



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45866 (13) U  
(51) МПК (2009)  
C13D 3/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ

1

(21) u200906935

(22) 02.07.2009

(24) 25.11.2009

(46) 25.11.2009, Бюл.№ 22, 2009 р.

(72) ОЛЯНСЬКА СВІТЛАНА ПАНТЕЛЕЙМОНІВНА,  
ЦИРУЛЬНІКОВА ВІТА ВАЛЕНТИНІВНА, РОВИН-  
СЬКИЙ АРТЕМ ДЕМ'ЯНОВИЧ(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ(57) Спосіб очищення дифузійного соку, що вклю-  
чає підігрівання соку, переддефекосатурацію за  
рН 9,0...9,5 і витрат вапна 0,5...0,6 % до маси бу-

2

ряків, відділення передсатураційного осаду, нагрі-  
вання соку, основну defeкацію, I сатурацію, філь-  
трування соку, підігрівання соку і defeкацію перед  
II сатурацією, II сатурацію і фільтрування соку,  
який **відрізняється** тим, що спочатку проводять  
теплу прогресивну переддефекацію з рециркуля-  
цією згущеної суспензії осаду соку II сатурації в  
метастабільну зону, а після переддефекосатурації  
в сік вводять  $2,5 \cdot 10^{-4} \dots 1,0 \cdot 10^{-4}$  % до маси соку ком-  
плексного високомолекулярного реагенту  
"КРОСС - 5".

Корисна модель відноситься до харчової про-  
мисловості, а саме до цукробурякового виробниц-  
тва.

Відомий спосіб очищення дифузійного соку,  
який включає прогресивну переддефекацію вап-  
няним молоком до рН<sub>20</sub> 10,8...11,5, введення в  
зону рН<sub>20</sub> 8,0...9,5 згущеної суспензії осаду II са-  
турації, комбіновану тепло-гарячу основну defeка-  
цію, I сатурацію, фільтрування соку, підігрівання  
соку, defeкацію перед II сатурацією, II сатурацію  
та фільтрування соку [Сапронов А.Р. "Технология  
сахарного производства". - М.: Агропромиздат,  
1998. С. 254-256].

Недоліком цього способу є низька адсорбційна  
здатність карбонату кальцію, який утворюється в  
процесі сатурації, недостатнє очищення дифузій-  
ного соку від нецукрів, висока забарвленість і вміст  
розчинних солей кальцію в очищеному соку II са-  
турації і сиропі, що не дозволяє отримати криста-  
лічний цукор, конкурентоспроможний на світовому  
ринку.

По технічній суті найбільш близьким до корис-  
ної моделі є спосіб очищення дифузійного соку  
УкрНІЦП з відділенням передсатураційного соку  
до основної defeкації [Штангеев В.О., Кобер В.Т.,  
Белостоцкий Л.Г. Современные технологии и обо-  
рудование свеклосахарного производства. - В 2-х  
частях. - Ч. I. - К.: Цукор України, 2003. - С.228-  
231].

За цим способом дифузійний сік нагрівають до  
температури 85°C і направляють на переддефеко-

сатуратор з циркуляційним контуром для багато-  
разової рециркуляції передсатураційного соку -  
500...600% до об'єму дифузійного соку. Дефекоса-  
турація проводиться за витрат вапна 0,5...0,6%  
СаО до маси буряків при значеннях рН соку  
9,0...9,5. Згущення передсатураційного осаду здій-  
снюють на гравітаційних відстійниках, фільтруван-  
ня суспензії на вакуум-фільтрах. Фільтрат із ваку-  
ум-фільтрів і декантат передсатураційного соку  
направляють на підігрівники, проводять основну  
defeкацію, I сатурацію, підігрівання соку, defeка-  
цію перед II сатурацією, II сатурацію і фільтруван-  
ня соку.

Недоліком цього способу є відсутність прогресивної попередньої defeкації, в процесі якої по-  
ступово підвищується рН соку і створюються умо-  
ви для оптимальної коагуляції різних груп  
високомолекулярних сполук, утворюється коагу-  
лят, стійкий до пептизації в умовах високої лужно-  
сті.

В основу корисної моделі поставлено завдан-  
ня удосконалити спосіб очищення дифузійного  
соку з метою збільшення повноти коагуляції і оса-  
дження ВМС, солей кальцію і барвних речовин,  
підвищення адсорбційної здатності осадів карбо-  
нату кальцію, які утворюються в умовах I та II са-  
турації, підвищення ефекту очищення і чистоти  
очищеного соку, виходу і якості білого цукру та  
зменшення витрат вапна на очищення дифузійно-  
го соку.

(13) U  
(11) 45866  
(19) UA

Поставлене завдання вирішується тим, що спосіб очищення дифузійного соку включає підігрівання соку, переддефекосатурацію за  $pH\ 9,0...9,5$  і витрат вапна  $0,5...0,6\%$  до маси буряків, відділення передсатураційного осаду, нагрівання соку, основну дефекацію, I сатурацію, фільтрування соку, підігрівання соку і дефекацію перед II сатурацією, II сатурацію і фільтрування соку. Згідно корисної моделі спочатку проводять теплу прогресивну переддефекацію з рециркуляцією згущеної суспензії осаду соку II сатурації в метастабільну зону, а після переддефекосатурації в сік вводять  $2,5 \cdot 10^{-4}...1,0 \cdot 10^{-3}\%$  до маси соку комплексного високомолекулярного реагенту "КРОСС-5".

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками і очікуваним результатом полягає в наступному.

По-перше, внаслідок проведення теплої прогресивної попередньої дефекації створюються оптимальні умови для коагуляції і адсорбції високомолекулярних сполук: білкових речовин, продуктів їх розкладу пептидів, пектинових речовин при поступовому підвищенні  $pH$  соку і введенні твердої фази карбонату кальцію у вигляді суспензії осаду II сатурації у метастабільну зону  $pH\ 9,0...9,5$  де спостерігаються конформаційні перетворення і мінімальний заряд поверхонь ВМС, система характеризується мінімальною в'язкістю і електропровідністю, нестійкістю до коагуляції.

По-друге, при додаванні в переддефекосатурований сік з  $pH\ 9,0...9,5$  високомолекулярного комплексного реагенту "КРОСС-5" в кількості  $2,5 \cdot 10^{-4}...1,0 \cdot 10^{-3}\%$  до маси соку (дозвіл на використання в цукровій промисловості № 05.03.02-04/37638 від 23.08.2005 р.) його макромолекула максимально розгортається, отримує максимальний заряд і найбільш ефективно взаємодіє з полярними від'ємно зарядженими групами ВМС білково-пектинового комплексу, що забезпечує нейтралізацію поверхневого заряду ВМС, руйнування стабілізуючих сольватних оболонок ВМС, втрату ними агрегативної стійкості і випадання в осад, про що свідчать високі середні швидкості седиментації соку: за перші дві хвилини -  $9,0...11,3\text{ см/хв.}$  і за п'ять хвилин -  $4,30...4,50\text{ см/хв.}$  Практично седиментація переддефекосатурованого соку завершується за  $2...3\text{ хв.}$

По-третє, проведення прогресивної переддефекації і введення комплексного високомолекулярного реагенту "КРОСС-5" в кількості  $2,5 \cdot 10^{-4}...1,0 \cdot 10^{-3}\%$  до маси соку після переддефекосатурації перед відстоюванням дозволяє суттєво збільшити повноту осадження розчинних солей кальцію на  $45,0...58,0\%$ , білкових речовин на  $60,0...80,0\%$ , барвних речовин більше ніж на  $60,0\%$ , що забезпечує збільшення загального ефекту очищення і чистоти переддефекосатурованого соку, дає змогу отримати в умовах I та II сатурації майже чистий карбонат кальцію з підвищеною адсорбційною здатністю і зменшити витрати вапна на очищення.

Спосіб здійснюється наступним чином:

Дифузійний сік після мезгоуловлювача подається в збірник. Далі сік підігріваємо до температури  $50...55^\circ\text{C}$  і проводимо теплу прогресивну по-

передню дефекацію з рециркуляцією в метастабільну зону (третьо-четверту камеру переддефекатора) згущеної суспензії осаду соку II сатурації в такій кількості, щоб вміст твердої фази на виході із переддефекатора становив  $1,0...1,2\%$   $\text{CaCO}_3$ . Кількість суспензії осаду II сатурації додається в автоматичному режимі, пропорційно кількості дифузійного соку, яка відкачується з дифузійної установки. Після переддефекатора  $pH_{20}$  соку становить  $11,2...11,5$  залежно від якості сировини, яка надходить у виробництво. На виході із переддефекатора до соку додають  $0,5...0,6\%$   $\text{CaO}$  до маси буряків. Сік підігрівають до температури  $85^\circ\text{C}$  і направляють на переддефекосатурацію до  $pH_{20}\ 9,0...9,5$ .

Високомолекулярний комплексний реагент "КРОСС-5" через дозуючий пристрій подають у мішалку, попередньо розчиняють, насосом подають у напірний збірник, а далі - в контрольний ящик соку після переддефекосатуратора, сік обробляють реагентом "КРОСС-5" в кількості  $2,5 \cdot 10^{-4}...1,0 \cdot 10^{-3}\%$  до маси соку і направляють на відстійники. Згущена суспензія осаду переддефекосатураційного соку із відстійників фільтрується на вакуум-фільтрах. Декантат соку після відстійників і фільтрат після вакуум-фільтрів підігрівають до температури  $85...90^\circ\text{C}$ , направляють на основну дефекацію за витрат вапна  $0,5...0,6\%$   $\text{CaO}$  до маси соку, далі на I сатурацію в швидкохідний сатуратор з внутрішнім ерліфтом. Сік I сатурації з  $pH_{20}\ 11,0...11,2$  підігрівають до температури  $89...90^\circ\text{C}$  і фільтрують на фільтрах-згущувачах, а суспензію - на вакуум-фільтрах. Фільтрований сік I сатурації підігрівають до температури  $90...96^\circ\text{C}$ , проводять дефекацію перед II сатурацією  $0,5\%$   $\text{CaO}$ , II сатурацію в апараті з внутрішнім ерліфтом до  $pH_{20}\ 9,2...9,5$  і фільтрують на фільтрах-згущувачах.

Приклад 1. Шість проб дифузійного соку розмішували на водяній бані і проводили теплу прогресивну переддефекацію при температурі  $50...55^\circ\text{C}$   $0,3\%$   $\text{CaO}$  до маси соку з введенням в метастабільну зону згущеної суспензії осаду II сатурації в такій кількості, щоб вміст твердої фази в соку після переддефекації становив  $1,0\%$   $\text{CaCO}_3$ ,  $pH_{20}$  соку після переддефекації -  $11,0...11,2$ . В кожну пробу добавляли  $0,5\%$   $\text{CaO}$  до маси соку, сік підігрівали до температури  $85^\circ\text{C}$  і насичували  $\text{CO}_2$  до  $pH_{20}\ 9,0...9,5$ . В проби 1-6 вносили комплексний високомолекулярний реагент "КРОСС-5" в кількості  $1,3 \cdot 10^{-4}...1,0 \cdot 10^{-3}\%$  до маси соку. Проба 7 являлась контрольною. Дифузійний сік контрольної проби нагрівали до  $85^\circ\text{C}$ , в сік добавляли  $0,5\%$   $\text{CaO}$  до маси соку і проводили переддефекосатурацію до  $pH_{20}\ 9,0...9,5$ . Після переддефекосатурації в цю пробу реагент "КРОСС-5" не вводили.

Кожну пробу 1...7 переддефекосатурованого соку заливали в циліндр на  $350\text{ см}^3$ , визначали середню швидкість седиментації за 2 і 5хв., об'єм осаду через 25хв. седиментації,  $pH_{20}$  соку. Результати дослідів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

№ до- сліду	Технологічні показники соку	Витрати хімічного реагенту, % до маси соку						Контрольна проба
		$1,3 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	
1	S <sub>2</sub> , см/хв.	7,25	8,00	8,25	10,25	11,0	10,7	3,75
	S <sub>5</sub> , см/хв.	4,22	3,86	4,38	4,28	4,17	4,12	3,9
	V <sub>25</sub> , %	9,2	13,2	7,2	5,7	7,2	5,9	14,0
2	S <sub>2</sub> , см/хв.	7,0	8,75	10,75	10,80	11,3	10,8	3,75
	S <sub>5</sub> , см/хв.	4,06	4,58	4,32	4,40	4,32	4,27	3,8
	V <sub>25</sub> , %	12,2	8,8	7,1	10,4	11,2	10,1	14,2
3	S <sub>2</sub> , см/хв.	7,2	8,9	10,7	11,5	11,4	10,6	10,7
	S <sub>5</sub> , см/хв.	4,11	4,53	4,46	4,74	4,68	4,32	4,56
	V <sub>25</sub> , %	8,6	8,9	4,6	6,3	7,9	6,0	9,4
4	S <sub>2</sub> , см/хв.	8,0	10,35	10,3	10,85	11,5	11,0	7,0
	S <sub>5</sub> , см/хв.	4,58	4,40	4,16	4,58	4,76	4,52	4,10
	V <sub>25</sub> , %	7,0	10,5	7,5	8,9	9,4	8,8	10,0
Середнє	S <sub>2</sub> , см/хв.	7,36	9,00	10,00	10,85	11,3	10,78	6,30
	S <sub>5</sub> , см/хв.	4,24	4,31	4,33	4,50	4,48	4,31	4,09
	V <sub>25</sub> , %	9,25	10,35	6,6	7,82	8,93	7,70	11,9

Очевидно, що при введенні в переддефекосатурований сік з pH 9,0...9,5 комплексного високомолекулярного реагенту "КРОСС-5" в кількості  $2,5 \cdot 10^{-4}$ ... $1,0 \cdot 10^{-3}$ % до маси соку спостерігається ефективна взаємодія його з полярними від'ємно зарядженими групами ВМС білково-пектинового комплексу, нейтралізація поверхневого заряду, руйнування стабілізуючих сольватних оболонок ВМС, втрата ними агрегативної стійкості і випадання в осад, про що свідчать високі середні швидкості седиментації соку: за перші дві хвилини - 9,0...11,3 см/хв., за п'ять хвилин - 4,30...4,50 см/хв., утворення щільного компактного осаду через 25хв. седиментації. За витрат реагенту  $4,0 \cdot 10^{-4}$ ... $5,0 \cdot 10^{-4}$  середня швидкість седиментації за 2хв. становить 10,0...10,85 см/хв., що більше ніж в півтора рази швидкості седиментації контрольної проби, а об'єм осаду через 25хв. седиментації майже вдвічі менший об'єму осаду контрольної проби. Практично седиментація переддефекосатурованого соку завершується за 2...3хв.

Приклад 2. Шість проб дифузійного соку розміщували на водяній бані і проводили теплу прогресивну переддефекацію за температури 50...55°C 0,3% CaO до маси соку з введенням згущеної суспензії осаду II сатурації в метастабільну зону в такій кількості, щоб вміст твердої фази в соку становив 1,0% CaCO<sub>3</sub>, а pH<sub>20</sub> соку після переддефекації - 11,0...11,2. В кожну пробу добавляли 0,5% CaO до маси соку, сік підігрівали до температури 85°C і насичували CO<sub>2</sub> до pH<sub>20</sub> 9,0...9,1. В проби 1-6 вносили комплексний високомолекулярний реагент "КРОСС-5" в кількості  $1,3 \cdot 10^{-4}$ ,  $2,5 \cdot 10^{-4}$ ,  $4,0 \cdot 10^{-4}$ ,  $5,0 \cdot 10^{-4}$ ,  $7,5 \cdot 10^{-4}$ ,  $1,0 \cdot 10^{-3}$  до маси соку. Проба 7 являлась контрольною. Після відділення осаду шляхом седиментації в кожній пробі визначали чистоту переддефекосатурованого соку, вміст солей кальцію, забарвленість і вміст білкових речовин. Результати дослідів наведені в табл. 2.

Таблиця 2

№ до- сліду	Технологічні показ- ники соку	Витрати хімічного реагенту, % до маси соку						Контрольна проба
		$1,3 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	
1	Чистота, %	91,9	92,2	92,4	92,9	92,3	91,8	90,1
	Вміст солей каль- цію, г на 100г СР	0,560	0,522	0,375	0,370	0,420	0,481	0,763
	Забарвленість, од. (ICUMSA)	1701,5	1091,3	478,2	592,6	976,9	1161,7	2933,6
	Вміст білкових ре- човин, г на 100г СР	1,12	0,79	0,51	0,53	0,25	0,65	1,65
2	Чистота, %	92,2	92,9	93,3	93,2	92,9	92,3	91,3
	Вміст солей каль- цію, г на 100г СР	0,503	0,403	0,352	0,342	0,375	0,454	0,94
	Забарвленість, од. (ICUMSA)	2654,8	1272,6	1186,8	961,7	957,1	967,6	2886,0
	Вміст білкових ре- човин, г на 100г СР	1,21	0,66	0,53	0,56	0,30	0,71	1,79

Продовження таблиці 2

№ дослідів	Технологічні показники соку	Витрати хімічного реагенту, % до маси соку						Контрольна проба
		$1,3 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	
Середнє	Чистота, %	92,05	92,6	92,85	93,1	92,6	92,05	90,7
	Вміст солей кальцію, г на 100г СР	0,532	0,462	0,364	0,356	0,398	0,468	0,852
	Забарвленість, од. (ICUMSA)	2178,2	1182,0	832,5	777,2	967,0	1064,6	2909,8
	Вміст білкових речовин, г на 100г СР	1,165	0,725	0,52	0,545	0,280	0,68	1,72

Аналіз отриманих даних показує, що використання запропонованого комплексного високомолекулярного реагенту "КРОСС- 5" є ефективним засобом для підвищення загального ефекту очищення і чистоти соку. При введенні в переддефекосатурований сік реагенту в кількості  $4,0 \cdot 10^{-4}$ ... $5,0 \cdot 10^{-4}$  повнота осадження солей кальцію збільшується майже на 60%, а білкових речовин і барвних речовин на 70%, внаслідок чого чистота соку підвищується більше ніж на 2 одиниці порівняно з контрольним дослідом. Суттєве збільшення повноти осадження ВМС і солей кальцію дозволить отримати майже чистий осад  $\text{CaCO}_3$  з підвищеною адсорбційною здатністю в умовах I та II сатурації.

Приклад 3. Дві проби дифузійного соку розміщували на водяній бані і проводили прогресивну попередню defeкацію при температурі 50...55°C 0,3%  $\text{CaO}$  за умов, які детально описані в прикладі 1. В кожну пробу добавляли 0,5%  $\text{CaO}$  до маси соку, сік нагрівали до температури 85°C і насичували  $\text{CO}_2$  до pH 9,25. В проби 1-2 вносили комплексний високомолекулярний реагент "КРОСС-5" в кількості  $4,0 \cdot 10^{-4}$  і  $5,0 \cdot 10^{-4}$  до маси соку. Третя проба являлася контрольною. Дифузійний сік кон-

трольної проби нагрівали до 85°C, в сік добавляли 0,5%  $\text{CaO}$  до маси соку і проводили переддефекосатурацію до pH<sub>20</sub> 9,0...9,5. Після відділення переддефекосатураційного осаду шляхом седиментації декантати нагрівали до температури 85°C і проводили 10хв. основну defeкацію 0,5%  $\text{CaO}$ , I сатурацію до pH<sub>20</sub> 11,0...11,2. Сік кожної проби фільтрували, нагрівали до температури 95°C, проводили defeкацію перед II сатурації 0,5%  $\text{CaO}$ , II сатурацію до pH<sub>20</sub> 9,25 Далі проби фільтрували і аналізували. Результати дослідів наведені в табл. 3.

Таким чином, використання комплексного високомолекулярного реагенту "КРОСС-5" після переддефекосатурації за запропонованим способом і збільшення повноти осадження ВМС та інших нецукрів та їх відділення до основної defeкації значно покращує адсорбційну здатність осадів  $\text{CaCO}_3$ , які утворюються на I та II сатурації, про що свідчить підвищення повноти видалення нецукрів, які найбільшою мірою впливають на отримання білого цукру високої якості: розчинних солей кальцію - на 70,6...81,0%, барвних речовин - на 44,2...54,4%, що призводить до суттєвого підвищення чистоти соку II сатурації, дозволяє зменшити витрати вапна на очищення.

Таблиця 3

№ дослідів	Технологічні показники соку	Витрати хімічного реагенту, % до маси соку		Контрольна проба
		$4,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	
1	Чистота, %	93,4	92,8	91,6
	Вміст солей кальцію, г на 100г СР	0,077	0,116	0,386
	Забарвленість, од. (ICUMSA)	94,58	115,14	205,6
2	Чистота, %	93,5	92,8	91,2
	Вміст солей кальцію, г на 100г СР	0,064	0,104	0,361
	Забарвленість, од. (ICUMSA)	79,4	97,2	175,8
Середнє	Чистота, %	93,4	92,80	91,40
	Вміст солей кальцію, г на 100г СР	0,071	0,110	0,374
	Забарвленість, од. (ICUMSA)	87,0	106,2	190,7

Технічний результат полягає в наступному. Спосіб призводить до одержаних очищених соків високої чистоти внаслідок інтенсифікації хімічних і адсорбційних процесів, збільшення ступеня коагуляції ВМС, повноти осадження органічних і міне-

ральних речовин, підвищення загального ефекту очищення. За рахунок збільшення чистоти соку II сатурації можна досягти збільшення виходу цукру на 0,5% до маси буряків та покращення його якісних показників.

