

## Очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва з застосуванням нетоксичних реагентів

**В.О. Штангеев**, доктор технічних наук, професор, Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості

**О.М. Молодницька**, аспірант, Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості

**Н.А. Гусятинська**, доктор технічних наук, Національний університет харчових технологій

**Л.С. Клименко**, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет харчових технологій

**Л.А. Купчик**, кандидат технічних наук, доцент, Інститут сорбції та проблем ендоекології Національної академії наук України

В статті наведено способи очищення сиропу бурякоцукрового виробництва. Досліджено дію полігексаметиленгуанідину гідрохлориду (ПГМГХ) на ефективність очищення сиропу після III корпусу випарної установки. Розроблений спосіб очищення сиропу бурякоцукрового виробництва з використанням ПГМГХ та активного вугілля СКН-3, виготовленого на дослідницькому виробництві інституту сорбції та проблем ендоекології Національної академії наук України, дозволяє підвищити ефект знебарвлення сиропу на 23-33 % та його чистоту на 0,9-2 од.

Ключові слова: адсорбція, барвні речовини, знебарвлення, очищення, сироп, активне вугілля, адсорбенти, коагулянти, флокулянти.

В статье приведены способы очистки сиропа свеклосахарного производства. Исследовано действие полигексаметиленгуанидина гидрохлорида (ПГМГХ) на эффективность очистки сиропа после III корпуса выпарной установки. Разработанный способ очистки сиропа свеклосахарного производства с использованием ПГМГХ и активного угля СКН-3, изготовленного на экспериментальном производстве института сорбции и проблем эндоекологии Национальной академии наук Украины, позволяет повысить эффект обесцвечивания сиропа на 23-33 % и его чистоту на 0,9-2 ед.

Ключевые слова: адсорбция, красящие вещества, обесцвечивание, очистка, сироп, активный уголь, адсорбенты, коагулянты, флокулянты.

The methods are clarification of syrup of sugar-beet production is considered in the article. Influence is considered with application of complex reagent (PGMGH) is investigational on efficiency clarification of syrup after III corps of the evaporator system. Developed method clarification of syrup of sugar-beet production with the use of PGMGH and absorbent carbon of SKN-3 of the institute of persorption and problems of ecology of the National academy of sciences of Ukraine made on a research production, allows to increase the effect of discolouring on 23-33 % and cleanness of syrup here on 0,9-2 un.

Keywords: adsorption, dyeings matters, discolouring, clarification, syrup, absorbent carbon, adsorbents, coagulant, flokulant.

Для забезпечення високої якості білого цукру необхідно приділяти велику увагу ефективності очищення сиропу, особливо у разі погіршення технологічних показників цукрових буряків [6]. Дослідження проб білого кристалічного цукру з різних заводів України показали, що його якісь не відповідає європейським стандартам, зокрема за показниками кольоровості та зольності.

Кольоровість густих напівпродуктів цукрового виробництва зумовлена наявністю трьох груп барвних речовин –

меланоїдинів, продуктів лужного розкладу редуруючих речовин та продуктів карамелізації сахарози.

Найбільш забарвлені меланоїдини утворюються в результаті реакції між вільними альдегідними групами цукрів і амініними групами амінокислот, амінінів, протеїнів, пептидів [5]. Інтенсивне утворення меланоїдинів відбувається в процесі згущення соку і уварювання утфелів при підвищенні концентрації речовин, що приймають участь в реакції, температури і тривалості нагрівання.

Барвні речовини, отримані в результаті лужно-термічного розкладання редуруючих речовин, являють собою складну суміш різноманітних, але близьких за властивостями сполук, які, в основному, є слабкими кислотами, мають вільні карбонільні групи і здатні конденсуватися. Утворення продуктів лужно-термічного розкладу редукувальних речовин починається при очищенні соків після введення вапна. Інтенсивність їх утворення зростає з посиленням інверсії сахарози при підвищенні температури і рН.

Продукти карамелізації утворюються внаслідок термічного розкладання сахарози в результаті дегідратації її молекул і конденсації утворених залишків. У великій кількості барвні речовини цієї групи містяться в утфелях, відтоках, жовтому цукрі і клеровках.

Досліджено і впроваджено багато способів очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва. Для знебарвлення сиропу з клеровкою класичним способом є сульфитація. Знебарвлення продуктів сахарози при сульфитуванні відбувається внаслідок відновлення сірчистою кислотою неорганічних хромофорних груп кисневмісних барвних речовин і перетворення їх у безбарвні лейкополуки. Ефект знебарвлення при цьому складає 5-20 % [2]. На багатьох цукрових заводах за кордоном відмовляються від сульфитування через токсичність сірчистого газу та підвищення зольності кінцевого продукту – білого цукру в результаті утворення імідосульфонату калію.

З літературних джерел [4] відомо, що у країнах Європи в якості адсорбентів широко використовують полістироли. Однак, проведені нами дослідження адсорбційного очищення густого сиропу бурякоцукрового виробництва за допомогою полістирольного сорбента, що містить сульфогрупи – MN-502, показали недостатній ефект знебарвлення – 11–20 %.

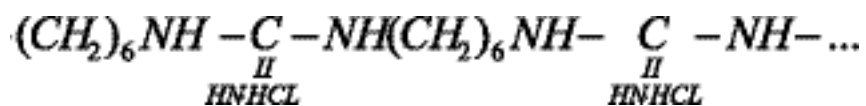
Використання для очищення густих напівпродуктів лише активного вугілля показує не-

півпродуктів цукрового виробництва потребують додаткового обладнання, витрат реагентів і складні у впровадженні [9].

Наразі арсенал хімічних речовин – флокулянтів, коагулянтів, адсорбентів принципово змінився. Замість високотоксичних препаратів, з'явилися високоефективні, малотоксичні, які швидко розкладаються на складові частини, безпечні для людей і тварин. Удосконалюються форми та методи їх використання.

Нами розроблений спосіб очищення сиропу бурякоцукрового виробництва з використанням нового хімічного реагента «Гембар» та активного вугілля нової марки СКН-3. Препарат «Гембар» містить 25 % основної речовини – полігексаметиленгуанідин гідрохлориду (ПГМГХ). Препарат відноситься до групи малотоксичних речовин, добре розчиняється у воді, не агресивний до металів та інших матеріалів, не має запаху, рН водного розчину 7,0–9,0. Завдяки аналогії хімічної структури похідних полігексаметиленгуанідину з природними сполуками вони здатні до біорозкладання, нетоксичні для теплокровних, не накопичуються у ґрунті та організмі людини, екологічно безпечні [3]. Крім того препарат має яскраво виражену антимікробну дію.

Солі полігексаметиленгуанідину є полімерними флокулянтами, механізм дії яких зумовлений структурою та хімічною будовою. Так, полімер полігексаметиленгуанідину гідрохлорид являє собою послідовність повторень ланок будови [1]:



достатній ефект через відносно слабку здатність до адсорбції високомолекулярних сполук, мінеральних та органічних нецукрів, а також складнощі при фільтруванні.

Відомі способи дефекосатураційного очищення густих на-

Число ланок в одній полімерній молекулі складає від 2-3 до 50-60 залежно від способу утворення. Аніонна складова препарату - хлорид-іон, фосфат-іон та аніони інших кислот як неорганічних, так і органічних. При дисоціації макромолекули

у водному розчині утворюється позитивно заряджений катіон ПГМГ за рахунок присутніх груп >C=NH<sub>2</sub><sup>+</sup>. Макромолекули ПГМГХ містять іоногенні групи >C=NH<sub>2</sub><sup>+</sup>+Cl<sup>-</sup>, що здатні обмінювати аніони [1].

Особливістю цього поліелектроліту є те, що до складу мономерної ланки входять ще дві групи –NH–, які здатні до протонування у воді, зумовлюють лужну реакцію і спроможні асоціювати з позитивно зарядженими катіонами. Наявність таких груп розширює можливості даного поліелектроліту зв'язувати високомолекулярні сполуки у водних розчинах через утворення полімер-полімерних зв'язків [1,8]. Таким чином, ПГМГХ є катіонним поліелектролітом, що зумовлює його коагуляційні та флокуляційні властивості.

Додаткове знебарвлення густого сиропу цукрового виробництва проводили активним вугіллям СКН-3, виготовленим дослідним виробництвом Інституту сорбції та проблем екології Національної академії наук України (ІСПЕ НАНУ) [7]. Технічні характеристики вугілля СКН-3 наступні: адсорбційна ємність за метиленовим блакитним (Ад), мг/г – 220; адсорбційна ємність за йодом, % – 80; питома площа поверхні (за ВЕТ), м<sup>2</sup>/г – 1080; статична об'ємна ємність за Na<sup>+</sup> катіонами, мЕкв/г – 0,15–0,2; об'єм сорбційних пор (сумарний мікропори і макропори), см<sup>3</sup>/г – 0,56; гранично-сорбційний об'єм мікропор, см<sup>3</sup>/г – 0,31; насипна щільність, г/см<sup>3</sup> – 0,46; характеристична

енергія адсорбції (Кдж/моль) – 15,2.

Технічні характеристики нової марки вугілля свідчать про те, що за величинами сумарного об'єму пор, і особливо, за об'ємом мікропор, воно позитивно відрізняється від анало-

## ТЕХНОЛОГІЇ

гів, що використовуються в цукровому виробництві. Показник характеристичної енергії адсорбції свідчить про розвинутість макро- та мікропористості, причому середній розмір мікропор у вугілля СКН-3 вищий від середнього розміру мікропор у аналогів. Тому вугілля СКН-3 успішно поєднує в собі високі кінетичні та параметричні характеристики, що є вирішальним фактором перспективності для використання з метою знебарвлення та очищення цукрових розчинів.

В лабораторних умовах проведені дослідження очищення вищевказаними препаратами сиропу бурякоцукрового виробництва. Середні результати досліджень представлені в **таблиці 1**.

Сироп після III корпусу випарної установки з чистотою 91,8 % з вмістом сухих речовин 50 % обробляли препаратом «Гембар» (ПГМГХ) протягом 15 хв при перемішуванні за температури 80 °С. Витрати препарату «Гембар» склали 0,002–0,01% до маси сиропу по діючій речовині. Проби сиропу центрифугували, відокремлювали осад і у фільтраті визначали вміст сахарози, %; сухих речовин (СР), %; кольоровість в одиницях ICUMSA. Потім додавали активне вугілля СКН-3 ІСПЕ НАНУ у кількості 1,5–3 % до маси сухих речовин сиропу. Після оброблення сиропу активним вугіллям протягом 25–30 хв. при постійному перемішуванні, сироп фільтрували і

визначали його чистоту (Ч), % та кольоровість, од. ICUMSA.

Одержані результати показали, що при обробленні сиропу препаратом «Гембар» відбувається зв'язування, осадження та видалення частини високомолекулярних сполук, що забезпечує підвищення чистоти сиропу та його знебарвлення на 18–29 %. Необхідно відмітити, що ПГМГХ здійснює комплексний вплив на сироп: попередня коагуляційна і флокуляційна дія щодо високомолекулярних сполук сиропу забезпечує підвищення його подальшого адсорбційного очищення активним вугіллям СКН-3 та покращання фільтраційних властивостей. Крім того, висока антимікробна

Таблиця 1

№ поз.	Витрати «Гембару» по діючій речовині ПГМГ, % до маси сиропу	Кольоровість, ICUMSA	Ефект знебарвлення, %	Витрати активного вугілля, СКН-3, % до маси СР	Ч, %	Кольоровість, ICUMSA	Загальний ефект знебарвлення, %	Висновки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контроль (сироп після III корпусу випарки)	-	1322,22	-	-	91,8	-	-	
1	0,002	1230,97	2,78	1,5	92,1	1196,7	9,5	Незначне підвищення чистоти і зменшення забарвленості
2	0,003	1135,65	6,46	2,0	92,7	1062,24	19,66	Збільшення чистоти на 0,9 - 1,8 од. і значне зменшення забарвленості, спостерігається найбільший ефект знебарвлення
3	0,006	1071,76	18,9	2,3	93,2	1002,23	24,2	
4	0,0075	935,76	29,2	2,5	93,6	885,5	33,03	
5	0,01	1100,16	16,8	3	94,2	1023,89	22,56	Подальше збільшення витрат ПГМГХ збільшує чистоту, але ефект знебарвлення знижується

дія «Гембару» сприяє попередженню розвитку мікроорганізмів та зменшенню втрат сахарози від розкладання.

Проведені дослідження показали, що для досягнення найкращих якісних показників сиропу раціональними витратами «Гембару» - полігексаметиленгуанідину гідрохлориду є 0,003–0,0075 % до маси сухих речовин сиропу та 2,0–2,5 % активного вугілля марки СКН-3. Підвищення чистоти сиропу на 0,9–2,0 од. зумовлено додатковим вилученням нецукрів, особливо високомолекулярних сполук, в тому числі барвних речовин. Загальний ефект знебарвлення сиропу склав 23–33 %. Технічний результат полягає в підвищенні якісних показників сиропу, що дає змогу отримати білий цукор високої якості.

#### Список використаних джерел

1. Гембицкий П.А. Полимерный биоцидный препарат полигексаметиленгуанидин./ П.А Гембицкий, И.И. Воинцева//

Запорожье : Полиграф. – 1998. – 44 с.

2. Козьявкин А.П Влияние рН на состав сахарных растворов в присутствии сульфита натрия./ А.П. Козьявкин, Н.И. Одородько., Л.Д. Бобровник// Сахарная промышленность.– 1977.– №7.– С.15– 17.

3. Никулина О.К. Применение химических и биологически активных препаратов при хранении коренеплодов сахарной свеклы/ О.К. Никулина, С.В. Мельничек//Пищевая пром-сть.– новые технологии.– 2009.– №4(6).– С. 59– 64.

4. Пастухов А.В. Термострукция сверхсшитых полистиролов и сорбционные свойства их карбонизатов/ А.В. Пастухов, В.А. Даванков, Н.Н. Аликсиенко, Л.Д. Белякова и др.//Структура и динамика молек-х систем. – 2003.– вып. 10., Ч.3. – С. 29-32.

5. Сапронов А.Р., Красящие вещества и их влияние на качество сахара. /А.Р Сапронов, Р.А. Колчева// М. : Пищевая промышленность.– 1975. – 347 с.

6. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства./ А.Р. Сапронов– М. : Колос. – 1998. – 495 с.

7. 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.

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

9. Даишев Мисхат Исакович. Исследования по повышению эффектов очистки и кристаллизации в сахарном производстве: Автореф. дис... докт. техн.наук./Даишев Мисхат Исакович.– Киев, 1974. – 38 с.

**Рецензент: В.М. Логвін, д.т.н., зав. каф. технології цукру та полісахаридів НУХТ**

## ЦІКАВІ НОВИНИ

### Коричневий цукор

Справжній коричневий цукор буває тільки тростинним. Існує декілька сортів коричневого цукру. Golden Granulated - ці світло-золотисті кристали ідеально підходять для кави, чаю, фруктових салатів і каш.

Демерара - цукор, що має специфічний насичений аромат, може викликати деякий шок у людей, що звикли до того, що цукор взагалі нічим не пахне. Перша думка - туди щось додали. Насправді так пахне патока, що виділяється при переробці цукрової тростини, тобто самий що не є найприродніший продукт. Знавці додають демерару в каву - це надає смаку напою додаткову пікантність.

Мусковадо - у світлому мусковадо патоки менше, в темному відповідно більше. Перший має тонкий аромат і смак, що нагадує вершкову помадку. Він хороший для випічки і приготування кремів. У темного мусковадо - темно-коричневий, мало не чорний колір і дуже волога консистенція. Деякі гурмани їдять цей цукор в чистому вигляді. А ще він прекрасно підходить для приготування оригінальних соусів, приправ до блюд, мусів і глінтвейну. Мусковадо (Muscovado) часто називають Barbados sugar, цукром барбадосу, хоча Barbados sugar має трохи іншу консистенцію і структуру, чим Мусковадо.

Турбінадо, очищається трохи менше, ніж Демерара. Виробляють випарюванням з тростинного соку. Може бути заміником Демерари.

Для довідки: легкі цукри, які також відомі як глазуровані коричневі цукри. Ці так звані «коричневі цукри» виробляють з очищеного білого цукру з подальшим додаванням різних кількостей меляси (для надання темнішого кольору і сильнішого смаку). Можуть містити від 1% до 4% тростинного сиропу.

Лондонська Демерара, яка продається у Великобританії, теж насправді не що інше, як рафінований білий цукор, змішаний з невеликою кількістю меляси.

*Джерело: brown-white.ru*