

Дослідження сорбції-десорбції моно- та дисахаридів (глюкози, фруктози, цукрози (цукор)) та поліолів (сорбіту, лактитолу, ізомальту).

к.т.н., докторант Дорохович В.В.

Київський національний торговельно-економічний університет

аспірант Яременко О.М.

Національний університет харчових технологій

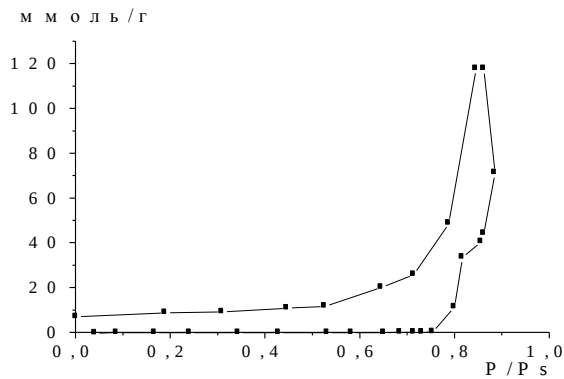
З метою розширення асортименту борошняних кондитерських виробів спеціального призначення, зокрема виробів, які зможуть споживати як практично здорові особи, так і хворі на цукровий діабет та зі зниженою толерантністю до глюкози доцільно використання цукрозамінників. При розробленні кондитерських виробів для дітей можна рекомендувати застосування глюкози. На формування показників якості продукції впливають усі сировинні компоненти. Якість та конкурентоздатність харчових продуктів у великому ступені залежить від збереження властивих йому характеристик під час гарантованого терміну зберігання.

Вивчаючи ізотерми сорбції та десорбції потрібно враховувати природу досліджуваних зразків. Енергія адсорбції навіть для ідеального кристалу відрізняється на різних його гранях. Реальні ж тверді тіла, до яких напевно можна віднести цукрозаміники, у більшості випадків мікрокристалічні і співвідношення різних граней, що виходять на поверхню, залежить від кристалічної решітки та форми кристалу, яка може варіювати досить істотно для окремих кристалів в залежності від умов отримання. Внаслідок цього властивості твердого тіла, як адсорбенту визначаються не тільки його хімічною природою але і способом отримання. На поверхні реальних твердих тіл можуть виникати дефекти різних типів, в тому числі ступені спайності, дислокації та точкові дефекти. Можлива також деформація решітки. Наявність дефектів призводить до енергетичної неоднорідності поверхні, виникають енергетичні мінімуми, які розглядаються як адсорбційні місця [1].

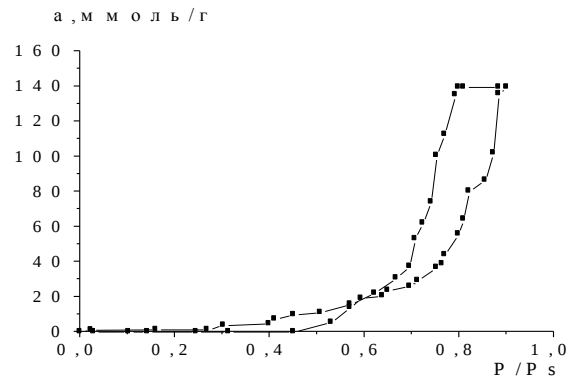
З метою прогнозування впливу цукрозамінників на терміни та умови зберігання кондитерських виробів були досліджені їх сорбційно-десорбційні процеси.

При проведенні аналітичного огляду інформаційних джерел не було знайдено інформації, щодо досліджень сорбційно-десорбційних процесів лактитолу та ізомальту, а процеси сорбції та десорбції цукрози, фруктози, глюкози у різних авторів мають відмінності. Тому нами були проведені дослідження сорбційних та десорбційних властивостей цукру та традиційних і нетрадиційних цукрозамінників за однакових умов.

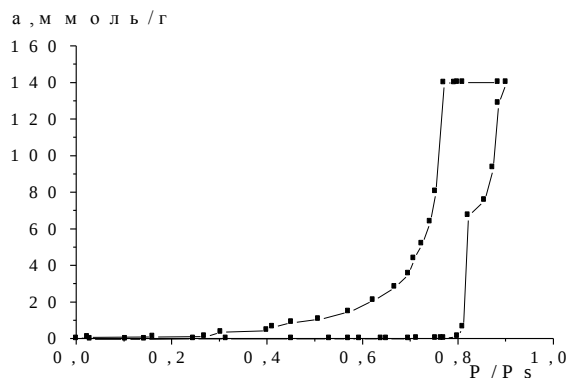
Дослідження сорбційно-десорбційних процесів проводили ваговим методом на сорбційно-вакуумній установці Мак-Бена. На рис. 1 представлені ізотерми сорбції-десорбції водяних парів для традиційних та нетрадиційних цукрозамінників та цукру. Ізотерми представлено у вигляді залежності кількості вологи, що поглинається від відносного тиску пари.



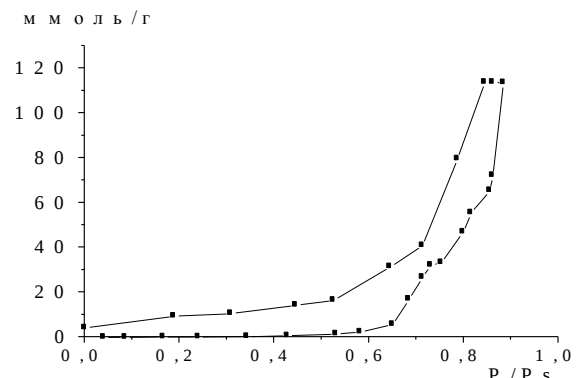
1



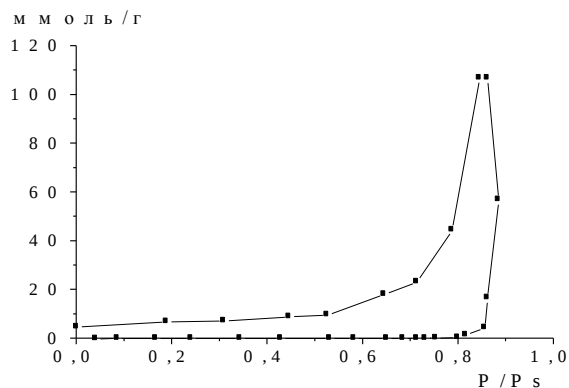
2



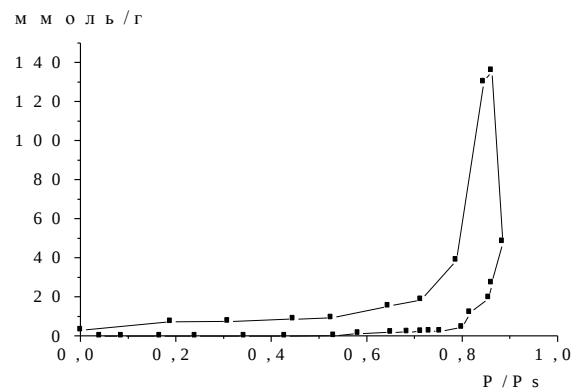
3



4



5



6

Рис. 1. Ізотерми сорбції-десорбції:

1— цукор, 2— фруктоза, 3— глюкоза, 4— сорбіт, 5— лактитол, 6— ізомальт

Як видно з рисунку 1 сорбційні процеси досліджуваних цукрозамінників та цукру починаються при різних значеннях відносного тиску P/P_s . Цукроза починає сорбувати вологу при P/P_s 0,75, сорбція відбувається досить інтенсивно. Фруктоза починає сорбувати вологу при P/P_s 0,45. Глюкоза до P/P_s 0,8 зовсім не сорбує вологу, після цього відбувається надзвичайно стрімке зростання сорбції води. Сорбіт починає сорбувати

вологу при P/P_s 0,5, але сорбція незначна, після 0,65 відбувається значна інтенсифікація сорбції. Лактитол до P/P_s 0,8 вологу не сорбує, а після 0,85 відбувається стрімке збільшення сорбції вологи. Ізомальт незначно сорбувати вологу при 0,55, але до значення P/P_s 0,8 сорбція незначна, після чого відбувається значна інтенсифікація сорбції.

Ізотерми сорбції були умовно поділені на три зони: I – низького вологовмісту, II – середнього вологовмісту, III – високого вологовмісту. Результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Речовина	Вміст води по зонам ізотерм				
	Вміст води по зонам ізотерм, ммоль/г				
	I ($P/P_s = 0 \dots 0,25$)		II ($P/P_s = 0,25 \dots 0,75$)		III ($P/P_s = 0,75 \dots 1,00$)
	сорбція	десорбція	сорбція (max значення)	десорбція	Max значення
Цукор	0	8,6	0	41,5	120
Фруктоза	0	1	37	96	142
Глюкоза	0	1	0	80	140
Сорбіт	0	9,5	32	55	115
Лактитол	0	6,7	0	36	115
Ізомальт	0	6,7	3	30	140

У першій зоні не відбувається сорбування вологи цукрозамінниками та цукром. У другій зоні в процесі сорбції цукрозамінники, що досліджуються набувають різного вологовмісту. Максимальний вологовміст має фруктоза. Цукроза, глюкоза, лактитол вологу до $P/P_s = 0,75$ не сорбують, що дає можливість віднести їх до речовин з низькою гігроскопічністю. У третій зоні відбувається стрімке сорбування вологи. Максимальний вологовміст з речовин, що досліджувались, мала фруктоза 142 ммоль/г, мінімальний – лактитол та сорбіт – 115 ммоль/г. Якщо максимальний вміст вологи зразку цукру прийняти за 100% то у фруктози він буде складати – 118%, глюкози та ізомальту – 116,7%, сорбіту та лактитолу 96%.

У зв'язку з тим, що при зміні P/P_s змінюється вологовміст, досліджувані речовини можна віднести до типу гігроскопічних речовин, але слід брати до уваги, що ступінь гігроскопічності у них дуже різний. У ряду цукрозамінників вологопоглинання починається лише при досягненні P/P_s значень вище 0,8, і тому іноді говорять що ці речовини негігроскопічні.

Характер гістерезисної петлі свідчить, що у цукрози та частини цукрозамінників – сорбіт, лактитол, ізомальт процес зневоднення незворотній. Серед зазначених речовин найбільше вологи утримується цукрозою. На ізотермах сорбції-десорбції фруктози та глюкози в більшому ступені, сорбіту в меншому, спостерігається постійний рівень сорбції при різних значеннях P/P_s .

Порівняльний аналіз отриманих ізотерм показав, що ізотерми десорбції для усіх зразків розташовано вище ізотерм сорбції. Це свідчить, що при сушінні при одному і тому ж значенні P/P_s зразки мають більшу вологість, ніж при зволоженні. У процесі сорбції та десорбції при одній і тій самій вологості розташування ланок молекул є різним, і система в процесі десорбції не повертається у початкове положення.

При збільшенні вологи вище капілярної конденсації спостерігається зменшення парціального тиску при збільшенні кількості поглинутої води. Це може бути пояснено при, що при великих значеннях P/P_s відбувається часткове розчинення поверхневого шару кристалів цукрозамінника, відбувається хімічна адсорбція, молекула води „сідає” на поверхню речовини і приймає участь у хімічній реакції розчинення. В цьому випадку інші молекули води сорбуються на шарі розчинених молекул. Внаслідок цього знижується активність адсорбованих молекул при збільшенні їх кількості. Звичайно, що в такому випадку при десорбції буде спостерігатись інша ізотерма десорбції, яка не обов'язково визначається капілярною конденсацією.

При аналізі поверхневих властивостей твердих тіл з великою питомою поверхнею доцільно розділяти внутрішню та зовнішню поверхню. До внутрішньої поверхні відносять усі тріщини та щілини якщо їх висота або глибина більше ніж ширина. В такому випадку зовнішня поверхня буде включати до себе усі тріщини та пори глибина яких менша за ширину. У більшості пористих твердих тіл внутрішня поверхня значно більша ніж зовнішня і загальна поверхня тіла є переважно внутрішньою [1]. Високодисперсні порошки мають велику зовнішню і маленьку внутрішню поверхню. Коли відбувається агрегація таких часток, частина зовнішньої поверхні перетворюється на внутрішню і утворюються пори. Збільшення питомої поверхні може відбуватись не лише при агрегації часток але і при видаленні часток твердого тіла, внаслідок чого утворюються пори. Стінки таких пор утворюють питому поверхню твердого тіла. Кристалічні тіла мають природні тріщини, які обумовлені недосконалістю кристалу.

Аналізуючи стан кристалічних цукрозамінників потрібно зазначити, що вони за своєю природою повинні мати невелику питому поверхню оскільки не є пористими тілами і їх також не можна віднести до високодисперсних порошків.

Висновки. Встановлено, що в процесі сорбції максимальне зволоження при одному і тому ж значенні P/P_s притаманне ксиліту, мінімальне – лактитолу. Процес сорбування вологи цукрозамінниками починається при різних значеннях P/P_s . Найбільше сорбує вологу фруктоза, найменше – лактитол. В процесі десорбції у зразків цукру, сорбіту, лактитолу, ізомальту не відбувається повного видалення вологи. Серед зазначених речовин максимально утримує вологу цукроза, мінімально – ізомальт.

Виходячи з отриманих даних можна зробити припущення, що в процесі зберігання, при традиційних умовах (вологість середовища 70-75%) вироби на фруктозі, сорбіті можуть сорбувати вологу. Вироби ж на цукрі (цукрозі),

лактитолі, ізомальті не повинні сорбувати вологу. Для підтвердження висунутих припущень доцільно провести дослідження по визначенню сорбційно-десорбційних процесів у певних видах борошняних кондитерських виробів (БКВ), тому що на сорбційно-десорбційні процеси БКВ крім цукру та цукрозамінників будуть мати вплив інші сировинні інгредієнти, які входять до їх рецептурного складу.

Література

1. С. Грег, К.Синг. Адсорбция, удельная поверхность, пористость: Пер. с англ. 2-е изд.. – М.: Мир, 1984. – 306 с.
2. Гинзбург А.С., Савина И.М. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 280 с.