

## **ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМЕМБРАННОЇ АКТИВАЦІЇ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕКСТРАГЕНТУ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ЦУКРОЗИ**

Обробка біологічної сировини і харчових продуктів в електричному полі має досить довготривалу історію. Електричні поля використовуються для інактивації мікробів, електроосмотичному зневодненню, електроплазмолізу, термоелектроплазмолізу і т.і.

Електрообробка біологічної сировини дозволяє підвищити якісні характеристики продуктів, підвищити ступінь соковиділення і збільшити термін зберігання продуктів.

Для суттєвого підвищення ефективності харчових технологій, продуктивності виробітку і якості харчових продуктів, все частіше поєднуються два і більше методів обробки сировини [1-6] (звіт стр.7).

Основою для створення високоефективних, екологічно чистих і безвідходних технологій є електротехнологічні процеси з використанням мембранних матеріалів.

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 в процесі синтезу, або одержаних з одного листа полімеру. Залежно від 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.

Наш інтерес до електромембранних методів активації водних розчинів (ЕАВР) зумовлений такими причинами:

- при електромембранній активації водних розчинів можливо цілеспрямовано змінювати їх кислотну - лужні властивості;
- можливість одержувати розчини з високим виходом, чистотою і концентрацією іонів водню і гідроксилу в порівнянні з електрохімічними способами;
- висока дезінфікуюча та коагулююча здатність ЕАВР;
- завдяки специфічним властивостям електроактивованого розчину дифузія розчинених речовин йде швидше;
- можливість створення екологічно чистих та маловідходних технологій.

У техніці й технології виробництва цукру важливу роль відіграють процеси екстрагування сахарози із бурякової стружки [1,2]

Головним завданням процесу екстрагування являється максимальне вилучення сахарози із подрібненої сировини при мінімальному вилученні всіх інших розчинних речовин, що містяться в буряковій тканині чи речовин, що утворюються в процесі дифузії, які називаються нецукрами [3,4,5].

Підвищення якості дифузійного соку і скорочення втрат продукту, що вилучається, можливі за рахунок застосування нових електромембранних способів підготовки живильної води, в яких використовується енергія електричного поля і здатність біполярних мембран генерувати іони водню й гідроксилу.

Отже першочерговим завданням при вилученні сахарози з бурякової стружки є одержання соку високої чистоти за рахунок меншого переходу нецукрів, зокрема високомолекулярних сполук [7,8].

Незважаючи на те, що більша частина високомолекулярних сполук видаляється у процесі очищення дифузійного соку вапном, перехід колоїдних та ВМС, особливо пектинових речовин, в дифузійний сік є

основною причиною поганої фільтрації очищених соків, труднощів при кристалізації продуктів тощо.

Тому, в процесі екстрагування важливим є дотримання умов мінімального розкладу сахарози внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів та одержання дифузійного соку високої якості. Використання ЕАВР, який поєднує в собі властивості коагулянту та антисептику, в процесі підготовки живильної води для екстрагування сахарози є перспективним, з точки зору інтенсифікації дифузійного процесу та підвищення виходу цукру з одиниці сировини. Все вище перераховане пояснює актуальність детального вивчення дії ЕАВР в процесі екстрагування сахарози з бурякової стружки [9].

Для процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки необхідно використовувати екстрагент зі слабо кислою реакцією середовища (рН=5,8-6,5). Це пов'язано з мінімальним переходом високомолекулярних сполук у дифузійний сік та розкладання сахарози. Найбільш поширена технологія (що використовується на виробництві) підготовки барометричної води із застосуванням процесу сульфитації сірчистим газом SO<sub>2</sub>.

Для підвищення ефекту екстрагування сахарози з бурякової стружки, запропонований спосіб підготовки живильної води, що включає підкислення екстрагенту кислотним електромембранно активованим водним розчином (реагентом, який отримували на електромембранній установці).

Електромембранній активації піддавали дистильовану воду до рН=1,45 (кисла фракція) з добавками електролітів NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> різних концентрацій (0,5...1%) (лужна фракція). Експериментальні дані якісних показників дифузійного соку від концентрації ЕАВР з електролітом NaCl приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

### **Вплив ЕАВР з електролітом NaCl на якісні показники дифузійного соку**

| № п/п | Витрати електроактивованої води,% до маси живильної води | Чистота дифузійного соку, % | Вміст ВМС в дифузійному соку, % на 100г СР | Вміст білкових речовин в диф. соці, % на 100г СР | Ефект очистки на дифузії, % |
|-------|--|-----------------------------|--|--|-----------------------------|
| 1     | 0  | 85,30                       | 4,00                                       | 2,29   | 12                          |
| 2     | 0,1  | 85,93                       | 3,67                                       | 2,25   | 19                          |
| 3     | 0,4  | 86,04                       | 3,33                                       | 2,20   | 20                          |
| 4     | 3,0  | 87,20                       | 2,83                                       | 1,96   | 26                          |
| 5     | 25   | 86,50                       | 3,02                                       | 2,04   | 22                          |
| 6     | 100  | 86,00                       | 3,15                                       | 2,10   | 18                          |

Видно, що використання в якості добавки ЕАВР в екстрагент при використанні в якості електроліта NaCl з наступним проведенням процесу екстрагування сахарози із бурякової стружки при температурі 73°C дозволяє збільшити чистоту дифузійного соку на 0,6...1,9%, а ефект очистки на дифузії довести до 26%.

Вміст ВМС в дифузійному соці при цьому зменшується на 0,33...1,33%, а вміст білків на – 0,04...0,33%. Причому покращення якісних показників дифузійного соку спостерігається при добавці ЕАВР в кількості 0,1...3,0%. Подальше збільшення концентрації ЕАВР приводить до погіршення якісних показників дифузійного соку.

В таблиці 2 приведені якісні показники дифузійного соку отриманого при добавках в екстрагент ЕАВР приготовленого з електролітом Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Таблиця 2

**Вплив ЕАВР приготовленого з електролітом Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на якісні показники дифузійного соку**

| № п/п | Витрати електроактивованої води % до маси живильної | Чистота дифузійного соку, % | Вміст ВМС в дифузійному соку, % на 100г СР | Вміст білкових речовин в диф. соці %, на 100г СР | Ефект очистки на дифузії, % |
|-------|---|-----------------------------|--|--|-----------------------------|
|-------|---|-----------------------------|--|--|-----------------------------|

|   |      |      |     |      |    |
|---|------|------|-----|------|----|
|   | води |      |     |      |    |
| 1 | 0    | 85,0 | 3,9 | 2,40 | 10 |
| 2 | 0,1  | 85,8 | 3,6 | 2,35 | 17 |
| 3 | 0,4  | 86,0 | 3,3 | 2,25 | 19 |
| 4 | 3,0  | 86,5 | 2,8 | 2,10 | 24 |
| 5 | 25   | 86,2 | 3,0 | 2,15 | 18 |
| 6 | 100  | 85,8 | 3,2 | 2,25 | 15 |

Із результатів табл.2 слідує, що добавка в екстрагент ЕАВР до 3% дозволяє покращити чистоту дифузійного соку в середньому на 1,5%, ефект очистки при цьому складає 24%, вміст ВМС зменшується на 1%, а вміст білків на 0,3%.

В таблиці 3 приведені якісні показники дифузійного соку отриманого при добавках в екстрагент ЕАВР приготовленого з електролітом  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Таблиця 3

**Вплив ЕАВР приготовленого з електролітом  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  на якісні показники дифузійного соку**

| № п/п | Витрати електроактивованої води, % до маси живильної води | Чистота дифузійного соку, % | Вміст ВМС дифузійному соку, % на 100г СР | Вміст білкових речовин в диф.соці %, на 100г СР | Ефект очистки на дифузії, % |
|-------|---|-----------------------------|--|---|-----------------------------|
| 1     | 0   | 86,0                        | 4,20                                     | 2,10  | 10                          |
| 2     | 0,1   | 86,2                        | 4,00                                     | 2,00  | 12                          |
| 3     | 0,4   | 86,5                        | 3,80                                     | 1,95  | 15                          |
| 4     | 3,0   | 87,0                        | 3,45                                     | 1,90  | 20                          |
| 5     | 25  | 86,3                        | 3,80                                     | 2,00  | 15                          |

|   |     |      |      |      |    |
|---|-----|------|------|------|----|
| 6 | 100 | 86,1 | 4,10 | 2,10 | 11 |
|---|-----|------|------|------|----|

Експериментальні результати таблиці 3 показують, що при концентрації ЕАВР до 3% чистота дифузійного соку збільшується на 1,0%, ефект очистки складає 20% при зменшенні вмісту ВМС на 0,75% і білків на 0,2%.

Отримані результати свідчать про те, що найбільш ефективна добавка в екстрагент ЕАВР концентрацією до 3% отриманого з електролітом NaCl, при використанні Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> та Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> якісні показники дифузійних соків гірші.

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.

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. Концентрацію ЕАВР змінювали в межах 0...3%.

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: вода з відкритого водоймища > жомопресова вода > барометрична вода.

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% рис.2.

$$F_k := (ff1_k)^{0.25} \cdot (ff2_k)^{0.25} \cdot (ff3_k)^{0.25} \cdot (ff4_k)^{0.25}$$

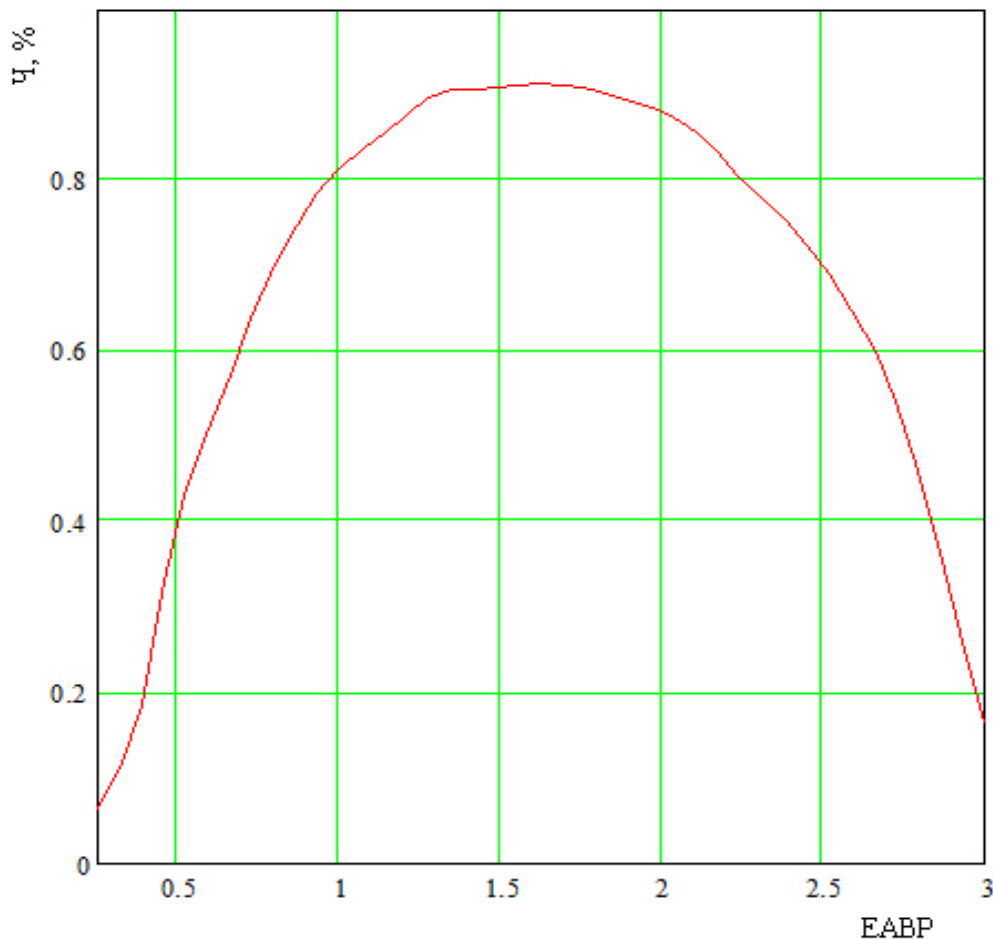


Рис.2. Узагальнений критерій залежності чистоти дифузійного соку від концентрації електроємбранно підготовленого водного розчину

Планування експерименту, постановку та розв'язання задач оптимізації проводили за допомогою сучасних методів математичного оброблення даних. Статистичне оброблення результатів експериментальних досліджень, побудову графіків виконано з використанням пакету прикладних досліджень, побудову графіків виконано з використанням пакету прикладних програм Mathcad Professional.

В результаті вирішення оптимізаційних задач було визначено оптимальне співвідношення витрат регенту ЕАВР в системі бурякова стружка-живильна вода (80:20), а також оптимальні значення температури процесу екстрагування (67÷71) та рН живильної води (5,6÷6,0).

## 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. Ліпец А.А. Основні напрямки удосконалення технології вилучення цукрози з бурякової стружки / Ліпец 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.

Инструкция по химико-техническому контролю и учету сахарного  
производства. –К.: ВНИИСП. 1983. – 476 с.