

Доцільність використання фільтроперліту для покращення якісних показників очищеного соку /В.В. Цирульнікова, О.Е. Войтович, С.П. Олянська, М.П. Купчик // Харчова промисловість. - 2009 -№ 8- С. 38-41.

*Кафедра технології цукру і підготовки води
Національний університет харчових технологій*

УДК 664.1.038

ЦИРУЛЬНИКОВА В.В., аспірант кафедри технології цукру та полісахаридів

ВОЙТОВИЧ О.Б., магістр кафедри технології цукру та полісахаридів

ОЛЯНСЬКА С.П., кандидат технічних наук

КУПЧИК М.П., доктор технічних наук

ЦЫРУЛЬНИКОВА В.В., ВОУТОВИЧ О.Б., ОЛЯНСКАЯ С.П., КУПЧИК М.П.

TSIRULNIKOVA V.V., VOYTOVICH O.B., OLYANSKA S.P., KUPCHIK M.P.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ФІЛЬТРОПЕРЛІТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ОЧИЩЕНОГО СОКУ

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЛЬТРОПЕРЛИТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЧИЩЕННОГО СОКА

EFFECTIVENESS OF USING FILTROPERLIT FOR INCREASE QUALITY OF PURIFIED JUICE

Досліджено ефективність додаткового очищення соку II сатурації з використанням фільтроперліту. Доведено, що найкращі показники очищеного соку спостерігаються при додаванні 0,2% фільтроперліту в нефільтрований сік II сатурації: чистота соку II сатурації підвищується в середньому на 1,7 %, зменшується вміст солей кальцію на 12,7 %, кольоровість соку - на 19,2 %.

Ключові слова: очищення соку, нефільтрований сік II сатурації, нецукри, чистота соку, вміст солей кальцію, кольоровість, фільтрувальні порошки, фільтроперліт, вихід цукру.

Исследовано эффективность дополнительной очистки сока II сатурации с использованием фильтроперлита. Доказано, что наилучшие показатели очищенного сока наблюдаются при добавлении фильтроперлита в количестве 0,2% к массе сока в нефильтрованный сок II сатурации: чистота сока повышается в среднем на 1,7ед., уменьшается содержание солей кальция на 12,7%, а цветность сока - на 19,2%.

Ключевые слова: очистка сока, нефильтрованный сок II сатурации, несахара, чистота соку, содержание солей кальция, цветность, фильтровальные порошки, фильтроперлит, выход сахара.

Results of the theoretical and experimental researches have been presented in the article concerning increase of the efficiency of raw juice purification by means using filtroperlite. The mechanism of adsorption of nonsugars and dye-stuffs of thick juice (after 2nd carbonatation) is described. Experimental researches confirmed the efficiency of using filtroperlite as an adsorbent of nonsugars thick juice.

Key words: raw juice purification, thick juice, nonsugars, dye-stuffs, efficiency, mathematical processing, filtroperlite, sugar yield.

© Цирульнікова В.В., Войтович О.Б., Олянська С.П., Купчик М.П., 2009

Адсорбція на поверхні твердих тіл є основою багатьох фізико-хімічних процесів. Поряд із активним вугіллям останнім часом як адсорбенти широко застосовуються природні дисперсні мінерали [1]. Завдяки пористій структурі та високорозвиненій поверхні такі мінеральні сорбенти здатні селективно вилучати з водних розчинів різні речовини, а їхня нетоксичність дає можливість використовувати ці речовини для потреб різних галузей харчової промисловості та для очищення питної води [2].

Важливою проблемою для цукрової промисловості України в зв'язку з вступом України до СОТ є вдосконалення існуючої технологічної схеми для зменшення кольоровості та вмісту зольних нецукрів у очищеному соку і у кристалічному цукрі. За вимогами до споживчого цукру, які діють у країнах ЄС кристалічний цукор першої категорії (екстра) повинен мати кольоровість не більше 22,5 одиниць ICUMSA, масову частку золи не більше 0,011 %; цукор другої категорії - кольоровість не більше 45 одиниць ICUMSA, масову частку золи не більше 0,027 %.

Для підвищення якості очищеного соку і сиропу використовували фільтроперліт, кізельгур, діатоміт, волокнисті інертні матеріали, карборафін, керамзитовий пил [3, 4, 5, 6]. Дослідження Кравця Я.О. [3, 5] показали, що фільтрувальний порошок фільтроперліт може бути використаний також для зняття ступеня пересичення карбонату кальцію внаслідок кристалізації CaCO_3 на розвинутій поверхні часточок перліту. За даними [5] більш доцільно вводити фільтроперліт у сік II сатурації або у відстійник соку, використовувати дискові фільтри з намиванням перліту. Для зменшення вмісту солей кальцію в сиропі автор рекомендує проходження соко-перлітної суспензії по тракту: підігрівники соку перед випарною установкою —• випарні апарати —» підігрівники сиропу з клеровкою —• фільтри сиропу з клеровкою [5]. При застосуванні фільтроперліту має місце ефект механічного очищення поверхні теплообміну абразивними часточками перліту.

Дослідження [7] показали доцільність комбінованого введення фільтроперліту в кількості 0,2 % безпосередньо в дифузійний сік та 0,1 % у зону з рН 9,0 на

попередню дефекацію, що дозволяє підвищити повноту осадження ВМС білково-пектинового комплексу і чистоту очищеного соку на 1 %.

Україна має унікальні природні запаси перлітової сировини в Закарпатті, які складають біля 120 млн.тонн. До складу перлітової породи входить до 75 % SiO_2 , 11-16 % Al_2O_3 , 3 - 10 % Na_2O і K_2O , 0,5 - 0,6 % Fe_2O_3 .

Згідно з ДСТУ 3665-97 в Україні виробляють пісок перлітовий фільтрувальний груп А, Б і В, які відрізняються між собою насипною густиною і масовою долею часточок, що спливають у воді. У наших дослідженнях максимальний загальний ефект очищення соку було отримано при використанні перліту групи А, який і використовували для подальших експериментів.

У промислових умовах ВАТ "Райз- цукор" (Лохвицький цукровий завод) було проведено серію досліджень для виявлення оптимальної точки введення фільтроперліту в контрольний ящик II сатурації і після відстійників-дозрівачів. Кращими виявилися показники при введенні фільтроперліту в нефільтрований сік II сатурації.

У табл. 1 наведені результати визначення впливу добавок різних кількостей фільтроперліту в нефільтрований сік II сатурації при температурі 85...90 °С з періодичним перемішуванням протягом 15 хв на чистоту соку II сатурації, вміст солей кальцію і кольоровість соку.

Найкращі показники очищеного соку спостерігаються при додаванні 0,2% фільтроперліту в нефільтрований сік II сатурації: чистота соку II сатурації підвищується в середньому на 1,7%, зменшується вміст солей кальцію на 12,7%, кольоровість соку - на 19,2%.

Додатково були проведені дослідження впливу фільтрувального порошку на процес осадження ВМС. При витратах фільтроперліту 0,2 % до маси нефільтрованого соку вміст ВМС у соку II сатурації в дослідах 1 - 4 складав 0,481; 0,369; 0,340; 0,275 % порівняно з вмістом ВМС у соку II сатурації без використання фільтроперліту відповідно — 0,978; 0,794; 0,720; 0,682 %. Таким чином, за рахунок введення фільтроперліту вміст ВМС у соку зменшується вдвічі, ступінь додаткового видалення ВМС із очищеного соку досягає 54,1 %, що сприятиме зменшенню

в'язкості соку і сиропу, покращенню кристалізаційної здатності продуктів та якості цукру.

Таблиця 1.

Вплив додавання фільтроперліту на технологічні показники соку II сатурації

№ дос-луду	Технологічні показники соку II сатурації	Витрати перліту, % до маси соку				Контр. проба
		0,05	0,10	0,20	0,30	
1.	Чистота соку, %	88,5	88,9	90,0	89,9	88,0
	Вміст солей кальцію, г на 100 г СР	0,270	0,262	0,257	0,261	0,288
	Кольоровість, од. ICUMSA/100 г СР	215,3	192,3	192,69	186,56	245,3
2.	Чистота соку, %	89,2	89,8	90,5	90,35	88,8
	Вміст солей кальцію, г на 100 г СР	0,212	0,205	0,190	0,216	0,220
	Кольоровість, од. ICUMSA/100 г СР	224,37	198,72	187,49	197,74	230,4
3.	Чистота соку, %	90,3	90,6	91,12	90,9	89,6
	Вміст солей кальцію, г на 100 г СР	0,160	0,152	0,144	0,146	0,168
	Кольоровість, од. ICUMSA/100 г СР	171,94	188,07	166,71	188,1	211,3
4.	Чистота соку, %	90,7	91,5	92,2	92,1	90,5
	Вміст солей кальцію, г на 100 г СР	0,130	0,124	0,118	0,120	0,136
	Кольоровість, од. ICUMSA/100 г СР	132,3	130,94	127,1	128,74	147,06

Таке покращення якості соку можна пояснити [6, 7] тим, що в системі "фільтроперліт - 10 % розчин цукрози" протягом 10 хв має місце суттєве підвищення вмісту розчиненого кремнію, особливо в зонах $pH > 9$, де спостерігається значний перехід у розчин кремнезему фільтроперліту. Окрім монокремнієвої ф₂ кислоти $Si(OH)_4$ у розчині додатково утворюються силікат-іони: $НВіОз$, $БЮз$. Частина розчиненого кремнезему (до 10 % від його загальної кількості) при введенні фільтроперліту у сік II сатурації буде знаходитись у полімерній формі, що сприятиме підвищенню видалення ВМС, солей кальцію та інших нецукрів.

Метою наших досліджень було встановлення оптимальних витрат фільтроперліту з урахуванням чистоти нефільтрованого соку II сатурації, які б забезпечили максимальний приріст чистоти соку, мінімальний вміст солей кальцію та мінімальну кольоровість.

Використавши масив отриманих експериментально даних, апроксимували їх в пакеті прикладних програм MathCAD Professional 2000 за допомогою регресійного аналізу:

- отримали рівняння локальних критеріїв оптимізації (в натуральній формі значень);
- знайшли для кожного рівняння середньоквадратичні відносні похибки;
- перевели значення локальних критеріїв у безрозмірну форму (за допомогою методу Харрінгтона);
- звели всі локальні критерії до узагальненого критерію оптимізації.

Розроблення математичної моделі

За допомогою методу найменших квадратів були отримані рівняння для визначення:

- приросту чистоти соку II сатурації

$$\Delta \text{чистоти соку II сатурації} = 18714,91 + 48,86 \cdot G - 625,01 \cdot \text{Ч}_{\text{II}} - 0,45 \cdot G \cdot \text{Ч}_{\text{II}} + 25,80 \cdot G^2 + 6,96 \cdot \text{Ч}_{\text{II}}^2 - 119,28 \cdot G^3 - 0,03 \cdot \text{Ч}_{\text{II}}^3.$$

де G - витрати перліту, % до маси соку;

Ч_{II} - початкова чистота соку II сатурації, %;

Середньоквадратична відносна похибка даного рівняння:

$$\delta = 0,128$$

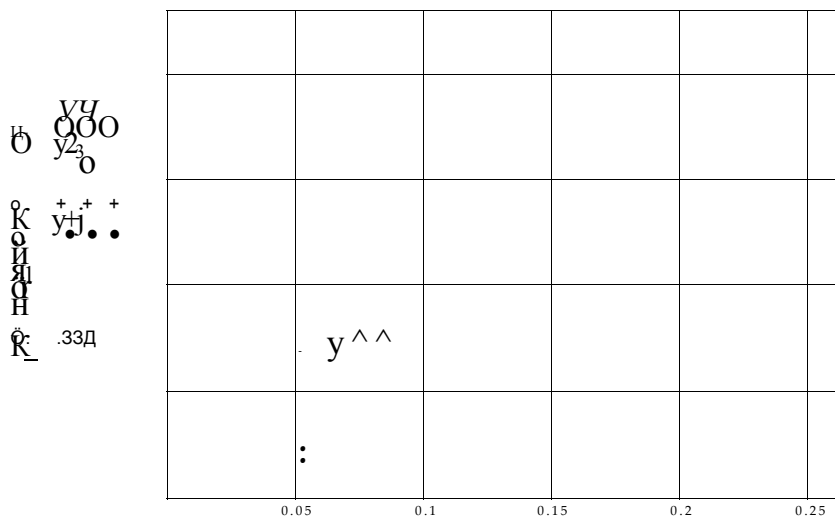


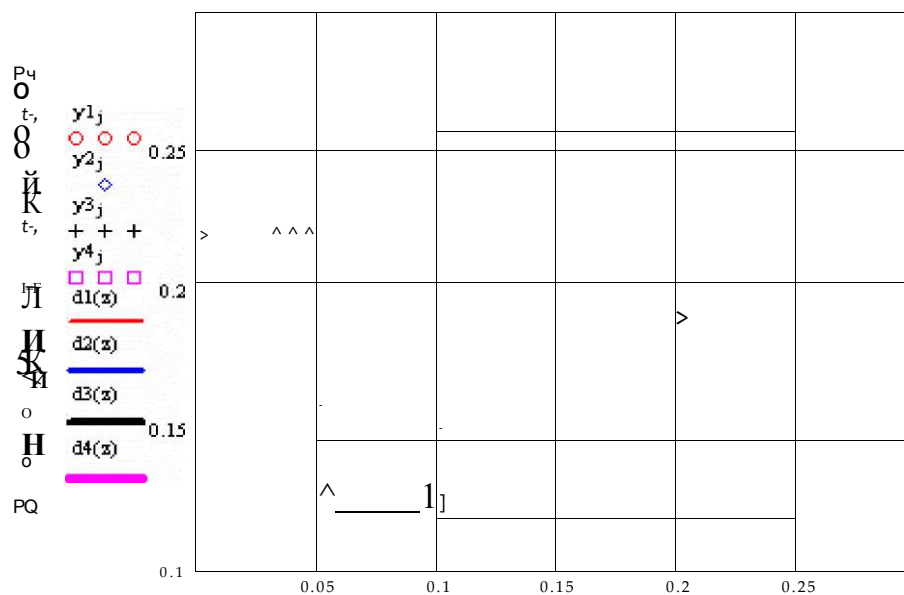
Рис.1 Залежність приросту чистоти соку II сатурації від витрат перліту при різних чистотах соку (88.0, 88.8, 89.6, 90.5 %)

вмісту солей кальцію в соку II сатурації

Соли Ca^{2+} соку II сатурації $-5031,58-0,49-G+170,45-4_n+0,003-G-4_n+0,13-G^2 -1,92-Ч_{II}^2 +$
 $+1,15-G^3+0,007-4_n^3$.

Середньоквадратична відносна похибка даного рівняння:

$$5 = 0,004$$

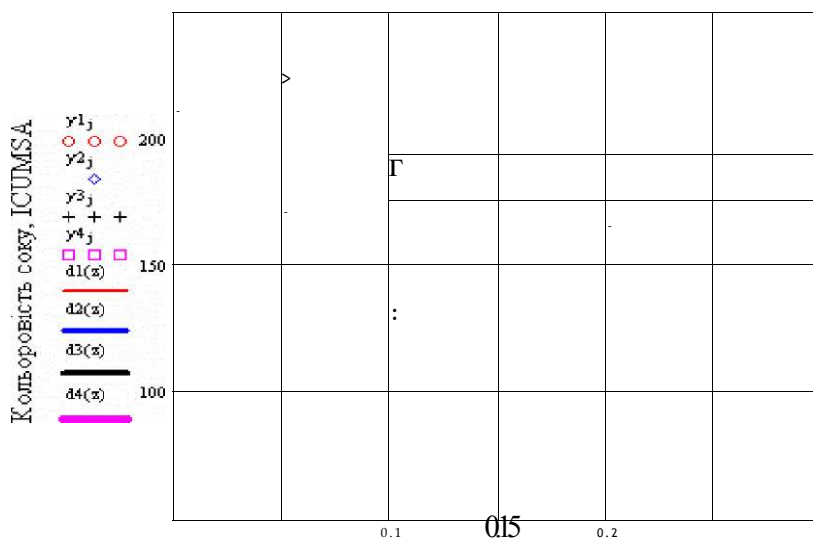


Витрати перліту, % до маси соку

Рис.2 Залежність вмісту солей кальцію в соку II сатурації від витрат перліту при різних чистотах соку (88.0, 88.8, 89.6, 90.5 %).

- кольоровості соку II сатурації

к соку II сатурації $= -85926,87-5073,26-G+1380,41 -4_n+51,32-G-4_n+1945,23-G^2+$
 $+1,91-4^2-2238,95-G^3-0,07-4^3$



Витрати перліту, % до маси соку

Рис.3 Залежність кольоровості соку II сатурації від витрат перліту при різних чистотах соку (88.0, 88.8, 89.6, 90.5%).

Оптимізація очищеного соку II сатурації по узагальненому критерію

У загальному вигляді багатокритеріальна задача оптимізації із загальним (адитивним) критерієм оптимізації має 3 складових (локальних критеріїв - вихідних параметрів процесу):

$$F(x_1, x_2) = f_{f1}(x_1, x_2)^{X_1} f_{f2}(x_1, x_2)^{X_2} f_{f3}(x_1, x_2)^{X_3} \rightarrow \max,$$

де $f_{f1}(x_1, x_2)$ - приріст чистоти соку II сатурації, од;

$f_{f2}(x_1, x_2)$ - вміст солей кальцію в соку II сатурації, г на 100 г СР;

$f_{f3}(x_1, x_2)$ - кольоровості соку II сатурації, од. ICUMSA/100 г СР;

x_1 — витрати перліту, % до маси соку;

x_2 - початкова чистота соку II сатурації, %;

X_1, X_2, X_3 - ВАГОВІ КОЕФІЦІЄНТИ ВІДПОВІДНИХ ЛОКАЛЬНИХ КРИТЕРІЇВ, ДЛЯ ЯКИХ $X_1 + X_2 + X_3 = 1$.

Оскільки локальні критерії оптимальності - величини різного порядку, то для знаходження узагальненого критерію оптимізації необхідно перевести їх в безрозмірну форму, використавши метод Харрінгтона.

За значеннями локальних параметрів у натуральній формі, відповідно до таблиці бажаностей (табл. 2), з використанням методу лінійної інтерполяції знаходяться значення проміжних параметрів за формулою:

$$(f_{fi} - rcq) \cdot (FP_{i-1} - FP_{ij})$$

де i - ті значення локального критерію оптимальності в натуральній формі й проміжного параметра, що беруться з табл. 2 ($i = 1, 2, \dots, 6$).

Використання узагальненої функції бажаності вимагає перетворення локальних критеріїв оптимізації з натуральної форми в безрозмірну через значення проміжних параметрів f_{pr} за допомогою функції бажаності:

$$f_{b} < - e$$

Оптимальне значення параметрів оптимізації - витрат перліту і чистоти соку II сатурації знаходимо за допомогою максимального значення цільової функції, використовуючи метод сіток, при рівних значеннях вагових коефіцієнтів $X_i = 0,33$;

0,33; 0,33 та при $\alpha = 0,5; 0,4; 0,1$, враховуючи важливість факторів: приросту чистоти соку і вмісту солей кальцію.

Таблиця 2

Інтервали бажаностей локальних критеріїв оптимальності для процесу очищення соку II сатурації із застосуванням фільтроперліту

Локальні критерії оптимальності	Значення бажаностей					
	дуже погано		погано	задовільно	добре	дуже добре
	0,01	0,20	0,57	0,63	0,80	0,99
$ff_1(x_1, x_2)$, %	0,2	0,56	0,92	1,28	1,64	2,0
$ff_2(x_1, x_2)$, г на 100 г СР	0,288	0,254	0,220	0,186	0,152	0,118
$ff_3(x_1, x_2)$, од. ICUMSA	245,3	221,66	198,02	174,38	150,74	127,10

Лінії рівня узагальненого критерію оптимальності показано на рис. 4 і 5.

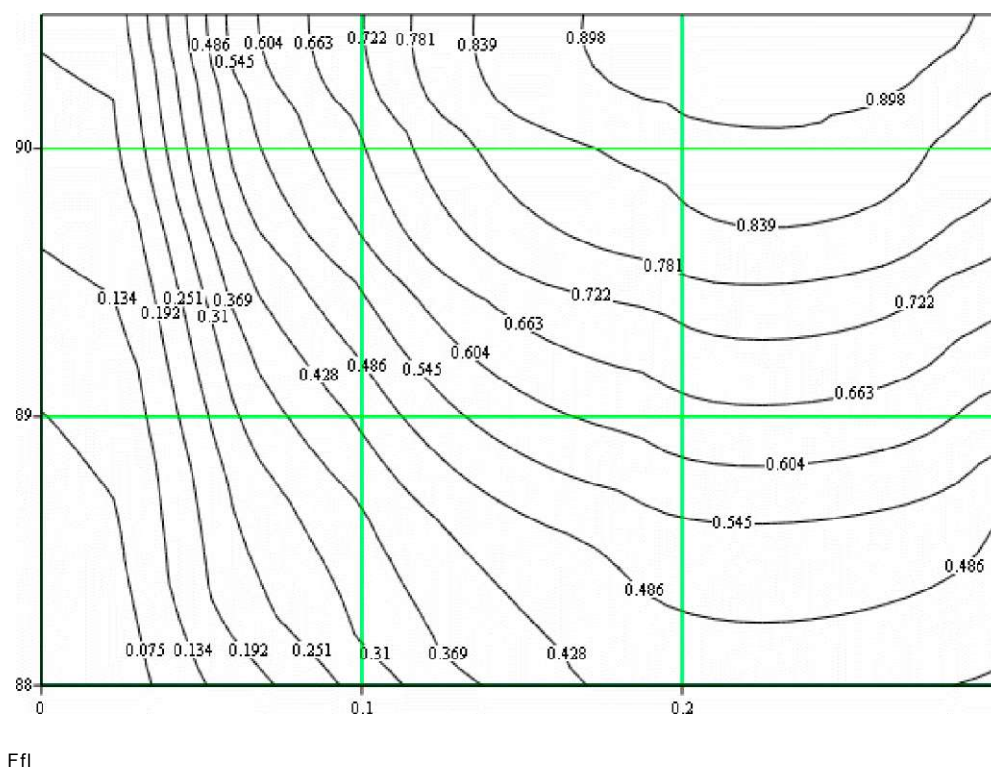
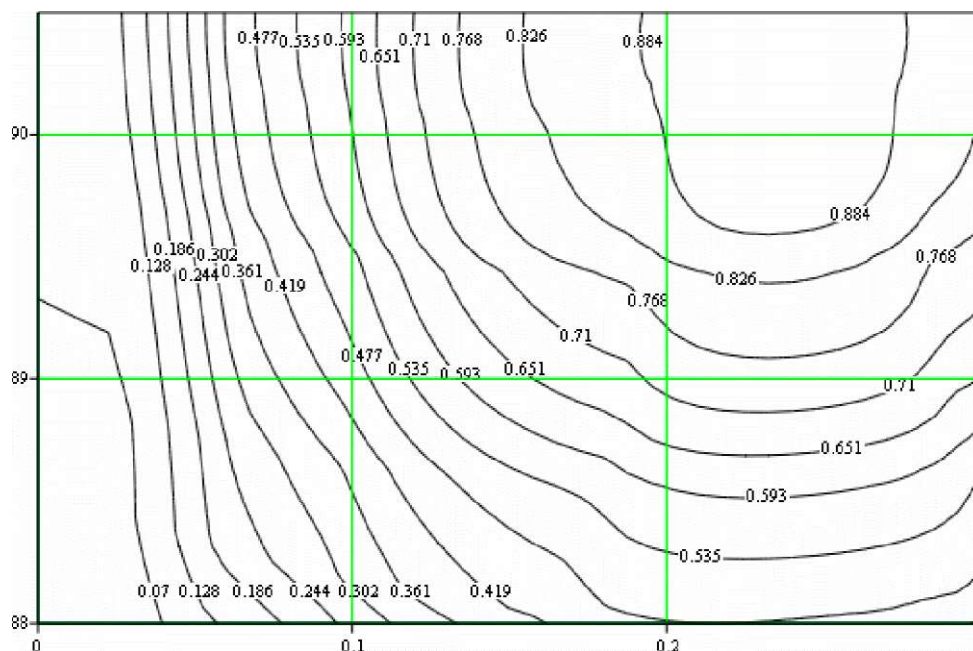


Рис. 4. Лінії рівня узагальненого критерію оптимізації G - Чп



Ff2

Рис. 5. Лінії рівня узагальненого критерію оптимізації G - Чп

Із рис. 4 і 5 видно, що оптимальні витрати перліту при очищенні соку II сатурації складають 0,2 - 0,3 % до маси соку.

На рис. 6 отримана ефективність використання перліту при різних чистотах соку II сатурації (88.0, 88.8, 89.3, 90.5).

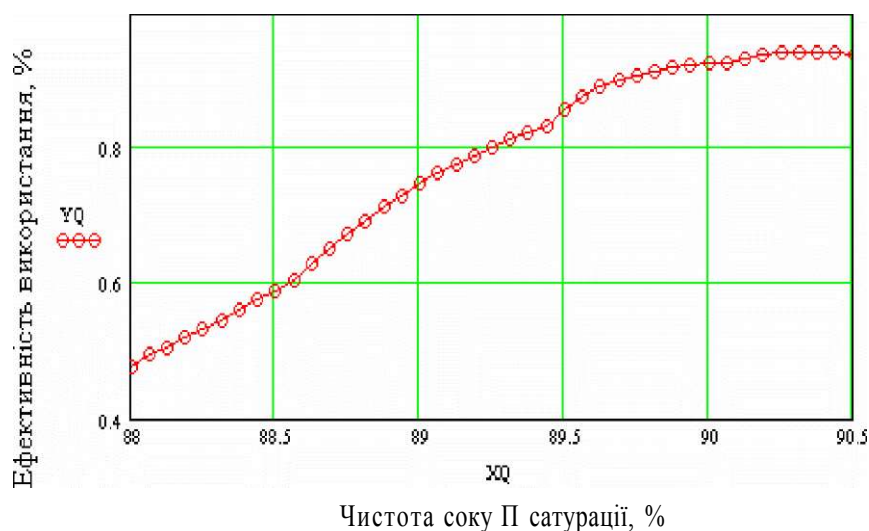


Рис. 6. Визначення ефективності використання перліту в залежності від чистоти соку II сатурації

Із рис. 6 видно, що фільтроперліт доцільно використовувати при очищенні соку середньої якості.

Висновки: використання фільтроперліту як додаткового природного реагенту в кількості 0,2% до маси соку дає можливість підвищити чистоту очищеного соку II сатурації в середньому на 1,7% за рахунок збільшення повноти осадження високомолекулярних сполук на 54,1%, солей кальцію на 12,7% та кольоровості на 19,2%, що сприятиме зменшенню в'язкості соку і сиропу, покращенню кристалізаційної здатності продуктів, підвищенню виходу цукру на 0,36% і його якісних показників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рева Л.П., Щербатюк О.Є. Застосування природних дисперсних мінералів при очищенні дифузійного соку // Наукові праці УДУХТ. - 2001. - №10. - С. 26 - 27.
2. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. - К.: Наук. Думка, 1981.-208 с.
3. Новое в фильтровании сахарных сиропов //Обзор информ. / ЦНИИТЭИ пищепром. - 1984. - Вып. 10.
- 4.Савостин А.В. Разработка способов снижения накипеобразования при выпаривании соков свеклосахарного производства: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.05 / Московская. Госуд. Академия пищ. производств. - М., 1993. - 19 с.
5. Кравец Я.О. Новый эффективный способ умягчения соков и сиропов сахарного производства // Цукор України. - 2007. - № 3. - С. 19-20.
6. Лосева В.А. Интенсификация очистки соков и сиропов в сахарном производстве. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 1990. - 173 с.
7. Рева Л.П., Пушанко Н.М., Замура С.А. Підвищення ефективності очищення дифузійного соку обробленням його фільтроперлітом // Цукор України. - 2007. - № 5-6. - С. 18-21.

Одержана редколегією 18.05.2009 р.

ЦИРУЛЬНІКОВА В.В.

ВОЙТОВИЧ О.Б.

ОЛЯНСЬКА С.П.

КУПЧИК м.п.