

**К. В. СЛИСЬ, В. К. ТИМЧЕНКО, В. Д. БЛОХИНА**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРЕМА КОСМЕТИЧНОГО З НАНОМАТЕРІАЛАМИ ШИРОКОГО СПЕКТРУ ДІЇ**

Представлено дослідження біологічної активності похідних фулерену C60, відповідно до вивчених літературних джерел інформації. Проведено аналіз літературних джерел з метою визначення технологічних властивостей і ефектів впливу похідних фулерену на властивості крему косметичного. Розроблено нову рецептуру з антиоксидантними властивостями для крему косметичного, що вперше містить фулеренову композицію. Порівняно фізико-хімічні показники з еталонним зразком з аналогічними властивостями. Удосконалено технологічний процес отримання крему косметичного MIRADA.

**Ключові слова:** фулеренол C60, гідратований фулерен, антиоксидант, наноматеріали, рослинні олії, крем косметичний емульсійний, біологічна добавка.

**К. В. СЛИСЬ, В. К. ТИМЧЕНКО, В. Д. БЛОХИНА**

### **ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРЕМА КОСМЕТИЧЕСКОГО ИЗ НАНОМАТЕРИАЛОВ ШИРОКОГО СПЕКТРА ДЕЙСТВИЯ**

Представлено исследование биологической активности производных фуллерена C60, в соответствии с изученными литературными источниками информации. Проведен анализ литературных источников с целью определения технологических свойств и эффектов влияния производных фуллерена на свойства крема косметического. Разработана новая рецептура с антиоксидантными свойствами для крема косметического, впервые содержащая фуллереновую композицию. Проведено сравнение физико-химических показателей с эталонным образцом с аналогичными свойствами. Усовершенствован технологический процесс получения крема косметического MIRADA.

**Ключевые слова:** фулеренол C60, гидратированный фуллерен, антиоксидант, наноматериалы, растительные масла, крем косметический эмульсионный, биологическая добавка.

**К. V. SLIS, V. K. TIMCHENKO, V. D. BLOKHINA**

### **RESEARCH AND ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF COSMETIC CREAM WITH NANOMATERIALS A WIDE SPECTRUM OF ACTION**

A study of the biological activity of C60 fullerene derivatives is presented in accordance with the studied literature. An analysis of literary sources is carried out in order to determine the technological properties and effects of the influence of fullerene derivatives on the properties of cosmetic cream. A new formulation with antioxidant properties for cosmetic cream has been developed, for the first time containing a fullerene composition. Physico-chemical are compared with a reference sample, with similar properties. The technological process of obtaining cosmetic cream MIRADA has been improved.

**Keywords:** fullerene C60, hydrated fullerene, antioxidant, nanomaterials, vegetable oils, cosmetic emulsion cream, biological additive.

**Вступ.** Останніми роками поряд з традиційними компонентами в косметичних засобах з'явилися нові компоненти – речовини, які є останнім словом науки. Споживчі властивості косметичних засобів значно поліпшилися внаслідок широкого використання відомих речовин, дія яких раніше була недостатньо вивченою [1]. Серед таких можна назвати – фулерени, унікальні матеріали, що мають імуномодулювальні властивості, нормалізують клітинний обмін речовин та нервові процеси, підвищуючи стійкість до стресу, виявляють противірусні властивості, мають виражену протизапальну і антиалергенну дію, посилюють активність ензимів та регенеративну здатність тканин та ін.

Перша робота, присвячена використанню фулеренів в медичній хімії, з'явилася в 1993, де описувалося похідне фулерену, здатне стерично

блокувати циліндричну порожнину в протеазі вірусу СНІДу [2].

Фулерени – широко досліджені з моменту свого відкриття. Відомо, що фулерени C60 можуть бути хімічно модифіковані (ковалентне та нековалентне приєднання різних груп, комплексів, атомів), що дає змогу забезпечити оптимальні умови вияву їхньої реакційної здатності у біологічних рідинах та всередині клітини [1–6].

Найбільш затребуваним є фулерен C60, який представляє собою абсолютно сферичну молекулу що складається з п'яти та шестикутних торців (рис. 1а), має діаметр близько 1 нм (відстань між самим подальшим зв'язком С-С становить 0,7 нм, та 1 нм при включенні π-орбіталей). Завдяки своїй сферичній π-кон'югації, фулерен має безліч електронних і біологічних властивостей.

© Слісь К.В., Тимченко В.К., Блохіна В.Д., 2019

**Мета дослідження та постановка проблеми.**

В основі біологічної активності фулеренів лежать, в першу чергу, три властивості цих молекул: ліпофільність, що визначає мембранотропні властивості, електронodefіцитність, яка веде до здатності взаємодіяти з вільними радикалами, і здатність їх збудженого стану передавати енергію молекулі звичайного кисню і перетворювати його в синглетний кисень. Під дією світла молекула фулерену збуджується. Збуджена форма здатна або сама утворювати радикали, або передавати свою енергію молекулярному кисню, переводячи його в синглетний стан. Всі ці активні форми речовин можуть атакувати біомолекули: ліпіди, білки, нуклеїнові кислоти. Отже, існує два механізми дії радикалів: перший тип - пошкодження обумовлено будь-якими молекулами, тип другий - пошкодження здійснюється синглетним киснем. Для ДНК обидва шляхи ведуть до окислення нуклеотидів, що знижує стабільність фосфодіефірних зв'язків, в результаті чого при лужних рН відбувається її гідроліз. Важливіша властивість фулеренів – утворювати активні форми кисню, що використовуються у фотодинамічній терапії, що є одним із способів лікування раку, наприклад, у кров пацієнтові вводять фотосенсибілізатори (речовини, здатні генерувати активні форми кисню під дією світла, в даному випадку – фулерени або їх похідні). Оскільки кровотік в пухлині слабкіше, ніж в іншому організмі, то фотосенсибілізатори накопичуються в ній, отже, після спрямованого опромінення пухлини відбувається збудження молекул фотосенсибілізатора і генерація активних форм кисню, що викликає апоптоз ракових клітин і руйнування пухлини. З іншого боку, фулерени володіють антиоксидантними властивостями, оскільки є активними акцепторами радикалів, що дозволяє використовувати їх в якості пасток для активних форм кисню (АФК). З чого можна зробити висновок, що молекула фулерену, може бути і антиоксидантом і прооксидантом.

Модифікована молекула фулерену має такі ж самі властивості, як і немодифікована молекула фулерену. Аналіз літератури виявив дані, що вказують на зв'язок антиоксидантної дії фулерену С60 з тривалістю життя. Показано, що пероральне

застосування розчину фулерену С60 в оливковій олії подовжує життя щурів, причому автори пов'язують це з антиоксидантною дією фулерену [3]. Похідні фулерену, вбудовані в ліпосоми, легко проникають через шкіру, надаючи високу антиоксидантну дію і не володіючи вираженою токсичністю, а гелі, що містять фулерен, можна використовувати для лікування вугрів і запальних захворювань, викликаних окислювальним стресом. Водорозчинні фулереноли можуть досить широко застосовуватися в медицині і фармакології, так як вони добре сумісні з водою, фізіологічними розчинами, кров'ю, лімфою, шлунковим соком. Можливо їх використання в косметології, при роботі з водними і водно-спиртовими основами, олійними, водно-олійними і олійно-водними основами, що дозволить створювати нові косметичні рецептури. Важливо, щоб фулерени мали гарну розчинність (яка залежить від кількості введених гідроксильних груп, рисунок 1 б) [4], бо нерозчинність – одна з важливих проблем, що перешкоджає їх практичному застосуванню, особливо в косметичній промисловості [5].

Полігідроксиліровані фулерени, так звані фулереноли або фулероли, мають багато гідроксильних груп, утворених хімічною модифікацією ковалентних зв'язків С-О, на їх сферичних поверхнях. В НТЦ "Nanocluster" розробили унікальну методику синтезу фулеренолу з великою розчинністю С60(OH)<sub>n</sub>, де (n>40). Інфрачервоні спектри фулеренолу – теж саме, що й ДНК для людини, це дозволяє стверджувати, що зразок саме фулеренол, а не щонебудь інше. Для ідентифікації фулеренола-d отримані ІЧ-спектри, область наведених частот складала  $\tilde{\nu} \approx 379,98 \div 1714,47 \text{ см}^{-1}$  (Т - пропускання в отн. %), рис. 2: виходить, що це не конкретний фулеренол С60(OH)<sub>n</sub>, а суміш фулеренолів з кількістю гідроксильних груп (-OH) от 40 до 60 [6] рис. 2.

Завдяки використанню метода комп'ютерного моделювання молекулярної динаміки, показано проникнення молекули фулерену в мембрану клітини [7] (рис. 3). Є дослідження транслокації кластерів фулерену через модельну ліпідну мембрану і вплив високих концентрацій фулерену на мембранні властивості.

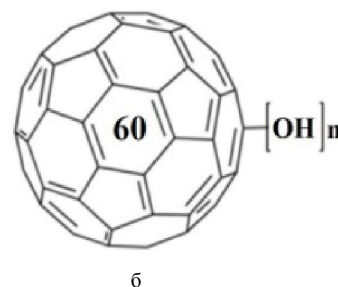
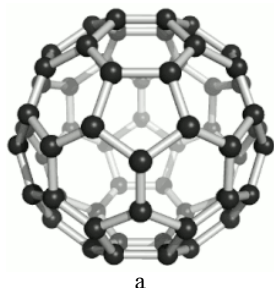


Рис. 1: а – вид фулерена С60; б – фулеренол (полігідроксиліований фулерен, водорозчинний) [6].

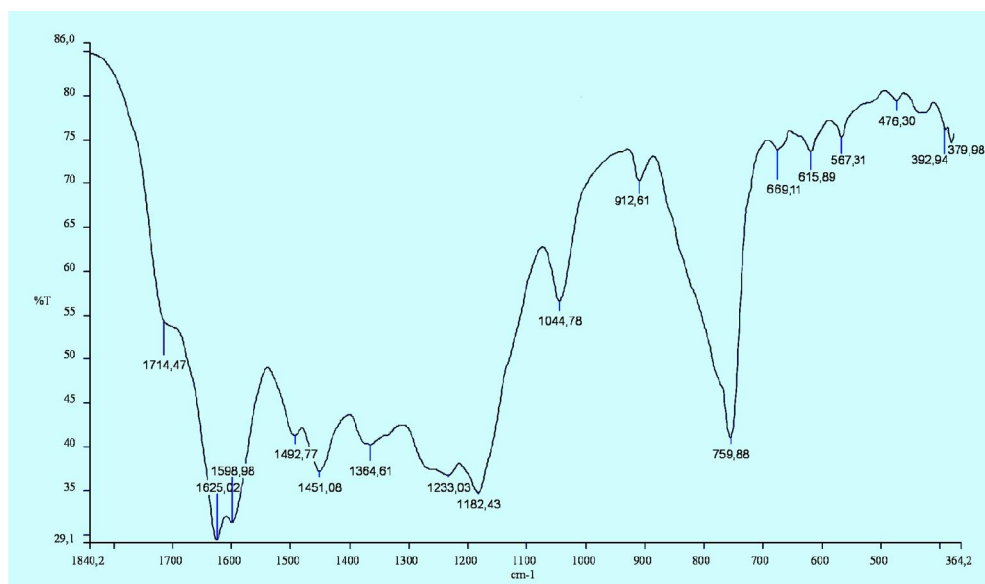


Рис. 2. Інфрачервоні спектри суміші фулеренів з кількістю гідроксильних груп 40–60 [6].

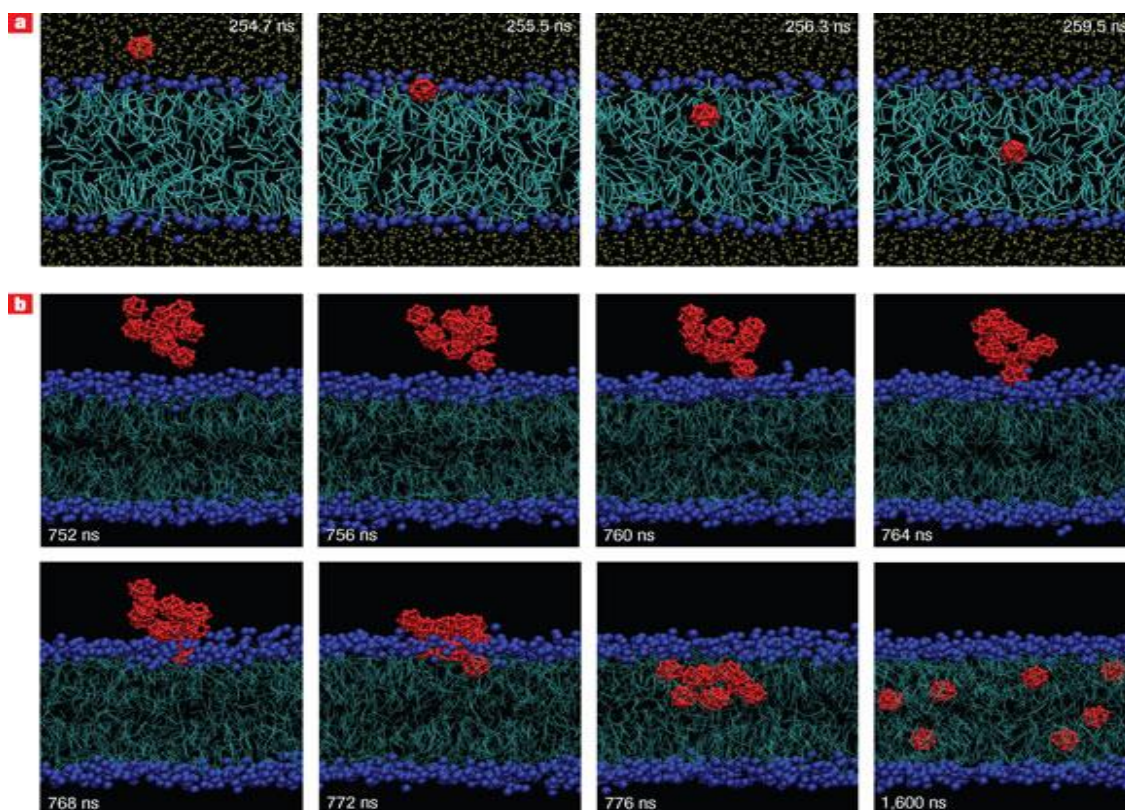


Рис. 3. Механізм проникнення фулерену через ліпідну мембрану [7]: а. Мономерний фулерен швидко перетинає область групи ліпідних головок, потім дифундує повільніше у внутрішній мембрані. Фулерен показаний червоним кольором, ліпіди в блакитному кольорі з синіми головними групами (фосфодієфірні групи), а вода – жовтою. Час моделювання вказано на кожному знімку; б. Проникнення скупчення з десяти фулеренів. Ліпідні фосфодієфірні групи показані як сині сфери, ліпідні хвости – сині лінії; вода не представлена. Проникнення кластерів фулерену набагато повільніше, ніж для мономерів, і починається з введення одного фулерену в область ліпідних груп голови. Час моделювання вказано на кожному знімку.

Молекули фулерену швидко агрегуються у воді, але розбиваються після входу в мембранне нутро. Проникнення, твердоподібного фулеренового агрегату в ліпідний двошаровий шар термодинамічно

сприятливе і відбувається на мікросекундній часовій шкалі. Високі концентрації фулерену викликають зміни в структурі та еластичних властивостях ліпідного шару, але вони недостатньо великі, щоб



механічно пошкодити мембрану. Автори свідчать про те, що механічні пошкодження є малоймовірним механізмом порушення мембран та токсичності фулерену.

Гідратований фулерен (ГФ) – це також модифікована молекула фулерену, модель гідратованого С60 фулерена вперше розроблена харківським вченим Г.В. Андрієвським, (рис. 4) [8]. У водному середовищі передбачається, що вода в фулерено-водному кластері характеризується трьома рівнями специфічних структур води. Перший шар, близько пов'язаний – це жорстко орієнтовані, загальмовані молекули води, безпосередньо пов'язані з поверхнею молекули фулерену і що, в цілому, іменується, як ГФ. За цим шаром сильно поляризованої води слідує гетерогенний, в різному ступені упорядкований шар «перехідною» води, який в сотні разів ширше першого, що відокремлює воду, впорядковану ГФ від неупорядкованої, об'ємної води.

При цьому ступінь впорядкованості, загальмованості молекул води в другому шарі (що визначається часом їх осілого життя і міцністю водневих зв'язків між ними) в міру віддалення від поверхні ГФ плавно зменшується і переходить в третій, дифузний шар, де властивості впорядкованої і об'ємної води перестають бути практично помітними. Саме такою поведінкою ГФ у водному середовищі пояснюється їх унікальна антиоксидантна активність [9]. ГФ молекула С60, укладена в об'ємну оболонку з молекул води.

Встановлено, що ГФ проявляють широкий спектр біологічної дії як *in vivo*, так і *in vitro* навіть у край низьких дозах, за повною відсутністю токсичності. Є дані, що ГФ володіють своєрідною хімічною активністю. З одного боку, їх можна розглядати як сильні антиоксиданти, з іншого – донори електронів для кисню, тобто прооксиданти, що пояснюється особливими властивостями водних сферичних оболонок [10].

В роботі [11] показано вивчення мембрано-стабілізуючого водорозчинного гідратованого фулерену (ВРГФ) за методом JAGER F.C., аналіз довів, що по активності ВРГФ (46%) не поступається вітаміну Е (45%).

Фулерен С60 є нетоксичним, фактично в гідратованій формі без побічних ефектів і з достатнім радіозахисним ефектом в низьких дозах, С60НуFn можна розглядати, як новий антиоксидантний агент, який суттєво зменшує шкідливий вплив іонізуючої радіації [12].

Модель ГФ (рис. 4) може бути ключем для розуміння ролі водних структур людського організму для його нормально функціонування.

**Метою дослідження** було виявлення можливості застосування фулерену та його похідних у складі емульсійного косметичного крему на жировій основі.

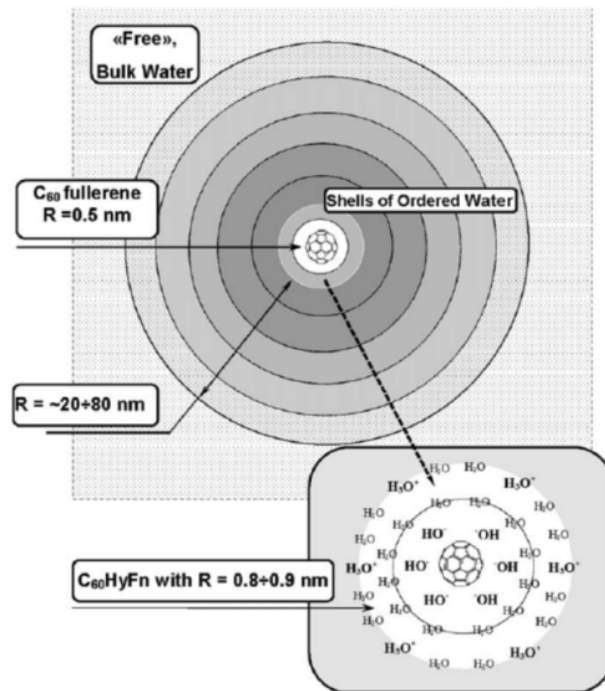


Рис. 4. Модель гідратованого С60 фулерена (С60НуFn-стабільний донорно-акцепторний комплекс С60[Н2О]<sub>n</sub>), оточений великомасштабними оболонками впорядкованої води [8]

**Предметом представленого дослідження** є косметичний крем, розроблений на ООО «Аромат» м. Харків, у виробничій та мікробіологічній лабораторіях.

Під час створення нової рецептури під назвою MIRADA (табл. 1: G – норма внесення, мас, %; g.s.\* – *guantumsatis* – скільки буде потрібно) до складу включили інгредієнти, які мають ролі союзників та не інактивують один одного.

Із таблиці 1 виходить, що експериментальний емульсійний крем, типу масло-вода, в складовій має ланолін, рослинні масла, білий віск, емульгатори, консерванти, біологічно активну добавку фулереновду композицію: полігідроксилірований фулеренол С60(OH)<sub>n</sub> (n>40) + гідратований фулерен С60FWS, токоферол (вітамін Е).

Експериментальний крем виробляється за класичною безперервною схемою виробництва емульсійних кремів. Схема удосконалена на стадії приготування фулерен-водної композиції з підбором температурних режимів. Реалізація винаходу дозволяє збільшити антиоксидантну властивість косметичного крему.

Експериментальний зразок порівняно з еталонним зразком підприємства аналогічних властивостей (табл. 2) та досліджено за стандартними методиками. Органолептичні та фізико-хімічні показники обох зразків (табл. 2)

Таблиця 1 – Складові косметичного крему та їх дозування у якості інгредієнтів

Найменування інгредієнтів		Властивості	G
Жирова фаза			
Обліпихова олія	Oleum Hippophaes	Емомент	7,0
Мигдальна олія	Amygdalus communis L	Емомент	7,0
Оливкова олія	Olea europaea	Емомент	7,0
Комплексний емульгатор (стеарат ПЕГ – 400 1%, олеат ПЕГ 400 – 0,5%)	Моно- і дієфіри олеїнової та стеаринової кислот у суміші з поліетиленгліколем - 400	Емульгатор	2,0
Ланолін	Lanolinum	Емульгатор	1,5..3
Вітамін Е	Альфа-токоферола ацетат	Вітамін, антиоксидант	2%
Білий віск	White beeswax (BP, JP), Cera alba (Ph Fur) White wax (USPNF)	Ранозагоювач, стабілізатор	1,5...4,0
Пантенол	R-2,4-дигідроксі-N-(3-гідроксіпропил)-3,3-диметілбутанамід	Метаболіт, ранозагоювач, протизапальний компонент	1,5..2
Камфора	Camphora	Регенеруючий комплекс	04
Фарнезол	(2E,6E)-3,7,11-триметилдодека-2,6,10-триен-1-ол	Регенеруючий комплекс	0,5
Олія шавлії	Salviae aetheroleumm	Антибактеріальний комплекс	0,2
Запахник	-	Запахник	g.s.*
Водна фаза			
Фулереноводна композиція: полігідроксилірований фулеренол C <sub>60</sub> (OH) <sub>n</sub> (n>40)+ гідратований фулерен C <sub>60</sub> FWS	C <sub>60</sub> (OH) <sub>n</sub> (n>40) C <sub>60</sub> FWS	Модифікатор реології Антиоксидант	0,005.. 0,20 мг/л 0,001– 10 мг/л
Сечовина (карбамід)	Діамід вуглецевої кислоти	Зволожуючий комплекс	1,0..3,00
Гліцерин	Гліцерол	Зволожувач	1,5..3,0
Бензиловий спирт	Бензиловий спирт	Консервант	g.s.-0,4
Лимонна кислота (50% sol)	2-гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонова кислота	Регулятор рН	g.s.*
Вода демінералізована	Оксид гідрогену, вода	Розчинник	До 100

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика органолептичних та фізико-хімічних показників розробленого крему (1) з еталонним зразком (2)

Показник	1	2
Зовнішній вигляд	Однорідна маса без сторонніх домішок	
Колір	білий	Властивий кольору, встановленому у вимогах на крем конкретної назви
Запах	Властивий внесеному показнику	Властивий запаху, встановленому у вимогах на крем конкретної назви
Масова часта води і летких речовин, %	75	5,0–98,0
Водневий показник	5,9	5,0–9,0
Колоїдна стабільність	стабільна	стабільна
Термостабільність	стабільна	стабільна

Очевидно, що косметичний крем MIRADA (1), як і еталонний зразком (2), відповідають нормативним вимогам. MIRADA крем повністю відповідає нормативним вимогам ДСТУ 4765:2007. Креми косметичні.

На основі проведених досліджень розроблено технологічну схему одержання антиоксидантного крему MIRADA (рис. 5). Косметичний крем має антиоксидантний ефект. Для профілактики старіння, крем виконує захисні функції і допомагає шкірі виглядати свіжою і рівною; сприяє зниженню запалень (це в свою чергу дає можливість тканинам виробляти більше колагену), введені біологічні добавки значно уповільнюють окислення і нейтралізують електричний заряд оксидантів.

На рис. 5 приведена схема з механічним емульгуванням. Олії, жири, жироподібні речовини

подають по трубопроводу А до апарату 1, обладнаних потужними мішалками для грубого емульгування та сорочкою для підігріву маси. Фулереноводну композицію готують у апараті 3, призначеному для приготування сумішей водорозчинних компонентів: полігідроксилірований фулеренол C<sub>60</sub>(OH)<sub>n</sub> (n>40) та гідратований фулерен C<sub>60</sub>FWS запарюють двічі дистильованою водою температурою 80 °С та стабілізують 15–20 хв. Підготовлені для емульгування фази, згідно рецептури, подають в реактор 4 з трьома потужними мішалками швидкістю 1500 с<sup>-1</sup>.

Емульгування фулерен-водного завісу з жирною фазою триває 15–20 хв. при температурі 80 °С. Перемикачі 5, 10 та 12 автоматично регулюють поперемінно роботу апаратів.

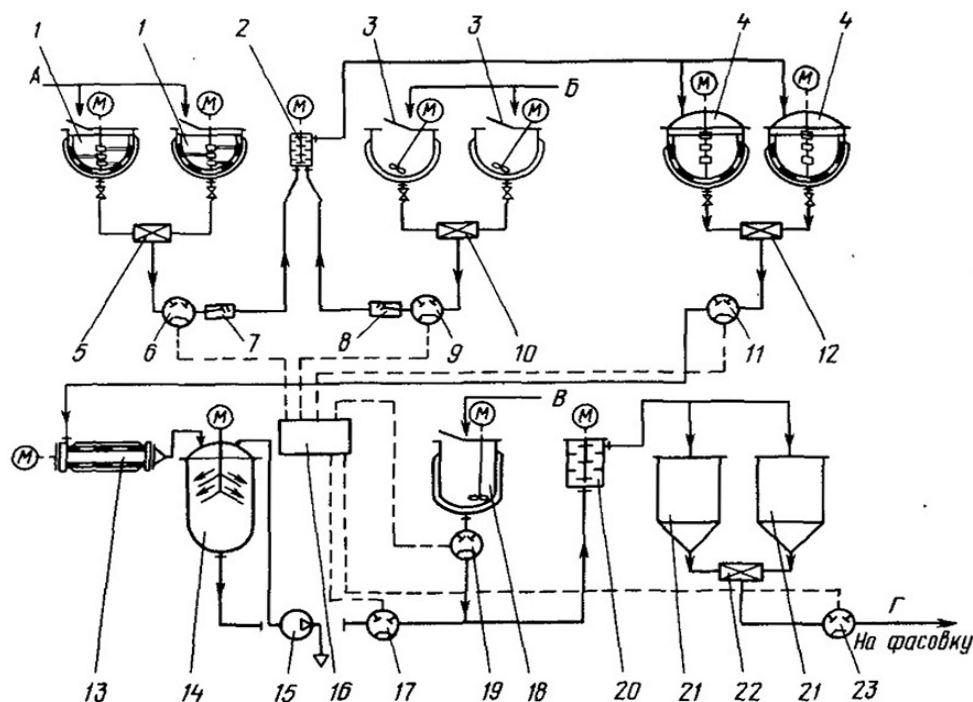


Рис. 5. Технологічна схема виробництва антиоксидантного крему косметичного MIRADA

Дозування водної та жирової фаз відбувається через насоси-дозатори 6 та 9. Регулювання їх дози проводиться так само, як і дози насосів 11, 17, 19 та 23, згідно рецептурному листу, з програмного пульта управління 16.

Відведені суміші водо- і жиророзчинних компонентів після фільтрування на фільтрах 7 і 8 надходять на механічний емульсор безперервної дії 2. Ретельно перемішана і вирівняна по температурі емульсія насосом 11 прокачується через холодильник безперервної дії 13 і деаератор 14.

Деаератор тарілчастого типу безперервної дії працює під розрідженням, створюваним вакуум-насосом 15.

У технологічній схемі передбачено деаератор, що вилучає повітря з емульсії, яке утворюється у процесі емульгування та ретельного перемішування. Повітря в емульсії шкідливо впливає не тільки на якість крему, а й на стійкість емульсії в цілому. Надалі охолоджена до температури 35–40 °С і звільнена від повітря емульсія насосом 17 подається в останній емульсор 20.

У емульсію у міру просування її безпосередньо в сполучному трубопроводі вносять біологічно активні добавки, екстракти, віддушку і інші компоненти, дозується насосом 19.

### Список літератури

1. Пешук Л.В., Бавіка Л.І., Демідов Л.М. Технологія парфумерно-косметичних продуктів. – К. : Центр учбової літератури., 2007. 376 с.
2. Думпис М.А., Николаев Д.Н. и др. Биологическая активность фуллеренов – реалии и перспективы //

Корисні добавки надходять в цех по трубопроводу В і зберігаються в апараті 18.

У емульсорі 20 відбувається остаточне емульгування і забезпечується висока дисперсність зваженої фази з величиною частинок 1–5 мкм.

Підготовлена емульсія надходить в ємність 21 для визрівання і зберігання, а в подальшому насосом 23 через регулятор 22 по трубопроводу Г відправляється на фасування.

### Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

Визначено біологічну активність похідних фулерену C60, відповідно до проаналізованих літературних джерел інформації.

Проведено аналіз літературних джерел з метою визначення науково-обґрунтованого плану досліджень. Означені технологічні властивості та ефект впливу похідних фулерену на крем косметичний відповідно з розробленою рецептурою.

Порівняно фізико-хімічні показники експериментального косметичного продукту з еталонним зразком, який має аналогічні властивості.

Подальші дослідження спрямовані на предмет вивчення антиоксидантної та антимікробної дії розробленого крему і оптимізації його складу.

Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2018. – Т. 16. №1, с. 4–20.

3. Tarek Baati, Fanchon Bourasset. The repeated oral administration of [60] fullerene. Elsevier Ltd. 2012
4. Chiang, L.Y., Wang, L.-Y., Swirczewski, J.W., Soled, S. & Cameron, S. (1994). Efficient synthesis of polyhydroxylated fullerene derivatives via

- hydrolysis of polycyclosulfated precursors, *J. Org. Chem.* 59: pp. 3960–3968.
5. Ken Kokubo. Water-Soluble Single-Nano Carbon Particles: Fullerene and Its Derivatives, Graduate School of Engineering, Osaka University Japan.
  6. <http://www.nanocluster.ru/>
  7. Jirasak Wong-Ekkabut, Svetlana Baoukina, Wannapong Triampo, I-Ming Tang, Peter D. Tieleman, Luca Monticelli. Computer simulation study of fullerene translocation through lipid membranes // *Nat Nano.* 2008. Vol. 3. № 6, pp. 363–368
  8. Andrievsky G.V., Klochkov V.K., Karyakina E.L., Mchedlov–Petrossyan N.O. 1999. Studies of the colloidal solutions of the fullerene C60 by electron microscopy. *Chem. Phys. Lett.*, pp. 300: 392–396.
  9. Андриевский Г.В., Универсальная биологическая активность гидратированного фуллерена и его наноструктур, как ключ к пониманию закономерностей действия сверхмалых доз. Механизмы действия сверхмалых доз: тез. докладов 4 межд. симпозиума, М., 28–29 октября 2008. ИБХФ РАН, с. 6–7.
  10. Малоштан Л.М., Шаповал О.М., Должикова О.В., Отчет. Изучение специфической активности и токсического действия водного раствора гидратированного фуллерена C60 (ВРГФ). Национальный фармацевтический университет. Проблемная лаборатория морфофункциональных исследований. Харьков. 2009. 67 с.
  11. Grigory V., Andrievsky, Vadim I. Bruskov, Artem A., Tykhomyrov. Original in vitro and in vivo peculiarities of the antioxidant and radioprotective effects of hydrated C60 fullerene nanostructures. *Free Radical Biology & Medicine* journal homepage.
  12. Andrievsky G.V.; Klochkov, V.K.; Derevyanchenko, L.I. Is C60 fullerene molecule toxic?! Fullerenes, *Nanotubes Carbon Nanostruct.* 13: 363–376; 2005
  3. Tarek Baati, Fanchon Bourasset. The repeated oral administration of [60] fullerene. Elsevier Ltd. 2012.
  4. Chiang, L.Y., Wang, L.-Y., Swirczewski, J.W., Soled, S. & Cameron, S. (1994). Efficient synthesis of polyhydroxylated fullerene derivatives via hydrolysis of polycyclosulfated precursors, *J. Org. Chem.* 59: pp. 3960–3968.
  5. Ken Kokubo. Water-Soluble Single-Nano Carbon Particles: Fullerene and Its Derivatives, Graduate School of Engineering, Osaka University Japan
  6. <http://www.nanocluster.ru/>
  7. Jirasak Wong-Ekkabut, Svetlana Baoukina, Wannapong Triampo, I-Ming Tang, Peter D. Tieleman, Luca Monticelli. Computer simulation study of fullerene translocation through lipid membranes // *Nat Nano.* 2008. Vol. 3. No. 6, pp. 363–368.
  8. Andrievsky G.V., Klochkov V.K., Karyakina E.L., Mchedlov–Petrossyan N.O. 1999. Studies of the colloidal solutions of the fullerene c60 by electron microscopy. *Chem. Phys. Lett.*, pp. 300: 392–396.
  9. Andrievskij G.V., Universal'naja biologicheskaja aktivnost' gidratirovannogo fullerena i ego nanostruktur, kak kljuch k ponimaniyu zakonornostej dejstvija sverhmalyh doz. Mehanizmy dejstvija sverhmalyh doz: tez. dokladov 4 mezhd. simpoziuma, M., 28–29 Oktjabrja 2008. IBHF RAN, с. 6–7.
  10. Maloshtan L.M., Shapoval O.M., Dolzhikova O.V., Otchet. Izuchenie specificheskoy aktivnosti i toksicheskogo dejstvija vodnogo rastvora gidratirovannogo fullerena S60 (VRGF). Nacional'nyj farmaceuticheskij universitet. Problemnaja laboratorija morfofunkciol'nyh issledovanij. Har'kov. 2009. 67 p.
  11. Grigory V., Andrievsky, Vadim I. Bruskov, Artem A., Tykhomyrov. Original in vitro and in vivo peculiarities of the antioxidant and radioprotective effects of hydrated C60 fullerene nanostructures. *Free Radical Biology & Medicine* journal homepage.
  12. Andrievsky G.V., Klochkov V.K., Derevyanchenko L.I. Is C60 fullerene molecule toxic?! Fullerenes, *Nanotubes Carbon Nanostruct.* 2005, 13: 363–376.

### References

1. Peshuk L.V., Bavika L.I., Demidov L.M. Tehnologija parfumerno-kosmetichnih produktiv. – К. : Centr uchbovoi literaturi., 2007. 376 p.
2. Dumpis M. A., Nikolaev D.N. i dr. Biologicheskaja aktivnost' fullerenov – realii i perspektivy // *Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoj terapii.* 2018. – T. 16. No.1, pp. 4–20.

Поступила (received) 17.06.2019

### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Слісь Карина Вікторівна (Slis Karina, Слись Карина Викторовна)** – Postgraduate Student, Department of Organic Synthesis and Nanotechnology NTU «KhPI»; Kharkov, Ukraine; contact number: 095-69-68-045; e-mail: [0927@gmail.com](mailto:0927@gmail.com)

**Тимченко Валентина Кузьмівна (Timchenko Valentina, Тимченко Валентина Кузьминична)** – Phd, candidate of technical sciences, Professor, Department of Technology of Fats and Fermentation Products, NTU "KhPI", Kharkov, Ukraine; contact number: (057) 707-63-29

**Блохіна Валентина Дмитрівна (Blokhnina Valentina, Блохина Валентина Дмитриевна)** – Director of perfumery and cosmetic factory LLC Aromat; m. Kharkiv, Ukraine; contact number: (057)733-19-41; e-mail: [aromat@aromat.com.ua](mailto:aromat@aromat.com.ua)