

ЦУКОР УКРАЇНИ

Науково-практичний галузевий журнал

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД В АВТОМАТИЗАЦІЇ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

CTS Systems

"Комплексні Технологічні Системи"

Україна, 02099, м. Київ,

Волго-Донський пров. 12,

тел./факс +38 044 566 99 71

e-mail: office@cts.com.ua

<http://www.cts.com.ua>

12 РОКІВ В ЦУКРОВІЙ ГАЛУЗІ

ГРУПА КОМПАНІЙ "КТС"

5 (48) 2006

«Цукор України»
науково-практичний
галузевий журнал
2006, № 5

Засновники:
Національна асоціація
цукровиків України,
Національний універси-
тет харчових технологій,
Український НДІ
цукрової промисловості,
Інформаційно-
аналітичний центр
«Цукор України»

Свідцтво про
реєстрацію КВ №6757
від 10.12.2002 р.

Головний редактор –
Штангеев В.О.

Редакційна колегія:
Головняк Ю.Д.
Калініченко М.Ф.
(заступники
головного редактора)
Бутнік-Сіверський О.Б.

Гончар А.Ф.
Заїнчковський А.О.

Прядко М.О.
Рева Л.П.

Сінгаєвський І.В.

Слюсар В.Д.

Українець А.І.

Хоменко М.Д.

Шкабара Є.І.

Матеріали номера роз-
глянуті та рекомендовані
до публікації Науково-
Технічною Радою
УкрНДЦП

протокол № 5
від 17.10.2006 р.

Дизайн та друк:

ТОВ "2 Прінт"

тел.: 044 599 5168

Підписано до друку

15.11.2006 р.

Формат 60x84 1/8

Тираж 600 прим.

Адреса редакції:

01024, м. Київ,

вул. Лютеранська, 20,
оф. 207

тел./факс: 044 278 0147

тел.: 044 599 5168

E-mail:

avion@valedo.kiev.ua
info@sugar.co.ua

Редакція не несе
відповідальності за зміст
реklamних статей
та оголошень.

© Цукор України, 2006

економіка

Ярчук М.М.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
БУРЯКОЦУКРОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ 2

Штангеев В.О.

ПРО ТЕХНІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ "ВИМОГИ ДО ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ" 5

Ходаковська З.М.

ЩОДО ПОКАЗНИКА ВИРОБІТКУ ЦУКРОЗИ З 1 ГЕКТАРА
ПОСІВІВ ЗОНИ ЗАГОТІВЛІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ 6

П'янова О.В., Савич А.Н., Малек Я., Навратіл З.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЧЕСЬКОЇ ЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ 8

сировинна база

Парубок О.Н., Куянов В.В., Мацебера А.Г.

КОМУ ПОТРІБНІ ЦУКРОВІ БУРЯКИ? 10

Чернявская Л.И.

О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ ПРИЕМКЕ 11

Руденко О.А.

СИТУАЦІЯ З НАСІННЯМ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ. 13

техніка виробництва

Сенчик О.В., Кузьменко Б.В., Калініченко М.Ф., Хоменко М.Д.

ОСОБЛИВОСТІ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ І ОЧИСТЦІ БУРЯКІВ
ПОГІРШЕНОЇ ЯКОСТІ В ВІДКРИТИХ РУСЛАХ-ГІДРОТРАНСПОРТЕРАХ. 14

Бобрівник Л.Д., Подобій О.В.

ДЕЯКІ ПИТАННЯ РОЛІ ВОДИ ТА НЕЦУКРІВ В МЕЛЯСОУТВОРЕННІ. 15

Клос І.М.

ВАГИ ТА ДОЗУЮЧІ СИСТЕМИ ДЛЯ ЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ. 18

енергозбереження

Гусарук Т.С., Вєрченко Л.М., Хомічак Л.М.

ОПТИМАЛЬНИЙ РЕЖИМ ВИПАЛУ ВАПНЯКУ –
ЗАПОРУКА ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ. 20

Штангеев К.О., Тягун Г.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДУБЛЬОВАНИХ ВИПАРНИХ АПАРАТІВ 22

Бойко В.С., Бойко В.В., Кравчук А.Ф.

ВПЛИВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ
РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ДВИГУНІВ. 24

крохмалепатоккове виробництво

Грабовська О.В., Штангеева Н.І., Гордійчук Н.І.

ВПЛИВ ГІДРАТАЦІЇ ГЛЮКОЗИ НА ЇЇ КРИСТАЛІЗАЦІЮ 30

пам'яті колег. 32

ВПЛИВ ГІДРАТАЦІЇ ГЛЮКОЗИ НА ЇЇ КРИСТАЛІЗАЦІЮ

Грабовська О.В., Штангеева Н.І., Гордійчук Н.І. – Національний університет харчових технологій

В Україні та інших країнах СНД із кукурудзяного крохмалю промисловим шляхом отримують кристалічну глюкозу у вигляді моногідрату. Практичний інтерес має виробництво глюкози в ангідридній формі. Кристали ангідридної глюкози відносяться до ромбічної системи, вони міцніші і мають більш досконалу форму ніж гідратні, які кристалізуються у вигляді пластинок. Кристалізація ангідриду глюкози відбувається за високих температур (понад 50°C) значно швидше ніж гідрату, що сприяє підвищенню ефективності виробництва. Проте, виробництво ангідридної глюкози стримується внаслідок технологічних труднощів, а питання формоутворення кристалів глюкози залишаються остаточно не з'ясованими [1].

Слід відмітити, що залежність розчинності глюкози та в'язкості її розчинів від температури, а також режими кристалізації глюкози в ангідридній або гідратній формі встановлені емпіричним шляхом. Для пояснення механізму утворення за тих чи інших технологічних умов кристалів різних кристалографічних систем необхідно з'ясувати особливості взаємодії молекул води з глюкозою, структуру гідратів глюкози та їх стабільність. Розширення знань з енергетики гідратації глюкози дає можливість науково обґрунтувати утворення кристалів глюкози гідратної або ангідридної форми.

Глюкоза належить до речовин добре розчинних у воді. Вона активно гідратується у водних розчинах завдяки утворенню водневих зв'язків. Розчинність, в'язкість, електропровідність, явище мутаротації та інші властивості розчинів глюкози тісно пов'язані з явищем гідратації. Саме це зумовлює не тільки теоретичну, а й значну практичну важливість вивчення гідратації глюкози та пов'язані з нею технологічні наслідки.

Явище гідратації виявляється в помітному відхиленні поведінки розчинів глюкози від ідеальних. За даними робіт [3–6], присвячених дослідженням гідратації сахаридів, можна припустити, що в міру збільшення концентрації глюкози в розчині зростає частка незамерзаючої води (тобто, зв'язаної) відносно загального її вмісту, проте частка зв'язаної води, що припадає на одиницю розчиненої глюкози зменшується. З цього виходить, що при збільшенні концентрації глюкози, понад якусь визначену величину, ступінь її гідратації зменшується. Можна вважати, що зміна форми кристалів глюкози при кристалізації з пересичених розчинів різних концентрацій зале-

Наведено результати досліджень гідратації глюкози за допомогою комп'ютерної хімії та обґрунтовано вплив різних факторів на кристалізацію різних форм глюкози в гідратній або ангідридній формі.

жить від характеру зв'язків молекул глюкози з водою та наявності в розчині домішок.

Міжмолекулярні взаємодії глюкози в розчинах значно ускладнюють теоретичне дослідження проблеми. Прямий квантово-механічний розрахунок об'єднаної системи розчинник – розчинена речовина в залежності від температури та концентрації речовини на даному етапі неможливий через обчислювальні труднощі. Тому, як правило, використовують спрощені підходи для створення адекватної моделі, яка буде враховувати специфіку взаємодії молекул глюкози та води. За допомогою спеціальної програми HyperChem нами були проведені розрахунки електронної будови молекули глюкози у α - та β -таутомерних формах та моногідратів глюкози методами молекулярної механіки та квантово-хімічними. Згідно цих розрахунків найбільш енергетично вигідне положення у молекул β -глюкози в конформації C1 та 1C, що пояснює утворення кристалів переважно α -глюкози, яка є менш стабільною в розчині. Також були розраховані значення загальної енергії можливих моногідратів глюкози і встановлені найбільш стабільні, що відповідає положенню останньої скоординованої глюкозою молекули води.

Зміна міцності водневих зв'язків внаслідок зміни концентрації розчину має супроводжуватись зміною енергетичного стану даного розчину [5]. Комп'ютерна хімія дає можливість встановити зміни загального енергетичного стану системи в залежності від дії того, чи іншого чинника на дану систему. Квантово-хімічними методами було визначено характер залежності енергії гідратів α - та β -глюкози від співвідношення кількості молекул води і глюкози в розчині. В якості моделей для розрахунків були обрані молекули α -глюкози та β -глюкози у вакуумі в конформації C1. Дані молекули розміщували у "боксах" різних розмірів і проводили розрахунки. Комп'ютерне моделювання структур, які утворюються у розчинах глюкози різної концентрації, виконувалось на основі методу молекулярної механіки ММ+. Поступово видаляючи молекули води з "бокса", отримували різні гідрати

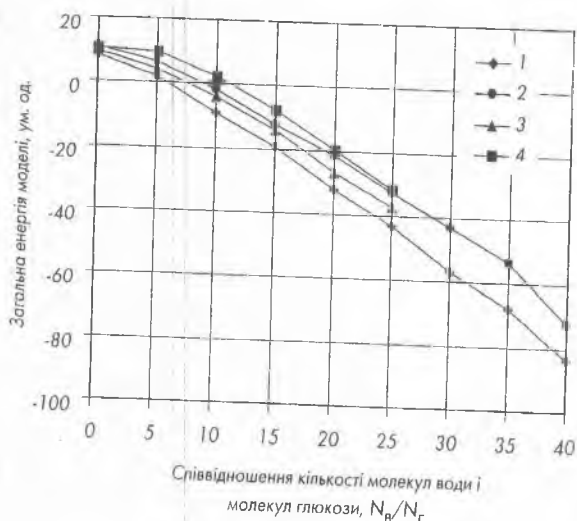


Рис. 1. Залежність загальної енергії моделей відповідно α - та β -глюкози від співвідношення кількості молекул води і глюкози для "бокса" розміром: 1, 2 – $1,2 \times 1,2 \times 1,2$ нм; 3, 4 – $1 \times 1 \times 1$ нм

глюкози, проводили оптимізацію моделей і визначали відповідну загальну енергію. Дані залежності загальної енергії гідратів глюкози від співвідношення кількості молекул води до молекул глюкози N_B/N_G для "боксів" різних розмірів представлені на рис. 1.

На графіку можна виділити три області з різними нахилами кривих. Перший залом спостерігається при значенні співвідношення N_B/N_G близько 4...5, що відповідає концентрації глюкозного розчину 67...71% і стану насичення за температури 50°C. З аналізу розрахованих даних, другий залом можна визначити в межах співвідношення N_B/N_G близько 33...35. Така кількість води припадає на молекулу глюкози у розчинах концентрацією 28...30%. Таким чином, визначення трьох структурних зон глюкозних розчинів як прояв явища гідратації дає можливість пояснити ряд властивостей глюкозних розчинів і пов'язаних з ними технологічних питань.

Аналізуючи графік розчинності глюкози у воді в залежності від температури, отриманий дослідним шляхом [2], можна виділити три області концентрацій для насичених розчинів глюкози: концентрація 30...33% відповідає насиченому розчину за температур -5...0,5°C, область концентрацій від 30% до 70% відповідає насиченню за температур 0,5...50°C, де в розчині існує рівновага з твердою фазою гідратної глюкози, а за більш високих концентрацій, які можливі за температур вище 50°C, в розчині встановлюється рівновага з твердою фазою ангідриду глюкози. Вочевидь спостерігається узгодженість із визначеними нами зонами гідратації глюкози, що підтверджує існування структурних змін у розчинах різних концентрацій.

Якщо прийняти розподіл води в розчині на частину, що утворює власне розчин і частину молекул води, які беруть участь в гідратації глюкози (вільну і зв'язану), можна дійти висновку, що при підвищенні концентрації, кількість витрачаємої на гідратацію води із загального її вмісту збільшується. У насичених розчинах за сталої температури існує рівновага між гідратованими

молекулами глюкози і вільної води. Згідно теорії М.І. Даїшева, з підвищенням температури за рахунок збільшення кінетичної енергії молекул зменшується ступінь гідратації глюкози і, внаслідок звільнення частини зв'язаної води, збільшується розчинність глюкози. У висококонцентрованих розчинах усі молекули води можуть вважатися зкоординованими молекулами глюкози. Таким чином, можна вважати, що в межах концентрацій від 30% до 70% ($N_B/N_G = 4...35$ на рис. 1) молекула глюкози утворює велику кількість водневих зв'язків із молекулами води і при наближенні до концентрації розчину 70% фактично немає молекул води, не зв'язаних безпосередньо з глюкозою, що обумовлює міцність даної структури. При цьому можуть виникати полімерні асоціати моногідратів глюкози, які вбудовуються в кристалічну решітку.

При перевищенні концентрації насиченого розчину глюкози понад 70% (що можливе при підвищенні температури розчину понад 50°C) порушується безперервність сітки водневих зв'язків молекул води. При цьому кількість молекул води стає недостатньою, щоб "заблокувати" міжмолекулярну взаємодію глюкози. Цей стан розчину відповідає співвідношенню N_B/N_G менше 4 (рис. 1). Саме ця взаємодія сприяє утворенню асоціатів глюкози і виникненню твердої фази без кристалізаційної води. При цьому, для виникнення нової фази необхідно є дегідратація глюкози, на що витрачається певна енергія. Тому, на наш погляд, саме за температури вище 50°C та концентрації розчину глюкози вище 70% система при зменшенні кількості молекул води, зкоординованих глюкозою, має достатній рівень енергії для остаточного звільнення молекул глюкози від молекул води, зв'язаних з ними водневими зв'язками, утворення асоціатів, що зумовлює виникнення твердої фази ангідриду глюкози. Енергія, яка виділяється при кристалізації, використовується для подальшої дегідратації молекул глюкози і утворення її асоціатів. Тому утфелі ангідридної глюкози охолоджувати нижче 50°C не слід.

Таким чином, гідратація молекул глюкози є одним із найважливіших чинників, які впливають на асоціацію молекул, а отже і на процес зародження твердої фази, формоутворення та росту кристалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гулюк Н.Г., Жушман А.И., Ладур Т.А., Штыркова Е.А. Крахмал и крахмалопродукты. – М.: Агропромиздат, 1985. – 238с.
2. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Под ред. Н.Н.Трегубова. – М.: Лёг. и пищ. пром-сть, 1982. – 471 с
3. Бобрівник Л.Д., Грехов А.М., Гулий І.С. Энергетические характеристики структур в водных растворах сахарозы // Журн. структурной химии. – 1998. – Т. 39, № 5. – С. 860–867.
4. Бобрівник Л.Л., Гулий І.С., Климович В.М. Гидратация и фазовое превращение сахарозы // Сах. пром-сть. – 1992. – №6. – С 10–12.
5. Бобрівник Л.Д. Технологічні аспекти гідратації цукрози // Наук. пр. УДУХТ. – 2000. – № 7. – С. 44–47.
6. Михайлик В.А. Экспериментальное исследование гидратации сахарозы // Наук. пр. ОНАХТ. – 2006. – в.28, т. 2. – С.370–373.