

2. Інтенсифікація виробництва інвертного цукрового сиропу з використанням роторно-пульсаційної обробки

Владислав Коломієць, Олександр Шевченко

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ. У харчовій промисловості роторно-пульсаційні апарати для створення емульсій як високої, так і низької в'язкості, таких як салатні заправки, соуси, сир, фруктові, овочеві та кисломолочні десерти, пюре, вершки. Роторно-пульсаційні апарати також використовуються для диспергування штучних підсолоджувачів і піноутворювачів у газованих безалкогольних напоях, для змішування рідин з дуже різною в'язкістю, для деагломерації та рівномірного диспергування наночастинок у рідинах, а також для суспендування дрібних бульбашок повітря.

Методи досліджень. Метою роботи є інтенсифікація процесу виробництва інвертного цукрового сиропу шляхом обробки водно-цукрового розчину в роторно-пульсаційному апараті. Використовували водні розчини хімічно чистої сахарози. Дослідження проводили на роторно-пульсаційному апараті в діапазоні швидкостей зсуву потоку від $20 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ до $50 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$. Визначення вмісту вуглеводів проводили методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ).

Результати і обговорення. Встановлено, що зі збільшенням тривалості процесу від 30 до 120 хвилин за швидкості зсуву потоку $20 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ кількість утвореного інвертного цукру зростала з 43 до 46% за $\text{pH} = 4,0$; з 51 до 57% за $\text{pH} = 3,5$; з 61 до 66% за $\text{pH} = 3,0$; з 69 до 71% за $\text{pH} = 2,5$ за температури $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Підвищення температури до $80 \text{ }^\circ\text{C}$ призвело до того, що зі збільшенням тривалості процесу з 30 до 120 хвилин за швидкості зсуву потоку $20 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ кількість утвореного інвертного цукру зросла з 53 до 58% за $\text{pH} = 4,0$; з 72 до 75% за $\text{pH} = 3,5$; з 98 до 100% за $\text{pH} = 3,0$. Підвищення температури до $90 \text{ }^\circ\text{C}$ призвело до того, що зі збільшенням тривалості процесу з 30 до 120 хвилин за швидкості зсуву потоку $20 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ кількість утвореного інвертного цукру зросла з 98 до 100% за $\text{pH} 4,0$. Повна інверсія сахарози відбувалася при обробці розчину цукру за температури $80 \text{ }^\circ\text{C}$, $\text{pH} 3,0$ та швидкості зсуву потоку $20 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ протягом 30 хвилин. При швидкості потоку $50 \times 10^3 \text{ c}^{-1}$ практично вся сахароза гідролізувалася при $\text{pH} 3,5$, а тривалість процесу становила всього 5 хвилин за умов п'ятикратної обробки в роторно-пульсаційному апараті в циркуляційному режимі.

У сиропі, приготованому за запропонованою технологією при температурі $70 \text{ }^\circ\text{C}$ і тривалості обробки 5 хвилин, вся сахароза в розчині була інвертована, а слідів гідроксиметилфурфурулу не виявлено.

Припускають, що на ділянці ланцюга сахарози виникають критичні напруження, і хімічні ковалентні зв'язки розриваються. Розрив цих зв'язків в процесі механохімічної деструкції відбувається по найбільш слабких з точки зору енергії зв'язках. В результаті механохімічного впливу на ділянку ланцюга сахарози (C–O–C) виникають критичні напруги і зв'язок розривається. Це призводить до утворення вільних радикалів. Один радикал приєднується до іона OH , а інший – до іона H^+ , утворюючи глюкозу і фруктозу.

Висновок. Використання обробки водно-цукрового розчину в роторно-пульсаційному апараті за запропонованою технологією дозволяє інтенсифікувати процес інверсії цукру, а саме скоротити тривалість інверсії зі 120 до 5 хвилин, та забезпечити практично повну інверсію сахарози без утворення гідроксиметилфурфурулу.