

ОЧИЩЕННЯ СИРОПУ БУРЯКОЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА З ЗАСТОСУВАННЯМ КАТІОННОГО ПОЛІЕЛЕКТРОЛІТУ ТА ЦЕЛЮЛОЗИ

Якість сиропу з випарної установки є визначальним чинником, що впливає на якість білого цукру. Для виробництва цукру високої якості необхідно, щоб вміст редукувальних речовин у сиропі не перевищував 0,5 % до його маси; кольоровість сиропу не повинна перевищувати 525–630 ICUMSA, а кольоровість сиропу з клеровкою — 840 ICUMSA. Нерідко кольоровість сиропу є значно вищою — $2,96 \cdot 10^3$ – $3,15 \cdot 10^3$ ICUMSA, а сиропу з клеровкою — $5,25 \cdot 10^3$ ICUMSA і вище. Важливим показником якості сиропу, що впливає на якість білого цукру, є його прозорість, тобто відсутність в ньому каламуті, яка обумовлена наявністю суспендованих завислих речовин. Суспендовані речовини що містяться в білому цукрі являють собою тверді частинки розміром $\approx 0,1$ мкм, при його розчиненні вони утворюють каламуть, яка дає осад при виробництві напоїв. Кристали цукру, отримані з каламутного, погано профільтованого сиропу не мають блиску, їх поверхня є матовою, товарний цукор має непривабливий зовнішній вигляд. Каламутність не нормується Держстандартом на цукор, проте вона є важливим показником контролю процесу фільтрування соків і сиропу та оцінювання якості продуктів у цукровому виробництві. Каламутність соків, сиропу та клеровок жовтих цукрів значно погіршує якість білого цукру. Каламутність цукру високої якості не повинна перевищувати 5–15 ICUMSA. Вміст нерозчинних домішок в такому цукрі від 2 до 10 мг/кг. В білому цукрі низької якості вміст нерозчинних домішок може сягати 250–270 мг/кг, каламутність цукру — 160 ICUMSA і вище. Разом з тим багато споживачів регламентують значення каламутності цукру, що відображено у відомчій нормативно-технічній документації. Так, фірми-виробники «Кока–Кола», «Пепсі–Кола» висувають наступні вимоги до цукру, що використовується для виготовлення напоїв тривалого зберігання: каламутність для бурякового цукру менше 20 ICUMSA, для рафінадного цукру менше 45 ICUMSA [7].

Каламутність сиропу на заводах Європи становить 6–10 ICUMSA, при цьому вміст нерозчинних домішок в сиропі складає 4–40 мг/л. Вважається, що

сироп доброї якості («іскристий») повинен містити завислих домішок не більше 30 мг/л. З такого сиропу можна одержати цукор високої якості. Нерідко каламутність сиропу на вітчизняних цукрових заводах може бути 400–450 ICUMSA.

Переважна більшість фільтраційного обладнання вітчизняних цукрових заводів не забезпечує достатнього видалення каламутності густих продуктів цукрового виробництва. Застосування допоміжних фільтрувальних матеріалів (кізельгур, фільтроперліт) корисне і дозволяє суттєво підвищити якість фільтрування, але якщо фільтрувальний порошок потрапляє у фільтрат, це призводить до збільшення каламутності і зольності. Для підвищення якості фільтрату та одержання більш стійкого намитого шару фільтруючого порошку іноді додають целюлозу у кількості приблизно 5 г на 1 м² поверхні фільтрування.

Однією з причин підвищеної каламутності сиропу є надмінна каламутність соків I і II сатурації через утворення дрібнодисперсного осаду CaCO_3 , який при наявності в соках значної кількості пектинових речовин, декстрану. Вміст CaCO_3 в соку I сатурації на заводах України коливається в межах 200...2000 мг/л. Бажано, щоб вміст CaCO_3 не перевищував 500 мг/л. У соку II сатурації вміст CaCO_3 не повинен перевищувати 100 мг/л. На каламутність напівпродуктів цукрового виробництва значно впливає підвищений вміст солей кальцію, особливо оксалату, цитрату і молочнокислого кальцію. Ці солі створюють тонку каламуть, що проходить через фільтри з розмірами пор 8 мкм. Оксалат і цитрат кальцію осідає на поверхні теплообміну випарних апаратів, підігрівачів сиропу, вакуум-апаратів. Кристали цукрози при перемішуванні під час уварювання утфелів у вакуум-апаратах переводять цей накип у так звану «білу» каламуть [7]. До збільшення каламутності сиропу, а отже і цукру, призводить також застосування інгібіторів утворення накипу, та додавання лужних реагентів (соди, тринатрійфосфату) на випарну установку. Підвищення каламутності сиропу викликають сапоніни, деякі види піногасників.

Отже, зниження якості сиропу — одна з основних причин погіршення якості білого цукру, особливо за показниками кольоровості, зольності, каламутності. Тому, основними вимогами до очищення сиропу є видалення

барвних речовин, високомолекулярних сполук, речовин колоїдної дисперсності.

Видалення завислих речовин можливе за рахунок адсорбційного очищення сиропу. Автори [1,6] запропонували систему класифікації адсорбентів, адсорбатів та сил адсорбційної взаємодії, відповідно до якої адсорбенти поділяють на три типи: неспецифічні (неполярні), специфічні, що мають на своїй поверхні позитивний заряд, який сприяє електростатичній взаємодії з адсорбатом (типовий адсорбент — алюмосилікати, кремнезем) та специфічні адсорбенти, які мають на своїй поверхні від'ємний заряд (полімерні адсорбенти, з наявністю на поверхні нітрильних, карбонільних та інших іоногруп).

Барвні речовини цукрового виробництва являють собою складну суміш різної природи та хімічного складу, різного ступеню іоногенності та полярності. [10]. Незалежно від ступеня полярності, барвні речовини можна повністю адсорбувати як полярними (в цукровій промисловості — аніоннообмінними смолами), так і неполярними (вуглецевими або аналогічними їм речовинами з гарно розвинутою адсорбційною поверхнею) адсорбентами [6]. Для очищення цукрових розчинів необхідно використовувати як полярні так і неполярні адсорбенти, в кількостях, відповідних до вмісту в них іоногенних та неіоногенних розчинних домішок. Досліджено і впроваджено багато способів очищення сиропу бурякоцукрового виробництва [2,5].

Нами розроблено спосіб очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва з використанням нетоксичного реагента ПГМГХ в поєднанні з активним вугіллем марки СКН-3 ІСПЄ НАНУ [8, 10].

Чистота сиропу, очищеного за запропонованим способом підвищується на 0,9...1,8 од., ефект знебарвлення сиропу склав 23–33 %.

Для підвищення ефекту видалення меланоїдинів та інших забарвлених речовин, що містяться у сиропі застосували целюлозу, яка характеризується більшою до них спорідненістю. Целюлоза, яка має в своєму складі значну кількість функціональних груп на поверхні (гідроксильних, карбонільних та карбоксильних), є адсорбентом змішаного типу. Поряд з видаленням полярних домішок, вона може також видаляти неполярні, які найбільше вклинюються в кристалічну ґратку сахарози під час її кристалізації.

Дослідження [6] по вивченню здатності целюлози до адсорбційного очищення молекулярно-розчинних домішок — завислих та забарвлених речовин, показали її сорбційну ефективність. Нами проведені дослідження різних зразків целюлози для очищення сиропу (Табл 1.) Сироп з вмістом сухих речовин 40 % і рН 7,5 обробляли ПГМГХ в кількості 0,0075 % до маси сиропу і целюлозою, витрати якої склали 0,5 – 1,5 % до маси сиропу. В оброблених та профільтрованих пробах сиропу визначали кольоровість та каламутність.

Таблиця 1

№ поз.	Сироп до фільтрування		Витрати ПГМГХ, % до маси сиропу	Витрати целюлози, % до маси сиропу	Сироп після фільтрування		Ефект знебарвлення, %	Ефект зниження каламутності, %
	Кольоровість, ICUMSA	Каламутність, ICUMSA			Кольоровість, ICUMSA	Каламутність, ICUMSA А		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Целюлоза марки Alphcel GM 12								
1	1195,97	1008,64	0,0075	0,5	885,2	304,42	25,9	69,8
2	1195,97	1008,64	0,0075	1,5	986,33	284,37	23,4	71,81
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Целюлоза марки Alphcel GM 100								
1	1057,47	851,85	0,0075	0,5	793,2	320,5	24,99	62,37
2	1057,47	851,85	0,0075	1,5	769,4	260,2	27,2	69,45
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Целюлоза марки Diacel 150-1								
1	1093,22	961,77	0,0075	0,5	692,89	171,5	36,6	82,17
2	1093,22	961,77	0,0075	1,5	651,59	60,5	40,4	93,7

З таблиці 1 видно, що зі збільшенням витрат целюлози від 0,5 % до 1,5 % збільшується і ефект знебарвлення сиропу від 23 до 40 %, каламутність зменшується від 72 до 94 %. Використання більшої кількості целюлози економічно недоцільне у зв'язку з тим, що незначно змінюються ефекти знебарвлення та зниження каламутності сиропу. З досліджених зразків целюлози вищу сорбційну активність показала целюлоза марки Diacel 150-1.

Целюлоза марки Diacel 150-1 являє собою білий порошок з нейтральним

запахом, насипна щільність більше 130 г/л, втрати при висушуванні менше 7,5 %, рН середовища 5-7,5, розмір часток целюлози від 32 до 160 нанометрів.

Целюлоза є екологічно безпечним продуктом, виготовляється з відновлювальних ресурсів і використовується для фільтрування продуктів, харчової, хіміко-фармацевтичної промисловостей та інших галузях.

Розроблений нами спосіб очищення сиропу з випарної станції в якому в якості хімічного реагента використовується полігексаметиленгуанідин гідрохлорид, в якості адсорбенту — целюлоза марки Diacel 150-1.

Спосіб здійснюється наступним чином. До сиропу після III корпусу випарної станції з чистотою 87,5 % додавали полігексаметиленгуанідин гідрохлорид у кількості 0,002...0,01 % до маси сиропу, суміш перемішували протягом 15 хвилин при температурі 80 °С, відокремлювали осад, у фільтраті визначали масову частку сахарози, сухих речовин, рН₂₀, кольоровість, каламутність та розраховували чистоту. Потім додавали целюлозу марки Diacel 150-1 у кількості 0,1...2,5 % до маси сиропу, перемішували протягом 20—25 хв., фільтрували і визначали кольоровість і каламутність та розраховували ефект знебарвлення та зниження каламутності сиропу.

В таблиці 2 наведено результати визначення впливу обробки сиропу за запропонованим способом на якісні показники сиропу.

З отриманих даних можна зробити висновок, що раціональними витратами полігексаметиленгуанідину гідрохлориду для досягнення найкращих якісних показників сиропу є 0,003...0,0075 % до маси сухих речовин сиропу та 0,5...1,5 % целюлози марки Diacel 150-1.

Таблиця 2

№ поз.	Витрати ПГМГ, % до маси сиропу	Кольоро- вість, ICUMSA	Ефект знебарв- лення,%	Каламут- ність, ICUMSA	Витрати целюлози, % до маси СР	Ч, %	Кольоро- вість, ICUMSA	Каламут- ність, ICUMSA	Загальний ефект зниже- ння кала- мутності,%	Загальний ефект знебарвлен- ня, %	Висновки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Контроль (сироп після III к випар- ки)	—	1224,17	—	961,87	—	87,5	—			—	
1	0,002	1124,65	8,1	811,98	0,1	87,8	1027,7	690,7	28,2	16,04	Незначне підви- щення чистоти і зменшення забарвленності
2	0,003	1095,97	10,47	489,7	0,3	88,4	885,5	377,8	60,7	27,66	Збільшення чистоти на 0,9—1,8 од і значне зменшення забарвленності
3	0,006	939,01	23,29	272,99	0,5	88,7	692,89	171,5	82,17	43,39	Спостерігаються найбільші ефекти очищення
4	0,0075	832,7	31,97	237,5	1,5	89,3	651,59	60,5	93,7	46,77	
5	0,01	920,65	24,79	268,9	2,5	89,5	798,89	120,03	87,5	34,74	Подальше збільшення витрат ПГМГХ збільшує чистоту, але ефект знебарвлення знижується

Технічний результат полягає в підвищенні якісних показників сиропу, який надходить на уварювання утфелю, що досягається завдяки додатковому вилученню нецукрів, в тому числі барвних речовин. У сиропі, очищеному полігексаметиленгуанідин гідрохлоридом відбувається зв'язування та осадження ВМС, що сприяє зменшенню його кольоровості, каламутності та підвищенню чистоти сиропу.

Застосування в якості адсорбента целюлози, марки Diacel 150-1 сприяє додатковому очищенню сиропу шляхом виведення дрібнодисперсного осаду за рахунок функціональних груп, які є на поверхні целюлози та взаємодіють с зарядженими завислими частинками.

Перевага целюлози, в порівнянні з активним вугіллем [10] полягає в тому, що за менших її витрат покращуються фільтраційні характеристики внаслідок високого ступеня її дренажності та адсорбційної активності. З волокон целюлози утворюється високопористий осад, який сприяє утворенню відкритої пористої структури, збільшуючи при цьому площу активної адсорбції [3, 6]. Сироп, очищений ПГМГХ в поєднанні з целюлозою, є більш прозорим, іскристим. Значно зменшується його каламутність, завдяки вилученню органічних і мінеральних нецукрів та завислих речовин.

Отже, очищення сиропу полігексаметиленгуанідином гідрохлоридом та целюлозою марки Diacel 150-1 дає змогу додатково видалити ВМС, аніони кислот, барвні та завислі речовини, забезпечує підвищення чистоти сиропу на 0,9—1,8 од., ефекту знебарвлення сиропу до 47 % та зменшення його каламутності на 82—93 %.

Література:

1. *Комаров В.С.* Адсорбенты и их свойства.// Минск: Наука и техника, 1977.— 245 с.
2. *Рева Л.П.* Эффективность дополнительной очистки сока II сатурации (в процессе его згущения) и сиропа с использованием фильтроперлита/*Л.П. Рева, С.А. Замура, Н.Н. Пушанко, Н.Г. Детлашок, Ю.О. Шубовская*// Сахар Украины — 2008.— №5.— С.24-27.
3. *Романовская Т.И.* Исследование сорбционных свойств целлюлозы/ *Т.И. Романовская, И.Я. Романовский, О.М. Левчук*// Научные работы НУПТ — 2007.— №20.— С.60-61.
4. *Сапронов А.Р.*, Красящие вещества и их влияние на качество сахара. /*А.Р. Сапронов, Р.А. Колчева*// М.: Пищевая промышленность.— 1975. — 347 с.
5. *Сапронов А.Р.* Технология сахарного производства./ *А.Р. Сапронов*— М.: Колос. — 1998. — 495 с.
6. *Сидоренко Ю.И.* Адсорбенты на основе целлюлозы для переработки тростникового сахара-сырца в сахар-рафинад/ *Ю.И. Сидоренко, Н.В. Межевикина, А.Н. Савич, Е.А. Безлюдько*//М.: Сахар.— № 8.— 2009.— С. 56-59.
7. *Скорик К.Д.* Якість цукру: вимоги, контроль, менеджмент: Навч. посібник. — К.: Сталь.— 2009.— 99 с.
8. *Спосіб очищення сиропу бурякоцукрового виробництва.*: Патент на корисну модель № 55119 Бюл. № 23 від 10.12.2010 / *В.О. Штангеев, Н.А. Гусятинська, А.А. Ліпец, Л.А. Купчик, Л.С. Клименко, О.М. Молодницька* //К.:НУХТ.— 2010.
9. *Тарасова И.А.* Изучение степени специфической адсорбции различных групп красящих веществ сахарного производства на полярных и неполярных адсорбентах/*И.А.Тарасова, Ю.И. Сидоренко, И.С. Шуб*//Хранение и переработка сельхозсырья.—2004.— №6.— С.66-69.
10. *Штангеев В.О.* Очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва з застосуванням нетоксичних реагентів/ *В.О. Штангеев, О.М. Молодницька, Н.А. Гусятинська, Л.С. Клименко, Л.А. Купчик*//К.: Цукор України.—№ 3.— 2011.— С. 30–33.

11. *Хомутецкая* Наталья Игоревна. Разработка состава и способа применения нетоксического осветлителя для поляриметрического определения массовой доли сахарозы в продуктах сахарного производства: дис....канд. техн. наук./ Хомутецкая Наталья Игоревна.–Киев, 1994.–175 с.