

Вобрівник Л.Д., д-р техн. наук
Климович В.М., канд. хім. наук
Мірошников О.М., канд. хім. наук
Подобій О.В.
Ляховчук О.В.

ГІДРАТАЦІЯ ЦУКРОЗИ В ПРИСУТНОСТІ ХЛОРИДІВ, НІТРАТІВ ТА КАРБОНАТІВ ДЕЯКИХ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ

Однією з важливих проблем цукрового виробництва була і залишається проблема мелісоутворення. Вона має не лише теоретичний інтерес, а й важливе практичне значення. Достатньо нагадати, що 70...80 % загальнотехнологічних втрат цукрози припадає на мелісу. Загальноприйнятою сучасною концепцією мелісоутворення є концепція мелісоутворювальної дії нецукрів [1]. У деяких роботах вказувалося на мелісоутворювальну дію води [2, 3]. Вираження коефіцієнтів насичення цукрози через функцію вмісту нецукрів у воді дало змогу диференціювати здатність нецукрів зв'язувати воду й цукрозу або тільки воду, або тільки цукрозу [4]. Отже, можна сподіватися, що проблема мелісоутворення має тісний зв'язок з однією з фундаментальних проблем фізико-хімії розчинів – проблемою зв'язаної води і структур водних розчинів. Саме значення останньої в мелісоутворенні досі не вивчалось.

Гідратація різних сполук буває кількох типів, починаючи з клатратів, напівклатратів і формування гідратів.

Характер гідратації сполуки суттєво залежить від наявності у молекулі функціональних груп, здатних виконувати роль донорів або акцепторів електронів. Якщо в молекулі немає цих груп, то гідратація відбувається з утворенням переважно клатратних структур. Якщо ж молекула розчиненої сполуки має полярні групи, здатні активно взаємодіяти з молекулами води, то стабільність гідрату підвищується внаслідок формування водневих зв'язків молекул цієї сполуки з водою. Відома закономірність, яка полягає у тому, що кількість води є максимальною для гідратів гідрофобних речовин. У випадку утворення напівклатратних структур кількість гідратної води зменшується. Ще меншу кількість води мають кристалогідрати.

Стосовно молекул цукрози, то вони містять приблизно однакову кількість гідрофобних та гідрофільних груп. У такому разі з деяким наближенням можна очікувати, що в деякій області концентрацій водних розчинів цукрози формуються напівклатратні структури [5]. Саме питання-структур водних цукрозних розчинів у присутності нецукрів різної хімічної природи потребує глибокого вивчення, що допоможе вирішенню проблеми мелісоутворення в цукровому виробництві.

Коливна спектроскопія, включаючи RAMAN-спектроскопію, є одним з найбільш інформативних методів вивчення структури водних розчинів.

У цій роботі вивчався вплив хлоридів, нітратів і карбонатів деяких лужних металів на гідратацію та структуру цукрових розчинів. Такий вибір електролітів зумовлений відомим з літератури фактом, що карбонати лужних металів збільшують розчинність цукрози, а нітрати цих же металів її зменшують.

Виконане дослідження ілюструє, як може використовуватись RAMAN-спектроскопія для характеристики гідратації цукрози в присутності хлоридів, нітратів і карбонатів лужних металів, зокрема Li, Na та K.

Експериментальна частина

У дослідженнях були використані цукроза, хлориди, нітрати і карбонати Li, Na та K марки "хч", а також

розчини електролітів з масовою часткою 10...20 % і розчини цукрози з масовою часткою 40...64 %. Усі спектри були записані в діапазонах $3600+2800\text{ см}^{-1}$ та $1500+800\text{ см}^{-1}$ на лазерному RAMAN-спектрометрі з подвійним монохроматором, лазером Ar^+ (LYN-503) потужністю 1,3 Вт на обох каналах пучків фотонів (з $\lambda = 488,0$ і $514,5\text{ нм}$), системою рахування фотонів, основним каналом керується від IBM персонального комп'ютера 3dx386.

Аналіз результатів

Порівняння положення, форми й інтенсивності смуг поглинання в області валентних коливань гідроксильних груп для розчинів солей Li, Na та K дає змогу зробити висновок, що із збільшенням концентрації солі й цукрози (рис. 1, 2, 3) максимум смуги валентних коливань

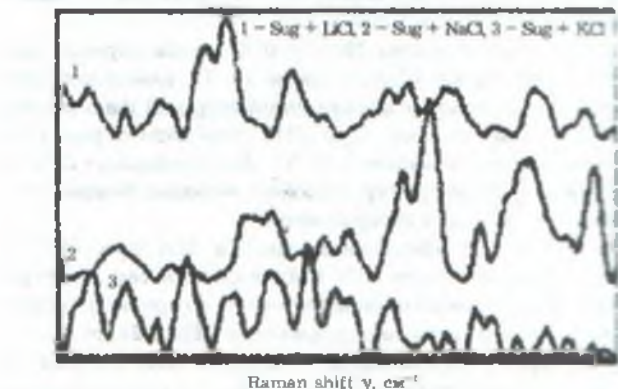
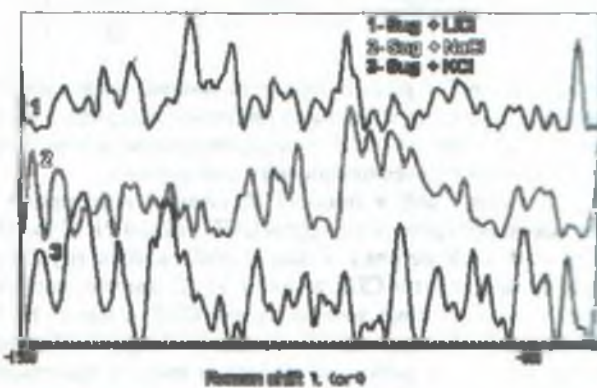


Рис. 1. Раман-спектри цукрози (40 %) та хлориди Li та K (15 %)

гідроксильних груп зміщується в діапазон менших частот, що свідчить про зміцнення водневих зв'язків у системі. Найбільший ефект спостерігається для хлоридів (рис. 1).

Аналіз одержаних даних свідчить про те, що на гідратацію домінуючий вплив має розмір радіуса катіона лужного металу. Із збільшенням радіуса міцність зв'язків у системі зростає. З усіх вивчених катіонів максимальний вплив має катіон калію. Із збільшенням заряду аніона збільшується його сольватація молекулами цукрози.

Висновок. Аналіз положення, форми й інтенсивності симетричних та асиметричних смуг валентних коливань $-\text{C}-\text{C}-$ зв'язків свідчить про те, що в присутності

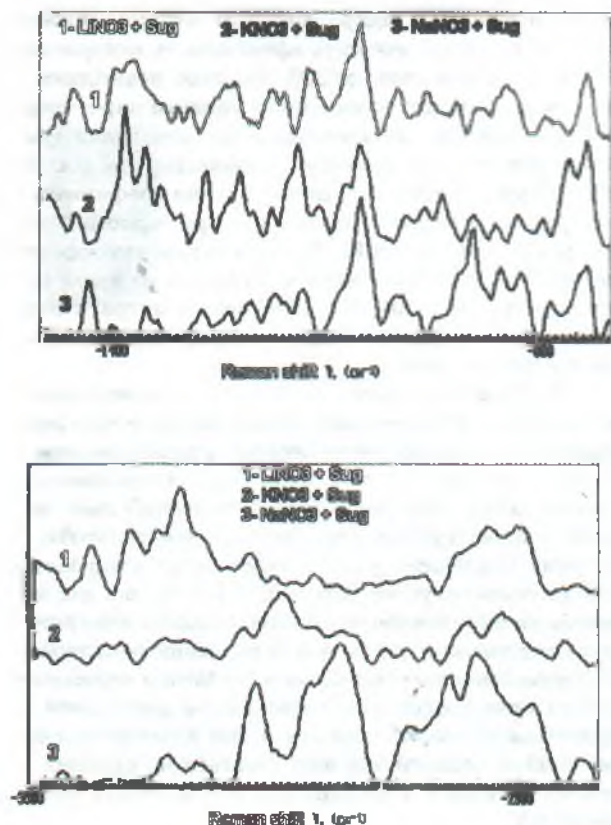


Рис. 2. Раман-спектри цукрози (40 %) та нітратів Li, Na та K (15 %)

ності хлоридів змінюється конформація молекул цукрози. В той же час нітрати впливають на зміну конформації молекул цукрози в меншій мірі (рис. 2).

У свою чергу, одержані спектри свідчать про те, що серед ряду хлоридів літію, натрію та калію найбільший деформуючий вплив на конформацію молекул цукрози проявляє хлорид калію (рис. 1).

ЛІТЕРАТУРА

1. Силина Н.П. Мелассообразование в сахарном производстве. – М.: Изд-во ЦИНТИпищепром, 1966.

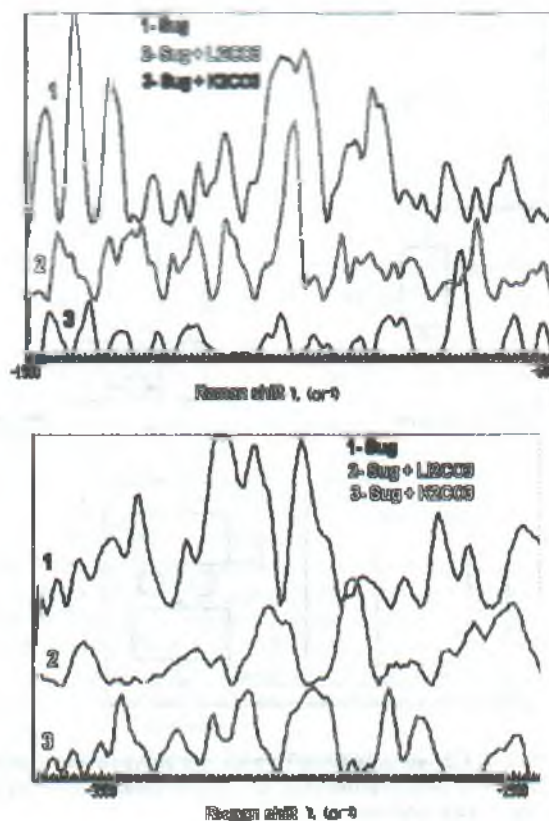


Рис. 3. Раман-спектри цукрози (40 %) та карбонатів Li та K (10 %)

2. Schliephake D. On the structure of aqueous sucrose solution // Zucker. – 1963. – № 19.

3. Pautrat C., Bressan C., Mathlouthi M. Physico-chemical study of the effect of some polysaccharides on the sucrose crystallization conditions // Proceeding of the 20th General Assembly of C.I.T.S. – Munich, 1995.

4. Vavrincz G. Sugar Technological Review. – 1978-1979. – 6.

5. Гумый И.С., Климович В.М. Модель строения растворов сахарозы // Журн. структурной химии. – 1991. – № 5.

Надійшла до редколегії 06.01.99 р.