Купчик М.П.
Сидорченко О.І.
Захарченко Т.М.

СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОМЕМБРАННІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

У створенні нових технологій великі можливості мають йонообмінні мембрани. Очищення, виділення, концентрування і розділення речовин, синтез, каталіз — це далеко не повний перелік процесів, де можливе використання електромембранних методів. Харчова сировина, розчин, технологічні та біологічні середовища, складні фізико-хімічні системи, які мають органічні й неорганічні компоненти, колоїдно - дисперсні домішки. Тому ці методи мають важливе значення для одержання високоякісних продуктів. Разом з тим, це пов'язано з деякими труднощами — порівняно невеликим терміном експлуатації йонообмінних мембран, зниженням ступеня регенерації у процесі проведення обробки при підвищених температурах та ін. Розроблено [1-4] ряд способів одержання, очищення і перероблення харчових продуктів, у яких використовуються йонообмінні мембрани, електродіалізне очищення цукрових та інших харчових розчинів[1], електрофільтрування [2], електроіонітна інверсія сахарози [3], електромембранна підготовка гідролізуючих агентів у пектиновому, крохмалепатоковому виробництвах і одержанні інвертованих сиропів [4].

Найширшу перспективу в харчовій промисловості мають біполярні мембрани, які можуть використовуватись для регулювання кислотно-лужних властивостей водних і технологічних середовищ.

Біполярними іонообмінними мембранами традиційно називаються двошарові мембрани, які складаються з катіоно- й аніонообмінного шарів, з'єднаних один з одним у процесі синтезу або одержаних з одного листа полімеру. Залежно від способу синтезу належать до гетеро- або гомогенного типу іонообмінних мембран. Основною властивістю біполярних мембран є їхня здатність генерувати іони водню і гідроксилу під дією електричного поля.

В НУХТ проведені фундаментальні дослідження фізико-хімічних та електроповерхневих явищ, які виникають при проходженні електричного струму через капілярно пористі системи і розроблені наукові і практичні основи взаємодії електричних полів з клітинними структурами рослинної тканини та їх компонентами у водному середовищі і цукровмісними розчинами. Електрообробка клітинних структур та їх компонентів у водному середовищі приводить до появи цілого комплексу електрофізичних, електрохімічних і електробіологічних ефектів, які залежать від виду і характеристик електричних полів, електродів, роздільних мембран, об'єктів обробки та інших факторів. При розв'язанні фундаментальних і практичних проблем у цій галузі були з'ясовані: ефекти електроутримування колоїдно-дисперсних домішок із розчинів на поляризованих мембранах [3], електричний пробій і електрополяризація клітинних мембран [2, 8], інтенсифікація масоперенесення сахарози в капілярно-пористих структурах [4], залишкова поляризація при електрообробці рослинної сировини [5], процеси електроутримування колоїдно-дисперсних домішок [6], омічного оброблення [7], електромембранна активація технологічних середовищ [9].

Нами встановлені і вивчені наступні основні фізико-хімічні явища: електричний пробій і електрополяризація біологічних мембран, які визначаються конвективними ефектами при електроплазмолізі клітинних систем; електродифузія - як інтенсифікація масопереносу незаряджених компонентів через пористі середовища за рахунок електроосмотичних механізмів; електрокоагуляція і електроутримування колоїдно-дисперсних домішок, що містяться в рослинних клітинах: залишкова поляризація клітинних структур; електрична міграція і дифузія іонів.

Результати фундаментальних досліджень мають велике значення як з наукової точки зору, так і з практичної - у зв'язку із можливістю їх промислового використання при розробці електротехнологій харчових і переробних виробництв.

Так, явище електричного пробою знаходить використання в цілому ряді технологій харчових і переробних виробництв, пов'язаних з вилученням цінних і корисних компонентів із рослинної сировини, де важливою стадією є плазмоліз клітин рослинної тканини. Від того, наскільки вони зруйновані, залежить процес дифузії сахарози, пектину, крохмалю, забарвлених речовин та інших компонентів із подрібненої сировини, процес стерилізації та збереження повного комплексу вітамінів, ферментів та інших біологічно активних речовин і одержання харчових продуктів з лікувально-профілактичними властивостями.

У зв'язку з цим проведені дослідження динаміки електрообробки різних видів плодів і овочів. Встановлені вольт-амперні характеристики; зміни в ультраструктурі клітин; залежності електропровідності сировини від тривалості процесу при різних величинах напруженості електричного поля. Одержані залежності часу електро- обробки від напруженості електричного поля, температури і питомого опору тканини, а також величини питомих енерговитрат на процес електрообробки.

Для промислової переробки бурякової сировини й інтенсифікації процесів екстрагування запропоновані способи імпульсного електроплазмоліїзу в похилих, колонних і ротаційних дифузійних апаратах. Для екстракторів безперервної дії розроблені конструкції електроустановок барабанного, шнекового і трубчатого типів I для попередньої обробки бурякової стружки і сокостружкових сумішей в імпульсному електричному полі, що пройшли успішні випробування в промислових умовах I декількох цукрових заводів. Електротехнологія попередньої обробки сокостружкової суміші впроваджена на Первухінському і Карлівському цукрових заводах.

Наші подальші дослідження були направленні на розробку способу застосування електроплазмолізу і електродифузії уже на першій стадії технологічного процесу (при екстрагуванні цукру з бурякової стружки) селективного вилучення сахарози й утримання не цукрів у клітинних структурах бурякової тканини. Це дозволить одержати високоякісний

дифузійний сік. Що практично не вимагає вапняно-вугликислотного очищення і по своїх якісних показниках може бути кращим соку другої сатурації (отриманого класичним способом). Таким чином використання електротехнологій може дозволити значне спрощення технології бурякоцукрового виробництва. Особливо привабливим є застосування електродифузійних і електро-плазмолізних технологій при реалізації міні-цукрових заводів.

При екстрагуванні сахарози із бурякової стружки в якості екстрагента можуть використовуватися: барометрична вода, аміачні конденсати, жомопресова вода, вода із відкритих водойм, які потребують спеціальної фізико-хімічної підготовки.

Для підготовки живильної води використовуються різні хімічні реагенти [1]: сульфат алюмінію, сульфіт і бісульфіт кальцію, які утворюються внаслідок обробки живильної води $Ca(OH)_2$ та сірчистим газом, подвійний не амонізований суперфосфат, сірчану кислоту та ін [2]. Заслуговує на увагу використання вапняного молока [3], кальційвмісних напівпродуктів [4,5] основного сульфату алюмінію (ОСА) та солі полігексаметиленгуанідину гідро хлориду (ПГМГХ) [6,7].

На підставі попередніх досліджень представляє науковий і практичний інтерес дослідити вплив електромембранної підготовки екстрагенту (барометрична вода, аміачні конденсати, жомопресова вода, вода із відкритих водоймищ) на технологічний процес вилучення сахарози із бурякової стружки.

Екстрагування стружки водою, обробленою методом електрохімічної активації [8-9], дозволяє одержати дифузійний сік з чистотою на 1,3…1,8% вищою і вмістом речовин колоїдної дисперсності (РКД) в 1,4…1,7 рази меншим в порівнянні з контрольним дослідом. Одночасно знижуються невраховані втрати цукру на дифузії і втрати цукру в жомі, що збільшує вихід цукру на 0,2% до маси буряків.

Але слід підкреслити, що електрохімічна активація всієї живильної води та деамонізація конденсатів невпинно приведе до значного росту витрат електричної енергії і зробить недоцільним використання описаних способів в умовах цукрового заводу.

Все вище викладене обґрунтовує доцільність наших дослідів по визначенню оптимальної кількості ЕАВР, для одержання дифузійного соку, при різних видах живильної води (барометрична, жомопресова, з відкритого водоймища).

Дослідження процесу одержання дифузійного соку при різних видах живильної води (барометрична, жомопресова, з відкритого водоймища) та додаванні електромембранно підготовленого водного розчину проводили з метою визначення оптимальної концентрації ЕАВР по нижчевикладеній методиці.

Для отримання дифузійного соку брали ретельно вимитий і очищений від пошкоджень цукровий буряк, подрібнювали його до стружки на станку з дифузійними ножами (довжина стружки 8...12м) і в екстрагент додавали електроактивований водний розчин (pH=1,4) в кількості (0...100%). Стружку заливали нагрітою до 75ºС водою у співвідношенні вода : стружка - 2:1. Проводили процес дифузії при t=70±1ºС, періодично перемішуючи сокостружкову суміш упродовж 30 хв. Потім відокремлювали сік від стружки. Отриманий сік нагрівали до 75ºС і додавали до нього свіжу бурякову стружку у тому ж співвідношенні. Знову витримували при 70ºС - 30 хвилин і зливали готовий дифузійний сік. Після цього проводили аналіз дифузійного соку по стандартних методиках [10] з визначенням таких показників: вміст сухих речовин, сахарози, білків, високомолекулярних сполук (ВМС) і розраховували чистоту соку і ефект очистки на дифузії.

Концентрацію ЕАВР змінювали в межах 0...3%. Експериментальні дані приведені на рис.1.

Із представлених даних слідує, що для усіх видів екстрагентів оптимальне значення концентрації ЕАВР знаходиться в межах 1,5...2,5%,

причому приріст чистоти дифузійного соку зростає в ряду екстрагентів: дистильована вода > вода з відкритого водоймища > жомопресова вода > барометрична вода.

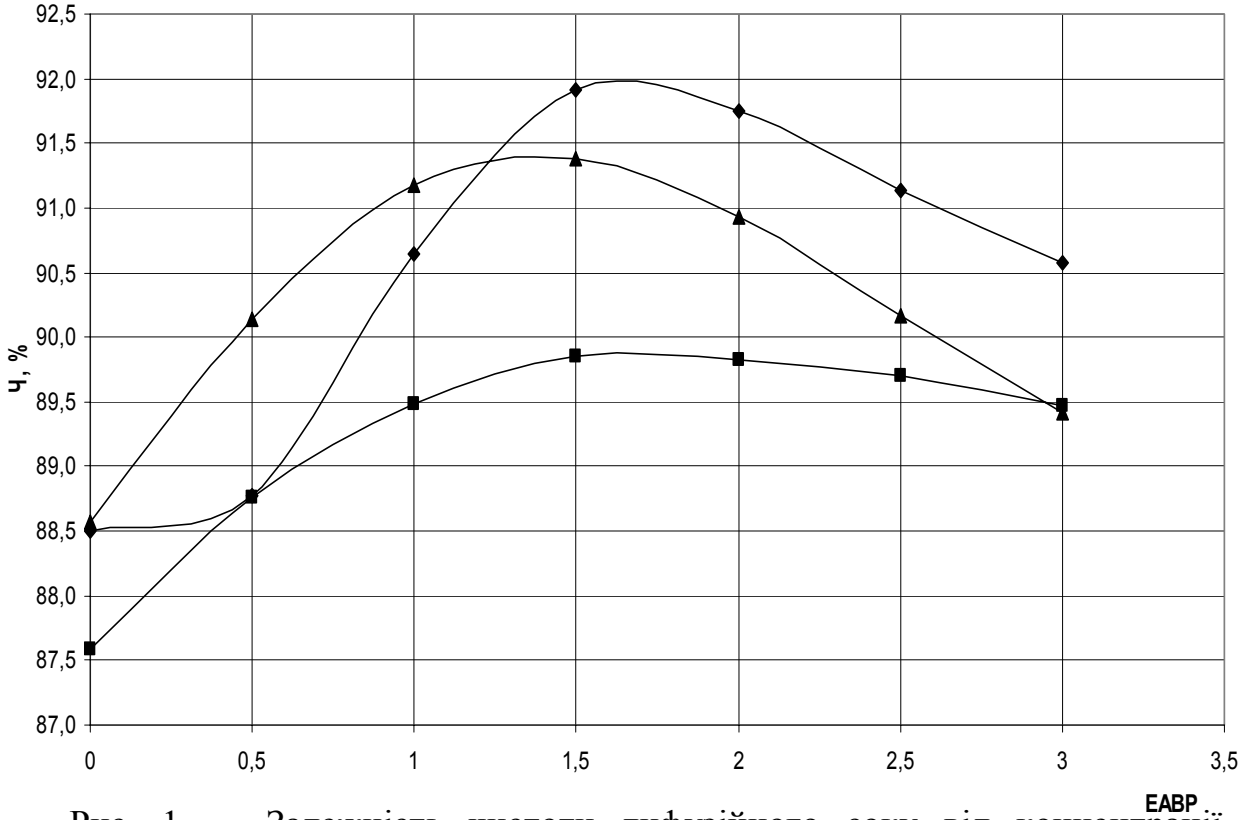

Рис. 1. Залежність чистоти дифузійного соку від концентрації електромембранно підготовленого водного розчину.

◆ - барометрична вода;

■ - жомопресова вода;

▲ - вода з відкритої водойми.

Комп`ютерна оптимізація дозволила встановити узагальнений критерій залежності чистоти дифузійного соку від концентрації ЕАВР. Оптимальна концентрація ЕАВР, що добавляється в живильну воду при екстрагуванні сахарози складає 1,6%. Оптимальні результати доводять, що для усіх видів екстрагентів оптимальне значення концентрації ЕАВР знаходиться в межах 1,5…2,5%.

Дані параметри технологічного процесу забезпечують та вирішують поставлені задачі: мінімальний перехід нецукрів із бурякової стружки в дифузійний сік в процесі екстрагування сахарози.

Література

1. Штангеев В.О. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В 2-х ч. Ч.1 / В.О.Штангеев, В.Т.Кобер, Л.Г.Белостоцкий Н.Н.Штангеева, В.А.Лагода, В.А.Шестаковский // Под ред. В.О.Штангеева. –К.: "Цукор України", 2003. – 352 с.
2. Гусятинська Н.А. Наукове обґрунтування та розроблення фізико-хімічних методів інтенсифікації вилучення сахарози з цукрових буряків. Автореф.дис. докт.техн.наук/Гусятинська Н.А.–К:Київ НУХТ, 2008. – 40с.
3. Заєць Ю.О. Пресово-дифузійна технологія сокодобування з використанням допоміжних реагентів / Ю.О.Заєць, В.Г.Крамар, Н.С.Федорова та ін. // Цукор України. - 1996. - № 3. – С. 23-27.
4. Молотилин Ю.И. Комплексное использование суспензии осадка второй сатурации / Ю.И.Молотилин, Н.В.Орлова, В.О.Городецкий // Сахарная промышленность. - 1994. - № 4. – С. 19-20.
5. Подготовка свекловичной стружки к экстракции / М.И.Даншев, Р.С.Решетова, Ю.И.Молотилин и др. // Сахарная промышленность. - 1994. - № 4. – С. 15-17.
6. Пушанко М.М. Промислове впровадження та перспективи розвитку вітчизняного екстракційного обладнання / Пушанко М.М., Серьогін Н.А. // Цукор України. - 2005. - № 5. - С. 14-16.
7. Ліпєц А.А. Основні напрямки удосконалення технології вилучення цукрози з бурякової стружки / Ліпєц А.А., Гусятинська Н.А. // Цукор України. – 2005. - № 5. - С. 17-20.
8. Степанова Е.Г. Технологические эффекты процесса экстрагирования сахара с применением ЭАЖС / Степанова Е.Г., Кошевой Е.П. // Известия вузов. Пищевая технология. 1992. - № 3-4. –С. 55-57.

9. Лосева В.А. Влияние электрохимической активации на свойства воды для экстрагирования сахарозы из сахарной свеклы / В.А.Лосева, А.А.Ефремов, Д.В.Прасолов, М.Н.Ширяева // Сборник научных трудов VI ежегодной международной научно-прак.конф. «Сахар-2006». Повышение эффективности работы сахарной промышленности. -М.: Изд. комплекс МГУПП. 2006. – С. 44-50.