

ЗАГАШУВАННЯ ВАПНА ЦУКРОВІСНИМИ РОЗЧИНАМИ: НЕДОЛІКИ ТА ПЕРЕВАГИ

*С.В. Ткаченко, к.т.н.,
с.н.с. лабораторії технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів*
*Т.В. Шейко, к.т.н.,
завідуюча лабораторії технології цукру, цукровмісних продуктів та інгредієнтів,*
*Л.М. Хомічак, д.т.н., професор,
член-кореспондент НААН, заступник директора з наукової роботи,
Інститут продовольчих ресурсів НААН*
Л.М. Верченко, к.т.н., с.н.с

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

LIME HYDRATION WITH SUGAR-CONTAINING SOLUTIONS: DISADVANTAGES AND ADVANTAGES

*S.V. Tkachenko, Ph. D., Technique, Senior Researcher
Laboratory of Technology of Sugar, Sugar-Containing Products and Ingredients*
*T.V. Sheyko, Ph. D., Technique, Head of
Laboratory of Technology of Sugar, Sugar-Containing Products and Ingredients*
*L.M. Khomichak, D. of Sciences, Technique, professor,
Corresponding Member of NAAS, Dep. Director on Scientific Work
Food Resources Institute of NAAS*
L.M. Verchenko, Ph. D., Technique, Senior Researcher

In the article the main requirements to the quality of lime milk for hydration 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

Однією із основних задач сучасного розвитку цукробурякового виробництва є розробка ресурсощадної технології кальцій-карбонатного очищення. Разом з цим, отримання якісного вапняного молока є одним із факторів, що забезпечує високу ступінь видалення нецукрів з дифузійного соку та забезпечує економію енергоресурсів в процесі кальцій-карбонатного очищення.

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

- бути максимально густим з густиною не менше за $1,18 \text{ г/см}^3$;
- густина вапняного молока має бути стабільною;
- вапняне молоко повинно текти по верстату заводу, тобто 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 свіжоприготоване вапняне молоко з запасом не більше ніж на 2 год роботи заводу.

Враховуючи незадовільну якість вапнякового каменю, що нині використовується на більшості цукрових заводів України, а саме низький вміст карбонату кальцію та висока ступінь вмісту домішок відносно норм ДСТУ 1451-96. «Камінь вапняковий для цукрової промисловості», наслідком чого є низька активність вапняного молока, що буває нижчою за 85...90% CaO. Технологи-практики застосовують для підвищення активності вапняного молока технологію гасіння вапна цукровмісними розчинами – «промоями» та напівпродуктами цукрового виробництва.

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

В роботі [4] показано, що в розчинах з рН>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°C у 18%-му цукровому розчині у вигляді іонів CaOH⁺ і Ca²⁺ 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.

Автори в роботі [7] дослідили розчинність вапна у воді і водно цукровому розчині в залежності від температури. Одержані дані представлені в таблицях 1, 2 [7].

Таблиця 1

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

Температура, °C	Розчинність			
	у воді		у 10,95%-му розчині цукрози	
	кг/кг H ₂ O	Г СаО/100 см ³	кг/кг H ₂ O	Г СаО/100 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°C в залежності від концентрації цукрози [7]

Масова частка цукрози в розчині, %	Розчинність	
	кг/кг H ₂ O	г СаО/100 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

Було встановлено (табл. 1), що розчинність вапна з підвищенням температури в інтервалі 25...90°C зменшується. Найбільшу розчинність у воді і водно-цукровому розчині було зафіксовано за температури 25°C, найменшу – за температури 90°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 двохзарядних іонів кальцію Ca^{2+} , кількість яких і є одним з визначальних фактором повноти видалення нецукрів в процесі кальцій-карбонатного очищення, швидко зменшується зі збільшенням концентрації цукрози та наближається до нуля за концентрації вище 13%. Тобто, у випадку загашування вапна цукровмісними розчинами, концентрація цукрози в них повинна бути меншою за 13%, що необхідно контролювати у випадку загашування соком II карбонізації.

Якщо виходити із наведених вище даних, закономірним буде питання: Чому не можна загашувати вапно цукровмісними розчинами з 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 їх руйнуванням, подрібненням та утворення насичено розчину водно-вапняної суспензії.

Ще в 1948 році в роботі [9] 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 і температури води на тривалість процесу загашування вапна (рис. 1).

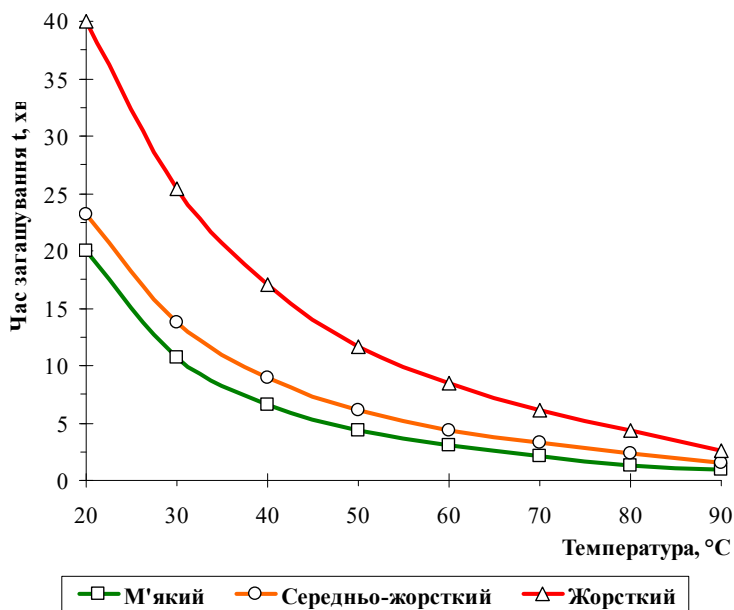


Рис. 1. Залежність впливу режиму випалу і температури води на тривалість процесу загашування вапна

Із залежності, зображеної на рис. 2, видно, що усі зразки вапна найшвидше загашувались за температури 90°C. Найшвидше загашується вапно, отримане за м'якого режиму випалу, повільніше вапно випалене за середньо-жорсткого та жорсткого режимів. Це пов'язано із різною пористістю шматків отриманого вапна, за м'якого випалу пористість складає 46...55%, середньо-жорсткому – 34...46%, жорсткому менше 34%. Таким чином, чим вища температура води, що подається на загашування вапна, тим швидше йде процес.

Тому за загашування вапна цукровмісними розчинами їх температура має бути не менше 90°C.

Окрім температури, швидкість гасіння вапна буде залежати від наступних факторів [2]:

- розміру частинок CaO, що буде залежати від режиму випалу вапняку;
- наявності у продуктах загашування гіпсу, MgO, а також глюкози, патоки або меляси. Всі перераховані елементи знижують швидкість загашування;
- виду розчину для загашування вапна, за загашування цукровмісними розчинами швидкість реакції буде нижчою у порівнянні із загашуванням чистою водою;
- наявності у розчині для загашування вапна будь яких поверхнево-активних речовин (ПАР), що буде уповільнювати процес загашування;
- розміру шматків вапна. Чим вони менші, тим більша реакційна поверхня і тим активніше йде процес загашування вапна;
- від умов і часу зберігання вапна. Свіже-випалене вапно гаситься швидше, ніж те, що довго зберігалось.

Автори в роботі [12] показали, що за гасіння вапна «промоями» має місце руйнування цукрози на в середньому на 0,016% до маси буряку, зменшення швидкості процесу загашування вапна і підвищення в'язкості вапняного молока, що в свою чергу ускладнювало його очищення та збільшувало втрати вапна з відходами. Найбільша частка зруйнованої цукрози 67% припадала на вапно гасильний апарат, 21% на піскоуловлювач Русселя-Дорошенко, 12% на мішалку вапняної суспензії. Також було встановлено, що послідуоча карбонізація отриманої суспензії була дуже ускладнена внаслідок утворення в процесі карбонізації колоїдного карбонату кальцію, що значно збільшувало в'язкість суспензії, ускладнюючи за цього проходження CO₂ і спричиняло розбризкування яке супроводжувалося додатковими втратами цукрози. За цього час карбонізації збільшувався до 2,5-3,0 год.

Висновки

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 т буряків за добу, економія цукру за гасіння вапна цукровмісними розчинами складе 3,0 тони за добу. Якщо врахувати, що втрати цукру від розкладу цукрози складуть 0,016% до маси буряку тобто 0,5 т цукру то вихід цукру за цього складе не менше як 2,5 т/добу. До економії цукру необхідно також додати економію палива за рахунок зниження кількості випарюваної води, що надійшла на верстат сокоочисного відділення з вапняним молоком.

Література

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. Перельгин, В.М. О растворимости гидроксида кальция в водно-сахарных растворах / В.М. Перельгин, 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. Перельгин // 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, Д. Влияние содержания сахара в известковом молоке на очистку сахарного сока / Д. Вашатко // 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.