

Утворення та руйнування кальцій-карбонатно-сахарозних комплексів у процесі карбонізації вапняно-сахарозних розчинів

Л.Д. Бобрівник, доктор технічних наук

В.М. Логвін, доктор технічних наук, завідувач кафедри технології цукру та полісахаридів, Національний університет харчових технологій

В.Ю. Виговський, кандидат технічних наук, професор кафедри технології цукру та полісахаридів, Національний університет харчових технологій

В статті розглянуто дослідження механізму фізико-хімічних перетворень в процесі карбонізації вапняно-сахарозних розчинів.

Наведені результати квантово-хімічних розрахунків та пояснюється механізм утворення полімерів вуглекальцієвих сахаратів, що обумовлюють структурування розчину та зміну його в'язкості в процесі карбонізації.

В статье рассмотрено исследование механизма физико-химических превращений в процессе карбонизации известково-сахарных растворов.

Приведены результаты квантово-химических расчетов и объясняется механизм образования полимеров углекальциевых сахаратов, которые обуславливают структурирование раствора и изменение вязкости в процессе карбонизации.

The paper deals with investigation of mechanism of physical-chemical transformations during carbonization lime-sugar solutions.

The results of quantum chemical calculations are presented and the mechanism of polymerization of carbon-calcium-sugar composites that determine the solution structurization and changing its viscosity in the process of carbonization explains.

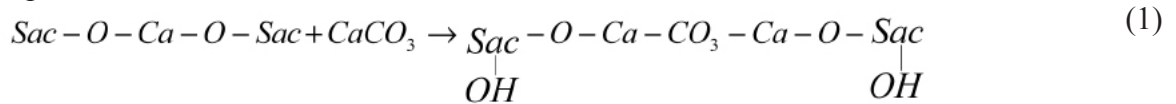
Дослідження складних фізико-хімічних перетворень, що відбуваються в процесі карбонізації вапняно-сахарозних розчинів представляє не лише теоретичний інтерес, а також має і велике значення для практики цукрового виробництва. Не дивно, що вивченню механізмів цього складного процесу з метою розробки ефективних способів його здійснення присвячена велика кількість робіт. Про це свідчать не тільки тисячі публікацій у періодичній пресі, але й солідні монографії корифеїв науки про цукрове виробництво, серед яких необхідно згадати монографії М.Д. Зуєва, Н.Є. Логінова, П.М. Сіліна, Й. Вашатко, П.В. Головіна, Я. Добжицького [1, 2, 3, 4, 5, 6]. В останні десятиліття було виконано багато робіт по дослідженню кінетики масообмінних процесів, їх хімізму, розробці оптимальних технологічних режимів проведення карбонізації соків і створенню сучасного апаратурного оформлення процесу [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

У цих дослідженнях часто здійснювалися спроби вивчення механізмів процесу карбонізації вапняно-сахарозних розчинів на молекулярному рівні, з огляду на складність цього процесу, що супроводжується часто аномальними явищами. До таких явищ можна віднести, по-перше, факт, що незважаючи на дуже малу розчинність карбонату кальцію як кінцевого продукту цієї реакції, на-

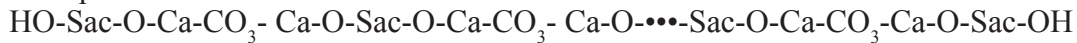
віть при карбонізації 40-60 % гідроксиду кальцію, не спостерігається утворення твердої фази карбонату кальцію. Про це переконливо свідчать дослідження [14, 10], виконані з використанням мікроскопа МБИ-15, що дозволяє вивчати об'єкти в світлі, що проходить, з темним і світлим полями зору, а також у поляризованому світлі. Ці дослідження переконують, що мікрочастинки CaCO_3 не утворюються в самій системі навіть за умов такої глибокої карбонізації, а лише можуть бути внесені із зовні. Цей факт пояснюється тим, що карбонізація (в умовах I сатурації з поступовим зниженням лужності) здійснюється в початковому періоді при $\text{pH} > 12$, у системі, у якій відсутні двозарядні катіони кальцію Ca^{2+} , і фактично утворення кальцій-сахарозо-карбонатних комплексів відбувається за участю комплексного однозарядного іона гідроксикальцію $[\text{CaOH}]^+$. З іншого боку, спостерігається факт структурування розчину, що проявляється тим яскравіше, чим вищі концентрації сахарози чи гідроксиду кальцію та нижча температура. Це неминує приводило дослідників до розуміння того, що в системі відбуваються складні процеси комплексоутворення за участю всіх згаданих вище компонентів, а саме сахарози, гідроксиду кальцію і карбонізуючого агента. Ці комплекси на зорі їхнього вивчення одержали назву вуглекальцієвих сахаратів. Таке поняття

було введено М.Д. Зуєвим [1] і підтримане П.М. Сіліним [1927 р.]. Була запропонована формула вуглекальцієвого сахарата в такому зображенні $x\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \cdot y\text{CaO} \cdot z\text{CaCO}_3$. Ця формула, яка і до нашого часу зустрічається в підручниках та наукових матеріалах, не показує реального складу вуглекальцієвих сахаратів і зовсім не розкриває їхньої будови.

Однією з перших спроб написати структуру почерговості зв'язків атомів у такому з'єднанні здійснив Дюбур [12], представивши його схемою:



Такий комплекс, що містить гідроксильні групи, добре розчинний. Автор вважав, що при подальшому пропусканні CO_2 може відбуватися асоціація таких фрагментів з утворенням макромолекул, що вже є практично нерозчинними:



Внаслідок наявності в подібній макромолекулі гідроксильних груп таке з'єднання здатне утворювати гідратовану драглисту тверду фазу. Автор [1] був неправий, написавши схему утворення вуглекальцієвого сахарату (1), мабуть, не беручи до уваги той факт, що в сильно лужних розчинах відсутній дво зарядний іон Ca^{2+} , а тому в такій системі не може, безпосередньо, утворюватися карбонат кальцію.

От чому у відомому розумінні проривом у теорії утворення карбонатно-сахарозо-кальцієвих комплексів стали роботи [15, 16, 17]. Головною концепцією цих робіт стало чітке розуміння того, що в сахарозно-лужних розчинах при значеннях $\text{pH} > 11,2$ відсутні катіони Ca^{2+} і присутні лише комплексні гідроксикальцієві катіони $[\text{CaOH}]^+$. Тому у вапняно-сахарозному розчині, як правило, із сахарозою взаємодіють гідроксикальцій-катіони:



Такий підхід дозволив авторам прийти до висновку, що під час карбонізації, по причині відсутності в системі Ca^{2+} – катіонів відбувається також взаємодія між гідроксикальцієвими катіонами й аніонами HCO_3^- , що утворюється під час поглинання CO_2 вапняно-сахарозним розчином:



Гідрокарбонат гідроксикальцію в лужному середовищі дисоціює з утворенням карбонату гідроксикальцію, знижуючи лужність розчину:



З огляду на той факт, що у вапняно-сахарозному розчині з $\text{pH} > 11$ з початком дисоціації сахарози за першим ступенем, як свідчать квантовохімічні розрахунки [10], можуть утворюватися монокальцієві сахарати $[\text{CO}_{12}\text{H}_{21}\text{O}_{11}\text{Ca}]^+$, карбонат гідроксикальцію негайно взаємодіє з моносахаратом кальцію з утворенням сахарозокарбонату гідроксикальцію:



Продукт реакції (5) по емпіричному складу відповідає вуглекальцієвому сахарату, у якого $x, y, z = 1$. З поглибленням карбонізації такий найпростіший вуглекальцієвий сахарат, на думку авторів [13, 15], може дисоціювати із утворенням по реакції з гідрокарбонатом гідроксикальцію сахарозокарбонати з більш довгим карбонатним ланцюжком: $[\text{CaOH}]\text{CO}_3 \cdot (\text{CaCO}_3) \cdot \text{Ca} \cdot \text{C}_{12}\text{H}_{21}\text{O}_{11}$.

У вищезгаданих роботах було показано, що в реакції карбонізації поряд за участю катіона гідроксикальцію беруть участь також катіони моносахарату кальцію. Цей продуктивний підхід був прийнятий і розвинений у недавно виконаному дослідженні [10], у якому переконливо доведено, що склад і будова комплексних сполук, що утворюються під час карбонізації вапняно-сахарозних розчинів, залежать від складу і будови кальцієво-сахарозних комплексів, на склад і будову яких визначальний вплив мають лужність та співвідношення реагуючих компонентів у розчині. Квантовохімічні розрахунки показали, що у випадку коли в системі присутній дво зарядний комплекс $[\text{C}_{12}\text{H}_{21}\text{O}_{11}\text{Ca}]^{2+}$ під час карбонізації розчину може утворюватися різнолігандний комплекс $[(\text{C}_{12}\text{H}_{21}\text{O}_{11}\text{Ca})\text{CO}_3]$. Змодельовано оптимальну просторову будову такого комплексу (рис. 1):

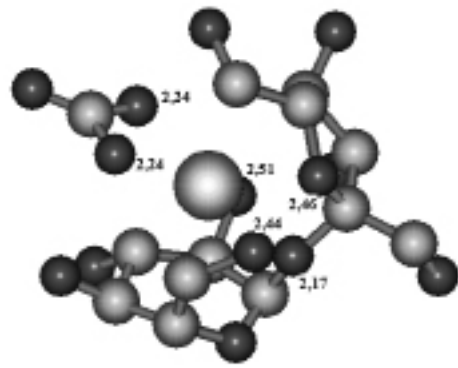
Як видно на зображенні комплексу карбонат іон утворює зв'язки з іоном кальцію, послаблюючи його зв'язки з сахарозою. У такому комплексі CO_3^{2-} стає бідентатним лігандом. Координаційне число кальцію в цьому комплексі дорівнює 6.

Квантовохімічні розрахунки в наближенні РМ-3 свідчать також про можливість утворення в умовах високої лужності під час карбонізації вапняно-сахарозного розчину комплексної сполуки наступного складу $[\text{CaC}_{12}\text{H}_{21}\text{O}_{11}(\text{CO}_3)]^-$, у якому координаційне число кальцію теж становить 6.

Крім того, показано, що в умовах підвищеної лужності вапняно-сахарозного розчину утворюються також сахарати кальцію складу $[\text{CaC}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{OH})]^+$ і $[\text{CaC}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{OH})_2]$. Однак квантовохімічні розрахунки й комп'ютерне моделювання взаємодії таких комплексів з CO_3^{2-} свідчать про те, що одночасна координація гідроксид-іона і іона CO_3^{2-} неможлива. Таким чином, під час карбонізації вапняно-сахарозних розчинів не можуть утворюватися комплексні сполуки, до складу яких одночасно були б координовані



Рис. 1. Просторова будова комплексу кальцій-сахароза-карбонат $[CaS(CO_3)]$.



аніони OH^- і CO_3^{2-} , з огляду на те, що за величинами констант нестійкості кальцієві комплекси становлять наступний ряд $[CaOH]^+ > [Ca]^{2+} > CaCO_3$.

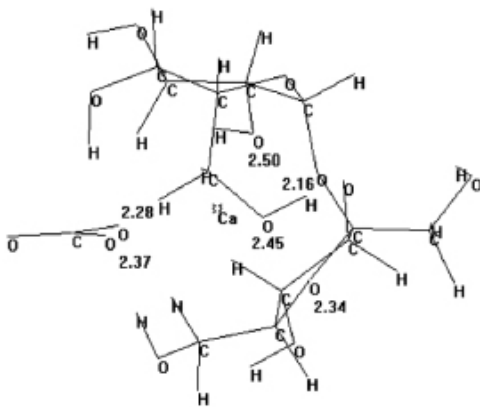


Рис. 2. Просторова будова комплексу $[CaC_{12}H_{21}O_{11}(CO_3)]$.

Під час карбонізації вапняно-сахарозних розчинів у межах початкових величин рН 12,0-11,8 і кінцевих – 11,7-11,8 спостерігається значне підвищення в'язкості системи. Раніше вважалося [18, 19], що таке явище обумовлюється утворенням гідрофільних високодисперсних часток карбонату кальцію. Присутній у розчині сахарозі відводилась роль стабілізатора агрегатів. Така концепція не може бути прийнятою з тої причини, що в розглянутій системі вапняно-сахарозних розчинів (рН > 12) відсутні двозарядні катіони кальцію, а тому з самого початку неможливе утворення в такій системі мікрочасток $CaCO_3$ за реакцією:



Насправді, катіони кальцію в таких розчинах знаходяться в складі кальцій-сахарозних комплексів різного складу, наприклад, $[CaC_{12}H_{22}O_{11}]^{2+}$, $[CaC_{12}H_{21}O_{11}(OH)]^+$, $[CaC_{12}H_{20}O_{11}(OH)_2]$, $[Ca(C_{12}H_{20}O_{11})_2]^{2+}$, $[Ca_3(C_{12}H_{22}O_{11})_4]^{6+}$ та ін.

Квантовохімічні розрахунки показують, що склад комплексів, що утворюються в системі: вода-сахароза-гідроксид кальцію-діоксид вуглецю в загальному виді може бути записаний у такий спосіб: $(Ca)n(S)m(-H)x(OH)y(CO_3)z$, де S – молекули сахарози, (-H) – кількість дисоційованих гідроксилів у молекулі сахарози. Збільшенню в'язкості

системи в межах початкових значень рН 12,0-11,8 і кінцевих значень рН 11,8-11,7, на нашу думку, сприяє збільшення молекулярної маси, утворених олігомерних і полімерних ланцюгів комплексів, і зменшення розчинності комплексних сполук внаслідок зменшення їхнього заряду в умовах приєднання другого ліганду – CO_3^{2-} . При $11,6 < pH < 12,0$ карбонат-іони є основними комплексоутворюючими аніонами, що призводять до утворення нейтральних комплексів $[CaSCO_3]$. Нейтралізація комплексних сполук значно зменшує їх гідратацію і відповідно розчинність.

Експериментальні дослідження [10] показали, що за умов коли карбонізовано 69 % вапна від його вмісту у вапняно-сахарозному розчині, система повністю втрачає текучість. Це свідчить про те, що завершується структурування системи з утворенням гелю, у якому зберігаються прошарки розчинника (молекул води). Цьому сприяють утворені гідрофільні полімери. Система набуває драглистого стану. У відокремленій від драглистої системи твердій фазі знаходиться біля 70 % не карбонізованого на цей момент вапна.

Те, що в драглеподібній масі втримується значна кількість гідроксид-іонів, було відомо давно. Однак залишалося нев'яясненим, у яких з'єднаннях утримуються гідроксид-іони. Як свідчать квантовохімічні розрахунки, при цьому можуть утворюватися комплекси іонів кальцію з сахарозою, до складу яких входять гідроксид-іони $[CaC_{12}H_{22}O_{11}OH]^+$ та $[CaC_{12}H_{22}O_{11}(OH)_2]$. Можливим варіантом залучення гідроксид-іонів у тверду фазу драглистої системи є включення в складі наведених розчинних комплексів чи вільних OH^- іонів внаслідок адсорбції та співосадження відповідно на нерозчинних чи з нерозчинними за даних умов олігомерами чи полімерами.

Наслідком карбонізації вапняно-сахарозного розчину є зниження концентрації гідроксид-іонів у розчині. Практично поглинання однієї молекули CO_2 нейтралізує 2 гідроксид-іона, тобто відбувається зниження лужності розчину. У свою чергу зменшення концентрації гідроксид-іонів у системі й одночасне нагромадження аніонів CO_3^{2-} неминуче приводить до почастищення зіткнень їх з полі-

мерними ланцюгами, що містять кальцієві катіони в менш стійких комплексах. Це обумовлює поступове руйнування раніше утворених комплексних сполук та звільнення іонів Ca^{2+} і утворення твердої фази карбонату кальцію. Внаслідок цього відбувається руйнування драглів і зниження в'язкості системи. Про поступове руйнування комплексних

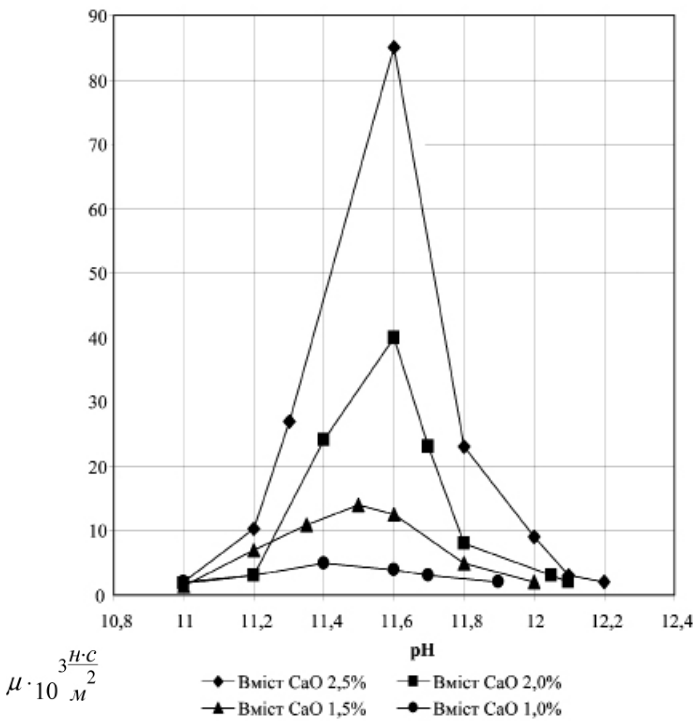


Рис. 3. Зміна в'язкості системи під час поступової карбонізації в залежності від величин рН за різних вмістів вапна у вихідному розчині. Температура 20 °C.

сполук під час карбонізації свідчать експериментальні дані **рис. 3** і **рис. 4** [14]. Олігомери й полімери, до складу яких входять сахарозокарбонатні комплекси кальцію, в умовах досліджуваних вмістів гідроксиду кальцію в 15% сахарозному розчині (**рис. 3**) активно утворюються за різних рН. Зі зниженням вмісту гідроксиду кальцію у вихідному розчині зона рН утворення комплексних з'єднань розширюється від 12,2-11,7 для розчину з вмістом вапна 2,5% CaO до 11,9-11,4 для розчинів з 1,0% CaO. Свідченням утворення олігомерів і полімерів є збільшення в'язкості. Руйнування комплексних сполук починається, мабуть, при значеннях рН, близьких до досягнення максимального значення в'язкості. Досягнення ж максимального значення в'язкості системи при певних значеннях рН свідчить про рівність швидкостей утворення й руйнування комплексних сполук. У свою чергу, зниження в'язкості системи після досягнення її максимального значення свідчить про перевагу руйнування комплексів у системі над утворенням.

Величини максимальної в'язкості системи змінюються в бік менших величин рН у відповідності зі зниженням вмісту вапна у вихідних вапняно-сахарозних розчинах. Таке поведіння систем (**рис. 3**) може бути пояснене наступним чином. У всіх порівнюваних системах були однакові вихід-

ні концентрації сахарози й різні величини вмісту гідроксиду кальцію. Величини рН вихідних вапняно-сахарозних розчинів, з вмістом вапна 1,0-2,5% CaO, змінювалися відповідно в межах 11,9-12,3. У тих розчинах, де вміст вапна менший для одержання необхідної кількості взаємодіючого із сахаратом гідроксикальцій-карбонатного аніона

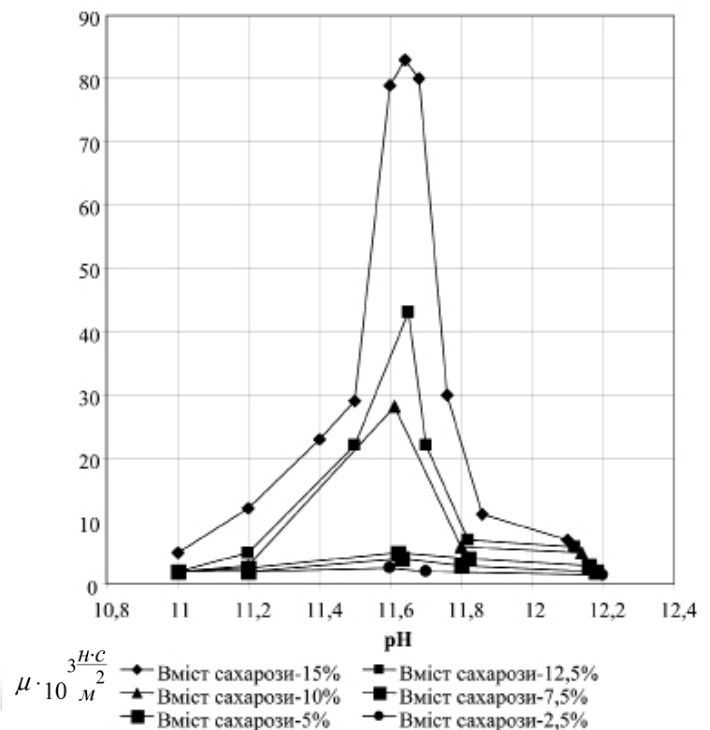


Рис. 4. Зміна в'язкості системи під час карбонізації в залежності від рН за різного вмісту сахарози, температура 200 °C, вміст CaO 2,5 %.

$[\text{CaOH}]\text{CO}_3^-$ було потрібно поглиблення карбонізації для досягнення необхідної концентрації аніона $[\text{CaOH}]\text{CO}_3^-$ для здійснення реакції, що й демонструє **рис. 3** (зрушення максимумів в'язкості вліво). Як свідчить квантовохімічне моделювання комплексів кальцію із сахарозою залежно від співвідношення кальцій: сахароза можуть утворюватися комплексні з'єднання різного складу і певної просторової будови. Для кожного комплексного з'єднання існують певні межі значень рН (лужності) їхнього утворення. Це в підсумку відноситься також і до сахарозно-карбонатних комплексів кальцію (вуглекальцієвих сахаратів).

Результати експериментальних досліджень (**рис. 4**) свідчать про те, що зі зменшення величини співвідношення сахароза: кальцій, тобто зменшення вмісту сахарози у вапняно-сахарозних розчинах максимум в'язкості, як показник кількості і якості (нейтральні або заряджені) утворених комплексних сполук, знижується при зменшенні концентрації сахарози у вихідному вапняно-сахарозному розчині. Це – наслідок утворення меншої кількості сахарозно-карбонатних кальцієвих комплексів. Концентрація сахарози у вихідному розчині не впливає на величину рН системи, при якій досягається її максимальна в'язкість, як це має місце при зміні вмісту вапна у вихідно-

му розчині (рис. 3). Зі збільшенням концентрації сахарози в розчині розширюється зона рН руйнування комплексних сполук.

При величині рН = 11,0 (рН соку I сатурації) в'язкість системи, отриманої внаслідок карбонізації сахарозно-вапняного розчину, вище в'язкості 15% розчину сахарози, що свідчить про неповне руйнування комплексних сполук. Під час фільтрування соку вони будуть залишатися у фільтраційному осаді. Це могло б збільшити втрати сахарози у фільтраційному осаді. Але такої небезпеки немає. При промиванні осаду водою, рН якої менше 11, комплексні сполуки руйнуються і сахароза переходить у розчин.

Руйнування комплексних сполук, про що свідчать результати експериментальних досліджень (рис. 3, рис. 4), відбувається протягом більшого інтервалу зниження рН, ніж їх утворення. Це пояснюється тим, що на початковій стадії карбонізації присутні значно вищі концентрації реагуючих компонентів, що підвищує швидкість реакцій утворення комплексних сполук. Стадія ж руйнування полімерних ланцюгів відбувається в умовах безперервного поступового зниження концентрацій реагуючих компонентів і супроводжується нижчими швидкостями реакцій.

Остаточне руйнування комплексних сполук закінчується при досягненні ступеня карбонізації вапна 93-95 %. Про це свідчить короткочасне підвищення рН системи і як наслідок підвищення швидкості поглинання діоксиду вуглецю [10].

Збільшення значень максимальної в'язкості системи з підвищенням вмісту вапна у вихідному розчині під час карбонізації сахарозно-вапняного розчину відбувається внаслідок збільшення кількості утворених комплексних сполук (олігомери та полімери). При цьому частішають їх контакти, що викликає структурування розчину і як наслідок підвищення в'язкості.

Присутність під час карбонізації сахарозно-вапняного розчину попередньо введеної твердої фази карбонату кальцію знижує величину максимальної в'язкості системи. Пояснюється [20] цей факт на підставі впливу попередньо введеної твердої фази карбонату кальцію на утворення центрів кристалізації карбонату кальцію. Але, через відсутність в період підвищення в'язкості системи у розчині карбонату кальцію, немає підстав говорити про його кристалізацію. Підвищення швидкості поглинання діоксиду вуглецю, що відзначається [20] за умов попереднього введення твердої фази карбонату кальцію в сахарозно-вапняний розчин, можна пояснити зниженням в'язкості системи.

Максимальна в'язкість системи знижується з підвищенням інтенсивності її перемішування [14]. Перемішування перешкоджає структуруванню олігомерів і полімерів. Очевидно з підвищенням інтенсивності перемішування системи створюються

перешкоди щодо збільшення довжини ланцюгів олігомерів і полімерів. Також в умовах високої інтенсивності перемішування очевидно має місце руйнування ланцюгів олігомерів і полімерів. Тверда фаза карбонату кальцію, виконуючи роль куль кульового млина, в умовах інтенсивного перемішування системи руйнує ланцюги й сітки, що складаються з олігомерів і полімерів, які спричиняють структурування системи.

ВИСНОВКИ:

1. Карбонізація вапняно-сахарозних розчинів супроводжується утворенням сахарозокарбонатних гідроксикальцієвих комплексів (вуглекальцієвих сахаратів), склад і будова яких визначається складом і будовою сахаратів кальцію.

2. Утворення полімерів вуглекальцієвих сахаратів обумовлює структурування розчину й зростання його в'язкості.

3. Величина максимальної в'язкості системи під час карбонізації вапняно – сахарозного розчину підвищується як при збільшенні концентрації вапна до 2,5 % СаО, так і при збільшенні концентрації сахарози до 15 %.

4. Зниження в'язкості системи після досягнення її максимальної величини є наслідок руйнування олігомерів і полімерів комплексних сполук. До цього призводить перехід гідроксид-іонів із твердої фази комплексних сполук у розчин для поповнення гідроксид-іонів, що прореагували з діоксидом вуглецю.

5. Механізм впливу попередньо введеної перед карбонізацією у вапняно-сахарозний розчин твердої фази карбонату кальцію на величину максимальної в'язкості системи полягає в попередженні утворення та руйнуванні твердою фазою карбонату кальцію олігомерів і полімерів комплексних сполук за принципом роботи кульового млина.

Список використаних джерел

1. Зуев М.Д. Энциклопедия свеклосахарного производства. – К. : Изд. Сахаротреста, 1924. – Т. 2. – 517 с.
2. Логинов Н.Е. Очистка диффузионного сока. – М. : Пищепромиздат, 1936. – 76 с.
3. Силин П.М. Вопросы технологии сахаристых веществ. – М. : Пищепромиздат, 1950. – 298 с.
4. Vašatko J. Čistenie repnej šťavy. – Bratislava, 1950. – 124 s.
5. Головин П.В., Герасименко А.А., Третьякова Е.Г. Сахараты и их применение в промышленности. – К. : Изд. АН УРСР, 1960. – 235 с.
6. Добжиский Я. Очистка соков в сахарном производстве. – М. : Пищевая промышленность. – 1964. – 207 с.
7. Рева Л.П. Интенсификация технологичес-

ких процесов очистки сока в свеклосахарном производстві: Автореферат дис... док. техн. наук. – К. : 1982. – 41 с.

8. Логвин В.М. Исследование кинетики поглощения углекислого газа щелочными сахарными растворами с целью повышения эффективности работы I сатурации: Дис... канд. техн. наук. – К. : 1975. – 163 с.

9. Логвин З.И. Исследование абсорбции углекислого газа при барбатаже в условиях I сатурации: дис... канд. техн. наук. – К. : 1977. – 166 с.

10. Логвин В.М. Наукові основи та розроблення високоефективних технологічних процесів очищення дифузійного соку: Дис. докт. техн. наук: 05.18.05. – К. : 2006. – 494 с.

11. Скорик К.Д. Совершенствование способа проведения и вариантов аппаратного оформления I сатурации: Автореферат дис.... канд. техн. наук. – К. : 1989. – С. 24.

12. Лещенко В.М. Повышение эффективности использования извести при очистке продуктов сахарного производства: Автореферат дис... канд. техн. наук. – М. : 1988. – 23 с.

13. Технология сахара / Пер. с нем. под ред. Силина П.М. – М. : Пищепромиздат, 1958. – 624 с.

14. Виговский В.Ю. Совершенствование технологии и аппаратного оформления I сатурации: Дис... канд. техн. наук: 05.18.05. – К.: 1989. – 175 с.

15. О структуре известково-сахарных растворов/ Даишева Н.М., Мологилин Ю.А. и др.// Сах. пром-сть. – 1993. – №5-6,- С. 19-21.

16. Механизм карбонизации известково-сахарных растворов / Даишева Н.М., Бобровник Л.Д. и др.// Сах. пром-сть. – 1994. -№ 1. – С. 9-11.

17. Даишева Н.М. Разработка ресурсосберегающей технологии известково-углекислотной очистки сахарных растворов: Дис... канд. техн. наук. – К. : 1995. – 157 с.

18. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. – М. : Агропромиздат, 1986. – 426 с.

19. Логвин В.М. Інтенсифікація першої сатурації. – К.: Експрес-об'ява, 1998. – 225 с.

20. Zavodsky L., Vesely V. Vznik těžko filtrujících sraženin při čerení a saturaci. Listy cukrovarnické. – 1956. – 72. – № 9. – S. 209-212.

Рецензент:

Г.О.Сімахіна, д.т.н., проф.

ЦІКАВІ НОВИНИ

З історії про цукрові буряки

Зараз достовірно невідомо, коли і де окультурили дикорослу рослину. Є думка, що це сталося давно в древньому Вавилоні - в долинах річок Тигра і Євфрату. Учені стверджують, що перші письмові згадки про буряки, які були виявлені в Месопотамії, датуються VIII ст. до н.е. Під час розкопок в Єгипті серед пірамід часів третьої династії в Саккарі були виявлені залишки буряків, а 4 обуглені коренеплоди періоду неоліту були викопані в місті Артсвауді в Нідерландах. Спочатку з'явилися листові буряки. Приблизно за тисячу років до нашої ери їх завезли в Грецію фінікійці, старогрецький перипатетик Теорофаст описував буряки як коренеплоди, що нагадують редис. По Європі свій «хід» буряки почали приблизно з I століття н. е. в Римі. Буряки сучасного - коренеплідного виду з'явилися в арабських халіфатах, а хрестоносцями були перенесені в Західну Європу. У XVI - XVII століттях у коренеплідних буряків з'явилися столові і кормові форми, і тільки в XVIII столітті з гібридних форм кормових буряків вивели цукрові буряки, які, опинившись в Росії, дістала назву «свекловиця». До XIV століття буряки в Росії поширилися всюди, про що повідомляють численні записи в прибутково-видаткових книгах монастирів, купецькі торгові книги і інші джерела. У XVII - XVIII століттях росіяни вже вважали цей овоч місцевою рослиною, а про його іноземне походження нагадувала лише назва, зроблена від грецького *svekle*.

Рід буряків включає 11 диких і 2 культурних виду. Дикий вигляд поширений в Середземномор'ї, Азії, Закавказзі і ін.

Цукрові буряки зобов'язані своєю появою німецькому хімікові, членові Берлінської академії наук А. Маргграфу, який в 1747 році виявив, що в цьому овочі міститься цукор, аналогічний тростинному. У 1786 році роботу Маргграфа продовжив з набагато більшим успіхом його учень, француз за походженням, Ш. Ашар, який у своєму маєтку під Берліном проводив дослідження по вирощуванню цукрових буряків.

Виведені сорти цукрових буряків, в коренеплодах яких міститься до 20% цукру. Цукрові буряки вирощують тільки в країнах Європи і США.

Джерело: sotochki.ru