

Переваги, недоліки та особливості загашування вапна цукровмісними розчинами

С.В. Ткаченко, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів Інституту продовольчих ресурсів НААН України

Т.В. Шейко, кандидат технічних наук, заступник завідувача відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів Інституту продовольчих ресурсів НААН України

О.І. Джоган, кандидат технічних наук, науковий співробітник відділу технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів Інституту продовольчих ресурсів НААН України

Л.М. Хомічак, доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН, заступник директора з наукової роботи Інституту продовольчих ресурсів НААН України

Л.Д. Верченко, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Науково-практичний центр цукробурякового виробництва

В статті наведено основні вимоги до якості вапняного молока за гасіння цукровмісними розчинами. Представлено інформацію щодо розчинності вапна у цукровмісних розчинах та наведено залежності розчинності вапна від концентрації цукрози та температури. Показано залежність швидкості загашування вапна від температури та режиму випалу вапняку.

Ключові слова: вапно, вапняне молоко, загашування, «промої», цукровмісні розчини, розчинність.

In the article the main requirements to the quality of lime milk for quenching with sugar-containing solutions are given. Information on the solubility of lime in sugar-containing solutions is presented and the dependence of the solubility of lime on the concentration of sucrose in solution and temperature is given. The dependence of the rate of quenching of lime on temperature and mode of calcination of limestone is shown

Keywords: lime, lime milk, rinses, sugar-containing solutions, solubility.

Отримання якісного вапняного молока є одним із факторів, що забезпечує високу ступінь видалення нецукрів із дифузійного соку та економію енергоресурсів в процесі кальцій-карбонатного очищення.

Якісне вапняне молоко повинне задовольняти таким вимогам [1, 2]:

- бути максимально густим (густина не нижче за 1,18 г/см³);
- густина вапняного молока має бути стабільною;
- мати гарну текучість;
- мати високу активність (95...98% CaO до кількості загального вапна);
- ступінь очищення від домішок вапняного молока повинна бути найвища.
- для процесу вапнування варто використовувати тільки свіжо приготоване вапняне молоко з запасом не більше ніж на 2 год. роботи заводу.

Через незадовільну якість вапнякового каме-

ню, що нині використовується на більшості цукрових заводів України, а саме низький вміст у ньому карбонату кальцію та високу ступінь вмісту домішок, використання замість коксу вугілля різних марок та розмірів шматків активність вапняного молока понизилась (нижче за 85...90% CaO). Технологи-практики застосовують для підвищення активності вапняного молока загашування вапна не водою, а цукровмісними розчинами – «промоями» та напівпродуктами цукрового виробництва. Такий прийом сприяє і ще одному ефекту - суттєвому зниженню кількості води, що поступає на верстат заводу з вапняним молоком, а значить і суттєвому зменшенню витрат газу на 1 тону перероблених буряків.

За гасіння вапна цукровмісними розчинами сахароза в розчині гідроксиду кальцію, маючи властивості слабкої кислоти, утворює комплекси – сахарати [3].

В роботі [4] показано, що в розчинах з $pH > 12$ можуть утворюватися розчинні міцні комплекси сахарату кальцію, що мають у своєму складі співвідношення «кальцій:сахароза» = 1 : 4. За більш сучасними даними дослідників [5] у випадку надлишку сахарози в розчині можуть утворюватися більш складні комплекси із співвідношенням «кальцій : сахароза» = 1 : 2.

Авторами [6] було досліджено, що зі збільшенням концентрації цукрози кількість утворених сахаратів в системі збільшується. За цього більша частка $Ca(OH)_2$ у водно-цукровому розчині знаходиться у вигляді сахаратів кальцію. Зокрема, за температури $70,2^{\circ}C$ у 18%-му цукровому розчині у вигляді іонів $CaOH^{+}$ і Ca^{2+} знаходиться 4,2% вапна, а у вигляді сахаратів – відповідно 95,8%. Вміст вільної цукрози за цього складає 85,10%, моносахарату – 14,11%, дисахарату – 0,78% і трисахарату – 0,01%. З підвищенням температури кількість новоутворених сахаратів зменшується, що пов'язано зі зниженням розчинності вапна.

Колектив авторів в роботі [7] дослідив розчинність вапна у воді і водно- цукровому розчині в залежності від температури. Одержані дані пред-

ставлені в таблицях 1, 2 [7].

Було встановлено (табл. 1), що розчинність вапна з підвищенням температури в інтервалі $25...90^{\circ}C$ знижується. Найбільшу розчинність у воді і водно-цукровому розчині було зафіксовано за температури $25^{\circ}C$, найменшу за температури $90^{\circ}C$. У водно-цукровому розчині зі збільшенням температури зниження розчинності гідроксиду кальцію відбувається більш різко у порівнянні з водою. Такий факт автори [7] пояснюють гідролізом розчинних сахаратів кальцію, що посилюється з підвищенням температури. Якщо проаналізувати дані розчинності вапна в залежності від концентрації цукрози в розчині (табл. 2), то в області масової частки цукрози 10,95...32,19% спостерігається значне збільшення розчинності, а в області більш високих концентрацій – її зниження.

Також було встановлено [8], що концентрація двозарядних іонів кальцію Ca^{2+} , кількість яких і є визначальним фактором повноти видалення нецукрів в процесі кальцій-карбонатного очищення, швидко знижується зі збільшенням концентрації цукрози та наближається до нуля за концентрації вище 13%. Тобто у випадку загашування вапна цу-

Таблиця 1
Розчинність вапна у воді і 10,95% цукровому розчині в залежності від температури [7]

Температура, $^{\circ}C$	Розчинність			
	у воді		у 10,95%-му розчині цукрози	
	кг/кг H_2O	г $CaO/100\text{ см}^3$	кг/кг H_2O	г $CaO/100\text{ см}^3$
25	0,00202	0,176	0,02461	1,577
40	0,00175	0,163	0,02128	1,345
50	0,00155	0,156	0,01682	1,071
60	0,00142	0,141	0,01434	0,916
70	0,00122	0,129	0,01139	0,728
80	0,00096	0,119	0,00619	0,398
90	0,00082	0,104	0,00389	0,250

Таблиця 2
Розчинність вапна за $60^{\circ}C$ в залежності від концентрації цукрози [7]

Масова частка цукрози в розчині, %	Розчинність	
	кг/кг H_2O	г $CaO/100\text{ см}^3$
10,95	0,01434	0,916
18,3	0,02478	1,404
27,54	0,05524	2,622
32,19	0,09646	4,133
36,85	0,09587	3,757
46,22	0,08398	2,724
55,65	0,8370	2,160

кровмісними розчинами концентрація цукрози в них повинна бути нижчою або рівною 13%, що необхідно контролювати у випадку загашування соками I та II карбонізації.

Окрім цього розчинність вапна також залежить від вмісту CaO у розчині. Так максимум розчинності досягається за вмісту 2,0-2,5% CaO в розчині, в той же час наступне додавання вапна спричиняє зниження розчинності [8].

Виходячи із викладених вище даних закономірним буде питання: Чому не можна загашувати вапно цукровмісними розчинами із температурою 60°C і нижче, адже розчинність вапна за таких умов буде вищою, а отже і активність вапняного молока також буде високою?

У процесі отримання вапняного молока у виробничих умовах, одним з найважливіших факторів є швидкість загашування вапна, що супроводжується швидким змочуванням поверхні пористих шматків випалено вапняку і їх руйнуванням, подрібненням та утворення насиченого розчину водно-вапняної суспензії.

Ще в 1948 році в роботі [9] було показано, що за гасіння вапна цукровмісними розчинами чим нижче температура розчину і чим вища концентрація цукру в ньому, тим довше відбувається насичення розчину вапном, тобто вапно загашується повільніше.

В роботі [10] автори наводять залежність впливу режиму випалу вапняку і температури

води на тривалість процесу загашування вапна (рис. 1).

Із залежності зображених на рис. 1 видно, що усі зразки вапна найшвидше загашувались за температури 90°C. Краще загашується вапно отримане за м'якого режиму випалу, повільніше – вапно випалене за середньо-жорсткого та жорсткого режимів, що пов'язано із різною пористістю шматків отриманого вапна. За м'якого випалу пористість складає 46...55%, середньо-жорсткого – 34...46%, жорсткого – менше 34%. Таким чином чим вища температура води, що подається на загашування вапна тим, швидше йде процес.

Окрім температури, на швидкість загашування вапна будуть впливати такі фактори [2]:

- розмір частинок CaO, що буде залежати від режиму випалу та структури вапняку;
- наявність у продуктах загашування гіпсу, оксиду магнію, а також глюкози. Всі перераховані елементи знижують швидкість загашування;
- вид розчину для загашування вапна. За загашування цукровмісними розчинами швидкість реакції буде нижчою, у порівнянні із загашуванням чистою водою;
- наявність у розчині для загашування вапна будь яких поверхнево-активних речовин (ПАР), що буде уповільнювати процес;
- розмір шматків вапна. Чим вони менші, тим більша реакційна поверхня і тим активніше йде процес загашування вапна;

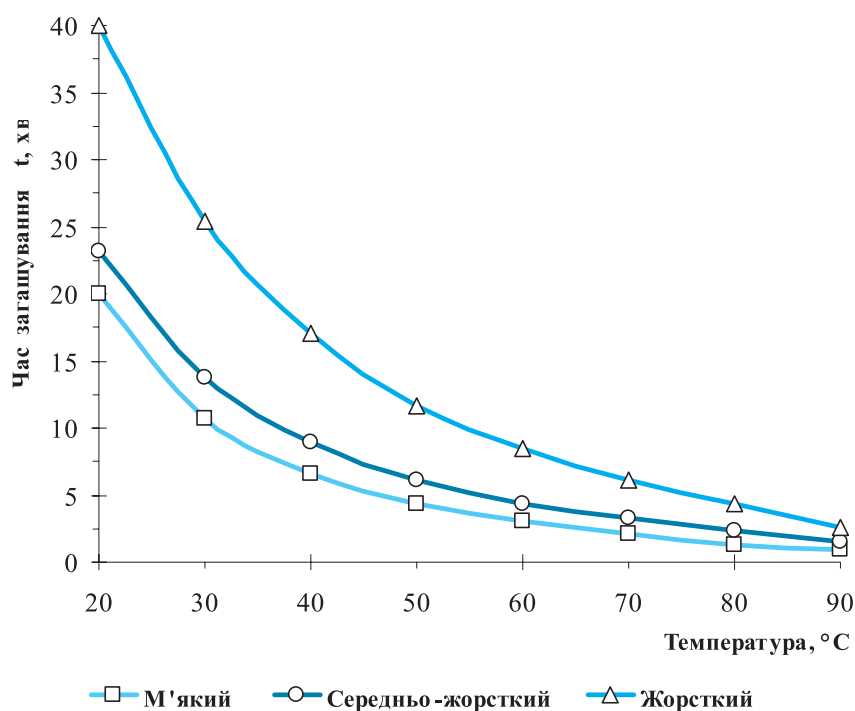


Рис. 1. Залежність впливу режиму випалу вапняку і температури води на тривалість загашування вапна

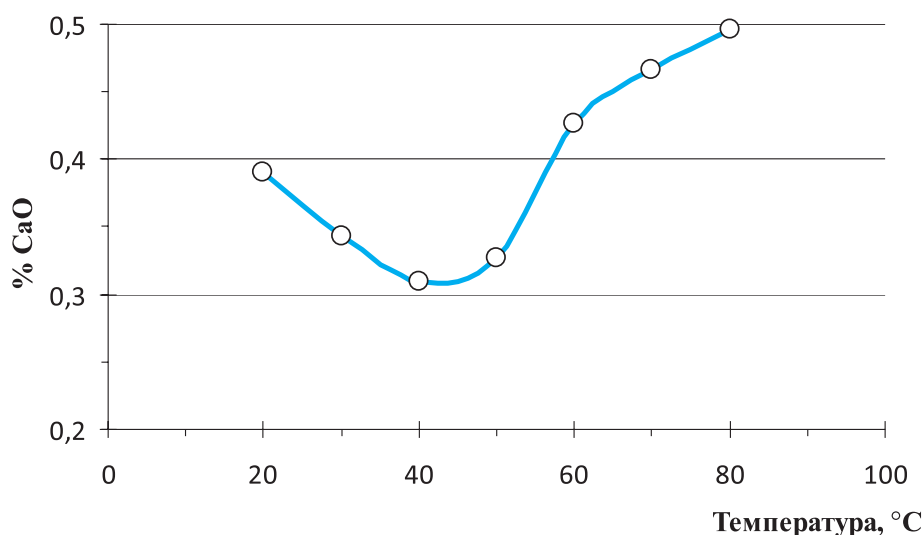


Рис. 2. Залежність рівноважної концентрації іонів Ca^{2+} у водно-цукровому розчині від температури за pH 11 [11]

• умови і час зберігання вапна. Свіжо-випалене вапно гаситься швидше ніж те, що довго зберігалось.

В роботі [11] також було виявлено, що в насиченому водно-цукровому розчині більша кількість іонів кальцію Ca^{2+} , котрі потрібні для ефективного проходження фізико-хімічних реакцій на стадії переддефекації та основного вапнування, існує за високих температур (рис. 2). Тому загашування вапна цукровмісними розчинами необхідно проводити за їх температури не нижче 90°C .

Автори в роботі [12] показали, що за гасіння вапна «промоями» має місце руйнування цукрози в кількості 0,016% до маси буряку, зменшення швидкості процесу загашування вапна і підвищення в'язкості вапняного молока, що в свою чергу, ускладнює його очищення та збільшує втрати вапна з відходами. Найбільша частка зруйнованої цукрози (67%) припадала на вапно-гасильний апарат, 21% на піскоуловлювач Русселя-Дорошенко, 12% на мішалку вапняної суспензії. Наступна карбонізація отриманої суспензії була дуже ускладнена внаслідок утворення в процесі карбонізації колоїдного карбонату кальцію, що значно збільшувало в'язкість суспензії, ускладнюючи за цього проходження CO_2 , а час карбонізації збільшувався до 2,5-3,0 год.

Також колективом авторів у роботі [8] зазначено, що за внесення вапна у цукровий розчин частинки CaO на своїй поверхні зв'язуються з цукрозою і за абсорбції цукру колоїдно переходять у розчин, тобто відбувається подрібнення частинок CaO з утворенням колоїдних структур. Такі колоїдні структури, потрапляючи на верстат сокоочисного відділення, на наступних етапах призводять до утворення дрібнодисперсного CaCO_3 , що заби-

ває пори фільтрувальної тканини та призводить до утворення інкрустацій.

Однак, було накопичено позитивний досвід з використання цукровмісних розчинів для загашування вапна [13, 14]. Аналіз даних, отриманих у виробничих умовах, показав, що доброякісність очищеного соку за цього підвищується на 1,5-2,0%, ефект очищення зростає на 8,0%. Керуючись такими показниками для заводу продуктивністю 3000 тонн буряків за добу додатковий вихід цукру за гасіння вапна цукровмісними розчинами складе 3,0 тонни за добу. Якщо врахувати, що втрати цукру від розкладу цукрози складуть 0,016% до кількості буряків, тобто майже 0,5 тонн цукру, то додатковий вихід цукру за цього складе не менше як 2,5 тонн/добу. До економії цукру необхідно також додати економію палива за рахунок зниження кількості випарюваної води, що надійшла на верстат сокоочисного відділення з вапняним молоком. Разом з тим останні дослідження показали, що втрати цукру від лужно-термічного розкладу під час гасіння вапна промоями можуть бути ще меншими.

Опираючись на вище викладений матеріал можна сформулювати рекомендації, яких необхідно дотримуватись за загашування вапна цукровмісними розчинами:

- вміст цукрози у розчині повинен бути рівним або нижчим за 13%;
- температура розчину має бути не нижчою ніж 90°C ;
- цукровмісні розчини не повинні містити будь-яких ПАР;
- шматки випаленого вапна варто перед загашуванням подрібнювати, що дозволить збільши-

ти поверхню реагування і активізувати процес загашування.

• оскільки за загашування вапна цукровмісними розчинами утворюються колоїдні структури, що на наступних етапах призводять до утворення дрібнодисперсного CaCO_3 , який забиває пори фільтрувальної тканини та призводить до утворення інкрустацій, необхідно дуже ретельно підходити до вибору режиму випалу вапнякового каменю з різною кристалічною структурою. ■

Список використаних джерел

1. Гусарук Т. С. Вимоги цукрового виробництва до технологічних властивостей вапняного молока / Т. С. Гусарук, Л. М. Верченко, Л. М. Хомічак // Матеріали науково-технічної конференції цукровиків України, 21–23 березня 2007 р. – 2007. – с. 183–187.
2. Штангеев К.О. Отримання вапна та сатураційного газу [Електронний Ресурс]: Звіт проекту «Підвищення енергоефективності та стимулювання використання відновлюваної енергії в агро-харчових та інших малих та середніх підприємствах України», що виконується Агенством ООН з питань промислового розвитку (ЮНІДО) за підтримки Глобального Екологічного Фонду / К.О. Штангеев – К. : ЮНІДО, 2015. – 61 с. – Режим доступу:
http://www.reee.org.ua/download/trainings/%D0%A2%D0%9C_5_%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C.pdf
3. Силин П. М. Технология сахара: учебник / П.М. Силин – М.: Пищевая пром., 1967. – 63 с.
4. Бобровник Л. Д. Физико-химические основы очистки в сахарном производстве / Л.Д. Бобровник – Киев : Выща школа, 1994. – 255 с.
5. Бобровник Л. Д. Сахараты кальция: состав и строение / Л.Д. Бобровник, В.М. Логвин, В.Ю. Выговский // Сахар. – 2009. – № 10. – С. 56-60.
6. Перелыгин В. М. О растворимости гидроксида кальция в водно-сахарных растворах / В. М. Перелыгин, Н. М. Подгорнова, Ю. Н. Сорокина // Сахар. – 2003. – №5. – С. 40-42.
7. Лосева В.А. Растворимость извести в воде и водно-сахарном растворе / В.А. Лосева, И.С. Наумченко, В.М. Перелыгин // Изв. вузов. Пищевая технология. – 1987. – №3. – с. 48-50.
8. Головин П. В. Сахараты и их применение в промышленности / П. В. Головин, А. А. Герасименко, Е. Г. Третьякова. – Киев : АН УССР, 1960. – 235 с.
9. Поляченко М.М. Растворимость извести в сахарных растворах при разной температуре / М.М. Поляченко // Труды КТИПП им. А.И. Микояна. – 1948. – № 7. – С. 21-24.
10. Производство извести и сатурационного газа на сахарных заводах / [Табунщиков Н. П., Аксенов Э. Т., Гуревич Р. Я., Шевцов Л. Д.] – М. : Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 175 с.
11. Кульнева Н.Г. Исследование известково-карбонатной системы сахарного производства / Н.Г. Кульнева, А.И. Шматова // Вестник ВГУИТ. – 2012. – №3. – С. 157-162.
12. Аксёнов Э.Т. Разложение сахарозы при гашении извести сахарными растворами / Э.Т. Аксёнов, Л.М. Верченко // Пищевая пром. – 1977. – № 2. – С. 20-22.
13. Вашатко Влияние содержания сахара в известковом молоке на очистку сахарного сока / Вашатко, Дандар // La sucrerie belge. – 1971. – № 10. – С. 20-27.
14. Волошаненко Г.П. Производственная оценка эффективности очистки диффузионного сока известковым молоком, содержащим сахар / Г.П. Волошаненко // Сахарная промышленность. – 1986. – № 6. – С. 16.

Цікаві новини

Дослідники «стерли» у мишей тягу до солодкого

Тягу мозку до солодкого і його відразу до гіркого смаку можна «стерти» за допомогою управління нейронами в миндалевидному тілі - емоційному центрі мозку. Такі дані нещодавнього дослідження, проведеного на мишах.

Учені з Інституту «Цукермана» при Колумбійському університеті з'ясували, що позбавлення можливості гризуна жадати або гребувати смаком ніяк не впливає на його здатність визначати сам смак. Отримані дані свідчать про те, що складна смакова система мозку, що створює безліч думок, спогадів і емоцій під час дегустації їжі, насправді складається з окремих одиниць, які можуть бути ізольовані самі по собі, змінені або зовсім вилучені з мозку.

Джерело: nature.com