значення	Зразки				
	1	2	3	4	5
pH / 3,5–8,5	7,48	7,12	6,08	7, 17	7,20
Масова частка хлоридів, % / не більше 6 % (засоби для дорослих); не більше 2 % (засоби для дітей)	4,0	2,9	2,5	1,8	2,0
Масова частка ПАР, % / не більше 15 %	10,5	10	10	5	5
Піноутворююча здатність: пінне число, мм / не менше 145 мм; стійкість піни, од. / 0,8–1 од.	300 0,8	510 1	440 1	470 1	450 0,9

Так, водневий показник рН для досліджених засобів змінюється від 6,08 до 7,48 одиниць. Найвищим значенням рН характеризується шампунь ТМ «Повна Чаша» (рН 7,48), найнижчим – шампунь-кондиціонер ТМ “Сіен” (рН 6,08). Для дитячих засобів рН середовища становить близько 7. Проте на упаковці цих зразків зазначено рН 5,5.

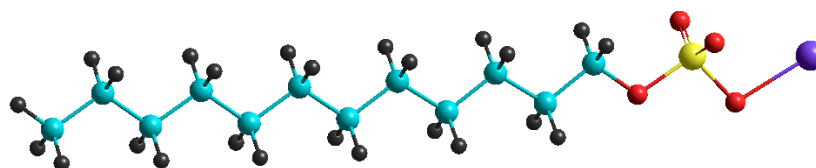
Визначення вмісту хлоридів у досліджених зразках свідчить про те, що їх масова частка не перевищує нормованих 6 % у засобах для дорослих і 2 % у засобах для дітей. Найбільше хлоридів у засобі ТМ «Повна Чаша» ( $\omega = 4,0\%$ ), найменша їх кількість у зразку ТМ “Сіен” ( $\omega = 2,5\%$ ). Дитячі засоби ТМ «Кря-кря» та ТМ “Bobini” містять 2 та 1,8 % Cl відповідно.

Масова частка активної мийної основи засобів, ПАР, також не перевищує допустимої норми. Найменший їх вміст у дитячих засобах ( $\omega = 5\%$ ), найбільший – у зразку ТМ «Повна Чаша» ( $\omega = 10,5\%$ ). Ці величини масової частки ПАР є показниками якісного очищення волосся та шкіри голови від забруднюючих частинок.

До складу досліджених засобів входить комплекс (суміш) ПАР, зазначених на маркуванні виробників. Основними мийними компонентами в них є оксиген- та сульфуровмісні аніонні ПАР – натрій лаурет сульфат (Sodium Laureth Sulfate, SLES) або натрій лаурил сульфат (Sodium Lauryl Sulfate, SLS), відповідних хімічних формул:



За своєю будовою молекули SLS, просторової конфігурації, представлена на рис. 1, відрізняються від молекул SLES відсутністю в них етиленоксидних груп (-O-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-).



*Рис. 1. Структура молекули SLS після оптимізації її геометрії (Nuper Chem 7.0, RHF розрахунок за методом MNDO-PM3)*

Методом квантово-хімічних розрахунків молекул ПАР на прикладі молекули SLS досліджено квантово-хімічні характеристики аніонних сполук. Визначено величини зарядів ( $q$ ) на основних реакційних центрах SLS (Hyper Chem 7.0, метод MM+, PM3), значення енергії вищої зайнятої молекулярної орбіталі ( $E_{ВЗМО}$ ), енергії нижчої вакантної молекулярної орбіталі ( $E_{НВМО}$ ) та дипольний момент ( $\mu$ ) – рис. 2, 3, табл. 2.

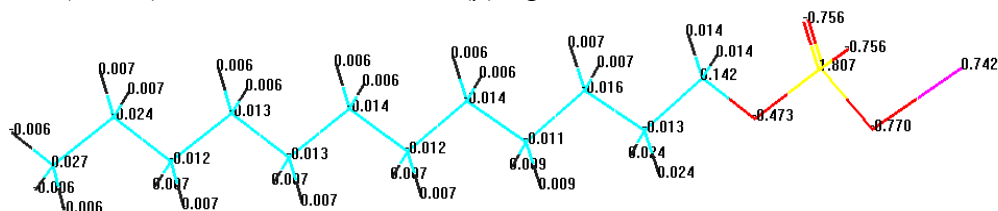


Рис. 2. Розподіл зарядів на основних реакційних центрах молекули SLS

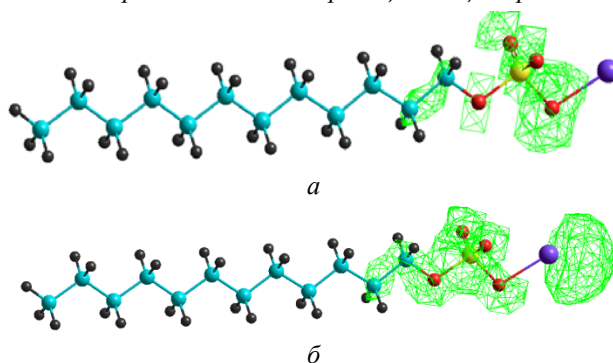


Рис. 3. Оптимізована структура молекули SLS:

щільність вищої зайнятої молекулярної орбіталі (а) та нижчої вакантної молекулярної орбіталі (б) за орбітального значення щільності 0,005

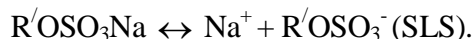
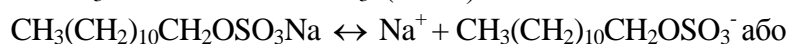
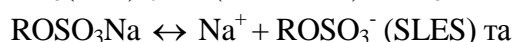
Таблиця 2

Квантово-хімічні характеристики молекули SLS

Хімічна формула	$E_{ВЗМО}$ , eV	$E_{НВМО}$ , eV	Дипольний момент, Д
$CH_3(CH_2)_{10}CH_2OSO_3Na$	-10,95652	0,1669641	7,44876

За значенням електричного дипольного моменту [12] можна прогнозувати розчинність досліджуваної речовини у відомих розчинниках. Так, визначене значення дипольного моменту для SLS дорівнює 7,44876 Д (КХР  $\mu$ ). Порівняння цієї величини зі значеннями дипольного моменту, наприклад, для води та етилового спирту (полярні розчинники,  $\mu_{H_2O} = 1,83$  Д,  $\mu_{C_2H_5OH} = 1,69$  Д), свідчить про те, що кристалічна сіль SLS добре розчиняється у сильних полярних розчинниках, зокрема у водно-спиртовій суміші, або ж може виконувати роль розчинника, якщо знаходиться в рідкому стані, оскільки характеризується великим значенням  $\mu$ .

Молекули SLES та SLS складаються з неполярних гідрофобних вуглеводневих радикалів R та R', орієнтованих у напрямку неполярної фази (повітря), та полярних гідрофільних функціональних  $OSO_3$ -груп, орієнтованих у напрямку полярної фази (води). У водному середовищі SLES та SLS дисоціюють, утворюючи негативно заряджені поверхнево-активні іони:



Так, негативно заряджена гідрофільна частина молекули SLS, для якої заряди на атомах кисню  $OSO_3$ -групи дорівнюють -0,473 – -0,770 (КХР  $q$ , рис. 2), орієнтується в напрямку від змоченого водою волосся, що має негативний заряд [13]. Гідрофобна частина

молекули (вуглеводневий радикал  $R'$ ) обволікає частинки бруду та жиру, які накопичуються на волоссі та шкірі голови. За рахунок дифільної будови ПАР забруднюючі частинки, з'єднані з вуглеводневим радикалом  $R'$ , відриваються, утримуються в піноутворюючому об'ємі, зважаючи на гарні показники піноутворюючої здатності засобів (табл. 1), розчиняються у воді та видаляються із забрудненої поверхні.

За токсикологічними характеристиками SLES та SLS належать до подразнюючих, проте не канцерогенних речовин [14]. Подразнюючий ефект сполук значно знижується у комплексному застосуванні їх із іншими ПАР. Вони безпечні й з екологічного погляду, оскільки мають високу ступінь біорозкладу в анаеробних умовах (більше 90 %) [13], в які потрапляють із господарсько-побутовими стічними водами, без утворення небезпечних токсичних продуктів. Це обумовлено, головним чином, лінійною будовою наявних у їх складі вуглеводневих радикалів  $R$  та  $R'$ .

Наступними, після SLES та SLS, компонентами досліджених засобів, зазначених на маркуванні виробників, є більш м'які речовини, вторинні ПАР – кокамідпропілбетаїн (лаурамідпропілбетаїн) – амфотерна нітроген- та оксигеновмісна ПАР ( $C_{19}H_{38}N_2O_3$ ), кокоглюкозид, децилглюкозид й інші алкілполіглюкозиди – неіоногенні оксигеновмісні ПАР ( $(O-C_6H_{10}O_5)_nH$ ). Ці компоненти зменшують концентрацію та подразнюючий вплив аніонних ПАР на волосся та шкіру голови. Вони характеризуються гарними мийними властивостями, хімічною стійкістю в жорсткій воді та високою швидкістю біорозкладу у стічних водах.

За піноутворюючою здатністю, яка визначається пінним числом та стійкістю піни, зразки всіх торговельних марок відповідають нормованим значенням (табл. 1). Найвище пінне число має шампунь ТМ “John Frieda” (510 мм), а найнижче – у шампуню ТМ «Повна Чаша» (300 мм).  $S_{\text{піни}}$  для них дорівнює 1 та 0,8 одиниць відповідно.

Для утворення піни, як відомо [10; 11], необхідно зменшити поверхневий натяг води. Цьому сприяє наявність у мийних засобах комплексу ПАР. Так, за одержаними ізотермами поверхневого натягу ( $\sigma = f(c)$ ) на межі поділу фаз розчини ПАР – повітря,  $\sigma$  знижуються з 73,6 до 35,09–30,48 мДж/м<sup>2</sup> (рис. 4). Спочатку поверхневий натяг різко спадає, тобто поверхнева активність ПАР зростає. Це пов'язано з поступовим утворенням адсорбційного шару орієнтованих молекул сполук. Подальше зниження  $\sigma$  зі збільшенням концентрації розчину ( $c$ ) припиняється, оскільки закінчується насичення їх молекулярного шару. Дитячі засоби характеризуються такими ж залежностями  $\sigma = f(c)$ , що і засоби для дорослих. Поверхневий натяг для них знижується в діапазоні 73,6–31,12 мДж/м<sup>2</sup>.

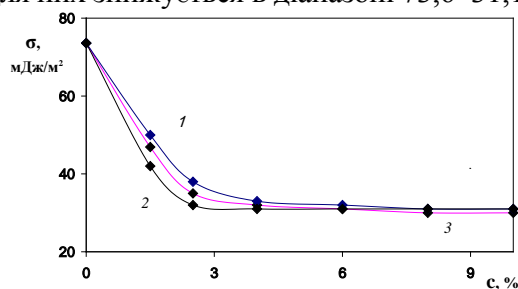


Рис. 4. Ізотерми поверхневого натягу: 1 – зразок 3, 2 – зразок 1, 3 – зразок 2

**Висновки.** 1. Встановлено, що за основними фізико-хімічними показниками якості піномийних косметичних засобів для волосся всі досліджені зразки вітчизняного та закордонного виробництва повністю відповідають нормованим державним стандартам значенням і є безпечними у використанні.

2. З'ясовано, що вітчизняні піномийні косметичні засоби як для дорослих, так і для дітей не поступаються якості та безпечності їх використанню засобам закордонного виробництва, представлених на сьогодні на споживчому ринку України.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

3. Визначено квантово-хімічні характеристики активного мийного компонента досліджених засобів, аніонної ПАР, для якої показано механізм її основної функції (мийної дії), безпечність застосування в косметичних засобах для волосся у комплексі з іншими ПАР та відсутність небезпечних сполук у господарсько-побутових стічних водах.

## Список використаних джерел

1. *ДСТУ 4315:2004*. Засоби косметичні для очищення шкіри та волосся. Загальні технічні умови. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 12 с.
2. *ГОСТ 26878-86 (СТ СЭВ 5186-86)*. Шампуни для ухода за волосами и для ванн. Метод определения содержания хлоридов. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 4 с.
3. *ГОСТ 29188.2-91*. Изделия косметические. Метод определения водородного показателя рН. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 3 с.
4. *ГОСТ 22567.6-87*. Средства моющие синтетические. Метод определения массовой доли поверхностно-активных веществ. – М. : Издательство стандартов, 1988. – 11 с.
5. *СТ СЭВ 2542-80*. Шампуни для мытья волос и ванн. Метод определения массовой доли поверхностно-активных веществ. – М. : Издательство стандартов, 1982. – 8 с.
6. *ГОСТ 22567.1-77 (СТ СЭВ 4155-83)*. Средства моющие синтетические. Метод определения пенообразующей способности. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 6 с.
7. Хребтань О. Б. Дослідження якості та безпечності косметичних кремів для рук / О. Б. Хребтань, А. М. Кучинська // Вісник Чернігівського державного технологічного ун-ту. Серія: «Технічні науки». – 2012. – № 3 (59). – С. 55–62.
8. Вишнікіна О. В. Хімічна експертиза якості косметичних засобів, що імпортуються в Україну / О. В. Вишнікіна, О. А. Лихолат // Вісник Академії митної служби України. Серія: «Технічні науки». – 2009. – № 1. – С. 55–62.
9. Прокопенко В. П. Дослідження хімічного складу косметичних засобів / В. П. Прокопенко, М. С. Кіркова // Імідж сучасного педагога. – 2013. – № 6. – С. 35–36.
10. *Колоїдна хімія* : підручник / М. О. Мchedlov-Петросян, В. І. Лебідь, О. М. Глазкова, О. В. Лебідь ; за ред. М. О. Мchedlova-Петросяна. – 2-ге вид., виправл. і доповн. – Х. : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2012. – 500 с.
11. *Фізична хімія: метод. вказівки до вик. лаборат. робіт* / уклад. : В. Г. Сфімова, Г. А. Рудницька, Т. М. Пилипенко. – К. : НТУУ «КПІ», 2009. – Ч. II. – 48 с.
12. *Щембелов Г. А.* Квантово-химические методы расчета молекул / Г. А. Щембелов, Д. А. Устынюк, В. Н. Мамаев. – М. : Химия, 1980. – 178 с.
13. *Кривова А. Ю.* Технология производства парфюмерно-косметических продуктов / А. Ю. Кривова, В. Х. Паронян. – М. : Дели принт, 2009. – 668 с.
14. *Суворов А. В.* Справочник по клинической токсикологии / А. В. Суворов. – Нижний Новгород : Изд-во НГМА, 1996. – 180 с.

## References

1. Zasoby kosmetychni dlia ochyshchennia shkiry ta volossia. Zahalni tekhnichni umovy [Cosmetics for the treatment of skin and hair. General technical conditions]. (2005). *DSTU 4315:2004*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukraine, 12 p. (in Ukrainian).
2. Shampuni dlia ukhoda za volosami i dlia vann. Metod opredeleniia soderzhaniia khloridov [Shampoos for hair care and bath. Method for determination of chloride content]. (1986). *GOST 26878-86 (ST SEV 5186-86)*. Moscow: Izdatelstvo standartov, 4 p. (in Russian).
3. Izdeliia kosmeticheskie. Metod opredeleniia vodorodnogo pokazatel'ia rN [Cosmetic. Method for checking of pH level]. (1999). *GOST 29188.2-91*. Moscow: Izdatelstvo standartov, 3 p. (in Russian).
4. Sredstva moiushchie sinteticheskie. Metod opredeleniia massovoi doli poverkhnostno-aktivnykh veshchestv [Synthetic detergents. Method for determination of surfactants]. *GOST 22567.6-87*. (1988). Moscow: Izdatelstvo standartov, 11 p. (in Russian).
5. Shampuni dlia mytia volos i vann. Metod opredeleniia massovoi doli poverkhnostno-aktivnykh veshchestv [Shampoos for hair washing and baths. Method for determination of surfactants]. (1982). *ST SEV 2542-80*. Moscow: Izdatelstvo standartov, 8 p. (in Russian).
6. Sredstva moiushchie sinteticheskie. Metod opredeleniia penoobrazuiushchei sposobnosti [Synthetic detergents. Method for determining foaming capacity]. (1986). *GOST 22567.1-77 (ST SEV 4155-83)*. Moscow: Izdatelstvo standartov, 6 p. (in Russian).
7. Khebtan, O. B., Kuchynska, A. M. (2012). Doslidzhennia yakosti ta bezpechnosti kosmetychnykh kremiv dlia ruk [Quality and safety study of cosmetic cream for hands]. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Seriiia "Tekhnichni nauky"* – *Visnyk of Chernihiv State Technological University. Series "Technical sciences"*, no. 3 (59), pp. 55–62 (in Ukrainian).
8. Vyshnikina, O. V., Lykholat, O. A. (2009). Khimichna ekspertyza yakosti kosmetychnykh zasobiv, shcho importuiutsia v Ukrainu [Chemical examination of the quality of cosmetic products imported into Ukraine]. *Visnyk Akademii mytnoi sluzhby Ukrainy. Seriiia: «Tekhnichni nauky»*. *The Bulletin of the Customs Academy of Ukraine. Series: "Technical sciences"*, no. 1, pp. 55–62 (in Ukrainian).
9. Prokopenko, V. P., Kirkova, M. S. (2013). Doslidzhennia khimichnoho skladu kosmetychnykh zasobiv [The study of the chemical composition of cosmetic products]. *Imidzh suchasnoho pedahoha – Image of the modern teacher*, no. 6, pp. 35–36 (in Ukrainian).
10. Mchedlov-Petrosian, M. O. (ed.), Lebid, V. I., Hlazkova, O. M., Lebid, O. V. (2012). *Koloidna khimiiia* [Colloid chemistry]. (2<sup>th</sup> ed., rev.). Kharkov: KhNU im. V. N. Karazina, 500 p. (in Ukrainian).
11. Yefimova, V. H., Rudnytska, H. A., Pylypenko, T. M. (2009). *Fizychna khimiiia: metod. vkazivky do vyk. laborat. robit* [Physical chemistry: methodical instructions on performance of laboratory works]. Kyiv: NTUU «KPI», part 2, 48 p. (in Ukrainian).
12. Shchembelov, G. A., Ustyniuk, D. A., Mamaev, V. N. (1980). *Kvantovo-khimicheskie metody rascheta molekul* [Quantum chemical methods of molecules calculation]. Moscow: Khimiiia, 178 p. (in Russian).
13. Krivova, A. Ju., Paronjan, V. Kh. (1996). *Tekhnologiiia proizvodstva parfiumerno-kosmeticheskikh produktov* [Production of perfume and cosmetic products technology]. Moscow: DeLi print, 2009, 668 p. (in Russian).

14. Suvorov, A. V. (1996). *Spravochnik po klinicheskoi toksikologii [Handbook of clinical toxicology]*. Nizhniy Novgorod: NGMA, 180 p. (in Russian).

**Пилипенко Тетяна Миколаївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

**Пилипенко Татьяна Николаевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

**Pylipenko Tetiana** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine “Kyiv Politechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

**E-mail:** pilipenkotm@bigmir.net.

**Чигиринець Олена Едуардівна** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

**Чигиринец Елена Эдуардовна** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

**Chyhyrunets Olena** – Doctor in Technical Sciences, Professor, Head of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine “Kyiv Politechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

**E-mail:** corrosionlife@yandex.ru.

**Воробйова Вікторія Іванівна** – кандидат технічних наук, асистент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

**Воробьева Виктория Ивановна** – кандидат технических наук, ассистент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

**Vorobiova Viktoriia** – PhD in Technical Sciences, assistant of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine “Kyiv Politechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

**E-mail:** viktorkathebest@yandex.ru.

**Єфімова Вероніка Гаріївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної хімії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (просп. Перемоги, 37, м. Київ, 03056, Україна).

**Ефимова Вероника Гариевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры физической химии, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» (просп. Победы, 37, г. Киев, 03056, Украина).

**Yefimova Veronica** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of department of physical chemistry, National Technical University of Ukraine “Kyiv Politechnic Institute” (37 Peremogy Av., 03056 Kyiv, Ukraine).

**E-mail:** yefimova\_vg@bk.ru.

УДК 664.64.022.39

*Олеся Савченко, Ольга Сиза, Юлія Зінченко, Тетяна Деркач, Марина Михайлова*  
**ВПЛИВ ЦИКОРІЮ, КАВИ, ЛИМОННОГО СОКУ НА ФЕРМЕНТАТИВНУ  
 АКТИВНІСТЬ ДРІЖДЖІВ ТА ЯКІСТЬ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА**

*Olesia Savchenko, Olga Sizaya, Yulia Zinchenko, Tetiana Derkach, Maryna Mykhailova*  
**ВЛИЯНИЕ ЦИКОРИЯ, КОФЕ, ЛИМОННОГО СОКА НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ  
 АКТИВНОСТЬ ДРОЖЖЕЙ И КАЧЕСТВО ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА**

*Olesia Savchenko, Olga Sizaya, Yulia Zinchenko, Tetiana Derkach, Maryna Mykhailova*  
**THE IMPACT OF CHICORY, COFFEE AND LEMON JUICE ON THE  
 ENZYMATIC ACTIVITY OF YEAST AND THE QUALITY OF WHEAT BREAD**

*Досліджено вплив цикорію, кави та лимонного соку на біотехнологічні характеристики пресованих дріжджів. Використання рослинних харчових добавок значно підвищує ферментативну активність хлібопекарських дріжджів: зимазна активність покращується на 24–43 %, а мальтазна – на 24–42 %. Добавки збагачують хлібобулочні вироби вітамінами, макро- і мікроелементами та покращують якісні показники хліба.*

**Ключові слова:** дріжджі, ферментативна активність, біотехнологічні властивості, бродіння, хліб.

*Рис.: 2. Табл.: 3. Бібл.: 7.*

*Исследовано влияние цикория, кофе и лимонного сока на биотехнологические характеристики прессованных дрожжей. Использование растительных пищевых добавок повышает ферментативную активность хлебопекарных дрожжей: зимазная активность улучшается на 24–43 %, а мальтазная – на 24–42 %. Добавки обогащают хлебобулочные изделия витаминами, макро- и микроэлементами и улучшают качественные показатели хлеба.*

**Ключевые слова:** дрожжи, ферментативная активность, биотехнологические свойства, брожение, хлеб.

*Рис.: 2. Табл.: 3. Библ.: 7.*

*The influence of chicory, coffee and lemon juice on biotechnological characteristics of pressed yeast has been investigated. The use of herbal dietary supplements improves greatly the enzymatic activity of baking yeast: rising power, zymazna and maltazna activity. So, zymazna activity of yeast samples is improved in 24–43 %, and 24–42 % for maltazna activity. Supplements enrich products with vitamins, macro- and microelements. Thus, researched supplements improve qualitative indicators of grain.*

**Key words:** yeast, enzyme activity, biotechnological properties, fermented, bread.

*Fig.: 2. Tabl.: 3. Bibl.: 7.*

**Постановка проблеми.** З кожним роком спостерігається зростання попиту населення на споживання хлібобулочних та борошняних кулінарних виробів. Виготовлення хліба – сукуп-