

**РОЗДІЛ IV.**  
**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СУЧАСНОЇ ХІМІЧНОЇ НАУКИ**  
**ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ У ФАХОВУ ПІДГОТОВКУ МАЙБУТНЬОГО**  
**ВЧИТЕЛЯ ХІМІЇ**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОРБЦІЇ ІОНІВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**  
**ЗІ СТІЧНИХ ВОД ПАЛИГОРСЬКІТОМ ЧЕРКАСЬКОГО РОДОВИЩА**

**Василінич Т.М.**, кандидат технічних наук, доцент

**Малаш Ю.С.**, студентка магістратури

Вінницький державний педагогічний університет імені М.М. Коцюбинського

**Василишина О.В.**,

Вінницький торгівельно-економічний інститут КНТЕУ

Протягом останніх років у світовому масштабі техногенне навантаження на біосферу зростає. Збільшуються викиди шкідливих газів у атмосферу, кількість відходів, які утворюються при видобутку корисних копалин, промисловій діяльності, в побуті, забруднюється водний басейн [1].

Джерелами забруднення вод важкими металами служать стічні води гальванічних цехів, підприємств гірничодобувної, чорної і кольорової металургії, машинобудівних заводів. Важкі метали входять до складу добрив і пестицидів і можуть потрапляти у водойми разом зі стоками з сільськогосподарських угідь. Вони суттєво знижують якість водних середовищ, що робить воду несприятливою для використання як для населення, так і для тваринного та рослинного світу [2].

Існуючі допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водних об'єктів, обмежують вміст купруму для водоймищ господарсько-питного водопостачання на рівні  $0,1 \text{ г/м}^3$ , а для водоймищ рибогосподарського призначення  $0,005 \text{ г/м}^3$  [1].

Враховуючи токсичність іонів купруму(II) (друга група токсичності) та можливість втрати такого кольорового металу як мідь, який має дуже широке застосування у найрізноманітніших галузях промисловості, а також керуючись принципами створення маловідходних екологічно чистих технологій, дуже важливим є питання вилучення іонів купруму(II) із стічних вод та розробка ефективних методів водоочищення [2].

Очищення водних розчинів за допомогою дисперсних сорбентів відповідає багатьом вимогам екологічно чистого та енергоощадного виробництва. Додавання таких природних глинистих сорбентів при очищенні стічних та забруднених природних вод на стадії відстоювання дозволить позбавитись забруднюючих домішок шляхом адсорбції, при цьому зберігаючи її структуру та мінералізацію.

Бентонітові та палигорськітові глини Черкаського родовища – природний матеріал, котрий має унікальні властивості щодо застосування в сучасних

промислових технологіях. Природні високодисперсні силікатні матеріали (глини) мають високорозвинену поверхню, прості й дешеві у використанні, що вигідно відрізняє їх від штучно створених сорбентів [3].

Експериментальна частина роботи полягала у визначенні залишкової концентрації іонів купруму (II) у пробах зі стічною водою в статичних і динамічних умовах, а саме: в процесі поглинання іонів важкого металу різних концентрацій однаковим шаром адсорбенту.

Для проведення експерименту використовували вихідні розчини купрум(II) хлориду. Точне значення концентрації іонів металу в таких розчинах встановлювали йодометричним методом. Концентрація вихідних розчинів купрум (II) хлориду становила відповідно 250 та 300 мг/л.

Повноту вилучення палигорськітом іонів купруму досліджували в статичному і динамічному режимах, щоб зрозуміти можливості використання цього природного адсорбенту для очищення води.

Для цього наважку палигорськіту (5 г) поміщали в конічні колби, що містили 50 мл розчину купрум (II) хлориду з концентраціями 250 і 300 мг/л, і залишали на 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 24 та 48 год.

Як свідчать результати експерименту у вихідному розчині з концентрацією іонів купруму (II) 250 мг/л максимальне поглинання досягається за 24 години. (табл. 1).

Таблиця 1

**Значення залишкової концентрації та ступінь поглинання іонів купруму(II)**

Час, год	Статичні умови		Динамічні умови	
	$C_{Cu^{2+}}$ , мг/л	$\epsilon$ , %	$C_{Cu^{2+}}$ , мг/л	$\epsilon$ , %
1	137,01	45,2	80,96	67,62
2	135,2	45,92	74,73	70,11
3	130,8	47,68	68,51	72,6
4	112,3	55,08	62,28	75,09
5	112,3	55,08	62,28	75,09
6	99,6	60,16	51,35	79,46
7	99,6	60,16	51,35	79,46
8	99,6	60,16	43,14	82,74
24	93,4	62,64	43,14	82,74
48	93,4	62,64	43,14	82,74

За результати експерименту, при концентрації іонів металу 250 мг/л найвищий ступінь адсорбції спостерігається через 24 години в статичних умовах і становить 62,64 % і через 8 годин в динамічних умовах й становить 82,74 %.

Аналогічні дослідження проводилися і для розчинів з концентрацією іонів купруму (II) 300 мг/л. Як свідчать результати експерименту, максимальне поглинання іонів купруму(II) відбувається впродовж 1-2 годин. Найвищий

ступінь поглинання в статичних умовах спостерігається через 24 години – 75,09%; в динамічних умовах через 5 годин – 83,39 %. Ефективність сорбції зростає в динамічних умовах.

Отже, експериментально було доведено високу ефективність очищення стічних вод від іонів купруму (II) палигорськітом та встановлено, що ефект сорбції підвищується при динамічних умовах, тому очищення доцільніше проводити саме при таких умовах.

#### **Список використаних джерел:**

1. Запольський А.К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод/ Запольський А.К., Мішкова-Клименко М.А., Астрелін І.М. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
2. Малаш Ю.С. Дослідження сорбційного вилучення іонів важких металів зі стічних вод природними адсорбентами/ Ю.С. Малаш// Актуальні проблеми сучасної науки та наукових досліджень: зб. наук. пр. – Вип.3 (6); Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського. – Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2014. – С. 420-424.
3. Третинник В.Ю. Природные дисперсные минералы Украины и перспективы их использования в технологии водоочистки/ В.Ю. Третинник// Химия и технология воды. – 1984. – Т.20. – №2. – С. 183-189.

## **ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД ВІД ІОНІВ ХРОМУ (III) ГЛИНИСТИМИ МІНЕРАЛАМИ**

**Василінич Т.М.**, кандидат технічних наук, доцент

**Господарець О. М.**, студентка 4-го курсу напряму підготовки «Хімія»  
Вінницький державний педагогічний університет імені М.М. Коцюбинського

**Василишина О.В.**,

Вінницький торгівельно-економічний інститут КНТЕУ

**Вступ.** Забруднення природних вод іонами важких металів є екологічною проблемою, що не має на сьогоднішній день ефективного вирішення. Важкі метали, такі як мідь, свинець, залізо, нікель, цинк, хром, відносяться до стійких хімічних забруднювачів кумулятивної дії з специфічними токсичними властивостями. Джерелами забруднення вод важкими металами служать стічні води гальванічних цехів, підприємств гірничодобувної, чорної і кольорової металургії, машинобудівних заводів. Важкі метали входять до складу добрив і пестицидів і можуть потрапляти у водойми разом зі стоками з сільськогосподарських угідь.

Ряд виробництв скидає стічні води, які містять солі хрому(III) або хромової кислоти: гальванічні цехи машинобудівних, приладобудівних, автомобільних, авіаційних заводів і т.п., цехи текстильних підприємств, хімічні заводи, які випускають хромпик та хромові квасці та ін.

Очищення промислових стічних вод від сполук хрому є актуальною проблемою сучасної прикладної екології. Як відомо, сполуки хрому(III) належать до 2-го класу небезпечності. Їх вміст у водоймах санітарно-побутового використання не повинен перевищувати ГДК для Cr (III) 0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

ГДК у воді водойми, яка використовується в рибогосподарських цілях, для Cr (III) – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>.

Вирішення цих питань вимагає впровадження екологічно безпечних, ефективних і водночас економічно доцільних технологій очищення води.

Аналіз останніх публікацій свідчить про доцільність застосування адсорбційних методів для очищення стічних вод від забруднювачів з використанням природних дисперсних мінералів як адсорбентів. Очищення водних розчинів за допомогою дисперсних сорбентів відповідає багатьом вимогам екологічно чистого та енергоощадного виробництва, що базується на принципі безвідходності. Потужні геологічні запаси, дешеве видобування породи, проста підготовка до транспортування та використання, можливість використання відпрацьованих сорбентів у інших технологіях – основні переваги використання природних мінералів.

Метою роботи є дослідження сорбційних характеристик бентонітових глин Черкаського родовища та перспективних напрямків їх використання в процесах очищення забруднених вод від іонів хрому.

Дослідження процесу сорбції іонів хрому в статичних та динамічних умовах проводили методом окремих наважок. Попередньо готували модельні розчини солей досліджуваного металу концентрацією 0,5 г/л, використовували шар адсорбенту – 5 г на 50 см<sup>3</sup> модельної води, тривалість процесу становила від 1 год до 24 год. Після закінчення процесу сорбції розчини відділяли від твердої фази фільтруванням. Дослідження в динамічних умовах проводились в апараті з мішалкою за фіксованого числа обертів мішалки (300 об/хв.) та термостатованої температури (20°C). Концентрацію іонів хрому визначали титриметрично. Результати досліджень наведені у таблиці.

Таблиця

Зміна концентрації хрому(III) у пробах від часу (початкова концентрація іонів хрому(III) становить 0,5 г/л, шар адсорбенту 5 г, t=20°C)

τ, год	Статичні умови	Динамічні умови
	Залишкова концентрація C <sub>τ</sub> (Cr <sup>3+</sup> ), г/л	
1	0,372	0,318
2	0,354	0,300
3	0,309	0,272
4	0,283	0,245
5	0,236	0,218
6	0,200	0,182
7	0,164	0,138
8	0,136	0,117
9	0,118	0,109
10	0,109	0,099
11	0,099	0,091
12	0,098	0,082
24	0,091	0,077

Результати досліджень показали, що зі збільшенням часу кількість поглинених іонів хрому (III) зростає. Максимальне поглинання досягається за 24 години і становить: в динамічних умовах 81,8%, в статичних 84,6%.

**Висновки.** Як свідчать результати експерименту, максимальне поглинання іонів хрому (III) відбувається впродовж 1-2 годин, а практично повне – через 24 години. Ефективність сорбції зростає в динамічних умовах.

Перспективність та ефективність застосування палигорськітових глин для очищення стічних вод підтверджується їх перевагами перед іншими сорбентами, а саме: вони виграють у доступності, собівартості, в можливості регенерації та багаторазового використання.

#### **Список використаних джерел**

1. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища / Джигирей В. С. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2002. – 203 с.
2. Систематизація процесу знешкодження хромвмісних стічних вод гальванічного виробництва різної концентрації та складу [Електронний ресурс] / Н. М. Корчик, М. В. Яцков, С. В. Белікова // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – 2009. – №1. – С. 159.
3. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: підручник / [А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко, І. М. Астрелін, М. Т. Брик, П. І. Гвоздяк, Т. В. Князькова]. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.

## **ШТУЧНІ ПОЛІМЕРИ, МОДИФІКОВАНИЙ КРОХМАЛЬ**

**Голодаєва О.А.** кандидат хімічних наук, доцент,

**Форостовська Т.О.** викладач,

**Винник О.В.**

Кіровоградський державний педагогічний університет  
імені Володимира Винниченка

У сферу інтересів особистості входить її вміння взаємодіяти з навколишнім світом, адаптуватися до нього і, при необхідності змінювати у власних цілях. Звідси основні цілі та завдання сучасного освіти: не просто забезпечити засвоєння учнями основного змісту навчальних предметів, а сформувані у них на основі отриманих знань відповідний стиль мислення і діяльності, загальну і функціональну грамотність, практичну і інтелектуальну компетентність, розвинути здібності до орієнтації в суміжних областях діяльності і культури. Отже, і результати освіти повинні бути оцінені не з точки зору формального знання, а з точки зору сформованості умінь застосовувати отримані знання для вирішення конкретних життєвих завдань.

У цих умовах однією з найактуальніших проблем методики і практики викладання хімії стає проблема практико-орієнтованості предметних знань та їх реалізованості учнями у власній життєдіяльності. Знання ужиткового характеру, в тому числі і ужиткові хімічні знання, людина набуває не тільки

цілеспрямовано в процесі навчання, а й стихійно в процесі життєдіяльності.

На пакуваннях багатьох харчових та побутових продуктів, лікарських засобах значиться, що до їх складу входить модифікований крохмаль. Проте слово “модифікований” викликає багато страху і сумнівів. Тому під час вивчення вуглеводів доцільно звернутися до питання модифікованого крохмалю, який повсякденно використовується у побуті людиною.

Крохмаль — одна із найважливіших речовин у світі. Людство отримує із крохмалю енергії більше, ніж з будь-якої іншої речовини. Проте дещо інша ситуація склалася з його модифікаціями. Для покращення функціональних властивостей натуральний крохмаль хімічно змінюють, внаслідок чого він набуває заздалегідь заданих параметрів. Згідно з ДСТУ 4380:2005 «Крохмаль модифікований. Загальні технічні умови», модифікований крохмаль - це крохмаль, одержаний внаслідок фізичної, хімічної, біохімічної або комбінованої обробки природного крохмалю для зміни його властивостей [1]. Як бачимо з визначення, модифіковані крохмалі не відносяться до генно-модифікованих продуктів. Для виробництва крохмалю можуть бути використані генетично-модифіковані рослини (картопля, кукурудза тощо). Проте сам крохмаль і його модифікації, на думку вчених, можуть містити лише сліди, окремі фрагменти зміненої ДНК [5]. Різноманітні модифіковані крохмалі стали необхідним інгредієнтом більшості продуктів харчування, доступних сьогодні міським жителям. Вони застосовуються у якості загусників, стабілізаторів, наповнювачів та емульгаторів і входять до Переліку харчових добавок, дозволених до використання у харчових продуктах (затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 04.01.1999 № 12 з доповненнями).

Розрізняють біологічні, фізичні і хімічні способи обробки крохмалю, які дозволяють помітно змінити їх будову і властивості. За змінами, які мають місце у природних видах крохмалю, виділяють наступні основні види модифікації: набухання, деполімеризацію, стабілізацію (утворення похідних без поперечного зшивання молекул), утворення поперечнозшитих полімерних ланцюгів. У багатьох випадках модифіковані види крохмалю можуть бути одночасно стабілізованими і поперечнозшитими.

Модифіковані види харчового крохмалю переважно отримують із використанням наступних способів хімічного обробки, а також їх поєднання:

- етерифікація оцтовим і янтарним ангідридами, сумішшю ангідридів оцтової і адипінової кислот, ангідридом октинілянтарної кислоти, фосфорилхлоридом, триметофосфатом і натрій триполіфосфатом, а також однозаміщеним натрій ортофосфатом з утворенням складноєфірних похідних;

- етерифікація оксидом пропілену, з утворенням етерів, кислотна модифікація хлористоводневої і сульфатної кислот, з утворенням гідролізованих продуктів;

- відбілювання гідроген пероксидом, наоцтовою кислотою, калій перманганатом і натрій гіпохлоридом;

- окиснення натрій гіпохлоридом.

Створюються нові види деструктурованих, набухаючих і етерифікованих

різновидів крохмалю для харчових або технічних цілей.

За останні роки проведено чисельні дослідження щодо поліпшення властивостей і створення нових видів модифікованого крохмалю [2,3].

У Німеччині на основі картопляного крохмалю створені желуючі види під фірмовою назвою Refecta gelchem [4]. Продукти на їх основі характеризуються високою чистотою, еластичністю, стабільністю під час тривалого зберігання і можуть використовуватись для приготування багатьох кондитерських виробів.

Крохмалі, дозволені для використання в продуктах харчування, вважаються безпечними, і не повинні негативно впливати на здоров'я людини. Але споживачеві не варто забувати про індивідуальні особливості організму. Традиційний для України картопляний крохмаль не можна вживати діабетикам, а модифіковані крохмалі можуть бути використані і в дієтичних продуктах харчування. Проте всі синтетичні добавки умовно можна віднести до класу підозрілих і, відповідно, потенційно небезпечних для людини. Адже вони є ксенобіотиками – речовинами, з якими людський організм на еволюційному шляху не зустрічався. Зважте на це, і не перенасичуйте свій організм «хімією» [5].

#### Список використаних джерел

1. Крохмаль модифікований. Загальні технічні умови: ДСТУ 4380:2005. - [Чинний від від 2005-02-28] . - К. Держспоживстандарт України, 2006. - IV, 28с. - (Національний стандарт України).

2. Carneiro M.C., Ribas G.P., Hamacher S. Risk Management in the Oil Supply Chain: A CVaR Approach // Ind. Eng. Chem. Res. - 2010. - Vol 49, N 7. - P 3286–3294.

3. S. Khor, B. Chachuat, and N. Shah Optimization of Water Network Synthesis for Single-Site and Continuous Processes: Milestones, Challenges, and Future Directions Cheng. // Ind. Eng. Chem. Res. - 2014. - Vol 53, N 25. - P 10257–10275.

4. Planning and Scheduling under Uncertainty: A Review Across Multiple Sectors // Verderame P. M., Elia J. A., Li J., Floudas C. A. et al // Ind. Eng. Chem. Res. - 2010. - Vol 49, N 9. - P 3993–4017.

5. S. Husby, S Koletzko, I.R. Korponay-Szabo European society for pediatric gastroenterology, Hepatology, and nutrition guidelines for the diagnosis of celiac disease.// Clinical Guideline. - 2012. - Vol 54, N 1. - P. 136-160.

## БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСІВ ТІОСЕМИКАРБАЗОНІВ

Гуменюк Я.С., студентка магістратури

Вовк М.В., доктор хімічних наук, професор

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

Упродовж останніх 15–20 років значну увагу приділяють дослідженню комплексних сполук перехідних металічних елементів з органічними лігандами, зокрема з поліфункціональними тіосемикарбазонами, в зв'язку з можливістю створення на їх основі нових лікарських засобів. Для багатьох з цих комплексів характерна висока біологічна активність: протипухлинна,

антибактеріальна та фунгіцидна. За своїми фармацевтичними властивостями вони часто перевершують вихідні компоненти, що входять до їх складу, оскільки комплексоутворення запобігає гідролізу солей у фізіологічних середовищах, зменшує токсичність і сприяє проникненню діючої речовини через мембрану клітини.

Комплексні сполуки тіосемикарбазонів є перспективними об'єктами для синтезу нових біологічно активних речовин, в тому числі лікарських засобів і пестицидів.

Тіосемикарбазони – важливий клас органічних речовин загальної формули (Рис. 1), які завдяки високій біологічній активності, а також здатності утворювати стійкі комплексні сполуки з йонами металічних елементів знайшли широке практичне застосування.

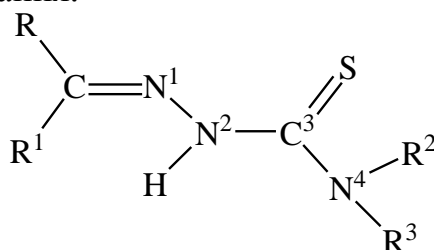


Рис.1. Загальна формула тіосемикарбазонів

Завдяки тому, що їх структурні одиниці містять чотири нуклеофільні реакційні центри: три атоми Нітрогену і атом Сульфуру, в реакціях комплексоутворення ці потенційно полідентатні ліганди координуються до центрального йона металічного елементу переважно бідентатно одним з атомів Нітрогену гідразинної групи та атомом Сульфуру тіокарбонільної групи, утворюючи чотири- або п'ятичленні металоцикли хелатного типу. Однак, у ряді випадків вони можуть координуватись і монодентатно тільки атомом Сульфуру.

Введення в структуру тіосемикарбазонів додаткових нуклеофільних реакційних центрів у положення, сприятливі для хелатоутворення, збільшує їх дентатність у реакціях з йонами металічних елементів та сприяє значному підвищенню стійкості комплексних сполук, отриманих за участю таких металохелаторів.

Тіосемикарбазони, особливо їх функціонально заміщені похідні, виявляють високу біологічну активність, що пов'язано з здатністю цих сполук зв'язувати в стійкі комплекси йони біологічно важливих металічних елементів і зменшувати їх концентрацію у внутрішньоклітинному середовищі, а також утворювати координаційні інтермедіати з фрагментами структур біологічних мішеней (протеїнів, ензимів, нуклеїнових кислот, клітинних рецепторів, тощо).

Проведені наукові дослідження показали, що протипухлинна дія тіосаліцилальдегід-N<sup>4</sup>-фенілтіосемикарбазону обумовлена його здатністю утворювати стійкий комплекс хелатного типу з Fe(III) (Рис. 2), значно знижуючи концентрацію йонів Феруму(III) в середовищі пухлинних клітин.

Біс-тіосемикарбазони запропоновано як потенційні фармацевтичні препарати для лікування хвороби Альцгеймера, завдяки їх здатності зменшувати внутрішньоклітинну концентрацію йонів Zn і Cu(II).



Протипухлинна активність ди-2-піридилкетон-4,4-диметил-3-тіосемикарбазону також пов'язана з здатністю цього реагенту утворювати хелатні комплекси з йонами Купруму(II) і Феруму(III) (Рис. 2).

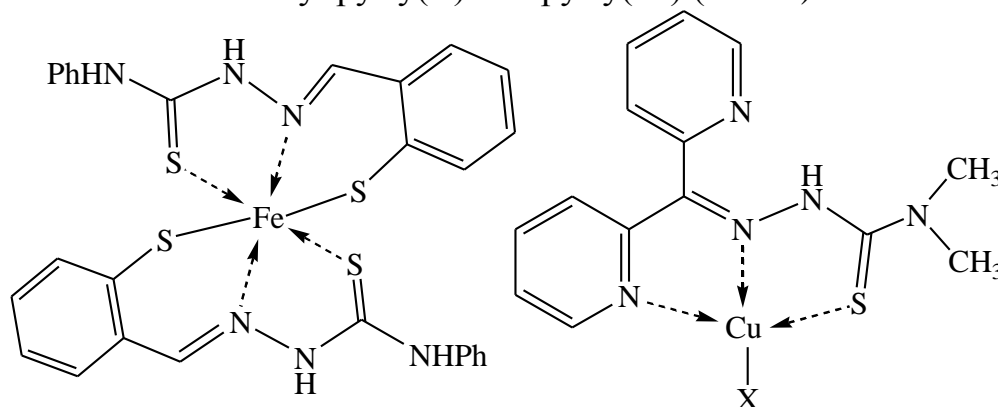


Рис. 2 Хелатні комплекси похідних тіосемикарбазонів з Ферум(III) та Купрум(II)

На основі функціонально замічених похідних тіосемикарбазону розроблено ряд відомих фармацевтичних засобів, серед яких слід відзначити тіоацетазон (*N*-{4-[(етантіоамідоіміно)метил]феніл}ацетамід), який використовують для лікування хворих на туберкульоз, протипухлинний препарат триапін (3-амінопіридин-2-карбоксальдегідтіосемикарбазон), а також антивірусний препарат метісазон (1-метилізатин-3-тіосемикарбазон) (Рис. 3).

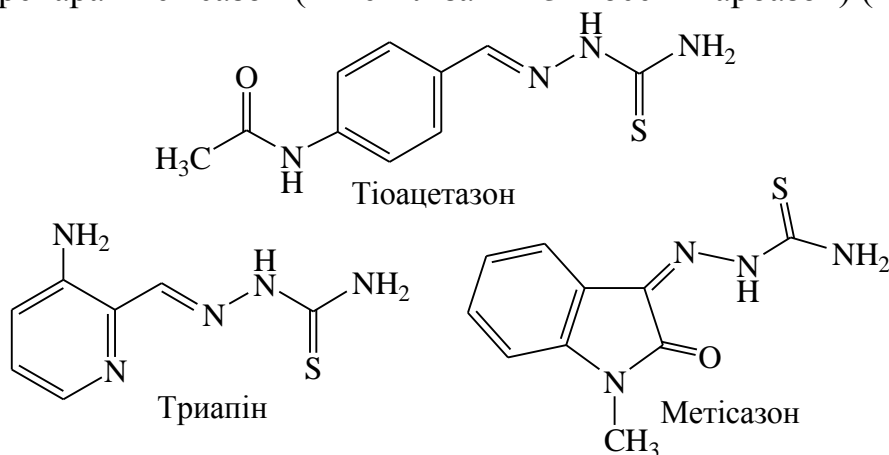


Рис. 3. Лікарські засоби на основі похідних тіосемикарбазонів

Отже, реакції комплексоутворення функціоналізованих тіосемикарбазонів з йонами біологічно важливих металічних елементів, які входять до складу ензимів і протеїнів, а також беруть участь у метаболічних перетвореннях живих організмів, становлять інтерес як процеси, що моделюють взаємодію металовмісних ензимів і протеїнів з їх інгібіторами. Розуміння цих процесів має важливе значення для біохімії і фармацевтичної хімії.

Вивчення біологічної активності комплексних сполук тіосемикарбазонів з йонами перехідних металічних елементів може бути використано для створення нових біологічно активних речовин, в тому числі лікарських засобів і пестицидів.

#### Список використаних джерел:

1. Casas J.S., García-Tasende M.S., Sordo J. Main group metal complexes of semicarbazones and thiosemicarbazones. A structural review. // *Coord. Chem. Rev.* – 2000. – V. 209. – P. 197–261.

2. Campbell M.J.M. Transition metal complexes of thiosemicarbazide and thiosemicarbazone. // *Coord. Chem. Rev.* – 1975. – V. 15, № 2–3. – P. 279–319.
3. Alahari A., Trivelli X., Guérardel Y., Dover L.G., Besra G.S., Sacchettini J.C., Reynolds R.C., Geoffrey D. Coxon G.D., Kremer L. Thiacetazone, an antitubercular drug that inhibits cyclopropanation of cell wall mycolic acids in mycobacteria. // *PLoS ONE.* – 2007. – № 12, P. 1343.
4. Popović-Bijelić A., Kowol C.R., Lind M.E.S., Luo J., Fahmi Himo F., Enyedy E.A., Arion V.B., Gräslunda A., Ribonucleotide reductase inhibition by metal complexes of Triapine (3-aminopyridine-2-carboxaldehyde thiosemicarbazone): A combined experimental and theoretical study. // *J. Inorg. Biochem.* – 2011. – V. 105, № 11 – P. 1422–1431.
5. West D.X., El-Sawaf A.K., Bain G.A. Metal complexes of N(4)-substituted analogues of the antiviral drug methisazone {1-methylisatin thiosemicarbazone}. // *Transition Met. Chem.* – 1998. – 23, № 1. – P. 1–6.

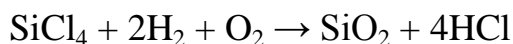
## НАНОКОМПОЗИТИ З АДСОРБЦІЙНИМ ШАРОМ НА ПОВЕРХНІ

**Греля І.С.**, студентка магістратури,  
**Прибора Н.А.**, кандидат педагогічних наук  
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

Адсорбційне модифікування та фізико-хімічні процеси, що відбуваються з поверхнею високодисперсного кремнезему, наразі є об'єктом інтенсивних досліджень. Кремнезем, або силіцій(IV) оксид, – це найбільш поширена і стійка сполука Силіцію. В природі кристалічний силіцій(IV) оксид головним чином трапляється у вигляді мінералу кварцу. Аморфний силіцій(IV) оксид є значно менш поширеним, ніж кристалічний. На дні морів існують відкладення тонкого пористого аморфного кремнезему, який називають трепел, або кізельгур.

Структурні характеристики кремнезему залежать від способу його одержання [2].

Аморфний високодисперсний кремнезем добувають шляхом високотемпературного гідролізу силіцій тетрахлориду у воднево-кисневому полум'ї за схемою:



Насправді цей екзотермічний процес значно складніший, оскільки включає багато стадій. Замість  $\text{SiCl}_4$  для спалювання можуть використовуватися і інші леткі сполуки Силіцію [5].

Аморфний непористий високодисперсний кремнезем, який складається з нанорозмірних частинок (нанокремнезем), на сьогоднішній день використовується як вихідна речовина для виготовлення медичних препаратів сорбційно-детоксикаційної дії. Створення на основі нанокремнезему та біологічно-активних сполук (БАС) біонанокompatитів із заданими характеристиками за спектром дії та формою застосування відкриває нові широкі можливості для його використання в медицині. Одним із перспективних способів одержання біологічно-активних сполук є адсорбційне модифікування, яке полягає в тому, що поверхню нанокремнезему покривають шаром

речовини, що міцно утримується за рахунок адсорбційних сил [4].

Адсорбційне модифікування дозволяє ефективно регулювати комплекс властивостей високодисперсного кремнезему, в тому числі: фізико-хімічні – зокрема, адсорбційну активність по відношенню до різних сполук; структурно-механічні – в'язкість, седиментаційну і агрегативну стійкості суспензій; фармако-біологічні – біосумісність, а також осмотичну активність.

Для синтезу модифікованих кремнеземів із необхідним комплексом властивостей дуже важливою є можливість одержувати задану ступінь покриття поверхні з контрольованою будовою адсорбційного шару, що визначається природою міжмолекулярних взаємодій адсорбат-адсорбат та адсорбат-адсорбент [3].

Адсорбційні і хімічні властивості високодисперсного кремнезему визначаються головним чином наявністю на його поверхні структурних гідроксильних (силанольних) груп та сорбованих молекул води. На даний час накопичено великий експериментальний та теоретичний матеріал про вміст і властивості силанольних груп на поверхні високодисперсного кремнезему [1].

Незважаючи на численні багаторічні дослідження, до сьогоднішнього часу залишається дискусійним питання про вклад різних поверхневих центрів у взаємодію з адсорбованими молекулами. Проте такі знання є дуже важливою передумовою для того, щоб надати модифікованому кремнезему необхідних властивостей.

Тому для цілеспрямованого адсорбційного модифікування нанокремнезему необхідне глибоке розуміння фізико-хімічних процесів, які при цьому відбуваються. Дослідження особливостей адсорбційних взаємодій біологічно-активних сполук з активними центрами поверхні високодисперсного кремнезему в різних дисперсійних середовищах є важливою та актуальною задачею як з наукової, так і з практичної точки зору.

Воно дає можливість більш глибокого теоретичного розуміння структури речовин та суті багатьох природних і технологічних процесів. Наразі важко знайти галузь промисловості, де б не використовували колоїдні або інші високодисперсні системи.

Детальне вивчення та дослідження особливостей адсорбційних взаємодій на поверхні високодисперсних сполук є актуальним питанням сучасної хімічної науки. Відтак, вважаємо, необхідним впровадження відомостей щодо одержання та використання наноконструктивів у процес підготовки студентів-хіміків.

Знання, що одержують майбутні вчителі в курсі «Колоїдна хімія», «Хімія високомолекулярних сполук», «Неорганічна хімія» є розрізненими і несистемними. Тому вважаємо за доцільне впровадження для студентів хімічних спеціальностей педагогічних університетів спеціальні курси з вивчення фізико-хімічних поверхневих явищ, а також адсорбції і адсорбційних процесів. Це дасть змогу не лише здобути ґрунтовні фахові знання, а й досягти високого загальнокультурного розвитку.

#### Список використаних джерел

1. Mathias J., Wannermacher G. Basic characteristics and applications of aerosil. 30. The

chemistry and physics of the aerosil surface // J. Colloid and Interface Sci. – 1988. – V. 125, № 1. – P. 61–68.

2. Айлер Р. Химия кремнезёма: пер. с англ. / Р.Айлер. – М.: Мир, 1982. – Ч. 1, 2. – 1127 с.

3. Киселёв А.В. Межмолекулярные взаимодействия в адсорбции и хроматографии / А.В.Киселев. – М.: Высшая школа, 1986. – 360 с.

4. Носач Л.В. Особливості взаємодії деяких біологічно активних сполук та полімерів з поверхнею високодисперсного кремнезему: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. хім. Наук / Л.В.Носач. – Київ, 2007. – 20 с.

5. Чуйко А.А. Строение и химия поверхности кремнезема / А.А. Чуйко, Ю.И. Горлов, В.В. Лобанов. – Киев: Наукова думка, 2007. – 354 с.

## **ЗАБРУДНЕННЯ ГОРМОНАМИ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ ТА ВПЛИВ ГОРМОНІВ ТВАРИННОГО ПОХОДЖЕННЯ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ**

**Дабіжук Т. М.**, кандидат біологічних наук, доцент

**Чесалової О.В.**, студента магістратури

Вінницький державний педагогічний університет імені М.М. Коцюбинського

Тенденцією сьогодення є використання в продуктах харчування різноманітних харчових добавок, які знижують їх вартість, підвищують тривалість зберігання, роблять зовнішній вигляд привабливим для покупця тощо. Та часто за всі ці переваги споживач платить своїм здоров'ям.

У сучасному промисловому тваринництві та птахівництві для збільшення виробництва продукції нерідко використовуються різні гормональні стимулятори росту (прогестерон, тестостерон, естрадіол тощо), що може призводити до їх надмірного накопичення в м'ясі і м'ясопродуктах. Це становить серйозну небезпеку для здоров'я людини, оскільки дані сполуки порушують обмінні процеси і гормональний стан організму, впливають на серцеву діяльність, можуть мати канцерогенні властивості [1].

Організм людини захищений від багатьох шкідливих речовин, що надходять у нього з їжею (таких як шкідливі харчові добавки) – він може нейтралізувати і вивести невелику кількість шкідливих речовин ще до того, як вони встигнуть завдати серйозної шкоди здоров'ю. Але перед гормонами в продуктах харчування ми беззахисні.

Про те, які добавки присутні в тому чи іншому продукті, можна дізнатися – це написано на упаковці. Про присутність гормонів у продуктах харчування ніде не повідомляється. Введення гормональних стимуляторів до раціонів сільськогосподарських тварин призводить до порушення обмінних процесів в організмі птиці, тварин і, як наслідок, змін структури, хімічного складу, біологічної цінності м'яса. Гормональні препарати в м'ясі можуть істотно порушувати гормональні процеси та спричиняти тяжкі хвороби в людини.

Використання гормональних препаратів потребує додаткових досліджень щодо їхньої токсикології, накопичення в клітинах і тканинах організму, тому дослідження методів визначення гормонів у продуктах харчування тваринного походження є актуальним для сучасної науки та практики.

Схожими дослідженнями займалися О.А. Лихолат, О.В. Вишнікіна. Після відповідних досліджень вони зробили висновок, що, зважаючи на можливості й величину поставок продовольства, у сучасному суспільстві неможливо гарантувати, що всі харчові продукти є безпечними для споживачів. Також відповідними дослідженнями займалась Л. М. Коваленко. У своїй праці «Гормони в продуктах харчування і їх вплив на організм людини» вона зробила висновок, що продукція, отримана таким способом, часто буває забруднена залишковими кількостями небезпечних речовин та вживання харчових продуктів із вмістом у них гормональних препаратів має негативні наслідки для організму людини, починаючи від стресу й закінчуючи утворенням ракових пухлин.

Мета статті – аналітичний огляд літературних джерел із проблеми контролю якості продуктів тваринництва, зокрема м'яса, на предмет залишкових гормональних препаратів та впливу гормонів тваринного походження на життєдіяльність організму людини.

Масштаби, у яких виробляється м'ясо, величезні. На практиці багато сільськогосподарських тварин, призначених на м'ясо, все життя проводять у клітках і загонах. Корови, зазвичай, проводять лише кілька місяців на полях, а потім потрапляють на відгодівельні бази. У Європі це явище отримало назву «factory farming» – тваринництво фабричного типу, метою якого є змусити тварину набрати неприродно велику вагу в дуже короткі терміни. По-перше, тварин замикають у тісних клітках, де у них немає можливості рухатися. У результаті, енергія не витрачається на рух – все йде в набір маси. Через нестачу руху м'язи атрофуються, а м'ясо стає м'яким. Годують тварин неприродною їжею, що містить білки у вигляді кісткового борошна. Але всього цього було б недостатньо, якби не існувало гормонів, завдання яких прискорити «дозрівання» м'яса, зменшити вміст у ньому жиру і забезпечити бажану ніжну текстуру. У Європі застосування гормонів у тваринництві заборонено, але ніхто не перевіряє дотримання даної заборони. У США до використання для рогатої худоби схвалено шість гормональних стимуляторів росту: три натуральних – прогестерон, тестостерон і естрадіол-17β і три синтетичних – тренболон ацетат (ТВА), зеранол і меленгестрол ацетат (МГА). Гормональні стимулятори росту заборонені до використання для будь-яких видів, крім рогатої худоби. У тваринництві використовуються в основному жіночі та чоловічі статеві гормони. Жіночі гормони можуть вводитися самцям, а чоловічі – самкам. У результаті виходять тварини "середньої" статі, які швидко набирають велику вагу. Основними з використовуваних у тваринництві гормонів є: -жіночий

статевий гормон естрадіол і його синтетичний аналог, який володіє сильною фемінізуючою дією; -гормон вагітності прогестерон і його синтетичний аналог. Цей гормон готує організм до вагітності й виношування – збільшує апетит і уповільнює рух їжі по травному тракту, щоб дати можливість організму засвоїти більше поживних речовин; -чоловічий статевий гормон тестостерон і його синтетичний аналог. Гормон тестостерон сприяє зростанню м'язової маси. Всі гормони, за винятком меленгестролу, який додають у корм, імплантують у вуха, звідки вони і надходять у кров протягом всього життя тварини, аж до забою. При стійловому утриманні тварин за просто можуть підкормлювати тиреостатиками, які блокують вироблення гормонів щитовидної залози. При цьому корови починають рости на 30% швидше, так як організм тварини практично не витрачає енергії на теплообмін, всі калорії йдуть на м'язи. Але ці ж тиреостатики можуть вплинути і на щитовидну залозу людини, хоч і не в такій мірі, як у тварин [1,3,4].

Існує думка, що комерційні бройлери мають підвищені темпи росту через використання стероїдних гормонів у птахівничій промисловості. Але дослідження, проведене в Коста-Ріці, показує, що гормони не є хорошими стимуляторами росту для курки. Дане дослідження було проведене для оцінки маси тіла, стану харчового статусу і концентрації в крові деяких стероїдних гормонів у репрезентативній вибірці з 600 чоловічих і жіночих особин бройлерів, вирощених на комерційних фермах і порівняння їх з контрольною групою з 38 бройлерів обох статей, вирощених на експериментальній станції. У результаті дослідження не спостерігалось істотних відмінностей у концентрації стероїдних гормонів у сироватці крові між комерційним птахами і птахами з контрольної групи. Автори вважають, що висока маса тіла і швидкість росту, досягнуті цими бройлерами у віці 6-ти тижнів, не були пов'язані із застосуванням стероїдних гормонів у якості стимуляторів росту. Існує кілька факторів на користь ідеї, що гормони не є гарними стимуляторами росту для бройлерів. По-перше, стероїдні гормони в курей, що не несуться, знаходяться в крові дуже недовго, тому що вони мають більш високу швидкість метаболічного кліренсу (швидкість метаболічного кліренсу гормонів характеризує обсяг крові, що повністю і незворотно очищається від гормону за певний проміжок часу), ніж птахи несучки. Біологічно активний період напіврозпаду прогестерону в крові птаха становить приблизно 11 хв. Розрахований період напіврозпаду естрадіолу в крові – приблизно 28 хв. По-друге, генетично модифіковані кури живуть на більш високому рівні метаболізму. Збільшення швидкості їх зростання, ймовірно, призведе до збільшення смертності цих бройлерів через «калорійний» стрес. По-третє, застосовувати гормони в якості стимуляторів росту важко, тому що вони повинні бути введені в птаха, а такі методи не є практичними на фермах з тисячами бройлерів. І нарешті, ліпідний профіль, що в даному випадку представлений загальним аналізом холестерину і тригліцеридів, зазвичай використовується в якості оцінки стану харчового статусу. Відмінності рівня

загального холестерину і тригліцеридів, що спостерігаються в сироватці крові, між бройлерами від різних виробників і з контрольної групи дають підстави припускати, що кожен виробник має свою власну стратегію харчування. Тобто загальнопоширена думка про забруднене гормонами куряче м'ясо може бути хибною [5].

Жіночі та чоловічі статеві гормони (естрадіол і тестостерон), а також гормон вагітності прогестерон, що застосовуються при вирощуванні тварин на м'ясо, ідентичні гормонам людини [2].

Список проблем, що викликаються гормонами:

1. Гормони мають канцерогенні властивості – можуть призвести до раку молочних залоз і раку передміхурової залози.
2. Гормони можуть порушити гормональний баланс, особливо небезпечними вони є для дітей та підлітків.
3. Гормони викликають алергію та інші аутоімунні захворювання.
4. Гормони порушують репродуктивну функцію – як у чоловіків, так і у жінок.

Особливо важливо не порушувати гормональний баланс у дитячому віці. У дітей, які ще статеві не зрілі, концентрація статевих гормонів в організмі близька до нуля і найменше підвищення рівня гормонів вже є істотним. Слід також побоюватися впливу гормонів на плід, що розвивається, адже в період внутрішньоутробного розвитку ріст тканин і клітин регулюється точно відміряними кількостями гормонів. Відомо, що вплив гормонів є найбільш критичним в особливих періоди розвитку плоду – так звані ключові точки, коли навіть незначне коливання концентрації гормонів може призвести до непередбачуваних наслідків. Експериментально показано, що всі гормони, застосовувані в тваринництві, добре проходять через плацентарний бар'єр і потрапляють у кров плоду.

Виходячи з аналітичного огляду літературних джерел із контролю проблеми якості продуктів тваринництва, зокрема м'яса, на предмет залишкових гормональних препаратів, можна зробити висновок, що залишкові кількості гормональних препаратів у м'ясі можуть значно порушувати баланс гормонів в організмі людини і негативно позначатися на процесах життєдіяльності.

#### **Список використаних джерел**

1. Островская А.В. Содержание гормональных стимуляторов роста в мясе и усовершенствование метода их определения: Автореф. дис.... канд. биол. наук. – Москва, 2004. – 20 с.
2. Фармацевтична хімія: навчальний посібник / За ред. П.О. Безуглого. – Вінниця, НОВА КНИГА. – 2006. – 488 с.
3. Лебедева М.Б. Обоснование к использованию гормональных тестов в практике ветеринарной: Автореф. Дис. канд. ветеринарных наук. – Иваново, 1998. – 12 с.
4. Паршин А.А., Конопельцев И.Г., Сапожников А.Ф. Гормоны. Применение гормональных препаратов в ветеринарии. – Киров: ВГСА, 1998. — 112 с
5. I. Holst, M. Zumbado, M/ Corella. Serum sexual steroid hormones and lipids in commercial

## ОСАДЖЕННЯ АМОНІЮ З КОНЦЕНТРАТУ ІОННОГО ОБМІНУ

Джердж А.Я., студентки магістратури

Сакалова Г.В., кандидат технічних наук, доцент

Вінницький державний педагогічний університет імені М.М. Коцюбинського

Однією з основних задач сьогодення нашої держави та людства в цілому є збереження природних ресурсів навколишнього середовища та забезпечення екологічної безпеки. Скидання неочищених і недостатньо очищених стічних вод у водні об'єкти постійно погіршує їх становище. За даними Національної доповіді, із стічними водами в поверхневі води щороку скидається 194 тис. т амонійного азоту, 664 тис. т завислих речовин, 761 тис. т фосфатів та 1 млн. 474 тис. т нітратів, концентрації яких перевищують ГДК [3]. Біогенні елементи – азот і фосфор призводять до евтрофікації водних джерел, що є не допустимим як для екологічного балансу, так і людського життя. Одним з основних джерел надходження забруднюючих елементів до водних об'єктів є недостатньо очищені міські стічні води. Видалення біогенних елементів із стічних вод на сьогоднішній момент є першочерговою задачею при очищенні таких стічних вод. Ця ситуація стала поштовхом для інтенсифікації існуючих методів очищення та розробки нових технологій, споруд для видалення біогенних елементів із стічних вод.

Більшість каналізаційних очисних споруд України, збудовані в 60-70-і роки ХХ ст., не передбачали видалення біогенних елементів, концентрація яких в стічних водах була незначною[1].

Сучасні підходи для очищення стічних вод потребують складних конструктивних рішень, великих розмірів споруд, високого споживання електроенергії як на рециркуляцію мулу, так і на подачу повітря. При цьому не завжди вдається обійтися без доочищення, щоб отримати на виході допустимі концентрації забруднень, особливо сполук азоту та фосфору.

Дослідження з очищення стічної води від амонійного та інших забруднень проводилися методом хімічного осадження. Як осаджувачі були використані розчин хлориду магнію ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) з концентрацією  $Mg^{2+}$ -10000 мг/л та розчин гідрофосфату натрію ( $Na_2HPO_4$ ) з концентрацією  $PO_4^{3-}$  - 9500 мг/л. Для визначення оптимальних умов осадження амонійного азоту експерименти проводились за різних стехіометричних співвідношень  $Mg^{2+}$ :  $NH_4^+$ :  $PO_4^{3-}$  (1:1:1; 1,5:1:1; 1:1:1,5; 1,5:1:1,5). рН реакційної маси доводили до різних значень (7; 8; 9; 10; 10,5; 11) за допомогою 10%-го NaOH. рН реакційної маси визначалась за методикою [2] з використанням рН метра.

Вміст залишкових іонів амонійного азоту та фосфат - іонів у розчині



обчислювався за калібрувальним графіком. Калібрувальний графік був побудований згідно методики [4].

Проаналізувавши дані було знайдено залежність світлопоглинання від

вмісту амонійного азоту та  $P_2O_5$  в розчині. Результати розрахунків та  $\epsilon$  подані в табл. 1 та табл. 2.

Таблиця 1

Результати аналізу проб на вміст  $NH_4^+-N$  у розчині

№	pH	$V_{п,3}$ см <sup>3</sup>	Світло поглинання ( $y$ )	$C_{гр}(NH_4^+-N)$ , мг	$C(NH_4^+-N)$ , мг/дм <sup>3</sup>	$C_M(NH_4^+-N)$ , ммоль/дм <sup>3</sup>
1	7	2	0,479	0,7928	396,4	28,3
2	8	2	0,139	0,1861	93,1	6,6
3	9	10	0,266	0,4127	41,3	2,9
4	10	2	0,105	0,1254	62,7	4,5
5	10,5	2	0,215	0,3217	160,9	11,5
6	11	2	0,290	0,4546	227,8	16,3

Таблиця 2

Результати аналізу проб на вміст  $PO_4^{3-}$  у розчині

№	pH	$V_{п,3}$ см <sup>3</sup>	Світло поглинання ( $y$ )	$m(P_2O_5)$ , мг	$C$ ( $P_2O_5$ ), мг/дм <sup>3</sup>	$C$ ( $PO_4^{3-}$ ), мг/дм <sup>3</sup>
1	7	1,0	1,170	2,2809	2280,89	2828,30
2	8	1,0	0,410	0,6248	624,75	774,70
3	9	1,0	0,301	0,3872	387,23	480,17
4	10	1,0	0,330	0,4504	450,42	558,53
5	10,5	1,0	0,341	0,4744	474,40	588,25
6	11	1,0	0,329	0,4482	448,25	555,82

#### Висновки:

1. Реагентний метод дозволяє вилучати одночасно амоній та фосфати з досягненням ефективності очищення до 96,9% та до 99,7% відповідно.

2. Дослідження показали ефективність здійснювати видалення іонів амонійного азоту при pH 9 і становила - 41,3 мг/дм<sup>3</sup>, а фосфат - іонів при pH 9 становила – 480,17 мг/ дм<sup>3</sup>;

3. Розроблена методика проведення реагентного очищення забруднених стоків амонійним азотом і фосфат іонів.

#### Список використаних джерел

1. Концепція «Загальнодержавної програми розвитку та реконструкції централізованих систем водовідведення населених пунктів на 2012-2020 роки» від 22.08.2011

№ 1004-р // Офіційний вісник України. – 2011. – № 79. – С. 62.  
<http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1004-2011-p>.

2. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Методика фотометричного визначення амоній-іонів з реактивом Неслера в стічних водах. КНД 211.1.4.030-95 / Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. – К. : Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, – 1995. – 1-11 с.

3. Саблій Л. А. Анаеробно-аеробна технологія очищення промислових стічних вод / Л. А. Саблій, В. С. Жукова // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування : зб. наук. праць. – Рівне, 2009. – Вип. 3 (47). – Ч. 2. – 291–296 с.

4. Nach. SensIon 2. Portable pH/ISE meter. Instruction manual / Nach. – 2000. – 63 с.

## **ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КЛЕЙСТЕРИЗАЦІЇ КРОХМАЛЮ**

**Довгопол І.М.**, студентка 3 курсу,

**Богатиренко В.А.**, Кандидат хімічних наук, доцент

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

Крохмаль є тим природним полімером, без якого неможна уявити сучасне життя людини. Властивостями крохмалю як високополімерної речовини визначається його роль у технології борошномельного, круп'яного і хлібопекарського виробництв. Крохмаль використовують як стабілізатор для виготовлення емульсій, суспензій різного призначення. Крохмальний клейстер (з масовою часткою до 20 %), часто в суміші з розчином желатину, цукровим сиропом й іншими гранулюючими агентами є зв'язуючим компонентом у складі багатьох лікарських препаратів. Водні суспензії крохмалю виявляють адсорбційну активність, що обумовлює їх застосування у практиці нетрадиційної медицини, а вживання крохмалю поліпшує травлення і позитивно впливає на обмін холестеролу.

У дослідженні крохмалю найбільшу увагу привертає вивчення взаємодії зерен крохмалю з водою в широкому діапазоні температур, де величезне значення має процес клейстеризації, в якому відбувається глибока зміна властивостей крохмального субстрату. Однією з найбільш характерних ознак завершення процесу клейстеризації суспензій крохмалю є значне підвищення в'язкості й утворення напівпрозорого крохмального клейстеру. Абсолютна величина в'язкості останнього, швидкість збільшення в'язкості і температури, за яких починається і завершується клейстеризація, залежать не тільки від концентрації крохмалю, а й від багатьох факторів, значення яких до останнього часу ще не розшифровано до кінця.

Клейстеризація обумовлена руйнуванням нативної міцелярної структури крохмальних зерен унаслідок термічної обробки за наявності води. При нагріванні зерна крохмалю починають набухати, поступово збільшуються в об'ємі, у результаті чого низькомолекулярні фракції амілопектину і нерозгалужені молекули амілози здатні дифундувати з набряклих крохмальних зерен у водне середовище. У межах температур 55-80 °С розчинені у воді молекули розгалуженого амілопектину утворюють тривимірні сітки з

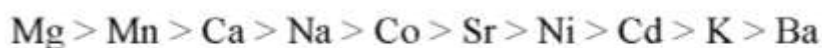
утворенням в'язкого клейстеру. При подальшому зниженні температури до кімнатної клейстер перетворюється на пружний гель з тривимірною структурою.

Розрізняють чотири стадії клейстеризації: набухання, розбухання крохмальних зерен, розбухання крохмальних бульбашок і розпад крохмальних бульбашок. Набухання (35-40 °С) супроводжується утворенням дрібних заглиблень і тріщин, а розбухання – перетворенням при 45-65 °С крохмальних зерен на аморфні драглисті бульбашки. Розбухання бульбашок пов'язане з розпадом великих бульбашок на дрібні при нагріванні до 60-80 °С. При температурі 80-100 °С починається розпад крохмальних бульбашок і диспергування крохмальної речовини до колоїдного стану. Для клейстеризації крохмаль має містити не більше 20 % води від маси крохмалю. Температура клейстеризації крохмалю для різних культур неоднакова.

У міру нагрівання крохмальної суспензії в'язкість спочатку дещо знижується, потім під час клейстеризації різко зростає і по досягненню певного максимуму, приблизно при 100 °С, знову повільно спадає. Зменшення в'язкості, яке спостерігається при нагріванні клейстеру від  $\approx 80$  °С до 100 °С, пояснюється руйнуванням пухирчастої структури крохмальних бульбашок. Тому повторна клейстеризація крохмалю, що має вже значно зруйновану внутрішню структуру, відбувається зазвичай при більш низькій температурі порівняно з нативним крохмалем.

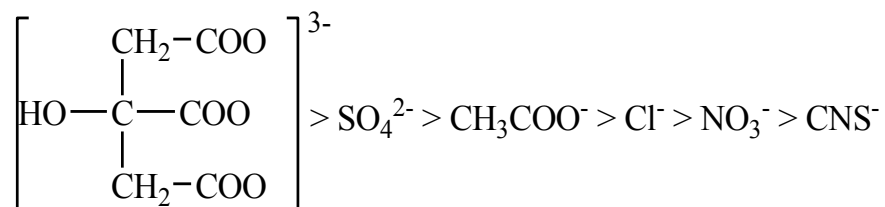
На процес клейстеризації крохмалю великий вплив мають електроліти та добавки поверхнево активних речовин. Наприклад, відомо, що додавання натрій хлориду є важливим чинником, який підвищує температуру клейстеризації крохмалю. Каустична сода, навпаки, знижує температуру клейстеризації крохмалю і прискорює набухання крохмальних зерен. Бура підвищує в'язкість дисперсії, оскільки сприяє утворенню поперечних міжмолекулярних зв'язків. Сильно впливають на властивості чистого крохмалю неіоногенні ПАР: у їх присутності температура клейстеризації й максимальна в'язкість підвищуються, проте значно знижується міцність гелю, одержуваного з крохмального клейстеру.

Основна дія електролітів полягає в послабленні й розпушуванні структури зерна, що призводить до поглинання води, яка посилює подальше руйнування структури крохмалю. За зміною температури клейстеризації катіони можна розташувати в наступний ряд (Назаров):



↓  
Зниження температури клейстеризації

За здатністю аніонів прискорювати процес клейстеризації їх розміщують у наступний ряд:



Таким чином, клейстеризація – це одна з найважливіших властивостей крохмалю, яка визначає можливість його застосування як гелеутворювача, загущувача, зв'язуючої речовини, пластифікатора, адгезиву, клею тощо. Проте, відомості про суть фізико-хімічних закономірностей процесу клейстеризації крохмалю та впливу на нього різних умов обмежені.

#### Список використаних джерел:

1. Антипов С.Т. Машины и препараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб. Для вузов / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; Под. ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. Шк., 2001. – 703 с.
2. Литвяк В. В. Другое изменение, или что такое модифицированные крахмалы / В. В. Литвяк // Наука и инновации научно-практический журнал. – №. 4. – 2009. – С. 22–23.
3. Фармацевтические и медико-биологические аспекты лекарств. В 2-х томах. Том 1. Под редакцией проф. И.М. Перцева и проф. И.А. Зупанца. – Х.: УкрФа, 1999. – 461 с.
4. Стохастическая модель кинетики разрушения зерен крахмала / Н.Р. Кокина, Н.Е. Кочкина, Д.В. Назаров, В.А. Падохин, Б. Таль-Фигель // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2010. – Т. 53, вып : вып 12.– С. 123–124.

## ВИЗНАЧЕННЯ ЛУЖНИХ ТА ЛУЖНОЗЕМЕЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У МОЛОЧНИХ ПРОДУКТАХ

**Зосенко О.О.**, студентка магістратури

Вінницький державний педагогічний університет імені М.М. Коцюбинського

Молоко та молочні продукти – це основне джерело природного надходження лужних та лужноземельних елементів в організм людини. Молочні продукти містить всі необхідні для харчування людини речовини – білки, жири, вуглеводи та мінеральні речовини [1, с.14]. Мінеральні, або зольні, речовини молока, містять катіони калію, натрію, кальцію, магнію, які відносять до лужних та лужноземельних елементів [3, с.25].

Велике значення для людини, мають солі кальцію. Кальцій є важливим компонентом кісткової тканини і зубів людини. [1, с.55]. У молоці кальцій знаходиться в легко засвоюваній і добре збалансованій з фосфором формі. Близько 22% усієї кількості кальцію міцно пов'язано з казеїном, решта 78% складають фосфати і цитрати. Свою потребу в кальції людина покриває в основному за рахунок споживання молока і молочних продуктів [3, с.30].

Магній, зустрічається в молоці в тих же хімічних сполуках і виконує ту ж роль, що і кальцій. Склад солей магнію аналогічний складу солей кальцію, але на частку солей, що знаходяться у вигляді істинного розчину, припадає від 65 до 75% магнію [1, с.56].

У молочних продуктах солі калію і натрію містяться в іонно-молекулярному стані у вигляді хлоридів, фосфатів і цитратів, які добре піддаються дисоціації. Завдяки солям калію і натрію створюється нормальний осмотичний тиск крові [3, с.26].

Таблиця 1. Вміст кальцію, магнію, калію, натрію в молочних продуктах

№ п/п	Назва молочного продукту	Вміст (мг/100 г)			
		Кальцію	Магнію	Калію	Натрію
1.	Молоко коров'яче, білкове 1 %	136	150	146	50
2.	Молоко пастеризоване 3,2 %	120	12	140	38
3.	Молоко коров'яче	122	13	142	40
4.	Кефір жирний	120	18	146	70
5.	Йогурт	122	15	142	46

Мета роботи полягає у з'ясуванні наявності лужних та лужноземельних елементів у молочних продуктах, які на сьогоднішній час є популярними у споживанні населення, а також з'ясування відповідності вмісту цих елементів у молоці та кисломолочних продуктах.

Експериментальне визначення вмісту Кальцію та Магнію в молочних продуктах проводилося за методикою «Визначення солей Кальцію та магнію в молочних продуктах» [2]. Нами здійснено визначення Кальцію та Магнію в молочних продуктах, а саме в молоці, кефірі, йогурті різних марок виробників та з підсобного господарства людей. З кожним зразком було проведено необхідну кількість досліджень. Були отримали результати, які наведені в таблиці 2 і 3.

Таблиця № 2. Вміст Кальцію в молочних продуктах

№ п/п	Досліджувальний зразок з жирністю	Вміст Кальцію ( мг/100г) в		
		молоці	кефірі	йогурті
1.	Зразок №1 (2,6 %)	130	150	122
2.	Зразок №2 (2,6 %)	125	140	122
3.	Зразок №3 (3 %)	115	138	180
4.	Зразок №4 (1,5 %)	149	125	120

Таблиця №3. Вміст Магнію в молочних продуктах

№ п/п	Досліджувальний зразок з жирністю	Вміст Магнію ( мг/100г) в		
		молоці	кефірі	йогурті
1.	Зразок №1 (2,6 %)	13	18	14
2.	Зразок №2 (2,6 %)	13	15	14
3.	Зразок №3 (3 %)	12	15,5	16
4.	Зразок №4 (1,5 %)	15	12	13

Внаслідок проведеного дослідження можна зробити висновок, що зразок молока №3 жирністю 3% містить найменшу кількість Кальцію та Магнію. Зразки №1 і №2 відрізняються вмістом Кальцію та Магнію, хоча жирність їх

становить 2,6%. Найбільший вміст Кальцію та Магнію в зразку №4 жирністю 1,5%. У молоці з однаковою жирністю, але різних виробників виявили різний вміст Кальцію та Магнію. Це говорить про те, що виробники, можливо, мають різну технологію переробки молока.

При дослідженні кефіру на вміст в ньому Кальцію та Магнію було встановлено, що у зразку з жирністю 0% вміст Кальцію та Магнію найвищий. Зразок № 2 та №3 мають однакову жирність, але показники вмісту Кальцію та Магнію дещо відрізняються. Це пов'язано з технологією виробництва продукції. Зразок № 4 з найвищим вмістом жирності 3,2% містить найменше Кальцію та Магнію.

Досліджуючи йогурти було обрано одного виробника, але назва йогуртів різна. Зразок № 1,2,3 мають жирність 1,5%, але вміст Кальцію та Магнію в них різний. Так зразок №1 і 2 в своєму складові містять однаковий вміст Кальцію та Магнію, а зразок № 3 містить набагато більше Кальцію, що перевищує норму для йогуртів. Це пов'язано з тим, ймовірно, що зразок № 3 є штучно насичений сполуками Кальцію. Зразок №4 з жирністю 2,5% є продукт виробництва іншого виробника, містить меншу кількість Кальцію та Магнію. Отже, при аналізі йогуртів вміст Кальцію та Магнію відповідає нормам, а збільшений вміст пов'язаний з внесенням сполук кальцію в продукти харчування.

Аналізуючи дану проблему можемо зробити висновки, що молоко та молочні продукти багаті на лужні та лужноземельні елементи. При визначені в молочних продуктах йонів Кальцію та Магнію можемо констатувати, що вміст кальцію та магнію залежить від жирності продукту, чим більша жирність тим менше кальцію та магнію в молочних продуктах.

#### **Список використаних джерел:**

1. Горбатова К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова; под общ. ред. К.К. Горбатова – СПб: ГИОРД, 2012. - 336с.
2. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов. Воронеж, 2002.–408с.
3. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія виробництва молока і молочних продуктів: Навч. видання. – К.: Вища освіта, 2006 – 351с.

## **ОСОБИСТІТЬ ВЧИТЕЛЯ ХІМІЇ І АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБЛЕННЯ НОВИХ ЕКОБЕЗПЕЧНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ І МАТЕРІАЛІВ**

**Кириченко В. І.**

доктор педагогічних наук, кандидат хімічних наук, професор  
Хмельницький національний університет

Інтелектуальна особистість вчителя – це не лише сформована педагогічна майстерність, а і компетентність в хімічній науці і хімічних технологіях як основи матеріально-технологічної культури суспільства. Серед всього комплексу проблем, які набули особливого загострення в Україні, слід виділити найбільш актуальні і нагальні, а саме: а) розширення сировинної бази поновлюваних

джерел енергії за рахунок, наприклад, технічних олій, поліцукридів (клітковини, крохмалю, цукру тощо); б) розроблення інноваційних ресурсо- і енергозберігаючих технологій перероблення нових сировинних джерел на продукти і матеріали з визначеними функціональними властивостями (новітнє матеріалознавство); в) пошук раціональних і ефективних напрямків і методів використання нових носіїв енергії і матеріалів; г) досягнення більш високого рівня екологічної безпеки людини і довкілля [1, 2, 3].

Світові успіхи у вирішенні комплексу цих та інших проблем дозволили сформуванню своєї підгалузь таких визначальних для економіки держави галузей як паливно-мастильна (ПМ), галузеве матеріалознавство. Сучасний стан і тенденції розвитку цієї підгалузі характеризуються певними досягненнями за найбільш актуальними напрямками [2, 3, 4]. 1) Перероблення технічних олій, а саме: ріпакової, соєвої-гм, рицинової, пальмової, а частіше і оптимізованих їх композицій з рициновою дозволяє одержувати біо-синтетичні матеріали високої біорозкладаємості (до 90 %, екобезпека) як важливі компоненти сучасних композиційних палив (біо-палива та промолути до них), а також мастильних композицій різного типу та призначень (біо-оливи, біо-присадки, технічні біо-рідини). 2) Перероблення поліцукридної біосировини (клітковинної, крохмалистої чи цукристої тощо) методами хімічних та біо-технологій забезпечує виробництво біо-спиртів, зокрема біо-етанола, біо-бутанолів та розвиток на їх основі спиртової енергетики, наприклад, низку функціональних присадок, композиційних палив типу бензино-біо-етанольних тощо. 3) Виробництво із олій і спиртів якісних біо-присадок (широкого асортименту і екобезпечних) до композиційних палив, зокрема промолутирів спалювання, мийних, депресорних тощо, а також до мастильних композицій, зокрема таких які запобігають зносу, задиру, корозії тощо. 4) Виробництво із природної сировини (вугілля, природного газу, високомолекулярних парафінів тощо) напівсинтетичного і синтетичного палив типу авіа-гасу, реактивних палив (наприклад, палива Jet A-1, гасу KSP тощо) та сумішей синтетичного гасу з кращими зразками традиційних мінеральних і екобезпечних палив. 5) Розвиток водневої енергетики (як найбільш екологічно безпечної), починаючи із розроблення нових, все більш ефективних способів і технологій одержання водню з вугілля у вигляді генераторного газу; з природного газу у вигляді синтез-газу, а також з води тощо і закінчуючи пошуком методів раціонального його використання, зокрема додавання його до складу бензинів, до природного і до скрапленого супутнього (нафтового походження) газів, а також до композиційних палив [1, 3, 4].

В перебігу експлуатації двигунів на таких альтернативних паливах як біопаливо із олій (так званий «біодизель»); як біо-етанол (із крохмалю чи цукру) для бензинових двигунів та синтетичних палив типу авіагасів (із парафінів чи із синтез-газу, одержаного за методом Фішера-Тропша) для реактивних авіадвигунів виявлені певні функціональні недоліки і технологічні ускладнення. Все це спонукало до пошуку раціональних і ефективних напрямків використання альтернативних, екологічно безпечніших у порівнянні

із мінеральними (нафтовими) біо-палив. Запропоновано ефективне вирішення цієї проблеми, а саме: створення оптимізованих за складом (як правило 5-20 % об.) і функціональними показниками композиційних палив, наприклад, бензино-біо-етанольних, дизельно-біопаливних, мінерально-синтетичного чи мінерально-біопаливного авіагасів»), методом раціонального змішування нових альтернативних і традиційних палив та спеціальних присадок [3, 4].

Ще одним перспективним видом альтернативних і екологічно безпечних палив є так звані спирто-естерні біо-палива, які можна виробляти шляхом естерифікації промислово доступних продуктів, а саме: ацетатної (оцтової) кислоти спиртами з одержанням так званих алкіл-ацетатів, наприклад: біо-етанол – етил-ацетат, біо-бутаноли – бутил-ацетати тощо. Постійно нарощується виробництво біо-бутанолів та бутилацетатів, з яких виробляють присадки до палив і мастил, технічні біорідини, антидетонатори моторних палив, промоутери спалювання палив тощо [2, 3].

Нами розроблений ще один інноваційний метод одержання біопалива нового типу – із суміші трьох естерів (75-80 % об. алкіл-естерів ВЖК від олій, частіше ріпакової, 15-18 % триацетину, а решта – залишок сировинних алкіл-ацетатів). В основу метода покладена каталітична реакція повного переестерифікування (естеролізу) структури олій як естерів ВЖК і гліцерину промислово доступними алкіл-ацетатами (етил-, ізо-бутил-, 2-етил-гексил-) на відміну від раніше досліджених процесів алкохолізу олій. Таке біопаливо добре суміщується зі всіма традиційними паливами, виявляє добрі функціональні і експлуатаційні властивості і є перспективним компонентом композиційних палив [1, 2, 3].

**Висновок.** Хімія і хімія технологія, знаходячись завжди на передньому краю НТ прогресу, вносять суттєвий доробок у вирішення комплексу світових проблем: альтернативних джерел енергії і матеріалів; енерго- і ресурсозбереження; екологічної безпеки, а в цілому – у формування матеріально-технологічної культури суспільства.

#### **Список використаних джерел:**

1. Кириченко В.И. Комплексная переработка технических растительных масел: концепция, методы и технологии / В.И.Кириченко, С.В.Бойченко //Энерготехнологии и ресурсосбережение, – Научно-техн. журнал НАН Украины. – К.: 2013. – №4. – С. 31-40.
2. Erhan S.Z. Bio-Based industrial Fluids and Lubricants/ S.Z. Erhan, J.M. Perez. – Eds. AOCS Press, IL., 2002. – 385 p.
3. Rudnick L. R. Synthetics, Mineral Oils and Bio-Based Fluids / L. R. Rudnick: Ed. Marcel Dekker. – New. York, 2005.-680 p.
4. Patent DE 19949342 German. Process for catalytic cracking of resinous and mucilaginous substances in vegetable Oils and fats used as biodiesel in power plants /W-D. Linden, C. Koch, M. Rudloff. -2001.



## НОВІ ПІХОДИ ДО СИНТЕЗУ ФЛУОРОЗАМІЩЕНИХ $\alpha$ -АМІНОКИСЛОТ

**Клімук Я.В.**, магістрантка спеціальності «Хімія»,  
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова  
**Безгубенко Л.В.**, кандидат хімічних наук  
Інститут органічної хімії НАН України

$\alpha$ -Амінокислоти є біологічно активними речовинами, які беруть участь у синтезі білка, біогенних амінів, основних структурних компонентів клітин: нуклеїнових кислот, низькомолекулярних нітрогено- і сульфоровмісних сполук.

На основі амінокислот створені різні лікарські препарати, які використовують у випадку втрати пам'яті, атеросклерозі мозкових судин, а також за порушень мозкового кровообігу після інсульту. Крім того, амінокислоти знайшли застосування у кардіології для лікування ішемічної хвороби серця, різного роду аритмій. Досить ефективним є застосування амінокислот у вигляді харчових добавок, що використовують як лікувальні компоненти, так і як складники, які регулюють поживну цінність харчових продуктів.

У програмі з хімії 9 класу для загальноосвітніх навчальних закладів рівня стандарту амінокислотам та білкам приділяють значну увагу. Учні знайомляться зі складом білків та їх біологічною роллю в живих організмах. Проаналізувавши програми 11 класу профільного рівня з хімії і біології, можна дійти висновку, що тему «Амінокислоти» розглядають достатньою мірою: вивчають склад, будову, ізомерію, особливості хімічних властивостей, зумовлені поєднанням аміно- і карбоксильної групи, висвітлюють поняття біполярний йон, наводять інформацію про пептиди, пептидний зв'язок, добування  $\alpha$ -амінокислот, їх біологічне значення.

У змісті підручників для 11 класу з хімії і біології профільного рівня розглянуто 20 представників  $\alpha$ -амінокислот аліфатичного та гетероциклічного ряду, структурні формули, систематичні та тривіальні назви.

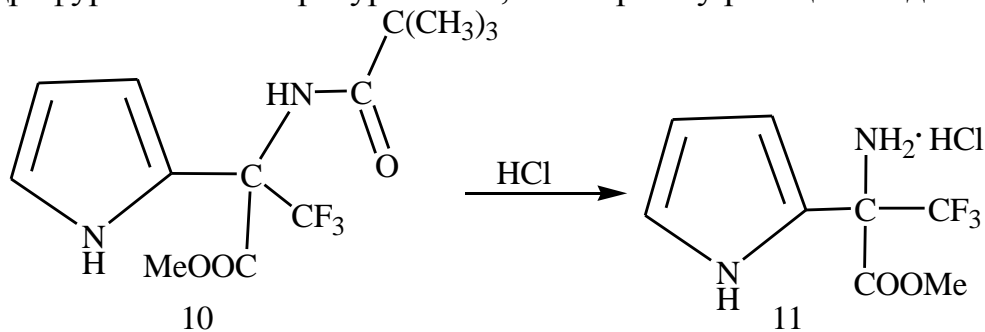
Відомо, що  $\alpha$ -амінокислоти мають широкий спектр застосування в медичній практиці, і тому пошук нових способів добування є дуже актуальний та необхідний.

У 2012 р. було розроблено новий синтетичний підхід до добування метил- $\alpha$ -(*N*-триметилсиліліміно)трифлуоропропіонату, функціоналізація якого призводить до біологічно важливих  $\alpha$ -амінокислот, що містять трифлуорметильну групу.

Метил  $\alpha$ -(*N*-триметилсиліліміно)трифлуоропропіонату 1 взаємодіючи з *N*-(триметилсиліл)трифенілфосфінімідом 2, за реакцією аза-Віттіга, має деякі особливості. На першому етапі реалізується нуклеофільне приєднання  $=N-SiMe_3$  групи сполуки до високополяризованого  $C=O$  зв'язку кетоестеру з утворенням фосфазосполуки 3. Імід 3 порівняно стабільний за кімнатної температури в ефірному чи бензеновому розчинах, проте під час нагрівання, або в умовах перегонки він елімінує до трифенілфосфіноксиду з утворенням іміну 3 – першого представника *N*-силілімінів. Трансформація 3 в 4 включає



*трет*-Бутильна група легко знімається 10% розчином хлоридної кислоти в тетрагідрофурані за температури 75 °С, час перебігу реакції 1 година.



Будова одержаних сполук доведена за допомогою ЯМР на ядрах  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ .

Отже, розробка нових синтезів  $\alpha$ -амінокислот є досить актуальним завданням. Іміни галогенопіруватів є зручними та важливими будівельними блоками для синтезу функціоналізованих нітрогеновмісних сполук. Іміни галогенопіруватів, зокрема трифлуорпірувату, є особливо перспективними, оскільки їх функціоналізація веде до біологічно важливих  $\alpha$ -амінокислот, які містять трифлуорометильну групу.

#### Список використаних джерел

1. Онисько П.П. Фосфорилрование *N*-фосфорил- и *N*-сульфонилтригалоген-ацетилимидоилхлоридов / П.П. Онисько, Ю.В. Рассуканая, А.Д. Сеница // Журнал органічної та фармацевтичної хімії. – 2009. – Vol. 7, № 2. – Р. 37–46.
2. Сеница А.О. Імідоїлфосфонати / А.О. Сеница, М.В. Колотило, П.П. Онисько // Український хімічний журнал. – 1998. – Vol. 64, № 5. – Р. 47–66.
3. Солошонок В.А. *N*-(Метоксикарбонил)имин трифторпировиноградной кислоты / В.А. Солошонок, І.І. Герус, Ю.Л. Ягупольский // Журнал органической химии. – 1986. – Vol. 22, № 6. – Р. 1335–1337.
4. Солошонок В.А. Фторсодержащие аминокислоты V. Имины трифторпировиноградной кислоты в синтезе *N*-замещеных трифтораланинов / В.А. Солошонок, Ю.Л. Ягупольский, В.П. Кухар // Журнал органической химии. – 1988. – Vol. 24, № 8. – Р. 1638–1644.

## ХІМІЯ НАНОДИСПЕРСНОГО КРЕМНЕЗЕМУ

**Колодич А.І.**, студентка магістратури,  
**Богатиренко В.А.**, кандидат хімічних наук, доцент  
Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова

Перспективні сучасні матеріали, в яких органічна і неорганічна складові взаємодіють між собою на молекулярному рівні, називають «полімерними гібридами» [1]. У цій назві слово «гібрид» застосовують для того, щоб підкреслити молекулярний характер взаємодії компонентів. Особливістю матеріалів є нанометрові розміри полімерних або неорганічних структурних елементів (розмір хоча б в одному з напрямків має бути не більше 100 нм) або нанометрові відстані між сітками і шарами, утвореними структурними частинками гібридного матеріалу.

Неорганічними сполуками – попередниками синтезу (прекурсорами) у створенні таких матеріалів зазвичай є оксиди Силіцію, Алюмінію, Титану, Цирконію, Ванадію, Молібдену, глини, шаруваті силікати і цеоліти, фосфати і халькогеніди металів, ферум(III) оксихлорид, а також графіт. Полімерна матриця формується за рахунок карбоцепних або елементорганічних, здебільшого, кремнійорганічних полімерів.

Найбільш екологічно сприйнятними вважають золь-гель технології синтезу гібридних матеріалів, зокрема, колоїдний золь-гель синтез. Переваги колоїдного методу золь-гель технології пов'язані з одночасним утворенням, зв'язуванням частинок нано- і колоїдного ступеня дисперсності і формуванням тривимірних каркасних або міцелярних полімерних структур.

Вивчення золь-гель технології почалося в середині ХІХ століття, коли Грем здійснив гідроліз тетраетоксисилану і показав можливість отримання силіцій діоксиду у формі аморфного високодисперсного порошку. Шляхом високотемпературного гідролізу парів силіцій тетрачлориду сьогодні синтезують матеріал – силікс [2]. Зерна білого пухнастого легкого порошку (діаметром 1-10 мкм) складаються із щільно упакованих сферичних частинок непористого кремнезему розміром 10-20 нм [2]. Особливості хімічної структури поверхні силікса дозволяють використовувати його в фармації як матрицю - носій у складі комбінованих лікарських засобів і як самостійний лікарський препарат політерапевтичної дії.

У цілому перспективність створення матеріалів на основі наночастинок  $\text{SiO}_2$  обумовлена їх фізіологічною інертністю, термічною, радіаційною і мікробіологічною стійкістю, а також адсорбційною активністю. Наночастинки  $\text{SiO}_2$  представляють як об'ємний полімер, структурною одиницею якого є силіційоксигенові тетраедри, сполучені силоксановими містками  $\text{Si-O-Si}$ . У процесі золь-гель синтезу з водного середовища на поверхні утворюються гідроксильні (силанольні) групи  $\text{Si-OH}$ , які є основними реакційними центрами поверхні (рис. 1). Відомо, що для гранично гідроксильованого кремнезему концентрація цих груп досягає 4,6-6,0 груп/нм<sup>2</sup> [3]. Гідратація поверхні високодисперсного кремнезему завершується утворенням водневих зв'язків:

міжмолекулярного  $\text{Si}-\text{OH}\cdots\text{OH}_2$  з ізольованими (а) або гемінальними  $\text{Si}-\text{OH}$ -групами, а також внутріш-ньомолекулярного між реакцій-ноздатними віціальними  $\text{Si}-\text{OH}$ -групами (б).

Така поверхня має слабкі властивості донора протонів ( $\text{p}K_a = 6 - 8$ ).

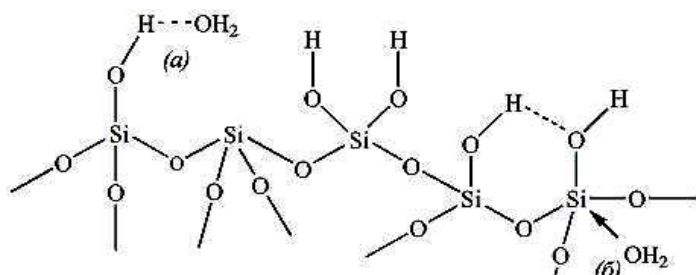


Рис. 1. Структура поверхні кремнезему

Ізоелектрична точка (точка нульового заряду) відповідає  $\text{pH} = 2$ . Нижче цієї точки ( $\text{pH} < 2$ ) поверхня буде заряджена позитивно. З ростом  $\text{pH}$  від 2 до 6 концентрація негативних зарядів поверхні збільшується повільно, але при  $\text{pH} > 6$  спостерігається різкий стрибок і

в ділянці  $\text{pH} = 10-11$  кремнезем починає розчинятися.

Структура реакційних центрів поверхні високодисперсного аморфного кремнезему, концентрація і взаємне розташування силанольних груп обумовлюють такі їх фізико-хімічні властивості як адсорбційна і йонообмінна здатність щодо полярних молекул і речовин, які можуть утворювати водневі або координаційні зв'язки, а також комплекси з переносом заряду. За активністю центри адсорбції на поверхні кремнезему розташовують в ряд: сингулярні (ізольовані) > гемінальні > віцінальні >> силосанові. Інтенсивність і механізм цих взаємодій залежить від  $\text{pH}$  та йонної сили середовища.

Головною особливістю високодисперсних кремнеземів є надзвичайно висока необоротна білоксорбуюча (протеонектична) здатність, яка у фізіологічних розчинах стає ще більшою під впливом електролітів. Це пояснюється присутністю в молекулі біополімеру великої кількості реакційних центрів, здатних утворювати багатоцентрові водневі зв'язки з поверхнею. Тому високодисперсні кремнеземи (силікс, аеросили) широко використовуються в медицині для зв'язування і виведення з організму бактеріальних ендо- та екзотоксинів, патогенних імунокомплексів, продуктів деградації некротичних тканин та інших шкідливих речовин білкової природи.

Високодисперсні кремнеземи взаємодіють і з мікроорганізмами, що може відбуватись за двома механізмами: адсорбцією на поверхні оксиду або утворенням непроникної для речовин живильного середовища плівки в результаті аглютинації (склеювання) частинок полісахаридами мікроорганізмів. Позбавлення живильного середовища перешкоджає розмноженню мікроорганізмів; крім того, останні стають більш чутливими до дії антибіотиків.

Таким чином, фізіологічна інертність, стійкість, висока гідрофільність поверхні і адсорбційна активність високодисперсного кремнезему щодо білків і низькомолекулярних речовин, активне зв'язування патогенних організмів та вірусів стало причиною його широкого використання у медичній практиці.

#### Список використаних джерел

1. Бакеева И.В. Современные нанокompозитные материалы – органо-неорганические гибридные гели: Учебное пособие / И.В. Бакеева, И.В. Морозова. – М.: МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2006. – 40 с.

2. Медицинская химия и клиническое применение диоксида кремния / Под ред. А.А. Чуйко. – К.: Наукова думка, 2003. – 415 с.
3. Чуйко А.А., Горлов Ю.И. Химия поверхности кремнезема. – К.: Наук. думка, 1992. – 248 с.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ФРУКТОВИХ СОКІВ ФІЗИКО-ХІМІЧНИМИ МЕТОДАМИ**

**Мельник К.В.**, студентка магістратури

**Петрук Г.Д.**, кандидат технічних наук, доцент

Вінницький державний педагогічний університет імені ММ. Коцюбинського

Українці поступово долучаються до здорового харчування. Це стосується і напоїв. Якість фруктових та овочевих соків сьогодні є сумнівною, оскільки окремими виробниками допускаються підробки, фальсифікації. Низька якість продукції та вміст в ній небажаних речовин у великих концентраціях стають причиною отруєнь. Тому на сьогодні важливо володіти інформацією про склад цього продукту харчування та вплив його компонентів на функції органів людини.

Виходячи з того, що в складі натуральних і купажованих соків поживні речовини становлять кілька відсотків, соки згущують і консервують, а потім відновлюють. Саме тому сьогодні актуальним є питання контролю якості соків, розширення показників і параметрів, за якими визначають вміст корисних сполук і енергетичну цінність продукції.

Як стандарт для оцінки фруктових і овочевих соків в ЄС використовується Code of Practice. A.I.J.N – Звід правил для оцінки якості фруктових та овочевих соків Асоціації сокової промисловості Європейського Союзу (A.I.J.N.). Для всіх показників наводяться мінімальні або максимальні значення, які повинні виконуватися.

Керуючись показниками визначення якості фруктових і овочевих соків метою статті є виокремити головні критерії дослідження якості соків та за цими показниками провести порівняльний аналіз якості соковмісної продукції різних виробників.

Об'єктом дослідження є соковмісна продукція різних торгових марок та свіжовижаті сіки.

Предметом дослідження є визначення вмісту сухих речовин і аскорбінової кислоти у соковмісній продукції.

Визначають якість фруктових і овочевих соків за багатьма критеріями. Проте, можна виокремити основні: вміст аскорбінової кислоти і розчинних сухих речовин.

Аскорбінова кислота важлива для життєдіяльності людського організму. Основне фізіологічне значення її полягає в участі в окисно-відновних процесах, де вона виконує роль проміжного каталізатора. Аскорбінова кислота впливає також на вуглеводний і азотний обмін в організмі, підвищує його працездатність і стійкість до інфекцій і інших несприятливих умов зовнішнього

середовища. При недостатньому вмісті в організмі аскорбінової кислоти порушується С-вітамінний обмін. [1, с. 188]. Згідно ж вимогам аскорбінової кислоти в апельсиновому соку має бути не менше 0,2 г/л (20мг/100г) [4].

Щоб виявити вітамін С в фруктових соках обрали для дослідження титрометричний метод [2], тому що він є найбільш точним і раціональним. За допомогою цього методу було встановлено, що досліджуванні зразки соків містять вітамін С, а значить, вони є вітамінізованими напоями. Результати досліджень по виявленню вмісту вітаміну С подано в таблиці 1.

Таблиця 1.

**Вміст вітаміну С і сухих речовин у досліджуваних соках**

№ п/п	Досліджуваний сік/нектар	Вміст вітаміну С в сокові, мг/100г	Вміст сухих речовин, %
1.	Сік ТМ «Rich» Апельсин	20,26	12,0
2.	Сік ТМ «Jaffa» Апельсин	37,67	12,3
3.	Сік ТМ «Моя Семья» Апельсин	32,04	11,4
4.	Нектар ТМ «Садочок» Апельсин	19,18	11,0
5.	Нектар ТМ «Наш Сік» Апельсин	12,25	12,0
6.	Сік ТМ «Sandora» Апельсин,	33,85	11,9
7.	Сік ТМ «Мрія» Апельсин	27,36	11,8
8.	Натуральний сік апельсину	53,23	24,6
9.	Сік ТМ «Sandora» Вишневий	5,94	13,0
10.	Сік ТМ «Садочок» Яблучно-виноградний	4,52	12,7
11	Сік ТМ «Народна» Персиковий	2,35	12,5

Також проводилися дослідження на визначення сухого залишку. Вміст сухих речовин - це основний показник ступеня концентрування або розведення соків. Вимоги за цим показником відрізняються в залежності від сировини, з якої виготовлений сік, а також від того, натуральний сік або відновлений. У відновленому соку має бути не менше 12% сухих речовин. Найбільш оптимальним методом для дослідження вмісту розчинених сухих речовин є рефрактометричний метод [3]. Результати досліджень по вмісту сухих речовин представлено в таблиці 1.

Висновок. У ході дослідницької роботи, для визначення якості фруктових і овочевих соків, були взяті два основних показники: аскорбінова кислота і розчинені сухі речовини.

При вивченні різноманітних методик проведення дослідів, було виокремлено найбільш точні і раціональні методи для дослідження якості соковмісної продукції. З результатів дослідження можна стверджувати, що різні торгові марки соків містять різну кількість вітаміну С та різну кількість сухих речовин. Проте, їх кількість майже у всіх зразках знаходиться у межах норми.

**Список використаних джерел:**

1. Блинникова О.М., Товароведение и экспертиза вкусовых товаров: Учебное пособие. - Мичуринск: Изд. МичГАУ, 2007.-234с
2. ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.

3. ДСТУ 4855:2007. Продукція безалкогольної промисловості. Методи визначення сухих речовин.
4. ДСТУ 7159: 2010 Соки відновлені. Загальні технічні умови.

## ШУНГІТИ У СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

**Миронюк К.С.**, студентка 3 курсу,  
**Богатиренко В.А.**, кандидат хімічних наук, доцент  
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

За останні кілька десятиліть проблема забруднення водних джерел (озер, річок, ґрунтових вод) постала дуже гостро, оскільки забруднювачі води (нафтопродукти, пестициди, феноли, поверхнево-активні речовини, важкі метали тощо), навіть за низької їх концентрації, здатні накопичуватися в організмі і викликати різні захворювання. Якщо, наприклад, у природній воді присутні йони важких металів – Плюмбуму, Стануму, Арсену, Кадмію, Меркурію, Хрому, Купрум, Цинку, вони потрапляють в організм і пригнічують активність ферментів, чим спричиняють важкі патологічні наслідки. Так, розумова відсталість може розвиватись під впливом отруєння Плюмбумом, а психічні аномалії та вроджені вади виникають при отруєннях Меркурієм.

Важкі метали небезпечні й тим, що здатні до біоаккумуляції й біоконцентрування, оскільки утримуються і накопичуються в організмі, як у фільтрі. Організм не може звільнитися від важких металів, які міцно зв'язуються з білками. Біоаккумуляція посилюється в харчовому ланцюзі, тому організми, що знаходяться на вершині харчової піраміди, містять найбільш високі дози отрутохімікатів. Ця доза може стати в сто тисяч разів вище, ніж у зовнішньому середовищі. Ці процеси важко помітити на ранніх стадіях біоконцентрування, проте при досягненні небезпечного рівня ситуацію вже практично неможливо виправити.

Іншими поширеними забруднювачами середовища є сполуки Нітрогену, які надходять у повітря, воду, ґрунт у складі переважно нітратів й нітритів і сприяють розвитку численних захворювань.

Часто ситуація ускладнюється синергічними ефектами. Речовини-забруднювачі рідко зустрічаються окремо одна від одної, а дві або більше отрут разом дають ефект, що у багато разів перевершує суму дій кожного з них.

Порівняно недавно (з 1991 р.) для очищення води стали виготовляти фільтри на основі природного мінералу шунгіту. Вода, пропущена через шунгітовий фільтр, набуває властивості оздоровчо впливати на організм, видаляє подразнення, свербіж, висипи, відновлює блиск волосся, стає ефективною при вегето-судинній дистонії, при захворюваннях шлунково-кишкового тракту, каменях у нирках.

Унікальні властивості шунгіту пояснюють його особливою структурою. У шунгітових породах виявлено близько 30 % Карбону. Крім Карбону до складу шунгіту входять також  $\text{SiO}_2$  (57,0 %),  $\text{TiO}_2$  (0,2 %),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (4,0 %),  $\text{FeO}$  (2,5 %),



MgO (1,2 %), K<sub>2</sub>O (1, 5 %), S (1,2%). Карбон представлений у вигляді шунгітового вуглецю – скам'янілої найдавнішої нафти, або аморфного, некристалізованого вуглецю, значна частина якого нагадує молекули сферичної форми – фулерени. Шунгітовий вуглець утворює в породі матрицю, в якій рівномірно розподілені високодисперсні силікати із середнім розміром частинок близько 1 мкм. Інші 70 % складають силікатні мінерали – кварц та слюди.

Фулерени – особлива алотропна форма Карбону, яка спочатку була відкрита в наукових лабораторіях під час спроби моделювати процеси, що відбуваються в космосі, а пізніше виявлена в земній корі. Вперше про земне існування унікальної речовини науковий світ дізнався після того, як вчені досліджували в університеті Арізони (США) зразки карельських шунгітів і виявив там вуглецеві глобули з фулеренами. Після цього і почався інтенсивний пошук інших порід, що містять фулерени, виникли питання про їх походження на Землі.

Пізніше земні фулерени були знайдені в Канаді, Австралії і в Мексиці – і в кожній з цих країн вони були виявлені на місцях падіння метеоритів. При цьому деякі фулерени були заповнені: всередині оболонок перебували атоми Гелію. Дивним виявився той факт, що фулерени зберігали не <sup>4</sup>He – ізопоп, який зазвичай присутній у земних породах, – а рідкісний для Землі ізопоп <sup>3</sup>He.

На думку вчених, такі фулерени могли утворитися лише в космічних умовах, у так званих вуглецевих зірках або в найближчому їх оточенні. Вдалося визначити й час появи досліджених фулеренів на Землі. Кратер від падіння канадського метеорита утворився близько двох мільярдів років тому, в архейську еру. Інші фулерени були виявлені на межі відкладень пермського і тріасового періодів, їх вік оцінений в 250 млн років – саме тоді в Землю врізався гігантський астероїд, який викликав катастрофічні руйнування.

Сорбційні й каталітичні властивості шунгітових порід дозволяють очищати стічні води від багатьох забруднювачів. Шунгіт є найефективнішою речовиною для очищення водопровідної води від хлороорганічних речовин (діоксинів тощо), має бактерицидні властивості. Завдяки цим властивостям шунгіт можна використовувати у підготовці питної води високої якості в проточних системах будь-якої продуктивності, в колодязях. Вода, яка тривалий час проходить через пласти шунгітової породи, ніби «насичується» тією структурою, яку їй задає порода. Причому фулерен, що міститься в шунгіті, сприяє структурному упорядкуванню молекул води і утворенню в ній фулереноподібних гідратних кластерів, що і є причиною появи унікальних біологічних властивостей.

Структура та властивості шунгіту визначають також ефективність його використання в окисно-відновних процесах: доменному виробництві ливарних (високосилікатних) чавунів; виробництві феросплавів, фосфору, карбїду і нітриду Силїцію. Порошки шунгітів змішуються з будь-якими компонентами органічної та неорганічної природи, що дозволяє використовувати їх як наповнювачі полімерних матеріалів, при синтезі композиційних матеріалів з

високими адсорбційними властивостями.

#### Список використаних джерел

1. Рожкова Н.Н., Андриевский Г.В. Нанокolloиды шунгитового углерода. Экстракция фуллеренов водосодержащими растворителями. // III Международный семинар «Минералогия и жизнь: биоминеральные гомологи». Сыктывкар: Геопринт, 2000. – С. 53–55.
2. Калинин Ю.К. Структура углерода шунгитов и возможности существования в нем фуллеренов. // Химия твердого топлива. – 2002. – № 1.1. – С. 20–28.

## ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ СУХИХ МОЛОЧНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Молодецької А., студентки 4 курсу

Петрук Г.Д., кандидат технічних наук, доцент

Вінницький державний педагогічний університет імені М.М. Коцюбинського

Повноцінне харчування дітей – необхідна умова забезпечення їх здоров'я, стійкості до дії інфекцій і інших несприятливих факторів і здатності до навчання в усі періоди дорослішання. На допомогу малюкам приходять наукові знання, медичні та виробничі технології виготовлення продуктів дитячого харчування[1].

Визначення показників якості є дуже важливим для забезпечення виготовлення та споживання сухих молочних сумішей для дитячого харчування. Метою моєї роботи є аналіз результатів дослідження якості сухих молочних сумішей для дитячого харчування вітчизняного та зарубіжного виробництва. [2].

Для дослідження були відібрані наступні види сухих молочних дитячих продуктів:

- 1) молочна суміш «Малютка» (Україна);
- 2) молочна суміш «Малиш» ( Росія);
- 3) молочна суміш «Нестле» ( Швейцарія);
- 4) молочна суміш «Мілуца» ( Польща).

Органолептична оцінка якості проводилася у відповідності з ГОСТом 8764-73 «Консервы молочные. Методы испытаний»[3]. Зокрема визначали: консистенцію, колір та запах сухих молочних сумішей для дитячого харчування. Результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

### Органолептична оцінка якості сухих молочних сумішей для дитячого харчування

Найменування показників	Вимоги НД	Молочна суміш Малютка	Молочна суміш Малиш	Молочна суміш Нестле	Молочна суміш Мілуца
Колір	Білий з легким жовтуватим відтінком, або чисто	Білий з легким жовтуватим відтінком	Білий з легким жовтуватим відтінком	Білий з легким жовтуватим відтінком	Білий з легким жовтуватим відтінком

	білий				
Консистенція сухого продукту	Дрібний сухий порошок. Допускається наявність легко розсипних комочків	Неоднорідний, сухий порошок з наявністю значної кількості щільних комочків	Дрібний, сухий порошок з наявністю легко розсипних комочків	Дрібний, сухий порошок, однорідний по всій масі	Дрібний, сухий порошок, з наявністю незначної кількості комків
Запах, смак	Запах дещо різкий, без сторонніх присмаків	Чисті, без сторонніх присмаків та запахів, характерні для даного продукту	Чисті, без сторонніх присмаків та запахів, характерні для даного продукту	Чисті, без сторонніх присмаків та запахів, характерні для даного продукту	Чисті, без сторонніх присмаків та запахів, характерні для даного продукту

Молочна суміш «Малютка» не відповідає встановленим вимогам, щодо консистенції. Зазначений зразок має досить грубу, неоднорідну консистенцію, з наявністю значної кількості щільних комочків, що не відповідає нормативній документації. Всі зразки мають чисті смак і запах, характерні для сухих сумішей. Загалом якість дитячих сухих сумішей, що підлягали дослідженню, за органолептичними показниками заслуговують досить високої оцінки. Також проводили аналіз фізико-хімічних показників, зокрема визначали: масову частку вологи, масову частку жиру та кислотність [4]. Результати досліджень наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати фізико-хімічних досліджень якості сухих молочних сумішей

Показники	Зразки, ТМ				
	Вимоги НД	Малютка	Малиш	Нестле	Мілупа
Масова частка вологи, %	Не більше 4	2,6	3,0	2,1	3,1
Масова частка жиру, %	Не менше 25,0	25,0	27,3	26,0	26,8
Кислотність, °Т	Не більше 20	18,0	9,0	13,0	11,0

За результатами досліджень було встановлено, що за фізико-хімічними показниками всі зразки відповідають вимогам для дітей першого року життя. Так, масова частка вологи у жодному з досліджуваних зразків не перевищувала 4%. Найменше значення вологи має суха молочна суміш «Нестле» - 2,1%, найбільший – «Мілупа» 3,1 %.

Масова частку жиру має дуже важливе значення, особливо для продуктів дитячого харчування, так як саме жири є основним джерелом енергії.

Аналізуючи результати досліджень цього показника, слід відзначити досить високий вміст жиру в сухій суміші «Малиш»(Росія), який становить 27,3%, до неї наближається суха суміш «Мілупа» (Польща), яка має 26,8% жиру. У молочній суміші українського виробництва «Нестле»(Швейцарія) встановлено 26,0% жиру. Найнижчою за вмістом жиру, виявилась суха молочна суміш «Малютка» українського виробництва, кількість якого в ній становить 25,0%.

Наступним показником, за яким визначали сухі молочні суміші була кислотність. Кислотність має бути в межах 10 - 20 °Т. Суха молочна суміш «Малиш» має кислотність 9°Т, що не відповідає нормі. Решта показників знаходяться в межах допустимих значень.

На підставі отриманих результатів дослідження фізико-хімічних показників можна зробити висновок, що дані зразки відповідають встановленим вимогам для сухих молочних сумішей, лише суха молочка суміш «Малиш» не відповідає нормі в значеннях кислотності.

Отже, в результаті хімічного аналізу ми визначали якість сухих молочних сумішей для дитячого харчування за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Молочна суміш «Малютка» не відповідає встановленим вимогам, щодо консистенції та запаху. Загалом якість дитячих сухих сумішей, що підлягали дослідженню, за органолептичними показниками мали досить високу якість. За фізико-хімічними показниками всі зразки мали високу якість.

#### **Список використаної літератури**

1. Завадинська О. Ю. Харчування дітей - проблема державна // Харчова і переробна промисловість, 2001. - №3 - С. 19-20.
2. Андреев Л. Г. Технохимический контроль производства детских молочных продуктов // Молочная промышленность, 2001 - №1 - С. 25.
3. ГОСТ 8764-73 «Консервы молочные. Методы испытаний».
4. ГОСТ 5867-69 «Молоко и молочные продукты. Методы определения жира».
5. ГОСТ 3624-67 «Молоко и молочные продукты. Методы определения кислотности».

## **ПРОБЛЕМИ ПЕРЕЗАТАРІЮВАННЯ ПЕСТИЦИДІВ**

**Петрук Р.В.**, кандидат технічних наук, доцент  
Вінницький національний технічний університет

**Петрук Г.Д.**, кандидат технічних наук, доцент  
Вінницький державний педагогічний університет імені М.М. Коцюбинського

Як відомо, в Україні накопичено багато пестицидних препаратів. За приблизними оцінками вчених близько 20 тис. тон. Проте як показує досвід 2012 року при вивезенні їх за межі держави реальна їх кількість набагато більша. У 2012 році за державні кошти було вивезено близько 10-15 відсотків накопичених з радянських часів пестицидних препаратів. В результаті було звільнено повністю від пестицидів декілька областей України та витрачено більше мільярда гривень. Близько 500 млн грн за основним договором з фірмою Сі Буд Систем та за додатковими договорами з місцевих бюджетів виділялися десятки мільйонів.

Очевидним є те, що такий спосіб вирішення проблеми не є ефективним, оскільки вивезення розтягнеться на десятки років і «з'їсть» ще багато державних грошей. Окрім цього, навіть після повного вивезення радянських пестицидів, проблема не буде вирішеною, адже Україна – аграрна держава, на територію якої щорічно ввозяться тисячі тонн нових пестицидів. Фактично проблема пестицидів буде актуальною постійно.

Більш доцільним, на нашу думку, є будівництво спеціалізованого сміттєспалювального заводу який буде займатися утилізацією таких пестицидних сумішей. Вартість такого заводу складає приблизно 70 млн. дол. Це приблизно півтора мільярда гривень. Фактично вже витрачені на вивезення кошти могли б покрити таке будівництво, тим самим створивши робочі місця для будівельників та робітників заводу. Окрім цього такий завод міг би переробляти токсичні речовини інших класів після вичерпання пестицидної сировини.

Але спеціалізоване устаткування вимагає наявності кваліфікованих спеціалістів, з вміннями роботи з токсичними речовинами. Нажаль таких спеціалістів вкрай мало в нашій державі.

Станом на початок 2015 року у Вінницькій області залишається близько 3 тис тон пестицидів. 2100 тонн у Джуринському отрутомогильнику та близько 780 тонн в районах. На даний момент вкрай необхідно провести їх перезатарювання. Спеціалізовані підприємства погоджуються провести такі роботи в середньому за 19-22 тис грн. за тонну пестицидного препарату. Тобто приблизно тисяча доларів за тонну. На нашу думку це дуже висока вартість для таких робіт у мовах сучасної України. Зрозуміло, що таких коштів немає і з бюджету їх навряд чи виділять. Ускладнюється це питання нестачею спеціалістів по роботі з небезпечними речовинами та відповідних організацій.

Роблячи висновок, можна підсумувати, що для вирішення проблеми пестицидних препаратів, як у близькій, так і далекій перспективі, державі необхідно мати широкопрофільних спеціалістів хімічної галузі, котрі здатні працювати з небезпечними речовинами, знають технології їх переробки, і за потреби, пройшовши короткотривалі інструктажі можуть приступити до роботи.

Такими спеціалістами можуть бути вчителі хімії, які впродовж п'яти років вивчають хімічні науки та володіють специфічними знаннями по роботі з токсичними речовинами та хімічним обладнанням.

#### **Список використаних джерел:**

1. Секун М.П., Жеребко В.М. та ін. Довідник із пестицидів К.: Колобіг, 2007. - 360 с.
2. Постанова КМУ від 18 вересня 1995 р. N 746 Про затвердження Порядку одержання допуску (посвідчення) на право роботи, пов'язаної з транспортуванням, зберіганням, застосуванням та торгівлею пестицидами і агрохімікатами
3. Закон України про пестициди і агрохімікати з правками від 11.02.2015 р
4. Петрук Р.В. Комплексний метод переробки фосфорвмісних пестицидів до екологічно безпечних продуктів та рекультивації забруднених ґрунтів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 21.06.01 / Петрук Роман Васильович;

# НАНОДИСПЕРСНІ КРЕМНЕЗЕМНИ: ПРОБЛЕМИ СИНТЕЗУ ТА ВИКОРИСТАННЯ

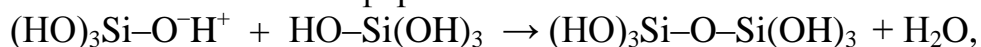
**Процик Н.М.**, студентка 3 курсу,  
**Богатиренко В.А.**, кандидат технічних наук, доцент  
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

В останні десятиліття дослідження в галузі отримання та вивчення властивостей нанодисперсних систем і наноматеріалів набули поширення у всьому світі. Під час синтезу нанодисперсних матеріалів, наприклад, оксидних плівок і покриттів, порошоків, волокон, об'ємних щільних і пористих матеріалів тощо широко застосовують колоїдно-хімічний золь-гель метод.

У найбільш завершеному вигляді цей метод реалізується в золь-гель технологіях високодисперсного кремнезему [3]. Мезопористі і високодисперсні силікатні матеріали мають широке застосування у процесах каталізу, хімії «господар-гість», оптики тощо завдяки їх низькій щільності, високій хімічній та термічній стабільності, низькій діелектричній проникності. Висока питома поверхня і монодисперсний розмір пор є необхідними умовами отримання кремнеземів з високими адсорбційною і каталітичною активністю, селективністю.

Властивості поверхні дисперсних частинок залежать від початкових умов синтезу, що визначає вибір способу проведення золь-гель процесу. Класичний варіант золь-гель технології складається зі стадій утворення золю, перетворення золю на гель і подальшої термічної обробки гелю для видалення води, ущільнення або надання пористості. Зазвичай процес починається з приготування розчинів, які містять сполуки Силіцію(IV) (наприклад, алкоксиди Силіцію), воду, спирт як розчинник, кислоту або основу як каталізатор. Процес включає гідроліз прекурсорів та поліконденсацію продуктів гідролізу. Поліконденсація є основним хімічним процесом на всіх етапах золь-гель технології одержання матеріалів на основі кремнезему. У результаті реакції поліконденсації відбувається формування зародків нової фази і утворення частинок нанометрового розміру за кімнатної температури.

Наприклад, реакція гідролізу натрій силікату у водному розчині відбувається за схемою  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Si}(\text{OH})_4\downarrow + 2\text{NaOH}$ . Силікатна кислота, яка виділяється в результаті гідролізу, містить поверхневі гідрофільні силанольні групи  $\equiv\text{Si}-\text{OH}$ , здатні до реакції поліконденсації з утворенням силоксанових зв'язків  $\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{Si}\equiv$  [2]. У результаті утворюються полімерні силікатні кислоти з різним ступенем полімеризації. При  $\text{pH} = 9,5$ , коли досягається максимальна швидкість процесу, поліконденсація відбувається за рахунок взаємодії йонізованих і неіонізованих форм силікатних кислот:



при оптимальному співвідношенні концентрацій  $\text{H}_3\text{SiO}_3^-/\text{H}_4\text{SiO}_4$ , що дорівнює 1 : 1 [3]. Мінімальна швидкість поліконденсації відповідає ділянці  $\text{pH}$  2-3, причому при  $\text{pH}$  менше 2-3 реакція прискорюється йонами  $\text{H}^+$ , а при  $\text{pH}$  більше 2-3 – йонами  $\text{OH}^-$ . Той факт, що швидкості поліконденсації і гелеутворення є

мінімальними в ізоелектричній ділянці (рН 2-3), вважається доказом ідентичності обох процесів. Тобто гелеутворення у водних розчинах силікатних кислот обумовлене реакцією поліконденсації.

Процеси поліконденсації складні і мають статистичний характер, а склад полісилікатних кислот у водних розчинах залежить від багатьох факторів: часу старіння і концентрації вихідного розчину прекурсорів, наприклад, натрій силікату, величини рН водного середовища та способу одержання розчину силікатної кислоти, а також температури. Встановлено існування різних стадій цього процесу: гомогенна поліконденсація, флуктуаційне утворення зародків нової фази, подальший ріст частинок. Виявилось, що виникнення зародків нової фази з критичною поверхнею відбувається вже на ранніх стадіях поліконденсації, що локалізує хімічний процес в поверхневому шарі на тлі різних фізичних явищ. У цих умовах визначальними стають структура та властивості поверхневих шарів зародків, що ростуть. Вони в цілому визначають кінетику фізичних і хімічних процесів при одержанні колоїдного золю кремнезему.

Крім класичних схем золь-гель процесів, основаних на використанні водних силікатів лужних металів та гідролізу прекурсорів, розроблені різні варіанти цих процесів, що дозволяє отримувати велике різноманіття матеріалів зі специфічними властивостями. Наприклад, якщо процес проводити за наявності поверхнево активних речовин, полімерів, легуючих добавок або в емульсійних системах, то можна отримати гібридні матеріали у вигляді сферичних частинок «ядро-оболонка», мезопористих структур, ламел, трубок тощо, розмір яких принаймні в одному вимірі менше 100 нм.

Для вирішення низки завдань каталізу і адсорбції перспективним є створення карбон-силікатних і вуглецевих матеріалів [1], де силікати використовують як темплати (шаблони), на які наносять карбоновмісні попередники. Карбонізація поверхні силікатної матриці забезпечується шляхом подальшого термічного розкладу попередників у вакуумі або в інертній атмосфері при температурах 800 – 1100 °С.

При термічному розкладі органічного прекурсора на поверхні силікатної матриці утворюються різні пористі і нанопористі вуглецеві матеріали: активоване вугілля, молекулярні сита, вуглецеві волокна, фулерено- або графеноподібні нановуглецеві структури тощо, фізико-хімічні характеристики яких можна регулювати. Каталітичні властивості поверхні самого темпланта також суттєво впливають на структуру нанопоруватих карбоносилікатних матеріалів.

Сучасні нанокарбон-мінеральні матеріали виявляють високі адсорбційні властивості, що визначає перспективність розробки простих і доступних методів їх синтезу, а також одержання поверхневих структур з різним функціональним призначенням.

#### Список використаних джерел

1. Селективная сорбция и катализ на активных углях и неорганических ионитах / Стрелко В.В., Зажигалов В.А., Ставицкая С.С. и др. – К. : Наукова думка, 2008. – 304 с.
2. Соклов Лев Борисович. Поликонденсационный метод синтеза полимеров /

Л.Б. Соколов. – М.: Химия, 1966. – 322 с.

3. Чуйко А. Строение и химия поверхности кремнезема. – К.: Наукова Думка, 2007 – 347 с.

4. Шабанова Н.А. Золь – гель технологии. Нанодисперсный кремнезем [Электронный ресурс] / Н.А. Шабанова, П.Д. Саркисов. – Эл. изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 328 с.

## **АНАЛІЗ ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ ФОСФАТНОЇ СИРОВИНИ**

**Соколовська М.О.**, студентка 4-го курсу

**Худоярова О.С.**, старший викладач кафедри хімії

Вінницького державного педагогічного університету ім. М.М. Коцюбинського

У хімічній промисловості і суміжних галузях утворюється велика кількість твердих і газоподібних відходів. Самими багатотоннажними відходами хімічного промислового комплексу є відходи виробництва фосфору, фосфорної кислоти і фосфорних добрив. За якісним складом і шкідливістю викидів підприємства фосфорного виробництва відносяться до промислових виробництв, які мають викиди в атмосферу газів або аспіраційного повітря та містять канцерогенні і отруйні речовини.

Сировиною для виробництва фосфору, фосфорної кислоти і фосфорних добрив є фосфорити  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  та апатити — фторапатит  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$  і хлорапатит  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$ . Окрім основних мінералів, ці руди містять у своєму складі мінерали-домішки, в кількостях слідів уран, торій, ванадій. При збагачуванні фосфорних руд утворюється велика кількість твердих відходів у вигляді хвостів флотації, маса яких може досягати 70-75% від початкової маси руди.

Присутність слюдистих мінералів, помітна кількість низькотемпературного кварцу різко знижує термічну і динамічну міцність кускових фосфоритів. Це призводить до того, що вже при видобутку і транспортуванні руди утворюється значна кількість відходів у вигляді фосфатного пилу (~ 48%), який не утилізується повністю, накопичується на територіях заводів і є джерелом запиленості, забруднення промислових майданчиків та природних стоків. Існуючі способи не забезпечують якісну підготовку кускових фосфоритів, оскільки мають значні недоліки : низькі технологічні показники (шахто - щілинні і барабанні печі для термообробки сировини фосфорного виробництва працюють в режимі сушки), значне запилювання, неприпустимі виробничі шуми, громіздкість та ін.

Відомо, що електротермічне виробництво елементного фосфору характеризується утворенням значної кількості газоподібних шкідливих речовин в атмосфері і неорганізованих газовиділень, які складають 20 - 25 % від їх загальної кількості. Переробка фосфоритової сировини на жовтий фосфор супроводжується утворенням на 1 т фосфору 25 - 27 кг його сполук, 10 - 12 т шлаку, до 170 кг фосфорного шламу та ін.



На 1 т фосфору, що отримали в електропечі, утворюється до 4000 м<sup>3</sup> газу з високим вмістом оксиду вуглецю, 0,1 – 0,5 т ферофосфору, 0,05 – 0,35 т пилу і 7,5 – 11 т силікатного шлаку, а також близько 50 кг фосфоровмісних шлаків[1].

Використання непідготовленої сировини в електротермії призводить до утворення твердих, рідких і газоподібних відходів, істотно знижуючи технологічні показники і погіршуючи екологічний стан не тільки на території підприємства, але і в значному радіусі навколо нього, негативно і необоротно впливаючи на стан ґрунтів, сільськогосподарських угідь, атмосфери, гідросфери, біосфери. Отриманий з непідготовленої сировини елементний фосфор (~40%) переходить в шлам, який відрізняється токсичністю, схильністю до самозаймання з утворенням туману фосфорної кислоти і сильно отрує навколишнє середовище.

На території України виробляють лише екстракційну фосфорну кислоту, яку одержують шляхом кислотного розкладання фосфатної сировини. Твердим відходом виробництва екстракційної фосфорної кислоти є фосфогіпс. Залежно від умов отримання фосфорної кислоти відходи утворюються у вигляді  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  або безводного сульфату кальцію  $\text{CaSO}_4$ . Ці відходи є дрібнокристалічним порошком, який грудкується, вологість 25-40%. В них містяться фосфати, що не прореагували, сполуки фтору, фосфорна кислота, органічні речовини, сполуки рідкоземельних елементів, в невеликих кількостях радіонукліди. Основну масу фосфогіпсу, що утворюється, видаляють у відвали, в яких накопичилися мільйони тонн фосфогіпсу. Використання фосфогіпсу або його переробка є досить актуальним завданням.[2]

У фосфорному виробництві утворюється значна кількість стічних вод. Компоненти, що входять до їх складу ( фосфорна кислота, миш'як, фтор, важкі метали), дуже токсичні, мають високу реакційну здатність, негативно впливають на біосферу, ґрунт, гідросферу і ін., тому проблеми знешкодження, утилізації та нейтралізації стічних вод актуальні.

Одним з побічних продуктів фосфорного виробництва є некондиційний ферофосфор, який містить значну кількість фосфору і може служити цінною сировиною для отримання фосфорних солей.

Газоподібні викиди фосфорного виробництва містять такі шкідливі компоненти, як фосфін, фосфор, пентаоксид фосфору, фтор та його сполуки, миш'як, сірку та її сполуки. Відомо, що існуючі способи газоочищення на фосфорних підприємствах не забезпечують зниження шкідливих викидів нижче гранично допустимої концентрації. Уловлювання та утилізація газоподібних відходів - найважливіша проблема у виробництві фосфору.

Фосфін, фтористий водень і важкі метали є одним з основних забруднювачів у фосфорному шлаку.

Термічну фосфорну кислоту можна одержувати двома способами: одно- і двоступінчастим. При одноступінчастому (безупинному) засобі пічні гази спалюють, потім охолоджують, гідратують і пропускають через електрофільтри для уловлювання туману фосфорної кислоти, що утворилася. Більш досконалим

є діючий у даний час двоступінчастий спосіб, по якому фосфор спочатку конденсують з газів, а потім спалюють з наступною гідратацією утвореного  $P_2O_5$  до фосфорної кислоти.

Фосфорні шлаки - побічний продукт виробництва фосфору термічним способом в електропечах. При температурі 1300-1500°C фосфат кальцію взаємодіє з вуглицем коксу і кремнеземом, в результаті чого утворюються фосфор і шлаковий розплав. Шлаки зливаються з печей у вогненно-рідкому стані і гранулюються мокрим способом. На 1 т фосфору припадає 10-12 т шлаку. На великих хімічних підприємствах отримують до 2 млн. т шлаку в рік.

Хімічний склад фосфорних шлаків близький до складу доменних. Сумарний вміст у них оксиду кальцію та кремнезему досягає 95% при їх співвідношенні 0,9-1,1[3].

Особливостями фосфорних шлаків є вміст у них  $P_2O_5$  і  $CaF_2$  (до 3% кожного) і понижена кількість  $Al_2O_3$  (зазвичай не більше 4%). Відмінності у вмісті  $P_2O_5$  і  $CaF_2$  та коефіцієнти основності, що визначають фізико-хімічні властивості шлакових розплавів і особливості грануляції, істотно впливають на фазовий склад, структуру і властивості шлаків. Гранульований шлак електрофосфорного виробництва світло-сірого кольору з синюватим відтінком, має скловату структуру. Встановлено, що 90-95% шлаку складає скло з включеннями кристалів псевдоволластоніта та інших мінералів. Гранулометричний склад гранульованих фосфорних шлаків відповідає зерновим складом звичайних дрібно-або середньо-зернистих будівельних пісків.

Відходи фосфорної промисловості мають негативний вплив на навколишнє середовище: забруднення підземних і поверхневих вод (велику небезпеку для водних об'єктів представляють фтористі і фосфорні сполуки, сульфати); негативний вплив на стан земельних ресурсів (в даний час відходи фосфорної промисловості займають площу близько 200 га); забруднення атмосферного повітря (джерелом забруднення є фтористі і фосфорні сполуки, які поширюються у вигляді пилу і газів)[4].

#### **Список використаної літератури:**

1. Казова М.Н., Казова Р.А. Физико-химические основы переработки феррофосфора. Алма-Ата: Наука, 1983.-243 с.
2. Технологический регламент производства экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов, ОАО «Сумыхимпром», 2005.
3. Є.Л.Яхонтова, І.А. Петропавлівський, В.Ф. Кармишов, І.А. Спірідонова. Кислотні методи переробки фосфатної сировини.-М:Хімія, 1998.-288 с.
4. Мусаев Я.А. – Экологическая оценка и технология утилизации фосфогипса. 25.00.36.- геозкология/Я. А. Мусаев. - 2009г.

## НОВІ РІШЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ФОСФАТНИХ І СУЛЬФАТНИХ РУД

Худоярова О.С., старший викладач кафедри хімії

Вінницького державного педагогічного університету ім. М.М. Коцюбинського

Проведено теоретичні і експериментальні дослідження по відновленню фосфатів металів і фосфатних руд газовими відновниками, а також сульфатів лужних металів елементним фосфором і фосфоровмісними газами.

Одержані результати досліджень дають змогу зробити ряд узагальнень по теорії процесу фосфороутворення і одержання сульфідів фосфору.

В процесі відновлення фосфатів природним газом в присутності летких сполук сірки (елементної сірки, сірководню і сірчистого газу) в газовій фазі можливе утворення елементного фосфору і його сполук із сіркою. Одержані результати термодинамічних досліджень показали, що процес за участю діоксиду сірки є більш ймовірним. Утворення фосфору можливе вже при 950 К, відновлення в присутності елементної сірки при 1100 К, а сірководню при 1150 К. В процесі відновлення трикальційфосфату метаном в присутності летких сполук сірки можливе зв'язування елементного фосфору із сіркою.

Фосфати порівняно малоактивних металів – заліза, алюмінію, магнію можуть бути відновлені повністю в інтервалі температур 850-1000°. Присутність летких сполук сірки в реакційній зоні збільшує вихід фосфору при переробці залізистих фосфатних руд внаслідок зв'язування заліза в сульфід.

В процесі відновлення природних фосфатів в присутності  $\text{SiO}_2$  вуглецем і природним газом, залізо, що міститься в їх складі, зв'язується у фосфід заліза, що знижує ступінь відгонки фосфору. Згідно з нашими дослідженнями, фосфат заліза є гарною сировиною для одержання фосфору та сульфідів фосфору. В інтервалі температур 700-900° із фосфату заліза може бути здійснена практично повна відгонка фосфору. Втрати фосфору у вигляді фосфідів мають бути мінімальними, оскільки в атмосфері сірководню (та інших газоподібних сполук сірки) фосфід заліза нестійкий.

Також ми провели дослідження по використанню елементного фосфору і його летких сполук для відновлення сульфатів металів з одержанням фосфатних солей і сульфідів фосфору.

Елементний фосфор і його леткі сполуки мають високі відновні властивості. На діючих фосфорних заводах значна кількість летких сполук фосфору спалюється на факелах.

Величезні запаси сульфатної сировини, висока відновна активність фосфоровмісних газових відновників, суттєві переваги газовідновних процесів над рідкофазними можуть лягти в основу розробки нової технології переробки сульфатної сировини з одержанням сульфідів фосфору.

Для оцінки можливого використання сульфатів лужних металів для утилізації фосфору і його летких сполук нами був проведений термодинамічний аналіз реакцій взаємодії елементного фосфору і фосфіну із сульфатами натрію і калію.

Встановлено, що відновлення натрій сульфату елементним фосфором і його зв'язування в сульфіді інтенсивно проходить в інтервалі температур 450-600°C. Вказана температура забезпечує практично повне окислення фосфору та його летких сполук і зв'язування окислених продуктів в твердофазні сполуки.

На основі термодинамічних і експериментальних досліджень запропоновано метод одержання сульфідів фосфору, що дає можливість спростити технологію одержання сульфідів фосфору, зменшити їх собівартість та одержувати додатково фосфоровмісні солі, які можуть бути використані для одержання миючих засобів, мінеральних добрив, чи як напівпродукт для одержання термофосфатів.

Результати проведених досліджень показали на можливість зміни технології одержання сульфідів фосфору при використанні вихідної фосфатної і сульфатної сировини.