

Визначення оптимальних умов проведення прогресивного попереднього вапнування з вапнокарбонізацією в циркуляційному контурі

В.М. Логвін, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології цукру та полісахаридів Національного університету харчових технологій

С.О. Авдієнко, кандидат технічних наук, доцент кафедри безпеки життєдіяльності Національного університету харчових технологій

Визначено оптимальну температуру і тривалість проведення прогресивного попереднього вапнування з вапнокарбонізацією в циркуляційному контурі, а також встановлено оптимальне значення рН вапнокарбонізації попередньо вапнованого соку, за яких досягаються необхідні фільтраційні та седиментаційні показники твердої фази в соку після попереднього вапнування.

Ключові слова: попереднє вапнування, вапнокарбонізація, пересатування, попередньо вапнований сік, температура, тривалість.

Определена оптимальная температура и продолжительность прогрессивной предварительной дефекации с одновременным известкованием и карбонизацией в циркуляционном контуре, а также установлено оптимальное значение рН одновременного известкования и карбонизации преддефекованного сока, при которых достигаются необходимые фильтрационные и седиментационные показатели твердой фазы в соке после предварительной дефекации.

Ключевые слова: предварительная дефекация, одновременное известкование и карбонизация, пересатуирование, преддефекованный сок, температура, продолжительность.

Optimal temperature and time of the progressive first clarification with defecation and carbonatation on a circuit have been derived. The optimal parameter of рН value in the lime treatment process of raw juice was obtained.

Key words: predefecation, at the same time defecation and carbonatation, overcarbonatation, predefecation juice, temperature, time.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ

Очищення дифузійного соку в технології цукрового виробництва є однією із важливих операцій. Від ступеня вилучення нецукрів на цьому етапі залежить ефективність проведення наступних операцій і, в кінцевому результаті, вихід білого цукру високої якості. Важливе місце в очищенні дифузійного соку належить попередньому вапнуванню, метою якого є осадження нецукрів та поліпшення седиментаційних і фільтраційних властивостей твердої фази в соку після I карбонізації. Одним із ефективних шляхів підвищення ефекту очищення соку на станції вапнування дифузійного соку і карбонізації вапнованого соку є відокремлення осаду до основного вапнування. Вирішення цієї задачі є можливим лише за умов досягнення необхідних седиментаційних і фільтраційних властивостей твердої фази в соку після його попередньої обробки до основного вапнування. Це питання може бути вирішене шляхом поліпшення

структури твердої фази, що формується під час проведення попереднього вапнування.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

З метою підвищення ефективності проведення прогресивного попереднього вапнування шляхом підвищення ступеня осадження нецукрів та значного поліпшення седиментаційних і фільтраційних властивостей твердої фази в соку після попереднього вапнування нами запропоновано спосіб проведення прогресивного попереднього вапнування з використанням ефектів циркуляції, одночасного вапнування і карбонізації та перекарбонізації під час попереднього вапнування [1, 2, 3].

Цей спосіб полягає в тому, що сік після прогресивного попереднього вапнування повертається на початок попереднього вапнування. В циркуляційному контурі здійснюється одночасне вапнування та карбонізація попередньо вапнованого соку з тимчасовою перекарбонізаці-

єю. Разом із карбонізованим попередньо вапнованим соком на початок процесу повертаються частки осаду, які стають центрами коагуляції і на яких відкладається коагулят. Таким чином збільшуються розміри часток і поліпшуються седиментаційні та фільтраційні властивості агрегатів твердої фази. При цьому вони стають щільнішими та компактнішими, мають більшу стійкість в умовах основного вапнування. За умов одночасного вапнування і карбонізації ефект очищення та поліпшення седиментаційно-фільтраційних властивостей підвищується за рахунок того, що адсорбційна здатність часток карбонату кальцію найвища під час росту. За умов перекарбонізації, коли білки потрапляють із зони більших у зони менших величин рН, вони «зморщуються» чи ущільнюються. За рахунок цього поліпшуються седиментаційні та фільтраційні властивості твердої фази в соку після попереднього вапнування, що дає змогу за певних витрат вапна відокремити осад до основного вапнування, це приводить в свою чергу до підвищення ефекту очищення дифузійного соку.

НЕВИРІШЕНІ РАНІШЕ ЧАСТИНИ ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

На ефективність удосконаленого прогресивного попереднього вапнування дифузійного соку будуть мати значний вплив цілий ряд чинників: витрати вапна на вапнокарбонізацію, величина рН вапнокарбонізації, тривалість та температура, від яких буде залежати можливість досягнення необхідних фільтраційно-седиментаційних властивостей твердої фази в соку після попереднього вапнування.

МЕТА СТАТТІ

Метою статті є визначення на основі експериментальних досліджень оптимальних параметрів проведення удосконаленого прогресив-

ного попереднього вапнування, за яких досягається висока ефективність очищення дифузійного соку.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Відомо [4], що при проведенні попереднього вапнування при температурі 45-50 °С відсутнє розкладання моносахаридів, як це має місце за умов проведення попереднього вапнування за температур 88-90 °С. Розкладання моносахаридів у цьому випадку переноситься на основне вапнування, коли в умовах високої лужності моносахариди розкладаються з утворенням меншої кількості аніонів кислот та барвних речовин ніж утворюється в умовах малої лужності під час проведення попереднього вапнування. Проте внаслідок малої швидкості хімічних реакцій попереднього вапнування за низьких температур тривалість процесу буде 30-35 хв. Продукти розкладання моносахаридів під час проведення попереднього вапнування при високих температурах, зокрема аніони кислот, утворюють з кальцієм добре розчинні солі, а це в свою чергу є джерелом підвищення вмісту іонів кальцію в очищеному соку. Іони кальцію доходять до меляси, збільшуючи тим самим вміст сахарози в мелясі. Але при проведенні гарячого попереднього вапнування фільтраційні та седиментаційні властивості твердої фази в соку після I карбонізації кращі ніж при проведенні холодного попереднього вапнування.

Нами були проведені дослідження впливу температури та тривалості процесу за умов проведення прогресивного попереднього вапнування по удосконаленому способу [2], зокрема впливу температури та тривалості процесу на якісні показники попереднього вапнованого соку та на фільтраційно-седиментаційні властивості агрегатів твердої фази, що утворюються

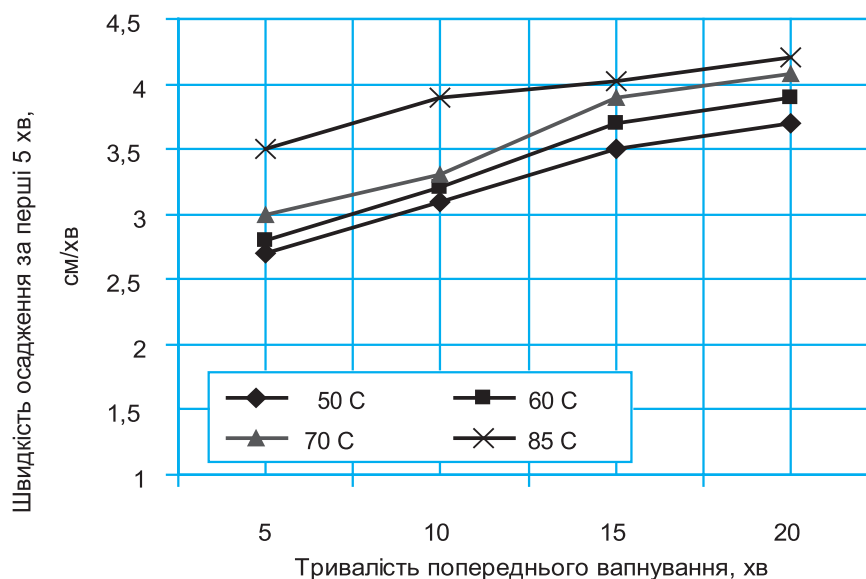


Рис. 1. Залежність швидкості осадження твердої фази від температури проведення прогресивного попереднього вапнування та його тривалості

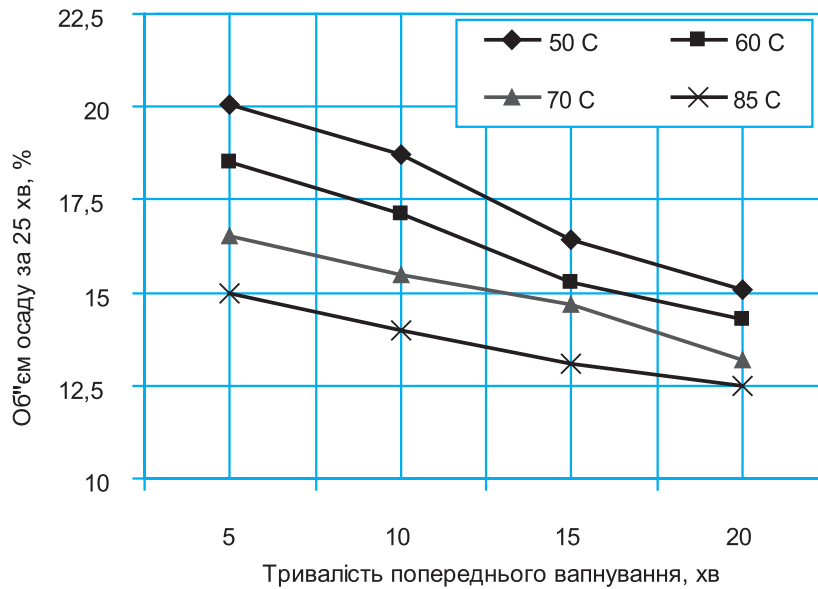


Рис. 2. Залежність об'єму осаду за 25 хв. від температури проведення попереднього вапнування та його тривалості

під час попереднього вапнування. Дослідження проводились таким чином. Дифузійний сік надходив на прогресивне попереднє вапнування, потім проводилось одночасне вапнування і карбонізація за умов рН 8,0-8,5 з додаванням вапна у кількості 0,35% СаО від маси соку. Далі сік повертали на прогресивне попереднє вапнування. При цьому попереднє вапнування проводили за температур 50, 60, 70 та 85°C з тривалістю 5, 10, 15 та 20 хв. для кожної температури.

На **рисунках 1 та 2** наведена зміна фільтраційно-седиментаційних властивостей твердої фази в соку після попереднього вапнування, зокрема швидкості осадження твердої фази за перші 5 хв. та об'єму осаду за 25 хв. в залежності від температури та тривалості проведення прогресивного попереднього вапну-

вання з одночасним вапнуванням та карбонізацією в циркуляційному контурі.

З **рисунків** видно, що з підвищенням температури проведення попереднього вапнування та збільшенням тривалості фільтраційно-седиментаційні властивості твердої фази в соку після попереднього вапнування покращуються. Це можна пояснити тим, що з підвищенням температури зменшується в'язкість розчину, це сприяє підвищенню швидкості осадження твердої фази в суспензії. З підвищенням температури зменшується ступінь дегідратації твердої фази [5], наслідком цього є ущільнення твердої фази в агрегатах. В результаті підвищується густина агрегатів та зростає швидкість осадження твердої фази.

Також з підвищенням температури проведення попереднього вапнування зменшуєть-

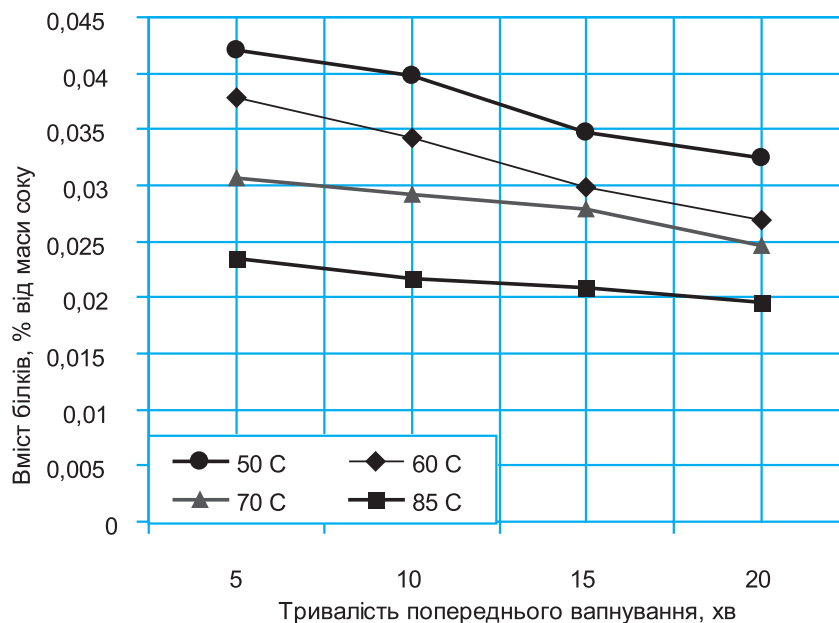


Рис. 3. Залежність вмісту білків від температури проведення попереднього вапнування та його тривалості

ся вміст білків в попередньо вапнованому соку (рис. 3). Це пов'язано з тим, що з підвищенням температури зростає ступінь денатурації білків і, відповідно, ступінь їх осадження [6].

Разом з цим при підвищенні температури підвищується забарвленість соку після попереднього вапнування (рис. 4). Це пояснюється тим, як вже було зазначено, що при підвищенні температури проведення попереднього вапнування спостерігається розкладання моносахаридів з утворенням аніонів кислот та барвних речовин.

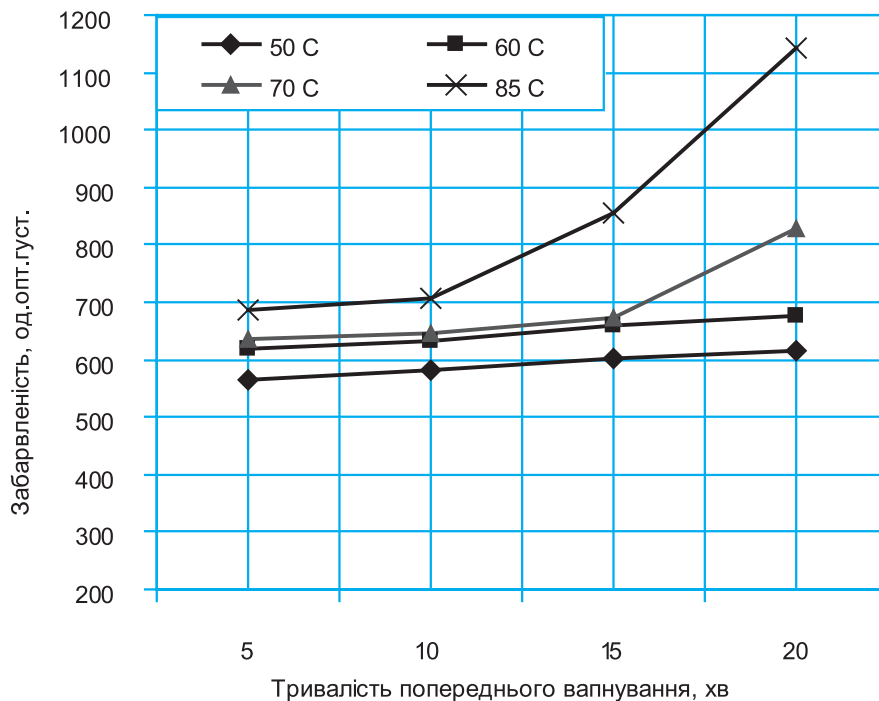


Рис. 4. Залежність забарвленості попередньо вапнованого соку від температури проведення попереднього вапнування та його тривалості

Отримані результати свідчать про те, що оптимальними температурою проведення удосконаленого попереднього вапнування та тривалістю відповідно є 65-70°C та 10-12 хв. За цих параметрів досягаються достатні фільтраційно-седиментаційні властивості твердої фази в соку після попереднього вапнування і спостерігається незначне зростання забарвленості попередньо вапнованого соку.

Також проведені дослідження властивостей твердої фази в соку після попереднього вапнування та у соку після I карбонізації, а також якісних показників очищеного соку з карбонізацією попередньо вапнованого соку в циркуляційному контурі за різних величин рН та з додаванням вапна під час карбонізації. Результати досліджень наведені в таблиці 1. Прогресивне попереднє вапнування проводили за температури 65 °C тривалістю 10 хв., під час карбонізації додавали вапно у кількості 0,35% CaO від маси соку. Далі сік очищали за типовою схемою.

Результати досліджень ще раз підтверджують позитивний вплив карбонізації попередньо вапнованого соку в циркуляційно-

му контурі за постійних величин рН 7,0-9,0 на фільтраційно-седиментаційні показники твердої фази. Проте спостерігається погіршення якісних показників очищеного соку зі зниженням величини рН карбонізації соку. Це пояснюється тим, що при карбонізації попередньо вапнованого соку за умов рН 7,0 у ньому відсутні іони CO_3^{2+} і буде утворюватись не карбонат кальцію, а бікарбонат.

При поверненні бікарбонат-іонів разом з карбонізованим соком за величин рН 7,0 на попереднє вапнування в зони з більшими ве-

личинами рН буде встановлюватись рівновага між бікарбонат- та карбонат-іонами. З підвищенням рН зростає вміст карбонат-іонів у соку. З утворенням карбонат-іонів починається кристалізація карбонату кальцію.

Адсорбційна здатність карбонату кальцію залежить від величин лужності чи рН соку. Підвищення рН середовища сприяє зростанню адсорбційної здатності карбонату кальцію.

За умов досліджень зі зменшенням рН перекарбонізованого соку, що повертається на попереднє вапнування, буде нижчою величина рН суміші. При цьому погіршуються умови очищення соку твердою фазою карбонату кальцію.

Карбонат кальцію, що утворюється під час карбонізації попередньо вапнованого соку, сприяє покращенню седиментаційних та фільтраційних властивостей твердої фази через збільшення мінеральної частини в агрегатах та через його об'єднуючу здатність під час коагуляції ВМС. Зі збільшенням кількості утвореного карбонату кальцію властивості твердої фази будуть покращуватися.

Таблиця 1

Залежність якісних показників очищеного соку та фільтраційно-седиментаційних властивостей твердої фази в соках після I карбонізації та удосконаленого попереднього вапнування від рН перекарбонізації

рН перекарбонізації	Седиментаційно-фільтраційні показники в соку після попереднього вапнування			Седиментаційно-фільтраційні показники в соку після I карбонізації			Якісні показники очищеного соку			Ефект очищення, %
	Fk, с/см ²	S ₃ , см/хв	V ₂₅ , %	Fk, с/см ²	S ₃ , см/хв	V ₂₅ , %	Зб, од. опт. густ.	Вміст солей Ca ²⁺ , % СаО від маси СР	Чистота, %	
7,0	5,80	4,18	13,5	1,0	4,06	14,8	303,3	0,287	88,4	33,85
8,0	6,4	4,0	14,0	1,2	3,9	15,97	260,5	0,252	88,58	34,76
9,0	7,0	3,8	14,62	1,3	3,81	16,5	251,5	0,241	88,7	35,53

Результати досліджень свідчать про те, що карбонізація гідроксиду кальцію в соку після попереднього вапнування дифузійного соку в циркуляційному контурі прогресивного попереднього вапнування впливає на седиментаційні та фільтраційні властивості осаду в соку після попереднього вапнування. Зі зниженням величини рН соку, за якої проведена карбонізація гідроксиду кальцію, покращуються седиментаційні та фільтраційні властивості твердої фази після попереднього вапнування. Це пояснюється дією двох чинників. Зі зниженням рН соку після попереднього вапнування має місце дегідратація коагуляту – втрата шару води, що перешкоджає зближенню молекул ВМС та одержання щільніших і компактніших агрегатів твердої фази. Окрім того, для білків характерним є зморщування чи ущільнення за умов переведення їх із середовища з вищою величиною рН в середовище з меншою величиною рН.

Експериментальні дослідження обробили за допомогою програми Mathcad Professional 2003 з метою визначення оптимальних значень температури та тривалості прогресивного попереднього вапнування з вапнокарбонізацією в циркуляційному контурі, а також оптимальної зони рН вапнокарбонізації.

ВИСНОВКИ

Таким чином на основі експериментальних досліджень та за допомогою узагальненого критерію оптимізації визначено оптимальні параметри проведення удосконаленого способу прогресивного попереднього вапнування, за яких досягаються необхідні фільтраційно-седиментаційні властивості твердої фази в соку після попереднього вапнування та спостерігається зростання загального ефекту очи-

щення дифузійного соку: температура становить 68°C, тривалість – 11 хв., а оптимальне рН вапнокарбонізації є 8,2.

Список використаних джерел

1. *Спосіб проведення попереднього вапнування дифузійного соку*: патент 64410 А Україна, МПК7 С 13 D 3/02/ Логвін В.М., Матіящук О.В., Хомічак Л.М., Резніченко Ю.М., Авдієнко С.О.; власник патенту Національний університет харчових технологій. – № 2003054796; заявл. 27.05.2003; опубл. 16.02.2004, Бюл. № 2 -3 с.
2. *Авдієнко С.О.* Удосконалення прогресивного попереднього вапнування дифузійного соку / С.О. Авдієнко, В.М. Логвін, Л.М. Хомічак // Наукові праці НУХТ. – 2006. – № 18. – С. 16–18.
3. *Авдієнко С.О.* Ефективний спосіб попереднього вапнування дифузійного соку / С.О. Авдієнко, В.М. Логвін, Л.М. Хомічак // Пищевые технологии. – 2006. – № 12. – С. 48–49.
4. *Добжицкий Я.* Очистка соков в сахарном производстве / Я. Добжицкий.; пер. с польск. В.М. Каца. – М.: Пищевая промышленность, 1964. – 208 с.
5. *Сапронов А.Р.* Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов – М.: Колос, 1998. – 495 с.
6. *Рева Л.П.* Влияние различных факторов на полноту осаждения свекловичных белков / Л.П. Рева, Г.А. Симахина, В.М. Логвин // Известия вузов СССР. Пищевая технология. – 1979. – № 3. – С. 78–81.

Рецензент: Л.М. Хомічак, д.т.н., проф.