

## МОДЕЛЮВАННЯ РЕЦЕПТУР ПРОБІОТИЧНИХ ГЕЛЬ-ШАМПУНІВ З РОСЛИННИМИ ЕКСТРАКТАМИ ТА МАРКЕТИНГОВИЙ АНАЛІЗ ЇХ ПРОСУВАННЯ НА РИНОК

Ткаченко Н. А., Вікуль С. І., Памбук С. А.

### 1. Вступ

Косметична продукція є повсякденною необхідністю у цивілізованому житті і залишається однією з найперспективніших серед інших непродовольчих товарів. Світовий ринок парфумерно-косметичних товарів достатньо насичений та має визначену тенденцію розвитку завдяки освоєнню нових видів сировини та сучасних технологій виробництва.

Інтенсивне зростання попиту на нові види товарів косметичного призначення зумовлює прагнення виробників постійно вдосконалювати свою продукцію з метою задоволення вимог споживачів. Саме вільний вибір споживача при покупці та різноманіття асортименту продукції породжують конкурентну боротьбу, у якій виробники прагнуть постійного вдосконалення і підвищення якості, якої потребує споживач.

З усього комплексу чинників, котрі формують кінцеву якість, з точки зору споживача, одним з найважливіших, є планування та розробка компонентного складу продукції [1, 2].

Одним із стратегічних напрямків ефективного розвитку провідних держав є розвиток і застосування нанотехнологій у різних галузях промисловості [3, 4]. Усвідомлюючи перспективи нанотехнологій, більшість країн світу інвестують великі кошти у їх розвиток, впроваджуючи відповідні національні програми, проте цікаво, що саме косметологія є найбільш відкритою галуззю для їх використання [5, 6].

У зв'язку з цим представляє інтерес вивчення можливостей створення пробіотичних гель-шампунів на основі доступних натуральних компонентів, що, завдяки математичному моделюванню рецептур та використанню перспективних технологій, дозволяє прогнозувати їх високу популярність та ефективність.

### 2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є рецептури пробіотичних гель-шампунів, збагачених коротколанцюговими пептидами сироваткових білків та лізатами пробіотиків. Для виробництва натуральних пробіотичних гель-шампунів у процесі дослідження розглядалися такі лікарські рослини:

- трава кропиви, квіти чорнобривців (*Tagetes patula*) та трава м'яти;
- чотири види екстрагента для вилучення біологічно активних речовин (БАР) із лікарських рослин (вода водопровідна, мінеральні води «Моршинська» та «Боржомі»), нанофільтрат молочної підсирної сироватки;

– концентрат сироваткових білків, низькомолекулярних пептидів та вільних амінокислот, збагачений пробіотичними культурами лакто- та біфідобактерій;

– пробіотичні гель-шампуні, збагачені коротколанцюговими пептидами сироваткових білків, лізатами пробіотиків та екстрактами суміші лікарських рослин.

Вибір екстрагента для вилучення БАР із лікарської сировини здійснювали на основі аналізу значень антиоксидантної активності екстрактів, отриманих із досліджених лікарських рослин кожним із екстрагентів за обраним режимом екстрагування.

Розрахунок оптимального співвідношення екстрактів лікарських рослин у складі пробіотичних гель-шампунів, збагачених коротколанцюговими пептидами сироваткових білків та лізатами пробіотиків, виконували у середовищі програмного пакета *Statistica 10 (StatSoft, Inc.)* [7].

Здебільшого існуючі моделі оптимізації рецептур зводяться до:

– завдання лінійного програмування, у яких цільовою функцією виступають вимоги максимального значення органолептичної оцінки;

– максимального виходу якогось одного компонента;

– необхідності вмісту компонента не менше запланованого значення або деякий адитивний критерій – комплексний показник, який враховує сукупний вплив кількох критеріїв з різними ваговими коефіцієнтами [8, 9].

У роботі цільовою функцією було обрано значення антиоксидантної активності (АА, од. акт.) суміші екстрактів лікарських рослин.

### **3. Мета та завдання дослідження**

*Мета дослідження* – оптимізувати компонентний склад натуральних пробіотичних гель-шампунів, збагачених коротколанцюговими пептидами сироваткових білків, лізатами пробіотиків і екстрактами суміші лікарських рослин.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

1. Оптимізувати співвідношення екстрактів лікарських рослин (листя кропиви, квітів чорнобривців та трави м'яти) у складі натуральних пробіотичних гель-шампунів.

2. Запропонувати рецептури натуральних пробіотичних гель-шампунів, збагачених коротколанцюговими пептидами сироваткових білків, лізатами пробіотиків та екстрактами суміші лікарських рослин, призначені для щоденного використання та для укріплення й відновлення волосся.

### **4. Дослідження існуючих рішень проблеми**

Одними з найпопулярніших трендів останнього десятиліття є органічна та натуральна продукція, поряд з органічним способом життя, при якому перевага віддається натуральним одягу, їжі, меблям і косметиці.

Особливе місце серед натуральної косметики відведено косметиці з пробіотиками, розробки якої тривають протягом останніх років у провідних країнах світу. Сучасні засоби гігієни виснажують природний баланс мікробіома шкіри, тому використання засобів з пробіотиками є перспективним інноваційним напрямком в косметології. Кількість досліджень, присвячених зовнішньому застосуванню пробіотиків, стає дедалі більшою [10, 11]. Завдання

косметики з пробіотиками – створити сприятливі умови для розвитку бактерій, характерних для мікробіома людини [12, 13]. В Україні запропоновано перспективні напрямки розробки біотехнологій «живої» косметики із використанням життєздатних клітин пробіотиків, а також «пробіотичної» косметики із застосуванням пребіотиків та/або лізатів пробіотичних культур лактобацил та біфідобактерій [14]. Провідні вчені вказують на антимікробні властивості культур лакто- й біфідобактерій, відзначають їх заспокійливий та антивіковий вплив на шкіру, волосся тощо [15, 16].

Молочні та сироваткові протеїни здавна широко використовують у в косметичній продукції. Вони володіють регенеруючими, антиалергенними, зволожуючими, пом'якшуючими, протизапальними властивостями завдяки тому, що містять усі незамінні амінокислоти і тим самим живлять шкіру та волосся [17]. Білки сироватки і молока стимулюють ріст і диференціювання молодих клітин, тим самим активуючи синтез колагену і оновлення епідермісу. У складі сироваткових білків виявлений повний набір незамінних амінокислот; також присутні: цитокіни (володіють високою біологічною активністю, є факторами росту, що стимулюють поділ клітин), ферменти та імуномодулятори, а також антимікробні речовини – лізоцим, лактоферин і лактопероксидаза.

Молочні протеїни зміцнюють стовбур волосся, живлять і відновлюють структуру як внутрішніх тканин волосся, так і їх поверхневого шару, роблячи їх гладкими і блискучими. Протеїни молока чудово пом'якшують і заспокоюють навіть суху і чутливу шкіру, роблячи її ніжною, гладкою і шовковистою. Також вони стимулюють синтез колагену [17].

У косметичних засобах останнім часом використовують гідролізати молочних і сироваткових білків як компоненти, які здійснюють ефективний, м'який і дбайливий вплив на шкіру та волосся. Натуральні гідролізати протеїнів містять пептиди різних розмірів – високомолекулярні і низькомолекулярні, які зволожують, живлять і кондиціонують, сприяють відновленню та омолодженню шкіри. Низькомолекулярні пептиди забезпечують делікатний ліфтинг-ефект за рахунок проникнення глибоко у дерму та стимулювання розвитку фібропластів, які виробляють власні еластин і колаген. Сьогодні безліч факторів навколишнього зовнішнього середовища діють негативно на шкіру та волосся. Концентрати сироваткових білків із низькомолекулярними пептидами, збагачені лізатами пробіотиків, є натуральними інгредієнтами для косметики, які допомагають створювати невидимий бар'єр із захисною та відновлюючою діями [17, 18].

Натуральна косметика має у своєму складі біологічно активні речовини, екстракти різних рослин, відрізняється заданим їх поєднанням з іншими компонентами так, що дія одного з них доповнюється дією іншого [17, 18].

Лікарські рослини є невід'ємним компонентом натуральної косметики завдяки своїм цілющим властивостям і набору хімічних сполук у своєму складі. Трави – одні з перших засобів, які використовували для лікування і поліпшення волосся і шкіри. Вони містять флавоноїди, вітаміни, ефірні олії, дубильні речовини і пектини. Кожна рослина містить унікальну комбінацію цих речовин [19].

Для збагачення складу пробіотичного гель-шампуню було обрано листя кропиви, квіти чорнобривців та траву м'яти [18, 19].

Листя кропиви містять:

- глікозид уртицин, дубильні речовини (до 2 %);
- каротиноїди, фітонциди, хлорофіл (до 5 %);
- вітаміни С, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, органічні кислоти, мікро- і макроелементи (кремній, залізо – 41 мг/100 г, мідь – 1,3 мг/100 г, марганець – 8,2 мг/100 г, бор – 4,3 мг/100 г, титан – 2,7 мг/100 г, нікель – 0,03 мг/100 г).

Цілющі властивості кропиви допомагають зміцнити волосся, покращуючи його структуру, збагачуючи корисними речовинами. Тому вже через кілька застосувань волосся стає пишнішим, блискучішим, має здоровий вигляд [19].

Лікувальні властивості чорнобривців визначаються якісним і кількісним складом виявлених у них хімічних сполук, особливу цінність з яких представляють:

- компоненти ефірної олії;
- каротиноїди;
- флавоноїди, алкалоїди, фітонциди;
- мінерали (Se, Fe, P, Mg, K, Au, Zn);
- вітаміни (A, E, C, B<sub>9</sub>, P);
- органічні кислоти.

Квіти чорнобривців здійснюють очищаючу, регенеруючу і зволожуючу дію, усувають вугровий висип, роздратування, роблять шкіру більш м'якою, ніжною і бархатистою, сприяють її омолодженню. Ефірну олію рослини застосовують у парфумерії для ароматизації.

М'ята перцева має дуже широкий спектр властивостей – очищує дерму від токсинів, має антисептичну дію, тонізує, стимулює кровообіг, підтягує. У складі м'яти виділяється до 3 % ефірної олії, в ній містяться ефіри, флавоноїди, дубильні речовини, ментол, які дозволяють використовувати м'яту як бактерицидну рослину [19]. Найбільш популярний інгредієнт м'яти перцевої для створення засобів по догляду за шкірою та волоссям – ефірна олія, що міститься у великій кількості в листі і квітах трави. Саме завдяки їй та ментолу, м'ята добре освіжає і тонізує дерму, а також розгладжує зморшки [18].

Зважаючи на перераховані корисні властивості листя кропиви, квітів чорнобривців та трави м'яти, вони були обрані у якості лікарської сировини для виробництва натурального пробіотичного гель-шампуню.

## **5. Методи дослідження**

### **5.1. Досліджувані матеріали, використані при проведенні дослідження, та методологія проведення експерименту**

Для проведення експериментальних досліджень в якості сировини використовували:

- основу для виробництва гель-шампунів;
- концентрат сироваткових білків, низькомолекулярних пептидів та вільних амінокислот, збагачений пробіотичними культурами лакто- та біфідобактерій, отриманий на кафедрі технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики Одеської національної академії харчових технологій (Україна);

– суху лікарську рослинну сировину (листя кропиви, траву м'яти та квіти чорнобривців);

– воду водопровідну;

– мінеральні води «Моршинська» та «Боржомі»;

– нанофільтрат молочної підсирної сироватки;

– ефірну олію м'яти;

– ароматизатор м'яти;

– консервант для косметичних продуктів.

Для вибору екстрагента з метою вилучення БАР із лікарської рослинної сировини було здійснено процес екстрагування подрібненої сировини (розмір частинок до 2 мм) за температури  $95\pm 5$  °С протягом 40 хв. (співвідношення рослинної сировини та екстрагента – 1:10) кожним із чотирьох обраних для досліджень видів екстрагентів:

– водою водопровідною;

– мінеральною негазованою водою «Моршинська»;

– мінеральною газовою водою «Боржомі»;

– нанофільтратом молочної підсирної сироватки, наданим для досліджень ТДВ «Баштанський сирзавод» (Україна).

В підготовлених таким чином екстрактах визначали антиоксидантну активність (АА, од. акт.) [19]. За результатами визначення антиоксидантної активності екстрактів лікарських трав було обрано екстрагент – нанофільтрат молочної підсирної сироватки.

Для оптимізації співвідношення компонентів у суміші екстрактів обраних лікарських рослин у рецептурах пробіотичних шампунів було використано методологію поверхні відклику [7]. Вказаний метод є сукупністю математичних та статистичних прийомів, спрямованих на моделювання процесів та знаходження комбінацій експериментальних рядів предикторів з метою оптимізації функції відклику  $\hat{y}(x, b)$ , що в загальному вигляді описується наступним поліномом:

$$\hat{y}(x, b) = b_0 + \sum_{l=1}^n b_l x_l + \sum_{k=1}^n b_k x_k^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n b_{ij} x_i x_j, \quad (1)$$

де  $x \in R^n$  – вектор змінних;  $b$  – вектор параметрів.

Моделювання та обробку експериментальних даних виконували у середовищі програмного пакета *Statistica 10 (StatSoft, Inc.)*.

У суміші екстрактів лікарських рослин варіювали масові частки екстрактів трави м'яти (від 0 до 25 %) та квітів чорнобривців (від 0 до 25 %); масову частку екстракту листя кропиви приймали такою, яка забезпечувала суму компонентів суміші екстрактів 100 %. Всі подрібнені лікарські рослини піддавали просіюванню, магнітному очищенню і дозуванню. До кожної із підготовлених сухих лікарських рослин додавали нанофільтрат підсирної молочної сироватки, попередньо підігрітий до температури  $95\pm 5$  °С (співвідношення рослинної сировини та екстрагента – 1:10), та екстрагували протягом 40 хв. без перемішування за температури  $95\pm 5$  °С.

Отримані екстракти лікарських рослин фільтрували, охолоджували до  $t=15...20\text{ }^{\circ}\text{C}$  і змішували у заданих співвідношеннях.

У результаті отримували суміш екстрактів лікарських рослин, у яких визначали антиоксидантну активність (АА, од. акт.). Оптимальне співвідношення компонентів (екстрактів лікарських рослин) у суміші визначали за максимальним значенням антиоксидантної активності.

Суміш з оптимальним співвідношенням екстрактів лікарських рослин використовували як компонент пробіотичних гель-шампунів із заданими профілактичними властивостями – гель-шампуню для укріплення й відновлення волосся та гель-шампуню для щоденного використання.

## 5.2. Методи експериментальних досліджень, використані при проведенні дослідження

При виконанні досліджень антиоксидантну активність екстрактів лікарських рослин та їх сумішей визначали за контролем значень електронно-транспортної активності в системі: нікотинамі-даденіндинуклеотид відновлений  $\text{NAD}\cdot\text{H}_2$  – фероціанід калію  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  у фосфатному буфері. Критерієм оцінки антиоксидантної активності екстрактів лікарських рослин та їх сумішей було визначення відношення їх оптичної густини у системі  $\text{NAD}\cdot\text{H}_2$  –  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  до оптичної густини самої системи у часі [19].

## 6. Результати дослідження

Перший етап експериментальних досліджень полягав у виборі екстрагента для вилучення БАР із рослинної сировини. Обрані екстрагенти використовували для отримання екстрактів листя кропиви, квітів чорнобривців та трави м'яти, у яких визначали антиоксидантну активність (рис. 1).

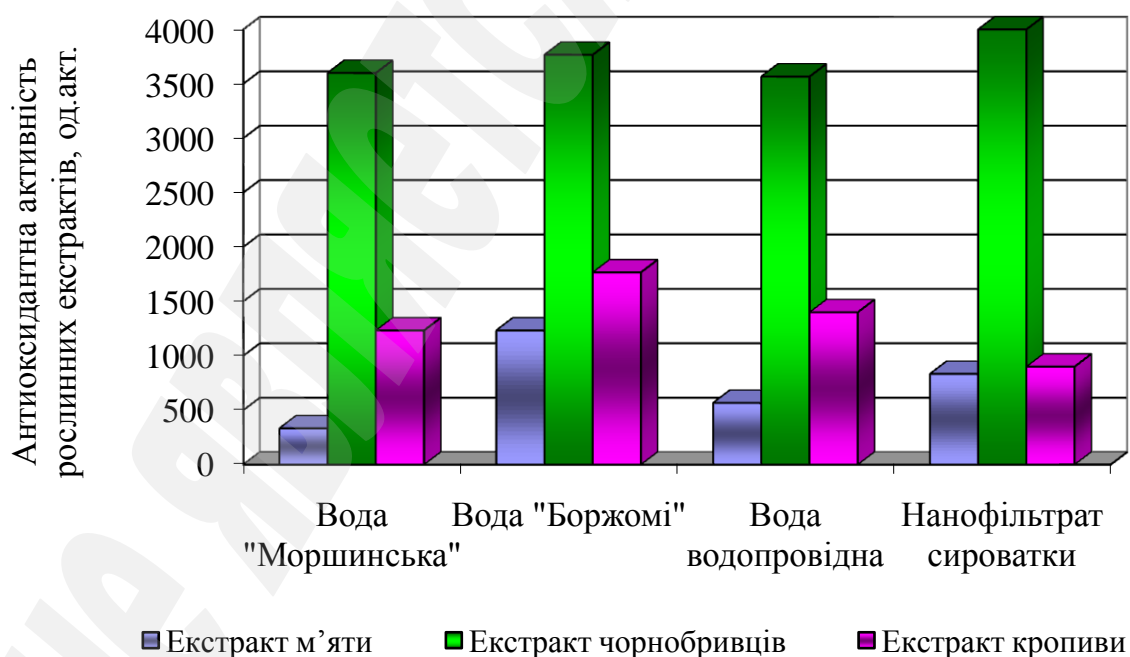


Рис. 1. Антиоксидантна активність рослинних екстрактів

При екстрагуванні БАР із трави м'яти (рис. 1), максимальну їх кількість містить екстракт, отриманий на мінеральній воді «Боржомі», оскільки саме він характеризується найвищою антиоксидантною активністю – 1233,3 од. акт. (рис. 1). Екстракти, отримані на мінеральній воді «Моршинська» і водопровідній воді, мають низьку антиоксидантну активність – 333,3 та 566,7 од. акт. відповідно, екстракт трави м'яти на нанофільтраті сироватки має антиоксидантну активність 833,3 од. акт.

При екстрагуванні БАР із квітів чорнобривців усі отримані екстракти мають дуже високу антиоксидантну активність (3566,0–4000,0 од. акт.), але екстракт, отриманий на нанофільтраті сироватки, має найвищу антиоксидантну активність – 4000,0 од. акт.

Із листя кропиви найбільша кількість БАР вилучається із застосуванням мінеральної води «Боржомі» – цей екстракт має максимальну антиоксидантну активність – 1766,7 од. акт. (рис. 1). Екстракти, отримані на мінеральній воді «Моршинська», водопровідній воді та нанофільтраті сироватки, мають нижчі значення показника – 1233,0, 1400,0 та 900,0 од. акт., відповідно.

Зважаючи на те, що екстракти лікарських рослин, отримані із застосуванням мінеральної води «Моршинська» та водопровідної води, мають високу антиоксидантну активність лише при екстрагуванні БАР із квітів чорнобривців, можна зробити висновок, що доцільно у якості екстрагенту для усіх трьох видів рослин використовувати мінеральну воду «Боржомі» або нанофільтрат сироватки. Найкращим екстрагентом є мінеральна вода «Боржомі», але вона має високу вартість, а нанофільтрат сироватки є вторинною сировиною, яка у великих кількостях залишається на молокопереробних підприємствах, є безкоштовною і на сьогоднішній день не використовується у технологічних цілях. Тому доцільно в якості екстрагенту для вилучення БАР із лікарської рослинної сировини обрати нанофільтрат сироватки.

Для оптимізації складу суміші трав для виробництва пробіотичних гель-шампунів, в якості сировини використовували екстракти листя кропиви, трави м'яти та квітів чорнобривців, отриманих із застосуванням нанофільтрату сироватки. Визначені показники якості екстрактів рослинної сировини – органолептичні, фізико-хімічні та біохімічні (табл. 1) – доводять можливість застосування отриманих екстрактів лікарської сировини як компонентів натуральних пробіотичних гель-шампунів.

Критерієм оптимізації співвідношення екстрактів лікарських рослин у їх суміші було обрано антиоксидантну активність ( $AA$ , од. акт.). Незалежними факторами, що варіювались, в експерименті було обрано масову частку екстракту трави м'яти ( $C_{em}$ , %) та масову частку екстракту квітів чорнобривців ( $C_{ec}$ , %). Вміст екстракту листя кропиви встановлювали таким, щоб суміш усіх сировинних інгредієнтів складала 100 %.

Для моделювання антиоксидантної активності ( $AA$ , од. акт.) було обрано функцію відклику, яка має вигляд полінома другого ступеню:

$$AA = b_0 + b_1 \cdot C_{em} + b_{11} \cdot C_{em}^2 + b_2 \cdot C_{ec} + b_{22} \cdot C_{ec}^2 + b_{12} \cdot C_{em} \cdot C_{ec}, \quad (2)$$

де  $AA$  – антиоксидантна активність суміші екстрактів лікарських рослин ( $AA$ , од. акт.);  $C_{em}$  – масова частка екстракту трави м'яти, %;  $C_{ec}$  – масова частка екстракту квітів чорнобривців, %;  $b_1, b_{11}, b_2, b_{22}, b_{12}$  – коефіцієнти для елемента полінома.

**Таблиця 1**

Показники якості екстрактів рослинної сировини

Найменування показника	Значення та характеристика показника для екстракту із		
	листя кропиви	трави м'яти	квітів чорнобривців
Органолептичні показники			
Запах	Аромат, притаманий кропиви, з легким ароматом молочної сироватки	Аромат, притаманий м'яті, з легким ароматом молочної сироватки	Слабо виражений аромат квітів чорнобривців з легким ароматом молочної сироватки
Зовнішній вигляд та консистенція	Однорідна напівпрозора рідина	Однорідна напівпрозора рідина	Однорідна напівпрозора рідина
Колір	Зелений з легким відтінком коричневого	Світло-зелений	Світло-коричневий
Фізико-хімічні показники			
Активна кислотність, од. рН	5,8	5,8	5,7
Біохімічні показники			
Антиоксидантна активність, од. акт.	900,0	833,3	4000,0

В дослідженнях використано центральний композиційний ротатбельний план [7]. Вибір рівнів та інтервалів варіювання факторів було здійснено за рекомендаціями літературних джерел [17, 18]: масову частку екстракту трави м'яти варіювали в межах 0–25 %; масову частку екстракту квітів чорнобривців – у межах 0–25 %.

Матрицю планування та експериментальні значення функцій відклику представлено в табл. 2. Для зменшення впливу систематичних помилок, викликаних зовнішніми умовами, послідовність проведення експериментів було рандомізовано.

**Таблиця 2**

Матриця планування та функції відклику

Номер досліду	Масова частка екстракту трави м'яти, $C_{em}$		Масова частка екстракту квітів чорнобривців, $C_{ec}$		Антиоксидантна активність, $AA$ , од. акт.
	Кодований рівень	%	Кодований рівень	%	
1	2	3	4	5	6
1	-1	3,6	-1	3,6	560,0
2	-1	3,6	+1	21,4	833,0
3	+1	21,4	-1	21,4	1133,3
4	+1	21,4	+1	3,6	533,3



Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
5	$-\sqrt{2}$	0,0	0	12,5	600,0
6	$+\sqrt{2}$	12,5	0	0,0	500,0
7	0	25,0	$-\sqrt{2}$	12,5	1000,0
8	0	12,5	$+\sqrt{2}$	25,0	970,0
9	0	12,5	0	12,5	833,0
10	0	12,5	0	12,5	870,0
11	0	12,5	0	12,5	833,0
12	0	12,5	0	12,5	870,0

Для перевірки значущості коефіцієнтів регресії (2) було побудовано діаграму Парето, яку представлено на рис. 2 (L – лінійний ефект, K – квадратичний ефект).

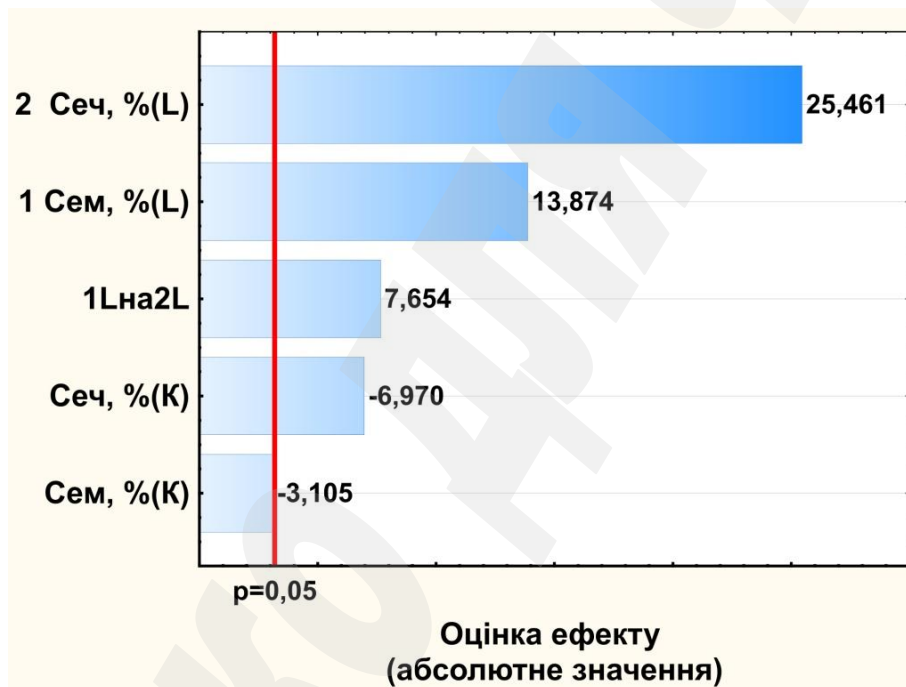


Рис. 2. Діаграма Парето

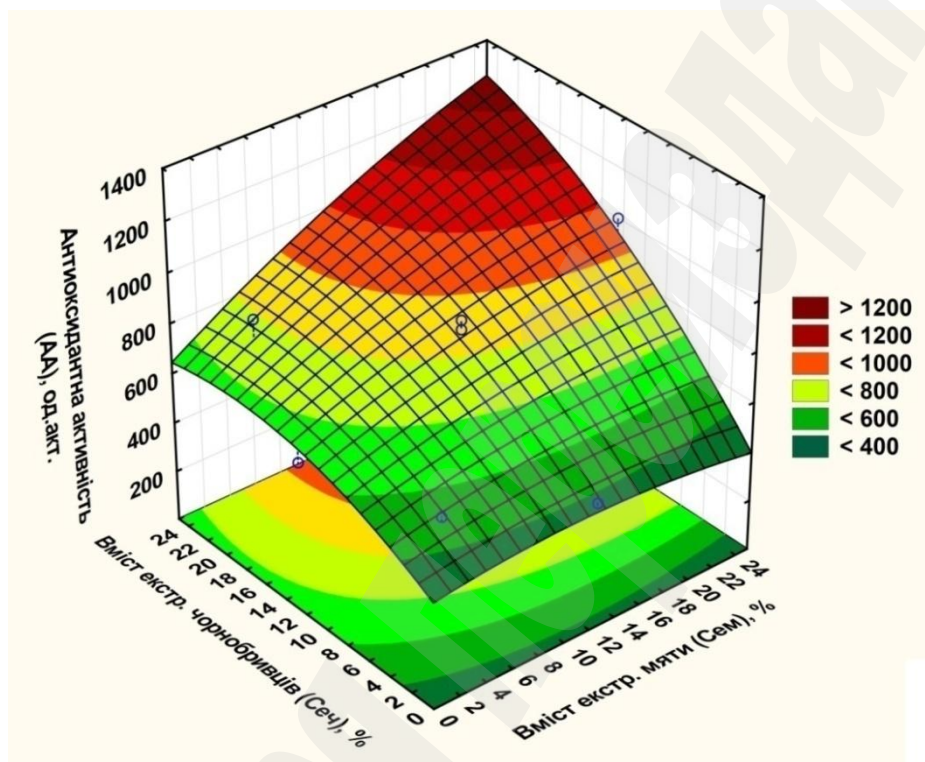
На вказаній діаграмі Парето (рис. 2) наведено стандартизовані коефіцієнти, які відсортовано за абсолютними значеннями. Аналіз даних показує, що усі досліджені параметри та ефект їх взаємодії є значущими, оскільки колонка оцінки зазначених ефектів перетинає вертикальну лінію, що є 95 %-вою довірчою ймовірністю.

Отримане при цьому рівняння з розрахованими коефіцієнтами має вигляд:

$$AA = 424,630 + 7,269 \cdot Сем - 0,334 \cdot Сем^2 + 27,536 \cdot Сеч - 0,750 \cdot Сеч^2 + 1,032 \cdot Сем \cdot Сеч. \quad (3)$$

Адекватність розробленої моделі за формулою (3) перевіряли методом дисперсійного аналізу. Отримані дані, зокрема, значення коефіцієнта детермінації, близьке до одиниці ( $R^2=0,961$ ,  $R_{adj}^2=0,929$ ), а також значення  $p \geq 0,05$ , дозволяють зробити висновок, що отримана модель (3) адекватно описує відклик.

Описаний поліномом (3) сукупний вплив масової частки екстракту трави м'яти ( $C_{em}$ , %) та масової частки екстракту квітів чорнобривців ( $C_{еч}$ , %) на антиоксидантну активність суміші екстрактів лікарських рослин у графічному вигляді представлено на рис. 3.



**Рис. 3.** Залежність антиоксидантної активності (АА, од. акт.) суміші екстрактів лікарських рослин на основі сироватки, від  $C_{ем}$  і  $C_{еч}$

Зі збільшенням вмісту екстракту чорнобривців (рис. 3), підвищується антиоксидантна активність, оскільки, при мінімальному вмісті екстракту трави м'яти антиоксидантна активність збільшується від 200 до 600 од. акт. А при максимальному вмісті екстракту трави м'яти збільшується від 200 до 1227 од. акт. При цьому, концентрація екстракту трави м'яти, при невисокому вмісті екстракту чорнобривців практично не впливає на збільшення антиоксидантної активності. А при максимальній концентрації екстракту чорнобривців, антиоксидантна активність стає вищою, за рахунок високих концентрацій обох екстрактів, це свідчить, що БАР екстрактів знаходяться в стані синергізму. При концентрації обох екстрактів 25 %, а екстракту кропиви 50 %, ця суміш має найвищу антиоксидантну активність – 1262,255 од. акт. Тому рекомендовано для виробництва пробіотичного гель-шампуню використовувати суміш екстрактів квітів чорнобривців, трави м'яти і листя кропиви у співвідношенні 25:25:50 (1:1:2).

На основі проведених досліджень розроблені рецептури пробіотичних гель-шампунів, збагачених коротколанцюговими пептидами сироваткових білків, лізатами пробіотиків і екстрактами суміші лікарських рослин, наведені в табл. 3. Наведені рецептури відрізняються вмістом ліофільно-висушеного концентрату сироваткових білків і низьколанцюгових пептидів, збагаченого лізатами пробіотиків: гель-шампунь для відновлення та укріплення волосся містить 5 % концентрату, а гель-шампунь для щоденного використання – у 10 разів менше. Введення сироваткових білків та низьколанцюгових пептидів до складу гель-шампуню у кількості 5 % сприятиме зменшенню ламкості волосся, відновленню його структури та укріпленню.

**Таблиця 3**

Рецептури пробіотичних гель-шампунів, збагачених коротколанцюговими пептидами сироваткових білків, лізатами пробіотиків та екстрактами суміші лікарських рослин

Найменування сировини	Маса сировини (кг) для виробництва пробіотичного гель-шампуню	
	для щоденного використання	для укріплення й відновлення волосся
Основа для гель-шампуню	86,500	82,000
Екстракт трави м'яти на основі нанофільтрату сироватки	2,375	2,375
Екстракт квітів чорнобривців на основі нанофільтрату сироватки	2,375	2,375
Екстракт листя кропиви на основі нанофільтрату сироватки	4,750	4,750
Ліофільно-висушений концентрат сироваткових білків і низьколанцюгових пептидів, збагачений лізатами пробіотиків	0,500	5,000
Ефірна олія м'яти	2,250	2,250
Ароматизатор	1,000	1,000
Консервант	0,250	0,250
Всього	100,000	100,000

За розробленими рецептурами виготовлено пробіотичні гель-шампуні «Probio-beauty» у лабораторних умовах кафедри технології молочних, олійно-жирових продуктів і косметики Одеської національної академії харчових технологій (Україна). У виготовлених гель-шампунях визначено показники якості; показано, що за показниками якості пробіотичні гель-шампуні «Probio-beauty» відповідають вимогам нормативних документів (табл. 4). Різниця у складі розроблених гель-шампунів полягає у вмісті коротколанцюгових пептидів: продукт для укріплення та відновлення волосся містить їх 3,170 мг/см<sup>3</sup>, що у 10 разів більше, ніж у гель-шампуні «Probio-beauty» для щоденного використання.

Таблиця 4

Показники якості розроблених пробіотичних гель-шампунів «Probio-beauty»

Найменування показника	Значення та характеристика показника	
	для щоденного використання	для укріплення й відновлення волосся
Органолептичні показники		
Запах	Характерний для гель-шампунів з яскраво вираженим ароматом м'яти	
Зовнішній вигляд та консистенція	Однорідна гелеподібна рідина	
Колір	Світло-жовтий, обумовлений додаванням екстрактів трав на основі нанофільтрату сироватки	
Фізико-хімічні показники		
Активна кислотність, од. рН	5,3	5,2
Піноутворююча здатність: – стійкість піни – пінне число	140 0,8	138 0,8
Вміст коротколанцюгових пептидів, мг/см <sup>3</sup>	0,317	3,170
Біохімічні показники		
Антиоксидантна активність, од. акт.	26,08	26,12
Хімічний склад		
Масова частка сухих речовин, %	15,0	19,3

SWOT-аналіз результатів досліджень розроблених гель-шампунів «Probio-beauty», збагачених коротколанцюговими пептидами сироваткових білків, лізатами пробіотиків та екстрактами суміші лікарських рослин, наведено в табл. 5.

На основі SWOT-аналізу запропоновано наступні стратегічні рішення:

*SO – стратегічні рішення.* Користуючись модою на здоровий спосіб життя передбачається просування і закріплення нових гель-шампунів шляхом розробки рекламних кампаній, в ході яких акцент буде робитись на сильні сторони продуктів – наявність натуральних компонентів і пробіотиків, високі функціональні властивості та оптимізований компонентний склад. Також, ґрунтуючись на інтересі споживачів до нового товару, планується приділити увагу розробці бренду продукції – розробити привабливий і незвичайний дизайн упаковки, етикетку, яка буде привертати уваги покупця та нести роль рекламного носія продукції. Також дієвим заходом щодо популяризації продукції є участь у вже існуючих рекламних заходах (наприклад, фестиваль здорового способу життя «So Green Fesst» та фестиваль «Альтернатива»), оскільки це дешевше ніж розробляти новий рекламний івент і така стратегія не передбачає значного здороження товару. Крім того, передбачено «знайомство» споживача с новими пробіотичними косметичними засобами, а саме будуть пропонуватись тести гель-шампунів «Probio-beauty», запланована співпраця зі

спеціалізованими салонами і магазинами, які спеціалізуються на натуральній косметиці, що буде спонукати споживача купувати дану продукцію.

Таблиця 5

Матриця SWOT-аналізу

<p>Внутрішнє середовище</p> <p>Зовнішнє середовище</p>	<p><b>Сильні сторони (Strengths)</b></p> <p>– наявність біологічно-активних компонентів лікарських трав, коротколанцюгових пептидів, вільних амінокислот і пробіотиків;</p> <p>– високі функціональні властивості;</p> <p>– оптимізований компонентний склад з лікарськими рослинами</p>	<p><b>Слабкі сторони (Weaknesses)</b></p> <p>– вища ціна у порівнянні з традиційними шампунями;</p> <p>– обмежені органолептичні властивості;</p> <p>– вузький асортимент продукції</p>
<p><b>Можливості (Opportunities)</b></p> <p>– мода на здоровий спосіб життя;</p> <p>– інтерес до нового продукту;</p> <p>– ріст популярності на продукцію з пробіотиками;</p> <p>– відсутність конкуренції серед українських виробників;</p> <p>– можливість реалізації продукції через спеціалізовані магазини і салони</p>	<p><b>SO – стратегічні рішення</b></p> <p>– розробка рекламних кампаній та івентів з метою просування продукції;</p> <p>– розробка бренду продукції (упаковка, етикетка);</p> <p>– участь в діючих рекламних заходах (фестивалі «Здоровий спосіб життя» та «Альтернатива»);</p> <p>– надання можливості протестувати продукцію (пропонування тестерів, співпраця зі спеціалізованими салонами і магазинами)</p>	<p><b>WO – стратегічні рішення</b></p> <p>– реалізація через спеціальні «органічні» магазини та салони;</p> <p>– використання органолептичних показників як ознак натуральності і аутентичності продукту;</p> <p>– розробка асортиментної політики з поступовим розширенням асортименту</p>
<p><b>Загрози (Threats)</b></p> <p>– низька поширеність інформації про косметику з пробіотиками;</p> <p>– висока конкуренція з іноземними виробниками;</p> <p>– зниження купівельної спроможності населення;</p> <p>– нестабільна економічна і політична ситуація в країні</p>	<p><b>ST – стратегічні рішення</b></p> <p>– формування попиту на новий продукт шляхом позиціонування товару;</p> <p>– просування товару різними методами маркетингових комунікацій;</p> <p>– формування гнучкої цінової політики, наявність карт постійних клієнтів, знижкових карток;</p> <p>– варіювання вартості шляхом реалізації продукції в упаковках великого і малого розміру</p>	<p><b>WT – стратегічні рішення</b></p> <p>– проведення маркетингових заходів щодо популяризації продукції з пробіотиками, зокрема:</p> <p>– створення та підтримка сайту, сторінки в соціальних мережах з розташуванням рекламної та пояснювальної інформації щодо властивостей продукту;</p> <p>– обговорення властивостей і переваг продукту на спеціалізованих форумах;</p> <p>– підтримання стабільності цін через відсутність залежності від іноземних виробників і сировини</p>

*WO – стратегічні рішення.* Першу слабку сторону, а саме, високу ціну в порівнянні з аналогічними товарами, представленими на ринку, пропонуємо вирішити за рахунок реалізації продукції через мережу спеціалізованих магазинів натуральної продукції, а також салонів краси. Оскільки продукція має оптимальний склад цілющих компонентів і високі функціональні властивості, прогнозується стійкий попит на дану продукцію.

Обмежені органолептичні властивості, а саме – наявність натурального кольору та запаху м'яти можна позиціонувати як ознаку аутентичності і натуральності товару – відсутність штучних барвників і ароматизаторів.

Вузький асортимент планується поступово розширювати, шляхом використання інших лікарських компонентів направленої дії, користуючись модою на здоровий спосіб життя.

*ST – стратегічні рішення.* Для зниження загрози низької поширеності інформації про косметику з пробіотиками пропонується формування попиту на новий продукт шляхом позиціонування товару і просування товару різними методами маркетингових комунікацій. Необхідно проведення комплексу заходів, які повинні починатися на початковій стадії розробки продукту і тривати на всьому етапі його створення і товаропросування. Дані заходи повинні бути спрямовані на інформування потенційних споживачів про властивості нового товару та принципи здорового способу життя.

Що стосується загроз «зниження купівельної спроможності» та «нестабільна економічна і політична ситуація в країні», передбачено формування гнучкої цінової політики, наявність карт постійних клієнтів, знижкових карток. А також пропонується передбачити випуск і реалізацію продукції в упаковках великої і малої місткості (у тому числі, одноразові упаковки для подорожей);

*WT – стратегічні рішення.* Проведення маркетингових заходів щодо популяризації продукції з пробіотиками шляхом створення та підтримки сайту або сторінки в соціальних мережах з розташуванням рекламної та пояснювальної інформації щодо властивостей продукту. Обговорення властивостей і переваг продукту на спеціалізованих форумах. Такі заходи дозволяють, з одного боку, проводити маркетингові заходи, а з іншого – отримати зворотній зв'язок зі споживачем – виявити уподобання покупців для подальшого розширення асортименту, моніторинг скарг та пропозицій. Також планується підтримання стабільності цін через відсутність залежності від іноземних виробників і сировини.

## **7. SWOT-аналіз результатів досліджень**

*Strengths.* Запропоновані рецептури пробіотичних гель-шампунів з оптимізованим компонентним складом забезпечують високі функціональні властивості продукту завдяки підбору та поєднанню складових. Так, пробіотики в складі гель-шампунів забезпечують антимікробні властивості і надають заспокійливий вплив на шкіру голови та волосся. Введення сироваткових білків та низьколанцюгових пептидів до складу гель-шампуню сприятиме зменшенню ламкості волосся, відновленню його структури та

укріпленню. А оптимізований склад суміші екстрактів лікарських рослин забезпечує високу антиоксидантну активність –1262,255 од. акт.

*Weaknesses.* Серед негативних внутрішніх факторів дослідження можна виділити вузький асортимент продукції, що розробляється. При дослідженні було приділено увагу розробці рецептури тільки гель-шампунів. Також недостатньо широким поки що є рецептурний склад екстрактів лікарських рослин – в представлених дослідженнях він обмежений тільки такими рослинами, як листя кропиви, квітів чорнобривців та трави м'яти. Використання в складі шампунів тільки екстрактів тільки трьох рослин обмежує органолептичні показники готового продукту. Передбачені в дослідженнях такі компоненти гель-шампунів, як коротколанцюгові пептиди, вільні амінокислоти і пробіотики, здорожують вартість продукту в порівнянні з українськими аналогами.

*Opportunities.* При розробці рецептур гель-шампунів було враховано ріст популярності косметики з пробіотиками і мода на здоровий спосіб життя. Оскільки на сьогоднішній день на ринку відсутні косметичні продукти з пробіотиками українського виробництва, реалізація досліджень дозволить зайняти нішу «натуральної косметики». А правильно проведені маркетингові заходи, які пропонуються в даній роботі, дозволять закріпитись на ринку косметики, зробити бренд впізнаваним і розширювати асортимент продукції ґрунтуючись на вподобаннях споживачів.

*Threats.* Серед загроз можна відмітити негативну дію іноземних виробників косметики з пробіотиками. На ринку велику конкуренцію можуть скласти азійські виробники косметики. Кореїська натуральна косметика та косметична продукція з пробіотиками дуже просувається на світовому ринку. Також серед загроз необхідно враховувати додаткові витрати на розробку і реалізацію маркетингової товарної політики. Слід зазначити, що представлені дослідження не стосуються товарів першої необхідності, тому нестабільна економічна ситуація також може надавати негативний вплив і вимагати додаткових витрат для грамотного просування результатів досліджень.

## **8. Висновки**

1. Оптимізовано співвідношення екстрактів лікарських рослин у складі пробіотичних гель-шампунів. Оптимальне співвідношення екстрактів листя кропиви, квітів чорнобривців та трави м'яти складає 2:1:1. При цьому отримана суміш екстрактів має максимальну антиоксидантну активність – 1262,255 од. акт.

2. Розроблено рецептури пробіотичних гель-шампунів «Probio-beauty», збагачених коротколанцюговими пептидами сироваткових білків, лізатами пробіотиків та екстрактами суміші лікарських рослин, призначені для щоденного використання та для укріплення й відновлення волосся. Показники якості розроблених за оптимізованими рецептурами пробіотичних гель-шампунів «Probio-beauty» відповідають вимогам нормативних документів.

## Література

1. Байцар, Р. І., Кордіяка, Ю. М. (2013). Напрямки розвитку виробництва шампунів та забезпечення їх якості. *Формування і оцінювання асортименту, властивостей та якості непродовольчих товарів, 1*, 37–40.
2. Кордіяка, Ю. М. (2017). *Вдосконалення нормативно-технічного забезпечення випробувань та якості косметичних засобів*. Львів, 201.
3. Марголина, А. А., Эрнандес, Е. И., Зайкина, О. Э. (2000). *Новая косметология*. Москва: ИД «Косметика и медицина», 206.
4. Балабанов, В. И. (2009). *Нанотехнологии. Наука будущего*. Москва: Эксмо, 247.
5. Попова, Ж. М., Чекман, Ч. І. (2013). Використання нанотехнологій у косметичних засобах – великий потенціал чи потенційний ризик? *Вопросы фармации, 5*, 95–98.
6. Корж, Ю. В. (2013). Оцінка сучасного ринку парафармацевтичної продукції з фотопротекторними властивостями, виготовленої на основі нанотехнологій. *Запорожский медицинский журнал, 3*, 101–104.
7. Myers, R. H., Montgomery, D. C., Anderson-Cook, C. M. (2016). *Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments*. New Jersey: John Wiley & Sons, 856.
8. Tkachenko, N., Nekrasov, P., Makovska, T., Lanzhenko, L. (2016). Optimization of formulation composition of the low-calorie emulsion fat systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (11 (81))*, 20–27. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.70971>
9. Tkachenko, N., Nekrasov, P., Vikul, S., Honcharuk, Y. (2017). Modelling formulae of strawberry whey drinks of prophylactic application. *Food Science and Technology, 11 (1)*. doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v11i1.303>
10. Dréno, B., Araviiskaia, E., Berardesca, E., Gontijo, G., Sanchez Viera, M., Xiang, L. F. et. al. (2016). Microbiome in healthy skin, update for dermatologists. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 30 (12)*, 2038–2047. doi: <https://doi.org/10.1111/jdv.13965>
11. Ladizinski, B., McLean, R., Lee, K. C., Elpern, D. J., Eron, L. (2014). The human skin microbiome. *International Journal of Dermatology, 53 (9)*, 1177–1179. doi: <https://doi.org/10.1111/ijd.12609>
12. Singh, P., Teal, T. K., Marsh, T. L., Tiedje, J. M., Mosci, R., Jernigan, K. et. al. (2015). Intestinal microbial communities associated with acute enteric infections and disease recovery. *Microbiome, 3 (1)*. doi: <https://doi.org/10.1186/s40168-015-0109-2>
13. Izawa, N., Sone, T. (2014). Cosmetic Ingredients Fermented by Lactic Acid Bacteria. *Microbial Production, 233–242*. doi: [https://doi.org/10.1007/978-4-431-54607-8\\_20](https://doi.org/10.1007/978-4-431-54607-8_20)
14. Tkachenko, N., Chagarovskyi, O., Dets, N., Sevastyanova, E., Lanzhenko, L. (2017). «Lving» and «probiotic» cosmetics: modern view and defenitions. *Food Science and Technology, 11 (4)*, 90–102. doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v11i4.735>



15. Cinque, B., La Torre, C., Melchiorre, E., Marchesani, G., Zoccali, G., Palumbo, P. et al. (2011). Use of Probiotics for Dermal Applications. *Microbiology Monographs*, 221–241. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20838-6\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20838-6_9)

16. Zilber-Rosenberg, I., Rosenberg, E. (2008). Role of microorganisms in the evolution of animals and plants: the hologenome theory of evolution. *FEMS Microbiology Reviews*, 32 (5), 723–735. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2008.00123.x>

17. Protein quality evaluation (1989). *Report of the Joint FAO/WHO expert consultation. Food and nutrition paper No. 51*. Rome: Food and Agriculture Organizations and the World Health Organization, 67.

18. Авраменко, Г. Н., Войткевич, С. А., Гулый, С. Е., Ким, В. Е., Коральник, С. И., Пучкова, Т. В. (2004). *Толковый словарь по косметике и парфюмерии. Т. 2. Сырье и биологически активные добавки*. Москва: «НАУКА, МЕДИЦИНА, ВЕТЕРИНАРИЯ», 264.

19. Ярошенко, Н. (Ред.) (2006). *Витамины, минералы и травы для Вашего здоровья*. Москва: Ридерз Дайджест, 415.

20. Ткаченко, Н. А., Некрасов, П. О., Вікуль, С. І. (2016). Оптимізація рецептурного складу напою оздоровчого призначення на основі сироватки. *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 1 (10 (79)), 49–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.59695>