

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



Міжнародна науково-практична конференція

*«Мембранні процеси
та обладнання в харчових
технологіях та інженерії»*

11 – 13 жовтня 2016 р.

НУХТ, Київ 2016

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Мембранні процеси та обладнання в харчових технологіях та інженерії», 11 – 13 жовтня 2016 р. – К.: НУХТ 2016. – 51 с.

Видання містить матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Мембранні процеси та обладнання в харчових технологіях та інженерії». Розглянуто проблеми застосування мембранних технологій в переробній та харчовій промисловості: теоретичні засади застосування мембранних технологій в харчовій промисловості; розробка та застосування полімерних та керамічних мембран в харчовій промисловості; сучасне обладнання для реалізації мембранних процесів; застосування мембранних технологій в підготовці питної води та в очищенні промислових стічних вод.

Розраховано на науковців, дослідників та інженерно-технічних працівників, які займаються означеними проблемами в переробній та харчовій промисловості.

Редакційна колегія: Українець А.І., Бурбан А.Ф., Груданов В.Я., Гусятинська Н.А., Дейниченко Г.В., Дзязько Ю.С., Кучерук Д.Д., Корнієнко Я.М., Левич Л., Маринін А.І., Мирончук В.Г., Рябцев Г.Л., Таран В.М.

Організаційний комітет

Голова комітету – *Українець А.І.*, д.т.н., проф., ректор Національного університету харчових технологій;

Заступник голови – *Шевченко О.Ю.*, д.т.н., проф., проректор НУХТ;

Заступник голови – *Мирончук В.Г.*, д.т.н., проф., зав. кафедри ТОКТП НУХТ;

Дзязько Ю.С., д.х.н., с.н.с. ІЗНХ НАН України;

Змієвський Ю.Г. – к.т.н., доцент кафедри ТОКТП НУХТ;

Маринін А.І. – к.т.н., с.н.с., зав. ПНДЛ НУХТ;

Гусятинська Н.А. – д.т.н., проф., зав. кафедри ТЦПВ НУХТ;

Акутіна Н.В. – пров. інж. відділу Інтелектуальної власності НУХТ;

Відповідальний секретар – *Корнієнко Л.В.*, к.т.н., м.н.с. ПНДЛ НУХТ.

Міжнародний науковий оргкомітет:

Українець А.І. – д.т.н., проф., ректор (Київ, Україна);

Бурбан А.Ф. – д.т.н., проф. (Київ, Україна);

Груданов В.Я. – д.т.н., проф. (Мінськ, Білорусь)

Гусятинська Н.А. – д.т.н., проф. (Київ, Україна);

Дейниченко Г.В. – д.т.н., проф. (Харків, Україна);

Дзязько Ю.С. – д.х.н., с.н.с. (Київ, Україна) ;

Кучерук Д.Д. – д.х.н., с.н.с. (Київ, Україна);

Корнієнко Я.М. – д.т.н., проф. (Київ, Україна);

Левич Любінко – доктор, проф. (Нові Сад, Сербія)

Маринін А.І. – к.т.н., с.н.с. (Київ, Україна)

Мирончук В.Г. – д.т.н., проф. (Київ, Україна);

Рябцев Г.Л. – д.т.н., доц. (Київ, Україна);

Таран В.М. – д.т.н., проф. (Київ, Україна);

ЗМІСТ

1.	<i>Ярослав Барашовець</i> Використання методу двохступеневого зворотного осмосу з проміжним дозуванням гідроксиду натрію для виробництва очищеної води згідно державної фармакопеї України і європейської фармакопеї	6
2.	<i>Вікторія Гніцевич, Тетяна Юдіна</i> Фізико-хімічні характеристики ультрафільтраційних концентратів сколотин	8
3.	<i>Олександр Гродецький, Ярослав Барашовець</i> Порівняння методів мікрофільтрації і ультрафільтрації в процесі отримання води для промивання технологічного обладнання та трубопроводів підприємств харчової промисловості	9
4.	<i>Василь Гузенко, Григорій Дейниченко, Захар Мазняк</i> Вибір методу видалення поляризаційного шару на поверхні напівпроникних мембран	13
5.	<i>Ярослав Корнієнко, Сергій Гулієнко</i> Оцінка ефективності регенерації рулонованих мембранних модулів	15
6.	<i>Григорій Дейниченко, Вікторія Федак</i> Використання сировини, обробленої мембранними методами, в технології молочних десертів	17
7.	<i>Олег Джоджик, Ірина Колесник, Вікторія Коновалова, Анатолій Бурбан</i> Полісульфонові мембрани з фотокаталітичними властивостями для концентрування молока	19
8.	<i>Григорій Дейниченко, Максим Мельник</i> Обґрунтування факторів, що впливають на процес мікрофільтрації пива	21
9.	<i>Людмила Рождественська, Юлія Дзязько, Юрій Змієвський, Валерій Мирончук, Юрій Вольфович, Валентин Сосенкін</i> Полімерні мембрани модифіковані неорганічними сполуками для переробки відходів харчової промисловості	23
10.	<i>Єгор Дуденко, Ярослав Барашовець</i> Опріснення морської води методом зворотного осмосу	25
11.	<i>Артем Єршов, Юрій Змієвський, Валерій Мирончук</i> Дослідження процесу концентрування дифузійного соку після другої сатурації зворотним осмосом	29
12.	<i>Григорій Дейниченко, Василь Гузенко, Обинва Ебонугва</i> Визначення впливу тиску та температури на процес ультрафільтрації сироватки з-під кислого сиру	30
13.	<i>Володимир Захаров, Юрій Змієвський</i> Дослідження процесу озонування для зменшення рівня забруднення мембран	32
14.	<i>Юрій Змієвський, Валерій Мирончук, Олексій Муратов, Ірина Белецька, Олег Мірошников</i> Дослідження процесу регенерації нанофільтраційних мембран	34

15.	<i>Іванна Киричук, Валерій Мирончук, Юрій Змієвський</i> Технологія очищення стічних вод молокопереробних підприємств мембранними методами	35
16.	<i>Людмила Корнієнко</i> Розділення фугату післяспиртової зернової барди зворотним осмосом	37
17.	<i>Олег Кравець, Марія Шинкарик</i> Зменшення впливу адгезії при очистці сироватки на фільтрі із самоочисним фільтрувальним елементом	38
18.	<i>Євген Омельчук, Вікторія Коновалова</i> Концентрування та часткова очистка целюлолітичних ферментів з термотолерантних мікроміцетів родів <i>Aspergillus</i> і <i>Corynascus</i>	39
19.	<i>Богдан Пащенко, Євгеній Штефан</i> Використання комп'ютерних технологій для дослідження процесу мембранного розділення дисперсних систем	41
20.	<i>Ольга Семінська, Маргарита Балакіна</i> Домембранна підготовка міських стічних вод	43
21.	<i>Андрій Сорокін, Василь Сидор</i> Дослідження актуальності застосування мембранних процесів у виробництві зернових екстрактів	45
22.	<i>Алла Тимчук, Олена Грек, Кіра Овсієнко</i> Отримання альбумінної маси з сироваткового концентрату	46
23.	<i>Kateryna Kharchenko, Iryna Kolesnyk, Victoriia Konovalova, Anatoliy Burban</i> Polysulfone membranes modified with α -amylase, incorporated into polymeric micelles, for starch ultrafiltration	47
24.	<i>Григорій Дейниченко, Тетяна Юдіна</i> Дослідження якості напівфабрикатів для десертної продукції на основі ультрафільтраційного концентрату сколотин	49

1. Використання методу двохступеневого зворотного осмосу з проміжним дозуванням гідроксиду натрію для виробництва очищеної води згідно державної фармакопеї України і європейської фармакопеї

Ярослав Барашовець

ТОВ «Системи чистої води», м. Київ;

cws@cws.kiev.ua

Вступ. На сучасних промислових підприємствах, особливо в їх фізико-хімічних і мікробіологічних лабораторіях є велика потреба в отриманні Води очищеної відповідно до вимог Державної Фармакопеї України (ДФУ, 2004 р.) та Європейської Фармакопеї (ЕР). Вимоги до якості такої води наведені в таблиці.

Таблиця.

Вимоги до якості Води очищеної відповідно до Державної Фармакопеї України (ДФУ, 2004р.)

Показник	Одиниця вимірювання	Вода очищена
Зовнішній вигляд	—	Прозора, безбарвна рідина без запаху та смаку
Питома електропровідність	мкСм/см	<4,3 при температурі +20°C
Загальний органічний вуглець	мг/л	<0,5
Бактеріальні ендотоксини	МО/мл	<0,25
Нітрати	мг/л	<0,2
Важкі метали	мг/л	<0,1
Мікроорганізми	КОЕ/100 мл	<10

Існуючі схеми отримання Води очищеної включають в себе комбінації різних методів:

- іонообмінні установки катіонування -аніонування;
- зворотний осмос - іонний обмін на смолах змішаної іонообмінної дії;
- зворотний осмос- електродеіонізація;
- дистиляція.

Використання комбінації - іонообмінні установки катіонування – аніонування має ряд недоліків. Смоли регенеруються кислотами і лугами, що суттєво ускладнює їх обслуговування та утилізацію стоків. Крім того на іонообмінних смолах дуже важко дотримувати мікробіологічної чистоти та витримати жорсткі вимоги показника – загальний органічний вуглець (ТОС).

Використання комбінації зворотний осмос - іонний обмін на смолах змішаної іонообмінної дії – вимагає періодичної (1 раз в 6-12 місяців) заміни дорогої (1 літр смоли - 10 Євро, при заміні -50-100 л) іонообмінної смоли, без можливості її регенерації та повторного використання.

Використання комбінації зворотний осмос- електродеіонізація теж вимагає періодичного -1 раз на 3-5 років заміни модуля електродеіонізації (від 5 000 - до 10 000 Євро).

Використання методу дистиляції - має свої переваги в якості, але собівартість отриманої очищеної води термічним способом – набагато перевищує вартість води, отриманої іншими методами.

Тому, метою даної роботи було розроблення ефективної технології мембранного очищення водопровідної води, де строк служби мембран складає 3-5 років, а вартість мембран складає 400 Євро за 1 шт.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводилась за виробничих умов на промисловій установці, продуктивністю 200 л/год (4 400 л/добу).

Зворотньоосмотична установка отримання Води очищеної складалась з двох ступенів з проміжним дозуванням гідроксиду натрію. На першій і на другій ступені встановлені мембрани TORAY, виробництва Японія, з селективністю- 99,7 %, площею фільтрації 8,0 м². Тиск на мембрані першої ступені 0,8-1,2 МПа, на мембрані другої ступені 0,6-0,8 МПа. Потужність електродвигуна підвищувального насоса першої та другої ступені складала 1,0 кВт/год кожного. Для вимірювання тиску на мембранах першої і другої ступені використовувались манометри WIKA (Німеччина). Електропровідність вимірювалась проточними кондуктометрами з температурними компенсаторами JUMO (Німеччина). Значення рН вимірювалось проточним рН-метром виробництва CREACE (Китай). Дозування водного розчину гідроксиду натрію після першої ступені зворотного осмосу здійснювалось автоматично за допомогою дозуючої станції DOZOMAT FP 60 BWT (Австрія). Витрата води вимірювалась електронними витратомірами KROHNE (Німеччина).

Результати та їх обговорення. Якість вхідної води - коливається від 400 до 500 мкСм/см. Якість води після першої ступені мембран зворотного осмосу - 12,0-20,0 мкСм/см. Після другої ступені, без дозування водного розчину гідроксиду натрію – 5,0-8,0 мкСм/см, що не відповідає вимогам ДФУ. З дозуванням водного розчину гідроксиду натрію якість води після другої ступені складає від 1,2 до 3,8 мкСм/см, що повністю відповідає вимогам ДФУ і Європейської Фармакопеї. Причому, експериментально визначено, що найкращі показники якості води досягаються при значенні рН- 6.8- 7.2. При збільшенні, зменшенні вказаних значень рН – різко погіршується якість отриманої води аж до 20,0 мкСм/см. Проведені дослідження показали, що мембрани першої ступені блокуються швидше і вимагають періодичної – 1 раз в 6-12 місяців хімічного кислотно-лужного промивання. Мембрани другої ступені знижують свою продуктивність значно менше і потребують періодичного кислотно-лужного промивання лише 1 раз в 1 рік. Показанням до хімічного промивання є падіння продуктивності на 10-15% і підвищення тиску на мембранах на 10-15%.

Висновки. Таким чином визначено, що використання установки двохступеневого зворотного осмосу з дозуванням гідроксиду натрію після першого ступеню – має оптимальні значення, як по якості отриманої Води очищеної, так і по експлуатаційним витратам.

Література. 1. Технології мембранного розділення в промисловій водопідготовці / А.А. Пантелеев, Б.Є. Рябчиков, О.В. Хоружий, С.Л. Громов, А.Р. Сидоров, М.: ДеЛи плюс, 2012. - 429 с. ISBN: 978-5-905170-14-0.

2. Рябчиков Б.Є. Сучасні методи підготовки води для промислового і побутового використання. М.: ДеЛипринт, 2004. – 328 с. ISBN: 5-94343-079-2.

2. Фізико-хімічні характеристики ультрафільтраційних концентратів сколотин

Вікторія Гніцевич, Тетяна Юдіна

Київський національний торговельно-економічний університет, м.Київ

Вступ. В умовах існуючого дефіциту білка в харчуванні потенційним їх джерелом білкових є білково-вуглеводна молочна сировина, зокрема сколотини та їх похідні, які містять білки зі збалансованим набором незамінних амінокислот та володіють високими функціонально-технологічними властивостями. У зв'язку з цим розробка способів виділення та концентрування білків сколотин, створення технологій молочно-білкових концентратів із комплексом прогнозованих властивостей для подальшого використання у технологіях харчових продуктів є актуальним завданням.

Матеріали і методи дослідження. Для дослідження використовували сколотини, отримані методом збивання вершків. Процес ультрафільтрації проводили з вібраційним перемішуванням за значень тиску 0,4...0,5 МПа, температури 40...50⁰С, швидкості пульсуючих потоків 1,5...1,7 м/с із застосуванням ультрафільтраційних мембран типу ГР (ГР61ПП та ГР81ПП). Хімічний склад та фізико-хімічні показники продуктів ультрафільтраційного розділення сколотин визначали за стандартними методиками.

Результати. Результати дослідження хімічного складу білкових концентратів, отриманих у результаті УФ обробки сколотин із різним фактором концентрування (1,5...3,0), свідчать, що у процесі УФ-концентрування в концентраті сколотин відбувається підвищення масової частки білка прямопропорційно фактору концентрації. Масова частка жиру з підвищенням фактору концентрації до 3,0 зростає в 2,7...2,9 рази, фосфоліпідів – у 2,0...2,2 рази, кількість лактози при цьому зменшується в 4,5...4,7 рази за рахунок переходу її до пермеату. Відмічено підвищення густини на 24...26 кг/м³, в'язкості – в 2,5...2,6 рази. Підвищення титрованої кислотності в 1,8...1,9 рази із підвищенням фактору концентрування сколотин пояснюється зростанням вмісту речовин кислотного характеру. рН при цьому практично не змінюється.

Висновки. Відзначене зростання основних фізико-хімічних показників із підвищенням фактору концентрування прогнозує підвищення функціонально-технологічних властивостей УФ-концентратів Але передбачене їх використання у складі багатокомпонентних систем може призвести до підвищення титрованої кислотності сумішей. Це зумовлює необхідність проведення дослідження їх термостійкості та розробки раціональних параметрів, які попередять коагуляцію білків у сумішах на їх основі в процесі пастеризації.

Література.

1. Тёпел А. Химия и физика молока / А. Тёпел; [пер. с нем. С. А. Фильчаковой]. – СПб. : Профессия, 2012. – 832 с.
2. Гаврилов Г. Б. Технология мембранных процессов переработки молочной сыворотки и создание продуктов с функциональными свойствами : монография / Г. Б. Гаврилов. – М. : Россельхозакадемия, 2006. – 134 с.

3. Порівняння методів мікрофільтрації і ультрафільтрації в процесі отримання води для промивання технологічного обладнання та трубопроводів підприємств харчової промисловості

Олександр Гродецький
dahakastyle@gmail.com

Ярослав Барашовець
cws@cws.kiev.ua

Національний університет харчових технологій, м. Київ;

Вступ. Постійне зростання об'ємів забруднених природних та стічних вод внаслідок антропогенного впливу потребує пошуку нових безпечних методів їх очищення.

У виробництві багатьох продуктів харчування необхідна велика одномоментна кількість підготовленої води, до 10 м³, для промивки технологічного обладнання та трубопроводів. Одна з вимог – до підготовленої промивної води – відсутність речовин колоїдного ступеню дисперсності та мікробіологічна чистота. Багато підприємств – нехтують даними вимогами або використовують звичайні фільтраційні установки, рейтингом фільтрації – 20 мкм. Це сітчасті фільтри, поліпропіленові фільтри, фільтри з зернистими завантаженнями та бактерицидні УФ опромінювачі. Як результат - часто через недостатню якість промивної води та привнесення додаткових мікроорганізмів – якість готової продукції не відповідає вимогам. Використання гофрованих картриджних фільтрів з мембранами рейтингом фільтрації 0,2-0,45 мкм без належного обладнання для перевірки фільтрів на цілісність до та після використання і неналежна попередня підготовка води – приводить для передчасного блокування дорогих мембранних фільтрів і вимагає їх частої заміни, що значно впливає на собівартість продукції. Одним з найбільш розповсюджених методів очищення води - є мембранні методи , в тому числі – ультрафільтрація.

На теперішній час на багатьох підприємствах харчової промисловості продукція яких орієнтована на експорт, постала проблема очищення води від мікробіологічних забруднень та видалення речовин колоїдного ступеню дисперсності. В порівнянні з іншими методами - ультрафільтрація – є найбільш ефективним безреагентним способом для такого рівня підготовки води. В промислових масштабах перевагами ультрафільтрації являється: простота обслуговування, можливість регенерації, надійність та компактність.

Матеріали і методи досліджень. З метою вирішення проблеми очищення промивної води та вибору найбільш ефективного методу фільтрації в науково-практичній лабораторії кафедри Технології цукру та підготовки води ННХТ НУХТ провели дослідження в порівнянні методів мікрофільтрації та ультрафільтрації.

Робота проводилась на ультрафільтраційній установці для очищення води та установці для визначення SDI (SiltDensityIndex). Дослідження проводились на воді Київського міськводоканалу.

Одна частина води проходила через установку ультрафільтрації на протязі 6,5 годин. Через кожні 2 години, проводилась зворотня промивка мембрани– ультрафільтраційним пермеатом. Вимірювались результати тиску, електропровідності, кольоровості та ОВП.

Паралельно проводилось пропускання води через установку для визначення SDI (SiltDensityIndex). За 5 хв, мембрана рейтингом фільтрації 0,45 мкм - повністю заблокувалась, без можливості регенераційного відмивання.



Рис 1. Фото ультрафільтраційної установки.

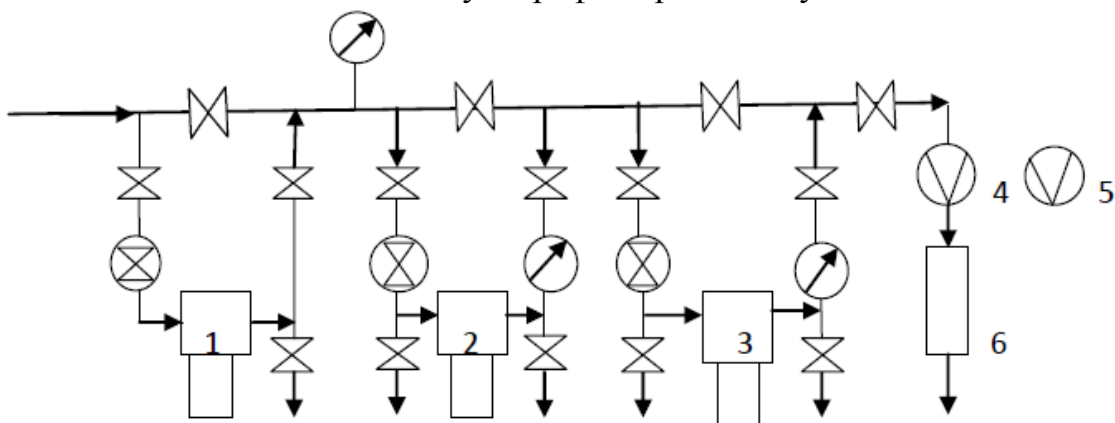


Рис 2. Блок-схема ультрафільтраційної установки:

1. Сітчастий фільтр попередньої фільтрації (рейтинг фільтрації - 100 мікрон); 2. Багатошаровий фільтр з гравієм, піском і гідроантрацитом (рейтинг фільтрації- 20 мікрон); 3. Сорбційний фільтр з кокосовим активованим вугіллем; 4.

Підвищувальний насос; 5. Насос зворотної промивки ультрафільтраційної мембрани; 6. Мембрана ультрафільтрації – рейтинг фільтрації 0,02 мкм, «AQUAFILTER», США; витратоміри, манометри, пробовідбірні крани, ПВХ обв'язка.



Рис 3. Установка для визначення SDI (SiltDensityIndex).

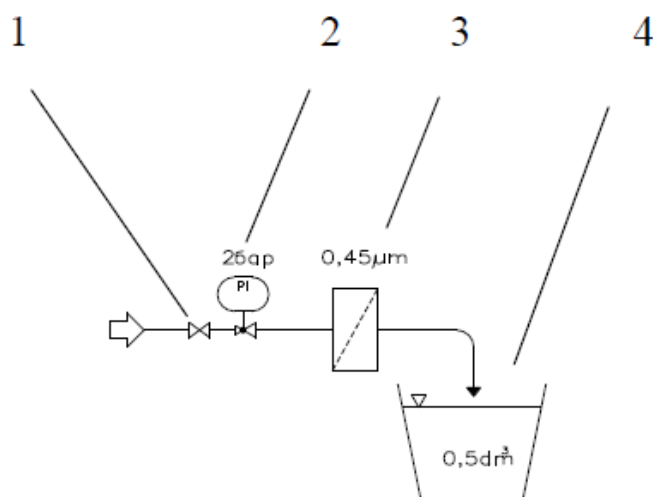


Рис.4. Блок-схема установки для визначення SDI (SiltDensityIndex):

1. Вхідний клапан; 2. Редуктор тиску; 3. Мембранний фільтр рейтинг фільтрації -0,45 мкм, діаметром 47 мм; 4. Мірна колба об'ємом 500 мл.

Результати та їх обговорення.

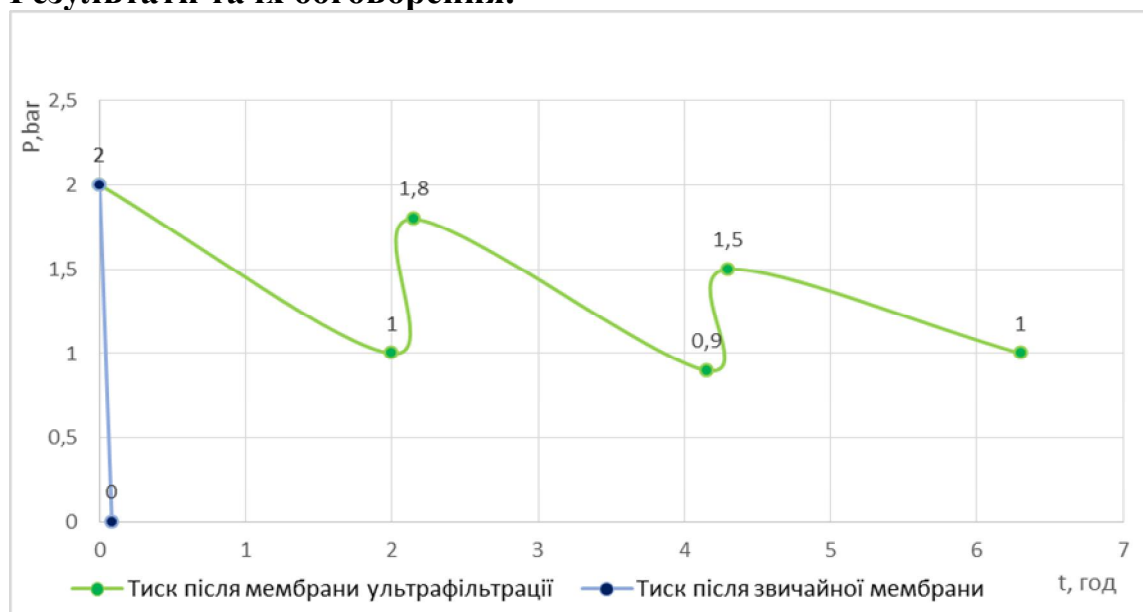


Рис 5. Порівняльний графік зміни продуктивності ультрафільтраційної мембрани після зворотного промивання і звичайної мембрани рейтингом фільтрації 0,45 мкм.

Таблиця 1 Кольоровість води після ультрафільтраційної установки

	Кольоровість		
	Вихідна вода	Пермеат	Концентрат
1	50,028	12,507	1004,729
2	12,809	8,338	988,503
3	11,905	7,992	958,426

Таблиця 2 - Електропровідність води після ультрафільтраційної установки

	Електропровідність		
	Вихідна вода	Пермеат	Концентрат
1	231	224	234
2	235	230	236
3	230	220	231

Таблиця 3 - ОВП води після ультрафільтраційної установки

	ОВП		
	Вихідна вода	Пермеат	Концентрат
1	103	108	105
2	104	105	101
3	110	108	106

Висновки.Проведені дослідження показали перевагу ультрафільтраційних методів фільтрації перед методом мікрофільтрації. Як результат – мембрана, рейтингом фільтрації 0,45 мкм, яка широко використовується в фармацевтичній промисловості, заблокувалась через 5 хв після початку роботи. Ультрафільтраційна ж мембрана показала відновлення своєї продуктивності після звичайного зворотного промивання і роботу з високими якісними показниками на протязі довгого часу. Пермеат з ультрафільтраційної установки практично не змінив електропровідність та ОВП, але суттєво знизив кольоровість води.

Література.

1. Технології мембранного розділення в промисловій водопідготовці./А.А. Пантелеев, Б.Є. Рябчиков, О.В. Хоружий, С.Л. Громов, А.Р. Сидоров. М.: ДеЛи плюс, 2012. - 429 с. ISBN: 978-5-905170-14-0.
2. Рябчиков Б.Є. Сучасні методи підготовки води для промислового і побутового використання. М.: ДеЛипринт, 2004. –328 с. ISBN: 5-94343-079-2.

4. Вибір методу видалення поляризаційного шару на поверхні напівпроникних мембран

Василь Гузенко, Григорій Дейниченко, Захар Мазняк
oborud.hduht@gmail.com
Харківський державний університет харчування та торгівлі,
м. Харків

Вступ. Сьогодні мембранне обладнання широко застосовується для здійснення різноманітних процесів розділення, концентрування та очищення харчових рідин у різних галузях харчової, фармацевтичної та мікробіологічної промисловості. При цьому перевагою застосування БМП у виробництві ПК є достатня кількість конструкцій мембранних модулів із різними технологічними та технічними характеристиками. Проте, утворення поляризаційного шару на селективній поверхні напівпроникної мембрани робить процеси обробки не тривалими й економічно малоефективними. Тому виникає завдання використання мембранних установок із плоскими фільтрувальними елементами, що мають оптимальну продуктивність для підприємств малої та середньої потужності й передбачають спеціальні заходи боротьби з утворенням поляризаційного гель-шару на селективній поверхні мембрани.

Результати. В даний час єдиної думки щодо способів ефективного впливу на інтенсивність прояву концентраційної поляризації не вироблено. Багато авторів схильні в думці, що найбільш перспективним напрямком її усунення є визначення гідродинамічних умов проведення баромембранного процесу, сприяють зниженню інтенсивності формування шару концентраційної поляризації і як наслідок – зменшення забрудненості мембранної поверхні частинками дисперсної фази продукту, що розділяється.

Класифікація способів зниження концентраційної поляризації на поверхні напівпроникних мембран за мембранної обробки рідких високомолекулярних харчових систем може бути представлена як інтенсифікація процесу в залежності від технологічних особливостей робочого середовища та технічного оснащення мембранних модулів в харчових виробництвах (таблиця).

Незважаючи на різноманіття методів боротьби з концентраційною поляризацією, ні один з них не призводить до повної нейтралізації її впливу. Тому виправданий пошук таких умов роботи мембранних апаратів, які забезпечували б максимальний ефект при мінімальних витратах.

Висновки. Таким образом, з усіх розглянутих у таблиці способів активного впливу на процес формування шару концентраційної поляризації найбільш прийнятним з точки зору збереження нативних властивостей компонентів рідких високомолекулярних полідисперсних систем, що розділяються є гідромеханічні способи. Незважаючи на наявну в літературі значну кількість способів і пристроїв механічного запобігання утворення поляризаційного шару на поверхні мембран, їх потенційні можливості далеко не вичерпані. Тому виникає задача розробки принципово нових мембранних установок з використанням засобів повного або часткового усунення

концентраційної поляризації з поверхні мембрани, що буде сприяти підвищенню ефективності процесу мембранної обробки харчових рідин.

Таблиця – Способи видалення поляризаційного шару в процесі мембранної обробки харчових рідин

№, з/п	Характеристика способу	Вид способу	Реалізація (вимоги)
1	Інтенсифікація процесу переміщення розчину, що розділяється шляхом зміни технологічних умов	Підвищення температури системи, що розділяється	Не вище 60 °С
		Підвищення температури мембранного елементу	Термостійкість мембрани до 50 °С
		Зміна робочого тиску в каналі баромембранного апарату	Стійкість мембрани (0,1...1,0 МПа)
		Використання мембран з підвищеним гідравлічним опором	Багатошаровий матеріал
2	Механічні та конструкційні методи інтенсифікації	Механічні пристрої та механізми для турбулізації потоку системи	Мішалки та вставки довільної форми, барбатуєчі пристрої
		Зміна конфігурації каналу баромембранного апарату	Втулки, сітки, патрубки
		Зміна положення мембранного елементу або його рух навколо осі	Вертикальні, горизонтальні, похилі елементи
		Використання частинок дисперсної фази для механічного впливу на примембранный шар	Кульки, стружка довільної форми, стиснене повітря тощо
3	Фізичні та гідродинамічні методи інтенсифікації	Зміна режимів потоку системи, що розділяється в каналі апарату	Протичійна, радіальна, тангенціальна, пульсуюча подача
		Використання впливу фізичних явищ на поверхню мембрани	Ультразвук, вібрація, електричні та магнітні поля
4	Хімічні методи інтенсифікації	Для харчової промисловості не допустимі	Луги, кислоти

Література

1. Дейниченко Г.В. Застосування мембранних процесів в технології одержання пектинових концентратів : монографія / Г.В. Дейниченко, В.Г. Мирончук, В.В. Гузенко, З.О. Мазняк, М.Г. Мельник. – Х.: Факт, 2016. – 190 с.
2. Иванец В. Н. Методы интенсификации гидромеханических процессов : / В. Н. Иванец, Б. А. Лобасенко. – Кемерово : КТИПП, 2003. – 84 с.

5. Оцінка ефективності регенерації рулонованих мембранних модулів

Ярослав Корнієнко

che@kpi.ua

Сергій Гулієнко

gunder@meta.ua

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

Вступ.

Поляризаційні явища та утворення осадів на поверхні є однією з основних перешкод розвитку баромембранних процесів [1]. Для вирішення цієї проблеми необхідно застосовувати методи регенерації. В роботах [2-3] було запропоновано метод регенерації рулонованих мембранних модулів, який ґрунтується на використанні явища температурної кавітації, та визначено параметри перенесення маси в процесі вилучення осаду з поверхні мембран за запропонованим методом. Для ефективного використання запропонованої методики, окрім визначення параметрів продуктивності мембранних модулів після регенерації, доцільно мати можливість визначати ці параметри на основі розрахунків. Метою даної роботи є отримання аналітичної залежності, яка б дозволяла визначати продуктивність регенованих рулонованих мембранних модулів.

Матеріали і методи досліджень.

Для оцінки ефективності вилучення осадів з поверхні мембран в попередній було запропоновано використовувати коефіцієнт регенерації:

$$\psi = \frac{J_{i+1} - J_i}{J_i} = \frac{J_{i+1}}{J_i} - 1, \quad (1)$$

де J_{i+1} – потік речовини через мембрану до регенерації, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; J_i – потік речовини через мембрану після регенерації, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;

Теоретичний аналіз проводився на основі моделі осмотичного тиску [1] та базових законів масообміну.

Результати.

Якщо опір мембрани можна представити у вигляді суми опору мембрани і шару осаду, згідно моделі осмотичного тиску потік речовини через мембрану буде описаний у вигляді [1]:

$$J = \frac{\Delta p - \Delta \pi}{\mu(R_m + \alpha \cdot \delta)}, \quad (2)$$

де Δp – робочий перепад тиску, Па; $\Delta \pi$ – різниця осмотичних тисків, Па; μ – коефіцієнт динамічної в'язкості, Па·с; R_m – опір мембрани, м^{-1} ; α – питомий опір шару осаду, м^{-2} ; δ – товщина шару осаду.

При підстановці рівняння (2) в рівняння (1) отримуємо:

$$\psi = \frac{\alpha(\delta_i - \delta_{i+1})}{R_m + \alpha\delta_{i+1}}. \quad (3)$$

З урахуванням закономірностей масообміну товщину шару осаду до i після регенерації можна представити у вигляді:

$$\delta_i = \frac{m_i}{\rho F(1 - \varepsilon_0)}, \quad (4)$$

$$\delta_{i+1} = \frac{m_{i+1}}{\rho F(1 - \varepsilon_0)} = \frac{m_i - K(C^p - C_1)F\tau}{\rho F(1 - \varepsilon_0)}, \quad (5)$$

де m_i – початкова маса осаду, кг; ρ – густина шару осаду, кг/м³; F – площа поверхні мембрани, м²; ε_0 – відносний об'єм порожнин в шарі осаду; m_{i+1} – залишкова маса осаду, кг; K – коефіцієнт перенесення маси, м/с; C_1 – концентрація матеріалу осаду в промивному розчині, кг/м³; C^p – рівноважна концентрація матеріалу осаду в промивному розчині, кг/м³; τ – тривалість процесу регенерації, с.

Після підстановки рівнянь (4) та (5) після математичних перетворень отримаємо рівняння для розрахунку коефіцієнта регенерації у вигляді:

$$\psi = \frac{\alpha K(C^p - C_1)F\tau}{R_m \rho F(1 - \varepsilon_0) + \alpha(m_i - K(C^p - C_1)F\tau)}. \quad (6)$$

Рівняння (6) та (1) дозволяють розрахувати продуктивність рулонованих мембранних модулів після регенерації.

Висновки.

За результатами теоретичного аналізу існуючих залежностей, що дозволяють розрахувати продуктивність мембранних апаратів та параметри масообміну при вилучення шару осаду, утвореного внаслідок концентраційної поляризації на поверхні мембран, отримана аналітична залежність, яка дозволяє прогнозувати продуктивність мембрани після процесу регенерації.

Література.

1. Shirazi S., Lin C.-J., Chen D. Inorganic fouling of pressure-driven membrane processes – A critical review//Desalination 250 (2010). – p. 236-248.
2. Корнієнко Я.М. Оцінка ефективності відновлення властивостей рулонованих мембранних модулів з використанням гідродинамічної кавітації / Я.М. Корнієнко, С.В. Гулієнко // Наукові парці ОНАХТ. – 2012. – Випуск 41. - Т.1 - С. 142-147.
3. Корнієнко Я. Масообмін при регенерації відпрацьованих рулонованих модулів / Я. Корнієнко, С. Гулієнко // Мембранні процеси та обладнання в харчових технологіях та інженерії: міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів, 25-26 листопада 2014 р: матеріали конференції. – Київ, 2014. – С. 25.

6. Використання сировини, обробленої мембранними методами, в технології молочних десертів

Григорій Дейниченко, Вікторія Федак
farike85@gmail.com

Харківський державний університет
харчування та торгівлі, м. Харків

Вступ. Мембранні методи – сучасний інструмент реалізації низки пріоритетних напрямків розвитку науки, технологій і техніки. Їх практичне значення пов'язано з вирішенням глобальних проблем, що стоять перед людством у XXI столітті: створення ресурсозберігаючих технологій, забезпечення безпеки харчування, виробництво чистих харчових продуктів.

Одержаний нами концентрат із білково-вуглеводної сировини шляхом ультрафільтраційної обробки використано для подальшої переробки у готову продукцію, зокрема в молочних десертах для закладів ресторанного господарства.

Матеріали і методи досліджень. При виконанні експериментальних робіт як об'єкт дослідження використовувалась знежирена молочна сировина, яка пройшла мембранну обробку, структуроутворювачі, стабілізаційні системи, пюре плодово-ягідні з/без консерванту з послідуною пастеризацією, охолодженням. Досліджувалися показники якості та безпечності продукції. Відбір і підготовка проб здійснювався за ГОСТ 26809-86. Визначення органолептичних показників, маси нетто проводили за ДСТУ 2661:2010. Визначення фізико-хімічних показників здійснювали відповідно до ГОСТ 3626, ГОСТ 3628, ГОСТ 3624, ДСТУ ISO 1211-2002 (Контрольний метод) (ISO 1211:1999, IDT).

Експериментальні дослідження виконувались в Харківському державному університеті харчування та торгівлі на кафедрі устаткування харчової і готельної індустрії імені М.І. Беляєва та кафедрі технології харчування.

Результати. На основі отриманих експериментальних даних у відповідності з інноваційною стратегією розробки нової продукції розроблено технологічну схему виробництва десертів. В основу розробки технологічного процесу виробництва структурованих десертів з використанням УФ-похідних знежиреної молочної сировини покладено системний підхід, згідно з яким технологічну систему розділили на декілька підсистем, функціонування яких призводить до отримання нової продукції.

Розроблено технологічну документацію на десерти молочні на основі молочної сировини та концентратів білкових молочних, що виробляються заводами ресторанного господарства і харчової промисловості за затвердженою технологічною інструкцією шляхом з'єднання основних рецептурних компонентів – концентрату білкового молочного, вершків тваринних, цукру білого, стабілізаційних систем, пюре плодово-ягідних з/без консерванту з послідуною пастеризацією, охолодженням та упакуванням.

Десерти виробляються у закладах ресторанного господарства, харчових виробництвах та реалізуються в роздрібних та оптових торгівельних мережах, а також у закладах ресторанного господарства.

Контроль технологічного процесу виробництва десертів проводиться згідно даних наведених в таблиці.

Таблиця - Контроль технологічного процесу виробництва десертів

№ п/п	Найменування операції й крапка контролю	Контрольований параметр	Значення контрольованого параметра	Спосіб контролю або марка приладу	Періодичність контролю
1	2	3	4	5	6
1	Підготовка рецептурних компонентів	Дозування рецептурних компонентів	Відповідно до рецептури	Ваги	Кожна партія
2	Нагрівання компонентів	Температура, тривалість	87...90 °С 10...15хв	Контактний термометр Таймер	Кожна партія
3	Перемішування компонентів	Однорідність суміші	Відсутність грудок	Візуально	Кожна партія
4	Дозування	Маса	Відповідно тари (200...500 гр.)	Ваги	Кожна партія
5	Витримування	Температура та тривалість	2...6°С 4×60 ² с.	Термометр, таймер	Кожна партія

Висновки. Розробка технології структурованих продуктів з молочної сировини обробленої мембранними методами є актуальним завданням, вирішення якого є нагальною потребою часу. Розроблено асортимент структурованих десертів на основі ультрафільтраційного концентрату молочної сировини.

Література

1. Дейниченко Г. В., Мазняк З. О., Золотухіна І. В. Ультрафільтраційні процеси та технології раціональної переробки білково-вуглеводної молочної сировини: Монографія. – Х.: Факт, 2008. – 208 с.

2. Золотухіна І. В. Технологія напівфабрикатів на основі сколотин для виробництва збитої десертної продукції [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / Золотухіна Інна Василівна. – Х., 2006. – 157 с.

3. Сабадош Г. О. Технологія десертів молочних з використанням карагінанів [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / Сабадош Ганна Олександрівна. – Х., 2010. – 154 с.

7. Полісульфонові мембрани з фотокаталітичними властивостями для концентрування молока

Олег Джоджик, Ірина Колесник, Вікторія Коновалова, Анатолій Бурбан
i_kolesnik@yahoo.com

Національний університет «Києво-Могилянська академія»

Київ, вул. Сковороди, 2, Україна, 04655

Вступ. Ультрафільтрація є важливим процесом у харчовій промисловості, особливо при виготовленні молочної продукції. Але її використання обмежене забрудненням мембран і наявністю концентраційної поляризації, що спричинює зменшення продуктивності з часом. Один з методів покращення стійкості мембран до забруднення - іммобілізація на поверхні мембран наночастинок з фотокаталітичними властивостями, таких як TiO_2 , ZrO_2 . Однак у літературі відсутні дані про модифікацію поверхні мембран наночастинами SnO_2 , хоча вони також мають фотокаталітичні властивості. Отже, метою дослідження було дослідити закономірності модифікування полісульфонових мембран наночастинами SnO_2 методом «layer-by-layer» та вивчити їхню стійкість до забруднення у процесі концентрування молока.

Матеріали і методи. Для модифікування використовували промислові полісульфонові мембрани UF-PES-020H з відсікаючою здатністю 20 кДа. Мембрани модифікували методом «layer-by-layer». Як позитивно заряджений поліелектроліт використовували поліетиленімін з молекулярною масою 750 кДа, як негативно заряджені – натрій альгінат, к- і т-карагінани, натрій карбоксиметилцелюлозу. Як останній негативно заряджений шар наносили наночастинок SnO_2 , стабілізовані розчинами поліелектролітів.

Результати. На першому етапі досліджували ультрафільтрацію білка бичачого сироваткового альбуміну різних концентрацій. Для немодифікованих мембран концентраційна поляризація спостерігається вже при концентрації білка 0,02 %. А для мембран, модифікованих наночастинами, явище концентраційної поляризації у діапазоні концентрацій 0,01-5,00 % не спостерігається. Електрофоретичним методом доведено, що нівелювання явища концентраційної поляризації обумовлено розкладанням білка наночастинами SnO_2 на низькомолекулярні фрагменти.

На другому етапі досліджували вже безпосередньо процес фільтрації молока на модифікованих мембранах. Концентрування молока проводили у 3 рази. Для полісахаридів з сульфогрупами спостерігається суттєве зниження продуктивності мембран з підвищенням тиску, що підтверджує відсутність наночастинок з фотокаталітичними властивостями на поверхні. Показано що для мембран, модифікованих поліелектролітними комплексами з карбоксильними групами, концентраційна поляризація не впливає на продуктивність.

Якість концентрування оцінювали за такими показниками, як густина, рН, сухий залишок, вмісте молочного цукру і казеїну як у фільтраті, так і в концентраті. Також досліджували здатність концентрату до сиротворення.

Дослідження показали, що продуктивність мембран залишається сталою протягом 8 годин у процесі фільтрації молока, тоді як для немодифікованих мембран спостерігається зниження продуктивності на 90 % протягом 20 хвилин. Модифікування мембран поліелектролітними шарами дозволяє затримувати від 20 до 40 % молочного цукру і 30-40 % кальцію, що є сприятливим для подальшого отримання сирів з концентратів. Також сухий залишок у концентраті збільшується у 2-2,5 рази, що приводить до зменшення часу коагуляції молока при сиротворенні у присутності сичужного ферменту (табл.).

Таблиця. Характеристики концентрування молока на модифікованих мембранах

Характеристика	Молоко ТМ «На здоров'я», 1 %	Мембрана, модифікована ПК {ПЕІ-КМЦ} і SnO ₂		Мембрана, модифікована ПК {ПЕІ-альгінат} і SnO ₂	
		Ретентат	Пермеат	Ретентат	Пермеат
Маса сухого залишку, г/дм ³	98	193,4	23,4	239	48,2
Вміст молочного цукру, %	6,77	-*	4,54	-*	5,11
Загальний вміст білків, %	5,42	11,67	0,388	12,774	0,219
Вміст казеїну, %	3,864	8,59	0,276	8,798	0,276
Час сиротворення, с	200	20	...	40	...

* неможливо визначити через відсутність сироватки під час коагуляції молока

Висновок. Розроблено методику модифікування полісульфонових мембран наночастинками SnO₂ з фотокаталітичними властивостями, що надає мембранам антизабруднюючих властивостей і запобігає зниженню їх продуктивності у процесі концентрування молока.

8. Обґрунтування факторів, що впливають на процес мікрофільтрації пива

Григорій Дейниченко, Максим Мельник

Харківський державний університет харчування та торгівлі,
м. Харків

Вступ. Пиво являє собою складну колоїдну систему. Колоїдні частинки, які є причиною появи каламуті пива, розчинені в ньому і мають розміри 0,01...3 мкм і більше [1].

Поява осаду під час зберігання пива пов'язана з збільшенням розмірів частинок в результаті їх зіткнення, конденсації (окислення) і полімеризації. Крім того, внаслідок дегідратації деяких колоїдних сполук збільшується їх заряд і відбувається взаємодія часток, що несуть різний заряд, в результаті чого утворюється муть. Механічний та температурний вплив може прискорити процес помутніння пива [2].

Колоїдна стабільність пива залежить від безлічі факторів. Так, склад пива визначається хімічним складом сировини: солодом, хмелем, водою тощо. Науково обґрунтовані технологічні режими отримання суслу і пива, а також технологія фільтрування та стабілізації дозволяють підвищити стабільність пива.

Матеріали і методи досліджень. Метою нашого дослідження є доведення позитивного впливу мікрофільтрації на стабільність пива. Дослідними зразками були світлі сорти пива, попередньо очищені грубим фільтром способом сепарування. Досліди проводились при взаємодії та сприяння дослідної лабораторії підприємства «САН ІнБев Україна». Дослідження проводились на авторському мікрофільтраційному модулі. В якості фільтрувальної поверхні використовувались ядерні мембрани МИФИЛ (Республіка Білорусь) з розмірами пор 0,45 та 0,8 мкм. Під час вибору мембран керувалися даними літературних джерел і характеристиками досліджуваного продукту, а саме відносними розділами частин пива.

Результати. Мікрофільтрація – близький до звичайної фільтрації баромембранний процес розділення суспензій та інших дисперсій із частками розміром понад 0,1 мкм та різницею тисків по обидва боки мембрани 0,01...0,2 МПа [3,4].

Для оптимізації процесу мікрофільтрації потрібно, щоб структурні параметри відповідали максимально великій поверхневій пористості й максимально вузькому розподілу пор за розмірами.

Необхідно відзначити, що при підвищенні тиску в системі, незалежно від розміру пор мембранних елементів, неминуче настає момент, коли проникність перестає рости і процес фільтрації припиняється внаслідок ущільнення пріємембранної шару, гелеутворення і закупорювання пор.

Проникність мембранних елементів знижується до такого ступеня, що процес фільтрації припиняється, незалежно від тиску в системі. Причому ретентат, що міститься в циркуляційної ємності, що було відзначено під час

проведення експерименту, містив достатню кількість дисперсионної фази, яка могла бути отримана в якості пермеата при подальшому фільтруванні. Отже, для найбільш повного поділу пивної суспензії необхідна регенерація мембранних фільтрів, а також підбір найбільш раціональних режимів, які визначаються температурою, тиском, концентрацією дисперсної фази, а також швидкістю потоку над поверхнею мембрани, в даній системі.

Зниження проникності фільтруючих елементів в процесі фільтрації обумовлено згущенням концентрату (внаслідок збідніння його пермеатом), а також змінами, що відбуваються всередині, на поверхні і поблизу поверхні мембран.

Слід зазначити, що застосування турбулізаційних не твердо закріплених вставок ускладнювало реалізацію процесу мікрофільтрації пива в експериментальній установці, а наявність жорстких вставок може спричинити підвищення гідравлічного опору і утворення застійних зон. Застосування підвищених температур неможливо внаслідок технології фільтрації пива, а також того небажаного впливу, який температура може надати на досліджуваний продукт. До того ж використання нагрівання в процесі фільтрації неминує спричинити за собою збільшення енерговитрат.

Під час проведення експериментальної мікрофільтраційної обробки пива були видалені наступні типи домішок: дріжджові клітини, механічні домішки різного ступеня дисперсності (1...13 мкм), бактерії та мікроорганізми (0,2...5 мкм), колоїдні сполуки, які виникли під час певних хіміко-біологічних реакцій (>0,1 мкм). Під час проведення мікрофільтраційних досліджень було виявлено значне зменшення кількості дріжджових клітин – на 91%, значення рН залишилось на рівні 4,4. Усі органолептичні показники залишились у межах необхідної норми.

Висновки. Результати проведених досліджень свідчать про високий потенціал використання мікрофільтраційних процесів у виробництві пива. У теоретичному поєднанні з економічним ефектом цей напрям досліджень може принести значну користь для пивоварної промисловості.

Література

1. Кунце В. Технологи солода и пива : пер. с нем. / В. Кунце, Г. Мит. – СПб., Изд-во «Профессия», 2001. – 912 с.
2. Третьяк Л.Н. Научные основы обеспечения качества и безопасности пива: монография. / Л.Н. Третьяк. – Оренбург: ИПК «Университет», 2012. – 410 с.
3. Мулдер М. Введение в мембранную технологию: пер. с англ. / М. Мулдер. – М. : Мир, 1999. – 513 с.
4. Брык М.Т. Мембранная технология в пищевой промышленности / М.Т. Брык, В.Н. Голубев, А.П. Чагаровский. – К. : Урожай, 1991. – 224 с.

9. Полімерні мембрани модифіковані неорганічними сполуками для переробки відходів харчової промисловості

Людмила Рождественська, Юлія Дзязько*

*Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського
НАН України, м. Київ, dzyazko@gmail.com*

Юрій Змієвський, Валерій Мирончук

*Національний університет харчових технологій
м. Київ*

Юрій Вольфович, Валентин Сосенкін

*Інститут фізичної хімії та електрохімії ім. А.Н. Фрумкіна,
м. Москва*

Полімерні мембрани схильні до акумулювання органічних речовин та мікроорганізмів (fouling), що призводить до втрати їх функціональних властивостей. Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є модифікування полімерної основи неорганічними іонами. Як правило, таке модифікування зводиться до утворення механічно нестійкого активного шару на зовнішній поверхні мембрани. Завданням дослідження є формування активного шару неорганічного наповнювача безпосередньо в об'ємі пор полімерної матриці для використання цих мембран у переробці відходів харчової промисловості.

В якості об'єктів дослідження обрано ряд полімерних матеріалів: промислові іонообмінні мембрани МК-40, МА-40, трекові мікрофільтраційні мембрани на основи поліетилентерефталату, та мікрофільтраційні мембрани «Mifil-0,2», що складаються з макропористої підложки і тонкого активного шару. Модифікування мембран проводили неорганічними іонообмінниками на основі гідрофосфату цирконію (ГФЦ) та гідратованого диоксиду цирконію (ГДЦ). Ці матеріали характеризуються високою хімічною стійкістю, селективністю та можливістю прямого синтезу у вигляді наночасточок всередині пор полімерів. Отримані композити вивчено за допомогою методів еталонної контактної порометрії, скануючої та трансмісійної електронної мікроскопії. Встановлено, що імпрегнування неорганічної складової до іонообмінних мембран призводить до осадження неагрегованих наночастинок у кластерах та транспортних каналах, а агрегати наночасточок формуються у межгелевих проміжках та дефектах структури.

Інкорпоровані частинки формують внутрішньопоровий активний шар, який визначає специфічну роздільчу здатність та зарядову селективність, а агрегати наночасточок формують вторинну пористість, що запобігає проникненню органічних субстанцій в об'єм пор мембрани. При модифікуванні мікрофільтраційної мембрани «Mifil-0,2» осадження частинок неорганічної складової відбувається як на волокнах підложки, так і у порах активного шару. На поверхні волокон осаджуються агрегати, розмір яких (до 10 мкм) значно менший ніж пори між волокнами підложки, тому вони не впливають на функціональні властивості. Затримуюча здатність мембран визначається вторинною пористістю, яка утворена наночастинами локалізованими у

активному шарі. Розмір пор між цими частинками становить до 100 нм. Отже, процеси розділення за участю модифікованих мембран можна віднести до ультрафільтрації.

Пори трекової мембрани є доступними як для наночастинок, так і для її агрегатів. Окрім того, агрегація відбувається безпосередньо у порах мембран. Таким чином формується внутрішньопоровий активний шар, який частково спричиняє блокування отворів на поверхні мембрани. Пори між агрегатами є нанорозмірними, при цьому модифікатор займає 30 % загального об'єму пор матриці. Модифіковані іонообмінні мембрани були застосовані в процесі електродіалізного знесолення молочної сироватки. Сумарний вихід за струмом катіонів збільшувався до 95-98 % у випадку модифікованих мембран. Це обумовлено екрануванням нетранспортних пор агрегатами наночастинок від проникнення органічних домішок та відсутністю концентраційної поляризації за умов дограничного струму, що унеможливорює утворення осаду всередині мембрани.

Досліджено вплив модифікатора на процес ультрафільтрації післяспиртової зернової барди. Так, найбільш ефективним є мембрана «Mifil-0,2», модифікова ГДЦ, яка характеризується стабільними механічними властивостями, а також високою селективністю (69 %) по компонентах барди. При цьому кількість сухих речовин в пермеаті зменшується втричі. В випадку трєкових модифікованих мембран значного збільшення селективності не спостерігалось (31-34 % по сухим речовинам). Однак при багаторазовому застосуванні потік пермеату був стабільним, а гідродинамічний тиск суттєво не підвищувався. Співвідношення опорів модифікованої та вихідної мембран становило 0.5. Отже, модифікована мембрана акумулює органіку тільки на зовнішній поверхні і такий осад може бути видалений механічно. Таким чином, модифіковані неорганічними іонообмінниками полімерні мембрани підвищують ефективність процесів розділення, не потребують агресивних реагентів для періодичної регенерації. Це покращує навантаження на навколишнє середовище, зменшує час промивання мембранних систем та подовжує термін експлуатації мембран в циклах очищення.

10. Опріснення морської води методом зворотного осмосу

Єгор Дуденко

egor385@ukr.net

Ярослав Барашовець

cws@cws.kiev.ua

Національний університет харчових технологій, м. Київ;

Вступ. Приблизно 97.5% всього водного запасу світу складається з морської води, яка не придатна для пиття та використання в технологічних цілях для промисловості. Опріснення морської та солонуватої води стало ще більш важливим за останні 50 років і з технічної і економічної точки зору цей метод стає можливим для отримання, як чистої питної води, так і води для промислового використання. В Україні актуальність проблеми знесолення морської та солонуватої води надзвичайно важливе для розвитку регіонів Азовського та Чорного морів. **Знесолення води**, методи якого відрізняються великою різноманітністю, називається також деіонізацією або демінералізацією, являє собою зменшення вмісту розчинених у рідині солей. Знесолення морської води носить назву **опріснення**. Прийнято вважати оптимальним рівнем мінералізації води 200-400 мг/л. У окремих випадках нормами передбачається вміст солі у питній воді не більше 1000 мг/л. Але в багатьох регіонах концентрація солей в підземних і поверхневих водах перевищує ці значення. В морській воді, запас якої на планеті є основним, солі міститься від десяти до триста десять грамів на літр.

Таблиця 1 - Середня загальна мінералізація морської води

№ п/п	Назва	Загальна мінералізація, г/л
1.	Балтійське море	6,00-11,00
2.	Азовське море	10,00 -13,6
3.	Чорне море	18,00 -22,00
4.	Атлантичний океан	34,00-37,30
5.	Середземне море	36,00-39,50
6.	Червоне море	38,00-42,00
7.	Мертве море	260,00-270,00 в окремі роки - 310

Через надмірну загальну мінералізацію морська вода потребує опріснення.

Існують наступні способи знесолення:

термічний; мембранний; іонообмінний; електродіаліз; зворотний осмос; комбінований.

Методи і технічні засоби знесолення води постійно удосконалюються й стають все більш ефективними. Сучасними технологіями можна отримувати воду з заданими параметрами очищення і знесолення.

І якщо раніше для знесолення води для використовувався зазвичай термічний метод, то тепер він в багатьох випадках поступився місцем **методу зворотного осмосу**.

Зворотний осмос - це процес мембранного розділення рідких розчинів шляхом переважного проникнення через напівпроникну мембрану розчинника під дією прикладеного до розчину тиску, що перевищує його осмотичний тиск.

У всьому світі поширена практика опріснення методом зворотного осмосу, що забезпечує отримання H_2O із заданою високою якістю. Постійне вдосконалення техніки виготовлення мембран і устаткування сприяють зміцненню лідерських позицій цього методу.

Зворотноосмотичні мембранні елементи мають спеціалізацію: мембрану готують спеціально для конкретного класу задач, що забезпечує оптимальні техніко-економічні показники.

Елементи класифікуються відповідно за приналежністю до того чи іншого сімейства мембран:

- TW - для чистої води (Tap Water);
- BW - для солонуватої води (Brackish Water);
- SW - для морської води (Sea Water);
- NF - для нанофільтрації.

Крім того, буквами позначаються специфічні характеристики елемента:

- LE - економічний, низького тиску (Low Energy);
- XLE - наднизького тиску (eXtra Low Energy);
- HP - високої продуктивності (High Production);
- HR - підвищеної селективності (High Rejection);
- FF - захищений від мікробіологічного забруднення для харчової промисловості та фармацевтики (Full Fit food or pharmaceutical);
- FR - захищений від забруднення (Fouling Resistant).

Матеріали та методи досліджень.

Мета даної роботи – визначення ефективності установки зворотного осмосу для знесолення модельних розчинів морської води Азовського та Чорного морів.

Робота проводилась в науково - практичній лабораторії кафедри технології цукру та підготовки води ННІХТ НУХТ на зворотноосмотичній установці для очищення води.



Рис 1. Фото зворотноосмотичної установки.

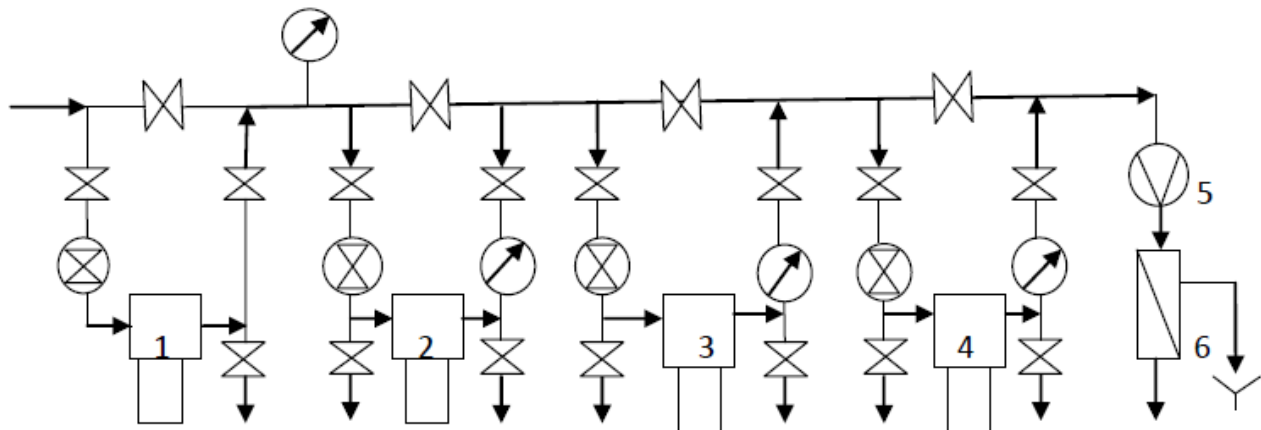


Рис 2. Блок-схема установки знесолення:

1. Сітчастий фільтр попередньої фільтрації (рейтинг фільтрації - 100 мікрон); 2. Багатошаровий фільтр з гравієм, піском і гідроантрацитом (рейтинг фільтрації - 20 мікрон); 3. Сорбційний фільтр з кокосовим активованим вугіллям; 4. Підвищувальний насос; 5. Насос зворотної промивки ультрафільтраційної мембрани; 6. Мембрана ультрафільтрації – рейтинг фільтрації 0,02 мкм, «AQUAFILTER», США; витратоміри, манометри, пробовідбірні крани, ПВХ обв'язка.

На першому блоці з води видаляються грубі механічні домішки.

На другому блоці видаляються завислі частки (каламутність), колоїдне залізо, мул, пісок, трубопровідна іржа і т. д..

На третьому блоці вода позбавляється розчинених у ній органічних речовин, які впливають на запах, смак та колір.

Четвертий блок призначений для захисту зворотноосмотичної мембрани від можливого потрапляння механічних часток та інших домішок.

На п'ятому блоці відбувається підвищення тиску фільтрованої води, яка подається на зворотноосмотичну мембрану

Шостий блок представлений мембраною зворотного осмосу, призначеної для зниження загальної мінералізації.

Дослідження проводились з використанням трьох зразків води з різним солемістом.

Зразок №1 – вода з Київського міськводоканалу;

Зразок №2 – модельний розчин води Азовського моря (загальна мінералізація - 12 г/л);

Зразок №3 – модельний розчин води Чорного моря (загальна мінералізація 20 г/л солей).

Результати.

Початкові та кінцеві результати обробки наведені у Таблиці 2.

Таблиця 2.- Результати експериментальних досліджень

№ зразку	Мінералізація до очищення, мг/л	Мінералізація після очищення, мг/л
1	225	6
2	12 000	70
3	20 000	170

Висновки.

Таким чином, в роботі показано, що застосування зворотного осмосу є ефективним методом опріснення модельних розчинів води Азовського та Чорного морів та підлягає подальшому дослідженню. Ефективність знесолення залежить від солемісту оброблюваної води, вибору схеми попередньої фільтрації, тиску та типу зворотноосмотичної мембрани.

Література.

1. Технології мембранного розділення в промисловій водопідготовці./А.А. Пантелеев, Б.Є. Рябчиков, О.В. Хоружий, С.Л. Громов, А.Р. Сидоров. М.: ДеЛи плюс, 2012. - 429 с. ISBN: 978-5-905170-14-0.

2. Рябчиков Б.Є. Сучасні методи підготовки води для промислового і побутового використання. М.: ДеЛи принт, 2004. –328 с. ISBN: 5-94343-079-2.

11. Дослідження процесу концентрування дифузійного соку після другої сатурації зворотним осмосом

Артем Єршов, Юрій Змієвський, Валерій Мирончук
Національний університет харчових технологій, м.Київ

Вступ.

В нас час, коли ціни на енергоносії зростають, дуже актуальним питанням є зменшення їх витрат на виробництво кінцевої продукції. При цьому не повинна знижуватись її якість. В цукровій промисловості найбільш енергоємними є процеси концентрування дифузійних соків, адже відбувається це за рахунок випаровування розчинника під вакуумом. Зазвичай у випарних апаратах як теплоносії використовують пару, на утворення і транспортування якої йде велика кількість ресурсів. Одним з перспективних методів щодо зменшення енергоємності цукрового виробництва є застосування зворотного осмосу для часткового концентрування дифузійних соків після другої сатурації.

Матеріали та методи.

Використовували зворотноосмотичні мембрани марки РМ Нанотех (Росія), які встановлювали у лабораторну установку тупикового типу. Ефективна площа мембран становила $1,32 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Температура розчинів при проведенні першої серії експериментів була в межах $20 \pm 3^\circ \text{C}$. Тиск в установці змінювали від 0 до 6 МПа.

Методика проведення експериментів. Мембрани в перші години роботи під дією тиску ущільнюються, що призводить до зниження їх питомої продуктивності. Щоб це явище не відбивалося на кінцевих результатах, нові мембрани були "опресовані" протягом 1 години шляхом фільтрування крізь них дистильованої води при тиску 0,4 МПа. Далі в установку заливали 100 мл соку і встановлювали в камері необхідний тиск.

Результати та обговорення.

Використання процесу зворотного осмосу для концентрування дифузійного соку після другої сатурації, дозволяє суттєво зменшити витрати на виробництво. За таких умов відсутній фазовий перехід розчинника при його відділенні, а також застосовуються відносно низькі температури (не вище 45°C).

В межах експерименту зазначений сік було сконцентровано у 2,5 рази. Питома продуктивність при цьому змінювалась від 18,7 до 0,8 кг/(м² год) при тиску 6 МПа, температура була $25 \pm 5^\circ \text{C}$. Безумовно, необхідно проводити оптимізацію процесу для визначення раціональних меж концентрування. Також слід враховувати, що за таких умов отримується очищена вода, яку можна застосовувати для технологічних потреб.

Висновок.

Експериментально підтверджено можливість застосування зворотного осмосу для концентрування дифузійного соку після другої сатурації. Проте, необхідно продовжити дослідження в цьому напрямку для визначення техніко-економічних показників такої технології.

12. Визначення впливу тиску та температури на процес ультрафільтрації сироватки з-під кислого сиру

Григорій Дейниченко, Василь Гузенко, Обинва Ебонугва
Харківський державний університет харчування та торгівлі,
м. Харків

Вступ. Сироватка є побічним продуктом молочної промисловості, яку отримують під час виготовлення сирів і казеїну. Вона широко застосовується в харчовій технології через функціональні і поживні властивості її білків.

Сьогодні розроблені методики мембранного розділення молочної сироватки, зокрема мікрофільтрації, ультрафільтрації, зворотного осмосу включені у виробництво широкого спектру сироваткових білкових продуктів: сироватковий білковий концентрат, ізолят сироваткового білка, гідролізат сироваткового білка, очищені лактоглобулін і лактоальбумін.

Процес ультрафільтрації (УФ) зберігає у сконцентрованому продукті (ретентаті) нерозчинну або розчинені речовини молекулярною масою більше, ніж 20 000. Інша частина потоку (пермеат) сироватки, що проходить через мембрану містить велику частину лактози, мінералів і води. Концентрат, обсяг якого становить близько 1-4% від вихідної кількості сироватки, в подальшому піддають сушінню розпиленням з подальшим отриманням порошку, що містить 35-85% білка в залежності від потреби.

Матеріали і методи досліджень. З метою удосконалення процесу УФ-розділення сироватки з-під кислого сиру було використано спосіб – пульсуюча подача вихідної сировини. Інтенсифікація процесу ультрафільтрації відбувається за рахунок сукупності впливів на гель-шар, що утворюється на поверхні мембрани, по-періодичного розрядження тиску в напірному каналі і гідравлічного удару рідини об поверхню мембрани.

Необхідний тиск у надмембранному просторі УФ-модуля створювали за допомогою компресора і змінювали від 0,2 МПа до 0,6 МПа. Швидкість пульсуючої подачі сколотин в робочу камеру апарата змінювали шляхом регулювання продуктивності перистальтичного насоса. Через 20...30 хв., коли швидкість ультрафільтрації ставала постійною, заміряли кількість фільтрату, що минув через мембрану за проміжок часу 10 хв.

Результати. Оптимізація технологічних режимів процесу УФ-розділення сколотин за режиму із пульсуючою подачею вихідної сировини дозволила отримати об'ємну графічну залежність (рис.), що характеризує означений процес. Найбільш сприятливі режими проведення процесу УФ позначені на графічній залежності відповідною штриховкою.

З даних залежності (рис.) продуктивності УФ-мембран типу ГР від тиску мембранної обробки сироватки з-під кислого сиру видно, що характер змін продуктивності з підвищенням тиску фільтрації ідентичний для обох досліджуваних мембран. При значеннях тиску від 0,2 до 0,35 МПа відбувається інтенсивне збільшення продуктивності мембран.

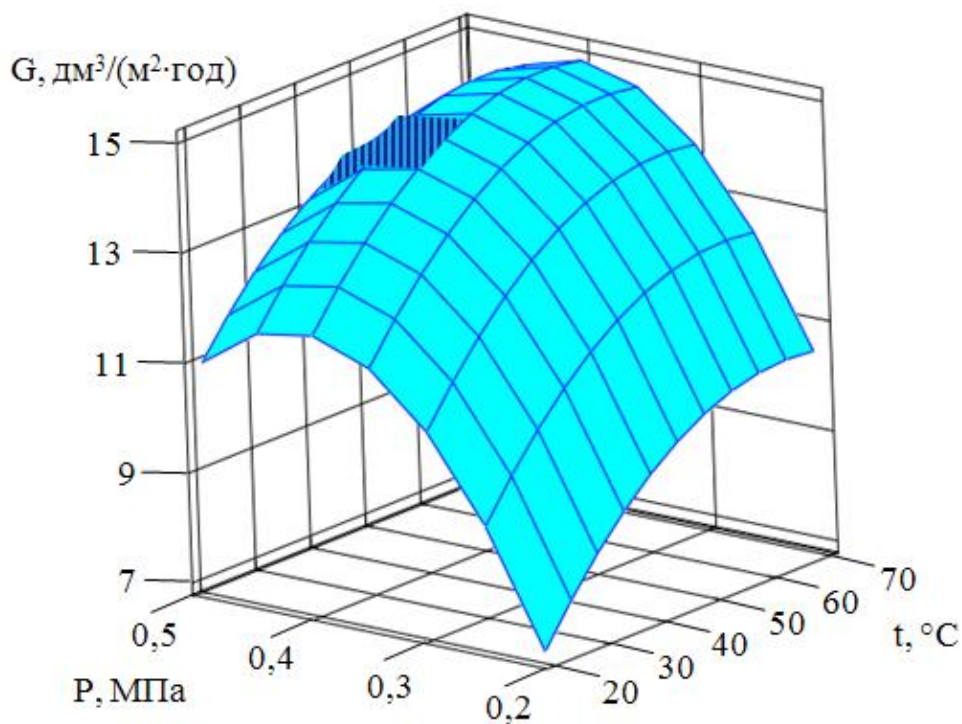


Рис. Оптимізація технологічних параметрів процесу ультрафільтрації сироватки в режимі з пульсуючою подачею вихідної сировини

На ділянці значень тиску від 0,35 МПа до 0,5 МПа продуктивність обох мембран стабілізується при ультрафільтрації скотин і знежиреного молока і значно сповільнюється при ультрафільтрації сирної сироватки.

На рисунку також видно вплив температури сироватки з-під кислого сиру на продуктивність УФ-мембрани типу ГР. З ростом температури сироватки від 20° С до 50° С як у випадку тупикового режиму, так і у випадку використання пульсуючої подачі вихідної сировини, спостерігається значне збільшення продуктивності. За температури сироватки від 50° С до 70° С продуктивність мембран суттєво знижується.

Висновки. Таким чином, на підставі комплексу проведених експериментальних досліджень можна зробити висновок, що пульсуюча подача вихідної сировини суттєво інтенсифікувати процес ультрафільтрації сироватки з-під кислого сиру. Найбільш раціональними режимами процесу УФ-розділення сироватки з-під кислого сиру з використанням напівпроникних мембран типу ГР за режиму пульсуючої подачі вихідної сировини є тиск – 0,4...0,5 МПа, температура скотин – 40...50 ° С, тривалість процесу 2,5...3,0 годин, частота пульсуючої подачі – 90...100 хв⁻¹.

Література

1. Энциклопедия питания. Том 3. Характеристика продуктов питания / А. А. Дубинина, Л. З. Шильман, Г. В. Дейниченко и др. ; под общ. ред. Л. З. Шильмана. – Х.: Мир Книг, 2014. – 744 с.
2. Kumar, P., Sharma, N., Ranjan, R., Kumar, S. (2013), Technology in Dairy Industry: A Review // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, № 9, Vol. 26, pp. 1347-1358.

13. Дослідження процесу озонування для зменшення рівня забруднення мембран

Володимир Захаров, Юрій Змієвський

Національний університет харчових технологій, м. Київ

Вступ. Все більше у різних галузях промисловості використовуються мембранні технології. У харчовій промисловості вони дозволяють отримати опріснену воду з солоної, проводити комплексну переробку знежиреного молока і молочної сироватки, отримувати чисту воду, очищати стічні води. Проте, ряд певних недоліків і проблем не дозволяє використовувати мембранні технології у більш широкому спектрі виробництв. Головною проблемою залишається забруднення мембран органічними та неорганічними речовинами, що поступово знижують їх продуктивність. В даній роботі приводяться результати досліджень щодо попередньої підготовки розчинів, які розділяються на мембранах, озонуванням.

Матеріали та методи.

Як робочий розчин, використовувався нанофільтраційни пермеат молочної сироватки, отриманий за промислових умов, який в подальшому піддавався озонуванню. Розчин NaCl концентрацією 1 г/л, використовувався для порівняння ступені забруднення мембрани. Озонування проводили на лабораторній установці, протягом 20 хв. На рис. 1 приведено принципову схему лабораторної установки. Після озонування розчин три рази фільтрувався на вугільному фільтрі, що було необхідно для деструкції залишків озону та відділення частини органічних сполук.

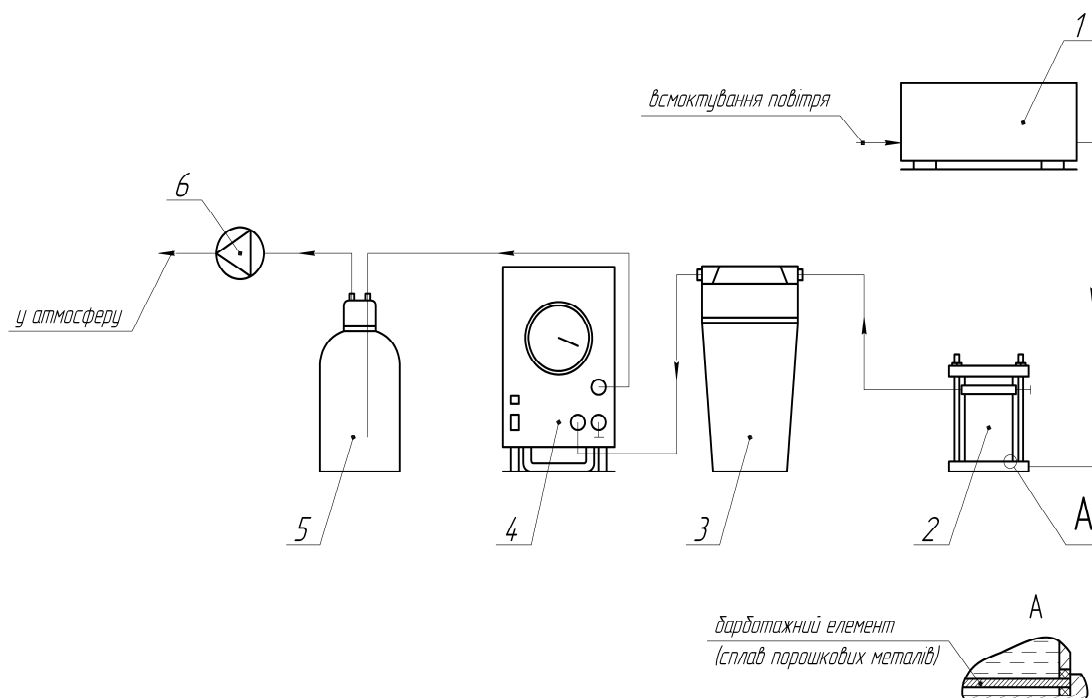


Рис. 1. Лабораторна установка для озонування.

Принцип дії установки для озонування. В установці використовувався вакуум-насос 6 для підсмоктування озоно-повітряної суміші з озонатора 1 до ємності для озонування 2. Для регулювання процесу використовувався пульт управління 4. Для запобігання потрапляння піни до пульта управління або насосу застосовувались проміжні ємності 3 і 5. У нижній частині ємності 2 розміщувався барботажний елемент з пресованого нержавіючого металу, який пропускав озоно-повітряну суміш.

Для перевірки ефективності озонування використовувалась установка для зворотного осмосу, схема якої наведена на рис. 2. Через патрубок 2 у корпус 1 заливався розчин. Протилежний патрубок закручувався гайкою. Тиск створювався балоном з азотом. Комірка мала мішалку 4, яка приводилась в рух магнітом. Мембрана знаходилася на пористій підкладці 3. Фільтрат відбирався з патрубка 5.

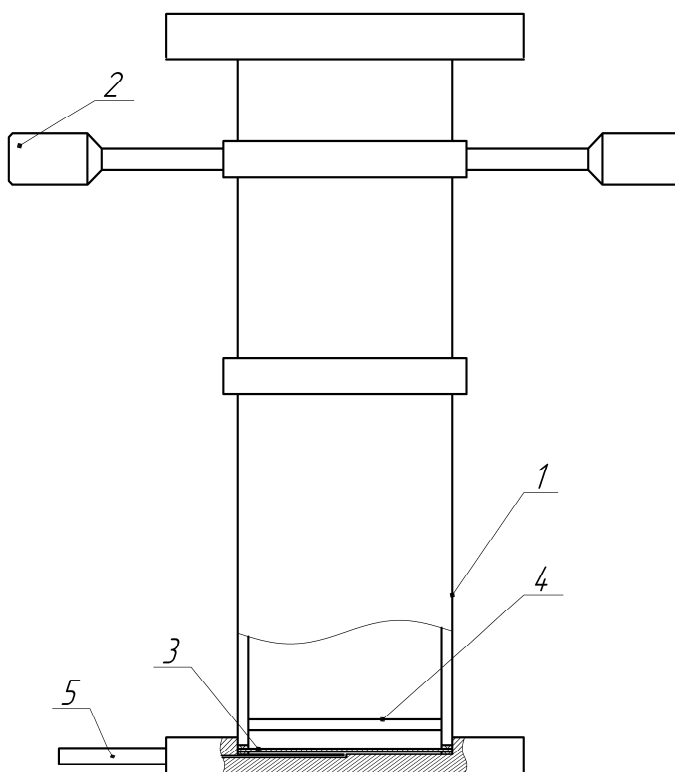


Рис. 2. Установка зворотного осмосу (нумерація в тексті).

Результати.

Продуктивність по NaCl знаходилась у межах 70-80 кг/(м²·год), тобто значного забруднення мембрани не спостерігалось. Продуктивність для нанофільтраційного пермеату протягом години спала з 51,64 кг/(м²·год) до 29,09 кг/(м²·год). За той же час продуктивність для розчину пермеату, який оброблявся озоном спала з 73,05 кг/(м²·год) до 39,59 кг/(м²·год).

Висновок.

З експериментів видно, що продуктивність мембрани при роботі з розчином, який піддався озонуванню на 30% вища, ніж для необробленого озоном розчину.

14. Дослідження процесу регенерації нанофільтраційних мембран

Юрій Змієвський, Валерій Мирончук, Олексій Муратов, Ірина Белецька,
Олег Мірошников

Національний університет харчових технологій, м.Київ

Вступ. В харчовій промисловості активно використовуються мембранні процеси для розділення полікомпонентних розчинів (молочна сироватка, післяспиртова барда, соки, пиво, стічні води тощо). Наявність в них високомолекулярних органічних сполук призводить до погіршення технологічних параметрів мембран внаслідок забруднення їх поверхні та блокування пор. Це потребує розроблення спеціальних технологій регенерації, тобто очищення і відновлення початкових характеристик мембран. При цьому необхідно враховувати як властивості фільтрувального матеріалу, так і рідини, що розділяється.

Метою представленої роботи було експериментальне дослідження процесу регенерації нанофільтраційних мембран ОПМН-П (ЗАТ НТЦ «Владіпор», Росія) після розділення молочної сироватки. Ці мембрани мають достатньо гарні селективні властивості по відношенню до її компонентів [1], що вимагає вивчення умов очищення мембран в процесі їх експлуатації.

Матеріали і методи досліджень. Використовувалася лабораторна установка тупикового типу з ефективною площею мембрани $1,96 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Загальну концентрацію мінеральних речовин визначали за допомогою кондуктометра Hanna Instruments з температурним компенсатором. Концентрацію іонів кальцію визначали на плам'яному фотометрі. При дослідженнях використовували соляну, азотну, лимонну кислоти, гідрооксид натрію, триполіфосфат натрію та трилон Б.

Результати та їх обговорення. На першому етапі досліджень проведено концентрування молочної сироватки та проведено механічне очищення забрудненої білковими речовинами поверхні мембрани. Визначено її гідравлічний опір (R_m), а також опір (R_f), якій створюють адсорбовані речовини. Встановлено, що R_f майже в 5 разів більше, ніж R_m , а більшість забруднень знаходиться на поверхні мембрани, що дозволяє проводити її хімічну очистку без накладання тиску. Застосування кислот та лугу в межах концентрацій 0-5 % показало, що високі концентрації застосовувати не доцільно, адже це призводить до руйнування селективного шару мембрани.

Висновок. Раціонально застосовувати розчин гідрооксиду натрію концентрацією, яка не перевищує 0,5 % та соляну, азотну і лимонну кислоти концентрацією в межах 2 %. За таких умов можна досягнути відновлення початкової продуктивності мембрани ОПМН-П більш ніж на 94 %.

Література. 1. Мирончук В.Г. Экспериментальное исследование влияния высокого давления на эффективность процесса нанофильтрации молочной сыворотки при использовании мембран ОПМН-П / В.Г. Мирончук, И.О. Грушевская, Д.Д. Кучерук, Ю.Г. Змиевский // Мембраны и мембранные технологии. 2013. Т. 3. № 1. С. 3.

15. Технологія очищення стічних вод молокопереробних підприємств мембранними методами

Іванна Киричук, Валерій Мирончук, Юрій Змієвський

Національний університет харчових технологій
м. Київ

Мінімізація втрат сировини при виробництві продукції та зменшення кількості стоків є пріоритетним напрямком вдосконалення будь-якого виробництва. Зокрема, це дуже актуально для молокопереробної галузі, оскільки в процесі виробництва молочних продуктів утворюється велика кількість стічних вод з високим вмістом органічних сполук (жири, білки, лактоза). Найбільше забруднень (1-4% сухих речовин) міститься у промивних водах, що утворюються на етапі ополіскування технологічного обладнання та трубопроводів. Для їх очищення можуть застосовуватися різні методи (біологічні, фізико-хімічні та ін.), вибір яких залежатиме від кількості, характеристик забруднень та умов скидання. В останні роки проведено багато досліджень з вилучення компонентів молока з промивних вод методами флокуляції та коагуляції. Проте ці методи не забезпечують повне їх вилучення. Більш перспективними в цьому плані є застосування мембранних технологій, серед яких для очищення промивних вод доцільно використовувати нанофільтрацію або зворотний осмос.

Згідно результатів проведених експериментальних досліджень з очищення промивних вод нанофільтрацією та зворотним осмосом [1] встановлено, що для їх розділення можуть використовуватися обидва процеси. Продуктивність нанофільтраційної (ОПМН-П ЗАТ «Владіпор», Росія) та зворотноосмотичної (НаноРо ЗАТ «РМ Нанотех», Росія) мембран були практично однаковими (в межах 20-22 $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ на початку процесу). Нанофільтраційний та зворотноосмотичний концентрати, які за якісним складом відповідають складу молока, можуть використовуватися у виробництві кормових добавок для тварин. Нанофільтраційний пермеат, який містив 0,1-0,2% сухих речовин (з яких до 0,5 г/л лактози) може скидатися у каналізацію разом із загальним стоком підприємства. На відміну від цього зворотноосмотичний пермеат з низьким вмістом мінеральних речовин та лактози (до 0,05% сухих речовин) може бути використаний для технічних цілей підприємства в місцях, де непередбачений його контакт з продуктом, або також скидатися у каналізацію [2].

Запропонована технологія очищення промивних вод представлена на рисунку. Вона включає попередню обробку промивних вод мікрофільтрацією для видалення бактерій, спор та молочного жиру, концентрування зворотним осмосом або нанофільтрацією до вмісту сухих речовин в межах 9-12% та пастеризацію отриманого молочного концентрату.

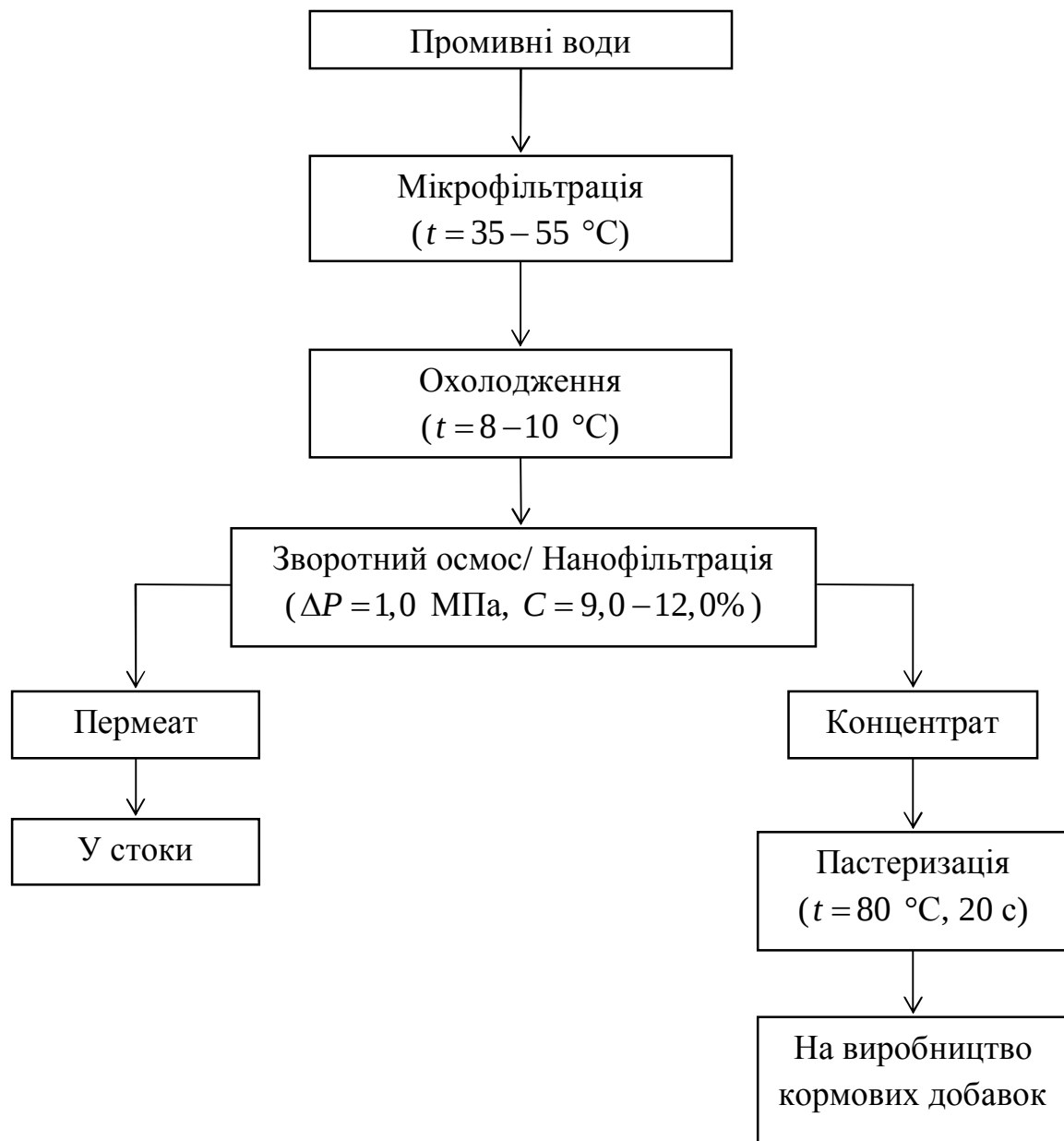


Рис. – Схема переробки промивних вод

Запропонований спосіб очищення промивних вод дозволяє мінімізувати втрати сировини при виробництві молочної продукції, ефективно використати продукти мембранного розділення, знизити кількість стоків та зменшити їх негативний вплив на навколишнє середовище.

Література

1. Kyrychuk, I. Treatment of dairy effluent model solutions by nanofiltration and reverse osmosis / I. Kyrychuk, Yu. Zmievskii, V. Myronchuk // Ukrainian Food Journal. – 2014. – V. 3. – № 2. – P. 281-288.
2. Пат. 94238 U Україна МПК C13K 5/00 Спосіб переробки стічних вод молокопереробних підприємств / І. І. Киричук, Ю. Г. Змієвський, В. Г. МIRONCHUK; заявник Національний університет харчових технологій. – № а 2014 03741 ; заявл. 10.04.2014 ; опубл. 25.12.2015, Бюл. №24, 2015 р.

16. Розділення фугату післяспиртової зернової барди зворотним осмосом

Людмила Корнієнко
kornienkolv@ukr.net

Національний університет харчових технологій
м. Київ

Вступ. До відходів спиртового виробництва відносять: післяспиртову зернову барду, ефіро-альдегідну фракцію сивушні масла. Але більш за все утворюється саме післяспиртової зернової барди. Так, на підприємстві середньої потужності яке виробляє 3000 дал спирту на добу, що години утворюється 14 м^3 післяспиртової зернової барди. До її складу входять білки, жири, геміцелюлоза, вітаміни. Тобто вона не є відходом виробництва, а є – вторинною сировиною, яку доцільно і можливо переробляти. Останнім часом широкого розповсюдження в спиртовій галузі набуває виробництво сухої барди. Однак, не вирішеною проблемою є очищення фугату, що отримується при розділення післяспиртової барди, який здебільшого потрапляє в стоки підприємства або на поля фільтрації. За допомогою мембранних методів можливо розділити і сконцентрувати фугат барди при низьких температурах, і отримати розчин з нативними властивостями.

Мета роботи полягала в дослідженні процесу зворотного осмосу при переробці фугату післяспиртової зернової барди.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили на установці тупікового типу. Ефективна площа мембрани становила $1,38 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Експериментальні дослідження були проведені на зразках післяспиртової зернової барди, отриманої на заводі ДП «Червонослобідський спиртзавод» Київської обл. при виробництві спирту етилового. Використовували зворотно осмотичні мембрани НаноРо серії К (ЗАТ «РМ Нанотех»). Вміст сухих речовин в зразках визначали за допомогою рефрактометру марки УРЛ Модель-1.

Результати. Експериментально встановлено залежність питомої продуктивності мембрани НаноРо серії К від тиску. Збільшення тиску в процесі розділення фугату післяспиртової зернової барди мало впливало на продуктивність мембрани. Можна припустити, що відбувалось явище концентраційної поляризації тому, що високомолекулярні сполуки, які не були затримані в процесі ультрафільтрації, осідали на поверхні мембрани, в наслідок чого формувалась динамічна мембрана. Затримувальна здатність мембрани НаноРо серії К при розділенні фугату післяспиртової зернової барди зростала з підвищенням робочого тиску. Отриманий пермеат не містив сухих речовин.

Висновки. Експериментально підтверджена можливість застосування зворотного осмосу в процесі розділення фугату післяспиртової зернової барди. Встановлено, що найбільш інтенсивно процес зворотного осмосу фугату післяспиртової барди відбувається за умов тиску 4,0 МПа, при цьому селективність мембрани марки НаноРо по мінеральним речовинам становить 95-97 %.

17. Зменшення впливу адгезії при очистці сироватки на фільтрі із самоочисним фільтрувальним елементом

Олег Кравець, Марія Шинкарик
kravets_o@tstu.edu.ua

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
м. Тернопіль

Невід'ємною складовою мембранних технологій переробки молочної сироватки є її попередня очистка від дисперсних частинок білка. Гранулометричний склад та кількісний вміст даних частинок свідчить, що очистку сироватки доцільно здійснювати шляхом фільтрування.

Процес фільтрування ускладнюється закупорюванням фільтрувальних перегородок. Основною причиною такого закупорювання є адгезійна взаємодія осаду з фільтрувальною поверхнею.

Зменшення негативної дії адгезії при фільтруванні можливе за умови виготовлення фільтрувальних елементів із матеріалів, які при контакті з білком утворюють зв'язки, що характеризуються низькою адгезійною міцністю.

Були проведені дослідження адгезійної міцності білкової дисперсної фази сироватки по відношенні до пластин із різних матеріалів. Використовували розроблений адгезіометр, в якому поступове зростання зусилля відриву забезпечувалося подачею води у ємність, що сполучена із досліджуваною пластиною за допомогою троса та шківів. Білок отримували із сироватки при виробництві сиру кисломолочного періодичним способом.

Встановлено, що у порівнянні з іншими матеріалами задовільними адгезійними властивостями володіє фторопласт-4: по відношенню до білка адгезійна міцність при тривалості контакту 60 с та тиску попереднього навантаження 1 кПа становить 3,9 кПа.

Запропоновано використати второпласт-4 у конструкції фільтра із сомоочисним фільтрувальним елементом. У даному фільтрі в якості фільтрувального елемента служить циліндрична пружина стиску, зазор між витками якої відповідають розміру найменшої частки, яку потрібно затримати [1]. Регенерація здійснюється шляхом подачі зусилля стиску на пружину, в результаті чого розміри зазорів між окремими витками пружини зменшуються, і частинки осаду, що закупорюють ці зазори, видаляються звідти. Оскільки даний фільтрувальний елемент має володіти певними пружними властивостями, то немає можливості повністю виготовити його із антиадгезійного матеріалу. Тому пропонується покрити фільтрувальний елемент шаром фторопласту-4.

Застосування такого фільтрувального елемента дозволить значно продовжити міжрегенераційний період роботи фільтра.

Література

1. Пат. на кор. мод. 77749 України, МПК В 01 D 35/28. Фільтр для очистки молочної сироватки від сирного пилу / Шинкарик М.М., Кравець О.І., Шинкарик М.В.; заявник і власник Тернопільський нац. тех. ун. ім. І.Пулюя. заявл. 14.08.12 ; опубл. 25.02.13, Бюл. № 5.

18. Концентрування та часткова очистка целюлолітичних ферментів з термотолерантних мікроміцетів родів *Aspergillus* і *Corynascus*

Євген Омельчук
evgomel@gmail.com

Національний університет харчових технологій
м. Київ

Вікторія Коновалова
Національний університет «Києво-Могилянська академія»
м. Київ

Вступ

Важливою стадією в технологіях одержання ферментних препаратів є процеси виділення та очищення ферментів, які дозволяють значно підвищити активність ферментних препаратів й перевести їх у більш зручну для транспортування й використання форму, в порівнянні із культуральною рідиною після ферментації. Основними перевагами використання мембранних процесів, а саме ультрафільтрації, у виробництві рідких ферментних препаратів є: одночасне фракціонування білків за молекулярною масою і зарядом та концентрування кінцевого продукту, зменшення кількості стадій технологічного процесу, можливість регулювання та автоматизації процесу, що в свою чергу, впливає на зниження собівартості готового ферментного препарату [1, 2]. Основним питанням у дослідженні процесу ультрафільтрації ферментних розчинів є вибір мембрани. Визначальним фактором при цьому є компроміс між селективністю мембрани відносно цільового ферменту та її продуктивністю [2,3].

Матеріали і методи досліджень

Після ферментації культуральну рідину відокремлювали від міцелію фільтруванням, а на стадіях одержання ферментного препарату – центрифугуванням на лабораторній центрифугі LU-418 протягом 15 хв та частоті обертання ротора 3000 об/хв.

Ультрафільтрацію культуральних рідин проводили на циліндричній комірці непроточного типу Amicon 8200 (виробництво Millipore, США). Внутрішній об'єм комірки складає $0,0018 \text{ м}^3$, площа робочої поверхні – $2,64 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. Робочий тиск задавали за допомогою стисненого азоту. В процесі вибору оптимальної для роботи мембрани застосовувались полісульфонові асиметричні мембрани з відсікаючою здатністю в 10, 30, 50 та 100 кДа. Ефективність концентрування та очищення целюлолітичних ферментів під час ультрафільтрації визначали за допомогою ступеня очищення та виходу ферменту.

Визначення кількості білка здійснювали спектрофотометрично за методом Лоурі при довжини хвилі 750 нм.

Ендоглюканазну активність у досліджуваних рідинах визначали віскозиметричним способом за здатністю ферменту знижувати в'язкість 0,3%-го

розчину натрієвої солі карбоксиметилцелюлози (Na-КМЦ з ступенем заміщення 65,3 і ступенем полімеризації 347).

Результати

Найвищою початковою продуктивністю володіє мембрана з cut off 100 кДа, але, разом із тим, вона має найнижчу селективність відносно целюлолітичних ферментів та її проникна здатність швидко спадає в процесі ультрафільтрації, що можна пояснити утворенням так званої «вторинної мембрани» на її поверхні, а також всередині пор. Те ж стосується й мембран з cut off 30 та 50 кДа, що свідчить про те, що пори мембрани швидко забиваються високомолекулярними речовинами з невеликою молекулярною масою. Тому дані підходять для концентрування культуральної рідини *Aspergillus* sp. 262 та *Corynascus* sp. 2006 327н з метою виділення та очищення ферментів целюлолітичного комплексу.

Найкращими селективними властивостями (понад 98% для ендоглюканази) характеризується мембрана з cut off 10 кДа, хоч вона й володіє низькою проникною здатністю, але разом із тих характеризується незначним та стабільним зниженням продуктивності. Тому дана мембрана обрана для концентрування культуральних рідин з *Aspergillus* sp. 262 та *Corynascus* sp. 2006 327н з метою одержання рідких целюлолітичних ферментних препаратів.

Висновки

З метою одержання рідкого концентрату целюлолітичних ферментів з *Aspergillus* sp. 262 та *Corynascus* sp. 2006 327н для процесу ультрафільтрації центрифугатів культуральних рідин підібрано полісульфонову мембрану Р-010F, селективність якої за целюлазами становить понад 98%.

Література

1. *Мулдер М.* Введение в мембранную технологию [Текст] / М.Мулдер. – [пер. с англ. А.Ю. Алентьева, Г.П. Ямпольской] – М.: Мир. – 1999. – 513 с.
2. *The ABCs of filtration and bioprocessing for the third millenium* / H.W. Ballew, F.J. Martinez, C. Markee, R.T. Eddleman. - Rancho Dominguez, USA: Spectrum Laboratories Inc., 2002. – 163 p.
3. *Lee T.* Membrane separation theoretical and applicable considerations for optimum industrial bioprocessing / T. Lee, T. D'amore // *Journal of Bioprocessing and Biotechniques*. – 2011. – V. 1. – 8 p. – Available from: omicsonline.org/2155-9821/2155-9821-1-101e.digital/2155-9821-1-101e.html

19. Використання комп'ютерних технологій для дослідження процесу мембранного розділення дисперсних систем

Богдан Пашенко

houkke@gmail.com

Євгеній Штефан

Національний університет харчових технологій
м. Київ

Вступ. Необхідність використання процесу мембранного розділення в харчовій промисловості продиктована тим, що тільки такі шляхи в змозі змінити співвідношення складників оброблюваної системи на молекулярному рівні без введення компонентів ззовні. Процес мембранного розділення є досить складним і до теперішнього часу, незважаючи на кількість публікацій, ще недостатньо вивченим. Особливо це стосується сировини, яка є складною дисперсною системою (ДС).

Матеріали і методи досліджень. Для вирішення проблеми ефективного теоретичного дослідження процесу мембранного розділення запропоновано використати інформаційну технологію проектування. Ця технологія заснована на розгляданні технологічного процесу у вигляді мультикомпонентної системи взаємозв'язаних об'єктів досліджень: дисперсної суміші, елементів технологічного обладнання, термомеханічного навантаження, що забезпечує об'єктно-орієнтовану методологію дослідження відповідної предметної області. При цьому використовується «інструментальний» метод проектування, реалізація якого передбачає використання таких основних засобів:

1. Інформаційну модель, що містить опис, як всіх утворюючих її елементів і зв'язків між ними, так і їх станів на всіх етапах подальшого аналізу.

2. Розрахункову схему як результат синтезу всієї з врахуванням основних орієнтаційних напрямів дослідження об'єкту.

3. Математичну модель у вигляді аналітичної, алгоритмічної та цифрової моделей, яка відображає всі властивості об'єкту досліджень у межах розробленої схеми і дозволяє автоматизувати її практичне використання із застосуванням комп'ютерних технологій.

Результати. 1) Сформульовано крайову задачу визначення механічної поведінки вологонасиченого пористого циліндричного елемента під дією тиску мембранного розділення.

2) Розроблено алгоритм розрахунку відносного руху рідкого середовища крізь пористий циліндричний каркас.

3) Розроблено цифрову модель у вигляді програмного комплексу PLAST-POR-M, що дозволяє провести обчислювальні експерименти по визначенню зміни структурно-механічних параметрів фільтрувальних елементів, а також технологічних характеристик процесу мембранного розділення (рис.1).

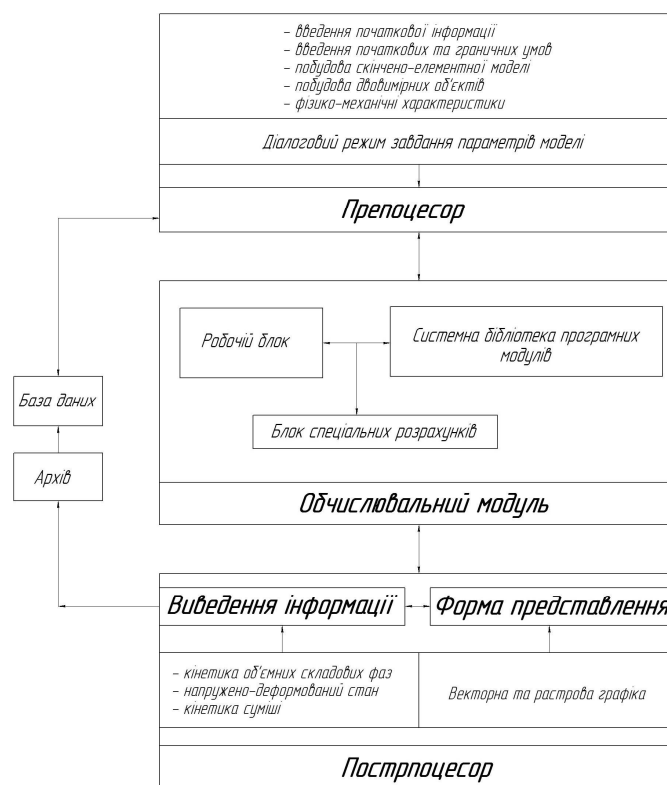


Рис. 1. Схема будови та функціонування цифрової моделі дослідження мембранних процесів.

Висновки. Запропонована методика теоретичного дослідження процесів мембранного розділення ДС може бути застосована для аналізу закономірностей процесу фільтрування рідкої фази з врахуванням структурно-механічних параметрів пористого каркасу мембрани.

Література

1. Определение проницаемости полуволоконных и трубчатых мембран / [Схаляхов А. А., Косачев В. С., Кошевой Е. П., Никонов Е. О.]. – Известия вузов, 2009. – № 2-3. – 96-98. – (Серия «Пищевая технология»).
2. Брик М. Т. Энциклопедия мембран в двух томах / М. Т. Брик. – К.: Киево-Могилянская академия, 2005. – 660 с.
3. Штефан Є.В. Наукове обґрунтування вибору раціональних конструктивно-технологічних параметрів процесів і обладнання харчових та фармацевтичних виробництв: дис. доктора техн. наук: 05.18.12 / Штефан Євгеній Васильович. – К., 2011. – 270 с.

20. Домембранна підготовка міських стічних вод

Ольга Семінська, Маргарита Балакіна

Інститут колоїдної хімії та хімії води
ім. А.В. Думанського НАН України
м. Київ

Вступ: В останні роки значною мірою підвищилась доступність, ефективність, надійність та термін служби мембранних систем, у той час як капітальні та експлуатаційні витрати на них значно знизилися. Це призвело до підвищення конкурентоздатності мембранних технологій очищення води і поступового витіснення традиційних методів її обробки (освітлення, іонний обмін і т.д.). Так, для підготовки води перед зворотноосмотичним очищенням все частіше використовують мікро- та/або ультрафільтрацію, які створюють надійний бар'єр для завислих речовин і колоїдів. При цьому розчинник (вода), солі та низькомолекулярні органічні сполуки проходять крізь мембрану [1].

На сьогодні мембрани із полімерних матеріалів складають ~80% світового ринку. Разом із тим, використання таких матеріалів має жорсткі обмеження за температурою ($< 35...45^{\circ}\text{C}$), рН середовища, вмістом сильних окисників і т.д. Саме це спричинило підвищення інтересу до менш традиційних мембранних матеріалів, одним із яких є оксидна кераміка, що здатні працювати в жорстких умовах, коли застосування полімерних мембран є неможливим. Крім того, керамічні мембрани мають більший термін експлуатації та їх можна регенерувати зворотним потоком фільтрату.

Метою роботи є встановлення ефективності використання мікрофільтрації як методу попередньої обробки стічних вод м. Києва перед їх зворотноосмотичним очищенням.

Матеріали та методи досліджень: Для дослідження ефективності мікрофільтрації як методу попередньої очистки використали стічні води м. Києва, відібрані після первинних відстійників. Експерименти проводили на дослідній баромембранній установці з рециркуляцією, яка складалася з лабораторної комірки, насоса, манометра, водопровідних полімерних трубок та регулювальних вентилів. В середині циліндричного корпусу лабораторної комірки концентрично та герметично встановлювали трубчастий керамічний мікрофільтр з оксидної кераміки виробництва фірми «Rauschert» (Німеччина). Вихідний розчин подавали ззовні трубки, а очищений відводили в її середину.

Результати: Для оцінювання розміру та кількості неоднорідностей у визначеному об'ємі проби її піддавали лазерній діагностиці [2]. Це дозволило встановити, що майже половина (47,6%) мікрочастинок у розчині мала розмір 70...90 мкм. Виходячи із співвідношення розмірів пор обраного мікрофільтру до розмірів мікрочастинок, які знаходяться в стічній воді, можна припустити, що при її безпосередньому подаванні відбудеться забруднення мікрофільтру із наступним осадоутворенням на його поверхні, що є вкрай небажаним, оскільки призведе до значного погіршення робочих характеристик і відсутності можливості їх відновлення. Таке припущення підтверджується отриманими

експериментальними даними, які показують, що при робочому тиску (ΔP) 0,2 МПа і відборі пермеату (k) 2% відбулося зниження питомої продуктивності мікрофільтру на $\sim 38\%$, яке при $k \approx 50\%$ досягло $\sim 92\%$, що зробило його використання нерентабельним [1]. Разом із тим, при $k < 50\%$ відбувалося зниження рівня каламутності розчину на 89,1...99,0% та затримання фосфат-іонів на 22,0...60,0%. Враховуючи, що мікрофільтрація має проходити за ситовим механізмом, зниження концентрації фосфатів у пермеаті не повинно відбуватися. Це в даному випадку є дуже важливим, оскільки передбачається їхнє подальше видалення з метою отримання цінного мінерального добрива. Отримані дані можна пояснити утворенням «динамічної» мембрани на поверхні мікрофільтра, що зробило його більш селективним по відношенню до фосфат-іонів.

Виходячи із результатів досліджень, безпосереднє використання мікрофільтрації для попередньої обробки стічних вод м. Києва з метою їх подальшого зворотноосмотичного очищення є недоцільним і потребує додаткової стадії підготовки води. Враховуючи розміри та кількість неоднорідностей, які знаходяться в зазначеній стічній воді, для запобігання забруднення мікрофільтру було здійснено фільтрування через зернисте завантаження, в якості якого широко застосовувався кварцовий пісок. Таке фільтрування привело до $\sim 81\%$ -го зменшення рівня її каламутності (до 33,4...58,2 мг/дм³) та відсутності вилучення фосфатів. Діагностика отриманого фільтрату лазерним експрес-методом показала наявність мікрочастинок з розміром 5...30 мкм у кількості 88,6%, з яких 57,0% становили 5...15 мікронні частинки. В цьому випадку застосування мікрофільтрації при $\Delta P = 0,2$ МПа і $k < 70,0\%$ привело до зменшення рівня каламутності на 98,7...99,4%, що відповідає необхідній якості на вхідну воду до зворотноосмотичних установок [1]. При цьому видалення фосфатів не спостерігалось. В той же час слід враховувати, що процес мікрофільтрації супроводжувався деяким зниженням питомої продуктивності фільтруючого елементу (на 12,7% при $k = 2\%$), що свідчить про необхідність відновлення його характеристик. Цей процес здійснювали шляхом промивки зворотним потоком пермеату при $\Delta P = 0,4$ МПа протягом 1...1,5 хв і він мав ефективність $\leq 91,3\%$.

Висновки: Проведені дослідження показали, що використання фільтрування через зернисті завантаження з наступною мікрофільтрацією стічної води м. Києва є ефективним методом її попередньої підготовки для подальшого зворотноосмотичного очищення.

Література:

1. *Первов А.Г.* Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация. – М.: МГСУ, 2009. – 232 с.
2. *Пат. 96787 Україна, МПК G01N15/02 G01N21/01.* Пристрій для визначення часток / Гончарук В.В., Таранов В.В., Самсоні-Тодоров О.О., Дроздович С.В. та ін.; Заявник і патентовласник Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України. - № а 200908748/09. – Опубл. 12.12.2011, Бюл. № 23

21. Дослідження актуальності застосування мембранних процесів у виробництві зернових екстрактів

Андрій Сорокін, Василь Сидор

Національний університет харчових технологій
м. Київ

Вступ. Розвиток технології виробництва зернових та полізернових екстрактів вимагає від сучасних виробників застосування більш ефективних способів обробки рослинної сировини, що дозволяють підвищити вихід екстракту, його смакові та якісні характеристики. Зернові екстракти широко використовуються в харчовій промисловості в якості поліпшувачів та збагачувачів, тому доцільним є дослідження можливості застосування мембранних процесів у їх виробництві.

Матеріали та методи. У роботі використані результати сучасних наукових досліджень провідних спеціалістів та науковців галузі харчових технологій. Матеріал узагальнено та викладено у результаті обробки даних за допомогою методів експериментального пошуку, системного аналізу та синтезу.

Результати. Встановлено, що з метою підвищення ефективності процесу екстрагування використовують мембрани різної конструкції.

Інтенсифікація процесу здійснюється за рахунок створення коливального руху, що призводить до зміни гідродинамічних умов системи тверде тіло-рідина в звуковому або в ультразвуковому діапазонах. Частинки речовини піддаються сильним механічним і гідродинамічним ударам, що сприяє посиленню капілярного ефекту, внутрішньої і зовнішньої дифузії і, отже, прискоренню процесу масообміну.

Спостерігається виникнення турбулентних потоків, що сприяють перенесенню мас і розчиненню речовин. Таке явище відбувається як ззовні твердих частинок, так і всередині них. Молекулярно-кінетичний рух змінюється на конвективний, що дозволяє підтримувати різницю концентрацій у зоні зіткнення фаз на високому рівні. Внаслідок, досягається інтенсивне перемішування на рівні окремих клітин. В місцях тертя відбувається локальне підвищення температури, зменшення в'язкості екстрагента, а отже підвищення коефіцієнта внутрішньої дифузії.

Використання мембранних екстракторів дозволяє зменшити тривалість процесу у 2-3 рази в порівнянні з традиційними способами екстрагування, без суттєвих втрат екстрактивних речовин.

Висновок. Зернові екстракти володіють не лише харчовими, а й технологічними властивостями та широко використовуються в багатьох галузях харчової промисловості. Актуальним є підвищення інтенсивності процесу екстрагування за рахунок використання мембран різноманітних конструкцій, що дозволяє здійснити скорочення технологічного циклу виробництва.

22. Отримання альбумінної маси з сироваткового концентрату

Алла Тимчук, Олена Грек, Кіра Овсієнко
Національний університет харчових технологій
м. Київ

Вступ.

Вдосконалення способів вилучення альбумінних білків з молочної сироватки і використання їх в різних технологіях продуктів, в тому числі і напівфабрикатів, в якості основи або збагачувача є актуальним [1]. Пропонується використання методу ультрафільтрації молочної сироватки для отримання концентрату сироваткового білкового – сировини для альбумінної маси. Послідуюча раціоналізація процесу термокислотної коагуляції сироваткових білків вимагає додаткових наукових досліджень.

Матеріали і методи досліджень.

Процес отримання концентрату сироваткового білкового ультрафільтрацією змодельовано на лабораторній установці непроточного типу з мембранами марки УПМ 50 (діаметр пор 15–50 нм) за режимів: тиск 0,4 МПа, температура 50 °С [2, 3].

Сировиною для отримання альбумінної маси і концентрату сироваткового білкового рідкого була підсирна сироватка з наступними фізико-хімічними показниками: масова частка сухих речовин $6,1 \pm 0,3$ %, у тому числі: білок $1,0 \pm 0,05$ %, жир $0,1 \pm 0,01$ %, молочний цукор $4,5 \pm 0,2$ %, мінеральні речовини $0,5 \pm 0,02$ %, титрована кислотність 18 ± 2 °Т, густина 1018 кг/м^3 .

В роботі використані стандартні методи досліджень для виконання поставлених задач.

Результати.

Встановлено, що хімічний склад концентрату сироваткового білкового отриманого методом ультрафільтрації в значній мірі залежить від фактору концентрування сироватки від 0 до 9. Темп зростання масової частки жиру в концентраті переважає над темпом концентрування азотистих сполук, що обумовлено практично повною селективністю мембран за жиром. Даний факт обумовлений розмірами молекул компонентів, що концентруються, в тому числі сироваткових білків та жирової фази. Еквівалентні розміри останньої переважають в два-три рази аналогічні характеристики сироваткових білків [4].

Концентрат сироватковий білковий отриманий методом ультрафільтрації мав наступні показники: масова частка сухих речовин – 16 ± 2 %, загального білка – $10,5 \pm 3,3$ %, титрована кислотність – 125 ± 5 °Т. Мікробіологічні показники: кількість молочнокислих бактерій (КУО) в 1 г продукту – не менше $5 \cdot 10^4$; бактерії групи кишкової палички (коліформи) в 0,1 г продукту, патогенні мікроорганізми, у тому числі *Salmonella* в 25 г продукту та *Listeria monocytogenes* в 25 г продукту – не виявлено.

23. Polysulfone membranes modified with α -amylase, incorporated into polymeric micelles, for starch ultrafiltration

Kateryna Kharchenko, Iryna Kolesnyk, Victoriia Konovalova, Anatoliy Burban
i_kolesnik@yahoo.com

National University of "Kyiv-Mohyla Academy"

Kyiv, Skovoroda str. 2, Ukraine, 04655

Introduction. Immobilization of enzymes is one of the most promising methods for efficiency increasing of their usage, especially, stability, possibility of regeneration and reuse. However, the choice of the solid carrier and the method still stays the actual scientific task. Taking in account all advantages and disadvantages of current methods of enzymes immobilization, it was offered to incorporate enzymes in polymer micelles from modified chitosan.

Materials and methods. Polysulfone membranes UF-PES-030H (Microdyn Nadir, Germany) with cut-off 30 kDa were used for modification. α -Amylase from *Bacillus subtilis* (Fluka, Switzerland) was used as a model enzyme. Water-soluble starch, KI, and iodine (Miranda, Ukraine) were used for studying the α -amylase activity by visible spectroscopy.

Low-viscous chitosan (Fluca, USA) was modified with palmitic (PA) and stearic (SA) acids in order to obtain amphiphilic derivatives, which will be capable of self-assembling in micelles. Chemical structure of chitosan derivatives was confirmed by data, obtained from IR-spectroscopy analysis.

α -Amylase was incorporated in micelles by shaking of 0.1 % chitosan derivatives solution and 5 mg/ml solution of α -amylase during 24 hours. Then, micelles were immobilized on the membrane surface by adsorption during 30 min (Fig.1). In some cases modified membranes were UV-irradiated during 3 min for micelles grafting.

chitosan derivatives
micelles

area of
immobilisation

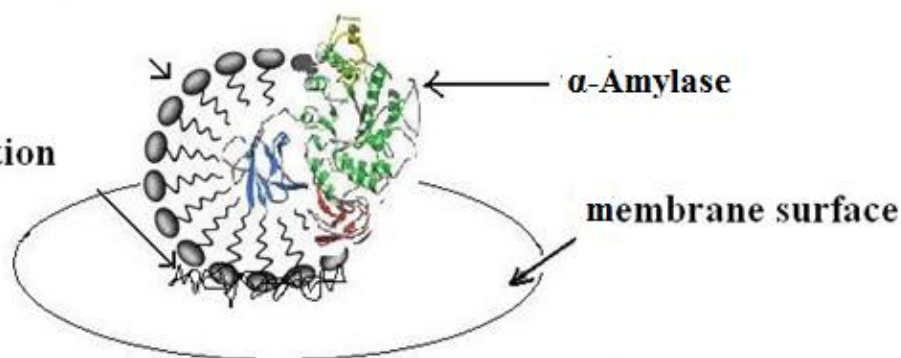


Fig.1. Schematic representation of membrane modification with enzymes incorporated in polymeric micelles.

Results. Membranes, modified with micelles, were stable during 190 hours. So, the adsorption of these surfactants was very strong. This can be explained by the

electrostatic interactions between positively-charged free amino groups of chitosan and negatively-charged polysulfone membrane surface.

The membranes biocatalytic activity was evaluated by the degree of starch conversion in permeate and retentate (Fig. 2). As can be seen, the highest index of starch conversion has unirradiated membrane, modified with micelles of chitosan-PA.

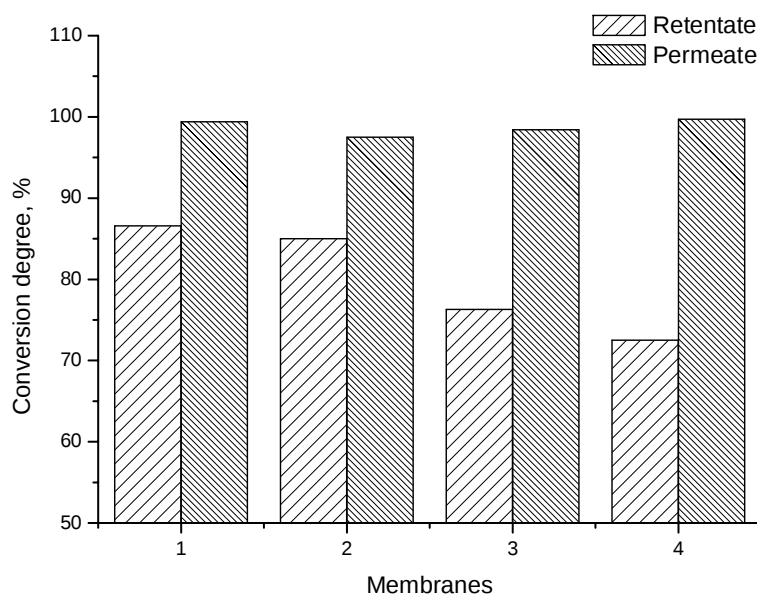


Fig.2. Degree of starch conversion at its initial concentration 0.03 % on polysulfone membranes with α -amylase, incorporated into polymeric micelles:

1) chitosan-PA, unirradiated; 2) chitosan-PA, irradiated; 3) chitosan-SA, unirradiated; 4) chitosan-SA, irradiated.

Mass transfer coefficients, measured from the transport characteristics evaluation, are given in the table.

Table. Starch mass transfer coefficients

Membrane	Mass transfer coefficient, m/s		K_n/K_0
	value	error	
Unmodified	$1,127 \cdot 10^{-5}$	$1,535 \cdot 10^{-6}$	1,0
Chitosan-PA, unirradiated	$7,266 \cdot 10^{-5}$	$7,387 \cdot 10^{-6}$	6,5
Chitosan-PA, irradiated	$3,631 \cdot 10^{-5}$	$2,089 \cdot 10^{-6}$	3,2
Chitosan-SA, unirradiated	$5,297 \cdot 10^{-5}$	$6,543 \cdot 10^{-6}$	4,7
Chitosan-SA, irradiated	$4,012 \cdot 10^{-5}$	$9,019 \cdot 10^{-6}$	3,6

Conclusion. It was established that modification of polysulfone membranes with polymeric micelles with incorporated α -amylase leads to starch mass transfer intensification in 3.0-6.5 times. It was also shown that the concentration polarization is significantly reduced in case of starch filtration through the modified membranes compared with unmodified ones.

24. Дослідження якості напівфабрикатів для десертної продукції на основі ультрафільтраційного концентрату склотин

Григорій Дейниченко

Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків

Тетяна Юдіна

Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ

Вступ. При традиційній технології промислової переробки молока у вершкове масло, сири та казеїнати отримують побочні продукти: знежирене молоко, склотини, молочну сироватку, які відносять до вторинних ресурсів молочної промисловості з узагальнюючою назвою – білково-вуглеводна молочна сировина (БВМС). Для досягнення максимального економічного ефекту білково-вуглеводна молочна сировина повинна використовуватися раціонально і в повному обсязі.

Одним із видів БВМС, що утворюється при переробці молока в процесі виробництва вершкового масла, є склотини.

Для підвищення харчової цінності склотин використовують мембранні методи, зокрема ультрафільтрацію, що дозволяє виключити втрату нативних властивостей їх термолабільних компонентів з одержанням із них двох продуктів, які істотно відрізняються від склотин: білкового ультрафільтраційного (УФ) концентрату і лактозного розчину (пермеату).

Враховуючи високі показники харчової та біологічної цінності УФ-концентрату склотин, а також сприятливі функціональні та технологічні властивості цієї сировини, розроблено технологію напівфабрикатів для збитої десертної продукції (НЗДП).

Особливості технології, специфічність рецептурних складових та перспективи подальшого використання розроблених напівфабрикатів у технологіях збитої десертної продукції, зокрема морозива, визначили необхідність дослідження показників їх якості.

Матеріали і методи дослідження. Для дослідження використовували склотини, що отримані методом збивання вершків на масловиготовлювачах неперервної дії. Процес ультрафільтрації проводили на лабораторній ультрафільтраційній установці на основі фільтруючого модуля з вібраційним турбулізатором за значень тиску 0,4...0,5 МПа, температури 40...50⁰С, швидкості пульсуючих потоків 1,5...1,7 м/с із застосуванням ультрафільтраційних мембран типу ГР (ГР61ПП та ГР81ПП). Піноутворювальну здатність та стійність піни визначали методами Лур'є та Рауха; поверхневий натяг – методом відриву кільця на торсійних вагах; емульгувальну здатність – методом Гурова А.Н. та Гурової Н.В., дисперсність жирової фази – методом Фільчакової Н.Н. у модифікації Слюсар Н.В.

Результати. З метою визначення об'єктивної оцінки якості було досліджено функціонально-технологічні властивості розроблених напівфабрикатів: здатність до збивання, здатність утворювати стійкі піни, ступінь дисперсності жирової фази.

У якості контролю використовували суміш для приготування морозива, виготовлену за традиційною технологією. Ступінь дисперсності жирової фази оцінювали, визначаючи середній діаметр жирових кульок контролю та розроблених напівфабрикатів.

Аналіз результатів досліджень показав, що напівфабрикати на основі УФ-концентрату сколотин мають вищу здатність до збивання (на 14,6...15,4%) у порівнянні з контрольним зразком. Розроблені напівфабрикати здатні утворювати в 1,3...1,5 рази стійкіші піни ніж контрольний зразок. Ступінь дисперсності жирової фази напівфабрикатів на основі УФ-концентрату сколотин в 1,2...1,4 рази вищий від даного показника контрольного зразка.

Висновки. Результати дослідження якісних характеристик НЗДП дозволили визначити основні напрями їх використання у виробництві продукції ресторанного господарства і дати рекомендації з їх застосування в конкретних технологіях. Так, використання НЗДП на основі УФ-концентрату сколотин рекомендується у трьох напрямках: для приготування м'якого морозива, солодких страв та приготування напоїв (прохолоджуючих і безалкогольних коктейлів).

За підсумками технологічних проробок розроблено близько 20 технологій десертних страв із використанням розроблених напівфабрикатів, які рекомендовані для широкого впровадження в практичній діяльності закладів ресторанного господарства.

Література.

1. Вышемирский Ф. А. Пахта: минимум калорий - максимум биологической ценности / Ф. А. Вышемирский, Н. Н. Ожгихина // Молочная промышленность. – 2011. – № 8. – С. 43–45.
2. Гаврилов Г. Б. Технология мембранных процессов переработки молочной сыворотки и создание продуктов с функциональными свойствами : монография / Г. Б. Гаврилов. – М. : Россельхозакадемия, 2006. – 134 с.
3. Кролл Я. Мембранные технологии в переработке молока / Я. Кролл // Молочная промышленность. – 2013. – № 3. – С. 36.

Наукове видання

**МІЖНАРОЖНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ:**

*«Мембранні процеси
та обладнання в харчових
технологіях та інженерії»*

11 – 13 жовтня 2016 р.

Відповідальний за випуск **В.Г. Мирончук**