

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя



## МАТЕРІАЛИ

# Всеукраїнської науково-технічної конференції «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»

8-9 жовтня 2013 року

м. Тернопіль



Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Національний університет харчових технологій  
Харківський державний університет харчування і торгівлі  
Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського  
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля  
Національний університет «Львівська політехніка»  
Луцький національний технічний університет  
Тернопільська обласна організація Український союз науково-технічної інтелігенції



***МАТЕРІАЛИ***

Всеукраїнської науково-технічної конференції

***«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»***

**8-9 жовтня 2013 року**

м. Тернопіль

<b>Войціховська С.Р., Попович О.Р.</b> СОРБЦІЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ	179
<b>Жуковська Ю.М., Войціховська А.С.</b> НЕБЕЗПЕКА СПАЛЮВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	180
<b>Киричук І.І., Змієвський Ю.Г., Мирончук В.Г.</b> ЗВОРОТНИЙ ОСМОС В ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНОЇ ВОДИ МОЛОЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ	181
<b>Змієвський Ю.Г., Киричук І.І., Мирончук В.Г.</b> ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОДІАЛІЗНОЇ ОБРОБКИ СТІЧНОЇ ВОДИ У ВИРОБНИЦТВІ МОЛОКОПРОДУКТІВ	183
<b>Вітенько Т.М., Зарецька Т.В.</b> ОБҐРУНТУВАННЯ КАВІТАЦІЙНО-АДСОРБЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ	184
<b>Зварич Н.М.</b> ВРАЗЛИВІСТЬ ХАРЧОВИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ	185

УДК 66.081.6: 637.142.2

Киричук І.І., Змієвський Ю.Г., Мирончук В.Г.  
*Національний університет харчових технологій*

## **ЗВОРОТНИЙ ОСМОС В ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНОЇ ВОДИ МОЛОЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Безумовно для кожного підприємства є важливим мінімізувати втрати сировини при виробництві продукції та зменшити кількість відходів, що в свою чергу сприятиме збільшенню виходу кінцевого продукту та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Зокрема, це дуже актуально для молокопереробної галузі, адже при виготовленні молочних продуктів утворюється велика кількість стоків. До них відносяться вода після промивання танків для зберігання молока, трубопроводів, пастеризаторів, сепараторів та ін. обладнання. До недавнього часу до цього списку також входила молочна сироватка. Проте з початком застосування мембранних процесів в молочній промисловості значна її кількість підлягає промисловій переробці.

Переробка молочної сироватки обумовлена трьома основними факторами: збільшенням вартості її скидання у каналізацію, появою нових технологій вилучення сироваткових білків та науковими дослідженнями, які виявили цінні поживні та біологічні властивості цього продукту. В промисловості нашої країни і за кордоном накопичено значний досвід переробки молочної сироватки в різноманітні харчові продукти і напівфабрикати з використанням нетрадиційних методів обробки.

На сьогодні найбільш використовуваними мембранними процесами для розділення сироватки є: мікрофільтрація, ультрафільтрація, нанофільтрація, зворотній осмос та електродіаліз. Мікрофільтрацію використовують для видалення бактерій, казеїнового пилу та залишків жиру з сироватки, ультрафільтрацію для вилучення сироваткових білків (наприклад, лактоальбумінів та лактоглобулінів), а електродіаліз для знесолення. Зворотній осмос застосовують для концентрування всіх складових частин молочної сироватки та отримання води.

Найчастіше для демінералізації та концентрування цінних продуктів з сироватки використовують нанофільтрацію. Після нанофільтрації отримують два потоки: концентрат, який містить білки, лактозу, двовалентні солі та пермеат, в якому залишається в основному вода та одновалентні солі. Концентрат поступає на подальшу переробку, а пермеат зазвичай скидається разом зі стоками. При цьому втрачається значна кількість води, близько 60-70%, яку за допомогою попередньої очистки можна використовувати як технічну.

Тому для того, щоб зменшити кількість споживаної води молокопереробними підприємствами та об'єми стічних вод, ми пропонуємо пермеат, отриманий після

нанофільтрації молочної сироватки, розділяти за допомогою зворотного осмосу. Це дозволить сконцентрувати всі розчинні сполуки, що залишилися у фільтраті, та отримати воду, придатну для повторного використання.

З цією метою було проведено експериментальне дослідження з розділення модельних розчинів, що імітують нанофільтраційний пермеат молочної сироватки, концентрацією 0,4; 1 та 5% на лабораторній установці тупикового типу з ефективною площею мембрани  $1,96 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ . Для дослідження використовували зворотно осмотичну мембрану низького тиску ESPA-1 (Hydranautics, США).

З літературних джерел було встановлено, що після нанофільтрації молочної сироватки у фільтраті залишається незначна кількість лактози – близько 50% від загальної кількості розчинених речовин. Тому окремо було визначено селективність даної мембрани по модельним розчинам лактози та встановлено, що вона затримує її на 95-99%. Зі збільшенням концентрації розчину та тиску селективність зростала і в деяких випадках сягала 99,9%. По мінеральним речовинам цей показник становив 50-90%. При цьому зі збільшенням рушійної сили процесу спостерігалось зростання селективності мембрани, а зі збільшенням концентрації її спадання. Процес розділення проводили при робочому тиску в межах 0,5-6 МПа. При заданому діапазоні тисків продуктивність мембрани змінювалась від 10 до 90  $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ . Зі збільшенням тиску вона зростала в середньому в 7 разів, а зі збільшенням концентрації від 0,4 до 5% зменшувалась в 3 рази.

Отримані результати дозволяють зробити наступні висновки:

1. Для зменшення об'єму стічних вод молокопереробних підприємств, в тому числі отриманих і після переробки молочної сироватки, їх доцільно розділяти за допомогою зворотного осмосу.
2. Така обробка дозволяє сконцентрувати наявні у стоках цінні компоненти та отримати очищену воду з низьким вмістом мінеральних сполук, придатну для повторного використання у цілях підприємства і разом з тим зменшити забруднення навколишнього середовища.