

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕМБРАННИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ПІСЛЯСПИРТОВОЇ ЗЕРНОВОЇ БАРДИ**

**Змієвський Ю.Г.**, канд. техн. наук,

**Корнієнко Л.В.**, асп.,

**Миرونчук В.Г.**, д-р техн. наук, проф.

Національний університет харчових технологій,

**Дзязько Ю.С.**, д-р хім. наук, ст. наук. співроб.,

**Рождественська Л.М.**, канд. хім. наук, ст. наук. співроб.

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського  
НАН України

Широке впровадження мембранних технологій у харчову промисловість пов'язане з можливістю розділяти розчини на молекулярному рівні й тим самим вирішувати велику кількість важливих технологічних завдань. Головну роль у цих процесах відіграє мембрана. Саме правильність її вибору впливає на економічні показники, а також якість кінцевого продукту. Технологічні рідини, а також відходи основного виробництва в харчовій промисловості – це складні багатокомпонентні розчини, які містять практично в однакових кількостях органічні й неорганічні сполуки. Молекулярні розміри компонентів теж знаходяться в широкому діапазоні значень.

Таким чином, правильний вибір мембрани та технологічних режимів розділення рідких харчових середовищ відіграє дуже важливу роль. Ураховуючи недостатню кількість досліджень, спрямованих на вивчення процесів мембранної переробки відходів спиртового виробництва, метою цієї роботи було дослідження процесів ультрафільтрації та зворотного осмосу післяспиртової зернової барди.

Експерименти проводились на установках як тупикового, так і проточного типів з ефективною площею мембран  $1,38 \cdot 10^{-3}$  та  $2,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$  відповідно. Використовували ультрафільтраційні мембрани УПМ-10 (затримуюча здатність за високомолекулярними сполуками «cut-off» 10 кДа) та УПМ-50 (cut-off 50 кДа) (ЗАТ НТЦ «Владіпор», Російська Федерація), а також зворотноосмотичні – НаноРо (РМ «Нанотех», Російська Федерація). В експериментах застосовувалась кукурудзяна післяспиртова барда, отримана на підприємстві ДП «Червонослобідський спиртзавод» (Україна). Її попередню обробку проводили на центрифугі марки LU-418 (Угорщина) протягом 20 хв за швидкості обертання 16 000 об/хв. Після центрифугування рідку частину барди пропускали крізь фільтрувальний папір.

Попередні дослідження показали, що мембрани УПМ-10 мають кращу продуктивність у разі розділення післяспиртової зернової барди. Це пояснюється меншим діаметром пор порівняно з УПМ-50, що призводить до утворення динамічної мембрани на поверхні розділення та меншого закупорювання пор компонентами барди. У праці А. Arora та ін. (Bioprocess and Biosystems Engineering, 2009, Vol. 32, P. 225–233) доведено, що для зазначеного процесу характерним є формування динамічної мембрани, гідравлічний опір якої перевищує гідравлічний опір полімерної мембрани та адсорбованих на ній часток. Також було визначено (Arora A. [et al.], Applied Biochemistry and Biotechnology, 2011, Vol. 164, P. 58–67), що розмір пор, для яких cut-off мембран знаходиться в межах 10...100 кДа, не впливає на якість отриманого пермеату. Отже, на основі отриманих даних для подальших досліджень було обрано мембрану УПМ-10.

Експериментально доведено, що найкраща питома продуктивність мембран УПМ-10 спостерігається за тиску 0,4 МПа та температури 60° С. Збільшення рушійної сили призводить до ущільнення системи «динамічна мембрана – полімерна мембрана», що погіршує потік пермеату крізь мембрану. Отримали концентрат високомолекулярних сполук із вмістом сухих речовин 20%, який може бути використаний для виробництва сухих кормових добавок для відгодівлі тварин.

З метою отримання очищеної води, яку можна застосовувати в технологічних процесах, отриманий ультрафільтраційний пермеат обробляли зворотним осмосом. Ураховуючи низьку термічну стійкість мембран НаноРо (втрачають свої властивості при 45° С), експерименти проводили за температури 20±3° С. Тиск змінювали в діапазоні від 1 до 8 МПа. Спостерігалась лінійна залежність між рушійною силою та питомою продуктивністю мембран, проте селективність за мінеральними речовинами була найкращою при 4 МПа. Очевидно, що зростання потоку крізь мембрану призводить до збільшення концентраційної поляризації, що може знижувати селективність процесу та зменшувати ефективну рушійну силу за рахунок підвищення осмотичного тиску біля поверхні розділення. Отриманий зворотноосмотичний пермеат містив не більше 0,1...0,2 г/дм<sup>3</sup> мінеральних речовин.

Таким чином, поєднання процесів ультрафільтрації та зворотного осмосу дозволяє ефективно переробляти післяспиртову зернову барду, вилучаючи з неї цінні компоненти та направляючи їх на виробництво кормових добавок для тварин. Отриману в такий спосіб воду можна використовувати для технічних та технологічних потреб.