



## **ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

**Х Ювілейної Міжнародної науково-практичної  
інтернет-конференції здобувачів вищої освіти  
та молодих учених**

**«ХІМІЯ ТА СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

**ТОМ ІІІ**

*23-24 листопада 2021*

*м. Дніпро*

**УДК 54(06)**

**X 46**

*Друкується за рішенням Вченої Ради ДВНЗ УДХТУ*

*(протокол № 10 від 28.10.2021р.)*

**ISBN 978-617-7478-62-0**

X Ювілейна Міжнародна науково-практична інтернет-конференція здобувачів вищої освіти та молодих учених «Хімія та сучасні технології» / тези доповідей, 23-24 листопада. – У 6-и томах. – Т. III. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ. – 2021. – 194 с.

Режим доступу: <https://udhtu.edu.ua/studentskinaukovizahodu>

В збірнику надані тези доповідей X Ювілейної Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «Хімія та сучасні технології», присвяченої вирішенню сучасних та актуальних питань хімічної технології кераміки, скла і будівельних матеріалів, харчових добавок і косметичних засобів, а також біотехнології, біології, захисту рослин.

Збірник розрахований для використання робітниками хімічної, харчової, косметичної промисловості, фахівцями у галузі біотехнології, біології, захисту рослин та науковими співробітниками, аспірантами, та студентами відповідних галузей знань ( спеціальностей)

**УДК 54(06)**

**ISBN 978-617-7478-62-0**

© ДВНЗ УДХТУ

## ЗМІСТ

### ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ КЕРАМІКИ, СКЛА І БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

#### CHEMICAL TECHNOLOGY OF CERAMICS, GLASS AND BUILDING MATERIALS

|   |    |
|---|----|
| КОРИГУВАННЯ РЕОЛОГІЇ НЕ ПЛАСТИЧНИХ ШЛІКЕРІВ ДВОХФАЗНОЇ РАДІОПРОЗОРОЇ КЕРАМІКИ<br><i>Білогубкіна К.В.</i> .....  | 11 |
| СКЛОУТВОРЕННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ СТЕКОЛ $BaO-Al_2O_3-B_2O_3-SiO_2$ СИСТЕМИ<br><i>Гордєєв Ю.С., Карасик О.В.</i> .....   | 13 |
| СТРОНЦІЙ-АНОРТИТОВА КЕРАМІКА, МОДИФІКОВАНА СКЛОМ СПОДУМЕНОВОГО СКЛАДУ<br><i>Калішенко Ю.Р., Амеліна О.А., Зайчук О.В.</i> .....   | 17 |
| ОТРИМАННЯ ЗМІЦНЕНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ КЕРАМОГРАНІТНИХ ПЛИТ ВЕЛИКОГО ФОРМАТУ<br><i>Картишев С.В., Іголкін В.М., Гарварт А.В., Федоренко О.Ю.</i> .....   | 19 |
| ОТРИМАННЯ БЕЗПІОМБАТНИХ СКЛОЕМАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ ЖОВТО-ЧЕРВОНОЇ ГАМИ<br><i>Масюкова А.С., Рижова О.П.</i> .....   | 23 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВОГО СКЛАДУ НЕАВТОКЛАВНИХ І АВТОКЛАВНИХ ГАЗОБЕТОНІВ, ЯКІ МІСТЯТЬ МЕТАЛІЧНИЙ КРЕМНІЙ В ЯКОСТІ ГАЗОУТВОРЮВАЧА<br><i>Мусіна А.О., Сігунов О.О., Гура А.О., Салей Ан.А.</i> ..... | 26 |
| ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ АНГОБНИХ ТА ГЛАЗУРНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОЇ КЕРАМІКИ<br><i>Околовська Н.Р., Хоменко О.С.</i> .....   | 28 |
| ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ БАВОВНИ<br><i>Онисик К.С., Кіндзера Д.П., Атаманюк В.М.</i> .....  | 30 |
| РОЗРОБКА ЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ВОГНЕТРИВКИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ<br><i>Ткаченко М.О., Христич О.В.</i> .....   | 33 |

ВИБІР СКЛОЗВ'ЯЗКИ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ТЕРМОСТІЙКОЇ  
КЕРАМІКИ В СИСТЕМІ  $\text{SrO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$   
*Філоненко Данило В., Калішенко Ю.Р., Амеліна О.А., Зайчук О.В.*..... 35

ОСОБЛИВОСТІ СИНТЕЗУ СКЛОЗВ'ЯЗУЮЧИХ ПОЛІОКСИДНОГО  
СКЛАДУ ЯК АКТИВАТОРІВ СПІКАННЯ КЕРАМІЧНИХ  
МАТЕРІАЛІВ  
*Філоненко Дарина В., Хоменко О.С.*..... 37

## **ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК І КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ**

### **CHEMICAL TECHNOLOGY OF FOOD ADDITIVES AND COSMETICS**

RESEARCH OF THE PROPERTIES OF NANOGELS WITH PLANTS  
EXTRACT FOR APPLICATION IN COSMECEUTICALS  
*Holubovska Ya.I., Kurka M.S., Suberliak S.A., Petrina R.O.*..... 41

PROPERTIES AND APPLICATION OF THE BIOLOGICALLY  
ACTIVE SUBSTANCE – MATCHA TEA EXTRACT  
*Ranchenko A.S.*..... 44

СИНТЕЗ АЛЮМОФОСФАТУ НАТРІЮ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ  
В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ  
*Аксютіна К.І., Дубенко А.В.*..... 46

СИНТЕЗ Zn-Al ПОДВІЙНО-ШАРОВИХ ГІДРОКСИДІВ  
ІНТЕРКАЛЬНОВАНИХ ГІПОХЛОРИТОМ НАТРІЮ, ЯК  
ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЧОВИН ПРОЛОНГОВАНОЇ ДІЇ  
*Борисенко А.Ю., Шевчук Є.О., Тимофєєва С.І., Коваленко В.Л., Коток В.А.*.... 50

РОЗРОБКАБІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК НА ОСНОВІ  
В-КАРОТИНУ  
*Валявська Є.В, Вашкевич О.Ю.*..... 52

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ КРЕМ-ПІЛНГУ ДЛЯ  
ОБЛИЧЧЯ З ЕКСТРАКТОМ ІНЖИРУ ТА ГУАРОВОЮ КАМІДДЮ  
*Ворушило К.П., Бойчук Т.М.*..... 54

ОДЕРЖАННЯ ОРТОФОСФАТІВ АМОНІЮ НА ОСНОВІ  
ДООЧИЩЕНОЇ ФОСФОРНОЇ КИСЛОТИ  
*Гросу О.К., Василенко К.В., Ніколенко М.В.*..... 56

ХАРЧОВІ ДОБАВКИ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНИХ  
НАТИВНИХ КРОХМАЛІВ  
*Гунченко В. О., Должиков С. С., Авдієнко Т. М.*..... 60

|  |    |
|--|----|
| ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ НА ВОДОСТІЙКІСТЬ РІДКОЇ ТУШІ ДЛЯ ВІЙ<br><i>Гусаревич Л. В., Лабяк О. В.</i> .....                             | 62 |
| ОДЕРЖАННЯ КОСМЕТИЧНИХ СКРАБІВ З АБРАЗИВАМИ НАТУРАЛЬНОГО ПОХОДЖЕННЯ<br><i>Драпак О.С., Лабяк О.В.</i> .....   | 64 |
| ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДУ РЕЦЕПТУРИ БАЛЬЗАМУ ДЛЯ ПОШКОДЖЕНОГО ВОЛОССЯ<br><i>Дудник Е. В., Манзюк М. В., Авдієнко Т. М.</i> .....                            | 67 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДОВИХ КОМПОНЕНТІВ НА СТІЙКІСТЬ ПАРФУМОВАНИХ ВИРОБІВ<br><i>Зозульська Є.С., Мироняк М.О., Ніколенко М.В., Лабяк О.В.</i> ..... | 69 |
| РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ (ОТРИМАННЯ) ТВЕРДОГО ШАМПУНІЮ З ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ<br><i>Ищенко М.С.</i> .....                                     | 72 |
| ОДЕРЖАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОФОСФАТІВ НАТРІЮ<br><i>Кінаш М.С., Василенко К.В., Ніколенко М.В.</i> .....   | 74 |
| ОДЕРЖАННЯ ЦУКРОГЛІЦЕРИДІВ (Е 474)<br><i>Коробка Ю.В., Ковальова С.О.</i> .....   | 80 |
| ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КАРОТИНОВМІСНИХ ОЛІЙ В КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБАХ<br><i>Мінаєва М.Р., Вашкевич О.Ю.</i> .....                                      | 84 |
| МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСТРАКТУ ЛИСТЯ МОМОРДИКИ ХАРАНТІЯ<br><i>Ніколаєнко Б.М.</i> .....  | 86 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ЛОСЬЙОНУ ДЛЯ ОБЛИЧЧЯ З ЕКСТРАКТОМ МОМОРДИКИ ХАРАНТІЯ<br><i>Ніколаєнко Б.М., Бойчук Т.М.</i> .....                  | 89 |
| СИНТЕЗ ХАРЧОВИХ ОРТОФОСФАТІВ КАЛЬЦІЮ МЕТОДОМ ХІМІЧНОГО ОСАДЖЕННЯ<br><i>Подорожко В.Г., Пунько І.С., Василенко К.В., Ніколенко М.В.</i> .....         | 91 |
| СУЧАСНІ СПОСОБИ ВИРОБНИЦТВА АРОМАТИЗАТОРІВ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ<br><i>Пузанова Г.А., Вашкевич О.Ю.</i> .....   | 94 |

|   |     |
|---|-----|
| СИНТЕЗ ФОСФАТІВ МАГНІЮ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В<br>ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ<br><i>Пунько І.С., Василенко К.В., Ніколенко М.В.</i> .....   | 96  |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙХВОЙНОЇ<br>ХЛОРОФІЛ-КАРОТИНОВОЇ ПАСТИ ТА ВИКОРИСТАННЯ<br>ЇЇ У СКЛАДІ ОПОЛІСКУВАЧА ДЛЯ РОТОВОЇ ПОРОЖНИНИ<br><i>Сипко М.А., Бойчук Т.М.</i> ..... | 98  |
| СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ РЕЦЕПТУРИ<br>ГУБНОЇ ПОМАДИ<br><i>Сорокіна А.С., Вашкевич О.Ю.</i> .....   | 100 |
| ЕМУЛЬГУЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ<br>Е414 – ГУМІАРАБІКУ У КОСМЕТИЧНИХ ЕМУЛЬСІЯХ<br><i>Теребіло О.А., Подобій О.В.</i> .....                                       | 102 |
| ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ ФУЛЬВОВИХ КИСЛОТ<br>В РЕЦЕПТУРІКРЕМУ ДЛЯ ОБЛИЧЧЯ<br><i>Фецич М.</i> .....  | 105 |
| РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ЗВОЛОЖУЮЧОГО КРЕМУ ДЛЯ ОБЛИЧЧЯ<br><i>Харченко Д.О., Авдієнко Т.М.</i> .....  | 107 |
| ФЕРУЛОВА КИСЛОТА В КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБАХ<br><i>Хоменко О.П., Фесич І.В.</i> .....   | 109 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОЗИЦІ ПАР НА<br>ПІНОУТВОРЮЮЧУ ЗДАТНІСТЬ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ<br><i>Ценова В. М., Лабяк О. В., Волнянська О.В.</i> .....                           | 111 |
| РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ТІНЕЙ ДЛЯ ПОВІК<br>НА ОСНОВІ НЕОРГАНІЧНИХ ПІГМЕНТІВ<br><i>Щукіна А.І., Вашкевич О.Ю.</i> .....   | 114 |

## **БІОТЕХНОЛОГІЯ. БІОЛОГІЯ. ЗАХИСТ І КАРАНТИН РОСЛИН**

### **BIOTECHNOLOGY. BIOLOGY. PLANT PROTECTION AND QUARANTINE**

|   |     |
|---|-----|
| BIOSAFETY OF MICROORGANISMS OF THE GENUS <i>BACILLUS</i><br><i>CIRCULANS</i> AS PRODUCERS OF BIOLOGICALLY ACTIVE<br>PREPARATIONS<br><i>Lukianenko D. R.</i> ..... | 119 |
| APPLICATION OF USED COFFEE GROUNDS IN BIOTECHNOLOGY<br>AND ENERGY INDUSTRY<br><i>Kaplia K. O., Fedorova O. V.</i> .....   | 121 |

|  |     |
|--|-----|
| FISH-BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ROOFOR BREEDING STOCK OF RAINBOW TROUT<br><i>Sameev M. A., Mirzobahadurova Sh. R.</i> .....   | 124 |
| ЕФЕКТИВНІСТЬ ГУМАТІВ, МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ І БІОСУРФАКТАНТІВ В ОЧИЩЕННІ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛИВОМ<br><i>Баня А. Р., Семенюк І. В., Карпенко О. В.</i> .....             | 131 |
| ПОРІВНЯННЯ МІЦЕЛІАЛЬНИХ ГРИБІВ В ЯКОСТІ ПРОДУЦЕНТІВ ЛІПІДІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА<br><i>Бугакова О. С.</i> .....   | 134 |
| ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА У НАДКРИТИЧНИХ УМОВАХ<br><i>Бугакова О.С.</i> .....  | 136 |
| ОТРИМАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ РОДЕНТИЦИДУ НА ОСНОВІ БАКТЕРІЙ <i>SALMONELLA ENTERITIDIS VAR ISSATSCHENKO</i><br><i>Власенко Д. В.</i> .....                                   | 138 |
| ВПЛИВ ІНАКТИВОВАНОЇ ВАКЦИНИ ПРОТИ ХВОРОБИ НЬЮКАСЛА НА КОНТАМІНАЦІЮ КУРЯЧИХ ЯЄЦЬ<br><i>Гриб І. О., Любецький О. В.</i> .....  | 142 |
| ПРИРОДА ВПЛИВУ ПОХІДНИХ 2,3-ДЕГІДРОАСПАРАГІНОВОЇ КИСЛОТИ НА РОЗВИТОК КУКУРУДЗИ<br><i>Гуска Ю. О., Чертихіна Ю. А., Немченко І. В., Просяник О. В.</i> .....                          | 144 |
| ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА РІСТ БІОМАСИ <i>CARLINA ASCAULIS</i> В УМОВАХ <i>IN VITRO</i><br><i>Гуцько К. І., Петріна Р. О.</i> .....  | 148 |
| ПРОБІОТИКИ ЯК РЕГУЛЯТОРИ МЕТАБОЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ<br><i>Державцева Ю. І.</i> .....  | 152 |
| ТРАДИЦІЙНІ ЦІЛЬНОПАТОГЕННІ ВАКЦИНИ ПРОТИ COVID-19<br><i>Державцева Ю. І.</i> .....   | 155 |
| ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ БІОСИНТЕЗУ АМІЛОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ ШТАМОМ <i>STREPTOMYCES RECIFENSIS VAR. LYTICUS 2P-15</i><br><i>Івченко Є. М., Кілочок Т. П.</i> ..... | 158 |

|   |     |
|---|-----|
| КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗА БІОТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ<br>ЙОГУРТУ КЛАСИЧНОГО РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ<br><i>Кремень А. І., Бабченко А. В.</i> .....  | 163 |
| ТЕРАПЕВТИЧНІ ПРЕПАРАТИ НА ОСНОВІ РЕКОМБІНАНТНИХ<br>БІЛКІВ – ІНТЕРФЕРОНИ<br><i>Макогін О. О.</i> .....   | 167 |
| ЗАСТОСУВАННЯ СИНТЕТИЧНИХ ПОХІДНИХ ПІРИМІДИНУ ЯК<br>НОВИХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ<br>РОСЛИН ГОРОХУ<br><i>Мінаєва І. В., Циганкова В. А.</i> .....   | 170 |
| ВПЛИВ ГРИБНОЇ ДОБАВКИ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА<br>ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ОПАРИ ТА ВИГОТОВЛЕНИХ<br>НА ЇЇ ОСНОВІ ДРІБНОШТУЧНИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ<br><i>Погорськова Д. П., Власенко К. М., Кузнецова О. В.</i> ..... | 173 |
| БІОТЕХНОЛОГІЯ КУЛЬТИВУВАННЯ БАКТЕРІОФАГІВ<br><i>Сайко Д. Ю., Тітова Л. О.</i> .....   | 176 |
| ВИРОБНИЦТВО БАКТЕРІАЛЬНОЇ ЗАКВАСКИ<br>«ПРОВІТ – ЙОГУРТ З АЦИДОФІЛЬНОЮ ПАЛИЧКОЮ»<br><i>Скобелева С. Р.</i> .....   | 179 |
| КУЛЬТИВУВАННЯ ЛІКУВАЛЬНОГО ГРИБА <i>GRIFOLA FRONDOSA</i><br>НА РІДКИХ СИНТЕТИЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ<br><i>Сорока М. М., Савчук І. В., Ліновицька В. М.</i> .....  | 183 |
| ВПЛИВ рН НА УТВОРЕННЯ ЗГУСТКУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ<br>РОЗСІЛЬНИХ СИРІВ<br><i>Тимчий К. І., Бойко А. С.</i> .....   | 185 |
| ВИБІР СПОСОБУ ІНАКТИВАЦІЇ ВІРУСУ НЬЮКАСЛСЬКОЇ<br>ХВОРОБИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ІНАКТИВОВАНИХ ВАКЦИН<br><i>Уракова М. О.</i> .....   | 187 |
| УТИЛІЗАЦІЯ ТА ЗНИЩЕННЯ ПРЕКУРСОРІВ НА<br>ФАРМАЦЕВТИЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ<br><i>Шебеда Д. С., Лемішко Ю. К., Дзигун Л. П.</i> .....  | 189 |
| БІФІДОБАКТЕРІЇ ЯК ОСНОВНІ ПРОБІОТИЧНІ БАКТЕРІЇ<br><i>Шевченко Д. А.</i> .....   | 192 |



**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ КЕРАМІКИ,  
СКЛА І БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**CHEMICAL TECHNOLOGY OF CERAMICS,  
GLASS AND BUILDING MATERIALS**



## КОРИГУВАННЯ РЕОЛОГІЇ НЕ ПЛАСТИЧНИХ ШЛІКЕРІВ ДВОХФАЗНОЇ РАДІОПРОЗОРОЇ КЕРАМІКИ

Білогубкіна К.В.

e-mail: kari.rindel@gmail.com

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»  
Україна, Харків

Для отримання непластичних (без глинистих) шлікерів зі стабільною реологією важливо забезпечити виконання наступних факторів: відсутність сторонніх іонів в суспензії (попередня термічна обробка, спосіб і ступінь подрібнення); наявність або відсутність вакуумування шлікеру і тривалість його зберігання; оптимальний вибір розріджуючих добавок для регулювання рН ; вибір адгезійних добавок, що зміцнюватимуть відливку.

Аналіз рекомендаційної літератури [1,2] показав, що для подальших досліджень з метою отримання стабільних реологічних властивостей шлікеру віллеміт-цельзіанового складу доцільним є використання препарату Dolarix PC 67 (натрієва сіль полікарбонатової кислоти), що дасть можливість отримати шлікер з високою концентрацією твердої частки. Рекомендована кількість добавки коливається в межах 0,1 - 0,5% від вмісту твердих речовин у шлікері. Для покращення адгезійних властивостей шлікеру обрано чотири добавки: Vermocoll EBS 451, Natrovis E 30000 PR та ПВС 1788.

За базу при дослідженні технологічних параметрів було взято суспензію, що містила 70 мас. % тонкодисперсної твердої фази (віллеміт-цельзіанового складу). До суспензій додавали розраховану та віддозовану кількість добавок, розріджених у воді. Відповідно загальна вологість суспензії становила 30 %. Межі варіювання розріджуючих та адгезуючих добавок у надано в табл. 1.

Таблиця 1 – Вміст компонентів шлікеру з вологістю 30%

| Сировинні матеріали                           | Вміст компонентів, мас. % |                |                |                |                |                |                |                |
|---|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   | P <sub>1</sub>            | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | P <sub>4</sub> | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> | D <sub>4</sub> |
| ПВС 1788                                      | 0,35                      | 0,58           | 0,82           | 1,05           | –              | –              | –              | –              |
| Dolarix 3C 67                                 | –                         | –              | –              | –              | 0,2            | 0,3            | 0,4            | 0,5            |
| * Серія P – шлікери з добавкою ПВС 1788       |                           |                |                |                |                |                |                |                |
| ** Серія D – шлікери з добавкою Dolarix PC 67 |                           |                |                |                |                |                |                |                |

Після введення в межах дослідних концентрацій ПВС 1788 спостерігається підвищення міцності на вигин відливок у висушеному стані.

Найбільшою міцністю характеризуються зразки P<sub>4</sub> та P<sub>3</sub>(7,22МПа та 6,12МПа відповідно), що містять понад 0,8 мас. % ПВС. Даний технологічний фактор дасть можливість розширити можливості транспортування відливок та їх механічної обробки. на ряду з позитивним впливом спостерігається

погіршення текучості шлікеру: термін витікання шлікеру збільшується вдвічі.

При використанні розріджуючої добавки Dolarix PC 67 в межах дослідних концентрацій спостерігається поліпшення текучості шлікерів: у порівнянні зі шлікером без добавки ( $D_0$ ) термін витікання  $25 \text{ см}^3$  шлікеру  $D_1$  з піпетки з отвором 4 мм зменшилися на 10 с. Тим не менш використання цієї добавки лише трохи збільшує міцність сухої відливки (з 1,76 МПа до 2,53 МПа). Тому, введення добавки її більше за 0,3 мас. % (понад 100 % на суху речовину) не є доцільним.

Визначення складу оптимальної комплексної добавки здійснювали за використанням ПФЕ  $2^2$ . Як фактори варіювання досліджували вміст ПВС 1788 та Dolarix PC 67 при сталому значенні вологості шлікерів (30 %).

Було приготовлено п'ять дослідних мас, з варіюванням концентрацій адгезуючої та розріджуючої добавок. В результаті об'єднання діаграм отримано область з допустимим складом комплексної добавки (рис. 1), які задовольняють основним вимогам властивостям шлікеру.

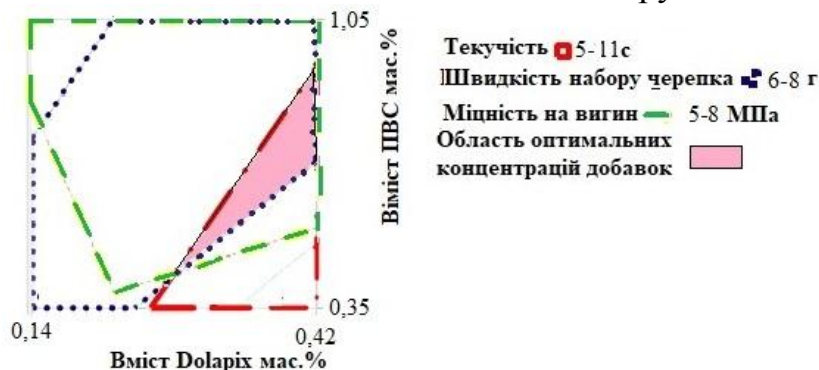


Рисунок 1 – Вплив добавок Dolarix PC 67 на ПВС 1788 на властивості шлікеру

Отже, враховуючи отримані дані, доцільним є комбінування розріджуючої та адгезуючої добавок, що дозволить оптимізувати властивості шлікеру для відливання вілеміт-цельзіанової кераміки. Визначено склад комплексної добавки (Dolarix PC 67 – 0,38 мас. % + ПВС 1788 – 0,7 мас. % (понад 100 на суху речовину), яка забезпечує отримання шлікеру високої текучості (швидкість витікання  $25 \text{ см}^3$  шлікеру з отвору піпетки 4 мм до 11 с) із задовільною швидкістю набору маси (6–8 г/хв), здатного підвищити міцність сухої відливки до 5-8 МПа.

#### *Список використаної літератури*

1. Дятлова Е.М. Химическая технология керамики и огнеупоров / Е.М.Дятлова, Ю.А. Климош. – Минск.: БГТУ, 2014. – 210-213С.
2. Особливості синтезу радіопрозорі кераміки із заданими радіофізичними властивостями / Г.В. Лісачук, Р.В. Кривобок, О.Ю. Федоренко [и др.] // Збірник наукових праць ПАТ «УКРНДІВогнетривів ім. А.С. Бережного», 2014. – № 114. – С. 133–144.

## СКЛОУТВОРЕННЯ ТА ВЛАСТИВОСТІ СТЕКОЛ $\text{BaO-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ СИСТЕМИ

Гордєєв Ю.С., Карасик О.В.

e-mail: yuriihordieiev@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Однією з актуальних і затребуваних практикою проблем сучасного матеріалознавства, є розробка наукових і технологічних основ створення нових перспективних склокерамічних і склоподібних матеріалів з комплексом заданих властивостей на основі безлужних боросилікатних систем. Ці стекла широко використовуються в приладо- та ракетобудуванні в якості електроізоляційних та жаростійких покриттів, в енергетиці для герметизації твердооксидних паливних елементів, а також у виробництві термостійких склокристалічних матеріалів [1,2].

Безлужні боросилікатні системи типу  $\text{RO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  у виробництві скла не використовуються, бо мають широкі області розшарування. У помірних концентраціях  $\text{Al}_2\text{O}_3$  протидіє кристалізації цих стекел знижуючи температуру ліквідусу системи та швидкість росту кристалів. Однак кількість введеного  $\text{Al}_2\text{O}_3$  має обмежуватися певними рамками [3]. Наприклад, при збільшенні вмісту  $\text{Al}_2\text{O}_3$  від 0 до 10 мол.% в стеклах системи  $\text{SrO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  область стійких до кристалізації при виробленні стекел зсувається в бік більш високих концентрацій  $\text{SrO}$ , що створює можливість одержання в зазначених системах стекел з високими значенням температурного коефіцієнта лінійного розширення [1,4].

З огляду на вище сказане, перспективними для вирішення зазначених технологічних задач можуть бути стекла в оксидній системі  $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-xAl}_2\text{O}_3$  (де  $x = 0; 10$  мол.%). Проте відомості про умови склоутворення та властивості вказаних стекел, які необхідні для обґрунтування технології їх одержання та вибору оптимального складу, в технічній літературі є обмеженими і не достатніми.

У зв'язку з цим мета роботи – встановлення умов склоутворення та взаємозв'язку властивостей оксидних стекел з їх хімічним складом, який обмежений наступним вмістом компонентів (мол.%):  $\text{BaO}$  30–70,  $\text{B}_2\text{O}_3$  10–50,  $\text{SiO}_2$  20–60,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0–10.

Синтез стекел та дослідження умов склоутворення проводили в перерізах системи  $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  та  $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-10Al}_2\text{O}_3$  з наступним вмістом базових компонентів (мол.%):  $\text{BaO}$  30–70,  $\text{B}_2\text{O}_3$  10–50,  $\text{SiO}_2$  20–60. Внаслідок вивчення варильних властивостей дослідних стекел на діаграму системи  $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-xAl}_2\text{O}_3$  (рис. 1) нанесені межі склоутворення при температурі  $1350^\circ\text{C}$ , а також області візуально прозорих та закристалізованих стекел.

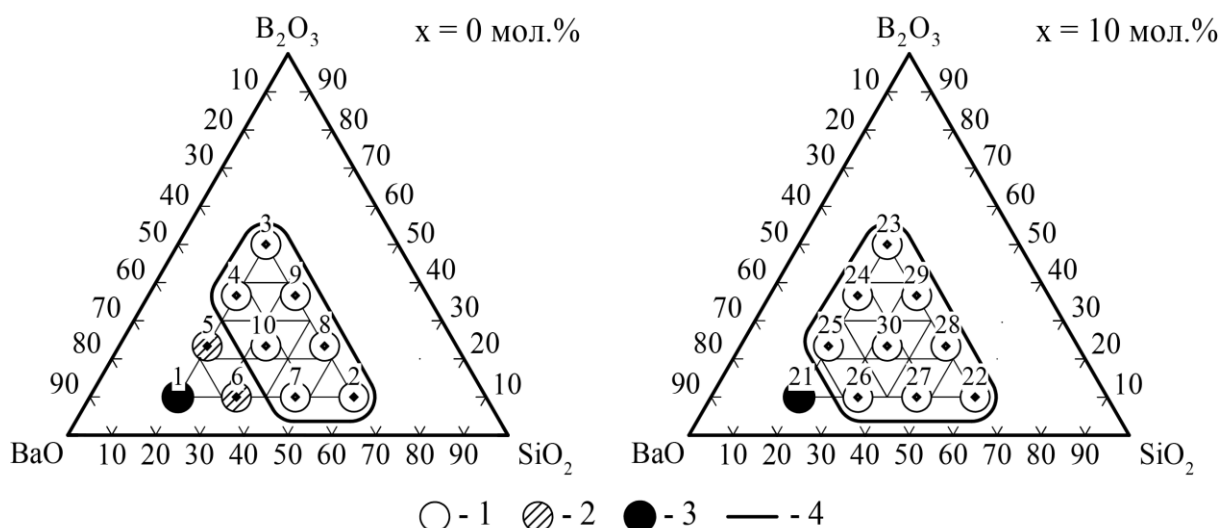


Рис. 1. Хімічні склади дослідних стекол та склоутворення в системі  $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-xAl}_2\text{O}_3$  [2]

1 – прозоре скло; 2 – кристалізація; 3 – спек; 4 – межа склоутворення

Порівнюючи області склоутворення в перерізах дослідної системи можна зробити висновок, що добавка  $\text{Al}_2\text{O}_3$  розширює область візуально прозорих і стійких до кристалізації при виробленні стекол в напрямку збільшення в їх складі вмісту  $\text{BaO}$  до 60 мол.%.

Експериментальні дані впливу хімічного складу на температуру склування ( $t_g$ , °C), температурний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР,  $\alpha \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ ) та щільність ( $d$ ,  $\text{г/см}^3$ ) стекол  $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-xAl}_2\text{O}_3$  системи наведені на рис. 2 – 4.

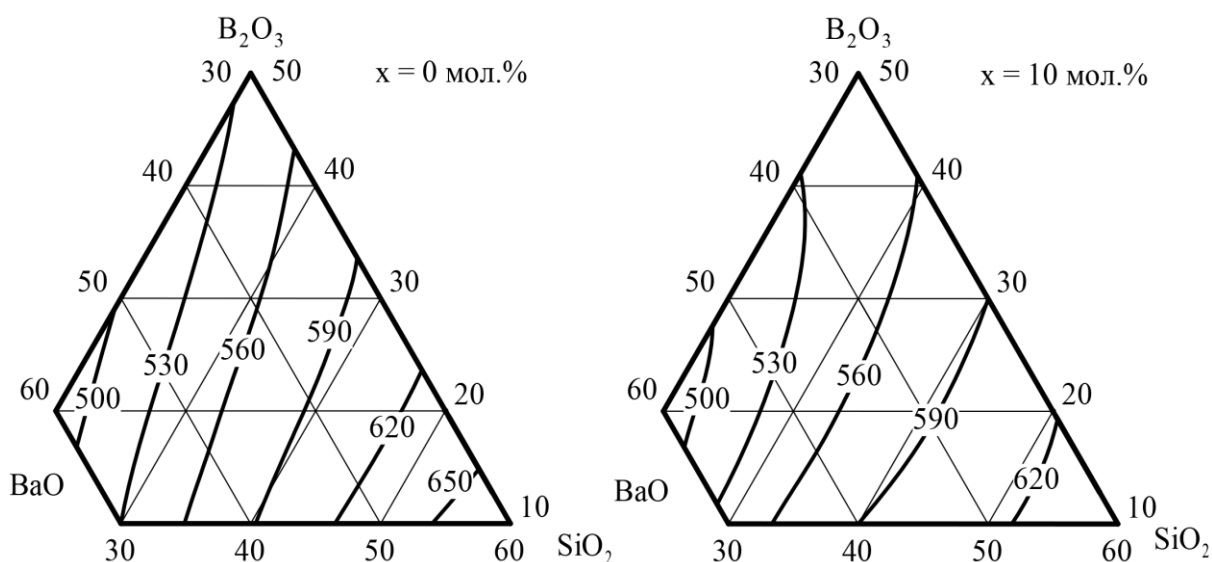


Рис. 2. Зміна температури склування скла  $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-xAl}_2\text{O}_3$  системи в залежності від вмісту базових компонентів

Як видно з рис. 2, ізолінії температури склування стекел  $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-}x\text{Al}_2\text{O}_3$  системи з 0 та 10 мол.%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  розташовуються ідентично у всіх перерізах і спрямовані паралельно концентраційному вмісту  $\text{SiO}_2$ . Абсолютні значення температури склування дослідних стекел змінюються в межах  $500\text{--}650^\circ\text{C}$  і зростає зі збільшенням в склі концентрації  $\text{SiO}_2$ .

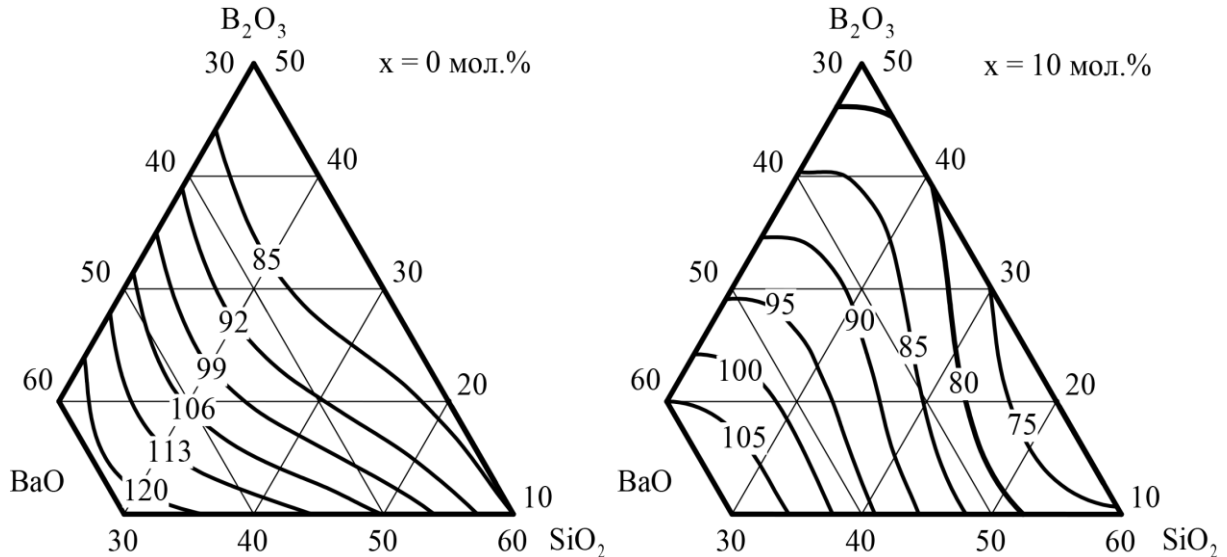


Рис. 3. Зміна ТКЛР скла  $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-}x\text{Al}_2\text{O}_3$  системи в залежності від вмісту базових компонентів

Вплив хімічного складу більше позначається на зміну температурного коефіцієнту лінійного розширення і щільність скла дослідної системи. Ізолінії ТКЛР (рис. 3) та щільності (рис. 4) спрямовані майже паралельно концентраційному вмісту  $\text{BaO}$ , збільшення вмісту якого в склі сприяє збільшенню абсолютних значень ТКЛР та щільності скла.

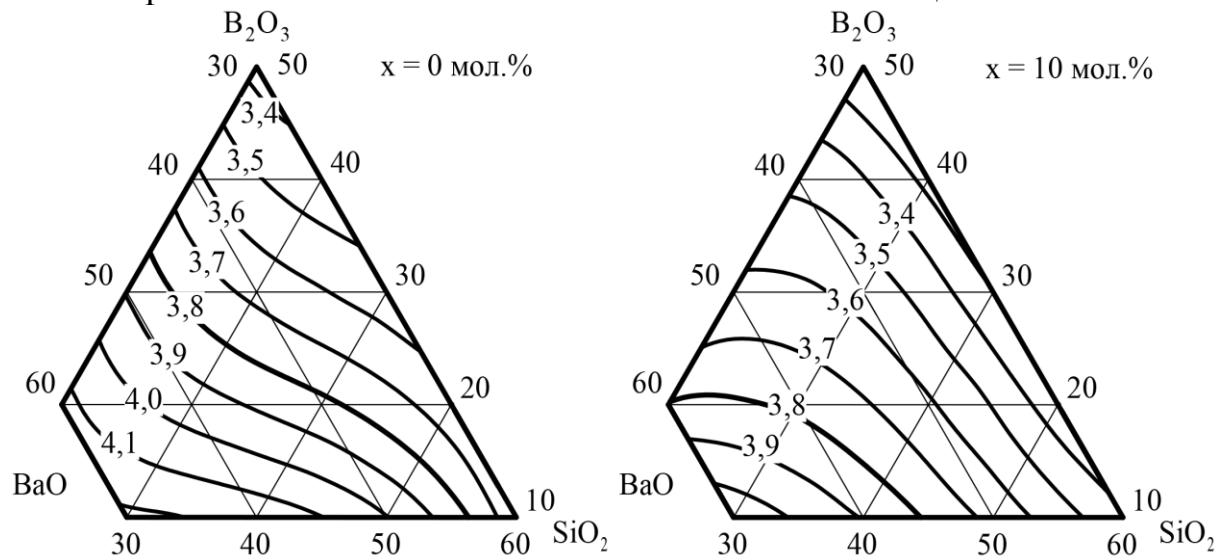


Рис. 4. Зміна щільності скла  $\text{BaO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-}x\text{Al}_2\text{O}_3$  системи в залежності від вмісту базових компонентів

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що в залежності від хімічного складу скла, його фізико-хімічні властивості змінюються в широких межах: температурний коефіцієнт лінійного розширення  $(71-122) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ ; температура склування  $500-650^\circ\text{C}$ ; щільність  $3,2-4,2 \text{ г/см}^3$ . Порівнюючи області склоутворення в перетинах системи  $\text{BaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-x\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $x=0; 10$  мол.%) можна зробити висновок, що добавка  $\text{Al}_2\text{O}_3$  розширює область візуально прозорих і стійких до кристалізації при виробленні стекол в напрямку збільшення в склі вмісту  $\text{BaO}$  до 60 мол.%, а також сприяє зменшенню ТКЛР,  $t_g$  та щільності скла.

*Список використаної літератури*

1. Hordieiev Yu.S., Amelina A.A. Glass formation and properties of glasses in the system  $\text{SrO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-x\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $x=0; 10$  mol.%) // *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. – 2021. – No. 5. – P.43-49.
2. Hordieiev Yu.S., Karasik E.V., Amelina A.A. Glass properties in the system  $\text{BaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-x\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $x = 0; 5; 10$  mol.%) // *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. – 2021. – No. 3. – P.80-86.
3. Аппен А. А. Химия стекла. – Л.: Химия, 1974. – 352 с.
4. Effect of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  content on  $\text{BaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  glass sealant for solid oxide fuel cell / Sun T., Xiao H., Guo W., Hong X. // *Ceram. Int.* – 2010. – Vol.36. – No. 2. – P.821-826.



## СТРОНЦІЙ-АНОРТИТОВА КЕРАМІКА, МОДИФІКОВАНА СКЛОМ СПОДУМЕНОВОГО СКЛАДУ

Калішенко Ю.Р., Амеліна О.А., Зайчук О.В.

e-mail: kalishenkoyuliya@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Керамічні матеріали-діелектрики з високими показниками термічної стійкості і механічної міцності широко використовуються для виготовлення жаростійких радіопрозорих елементів конструкцій, а також виробів для енергетики, які працюють в діапазоні високих частот [1].

З огляду на досягнення комплексу необхідних фізико-технічних показників перспективними є склокристалічні і склокерамічні матеріали, отримані на базі різних безлужних або малолужних алюмосилікатних систем, зокрема  $\text{SrO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  (SAS).

Тому метою досліджень була розробка складів щільноспеченої стронцій-анортитової кераміки з додаванням скла сподуменового складу, а також вивчення фізико-хімічних закономірностей формування її мікроструктури і фазового складу.

Для отримання стронцій-анортитової кераміки в якості сировинних компонентів використовували збагачений каолін марки zref-1 і стронцій вуглекислий. В якості опіснювача в складі дослідних композицій застосовували шамот, який отримували шляхом попереднього спікання каоліну марки zref-1.

Склад базового скла був обраний в оксидній системі  $\text{Li}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  (LABS) і відповідав стехіометричному сподумену. Його варіння проводили в електричній печі при температурі  $1350^\circ\text{C}$  протягом 1 год. LABS скло характеризується ТКЛР, який дорівнює  $60,7 \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$  [2].

З вихідних компонентів готували керамічні шлікери в фарфоровому кульовому млині методом спільного мокрого помелу до повного проходження через сито з розмір вічка 63 мкм. Після процесу старіння з шлікерів вологістю 28–30 % відливали зразки в гіпсові форми у вигляді циліндрів, квадратних і циліндричних штабиків. Після витягання відливок з форм їх піддавали сушінню до залишкової вологості 0,5–1,0 %. Випал зразків проводили в електричній печі в середовищі повітря згідно заданого температурно-часового режиму при максимальній температурі  $1200\text{--}1300^\circ\text{C}$ .

В результаті досліджень визначені закономірності зміни фізико-технічних показників стронцій-анортитової кераміки в залежності від вмісту скла сподуменового складу і температури випалу. Встановлено, що досягнення повного спікання дослідної кераміки відбувається при введенні скла в кількості 20–30 мас. % і випалі в температурному інтервалі  $1200\text{--}1300^\circ\text{C}$ . Така кераміка характеризується нульовими значеннями водопоглинання і відкритої пористості, а також високими значеннями уявної щільності ( $\rho = 2,40\text{--}2,50 \text{ г/см}^3$ ) і межі міцності на стискання ( $\sigma_{\text{ст}} = 237\text{--}246 \text{ МПа}$ ). Низькі значення ТКЛР  $(32,0\text{--}33,4) \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$  досягаються вже при додаванні вихідного скла в кількості 20 мас. %. Це на

25–30% нижче, ніж значення ТКЛР традиційних стронцій-анортитових склокристалічних матеріалів ( $45 \cdot 10^{-7}$  град<sup>-1</sup>), і забезпечує високу термічну стійкість дослідної кераміки (не нижче 850°C). Розроблена кераміка завдяки її складу і мікроструктурі характеризується високими значеннями діелектричних показників ( $\epsilon = 4,4\text{--}4,8$ ;  $\text{tg}\delta = 0,005\text{--}0,007$ ) у надвисокочастотному електромагнітному полі  $10^{10}$  Гц [3].

Крім того досліджено вплив технологічних параметрів виготовлення стронцій-анортитової кераміки на її мікроструктуру і фазовий склад у взаємозв'язку з фізико-технічними показниками. Визначено, що основну матрицю дослідної кераміки формує моноклінна модифікація стронцієвого анортиту. На підставі даних мікроскопічних досліджень показано, що підвищення температури синтезу до 1300 °C обумовлює формування Sr-анортитової фази більш досконалої структури і зростання розміру кристалів до 3–5 мкм. Зі збільшенням вмісту LABS скла відчутно збільшується вміст кристалічної фази  $\beta$ -сподумену, який є продуктом кристалізації такого скла. Ці кристали сферичної форми мають розмір 0,1–0,3 мкм і рівномірно розподілені в об'ємі, що дає змогу суттєво знизити ТКЛР стронцій-анортитової кераміки. Найбільш щільна й міцна мікроструктура кераміки має місце при вмісті LABS скла 30 мас. % і температурі випалу 1200°C. Така мікроструктура утворюється дрібними кристалами стронцієвого анортиту розміром 1–2 мкм, які щільно сполучені між собою за допомогою тонких прошарків залишкової склофази. В скловидній фазі рівномірно розподілені дрібні кристали  $\beta$ -сподумену. Під час випалу дослідної стронцій-анортитової кераміки склад склофази зазнає істотних змін. Зокрема, відбувається її збагачення тугоплавкими компонентами базової SAS системи, що обумовлює збільшення стійкості кераміки до високотемпературного нагрівання. Підтвердженням цьому є відсутність ознак деформації і дефектів структури на зразках дослідної кераміки з вмістом 20–30 мас.% LABS скла, випаленої повторно при 1400°C [3].

Розроблені склади стронцій-анортитової кераміки дозволяють отримувати вироби як простої, так і складної форми з використанням традиційних методів формування, які застосовуються в керамічній технології.

#### *Список використаної літератури*

1. Zanotto, E.D. A Bright future for glass-ceramics. [Text] / E.D. Zanotto // American ceramic society bulletin, – 2010. – Vol.89, №8. – P. 19–27.
2. Zaychuk, A. Low-temperature glass-ceramics based on spodumene. [Text] / A. Zaychuk, D. Tsvetan, A. Amelina, D. Vedmead // Proceedings of University of Ruse – 2017. – Vol. 56, – P. 47–50.
3. Zaichuk, O. Patterns in the synthesis processes, the microstructure and properties of strontium-anorthite ceramics modified by glass of spodumene composition [Text] / O. Zaichuk, A. Amelina, Y. Hordieiev, Y. Kalishenko, N. Sribniak, S. Halushka, D. Borodai, A. Borodai // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol.106. – № 6. – P.15–26.

**ОТРИМАННЯ ЗМІЦНЕНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ  
КЕРАМОГРАНІТНИХ ПЛИТ ВЕЛИКОГО ФОРМАТУ**

Картишев С.В., Іголкін В.М., Гарварт А.В., Федоренко О.Ю.

e-mail: fedorenko\_e@ukr.net

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»  
Україна, Харків*

Сьогодні переважна частка вітчизняного ринку великоформатного керамограніту представлена продукцією закордонних виробників. З кожним роком відомі світові бренди виготовляють плити більших розмірів для облицювання підлоги, стін, робочих поверхонь. Спостерігається стійка тенденція до збільшення формату керамогранітних плит (від 250×1500 мм, 600×600 мм і 900×900 мм для підлоги до 1200×3000 мм для стін і стільниць) [1]. У зв'язку з цим, дослідження, спрямовані на визначення шляхів підвищення міцності крупноформатного керамограніту, а також дослідження процесів спікання та фазоутворення в умовах швидкісного випалу набувають особливого значення.

Дослідження цієї проблематики [2] показало, що за механічними властивостями крупноформатний керамограніт поступається плиткам звичайного формату. Тому важливою задачею є підвищення фізико-механічних властивостей керамограніту, зокрема поліпшення таких його характеристик як міцність на згин і абразивна стійкість за умови несуттєвих змін існуючого технологічного процесу виробництва. При цьому секрет успішного виробництва у великій мірі полягає в утворенні такої мікроструктури керамограніту, яка здатна забезпечити високу міцність і еластичність ультратонких крупноформатних плит [3].

Для зміцнення ультратонких крупноформатних на макрорівні плит використовують армуючі склопластикові прошарки у вигляді сіток, які застосовують на тильній стороні плит або між двома плитами [4]. Такий тип армування є особливо важливим для вентильованих фасадів, коли навіть у випадку руйнування плити жоден фрагмент не повинен впасти. На мікрорівні міцність алюмокремнеземної кераміки розглядається як функція вмісту дисперсних кристалів муліту, що армують склофазу, а також стискаючих або розтягуючих напружень, викликаних різницею теплового розширення усіх фазових складових матеріалу [5].

Враховуючи вищевикладене, дослідження, спрямовані на пошук шляхів зміцнення ультра тонкого великоформатного керамограніту є актуальними.

Метою даної роботи є дослідження впливу армування щільноспеченої керамічної матриці неметалічними мікрОВОлокнами на

фізико-механічні властивості ультратонких крупноформатних керамогранітних плит.

Така задача вимагає досліджень впливу на механічну міцність плит якісних та кількісних характеристик волокон, зокрема їх виду, розмірів, кількості, а також ступеня взаємодії з керамічною матрицею. Основними вимогами до волокон, здатних армувати структуру крупноформатних керамогранітних плит є висока температура розм'якшення (понад 1220°C); мінімальна розчинність в скломатриці, мала щільність; підвищена міцність; технологічність, як здатність до подрібнення до заданих розмірів та рівномірного розподілу в об'ємі матриці); нетоксичність. З урахуванням цього перевагу між іншими неорганічними волокнами мають корундові та мулітокремнеземні, в першу чергу мікророзмірні волокна.

При розробці композиційних щільноспечених матеріалів, які як армуючий компонент містили мулітокремнеземні волокна (МКВ), виходили з припущення, що наповнювач залишається інертними та не впливає на фазові співвідношення, визначені складом керамічної матриці, розробку складу якої здійснювали на основі аналізу літературних даних [6] щодо раціонального та фазового складу керамограніту ряду виробників. Орієнтуючись на сировинну базу ПрАТ «ХПЗ», розроблено склад базової сировинної композиції для отримання зміцненого керамограніту, мас. %: польовошпатована суміш Майдан-Вільського родовища – 64,2; глина каолініто-гідрослюдиста Веско-Прима – 36,3. До складу маси вводили МКВ різної дисперсності, отримані після помелу в планетарному млині впродовж 1, 2 і 3 хв. Виготовлення зразків здійснювали за технологією, яка передбачала шлікерний спосіб приготування маси; отримання прес-порошку шляхом часткового зневоднення шлікеру (до вологості 6-7 %), напівсухе пресування, сушку до залишкової вологості не більше 0,5 %, випал зразків на виробничій лінії № 8 ПрАТ «ХПЗ» за швидкісним режимом: загальна тривалість 45 хв, 10-ти хвилинна витримка в зоні максимальної температури 1200°C.

Встановлено, що при збільшенні тривалості подрібнення МКВ в планетарному млині відбувається агломерація часток, тому як оптимальні визначені такі параметри помелу: тривалість 2 хв за швидкості 300 об/хв.

Дослідження зразків, що містили різну кількість МКВ, дозволили визначити вплив армуючого наповнювача на механічні властивості отриманих матеріалів (рис. 1). Встановлено, що збільшення кількості наповнювача понад 10 мас. % позитивно позначається на показниках міцності при згині, однак при цьому знижується абразивостійкість плит, що пов'язано із зниженням рівня спікання матеріалу.

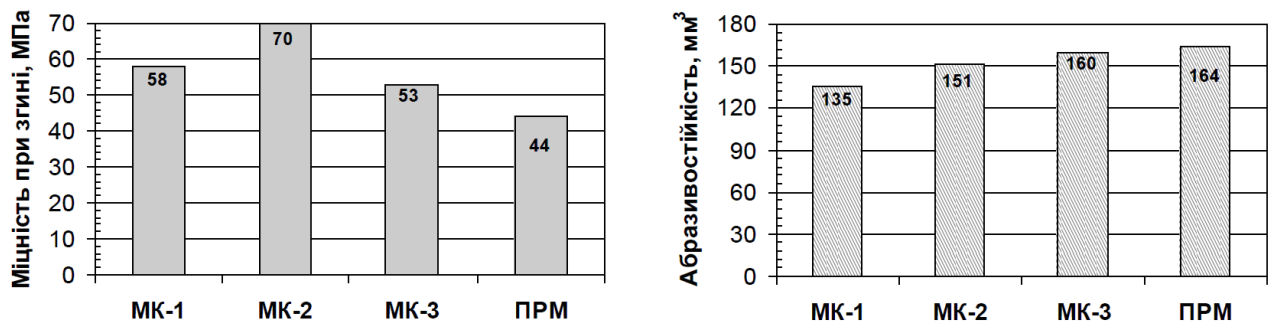


Рисунок 1 – Властивості зразків керамограніту, армованого мулітокремнеземним волокном: МК-1 (5 мас. % МКВ); МК-2 (10мас. %МКВ); МК-3 (15 мас. % МКВ); ПРМ – промисловий зразок без наповнювача

Наразі як оптимальний прийнятий 5 %-вий вміст волокнистого наповнювача, що забезпечує підвищення міцності ( $\sigma_{zg} = 58$  МПа) та поліпшення абразивостійкості ( $A = 135$  мм<sup>2</sup>) композитного керамограніту у порівнянні з зразком, який не містить мулітокремнеземних волокон. Встановлено, що при цьому показники міцності збільшуються на ~25 %, а кількість видаленого абразивом матеріалу з плитки зменшується на ~18 %. Це можна пояснити тим, що разом з МКВ до складу керамічної матриці потрапляють тонкодисперсні частки муліту, які виконують роль прекурсорів та активізують утворення мулітової фази, змінюючи задане фазове співвідношення в бік збільшення вмісту муліту та зменшення кількості склофази.

Рентгенофазові дослідження розроблених матеріалів показали, що отримані зразки композитного керамограніту відрізняються компактною мікроструктурою з обмеженою кількістю пор (переважно неправильної форми з максимальним розміром ~ 50 мкм), великим вмістом склофази (60–70%), асоційованої із залишковими фазами кварцу та реліктів польових шпатів, а також невеликою кількістю новоутвореного муліту. Частки наповнювача спостерігаються як окремі мулітокремнеземні волоконця розміром до 60 мкм, так і у вигляді їх скупчень, що на наш погляд, зменшує їх ефективність для дисперсного зміцнення керамограніту.

Подальші дослідження будуть спрямовані на опрацювання технологічних параметрів для забезпечення рівномірного розподілу армуючого волокнистого наповнювача в керамічній матриці.

*Список використаної літератури*

1. Interior trends: why extra large tiles are a big trend. – доступ до файла: <https://www.italianbark.com/interior-trends-extra-large-format-tiles-trend-ceramics/>

2. Processing and properties of large-sized ceramic slabs / [M. Raimondo, M. Dondi, C. Zanelli and oth.] // Boletín de la Sociedad Española de Cerámica. – 2010. – V. 49. № 4. – 289-296.

3. Delayed curvatures in porcelain tiles – Analysis and measurements of influencing factors / [V. Cantavella, J. Garcia-Ten, E. Sanchez and oth.] // CFI-Ceramic Forum International. – 2008. – № 85. – P.50-58.

4. Tasdemirici A. Development of novel multilayer materials for impact applications. A combined numerical and experimental approach / A. Tasdemirici, W. Hall // Materials and design. – 2009. – № 5. – P.1533-1541

5. Influence of composition on mechanical behaviour of porcelain tile. Part II: Mechanical properties and microscopic residual stress. / [Jr. A. De Noni, D. Hotza, V. Cantavella, E. Sánchez] // Material Science and Engineering. A: Structural Materials: Properties, Microstructure and Processing. – 2010. – Vol. 527. – № 7–8. – P. 1736–1743.

6. Influence of strengthening components on industrial mixture of porcelain stoneware tiles / [C. Zanelli, M. Dondi, G. Guarini and oth.] // Key Engineering Materials. – 2004. – P. 264-268.

## ОТРИМАННЯ БЕЗПЛЮМБАТНИХ СКЛОЕМАЛЕВИХ ПОКРИТТІВ ЖОВТО-ЧЕРВОНОЇ ГАМИ

Масюкова А.С., Рижова О.П.

e-mail: nastamasukova8@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Емалі художнього та ювелірного призначення можна умовно поділити за хімічним складом на два типи: які містять сполуки Плюмбуму і в яких вони відсутні. Основні склади емалей з Плюмбумом значно не відрізняються і знаходяться в межах системи  $R_2O-PbO-B_2O_3-SiO_2$ . Максимальна кількість токсичного PbO складає близько 66 мас. %. Вплив сполук Плюмбуму на основні властивості кольорових стекел було досліджено багатьма авторами [див., напр.: 1–3]. Виявлено позитивний вплив цього компонента на розтічність та оптичні характеристики покриттів. Однак треба враховувати і негативні наслідки використання цього типу емалей. Це – забруднення навколишнього середовища, висока вартість і дефіцитність основних компонентів, а також відхилення за деякими фізико-хімічними параметрами, наприклад, покриття характеризуються низькою хімічною стійкістю [4; 5].

Тому актуальним є питання проведення досліджень з отримання склоемалей, які не містять сполук Плюмбуму. Найбільш популярними кольорами при виготовленні художньо-декоративних виробів є кольори жовто-червоної гами. При цьому використовуються стекла із підвищеним вмістом ZnO у разі забарвлення їх кадмій сульфоселенідами. Висока стабільність ZnS і ZnSe дозволяє Цинку утримувати в склі під час варіння іони Сульфуру (2+) і Селену(2+) [6].

Мета роботи – розробити безплюмбатні склоемалеві покриття для міді жовто-червоної колірної гами з використанням принципу утворення кольорових твердих розчинів на основі кадмію сульфуру та кадмію селену під час варіння емалей.

Для досліджень використовували склооснову 33-10Ч, що була розроблена на кафедрі ХТКС (табл. 1).

Таблиця 1 – Хімічний склад склооснови для забарвлення кадмій сульфоселенідами (мас.%) та її властивості

| № скла | $SiO_2 + B_2O_3 + Na_2O$ | $Al_2O_3$ | $K_2O$ | ZnO  | BaO | $TiO_2$ | $\alpha_{(20-400)} \cdot 10^7$ , град <sup>-1</sup> | ТПР, °С | Клас водостійкості |
|--------|--------------------------|-----------|--------|------|-----|---------|---|---------|--------------------|
| 33-10Ч | 52,8                     | 1,3       | 17,5   | 14,6 | 8,4 | 5,4     | 123,1   | 485     | HGB 3              |

Для отримання дослідних стекел використовували наступні сировинні матеріали: тонкомелений кварцовий пісок, борну кислоту, соду

кальциновану, поташ, глинозем, цинку оксид, титану діоксид, барій вуглекислий. Для розробки палітри емалей жовто-червоної гама було використано принцип поєднання кадмій сульфур у і кадмій селеніду  $\alpha\text{CdS}\cdot\beta\text{CdSe}$ , де  $\alpha$  і  $\beta$  – відносні коефіцієнти ( $\alpha + \beta = 1$ ). У разі чистого CdS ( $\alpha = 1, \beta = 0$ ) утворюється жовте скло, а при  $\alpha = 0, \beta = 1$  (чистий кадмій селенід CdSe) – коричнево-червоне. На практиці в шихту вводять барвник у вигляді суміші CdS з Se металічним. При варінні Селен реагує з частиною CdS, перетворюючись в CdSe. Послідовно збільшуючи відносну кількість введеного Селену, тобто збільшуючи коефіцієнт  $\beta$  і зменшуючи тим самим коефіцієнт  $\alpha$ , отримують ряд склооснов, які аналогічні за кольором і складом кадмієвим пігментам художніх фарб [7]. В представлених дослідженнях забарвлення скла здійснювали за допомогою кадмію сульфід у CdS з селеном металевим Se<sub>me</sub> у присутності винної кислоти (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) в якості відновника, яка створює умови для протікання реакцій між забарвлюючими компонентами та запобігає їх окисненню (табл. 2).

Варку стекел проводили при температурі 1250°C протягом 50 хв, фритували сухим способом. Емалеві шлікери готували, перемішуючи порошок фрити (прохід через сито №0063) з желеподібною зв'язкою (витяжка із насіння айви), наносили на мідні заготовки пензликом в два шари. Після сушіння емалеві покриття випалювали в муфельній печі при 800°C протягом 2 хв. Колірні характеристики визначали за допомогою компаратора кольору «КЦ-3», блиск з використанням блискоміру «ФБ-2».

Таблиця 2 – Вміст забарвлюючих додатків (мас. ч.) та характеристики емалевих покриттів

| № скла | Se <sub>me</sub> | CdS | Винна кислота C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> | Довжина хвилі, нм | Чистота кольору, % | Світлота, % | КДЗВ, % | Колір покриття       |
|--------|------------------|-----|--|-------------------|--------------------|-------------|---------|----------------------|
| 65     | 0,0              | 4,0 | 4,0  | 584               | 71,6               | 49,2        | 24      | Жовтий               |
| 66     | 0,1              | 4,0 | 4,0  | 588               | 70,3               | 47,3        | 25      | Помаранчевий         |
| 67     | 0,2              | 4,0 | 4,0  | 603               | 58,5               | 32,0        | 30      | Помаранчево-червоний |
| 68     | 0,3              | 4,0 | 4,0  | 610               | 54,8               | 29,1        | 40      | Червоний             |
| 69     | 0,4              | 4,0 | 4,0  | 628               | 44,2               | 17,8        | 45      | Червоний             |
| 76     | 0,0              | 4,0 | 2,0  | 581               | 52,1               | 26,4        | 85      | Жовтий               |
| 77     | 0,1              | 4,0 | 2,0  | 588               | 51,9               | 22,7        | 80      | Помаранчевий         |
| 78     | 0,2              | 4,0 | 2,0  | 596               | 51,2               | 19,9        | 78      | Помаранчево-червоний |
| 79     | 0,3              | 4,0 | 2,0  | 605               | 43,5               | 17,2        | 82      | Червоний             |
| 80     | 0,4              | 4,0 | 2,0  | 611               | 42,7               | 16,5        | 87      | Червоний             |

При аналізі даних табл. 2 виявлено, що довжина хвилі покриттів на основі скла 33-10Ч із збільшенням Se<sub>me</sub> зростає з 584 до 628 нм, а чистота



кольору зменшується з 71,6 до 44,2% (склади 65–69). Зменшення в 2 рази кількості винної кислоти (склади 76 – 80) практично не впливає на динаміку змін в значеннях колірному тону (581 – 611нм), проте чистота кольору падає більш ніж в 1,5 рази: з 51,9 до 42,7%. В той же час підвищений вміст винної кислоти негативно впливає на якість і блиск покриттів: емалі, що вміщують 2 мас.ч  $C_4H_6C_6$ , мають КДЗВ-78–87%, а покриття з 4,0 мас.ч  $C_4H_6C_6$  характеризуються КДЗВ-24–45%.

Таким чином, в роботі досліджено вплив кадмію сульфоселенідів на колірні характеристики скла, що не містить сполук Плюмбуму, дію винної кислоти на якість безплюмбатних покриттів для міді. Визначено основні технологічні параметри отримання емалей ювелірного та художнього призначення.

#### *Список використаної літератури*

1. Weyl W. Coloured Glasses. Sheffield : Society of Glass Technology, 1976 (reprinted 1992). 541 p.
2. Коцик И., Небрежский И., Фандерлик И. Окрашивание стекла. Москва : Стройиздат, 1983. 210 с.
3. Варгин В., Антонова Е., Гуторова Л. Производство цветного стекла. Москва : Гос. изд-во лит. по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1949. 395 с.
4. Lips K., Jacobs D., Nyssen N. Food Contact materials in Europe: a challenge for the enamel industry. *23rd International Enamellers Congress*. Florence, 2015. P. 209–221.
5. Водостойчивость эмалевых фритт / В. И. Голеус и др. *Вопросы химии и химической технологии*. 2011. № 5. С. 135–137.
6. Бобкова Н. М., Синевич А. К., Русак В. И. Влияние химического состава стекла на способность его окрашивания соединениями Cd, Se, S. *Стекло и керамика*. 1983. № 3. С. 15–17.
7. Беленький Е. Ф., Рискин И. В. Химия и технология пигментов. Изд. 4-е. Ленинград : Химия, 1974. 656 с.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФАЗОВОГО СКЛАДУ НЕАВТОКЛАВНИХ І  
АВТОКЛАВНИХ ГАЗОБЕТОНІВ, ЯКІ МІСТЯТЬ МЕТАЛІЧНИЙ  
КРЕМНІЙ В ЯКОСТІ ГАЗОУТВОРЮВАЧА**

Мусіна А.О., Сігунов О.О., Гура А.О., Салей Ан.А.

e-mail: musinka.alinka19@ukr.net

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

В даний час одним з найпоширеніших будівельних матеріалів, який використовуються для зведення цивільних і промислових будівель є газобетон. Цей будівельний матеріал є екологічно чистим, ефективним будівельним матеріалом з достатньою сировинною базою для його виготовлення. У найпростішому випадку він складається з цементу, наповнювача, води і газотворювача, має властивості, з одного боку, каменю, з іншого, – дерева. Поєднання цих властивостей робить газобетон високоякісним будівельним матеріалом. За рахунок підвищення пористості матеріалу відбувається зменшення густини бетону і підвищення його теплоізоляційних властивостей.

Метою роботи є дослідження фазового складу газобетонних виробів неавтоклавної та автоклавної твердіння, що містять в своєму складі газотворювач на основі металічного кремнію.

Фазовий склад неавтоклавної та автоклавної газобетону досліджували за допомогою комплексного рентгенофазового і диференційно-термічного методів. Ідентифікація піків РФА та ендо- і екзотермічних ефектів на кривих ДТА виконувалась з використанням довідкових даних, приведених в [1]. Рентгенофазовий аналіз проводили за дифрактограмами порошку, одержаними на автоматичному дифрактометрі “ДРОН-3”, з використанням рентгенівської трубки з кобальтом і мідним антикатодом. Термічну стійкість зразків досліджували на дериватографі Q-1500D системи «Паулік-Паулік-Ердей» в інтервалі температур 20-900 °С зі швидкістю підйому температури 10 град·хв<sup>-1</sup>.

Аналіз рентгенограм показав, що досліджені зразки неавтоклавної газобетону містять тоберморит  $11,3 \text{ \AA}$  ( $5\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2\cdot 5,5\text{H}_2\text{O}$ ), ксонотліт ( $6\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ ),  $\alpha$  – гідрат двухкальцієвого силікату ( $2\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ ) та гіллебрандит ( $2\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2\cdot 1,17\text{H}_2\text{O}$ ). Незначна кількість піків гідросилікатів кальцію на дифрактограмах неавтоклавної газобетону, може свідчити про наявність малозакристалізованого та багатого вапном гелю (так званого C-S-H-гелю), який практично не ідентифікується і знаходиться у вигляді лінії фону. По даним рентгенофазового аналізу встановлено, що в зразках автоклавної твердіння при підвищеній температурі в явному вигляді не ідентифікується тоберморит. Ймовірно при температурі автоклавної обробки він перетворюється в ксонотліт ( $6\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ ), також  $\alpha$ -гідрат двухкальцієвого силікату ( $2\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ ) при достатньо високих

температурах частково переходить в гіллебрандит ( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot 1,17\text{H}_2\text{O}$ ). Додатково, на рентгенограмах автоклавного газобетону можна побачити піки гіроліту. Невелика кількість цього гідросилікату кальцію пояснюється тим, що реакція його утворення перебігає дуже повільно, можливо тому, що вона проходить на місці контакту зерен кварцу і тобермориту. Необхідно зазначити, що для неавтоклавного і автоклавного газобетону найбільш інтенсивнішими є піки, які характерні для кварцу.

Отримані результати визначення фазового складу продуктів гідратації газобетону підтверджуються даними наведеними в дослідженнях [2-4].

Наявність гідросилікатів встановлених рентгенофазовим аналізом, підтверджується даними ДТА. Так, для неавтоклавних зразків відбувається дегідратація  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ендотермічний ефект на кривих ДТА з максимумом при температурі 475-490°C. Ендотермічний ефект на термограмах з максимумом при температурі 570-580°C відповідає дегідратації гіллебрандиту. В області температур 750-840°C на кривих ДТА з'являється ендотермічний ефект з максимумом при температурі 800-810°C. Кінцевий продукт дегідратації – воластоніт. Аналіз термограм автоклавних зразків показав, що ендотермічний ефект з максимумом при температурі 670-700°C, характерний для дегідратації гіроліта. Також, на кривих ДТА спостерігаються екзоефекти з максимумом при температурі 775, 780, 810°C, що може бути обумовлено наявністю тобермориту.

Отже, за допомогою комплексного рентгенофазового і диференційно-термічного методів аналізу вдалося дослідити фазовий склад газобетону в різних умовах твердіння, який містить в якості газоутворювача металічний кремній та встановити наявність основних продуктів гідратації.

#### *Список використаної літератури*

1. Горшков В.С., Тимашев В.В., Свельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. - М.: Высшая школа, 1981. – 335 с.
2. Рамачандран В.С. Применение дифференциального термического анализа в химии цементов. Под ред. В.Б. Ратинова. Пер. с англ. М., Стройиздат, 1977.-408 с.
3. Features of thermodynamic analysis of reactions in the system  $\text{FeSi} - \text{Ca}(\text{OH})_2 - \text{H}_2\text{O}$  and  $\text{FeSi}_2 - \text{Ca}(\text{OH})_2 - \text{H}_2\text{O}$  / А.О. Musina, О.О. Sahunov, Т.В. Kravchenko, А.О. Hura // *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. – 2019. – No. 6. – P. 136-143.
4. Салей, А.А. Термодинамический анализ реакций в системе  $\text{Si} - \text{Ca}(\text{OH})_2$  / А.А. Салей, Л.А. Снежко, А.А. Сигунов, Т.В. Кравченко, Л.А. Хмарская, М.Н. Кононович // *Вестник НТУ «ХПИ»*. –2015. – №30 (1139). – (Серия: Химия, химическая технология и экология). – С.85-91.

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ АНГОВНИХ ТА ГЛАЗУРНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОЇ КЕРАМІКИ**

Околовська Н.Р., Хоменко О.С.

e-mail: elenahtks@ukr.net

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,  
Дніпро, Україна*

Керамічна цегла – один з найбільш поширених традиційних будівельних матеріалів [1-3], завдяки своїм високим фізико-механічним властивостям та декоративним характеристиками.

Суттєво урізноманітнити зовнішній вигляд цегли та підвищити її якість можна за допомогою декоративних покриттів – ангобів та глазурей [4, 5]. У випадку, коли декоративні покриття узгоджені з керамічним черепком за усадочними процесами та термічним розширенням, вони дозволяють не тільки створити яскравий продукт, розширити кольорову гаму виробів, а й підвищити їх морозостійкість та атмосферостійкість, що сприяє збільшенню строків експлуатації.

У наш час актуальною є розробка та вдосконалення складу декоративних покриттів на базі вітчизняної сировинної бази, способу їх одержання та нанесення, вивчення процесів узгодження склопокриттів та керамічної основи і т.д., оскільки саме остання проблема є найбільш гострою і потребує комплексного вирішення.

Метою роботи стало розробити композиційні суміші для одержання ангобних та глазурних покриттів на будівельній кераміці однократного випалу з використанням доступної вітчизняної сировини.

При виборі складів мас було враховано те, що однією з головних вимог до продукції є забезпечення погодженості ангобу та глазури з керамічною основою. Зокрема, була врахована різна усадка покриттів та керамічного виробу, що ускладнювало процес їх погодження; потребувало також забезпечити високу адгезійну здатність покриттів; а головне - розробити такі склади покриттів, які б добре спікались (оплавлялись) при температурі випалу будівельної кераміки.

Гарні результати ангобних покриттів – матову та бездефектну поверхню, - було отримано у серії дослідів зі складами покриттів, до яких входили глина, каолін, польовий шпат, пісок та крейда. При чому польовий шпат у кількості 20-24%, й за хіміко-мінералогічним складом це була альбітвміщуюча  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$  сировина. Польовий шпат створює активне рідкофазне спікання покриття, що необхідне для забезпечення погодженості вогневої усадки з керамічним напівфабрикатом, виготовленим на основі легкоплавких глин. Наявність крейди прискорює процес рідкофазного спікання покриття, що в цілому забезпечує добре зчеплення покриття та керамічної основи. Польові шпати з вмістом

ортоклазу  $(K, Na)[AlSi_3O_8]$ , мікрокліну  $K[AlSi_3O_8]$  та анортиту  $Ca[Al_2Si_2O_8]$  погіршують якість ангобного покриття.

Серед численної серії складів глазурей для будівельної кераміки, що випаюється при температурі  $1100^\circ\text{C}$ , у наших дослідах гарні результати - оплавлену однорідну поверхню, – показали покриття, які містили глину, пісок кварцовий, склобій, пегматит і крейду. Склобій та пегматит виступають в якості комплексного плавня у складі глазури, при чому сумарна їх кількість має бути 40-45 мас.%. Маючи різні температури початку плавлення – склобій  $800-850^\circ\text{C}$ , а пегматит  $1050-1100^\circ\text{C}$ , ці компоненти сприяють поступовому рівномірному утворенню глазурного розплаву в широкому інтервалі температур ( $1100^\circ\text{C}$  та вище), що, по-перше, не перешкоджає видаленню газової фази з керамічного напівфабрикату, на який нанесена глазур, а по-друге – забезпечує рівномірне плавлення у розплаві інших компонентів глазури без утворення таких дефектів, як скипання, наколи та ін.

Дослідження показали, що розробка декоративних покриттів для будівельної кераміки є складною задачею. Часткове її вирішення запропоновано у даній роботі, але ще тривалих досліджень потребує вивчення морозостійкості покриттів, цілісності під час транспортування (стійкості до відколів та ударів), чутливості до зміни технологічних параметрів виробництва і т.д., але на даному етапі очевидною стала можливість отримання і ангобних, і глазурних покриттів під час однократного випалу будівельної кераміки

#### Список використаної літератури

1. Шишакина О.А., Паламарчук А.А. Применение керамических материалов в строительстве. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2020. № 3. С. 83-88.

2. Рубцов О.И., Боброва Е.Ю., Жуков А.Д., Зиновьева Е.А. Керамический кирпич, камни и полнокирпичные стены. *Строительные материалы*. 2019. № 9. С. 8-13.

3. Шелковникова Т. И., Баранов Е. В., Сазанов С. С. Анализ рынка и потребительских свойств керамического кирпича. *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова*. 2019. №12. С. 8-11.

4. Khomenko O., Datsenko B., Sribniak N., Zaichuk O., Nahorni M. Development of the technology for obtaining engobed construction articles with the "antiquity" effect. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology organic and inorganic substances*. 2019. Vol 6, No 5 (101).

5. Хоменко О.С., Пурдик А.В., Жигаль С.В. Глазурні покриття для клінкерної кераміки. *Вісник національного технічного університету "ХПІ". Серія Хімія, хімічна технологія та екологія*. 2016. №22 (1194). С. 214 -220.

## **ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ БАВОВНИ**

Онисик К.С., Кіндзера Д.П., Атаманюк В.М.

e-mail: katernya.onysyk.mnkhtm.2021@lpnu.ua; Kindzera74@ukr.net;  
atamanyuk@ukr.net

*Національний Університет «Львівська Політехніка»  
Україна, Львів*

Бавовна є постійно відновлюваним джерелом сировини для хімічної та легкої промисловостей. Таким чином, бавовна є сировиною для виготовлення тканин та тканинних матеріалів. У хімічній технології бавовну застосовують для отримання метил-, етил-, карбоксиметил-, оксіетил- та бензилцелюлози, а також для отримання нітратів целюлози – колоксиліну та піроксиліну, які застосовують для виготовлення фурфуролу, лінолеуму, шпалер, фото- та кіноплівок, різноманітних композитів [1].

Основними країнами, які вирощують бавовник є Австралія, Узбекистан, Туркменістан, північна Корея, Перу та США [2]. Вирощування бавовника відродили на півдні України, висадивши сорти, що є адаптованими для кліматичних умов.

Бавовна на 85-90% складається з целюлози - природнього лінійного полісахариду, решту становлять природні воски, жири, білки та мінеральні домішки. Волокна бавовни, в порівнянні з волокнами деревини, характеризуються більшою пластичністю та меншою щільністю [3]. Волокно бавовни має розвинену капілярно-пористу структуру, яка складається з порожнин між фібрилами, міжфібрилярних пор, каналів і пор волокна діаметром декілька мкм. Таким чином, волокна бавовни є практично пустотілими [4], що зумовлює їх високу гігроскопічність, тому природна вологість бавовни може становити понад 12% [5].

Обробку зібраної бавовняної сировини проводять наступним чином: зняття бавовни з насінини за допомогою лінтерувальних машин, її вичісування для відділення твердих домішок та сушіння [4]. Для одержання якісної сировини для хімічної промисловості вологість бавовни повинна становити менше 8%, а для реалізації процесу її нітрування - не повинна перевищувати 0,5–1% [6]. Для промислового висушування бавовни використовують сушильні барабани типу 2СБ-10, СБТ, СБО та сушарки киплячого шару, які характеризуються великою метало- та енергоємністю.

З огляду на те, що бавовна є термолабільним матеріалом, для реалізації сушіння останньої запропонований фільтраційний метод, який полягає в профільтровуванні низькотемпературного теплового агенту крізь пористу структуру матеріалу, розміщеного на перфорованій перегородці, в напрямку «матеріал–перфорована перегородка». Розвинена поверхня

тепло- і масообміну та високі швидкості руху теплового агента у порах і каналах стаціонарного шару матеріалу забезпечують високі коефіцієнти тепло- і масовіддачі і, відповідно, високу інтенсивність фільтраційного сушіння.

Сумарні затрати енергії на процес фільтраційного сушіння складаються із втрат тиску в стаціонарному шарі та нагрівання теплового агента (повітря) до заданої температури. Враховуючи вище сказане, важливо встановити залежність втрат тиску у шарі волокна бавовни від фіктивної швидкості фільтрування теплового агента, як важливого фактору, що визначає затрати енергії на гідродинаміку процесу, інтенсивність та економічну ефективність її сушіння.

Проведені експериментальні дослідження щодо фільтрування теплового агента крізь шар волокна бавовни за різної маси представляли у вигляді функціональної залежності  $\Delta P = f(v_0)$  зображено на рис. 1.

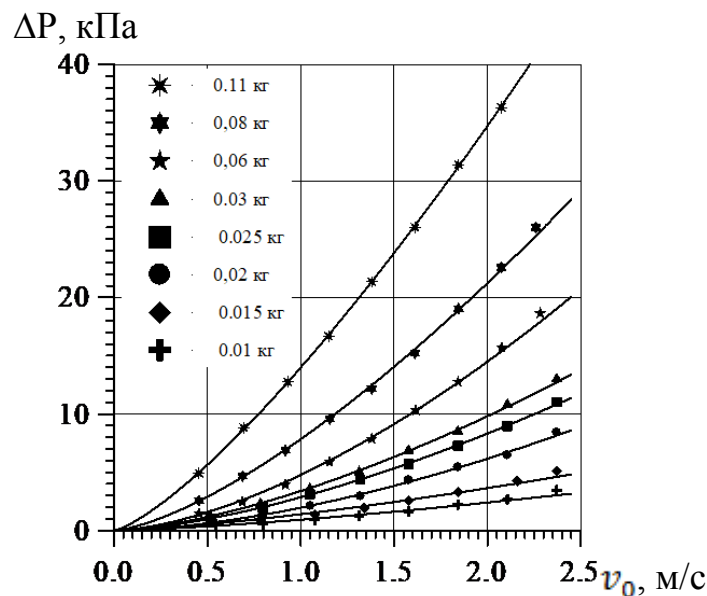


Рис. 1. Залежність втрат тиску в шарі волокна бавовни від фіктивної швидкості руху теплового агента

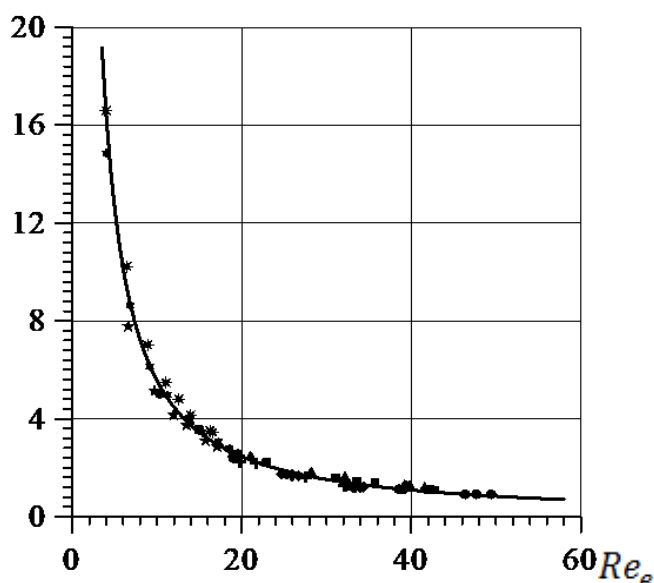
З графічних залежностей (рис. 1) видно, що зростання фіктивної швидкості фільтрування теплового агента крізь стаціонарний шар волокна приводить до зростання втрат тиску. Дослідження показали, що під час реалізації процесу, внаслідок прикладеного перепаду тисків, стаціонарний шар бавовни змінює свою висоту, тобто ущільнюється.

Узагальнення експериментальних даних гідродинаміки фільтрування теплового агента крізь шар бавовни (рис. 1) проводили у вигляді безрозмірних комплексів залежності числа Ейлера від числа Рейнольдса. Графічна залежність  $Eu = f(Re_e)$  представлена на рис. 2.

Апроксимація експериментальних даних наведених на рис. 3 степеневою функцією дала змогу отримати наступну розрахункову залежність:

$$Eu = 84 \cdot 10^3 \cdot Re_e^{-1.18} \quad (1)$$

$$Eu \cdot 10^{-3} \text{ Па}$$



*Рис. 2. Залежність числа Ейлера від числа Рейнольдса*

**Висновок.** Отримана в безрозмірній формі розрахункова залежність (1) дає змогу прогнозувати енергетичні затрати на створення перепаду тисків (за однакових гідродинамічних умов) під час проектування нового сушильного обладнання. Ущільнена структура шару бавовняного матеріалу, що утворилася внаслідок реалізації фільтраційного сушіння, дає змогу його використання для виробництва стінових шумоізоляційних панелей.

#### *Список використаної літератури*

1. Артамонов В. И. Зеленая лаборатория планеты. – М.: «Агропромиздат», 1987. – 143с.
2. <https://uk.super-garden.net/6574170-planting-growing-and-caring-for-cotton-cotton>
3. В. М. Поліщук, С. Є. Тарасенко, С. М. Волошин Принципи виробництва біоетанолу // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК Збірник наукових праць. – 2011, Вип. 166, ч.2
4. Манушкин В. И., Никольский К. С., Минскер К. С., Колесов С. В. Целлюлоза сложные эфиры целлюлозы и эфиры на их основе. 2е издание (монография). Владимир – 2002 г.
5. В.М. Каравайков, В.П. Борзов / К анализу энергоэффективности процесса сушки лубоволокнистых материалов Технология текстильной промышленности – 2007 – № 4 – с. 95-97.
6. Шайхов Э. Т., Нормухамедов Н. и др. Пахтачилик. Ташкент: Мехнат, 1990. 284 с.



## РОЗРОБКА ЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИЦІЙ ДЛЯ ВОГНЕТРИВКИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Ткаченко М.О., Христич О.В.

e-mail: el-green@ukr.net

*Національний університет цивільного захисту України*

*Україна, Харків*

Модифіковані активними мінеральними добавками структури є прогресивним напрямом у будівництві, тому досить актуально створення нових видів і складів вогнетривких композицій цементів і бетонів, що володіють високою міцністю, вогнетривкістю, які можливо експлуатувати при високих температурах. Для теплових агрегатів застосовують композиції глиноземистих або високо глиноземистих цементів. При цьому прагнуть забезпечити мінімальну пористість і максимальну міцність матеріалу при спіканні в умовах експлуатації [1].

В роботі розглядається можливість використання кремнеземвісних відходів виробництва фосфорних добрив для застосування в сухих сумішах в складі вогнетривких бетонів як мінеральної добавки, яка є шламом комплексної переробки низькосортної сировини в фосфорні добрива.

Експериментально визначено співвідношення компонентів композиції: цемент – 80-90 мас.%, сухий шлам переробки концентрату для виробництва фосфорних добрив – 10-20 мас.%.

Дослідження хімічного складу шламу дозволив зробити припущення про можливість застосування їх як активаторів тверднення та наповнювачів цементних композицій. За результатами сучасних фізико-хімічних методів аналізу встановлено, що мінеральна частина висушеного шламу представлена, в основному:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ,  $\text{K}(\text{Mg,Fe,Al})_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ,  $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ . Досліджувалось сумісність даної добавки з сучасними видами вогнетривких цементів та ефективність впливу такої добавки на технічні властивості композицій.

Дослідження встановило, що компоненти добавки вступають в хімічну взаємодію з продуктами гідратації цементу і впливають на процеси тверднення цементного каменю і набору його міцності за рахунок синтезу кристалогідратних новоутворень. В ході дослідження одним з основних напрямків випробувань було встановлення сумісності системи «цемент – добавка», що визначає необхідний алгоритм вибору добавки, який дозволить оптимізувати рішення з погляду технологічної та економічної ефективності, та показати екологічну можливість часткової заміни різних видів цементовмісних композицій.

Для встановлення можливості використання відходів були проведені фізико-механічні випробування композицій цементу з різною кількістю добавки. Випробування проводилися згідно стандартних методик дослідження в'язучих матеріалів [2]. Результати проведених випробувань представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості досліджених композицій

| Склад композиції                         | Кількість добавки, мас. % | Нормальна густина, % | Термін тужавіння, год-хв |        | Границя міцності при стиску, МПа, у віці, діб |    |    |
|--|---------------------------|----------------------|--------------------------|--------|---|----|----|
|  |                           |                      | початок                  | кінець | 2   | 7  | 28 |
| Цементна композиція                      | -                         | 23,50                | 4-00                     | 6-25   | 35  | 53 | 77 |
| Цементна композиція + мінеральна добавка | 5                         | 23,00                | 2-10                     | 3-40   | 44  | 57 | 96 |
|  | 10                        | 22,00                | 1-45                     | 3-25   | 52  | 58 | 87 |
|  | 15                        | 22,00                | 1-40                     | 3-55   | 24  | 41 | 65 |
|  | 20                        | 23,00                | 1-30                     | 3-45   | 10  | 31 | 39 |

Аналіз експериментальних даних показав, що найбільш висока міцність до 28 діб тверднення відзначається у зразків з мінеральною добавкою в кількості 5 мас. % зі значеннями 96 МПа. Експериментально доказано оптимальна кількість добавки, що вводиться знаходиться в межах від 5 мас. % до 10 мас. %. Застосування активної добавки в будівельній індустрії повністю виправдовує вартість процесу утилізації і сприяє створенню безвідходного виробництва фосфорних добрив.

Проведені дослідження дозволили зробити припущення про можливість застосування шламів, що утворюються при переробці низькосортної фосфоровмісної сировини, які є відходами при виробництві фосфоровмісних добрив, як модифікатора в цементній промисловості. Запропоновані спеціальні цементні композиції можуть бути використані для розробки нових видів більш дешевих, але ефективних штучних вогнетривких будівельних матеріалів, які використовуються в ремонтно-відновлювальних роботах та вирішує екологічно важливі завдання по масштабної утилізації широкого асортименту відходів.

#### *Список використаної літератури*

1. Шабанова Г.Н. Модифицирующие добавки для композиций вяжущих материалов: монография / Г.Н Шабанова, С.М. Логвинков, В. Н. Шумейко и др.] – Харьков, 2020. – 200 с.
2. Шабанова Г.М. В'яжучі матеріали. Практикум / Г.М. Шабанова, А.М. Корогодська, О.В. Христич. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – 220 с.

## ВИБІР СКЛОЗВ'ЯЗКИ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ТЕРМОСТІЙКОЇ КЕРАМІКИ В СИСТЕМІ $\text{SrO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$

Філоненко Данило В., Каліщенко Ю.Р., Амеліна О.А., Зайчук О.В.  
e-mail: darunafilonenko.df@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»  
Україна, Дніпро*

Високі показники термічної стійкості і механічної міцності є найбільш важливими критеріями для матеріалів-діелектриків, які працюють в умовах екстремальних термомеханічних навантажень.

Для створення конструкційних матеріалів, здатних працювати в умовах високотемпературного нагрівання, доцільно використовувати склокристалічні матеріали, які не містять лужних оксидів, зокрема на основі системи  $\text{SrO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  (SAS). В даній системі інтерес представляє потрійна сполука – стронцієвий анортит ( $\text{SrO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ), який має високу температуру плавлення ( $1654^\circ\text{C}$ ), знижений коефіцієнт термічного розширення, низькі значення діелектричної проникності та тангенсу кута діелектричних втрат в широкому температурному та частотному діапазоні.

Щільно спечені стронцій-анортитові матеріали переважно отримують за двома технологіями: класичною скляною і керамічною. При цьому реалізація цих технологій передбачає високі температури варіння вихідних SAS стекло (1600–1700°C). В той же час навіть високотемпературний випал при  $1350^\circ\text{C}$  протягом 5 год суміші  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  і  $\text{Al}_2\text{O}_3$  стехіометричного складу не дозволяє досягти високих фізико-технічних показників стронцій-анортитової кераміки внаслідок її незадовільного спікання.

В якості мінералізуючої добавки, яка чинить найбільшу інтенсифікуючу дію на процес утворення стронцієвого анортиту в умовах низькотемпературного випалу, доцільно використовувати літій оксид як окремо, так і в композиції з іншими сполуками, в тому числі за рахунок введення літійвмісних стекло [1].

В той же час слід відмітити, що введення лужного оксиду  $\text{Li}_2\text{O}$  обумовлює зниження температури ефективної експлуатації таких матеріалів і підвищення їх діелектричних втрат.

Ще однією складністю при синтезі стронцій-анортитових матеріалів є те, що фаза стронцієвого анортиту має декілька поліморфних модифікацій, які характеризуються структурними особливостями і відрізняються властивостями. Шкідливим є утворення гексагональної модифікації стронцієвого анортиту, оскільки для неї має місце фазовий перехід в орторомбічну модифікацію зі зміною об'єму на 3% за рахунок різниці температурного коефіцієнта лінійного розширення (ТКЛР) [2]. Це обумовлює зниження механічної міцності матеріалу. Моноклінна форма стронцієвого анортиту відрізняється кращими фізико-механічними показниками.

Враховуючи вище зазначене метою даних досліджень була розробка ефективної склозв'язки для отримання керамічних матеріалів стронцій-анортитового складу.

Склад дослідного скла був обраний в системі SAS в точці потрійної евтектики з температурою 1355°C. Ця точка знаходиться на стику полів первинної кристалізації стронцієвого анортиту ( $\text{SrO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ), стронцій метасилікату ( $\text{SrO} \cdot \text{SiO}_2$ ) і стронцієвого геленіту ( $2\text{SrO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ). Додаткова легкоплавкість дослідного скла забезпечувалась введенням в систему бору оксиду (10 мас. ч. понад 100 мас. %). Бору оксид сприяє зниженню температури утворення розплаву силікатного скла. Варіння скла в системі  $\text{SrO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  (SABS) проводили в електричній печі з карбід кремнієвими нагрівачами при температурі 1350 °C протягом 1 год. Для варіння використовували корундові тиглі.

При термічній обробці дослідного скла, склад якого відповідає евтектичній точці, буде відбуватись фізичний процес одночасної кристалізації трьох сполук, поля первинної кристалізації яких сходяться в цій точці.

Результати диференційно-термічних досліджень показали наявність на кривій диференційно-термічного аналізу двох екзотермічних і двох ендотермічних ефектів. Ендотермічні ефекти викликані ступінчастим розм'якшенням скла, а екзотермічні ефекти його ступінчастою кристалізацією. При цьому наявність двох пар ефектів свідчить про кристалізацію двох кристалічних фаз, що узгоджується з результатами рентгенофазових досліджень. А саме, на рентгенограмі дослідного скла, закристалізованого за заданим температурно-часовим режимом, який був обраний з огляду на результати диференційно-термічних досліджень, чітко ідентифікуються дві кристалічні фази (стронцієвий анортит і стронцій метасилікат). Відсутність третьої кристалічної фази пов'язана з низьким її вмістом. Розрахунковий вміст стронцієвого геленіту в дослідній евтектичній точці становить 2,3 мас.% і є нижчим, ніж чутливість методів досліджень, що застосовувались. Подальший процес синтезу стронцій-анортитової кераміки передбачає введення частини компонентів SAS системи за допомогою розробленого в роботі порівняно легкоплавкого скла. При цьому кінцевий мінералогічний склад керамічних матеріалів буде формуватись частково за рахунок тонкодисперсної кристалізації фази стронцієвого анортиту, а частково за рахунок взаємодії дослідного скла з кристалічними наповнювачами, яка відбувається значно інтенсивніше, ніж перебіг реакцій в твердій фазі. Це сприятиме одержанню кераміки з високими фізико-механічними і теплофізичними властивостями.

#### *Список використаної літератури*

1. Zaichuk, O., Amelina, A., Hordieiev, Y., Kalishenko, Y., Sribniak, N., Halushka, S., Borodai, D., Borodai, A. Patterns in the synthesis processes, the microstructure and properties of strontium-anorthite ceramics modified by glass of spodumene composition. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. 6 (106): 15–26.

2. Sung, Y. M. Monocelsian formation in the  $\text{SrO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$  glass. *Journal of materials science letters*. 2000. 19 (6): 453–454.

**ОСОБЛИВОСТІ СИНТЕЗУ СКЛОЗВ'ЯЗУЮЧИХ  
ПОЛОКСИДНОГО СКЛАДУ ЯК АКТИВАТОРІВ СПІКАННЯ  
КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Філоненко Дарина В., Хоменко О.С.

e-mail: *d.filonenko032001@gmail.com*

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,  
Дніпро, Україна*

У традиційній технології виробництва керамічних матеріалів питання інтенсифікації спікання вирішується шляхом введення до складу маси склоутворюючих компонентів. Такі компоненти, сприяючи появі рідкої фази розплаву при більш низькій температурі, стимулюють спікання, щільно скріплюючи зерна більш тугоплавких компонентів. Однак більшість склоподібних матеріалів отримуються варкою при температурах більше 1350°C, що потребує значних енерговитрат.

Альтернативою отримання склозв'язок для керамічних матеріалів є золь-гель технологія, яка передбачає усереднення компонентів композиційної суміші без високотемпературної варки [1]. На прикладі системи  $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  отримано склозв'язуючі [2], які показали себе ефективними при спіканні кераміки відповідного складу. Було отримано матеріали з низьким коефіцієнтом термічного розширення і, відповідно, високою термостійкістю [3]. Проте більшість систем, зокрема складу  $\text{RO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ , де R – Ba, Mg, Sr, залишаються невивченими з точки зору гелеутворення, хоча як системи для отримання склокристалічних матеріалів ці системи сьогодні актуальні [4].

Метою даної роботи було вивчення можливості отримання склозв'язуючих у системах  $\text{RO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ , де R – Ba, Mg, Sr золь-гель методом, і їх впливу на властивості різних видів кераміки.

Магнійалюмосилікатна система є цікавою з точки зору отримання у ній кристалічної фази – кордієриту, яка має низький температурний коефіцієнт лінійного розширення. Тому отримання склоподібного активатора спікання стехіометричного до кордієриту складу є необхідним для інтенсифікації спікання однойменної за складом кераміки.

В якості гелеутворювача використовували етилсилікат ЕТС-40 ( $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ ), який ефективний для забезпечення процесу гідролізу [2]. Для введення оксидної складової системи були обрані розчинні солі –  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  та  $\text{Al}_2(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ . В роботі вивчали залежність процесу гелеутворення від різних факторів - кількості каталізатора та води, впливу температури та послідовності введення компонентів у суміш під час гелеутворення.

З'ясувалось, що на відміну від літійалюмосилікатної системи [2, 3], дана система є більш чутливою та залежною від навколишніх факторів. Ймовірно, це пояснюється тим, що Mg знаходиться у II групі періодичної таблиці Д.І. Менделєєва, має валентність II і радіус атому більший (173

пм), ніж Li (152 пм). Тому і реакційна здатність до гелеутворення також відрізняється (вірогідно, більш крупні іони Mg складніше «вбудовуються» в гелеподібну матрицю при одних і тих саме умовах).

Для отримання інших систем відповідно було обрано розчинні солі  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$  та  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . Перші ж спроби отримати композиційну суміш показали ще більші складнощі у роботі, у порівнянні з магнієвою системою. Виникали складнощі навіть на етапі змішування компонентів – непрогнозована утворювались осадки, відбувалось розшарування композицій і т.д. Ці факти підтверджували гіпотезу про залежність процесу гелеутворення від якісного оксидного складу: елементи Sr та Ba у періодичній системі знаходяться також у II групі, але нижче магнію. Отже радіус атому збільшується у ряду  $\text{Mg} \rightarrow \text{Sr} \rightarrow \text{Ba}$ .

Таким чином, можливість отримання склзв'язуючого золь-гель способом в даній серії дослідів було доведено для магнійалюмосилікатної системи. Для стронцієвої та барієвої систем поки отримати позитивних результатів не вдалося. Ймовірно, в даному випадку суттєвий вплив чинить збільшення атомного радіусу елементів, тому подальші дослідження необхідно продовжувати і планувати з урахуванням цього фактору.

#### *Список використаної літератури*

1. Семченко Г. Д., Скородумова О. Б., Опрышко И. Н., Вернигора К. П. Золь-гель процесс и механохимия в технологии керамики и огнеупоров. Харьков, 2012. С. 203-211.

2. Хоменко О.С., Гуржій О.Б., Македонська О.М. Золь-гель метод отримання склзв'язуючого системи  $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ . *Международная научно-техническая конференция «Физико-химические проблемы в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»*: тез. докл. Харків: ДІСА ПЛЮС, 2020. С. 64-66.

3. Khomenko O.S. Dependence of kinetics of composite material gel formation in the system  $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  on the conditions of technological process. *Funct. Mater.* 2021; 28 (3): 564-572.

4. Лисачук Г.В., Кривобок Р.В., Захаров А.В., Федоренко Е.Ю., Трусова Ю.Д. Перспективные радиопрозрачные керамические материалы для ракетной и космической техники. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2014. № 28 (1071). С. 72 – 79.

**ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ХАРЧОВИХ  
ДОБАВОК І КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ**

**CHEMICAL TECHNOLOGY OF FOOD  
ADDITIVES AND COSMETICS**





## RESEARCH OF THE PROPERTIES OF NANOGELS WITH PLANTS EXTRACT FOR APPLICATION IN COSMECEUTICALS

Holubovska Ya.I., Kurka M.S., Suberliak S.A., Petrina R.O.

e-mail: yana.holubovska.bt.2018@lpnu.ua, Mariia.S.Kurka@lpnu.ua,

sophiia.a.suberliak@lpnu.ua, romanna.o.petrina@lpnu.ua

*«Lviv Polytechnic National University»*

*Ukraine, Lviv*

Taking care of your skin is very important. The effects of time, lifestyle, nutrition, environment leaves unpleasant mark on the skin. But having good skin means proper maintenance. Nowadays there are a lot of cosmetic products, among which, an important role plays a cosmetic mask. The assortment of cosmetic masks is quite large, it contains cream masks, mud masks, sheet masks etc. However, today the most popular are masks based on hydrogel, especially, a promising material that attracts attention is nanogel.[1,2]

The application of nanogels is widespread in medicine and pharmaceutical fields, and include being used in local anaesthetics, as anti-inflammatory agents, in the delivery of vaccines, in transdermal drug deliveries, for delivering insulin, in ophthalmology applications, and in the treatment of cancers, autoimmune diseases, neurodegenerative diseases, and microbial infections.[3,4]

Today, nanogels have attracted the attention of experts in the field of cosmeceuticals. The nanogels can effectively promote the penetration of active cosmeceuticals components and significantly increase its retention in the skin. The specially designed nanogels can load multifarious active plants components with different physical and chemical properties and realize the skin targeted transportation of these components, to enter target sites and target cells, and achieve controlled release. The nanogels show a good application prospect in the solution of skin problems, treatment of skin diseases and skin care.[1,2]

Nanogels – are a nanosized hydrogel. A hydrogel is a polymer-based gel that is constructed by crosslinking polymer chains together to form a macromolecur network. Nanogels are essentially the same thing but are on the scale of the tens to hundreds nanometers. Nanogels can be classified by different means, depending on how they react to a stimulus or what types of cross-linkages are present within the nanogel. On the stimulus front, nanogels can be classified as either non-responsive or stimuli-responsive. The other type of classification is based around the types of cross-linking, and the two categories are physically cross-linked nanogels and chemically cross-linked nanogels. Nanogels possess a wide range of properties: an inherent small size, they are highly biocompatible and highly biodegradable. The methods for nanogels synthesis can be divided into chemical and physical ones. Prior to use, nanogels should be well characterized, we can do this, according to certain parameters and using appropriate methods.[3,4,5]

So, the design of cosmeceuticals masks is an interesting area, in which, we can use hydrogels, because they have a large surface area in regard to the

volume. It helps them to increase the absorption of filler solutions and their release. The porous structure and pore size are enough to prevent the entry of microorganisms, but permit to proceed of cellular respiration and gas exchange, inhibit skin dehydration, are flexible and compatible with the skin, protect against infections, etc.. To create such composition, an important point, is also the type of polymer.[6,7]

For the experiment we have used hydrogels based on copolymers of polyvinylpyrrolidone(PVP) with 2-hydroxyethyl methacrylate(HEMA).

As a filler we have used ethanol extract of *Calendula officinalis*. *C.officinalis* contains active compounds that affect our skin. The flowers of calendula contain sugars, carotenoids, phenolic acids, sterols, saponins, flavonoids, vitamins and essential oils. In cosmetics, calendula flower extract is commonly used for bactericidal and wound-healing properties. [8]

We have got the extract by infusion at room temperature for 7 days in a dark place in a ratio of 1: 5 (5 g of dry crushed materials and 100 ml of 70% ethanol solutions). The obtained extracts were filtered through a folded filter to exclude parts of plants. We have cut the hydrogels in the form of square (1 cm x 1 cm) and filled them with the extract. The degree of swelling, elasticity, hardness, plasticity of the samples, we have analyzed for an hour, 5 hours and 1 day. The results indicate about high sorption capacity, elasticity, shape stability in solvents and biotolerance. Such characteristics provide the possibility to saturate the copolymers of HEMA & PVP (pHEMA-pr-PVP) with healing extracts of plants and receiving materials, which can be used for prolonged enrichment of the skin with biologically active components. Including the high biological effect of calendula extracts, we have analyzed the microbiological properties of hydrogels with saturated ethanol extract of the plant. We have received positive results, namely high antibacterial activity.

Thus, this research will allow to design cosmetic masks based on hydrogel with antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory properties, which we can use for irritation, inflammation or certain skin diseases. [6,7].

### *References*

1. Hong Zhou, Dan Luo, Dan Chen, Xi Tan, Xichen Bai, Zhi Liu, Xiangliang Yang, Wei Liu. Current Advances of Nanocarrier Technology-Based Active Cosmetic Ingredients for Beauty Applications//Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology 2021:14 867–887
2. Morganti P, Morganti G, Chen HD, Gagliardini A. (2019) Beauty Mask: Market and Environment. J Clin Cosmet Dermatol 3(2)
3. J.Kousalova, T.Etrych. Polymeric Nanogels as Drug Delivery Systems // Physiological Research 2018 :67(Supl.2): S305-S317.

4. Kruti S. Soni, Swapnil S. Desale, and Tatiana K. Bronich. Nanogels: an overview of properties, biomedical applications and obstacles to clinical translation // *J Control Release*. 2016 October 28; 240: 109–126.

5. Mauri, E.; Giannitelli, S.M.; Trombetta, M.; Rainer, A. Synthesis of Nanogels: Current Trends and Future Outlook // *Gels* 2021, 7, 36.

6. S. Suberliak, R. Petrina, O. Grytsenko, O. Fedorova. Antibacterial activity of hydrogel materials based on copolymers polyvinylpyrrolidone with extracts of *Calendula officinalis* and *Arnica Montana* // *Chemistry, Technology and Application of Substances*. — Lviv : Lviv Politechnic Publishing House, 2020. — Vol 3. — No 1. — P. 135–141.

7. S. A. Suberliak, R. O. Petrina, A. V. Pohmurska, N. M. Baran, Yu. Ya. Melnyk. Regularities of Hydrogels Films Saturation with Alcoholic Solutions // *Chemistry, Technology and Application of Substances*. – 2021. – Vol. 4, № 1. – P. 219–223.

8. F. Alan Andersen, Wilma F. Bergfeld, Donald V. Belsito, Ronald A. Hill, Curtis D. Klaassen, Daniel C. Liebler, James G. Marks, Ronald C. Shank, Thomas J. Slaga, Paul W. Snyder. Assessment of *Calendula officinalis*–Derived Cosmetic Ingredients // *International Journal of Toxicology* 2010 :29(Suppl. 4): S221-S243

## PROPERTIES AND APPLICATION OF THE BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCE – MATCHA TEA EXTRACT

Panchenko Anna

e-mail: anetti.panchenko99@gmail.com

«National University of Food Technology»

Ukraine, Kyiv

**Introduction.** Matcha tea extract is a green tea, thoroughly ground into a powder, made of the *Camellia Sinensis* plant grown in Japan. Matcha is a natural food supplement. The extract contains 135 times more healing ingredients than regular green tea extract. That is, the extract contains a source of trace elements, antioxidants and vitamins.

**Methods.** The approach consisted of searching several resources, including, technical reports, web-based scientific databases. Analytical review of the literature, analysis of the scope of matcha tea extract.

**Objective.** Obtaining. Young leaves collected from a bush in the spring. 2-3 weeks before harvesting, the bushes are covered with cloth from direct sunlight. Due to this solution, a large dose of amino acids accumulates in the leaf.

Studies conducted by scientists have shown that tea owes its protective properties to catechins. Catechins destroy free radicals; eliminate inflammation of the gums, oral cavity; inhibit aging. There are four components of tea catechin: EGCG, EC, EGC, ECg.

The main chemical elements that are in the leaf are: catechins ( $C_{15}H_{14}O_6$ , epigallocatechin gallate -  $C_{22}H_{18}O_{11}$  is one of the strongest types of catechins, found in large quantities in tea), theanine, amino acids, vitamins, caffeine, essential oils, minerals.

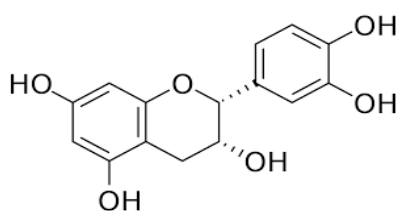


Fig.1. Structural formula of catechin

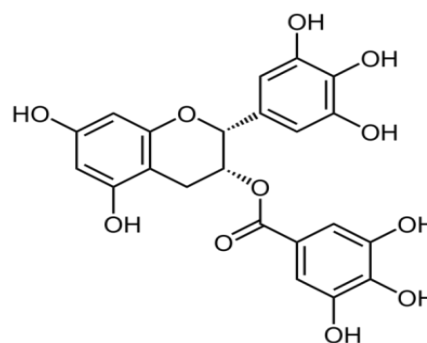


Fig.2. The structural formula of epigallocatechin gallate

Useful properties of theanine. Theanine is an amino acid, in the composition of tea it counteracts caffeine, creates a calming effect. Total in green tea more than 20 types of amino acids, 60% of which consist of theanine.

Japanese scientists have proven that theanine is an opponent of caffeine, it absorbs its excess, preventing it from entering the bloodstream.

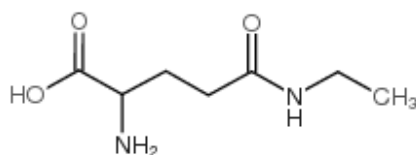


Fig.3. Structural formula of theanine

Effects on the human body: safe.

Recently, for Ukraine Matcha tea extract has become an innovative ingredient for various industries: Matcha is a good detoxifier due to its high content of chlorophyll, which is able to remove heavy metals from the body; matcha is actively used in cosmetology, as it protects against the harmful effects of ultraviolet light and slows down the aging process; helps the alkaline body, as it is an alkaline product; matcha is added to cosmetics, for instance: cleansing gels and masks to remove acne on the face, soap, shower gels, moisturizers, and in toothpastes; the use of matcha extract reduces the risk of cell damage and the development of various diseases due to antioxidants; as a dietary supplement, acts as a prophylactic to strengthen the immune system, normalize heart function, and in general has a beneficial effect on human health.

Effects on the oral cavity:

- strengthens the gums - fights tooth decay
- antiseptic action - increasing the effect of strengthening the enamel
- promotes cell regeneration - anti-inflammatory and stimulating effect.

**Conclusion.** Due to its wide range of properties, the biologically active substance – matcha tea extract is used in many industries, such as food and cosmetics.

### References

1. Chemistry of green tea // URL: <https://himya.ru/ximiya-zelenogo-chaya.html>
2. Matcha tea extract // URL: <https://aroma-zone.com.ua/p255592452-ekstrakt-zelenogo-chaya.html>

## **СИНТЕЗ АЛЮМОФОСФАТУ НАТРІЮ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Аксютіна К.І., Дубенко А.В.

e-mail: katryn.dnepr45@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

На сьогоднішній день Україна імпортує харчові фосфати з інших країн, оскільки не має власних виробництв. Це ставить країну в економічну залежність від імпорту та підвищує собівартість харчової продукції. Аналіз ринку показує безперервне зростання потреб в таких харчових добавках, що спонукає до розробки власних технологій харчових фосфатів в Україні.

За європейською класифікацією до харчових фосфатів відносять: E338 (фосфорна кислота); E339 (фосфати натрію); E340 (фосфати калію); E341 (фосфати кальцію); E343 (фосфати магнію); E450 (дифосфати); E451 (трифосфати); E452 (поліфосфати); E442 (амонійні солі фосфатидилової кислоти) та E541 (алюмофосфати натрію). Предметом наших досліджень були обрані алюмофосфати натрію. За технологічною ознакою ці солі відносять до емульгаторів, розрихлювачів та регуляторів кислотності. Найчастіше E541 використовують в складі хлібопекарських і хлібобулочних виробів, яким за допомогою цієї речовини надають тонку хрустку структуру, а також пишність і пружність.

Залежно від хімічного складу E541 поділяють на кислі та основні солі:

- алюмофосфат натрію кислий E541(i) – це суміш приблизного складу  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 3\text{AlPO}_4 \cdot 4\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (або  $\text{NaAl}_3\text{H}_{14}(\text{PO}_4)_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) для марки А і  $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 2\text{AlPO}_4 \cdot 5\text{H}_3\text{PO}_4$  (або  $\text{NaAl}_2\text{H}_{15}(\text{PO}_4)_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) для марки В;
- алюмофосфат натрію основний E541(ii) – це суміш основних фосфатів натрію і алюмінію (тобто неповністю нейтралізованих відповідних гідроксидів) з приблизною формулою  $\text{Na}_8\text{Al}_2(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_4$ , що містить приблизно 30% гідроген фосфату натрія.

Метою роботи було обрано завдання розробити методику синтезу і визначити технологічно доцільні умови промислового одержання алюмофосфатів натрію.

Експерименти проводили за наступною методикою: до 40%-го розчину ортофосфорної кислоти поступово вносили наважки  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  і  $\text{Al}(\text{OH})_3$  при постійному перемішуванні до їх повного розчинення; потім розчин нагрівали до кипіння і витримували при цій температурі протягом заданого часу. Осад, що утворювався під час термообробки реакційної суміші відокремлювали фільтруванням і висушували при 100 - 110°C.

Для вибору оптимальних умов проведення синтезу використовували метод математичного планування двохфакторного експерименту. Розрахунки проводили за допомогою програми Statgrafics. В якості

змінних факторів використовували кількість ортофосфорної кислоти та тривалість процесу термообробки. В якості функції відгуку використовували масу осаду алюмофосфату натрію. Рівні факторів, інтервал варіювання, план експерименту і результати визначення мас осадів представлено в таблицях 1 і 2.

Таблиця 1 – Рівні факторів та їх інтервали варіювання.

|                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
|                     | x <sub>1</sub> , МЛ | x <sub>2</sub> , ХВ |
| Нульовий рівень     | 35                  | 40                  |
| Інтервал варіювання | 5                   | 15                  |

Таблиця 2 – Матриця планування 2<sup>2</sup> ПФЕ і результати визначення мас осадів алюмофосфату натрію.

| Номер досліду | Матриця планування |                | Результати експерименту |
|---------------|--------------------|----------------|-------------------------|
|               | x <sub>1</sub>     | x <sub>2</sub> | $\bar{y}$               |
| 1             | -1                 | -1             | 14,2                    |
| 2             | +1                 | -1             | 15,0                    |
| 3             | -1                 | +1             | 11,5                    |
| 4             | +1                 | +1             | 16,5                    |

На підставі одержаних даних визначили математичну модель процесу синтезу алюмофосфату натрію в формі рівняння регресії:

$$y = 14,3 + 1,45 \cdot x_1 - 0,3 \cdot x_2 + 1,05 \cdot x_1 \cdot x_2.$$

Дисперсійний аналіз одержаного рівняння математичного опису виявив статистично значимий вплив на «у» обох обраних факторів (рис. 1). Одержана поверхня відгуку і графічна інтерпретація рівняння регресії представлені на рисунках 2 і 3.

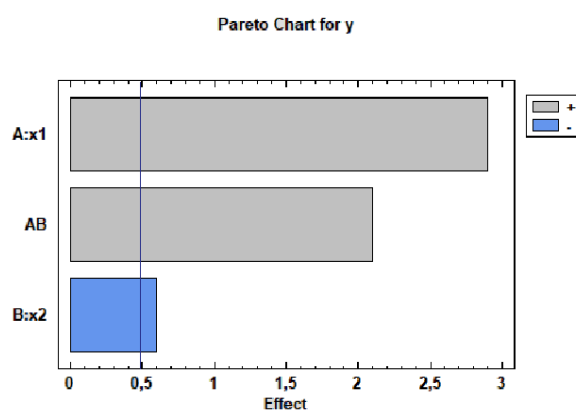


Рисунок 1 – Аналіз впливу та значущості факторів в математичній моделі процесу одержання алюмофосфату натрію. (Вертикальна лінія на рисунку відповідає рівню значущості параметрів. Бари, що виходять за межі лінії, є статистично значущими)

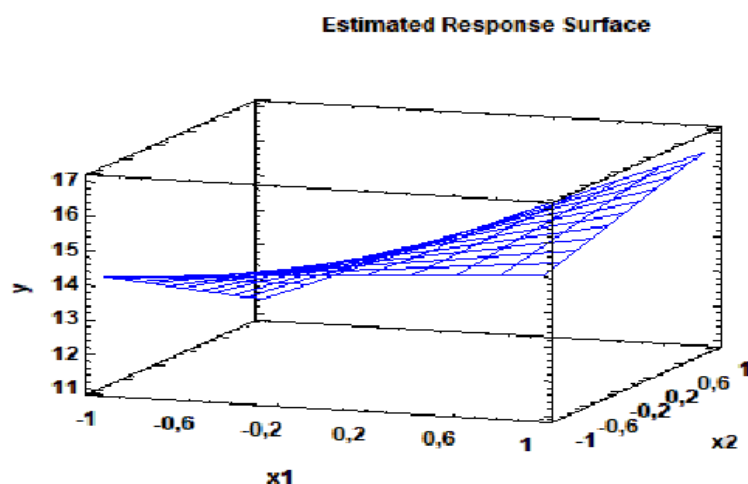


Рисунок 2 – Поверхня функції відгуку досліджуваного процесу синтезу алюмофосфату натрію

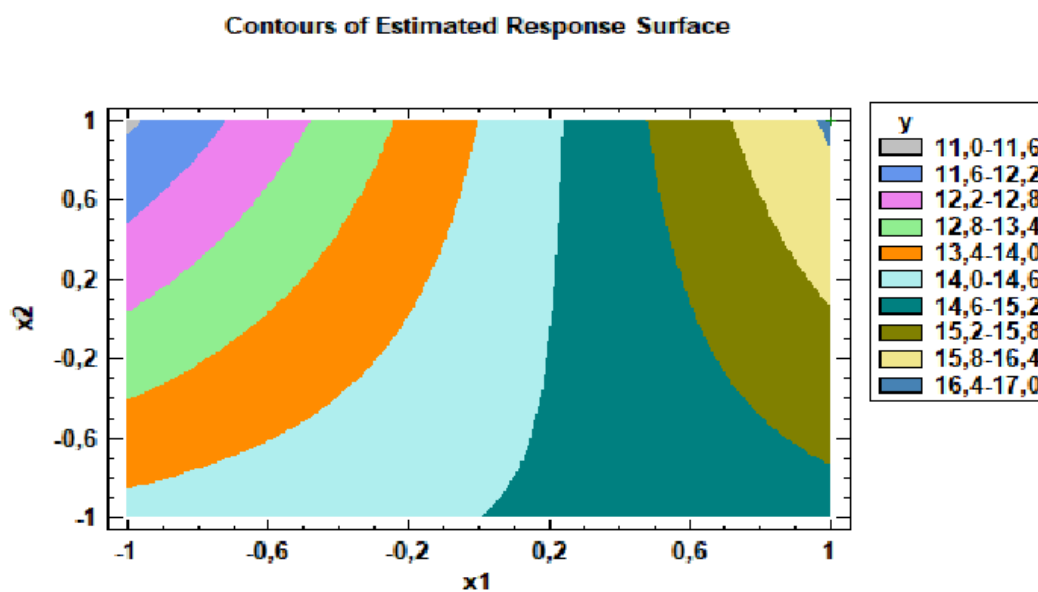


Рисунок 3 – Графічна інтерпретація рівняння регресії для процесу синтезу алюмофосфату натрію. (Кольорові області на графіку – двомірна проекція поверхні відгуку)

Аналіз отриманої математично моделі показав, що рівняння адекватне і в повній мірі описує досліджуваний процес:  $R^2 = 0,99899$  при  $P = 95\%$ . Встановлено, що найбільший вплив на процес одержання алюмофосфату натрію має фактор  $x_1$  (об'єм 40% розчину  $H_3PO_4$ ), оскільки коефіцієнт в рівнянні регресії при ньому найбільший.



*Список використаної літератури*

1. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента. – Москва: Металлургия/ Ю.П. Адлер, 1968.– 155 с.
2. ГОСТ 31638-2012Добавки пищевые. Натрия и калия трифосфаты E451. Технические условия.Дата введения: 01.01.2021.
3. Натареев С.В. Системный анализ и математическое моделирование процессов химической технологии: Учебное пособие. – Иваново, 2007. – 80 с.
4. Ахназарова С.Л, Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высш. шк., 1978. – 319 с.
5. Красовський Г.І.,Філаретов Г.Ф. Планування експерименту. – Мн.: Видавництво БГУ/ Г.І. Красовський, Г.Ф. Філаретов, 1982. – 302 с.
6. Аксельруд Г. А., Лысянский В. М. Экстрагирование (система твердо тело–жидкость). – Ленинград: Химия, 1974. – 256 с.
7. Аксельруд Г. А., Молчанов А. Д. Растворение твердых веществ. Москва: Химия, 1977. – 272 с.
8. Позин М. Е., Зинюк Р. Ю. Физико–химические основы неорганической технологии: учеб. пособие для вузов. Ленинград: Химия, 1985. – 384 с.

**СИНТЕЗ Zn-Al ПОДВІЙНО-ШАРОВИХ ГІДРОКСИДІВ ІНТЕРКАЛЬОВАНИХ ГІПОХЛОРИТОМ НАТРІЮ, ЯК ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЧОВИН ПРОЛОНГОВАНОЇ ДІЇ**

Борисенко А.Ю., Шевчук Є.О., Тимофєєва С.І., Коваленко В.Л., Коток В.А.

E-mail: bag.anastasia@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Антисептичними засобами називають речовини, що мають протимікробну дію і використовуються здебільшого для зовнішнього застосування, для обробки шкіри та слизових оболонок, та для знезараження ран. Антисептичні засоби можуть бути дуже різними за хімічною будовою, фізико-хімічною активністю та ступенем протимікробної активності. Для використання у медицині допускаються лише найбільш ефективні та малотоксичні сполуки [1].

Найбільш розповсюдженими антисептичними на сьогодні вважаються: спиртовий розчин йоду, перманганат калію у різних концентраціях, водні розчини борної кислоти та фурациліну, хлоргексидин та ін. Останній є високоефективним засобом, що використовується для знезараження шкірних покривів, промивання ран, язв та інших пошкоджень [2].

Цільове призначення даної роботи - отримання нових твердих дезінфектантів та біологічно-активних речовин пролонгованої дії. Для досягнення цієї цілі необхідно провести ряд синтезів, для визначення оптимальних умов, для отримання ПШГ, інтеркальованих гіпохлорит-аніонами. Визначити вміст активного хлору в отриманих зразках.

Зразки гіпохлорит інтеркальованих ПШГ були отримані методом синтезу при постійному рН. Методика синтезу має наступний вигляд: розчин солей цинку та алюмінію (із співвідношенням Zn:Al=4:1) та розчин луку із розчиненою наважкою гіпохлориту натрію додаються до стартового розчину із заданим рівнем рН. Синтези зразків проводилися при двох різних температурах (15 та 35<sup>0</sup>С), та двох різних рівнях рН (8 та 10). Рівень рН на протязі усього часу підтримувався за допомогою 0,1N розчинів гідроксиду натрію та соляної кислоти. При вивченні процесу седиментації було виявлено наднизьку швидкість седиментації. За 30 хвилин відстоювання зниження товщини шару осаду склало лише 5,3 % (із 7,5 см до 7,1 см) для зразку, що був отриманий при рН=8 та 35<sup>0</sup>С. Причому для зразку чистого Zn-Al ПШГ (рН=8 та 40<sup>0</sup>С) зниження товщини шару осаду складає 41,33 %. Найбільший показник зниження товщини шару осаду складає 25 % для зразку отриманого при рН=10 та температурі 35<sup>0</sup>С. Відповідний показник для чистого Zn-Al ПШГ (рН=10, температура 60<sup>0</sup>С) - 85,83 %.

Після закінчення процесу, отриманий осад відокремлювався від маточного розчину, шляхом фільтрації, та просушувався при температурі 50-55<sup>0</sup>С протягом двох діб. Сухий подрібнений осад промивався, для очищення від водорозчинних солей, відфільтровувався та знову просушувався [3].

Для визначення вмісту активного хлору в отриманих зразках проводилося титрування методом йодометрії. Наважку промитого і подрібненого осаду розчиняли у 10 мл сірчаної кислоти (10%), приливали дистильовану воду та додавали наважку йодиду калію (1грамм). Отриману суміш залишали на 5 хвилин у темному місці, а потім титрували 0,005 М розчином тіосульфату натрію.

Титрування проводилося двічі: одразу після отримання готових зразків та через 4 місяці. Згідно із результатами титрування, було визначено, що вміст активного хлору у зразках із часом зменшився. Наприклад, вміст активного хлору у зразку, отриманому при рН=8 та температурі 35 <sup>0</sup>С одразу після отримання складав 0,68 % масових. На момент другого титрування він знизився до 0,30 %, таким чином вміст активного хлору знизився на 55,88 % від початкового. Це вказує на повільне вивільнення активного компонента при поступовому розкладанні.

Також визначено, що найбільший початковий вміст демонструють зразки отримані при рН=8: 0,68 % (для 35 <sup>0</sup>С ) та 0,59 % (для 15 <sup>0</sup>С ). Після другого титрування вміст складає відповідно 0,30 % та 0,18 %. Таким чином можна зробити попередній висновок, що отриманий при вищій температурі зразок може зберігатися довше.

#### *Список використаної літератури*

1. Н.С.Тимофеев, Н.Н.Тимофеев "Асептика и антисептика",- Л.:Медицина, 1989, 238с.
2. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия 2013,.280 с.
3. Kovalenko, V.Synthesis and characterisation of dye-intercalated nickel-aluminium layered-double hydroxide as a cosmetic pigment [Text] / V. Kovalenko, V. Kotok,A. Yeroshkina, A. Zaychuk // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. – 2017. –5 (89). – P. 27–34.doi:10.15587/1729-4061.2017.109814.

## **РОЗРОБКА БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК НА ОСНОВІ В-КАРОТИНУ**

Валявська Є.В, Вашкевич О.Ю.

e-mail: perkova.lizaveta@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Вітамінізація продуктів харчування відноситься до одного з найбільш перспективних напрямків розробки нових цільових продуктів харчування, спрямованих на поліпшення раціону різних груп населення.

Розшарування суспільства за купівельною спроможністю вимагає більш точної і системної регламентації продуктів, збагачуваних різного роду біологічно активними харчовими добавками (БАД), з метою створення достатньої, пропорційної фізіологічним потребам людини, сегментування ринку збагачених вітамінами і мікроелементами продуктів харчування.

До одних з таких вітамінів належать вітаміни групи А, які включають значну кількість з'єднань, представлених у багатьох формах (ретинол - А-спирт, ретиналь - А-альдегід, ретиноева кислота - А-кислота, ефіри ретинолу - ретиніл-ацетат, ретиніл-пальмітат), що відносяться до групи жиророзчинних вітамінів.

Однак для виробника харчових продуктів застосування каротиноїдів пов'язано не тільки зі збагаченням продуктів вітамінами, але і, здебільшого, з застосуванням їх в якості жовтих барвників. Каротиноїди - вуглеводні ізопреноїдного ряду  $C_{40}H_{56}$ , а також їх кисневмісні похідні, тому вони добре розчинні в органічних розчинниках - в хлороформі, циклогексані, рослинних маслах, частково розчиняються в етанолі.

Каротиноїди стійкі до зміни рН, температури і витримують нагрівання (без втрати кольоровості) до 130 - 150°C. Вони є відновниками і при введенні в систему антиоксидантів типу аскорбінової кислоти і токоферолу значно збільшують свою стабільність. Інтенсивна забарвлення каротиноїдів обумовлена наявністю в їх структурі сполучених подвійних зв'язків, які є хромофорами. Каротиноїди нерозчинні в воді і розчинні в жирах і органічних розчинниках.

Бета-каротин (від лат. Carota - морква) міститься у великих кількостях в моркві, горобині, червоній пальмовій олії, зелених наземних рослинах і водоростях як речовин, супутніх хлорофілу, а також деяких видах продуктів тваринного походження і морепродуктах.

Бета-каротин може бути отриманий екстракцією неполярними розчинниками з рослинної, тваринної сировини і морепродуктів; мікробіологічним шляхом з водоростей видів *Dunaliellasalina*, *bardawil* і *kona* або культивуванням на відходах крохмалопаточного виробництва, а також синтетичним шляхом, причому два останні способу виробництва дозволяють отримати не тільки жиророзчинні, а й водорозчинні форми. Однак необхідно відзначити, що бета-каротин, одержуваний синтетичним шляхом і мікробіологічними шляхом (з водоростей) вітамінною активністю не володіє.

Натуральний бета-каротин, отриманий методом екстракції або культивування мікроорганізмами, володіє не тільки про вітамінною активністю і фарбувальною здатністю, але і антиоксидантними властивостями і є ефективним профілактичним засобом проти онкологічних та серцево-судинних захворювань, а також проявляє радіопротекторних властивостей.

Говорячи про термостійкість бета-каротину насамперед мається на увазі його стійкість до фарбування продуктів, що не можна сказати про збереження його вітамінної активності.

Варка молока веде до втрати до 20% вітамінної активності, овочів - 40 - 50%, м'яса і яйце продуктів до 30%, печінки, субпродуктів до 40%.

Для бета-каротину, отриманого методом екстракції, допустима добова норма споживання (ДСП) на масу тіла не регламентована, а для бета-каротину мікробіологічного або синтетичного походження вона становить 5 мг / кг ваги тіла в день, як сума каротиноїдів,  $\beta$ - каротину,  $\beta$ - апо-8 -каротіналя, етилового ефіру  $\beta$ - апо - 8 - каротинової кислоти.

Жиророзчинні препарати, які поряд з бета-каротином містять комплекс антиоксидантів, присутніх в самому маслі, використовуються для фарбування рослинних жирів, вершкового масла, маргаринів, сирів, паштетних ковбас, варених ковбас, м'ясних і плодоовочевих консервів, майонезів, харч концентратів.

Препарати, що диспергуються в воді, використовуються для фарбування фруктових напоїв, десертів, кондитерських виробів, морозива, йогуртів. Кількість внесеного препарату бета-каротину залежить від складу рецептурного композиції, що випускається, технології його виробництва і етапу внесення препарату.

Як правило, перераховане на чистий бета-каротин кількість його введення для диспергованих у воді препаратів становить 0,5 - 10 г на тонну кінцевого продукту, а для жиророзчинних форм, застосовуваних у виробництві консервів, паштетних ковбас, плавлених сирів, цукрових сиропів, вершкового масла і маргарину 10 –30 г на тонну кінцевого продукту.

Для прояви оптимальних ефектів від запровадження бета-каротину його вводять на стадіях, які мінімізують вплив окислювальних процесів і теплової обробки з харчовими добавками-відновниками.

#### *Список використаної літератури*

1. Анализ рынка и потребителей биологически активных добавок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. URL.: http://www.4p.ru/main/research/4351](http://www.4p.ru/main/research/4351).

2. Беркетова, Л. В. Витаминизированные продукты с бета-каротином [Текст] / Л. В. Беркетова, Т. Г. Мухамеджанова, В. М. Кантере // Пищевая промышленность. – 1998. - №3.

3. Дадали, В. А. Каротиноиды. Биодоступность, биотрансформация, антиоксидантные свойства/ В. А. Дадали, В. А. Тутельян, Ю. В. Дадали, Л. В. Кравченко // - 2010. – Т.79. - №2. – С.4 – 18.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ КРЕМ-ПІЛІНГУ ДЛЯ  
ОБЛИЧЧЯ З ЕКСТРАКТОМ ІНЖИРУ ТА  
ГУАРОВОЮ КАМІДДЮ**

Ворушило К.П., Бойчук Т.М.

e-mail:kristya980027@gmail.com

*«Національний університет харчових технологій»*

*Київ, Україна*

Косметичні продукти займають широку нішу у галузі хімічної технології. Виробники щорічно нарощують обсяги виробництва з достатньою кількістю нових товарів, інновацій та технологічних розробок. На сьогоднішній день за результатами аналітичних досліджень з 2016 року індустрія краси отримує рекордні доходи, а такі сегменти, як доглядова косметика та натуральна органічна продукція, вже швидко захоплює свою долю ринку, за рахунок різних факторів поведінки і екологічно орієнтованої свідомості споживачів. Все більше уваги звертає споживач на «зелені» косметичні засоби, що обумовлено введенням до International Dictionary of Cosmetic Ingredient та Handbook, сполук одержаних з рослинної сировини, що масово використовуються у розробці косметичних продуктів.

Серед косметичних засобів тенденцію до розвитку з урахуванням попиту займають крем-пілінги. Основними перевагами якого є регенеруюча дія, що обумовлена злущувальною дією мікрочасток (ексfolіацією), у складі продукту. Отримання продукту з властивостями ексfolіанту постійно потребує удосконалення складу, оскільки необхідно вводити сполуки, що по-перше, обумовлюють ефективність дії, а саме очищення та видалення ороговілих клітин верхнього шару шкіри, підсилювання процесів регенерування, а по-друге забезпечують впровадження основ сталого розвитку, екологічності та ресурсозберігаючої технології. Вищезазначені вимоги до характеристик як складу продукту, так і параметрів технології виробництва можна досягти за рахунок введення «зеленої хімії» у вже відому технологічну схему одержання крем-пілінгу [1].

Метою нашої роботи було розробити рецептуру крем-пілінгу для обличчя з екстрактом інжиру та гуараномабогуаровоюкаміддю (добавка E 412)та запропонувати технологію його отримання.

Стандартним способом виробництва косметичного крем-пілінгу є отримання емульсій «гарячим» методом. Жирову фазу нагрівають до температури 80°C, покиповністю не розплавиться емульгатор та поєднують з водою, яка нагріта до 80°C. При такій високій температурі середовище для мікроорганізмів несприятливе, тому вони не виживають і особливі засоби гігієни не вимагаються. Біологічноактивні добавки (БАД) або консерванти можна додавати до початку емульгування у

відповідних фазах з максимальною спорідненістю, якщо вони термостабільні, але необхідно враховувати про залежний від температури профільрозчинності[2].

Відповідно до патенту [3] вміст жирної фази може бути 10 - 22%; вміст водної фази 70 - 80%; 0,5 - 1,0 % загусника; активних компонентів 4-19% і 0,3 – 1,0% допоміжного агенту. Відповідно до досліджень [4-5] для покращення видалення ороговілих частинок шкіри, відновленню та запобіганню старіння можна застосовувати екстракти. Вміст екстракту повинен становити від 0,5 до 1%. Таким чином, обраний склад наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Рецепт раемульсійного косметичного крему

| №      | Назва компоненту              | Масова частка, % |
|--------|-------------------------------|------------------|
| 1      | Олія авокадо                  | 8                |
| 2      | Олія персикової кісточки      | 4                |
| 3      | ПАР кокамідопропіленбетаїн    | 4                |
| 4      | Цетилстеариловий спирт        | 2                |
| 5      | Олія «Моной де Таїті»         | 2                |
| 6      | Гуаровакамідь (добавка Е 412) | 2                |
| 7      | Моностерат гліцерину          | 1                |
| 8      | Екстракт інжиру               | 1                |
| 9      | Консервант                    | 0,5              |
| 10     | Скорлумін                     | 1                |
| 11     | Віддушка                      | 0,5              |
| 12     | Підготовлена вода             | 74               |
| Всього |                               | 100              |

*Список використаної літератури*

1. Кутц Г.С. Косметическиекремы и эмульсии: состав, получение, методыиспытаний / Ш.И Фрисс. – Москва: ООО «ФирмаКлавель» / Издательскийдом «Косметика и медицина», 2004. - 272 с. - ISBN 5-901100-19-0.
2. Технологіякосметичнихзасобів: підручник для студ. вищ. навч. закладів / О.Г. Башура, О.І. Тихонова, В.В. Россіхін [та ін.]; за ред. О.Г. Башура і О.І. Тихонова. – Х.: НФаУ; Оригінал, 2017. 552 с.
3. Крем-пілінгмінеральний: пат. UA118130 U. / Радзієвська Ірина Геронтіївна та ін. заявл. 01.02.2017
4. Крем-пілінгкосметичний: пат. UA 81345 U. / ПалюхВасиль Іванович та ін., заявл 06.03.2006, Бюл. № 54. 3-4 ст.
5. Andersen, O.M., Fossen, T., Torskangerpoll, K., Fossen, A., Hauge, U., Anthocyaninfromstrawberry (Fragariaananassa) withthenovelaglycone, 5-carboxypyranopelargonidin. Phytochemistry. - 2004. - С. 405–410.

## **ОДЕРЖАННЯ ОРТОФОСФАТІВ АМОНІЮ НА ОСНОВІ ДООЧИЩЕНОЇ ФОСФОРНОЇ КИСЛОТИ**

Гросу О.К., Василенко К.В., Ніколенко М.В.

e-mail: grosy1995@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

В наш час солі ортофосфорної кислоти широко використовуються в сільському господарстві як джерело фосфору, а також в багатьох галузях промисловості: хімічній, фармацевтичній, харчовій, електронній, текстильній тощо. Для застосування в харчовій та фармацевтичній промисловості до фосфатів пред'являють особливі вимоги не містити токсичні домішки арсену, плюмбуму та d-металів. Потреба в таких фосфатах безперервно зростає і тому становить інтерес розробити в Україні власні технології харчових фосфатів.

Класичні технології одержання хімічно чистих фосфатів амонію, лужних і лужноземельних металів базуються на способі нейтралізації розчинів харчової ортофосфорної кислоти або її реактивних марок «чиста» (ч.), «чиста для аналізів» (ч.д.а.) та «хімічно чиста» (х.ч.) відповідними хімічно чистими карбонатами або гідрооксидами лужних або лужноземельних металів з подальшим упарюванням розчинів солей і їх кристалізацією. Очевидно, що висока вартість таких фосфатів визначається вартістю прекурсорів їх синтезу і, насамперед, вартістю фосфорної кислоти. [1-3].

На сьогоднішній день більш доцільним вважається одержання фосфорної кислоти харчової кваліфікації шляхом очищення екстракційної фосфорної кислоти. Переважна кількість технічних і харчових фосфатів в Західній Європі і США вже проводиться на основі очищеної ЕФК. А виробництво ТФК в Канаді і США безперервно скорочується [4].

Мета нашої роботи полягала в розробці способу доочищення прекурсорів синтезу фосфатів на основі співосадження токсичних мікродомішок, встановленні закономірностей процесів хімічного осадження, кристалізації і термічної обробки фосфатних солей і розробці на їх основі технологічних параметрів одержання високочистих ортофосфатів амонію для їх використання в якості харчових добавок.

Експерименти з одержання хімічно чистих фосфатних солей проводили в два етапи: 1) очистки розчинів екстракційної ортофосфорної кислоти від токсичних домішок d-металів, плюмбуму, арсену та флуору способом співосадження з гідрофосфатом кальцію; 2) процесу вибіркової кристалізації та/або конверсії прекурсорів в цільовий продукт [5-7].

Слід вілмітити, що очищення розчинів ортофосфорної кислоти від токсичних домішок, проводиться одночасною нейтралізацією кислоти



аміаком до рН = 8. Наприклад, очищення розчину кислоти з початковою концентрацією 3 моль/кг описується рівнянням:



де число молей хлориду кальцію визначено запропонованою в методикі доочищення кислоти способом співосадження токсичних мікродомішок з  $\text{CaHPO}_4$  [8].

Після відділення осаду  $\text{CaHPO}_4$  в розчині міститься 2,85 молей гідрофосфату амонію і 0,3 моля хлориду амонію. Щоб визначити умови виборчого виділення з такого розчину гідрофосфату амонію шляхом його кристалізації, розглянемо політерми розчинності солей  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  і  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в їх суміші за умови  $y/x = 0,3/2,85 = 0,1$  (рис.1).

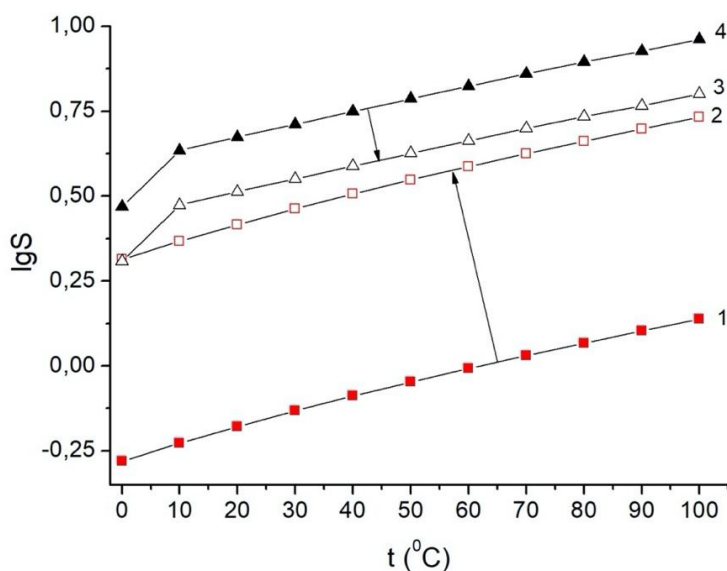


Рис.1. Політерми розчинності  $\text{NH}_4\text{Cl}$  та  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  в їх сумішах: 1-  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при  $y/x = 0,1$ ; 2-  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при  $y/x = 0,6$ ; 3-  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  при  $y/x = 0,6$ ; 4-  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  при  $y/x = 0,1$ . (Стрілками показано напрямок переміщення політерм в міру зменшення вмісту  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  в розчині через його осадження)

Згідно з даними рис.1, найменша розчинність в розчині фосфату амонію спостерігається у  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (крива 1,  $y/x = 0,1$ ). При  $100^\circ\text{C}$  насичена концентрація  $\text{NH}_4\text{Cl}$  становить 1,38 моль/кг, що в 4,6 разів перевищує її концентрацію 0,3 моль/кг. Якщо випарувати частину розчину, щоб збільшити його концентрацію, наприклад, в 4,5 рази (тобто до початку кристалізації хлориду амонію при цій температурі), то концентрація  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  збільшиться до  $2,85 * 4,5 = 12,83$  моль/кг. Оскільки насичена концентрація  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  (крива 4,  $y/x = 0,1$ ) при  $100^\circ\text{C}$  становить 9,14 моль/кг, то в осад перейде  $12,83 - 9,14 = 3,69$  молей солі.

При зміні складу розчину в процесі кристалізації  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  зміниться становище кривих розчинності обох солей. Після повного осадження  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  співвідношення  $y/x$  стане рівним:  $(0,3 * 4,5)/9,14 = 0,15$ . Крива для  $\text{NH}_4\text{Cl}$  на рис.5.3 переміститься трохи вгору, а крива для  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  - вниз. Зростання насиченої концентрації  $\text{NH}_4\text{Cl}$  в розчині дозволить продовжити кристалізацію  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  за рахунок поступового зменшення температури. Розрахунки показали, що в результаті охолодження розчину, наприклад, до  $2^\circ\text{C}$  концентрація насиченого розчину  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  складе 2,25 моль/кг, а  $\text{NH}_4\text{Cl}$  - 2,13 моль/кг (криві 2 і 3,  $y/x = (0,3 * 4,5) / 2,25 = 0,6$ ). Вихід цільового продукту в осаді складе  $(12,83 - 2,25) * 100 / 12,83 = 82,5\%$  за умови, що весь хлорид амонію залишається в розчині (його концентрація 1,35 моль/кг більше ніж в півтора рази менше насиченої концентрації).

Таким чином, при об'єднанні способів ізотермічної та ізогідричної кристалізації можливо виділити з розчину до 82,5% хімічно чистого (а саме, без токсичних домішок важких металів, миш'яку и флуору) гідрофосфату амонію. Для підтвердження цього висновку були проведені експерименти по кристалізації  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  з розчину складу 2,85  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 0,3 \text{NH}_4\text{Cl}$ .

Таблиця – Матеріальний баланс процесу кристалізації  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  з розчину 2,85  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 0,3 \text{NH}_4\text{Cl}$ . після випаровування 20,83% води та охолодження реакційної суміші до  $2^\circ\text{C}$ .

| Надходження, т, г               |            | Витрата, т, г   |        |
|---------------------------------|------------|---|--------|
| $\text{H}_3\text{PO}_4$ (85%)   | 25<br>57   | $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (крист.фаза)  | 29,90  |
| $\text{CaCl}_2$<br>(крист.фаза) | 1,<br>67   | Розчин $\text{NH}_4\text{Cl}$<br>(сума води + $\text{NH}_4\text{Cl}$ +<br>залишок $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ) | 94,30  |
| $\text{NH}_4\text{OH}$ (25%)    | 5,<br>25   | $\text{CaHPO}_4$  | 2,04   |
| $\text{H}_2\text{O}$            | 11<br>1,92 | $\text{H}_2\text{O}$ , що випарувалася на<br>стадії синтезу   | 11,00  |
| Всього                          | 14<br>4,41 | Всього  | 137,24 |
| Нев'язка балансу, %             |            |   | 4,96   |
| Вихід, %                        |            |   | 79,5   |

У таблиці представлені експериментальні та розрахункові дані для цього процесу. Знайдено, що нев'язка балансу становить 4,96%, що можна пояснити втратою частини цільового продукту через його розчинності при

промиванні водою. Без такого промивання в порах осаду залишається матковий розчин, який крім  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  містить сіль  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , що забруднює продукт хлорид-іонами. Реакція з нітратом срібла показала відсутність хлоридів у розчинах промитого невеликими порціями дистильованої води осаду  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ . Рентгенографічні дослідження осаду не показали присутності фази хлориду амонію (основні рефлекси по PCPDFWIN № 73-1491: 32,79; 23,03; 47,05; 40,44). Усі рефлекси на дифрактограмі зразка  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  відповідали довідковими даними для цієї солі.

Таким чином, проведені дослідження показали, що способами ізотермічно-ізогідричної кристалізації і конверсії після доочистки розчину ортофосфорної кислоти з суміші  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  і  $\text{NH}_4\text{Cl}$  можливо селективно кристалізувати чистий  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  з виходом 79,5%.

#### *Список використаної літератури*

1. Алексеев, А.И.; Дмитриевский, Б.А. Научно-производственный Цикл Получения Нитрата и Фосфата Калия Конверсионным Методом. Записки Горного института 2016, 221, с 661-667.

2. Leikam, D.F.; Achorn F.P. Phosphate Fertilizers: Production, Characteristics, and Technologies. Phosphorus: Agriculture and the Environment 2005, 46, pp 23-50.

3. Ваггаман, В. Фосфорная Кислота, Фосфаты и Фосфорные Удобрения. Госхимиздат: М., 1957, 724с.

4. Воскресенский, С.К. Исследование по Производству Минеральных Удобрений. НИУИФ: М., 1957, с 27-48.

5. Технология переработки фосфоритов Украины / Белогур И.С., Рыщенко И.М., Савенков А.С., Вецнер Ю.И. // Вестник НТУ «ХПИ», Тематический выпуск «Химия, химическая технология и экология». – 2007. – № 9. – С. 125-128.

6. Савенков, А.С.; Рыщенко, И.М.; Белогур, И.С.; Масалитина, Н.Ю. Кинетика Нейтрализации Азотно-кислотного Раствора, Полученного из Низкосортного Фосфорсодержащего Сырья. Вопросы химии и химической технологии 2018, 4, с 129-134.

7. Рыщенко И. М. Теоретические основы и технологии комплексных удобрений из фосфоритов с низким содержанием оксида фосфора (V) [Текст] / дисс. на соиск. уч. ст. д.т.н.: 05.17.01., Харьков, 2014.

8. Ніколенко, М.В.; Василенко, К.В.; Миргородська, В.Д.; Кришень, В.П.; Рищенко. І.М. Очищення Прекурсорів Синтезу Ортофосфатів Кальцію Методом Співосадження. Питання хімії і хім. технології 2021, 2, с 81-89. <http://dx.doi.org/10.32434/0321-4095-2021-135-2-81-89>

## **ХАРЧОВІ ДОБАВКИ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНИХ НАТИВНИХ КРОХМАЛІВ**

Гунченко В.О., Должиков С. С., Авдієнко Т. М.

e-mail: gunchenkovika3@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Актуальним у наш час залишається вивчення особливостей харчових добавок на основі модифікованих нативних крохмалів. Одним із таких модифікованих нативних крохмалів є картопляний крохмаль окиснений гіпохлоритом натрію. Нативний крохмаль є природним полісахаридом, що складається з гранул, в яких присутні два типи полімерів глюкози: амілози (15 – 35 мас. % на суху речовину) і амілопектину (65 – 85 мас. % на суху речовину).

Метою даної роботи було обрано процес хімічної модифікації нативного картопляного крохмалю різними неорганічними окисниками, а також розробка математичної моделі процесу окиснення.

Окиснення крохмалю в основному здійснюється безпосередньо реакцією крохмалю з окисником при контрольованих рН і температурі. Реакції окиснення крохмалю гіпохлоритом натрію включають розрив полімерних ланцюгів і окиснення гідроксильних груп до карбонільних і карбоксильних, змінюючи молекулярну структуру крохмалю. Окиснення в основному проводять для того, щоб знизити в'язкість крохмалю в розчині.

Для отримання окисленого крохмалю з картопляного використовували метод хімічної обробки. Під час окиснення молекули крохмалю порушуються донизу, даючи молекули з пониженою молекулярною масою. За хімічною будовою нагадує нативний крохмаль, у піранозних ланках молекул якого окислюються переважно первинні гідроксильні групи С до карбоксильних І:

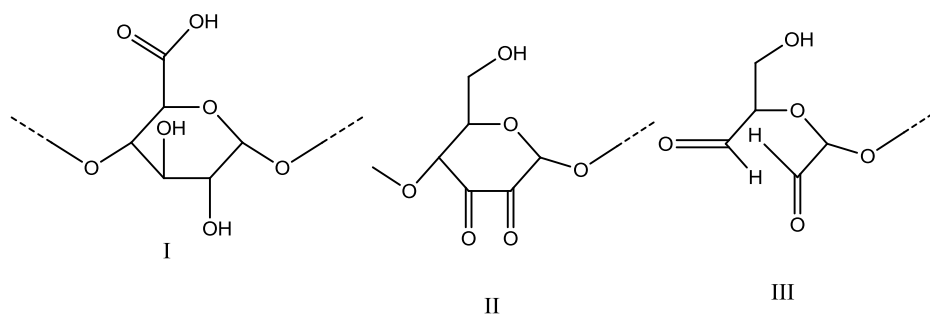


Рисунок 1 – Реакція глибинної оксидації

При глибинній оксидації окислюються не тільки первинні гідроксильні групи, але і вторинні з утворенням циклічних дикетонних структур II, діальдегідо- і дикарбоксилкрохмалів III з розкритим

піранозним циклом внаслідок розщеплення глікозидних зв'язків. У такому продукті як домішки присутні також пероксидовані сполуки.

Для вибору оптимальних умов окиснення нами було розраховано і визначено математичну модель процесу окиснення картопляного крохмалю гіпохлоритом натрію в формі лінійного рівняння регресії для три факторного повного експерименту.

Для цього брали наважку крохмалю масою 1 г додавали необхідну кількість води та гіпохлориту натрію. Максимальний об'єм розчину складав 50 мл. При проведенні процесу модифікації суспензію добре перемішують до повного та рівномірного розчинення. Підігрівали на водяній бані до 50°C або 70°C та витримували протягом 10-30 хв. Для контролю протікання реакції було використано віскозиметр капілярний скляний ВЛЖ-2.

В результаті досліджень методом хімічної обробки, нами було обрано фактори, що впливають на процес та функцію відгуку «у»:  $X_1$  – температура процесу окиснення,  $X_2$  – час,  $X_3$  – концентрація гіпохлориту натрію,  $y$  – в'язкість окисленого крохмалю.

Було визначено, що статично значимими факторами є  $X_1$  – температура процесу окиснення,  $X_2$  – час,  $X_3$  – концентрація гіпохлориту натрію. Взаємодія факторів процесу окиснення не є значущою.

Регресійний аналіз рівняння математичного опису процесу окиснення гіпохлоритом натрію (при  $R^2=89,6109\%$ ) показав, що рівняння регресії адекватне і в повній мірі описує досліджуваний процес.

На підставі експериментальних даних ми отримали рівняння регресії для процесу окиснення гіпохлоритом натрію базуючися на кодованих змінних:

$$y = 2,4425 - 0,2125 \cdot x_1 + 0,44 \cdot x_2 - 0,115 \cdot x_3 + 0,04 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,045 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,0325 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Оптимізаційний аналіз (при визначенні максимального значення  $y$ ) показав, що оптимальними параметрами процесу окиснення є: температура процесу – 50°C; тривалість процесу окиснення – 30 хв; концентрація окисника (гіпохлориту натрію) – 0,5 г/л.

#### *Список використаної літератури*

1. Гулюк Н. Крахмал и крахмалопродукты. – М. : Агропромиздат. – 1985. – 236 с.
2. HalalS.L.M., ColussiR., PintoV.Z., BartzR., RadunzM., VillarrealN.L. Structure, morphology, and functionality of acetylated and oxidized barley starches //Food Chemistry. – 2015. – №168. – С. 247-256 с.
3. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості.– Львів.: Центр Європи, 2009. – 836 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ НА ВОДОСТІЙКІСТЬ РІДКОЇ ТУШІ ДЛЯ ВІЙ**

Гусаревич Л. В., Лабяк О. В.

e-mail: gusareviclesa@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Асортимент туш для вій на вітчизняному ринку дуже різноманітний він відрізняється своїми постачальниками, також ціновою категорією на нього і не менш важливим є його упаковка, яка також має велике значення [1].

Туш для вій – виріб декоративної косметики, призначений для короткочасного фарбування, стовщення та подовження вій, додання їм об'єму і чіткості форми. Залежно від консистенції і відповідно форми випуску туші поділяють на: рідку(пасто-, кремоподібну) і тверду(брускову). В даний момент часу переважне поширення одержала туш рідкої консистенції [2].

Актуальний косметичний засіб – це туш для вій у вигляді пасто- або кремоподібного засобу, розфасована в олівцеві футлярі з круглою спіральною щіточкою – аплікатором. Щіточка може бути прямою або зігнутою, взаємності від призначення туші – підкручувати, потовщувати або подовжувати вій. Однак розрізняють ще два основних типи продукту: водостійку і неводостійку.

Основна відмінність водостійкої туші від звичайної – це наявність у першої водовідштовхувальних властивостей, вій захищають від дощу, бризок, сліз чи поту. Це досягається за рахунок вмісту в її складі – легких розчинників, натурального воску тваринного і рослинного походження (бджолиний, з рисових висівок, карнаубський тощо), мінерального воску (парафін, стеарин і інші) і фіксуючих полімерів (силіконів). Крім того, вона не містить водочутливих елементів і утворює на поверхні вій тонку плівку, яка відштовхує краплі води.

Метою роботи була розробка рецептури рідкої водостійкої туші для вій, якими стить у своєму складі різні класи силіконів.

Силікони – це велика група полімерів виключно хімічного походження. Складаються вони з молекул кисню, вуглецю, водню і органічного кремнію [3]. Більшість силіконів добре сумісні з тканинами людського організму. Саме це і зумовлює їх широке застосування в медичній сфері. Також силікони використовують і при виготовленні декоративної косметики. І це цілком зрозуміло, оскільки ці полімери добре її пом'якшують. Завдяки їм: відсутність обтяження, стійкість, відсутність слідів і відбитків засобу на верхньому віці. Деяка частина вчених говорить про те, що косметика з силіконом шкодить шкірі і волоссю, але є і прихильники цього компонента, які вірять в його необхідність. Деякі нові модифікації силіконів зовсім не шкідливі, особливо, коли ви ними не користуєтеся щодня.

Туш на силіконовій основі обволікає волосинки, проникаючи в структуру, роблячи їх слухняними, м'якими, здатними приймати потрібний вигин. Рівномірно лягає на вій, додає довжини, обсягу, роблячи погляд яскравим, але природним.

Силікон забезпечує стійкий результат, володіє водовідштовхувальними

властивостями, не допускає потьоків в дощову або снігову погоду.

В роботі розроблено рецептури туші для вій з використанням різних класів силіконів та різних варіантів пігментів. До складу входять рослинні та тваринні воски, а саме бджолиний віск, канделільський віск, віск з рисових висівок – вони відповідають за об'єм, консистенцію та термостійкість засобу; камедь акації – розподіляє пігмент по віях і покриває плівочкою, яка поділяє вій і не дає обсіпатися пігменту; силікони різних класів – сприяє рівномірному розподілу пігменту, захищає вій і надає їм мерехтливий блиск; пігменти чорного, коричневого та синього кольору; емульгатор Оливем-1000; консервант Оптіхен Плюс; різні варіації масла та вітаміни.

Для визначення водостійкості туші для вій застосовували стандартну методику [4]. Зразки туші для вій наносили на предметне скло та через 2-3 хвилини підносили під струмінь води та враховували контрольний час. Зразки містили силікони диметикон, фенілтриметикон, циклометикон, кококапрілат-копрат та їх суміші. В результаті дослідження водостійкості туші найкращий результат виявив зразок з вмістом суміші диметикона та циклометикона у складі косметичного засобу.

В результаті проведених органолептичних та фізико-хімічних досліджень було виявлено, що даний засіб не токсичний і не чинить подразнюючої та алергізуючої дії на слизову очей, стійкий до води [5]. За органолептичними показниками туш для вій відповідає нормативній документації. Вона однорідна на вигляд, блискуча маса без крихт з приємним запахом рН туші для вій та масова частка води відповідає нормі. За критерієм термостабільності і колоїдної стабільності дана туш стабільна. Косметичний засіб відповідає всім вимогам і безпечний для використання.

Водостійку туш не рекомендують застосовувати тим жінкам, які носять контактні лінзи, оскільки ця туш швидше забруднює лінзи, ніж звичайна.

Для видалення водостійкої туші для вій необхідно використовувати спеціальний косметичний засіб. Це може бути рідина, молочко чи гель, призначені для зняття водостійкого макіяжу з очей.

#### *Список використаної літератури*

1. Вилкова С.А. Товароведение и экспертиза парфюмерно-косметических товаров / Вилкова С.А.: учебник для вузов. –М.: «Деловая литература», 2000 г.
2. Технология косметических и парфюмерных средств: Учеб. пособие для студентов фармац. спец. высш. учеб. заведений /А.Г. Башура, Н.П. Половко, Е.В. Гладух и др. – Х.: Изд-во НФАУ: Золотые страницы, 2002. – 272с. – (Косметология и аромология).
3. Книга Наука красоты. Из чего на самом деле состоит косметика / Т. Орасмяэ-Медер, О. Шатрова. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 376с.
4. ГОСТ 31697–2012: 2013. Продукция декоративной косметики на эмульсионной основе. Технические условия. [Введ. з 2013–07–01]. Москва: Межгосударственный стандарт, 2013. 7 с.
5. Сенсорний аналіз: навч. посіб. / Дубініна А. А., Щербакова Т. В., Черевична Н. І., Шмиголь О. В. Харків, 2017. 110 с.

## **ОДЕРЖАННЯ КОСМЕТИЧНИХ СКРАБІВ З АБРАЗИВАМИ НАТУРАЛЬНОГО ПОХОДЖЕННЯ**

Драпак О.С., Лабяк О.В.

e-mail: pasosh1310@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Здоровий спосіб життя і нерозривно пов'язана з ним органічна продукція знаходять все більшу популярність у ХХІ столітті. Виготовляється органічна або натуральна косметика з натуральної сировини й відповідно до вимог стандартів якості. В її складі заборонено використовувати такі речовини: формальдегід і його похідні, галогенорганічні з'єднання, етоксильовані компоненти, синтетичні ароматизатори та барвники, парабени і ряд інших консервантів.

Різновидом косметичних масок є скраби. Скраб – косметичний засіб у вигляді крему, емульсії, гелю, що містить тверді частинки (абразиви) і використовується для очищення шкіри від відмерлих клітин епідермісу [1]. За призначенням розрізняють скраби для обличчя, для тіла та антицелюлітні. Абразиви можуть бути натуральними або штучними (синтетичними).

Використання синтетичних абразивів є однією з основних екологічних проблем як в Європі, так і в усьому світі. Це пов'язано з тим, що в якості пластикових мікрогранул використовують нерозчинні в воді тверді пластикові частинки. Полімери в косметиці можуть виконувати різні функції, наприклад наносити матове покриття, відлущувати, створювати шар на шкірі, згущувати формулу або бути емульгатором. Вони використовуються як в засобах, що змиваються, так і в тих, що не змиваються, тобто в гелях для тіла та обличчя, пілінгах, шампунях, сонцезахисних кремах, кремах проти зморшок тощо.

У пошуках альтернатив синтетичним компонентам розробники звернулися до природи. Сучасні дослідження підтверджують, що альтернативою подразнюючим шкіру синтетичним ексфоліантам є речовини природного походження – шкаралупа мелених горіхів або насіння фруктів, мінеральні солі, кізельгур, каолінова глина, морський пісок, морська сіль. Вони діють порівняно повільно, але ефективно і без ризику виникнення алергічних реакцій шкіри споживача [2].

Метою роботи була розробка рецептури та технології одержання скрабу, що містить абразиви натурального походження та є екологічно безпечним.

В роботі розроблено декілька рецептур скрабу на мильній основі з використанням різних варіантів натуральних абразивів. За основу обрано: м'яка та тверда мильні основи, масло Ши, суміш вітамінів А та Е, яка є невід'ємною складовою косметичних засобів, набір ефірних олій та ексфоліантів.



До складу також входять рідкі та тверді масла, які потрібні для кращого нанесення скрабу на шкіру, її пом'якшення та зволоження, оскільки містять в своєму складі велику кількість ненасичених жирних кислот – речовин, що відіграють важливу роль у процесах регенерації та поділу клітин шкіри, регулюють водний баланс. М'яка мильна основа використовується у якості компонента, який утворює піну і має здатність очищувати [3,4].

В якості ефірних олій було обрано олію ісопа – тонізує, матує, заспокоює шкіру; мандарина – ефективно використовувати проти целюліту та розтягами на тілі; лавандова олія – заспокоює, знімає подразнення та прискорює регенерацію шкіри; ялівцю – тонізує, нормалізує виділення шкіряного сала. За абразив запропоновано цукор, мелені виноградні кісточки та морська сіль тонкого помелу.

Як натуральні барвники використали аннато, кармін, сік чорниці.

Технологія виготовлення скрабу поділяється на стадії: топлення твердої, м'якої мильної основи та масла Ши, додавання ефірних олій, вітамінів та абразиву, надання кольору та запаху скрабовій масі, формування форми кульок [5]. Таким чином розроблені екологічно-безпечні рецептури скрабу для тіла, які мають відлущуючий, пом'якшуючий та живильні ефекти. Обрані безпечні абразиви та запропоновані інші варіанти заміни синтетичних абразивів. Склад їх відрізняється також в залежності від типу шкіри - сухий, нормальної, комбінованої або жирної. Косметичний ефект від дії скрабу помітний після першого застосування. Ділянки шкіри, оброблені скрабом, набувають пружність, гладкість і змінюють свій колір (стають світлішими) в порівнянні з необробленими.



Рисунок 1 – Одержані зразки скрабів для тіла з натуральними абразивами

В результаті проведених досліджень було виявлено, що даний засіб (рис.1) не токсичний і не чинить подразнюючої та алергізуючої дії на шкіру тіла і організм людини, очищає шкіру від мікрозабруднень, має

протизапальну дію. Відповідає показникам якості згідно нормативної документації.

Категорично забороняється наносити скраб на ділянки шкіри, які мають будь-які запалення, пошкодження або висипання: ранки або порізи, опіки, в томучислі і сонячні, акне (вугрі), гнійники, будь-які дерматологічні захворювання. Також не рекомендується скрабувати тіло після гоління або епіляції.

*Список використаної літератури*

1. Преимущества натуральной косметики: веб-сайт. URL: <http://ecovita-shop.ru/stati/vse-o--kosmetike/preimushestva-dlya-tela/>
2. Технологія косметичних засобів [Текст] : навчальний посібник / О.Г.Башура, Н.П.Половко, Т.М.Ковальова, І.Г.Пересадько. Вінниця: Новакнига, 2007. 360с.
3. Кривова А.Ю., Паронян В.Х. Технология производства парфюмерно- косметических продуктов. М.: ДеЛи принт, 2009. 668 с
4. Мікропластик, наскільки серйозна загроза: веб-сайт. URL: <https://www.ekokosmetika.ru>
5. Цукровий скраб для тіла: веб-сайт. URL: <https://organicstore.com.ua/beauty/235-sakharnyj-skrab-dlya-tela.html>

## ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДУ РЕЦЕПТУРИ БАЛЬЗАМУ ДЛЯ ПОШКОДЖЕНОГО ВОЛОССЯ

Дудник Е. В., Манзюк М. В., Авдієнко Т. М.

e-mail: elviradudnik00@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

В реаліях сьогодення кожна жінка мріє про здорове та гарне волосся. Але існує багато причин, через які волосся втрачає свою силу і красу. Волосся в результаті недостатньої секреції сальних залоз, через поганий догляд, вплив навколишнього середовища, хімічні пошкодження стає сухим і пошкодженим, виникають такі проблеми: втрачається блиск, волосся січеться, прогресує пористість, знижується міцність волосся. На даний час існує багато засобів по догляду за волоссям: ополіскувачі, кондиціонери, бальзами та маски. Вони відрізняються за своїми властивостями, косметичним ефектом та часом витримування на волоссі.

Бальзами мають ряд переваг над іншими засобами, оскільки вони відновлюють структуру пошкодженого волосся, живлять корені на відміну від ополіскувачів і кондиціонерів, та час їх нанесення менший ніж масок. Бальзами для волосся класифікуються в залежності: від довжини волосся, від форми випуску, від дії та від стану волосся[1].

Для ефективного відновлення структури волосся та живлення шкіри голови було обрано ряд біологічно-активних речовин, таких як:

– олія чорного кмину – багата на жирні кислоти Омега-3 та Омега-6 (зміцнюють волосся), фітостерини (борються з сивиною і живлять пошкоджене волосся), вітаміни А і Е (надають гладкість волоссю, повертають пружність і міцність) та біофлавоноїда піге

– нін (проявляє тонізуючу дію, активізує ріст волосся, стимулює кровопостачання шкіри голови, запобігає випадінню волосся);

– олія мигдалю – виявляє пом'якшуючу, поживну і захисну дію на шкіру і волосся, один з найпотужніших природних стимуляторів росту і зміцнення волосся;

– олія жолоба – сприяє очищенню шкіри голови і нормалізує ріст і розвиток волосяних фолікул;

– гідролізат кератину – Сприяє зміцненню, перешкоджає випаданню, покращує зовнішній вигляд, стимулює ріст волосся;

– комплекс вітамінів АЕФ – вітамін А стимулює відновлення структури волосся, забезпечує захист від вільних радикалів, вітамін Е допомагає впоратися з проблемами шкіри голови, вітамін F зміцнює волосся;

– ефірна олія лимону – являє собою комплекс корисних речовин, які разом допомагають боротися з потускнінням волосся, їх випаданням і лупою [2].

В якості катіонних ПАР були обрані цетримоніум хлорид та бегентримоніум хлорид. В якості структуроутворювачів було обрано гліцерил моностеарат та цетеариловий спирт, в якості емульгатора – цетеарет-20.

Для визначення раціонального складу бальзаму для волосся було розроблено 10 дослідних рецептур. Змінювали вміст структуроутворювачів. Рецептури, що мають співвідношення гліцерил моностеарату до цетеарилового спирту – 1:1 – зразок № 6 та 1:2 – зразок № 10 мають найкращу консистенцію. Оскільки, зразки виконані з додаванням емульгатора, то вони мають кращий зовнішній вигляд, приємний блиск.

З профілограми споживчих властивостей видно, що кращим є зразок №10.

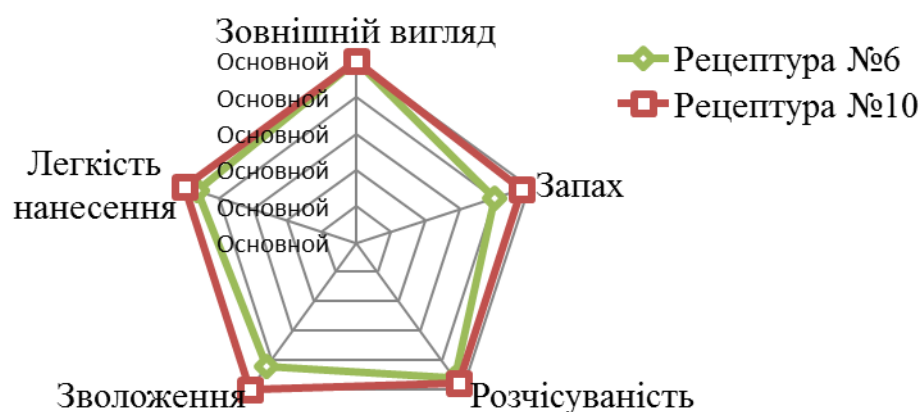


Рисунок – Профілограма споживчих властивостей

За зовнішнім виглядом зразки ідентичні, мають приємний жовтуватий колір та привабливий блиск. За рахунок більш густої консистенції зразка №10, він краще розподіляється по волоссю, тому воно більш зволене, краще розчісується та має кращий вигляд, ніж при використанні зразка №6.

Таким чином, у розробленій рецептурі бальзаму для пошкодженого волосся підібрано раціональне співвідношення структуроутворювачів, які працюють синергічно та утворюють потрібну консистенцію. Контроль якості проведено відповідно до вимог нормативної документації.

Дану рецептуру рекомендуємо до використання в якості доглядаючого засобу для пошкодженого волосся.

#### *Список використаної літератури*

1. Технологія косметичних засобів : Навчальний посібник / Башура О.Г., Половко Н.П., Ковальова Т.М., Пересадько І. Г. Вінниця. – Нова книга, 2007. – 360 с.

2. Самуйлова Л.В., Пучкова Т.В. Косметическая химия: учеб. издание. В 2 ч. Ч. 1: Ингредиенты. – М. Школа косметических химиков, 2005. – 336 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СКЛАДОВИХ КОМПОНЕНТІВ НА СТІЙКІСТЬ ПАРФУМОВАНИХ ВИРОБІВ

Зозульська Є.С., Мироняк М.О., Ніколенко М.В., Лабяк О.В.

e-mail: mari.mironyak@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Стійкість виробів є одним із важливих показників якості парфумерної продукції. Всі парфумерні засоби складаються з однакових компонентів: спирту, води та парфумерної композиції, але в залежності від комбінації та співвідношення цих основних інгредієнтів, стійкість парфумованих виробів буде різною. Наприклад, духи повинні зберігати свій аромат протягом 60 годин, для парфуму цей показник становить близько 50 годин, а туалетної води – близько 40годин.

Кожен вид парфумерної продукції являє собою складну композицію різних ароматичних інгредієнтів: ароматичних речовин рослинного та тваринного походження, штучних ароматичних компонентів, ефірних олій та ін. Кожен з цих компонентів впливає на формування та відчуття аромату. Найбільш леткими компонентами є цитрусові олії, тому вони найчастіше складають першу ноту, в той час як фантазійні та орієнтальні парфуми з пряним і терпким ароматом є базовими, оскільки містять у своєму складі важколеткі стійкі речовини[1].

В цілому, стійкість запахних речовин визначається їхньою природою, тобто молекулярною масою та взаємодіями між окремими молекулами. Тому речовини з більшою молекулярною масою будуть менш леткими та більш стійкими.

В якості зразків для дослідження нами було обрано парфумовані віддушки:

### 1. RicciRicci від NinaRicci:

- вершина: тубероза, лунна ліана;
- нота серця: бергамот, ревінь;
- шлейф: пачулі, сандал, столиста троянда.

### 2. L'HommeCologneBleue від YvesSaintLaurent:

- вершина: бергамотова та мандаринова м'якоть, апельсин та сіцилійський грейпфрут, зерна кардамона та чорного духм'яного перцю;
- нота серця: акватична нота, геранієві пелюстки, лаванда, материнка, біле яблуко;
- шлейф: віргинський кедр, пачулієве листя, сандалова деревина.

### 3.Chance від Chanel

- вершина: ананас, ірис, пачулі, рожевий перець, гіацинт;
- нота серця: жасмін, цитруси;
- шлейф: мускус, пачулі, ваніль, ветивер.

### 4. Цитрусовасвіжість (Argume).

В ньому розрізняють ноти апельсина, лимона, лайма, бергамоту.

Стійкість парфумерної композиції безпосередньо корелюється не

стільки з концентрацією віддушки (хоча іноді це відіграє роль), а з тим, які саме компоненти використовуються при створенні композиції, їхньою молекулярною масою та взаємодією між ними. Об'єктивно кожна запашна речовина має той чи інший ступінь летючості, це одна з його базових характеристик, і вона залежить від ваги молекул у його складі. Одні з найбільш летких речовин - ефірні олії цитрусових. Саме тому цитрусові ноти з парфумерних композицій випаровуються найшвидше, і якщо аромат побудований на них, він буде нестійким, протримається на шкірі 2-3 години (хоча на паперовому блоттері може залишатися доба). Інші сполуки - наприклад, відповідальні за запах паленого цукру (етилмальтол), бальзамічні та деревні аромати - «звучатимуть» набагато довше: 10–12 годин на шкірі та приблизно місяць на папері [2].

Характеристика стійкості аромату також залежить від вмісту в парфумерній продукції спеціальних компонентів – фіксаторів запаху – речовин, які складаються з важких продуктів та створюють завершальні ноти запаху, забезпечуючи його необхідну тривалість.

Для збільшення стійкості парфумованого виробу в нього додатково додають різні натуральні і синтетичні фіксатори запаху. Певний вплив на стійкість композиції надає і основний розчинник - етиловий спирт. Стійкість парфумерії залежить багатьох чинників. Деякі з них пов'язані з особливостями самого парфуму, це дозволяє, нехай приблизно і дуже умовно, але говорити про парфумерію як про стійку або нестійку [3].

Як фіксатори можуть використовуватися речовини тваринного (амбра, мускус, бобровий струмінь та ін.) або рослинного походження (сандал, дубовий мох, ветивер, шавлія та ін.), а також широко застосовуються синтетичні фіксатори (недухмяної природи) такі як діетилфталат, який був використаний при формуванні парфуму. Він, на відміну, від природних фіксаторів не приймає участі у побудові аромату, лише виконують роль фіксатора. Знижуючи випаровування композицій, він пролонгує «життя» аромату, також нами був використан AromaFix (PPG-20 глюкозометиловий ефір), який використовується для закріплення багатьох видів ароматів, без додавання власного запаху. Це водорозчинна олія з широким спектром розчинності у воді, спирті, оліях та розчинниках (крім вуглеводнів). Даний фіксатор не має запаху та збільшує тривалість сприйняття багатьох типів ароматів. Служить відмінним фіксатором для верхніх та серцевих нот – квіткових, трав'янистих, цитрусових, лавандових.

Під час створення парфумів нами було проведено дослід під час якого:

- на чистий альбомний аркуш розпилюється невелика кількість парфуму;
- кожні 20-30 хвилин перевіряємо, чи не згас запах;
- коли більше не відчуватиметься смак, стає відомо скільки

годин він протримається натілі.

Ми дійшли висновку, що наймеш стійкими парфуми виявились Цитрусова свіжість (Argume) через 6 годин запах зник, більш стійкими виявились Chance, Chanel, та високу стійкість показали RicciRicci, NinaRicci, та YvesSaintLaurentL'HommeCologneBleue.

Фіксація аромату в якісному парфумі досягається за рахунок майстерного поєднання ароматичних речовин високого, середнього та низького ступеня леткості, від легких ароматичних, цитрусових та квіткових компонентів верху до більш стійких молекул серця та бази, представлених концентрованими квітковими, амбровими, мускусними, деревними та смолистими компонентами. [4].

При цьому в технології складання композицій неможливо просто взяти і збільшити концентрацію фіксатора – адже в цьому випадку порушиться гармонія, або, за термінологією фахівців, прозорість аромату. Сутність цього явища полягає в тому, що суть квіткової композиції полягає у повільному, поступовому розкритті її природного «букету». У тому випадку, коли вміст фіксатора запаху перевищує пропорцію, легко знищуються індивідуальні властивості ефірних олій [5].

#### *Список використаної літератури*

1. От чего зависит стойкость аромата // [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL:[https://randewoo.ru/statiy/ot\\_chego\\_zavisit\\_stoikost.html](https://randewoo.ru/statiy/ot_chego_zavisit_stoikost.html)
2. От чего зависит стойкость парфюма // [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: [http://don-parfum.ru/page\\_44.html](http://don-parfum.ru/page_44.html)
3. О физике и физиологии парфюмирования: стойкость и летучесть аромата // [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL:<https://www.fragrantica.ru/news.html>
4. Фиксаторы, повышающие стойкость духов // [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://randewoo.ru/statiy/fiksatory-povyshauschie-stoikost-duhov.html>
5. Чем отличаются концентрации парфюмов: одеколон, туалетная и парфюмированная вода и парфюм // [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.malva-parfume.ua/blog/СНem-otlichayutsja-koncentracii-parfyumov-odekolon-tualetnaja-i-parfyumirovannja-voda-i-parfyum/>

## **РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ (ОТРИМАННЯ) ТВЕРДОГО ШАМПУНЮ З ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ**

Іщенко М.С.

e-mail: marina.ishchenko29@gmail.com

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Україна, Київ*

Не секрет, що одним з найпопулярніших косметичних засобів є шампунь для волосся. Зростання конкуренції на ринку косметичної продукції спонукає виробників до розробки нових композицій шампунів широкого спектру дії з поліфункціональними властивостями. Споживач хоче придбати один засіб, який очищатиме волосся та шкіру голови не викликаючи надмірної сухості кінчиків, сприятиме його росту, запобігатиме утворенню лупи чи боротиметься з грибок. Процес очищення має бути м'яким, не викликати подразнення, залишаючи відчуття м'якості та природного блиску, покращуючи естетичний вигляд. Важливо, щоб шампунь утворював стійку піну, легко змивався водою та не містив токсичних компонентів у складі.

У сучасному світі багато людей подорожує. Значна частина населення бере з собою в подорож звичні косметичні засоби, щоб на відпочинку чи у відрядженні не виникало зайвих проблем. Не дуже приємно, коли їдеш на кілька днів возити з собою пляшку з шампунем. Тому в останні роки все більших обертів набирають тверді шампуні. Ззовні вони нагадують звичайний невеликий кусок мила. Такі шампуні не лише компактні та зручні в транспортуванні, мають приємний запах та гарний вигляд, можуть використовуватися протягом тривалого часу, завдяки більшій мікробіологічній стабільності, ніж рідкі препарати, але й не містять консервантів. На сьогоднішній день, ринок твердих шампунів не є пересиченим, бо далеко не кожен бренд має в лінійці твердий шампунь. Можна стверджувати, що твердий шампунь є багатофункціональним продуктом для широкого кола споживачів. Адже він є екологічно чистим, безпечним, зручним та ефективним засобом по догляду за волоссям.

Тому актуальним завданням даного дослідження є розробка рецептури стимулюючого ріст волосся твердого шампуню з антисептичними, пом'якшувальними та зволожуючими властивостями.

Склад запропонованої косметичної композиції (твердого шампуню) у відсотковому співвідношенні такий: кокоіл-ісетіонат натрію 60%, коко-сульфат натрію 20%, коко-глюкозид 12,5%, рідкий кератин (sericapMP) 2,5%, пантенол 2%, масло дерева Ши 1%, масло руколи 1%, масло мигдальне (1%). Як аніонні ПАВ було обрано кокоіл-ісетіонат та коко-сульфат натрію які є безпечнішими та менш токсичними порівняно з лаурил сульфатами. Кокосовий глюкозид, неіонна поверхнево-активна речовина, утворює стійку піну, добре очищає волосся, проявляє кондиціонуючі та захисні властивості є



нетоксичним, бо отриманий з відновлюваної сировини. Обране співвідношення та склад поверхнево-активних речовин, задовольняє основним вимогам до миючого засобу, стійке піноутворення та гарне очищення волосся та шкіри голови. Наявність пантенолу у складі композиції сприятиме росту та гарному зовнішньому вигляду волосся, підвищуватиме еластичність та м'якість шкіри. Рідкий каротин – багатофункціональний інгредієнт, який зміцнює пошкоджене волосся, відновлює його і надає стійкості до зовнішніх факторів, зокрема: ультрафіолетового випромінювання, хімічного та термічного впливу. Введення до складу косметичної композиції натуральних масел, масла дерева Ши, масла руколи, мигдального масла створюють захисний бар'єр для шкіри та волосся, мають антиоксидантну, ріст стимулюючу, зволожуючу, живильну та регенераційну дію оскільки є джерелом жирних кислот, вітамінів E, C, та вітамінів груп B, A, K, алкалоїдів та флавоноїдів. Таким чином наявність наведених компонентів та їх співвідношення дозволяє розробити новий косметичний продукт поліфункціональної дії.

Технологічний процес можна представити наступним чином. Попередньо зважені рідкі поверхнево-активні речовини (кокос глюкозид), рідкий кератин та пантенол (фаза А), у зазначених вище співвідношеннях, заливаємо в скляний термостійкий контейнер, який знаходиться в термостаті (можна на водяній бані), ( $t=80^{\circ}\text{C}$ ). Необхідну кількість фази В (тверда ПАР), повільно додають до фази А. Перемишують до повного розплавлення та утворення густої суміші. В термостійкому стані готуємо суміш масел, (фаза С) та поміщують його на водяну баню при  $90^{\circ}\text{C}$ , поки всі компоненти не розчиняться. Після розплавлення фазу С вводять до суміші фаз А і В постійно перемишуючи. Перемишуємо до утворення однорідної суміші. Отриману суміш розливають у силіконові форми, температура не менше  $75^{\circ}\text{C}$ . Шампунь витримують у формі протягом 48 годин за стандартних умов. Ці параметри контролювали за допомогою зовнішнього термометра. Через 48 годин були вилучають з форм, поміщують в лотки та витримують 24 години при кімнатній температурі. Пакують твердий шампунь в паперові пакети.

Отриманий засіб- м'який, не викликає подразнення, має антисептичну та ріст стимулюючу дію, безпечний та придатний до тривалого зберігання. У порівнянні з існуючими шампунями твердий шампунь є більш економічним і практичним. Технологічний процес не вимагає складних механічних конструкцій та пристроїв.

#### *Список використаної літератури*

1. Constantine, M.J.; Krysztal, S. Solid Shampoo Composition in Compact Needle Form with Water as a Binder. Patent U.S. 4,996,006, 26 February 1991
2. Neame, E. Dry Shampoo Composition for Hair. Patent WO2015071631A1, 21 May 2015

## **ОДЕРЖАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОФОСФАТІВ НАТРІЮ**

Кінаш М.С., Василенко К.В, Ніколенко М.В.

e-mail: marine.kinash.007@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

На сьогоднішній день існує багато способів синтезу пірофосфатів натрію. Наприклад, його одержують нейтралізацію термічної фосфорної кислоти кальцинованою содою до рН 8,8-9,0, а далі видаляють  $\text{CO}_2$  кип'ятінням і випарюють до концентрації 48-50%  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  [1]. Автори [2] пропонують розчин  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  змішують з 3-4 ваг.ч. оборотного продукту і нагрівати суміш до 360-400°C. Також існує спосіб одержання пірофосфатів натрію швидким сушінням у барабанах концентрованого розчину мононатрійфосфату з подальшим нагріванням продукту до 225-235°C вповодж 4-6 годин [3], або пірофосфати одержують дегідратацією динатрійфосфату при 350-400°C в присутності ~1% каталітичної добавки – нітрату амонію [4]. Двuzаміщенний пірофосфат натрію одержують з мононатрійфосфату, який подають у піч і нагрівають до температури 225-250°C гарячими димовими газами [5]. Автори [6] проводять дегідратацією дигідрофосфату натрію  $\text{NaN}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  при  $T=160-240^\circ\text{C}$ .

Розглянувши ці методи бачимо, що процес дегідратації та одержання пірофосфатів вивчено не повністю. Дані відрізняються за температурою одержання пірофосфатів і причини цих відмінностей не вивчені.

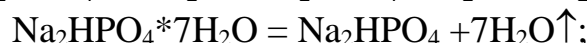
Таким чином, метою роботи було обрано завдання визначити вплив на кінетику твердофазних процесів дегідратації і конденсації фосфат-іонів початкового хімічного складу і фізичного стану прекурсорів синтезу, а саме ступеню їх гідратації, кристалічності, дисперсності і щільністю упаковки зразка перед термообробкою.

Для вибору умов термообробки ортофосфатів натрію нами були проведені дослідження термічними методами аналізу. На рис.1 показані результати таких досліджень для  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . За термогравіметричними даними, процес дегідратації  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  протікає в три стадії втрати маси. При диференціюванні ТГ-кривих знайдено, що найбільші швидкості зміни маси спостерігаються при температурах 109, 124, і 333°C. Крива ДТА показує, що зміни маси зразків протікають з поглинанням тепла.

Перший мінімум на кривій ДТГ при 109°C і втрата 20,2 мас.% (3,4 молекули води) пов'язаний з початком дегідратації гідрофосфату натрію  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  і одержанням  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Другий мінімум при 124°C протікає з ендотермічним ефектом і втратою 39,2 мас.% (7 молекул води) відбувається його подальша дегідратація з утворенням  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Третій ступінь протікає при 333°C і супроводжується втратою маси на 5,6 мас.%

(1 молекула води) з утворенням пірофосфату натрію  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ):

- дегідратація  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  за реакціями:



- димеризація динатрійгідрофосфату:



Продукти реакцій підтверджені дослідженнями їх складу методом РФА (рис.2 і 3).

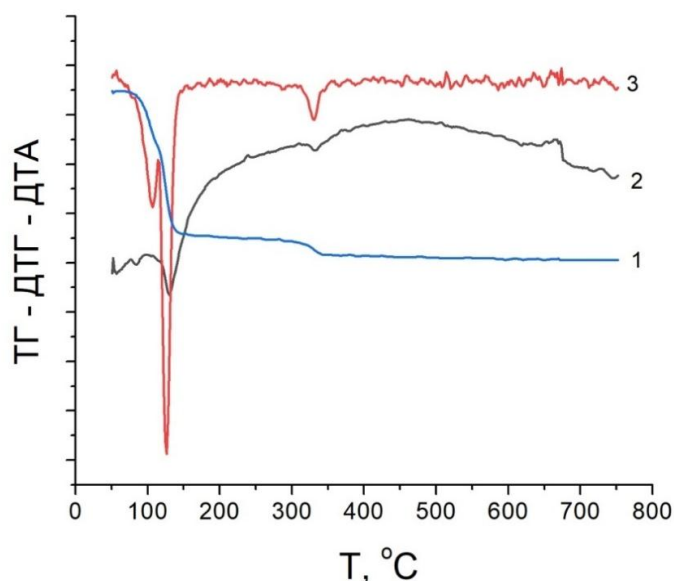


Рис.1. Результати досліджень термічними методами аналізу для  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . 1- ТГ, 2- ДТА, 3- ДТГ. Вимірювання проводили в інтервалі температур 20-800°C, в потоці повітря (100 мл/хв), зі швидкістю нагріву 10°C/хв

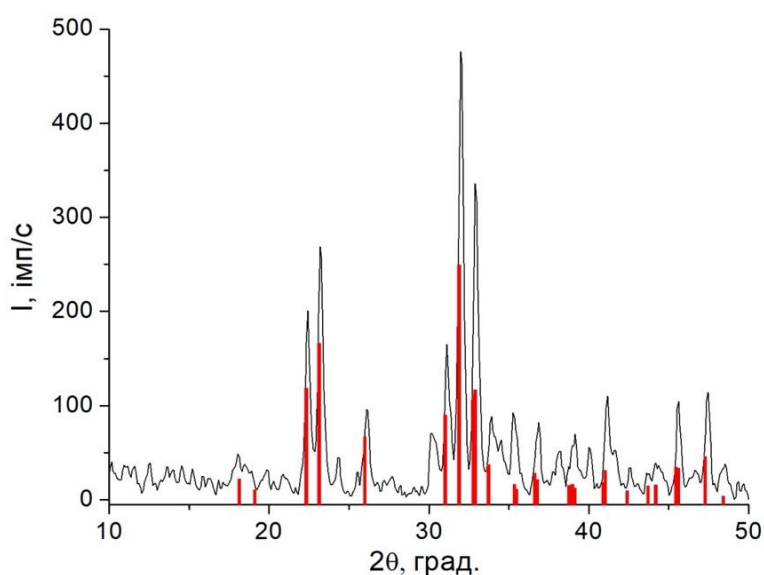


Рис.2. Дифрактограма безводного  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , одержаного з  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  при витримці при температурі 150°C протягом 2 годин. (Червоними лініями показані довідкові дані для  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  PDFWIN № 76-2287)

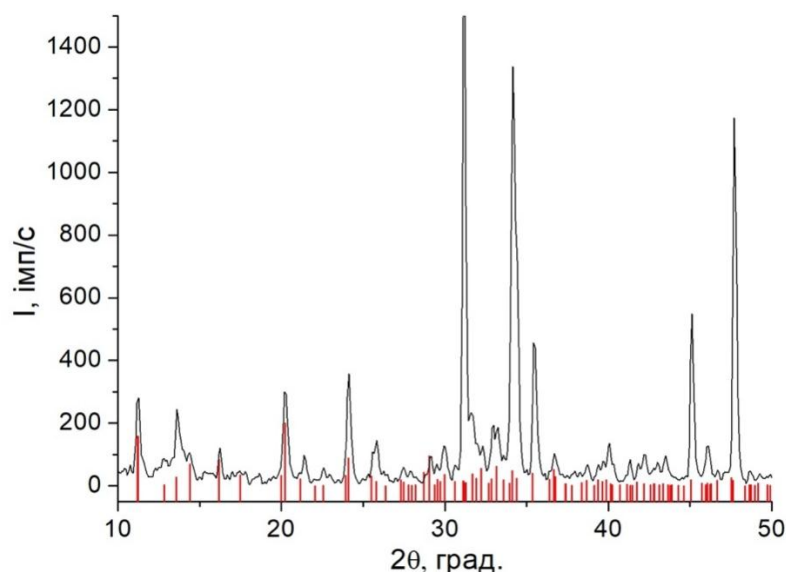


Рис.3. Дифрактограма  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , одержаного з  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  при прожарюванні при температурі  $300^\circ\text{C}$  протягом 6 годин. (Червоними лініями показані довідкові дані PDFWIN № 72-1082)

Щоб відповісти на питання чи може  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  поступово утворюватися при нагріванні ще до температури  $300^\circ\text{C}$ , був вивчений фазовий склад зразка при температурі  $230^\circ\text{C}$  (рис.4). Як видно з цього рисунка, дифрактограми зразків, прожарених при  $150$  і  $230^\circ\text{C}$ , не відрізняються положенням характеристичних рефлексів.

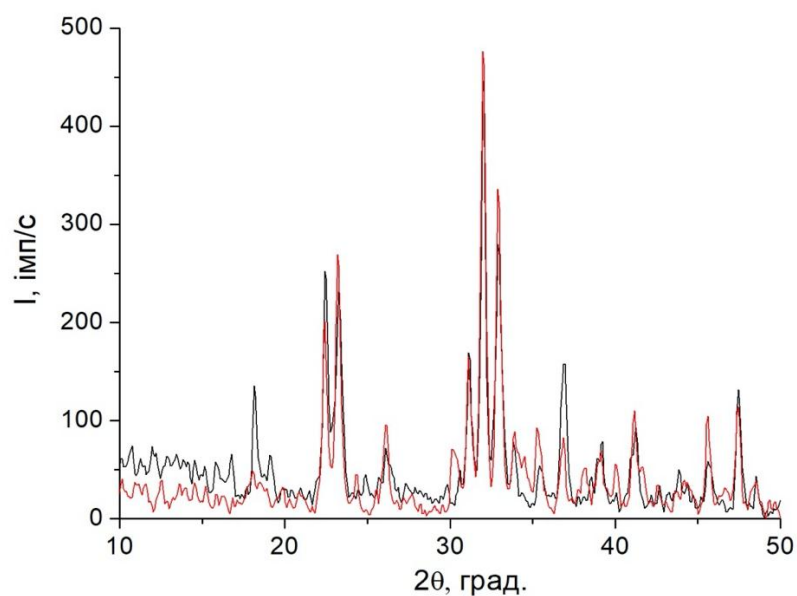


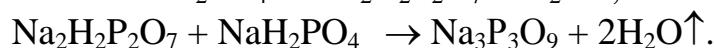
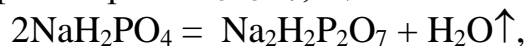
Рис.4. Порівняння дифрактограм зразків фосфату натрію, одержаних термообробкою  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  при температурі  $150^\circ\text{C}$  протягом 2 годин (червона лінія) і термообробкою при температурі  $230^\circ\text{C}$  протягом 2 годин (чорна лінія). За довідковими даними - обидва зразки є безводним  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$

Цікаво відзначити, що у прожареного при 230°C зразка інтенсивність рефлексів в області 10-15 градусів вище, в той час як інтенсивності інших рефлексів відрізняються не настільки значно (хоча для кристалічних фаз з ростом температури інтенсивності рефлексів, як правило, зростають). На нашу думку, цю закономірність можливо пояснити перебігом процесу аморфізації солі  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  з ростом температури. Така аморфізація є наслідком зниження ступеню кристалічності солі в зв'язку з процесом димеризації фосфат-іонів з утворення аморфного  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . Аморфність пірофосфату і його невеликий вміст в одержаному зразку не дозволяє визначити його присутність. При використанні дигідрофосфату натрію в якості іншого прекурсора синтезу пірофосфату ми, згідно загальноприйнятим уявленням про хімізм процесів конденсації фосфат-іонів, повинні одержати не  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , а кислий пірофосфат  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ :



За літературними даними при тривалій ізотермічній витримці при 200°C з  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  утворюється  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ , але в залежності від тривалості термообробки можна одержувати суміші  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  і  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ . При більш високих температурах (до 400°C) проходять реакції утворення  $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$  і в залежності від тривалості ізотермічного процесу можна одержати суміш з певним співвідношенням  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$  і  $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$ . На нашу думку, такі висновки є сумнівними. Справа в тому, що димеризація  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  через ОН-групи енергетично (ті ж енергії активації, тільки предекспоненціальні константи змінюються) не відрізняється від процесу тримеризації фосфат-іонів. Тому процес тримеризації починається ні при 400°C, а реалізується (звичайно ж з меншою швидкістю) паралельно процесу димеризації. І очевидно, що більш імовірно він протікає послідовно через ланцюжок «мономер - димер – тример», але не три мономерів відразу об'єднуються в тример. Цей висновок добре підтверджують дані Домбровського, що трифосфат натрію тільки частково утворюється при швидкій первинній дегідратації ортофосфатів при їх нагріванні до 230°C. Основна ж частина трифосфату натрію утворюється в інтервалі 290-310°C.

Вплив тривалості термообробки добре демонструють результати дослідження термообробки  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  при 250°C протягом 6 годин (рис.5). Було знайдено, що в цих умовах утворюється не пірофосфат  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ , а трифосфат натрію  $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$ , що можна описати реакціями:



Для синтезу  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$  ми знизили температуру і час термообробки. На рис.6 показана дифрактограма кислого пірофосфату натрію, одержаного при прокалюванні  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  при 200 °C протягом 1 години. Ці умови слід розглядати як оптимальні для отримання  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ .

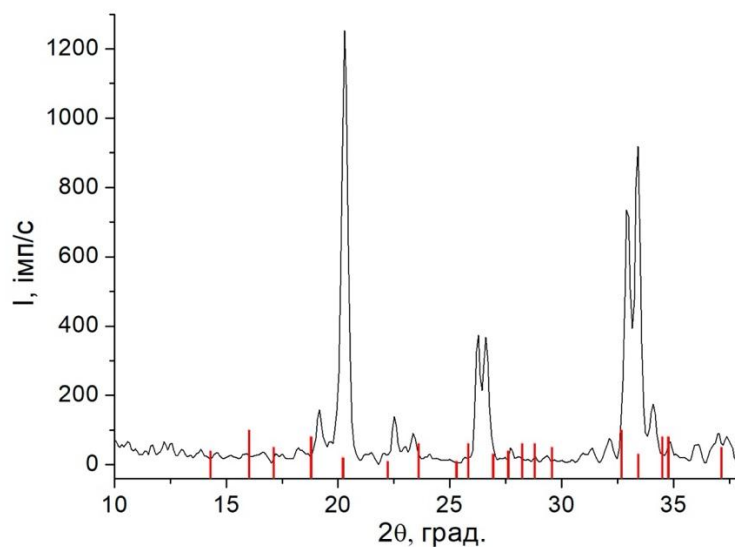


Рис. 5. Дифрактограма зразка, одержаного термообробкою  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  при  $250^\circ\text{C}$  протягом 6 годин. Червоними лініями показано довіднові дані для  $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$  (PDFWIN № 13-0449)

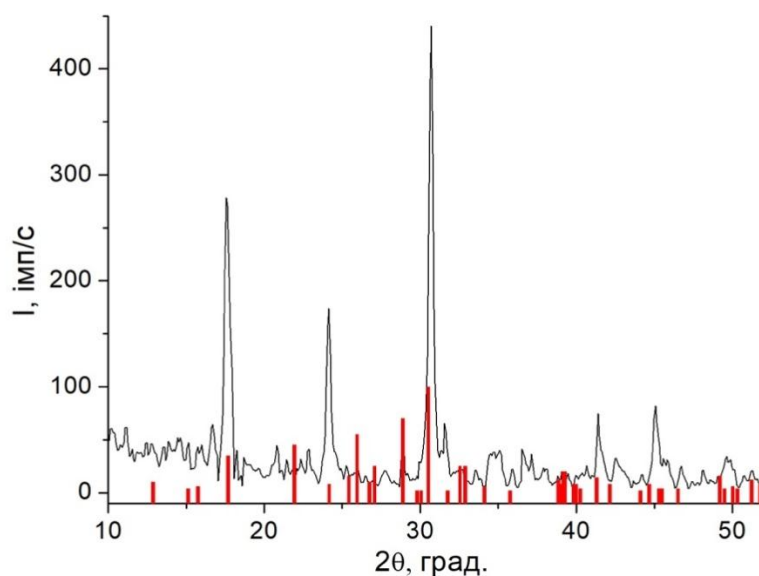


Рис. 6. Дифрактограма зразка  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ , одержаного термообробкою  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  при температурі  $200^\circ\text{C}$  впродовж 1 часу. Червоними лініями показано довідкові дані для  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$  (PDF № 10-0192)

Таким чином, в результаті проведених досліджень нами було синтезовані пірфосфати  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$  та експериментально уточнені технологічні параметри процесів твердофазної конденсації ортофосфатів натрію.

*Список використаної літератури*

1. Ван Везер Дж. Фосфор и его Соединения. Иностранная Литература: М., 1962, 688 с.
2. Абишева С.Д., Орымбетова Р.Ж. Исследование процесса получения моносодийфосфата из природного сырья. Проблемы теоретической и экспериментальной химии: Изд-во УрГУ, 2003, С.142-143.
3. Hetzel, E.N., and Taylor, G.E., U.S. Pat. 2408258 (Sept. 4, 1946).
4. Нирша, Б.М.; Факеева, А.А.; Трунов, В.К. Исследование процесса термической дегидратации  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . ЖПХ 1980, 25 (11), с 2922-2925.
5. Osterheld, R.K.; Markowitz, M.M. Polymerization and Depolymerization Phenomena in Phosphate – Metaphosphate Systems at Higher Temperatures. Condensation Reaction of Alkali Metal Hydrogen Phosphate. J. Phys. Chem. 1956, 60, pp 863-867
6. Putlyayev, V.I., Kukueva, E.V., Safronova, T.V., Ivanov, V.K., Churagulov B.R. Features of Octacalcium Phosphate Thermolysis. Refract. Ind. Ceram. 2014, 54 (5), pp 420–424.

## ОДЕРЖАННЯ ЦУКРОГЛІЦЕРИДІВ (Е 474)

Коробка Ю.В., Ковальова С.О.

e-mail: korobka\_99@mail.ua, sval\_kov@ukr.net

«Національний університет харчових технологій»

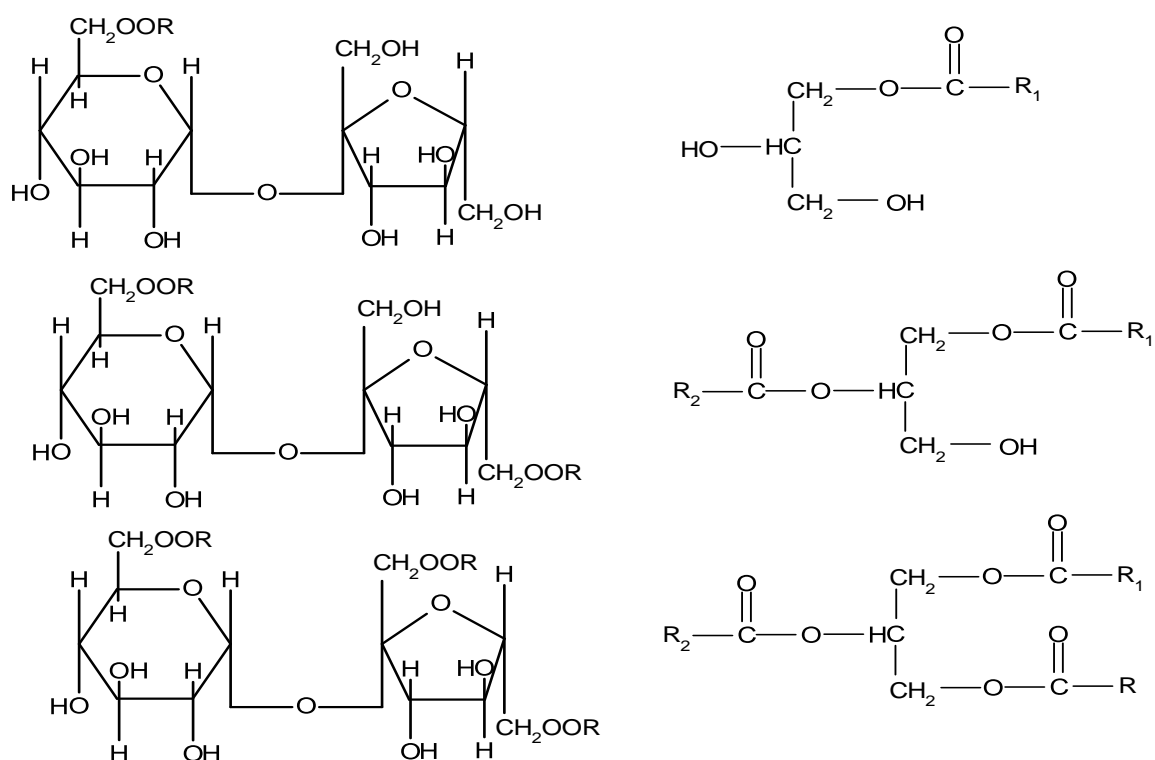
Київ, Україна

**Актуальність** досліджень зумовлена необхідністю вдосконалення існуючих методів отримання добавки Е474 з використанням сировини вітчизняного виробництва.

**Об'єкт дослідження:** цукрогліцериди – харчова добавка Е474.

**Предмет дослідження:** методи отримання цукрогліцеридів.

Цукрогліцериди зареєстровані як харчова добавка Е474, дозволена у Європейському союзі для використання в якості емульгатора і стабілізатора олійно-водних емульсій у ряді харчових продуктів відповідно до Директиви про харчові добавки. За хімічним складом емульгатор Е474 не має певної формули і є складною сумішшю переважно естерів сахарози і вищих жирних кислот, а саме моно- і діестерів сахарози, моно- та дигліцеридів жирних кислот з незначним вмістом тригліцеридів (Рис.1).



**Рисунок 1.** Якісний склад цукрогліцеридів

Цукрогліцериди одержують реакцією переестерифікації сахарозою різних видів харчових жирів при нагріванні суміші вихідних речовин як без додавання розчинника, так і у розчинах ДМФА, циклогексану, ізо-бутанолу, ізо-пропанолу або етилацетату. Перевагами проведення реакції



без розчинника є, по-перше, очевидна економія коштів на розчиннику, і, по-друге, відсутність необхідності видаляти залишки розчинника з кінцевого продукту (Рис.2).

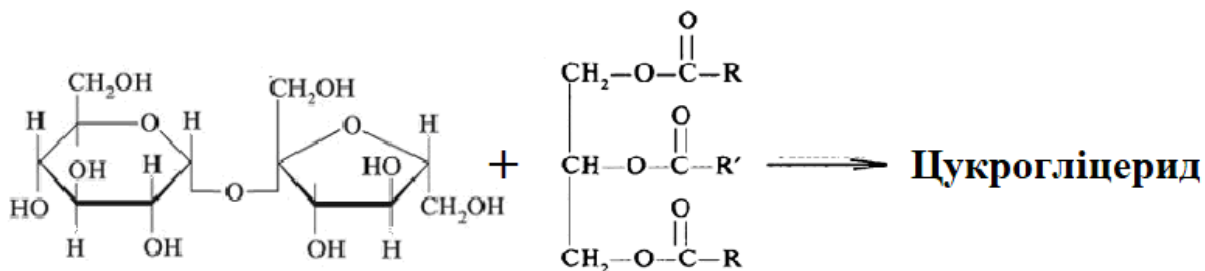


Рисунок 2. Реакція утворення цукрогліцеридів

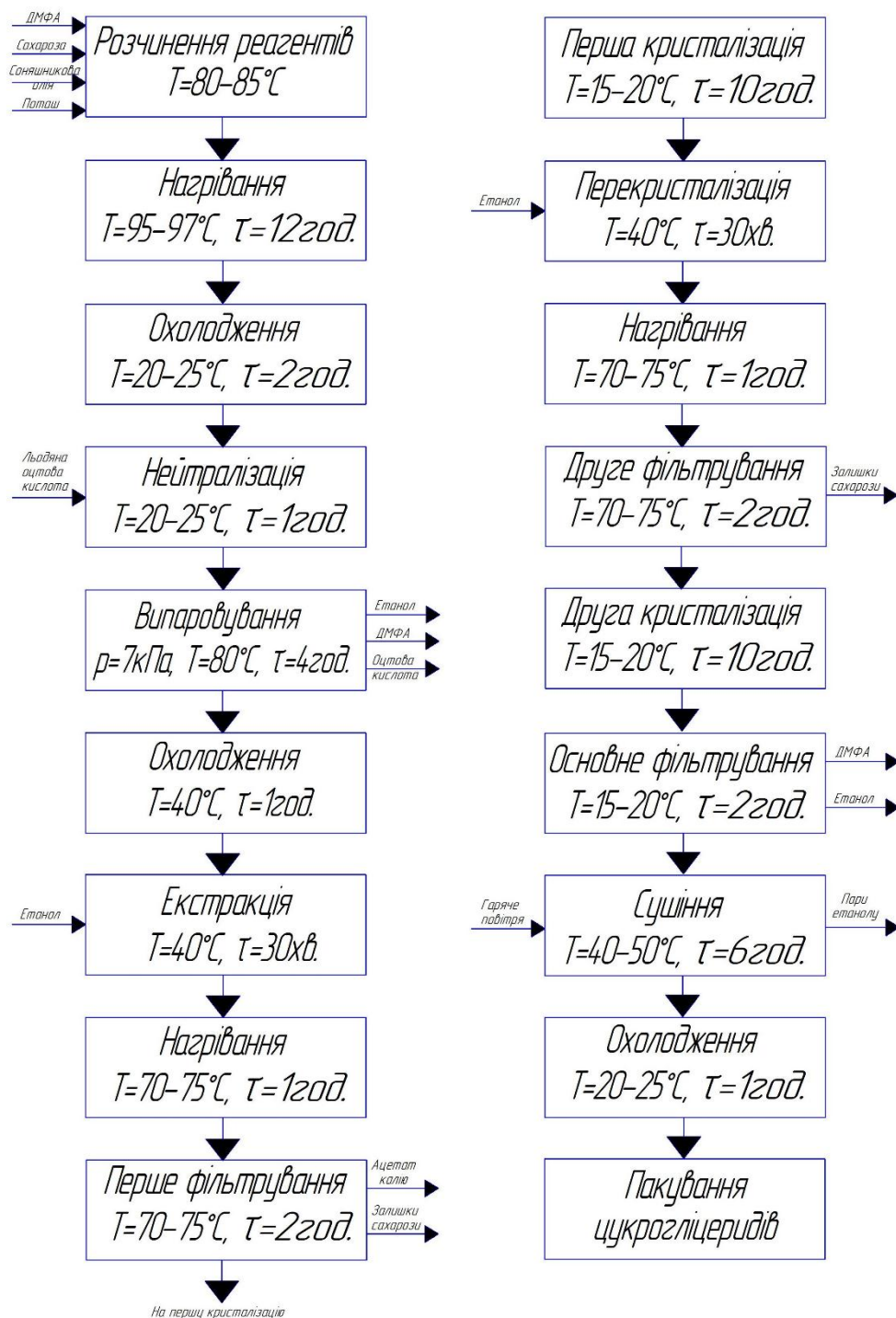
Основними компонентами для виробництва цукрогліцеридів є цукор та соняшникова олія вітчизняного виробництва. Допоміжними речовинами є ДМФА, поташ, етанол, оцтова кислота.

**Отримання цукрогліцеридів.** Принципову схему отримання цукрогліцеридів наведено на Рис. 3. Суміш сахарози, соняшничкової олії та поташу розчиняють у ДМФА і нагрівають протягом 12 годин за температури близько 100-110°C. Реакційну суміш охолоджують до температури 20-25°C, нейтралізують оцтовою кислотою, перетворюючи поташ на калій ацетат. Нейтралізовану суміш нагрівають за умов зниженого тиску з метою видалення 90% ДМФА і залишків оцтової кислоти. Концентровану суміш густої консистенції охолоджують і обробляють етанолом при 70-75°C для видалення залишків інших розчинників. Отриману суспензію фільтрують за температури 70-75°C, осад з фільтра направляють на утилізацію. Спиртовий фільтрат направляють на охолодження у кристалізатор, де витримують при температурі 15-20°C близько 10 годин. За цей час спиртовий розчин розшаровується на дві фази – тверду, що складається в основному з цукрогліцеридів і рідку, яка є спиртовим розчином. Рідину над осадом видаляють, а осад подають на стадію перекристалізації в етанолі. Цукрогліцериди виділяють у вигляді аморфного осаду, сушать від залишків розчинника. Сушіння проводять нагрітим повітрям за температури 40-50°C.

Контроль якості харчової добавки проводять відповідно до ГОСТ 32770-2014, а саме визначають рН, кислотне число та якісний і кількісний склад. Для отриманого продукту значення рН становить 6,6, тобто знаходиться в межах 6,5–6,8, як і зазначено у ГОСТ.

Кислотне число було визначено титриметричним методом на рівні 4 мг КОН/1 г добавки, що відповідає рівню, зазначеному у ГОСТ (тобто до 6 мг КОН/1 г добавки). Кількісний і якісний склад продукту визначали методом високоефективної рідинної хроматографії.

Оскільки в процесі виробництва цукрогліцеридів використовуються не тільки харчові компоненти, але також хімічні реактиви, то актуальним є питання перевірки продукту на вміст токсичних компонентів, зокрема іонів важких металів. Отриманий зразок було проаналізовано методом ICP/MS. Встановлено, що вміст токсичних елементів не становить загрози для здоров'я споживачів.



**Рисунок 3.** Принципова схема отримання цукрогліцеридів

Використання вітчизняної сировини у виробництві цукрогліцеридів дозволить не тільки зменшити залежність виробництва від закордонних постачальників, але і підтримає вітчизняного виробника.

*Список використаної літератури:*

1. M Scotter. Development of a method for sucrose esters (E473) and sucroglycerides (E474) additives in foods / M Scotter, D Roberts. // Food Standards Agency Aviation House. – 2005. – С. 47.

2. Viggo Norn. Emulsifiers in Food Technology : Juelsminde, Denmark: Wiley Blackwell, 2015. 358 с.

3. Viggo Norn. Emulsifiers in Food Technology / Viggo Norn. – Juelsminde, Denmark: Wiley Blackwell, 2015. – 358 с. – (2).

4. Скурихин И. М., Нечаев А. П. Все о пище с точки зрения химика: Справ. издание. – М.: Высш.шк. 1991. — 288 с.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КАРОТИНОВМІСНИХ ОЛІЙ В КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБАХ**

Мінаєва М.Р, Вашкевич О.Ю.

e-mail: r1to4ka24111998@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Каротинита каротиноїди – природні органічні пігменти, які мають забарвлення жовтого, помаранчевого та червоного кольору. Сьогодні описано більш ніж 600 різноманітних каротиноїдів з винятковими антиоксидантними властивостями, що володіють здатністю нейтралізувати молекулярний кисень і пероксидні радикали. Антиоксидантні функції цих речовин надзвичайно важливі, завдяки тому, що вони можуть уповільнити старіння шкіри і підвищити опірність організму до інфекційних захворювань. Дослідження показують, що каротиноїди надають позитивний вплив на шкіру і здоров'я людини. Вони здатні поглинати УФ-випромінювання, захищати шкіру від сонячного впливу, зменшити негативний вплив радикалів на ліпіди, білки або нуклеїнові кислоти.

Каротини та каротиноїди у вигляді олійних розчинів в косметиці знайшли широке застосування в основному в трьох напрямках – омолодження, лікування акне і зменшення пігментації шкіри.

Потрапляючи в шкіру, бета-каротин налагоджує внутрішньоклітинний обмін і міжклітинні зв'язки. Головний результат цього процесу – потовщення і зміцнення гідроліпідної мантії, того самого захисного бар'єру шкіри. Це означає: менше шансів захворіти на рак шкіри; сповільнюються процеси старіння; нижче ризик гіперпігментації на сонці; швидше проходять запалення і почервоніння; відкладається виникнення нових зморшок.

Використання каротиновмісних олій для відбілювання шкіри і зменшення пігментних плям обумовлюється наступними їх властивостями:

- зниження кількості меланіну в організмі, надлишок якого проявляється у вигляді плям шкіри. Досягається шляхом зменшення розміру меланоцитів;

- зменшення плям, що виникають через надмірний контакт шкіри з сонячними променями, або як несприятлива реакція, яка з'явилася через поєднання лікування з використанням світлочутливих фармакологічних агентів (наприклад, гормонів) з УФ-випромінюванням.

Каротиновмісні олії також використовуються для боротьби з вуграми і акне, завдяки тому, що:

- нормалізують роботу сальних залоз. Шкіра починає виділяти оптимальну кількість шкірного сала. Тоді як його надлишок зазвичай і є причиною появи прищів, так як пори закупорюються, а мікроорганізми отримують ідеальне середовище для розмноження;

- протидіють вільним радикалам, які перетворюють ліпідні компоненти в продукти, які подразнюють шкіру, в результаті чого і з'являються акне;

- очищають волосяні фолікули, навколо яких часто утворюються запалення.

Висока ефективність каротиноїдів в боротьбі зі старінням, акне і вуграми, пігментними плямами робить їх одним з найбільш перспективних і важливих компонентів косметичних засобів.

Таким чином, висока біологічна активність каротину та каротиноїдів є експериментально підтвердженим фактом. Тому завдання сучасного суспільства – забезпечення населення високоякісними косметичними продуктами, в тому числі і цілеспрямовано збагаченими каротином та каротиноїдами, є надзвичайно актуальною.

Каротиновмісні олії можна отримати декількома способами:

- отримати олії з рослин, їх плодів або насіння, які містять в собі каротиноїди, які в процесі виробництва перейдуть з рослини в олію (наприклад, обліпихова, оливкова олії та ін.);

- шляхом розчинення каротину, виділеного з рослинної сировини або мікробіологічних культур, в рослинних оліях;

- шляхом розчинення синтетично отриманого каротину в рослинних оліях.

У нерафінованій пшеничній олії вміст каротиноїдів 5-10 мг/100 г сухої речовини, в соняшниковій – 0,03 мг/100 г, кукурудзяній – 0,05 мг/100 г, в оливковій – 0,02 мг/100 г.

На сьогоднішній день в вітчизняній практиці існує два методи отримання рослинних олій – механічний (пресовий) і екстракційний (дифузійний). В основі дифузійного способу отримання олії лежить процес дифузії олії іншими рослинними оліями (рафінованою соняшnikовою чи кунжутною). Екстракційний спосіб ґрунтується на екстракції олії органічним розчинником.

Відомий спосіб одержання каротиновмісних продуктів, насичених провітамінном А, який включає миття і подрібнення рослинної сировини, вичавлення соку, сушіння вичавок, подрібнення їх в порошок, додавання олії з перемішуванням суміші під розрідженням, після чого відокремлюють каротиновмісну пасту з суміші.

Також відомий спосіб отримання каротиновмісних ліпофільних комплексів шляхом екстракції висушеної та гомогенізованої біомаси гриба *Blakesleatrispora* афірними оліями гомогенного складу з чистотою не менше 98%, що включає відокремлення екстракту від сировини, видалення екстрагенту з екстракту та очищення останнього.

#### *Список використаної літератури*

1. Пат. UA № 99222, 25.07.2012, МПК: А61Р 17/16, А61К 36/06, А61Q 17/04, А61К 8/99. Косметичний засіб для захисту шкіри та спосіб захисту шкіри від сонячних опіків. Автори: Тюрєнков О.О., Туриянський Ю.Д., Тюрєнков В.О.

2. Соболева К.Ю. Получение витаминизированных масел из смешанного растительного сырья. диссертация ... кандидата технических наук : 05.18.06.- Москва, 2002.- 138 с.

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСТРАКТУ ЛИСТЯ МОМОРДИКИ ХАРАНТІЯ

Ніколаєнко Б.М.

e-mail: nikolbogdana14@gmail.com

«Національний університет харчових технологій»

Україна, Київ

**Вступ.** Наразі рослина *Momordicacharantia L.*, яка є представником сімейства Cucurbitaceae, широко вирощується та споживається в Азії, Східній Африці, Індії та Південній Америці. Тому для широкого загалу населення України вона практично невідома, хоча за даними зарубіжних дослідників характеризується як надзвичайно складний за хімічним складом, але дуже корисний продукт харчування. Багато сполук цієї рослини синтезуються вперше, тому надзвичайно важливо проводити їх комплексне дослідження з використанням методів, що відрізняються високою чутливістю та здатністю визначати елементи в надзвичайно малих концентраціях. Частоти власних (нормальних) коливань молекули є характерною особливістю для кожної речовини. Взаємодія пучків електронів, нейтронів, атомів, а також рентгенівських квантів з речовиною, яка спричиняє їх розсіювання та утворення відхилених (дифрагованих) пучків, спрямованих під певними кутами до первинного пучка, є основою так званих дифракційних методів аналізу. Для аналізу та ідентифікації речовин, зокрема, лікарських, широко застосовують спектральні методи аналізу, що базуються на розсіюванні або поглинанні спектрів світла. Наприклад, метод мас-спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ICP/MS).

**Матеріали та методи.** Розглянуто можливості використання спектральних методів для дослідження хімічного складу рослинних екстрактів, зокрема метод ІСП-МС, який заснований на використанні індуктивно-зв'язаної плазми в якості джерела іонів і мас-спектрометра для їх поділу і детектування. Метод дозволяє проводити ізотопний аналіз обраного іона.

**Результати.** УФ-абсорбційної спектроскопія - один із видів оптичної спектроскопії, що базується на отриманні та дослідженні спектрів поглинання в УФ-ділянці спектра в діапазоні довжин хвиль  $\Delta\lambda$ : 190/400 нм (вакуумна УФ-ділянка  $\lambda < 190$  нм малоприматна для роботи через сильне поглинання хвиль повітрям). Поглинання УФ-випромінювання зумовлене електронними переходами в атомах з основного енергетичного стану в більшвисокий (збуджений); у молекулах – зі зв'язувальної орбіталі (основний стан) на розпушувальну орбіталь (збуджений стан).

Оптична спектроскопія (видимий діапазон,  $\Delta\lambda$ : 400/700 нм) базується, як і УФ-спектроскопія, на квантових переходах між електронними енергетичними рівнями атомів і молекул.

ІЧ-спектроскопія - вид оптичної спектроскопії, який базується на отриманні та дослідженні спектрів поглинання в ІЧ-ділянці спектра ( $\Delta\lambda$ : 1/2,5 мкм — ближня,  $\Delta\lambda$ : 2,5/50 мкм — середня і  $\Delta\lambda$ : 50/300 мкм — дальня ІЧ-ділянка спектра).

Поглинання ІЧ-ділянки зумовлене енергетичними переходами у квантовій коливальній системі атомів у молекулі (в основному, середня ІЧ-ділянка), а також квантовими переходами в оберտальній енергетичній системі молекули (дальня ІЧ-ділянка). ІЧ-спектр – сукупність смуг поглинання, їх положення та інтенсивність – характерний для даної речовини і дозволяє визначити молекулярну структуру речовин та їх хімічний склад.

КРС-спектроскопія або Раман-ефект базується на розсіюванні світла молекулами, яке супроводжується зміною частоти розсіяного світла за рахунок того, що енергія первинного світлового кванта може перевести молекулу на інші коливальні та оберտальні рівні енергії порівняно з початковим. При цьому частоти нових ліній у спектрі розсіювання є комбінаціями частоти світла, що падає на речовину, і частот коливальних та оберտальних переходів у молекулі (так звані стоксові та антистоксові лінії).

Мас-спектроскопія з індуктивно-зв'язаною плазмою – це різновид мас-спектрометрії. Плазма – це газ, що містить істотні концентрації іонів і електронів, що робить його електропровідним. Плазма, яка використовується в електрохімічному аналізі, практично електронейтральна через те, що позитивний іонний заряд компенсується негативним зарядом вільних електронів. У такій плазмі позитивно заряджені іони переважно однозарядні, а число негативно заряджених дуже невелике, і, таким чином, в будь-якому обсязі плазми число іонів і електронів приблизно однакове. У спектрометрії ІСП підтримується в пальнику, що складається з трьох концентричних трубок, зазвичай виготовлених з кварцу. Кінець пальника розташований всередині котушки індуктивності, через яку протікає радіочастотний електричний струм. Між двома зовнішніми трубами продувається потік аргону (зазвичай 14-18 л/хв). Для появи в потоці газу вільних електронів на короткий час пропускається електрична іскра. Ці електрони взаємодіють з радіочастотним магнітним полем котушки, прискорюючись то в одному, то в іншому напрямку, що залежить від напрямку поля (зазвичай 27.12 млн циклів в секунду). Прискорені електрони зіштовхуються з атомами аргону, і іноді ці зіткнення призводять до втрати аргоном одного зі своїх електронів. Утворений електрон також прискорюється в мінливому магнітному полі. Процес триває до тих пір, поки число новоутворених електронів не компенсується рекомбінацією електронів з іонами аргону (атомами, від яких вже відірвався електрон). В результаті утворюється середовище, що переважно складається з атомів аргону з досить невеликим

вмістом вільних електронів та іонів аргону. Температура плазми досить велика і досягає 10000 К. При цій температурі значна кількість атомів багатьох хімічних елементів іонізується, при цьому атоми втрачають найменш пов'язаний електрон, переходячи в стан однозарядного іона.

**Висновки.** Сучасні варіанти спектрального аналізу використовують ефект поглинання електромагнітних хвиль речовиною є більш чутливими та одержаними в більш контрольованих умовах порівняно зі спектрами випромінювання. Метод ІСП-МС володіє здатністю визначати ряд металів і декількох неметалів в концентраціях до  $10^{-10}$  %, тобто одну частинку з  $10^{12}$ .

*Список використаної літератури*

1. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия. М., 2003.
2. Reaction cells and collision cells for ICP-MS: a tutorial review S. Tanner, V. Baranov, D. Bandura Spectrochimica Acta B 57, 2002, 1361—1452.



## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ЛОСЬЙОНУ ДЛЯ ОБЛИЧЧЯ З ЕКСТРАКТОМ МОМОРДИКИ ХАРАНТІЯ

Ніколаєнко Б.М., Бойчук Т.М.

e-mail: nikolbogdana14@gmail.com

*Національний університет харчових технологій*

*Україна, Київ*

Зовнішній вигляд людини грає не останню роль в її житті, багато про що говорить стан її шкіри. Буває так, що, незважаючи на всі зусилля, шкіра має не дуже привабливий вигляд, і в таких випадках допомагає спеціальна косметика, так звана лікувальна, яка існує з давніх часів і до цих пір не втрачає своєї популярності. Відносна простота і доступність виготовлення таких косметичних препаратів як лосьйони та тоніки навіть за індивідуальною рецептурою з використанням рослинних екстрактів розкривають широкі можливості для розробки інноваційної продукції даної галузі.

В Україні поступово зростає попит на так звані «продукти для покращення якості життя». Десять років тому асортимент аптек на 95–98% складався з лікарських засобів. На тепер питома вага цієї категорії становить 80%, товари категорії «парафармацевтичні засоби» – 20%, у тому числі сегмент засобів лікувальної косметики – 5%. Фармацевтичній практиці розглядають засоби лікувальної косметики як важливу складову асортименту аптечних закладів, яка наразі характеризується більш високою валовою маржою порівняно з лікарськими засобами і суттєво поліпшує фінансові результати діяльності аптек [1].

Метою нашої роботи було розробити рецептуру лосьйону для обличчя з оптимальним вмістом екстракту момордики харантія та запропонувати технологію його отримання. Як складові рецептур ми розглядали такі компоненти: екстракт момордики харантія, ефірні олії, гліцерин, кислоту лимонну.

У якості рослинного компоненту лосьйону пропонується використати екстракт складових рослин момордики харантія. Завдяки композиції вітамінів, мінеральних речовин, макро- та мікроелементів практичне використання мають всі частини рослини: листя, стебло, плоди та насіння. Зокрема, листки момордики харантія багаті білками (5%), вуглеводами (12%) і фосфором (600-700 мг/100 г); **плоди містять білки (1,6%), жири (0,2%), вуглеводи (1,2%),** а також каротин, вітаміни, солі фосфорної кислоти й кальцію. Плоди і пагони є джерелом бета-каротину, фолієвої кислоти, цинку, кремнію і калію [2].

Проведено органолептичний аналіз косметичного засобу. Взято декілька зразків лосьйону з різною кількістю екстракту. Контрольний зразок був без вмісту екстракту, а зразок №1 з вмістом екстракту – 10%,

зразок №2 – 15% та зразок №3 – 20%. Оптимальним було обрано зразок №3. Результати дослідження наведені у вигляді діаграми на рисунку 1.

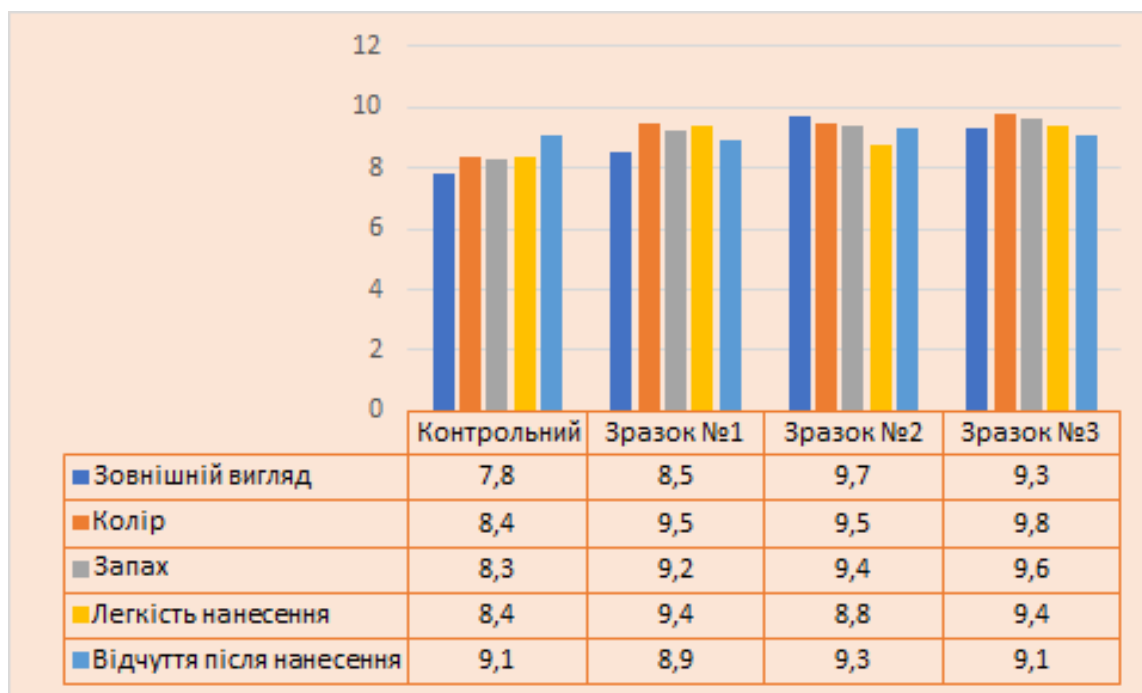


Рис. 1. Органолептичний аналіз лосьйону з екстрактом момордики харантія

Також було проведено контроль якості розроблених зразків косметичного засобу відповідно до ДСТУ 4093-2002 Лосьйони та тоніки косметичні [3]. Запропоновано технологію виготовлення косметичного засобу.

Розроблено рецептуру лосьйону з оптимальним вмістом екстракту 20%, що також містить ефірні олії, гліцерин, кислоти саліцилову та лимонну. Даний лосьйон відповідає вимогам ДСТУ 2472:2006 [4], безпечно діє на шкіру, особливо схильну до висипань і може бути рекомендований як профілактичний засіб для догляду за шкірою обличчя.

#### *Список використаної літератури*

1. Пешук Л.В. Технологія парфумерно-косметичних продуктів: [навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Пешук Л.В., Бавіка Л.І., Демідов І.М.]; Київ: Центр учбової літератури, 2007. 376 с.
2. Технологія косметичних засобів: підручник для студ. вищ. навч. закладів / О.Г. Башура, О.І. Тихонова, В.В. Россіхін [та ін.]; за ред. О.Г. Башура і О.І. Тихонова. – Х.: НФаУ; Оригінал, 2017. 552 с.
3. ДСТУ 4093-2002 Лосьйони та тоніки косметичні. Технічні умови. Київ. 2002. 11 с.
4. ДСТУ 2472-2006 Продукція парфумерно-косметична. Терміни й визначення. Київ. 2006. 70 с.

## СИНТЕЗ ХАРЧОВИХ ОРТОФОСФАТІВ КАЛЬЦІЮ МЕТОДОМ ХІМІЧНОГО ОСАДЖЕННЯ

Подорошко В.Г., Пунько І.С., Василенко К.В., Ніколенко М.В.

e-mail: vikaPodorozhko230100@gmail.com

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Україна, Дніпро

Сполуки кальцію і фосфору, а саме ортофосфати кальцію, представляють особливий інтерес. В першу чергу вони є мінеральною основою кісткових тканин і тому є перспективним біоматеріалом. Також ортофосфати кальцію ввійшли до списку сертифікованих харчових добавок за номером Е341. Вони застосовуються як регулятори кислотності, емульгатори, розрихлювачі, антигрудкуючі і вологоутримуючі агенти, тощо. Найчастіше Е341 застосовують в харчовій промисловості при виробництві хлібобулочних виробів, спеціальних напоїв (наприклад, для спортсменів), концентрованого молока з високим вмістом сухих речовин, сухого молока, згущеного молока, морозива, рибних та м'ясних фаршів, лікєро-горілчанних виробів, сухого та трав'яного чаю, напівфабрикатів, сухих сніданків, продуктів швидкого приготування, кондитерських виробів, розпушувачів для випікання, плавлених сирів, біологічно активних добавок, консервованих фруктів та овочів.

Способи синтезу ортофосфатів кальцію методом хімічного осадження із розчинів добре відомі. Однак до тепер немає пояснень чому осаджуються ті чи інші форми фосфатів кальцію в залежності від таких умов осадження, як кислотність розчинів, молярне відношення Ca/P або спосіб осадження. Не визначені умови та закономірності фазових переходів метастабільних станів фосфатів кальцію [1].

Достовірно доведено, що в системі  $\text{Ca}(\text{OH})_2\text{-H}_3\text{PO}_4\text{-H}_2\text{O}$  можливе утворення восьми індивідуальних ортофосфатів кальцію з молярним співвідношенням Ca/P в діапазоні від 0,5 до 1,67:  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{-H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{CaHPO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\alpha\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Ca}_8(\text{HPO}_4)_2(\text{PO}_4)_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  та  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Додатково в якості індивідуальних сполук розглядають фосфати змінного складу: аморфний фосфат кальцію  $\text{Ca}_x\text{H}_y(\text{PO}_4)_z\cdot n\text{H}_2\text{O}$  (Ca/P = 1,2-2,2) і Ca-дефіцитний гідроксиапатит  $\text{Ca}_{10-x}(\text{HPO}_4)_x(\text{PO}_4)_{6-x}(\text{OH})_{2-x}$  (Ca/P = 1,50-1,67) [2,3]. В мінералогії додатково розглядають такі сполуки, як тетракальцієвий фосфат  $\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_2\text{O}$  і оксіапатит  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{O}$ , які з водних розчинів не осаджуються. З водних розчинів неможливо осадити і трикальцієвий фосфат  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , який одержують термічною обробкою сумішей прекурсорів кальцію і фосфору із співвідношенням Ca/P = 1,5 за температур вищих 800°C. Цей фосфат стабільний за кімнатних температур, але у водних розчинах піддається гідролізу, що свідчить про його метастабільний характер.

Можливість утворення метастабільних фаз і додаткових фазових трансформацій ускладнює вибір оптимальних умов синтезу ортофосфатів

кальцію. Складність процесів осадження ортофосфатів кальцію добре ілюструють дані авторів [4], які встановили, наприклад, що синтез  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  шляхом обробки суспензії  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  фосфорною кислотою при еквімолярному співвідношенні  $\text{Ca/P}$  протікає в п'ять стадій з проміжним утворенням на першій стадії фази гідроксиапатиту  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ .

За даними авторів [5] осадження гідроксиапатиту при змішуванні солей кальцію і фосфат-іонів навіть при строгому стехіометричному співвідношенні  $\text{Ca/P} = 1,67$  протікає через утворення аморфного або Са-дефіцитного фосфату кальцію. Також слід відмітити, що хімічний склад поверхні гідроксиапатиту не обов'язково збігається з його об'ємним складом [6]. Очевидно, що таку розбіжність слід пояснювати процесами гідролізу і метастабільним характером матеріалу.

Таким чином, дослідження процесів хімічного осадження ортофосфатів кальцію являє собою аж ніяк не тривіальне завдання. В даній роботі вивчаються фазові трансформації метастабільних станів ортофосфатів кальцію. Вперше поставлено завдання дослідити кінетику таких процесів та охарактеризувати їх величинами енергій активації, що і склало мету нашої роботи.

В якості прекурсорів синтезу використовували 1,0 М розчини  $\text{CaCl}_2$  і  $\text{H}_3\text{PO}_4$  кваліфікації х.ч. або ч.д.а. («Реахім»). Осадження фосфатів кальцію проводили при варіюванні кислотності розчинів в інтервалі  $\text{pH} = 3-11$  і мольному співвідношенні  $\text{Ca/P} = 0,5-1,67$ . У колбу поміщали 500 мл дистильованої води і за допомогою розчинів соляної кислоти або аміаку доводили  $\text{pH}$  до заданого значення. Далі при безперервному перемішуванні лопатевою мішалкою зі швидкістю обертання не менше 300 об/хв. в розчин з допомогою лабораторних перистальтичних мікродозаторів з витратою 0,05-1 мл/хв. одночасно додавали підготовлену з заданим співвідношенням  $\text{Ca/P}$  суміш розчинів  $\text{CaCl}_2$  і  $\text{H}_3\text{PO}_4$  і 1,0 М розчин аміаку. Вимірювання  $\text{pH}$  проводили з точністю  $\pm 0,05$  од.  $\text{pH}$  за допомогою  $\text{pH}$ -метра Adwa AD8000. Швидкість подачі розчинів реагентів підбирали на підставі стехіометричності реакцій осадження і апробували в попередніх експериментах таким чином, щоб  $\text{pH}$  розчину залишався на заданому рівні з точністю  $\pm 0,1$   $\text{pH}$  протягом всього процесу осадження.

Після осадження осади витримували при перемішуванні у розчині впродовж 6 годин. Таке «дозрівання» сприяло кристалізації осадів, що дозволяло проводити їх ідентифікацію методом РФА. Отримані суспензії фільтрували під вакуумом, промивали невеликими порціями холодної дистильованої води і висушували при 90-100°C до постійної маси.

З метою дослідження кінетики процесів трансформації метастабільних станів ортофосфатів кальцію були одержані їх осади при різних умовах синтезу ( $\text{pH} = 3-11$ , температура 15-90°C,  $\text{Ca/P} = 0,5-1,67$ , час старіння – 6 год.) та досліджено методом РФА їх фазовий склад і ступінь кристалічності. Встановлено, що в кислих розчинах осади

$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{CaHPO}_4$  утворюються в кристалічному стані з самого початку осадження навіть без додаткової термообробки. Ступінь їх кристалічності варіюється в інтервалі 17-35%. Показано, що при  $30^\circ\text{C}$  осаджується  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , а при  $50^\circ\text{C}$  – безводний  $\text{CaHPO}_4$ . В лужних розчинах ( $\text{pH} = 8-10$ ) ортофосфати кальцію осаджуються лише у ренгеноаморфному стані, що пояснюється високим ступенем пересичення розчинів і, відповідно, високою швидкістю осадження порівняно з швидкістю осадження в кислих середовищах. Зроблено висновок, що вихідне мольне співвідношення  $\text{Ca/P}$  не визначає базовий склад осадів фосфатів кальцію. Відмінності слід очікувати лише на рівні домішок, оскільки величина співосадження тих чи інших іонів залежить від їх концентрації у розчині і порядку змішування розчинів прекурсорів синтезу. Вплив кислотності на склад осадів проілюстровано ізотермами розчинності відомих ортофосфатів кальцію. Вперше запропоновано визначити величини енергій активації фазових трансформацій по даним рентгенівських дифрактограм, оскільки інтенсивність рефлексів може бути пропорційною кількості тієї чи іншої фази матеріалу. Показано, що зміна кожної міжплощинної відстані в кристалічній решітці характеризується своєю енергією активацією. Встановлено, що для процесів рекристалізації  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  максимальні значення енергій активації складають 10,2 кДж/моль, для рекристалізації безводного  $\text{CaHPO}_4$  – 13,1 кДж/моль, для процесу трансформації  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  у  $\text{CaHPO}_4$  – 36,7 кДж/моль, а для рекристалізації гідроксиапатиту  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  – 5,2 кДж/моль. Ці результати відповідають фізичній моделі процесу – перебудова кристалічної решітки потребує більших затрат енергії, ніж нарощування або розчинення тих чи інших граней кристалів.

#### *Список використаної літератури*

1. Wang L., Nancollas G.H. Calcium orthophosphates: crystallization and dissolution // *Chemical Reviews*. – 2008. – Vol. 108. – P. 4628–4669.
2. Brown P.W. Phase Relationships in the Ternary System  $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-H}_2\text{O}$  at  $25^\circ\text{C}$  // *Journal of the American Ceramic Society*. – 1992. Vol. 75(1). – P. 17-22.
3. Martin R.I., Brown P.W. Phase Equilibria Among Acid Calcium Phosphates // *Journal of the American Ceramic Society*. – 1997. Vol. 80(5). – P. 1263–1266.
4. Ferreira A., Oliveira C., Rocha F. The different phases in the precipitation of dicalcium phosphate dehydrate // *Journal Crystal Growth*. – 2003. – Vol. 252(4). – P. 599–611.
5. Wet or dry mechanochemical synthesis of calcium phosphates? Influence of the water content on DCPD– $\text{CaO}$  reaction kinetics / E. Briak-Ben, H. Abdeslam, M.P. Ginebra, M. Vert, P. Boudeville // *Acta Biomaterialia*. – 2008. – Vol. 4(2). – P. 378–386.
6. Nikolenko N.V., Esajenko E.E. Surface properties of synthetic calcium hydroxyapatite // *Adsorption Science and Technology*. – 2005. – Vol. 23(7). – P. 543-553.

## **СУЧАСНІ СПОСОБИ ВИРОБНИЦТВА АРОМАТИЗАТОРІВ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ**

Пузанова Г.А., Вашкевич О.Ю.

e-mail: kurchenko.annet@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Сучасні способи виробництва ароматизаторів з рослинної сировини засновані або на виділення з нього ефірної олії, або суми екстрактивних речовин.

Найбільш древнім способом виділення ефірної олії з рослин є метод пресування. Недоліком цього способу є неповний витяг ефірної олії, вміст якого в залишку досягає 30%.

Олія, отримана механічним методом, характеризується високою якістю, тому що не піддається впливу високих температур.

Метод парової відгонки є найбільш поширеним як в Україні, так і за кордоном. Однак і він не позбавлений недоліків.

При відгонці ефірних олій з водяною парою відокремлюються леткі речовини від важколетких речовин, що беруть участь в побудові букета запаху квіткового або трав'янистої сировини, при цьому відбувається руйнування природного композиції запаху. Цим пояснюється різка відміна аромату ефірної олії від аромату вихідної сировини. Важколеткі речовини (рослинні воски, смоли, жири) є природними фіксаторами запаху.

Отже, метод парової відгонки ароматичних речовин з рослинної сировини позбавляє харчовий ароматизатор природних закріплювачів і цим зменшує його стійкість при зберіганні і, тим самим, знижує його якість.

Крім того, при отриманні натуральних ароматизаторів у вигляді ефірних олій виділяються переважно легколеткі компоненти (1-2% від маси вихідної рослинної сировини), основна ж маса екстрактивних речовин не розгорнеться. Крім того, після екстракційні залишки практично не використовуються. Таке технологічне рішення є нераціональним і не відповідає сучасним вимогам. Незважаючи на зазначені недоліки, спосіб гідродистиляції широко застосовується в отримання ефірних олій для харчової промисловості, що пояснюється простотою технологічного процесу і простотою використовуваного обладнання. Рядом дослідників показана можливість використання ефірних олій вітчизняних пряно-ароматичних рослин при виробництві харчових продуктів.

В даний час запропоновано виготовлення порошкоподібних ароматизаторів, які найчастіше отримують мікрокапсулюванням, здійснюючи метод спільної розпилювальної сушки розчину рідкого ароматизатора і носія. Носіями для ароматизаторів зазвичай є гідроколоїд типу желатину, модифікований крохмаль, декстрин, сахароза, глюкоза, лактоза, сіль.

Сьогодні найбільш поширеним способом переробки рослинної сировини є екстрагування органічними розчинниками.

В даний час у світовій практиці для виробництва ароматизаторів з пряно-ароматичних рослин Міжнародною організацією ароматичної промисловості рекомендуються такі розчинники:

- полярні: ацетон, етилацетат, етилметилкетон, етанол, дибутил ефір;
- неполярні вуглеводні: бутан, циклогексан, пропан, ізобутан, петролейний ефір;
- хлорвмісні сполуки : дихлорметан, трихлоретилен;
- харчовий двоокис вуглецю.

У промисловості використовують різні способи екстрагування рослинної сировини, але традиційним вважають метод настоювання.

В даний час в харчовій промисловості застосовують досить трудомісткий спосіб виробництва спирто-гліцеринові, масляних і водно-спиртових екстрактів пряно-ароматичних рослин, які потребують тривалого настоювання (2-3 доби) при температурі 50-55 °С.

Огляд існуючих способів вилучення узагальнені в таблиці.

| Сировина   | Екстрагент та методи вилучення   |
|--|--|
| Базилік, чорний перець, кориця, мускатний горіх, петрушка, розмарин      | CCl <sub>3</sub> COOH, центрифугування при 8000 об / хв, фільтрація<br>CH <sub>3</sub> OH, вакуумне концентрування, фільтрація       |
| Мускатний горіх  | 80% CH <sub>3</sub> OH, 16 г, фільтрація, концентрування вакуумним випаровуванням  |
| Базилік, лавр, шніт-цибуля, цибуля, орегано, петрушка, розмарин, куркума | 70% CH <sub>3</sub> OH, центрифугування при 10000 об /хв, фільтрація, концентрування   |
| Розмарин   | CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub> OH (1: 1) при кімнатній температурі, концентрування, хроматографічне фракціонування |
| Кориця   | Екстракція в апараті Сокслета, 80% CH <sub>3</sub> OH, потім н-гексаном і етилацетатом   |
|  | Екстракція в апараті Сокслета, C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH при нагріванні вище 100°С протягом 5 і 10 г                          |
| Шавлія, розмарин, орегано  | Екстракція в апараті Сокслета, CH <sub>3</sub> OH  |
| Червоний перець солодкий   | Екстракція в апараті Сокслета н-гексаном   |
| Чебрець, базилік, розмарин, ромашка, лаванда, кориця                     | Гідродистиляція при 55°С 3 г, потім безперервна екстракція CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> 6 г , вакуумне концентрування             |

#### Список використаної літератури

1. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии, Москва (1968).
2. Русина, И.Ф. Биохимия хранения овощей и плодов / И.Ф. Русина, И.С. Морозова. – М.: Наука, 1990. – 116 с.

## **СИНТЕЗ ФОСФАТІВ МАГНІЮ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Пунько І.С., Василенко К.В., Ніколенко М.В.

e-mail: punkarona@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

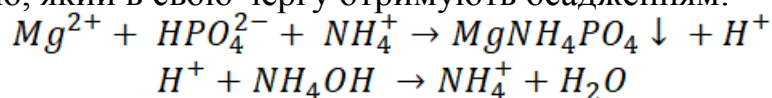
*Україна, Дніпро*

У наш час існує велика кількість харчових добавок. Одними з таких є ортофосфати та пірофосфати магнію. Вони відіграють роль регуляторів кислотності, емульгуючих солей, фіксаторів забарвлення, вологоутримуючих агентів, стабілізаторів та синергістів антиоксидантів.

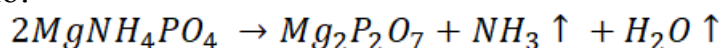
За мету роботи було обрано вивчення процесів синтезу ряду фосфатних солей магнію: ортофосфатів і пірофосфатів, а також пошук технологічно доцільних умов їх промислового одержання.

Актуальність досліджень полягає в тому, що за їх результатами з'явиться можливість розробити вітчизняну технологію одержання фосфатовмісних харчових добавок, що дасть змогу економічно звільнитись країні від закордонних виробників.

Хімічно чисті ортофосфати магнію можна отримати хімічним осадженням термічної (високочистої) ортофосфорної кислоти та хімічно чистої солі магнію. Пірофосфати магнію одержують з подвійного фосфату магнію та амонію, який в свою чергу отримують осадженням:



При прожарюванні осад втрачає аміак і воду та перетворюється у пірофосфат магнію:



Для вибору оптимальних умов осадження нами були розраховані діаграми розчинності всіх ймовірних осадів в системі  $\text{Mg}^{2+}$ – $\text{PO}_4^{3-}$ – $\text{OH}^-$ .

В результаті досліджень хімічного осадження ортофосфатів магнію в залежності від кислотності та молярного співвідношення Mg/P їх маточних розчинів було знайдено, що ступінь кристалічності осадів, так як і їх фазові склади, не залежить від мольного співвідношення Mg/P, а визначається кислотністю та температурою розчинів.

Також ми розглянули вплив на ізотерми розчинності надлишку солей магнію та іонної сили розчинів. Справа в тому, що фазові переходи ортофосфатів магнію при їх старінні в маточних розчинах супроводжується закономірним змінням співвідношення Mg/P не тільки в осаді, проте й в об'ємі розчину. Такі зміни складу розчинів і є причиною зміщення рівноваги реакцій гідролізу катіонів магнію, дисоціації або протонізації аніонів фосфатної кислоти, а саме тому призведуть до зміни розчинності осадів. Також був інтерес розглянути ізотерми розчинності осадів при високих іонних силах, коли реакції осадження проводяться з використанням відносно концентрованих розчинів прекурсорів магнію та фосфору.



Тому було проведено дослідження по визначенню констант протолітичної дисоціації фосфатної кислоти в розчинах з іонною силою в діапазоні від 0,3 до 5. Встановлено, що всі три константи при зростанні іонної сили змінюються непропорційно, що пояснюється зміною складу та структуру гідратних оболонок навколо фосфатних аніонів. Зі знайденими константами дисоціації фосфорної кислоти були розраховані концентраційні ізотерми розчинності. Як і слід було чекати, додавання до розчинів надлишку іонів магнію стрімко знизило розчинність усіх фосфатів, що обумовлено зміщенням рівноваги реакцій розчинності в бік вихідних реагентів. Розрахунки показали, що такий самий вплив надає й надлишок фосфат-іонів. Разом з тим, послідовність розміщення ізотерм розчинності досліджуваних фосфатів не змінюється.

Таким чином, співвідношення кількості солей магнію та фосфорної кислоти в реакційному розчині суттєво не впливає на склад осадів, якщо не створені умови для реалізації фазових переходів їх метастабільних фази менш розчинні осад.

Проведені експерименти показали, що склад осадів добре співпадає з результатами розрахунків, що дозволяє рекомендувати умови осадження для промислового використання.

На підставі проведених дослідів ми розробили технологічну схему одержання ортофосфатів та пірофосфатів магнію. Основними стадіями одержання пірофосфату магнію є:

1) Очищення прекурсорів синтезу – для синтезу доцільно використовувати хімічно чисті прекурсори. Очистку екстракційної ортофосфорної кислоти від токсичних домішок проводять методом співосадження. Токсичні домішки видаляються у два етапи : спочатку при рН 6,0-6,5 видаляти іони кадмію, міді, свинцю та флуору, а потім при рН 8,0-8,25 видаляти залишки арсену;

2) Фільтрація - Після відстоювання суспензії осад відокремлюють від розчину методом фільтрування;

3) Осадження – розчин хлориду магнію та ортофосфорної кислоти, у молярному співвідношенні  $Mg/P = (0,9-1,0)$ , поступово змішують у реакторі з розчином калій гідроксиду. Додаванням розчину гідроксиду калію та при інтенсивному перемішуванні підтримують заданий рН розчину;

4) Фільтрування одержаного осаду – осад промивають на вакуумному фільтрі дистильованою водою до відсутності в промивних водах хлорид-іонів (визначається якісною реакцією з нітратом аргентуму);

5) Сушка – для одержання безводного пірофосфату осад висушують у термошафі при температурі 100 - 110°C.

#### *Список використаної літератури*

1. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. – Львів.: Центр Європи, 2009. – 836 с.

2. Алексеев В. Н. Количественный анализ. – Москва.: Химия, 1972. – 504 с.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХВОЙНОЇ ХЛОРОФІЛ-КАРОТИНОВОЇ ПАСТИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЇЇ У СКЛАДІ ОПОЛІСКУВАЧА ДЛЯ РОТОВОЇ ПОРОЖНИНИ**

Сипко М.А., Бойчук Т.М.

e-mail: 0994427303@ukr.net

*«Національний університет харчових технологій»*

*Україна, Київ*

У сучасному світі 98% людей, що старші 30 років, страждають від ушкодження зубів. У 85% випадків такі захворювання викликають алергічні прояви порожнини рота, що надалі спричиняють харчову алергію. В Україні захворюваність на карієс в осіб молодого віку (15–30 років) становить 92–95%, а захворювання тканин пародонту відмічені в 75% осіб цієї вікової категорії.

Актуальним питанням є можливість використання у складі засобів по догляду за ротовою порожниною активних добавок з високою доведеною ефективністю та відносною доступністю для виробництва.

Щорічно на лісозаготівельних підприємствах зони Карпат при рубках головного користування та рубках для догляду за лісом утворюється 249,0 тис. реальних ресурсів технічної зелені [1].

Один із перспективних напрямів перероблення зелені хвойних та листяних порід — виділення зелених пігментів.

Смолянисті речовини становлять 3-4% від загального обсягу деревної зелені (хвойної лапки сосни та ялинки) у перерахунку на абсолютну суху масу. З 1 т заготовленої хвойної лапки виділяють трохи понад 40 кг смолистих речовин. З них отримують хвойну хлорофіл-каротинову пасту методом лужного гідролізу водним розчином гідроксиду натрію в кількості 50 кг, що становить 5% абсолютної сухої маси деревної зелені.

Екстракти та концентрати з хвої мають виражений приємний хвойний запах, єдине протипоказання до використання – індивідуальна непереносність хвої та продуктів, що їх отримують [2].

Хлорофіл і його похідні, зокрема феофітин, представляють значний інтерес, через те, що профіринове ядро, що міститься в них, входить до складу біохімічних систем живого організму (гемоглобін, цитохромоксидаза та ін.), у зв'язку з чим препарати хлорофілу знаходять широке застосування як лікувальні засоби [3]. Похідні зеленого пігменту мають бактерицидні, антимікробні та дезодораційні властивості, посилюють регенераторні можливості тканини й крові. Антимікробні властивості похідних хлорофілу пояснюються стійкістю клітинних оболонок до ферментативного перетравлення їх бактеріями, здатністю пригнічувати процеси дихання та розмноження мікроорганізмів.

Особливу цікавість має ранозагоювальна здатність хлорофіловмістних препаратів. Значний ефект отриманий не тільки при травматичних ушкодженнях шкірних покривів, а й при лікуванні дефектів рогики.

Традиційним є введення до складу лікувально-профілактичних зубних паст вітамінів А, Е, С та каротоліна.

Хлорофіл-каротинова паста, виділена з голок хвої сосни, ялини, містить хлорофіл, комплекс вітамінів та каротин, натрієві солі смоляних кислот, інші бактерицидні та біоактивні добавки. Одна з основних її частин – хлорофілін. Його 5-7% водний розчин сприятливо впливає на тканини пародонту, знижуючи кровоточивість ясен, їхню пастозність, запальні явища, стимулюючи процеси регенерації.

Лікувальні властивості пасти пояснюють вмістом у ній біологічно активних речовин, вітаміну Е, провітаміну D, фітолу, жирних та смоляних кислот, хлорофілу (не менше 200 мг/%), каротину (по ТУ не менше 10 мг/%), каротиноїдів, воскоподібних речовин, стеринів. У пасті є ціла система ферментів, без яких неможлива біологічна діяльність будь-якого організму. Встановлено також дезодораційну дію пасти. Шкідливих речовин у ній не виявлено.

Під час випробування пасти як лікувального засобу виявились її позитивні властивості. Так, Солодкий Ф.Т. зазначав, що позитивні результати отримані при лікуванні наступних захворювань: шкірних хвороб на гіповітаміноз, термічних та хімічних опіків, виразок різної етіології, екзем, трихомонадногочольпиту, псевдоерозій, фолікулітів, трихофітії, гострого плоского лишая, озени, ендометритів корів, шлунково-кишкових захворювань телят та ягнят, поверхневих ран та деяких шкірних хвороб тварин[4].

Результатом дослідження є рецептура засобу для догляду за ротовою порожниною. Розроблено рецептуру ополіскувача для ротової порожнини з вмістом хлорофіл-каротинової пасти 2% мас, для підвищення лікувально-профілактичної та протизапальної дії у рецептуру включено екстракти лікарських рослин: ромашки та кропиви. Додаткову антисептичну дію зумовлюють СО<sub>2</sub> екстракти евкаліпту та бадьяну, що вводяться у засіб у кількості 0,1% мас.

#### *Список використаної літератури*

1. Томчук Р. И., Томчук Г. Н. Древесная зелень и ее использование в народном хозяйстве. Изд. 2-е. «Лесная промышленность», 1973 г., 360 с.
2. Ягодин В.И. Основы химии и технологии переработки древесной зелени. СПб.: ЛГУ, 1981, 224 с.
3. Грищенко А. В., Кучерявий В. А., Томчук Р. И. Крона дерева: промышленное и рекреационное использование. Львов.: Вища школа, 1985, 186 с.
4. Солодкий Ф. Т., Агранат А. Л. Производство хвойной хлорофилло-каротиновой пасты. Москва ; Ленинград : Гослесбумиздат, 1956. - 31 с.

## **СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРОБКИ РЕЦЕПТУРИ ГУБНОЇ ПОМАДИ**

Сорокіна А.С, Вашкевич О.Ю.

e-mail: alenasorokina247@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

У наш час губна помада є одним із найбільш бажаних засобів декоративної косметики. Деяким вона потрібна для того, щоб виділити свої губи, а для когось помада служить своєрідним захистом для губ, особливо в зимовий період часу, коли губи постійно знаходяться на морозі і дуже легко їх обвітріти.

Згідно з ДСТУ 2472-2006 Губна помада - це виріб декоративної косметики у вигляді помади для підфарбовування губ на основі суміші жирно-воскових речовин із вмістом органічних і неорганічних пігментів, наповнювачів, запашних і активних речовин тощо.

Губна помада належить до тієї категорії косметичних продуктів, котрим структура особливо важлива. Гарна губна помада повинна мати наступні якості: досить високу точку плавлення (не танути у спеку в упаковці і не розтікатися по обличчю); легко і рівномірно розподілятися по губах і зберігати свою форму при тривалому зберіганні, тобто її плинність повинна бути мінімальною.

Від набору інгредієнтів та їхньої точної пропорції залежить необхідна структура, колір, глянець та стійкість. У рецептурі губної помади можна виділити основні та допоміжні компоненти.

Віск – основа складу губної помади. Бджолиний віск зазвичай є основною частиною складу губної помади, він складається із складних ефірів (близько 70% складу), інші 30% сполук включають органічні кислоти і вуглеводні. Ще один тип воску, який використовується у рецептурі помади – карнаубський віск. Він у порівнянні з іншими восками має найвищу температуру плавлення, яка становить приблизно 87°C і тому не танути на сонці, так як температура плавлення вище деяких інших восків, що використовуються. Також рекомендуються використовувати в рецептурі інші різновиди восків, наприклад, канделільський віск, ланолін та інші.

Віски в першу чергу забезпечують структуру помади, а також можуть надати інші корисні властивості – виступати як емульгатори, допомогати зв'язати разом інші інгредієнти та надавати глянець при застосуванні губної помади.

Ще одним важливим компонентом помади є олії. Найчастіше використовуваним є рицинова олія, відсоток вмісту якого досить високий. Так само рекомендується оливкова та мінеральні олії. Олії надають помаді пом'якшувальні властивості. Вони також роблять помаду легше, і

сприяють глянцю. Крім того, вони діють як розчинники для барвників, що використовуються в помаді, або диспергуючі агенти для інших нерозчинних пігментів.

Пігменти та барвники, хоч і становлять лише невеликий відсоток у композиції помади, є найголовнішими, оскільки вони надають кольору губній помаді. Пігменти – нерозчинні барвники, а під назвою барвники, у разі помади, ми маємо на увазі розчинні барвники.

Кармін червоний, також відомий як кармінова кислота, є загальним червоним пігментом, який одержують із араратської кошенілі. Кармін готується шляхом кип'ятіння комах в аміаку або карбонаті натрію, далі фільтрується, а потім додаються галун.

Ще один компонент завдяки якому губна помада набуває необхідного кольору є еозин. Еозин – це барвник, який насправді змінює колір при нанесенні. У складі помади червоний еозин зі злегка блакитним відтінком. Коли еозин потрапляє на шкіру губ, він реагує з аміногрупами білків шкіри, і ця реакція призводить до активізації кольору і зсуву максимуму поглинання в довгохвильову частину спектра. Ще однією перевагою цієї реакції є те, що вона робить цей барвник яскравим та стійким.

Звичайно, виготовляються помади не тільки червоного кольору, тому щоб досягти ширшого спектру кольорів на сьогоднішній день необхідні інші пігменти та барвники, наприклад, для виробництва перламутрових помад застосовують спеціальні перламутрові барвники натурального чи синтетичного походження (хлороксид вісмуту, тонкоподрібнена слюда).

Крім того, інші речовини можуть бути додані, щоб змінити інтенсивність червоних кольорових пігментів та барвників. Діоксид титану, наприклад, його присутність у червоних барвниках у різних кількостях дозволяє одержати спектр рожевого кольору помади.

Деякі інші сполуки можуть бути додані в невеликих кількостях, щоб забезпечити зволожуючі властивості та надати приємного аромату.

Цікаво, що капсаїцин (алкалоїд, що міститься в різних сортах стручкового перцю), який значною мірою використовується як пряність, знаходить застосування у складі губної помади. Його присутність здатна діяти як другорядний подразник шкіри, а значить, може призвести до ефекту пухких губ. Екстракт кориці прискорює кровообіг та рух лімфи, ефірна олія кориці стимулює капіляри та покращує кровотік, що робить губи більш чутливими та об'ємними. З використанням екстрактів капсаїцину та кориці розробляються нові покоління помад-пламперів для ефекту пухких губ.

#### *Список використаної літератури*

1. Пешук Л.В., Технологія парфумерно-косметичних продуктів, Київ, 2007
2. Кузнецова О.Ю. Біофармацевтичний журнал, 2013, т.5, №2 – С. 13-21.
3. Неумивайкін І. П. Енциклопедія рослинних олійСПб.: Діля, 2014. 272 с.

## **ЕМУЛЬГУЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ E414 – ГУМІАРАБІКУ У КОСМЕТИЧНИХ ЕМУЛЬСІЯХ**

Теребило О.А., Подобій О.В.

e-mail: lenterebilo@gmail.com

*«Національний університет харчових технологій»*

*Україна, Київ*

**Вступ.** Камедь акації (INS No. 414) згідно з визначенням Об'єднаного Експертного Комітету ФАО/ВООЗ з харчових добавок (Joint Expert Committee on Food Additives – JECFA): „ Гуміарабiк – це висушений ексудат, отриманий зі стебел і гілок Акації Сенегал (*A. Senegal* (L) Willdenow) або Акації Сейял (*A. seyal* (fam. Leguminosae)”. Це природний гідроколоїд, альтернатива синтетичним гелеутворювачам та стабілізаторам емульсій типу олія у воді. Емульсіями називають вільнодисперсні системи, які складаються з двох взаємно незмішуваних рідин [1, 2].

**Матеріали та методи.** Сировина: Гуміарабiк (*Acacia Senegal Gum/Gum Arabic*) – допустима концентрація 1-25% (зовнішній вигляд – білий порошок). Камедь акації являє собою складний комплекс глікопротеїнів, полісахаридів та солей, що приймає сферичну форму різної величини. Хімічний склад може змінюватися в залежності від джерела походження, віку дерева, кліматичних умов та ґрунтового середовища. Для підтвердження стабілізуючих властивостей було досліджено показник рН розчинів за допомогою різної концентрації для встановлення залежності [2, 3].

**Результати дослідження.** Гуміарабiк проявляє себе як гарний ко-емульгатор, плівкоутворювальний засіб, поверхнево-захисний колоїд, стабілізатор емульсій, загусник, структуроутворювач, текстуратор, завдяки своїй будові та фізико-хімічним властивостям. Він складається з галактанового кору:  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3) - зв'язаних 116 залишків D-галактопіранози, який, у свою чергу, розгалужується  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 6)-зв'язками іншими моносахаридними ланками (L-арабіноза, L-рамноза, D-глюкуронова кислота, 4-O-метилглюкуронова кислота). Залишки рамнози, уронових кислот та арабінози у фуранозній формі розташовані на периферії молекули. Уронові кислоти в природному полімері зустрічаються у вигляді солей магнію, калію та кальцію [1].

Для того, щоб емульсія була стабільною, краплі повинні існувати як дискретні об'єкти, рівномірно розподілені у безперервній фазі. Якщо краплі недостатньо стабілізовані, вони будуть згортатися при зіткненні під час змішування або через броунівський рух. Цей процес називається коалесценцією, і він призводить до грубого поділу двох рідких фаз або "розриву" емульсії. Стабільність емульсії – складне явище, в якому взаємодія між частинками, їх розміром і формою відіграють певну роль [4, 5]. Теоретично швидкість падіння частки визначається класичною формулою Стокса: швидкість осідання прямо пропорційно залежить від

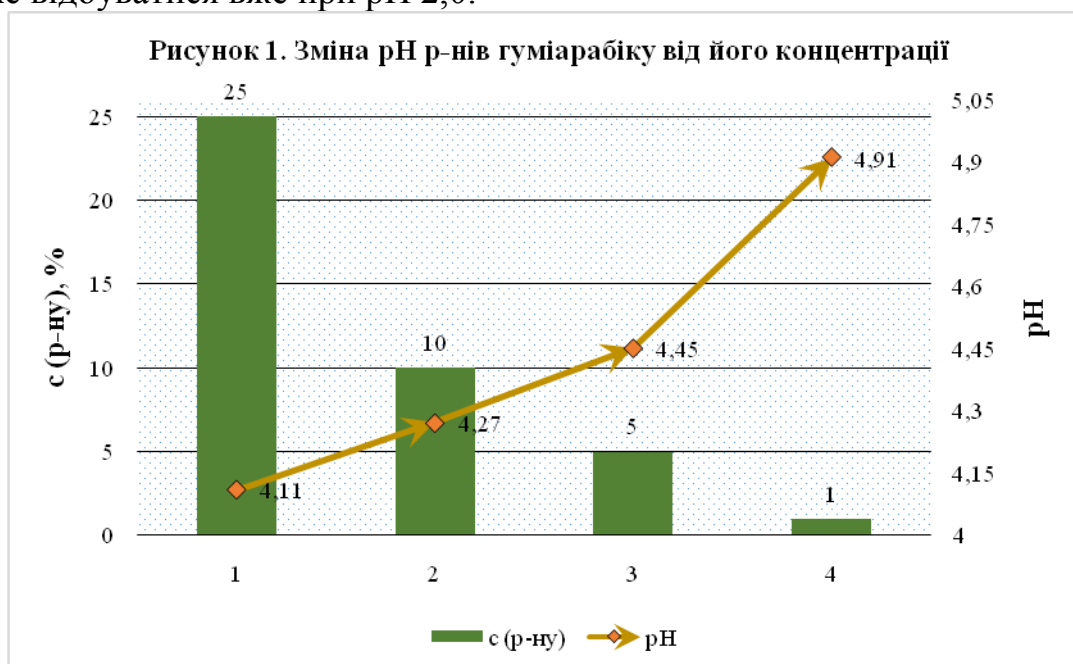
радіуса частинок дисперсної фази, різниці щільності дисперсної фази і дисперсійного середовища і обернено пропорційна в'язкості дисперсійного середовища:

$$V = \frac{2r^2(d_1 - d_2)g}{9\eta}$$

Якщо емульсія електростатично стабілізована іонними поверхнево-активними речовинами, тоді криву потенціальної енергії можна розрахувати, використовуючи виміряні величини краплі та дзета-потенціал. Дзета-потенціал є мірою електростатичної взаємодії (відштовхування або притягання) між частинками, а також одним з основних параметрів, що впливають на стабільність дисперсних систем [4, 5].

Найчастіше гуміарабік зустрічається в масках для обличчя на гелевій основі, зволожуючих кремах для обличчя, рідких милах для рук, підводках для очей, тушах для вій, а також в гігієнічних помадах та бальзамах. Зазвичай, його комбінують з іншими природними гідроколоїдами такими як ксантова камедь, камедь рожкового дерева та інші. У правильно підбраному співвідношенні вони забезпечують більш стійку кремову структуру емульсії та забезпечують її стабільність [1, 2].

За експериментальними даними було побудовано графік залежності рН розчинів від його концентрації (рис. 1). На основі цього було зроблено висновок, що зі збільшенням концентрації гуміарабіку його рН зменшується. За даними літературних джерел за концентрації вищої ніж 40,0 % розчини біополімеру проявляють реологічні властивості. В'язкість камеді у водному середовищі досягає максимуму при рН 5,0...5,5, а в присутності електролітів та за низьких значень рН вона знижується. У кислому середовищі гуміарабік проявляє стійкість, однак його гідроліз може відбуватися вже при рН 2,0.



**Висновки.** Використання натурального природного гідроколоїду гуміарабіку може забезпечити стабільність косметичної емульсії, а також у поєднанні з іншими гідроколоїдами надати більш бажаних результатів. Розрахувати теоретично стабільність емульсії можна використовуючи закон Стокса та практично вимірюючи дзета-потенціал або центрифугуванням. Зі збільшенням концентрації гуміарабіку його рН зменшується. В'язкість камеді у водному середовищі досягає максимуму при рН 5,0...5,5, а в присутності електролітів та за низьких значень рН вона знижується.

*Список використаної літератури*

1. Idris, O.H.M. 'What is Gum Arabic? An Overview'. *Int. J. Sudan Research*, Vol. 7, No. 1, 2013. 14 p.
2. Commodities at a glance 'Special issue on gum arabic' №8 © New York and Geneva 2018, United Nations (United Nations Conference on Trade and Development. UNCTAG). p.83.
3. Williams, P.A.; Philips, G.O. Gum arabic. In Handbook of hydrocolloids, G. O. Philips, P.A.W., Ed. Boca Raton: CRC Press: 2000. p. 155-168.
4. Kirk-Othmer 'Chemical Technology of Cosmetics' by Wiley, 2013. 835 p.
5. Dickinson E. Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food Hydrocolloids*, v. 23, 2009. p. 1473–1482.



## ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ ФУЛЬВОВИХ КИСЛОТ В РЕЦЕПТУРІ КРЕМУ ДЛЯ ОБЛИЧЧЯ

Фецич М.

e-mail: marta.fetsi4@gmail.com

«Національний університет харчових технологій»

Україна, Київ

Фульвові кислоти (ФК) – це природні, водорозчинні полімери, які є інгредієнтами гумінових речовин, визначених як ряд високомолекулярних речовин від жовтого до чорного кольору. Вони є складними речовинами без стандартних хімічних формул, які присутні в ґрунті та рослинах у незначній кількості. Вони утворюються під час розкладання загниваючих рослин мікроорганізмами, і відповідають за засвоєння поживних речовин та мікроелементів. Природно, що ФК містять мінерали (більше ніж 70), амінокислоти, цукри, пептиди, нуклеїнові кислоти, фітохімічні сполуки, вітаміни та фрагменти ДНК рослин. Більшість з них зустрічаються в іонній формі [1].

Молекула фульвокислоти (рис.1) складається з багатьох груп, включаючи метокси, фенольні гідроксильні та карбоксильні групи. Ці кислотні групи є структурною основою унікальної біологічної та хімічної активності ФК. Слід зазначити, що молекулярна структура та різні фізико-хімічні параметри ФК залежать як від сировини, так і від ступеня очищення [2,3].

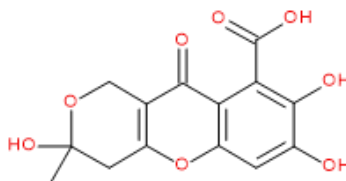


Рис.1. Хімічна структура фульвової кислоти

Фульвокислота є одним з найпотужніших природних поглиначів вільних радикалів і антиоксидантів. Вільні радикали присутні в організмі кожного з нас, оскільки вони беруть участь у боротьбі з хвороботворними мікроорганізмами, підтримці енергії та регулюванні гормонів. Однак їх надлишок прискорює процеси старіння і призводить до розвитку захворювань. Фульвокислота містить антиоксиданти, які протидіють дії вільних радикалів, а також сприяють виведенню різних шкідливих токсичних речовин: хімічних речовин, що використовуються в сільському господарстві, радіоактивних відходів і важких металів, тощо. Крім того, загальна кількість кислоти підвищує стабільність і життя клітин, створюючи електроліти, важливі для серця, м'язів, мозку та травного тракту [2].

ФК є одним з найефективніших та цілющих інгредієнтів косметичних засобів. Вона застосовується в кислотних пілінгах, одночасно

лікуючи та підсилюючи шкіру. ФК може одночасно забезпечити м'яке відлущування та зменшити почервоніння. Можна використовувати різні концентрації фульвокислоти, а також рідку форму кислоти наносити на шкіру в нерозведеному вигляді. Це допомагає нейтралізувати токсини і транспортувати поживні речовини до клітин шкіри. Поліпшуючи клітинний метаболізм, вона може зменшити запалення та зменшити зморшки. Після одноразового застосування вона також сприяє освітленню, тонусу та омолодженню шкіри [4].

Фульвокислота, що застосовується місцево за допомогою крему для обличчя, сприяє посиленню вироблення колагену, зволожує, захищає та сприяє зміцненню тканин шкіри.

Метою нашої роботи було розробити рецептуру емульсійного крему для обличчя з оптимальним вмістом фульвових кислот та запропонувати технологію його отримання. Всю сировину можна поділити на 3 групи: жирова фаза, водна фаза та активна фаза. До складу жирової фази входять:касторова олія, ягідний віск,диметикон, стеаринова кислота, цетеариловий спирт, полісорбат-60. Водна фаза складається з води та гліцерину. До активної фази: фульвові кислоти, вітамін Е та фенілетиловий спирт. Але, для безпечного застосування крему найважливішим є дотримання оптимального вмісту кислот. Водневий показник емульсійного крему повинен бути в межах 5,0-9,0. Вміст фульвових кислот варіювали в межах до 5% мас.[5].

Розроблено рецептуру крему з оптимальним вмістом фульвових кислот 3% та рН засобу 5,0. Даний крем безпечно впливає на шкіру та може бути рекомендованим як засіб для догляду за шкірою обличчя.

#### *Список використаної літератури*

1. Swat, M., Rybicka, I., Gliszczyńska-Świgło, A. Characterization of Fulvic Acid Beverages by Mineral Profile and Antioxidant Capacity. Foods. 2019. № 8 (12), P. 605.

2. Fulvic Acid: an Active Food Additive or Medication? / Benderskii N.S. Kuban Scientific Medical Bulletin. 2020. № 27 (3). P. 78-91.

3. Characterization of coal-based fulvic acid and the construction of a fulvic acid molecular model / G. Gong and oth. RSC Advances. 2020. № 10. P. 5468-5477.

4. Nature's Skin Remedy: A Closer Look at the Skin-Clearing Benefits of Fulvic Acid [Електронний ресурс] // Dermascope. URL: <https://www.dermascope.com/ingredients/9523-nature-s-skin-remedy-a-closer-look-at-the-skin-clearing-benefits-of-fulvic-acid> (Дата звернення 28.10.2021).

5. Пешук Л. В., Бавіка Л. І., Демідов І. М. Технологія парфумернокосметичних продуктів : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2007. 376 с.

## РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ЗВОЛОЖУЮЧОГО КРЕМУ ДЛЯ ОБЛИЧЧЯ

Харченко Д.О., Авдієнко Т.М.

e-mail: d.kharchenko14@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Зволожуючі креми потрібні не тільки володаркам чутливої та сухої шкіри. Пряме сонячне проміння, погана екологія та неправильне харчування, стрес погано відображаються на шкірних покриттях. Без належного підживлення вони втрачають пружність, природний колір і стають тьмяними. Здорова та доглянута шкіра залежить від правильно підібраних та використаних доглядових засобів. Фактори які впливають на вибір крему:

– Сезонність. У теплу пору року, коли активність сонця знаходиться на піку, особливо важливо забезпечити шкіру захистом від ультрафіолету. У перехідний період необхідно подбати про додаткове насичення вітамінами. Взимку краще віддавати перевагу зволожуючим кремам на основі олій.

– Вік. Молодим дівчатам достатньо складу на основі провітаміну В<sub>5</sub> та рослинних заспокійливих екстрактів. Найбільш зрілим жінкам для повноцінної турботи про обличчя необхідні також допоміжні інгредієнти, які відповідають за активацію процесів синтезу колагену.

– Тип шкіри. При сухості слід обрати зволожуючі креми із жирними елементами. Проблемна жирна дерма потребує полегшених гелеподібних консистенцій.

– Спосіб життя. У стресових ситуаціях або при дотриманні дієтичного режиму харчування епідермісу потрібне додаткове підживлення та зволоження [1].

Крем – основне джерело, яке задовольняє потреби шкірного покриву, зокрема зволоження. При виборі крему слід звернути увагу на те, щоб шкірі було комфортно, вона не повинна «задихатися» під шаром косметики, а ось миттєве всмоктування, навпаки, свідчить про те, що зволожуючих функцій цього засобу недостатньо. Основна функція хорошого засобу полягає не в насиченні шкіри вологою, а в утриманні молекул води всередині епідермального шару. Чим сильніший ступінь зневоднення, тим більше вологи буде втрачено. Зволожуючий крем для шкіри обличчя повинен містити такі компоненти як:

– Зволожувачі, що притягують вологу зовні та з нижніх шарів: гіалуронова кислота, пантенол, гліцерин, алое вера.

– Емоленти, що пом'якшують і згладжують епідерміс та не дають волозі випаруватися: вазелін, бджолиний віск, олія жожоба.

– Кераміди, що мають схожу будову зі шкірою, легко проникають у її гідроліпідну мантію. Перешкоджають зникненню вологи та захищають шкірний покрив від зовнішнього впливу.

– Піноутворюючі речовини гальмують втрату вологи та активно живлять: альгінова кислота, екстракти водоростей, полісахариди, пептиди, бета-глюкан [2].

Компоненти епідермісу або косметики, які притягують та утримують вологу у роговому шарі шкіри, проходять під збірною назвою натуральний зволожуючий фактор (NMF)[2]. У той час як ліпіди в товщі шкіри та їх компоненти (холестерин, кераміди) потрібні для запобігання випаровування води, а також забезпечують захисне мастило на поверхні шкіри, натуральний зволожуючий фактор зволожує її та відповідає за всі локальні обмінні процеси. NMF складається в основному з вільних амінокислот, наприклад, глютамінової кислоти, а також різних похідних цих амінокислот, таких як уроканінова кислота (природний фільтр ультрафіолетового випромінювання). До компонентів натурального зволожуючого фактора відносяться також неорганічні солі, цукри, а також сечовина. Неорганічні солі в основному включають хлориди, фосфати, цитрати натрію, калію, кальцію та магнію.

В якості зволожуючого компонента обрано фільтрат секретії равлика[3]. У своєму складі містить алантоїн (відомий своїми загоювальними та антиоксидантними властивостями, завдяки яким він уповільнює процес старіння шкіри, перехоплюючи вільні радикали в клітинах); колаген та еластин (білки, які відповідають за еластичність та підтягнутість шкіри); гліколеву кислоту (покращує структуру та зовнішній вигляд шкіри, зменшує зморшки, акне та гіперпігментацію, очищає верхній шар шкіри від мертвих клітин, освіжає та омолоджує шкіру); протеїни (допомагають клітинному диханню та живлять шкіру); вітамін А (сприяє гідратації шкіри, а також надає їй здорового вигляду); вітаміни Е і С (є антиоксидантами і захищають клітини, а також покращують їх гідратацію).

Розроблена рецептура зволожуючого крему з фільтратом секретії равлика для обличчя виявляє очікувані властивості і покращує загальний вигляд обличчя. Проведено контроль якості рецептури відповідно існуючим нормативним вимогам.

#### *Список використаної літератури:*

1. Увлажняющие кремы для лица (Електрон. ресурс)/ Спосіб доступу: URL: <https://makeup.com.ua/categorys/592045/>
2. Технологія косметичних засобів : Навчальний посібник / Башура О.Г., Половко Н.П., Ковальова Т.М., Пересадько І. Г. Вінниця. – Нова книга, 2007. – 360 с.
3. Фильтрат секреции улитки(Електрон. ресурс) / Спосіб доступу: URL: <https://aroma-shop.com.ua/snailine-fil-trat-sekrecii-ulitki-10-ml.html>

## ФЕРУЛОВА КИСЛОТА В КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБАХ

Хоменко О.П., Фесич І.В.

e-mail: khomenko.ox@yahoo.com

*«Національний університет харчових технологій»*

*Україна, Київ*

**Вступ.** Ферулова кислота має низьку токсичність і володіє багатьма фізіологічними функціями (протизапальною, антиоксидантною, протимікробною, протипухлинною та протидіабетичною дією). Вона широко використовується у фармацевтичній, харчовій та косметичній промисловості. Ферулова кислота є акцептором вільних радикалів, але також інгібітором ферментів, що каталізують утворення вільних радикалів, та підсилювачем активності ферментів-поглиначів. Ферулова кислота захищає основні структури шкіри: кератиноцити, фібробласти, колаген, еластин. Вона пригнічує меланогенез, посилює ангіогенез та прискорює загоєння ран. Саме тому широко застосовується у складах для догляду за шкірою як фотозахисний засіб, уповільнювач процесів фотостаріння шкіри та в якості освітлювального компонента[1].

**Матеріали і методи.** На підставі теоретичного моніторингу науково-технічної літератури, інтернет-ресурсів проведено аналіз практичного застосування ферулової кислоти у косметичних засобах.

**Результати та обговорення.** Ферулова кислота ([E]-3-[4-гідрокси-3-метокси-феніл]проп-2-енова кислота) належить до групи фенольних кислот, зазвичай зустрічається в тканинах рослин. Ферулова кислота, як кавова, р-кумарова, синапін, сирит, та ванілінова кислота, є найпоширенішою похідною коричної кислоти [1].

Ферулова кислота найчастіше міститься в цільних зернах, шпинаті, петрушці, винограді, ревені і насінні злаків, переважно пшениці, вівса, жита та ячменю. Однією з найбільш важливих ролей фенольних кислот, особливо похідних коричної кислоти, є її антиоксидантна активність, яка залежить насамперед від кількості гідроксильних і метоксигруп приєднаних до фенольного кільця. Ферулова кислота легше всмоктується в організм і довше залишається в крові ніж будь-які інші фенольні кислоти. Ферулова кислота має низьку токсичність і володіє багатьма фізіологічними функціями, включаючи протизапальну, протимікробну, протипухлинну, антиаритмічну та антитромботичну активність, а також продемонструвала протидіабетичний ефект та імуностимуляторні властивості, зменшує пошкодження нервових клітин і може допомогти відновити пошкоджені клітини [1].

Синергічний ефект між природним поліфенолом та ультрафіолетовими фільтрами, а також, що феруловою кислотою підвищує SPF *in vivo* на 37 % та коефіцієнт захисту від UVA (UVA-PF) на 26 %. Дані *in vivo* свідчать про те, що ферулова кислота посилює широкий спектр характеристики фотозахисних рецептур. Крім того, згідно з результатами *ex vivo* антиоксидант під час тестування, можливо рекомендувати коригування протоколу *ex vivo* для явного визначення позитивного ефекту місцевих антиоксидантних інгредієнтів, що наносяться на шкіру. Ці результати дали

нову перспективу для розробка багатфункціональних біоактивних сонцезахисних кремів із використанням ферулової кислоти [2].

Ферулова кислота широко застосовується у складах косметичних засобів для догляду за шкірою, в якості затримувача процесів фотостаріння у шкірі та фотозахисного агенту. Ферулова кислота проникає глибоко всередину шкіру, як кислому, так і нейтральному рН, в дисоційованій та недисоційованій формі. При вивченні проникної дії ферулової кислоти розчиненої у насичених водних розчинах (рН 3 та рН 7,2) шкірою людини, виявилось, що дана кислота, незалежно від рН, проникала в роговий шар. Також деякі дослідження фенольних антиоксидантів показали, що ферулова кислота покращує хімічну стабільність препаратів L-аскорбінової кислоти та  $\alpha$ -токоферолу, збільшуючи тим самим їх фотозахисні властивості [3].

Завдяки своїй здатності інгібувати основний фермент меланогенезу (тирозиназу), ферулова кислота також використовується у косметичних складах проти пігментних плям. Антиоксидант застосовується в засобах для освітлення шкіри, оскільки пригнічує активність тирозинази (задіяний фермент у меланогенезі) та пригнічує проліферацію меланоцитів. Також застосування в косметичних засобах пояснюється властивістю ферулової кислоти поглинати УФ-випромінювання (290-320 нм). З метою збільшення освітлювального ефекту можна поєднувати з іншими сполуками які також мають схожий ефект, наприклад, ніацинамід, що пригнічує рух меланосоми від меланоцитів до кератиноцитів. За деякими дослідженнями найкращу освітлюючу активність ферулова кислота проявляє після додавання кератолітичного засобу, такого як ліпогідроксикарбон [4].

**Висновки.** При виконанні даної роботи на підставі огляду та аналізу науково-технічної літератури було описано антиоксидантну активність ферулової кислоти та її використання в косметичних засобах різноманітного спрямування.

#### *Список використаної літератури*

1. Zduńska K., Dana A., Kolodziejczak A., Rotsztein H: Antioxidant Properties of Ferulic Acid and Its Possible Application/ Skin Pharmacology and Physiology.- 2018.- Vol.31, No. 6;
2. Peres D. Ferulic acid photoprotective properties in association with UV filters: multifunctional sunscreen with improved SPF and UVA-PF / D. Peres, F. Sarruf, C. de Oliveira. // Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology. – 2018. – №185. – С. 46–49.
3. Okada, T.; Nakagawa, K.; Yamaguchi, N. Antioxidative activities of amino compounds on fats and oils. VIII. Antioxidative activity of ferulate and the synergistic effect of amino compounds. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 29:305-309; 1982
4. Saija A, Tomaino A, Lo Cascio R, Trombetta D, Proteggente A, De Pasquale A, Uccella N, Bonina F: Ferulic and caffeic acids as potential protective agents against photooxidative skin damage. J Sci Food Agric 1999; 79: 476–480.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОМПОЗИЦІ ПАР НА ПІНОУТВОРЮЮЧУ ЗДАТНІСТЬ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Ценова В. М., Лабяк О. В., Волнянська О.В.

e-mail: vcenova12@gmail.com

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Україна, Дніпро

Поверхнево-активні речовини (ПАР) є основними компонентами гігієнічних миючих засобів. При отриманні косметичних засобів використовують не індивідуальні поверхнево-активні речовини, а їх суміші. Аніонні ПАР (АПАР) є базовими у складі гігієнічних миючих засобів, оскільки вони мають високу піноутворюючу здатність та гарний миючий вплив. Неіоногенні ПАР (НПАР) та амфотерні ПАР посилюють вплив аніонних і їх застосовують в якості допоміжних ПАР (со-ПАР). Використання со-ПАР дозволяє також зменшити негативний вплив аніонних поверхнево-активних речовин, так як вони здійснюють найбільш «жорсткий» вплив на шкіру. При змішуванні ПАР спостерігаються синергетичні і антагоністичні ефекти, тобто такі суміші можуть мати, як високі, так і низькі показники змочувальної, міцеллоутворюючої, солнобілізуючої, емульгуючої здібностей та інше[1-2].

Мета даної роботи: оцінка та можливість регулювання піноутворювальної здатності композицій, що містять неіоногенні та аніоноактивні ПАР у складі косметичних засобів за рахунок співвідношення НПАР та АПАР.

В якості об'єктів дослідження було обрано найбільш популярні у піномийній продукції лауретсульфат натрію ( $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_2-\text{O}-\text{SO}_3\text{Na}$ ;  $n=11,13$ ; торгова назва – ASCO 24-2/70) і неіоногенний (НПАР) кокоглюкозид (глікозид жирного спирту  $\text{C}_{8-14}$ ; торгова назва – Palm Kernel/Coco Glucoside). Розчини ПАР готували з використанням дистильованої води, щоб виключити вплив солей жорсткості та при температурі 45-50°C. Співвідношення компонентів ПАР у розчинах варіювали від 1:1 до 1:5.

Піноутворення характеризується об'ємом, стабільністю піни та її щільністю (кремистістю). Гарне піноутворення непрямо свідчить про хорошу миючу дію; щільна дрібна піна покращує видалення забруднень і жиру; запашна піна доставляє також естетичне задоволення. Всі ці фактори є важливими аргументами для споживачів на користь повторної покупки того ж самого засобу, що важливо для виробників косметичної продукції.

Для визначення стійкості стовпа піни використовували час руйнування всієї піни. Стійкість піни визначали згідно нормативної документації (ГОСТ Р 31696-2012). Піноутворююча здатність визначається кількісно об'ємом або висотою стовпа піни, які утворюються з постійного об'єму розчину при дотриманні певних умов (концентрація,

температура та інше) протягом заданого проміжку часу. Кількісною мірою такої здатності можуть служити обсяг одержуваної піни та час її існування. Надано також органолептичну оцінку дисперсності піни.

В якості контрольних дослідів використовували індивідуальні розчини АПАР: лауретсульфат натрію; НПАР: кокоглюкозид.

Для отримання піни застосовували диспергаційний метод, а саме: метод струшування. Відомо також застосування конденсаційних методів.

Результати досліджень подано на рисунку 1.

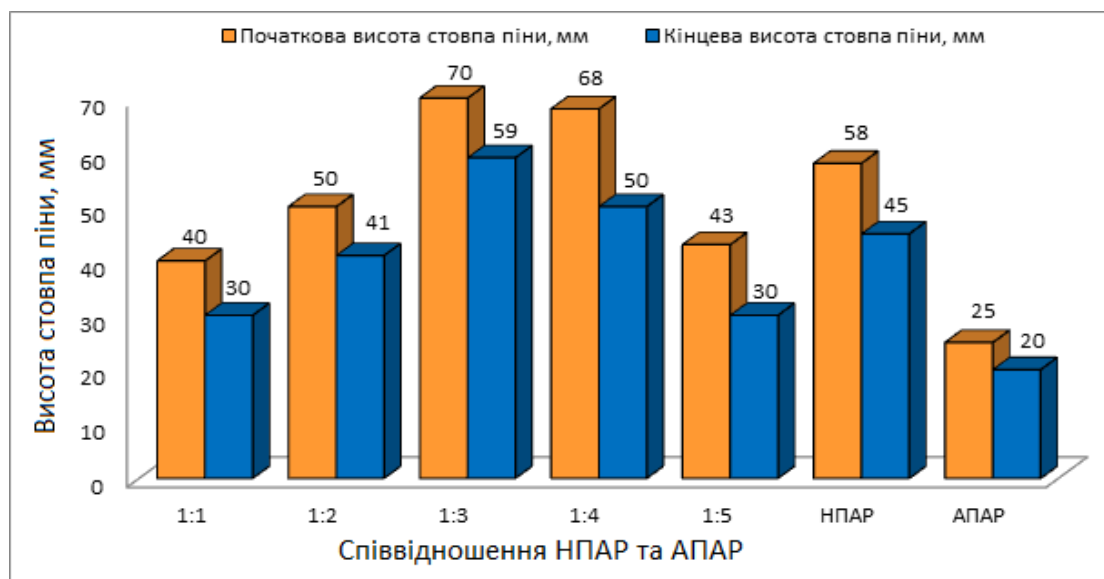


Рисунок 1 – Залежність піноутворення від співвідношення компонентів ПАР в композиціях

Для співвідношення НПАР і АПАР 1:3 та 1:4 спостерігається збільшення піноутворюючої здатності в досліджуваних умовах. Різний вплив на піноутворення співвідношення НПАР та АПАР у розчині пов'язано з відмінностями будови індивідуальних компонентів та протіканням складних конкуруючих колоїдно-хімічних процесів, таких як адсорбція, міцелоутворення та ін., що призводить до формування на поверхні розділу фаз змішаних шарів різної будови і товщини[3-4].

Слід зазначити, що за 15 хвилин спостережень висота стовпа пін у зазначених розчинах знижувалася на 20-30%(рис.1).

Піна, що утворюється при механічному впливі на розчини всіх досліджуваних композицій, неоднорідна за дисперсністю: у верхньому шарі вона грубодисперсна, а значить менше стійка. Найбільші значення стійкості пін досягнуто для розчинів зі співвідношенням 1:2 та 1:3.

Таким чином, в розчинах змішаних бінарних систем НПАР (кокоглюкозид) та АПАР (лауретсульфат натрію) при співвідношенні 1:3 спостерігається краще піноутворення у порівнянні з іншими розчинами, а також вища стійкість отриманих пін показники якої відповідають вимогам



нормативної документації. Отримані дані було використано при розробці рецептури гелю для душу, який у своєму складі містить: лауретсульфат натрію та кокоглюкозид 3:1, гліцерин, Д-пантенол, натрію хлорид, віддушку Персик, барвник Garnet Mica і консервант Cosgard.

*Список використаної літератури:*

1. Анализ пенообразующих свойств промышленных поверхностно-активных веществ и их бинарных смесей для синтетических моющих средств / Л. А. Дерзаева [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. 2016. № 5. С. 18-20.

2. Плетнев М. Ю. Мицеллообразование и специфические взаимодействия в водных растворах смесей ПАВ // Успехи коллоидной химии / под ред. А. И. Русанова. СПб.: Химия, 1991. 82 с.

3. Эмелло Г. Г., Бондаренко Ж. В., Черная Н. В. Поверхностно-активные вещества – основа гигиенических моющих средств // Масложировая промышленность. 2013. №4. С. 32-34.

4. Свойства водных растворов препарата ПАВ на основе диэтаноламидов жирных кислот кокосового масла / Ж. В. Бондаренко [и др.] // Материалы. Технологии. Инструменты. 2015, Т. 20, №2. С. 75-79.

## **РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ ТІНЕЙ ДЛЯ ПОВІК НА ОСНОВІ НЕОРГАНІЧНИХ ПІГМЕНТІВ**

Щукіна А.І., Вашкевич О.Ю.

e-mail: schukina9999@gmail.com

vashkevich\_elenka@mail.ru

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»*

*Україна, Дніпро*

Згідно з ДСТУ 2472:2006 «Тіні для повік – це виріб декоративної косметики на жировій основі, або порошкоподібний чи компактний для надавання виразності та блиску очам у разі нанесення на верхні повіки та навколо очей». Призначення тіней полягає у виконанні наступних функцій: моделювання очей (зміна форми, розміру), візуальна корекція погляду, надання виразності очам, підкреслення їх кольору і створення цілісного образу. Випускаються в різних формах, відтінках. Від інгредієнтів залежить стійкість, зручність нанесення, можливість змішування відтінків. До базової рецептури компактних тіней входять: порошкоподібні речовини; пігменти зв'язуючі речовини; консерванти, антиоксиданти; ароматизатори.

Але саме пігменти є важливою складовою, бо для тіней характерна найбільша різноманітність кольорів, ніж для будь-якого іншого продукту декоративної косметики. Рідко застосовують одну фарбуючу сполуку, частіше пігменти об'єднують у суміші з іншими. Для використання придатні тільки стійкі пігменти, які не змінюють відтінку під дією зовнішніх факторів, не бліднуть, не чорніють і які, відрізняються належною структурою, необхідною барвною та покривною здатністю. Також пігмент повинен бути хімічно стабільним і твердим при нормальних температурах.

Завдяки своїм фізико-хімічним властивостям окиси і гідроксиди заліза є одними з найбільш широко розповсюджених типів неорганічних пігментів, використовуваних у косметичній промисловості. Можливість одержання з розповсюдженої сировини матеріалів із широкою колірною гамою, що відрізняються високою світлостійкістю, термостабільністю і нетоксичністю, обумовила широке застосування залізооксидних пігментів.

Заслужують уваги нові покоління пігментів - мікі. Пропускаючи через себе світло, мікі заломлюють його, створюючи чудовий ефект переливу різних відтінків кольору. Кожен пігмент характеризується різним розміром частинок (дисперсністю подрібненого матеріалу), що дозволяє отримати різноманітні візуальні ефекти: мікі менших розмірів дають ефект перламутру з гладким блиском, середній розмір забезпечує ефект атласу, а великі – дають іскристий ефект. Ступінь непрозорості (покривності) косметичного продукту залежить від дисперсності пігменту: чим менше частка, тим більше покривна здатність матеріалу, причому

пластинчаста форма частинок пігменту забезпечує більш високу покривну здатність на відміну від сферичної або голчастої. Дрібнозернистий перламутровий пігмент в препаратах крім сильної покривної здатності одночасно дозволяє збільшити міцність компактних тіней і знизити їх здатність до стірання.

Метою роботи було складання рецептури та дослідження існуючих способів виробництва і огляд інноваційних розробок у цій сфері, контроль якості розробленого зразка з нормами ДСТУ.

В розробленій рецептурі були використані наступні компоненти:

|                         | Компонент рецептури   | %   |
|-------------------------|---|-----|
| Порошкоподібні речовини | Тальк   | 40  |
|                         | Кальцинований серицит   | 20  |
|                         | Пігмент: Міса, BiOCl, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 2FeO(OH), Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> | 20  |
|                         | Перламутровий пігмент: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> .                      | 10  |
| Зв'язуючі речовини      | Вазелін   | 5   |
|                         | Метилполісилоксан   | 2   |
|                         | Сорбітансесквіолеат   | 0,8 |
| Антиоксиданти           | Токоферол   | 0,2 |
| Консерванти             | Сорбат калію  | 0,2 |
|                         | Leuconostoc/RadishRootFermentFiltrate   | 1,2 |
| Ароматизатор            | Ефірне масло кориці   | 0,6 |

Розроблена рецептура має ряд переваг: в якості фарбуючих речовин для приготування компактних тіней використали мінеральні пігменти Colorona Imperial Topaz: Міса, С.І. 77163, С.І. 77491, 77492, 77499 (пігмент на основі пластинок слюди, які покриті оксихлоридом вісмуту і оксидами заліза) і Xirona Le Rouge: С.І. 77491, С.І. 77491, SILICA (перламутровий пігмент на основі діоксиду кремнію) з розмірами часток від 2 до 50 мкм, таким чином, забезпечуючи ефект металевих відблисків, тонкий ефект колірних переливів від помаранчево-червоного до коричнево-червоного відтінку. В якості консерванту обраний Leuconostoc / RadishRootFermentFiltrate, розроблений за допомогою передової пептидної технології ферментації з молочнокислих бактерій, володіє зволожуючим ефектом на шкіру, забезпечує антимикробну ефективність і дозволяє підтримувати збалансованість коменсальних бактерій на шкірі, завдяки чому покращує загальний стан шкіри, зменшуючи висипання. Токоферол запобігає утворенню вільних радикалів і укріплює бар'єрну функцію шкіри, володіє протизапальними властивостями, усуває роздратування і почервоніння шкіри, сприяє регенерації клітин, зміцнює стінки судин, володіючи омолоджуючим ефектом. Метилполісилоксан прискорює транспорт цінних компонентів; захищає від втрати вологи і впливу несприятливих погодних умов; сприяє рівномірному розподілу

косметичного засобу та покращує текстуру, створює потрібну консистенцію; надає засобам вологостійкі властивості. Таким чином, тіні отримані за інноваційною рецептурою легко наноситься, мають гарну адгезію і покривну здатність.

*Список використаної літератури*

1. Active Micro Technologies - Leucidal® Liquid: Technical Dossier. 09.11.2014. Vol. 15, № 1. P. 124. URL: <http://activemicrotechnologies.com/wp-content/uploads/2015/08/M15008-Leucidal%C2%AE-Liquid-Technical-Dossier-v14.pdf>
2. Технология косметических и парфюмерных средств: Учебное пособие. / Башура А.Г., Половко Н.П., Гладух Е.В. и др. – Вінниця: Изд-во НФАУ: Золотые страницы. – 2002. – 272 с.
3. Василенко І.А., Півоваров О.А. Залізооксидні пігменти. Синтез, модифікування, використання у різних галузях науки і техніки: Монографія / Василенко І.А., Півоваров О.А. – Дніпропетровськ: Акцент ПП, 2016. – 217 с.

**БІОТЕХНОЛОГІЯ. БІОЛОГІЯ.  
ЗАХИСТ І КАРАНТИН РОСЛИН**

**BIOTECHNOLOGY. BIOLOGY.  
PLANT PROTECTION AND QUARANTINE**



## BIOSAFETY OF MICROORGANISMS OF THE GENUS *BACILLUS CIRCULANS* AS PRODUCERS OF BIOLOGICALLY ACTIVE PREPARATIONS

Lukianenko D. R.

e-mail: dasha250601@gmail.com

*Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine, Dnipro*

The genus *Bacillus* generates great interest due to the particular qualities of the developmental cycle, the unusual resistance of their spores to chemical and physical agents. The study of the applied value of representatives of this genus is carried out in different directions for their possible using in various industries, from the food industry to biotechnology, including genetic engineering. *Bacillus* is one of the most diverse and commercially useful groups of microorganisms.

In terms of biosafety, it should be considered that some types of *Bacillus* are pathogenic (*Bacillus anthracis*) and conditionally pathogenic (*B. cereus*, *B. pumilus*) for humans, which can cause the development of foodborne diseases in humans [1].

Scientists are developing industrial producers strains of the corresponding enzyme preparations based on *Bacillus*. Currently, *Bacillus* representatives are used to obtain four types of biotechnological products: 1) enzymes, 2) antibiotics, 3) highly cleaned biological products, including amplifier smell and food additives, 4) insecticides [2].

The genus *Bacillus circulans*, is not only a producer of antibiotics, but also was developed as an industrial producer of the enzyme preparation Macerobacillin D3x. The preparation is intended for using in the industry of primary processing of bast fibers and in any other areas where there is the need for hydrolysis of pectin substrates. Macerobacillin of domestic production (SE «Enzim», Ladyzhyn) is obtained by deep cultivation of the producer *Bacillus circulans* (strain 31) on a multicomponent growth medium, containing corn extract, urea, calcium carbonate, potassium sulphate and beet pulp, as an inducer of the synthesis of pectolytic enzymes. Producer *B. circulans* (strain 31) is a typical representative of the genus *Bacillus* – vegetative cells have a characteristic rod-like shape, form short and long chains, are gram-positive (evenly painted) [3]. Cells do not contain visible inclusions with phase contrast microscopy. *B. circulans* is a facultative anaerobic in relation to oxygen, that is, it can grow with aeration of the medium and without access to oxygen. It grows under optimal cultivation conditions at pH 8.0-8.7 and at a temperature of 40°C. Under anaerobic conditions they can form clostridial-type spores. Elliptical spores, without exosporium, are located in the cell centrally and subterminally. The culture actively produces catalase, grows on medium containing sucrose, lactose, galactose, xylose, arabinose, mannitol and sorbitol with the formation of acid and without the formation of gas, cleaves casein, hydrolyzes starch [4].

Biosafety of *B. circulans*, as an industrial producer, is confirmed: according to the conclusion on pathogenicity, the strain producer is not pathogenic. Therefore, scientific research of the genus *B. circulans*, as a potential producer of other bioactive substances, continues to the present time. Thus, the output dependence of bacteriocin-like antimicrobial substance was studied, which is synthesized by the strain of *Bacillus circulans* during deep cultivation, from the type of nitrogen and carbon source in the nutrient medium. It has been shown that this substance begins to accumulate in culture liquid after 18h of growth at 30°C, reaching maximum values after 2 days of incubation of the strain, when the signs of sporulation are not yet noticeable in the cells. The most effective was the method of two-phase separation using an organic solvent dichloromethane for the isolation of bacteriocin-like substance from the culture liquid [5].

The genus *Bacillus*, in contrast to other bacteria, has significant advantages, for example, does not contain toxic endotoxins and cell wall pyrogens; the synthesized recombinant proteins are more accessible for isolation, since they either accumulate in the cytoplasm of the cell, or are secreted into the culture liquid.

In this way, microorganisms of the genus *Bacillus* are widely used as producers of various biologically active preparations. However, the choice of specific *Bacillus*, as industrial strains of the relevant biological products must be justified and must be carried out taking into account their biological safety.

#### *Список використаної літератури*

1. Садунова А. В. "Общая характеристика бактерий рода *Bacillus*"// Материалы VI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». 2014.
2. Гусев М. В. Микробиология: учебник / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. 6-е изд., стер. М.: Academia, 2006. 461 с. (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). – Библиогр.: с. 440-441. Шифр РНБ: 2006-5/537.
3. Емцев В. Т. Микробиология: учебник / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. 6-е изд., испр. М.: Дрофа, 2006. 444 с. (Высшее образование). Библиогр.: с. 427-428.
4. Глинская Е. В. Гетерогенность свойств бактерий рода *Bacillus*, выделенных из колбасных изделий / Е.В. Глинская, Н.Ф. Пермякова // Современные проблемы науки и образования. 2004. № 2. С. 123-125.
5. Калмантаев Т.А. Бактериоциноподобное вещество *circulans* и способ его получения / Т.А. Калмантаев, Г.Т. Садикова, В.В. Перельгин, В.Д. Похиленко // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 2 (18). С. 52–65.



## APPLICATION OF USED COFFEE GROUNDS IN BIOTECHNOLOGY AND ENERGY INDUSTRY

Kaplia K. O., Fedorova O. V.

e-mail: kateryna.kaplia.fr.2019@lpnu.ua

*Lviv Polytechnic National University, Ukraine, Lviv*

Coffee is one of the most consumed beverages in the world, its popularity has led to the need to constantly expand the range and improve the quality of this product. Billions of cups of coffee are drunk every day in the world (77 % of the Ukrainian population aged 16-55 regularly drink coffee), which leads to the formation of a large amount of spent coffee grounds. In one day alone, 18 and 15 tons of wet coffee grounds create tons of waste in Kyiv and Lviv, respectively, which usually end up in landfills together with other waste. In European capitals, this figure reaches 20 tons per day. Additionally, if the average Ukrainian drinks a hundred cups of coffee a year, in Germany this figure reaches 772, in Poland - 572, and in France - 420. Coffee importers conduct large advertising campaigns to make grain coffee a mass product. Thus, today the humanity faces two global problems:

1. Environmental pollution (carbon dioxide emissions cause deterioration of human health, ozone depletion, general air pollution, etc.);
2. Waste disposal (waste disposal is expensive for coffee shops, in addition, huge landfills are formed, including coffee, which destroys the biosphere).

Thus, the usage of coffee grounds as an alternative energy source can be a promising solution to these two problems, given its advantages as a fuel. The application of coffee grounds in energy industry is known to prevent the formation of a "carbon footprint" associated with fossil solid fuels (carbon, etc.). Solid biofuels increase the heat of combustion by 20 % ( $Q = 16-22 \text{ MJ / kg}$ ) and increase the duration of the combustion process compared to wood analogues [5]. The gas fraction is much larger than all others are and it is obtained even at relatively low temperatures, which can be used in heat engines. The bioethanol obtained in the process of coffee heating can be used for the production of biodiesel based on coffee oil obtained from defective coffee beans, thus further contributing to the introduction of sustainable development in coffee production [5]. Application of used coffee for heating the house among the population can be a great idea, considering the wonderful aroma of coffee. It is also a more stable fuel and, at the same time, a more economical way to dispose of coffee grounds for coffee shop owners.

It should be acknowledged, that coffee materials change their chemical and physical properties, but do not lose them totally, and the number of certain biologically active compounds, on the contrary, increases, which leads to their effective usage.

The application of coffee grounds on an industrial scale can be one of the ways of sustainable development.

Today, there are various ways to process and increase the utilization of coffee grounds, which can be used as a source of oil for biodiesel production, or as a source of sugars, dietary fiber, oil for further use in biotechnology, pharmacy, cosmetology and energy. In particular, coffee grounds are rich in caffeine - 0.7-2.5 %; protein substances - 9-19.2 %; fat content - 9.4-18 %; sucrose - 4.2-11.8 %; monosaccharides - 0.17-0.65 %; fiber - 32.5-33.5 %; pentosans - 5-7 %; tannins - 8.7-11.9 %; minerals - 3.7-4.5 %; organic acids. Humidity of raw coffee - 9-12 % [4]. Coffee silver skin is a residue with a high concentration of soluble dietary fiber (86 %) [4].

Several uses for coffee pulp and husks in fermentation studies are also known, including the production of enzymes, citric, gibberellic, gallic acids, flavors, and bacterial cellulose. The chemical components of the used coffee were caffeine and chlorogenic acid. Coffee husk is rich in carbohydrates (35 %), proteins (5.2 %), fiber (30.8 %), minerals (10.7 %) [6]. The silver coffee layer is richer in sugars containing mannose and galactose along with a significant proportion of protein. The production of tanase was investigated by using coffee husks from *P. variotii* in optimal conditions, which managed to obtain 8.6 times more enzymes [6]. Coffee pulp can be used as an inexpensive substrate for energy production through the action of microorganisms, as well as a starting material for the production of biopolymers or biomaterials for biodegradable packaging. Soluble and insoluble fractions of dietary fiber are known to provide a wide range of health benefits, including reduced risk of gastrointestinal, cardiovascular disease, and obesity [1, 3].

Among the coffee residues, the silver skin contains a large amount of total fiber (80 %). Coffee fibers have antioxidant properties [1, 2]. Fresh coffee husks have been investigated as a potential source of anthocyanins for usage as a natural food coloring.

The stimulating activity of caffeine has been tested in people suffering from Parkinson's disease, in the treatment of both motor and non-motor symptoms [1]. Coffee grounds are also known as a source of nutraceutical compounds such as phenolic compounds, melanoidins and antioxidant dietary fiber, which have a beneficial effect on human health, mainly on gastrointestinal and cardiovascular diseases, weight loss and cancer prevention [3].

Coffee pulp as a dietary supplement can be the basis for dietary products to treat malnutrition and anemia, due to the high content of iron, micro-, macronutrients and vitamins [3].

Proper approach of used coffee not only reduces the negative impact on the environment, but also has an important economic effect, as it decreases the production of non-renewable resources, and the production of new products consumes less energy.

1. According to the results of the study, it should be noted that there is no proper system of coffee waste disposal in Ukraine;

2. The usage of coffee residues in biotechnology and energy has not been thoroughly studied;

3. There are no optimal and effective methods for disposing of coffee pulp and peel;

4. There is a need to study the alternative and profitable usage of this biological raw material.

Therefore, the direction of our research is relevant and needs further development.

### *References*

1. Angeloni S., Freschi M. Antioxidant and Anti-Inflammatory Profiles of Spent Coffee Ground Extracts for the Treatment of Neurodegeneration // Hindawi ,Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2021. P. 4-8.

2. Ontawonga A., Boonphanga O. Hepatoprotective effect of coffee pulp aqueous extract combined with simvastatin against hepatic steatosis in high-fat diet-induced obese rats//Journal of Functional Foods. 2019. P. 568 – 573.

3. Salazar-López N. J., Loópez-Rodríguez C. V., Hernández-Montoya D. A., Campos-Vega R. Health Benefits of Spent Coffee Grounds // Chichester, UK/ John Wiley & Sons Ltd, Food Wastes and By-products, Nutraceutical & Health Potential. 2020. P. 29 – 42.

4. Abdulmumin A. Nuhu. Bioactive Micronutrients in Coffee: Recent Analytical Approaches for Characterization and Quantification//Department of Chemistry, Ahmadu Bello University, Zaria, Kaduna, Nigeria /Hindawi Publishing Corporation. 2021. P. 1-4.

5. Leandro S. Oliveira, Adriana S. Franca. An Overview of the Potential Uses for Coffee Husks// Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, Coffee in Health and Disease Prevention. 2015. P. 287 – 290.

6. Marín-Tello Carmen, Zelada-Castillo Lorena, Vásquez-Arqueros Alexander, Vieira Amandio and SicheRaúl. Coffee Pulp: An Industrial By-product with Uses in Agriculture, Nutrition and Biotechnology// Reviews in Agricultural Science. 2020. P. 330–335.

## **FISH-BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ROOFOR BREEDING STOCK OF RAINBOW TROUT**

Sameev M. A., Mirzobahadurova Sh. R.

e-mail: sameev\_m@mail.ru

*KSU "Khujand State University named after academician B. Gafurov"  
Tajikistan, Khujand*

Fish are polycarpous animals, therefore large-scale selection (CMB) can be successfully applied in fish farming. When breeding them, the valuable qualities of the producers can be transferred immediately to a large number of descendants, and therefore the reproduction of valuable breeds and the receipt of planting material for the provision of commercial farms of the country can be concentrated in only one or several farms [1].

In this case, it is at these enterprises that the role of selection and breeding work becomes especially significant, since the efficiency of the work of commercial farms depends on its success. In this regard, there is an urgent need for scientific support for a complex of fish breeding and breeding activities in order to develop methodological foundations for trout breeding directly in large breeding farms that can grow a large amount of planting material, which can be the centers for the implementation of CMS programs. The determining factor of the successful functioning of all parts of the CCM is the unity of scientific, methodological and practical tasks of trout breeding, i.e. creation and functioning of such an organization of breeding, which would take into account the needs of commercial trout farms of different types to the maximum extent [2]. In this case, when planning breeding activities, it is necessary to follow the principle of "supply-demand", i.e. to create or improve such layers, lines or breeds that correspond to the technological specifics of specific commercial farms, or meet changing market needs. Obviously, such a task can be solved only with a variety of selection resources. The problem of preserving and increasing selection resources in the late 1980s became relevant due to the fact that miscalculations in the organization of breeding were accompanied by the loss of breeds, primarily imported [3,4]. Therefore, the initial stages of the implementation of the CCM are inextricably linked not only with the search and testing of breeds and forms of trout of domestic and imported origin, but with the formation of selection resources in basic farms as a theoretically substantiated, balanced and internally subordinate system of breeds and large sub-breed formations.

The tasks, directions and methods of breeding should serve one goal - the genetic improvement of a large array of farmed objects, and the biotechnology of maintenance should contribute to the fullest realization of the hereditary inclinations of farmed fish. First of all, it is necessary to determine the main and accompanying areas of selection, paying attention, first of all, to economically useful traits.

The purpose of this work is to assess the current state of the Rofor rainbow trout breed and to reproduce a new breeding generation.

To achieve this goal, it was necessary to solve the following tasks:

- to analyze the results of selection in the process of creating a breed;
- to evaluate the heterogeneity of the breed by the method of biochemical genetics;
- select producers for reproduction of a new generation of selection;
- to carry out breeding crosses;
- to carry out selection of juveniles by body weight for the breeding.

Modern studies devoted to the study of variability, the nature of manifestation and the relationship of traits characterizing the fish-breeding and some biological properties of rainbow trout have made it possible to develop a unified system of breeding measures that can be used in practical trout farming with minimal costs for its implementation.

Priority attention is paid to the issues of assessment, selection and selection of pairs of producers for their subsequent crossing, since they are the most important elements of the breeding process. The fundamental principle is the necessity and sufficiency of a number of traits characterizing the economically useful qualities and basic biological properties of the breeding object, including the genetic characteristics of the producers, as well as their assessment by the quality of the offspring [5]. A stepwise (sequential) assessment scheme was developed and implemented, first by weight and body size, reproductive characteristics, and then by the quality of the offspring. The rational combination of mass, individual selection and family selection, applied in this scheme, makes it possible to use the genetic potential of the broodstock to the fullest extent in the process of forming broodstock and in breeding new breeds.

Artificial breeding is often accompanied by a decrease in the level of genetic variation due to ill-conceived crosses or the use of a small number of producers. Crossbreeding schemes have been proposed and tested to maintain the necessary genetic diversity of broodstock breeders.

Objects and methods of research. The work was carried out at the Federal Breeding and Genetic Center for Fish Farming (FSHTSR), organized on the basis of the former CES "Ropsha" and the laboratory of fish farming on cooling ponds. On April 1, 1999, the enterprise received the status of "Federal State Unitary Enterprise" and is subordinate to the Department of Science and Technological Progress of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation.

Breeding work with rainbow trout was started by GosNIORKh in 1964 by importing German, Danish and Czechoslovak trout to the GosNIORKh experimental base and to the GosNIORKh branch.

Comparative assessments of different groups of trout in terms of fish-breeding biological indicators were studied and substantiated, which were successfully carried out by the head of these studies G.G. Sevastyanova, then a strategy for further selection was determined [6].

By 1999, a new breed of trout was bred - "Rofor". It is characterized by high plasticity. When grown in cold-water farms with a key water supply, cold-water lake farms and warm-water fish farms, it has a good growth rate, rather high fertility and survival rate. When creating a new breed of trout "Adler", trout of the Gostilitsa herd and steelhead salmon were used, and the main direction of selection was the spawning period. The created breed differs from other breeds in the early maturation period in the spawning season (that is, the main part of females matures in November-December), and is also characterized by uniformity and stability for this trait. This early maturation of producers allows for commercial fish farming in the most optimal and acceptable terms for the development and growth of fish in the country's farms, and this contributes to an increase in the growth rate, survival rate and resistance to various diseases [7].

Manufacturers are graded according to a set of characteristics established by the "Test Methodology for Distinctness, Uniformity and Stability [8]. Rainbow Trout ", which determine the growth, development (constitution), productivity (working fertility or volume of ejaculate) and the passage of fish. Producers are selected by age: females - 3-5 years old, males - 2-4 years old, size, weight and exterior indicators, certain standards for each breed. Individuals should be distinguished by clearly expressed secondary sexual characteristics, good quality of reproductive products: caviar is large, well pigmented, weighing 60-80 mg and a diameter of at least 4.5-6 mm; sperm of the consistency of cream, ejaculate volume not less than 5-10 ml, sperm concentration not less than 5-12 million / mm, sperm activity 20-30 sec.

Individuals that do not meet the standard indicators for body weight are not subject to further assessment in terms of physique and productivity and are rejected.

The selection of broodstock and older age groups is carried out on the basis of four females and one male [9].

Breeders were assessed by the timing of spawning in the spawning season based on the following provisions. The nature of maturation of females and males of rainbow trout has significant differences. In the spawning season, males, as a rule, mature earlier than females, are characterized by a longer spawning season, and are capable of repeatedly producing sperm. Females are characterized by one-time spawning, in connection with which the study of the dynamics of spawning was carried out on the basis of data on their maturation. Producers were reviewed twice a week. The manifestation of a breeding trait - the maturation period in the spawning season - was recorded in a special fish breeding journal, where data on the beginning of spawning and the number of mature females on the days of testing were entered. To assess the differences in the timing of spawning, we proceeded from the premise that all fish matured under the conditions of the Ropsha farm are subject to the same temperature effects throughout the year. Consequently, the difference in the timing of spawning is determined by biological differences between breeds, and not by the conditions of detention.

For a comparative assessment of breeds by the timing of spawning, the following method was used. As a starting point for maturation in each year, the concept of "conditional zero" was introduced, i.e. the earliest spawning date for all years of observations. This date turned out to be October 1. All females that matured later were characterized by a certain value, measured in days, which is the difference between the actual spawning period of each fish and "conditional zero". This value can be considered as an individual characteristic of an individual. On the basis of these characteristics, the mean (M), its error (mx) and variance (st) were calculated for each breed. The average value reflects the time of mass maturation of females of any breed in the spawning season, which makes it possible to characterize broodstock fish by distinctness, homogeneity and stability of the studied trait, as well as to objectively compare the breeds in terms of spawning period over a number of years. Due to the fact that the duration of the spawning period may depend not only on the physiological state, but also on the size of the spawning population of fish, an assessment of this trait can be obtained by comparing the average values of the period of mass maturation of fish in a particular spawning season. In this case, the "conditional zero" method was also used, taking as it the date of appearance of the first matured fish.

The evaluation of females and males for morphometric and reproductive characteristics was carried out during spawning. Each sample of fish consisted of at least 50 females, which is considered sufficient to characterize the selected population. Mass - the size characteristics of females and males included [8]:

- body weight, P;
- body length from the tip of the snout to the end of the scale cover, L;
- body length according to Smith - from the tip of the snout to the fork on the caudal fin, Ts8t);
- the length of the head from the tip of the snout to the end of the operculum. WITH;
- the greatest body height, N;
- the greatest thickness of the body, B.

According to the data of measurements and weighing, the selection indices were calculated: the body condition coefficient ( $Ku = 100 P / L$ ), the relative head length (C/1,%), the relative height (H/u%) and the relative body thickness (B/u,%).

For the reproductive assessment of females, the working fecundity was measured - O, the average egg weight - P (u), and the relative fecundity was determined - 0 (o). For a more complete characterization of females, the reproductive index was also used, which was proposed as an integrating indicator, which is measured by the ratio of the total weight of eggs to the unit of body weight of the female.

To characterize the males, we used the values of the ejaculate volume of a single portion of sperm - V, the concentration of spermatozoa - K and the time

of their preservation of mobility, and also calculated the values of working - O and relative fertility - 0 (o). The concentration of spermatozoa was determined by the indicator of spermatocrit. On the basis of the data obtained, the correlation analysis was used to study the relationship of the studied exterior and reproductive characteristics.

For individual evaluation of females by the quality of offspring, eggs from each female were inseminated with sperm from 5-8 males and incubated separately. The fertilization rate of eggs was determined by the number of developing embryos during gastrulation (%) and the survival rate of embryos at the time of hatching of the larvae (%).

All the obtained material was subjected to statistical processing using a specially developed computer program. In the comparative assessment of the sires of different breeds, the Student's test was used, in the assessment of the relationships of characters - the selective correlation coefficient. 0.05 was taken as the level of significance in all statistical analyzes.

To solve individual research questions, multivariate statistical methods (principal components, discriminant and cluster analysis) were used. In the study of the combining ability of producers, mass crosses were carried out using 25-40 females and 15-20 males of each breed. The offspring of the hybrids were assessed according to the survival rate and growth rate of the fish. The assessment of the combining ability of females and males belonging to any breed was carried out using the model deviation formula proposed by H.H. Kolesnik (1964):

$$A = (X / M - 1) \times 100,$$

where A - is the model deviation, expressed in %,

X - is the value of the feature,

M - is the model value of the feature.

In the calculations, the mean value characterizing a random sample of the studied group of fish was taken as the value of the model trait.

Statistical processing of results

The nature of the normal variation is strictly determined by two quantities [9]:

– the arithmetic mean value of the attribute is determined by the formula:

$$\bar{X} = M = \frac{\sum V}{n}, \text{ where}$$

V - is the value of the trait for individual individuals;

n - number of individuals

– the standard deviation is determined by the formula:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2}{n-1}}, \text{ where}$$

d - deviation in the value of the feature from the arithmetic mean;

n - number of individuals



The standard deviation shows the degree of variability of a trait. To get rid of named numbers, and to be able to compare different characteristics in terms of variability, the standard deviation is often expressed as a percentage of the arithmetic mean. This constant is called the coefficient of variation.

The coefficient of variation is determined by the formula:

$$Cv = \frac{100 \times \sigma}{\bar{X}}, \text{ where}$$

$\sigma$  - standard deviation;

$\bar{X}$  - the arithmetic mean value of the feature

Finally, it should be mentioned that when calculating the arithmetic mean (as well as other biometric constants), errors are inevitable.

The average error of the arithmetic mean is determined by the formula:

$$m_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \text{ where}$$

$\sigma$  - standard deviation;

$n$  - is the number of individuals.

Conclusion

– Using traditional and modern genetic methods of selection, with the help of domestic breeds of Adler, Donaldson, Steelhead Salmon and others, the scientists-specialists of the FSHC "Ropsha" bred the rainbow trout of the Rofor breed, which has unique characteristics. Trout of this breed is highly adaptable to environmental factors and disease resistance. The 9th generation of this trout has been studied. There is an obvious need to maintain the Rophorus trout breed and improve its structure based on the study of representatives of this breed of the tenth generation;

– along with the breeding and genetic advantages of the Rofor breed trout, they have a high nutritional and biological value: protein content – 19 %, fat 5.6 %, vitamins A, B1, PP and C - 0.04; 0.33; 2.00; 2.20 mg, respectively;

– as a result of appraisal and fecundity study of 10th generation Rofor trout, it was established that, in comparison with the characteristics of 9th generation trout, a significant increase in the average weight, length and thickness of broodstock females was achieved;

– there was a slight decrease in the average weight of one egg from 65 to 57 mg (by 11.4 %), however, the working fertility of eggs increased from 4259 to 6308 pieces (by 48 %);

– thus, an improvement in the indicators of the characteristics of fish and the fertility of eggs of the broodstock of Rofor trout of the 10th generation was established, which indicates a positive dynamics of the development of the breed

Rophorus and preservation of broodstock in the conditions of FSUE FS GTSR. The high heterogeneity of the Rofor trout breed makes it possible to use it as an initial form for creating new, specialized breeds.

– domestic breeders carried out a huge work to improve trout on the basis

of imported samples of breeds, and in 1948, 80 thousand pieces were brought from Germany to Ropsha. eggs of rainbow trout, which were incubated and then raised to 9.5 thousand fingerlings in ponds on natural food. By 1951, a broodstock of 2,500 was created from them. It served as the basis for trout farming in the USSR until the end of the 1960s.

When starting to breed rainbow trout in Ropsha, the employees of GosNIORKh (in those years - VNIORKh) tried to develop a method of trout breeding, which in many respects differed from the classical one. Since 1950, she began to develop a two-year (two-year) scheme for producing trout with various options for feeding with natural and artificial feed. At the same time, expensive animal feed was supposed to be used in half with vegetable feed. During this period, the following main tasks were solved: the formation of the broodstock; development of methods for collecting and incubating eggs, holding larvae, rearing underyearlings and goods on natural and artificial feed, determining the main forms of working with trout in winter. The development of the industrial characteristics of trout farming was based on numerous experiments in laboratory conditions and experimental ponds.

#### *References*

1. Nikandrov V. Ya., Shindavina N. I., Yablokov A. G., Solomonov G.V. Application of combined selection in trout breeding // Sb. scientific. tr. GosNIORKh. 1987. Issue 259.S. 17-23.
2. Nikandrov V. Ya., Shindavina N. I. Increasing the efficiency of commercial trout breeding // Fish breeding and fishing. 1995. No. 3-4, p. 22.
3. Nikandrov V. Ya. Shindavina N. I., Arshavsky D. S., Yankovskaya V. A. Assessment of rainbow trout depending on the timing of spawning // Fish breeding and fishing. 2001. No. 3. P. 39.
4. Golod V. M. Tasks and ways of breeding work with rainbow trout in warm-water fish farming // Sat. scientific. tr. GosNIORKh, 1988. Issue. 274.S. 82-89.
5. Golod V. M. Trout Rofor // Breeding new fish breeds. 2001. S. 24-41.
6. Golod V. M. Preconditions for trout breeding // Genetics, breeding and breeding in aquaculture in Russia. M.: FGNU "Rosinformagrotech", 2005. S. 26-110.
7. Golod V. M. Terent'eva EG Trout Rostal // Breeding new fish breeds. 2001. S. 113-132.
8. Golod V. M., Nikandrov V. Ya., Terentyeva E. G., Shindavna N. I. Selection and breeding work with rainbow trout. SPb., 1995. 29 s.
9. Gracheva M. N. The current state and prospects for the development of trout farming in the USSR // Trud. meeting. on questions pond fish farming. M., 1952. S. 107-116.

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ГУМАТІВ, МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ І БІОСУРФАКТАНТІВ В ОЧИЩЕННІ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛИВОМ**

Баня А. Р., Семенюк І. В., Карпенко О. В.

e-mail: andrewbn199@gmail.com, igorsem777@gmail.com,

e.v.karpenko@gmail.com

*Інститут фізико–органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка  
Національної академії наук України,  
Україна, Львів*

Однією з найбільш актуальних проблем антропогенного походження є забруднення ґрунтів нафтопродуктами, джерелом яких є підприємства нафтопереробної, нафтохімічної, хімічної промисловості та автотранспорт. Негативний вплив нафтопродуктів проявляється у зміні механічних, хімічних, фізико-хімічних, а також еколого-біологічних характеристик ґрунту, зокрема знижуються загальна чисельність бактерій, порушуються ферментативна активність, погіршується ріст та розвиток рослин [1, 2].

Існують різні методи очищення ґрунтів серед яких: механічні, фізико-хімічні та біологічні. Найбільш перспективними серед них є біологічні (біоремедіація, фіторемедіація), які передбачають використання об'єднаного потенціалу мікроорганізмів та рослин [3, 4]. Рослинно-мікробні асоціації мають значні переваги при виживанні в несприятливих умовах довкілля [5]. Але навіть прискорення процесу деструкції вуглеводнів шляхом посіву підібраних рослин, підвищення активності їх ризосферного мікробіоценозу є недостатнім. Тому актуальним є сумісне використання дієвих біологічних агентів, зокрема гуматів, біогенних поверхнево-активних речовин (біосурфактантів) та мікробних препаратів на основі природних деструкторів вуглеводнів.

Гумінові кислоти (гумати) – це група природних високомолекулярних речовин, які завдяки особливостям будови і фізико-хімічним властивостям характеризуються високою фізіологічною активністю, здатні регулювати та інтенсифікувати обмінні процеси у рослинах і ґрунті, володіють сорбційними властивостями та підвищують метаболічну активність мікроорганізмів-деструкторів вуглеводнів [6]. Вони також стимулюють ріст рослин, змінюють проникність клітинних мембран, підвищують активність ферментів, вміст хлорофілу та продуктивність фотосинтезу. Поряд з цим гумати є нетоксичними і не мутагенними та безпечними для довкілля [7]. Перспективним у біоремедіації ґрунтів вважають біосурфактанти, які мають низьку токсичність, біодеградабельні, стійкі у різних екстремальних умовах, здатні утворювати комплекси з полютантами [8]. Важливу роль для толерантності природних екосистем до техногенного впливу забруднень відіграють мікробні препарати на основі природних мікроорганізмів-

деструкторів вуглеводнів, які можуть використовувати як джерело живлення вуглеводні, сприяючи їх деструкції [9, 10].

Відомо, що на забруднення ґрунту першим реагує мікробіота, при цьому вже на початкових стадіях забруднення можуть змінюватися не тільки склад, чисельність мікроорганізмів і їх метаболізм, а також й активність ґрунтових ферментів. Основна функція ферментів у забруднених ґрунтах полягає у трансформації поллютантів до менш токсичних сполук [11]. Тому нами було досліджено, вплив біологічних агентів на ферментативну активність ґрунтів забруднених дизельним паливом (ДП 5 %), яку оцінювали у модельному експерименті за активністю ґрунтових дегідрогеназ (показник «здоров'я ґрунту») – чутливою індикаторною ознакою стану мікробіоти, що дозволяє виявити біологічні ефекти, які виникають навіть за незначного рівня забруднення [11, 12].

У роботі використано: гумати (водний розчин гумінових кислот – 0,1 %), мікробний препарат на основі автохтонних мікроорганізмів-деструкторів вуглеводнів), продукт деструкторів вуглеводнів – Д (на 1 кг ґрунту 50 мл суспензії –  $5 \times 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>), біосурфактант – рамноліпідний біокомплекс (РБК – продукт мікробного синтезу штаму *Pseudomonas* sp. PS-17, 0,01 г/л), райграс багаторічний та сорго (суданська трава).

Встановлено, що використання гумату, біогенної поверхнево-активної речовини та мікробного препарату впливають на активність дегідрогеназ у ґрунтах, забруднених дизельним паливом. Кращі результати по зростанню дегідрогеназної активності виявлено у варіантах: гумати + Д (обр. ґрунту) + райграс – на 50,3 %, РБК (обр. насіння) + Д (обр. ґрунту) + райграс – на 54,4 % порівняно з контролем, гумати (обр. насіння) + сорго – на 53,5 %, гумати (обр. насіння) + Д (обр. ґрунту) + сорго – на 57 %, РБК (обр. насіння) + гумати (обр. ґрунту) + сорго – на 63 %, відповідно. У варіантах з РБК (обр. насіння) + райграс, гумати (обр. насіння) + райграс показники були в межах контролю.

Отримані дані вказують про можливість використання гуматів, біосурфактантів та мікробного препарату для покращення екологічного стану ґрунтів, забруднених дизельним паливом, та їх застосування у біотехнології очищення ґрунтів, забруднених нафтопродуктами.

#### *Список використаної літератури*

1. Gao, Y. C., Guo, S. H., Wang, J. N., Li, D., Wang, H., & Zeng, D. H. Effects of different remediation treatments on crude oil contaminated saline soil. *Chemosphere*. 2014; 117, 486–493.
2. Ikuesan, F. Evaluation of crude oil biodegradation potentials of some indigenous soil microorganisms. *Journal of Scientific Research and Reports*. 2017;13(5), 1–9.

3. Koshlaf, E., Ball, A. S. Soil bioremediation approaches for petroleum hydrocarbon polluted environments. *AIMS microbiology*. 2017; 3(1), 25–49.
4. Cui, J. Q., He, Q. S., Liu, M. H., Chen, H., Sun, M. B., & Wen, J. P. Comparative study on different remediation strategies applied in petroleum-contaminated soils. *International journal of environmental research and public health*. 2020; 17(5), 1606.
5. Gkorezis, P., Daghighi, M., Franzetti, A., Van Hamme, J. D., Sillen, W., & Vangronsveld, J. The interaction between plants and bacteria in the remediation of petroleum hydrocarbons: An Environmental Perspective. *Frontiers in microbiology*. 2016; 7, 1836.
6. Chianese, S., Fenti, A., Iovino, P., Musmarra, D., Salvestrini, S. Sorption of organic pollutants by humic acids: A Review. *Molecules*. 2020; 25, 918.
7. Nardi, S., Schiavon, M., Francioso, O. Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters. *Molecules*. 2021; 26, 2256.
8. Fenibo, E. O., Ijoma, G. N., Selvarajan, R., Chikere, C. B. Microbial surfactants: the next generation multifunctional biomolecules for applications in the petroleum industry and its associated environmental remediation. *Microorganisms*. 2019; 7(11), 581.
9. Das, N., Chandran, P. Microbial degradation of petroleum hydrocarbon contaminants: an overview. *Biotechnology research international*. 2011; 941810.
10. Ławniczak Ł., Woźniak-Karczewska M., Loibner A.P., Heipieper H.J., Chrzanowski Ł. Microbial degradation of hydrocarbons-basic principles for bioremediation: A Review. *Molecules*. 2020;25(4):856.
11. Kaczyńska, G., Borowik, A., Wyszowska, J. Soil dehydrogenases as an indicator of contamination of the environment with petroleum products. *Water, air, and soil pollution*. 2015; 226(11), 372.
12. Casida, L. E., Klein, D. A., Santoro, T. Soil dehydrogenase activity. *Soil Science Society of America Journal*. 1964; 47, 599–603.

## ПОРІВНЯННЯ МІЦЕЛІАЛЬНИХ ГРИБІВ В ЯКОСТІ ПРОДУЦЕНТІВ ЛІПІДІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

Бугакова О. С.

e-mail: lelik666bugakova@gmail.com

НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Україна, Київ

Вибір відповідної сировини для біодизеля залежить від умов національних виробничих зон. Крім харчових олій, потенційна сировина для виробництва біодизеля класифікується на три категорії: відпрацьовані олії, неїстівні рослинні олії та олійні мікроорганізми [1]. Серед перелічених категорій найбільший потенціал серед накопичення ліпідів мають саме олійні мікроорганізми (15-86 %). Основними олійними мікроорганізмами є мікрородорості, бактерії, дріжджі та гриби [2].

Серед зазначених продуцентів ліпідів найдоцільніше вибрати саме гриби, так як вони мають ряд переваг перед іншими продуцентами, а саме [3]: швидкість накопичення біомаси у міцеліальних грибів є однією з найбільших швидкостей накопичення біомаси;

З точки зору культивування, процес культивування грибів є простішим ніж водоростей, так як потребує ферментерів простішої конструкції, якщо порівнювати з рослинами, то процес культивування грибів не залежить від кліматичних умов та плодючості ґрунтів, тому він може бути більш масштабним, а ніж вирощування рослин;

Є можливість регулювати вихід продукту, змінюючи параметри середовища, температуру, підживлення та інші фактори.

Було проведено аналіз міцеліальних грибів трьох класів: *Zygomycetes*, *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* на здатність до накопичення ліпідів.

Було з'ясовано, що представники класу аскоміцетів здатні до активного росту (15,3 мг/л), проте не накопичують достатню кількість ліпідів, лише 22,78 % від загальної біомаси. Невелику здатність накопичення ліпідів також мають представники базидіоміцетів, накопичення ліпідів складає близько 5%. У представників зигоміцетів виявлено гарну здатність до накопичення біомаси, в залежності від представника класу, від 6,2 до 10,5 г/л [3]. Також під час проведення дослідження грибів класу *Zygomycetes*, а саме мукорових грибів, родини *Cunningha mellaceae* виявлено їх здатність до накопичення великих кількостей ліпідів, а саме від 43 до 50,7 % (табл. 1.).

Таблиця 1. Штами міцеліальних грибів та їх здатність до накопичення ліпідів [3].

| Організм                                      | Біомаса,<br>г/дм <sup>3</sup> | Ліпіди              |                   |
|---|-------------------------------|---------------------|-------------------|
|   |                               | % від сухої<br>маси | г/дм <sup>3</sup> |
| <i>Zygomycetes</i>                            |                               |                     |                   |
| <i>Absidiaceae ruelea</i> ВКМ F-858(+)        | 6,2                           | 12,8                | 0,79              |
| <i>Cunninghamellae chinulata</i> ВКМ F-470(-) | 7,1                           | 43,0                | 3,05              |
| <i>C. echinulata</i> ВКМ F-626(-)             | 6,9                           | 47,1                | 3,23              |
| <i>C. echinulata</i> ВКМ F-657(-)             | 6,5                           | 48,6                | 3,15              |
| <i>C. japonica</i> ВКМ F-1204(-)              | 10,5                          | 50,7                | 5,32              |
| <i>Ascomycetes</i>                            |                               |                     |                   |
| <i>Aspergillius niger</i> ВКМ F-33            | 10,0                          | 11,2                | 1,12              |
| <i>A. japonicas</i> ВКМ F-2632D               | 8,6                           | 13,5                | 1,16              |
| <i>Penicillium chrysogenum</i> МГУ            | 15,3                          | 5,3                 | 0,81              |
| <i>P. expansum</i> штамм ИНМИ РАН             | 1,6                           | 3,9                 | 0,06              |
| <i>P. lanosum</i> ВКМ F-304                   | 2,1                           | 8,6                 | 0,18              |
| <i>P. lanosum</i> ВКМ F-1556                  | 6,5                           | 19,9                | 1,29              |
| <i>P. lanosum</i> ВКМ F-1956                  | 6,3                           | 14,2                | 0,89              |
| <i>P. lanosum</i> ВКМ F-297                   | 7,0                           | 22,8                | 1,56              |
| <i>Basidiomycetes</i>                         |                               |                     |                   |
| <i>Agaricus bisporus</i>                      |                               | 4,0                 |                   |
| <i>Pleurotus ostreatus</i>                    |                               | 5,0                 |                   |

Враховуючи результати, наведені у таблиці, слід зазначити, що найкращі показники накопичення біомаси та кількість ліпідів мають гриби класу зигоміцетів родини *Cunninghamellaceae*. Оптимальним продуцентом для продукування ліпідів для подальшого виробництва біодизелю було обрано *C. Japonica* ВКМ F-1204(-), так як серед усіх досліджених штамів він має найбільший показник за накопичення ліпідів – 50,7 % або 5,32 г/л.

#### Список використаної літератури

1. Nama, S., Kondo, A. Enzymatic biodiesel production: An overview of potential feed stocks and process development. *Bioresour. Technol.* (2012).
2. Meng, X., Yang, J., Xu, X., Zhang, L., Nie, Q., Xian, M., 2009. Biodiesel production from oleaginous microorganisms. *Renew. Energy* 34, 1–5.
3. Ивашечкин А.А. Липиды мицелиальных грибов как основа для создания биодизельного топлива. Москва, 2015. 142 с.

## **ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА У НАДКРИТИЧНИХ УМОВАХ**

Бугакова О.С.

e-mail: lelik666bugakova@gmail.com

*НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

*Україна, Київ*

Існує декілька процесів виробництва біодизельного палива. Найпоширеніший – процес трансетерифікації; інші включають гідрокрекінг, надкритичний метод без використання каталізатора, піроліз і т.д. Процес трансетерифікації – метод з'єднання рослинної олії зі спиртом для виробництва складних ефірів з отриманням гліцерину як побічного продукту [1].

Рослинні олії здебільшого складаються з тригліцеридів з типовим вмістом вільних жирних кислот (12 %). Тригліцериди – сполуки тривалентного спирту гліцерину з трьома жирними кислотами [2]. Тригліцериди вступають у реакцію з одноатомним спиртом (метанол, етанол) у присутності каталізатора, утворюючи складні ефіри жирних кислот (біодизель), а також побічний продукт – гліцерин.

Процес виробництва біодизельного палива можна розділити на наступні складові [2]:

Процес трансетерифікації. Масло і надлишок метанолу реагують у присутності гідроокису натрію або калію до повної переетерифікації з отриманням складного метилового ефіру і гліцерину в якості побічного продукту. Реагуюча суміш зазвичай нейтралізується кислотою перед розподілом. Сирий біодизель відокремлюється від більш важкої фази, що містить гліцерин, метанол та мило.

Сепарація (відділення гліцерину від біодизеля). Процес розділення біодизельного палива та гліцерину у зв'язку з великою різницею густини часто зводиться до сепарування готового продукту. Найліпші результати при цьому показує сепарація готового продукту на центробіжних сепараторах або гідроциклонах. Сепарація виконується за наступним циклом: готовий продукт з реактора (накопичувача) надходить на сепарацію в сепаратор, далі з сепаратора окремо надходять гліцерин та біодизель в ємкості для збору продукту.

Рекуперація спирту (метанолу). Згідно з вимогою щодо якості біодизельного палива, в готовому продукті вільний спирт повинен бути відсутнім. Але однією з вимог надійного проведення реакції переетерифікації є необхідність введення в реакцію великої кількості спирту (метанолу), ніж теоретично необхідно. У зв'язку з цим при виробництві біодизеля застосовують технологію повернення метанолу. Технологічно процес рекуперації полягає у випаровуванні спирту з біодизелю. Випаровування відбувається у спеціальних колонах, у яких



вакуумним насосом створюється розрідження. Попередньо біодизель підігрівається до температури близько 60-65 °С в нагрівачі. З випарної колони передбачено відведення парів спирту (метанолу) у конденсатор. У конденсаторі відбувається охолодження парів спирту та їх конденсація для повторного використання.

Очищення готового продукту. Катіонна іонообмінна смола використовується для видалення калію або натрію з сирого біодизелю та слідів гліцерину, води.

Існують процеси переетерифікації метанолом у надкритичних умовах, які дозволяють отримувати біодизельне паливо без використання каталізаторів. Окрім відсутності каталізатора процес отримання біодизелю у надкритичних умовах має ряд переваг, які наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння методів переетерифікації [2]

| Показник                                      | Традиційний метод                       | Надкритичні умови      |
|---|---|------------------------|
| Час реакції                                   | 8 годин                                 | 240 сек                |
| Умови реакції                                 | 0,1 МПа, 30-65°C                        | >8 МПа, >240°C         |
| Наявність каталізатора                        | Кислотний або лужний                    | Відсутній              |
| Вихід продукту                                | 83-85 %                                 | 98 %                   |
| Вільні жирні кислоти                          | Продукти омилення                       | Складні метилові ефіри |
| Продукти, що необхідно видалити після реакції | Метанол, каталізатор, продукти омилення | Метанол                |
| Процес  | Багатостадійний                         | Одностадійний          |

Отже, процес у надкритичних умовах виявляється простішим за традиційний метод. Він не потребує використання каталізатора, відповідно відсутня стадія очистки від продуктів омилення. Також при процесі у надкритичних умовах вихід біодизелю є вищим за вихід при традиційному методі.

#### Список використаної літератури

1. Гафуров Н. М., Хисматуллин Р. Ф. Физико-химические характеристики биодизельного топлива в соответствии принятым стандартам // Инновационная наука. 2016. №5-2 (17).

2. Систер В. Г., Иванникова Е. М., Гехман А. Е., Валяшко В. М., Макаев С. В. Возможность получения биодизеля в сверхкритических условиях // АЭЭ. 2011. №11.

**ОТРИМАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ РОДЕНТИЦИДУ НА ОСНОВІ БАКТЕРІЙ *SALMONELLA ENTERITIDIS* VAR *ISSATSCHENKO***

Власенко Д. В.

e-mail: denvlasenko99@gmail.com

НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

Біотехнологічні препарати почали використовувати у боротьбі з гризунами ще наприкінці XIX ст. Метод базується на зараженні гризунів специфічними патогенами, які належать до роду *Salmonella* і спричинюють епізоотії. Штам, який тепер використовують на території України та Росії для створення препаратів для боротьби із гризунами, було ізольовано у 1897 році Б. Л. Ісаченко під час епізоотії серед сірих пацюків [1].

Бактеріальний родентицид володіє рядом переваг перед іншими препаратами. Перш за все це безпечність для нецільових теплокровних і людини [2]. До того ж смертельна доза від 2-3 (для мишовидних гризунів) до 10-20 зерен (для шурів) [1]. Контагіозність препарату також підвищує його ефективність [2]. 14 з 33 видів гризунів сприйнятливі до *S. enteritidis* [3], такі як: домова миша, курганчикова миша, полівка звичайна, степова пеструшка, сирій хом'ячок, полівка Брандта [4].

Після поїдання препарату на основі *Salmonella enteritidis* бактерії потрапляють у шлунок, кишечник, потім проникають в кров, викликаючи септицемію. Як правило, хвороба триває до одного тижня [5].

*S. enteritidis* var *Issatschenko* – грам-негативні неспороносні палички. Середній розмір від 0,6-0,7 до 2-3 мкм, на кінцях закруглені. Як правило, рухливі, мають джгутики [6].

Бактерії Ісаченко являють собою біохімічні варіанти серологічного типу *Salmonella enteritidis* [5].

Характерними ознаками для *Salmonella enteritidis* var *Issatschenko* є відсутність оксидаз, уреазної активності та продукування ацетилметилкарбінолу [6].

Характерною ознакою бактерій Ісаченко є їх чутливість до лізоциму – у них, на відміну від бактерій Даніша, лізоцим індукує вивільнення профага, перетворюючи його у вірулентну форму [7].

Продуцент не розріджує желатину, молоко не згортає, індолу не утворює, але утворює сірководень. Бактерії швидко ферментують глюкозу з утворенням газу, розкладають мальтозу, сахарозу, лактозу, інозит, саліцин, адоніт, не утилізують гліцерин в бульоні Штерна, а також малонат, галактуронат, саліцин. Розщеплюють дульцит, сорбіт, D(L)-тартрат, мукат [8].

Бактерії не розщеплюють сечовину, відновлюють нітрати в нітрити, можуть використовувати азот з амінокислот. Здатний до утилізації цитрату амонію [4,6], не росте у присутності KCN [8].

До складу поживного середовища джерела вуглеводів і органічного азоту вводять таким чином, щоб забезпечити вміст водорозчинних вуглеводів не менше 2 % за масою і не менше 0,0005 % по масі амінного азоту і не більше 18 % по масі загального вмісту вуглеводів і загального азоту не більше 2,7 % по масі. Переважно в якості джерела органічного азоту до поживного середовища вводять гідролізат рибокісткового борошна і казеїну або білково-вітамінний концентрат, які забезпечують оптимальне співвідношення загального і амінного азоту [9].

Бактороденцид зерновий є найбільш доцільною формою препарату, оскільки зерно є і захисним середовищем для бактерій, і приманкою, особливо при додаванні олії. Готовий зерновий препарат містить близько  $10 \cdot 10^9$  клітин на 1 г [10].

Титр – 1 млрд спор в 1 г. Кожне зерно являє собою гранулу, що містить всередині бактерії.

Для приготування такого препарату необхідно окремо отримати культуру штаму певного титру з тієї, яка зберігається в класичному варіанті на середовищі Мережковського. Альтернативним способом є кріоконсервування в ліофільно-висушеному стані в запаяних ампулах. Для отримання культури 1 генерації стерильне поживне середовище засівають культурою з розрахунку 1 мл на 250 мл бульону, вирощують протягом доби за 37 °С. Титр клітин на виході не менше 200 млн кл/мл. Для отримання більш високого титру культуру штаму 1 генерації пересівають ще раз. Титр культуральної рідини 2 генерації не менше 500 млн кл/мл.

Для підготовки зерна (пшениця, овес, ячмінь) його необхідно 2-3 рази промити проточною водою, і після цього залишити у воді на добу за кімнатної температури, ще раз промити. В банки з зерном наливають воду (10-15 % до маси зерна) і розчин натрій карбонату 4 мл 20 % для доведення рН до 7,5-7,6. Після стерилізації (при 1 атм по 1 годині з добовою перервою два дні підряд). Стерильне зернове поживне середовище засівають культурою 2 генерації з розрахунку 1:2, витримують в термостаті 37°C 2 доби [4].

За 70-80 годин ферментації титр бактеріальної культури, імобілізованої на зерні -  $2 \cdot 10^9$ , а через 100-150 годин  $2 \cdot 10^{10}$  [10].

Бактерії чутливі до високих температур [6]. Оптимальна температура 37°C, однак навіть за низьких температур (-25°C) вони можуть зберігати свою життєздатність [6].

Характерний оптимум рН 7,2-7,4. При виготовленні препаратів на етапі підготовки поживних середовищ їх спочатку доводять до рН 7,0-7,2, а потім до кінцевих значень 7,2-7,4, що дозволяє також без повної втрати вірулентності зберігати досить довгий час культури на поживному середовищі, що мають рН 7,0 [4].

При підкисленні середовища вірулентність знижується особливо сильно [5].

В гіпертонічному розчині хлористого натрію клітини підлягають плазмолізу. Бактерії чутливі до зміни осмотичного стану навколишнього середовища [4].

*Salmonella enteritidis* належить до групи факультативних анаеробів [6]. Постійна аерація дає можливість прискорювати виробництво біопрепарату в 3-4 рази та досягати титру бактерій, які іммобілізовані на зерновому середовищі, в 10 разів вищого, ніж при використанні традиційних технологій [10].

На основі аналізу впливу різних факторів на ріст *Salmonella enteritidis var Issatschenko* оптимальний вміст водорозчинних вуглеводів у середовищі 2-3 %, загального азоту – 1-2 %, амінного азоту 0,1-0,2 %. Для підтримання такого співвідношення поживних речовин найкраще вводити до складу поживного середовища гідролізати кісткового борошна або казеїн, білково-вітамінні комплекси, глюкозу. Для зберігання використовують поживне середовище Мережковського, яке підходить для тривалого зберігання штаму без втрати вірулентності.

Культивування проводять протягом 36-48 годин при температурі 37°C, при постійній аерації для пришвидшення процесу, при цьому рН доводять до значення 7,2.

Після закінчення культивування культуральну рідину змішують з зерном або висівками, борошном. Для збільшення ефективності препарату додають соняшникову олію, що використовується в якості смако-ароматичної приманки.

Основними перевагами наведених методів є глибинне культивування і додавання смако-ароматичних добавок.

#### *Список використаної літератури*

1. Буценко Л. М., Конон А.Д. Технології біопрепаратів для ветеринарії і сільського господарства: конспект лекцій для студ. спец. 7.05140101 «Промислова біотехнологія» ден. та заоч. форм навч.. К.: НУХТ, 2014. 106 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/69.35.pdf> (дата звернення 08.11.2021)

2. Яковлев А. А. Значение бактороденцида (*Salmonella enteritidis var, Issatschenko, 29/1*) в оптимальном ассортименте родентицидов для защиты растений: материалы XII сессии Генеральной Ассамблеи ВПРС МОББ и докладов Междунар. научн. Конф., 24-27 апр. 2017 г., С-Пб, С. 339-341.

3. Биологическая защита растений / Штерншис М. В., Джалилов Ф., Андреева И. В., Томилова О. Г. // под ред. М. В. Штерншиса. Москва: Колос, 2004. 264 С.

4. Штамм бактерий *Salmonella enteritidis* var. *Issatschenko* 32/3 в качестве средства для получения биологической приманки против мышевидных грызунов: пат. 2520161 РФ: МПК С12N 1/20, С12R 1/01; № 2013113976/10,; заявл. 22.03.2013; опубл. 20.06.2014, бюл. №17.

5. Група діючих речовин *SALMONELLA ENTERITIDIS* VAR. *ISSATSCHENKO* К-28. ІАС Аграрії разом: веб-сайт. URL: <https://agrarii-razom.com.ua> (дата звернення 08.11.2021)

6. Выковский В. А., Кандыбин Н. В. Rodent pest management. Biological principles, development and perspectives of the use of bacteria and viruses / edited by Ishwar Prakash. USA, 1988. P.377-391

7. Кандыбин Н .В. Бактериальные средства борьбы с грызунами и вредными насекомыми: Теория и практика. М.: Агропромиздат, 1989. 172 С.

8. Методичні рекомендації «Методи виділення та ідентифікації сальмонел»: затв. наказом М-ва охорони здоров'я України від 24 трав. 2013 р. № 425. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0425282-13> (дата звернення 08.11.2021).

9. Способ производства микробиологических препаратов: пат. 2077204 РФ: МПК А01N 63/00, 63/04, С12N 1/00, 1/14, 1/20, А61К 35/66, 35/74; № 95107036/13; заявл. 12.05.1995; опубл. 20.04.1997

10.Набір обладнання для виробництва бактероденциду вологого зернового. Трансфер інноваційних технологій: веб-сайт. URL: <http://www.uintai.kiev.ua> (дата звернення 08.11.2021)

## **ВПЛИВ ІНАКТИВОВАНОЇ ВАКЦИНИ ПРОТИ ХВОРОБИ НЬЮКАСЛА НА КОНТАМІНАЦІЮ КУРЯЧИХ ЯЄЦЬ**

Гриб І. О., Любецький О. В.

e-mail: gryb.ilya@gmail.com, liubetskyi23@gmail.com

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,*

*Україна, Київ*

Хвороба Ньюкасла поширена високо інфекційна хвороба домашньої птиці, яка є причиною значних економічних втрат для птахівництва в усьому світі, в тому числі є бар'єром для торгівлі птицею та продуктами з птиці. Крім загальних клінічних ознак, що спостерігаються у курей, інфікованих вірусом, таких як депресія, діарея, набряки, часто спостерігається різке зниження і навіть повне припинення несучості [1]. Боротьба з хворобою Ньюкасла здійснюється шляхом використання інактивованих та живих вакцин. Цей захід ефективний для захисту курей від смертності та зниженні виділення вірусу, але не повністю блокує респіраторні та шлунково-кишкові інфекції, а інфікований вірус часто проникає через слизові поверхні [2].

Мета дослідження – визначити вплив вірулентного вірусу хвороби Ньюкасла на контамінацію компонентів яйця.

Для виготовлення дослідних зразків вакцини в якості антигену використовували вірусомісну алантоїсну рідину, зібрану з яєць, вільних від специфічних патогенів (VTFP) та попередньо заражених вірусом Ньюкаслської хвороби штаму *La-Sota*. Вірус вводили в алантоїсну рідину 10-денних ембріонів. Інфекційна доза на ембріон становила 50 % (EID<sub>50</sub>). Алантоїсну рідину, отриману з яєць, інактивували 0,5 % розчином формаліну і використовували як антиген для виробництва вакцини. В якості адьюванту використовували MontanoleISA70VE на основі мінеральних олій. Вакцину вводили внутрішньом'язово в області грудей в дозі 0,5 мл. В проведеному дослідженні тридцять шість 39-41-тижневих репродуктивно активних курей були розділені на три групи: група №1 – вакциновані однією дозою інактивованої вакцини проти хвороби Ньюкасла, група №2 – вакциновані двома дозами, група №3 - контрольна. Через три тижні усі 3 групи були заражені живим вірулентним вірусом хвороби Ньюкасла. Щодня реєстрували несучість та виділяли вірус з усіх компонентів яйця.

Результати: третя група курей (контроль), після впливу на неї живого вірусу поступово загинула (до 7 дня) з клінічними проявами хвороби Ньюкасла. Перша та друга групи, що отримали одну і дві дози вакцини відповідно, не мали жодних клінічних ознак захворювання. Птахи з другої групи мали більш високий захист від вірусу в порівнянні з першою, так як в продуктах їх життєдіяльності вірусу не було знайдено. Кури з контрольної групи знесли 30 яєць, 20 з яких були заражені вірусом

Ньюкасла. На противагу цьому, перша група відклала 34 яйця за той самий 6-денний період, серед яких 5 були контаміновані; тоді як друга група знесла 46 яєць і жодне не дало позитивний результат. Результати несучості курей зображені на рисунку 1.

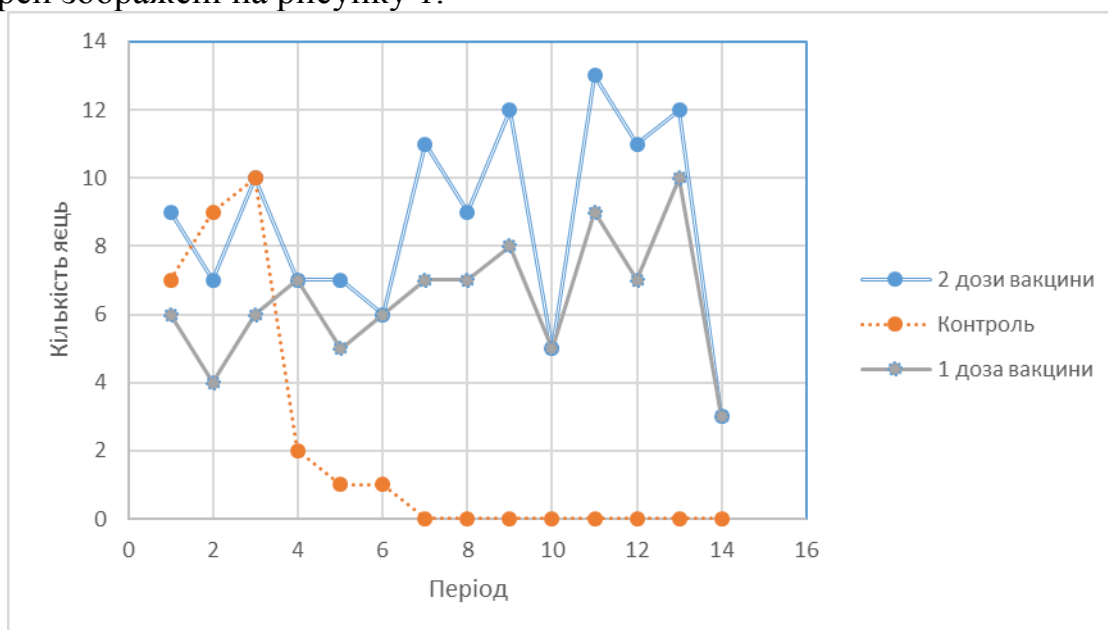


Рисунок 1 – Кількість яєць, знесених групами курей після зараження вірулентним вірусом

Перша група мала специфічні антитіла проти штаму *La-Sota* до зараження (середній титр GMT =  $2^{6,8}$ ) та високі титри через 14 днів після зараження вірусом (GMT =  $2^{9,4}$ ). У птахів із другої групи через три тижні після першої дози GMT =  $2^{6,7}$ , після другої дози титр значно підвищився до GMT =  $2^{8,35}$ , і антитіла зберігалися після зараження.

Таким чином виявлено, що вірулентний вірус, використаний у цьому дослідженні, реплікується у курей після зараження і має негативний вплив на невакциновану птицю. Використання однієї або двох доз інактивованої вакцини від хвороби Ньюкасла є ефективним засобом зменшення негативного впливу на птицю та продукти її життєдіяльності, значно зменшуючи поширення вірусу через яєчні продукти або інкубаційні яйця. Контамінацію вірусом на поверхні яєчної шкаралупи можна додатково знизити шляхом миття поверхні яйця дезінфікуючим засобом та промиванням.

#### Список використаної літератури

1. Alexander, D. J. Newcastle disease and other avian paramyxoviruses. *Revue Scientifique et Technique*. 2000. 19: 443–462.
2. Kapczynski, D. R., Afonso, C. L. & Miller, P. J. Immuneresponses of poultry to Newcastle disease virus. *Development and Comparative Immunology*. 2013. 41. 447–453.

## **ПРИРОДА ВПЛИВУ ПОХІДНИХ 2,3-ДЕГІДРОАСПАРАГІНОВОЇ КИСЛОТИ НА РОЗВИТОК КУКУРУДЗИ**

Гуска Ю. О., Чертихіна Ю. А., Немченко І. В., Просяник О. В.

e-mail: yuliya.c113@gmail.com, chertyhina25@gmail.com,

qwertyasz997@gmail.com, prosyanykav@gmail.com

*Український державний хіміко-технологічний університет,*

*Україна, Дніпро*

Пошук нових засобів хімічного регулювання розвитку рослин є одним із найважливіших завдань сучасної агрохімії. Широке застосування регуляторів розвитку здатне підвищити врожайність сільськогосподарських культур і, внаслідок зменшення застосування пестицидів, – якість продукції, що виробляється, знизити екологічне навантаження на навколишнє середовище. Економічні вигоди від використання фітогормонів та синтетичних регуляторів росту багаторазово перевищують витрати на розробку та вивчення спектру біологічної дії цих фізіологічно активних речовин.

Відомо, що похідні 2,3-дегідроаспарагінової кислоти (естери, аміді, калієві солі) є ефективними стимуляторами розвитку рослин. Вони покращують фотосинтез, підвищують морозостійкість, прискорюють регенерацію пошкоджених рослин, збільшують опірність до захворювань, покращують якість продукції, не здійснюють додаткового екологічного навантаження на довкілля [1-5].

Однак до цього часу невідомо, чому власне похідні 2,3-дегідроаспарагінової кислоти мають стимулюючий вплив на розвиток рослин. У принципі, це може бути проявом активуючих властивостей різних типів.

Завданням роботи було дослідження регулюючої активності одного з найбільш ефективних представників цього класу сполук – Z-ізомеру калієвої солі 2-аміно-3-метоксикарбонілакрилової кислоти (препарат), зокрема, чи має він виражену ауксинову або гіберелінову активність.

Основним матеріалом для отримання об'єктів дослідження обрано насіння кукурудзи сортів Одеська-80 та лінії П-502. В якості основних об'єктів використані чотириденні проростки кукурудзи, вирощені в темряві при 26-27°C.

Визначення ауксинової активності сполук проводились методом прямого зростання відрізків колеоптилів етіюльованих проростків з видаленою верхівкою, оскільки колеоптиль злакових рослин дуже чутливий до екзогенної індолілоцтової кислоти і є класичним об'єктом для біологічних тестів на ауксин.

Односантиметрові відрізки етіюльованих колеоптилів, мезокотилів і «цілих колеоптилів» з невидаленою верхівкою розкладали в чашки Петрі з досліджуваними розчинами і інкубували в термостаті без освітлення за температури 26°C. При інкубації відрізків в якості контролю використовували дистильовану воду, а в якості стандарту – розчини індолілоцтової кислоти (ІОК).



Відповідно до даних табл. 1, використання ІОК приводить до різкого збільшення приросту мезокотилів, і, особливо, колеоптилів. В той же час, препарат практично не впливає на приріст колеоптилів та мезокотилів.

Таблиця 1 – Вплив препаратів на приріст відрізків за 24 години

| Варіант  |             |     | Колеоптилі, приріст |     | Мезокотилі, приріст |     |
|----------|-------------|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|
| Речовина | Конц., мг/л | n*  | мм                  | %   | мм                  | %   |
| Вода     | –           | 135 | 2,73                | 100 | 1,39                | 100 |
| ІОК      | 5           | 45  | 7,68                | 281 | 2,56                | 184 |
| Препарат | 0,001       | 45  | 2,92                | 107 | 1,26                | 91  |
|          | 0,01        | 45  | 3,00                | 110 | 1,15                | 83  |
|          | 0,1         | 135 | 2,71                | 99  | 1,31                | 94  |
|          | 1           | 90  | 2,84                | 104 | 1,33                | 95  |
|          | 10          | 90  | 3,08                | 113 | 1,38                | 99  |
|          | 100         | 45  | 2,73                | 100 | 1,35                | 97  |

Примітка \* – кількість відрізків, використаних у досліді.

Результати перевірки ауксинової активності на цілих колеоптилях, які, на відміну від відрізків колеоптилів, мають ендogenous ауксин, наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Вплив препаратів на приріст «цілих колеоптилів»

| Варіант  |             | 24 год (n = 15) |     | 48 год (n = 135) |     | 72 год (n = 45) |     |
|----------|-------------|-----------------|-----|------------------|-----|-----------------|-----|
| Речовина | Конц., мг/л | мм              | %   | мм               | %   | мм              | %   |
| Вода     | –           | 3,70            | 100 | 3,33             | 100 | 4,10            | 100 |
| ІОК      | 5           | 4,39            | 119 | –                | –   | –               | –   |
|          | 0,05        | –               | –   | 4,05             | 135 | 5,40            | 132 |
| Препарат | 0,0001      | –               | –   | 3,00             | 90  | 4,10            | 100 |
|          | 0,001       | 3,38            | 91  | 3,40             | 102 | 3,80            | 93  |
|          | 0,01        | 3,58            | 97  | 3,47             | 104 | 4,20            | 102 |
|          | 0,1         | 3,30            | 89  | 3,50             | 105 | 4,00            | 98  |
|          | 1           | 3,32            | 90  | 3,40             | 102 | 4,00            | 98  |
|          | 10          | 3,38            | 91  | 3,37             | 101 | 4,10            | 100 |
|          | 100         | 3,49            | 94  | –                | –   | –               | –   |

Наявність екзогенної ІОК призводить до збільшення приросту цілих колеоптилів порівняно з контролем за всіх часів експозиції. Препарат у всіх вивчених концентраціях при різних експозиціях практично не впливав на приріст колеоптилів порівняно з контролем. Отже, препарат в умовах дослідів не має ауксинової активності і не виявляє синергізм дії з ендogenous ауксином.

Для гіберелінової проби використовували відрізки чотириденних проростків кукурудзи з колеоптильним вузлом з 5 мм основи і 5 мм верхньої частини мезокотилію [4]. Відрізки поміщали у чашки Петрі з досліджуваними розчинами та інкубували у термостаті без освітлення при

26°C. В якості стандарту використовувався розчин гіберелінової кислоти (ГК). Отримані дані представлені у табл. 3.

Таблиця 3 – Вплив препаратів на приріст<sup>а)</sup> 1-го листка відрізків проростків кукурудзи

| Варіант  |             | Сорт «Одеська-80» |     |                 |     | Лінія П-502     |     |                 |     |
|----------|-------------|-------------------|-----|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|-----|
| Речовина | Конц., мг/л | 24 год (n = 30)   |     | 48 год (n = 90) |     | 24 год (n = 45) |     | 48 год (n = 45) |     |
|          |             | мм                | %   | мм              | %   | мм              | %   | мм              | %   |
| Вода     | –           | 3,77              | 100 | 8,40            | 100 | 6,50            | 100 | 8,30            | 100 |
| ГК       | 10          | 4,70              | 125 | –               | –   | –               | –   | –               | –   |
| Препарат | 0,0001      | –                 | –   | –               | –   | –               | –   | 7,70            | 93  |
|          | 0,001       | 3,42              | 91  | –               | –   | 6,20            | 95  | 6,40            | 77  |
|          | 0,01        | 2,77              | 75  | 3,0             | 95  | –               | –   | 8,20            | 99  |
|          | 0,1         | 3,72              | 99  | 7,90            | 94  | –               | –   | 7,30            | 89  |
|          | 1           | 4,19              | 108 | 9,0             | 107 | –               | –   | 8,40            | 101 |
|          | 10          | 3,19              | 85  | –               | –   | 7,0             | 108 | 8,20            | 90  |
|          | 100         | 2,63              | 70  | –               | –   | –               | –   | 8,40            | 101 |

<sup>а)</sup>вимірювання проводили від основи колеоптилю

Згідно даних табл. 3 ГК значно прискорює приріст першого листа колеоптилів, що свідчить про високу чутливість тест-об'єкта до гібереліну. В той же час препарат виявив слабку стимулюючу дію лише в концентрації 1 мг/л за 24 і 48 годин дії. В інших концентраціях препарат не впливав або пригнічував приріст першого листа в порівнянні з інкубацією у воді. Отже, препарат в умовах дослідів не має гіберелінової активності.

У таблицях 4 та 5 наведені дані впливу різних концентрацій препарату на проростання насіння кукурудзи.

Таблиця 4 – Вплив концентрацій препарату на проростання насіння кукурудзи протягом 2 діб

| Варіант  |             | n = 60  | n = 120                   |     |                |     |
|----------|-------------|---|---------------------------|-----|----------------|-----|
|          | Конц., мг/л | Через дві доби після замочування, % наклонувшихся | Довжина надземної частини |     | Довжина кореня |     |
|          |             |   | см                        | %   | см             | %   |
| Вода     | –           | 100   | 1,00                      | 100 | 2,33           | 100 |
| ІОК      | 10          | 117   | 1,23                      | 123 | 2,34           | 100 |
| Препарат | 0,0001      | 133   | 1,10                      | 110 | 2,53           | 109 |
|          | 0,001       | 117   | 1,19                      | 119 | 2,45           | 105 |
|          | 0,01        | 97  | 1,29                      | 129 | 2,71           | 116 |
|          | 0,1         | 100   | 1,20                      | 120 | 2,61           | 112 |
|          | 1           | 133   | 1,20                      | 120 | 2,73           | 117 |
|          | 10          | 133   | 1,10                      | 110 | 2,34           | 100 |

Таблиця 5 – Вплив концентрацій препарату на проростання насіння кукурудзи протягом 5 та 8 діб

| Варіант  |             | 5 діб (n = 10)            |     |                |     | 8 діб (n = 10)            |     |                |     |
|----------|-------------|---------------------------|-----|----------------|-----|---------------------------|-----|----------------|-----|
|          |             | Довжина надземної частини |     | Довжина кореня |     | Довжина надземної частини |     | Довжина кореня |     |
|          | Конц., мг/л | см                        | %   | см             | %   | см                        | %   | см             | %   |
| Вода     | –           | 3,47                      | 100 | 8,22           | 100 | 6,10                      | 100 | 10,8           | 100 |
| ІОК      | 10          | 2,08                      | 60  | 3,62           | 44  | 5,40                      | 88  | 7,6            | 70  |
| Препарат | 0,0001      | 3,20                      | 92  | 7,55           | 92  | 7,20                      | 118 | 12,1           | 112 |
|          | 0,001       | 3,36                      | 97  | 7,74           | 94  | 5,60                      | 92  | 8,9            | 82  |
|          | 0,01        | 3,60                      | 104 | 7,77           | 95  | 6,50                      | 107 | 9,9            | 92  |
|          | 0,1         | 3,13                      | 90  | 8,30           | 101 | 6,90                      | 113 | 8,9            | 82  |
|          | 1           | 3,26                      | 94  | 8,53           | 104 | 5,90                      | 97  | 10,2           | 94  |
|          | 10          | 3,45                      | 99  | 8,47           | 103 | 6,40                      | 104 | 10,6           | 98  |

З таблиць 4 та 5 видно, що вирощування проростків кукурудзи протягом двох діб на розчинах препарату призводить до посилення зростання надземної частини проростків та їх кореневої системи. При цьому, зі збільшенням часу пророщування не спостерігається значного впливу на ріст кукурудзи, окрім концентрації препарату 0,0001 мг/л, що може бути пов'язане з накопиченням препарату в насінні. Так як отримані результати суперечать одне одному, можемо сказати, що існує ще один механізм впливу на ріст надземної частини проростків та їх кореневої системи, який потребує подальшого вивчення.

#### Список використаної літератури

1. Zastosuvannya fumaru – rehulyatoru rostu roslyn u zernovomu khazyaystvi Ukrayiny /A. L. Hrinchenko, M. I. Chuta, O. V. Prosyanyk, V. A. Alyeksenko, S. P. Smilyanets' // Visnyk ahrarnoyi nauky. 1998. № 9. S. 13-17.
2. Proizvodny yeaminofumarovoy kisloty: sintez i vliyaniye na razvitiye rasteniy / T. V.Khokhlova, Yu. A. Chertikhina, B. Zh. Mutaliyeva, D. E. Kudasova, K. V. Yanovaidr. // Vopr.khimiikhim. tekhnologi.i 2018. №6. S. 91-98.
3. Uskov A. I. Vosproizvodstvo ozdorovlennogo iskhodnogo materiala dlya semenovodstva kartofelya: 3. Razmnozheniye iskhodnykh rasteniy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2009. №9. S. 17-19.
4. Anikina, I. N., Adamjanova, J. A. New aspects of regulation of plant growth in vitro // Advanced Studies in Science: Theory and Practice. – L.: CrossMark, 2016. Vol. 5. P. 289-294.
5. Galushka P. A., Uskov A. I., Produktivnost kartofelya v polevykh usloviyakh pod vliyaniiem regulyatorov rosta SkQ 1 (iony Skulachova) i fumar // Nauchnyye Trudy SKFNTSSVV. 2019. T. 26. S. 134-137.

## ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА РІСТ БІОМАСИ *CARLINA ACAULIS* В УМОВАХ *IN VITRO*

Гуцько К. І., Петріна Р. О.

e-mail: kateryna.hutsko.mbt.2020@lpnu.ua; romanna.o.petrina@lpnu.ua

Національний університет «Львівська політехніка»,  
Україна, Львів

Калусні культури є альтернативним способом отримання рослинної сировини для потреб медицини, фармації, косметології та харчової промисловості. Відомо багато рослин з цінними властивостями та великою кількістю біологічно активних речовин, що перебувають на межі зникнення і заготівля яких є забороненою. Рослини роду *Carlina*, а саме відкасник безстебловий (*Carlina acaulis*) та відкасник татарниколистий (*Carlina onopordifolia*) та інші відносяться до таких рослин. Власне біотехнологія одержання біомаси цих рослин в умовах *in vitro* може забезпечити отримання екологічно чистої сировини, незалежно від пори року, погоди і типу ґрунту та за невеликий проміжок часу, що дасть економічний та екологічний ефект.

Рослина українських Карпат *Carlina acaulis* L. – це трав'яна багаторічна рослина з сімейства айстрових, що зустрічається в Південній та Центральній Європі [1], поширена у горах Південної і Середньої Європи (Піреней, Альпи, Аппеніни, Юра, Балкани і Карпати). Також поширений в Румунії на масиві Жілеу (Бігарські гори), Латвії і Литві, трапляється в Білорусі [2]. Рослина має товстий і м'ясистий стрижневий корінь, поодинокі, здебільшого вкорочені й непомітні (недорозвинені) стебла. Листки ланцетні, по краях вкриті колочками; перисторозсічені або перистороздільні листя ростуть в прикореневій розетці (завдовжки до 35 см і 8 см завширшки) [3,4]. Квітки зібрані у великі кошики (діаметром від 7 до 15 см), що розміщені посередині листкових розеток. *C. acaulis* цвіте в липні–вересні протягом 40-50 днів [3].

Корінь відкасника містить дубильні й смолисті речовини, інулін (12–18%), барвники, ефірну олію (1–2 %) та цукор [3]. Листя містять флавоноїди: 7-глікозид апігеніна (0,45 %), апігенін (0,15 %), хлоргенову кислоту (1,94 %), орієнтин (0,32 %), гомоорієнтин (0,92 %), вітексин (0,61%), ізошафтозид [5, 9].

Нині препарати відкатника безстеблового використовують як відхаркувальний, проносний, потогінний та сечогінний засіб при ниркових набряках, затримці менструацій, при простудних захворюваннях сечових органів та нирок, при катарах легень; при гіпертонії, загальній загальмованості великих півкуль головного мозку, дисфункції вищої нервової діяльності, пов'язаній з вагітністю, набряках. Ефірна олія діє бактерицидно щодо *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Salmonella* та *Shigella* (у кількості 0,02- 0,78 мкл/мл) [1, 2].

Методика культивування рослин *in vitro* передбачає наявність регуляторів росту у живильному середовищі, оскільки вони відіграють важливу роль у життєдіяльності рослини та клітинної культури. Виділяють їх три основні групи: цитокініни (БАП, кінетин), ауксини (ІОК, НОК, 2,4-Д), гібереліни (гіберелова кислота). Регулятори росту є поліфункціональними, вони регулюють безліч фізіологічних процесів, їх дія на рослину залежить не тільки від специфіки речовини, а й від її концентрації, співвідношення між різними фітогормонами, достатності у живильному середовищі мікро- і макросолей та джерел вуглецю. Цитокініни, похідні аденіну з ізопреноїдним або циклічним боковим ланцюгом у N<sup>6</sup>-положенні, спрямовані на прискорення росту кореня. Ауксини, речовини індольної природи, у рослині продукуються зростаючими верхівками (апексами) стебел і коренів, при низьких концентраціях у живильному середовищі, стимулюють ріст пагона. Гібереліни відносяться до дитерпеноїдів флуоренового ряду, які стимулюють і активують ріст стебла рослин, порушують у рослин період спокою і стимулюють проростання насіння [10].

Важливим моментом є правильний підбір регуляторів росту, їх концентрації для певного виду рослини. Ступінь активності окремих гормонів росту змінюється не тільки від рослини до рослини, а й від органу до органу, від тканини до тканини, від клітини до клітини і, крім того, залежить від віку та фізіологічного стану рослин/тканини рослин [11].

Дослідження з одержання культури тканин *Carlina acaulis* на кафедрі технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології НУ «Львівська політехніка» проводились при наявності у середовищі Мурасиге-Скуга регуляторів росту у концентрації: 3 мг/л ІОК, 0,5 мг/л НОК та 0,5 мг/л кінетину, що мало позитивний вплив на калусогенез [5, 6,7,8].

Із літератури відомо, що комбінація ІМК (індол-3-масляної кислоти) з Кін (кінетином) виявилася більш ефективною для калусоутворення, ніж комбінація з 2iP (6-( $\gamma$ , $\gamma$ -диметилаліламіно)пурином). Поєднання 2,4-D (2,4-дихлорфеноксоцтової кислоти) з Кін або БАП (6-бензиламінопурином) у рівній пропорції також сприяє росту калусу. Навпаки, додавання TDZ (тідіазурону) призводить до погані продукції калусної тканини незалежно від того, який орган рослини використовується як експлант. Із досліджень відомо, що кращими експлантами для ініціації калусогенезу є листя, ніж корінь [12].

Метою роботи було дослідити вплив ІОК, НОК та кінетину на ріст калусної біомаси *Carlina acaulis* при різних концентраціях та співвідношенні один до одного.

Використано шість різних середовищ з концентрацією ІОК (1,0-3,0 мг/л), НОК (0,2-1,0 мг/л), кінетин (0,1-0,5 мг/л). Найкращі результати

росту культури отримано при використанні середовища із вищим вмістом ІОК, та вищим співвідношенням ІОК/НОК. При використанні ІОК у концентрації 1,0 мг/л калус утворювався менш ефективно, лише через 30 діб. Вміст кінетину не впливав на ріст калусу, тому можна його використовувати у концентрації 0,1 мг/л. На усіх модифікованих середовищах на 21-28 добу формувалася калус щільної консистенції та світлого жовто-коричневого кольору. Після 50 діб культивування калус втрачав колір та некротував. Тому на 45-46 добу необхідно його переносити на свіже живильне середовище МС того ж складу для подальшого калусоутворення.

Протягом другого пасажу було відбраковано тканини, де спричинився ризогенез, що можна пояснити дією ІОК, що входить у склад середовища. Після п'яти пасажів одержано максимальний приріст біомаси 20 г/л. Калусну культуру після висушування до повітряно-сухого стану при температурі 40 °С і подрібнену використано надалі для якісного та кількісного аналізу вмісту БАР.

Таким чином, досліджено вплив регуляторів росту ІОК, НОК та кінетину на ріст калусної біомаси *Carlina acaulis* при різних концентраціях і співвідношеннях та запропоновано концентрації ІОК, НОК, кінетину – 3,0 мг/л, 0,5 мг/л, 0,5 мг/л відповідно, для найвищого значення питомої швидкості росту калусної біомаси.

#### *Список використаної літератури*

1. Maciej Strzemski, Magdalena Wójciak-Kosior, Ireneusz Sowa та ін. Historical and traditional medical applications of *Carlina acaulis*. – A critical ethnopharmacological review // *Journal of Ethnopharmacology*. 2019. № 239.

2. Федоришин О. М., Загородня Д. С., Крвавич А. С. та ін. Розроблення технологічної схеми екстракції коренів *Carlina acaulis*// *Науковий вісник НЛТУ України*. 2021.

3. Гродзінський А. М.. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник /Відп. ред. А. М. Гродзінський. – К.: Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. 544 с.

4. Зміна ролі *Carlina acaulis* L. у сукцесійних процесах лучних біогеоценозів під впливом біогенних добрив // *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2007. № 20. С. 40–44.

5. Петріна Р., Конечна Р., Побігушка О., Матвійків С. Введення в культуру *in vitro* відкасника безстеблевого // *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*. Серія: Хімія, технологія речовин та їх застосування. 2013. № 761. С. 169–172.

6. Петріна Р. О., Конечна Р. Т., Федорова О. В., Побігушка О. Р., Матвійків С. О., Новіков В. П. Одержання культури тканин відкатника

безстеблевого (*Carlina acaulis*) – джерела біологічно активних сполук // Актуальні проблеми синтезу і створення нових біологічно-активних сполук та фармацевтичних препаратів: матеріали доповідей та збірник наукових статей (Львів, 23-25 квітня 2013 р.). Львів: Видавництво Львівської політехніки. 2013. С. 63-64.

7. Конечна Р., Петріна Р., Новіков В., Конечний Ю., Шидула Р., Корнійчук О. Дослідження екстрактів калусної біомаси *Carlina acaulis*. Український фармацевтичний журнал. 2015. Т. 4 (39). С. 57-61.

8. Konechna R., Khropot O., Petrina R., Kurka M., Gubriy Z., Novikov V. Research of antioxidant properties of extracts of the plants and the callus biomass // Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. 2017. V. 10 (7). P. 182-185.

9. Sofija Dorđević. Bioactivity assayson *Carlina acaulis* and *C. acanthifolia* root and herbex tracts // Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures. – 2012.

10. Федулов Ю. П., Котляров В. В., Доценко К. А., Барчукова А. Я., Тосунов Я. К., Подушин Ю. В.. Рост и развитие растений: учебное пособие – Краснодар: КубГАУ, 2013. 85 с.

11. Штомпель О. І. Пошук регуляторів росту рослин серед похідних п'яти та шестичленних азаетероциклів: дис. канд. біол. наук : 02.00.10 Штомпель Олександра Ігорівна. Київ, 2019. 162 с.

12. Maciej Strzemski, Sławomir Dresler, Ireneusz Sowa. The Impact of Different Cultivation Systems on the Content of Selected Secondary Metabolites and Antioxidant Activity of *Carlina acaulis* Plant Material // Molecules. 2020. №25.

## **ПРОБІОТИКИ ЯК РЕГУЛЯТОРИ МЕТАБОЛІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

Державцева Ю. І.

e-mail: derzhavtseva0801@gmail.com

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

*Україна, Київ*

Ключові механізми, які беруть участь у порушеннях мікрофлори, як правило, є селективними мішенями для різних біологічних методів дії. Одним з практичних підходів відновлення регуляторних систем є використання мікроорганізмів, відомих під назвою пробіотики [1].

Пробіотичні препарати, або «пробіотики», в сучасному розумінні – це бактеріальні препарати з живих мікробних культур, призначені для корекції мікрофлори хазяїна, відновлення і оптимізації метаболічних процесів, а також профілактики та лікування цілої низки захворювань. Вкрай важливо, щоб препарати такого типу не тільки чинили вплив на нормалізацію мікрофлори шлунково-кишкового тракту (прямі пробіотичні функції), але і володіли вираженою позитивною дією на життєво важливі метаболічні процеси організму (за рахунок біологічно активних сполук, що продукуються мікроорганізмами, які входять до складу таких препаратів), сприяючи тим самим збільшенню ефективності використання ресурсів організму, підвищенню швидкості відновлення після фізичних навантажень і профілактиці метаболічно зумовлених захворювань [2].

Антисептичні властивості пробіотиків пов'язані з продукцією антимікробних факторів: органічних кислот, бактеріоцинів та інгібіторних протеїнів. Необхідно зазначити, що органічні кислоти являють собою слабкі кислоти, понад 90 % їх молекул в просвіті кишечника знаходиться в аніонній дисоційованій формі. Ці природні метаболіти важливі для регуляції адсорбції і метаболізму в товстому кишечнику. При деяких фізіологічних та патологічних станах вони спочатку швидко проникають через мембрану умовно-патогенних (патогенних) бактерій, які колонізують слизову оболонку кишечника, змінюють внутрішньоклітинне значення рН, знижують енергетичний потенціал, акумулюють токсичні аніони, призводять до ультраструктурних дефектів бактеріальної клітини, що в кінцевому підсумку пригнічує її життєві функції [3]. Є докази, що інгібуючий ефект органічних кислот безпосередньо залежить від показника рН, при цьому існують дані про те, що при низьких значеннях більш сильна антимікробна активність спостерігається у молочної та пропіонової кислот, при рН більше 4,5 – оцтової кислоти [4]. Відомим фактом є потенційна діяльність щодо основних умовно-патогенних мікроорганізмів таких речовин, як перекис водню, діацетил і бактеріоцини. При цьому зазначено, що високомолекулярні бактеріоцини пригнічують близькоспоріднені види бактерій, які мешкають у тому ж біотопі, а



мікроцини (низькомолекулярні метаболіти) мають більш широкий спектр антимікробної активності і, отже, більш суттєву бактеріостатичну дію [5].

В даний час активно вивчається участь оксиду азоту (II) у розвитку фізіологічних і патологічних станів. У багатьох експериментальних дослідженнях показано, що оксид азоту (II) відноситься до ключових сигнальних молекул шлунково-кишкового тракту, його синтезують не тільки клітини організму людини, але і деякі бактерії-коменсали (*Escherichia coli*, *Lactobacillus*) [6]. Цитотоксична дія оксиду азоту посилюється при асоціації з кислим середовищем (біфідобактерії знижують рН до 5,0, лактобацили – до 4,0). Саме в цих умовах утворюються нітрити – високотоксичні ендogenous метаболіти, що порушують нормальне функціонування багатьох умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів, причому доведена здатність ряду представників нормальної мікрофлори перебувати в резистентному стані до цих сполук. Особливість цих нітритів полягає також у тому, що вони потенціюють одночасний антибактеріальний ефект перекису водню і молочної кислоти, які утворюються сахаролітичними бактеріями [7].

Наприклад, активні метаболіти *Bacillus subtilis*, що входять до складу окремих пробіотиків, являють собою унікальний набір природних біологічно активних компонентів: лізоцим, бактеріоцини, каталази, ферменти, амінокислоти, поліпептиди та інші. Значна роль в забезпеченні метаболічних функцій у *Bacillus subtilis*, належить протеолітичним ферментам, які можуть бути як ендogenousними, так і активно екскретуватись в культуральну рідину. Варте уваги і продукування вегетативними бактеріальними клітинами літичних ферментів, що спричиняють лізис клітинних стінок різних видів бактерій, грибів і дріжджів. *Bacillus subtilis* може також синтезувати в порівняно високих концентраціях такі ферменти, як  $\alpha$ - і  $\beta$ -амілази, глюкозидази і глюकोзоізомерази, здатні розщеплювати полісахариди [8].

Що стосується представників різних видів роду *Lactobacillus*, то в науковій літературі їх пробіотичні властивості в основному пов'язують з синтезом бактеріоцинів, лізоциму, а також продукуванням таких хімічних сполук, як молочна кислота, перекис водню і вуглекислий газ [9]. Крім того, деякі штами лактобацил можуть метаболізувати холестерин і тим самим знижувати його вміст у сироватці крові. У ряді досліджень показано, що бактерії роду *Lactobacillus* виявляють протипухлинну активність. Вона пов'язана з тим, що ці мікроорганізми знешкоджують канцерогени. Наприклад, лактобацили споживають нітрити, які містяться в деяких харчових продуктах, і перетворюються в шлунково-кишковому тракті в канцерогенні нітрозаміни [10].

Сукупність біологічно активних компонентів забезпечує корекцію дисбіотичних змін мікрофлори шлунково-кишкового тракту за рахунок пригнічення умовно-патогенних мікроорганізмів і стимуляції

функціональної активності нормальної мікрофлори кишечника; має імуномодулюючі властивості. Завдяки високій бактеріостатичній, бактерицидній і імунобіологічній активності метаболітів можна прийти до висновку про перспективність використання для створення на їх основі пробіотиків нового покоління [11].

*Список використаної літератури*

1. Урсова Н. И. Терапевтический потенциал современных пробиотиков // Педиатрическая фармакология / Н. И. Урсова. Москва, 2013. 10 (2). С. 46–56.
2. Бондаренко В. М. О совершенствовании пробиотических препаратов // Гастроэнтерология Санкт Петербурга. 2008. № 2–3. С. 24.
3. Pan X., Chen F., Wu T. et al. The acid, bile tolerance and antimicrobial property of *Lactobacillus acidophilus* NIT. Food Control. 2008. Doi:10.1016/j.foodcont.2008.08.019.
4. Ардатская М. Д. Масляная кислота и инулин в клинической практике. Теоретические аспекты и возможности клинического применения: [пособие]. М.:Фортепринт, 2014. с. 64.
5. Щекина М. И. Роль пробиотиков в коррекции дисбиотических нарушений. Consilium medicum. Приложение. Гастроэнтерология, 2009, с. 36-42.
6. Lebeer S., Vanderleydes G., De Keersmaecker S. C. Genes and molecules of *Lactobacillus* supporting probiotic action. Microbiol.Mol.Biol.Rev. 2008. 72. 728–64.
7. Sobko T., Reinders C. L., Jansson E. A. et al. Gastrointestinal bacteria generate nitric oxide from nitrate and nitrite. Nitric Oxide. 2005. 13. 163–69.
8. Забокрицкий Н. А. Обоснование направлений в разработке и экспериментальном изучении новых фармакологических препаратов на основе пробиотиков и их биологически активных продуктов: автореферат диссертации доктора медицинских наук. Челябинск, 2014. 48 с.
9. Забокрицкий Н. А. Биологически активные вещества, синтезируемые пробиотическими микроорганизмами *Bacillus* и *Lactobacillus*, г. Екатеринбург, 2015.
10. Hickson M., D'Souza A. L., Muthu N. et al. Use of probiotic *Lactobacillus* preparation to prevent diarrhoea associated with antibiotics: randomised double blind placebo controlled trial. BMJ. 2007. 335 (7610). 80.
11. Ардатская М. Д., Логинов В. А., Минушкин О. Н. Новые возможности диагностики и коррекции микробиологических нарушений кишечника. Consilium medicum. Гастроэнтерология. 2013. 2. 51-58.

## ТРАДИЦІЙНІ ЦІЛЬНОПАТОГЕННІ ВАКЦИНИ ПРОТИ COVID-19

Державцева Ю. І.

e-mail: derzhavtseva0801@gmail.com

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

*Україна, Київ*

Вакцини проти COVID-19 мають різноманітний склад, від традиційних цільнопатогенних вакцин до різних вакцин нового покоління. Традиційні цільнопатогенні вакцини складаються з живих атенуйованих вакцин (живі патогени зі зниженою вірулентністю) та інактивованих вакцин (термічно або хімічно інактивовані патогени), обидві відносно прості в процесі розробки.

Живі атенуйовані вакцини мають кілька переваг, включаючи індукцію імунної відповіді проти кількох різних антигенів вірусу і можливість масштабування для масового виробництва. Такі вакцини використовують живі віруси для отримання захисних імунних реакцій. Біоматеріал отримують від пацієнтів, інфікованих легкою формою вірусу. Жива вакцина підвищує можливість розвитку вірусної вірулентності. Отже, живі вірусні вакцини потрібно розробляти шляхом зміни вірусного геному та відбору непатогенних мутантних штамів, не здатних викликати захворювання.

Живі вірусні вакцини також можуть виготовлятися шляхом ослаблення патогенності вірусів, але які в той же час можуть викликати протівірусні імунні реакції, не викликаючи хвороби. Однією з найбільш широко використовуваних стратегій є послідовне проходження вірусу у фібробластах курчат та клітинах vero. Це добре прийнята практика розробки вакцин [1]. По мірі того, як вірус реплікується через кожне проходження, він втрачає вірулентність.

Інший засіб, що використовується для отримання живих атенуйованих вакцин, включає делецію або мутацію вірусного гена, необхідну для вірусного росту. Ці дефектні віруси не можуть розмножуватися в організмі людини, але можуть індукувати імунні відповіді. Інший підхід – вирощування вірусу при знижених температурах. Ослаблені віруси також можуть розвиватися шляхом вставки вірусних білків у ослаблений адаптований до холоду вірус. Живий атенуйований вірус не викликає або обмежує зараження. Однак ці штами демонструють здатність індукувати колективний імунітет шляхом скидання вірусних частинок та передачі від хазяїна до іншої людини. Живі атенуйовані вакцини здатні викликати захворювання у осіб із імунодепресантами. Для подолання цього обмеження використовується деоптимізація кодону. Вакцини для деоптимізації кодону є повністю безпечними завдяки заміщенню декількох нуклеотидів із кодуючої послідовності вірусу [2].

Живі атенуйовані вакцини викликають легке інфікування, що нагадує справжню інфекцію і призводить до сильної імунної відповіді (імунологічна пам'ять може зберігатися роками). Головний недолік живих атенуйованих вакцин – потенційні проблеми безпеки. Живі атенуйовані вакцини часто мають більш високу реактогенність у порівнянні з рекомбінантними вакцинами на основі білків, а живі атенуйовані віруси можуть заразити людей з ослабленою імунною системою або повернутися назад до вірулентного штаму.

Codagenix (Фармінгдейл, Нью-Йорк, США) та Інститут сироватки Індії (Пуна, Індія) спільно розробляють живу атенуйовану вакцину COVI-VAC проти SARS-CoV-2 з використанням раціонального комп'ютерного дизайну генів і хімічного синтезу за допомогою такого процесу як деоптимізація вірусного гена. Раніше було показано, що вакцина проти респіраторно-синцитіального вірусу, розроблена з використанням цього методу, індукує захисний імунітет у приматів [3]. Німецький центр досліджень інфекцій (DZIF, Брауншвейг, Німеччина) і Zydus Cadila (Etna Biotech, Ахмедабад, Індія) розробляють живу атенуйовану вакцину з вектором рекомбінантного вірусу кору (rMV) проти COVID-19.

Багато схвалених ВООЗ вакцин являють собою вакцини на основі інактивованого патогену. Вірус інактивується радіацією, нагріванням і хімічними речовинами, такими як бінарний етиленімін і формалін. Це призводить до неможливості викликати хворобу. Однак інактивовані віруси зберігають здатність викликати імунітет організму хазяїна, який розпізнає і знищує патогени. Цей тип вакцини містить вірусні частки інактивованого вірусу і, отже, не розвиває патогенність. В цілому, такі вакцини відносно стабільні і не вимагають охолодження, їх можна ліофілізувати і легко транспортувати. Інактивовані вакцини посилені ад'ювантами, такими як сапоніни, галун, імунні комплекси і ліпосоми [4].

Інактивовані вакцини відносно безпечні, так як живі патогени не задіяні, але вони можуть мати більш низьку імуногенність і часто вимагають декількох доз для встановлення імунної пам'яті. Хоча сама вакцина концептуально безпечна, дефект у виробничому процесі може викликати спалах захворювання [5]. Розробка звичайних інактивованих вакцин вимагає культивування вірусів з високими титрами, що в разі SARS-CoV-2 має відбуватися в установах з рівнем біобезпеки 3, що є серйозною проблемою безпеки. Більш того, неповна інактивація вірусу являє собою потенційний ризик для робітників, які виробляють вакцини, а також може викликати спалахи захворювань у вакцинованих популяціях і викликати шкідливі імунні або запальні реакції [6].

Кілька вакцин проти COVID-19, засновані на цій добре зарекомендованій технології, оцінюються в доклінічних дослідженнях. Сюди входить формалін-інактивована вакцина від COVID-19, розроблена

Університетом Осаки, Японія. Дослідники з Університету штату Колорадо (Форт-Коллінз, США) розробляють інактивовану вірусну вакцину проти COVID-19 (SolaVAX), яка заснована на існуючій технологічній платформі для інактивації патогенів в продуктах крові, включаючи використання ультрафіолетового світла і рибофлавіну для інактивації вірусу шляхом цілеспрямованого ушкодження нуклеїнових кислот, зберігаючи цілісність білків і вірусних антигенів [7]. Sinovac Biotech (Пекин, Китай) у співпраці з Дупавах (Емерівілл, Каліфорнія, США) було розроблено комбінацію хімічно інактивованої вакцини для профілактики COVID-19 від Sinovac з удосконаленим ад'ювантом CpG 1018 від Дупавах [8].

*Список використаної літератури*

1. Yong C. Y., Ong H. K., Year S. K., Ho K. L., Tan W. S. Recent advances in the vaccine development against middle east respiratory syndrome – coronavirus. *Front. Microbiol.* 2019. 10. 1781.
2. Regla - Nava J. A., Nieto - Torres J. L., Jimenez - Guardeso J. M. et al. Severe acute respiratory syndrome coronaviruses with mutations in the E protein are attenuated and promising vaccine candidates. *J. Virol.* 2015. 89. 3870–87.
3. Serum Institute of India Initiates Manufacturing of Codagenix's Intranasal Live-Attenuated COVID-19 Vaccine Candidate. <https://www.prnewswire.com/news-releases/serum-institute-of-india-initiates-manufacturing-of-codagenixs-intranasal-live-attenuated-covid-19-vaccine-candidate-301135221.html>
4. Zhang Y., Zeng G., Pan H., Li C., Hu Y. et al. Safety, tolerability, and immunogenicity of an inactivated SARS-CoV-2 vaccine in healthy adults aged 18–59 years: a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 1/2 clinical trial. *Lancet Infect. Dis.* 2021. 21. 181–192. 10.1016/S1473-3099(20)30843-4.
5. Ong E., Wong M. U., Huffman A., He Y. COVID-19 coronavirus vaccine design using reverse vaccinology and machine learning, 2020. Available from: <http://biorxiv.org/content/early/2020/03/21/2020.03.20.000141.abstract>
6. Xia S., Duan K., Zhang Y. Et al. Effect of an inactivated vaccine against SARS - CoV - 2 on safety and immunogenicity outcomes: interim analysis of 2 randomized clinical trials. *JAMA.* 2020. 324. 951–60.
7. Frederiksen, Lea Skak Filtenborg et al. The Long Road Toward COVID-19 Herd Immunity: Vaccine Platform Technologies and Mass Immunization Strategies. *Frontiers in immunology.* vol. 11. 1817. 21 Jul. 2020, doi:10.3389/fimmu.2020.01817.
8. Gao Q., Bao L., Mao H., Wang L., Xu K., Yang M., et al. Rapid development of an inactivated vaccine candidate for SARS-CoV-2. *Science.* (2020) 6:eabc1932. 10.1126/science.abc1932.

**ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ  
БІОСИНТЕЗУ АМІЛОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ ШТАМОМ  
*STREPTOMYCES RECIFENSIS VAR. LYTICUS 2P-15***

Івченко Є. М., Кілочок Т. П.

e-mail: ivchenko\_ym@czvfn.dnu.edu.ua; zhmenka\_@ukr.net

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Україна, Дніпро

Модулювання біосинтетичної активності штамів продуцентів дозволяє значно збільшити економічний вихід виробництва. Одним з факторів збільшення ефективності є склад поживного середовища, яке може бути оптимізоване залежно від потреб мікроорганізмів. Метою роботи є оптимізація біосинтетичної спроможності штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus* в плані синтезу амілолітичних ферментів. Для виконання досліджень було застосовано симплекс-метод добору складу середовища. Для аналізу біосинтетичної активності використовували стандартні методи визначення біомаси та амілолітичної активності. Встановлено, що продуктивність синтезу амілолітичних ферментів штамом *Streptomyces recifensis var. lyticus 2P-15* на оптимізованому середовищі порівняно з контрольним зросла на 0,62 АО/мг, тобто мало місце підвищення в 3 рази.

Важливим завданням сучасної біотехнології є розробка наукових основ та інженерних рішень для одержання продуктів, що мають широкі перспективи практичного використання. Одне з провідних місць серед них належить ферментам мікробного походження, які застосовують у різних галузях промисловості та господарства. Актиноміцети роду *Streptomyces* належать до одних з найбільш використовуваних в практиці продуцентів біологічно активних речовин. Сучасна наукова література представляє не лише результати чисельних досліджень щодо скринінгу нових штамів стрептоміцетів, селекції, умов біосинтезу, аналізу генома але і аналітичні огляди, що зв'язують питання практичного використання нових і відомих продуцентів з питаннями їх морфології, таксономії і систематики. Сучасні дослідники стрептоміцетів визнають існування проблем, пов'язаних з їх видовою ідентифікацією і систематикою, називаючи останню суперечливою, а існуючі класифікаційні схеми достатньо суб'єктивними. Все це ставить перед дослідниками завдання щодо оптимізації прийомів вивчення культур, застосовуючи сучасні методи і можливості.

Метою даної роботи є оптимізація біосинтетичної спроможності штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus* в плані синтезу амілолітичних ферментів.

Об'єктом дослідження слугував штам *Streptomyces recifensis var. lyticus 2P-15*, одержаний в результаті трьохступінчатої селекції продуценту. Штам *Streptomyces recifensis var. lyticus 2P-15* – продуцент

складного комплексу бактеріологічних, дріжджолітичних та інших екстрацелюлярних ферментів та стимуляторів росту глікопротеїнової природи. До складу його метаболітів входять амілази, глікозидази, ліричні ендопептидази, мурамідази, протеази [2].

Штам *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* 2P-15 в процесі культивування на рідких живильних середовищах накопичує комплекс гідролітичних ферментів в культуральній рідині. Глибинне вирощування вказаного продуцента з метою отримання амілолітичних ферментів проводили в колбах ємністю 250 мл, які містили по 100 мл середовища на качалках (220 об./хв) протягом 72 годин при 28 °С. Маточне середовище було наступного складу (на 100 мл): соєве борошно – 0,48 %, CaCl<sub>2</sub> – 0,1%, CaCO<sub>3</sub> – 0,2 %, H<sub>2</sub>O<sub>(дист.)</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 0,075 %, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 0,01 %, крохмаль – 4,0 %. рН середовища – 8,0 (0,002 мл NaOH 0,1 н.) [3].

Для досягнення поставленої мети використовували ферментативне середовище наступного складу (на 50 мл): соєве борошно – 0,6 %, глюкоза – 1, 1%, кукурудзяний екстракт – 1 %, глутамат натрію C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>4</sub>Na·H<sub>2</sub>O – 0,5%, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – 0,15 %, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 0,027 %, CaCl<sub>2</sub> – 0,2 %, CaCO<sub>3</sub> – 0,42 %, H<sub>2</sub>O<sub>(дист.)</sub>, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 0,005 %, MnCl<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O – 0,0015 %, MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O – 0,056 %, ZnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O – 0,2·10<sup>-4</sup> %. Накопичення амілолітичних ферментів проводили в колбах ємністю 250 мл на качалках (220 об./хв) протягом 72 годин за температури 28°С [3].

Для оптимізації системи культивування використовували метод симплексу [4].

Матриця дослідів вихідного симплекса в кодованих змінних наведена в табл. 1. Символом «0» позначені координати центра плану, тобто основний рівень.

Таблиця 1 – Матриця вихідного симплексу

| Номер дослідів | X <sub>1</sub>  | X <sub>2</sub>  | ... | X <sub>n-1</sub> | X <sub>n</sub>  | Функція відгуку  |
|----------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|-----------------|------------------|
| 1              | K <sub>1</sub>  | k <sub>2</sub>  | ... | k <sub>n-1</sub> | k <sub>n</sub>  | y <sub>1</sub>   |
| 2              | -R <sub>1</sub> | k <sub>2</sub>  | ... | k <sub>n-1</sub> | k <sub>n</sub>  | y <sub>2</sub>   |
| 3              | 0               | -R <sub>2</sub> | ... | k <sub>n-1</sub> | k <sub>n</sub>  | y <sub>3</sub>   |
| ...            | ...             | ...             | ... | ...              | ...             | ...              |
| n-1            | 0               | 0               | ... | k <sub>n-1</sub> | k <sub>n</sub>  | y <sub>n-1</sub> |
| n              | 0               | 0               | ... | R <sub>n-1</sub> | k <sub>n</sub>  | y <sub>n</sub>   |
| n+1            | 0               | 0               | ... | 0                | -R <sub>n</sub> | y <sub>n+1</sub> |

Величини, що входять у таблицю 1, розраховуються за такими формулами:

$$k_i = \sqrt{\frac{1}{2i(i+1)}}$$

де *i* – номер фактора в матриці планування. Досліди, надані в табл. 1,

відповідають вершинам симплекса, сторона якого дорівнює одиниці, а центр збігається з початком координат (в кодованих змінних) [4].

Визначення біомаси проводили вагомим методом. Міцелій, відфільтрований та відмитий 5 % розчином ТХО та водою, висушували при 105°C до постійної ваги та виражали у мг/мл середовища, визначали за формулою:

$$M = \frac{A-B}{V}, \text{ де } \parallel$$

M – суха біомаса, мг/мл

A – маса фільтру з біомасою, мг

B – маса фільтру без біомаси, мг

V – кількість культуральної рідини, взятої для фільтрування, мл.

Біосинтетична спроможність штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus* 2P-15 виражається у продуктивності штаму. Продуктивність розраховується за формулою:

$$\Pi = \frac{AO}{M} \parallel$$

де AO – амілолітична продуктивність, АО/мл;

M - суха біомаса, мг/мл.

Амілолітичну активність визначали за формулою:

$$AE/мл = \frac{(D_{\text{контр}} - D_{\text{дослід}}) \cdot 60 \cdot \text{розведення}}{D_{\text{дослід}} \cdot 10} \parallel$$

де  $D_{\text{контр}}$  – оптична щільність проби з пробірки В;

$D_{\text{дослід}}$  – оптична щільність проби з пробірки А.

За одиницю амілолітичної активності АЕ приймали таку кількість ферменту, яка за температури 37 °С протягом 30 хвилин розщеплює 10 мг крохмалю. Визначення амілолітичної активності здійснювали за стандартною методикою з використання фотоелектроколориметра (КФМ-2МП) [1].

Статистичну обробку проводили з застосуванням t-критерію Стьюдента на 0,05 рівні значущості. Отримані значення t-критерію оцінювалися за таблицями значень величини t-критерію для малих вибірок при K ступенях свободи, тобто встановлювали рівень достовірності виявлених розбіжностей [4].

Аналіз змін впливу складу середовища на ростові показники досліджуваного штаму актиноміцету у симплекс-методі дозволив



отримати кілька різних варіантів складу середовища для культивування. При порівняльному аналізі різних варіантів середовища культивування встановлено, що оптимізоване середовище сприяє більш ефективному розвитку культури (табл.2).

Таблиця 2 – Склад поживного середовища

| Компонент                                 | Кількість у контролі, % | Кількість після оптимізації, % | Різниця складу, % |
|---|-------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Соєве борошно                             | 0,470                   | 0,58                           | + 0,11            |
| Глюкоза                                   | 0,50                    | 0,93                           | + 0,43            |
| Кукурудзяний екстракт                     | 0,50                    | 0,85                           | + 0,35            |
| Глутамат натрію $C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$ | 0,250                   | 0,453                          | + 0,203           |
| $NH_4NO_3$                                | 0,075                   | 0,108                          | + 0,033           |
| $K_2HPO_4$                                | 0,016                   | 0,018                          | + 0,002           |
| Іонна композиція                          | Без оптимізації         | Без оптимізації                | Без оптимізації   |
| Амілолітична активність                   | 7,6 АО/мл               | 39,9 АО/мл                     | +32,3 АО/мл       |

Примітка: кількісний та якісний склад не підлягав оптимізації

При аналізі даних таблиці 2 можна зробити висновок, що зміна складу ферментативного середовища в процесі оптимізації симплекс методом планування призвела до підвищення рівню накопичення амілолітичних ферментів в 5 разів. Поживне середовище, оптимізоване симплекс методом планування, має наступний склад:  $X_1$  соєве борошно - 0,58 %;  $X_2$  глюкоза – 0,93 %;  $X_3$  кукурудзяний екстракт – 0,85 %;  $X_4$  глутамат натрію  $C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$  – 0,453 %;  $X_5$   $NH_4NO_3$  – 0,108 %;  $X_6$   $K_2HPO_4$  – 0,018 %, вміст інших компонентів на стандартному рівні.

Кордони вихідного і кінцевого симплексу, а також послідовність та ефективність кожного кроку оптимізації проілюстровано в рисунку 1.

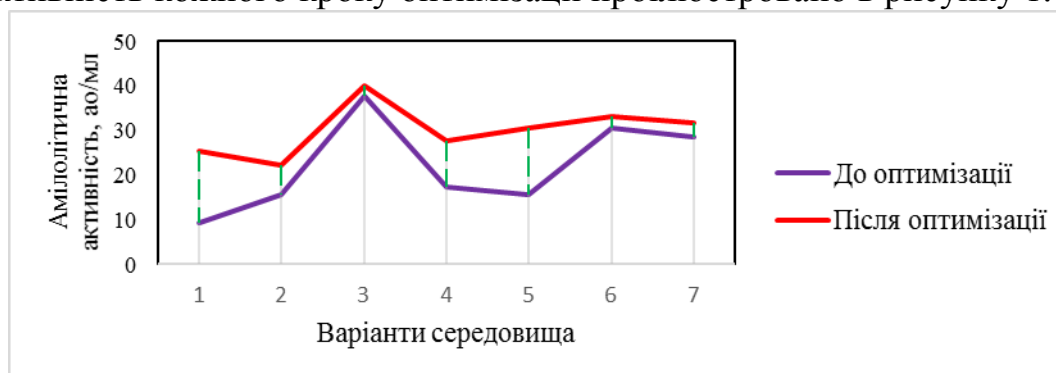


Рисунок 1 – Вплив складу ферментативного середовища за основними компонентами на біосинтетичну спроможність в плані амілолітичної активності штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus 2P-15*

Як видно з рис. 1, оптимізація складу поживного середовища симплекс методом математичного планування була успішною тому, що в результаті утворено геометричну фігуру в  $k$ -мірному просторі.

В процесі дослідження оптимізації умов культивування штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus 2P-15* в плані амілолітичної спроможності також визначили біосинтетичну спроможність оптимізованого варіанту середовища. Біосинтетична спроможність характеризується кількістю накопиченої біомаси в процесі ферментації досліджуваного штаму до амілолітичної активності.

Після розрахунку сухої біомаси штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus 2P-15* в контрольному середовищі отримали 25 мг/мл, а в оптимізованому середовищі 43 мг/мл.

Після розрахунку продуктивності штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus 2P-15* отримали в контрольному середовищі 0,3 АО/мг, а в оптимізованому середовищі 0,92 АО/мг.

У результаті наукового дослідження оптимізовано склад поживного середовища для штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus 2P-15* симплекс методом математичного планування експерименту. Проведено вісім кроків оптимізації в трьох повторюваннях кожний і отримано підвищення накопичення амілолітичних ферментів з 7,6 АО/мл до 39,9 АО/мл, тобто підвищення активності в 5 разів.

Встановлено, що продуктивність синтезу амілолітичних ферментів штамом *Streptomyces recifensis var. lyticus 2P-15* на оптимізованому середовищі порівняно з контрольним зросла на 0,62 АО/мг, тобто мало місце підвищення в 3 рази.

#### *Список використаної літератури*

1. Виноградова К. А. Бактериолитические ферменты, продуцируемые актиномицетами / К. А. Виноградова, Н. П. Кириллова, А. Н. Полин // Биологические науки. 1989. № 2. С. 127.

2. Жерносекова И. В. Влияние глюкозы на биосинтез экстрацеллюлярных ферментов *Streptomyces recifensis var. lyticus* / И. В. Жерносекова, Т. П. Килочек // Микробиологический журнал. 2000. № 2. С. 19-26.

3. Шинкаренко Л. М. Визначення спектра дії ферментного препарату з *Streptomyces recifensis var. lyticus 2435/М* / Л. М. Шинкаренко, Л. Г. Жолнер, Т. С. Тодосійчук // Експрес-новини: наука, техніка, виробництво. 1998. № 4. С. 49.

4. Черваков О. В., Андріянова М. В. Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології: конспект лекцій з курсу «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології» / Черваков О. В., Андріянова М. В.; ДВНЗ УДХТУ. Дніпропетровськ, 2016. 33 с.

## **КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЗА БІОТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ЙОГУРТУ КЛАСИЧНОГО РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ**

Кремень А. І., Бабченко А. В.

e-mail: nkremen17@gmail.com; lineanna83@gmail.com

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,  
Україна, Дніпро*

Молочна промисловість – це одна з основних галузей продовольчого комплексу країни, що забезпечує населення молочними продуктами харчування.

Найважливішим завданням біотехнології є задоволення фізіологічних потреб населення у якісному, біологічно повноцінному, екологічно безпечному продовольстві, відповідно до сучасних вимог харчування.

При отриманні високоякісних молочних продуктів важливу роль відіграє інтенсивність кисломолочного процесу в період їх виробництва. Аналіз стану технологічного виробництва кисломолочних продуктів свідчить про досить часте зниження інтенсивності розвитку заквашувальних мікроорганізмів і зміну спрямованості мікробіологічних процесів, що негативно впливає на санітарну якість одержуваної продукції [1].

Сьогодні продукти, створені з використанням молочнокислих бактерій і біфідобактерій, розглядаються як основа функціонального харчування людини і сприяють профілактиці ряду захворювань. Позитивний ефект досягається як шляхом введення живих клітин лактобактерій безпосередньо в організм людини (так звані пробіотики), так і шляхом використання цих мікроорганізмів у складі заквасок при отриманні продуктів харчування, в тому числі на основі молока.

В Україні, де відсутній налагоджений моніторинг показників, не включених до санітарних норм і правил, і за умови розповсюдження заквасок закордонного виробництва, сучасний стан відповідності фактичної та декларованої пробіотичної мікрофлори невідомий. Тому, з огляду на широкий асортимент кисломолочної продукції, зокрема йогуртів, виникає питання, чи підтверджується склад заявленої виробником мікрофлори результатами лабораторних досліджень [2].

Йогурти і біойогурти містять різні бактеріальні культури, що сприяють відновленню та підтримці нормального складу мікрофлори кишечника, і, як наслідок, імунітету. З огляду на це, актуальним є вивчення кількісного та якісного складу мікроорганізмів, що входять до складу йогуртів на відповідність вимогам нормативної документації.

Визначальна роль для здоров'я людини відводиться представникам корисної мікрофлори кишечника – молочнокислим бактеріям і біфідобактеріям, які входять до складу пробіотиків. Позитивний ефект досягається використанням цих мікроорганізмів у складі заквасок при отриманні продуктів харчування, в тому числі на основі молока. Одним із основних джерел молочнокислих бактерій є кисломолочні продукти, зокрема, йогурти.

Йогурт – це продукт, корисний для здоров'я і гарного самопочуття. У ньому міститься значна кількість поживних речовин і вітамінів. Йогурт готують з молока, шляхом сквашування термофільних стрептококів і болгарської палички (*Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*) з можливим додатковим використанням інших культур [4].

Бактерії, які містяться в йогурті, нормалізують кислотність органів травлення – це допомагає запобігти багатьом проблемам задовго до їх появи.

Виходячи з цього, корисні властивості молочнокислого продукту залежать від видового та кількісного складу мікроорганізмів, що входять до його складу.

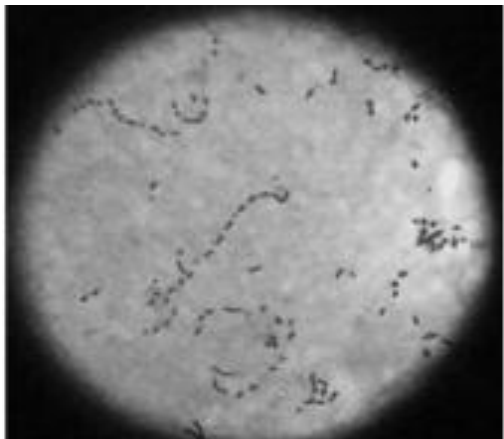
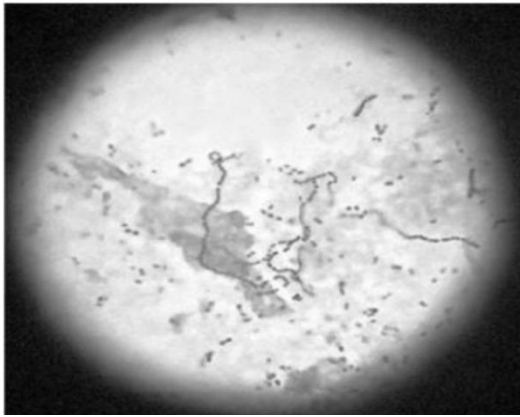
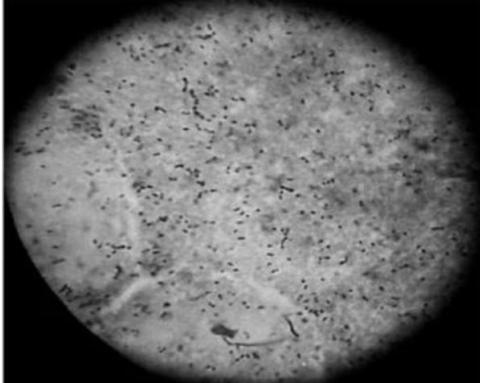
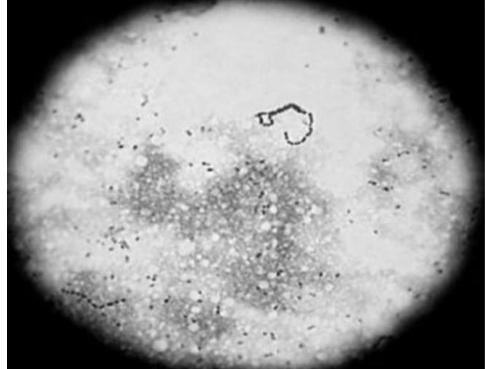
Йогурт є важливим джерелом макро — і мікроелементів, вітамінів, протеїнів та тваринних жирів. Завдяки вмісту живих культур, йогурт допомагає при шлунково–кишечних розладах, таких як непереносимість лактози, хронічне нетравлення шлунку, закреп, діарея, рак товстої кишки, запалення кишечника, а також інфекція *Helicobacter pylori* (остання є причиною багатьох захворювань шлунку, в тому числі виразки) [2].

У якості об'єктів дослідження було взято різні зразки йогуртів українських виробників таких торгових марок, як: «Молокія», «Активія», «Галичина» і «Яготинський». До питних йогуртів, жирністю 1,5 % відносяться зразки – «Молокія», «Активія», «Галичина», а до йогуртів, виготовлених термостатним способом, жирністю 2,5 % – «Молокія», «Активія» і «Яготинський».

Результати якісного мікробіологічного аналізу наведені в таблиці 1.

Фото зроблено за допомогою світлової мікроскопії, яка призначена для вивчення пофарбованих препаратів [3]. Перегляд зразків відбувався з використання об'єктивів великого збільшення (x90).

Таблиця 1– Якісний мікробіологічний аналіз

|   |   |
|---|---|
|    | <p>Зразок № 1</p> <p>«Активія», виготовлений резервуарним способом, 1,5 % жирності.</p> <p>У зразку найбільш яскраво виражено <i>S. thermophilus</i>, сліди <i>L. bulgaricus</i>, а також наявність грампозитивних клітин паличкоподібної форми у вигляді ланцюжків, що відносять до виду <i>Bifidobacterium bifidum</i>.</p> |
|   | <p>Зразок № 2</p> <p>«Галичина», виготовлений резервуарним способом, 1,5 % жирності.</p> <p>Виявлено мікроорганізми кокової форми у вигляді ланцюжків виду <i>S. thermophilus</i> і <i>L. bulgaricus</i>.</p>   |
|  | <p>Зразок № 3</p> <p>«Молокія», виготовлений резервуарним способом, 1,5 % жирності.</p> <p>Встановлено наявність бактерій роду <i>Bifidobacterium</i>. У йогурті виявлені <i>S. lactis</i>, <i>S. cremoris</i>, сліди <i>L. bulgaricus</i>.</p>   |
|  | <p>Зразок № 4</p> <p>«Активія», виготовлений термостатним способом, 2,5 % жирності.</p> <p>Виявлені мікроорганізми кокової форми у вигляді коротких ланцюжків – виду <i>S. lactis</i>, а також <i>S. thermophilus</i>.</p>  |

Продовження таблиці 1

|  |   |
|--|---|
|   | <p>Зразок № 5</p> <p>«Яготинський», виготовлений термостатним способом, 2,5 % жирності.</p> <p>Аналіз показав наявність <i>S. lactis</i>, сліди бактерій роду <i>Bifidobacterium</i>. Відсутні бактерії <i>L. bulgaricus</i>. Тобто даний продукт можна віднести до групи біфідойогуртів.</p> |
|  | <p>Зразок № 6</p> <p>«Молокія», виготовлений термостатним способом, 2,5 % жирності.</p> <p>У йогурті показано в дуже малих кількостях наявність коків, які відносяться до виду <i>S. lactis</i> і <i>L. bulgaricus</i>. Відсутні бактерії роду <i>Bifidobacterium</i>.</p>                    |

Список використаної літератури

1. Версан В. Г. Интеграция управления качеством продукции. Новые возможности. М.: Изд-во стандартов, 2003.
2. Банникова Л. А. Селекция молочнокислых бактерий и их применение в молочной промышленности. М.: Пищевая промышленность, 2012. С. 35-39.
3. ГОСТ 9225–84 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа (Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного аналізу).
4. Шепелев А. Ф., Кожухова О. И. Товароведение и экспертиза молока и молочных продуктов. Ростов-на-Дону, 2001. С. 54-59.

## ТЕРАПЕВТИЧНІ ПРЕПАРАТИ НА ОСНОВІ РЕКОМБІНАНТНИХ БІЛКІВ – ІНТЕРФЕРОНИ

Макогін О. О.

e-mail: studentkakpi@gmail.com

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Україна, Київ*

Найважливішим соціально-економічним ресурсом суспільства і пріоритетною соціальною цінністю людства є здоров'я нації, тому фармацевтична та біотехнологічна промисловість належать до одних із найбільш високотехнологічних і наукоємних секторів суспільства. На даному етапі цей сектор промисловості входить до п'ятірки найбільш прибуткових у світовій економіці [1]. Фармацевтична галузь відрізняється від інших галузей промисловості тим, що потребує високого рівня відповідальності за якість виготовленої продукції та її доступність для широких верств населення з метою збереження здоров'я. У зв'язку з цим, сфера охорони здоров'я завжди залишалась у фокусі підвищеної уваги регулюючих механізмів, через що її визнано пріоритетним напрямом діяльності суспільства і держави [2]. Недоліки її розвитку традиційно виступають важливим індикатором соціально-економічного стану країни та рівня життя населення, тому якісні параметри розвитку даної сфери в значній мірі залежать від стану суспільного здоров'я. Важливість фармацевтичної сфери як соціальної складової сприяє обумовленню постійного наукового інтересу до проблем її розвитку та можливостей підвищення конкурентоспособності шляхом консолідації інтелектуального потенціалу вчених для досягнення належного рівня якості фармацевтичної продукції [3].

Серед продуктів, створених на основі генно-інженерних біотехнологій, найбільшого поширення набули рекомбінантні білки фармацевтичного призначення – білки, які знаходять застосування при лікуванні різноманітних хвороб, виготовленні тест-систем і противірусних вакцин, проведенні наукових досліджень. Дослідження в галузі генетичної інженерії призвели до того, що близько сотні білків людини (біорегуляторів, коректорів гомеостазу, факторів вродженого і набутого імунітету) можуть зберігати свою видоспецифічність. У клінічній практиці широко використовуються отримані на основі генно-інженерних технологій такі білки, як інсулін, інтерферони, еритропоетин та інші. Щороку поповнюється кількість противірусних вакцин, створених на основі рекомбінантних білків. Вони напрацьовуються як лікарські засоби шляхом мікробіологічного синтезу з можливістю до вдосконалення шляхом підвищення фізіологічної активності, зниження ймовірності виникнення побічних реакцій тощо [4].

Однією із досить вагомих груп серед препаратів білкового походження є інтерферони, що синтезуються в організмі внаслідок захисної реакції. Інтерферон секретується та здійснює вплив шляхом дії на інші клітини, підвищуючи їх стійкість до вірусів. Основний механізм дії інтерферонів полягає в пригніченні синтезу вірусних білків та імуномодулюючій активності. Зважаючи на противірусні та численні імуномодуляторні ефекти, інтерферони розглядають як інтегральну частину захисної системи організму, функції якої не обмежуються лише захистом проти вірусних інфекцій. Інтерферони – це перша лінія захисту від вірусних інфекцій, а також важливий компонент імунологічного нагляду за злоякісними клітинами. Перспективи застосування препаратів інтерферонів з позицій сучасної медичної практики розглядаються в трьох напрямках, серед яких: вірусні інфекційні захворювання, онкологічні захворювання та інші види патології. [5].

Отримання білків медичного призначення, що виготовлені за рекомбінантною технологією є досить перспективним напрямком науки, оскільки це дозволяє зробити їх виробництво більш доступним. Зокрема, серед таких продуктів – інтерферон бета-1а, один із широко виготовлюваних рекомбінантних білків, що застосовують в якості ефективного засобу при розсіяному склерозі. Інтерферон альфа-2, у свою чергу, також володіє протипухлинними, противірусними, імуномодулюючими та антипроліферативними властивостями, що обумовлюють причину актуальності розробок препаратів на його основі. Останні застосовуються з метою лікування вірусних енцефалітів, кон'юнктивітів, гострих кондиллом, гострих і хронічних гепатитів, онкологічних захворювань, множинної мієломи, а також деяких аутоімунних захворювань. Ще один тип цитокінів даної групи – інтерферон-гама. Він виконує важливу функцію – є активатором макрофагів та експресії молекул головного комплексу гістосумісності другого класу. Поряд з іншими представниками цих білків, він володіє противірусними, імунорегулюючими та протипухлинними властивостями. Однією із загальних рис, що об'єднує інтерферони, як продукти синтезу з метою виробництва фармацевтичних препаратів на їх основі є дороговартісність процесу. У зв'язку з цим, одним із основних шляхів вирішення даної проблеми є використання методів генної інженерії, які дозволяють за допомогою таких продуцентів, як *Escherichia coli* та клітинних ліній *CHO*, напрацьовувати необхідні субстанції в достатніх кількостях за невеликі проміжки часу. Подальші розробки в цьому напрямку мають високе соціально-економічне значення для пацієнтів, що страждають хворобами, вказаними вище [5,6].



*Список використаної літератури*

1. Фармацевтичний ринок ЄС та реалії фармацевтичної промисловості України / О. В. Доровський, А. Д. Олійник // Моделювання регіональної економіки. 2013. № 2. С. 289-304. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Modre\\_2013\\_2\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Modre_2013_2_29)
2. Ситенко О. Р. Формування державної політики з охорони здоров'я в Україні / О. Р. Ситенко, Т. М. Смірнова // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. 2014. № 2. С. 15-18. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSG\\_2014\\_2\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSG_2014_2_5).
3. Голубка В. М. Механізми регулювання фармацевтичного ринку в Україні : дис. на здобуття н. с. к.е.н : 08.00.03 / Львівський національний університет імені Івана Франка. Львів, 2015. 223с.
4. Краснопольський Ю. М., Борщевская М. И. Фармацевтическая биотехнология: Технология производства иммунобиологических препаратов: учебное пособие. Харьков: НТУ «ХПИ». 2009. 352 с.
5. Haller O., Weber F. The interferon response circuit in antiviral host defense // Verh K Acad Geneeskde Belg. 2009. 71. (1–2). 73–86.
6. Лобанова Н. В. Разработка технологии суспензионного культивирования клеток CHO для получения рекомбинантного интерферона-бета-1а: автореф. дис. на соиск. уч. степени к.б.н.: 03.01.06. Москва, 2013. 22 с.

## **ЗАСТОСУВАННЯ СИНТЕТИЧНИХ ПОХІДНИХ ПІРИМІДИНУ ЯК НОВИХ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН ГОРОХУ**

Мінаєва І. В., Циганкова В. А.

e-mail: genetic\_engineering@ukr.net

*Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України,  
Україна, Київ*

Робота присвячена розробці нових ефективних та екологічно безпечних регуляторів росту рослин гороху на основі синтетичних похідних піримідину [1, 2]. У лабораторних умовах вивчено фізіологічні показники росту та розвитку рослин гороху посівного (*Pisum sativum* L.) сорту Л 35/11 середньорослого вусатого, вирощених на водному розчині синтетичних сполук, похідних піримідину, застосованих у концентрації  $10^{-7}$  М: № 1 - 2-етилсульфаніл-6-метилпіримідин-4-ол, № 2 – 6-метил-2-пропілсульфаніл піримідин-4-ол, № 3 – 2-бензилсульфаніл-6-метилпіримідин-4-ол, № 4 – 2-ізопропіл-6-метил-піримідин-4-ол, № 5 – 4-гідроксипіримідин-2-тіолят натрію, № 6 – 2-метилсульфанілпіримідин-4-ол, № 7 – 2-бензилсульфанілпіримідин-4-ол. Активність похідних піримідину порівнювали з активністю природного ауксину ІОК (2-(1*H*-індол-3-іл)оцтова кислота), синтетичного ауксину 2,4 Д (2,4-дихлорофенокс)оцтова кислота), а також регуляторів росту рослин, які виявляють подібну ауксином активність: Івіну (похідний *N*-оксид-2,6-диметилпіридину), Метіуру і Каметуру (похідні натрієвої та калієвої солей 6-метил-2-меркапто-4-гідроксипіримідину) [3], застосованих в аналогічній концентрації. Результати проведених досліджень показали, що за умов обробки насіння рослин гороху водними розчинами нових синтетичних сполук, похідних піримідину низькій, не токсичній для довкілля та здоров'я людини концентрації  $10^{-7}$  М значно поліпшуються біометричні показники рослин [4] протягом вегетації. Показано, що активність похідних піримідину була подібна, або навіть перевищувала за деякими фізіологічними показниками рослин активність ауксинів ІОК та 2,4-Д, а також регуляторів росту рослин: Каметуру, Метіуру та Івіну. Найвищу активність за показником приросту ваги рослин виявили сполуки, які підвищували цей показник: Метіур – на 17,7 %, № 2 – на 15,4 %, № 7 – на 12,3 %, № 3 – на 5,4 %, Каметур – на 4,6 %, № 1 – на 0,8 %, порівняно до контролю. За показником ваги коренів рослин найвищу активність виявили сполуки, які підвищували цей показник: № 3 – на 187,5%, Метіур – на 162,5 %, № 7 – на 111,3 %, 2,4-Д – на 109,4 %, Каметур – на 68,8 %, № 4 – на 43,8 %, Івін – на 42,5 %, ІОК – на 39,6 %, № 5 – на 35,9 %, № 6 – на 33,8 %, № 2 – на 28,8 %, № 1 – на 17,5 %, порівняно до контролю. За показником довжини пагонів рослин найвищу активність виявили сполуки, які підвищували цей показник: № 3 – на

53,2%, № 4 – на 36,2 %, Метіур – на 31,9 %, № 7 та 2,4-Д – на 28,2 %, Каметур – на 23,8 %, Івін – на 20,7 %, № 5 – на 20,4 %, № 6 – на 16,3 %, № 1 – на 10,7 %, № 2 – на 10,4 %, порівняно до контролю. За показником довжини головного кореня рослин найвищу активність виявили сполуки, які підвищували цей показник: № 5 – на 65,2 %, № 4 – на 57,5 %, № 2 – на 52,4 %, 2,4-Д – на 45,3 %, № 7 – на 42,5 %, № 1 – на 41,2 %, ІОК – на 32,1%, Івін – на 19,6 %, № 3 – на 17,5 %, Метіур та № 6 – на 17,0 %, Каметур – на 8,5 %, порівняно до контролю. За показником кількості бічних коренів рослин найвищу активність виявили сполуки, які підвищували цей показник: Каметур – на 84,7 %, № 2 – на 79,6 %, № 6 – на 60,9 %, № 1 – на 40,4 %, Івін – на 32,2 %, № 7 – на 29,3 %, № 5 – на 26,4%, № 4 – на 15,7 %, ІОК – на 8,0 %, № 3 – на 0,3 %, Метіур – на 0,2 %, порівняно до контролю. За показником довжини бічних коренів рослин найвищу активність виявила сполука № 3, яка підвищувала цей показник на 30,4 %, порівняно до контролю. За показником загальної кількості листків на рослинах найвищу активність виявили сполуки, які підвищували цей показник: Каметур – на 9,8 %, № 2 та № 7 – на 6,9 %, Івін – на 6,5 %, № 3 – на 4,8 %, порівняно до контролю.

Аналізуючи хімічну структуру досліджених синтетичних сполук, можливо припустити, що наявність певних бічних замісників відіграє важливу роль у зв'язуванні цих сполук з активними сайтами молекул-мішеней, що обумовлює їхню високу рістрегулюючу активність. Найвищу рістрегулюючу активність виявили хімічні сполуки: сполука № 2, яка містить пропілтіогрупу у положенні 2, гідроксильну групу у положенні 4 і метильну групу у положенні 6; сполука № 3, яка містить бензилтіогрупу у положенні 2, гідроксильну групу у положенні 4 і метильну групу у положенні 6; сполука № 7, яка містить бензилтіогрупу у положенні 2, і гідроксильну групу у положенні 4; сполука № 4, яка містить ізопропільний замісник у положенні 2, гідроксильну групу у положенні 4 і метильну групу у положенні 6 та сполука № 5, що є натрієвою сіллю 4-гідроксипіримідин-2-гіоляту. Менш виражену рістрегулюючу активність виявили сполука № 1, яка містить етилтіогрупу у положенні 2, гідроксильну групу у положенні 4 і метильну групу у положенні 6 та сполука № 6, яка містить метилтіогрупу у положенні 2 і гідроксильну групу у положенні 4.

Запропоновано практичне застосування у якості нових ефективних регуляторів росту рослин гороху посівного (*Pisum sativum* L.) сорту Л 35/11 середньорослого вусатого відібраних синтетичних сполук № 2, № 3, № 4, № 5 та № 7, які виявили найвищу активність. Запропоновано також практичне використання синтетичних регуляторів росту, які виявляють подібну ауксином активність: Каметуру, Метіуру, Івіну, а також ауксину 2,4-Д для покращення ростових показників рослин гороху протягом періоду вегетації та підвищення врожайності цієї культури.

*Список використаної літератури*

1. Tsygankova V., Andrushevich Ya., Shtompel O., Kopich V., Solomyanny R., Bondarenko O., Brovarets V. Phytohormone-like effect of pyrimidine derivatives on regulation of vegetative growth of tomato. *International Journal of Botany Studies*. 2018, 3(2). P. 91-102.
2. Tsygankova V. A., Andrushevich Ya. V., Shtompel O. I., Kopich V. M., Solomyanny R. M., Brovarets V. S. Study of regulating activity of synthetic low molecular weight heterocyclic compounds, derivatives of pyrimidine on growth of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedlings. *International Journal of Chem Tech Research*. 2019, Vol.12 No.05. P. 26-38.
3. Циганкова В. А., Волощук І. В., Андрусевич Я. В., Штомпель О. І., Копіч В. М., Ключко С. В., Броварець В. С. Застосування Івіну, Метіуру та Каметуру для регуляції росту рослин кукурудзи (*Zea mays* L.) сорту Діалог ФАО 300. Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів: збірник матеріалів доп. учасн. IV Всеукраїнської наук. конф., 10 квітня 2020 р. Дніпро, 2020. С. 158–161.
4. Voytsehovska O. V., Kapustyan A. V., Kosik O. I., Musienko M. M., Olkhovich O. P., Panyuta O. O., Parshikova T. V., Glorious P. S. / *Plant Physiology: Praktikum*, ed. Parshikova T. V. Lutsk: Teren, 2010. 420 p.

## ВПЛИВ ГРИБНОЇ ДОБАВКИ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ОПАРИ ТА ВИГОТОВЛЕНИХ НА ЇЇ ОСНОВІ ДРІБНОШТУЧНИХ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Погорєлова Д. П., Власенко К. М., Кузнецова О. В.

e-mail: ekaterina.udhtu@gmail.com

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»

Україна, Дніпро

Хлібобулочні вироби є одними з найпопулярніших продуктів харчування у всьому світі. Асортимент хлібобулочних виробів, що випускається в Україні, досить широкий. Однак в останні роки все більше привертають увагу виробників питання підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів шляхом використання нетрадиційних видів сировини, розробка рецептур виробів, що мають імуномодельючу, антиоксидантну й радіопротекторну дію на організм людини, збагачують його есенціальними речовинами [1].

В Україні недостатній рівень споживання промислово культивованих їстівних грибів, які є унікальним джерелом білків, незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон [2]. Тому є дуже перспективним збагачення хлібобулочних виробів натуральними грибними добавками.

Будь-яка добавка, що вводиться в стандартну рецептуру хлібобулочних виробів, впливає на фізіологічний стан дріжджів, а також на біотехнологічний процес приготування напівфабрикатів, їх фізико-хімічні та структурно-механічні властивості, на якість готових виробів.

Метою дослідження було визначення впливу грибної добавки на органолептичні та фізико-хімічні показники якості опари та виготовлених на її основі дрібношточних хлібобулочних виробів.

Як об'єкт дослідження було обрано булочки столичні. Дослідження виконували шляхом проведення пробної лабораторної випічки. Для виготовлення булочок столичних використовувалась наступна сировина: борошно пшеничне вищого ґатунку, дріжджі хлібопекарські пресовані, сіль кухонна, цукор білий, масло вершкове, грибна порошкоподібна добавка, вода. Уся сировина за показниками безпеки та якості відповідає чинним нормам. Основа рецептури булочок столичних відповідає ДСТУ.

Грибну добавку готували згідно [3] з плодових тіл *Agaricus bisporus*, які висушували за температури 45°C до вологості 8-10 %, подрібнювали до порошкоподібного стану та вносили у кількості 1, 3 та 5 % від маси борошна за рецептурою. Контролем були вироби, виготовлені без використання грибної добавки. Відбір проб і підготовку їх до досліджень проводили загальноприйнятими методами.

Тісто для булочок столичних готували опарним способом на густій опарі вологістю 50 % із 50 % борошна та 1 % дріжджів за рецептурою.

Встановлено, що внесення грибної добавки на вологість опари практично не вплинуло.

Грибна добавка у концентрації 1 % сприяла підвищенню кислотності опари у порівнянні з контрольним зразком на 12 %, у концентрації 3 % – на 40 %, у концентрації 5 % – на 60 %. Таке збільшення кислотності сприяє прискоренню процесів бродіння тіста, що призводить до його більш швидкого дозрівання.

Підйомну силу опари визначали експрес-методом. Встановили, що при застосуванні грибної добавки у концентрації 3 % час підйому тістової кульки зменшився на 1,3 хв., що свідчить про підвищення підйомної сили опари і, відповідно, виготовленого на її основі тіста. Добавки у концентрації 1 та 5 % обумовили незначне збільшення часу підйому тістової кульки порівняно з контролем.

При визначенні органолептичних та фізико-хімічних показників хлібобулочних виробів, виготовлених за рецептурою, яка містила грибну добавку у різних концентраціях, було встановлено, що колір кірки булочок при збільшенні концентрації добавки змінився від жовто-коричневого до сіро-коричневого, колір м'якуша – від світло-жовтого до сірого. Також у виробів, виготовлених із додаванням грибної добавки, спостерігали ледь відчутний приємний солодкуватий присмак і запах з легкими грибними нотами. Потемніння кірки і м'якуша, ймовірно, пов'язано з більш інтенсивним протіканням реакції меланоїдиноутворення, що обумовлено наявністю у виробі грибного цукру трегалози (рис.1).

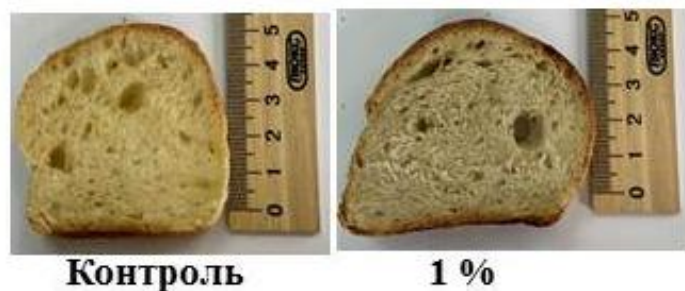


Рисунок 1 – Колір булочок столичних з додаванням грибної добавки

Вологість готових виробів знизилася на 4,3-5,9 % для варіантів досліду із концентрацією грибної добавки 1 та 5 % порівняно з контрольним зразком.

Висота готового виробу була найбільшою (5,7 см) при використанні грибної добавки у концентрації 3 %. В інших варіантах досліду цей показник суттєво не відрізнявся.

Найвищу пористість м'якуша (61,1 %) визначили у зразку із концентрацією грибної добавки 3 %, що підвищує його засвоюваність у травному тракті людини.

Кислотність готових виробів із грибною добавкою порівняно з контролем збільшилась. Це свідчить про покращення їх фізико-хімічних та органолептичних властивостей, збільшення терміну зберігання шляхом зниження швидкості розвитку патогенної мікрофлори.

Проведене дослідження доводить перспективність використання їстівних грибів, як цінного джерела поживних і біологічно активних речовин, в якості добавок до хлібобулочних виробів. Такі добавки не тільки не впливають негативно на фізико-хімічні показники готового продукту, а сприяють покращенню його органолептичних властивостей, підвищують засвоюваність та біологічну цінність.

*Список використаної літератури*

1. Буяльська Н., Литвиненко О., Денисова Н. Використання продуктів переробки амаранту у виробництві хлібобулочних виробів. Технічні науки та технології. 2019. Т. 17, № 3. С. 226-233.
2. Lu X., Brennan M. A., Guan W., Zhang J., Yuan L., Brennan Ch. S. Enhancing the nutritional properties of bread by incorporating mushroom bioactive compounds: the manipulation of the pre-dictiveglycaemic response and the phenolic properties. Foods. 2021, Vol. 10, No. 731. P. 1-16.
3. Salehi F. Characterization of different mushrooms powder and its application in bakery products: A review. International Journal of Food Properties. 2019. Vol. 22, No. 1. P. 1375-1385.

## **БІОТЕХНОЛОГІЯ КУЛЬТИВУВАННЯ БАКТЕРІОФАГІВ**

Сайко Д. Ю., Тітова Л. О.

e-mail: saiko.dmitry@gmail.com, titova.larisa@lil.kpi.ua

*Національний технічний університет України*

*«Київський олітехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,*

*Україна, Київ*

Біотехнологічні процеси пов'язані з життєдіяльністю різних груп мікроорганізмів: бактерій, вірусів, дріжджів, мікроскопічних грибів. Культивування вірусів бактерій (бактеріофагів) відрізняється простотою, коротким періодом генерації, високим виходом нових частинок, можливістю точного кількісного обліку, що сприяє вивченню структури вірусних частинок і механізмів їх взаємодії з бактеріальною клітиною [1].

У лабораторних умовах бактеріофаги одержують шляхом фільтрації лізованих бульйонних культур бактерій через дрібнопористі бактеріальні фільтри. Для виділення бактеріофага досліджуваний матеріал (воду, гній, випорожнення, ґрунт) засівають у рідке поживне середовище, найбільш сприятливе для розвитку тих мікроорганізмів, проти яких діє бактеріофаг. Середовище залишають у термостаті на кілька годин. Іноді проводять попереднє збагачення живильного середовища чистою культурою відповідного мікроба. Помутніле живильне середовище пропускають через паперовий та бактеріальний фільтр, азбестові пластини, керамічні свічки. Отриманий фільтрат перевіряють на присутність бактеріофага шляхом засіву спільно з відповідною мікробною культурою на щільні або рідкі живильні середовища. Після стадії інкубації протягом вісімнадцяти годин за наявності бактеріофага на поверхні агар-агару з'являється наліт культури, а на місці краплі, що розтікається, залежно від вмісту частинок бактеріофага у фільтраті, бактеріальний ріст повністю відсутній або спостерігаються округлі стерильні плями – колонії бактеріофага. На рідкому живильному середовищі присутність бактеріофага зумовлює просвітлення культури.

Для виділення чистої культури бактеріофага матеріал із окремої стерильної плями переносять бактеріологічною голкою в суспензію молодої мікробної культури, повторюючи операцію виділення п'ять-десять разів для гарантії чистоти бактеріофага. Матеріал з останньої стерильної плями засівають разом із чутливими мікробами на рідке поживне середовище. Після інкубації протягом 6-18 годин фільтрують культуру, проводять кілька пасажів для збільшення кількості корпускул бактеріофагів і отримують чисту культуру бактеріофага. Виділений із зовнішнього середовища бактеріофаг, що культивується у лабораторних умовах на відповідній культурі бактерій, називається маточним штамом відповідного бактеріофага.



У виробничих умовах для виготовлення препарату бактеріофага застосовуються апробовані штами бактеріофагів та культури відповідних мікробів, що мають типові морфологічні, біохімічні та серологічні властивості. Штами бактеріофагів на виробництві називають маточними бактеріофагами. Маточний бактеріофаг розмножується і пасажується тільки на відповідній культурі в рідкому поживному середовищі, наприклад, черевнотифозний бактеріофаг пасажується на культурі черевнотифозної палички в бульйоні Мартена [2, 3].

Препарат бактеріофага є фільтратом бульйонної культури відповідних лізованих мікробів. Він містить велику кількість бактеріофагів, що мають специфічні лізуючі властивості. Промислове виробництво бактеріофагів здійснюється у реакторах, ємністю від 250 до 1 тис. дм<sup>3</sup>, із застосуванням аерації, що стимулює розвиток мікроорганізмів.

Підготовлене відповідне середовище нагрівається до оптимальної температури та засівається відповідною мікробною культурою та маточним бактеріофагом. Для засіву використовують агарові культури, які додаються з розрахунку 50 млн мікробних клітин на 1 мл середовища. Бактеріофаг додається у кількості не більше 0,3 % по відношенню до обсягу живильного середовища. Середовище із засіяними в ній культурою та бактеріофагом залишають при температурі 37°C на 6-18 годин. Бактеріофаги активно розмножуються всередині бактеріальних клітин, збільшуючись у кількості та викликаючи їх лізис, що зовні проявляється повним просвітленням середовища. Вміст реактора фільтрується через бактеріальні фільтри для видалення мікробних клітин, що залишилися. Отриманий препарат є прозорою рідиною жовтого кольору більшої або меншої інтенсивності забарвлення [3].

Контроль бактеріофагових препаратів проводять на чистоту, специфічність, стерильність, нешкідливість, активність [4].

Стерильність перевіряють висівом на живильні середовища, культивуванням у термостаті при температурі 37°C для виявлення бактеріальної мікрофлори і за 24°C для виявлення грибової флори. Препарат вважається придатним, якщо за вісім діб у середовищах не виявляється ріст мікроорганізмів.

Специфічність бактеріофагів встановлюють на рідких та твердих живильних середовищах титруванням з відповідним видом бактерій.

Нешкідливість препарату перевіряють шляхом введення лабораторним тваринам, наприклад, черевнотифозний і дизентерійний бактеріофаги підшкірно вводять трьом мишам або кролику внутрішньовенно. Спостереження за тваринами ведеться протягом трьох-чотирьох діб; якщо препарат нешкідливий, тварини залишаються здоровими.

Літична активність бактеріофага визначається методом титрування на рідкому живильному середовищі. Визначення вірулентності

бактеріофагів методом Аппельмана проводиться шляхом встановлення максимального розведення, що викликає повний лізис бульйонної культури бактерій. Титр бактеріофага виражається максимальним розведенням, при якому відбувся повний лізис відповідної культури, наприклад, титр бактеріофага, що дав лізис у перших семи пробірках ряду, дорівнює  $10^{-7}$  [4].

Висока специфічність деяких штамів бактеріофагів дозволяє їх використовувати для діагностики інфекційних захворювань, індикації патогенних мікроорганізмів у медицині, ветеринарії, фітопатології. За допомогою фагоіндикації встановлюють природу збудника інфекції, коли інші методи, наприклад серологічні, виявляються неефективними. Бактеріофаги застосовуються у боротьбі з бактеріальними шкідниками бродіння, у виробництві ферментів, для лікування та профілактики низки інфекційних захворювань. Бактеріофаги використовуються в наукових дослідженнях, як експериментальна модель генної інженерії, наприклад для створення бібліотек генів, молекулярної біології, біохімії [5].

*Список використаної літератури*

1. Тихонов И.В., Рубан Е.А., Грязнева Т.Н. и др. Биотехнология. СПб.: ГИОРД, 2008. 704 с.
2. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. М.: КолосС, 2004. 296 с.
3. García R., Latz S., Romero J., Higuera G., García K., Bastías R. Bacteriophage Production Models: An Overview. *Front. Microbiol.* 10. 2019. 1187.
4. Nyman P. Phages for Phage Therapy: Isolation, Characterization, and Host Range Breadth. *Pharmaceuticals.* Basel. 12(1). 35. 2019.
5. Kutter E., Sulakvelidze A. Bacteriophages: Biology and Applications.- CRCPress. 2004. 528 pp.

## ВИРОБНИЦТВО БАКТЕРІАЛЬНОЇ ЗАКВАСКИ «ІПРОВІТ – ЙОГУРТ З АЦИДОФІЛЬНОЮ ПАЛИЧКОЮ»

Скобелева С. Р.

e-mail: ss.sophia1204@gmail.com

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Україна, Київ

У наш час виробництво молочнокислих продуктів, які містять пробіотичні мікроорганізми, є поширеною та нагальною проблемою, що має істотне комерційне значення. Пробіотичні продукти харчування становлять велику та важливу частину ринку функціональних продуктів харчування. За даними за 2020 рік вони складають від 60 % до 70 % всього ринку функціональних продуктів харчування [1].

Для оптимізації даного виробництва пропонується поєднання промислових продуцентів та пробіотичних мікроорганізмів в одному препараті. Таке рішення дозволить підвищити ефективність продукту та розширити його корисний потенціал дії. Завдяки великій різноманітності мікроорганізмів таке виробництво є досить доцільним.

Одним з таких препаратів є бактеріальна закваска «Іпровіт – йогурт з ацидофільною паличкою». Розробкою даної закваски займається Інститут продовольчих ресурсів НААН [2].

Вибрана закваска «Іпровіт» є сумішшю чистих культур, призначених для прямого внесення в молочну суміш. Для заквашувального препарату було вибрано суху ліофілізовану закваску наступного складу: *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* у співвідношенні 1,0:1,0:1,0. Завдяки оптимальному складу йогурт має сприятливий вплив на шлунково-кишковий тракт людини і в цілому на травну систему. А також бактеріальний склад забезпечує оптимальний рівень кислотоутворення, формування текстури та смаку [3, 4].

Головною характеристикою бактеріальної закваски «Іпровіт – йогурт з ацидофільною паличкою» є те, що це нелікарський засіб, а харчова домішка. Вона створена на основі традиційної мікрофлори йогурту, має підвищену функціональну дію на організм людини. Ацидофільна паличка (*Lactobacillus acidophilus*) здатна приживатися в кишечнику і пригнічувати розвиток шкідливих бактерій. Йогурт з ацидофільною паличкою незамінний при лікуванні дисбактеріозу і алергії. Мікроорганізми закваски здатні позитивно впливати на мікрофлору організму людини, в тому числі після антибіотикотерапії, стимулювати функції травної та імунної системи, сприяти виведенню шкідливих продуктів обміну речовин [5].

Характеристика біологічних агентів:

*Streptococcus thermophilus* – це грампозитивні сферичні або яйцеподібні нерухомі коки діаметром 0,7-0,9 мкм, що зустрічаються парами і ланцюжками. Оптимальна температура росту бактерії становить

40-45°C, а окремі штами швидко ростуть в молоці, утворюючи твердий коагулюм; є факультативними анаеробами.

*Lactobacillus bulgaricus* - грампозитивна паличка від 0,5 до 3-8 мкм, яка може виглядати довгою і ниткоподібною. Вона не рухлива і не утворює спор, також непатогенна. Вона вважається ацидофільною, оскільки для ефективного росту їй потрібний низький рівень рН (близько 5,4-4,6). Крім того, вона анаероб. Оптимально росте при температурі 40-44°C в анаеробних умовах.

*Lactobacillus acidophilus* - вид грампозитивних анаеробних неспороутворюючих бактерій, що виробляє ряд антибіотиків, в тому числі ацидофілін і лактоцидин, здатна приживатися в кишечнику і пригнічувати розвиток гнильних бактерій, використовується для отримання продуктів з лікувально-профілактичною дією [6, 7, 8].

До основних етапів створення заквасок відносяться наступні:

- виділення, ідентифікація і дослідження властивостей чистих культур в залежності від призначення;
- створення комбінованих заквасок, вивчення взаємодії мікроорганізмів;
- розробка консорціумів;
- перевірка стабільності заквасок в лабораторії на виробництві;
- впровадження у виробництво;
- вдосконалення закваски.

Промислове виробництво сухих заквасок включає наступні процеси:

1. Вирощування молочнокислих бактерій в збагачених живильних середовищах до максимального накопичення біомаси;
2. Концентрування клітин (відділення їх від живильного середовища на суперцентрифугах або шляхом мікрофільтрації);
3. Сушка в захисному середовищі (сублімації в лотках або флаконах) до вмісту води менше 3,5 %;
4. Фасування закваски.

Першим етапом є вирощування бактерій в збагачених живильних середовищах: для цього процесу було відібрано рідке живильне середовище МРС-1, склад якого представлений у таблиці 1.

На цьому етапі здійснюється біосинтез та накопичення максимальної кількості продукту.

Другий етап – це відокремлення біомаси, здійснюється фільтрація культуральної рідини через стерильний сітчастий фільтр. Подача під тиском повітря культуральної рідини на стерилізовані центрифуги. Використовують стерильний повітряний фільтр для компресора повітряного та стерильних роторів для центрифуг [8].

Таблиця 1– Склад поживного середовища МРС-1 [7]

| Речовина                                 | Кількість, г/л |
|--|----------------|
| Глюкоза                                  | 20,0           |
| казеїн пептон                            | 10,0           |
| екстракт м'яса                           | 10,0           |
| ацетат натрію                            | 5,0            |
| дріжджовий екстракт                      | 5,0            |
| (NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> - цитрат | 2,0            |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>          | 2,0            |
| MgSO <sub>4</sub> x 7 H <sub>2</sub> O   | 0,2            |
| MnSO <sub>4</sub> x H <sub>2</sub> O     | 0,05           |
| Дистильована вода                        | 1 л            |

Наступним етап є змішування біомаси із захисним середовищем: Перемішування біомаси із захисним середовищем у співвідношення 1:2 (або інші, згідно з НД) за допомогою міксера для змішування мокрої біомаси з захисним середовищем. Основа міксера попередньо стерилізується обпалюванням, ємність для міксера стерилізується в автоклаві.

Після змішування відбувається процес заморожування біомаси: наповнення стерильних лотків з нержавіючої сталі сумішшю біомаси та захисного середовища товщиною не більше 1,5 см. Накривання лотків стерилізованими кришками з нержавіючої сталі. Розміщення наповнених лотків на полиці камери попереднього заморожування [9].

Забезпечення стерильних умов в морозильній камері. Заморожування виконується в ліофілізаторі (який складається з камери попередньої заморозки та сублімаційної камери). Створення температурних умов в межах від мінус 45°C до мінус 60°C [10, 11].

Третій етап – сублімаційне сушіння біомаси: переміщення лотків з біомасою в попередньо охолоджену до – 40-60°C сублімаційну камеру. Створення температурних умов від мінус 40°C до 37°C, та утворення вакууму для вилучення вологи. Забезпечення стерильних умов в камері обладнання. Сублімаційне сушіння виконується в ліофілізаторі. Висушену біомасу подрібнюють за допомогою промислового міксера. Основа міксера попередньо стерилізується обпалюванням, ємність для міксера стерилізується в автоклаві.

Четвертий етап – фасування. Це завершальний етап виробництва бактеріальної закваски. Фасування проводять автоматично дозатором шнековим в стерильні, полімерні флакони з кришкою, що подаються за допомогою машини для подавання флаконів та закупорюються за допомогою машини настільної закупорювальної. Автоматично наклеюють етикетки на флакони за допомогою етикетувальної машини. Пакування

флаконів в картонні коробки, вкладання інструкції та групове пакування в картонну упаковку по 10 або 20 коробок [11].

Дане виробництво є досить успішним. Продукт «Іпровіт – йогурт з ацидофільною паличкою» продається на території України та представлений у супермаркетах – Ашан, ЄКО-маркет та Novus. Річний обсяг продукції досягає 700000 флакончиків.

#### *Список використаної літератури*

1. Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України. ПІР. URL: <http://iprkyiv.com/index.php/struktura> (дата звернення: 27.10.2021).

2. Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України. URL: <https://ispn.kievcity.gov.ua/FullInfo/70> (дата звернення: 27.10.2021).

3. Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України. URL: <https://ispn.kievcity.gov.ua/FullInfo/70> (дата звернення: 27.10.2021).

4. Склад йогурту: пат. 105131 Україна. Опубл. 10.03.2016. 5 с. URL: <https://uapatents.com/5-105131-sklad-jjogurtu.html> (дата звернення: 26.10.2021).

5. ДСТУ 4343:2004. Йогурти. Загальні технічні умови. На заміну БЗ № 7–2004/235. Вид. офіц. Київ, 2005. 10 с. URL: <https://studfile.net/preview/5594282/> (дата звернення: 26.10.2021).

6. Закваска Іпровіт-Йогурт с ацидофильной палочкой. Іпровіт закваска. URL: <https://www.iprovit-shop.com.ua/ru-4538770/zakvaska-iprovit-yogurt-s-atsidofilnoy-palochkoj-d8.htm> (дата звернення: 26.10.2021).

7. Науменко О. В. Біотехнологічні підходи збереження активності заквашувальної мікробіоти для виробництва молочної продукції: дис. д-ра біол. наук : 03.00.20. Київ, 2019. 423 с

8. *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* is a microaerophile, thermophilic bacterium that was isolated from pasteurized milk. *bacdive*. URL: <https://bacdive.dsmz.de/strain/14786> (date of access: 25.10.2021).

9. Среда для культивирования лактобацилл. Агар MRS MRSAgar, Кат. № 1043. URL: <https://www.diam.ru/upload/iblock/c75/1043%20Агар%20MRS,%20Инструкция.pdf> (дата звернення: 19.10.2021).

10. Dehydrated Culture Media, CM0361. Thermo Fisher Scientific URL: [http://www.oxoid.com/UK/blue/prod\\_detail/prod\\_detail.asp?pr=CM0361&c=UK&lang=EN](http://www.oxoid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM0361&c=UK&lang=EN) (dateofaccess: 26.10.2021).

11. ДСТУ EN ISO 11140-1:2019. Стерилизация медицинской продукции. Химические индикаторы. Часть 1. Общие требования. Чинний від 2020-01-01. Вид. офіц. ГП «Українс. науч.-исследовательс. и учебный центр проблем стандартизации, сертификации и качества» (ГП «УкрНИУЦ»).

## КУЛЬТИВУВАННЯ ЛІКУВАЛЬНОГО ГРИБА *GRIFOLA FRONDOSA* НА РІДКИХ СИНТЕТИЧНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Сорока М. М., Савчук І. В., Ліновицька В. М.  
e-mail: soroka.mariya2000@gmail.com, ilona.15.06@ukr.net,  
linovytska.vita@lil.kpi.ua

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Україна, Київ

Різноманітні цінні харчові, косметичні та лікувально-профілактичні властивості базидіоміцета *Grifola frondosa* (маїтаке) призводять до того, що дослідження цих грибів не припиняються. Фармакологічна активність продуктів, отриманих з цих грибів, обумовлена полісахаридами бета-глюканами, що мають імуномодулюючу, протипухлинну, протівірусну, протимікробну та іншу дію [1, 2]. Однак майтаке культивують переважно на твердих рослинних субстратах і таким чином отримують плодові тіла, з яких виділяють та використовують ендopolісахариди. У той же час цей вид в умовах глибинної культури є мало вивченим. Також недостатньо даних про особливості біосинтезу екзopolісахаридів даним видом. Крім того, дослідження *G. frondosa* є актуальним у зв'язку з важливістю питання збереження біорізноманіття, оскільки цей вид внесений до Червоної Книги України як «вразливий», що підлягає охороні на національному рівні [7].

Тому метою даної роботи було вивчення продукування біомаси та екзopolісахаридів грибом *Grifola frondosa* в умовах культивування на синтетичних рідких поживних середовищах з різним рН.

Об'єктом досліджень було обрано штамп 1790 *Grifola frondosa* (Dick.) Grey, який в попередніх роботах характеризувався кращими ростовими характеристиками в глибинній культурі [5, 6]. Культивування проводили в конічних колбах на 250 мл на орбітальному шейкері (120 об/хв) при +28°C, 15 діб, на двох синтетичних живильних середовищах: рідкому середовищі ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  – 3 г/дм<sup>3</sup>;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 1 г/дм<sup>3</sup>;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  - 1 г/дм<sup>3</sup>;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,4 г/дм<sup>3</sup>, глюкоза 30 г/дм<sup>3</sup>) та середовищі Норкранс з глюкозою в кількості 30 г/дм<sup>3</sup> [3]. Визначення рівня накопичення біомаси (абсолютно суха біомаса, а.с.м.) проводилося методом висушування міцелію за температури 105°C до постійної маси. Визначення концентрації екзopolісахаридів проводили фенол-сірчанним методом [4]. Найбільш сприятливі для накопичення біомаси та екзopolісахаридів штамми *G. frondosa* значення рН визначено на обох вищенаведених синтетичних середовищах, в яких шляхом зміни концентрації  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  та  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  створювали різні значення рН від 4,7 до 8,1.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що в умовах культивування штаму *G. frondosa* 1790 на обох досліджених рідких поживних синтетичних середовищах сприятливими для росту міцелію

штаму 1790 є рН = 5,8-6,0. Кислотність поживного середовища, що сприяє біосинтезу екзополісахаридів становила рН 6,0-6,2.

Динаміка накопичення міцеліальної біомаси *G. frondosa* була схожою на обох синтетичних середовищах – найбільше значення зареєстровано на 8-9 день культивування. Максимальний рівень біосинтезу екзополісахаридів був на 12-13 добу. За визначених умов культивування було отримано 2,13 г/дм<sup>3</sup> міцеліальної біомаси та 0,31 г/дм<sup>3</sup> екзополісахаридів. Це є невеликою продуктивністю в порівнянні із значеннями, що отримувалися на середовищах з органічними домішками (пивне сусло, меляса, пептон, дріжджовий екстракт тощо [5, 6], але при цьому необхідно враховувати більшу контрольованість синтетичних поживних середовищ, а також важливість досліджень фізіолого-біохімічних особливостей перспективного продуценту не тільки за оптимальних умов культивування.

Таким чином, в результаті проведених досліджень було визначено тривалість культивування та рН синтетичних поживних середовищ для проведення глибинного культивування та вплив цих умов на біосинтез цільових продуктів – біомаси та екзополісахаридів, що є актуальним для подальших досліджень, спрямованих на розробку перспективних біотехнологій на основі штаму *G. frondosa* 1790.

#### *Список використаної літератури*

1. Medicinal mushroom: boon for therapeutic applications / Vivek Kumar Chaturvedi, Sonam Agarwal, Krishna Kumar Gupta, Pramod W. Ramteke, M. P. Singh. *3 Biotech*. 2018. 8:334..
2. Wu J.-Y., Siu K.-C., Geng, P. Bioactive Ingredients and Medicinal Values of *Grifola frondosa* (Maitake). *Foods* 2021, 10, 95. Бухало А. С. Высшие съедобные базидиомицеты в чистой культуре. Киев: Наук. думка, 1988. 144 с.
3. Варбанец Л. Д., Здоровенко Г. М., Книрель Ю. А. Методи исследования эндотоксинов. Киев: Наук. думка, 2006. 238 с.
4. Ліновицька В. М., Бухало А. С. Ріст і біосинтетична активність *Grifola frondosa* (Dicks: Fr.) S.F.Gray та *Schizophyllum commune* Fr. у глибинній культурі. *Український ботанічний журнал*. 2008. Т. 65, № 1. С. 116–123.
5. Ліновицька В. М., Бухало А. С., Дуган О. М. Підбір умов глибинного культивування *Grifola frondosa* як основи для створення біотехнологій отримання лікувально-профілактичних препаратів. *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*. 2011. № 3. С. 56-60.
6. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.



## ВПЛИВ рН НА УТВОРЕННЯ ЗГУСТКУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ РОЗСІЛЬНИХ СИРІВ

Тимчий К. І., Бойко А. С.

e-mail: boykoanet1@gmail, holoddnepr@i.ua

*ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,  
Україна, Дніпро*

Кислотність молока наростає внаслідок життєдіяльності бактерій, які перетворюють молочний цукор на молочну кислоту. Молочнокислі бактерії відповідають за смак, запах, консистенцію сирів за рахунок утворення молочної кислоти та розщеплення білка. Такі речовини, як вітамін В<sub>12</sub>, пропіонат кальцію, пролін та пропіонова кислота утворюються за рахунок роботи пропіоновокислих бактерій.

У сироробстві використовують три способи виготовлення сирів: кислотний, кислотно-сичужний та роздільний.

Сири, виготовлені кислотним способом, вважаються сирими і є білково-жировими концентратами молока. На відміну від сирів, отриманих в результаті кислотно-сичужного способу, де більша частина казеїну розщеплена і перебуває у нативній формі, що впливає на консистенцію та інші органолептичні показники.

При кислотному способі згортання молока відбувається при рН 4,6-4,7, а при кислотно-сичужному - при рН 6,5-6,7, це впливає на склад згустку та на вміст у ньому кальцію, фосфору і молочної кислоти. [1]. У цьому випадку сичужний фермент додається для підвищення щільності згустку і зменшення витрат казеїну. Використовувані під час виробництва сирів мікроорганізми відіграють значну роль у формуванні специфічних органолептичних властивостей продукту. Вони утворюють ферменти, зброджують молочний цукор, підвищують кислотність і знижують окислювально-відновний потенціал до певного рівня, на якому протікають біохімічні та мікробіологічні процеси у сирах. Залежно від складу мікрофлори сири можна підрозділити на вироблені за участю мезофільних молочнокислих бактерій, з використанням мезофільних і термофільних молочнокислих, пропіоновокислих бактерій, біфідобактерій або ацидофільної палички [2].

Такі технологічні параметри як температура пастеризації молока, кількість бактеріальної культури, що вноситься, температура молочного згустку, ступінь зрілості молока, розмір сирного зерна можна змінювати. За рахунок оптимізації того чи іншого технологічного параметру створюються сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, це, в свою чергу, покращує якість сирів.

Закваски, які застосовуються для приготування сиру, повинні мати властивість розщеплення білка за рахунок протеолітичної активності.

У процесі дозрівання під дією ферментів відбуваються різні біохімічні перетворення, внаслідок яких продукт набуває необхідної щільності, смаку, запаху і кольору.

Молочний цукор продовжує брати участь у процесі бродіння з утворенням молочної кислоти та вуглекислого газу. Під впливом різних ферментів білок сиру піддається протеолізу.

Кількість і концентрація молочної кислоти впливає на якість продукту протягом мікробіологічних, біохімічних процесів у дозріванні сирів. Пік вмісту молочної кислоти у продукті посідає початкові періоди дозрівання сиру. У цей момент кислотність сирної маси досягає межі рН 5,1 [3]. Даний рівень рН сприяє уповільненню газоутворення та розвитку патогенної мікрофлори.

Важливо відзначити, що певний сорт сиру має свій якісний та кількісний склад мікрофлори. Використання комплексних заквасок сприяє оптимізації процесу бродіння та дозрівання. М'який та розсільний сири дозрівають у спеціальних відведених холодильних цехах при температурі від 7 до 15°C. У технології сироваріння є доцільним використовувати ферментні системи різних мікроорганізмів: молочнокислих паличок, стрептококів, пропіоновокислих бактерій. Дані види мікроорганізмів забезпечують протікання ліполітичних та протеолітичних процесів.

#### *Список використаної літератури*

1. Портной А. И. Плотность молока как определяющий показатель качества сырья для сыроделия. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2020. С. 3-10.
2. Блинов, Л. Н. Гутенев М. С., Перфилова И. Л. Санітарна мікробіологія. КПТ, 2016. 240 с.
3. Остроумов Л. А., Гралевская И. В., Зеленский В. А., Шарапова Л. Н. Особенности созревания молока при выработке мягких кислотно-сычужных сыров // Техника и технология пищевых производств. № 2. 2011.

## ВИБІР СПОСОБУ ІНАКТИВАЦІЇ ВІРУСУ НЬЮКАСЛСЬКОЇ ХВОРОБИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ІНАКТИВОВАНИХ ВАКЦИН

Уракова М. О.

e-mail: urakova.maryna@gmail.com

*НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»*

*Україна, Київ*

Ефективність вибору інактиванту вірусу полягає у забезпеченні незворотнього пошкодження його реплікативного механізму при повному збереженні вихідної антигенної структури [1]. У цьому і полягає складність вибору інактивуючого агента, адже в залежності від виду вірусу інактивант може по-різному впливати на його антигенні властивості.

На даний час при виробництві інактивованих вакцин частіше за все використовують хімічні речовини, зважаючи на простоту та надійність їх використання у технологічному процесі [2].

Найбільш поширеними хімічними інактивантами є формальдегід, бінарний етиленімін та бета-пропіолактон. Протягом багатьох років ці речовини застосовуються в медицині та ветеринарії.

Класична технологія інактивації вірусомісного матеріалу Ньюкаслської хвороби припускає використання формальдегіду [3]. Інактивація вірусу відбувається при температурі 20-25 °С протягом 48 год при періодичному перемішуванні. Формальдегід має сильні денатуруючі властивості на білкові оболонки та сприяє вивільненню РНК вірусу за рахунок утворення метиленових містків між аміногрупою та іншими групами молекул [4]. Даний спосіб інактивації є класичним і широко поширеним, проте має і свої недоліки. Так, надмірна денатурація білків даною речовиною призводить до пошкодження антигенів вірусного капсиду та зниження їх імуногенної специфічності. А надлишок інактиванту підвищує токсичність біопрепаратів [5]. При використанні вакцин, інактивованих формаліном, на місці введення часто реєструються запальні процеси, що обумовлено дратівною дією формаліну на тканини тварин.

Використання для інактивації вірусу іншого інактиванта бета-пропіолактона, отриманого в результаті взаємодії формальдегіда ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) з кетеном ( $\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$ ), призводило до зміни структурних білків віріона і значного зниження імуногенних властивостей вірусу [6]. Цей факт не дозволив розглядати бета-пропіолактон в якості інактиванта біологічного агента при створенні вакцини проти Ньюкаслської хвороби.

Повна інактивація вірусу спостерігалась при додаванні до вірусного матеріалу бінарного етиленіміна у концентрації 0,1-0,3 % та витримуванні суміші при температурі 37 °С протягом 24 год [7]. Димер виявився високо ефективним інактивантом, оскільки суттєво не змінював ні антигенні властивості, ні імуногенну активність патогену.

Є повідомлення, що при порівнянні процесу інактивації вірусу формаліном та бінарним етиленіміном спостерігалось зниження значення інфекційної активності від формаліну на 2 логарифми при зберіганні антигену протягом 90 днів, а від бінарного етиленіміну значення інфекційної активності падало лише на 1 логарифм [8]. При цьому, бінарний етиленімін, що не витратився на інактивацію вірусу через 24 год переходив в неактивну форму та був безпечним для організму птиці.

Отже, за результатами огляду літературних джерел щодо вибору інактиванту для вірусу Ньюкаслської хвороби, на наш погляд, рекомендується використовувати бінарний етиленімін через його здатність зберігати з незначними втратами антигенні властивості вірусомісного матеріалу, швидкість інактивації та нешкідливість для організму птиці.

#### *Список використаної літератури*

1. Сергеев В. А. Вирусы и вирусные вакцины. // Москва. 2007. С. 507.
2. Вирусные болезни животных / Сюрин В. Н., Самуйленко А. Я., Соловьев Б. В., Фомина Н. В. М, 1998. с. 928
3. Изучение кинетики инактивации *P. multocida* при использовании димера этиленимина и формальдегида / Б. Т. Стегний, А. И. Сосницкий // Ветеринарна медицина. 2010. Вип. 94. С. 355-356.
4. Глейзер Д. А. Получение инактивированного вируса инфекционного бронхита кур (штамм «Калужский»)/ С. В. Фролов, А. В. Борисов, В. Ю. Кулаков. Ветеринарная патология. №4, 2008.
5. Вірусологія. Навчальний посібник для лабораторних занять / В. П. Поліщук, І. Г. Будзанівська, Т. П. Шевченко, О. М. Андрійчук, Т. А. Компанець, О. А. Кондратюк, Г. В. Коротеева, О. В. Молчанець, А. В. Харіна, О. В. Шевченко. К.: ЦП «Компринт», 2017. 242 с.
6. Di Emidio V., P. Nicolussi, C. Patta, G.F. Ronchi, F. Monaco, G. Savini, A. Ciarelli, V. Caporale. Efficacy and safety studies on an inactivated vaccine against bluetongue virus serotype 2. *Veterinaria Italiana*, 40(4), 2004. P. 23.
7. Способ изготовления инактивированной вакцины против бешенства животных, пат. 2 134 590 Російська Федерація, №97119126/13, заявл. 24.11.1997, опубл. 20.08.1999, с.8.
8. Чегринець А. І. Дослідження впливу інактиванту на збереження активності вірусу хвороби ньюкасла штаму «Ла-Сота»// Чегринець А. І., Салій О. О., Вабіщевич Ф. Ф., ТОВ «Біотестлаб», 2020. с.1.

## УТИЛІЗАЦІЯ ТА ЗНИЩЕННЯ ПРЕКУРСОРІВ НА ФАРМАЦЕВТИЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Шебеда Д. С., Лемішко Ю. К., Дзигун Л. П.

e-mail: dima.sheb.stu@gmail.com; lemishko210399@gmail.com;  
larsa0576@gmail.com

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Україна, Київ*

Нині динамічний розвиток ринку лікарських засобів в Україні викликає необхідність удосконалення підходів до організації обліку і контролю за матеріальними запасами. Питання необхідності посилення контролю за обігом наркотичних, психотропних, сильнодіючих, отруйних речовин, що входять до складу лікарських засобів на підприємствах фармацевтичної промисловості стоїть надзвичайно гостро. Враховуючи високі темпи розвитку хіміко-фармацевтичної промисловості, також особливу увагу слід приділяти охороні навколишнього середовища та проблемі охорони праці, що набувають особливого значення в умовах сучасного виробничого стану [1].

Особливого статусу та відповідних норм контролю, при наявності на біотехнологічному або фармацевтичному виробництвах, набувають речовини прекурсори, що є проміжною ланкою реакцій синтезу хімічних речовин, а їх похідні, зокрема солі, є джерелом виготовлення наркотичних, хімічних і психотропних речовин, включених до Переліку наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів, затвердженого постановою КМУ від 06.05.2000 р. № 770, а саме: N-ацетилантранілова кислота, ергометрин, фенілпропаноламін (ФПА, норфедрин), ангідрид оцтової кислоти, фенілоцтова кислота, фенілнітропропен, антранілова кислота, ацетон, етиловий ефір, калію перманганат, метилетилкетон, сірчана кислота, соляна кислота, толуол та ін. [2].

З точки зору безпеки праці на виробництві, робота з прекурсорами є небезпечною, оскільки дані речовини легко сипучі, леткі та пірогенні. Будь-які дії підприємства-власника прекурсорів строго обмежені та мають бути в рамках норм відповідно до наказу МОЗ «Про затвердження Порядку придбання, перевезення, зберігання, відпуску, використання та знищення наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів у закладах охорони здоров'я».

При непридатності таких речовин до використання у виробничих цілях, речовини у обов'язковому порядку передаються для утилізації або знешкодження до спеціальних ліцензованих компаній, рідше підприємств-власників.

Серед методів знищення виділяють хімічні та фізичні. При хімічній нейтралізації прекурсори змішують з реагентами, після чого вони втрачають свої токсичні властивості, таким методом є лужний гідроліз.

Високі показники ефективності нейтралізації отримують при застосуванні окисного хлорування. Змішування реагентів відбувається у водних розчинах і суспензіях, оскільки реакція може супроводжуватися вибухом. Знищення прекурсорів, у вигляді рідини, здійснюється розведенням їх водою у відношенні 1 до 200 та поступовим зливом в комунальний колектор. У ролі окиснювача виступають: гіпохлорит Ca та Na, перекис водню, хлор. Менш поширеними способами утилізації є інкапсуляція, інертизація та дистиляція.

Найбільш екологічним методом є біологічна утилізація, яка заснована на розщепленні певних хімічних сполук ферментом діізопропілфторфосфатом, що продукують мікроорганізми, але даний метод і досі залишається маловивченим та неможливим для застосування у великих масштабах.

Найбільш простим, дієвим та економічно вигідним методом знищення прекурсорів є високотемпературне спалювання. Спалювання дозволяє досягти майже повного руйнування речовин з максимальним доочищенням вихлопних газів. Установка, що знищує відходи в розплаві солей, складається з 4 елементів: печі; камери, де відбувається анаеробне згоряння; системи подачі речовини та системи контролю газів. Температура в печах сягає 1200-2000°C. Час знищення прекурсорів при такій високій температурі становить кілька секунд. За таких умов всі органічні компоненти руйнуються, а деякі потенційно небезпечні чи токсичні продукти горіння стають абсорбованим шлаковим продуктом, який видаляють за допомогою теплообмінного обладнання.

Послуги з утилізації відпрацьованих реактивів здійснюються за певних обсягів реактивів на підприємстві, наприклад, утилізація методом високотемпературного спалювання здійснюється від 200 л, сірчана та соляна кислоти, шляхом нейтралізації від 10 літрів, ампули стандарт титрів для спалювання від 50 штук.

Хоча будь які дії з використанням, транспортуванням чи утилізацією прекурсорів строго регламентовані та контрольовані, у світовій та вітчизняній практиці відомі випадки системного порушення правил, що несуть за собою тяжкі наслідки. Тіньові прекурсори є інструментом у незаконному виготовленні та обігу наркотичних речовин, а порушення правил утилізації у вигляді несанкційованого викиду на звалища чи не призначеного для цього місця призводить до забруднень навколишнього середовища пов'язаних з розкладом хімічних речовин у вигляді їдких випарів та просоченням токсин у ґрунтові води.

Стратегічним є розвиток досліджень у напрямку нормативно-технологічної документації та контролюючих органів із забезпечення оптимального стану навколишнього середовища, що має на меті сприяти інтенсифікації окремих технологічних процесів, суворому

регламентуванню та практичному застосуванню відходів виробництва [3]. Роботи по контролю забруднень, визначенню їх токсичності повинні стати невід'ємною складовою частиною наукового пошуку в галузі охорони природи при застосуванні на виробництві та обігу прекурсорів.

*Список використаної літератури*

1. Титенко Л. В.. Особливості обліку виробничих запасів, що містять наркотичні і психотропні речовини на підприємствах фармацевтичної промисловості. Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету: Економічні науки, вип 15. Кіровоград: КНТУ, 2008.412 с.

2. Про наркотичні засоби, психотропні речовини і прекурсори: Закон України від 22.12.2006р. №530- V // Відомості Верховної Ради. 1995. №10. С. 60.

3. Про затвердження Порядку провадження діяльності, пов'язаної з обігом наркотичних засобів, психотропних речовин і прекурсорів, та контролю за їх обігом: постанова КМУ від 03.06.2009 р. № 589 – Київ.

## БІФІДОБАКТЕРІЇ ЯК ОСНОВНІ ПРОБІОТИЧНІ БАКТЕРІЇ

Шевченко Д. А.

e-mail: shevchenkodarin@gmail.com

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,  
Україна, Київ

Усе життя макроорганізму супроводжується дією на нього цілого комплексу шкідливих факторів, які несуть негативний вплив на основні системи його життєдіяльності, а саме на їх нормальне функціонування. В першу чергу, вплив екологічних факторів, які з кожним роком погіршуються, збільшення кількості стресових ситуацій, нераціональне харчування, гострі і хронічні кишкові інфекції. По-друге, безконтрольне масове вживання хіміотерапевтичних препаратів, у тому числі антибіотиків [1]. Саме вони здійснили найістотніший внесок у статистику сучасної захворюваності.

Усі вищезазначені шкідливі фактори призводять до пригнічення адаптаційних можливостей організму, активують процеси симпато-адреналової системи, що, в свою чергу, обумовлює нейрогуморальні зміни за рахунок дисбалансу продукування наступних нейромедіаторів: серотонін, дофамін, норадреналін, гістамін та інших. Всі перераховані речовини, крім своїх основних функцій також впливають і на внутрішню нормальну мікрофлору, яка населяє організм. Отож чимало зміни стану здоров'я людини або психоемоційного стану відображаються на мікрофлорі [2, 3].

В результаті порушень мікрофлори постійно виникають питання про способи підтримання її сталості та відновлення її оптимального рівня функціонування в організмі людини. З цієї причини, бактеріальні препарати на основі представників облигатної й факультативної мікрофлори господаря – пробіотики – все частіше використовуються в практиці охорони здоров'я [1,4].

Пробіотики на основі біфідобактерій – одні з високоефективних і необхідних організму препаратів, бо ці мікроорганізми є найважливішими представниками нормальної мікрофлори людини, як за чисельністю, так і за їх поліфункціональною роллю.

Протиінфекційний захист пробіотику на основі бактерій роду *Bifidobacterium* може здійснюватися прямим впливом на патогенні та умовно патогенні мікроорганізми, такі як *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Shigella sonnei*, *Shigella flexneri*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, *Bacillus subtilis*, в результаті синтезу антимікробних компонентів (КЛЖК, антибіотиків, бактеріоцинів, лізоциму, пероксиду водню), конкуренції за поживні інгредієнти та сайти адгезії. При цьому найбільше пригнічуючу дію вони



здійснюють на *S. aureus* і *Sh. sonnei*, які найчастіше є причиною харчових отруєнь, що виникають при вживанні кисломолочних продуктів. Також бактерії роду *Bifidobacterium* можуть опосередковано впливати на вищезазначені мікроорганізми — через стимуляцію імуногенезу.

Біфідобактерії у значній кількості наявні у складі первинної фізіологічної мікробіоти, яка формується у неонатальному віці у здорового немовляти. Переважна частина бактерії роду *Bifidobacterium* міститься у товстій кишці. Їх кількість у дитячому організмі відповідає 90 % від усіх мікроорганізмів. Чисельність біфідобактерій у немовлят за нормою становить  $10^{10}$ - $10^{11}$  КУО/г, у дітей старшого віку та дорослих -  $10^9$ - $10^{10}$  КУО/г.

Найпоширенішими у шлунково-кишковому тракті людини є такі біфідобактерії: *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium animalis*, *Bifidobacterium catenulatum*, *Bifidobacterium pseudocatenulatum* тощо. У дітей — *B. breve*, *B. infantis*, *B. longum*.

Біфідобактерії, як найбільш строгі анаероби, колонізують в організмі людини найближчу до епітелію зону, де завжди підтримується від'ємний окисно-відновний потенціал (причому не лише в товстій кишці, а й в інших, більш аеробних біотопах організму: в ротоглотці, піхві, на шкіряних покровах). У жінок, під час вагітності, концентрація біфідобактерій різко зростає, що пов'язано з функцією біфідобактерій матері як одного з найважливіших факторів захисту організму новонародженого від колонізації його потенційними патогенами [5].

Захист організму дитини від зовнішніх інфекцій і створення умов для інтенсивного функціонування ефективних механізмів імунної відповіді — є основною природною функцією біфідодомінантної мікрофлори.

Бактерії роду *Bifidobacterium* відіграють важливу роль в стимулюванні роботи імунної системи організму, виробляють антибактеріальні речовини, запобігають прикріпленню патогенних мікробів до стінок кишечника, синтезують вітаміни і беруть участь в травленні за рахунок здатності розщеплювати складні харчові вуглеводи, які не можуть бути засвоєні організмом.

Отже, дослідження бактерій роду *Bifidobacterium* - як основних пробіотичних бактерій — є особливо актуальним, так як у всьому світі біологічні бактеріальні препарати на основі біфідобактерій позитивно зарекомендували себе у якості засобів профілактики та лікування дисбактеріозу, що слугують доступним та поширеним методом на сьогодні.

*Список використаної літератури*

1. Лях В. Р., Червецова В. Г., Кричковська А. М. Пробиотики як сучасні превентивні препарати захворювань шлунково-кишкового тракту. Національний університет "Львівська політехніка". 2018. С. 72-75.
2. Старовойтова С. А., и др. Поиск штаммов бактерий родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* перспективных для создания пробиотиков. Научный вестник Ужгородского университета. 2019. Выпуск 26. С. 216-219.
3. Калініченко С. В. та ін. Сучасний стан розробки та застосування пробіотичних та синбіотичних препаратів. Видання «Інституту мікробіології та імунології ім. І. І. Мечникова Національної академії медичних наук України». 2013. Випуск 3. С. 5-9.
4. Смирнов В. В., Коваленко Н. К., Подгорский В. С., Сорокулова И. Б. Пробиотики на основе живых культур микроорганизмов. Микробиологический журн. 2002. Т.64, №4. С.62.
5. Функ И. А., Иркитова А. Н. Биотехнологический потенциал бифидобактерий. Издание Алтайского государственного университета ФГБНУ СибНИИС. Барнаул. 2016. №2. С. 67-79.

## Наукове видання

III том збірника тез доповідей X Ювілейної Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених «**Хімія та сучасні технології**», що відбувалась 23-24 листопада 2021 р.

Набір здійснено з готових оригіналів-макетів, які були надані авторами доповідей в електронному вигляді. Відповідальність за зміст окремих публікацій, їх орфографію та якість рисунків несуть автори тез.

Оригінал-макет виготовлений РВВ ДВНЗ УДХТУ

Технічне редагування О.О. Зогаль  
Комп'ютерна верстка Т.М. Кіжло

Редакційно-видавничий відділ ДВНЗ УДХТУ  
49005, Дніпро, пр. Гагаріна, 8  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №5026 від 16.12.2015 р.

Підписано до друку 26.11.2021. Формат 60x84 1/16. Папір офсетний № 1.  
Друк різнограф. Гарнітура Times New Roman.  
Облік.-видавн. арк. 9,36.  
Тираж 300 прим. Зам. № 116.