

# Удосконалення технології попередньої дефекації дифузійного соку для відокремлення осаду нецукрів до основної дефекації

**Л.П. Рева**, доктор технічних наук, професор, кафедра технології цукру і підготовки води, Національний університет харчових технологій

**О.О. Петруша**, аспірант кафедри технології цукру і підготовки води, Національний університет харчових технологій

**В.Ю. Віслобоков**, магістрант кафедри технології цукру і підготовки води, Національний університет харчових технологій

**В.М. Титарчук**, магістрант кафедри технології цукру і підготовки води, Національний університет харчових технологій

*В результаті повернення на прогресивну попередню дефекацію до дифузійного соку від 0 до 50 % пересатурованого переддефекованого соку різко підвищується швидкість осадження переддефекаційного осаду у декілька разів при збереженні якісних показників соків. Тому раціональною величиною рециркуляції до дифузійного соку пересатурованого переддефекованого соку можна вважати 50 %, за якої підвищення швидкості осадження осаду надає можливість відокремлювати переддефекаційних осад до основної дефекації.*

*Ключові слова: швидкість осадження, фільтраційний коефіцієнт, пересатування, відокремлення.*

*В результате возврата на прогрессивную предварительную дефекацию к диффузионному соку от 0 до 50 % пересатурованного переддефекованного сока резко повышается скорость осаждения переддефекационного осадка в несколько раз при сохранении качественных показателей соков. Поэтому рациональной величиной рециркуляции к диффузионному соку пересатурованного переддефекованого сока можно считать 50%, при которой повышение скорости осаждения осадка позволяет отделять переддефекационный осадок до основной дефекации.*

*Ключевые слова: скорость осаждения, фильтрационный коэффициент, пересатувание, отделения.*

*Due to transfer to diffusion juice progressive preliming of precarbonated prelimed juice increases the rate of preliming sedimentation in several times. Rational value of precarbonated prelimed juice recycling estimates 50% to the diffusion juice ratio, where the increase of sedimentation rate provides for separation of the prelimed sediments prior to the combined liming.*

*Key words: rate of sedimentation, filtration ratio, precarbonation, separation.*

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

більш можливе видалення катіонів кальцію із очищеного соку.

На теперішній час (як для підвищення локального ефекту очищення соку, так і седиментаційно-фільтрувальних показників) найбільш ефективною вважається прогресивна протитечійна переддефекація дифузійного соку за принципом Брігель-Мюллера, в якій практично виключені місцеві перелуження рідкої фази, характерні для прогресивної вапняної переддефекації Дедека-Вашатко, оскільки дуже концентроване вапняне молоко (~ 25 % СаО) добавляється до соку лише

в завершальну зону – останню секцію переддефекатора, де коагуляція ВМС і осадження аніонів кислот вже практично закінчені, і порції більш лужних соків повертаються, починаючи з останньої секції, послідовно в секції з меншою лужністю і рН, забезпечуючи таким чином раціональну криву прогресивного підвищення рН і лужності соку від першої до останньої секції.

До речі, для створення способу прогресивної протитечійної переддефекації, Брігель-Мюллер використав відкритий Віклундом позитивний ефект

пересатування на прогресивній попередній дефекації. Віклунд [1] запропонував повертати (перед прогресивною вапняною переддефекацією) до дифузійного соку до 100 % пересатурованого соку I сатурації з лужністю  $\sim 0,02$  % СаО, в результаті чого різко покращуються седиментаційно-фільтрувальні показники соку I сатурації при незначному зниженні якості соку. Враховуючи цей позитивний ефект Віклунда, Брігель-Мюллер організував прогресивну протитечійну переддефекацію в секціонованому коритному переддефекаторі шляхом поступового і плавного підключення дифузійного соку послідовною рециркуляцією приблизно 200-250 % оптимально лужного переддефекованого соку із останньої секції в першу з відповідним ефектом пересатування рециркульованого переддефекованого соку від рН 11,0-11,4 до рН 7,0-7,5 в першій секції [2]. Причиною підвищеного технологічного ефекту теплої прогресивної протитечійної переддефекації за принципом Брігель-Мюллера мабуть є практична відсутність зон перелуження соку перед досягненням рН<sub>опт</sub> переддефекованого соку, а також позитивне явище гетерокоагуляції ВМС (на введеному в метастабільну зону рН осаді СаСО<sub>3</sub>) за рахунок утворення адсорбційних комплексів осаджуваних нецукрів з частинками карбонату кальцію.

Аналізуючи типову схему очищення дифузійного соку (тепла прогресивна протитечійна переддефекація, тепло-гаряча основна дефекація, I сатурація, фільтрування, II сатурація, фільтрування, сульфатація очищеного соку – при необхідності), приходимо до висновку, що, для ефективного перероблення характерної для України сировини середньої та низької якості (згідно нормативів Вукова), треба обов'язково включати в неї технологію відокремлення переддефекаційного осаду нецукрів до

основної дефекації, оскільки в результаті нестійкості (розчинення) компонентів переддефекаційного осаду в сильно лужному середовищі і високій температурі гарячого ступеня комбінованої дефекації буде значне погіршення якості очищеного соку, особливо із зниженням кондицій перероблюваних буряків.

На жаль, навіть тепла прогресивна протитечійна переддефекація, яка сприяє високим седиментаційно-фільтрувальним показникам соку I сатурації, не забезпечує нормального відокремлення (відстоюванням і фільтруванням) безпосередньо переддефекованого соку. Тому в плані удосконалення технології попередньої дефекації дифузійного соку необхідні додаткові заходи для реалізації не дуже складного процесу відокремлення переддефекаційного осаду нецукрів до основної дефекації.

Зцією метою, для забезпечення можливості безпосереднього відокремлення переддефекаційного осаду нецукрів від рідкої фази, було перевірено ефективність рециркуляції до дифузійного соку частини пересатурованого до рН  $\sim 8$  переддефекованого соку по аналогії із ефективністю способу Віклунда – досягнення значного підвищення седиментаційно-фільтрувальних показників соку I сатурації при поверненні  $\sim 100$  % пересатурованого соку I сатурації до дифузійного соку перед прогресивним переддефекатором [1]. При цьому було зосереджено увагу не лише на підвищення седиментаційно-фільтрувальних показників одержаного таким чином переддефекованого соку [3, 4], а і на збереження якісних показників відносно рівня показників звичайної типової схеми очищення.

В першій серії експериментів було виконано порівняння технологічних показників очищення дифузійного соку за звичайною типовою схемою (контроль) і удосконаленою в результаті рециркуляції (Рц) до дифузійного

соку перед попередньою дефекацією 25, 50, 75 і 100 % пересатурованого до рН  $\sim 8,0$  переддефекованого соку і наступного очищення до соків II сатурації.

Оскільки седиментаційно-фільтрувальні показники переддефекованих соків відіграють визначальну роль для вирішення проблеми відокремлення осаджених на переддефекації нецукрів до основної дефекації то аналіз результатів очищення за удосконаленою технологією починаємо з оцінки швидкості осадження переддефекаційного осаду  $S_5$  і фільтраційного коефіцієнту  $F_k$  для Рц 25, 50, 75 і 100 % пересатурованого переддефекованого соку.

Із рис. 1. видно, що повернення до дифузійного соку (перед попереднім оброблення його вапном) зростаючої кількості пересатурованого до рН 8 переддефекованого соку призводить до різкого покращення седиментаційних показників одержаного соку попередньої дефекації, причому швидкість осадження осаду зростає дуже стрімко при збільшенні Рц від 0 до 50 % досягаючи при цьому величини  $S = 5,5$  см/хв., що може розглядатись як прекрасний результат навіть для декантації соку I сатурації. Збільшення Рц від 0 до 100 % виявилось не таким сприятливим для покращення фільтраційного коефіцієнту переддефекованого соку: підвищення Рц від 0 до 50 % сприяло зменшенню  $F_k$  від 13,5 до 9,0 с/см<sup>2</sup>, а від 50 до 100 % – до 6 с/см<sup>2</sup>, що для соку I сатурації вважається межею між поганим і задовільним фільтруванням.

Представлені на рис. 1. дані свідчать також про значне покращення седиментаційно-фільтрувальних показників соку I сатурації: так для Рц від 0 до 50 %  $S_5$  зростає від 3,1 до 6,8 і до 8,0 см/хв. – для Рц 100 % та відповідно  $F_k$  знизився від 6,5 до 4,0 до 2,0 с/см<sup>2</sup>.

В результаті впровадження на Набутівському цукровому заводі рекомендації по рециркуляції

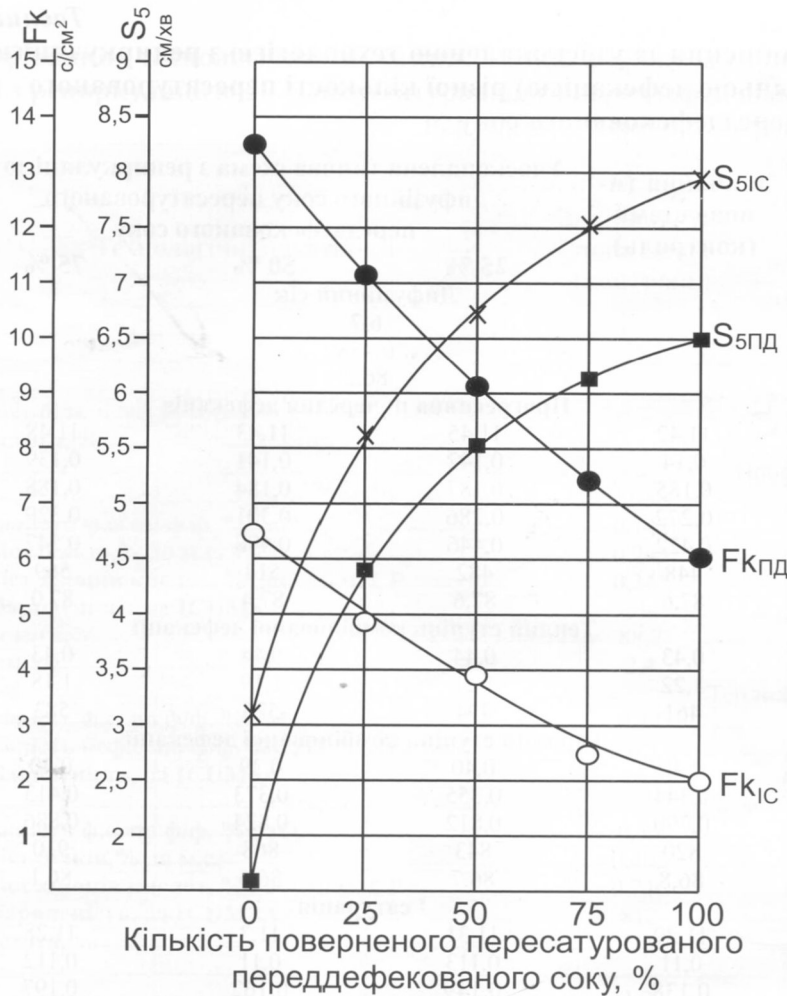


Рис. 1. Залежність седиментаційно-фільтрувальних показників соків попередньої дефекації та I сатурації від кількості поверненого пересатурованого переддефекованого соку до дифузійного соку

ції перед прогресивною протитечійною переддефекацією до дифузійного соку 50 % пересатурованого переддефекованого соку були отримані для переддефекованого соку відносно високі середні седиментаційні показники ( $S_5 = 5,2$  см/хв. і  $V_{25} = 12,9$  %), що наближались до показників I сатурації ( $S_5 = 5,6$  см/хв. і  $V_{25} = 9,1$  %) [5].

Аналіз якісних показників соків табл. 1 (для яких седиментаційно-фільтрувальні показники були проаналізовані на рис. 1.) свідчить проте, що у порівнянні із ефективністю очищення соків за звичайною типовою схемою, показники всіх соків від переддефекованого і до соку II сатурації за удосконаленою технологією очищення з Рц 25, 50, 75 % (представляти колонку для Рц = 100 % не було потреби) виявились такими: при

збільшенні Рц від 0 до 50 % не відбувається суттєвого зниження якості соків (за залишковим вмістом основних нецукрів: білкових речовин [6], аніонів кислот [7], барвних сполук [8], а також чистоти [9], як критерію загального вмісту нецукрів), але для Рц 75 і 100 % зниження якісних показників соків вже є значним.

В зв'язку з цим цікавою є точка зору Віклунда – автора способу різкого покращення седиментаційно-фільтрувальних показників соків для безперервного фільтрування, який стверджував, що треба створювати такі умови, за яких осад в соках буде добре осаджуватись і фільтруватись, але при забезпеченні хорошої якості соків [1]. Враховуючи те, що проведення прогресивної переддефекації з Рц = 50 % створює умови для різкого підвищен-

ня швидкості осадження переддефекаційного осаду  $S_5$  до рівня 5,5 см/хв., а також те, що з Рц = 50 % у всіх соках в процесах очищення до соку II сатурації не виявлено суттєвого зниження якості у порівнянні із звичайною типовою схемою, то можна вважати заслуговуючим уваги варіант удосконалення технології попередньої дефекації шляхом рециркуляції до дифузійного соку 50 % пересатурованого переддефекованого соку з можливим відокремленням переддефекаційного осаду у відстійниках.

В задачі попередніх досліджень (результати їх представлені на рис. 1. і табл.1) для забезпечення високої швидкості осадження осаду переддефекованого соку і можливості його відокремлення від декантату у відстійниках входило визначити раціональну величину рециркуляції до дифузійного соку пересатурованого переддефекованого соку з наступними процесами очищення до II сатурації і при цій раціональній величині Рц якість одержаних соків не повинна суттєво відрізнятися від соків звичайної типової схеми очищення.

Результати наступних досліджень представлені в табл. 2, в якій виконано порівняння технологічних показників соків в процесах очищення за звичайною типовою схемою, а також удосконаленою з раціональною величиною рециркуляції до дифузійного соку 50 % пересатурованого переддефекованого соку і з відокремленням осаду нецукрів до основної дефекації.

Аналіз даних табл. 2 показує, що удосконалення технології попередньої дефекації за рахунок рециркуляції до дифузійного соку 50 % пересатурованого переддефекованого соку і наступного відокремлення переддефекаційного осаду нецукрів (внаслідок збільшення у 3 рази швидкості його осадження) характеризується підвищеними якісними показниками соків: основної дефекації – за ра-

Якісні показники соків в процесах очищення за удосконаленою технологією з рециркуляцією до дифузійного соку (перед попередньою дефекацією) різної кількості пересатурованого переддефекованого соку

Технологічні показники	Звичайна типова схема (контроль)	Удосконалена типова схема з рециркуляцією до дифузійного соку пересатурованого переддефекованого соку		
		25 %	50 %	75 %
<b>Дифузійний сік</b>				
рН			6,7	
Вміст білків, % до м.с.			0,458	
Чистота, %			86,2	
<b>Прогресивна попередня дефекація</b>				
рН	11,42	11,45	11,43	11,48
Лужність ф.с. по ф/ф. %CaO	0,14	0,142	0,141	0,139
Лужність неф.с. по ф/ф. %CaO	0,185	0,187	0,184	0,188
Вміст білків, % до м.с.	0,272	0,286	0,301	0,329
Вміст аніонів кислот, %CaO до м. СР	0,422	0,446	0,478	0,547
Забарвленість, од ICUMSA	448	482	514	569
Чистота, %	87,6	87,6	87,4	87,0
<b>Теплий ступінь комбінованої дефекації</b>				
Лужність ф.с. по ф/ф. %CaO	0,43	0,44	0,44	0,43
Лужність неф.с. по ф/ф. %CaO	1,22	1,21	1,19	1,18
Забарвленість, од ICUMSA	461	494	526	583
<b>Гарячий ступінь комбінованої дефекації</b>				
Лужність ф.с. по ф/ф. %CaO	0,40	0,40	0,39	0,40
Вміст білків, % до м.с.	0,344	0,355	0,373	0,413
Вміст аніонів кислот, %CaO до м. СР	0,790	0,812	0,824	0,886
Забарвленість, од ICUMSA	820	843	868	910
Чистота, %	86,8	86,7	86,6	86,1
<b>I сатурація</b>				
рН	11,29	11,31	11,3	11,28
Лужність ф.с. по ф/ф. %CaO	0,11	0,113	0,11	0,112
Вміст білків, % до м.с.	0,138	0,149	0,162	0,197
Вміст аніонів кислот, %CaO до м. СР	0,334	0,356	0,368	0,435
Забарвленість, од ICUMSA	346	362	384	438
Чистота, %	89,4	89,3	89,2	88,7
<b>II сатурація</b>				
рН	9,21	9,26	9,15	9,18
Лужність ф.с. по ф/ф. %CaO	0,022	0,024	0,023	0,021
Солі кальцію, %CaO до м. СР	0,262	0,293	0,304	0,350
Забарвленість, од ICUMSA	318	334	354	398
Чистота, %	89,7	89,6	89,5	89,0

хунок відсутності ефекту розчинення компонентів переддефекаційного осаду, який перед цим був відокремлений від рідкої фази соку; I сатурації – за рахунок підвищеного адсорбційного ефекту видалення розчинних нецукрів карбонатом кальцію в зв'язку з відсутністю в системі відокремлених коагулятивів білків та пектинів; якісні показники соку II сатурації майже дорівнюють для соку I сатурації в зв'язку з відсутністю – другої дефекації з додатковим адсорбційним видаленням розчинних нецукрів на II сатурації.

Із табл. 2 видно, що в результаті рециркуляції 50 % пересатурованого переддефекованого соку з наступним відокремленням пе-

реддефекаційного осаду чистота одержаного соку II сатурації виявилась вище на 0,9 % від чистоти очищеного соку за звичайною типовою схемою і відповідно на 7,5 % вище загальний ефект очищення дифузійного соку.

В результаті виконаних досліджень можна рекомендувати до впровадження в промисловість удосконалену технологію попередньої дефекації з рециркуляцією до дифузійного соку 50 % пересатурованого переддефекованого соку з наступним відокремленням переддефекаційного осаду у відстійниках і направленням: декантату – на тепло-гарячу комбіновану дефекацію за сучасною типовою схемою очищення, а згущеної сус-

пензії переддефекаційного осаду – у мішалку згущеної суспензії осаду соку I сатурації після фільтрів МВЖ (за способом, впровадженим на Городоцькому цукровому заводі [10]) з наступною подачею суміші на фільтрування і знецукрення осаду на вакуум-фільтрах або автоматизованих фільтрпресах.

**Список використаних джерел**

1. Веклунд О. Опыт шведской сахарной промышленности с непрерывной очисткой сока и фильтрацией // Zucker. – 1953. – № 11. – S. 264-280.

2. Бригель-Мюллер А. Методы очистки свекловичного сока // Zeitschrift für die Zuckerindustrie.

Порівняння технологічних показників соків в процесах очищення за звичайною типовою схемою і з рециркуляцією 50 % пересатурованого переддефектованого соку та з відокремленням осаду нецукрів до основної defeкації

Технологічні показники	Звичайна типова схема (контроль)	Удосконалена типова схема з поверненням (до дифузійного соку) 50 % пересатурованого переддефектованого соку	
		без відокремлення переддефекаційного осаду	з відокремленням переддефекаційного осаду
Дифузійний сік			
рН		6,4	
Вміст білків, % до м.с.		0,502	
Чистота, %		87,2	
Прогресивна попередня defeкація			
рН	11,38	11,34	11,35
Лужність ф.с. по ф/ф. %СаО	0,142	0,149	0,149
Вміст білків, % до м.с.	0,243	0,284	0,284
Вміст аніонів кислот, %СаО до м. СР	0,341	0,412	0,412
Забарвленість, од ІСУМСА	434	491	491
Чистота, %	88,7	88,5	88,5
S, см/хв.	2,4	6,2	6,2
Теплий ступінь комбінованої defeкації			
Лужність ф.с. по ф/ф. %СаО	0,37	0,4	0,39
Лужність неф.с. по ф/ф. %СаО	1,2	1,25	1,19
Забарвленість, од ІСУМСА	463	521	501
Гарячий ступінь комбінованої defeкації			
Лужність ф.с. по ф/ф. %СаО	0,35	0,37	0,35
Вміст білків, % до м.с.	0,402	0,422	0,349
Вміст аніонів кислот, %СаО до м. СР	0,746	0,803	0,638
Забарвленість, од ІСУМСА	812	867	702
Чистота, %	87,9	87,7	88,6
І сатурація			
рН	11,29	11,38	11,33
Лужність ф.с. по ф/ф. %СаО	0,097	0,113	0,11
Вміст білків, % до м.с.	0,188	0,227	0,106
Вміст аніонів кислот, %СаО до м. СР	0,28	0,314	0,221
Забарвленість, од ІСУМСА	309	349	246
Чистота, %	90,5	90,4	91,4
S, см/хв.	4,2	8,2	8,7
ІІ сатурація			
рН	9,2	9,3	9,1
Лужність ф.с. по ф/ф. %СаО	0,024	0,026	0,018
Солі кальцію, %СаО до м. СР	0,212	0,253	0,147
Забарвленість, од ІСУМСА	241	343	214
Чистота, %	90,7	90,5	91,6
Загальний ефект очищення дифузійного соку, %	30,0	28,5	37,5

– 1959. – № 11. – С. 557-564.

3. Усовершенствование переддефекационной обработки диффузионного сока // Славянский А.А., Гаврилов А.М., Клименко Л.Л., Купреева В.И. // Сахарная промышленность. — 1996. — № 1. — С.17-20.

4. Рева Л.П. Шостаковський В.А., Антоненко Т.І. Напрямки комплексного удосконалення сучасних технологічних процесів очищення дифузійного соку // Цукор України. — 2007. — № 5-6. — с. 12-17.

5. Рева Л.П., Симахина Г.А. Быстрый метод количественно-

го определения белков в соках сахарного производства // Сахарная промышленность. ЦНИИТЭИПП. — 1978. — № 1. — с. 12-16.

6. Рева Л.П. Шостаковский В.А. и др. Технологические показатели работы промышленного секционного сатуратора // Сахарная промышленность. — 1976. — № 4. — с. 26-31.

7. Инструкция по химико-технологическому контролю и учету сахарного производства. — Киев : Изд. ВНИИСП, 1983. — 476 с.

8. Рева Л. П., Петруша О. О., Степаніщенко Р.В. Дослі-

дження ефективності очищення дифузійного соку з поверненням осаду СаСО<sub>3</sub> в різні зони рН прогресивної переддефекації // Цукор України. — 2011. — № 9.

9. Рева Л.П. Удосконалення схем очищення соків та результати їх впровадження на цукрових заводах // Матеріали засідання технічної ради НАЦУ «Укрцукор». — Київ. — 22.05.2002. — С. 11-16.

10. Tibensky V., Konecna M. Predsaturacia // Listy cukrovarnicke. — 1989. — № 1. — Р. 19-23.