

ПРОБЛЕМИ рН-МЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ

Рева Л.П., Пушанко Н.М., Замура С.А., Янченко О.О., Бірюкович М.А.,
Галушко В.Ю. – Національний університет харчових технологій
Мартинов М.В., Фляйшер Т.І. – Носівський цукровий завод

Головною метою очищення дифузійного соку є максимально можливе видалення із нього нецукрів за умови раціональних витрат вапна, забезпечення високої термостійкості соків при хороших седиментаційно-фільтраційних показниках завдяки чому збільшується чистота очищеного соку, загальний ефект очищення, підвищується вихід товарного цукру та його якість. Лише за рахунок впровадження в технологію очищення дифузійного соку об'єктив-

рН-метричне регулювання оптимізації процесів очищення дифузійного соку потрібно виконувати лише для II сатурації, для переддефекації та I сатурації більш об'єктивний контроль за титрованою лужністю, для чого потрібно створення автоматичного алкаліметра.

них методів оптимізації і проведення окремих процесів в оптимальних технологічних режимах підвищу-

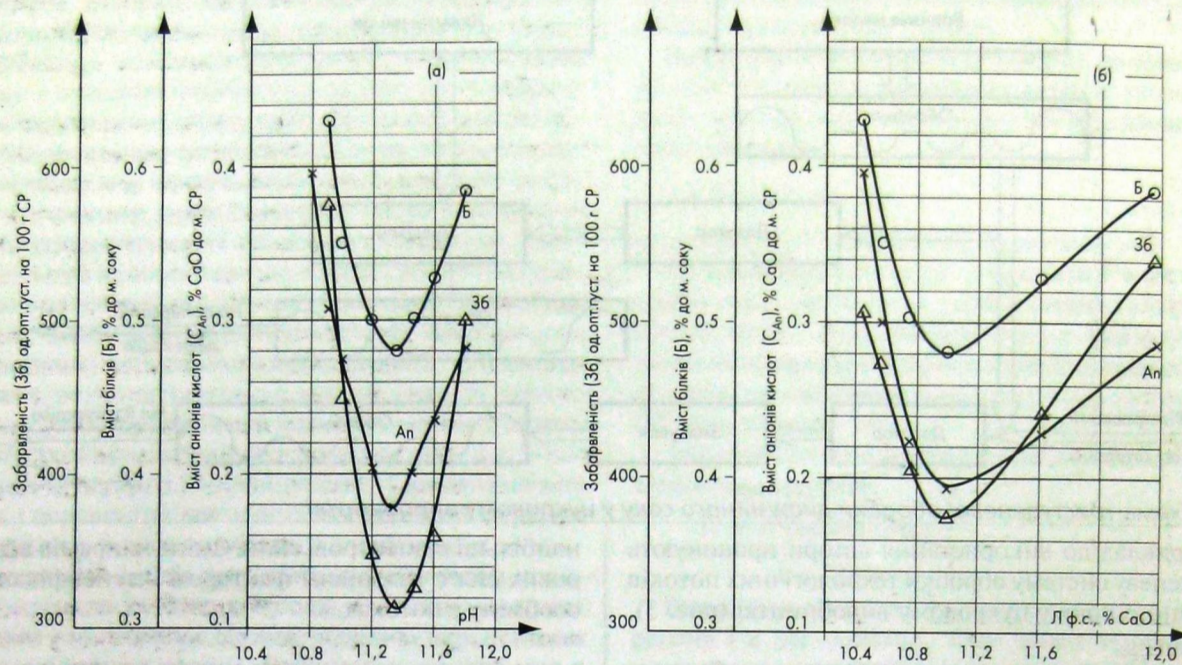


Рис. 1. Технологічна оптимізація процесу попередньої дефекації дифузійного соку ($Ч_{д.с.} = 86,2\%$) за параметрами pH_{opt} і L_{opt} . $(C_{Б}, C_{Ап}, ЗБ) = f(pH, L)$

ються локальні ефекти очищення, значно збільшується загальний ефект очищення соку, з підвищенням якості отриманого цукру, збільшенням його виходу на 0,1...0,2% та зменшенням витрат вапна на 0,3...0,5% до м.б.

В сучасній технології основний внесок у процеси видалення нецукрів здійснюють попередня дефекація дифузійного соку (за рахунок коагуляції ВМС – білків та пектинів і осадження вапном аніонів кислот, що дають з кальцієм малорозчинні солі) і I сатурація (за рахунок адсорбції розчинних нецукрів на поверхні утвореного осаду карбонату кальцію), на долю ж II сатурації припадає відносно незначний локальний ефект очищення (у варіанті без додаткової дефекації). Головною ж метою II сатурації є найбільш можливе видалення катіонів кальцію із очищеного соку.

Таким чином, для підвищення ефективності цукрового виробництва треба, перш за все, забезпечити технологічну оптимізацію попередньої дефекації та I сатурації. Але рекомендовані в діючій нині інструкції [1] методи технологічної оптимізації цих двох основних процесів очищення дифузійного соку не тільки не мобілізують, а навпаки, дезорієнтують технологів щодо можливості отримання максимальних локальних ефектів очищення соку. Так, на стор. 217 цієї інструкції стверджується, що "...критерієм при оцінці оптимальної щелочності і pH переддефекованого соку служить швидкість його отстаивання". Такий підхід безумовно не можна вважати доцільним, оскільки переддефекований сік за існуючою технологією не відстоюється, а максимальна швидкість відстоювання не корелюється з максимальним ступенем видалення нецукрів на переддефекації.

Що ж стосується оптимізації I сатурації, то на стор. 218 знаходимо, що "оптимальною щелочністю

сока I сатурації вважається максимально висока щелочність цього соку, при якій робота фільтраційного відділення протікає нормально", без будь-якого логічного зв'язку з головною задачею – досягненням максимального адсорбційного видалення розчинних нецукрів. Враховуючи невизначеність рекомендованих методик, величини pH_{opt} переддефекації та I сатурації на заводах підтримують на рівні 11 од. (з відповідними значеннями лужності) при очищенні дифузійних соків різної якості.

Були запропоновані нові підходи до технологічної оптимізації переддефекації [2] та I сатурації [3], виходячи із головної мети для досягнення високих ефектів очищення в цих процесах. Так, для досягнення максимального ступеня осадження високомолекулярних сполук та аніонів кислот, що дають з вапном малорозчинні солі, запропоновано метод визначення pH_{opt} і лужності (L_{opt}) переддефекованого соку за критерієм мінімального залишкового вмісту в розчині білкових речовин (як моделі загального вмісту ВМС), аніонів кислот і барвних сполук при обробці дифузійного соку зростаючими дозами вапна.

Із рис. 1 видно, що відхилення величин pH (криві "а") і L (криві "б") соку від знайдених їх оптимальних значень по мінімуму кривих для залишкового вмісту в розчині білкових речовин, аніонів кислот та барвних сполук призводить до збільшення вмісту нецукрів в соку (недоосадження – при недостатній лужності або частковій пептизації утвореного осаду – при надлишковій для переддефекації лужності), що свідчить про необхідність ретельного дотримання параметрів оптимального режиму переддефекації. Використання запропонованого методу по визначенню мінімального залишкового вмісту визначальних нецукрів в переддефеко-

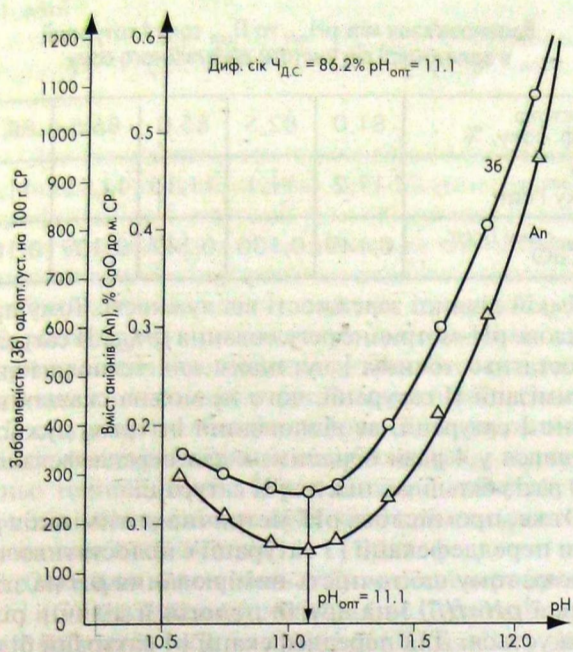


Рис 2. Технологічна оптимізація процесу I сатурації дефектованого соку по параметру $pH_{опт}$
($C_{An} 36$) = $f(pH)$

ваному соку показало також, що при очищенні дифузійних соків різної якості (з чистотою від 90% до 80%) величина $pH_{опт}$ переддефекації може змінюватись від 11,0 до 11,8.

Згідно мети I сатурації – досягнення максимального ефекту адсорбційного видалення розчинних нецукрів (перш за все, аніонної природи) запропоновано метод технологічної оптимізації I сатурації визначенням $pH_{опт}$ і $L_{опт}$ шляхом поступової сатурації дефектованого соку від $pH=12,0$, до майже $pH=10,0$ за максимальним ступенем видалення аніонів кислот і барвних сполук при забезпеченні нормальних седиментаційно-фільтраційних показників. На рис. 2 представлені криві технологічної оптиміза-

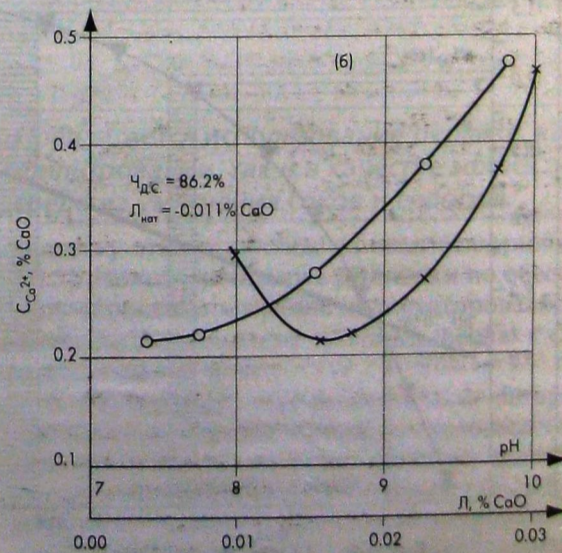
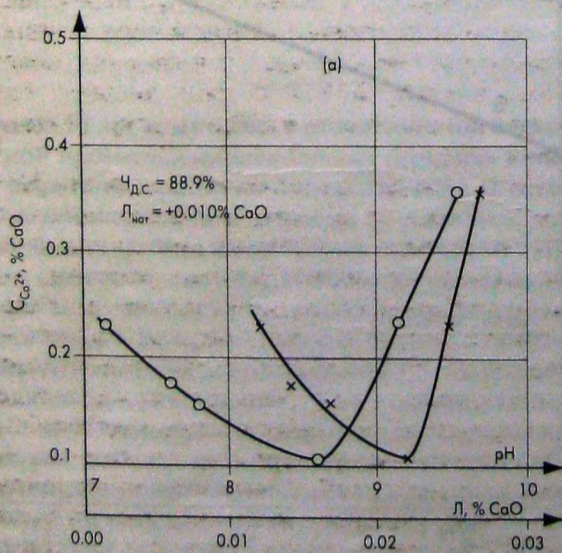
ції I сатурації (по $pH_{опт}$) за мінімальними величинами вмісту аніонів кислот та забарвленості при очищенні дифузійного соку різної якості з $Ч_{д.с.}=86,2\%$ і $Ч_{д.с.}=82,1\%$.

Метою II сатурації є досягнення максимального ступеня декальцинації соку. Але значення $pH_{опт}$ і $L_{опт}$ за мінімальним залишковим вмістом солей кальцію в соку II сатурації будуть раціональними лише для соків з високою натуральною лужністю і $pH_{опт}$ при цьому буде в межах 9,5...9,8. Доцільною буде також наступна сульфатація очищеного соку для зниження pH і лужності з відповідним ефектом знебарвлення. Для соків же з низькою або від'ємною натуральною лужністю такі величини $pH_{опт}$ менше 9, тобто вони не можуть вважатись раціональними для умов згушення соку на випарці в зв'язку із загрозою посиленого гідролітичного розкладання цукрози.

На рис. 3 наведені експериментальні дані, одержані на Носівському цукровому заводі, які показали що лише в поодиноких випадках була виявлена позитивна натуральна лужність соку (причому відносно мала) і $pH_{опт}$ за мінімумом вмісту солей кальцію на рівні 9,2 (крива "а"). В більшості зафіксована натуральна лужність близько нульової або від'ємна з відповідними їм значеннями $pH_{опт}$ на рівні 8,5 (крива "б") [4]. У цьому разі щоб не добавляти в сік лужну соду з її високим мелясоутворюючим ефектом, необхідно підтримувати лужність і pH соку II сатурації вище оптимальної (за мінімумом солей кальцію) шляхом недосатурування деякої частини $Ca(OH)_2$, проте при цьому, природно, підвищується вміст солей кальцію і обов'язково треба відключати сульфатацію соку II сатурації із схеми очищення соку. При надлишковій вапняній лужності соку II сатурації необхідно вживати заходів, які перешкоджають б накипоутворенню на поверхні нагріву випарної установки:

- забезпечувати максимальні ефекти декальцинації соку і адсорбційного видалення нецукрів аніонної

Рис 3. Показники pH та лужності соку II сатурації за мінімальним вмістом солей кальцію $C_{Ca^{2+}}$ для соків з різною натуральною лужністю: —x— — $C_{Ca^{2+}} = f(pH)$, —o— — $C_{Ca^{2+}} = f(L)$



природи при додаванні вапна на II сатурацію і ступінчастому зниженні лужності соку;

- використовувати відстійники-дозрівачі для соку II сатурації з метою зняття пересичення рідкої фази карбонатом кальцію;

- здійснювати додаткову декальцинацію соку заміною Ca^{2+} на Mg^{2+} підлученням соку оксидом магнію;

- вводити в систему інгібітори накипоутворення.

Для технологічної оптимізації основних процесів очищення дифузійного соку були розроблені оперативні методи кількісного визначення вмісту білків у соках і загального вмісту аніонів кислот (солей кальцію) [5, 6].

Вище була обгрунтована необхідність впровадження запропонованих об'єктивних методів оптимізації попередньої дефекації та I сатурації. Оскільки ж процеси попередньої дефекації, I та II сатурації у вітчизняній цукровій промисловості регулюються за відповідними величинами pH соків, то було доцільним експериментально визначити залежність pH підлучених соків від титрованої лужності їх фільтрованих проб.

На рис. 4 наведена крива залежності pH_{20} від величин титрованої лужності проби підлученого дифузійного соку ($Ч = 86,2\%$), в якій pH спочатку стрімко зростає (лінійно) до лужності $0,05...0,07\%$ CaO ($pH \approx 10,0...10,5$), після чого графічна залежність згинається з ухилом, що наближається до паралельності із віссю абсцис. Раніше при очищенні одного і того ж дифузійного соку з $Ч_{д.с.} = 86,2\%$ були отримані для переддефекації – $pH_{opt} = 11,5$; для I сатурації – $pH_{opt} = 11,0$; для II сатурації $pH_{opt} = 9,2$.

Із рис. 4 видно, що мінімальна похибка визначення pH в межах $\pm 0,05 pH$ лише для II сатурації виявилась еквівалентною дуже вузькому (майже точковому) інтервалу лужності соку в межах $0,002\%$ CaO , оскільки pH_{opt} II сатурації знаходиться на першій

Табл. 1.
Взаємозв'язок між pH_{opt} та L_{opt} соку I сатурації в залежності від чистоти дифузійного соку

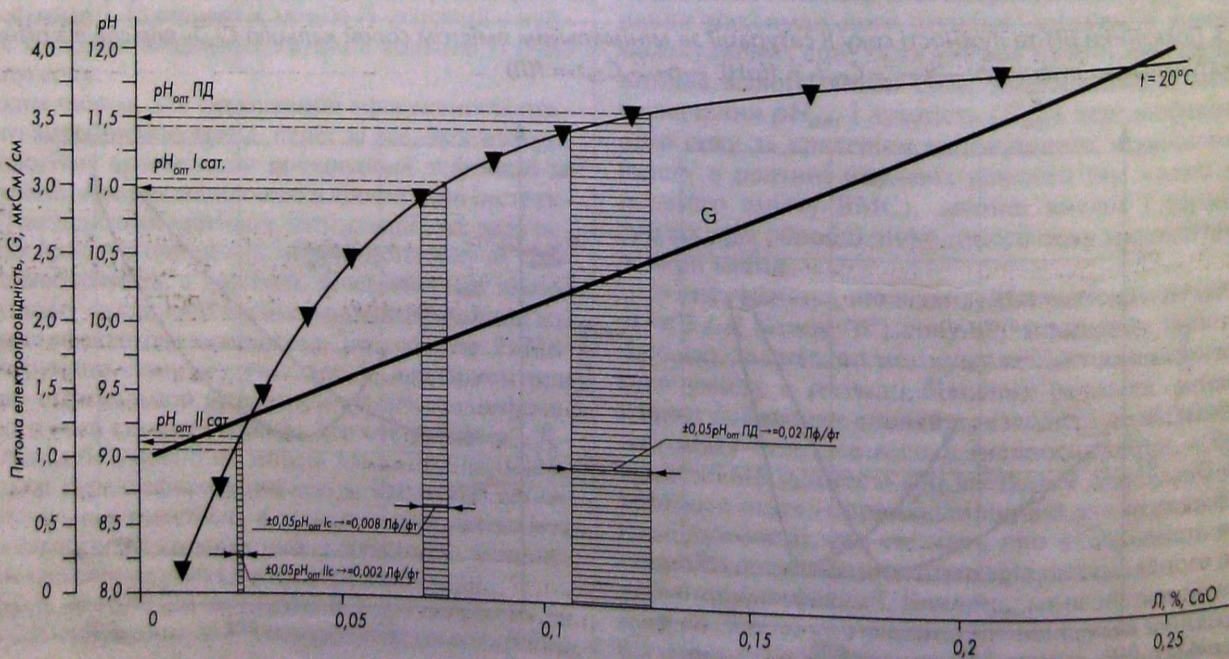
Чистота диф. соку, %	81,0	82,5	85,0	86,5	88,7
pH_{opt} соку I сат.	11,2	11,1	11,15	11,15	11,0
L_{opt} соку I сат., % CaO	0,149	0,130	0,117	0,109	0,100

стрімкій ділянці залежності від лужності. Тому промислове pH -метричне регулювання pH_{opt} II сатурації є достатньо точним і чутливим для технологічної оптимізації II сатурації, чого не можна сказати відносно I сатурації, де відповідний інтервал лужності виявився у 4 рази більшим, а для переддефекації – у 10 разів більшим, ніж для II сатурації.

Отже, промислова pH -метрична оптимізація роботи переддефекації і I сатурації є недостатньо чутливою, тому що точність вимірювання pH на згині кривої $pH=f(L)$ і на другій пологій її ділянці різко знижується. Для переддефекації і I сатурації більш ефективним є контроль за титрованою лужністю.

Із табл. 1 видно, що оптимальна зона pH_{20} , в якій досягається максимальне адсорбційне видалення нецукрів із дифузійних соків різної чистоти (від 89% до 81%), досить вузька (11,0...11,2), а значення оптимальної лужності при цих величинах значно відрізняються від $0,10\%$ до $0,15\%$ CaO (на $0,05\%$ CaO). Це додатково свідчить про те, що титрована лужність по фенолфталеїну (як і при оптимізації переддефекації) є більш чутливим показником реакції середовища на I сатурації, ніж pH . Причому, практикована в промисловості кінцева лужність соку I сатурації $0,09...0,11\%$ CaO відповідає оптимальним параметрам лише при очищенні дифузійних соків хорошої якості ($Ч_{д.с.} = 86...89\%$), для соків же з низькою чис-

Рис. 4. Криві залежності pH підлученого соку від його лужності (L)



тотою ($\chi_{д.с.} = 85...80\%$) оптимальна лужність соку I сатурації складає 0,12...0,15%, при обов'язковому узгодженні її із седиментаційно-фільтраційними показниками.

Висновки:

1. Для підвищення ефективності основних технологічних процесів очищення дифузійного соку – переддефекації та I сатурації рекомендується їх технологічну оптимізацію здійснювати за мінімальними залишковими концентраціями визначальних нецукрів (білків, аніонів кислот, барвних сполук).

2. рН-метричне регулювання оптимальних параметрів процесів очищення дифузійного соку є досить чутливим і точним лише для технологічної оптимізації II сатурації, а для переддефекації і I сатурації технологічна оптимізація по кінцевому pH_{opt} є недостатньо точною, більш об'єктивним є контроль цих процесів за титрованою лужністю при створенні автоматичних алкаліметрів.

3. Оскільки залежність питомої електропровідності (G) підлужених соків від величини їх лужності наближається до лінійної [7] (навіть у зонах відносно високої лужності, рис. 4), то перехід на автоматичне регулювання L_{opt} соків за їх питомою електропровідністю для переддефекації та I сатурації буде сприяти підвищенню точності оптимізаційних регулювань і стабілізації оптимальних режимів процесів очищення дифузійного соку. Для цього необхідне виконання відповідних техно-

гічних досліджень кондуктометричної оптимізації процесів очищення дифузійного соку, а також розробки раціональних кондуктометричних датчиків і створення чутливої системи автоматизації цих процесів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Инструкция по химикотехнологическому контролю и учету сахарного производства. – Киев: ВНИИСП, 1983. – 476 с.
2. Дослідження методів визначення оптимальних величин рН і лужності соку переддефекації/ Л.П.Рева, Г.О.Сімахіна, Н.М.Пушанко, В.Ю.Яковенко// Цукор України. – 1996. – №4. – С.20–22.
3. Рева Л.П., Пушанко Н.М., Сімахіна Г.А. Исследование оптимальных условий процесса I сатурации// Сахарная промышленность. – 1997. – №6. – С.25–27.
4. Рева Л.П. Мета та критерії технологічної оптимізації II сатурації// Цукор України. – 2003. – №1. – С.15–16.
5. Рева Л.П., Сімахіна Г.А. Быстрый метод количественного определения белков в соках сахарного производства// Сахарная промышленность. ЦНИИТЭИПП. – 1978. – №1. – С.12–16.
6. Рева Л.П., Шестаковский В.А. и др. Технологические показатели работы промышленного секционного сатуратора// Сахарная промышленность. – 1976. – №4. – С.26–31.
7. Logie J.R., Musow W. Alkalinity control in first carbonatation// International Sugar Journal. – 1989. – №1089. – P.163–170.