УДК 664.127.7

Содержание зольных элементов в белом сахаре и методы их снижения

В.Н. Кухар, генеральный директор, «ФИРМА «ТМА»
Л.И. Чернявская, главный технолог, «ФИРМА «ТМА»
Ю.А. Моканюк, научный сотрудник, УкрНИИСП
П.М. Барабанов, старший научный сотрудник, УкрНИИСП
И.В. Захарова, заведующая группой химико-технических анализов, УкрНИИСП

Содержание золы - важнейший показатель качества продукции. В контроле сахарного производства содержание золы в свекле является одним из основных критериев оценки ее качества и спелости, содержание золы в соках и сиропе позволяют оценить правильность и полноту проведения технологического процесса очистки, как при переработке свеклы, так и при переработке сахара-сырца [3, 4, 12, 13].

Содержание золы в сахаре – важнейший показатель качества готовой продукции. В продукции, выпускаемой украинскими предприятиями, ее количество регламентируется ДСТУ 4623:2006 «Сахар белый. Технические условия» [1], в соответствие с которым в сахаре I категории «экстра» должно быть золы не более 0,011% (в пересчете на сухое вещество), в сахарах II, III, и IV категорий – соответственно 0,027; 0,04 и 0,05%.

Сахара, вырабатываемые сахарными заводами стран Европейского Союза [10], характеризуются такими показателями по золе: I категории – не выше 0,0108% по массе сахара, II – не выше 0,027%. Показатель содержания золы в сахаре относится к основным определяющим категорию сахара показателям готовой продукции, к ним также относятся еще два показателя – цветность сахара, измеренная в растворе и цветность в кристаллическом виде.

В белом сахаре содержание SO_2 не должно превышать 15 мг/кг, в Великобритании содержание двуокиси серы в сахарах всех категорий не должно превышать 6 мг/кг [10].

По результатам научных исследований [2] 50% золы сахара находится во внешнем слое кристала (K^+, Na^+, NO_2^-, Cl^-), 50% (Ca^{+2}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}) - внутри кристалла. Катионы золы сахара содержат калия примерно 20% к общему ее содержанию, ионы кальция, натрия, магния, железа присутствуют в значительно меньших количествах. В зольном комплексе белого сахара представлены следующие анионы: SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, CO_2^{2-} SiO^{2-}, NO_3^- PO_4^{3-} Cl^-, оксалаты, цитраты [2].

Сахар, используемый для приготовления напитков длительного хранения, имеет жесткие ограничения по предельному содержанию золы в нем и при его выработке большое значение уделяется контролю по ее удалению на всех участках в технологическом процессе [7, 9].

По результатам исследований высококачественных отечественных сахаров, имеющих содержание золы 0,01-0,015% к массе сухих веществ, с помощью атомно-абсорбционного спектрофото-

Таблица 1

Основные зольные элементы, определяемые в белом сахаре [6]

Определяемый элемент	Содержание, мкг на 100 г продукта
Калий	6749±115
Натрий	1191±60
Кальций	2065±130
Магний	109±6,5
Железо	115±3
Медь	25±0,8
Марганец	8,2±0,4
Цинк	50,7±2

метра типа Perkin Elmer были получены следующие данные [6], которые приведены в таблице 1.

Повышенное содержание золы в белом сахаре может быть обусловлено следующими факторами [3, 4, 5, 11, 12, 13]:

• переработка свеклы с высоким содержанием золы;

• переработка свеклы с наличием загнивших корнеплодов;

• высокое содержании солей кальция в соках; использование щелочных вводов (соды, тринатрийфосфата, щелочей);

• использование на выпарной станции ингибиторов накипеобразования и некачественное проведение процесса фильтрования сиропа;

• осуществление процесса сульфитирования продуктов, содержащих свободную известь;

• проведение процесса II сатурации с более высокой щелочностью, чем определено минимумом солей кальция, при этом образуются более растворимые соли, чем карбонаты, – сульфиты и сульфаты кальция;

• вследствие развития микробиологической инфекции на диффузии.

При повышении зольности сахара повышается pH его раствора. Самую высокую зольность и щелочность имеют фракции мелких кристаллов и кристаллов с друзами [2]. По данным польских исследователей, если цветность сахара менее 85 единиц ICUMSA, то его зольность не превышает 0,03 %, а pH сахарного раствора, как правило, ниже 7,0. Сахар для промышленной переработки имел цветность, которая изменялась в пределах 110-200 единиц ICUMSA, зольность – 0,027-0,070 %, pH сахарного раствора – 7,14-7,74.

Если сахарный раствор имеет pH более 8,0, то в нем имеются соли $CaCO_3$. Такие сахара стойкие к инверсии, что вызывает перерасход кислоты для инверсии сахарных растворов при приготовлении карамелей и напитков.

Учитывая тот факт, что 86% вырабатываемого в сахарной промышленности белого сахара используется как сырье для других отраслей пищевой промышленности [10] , важным есть не только определение общего содержания золы в нем, а также ее отдельных составляющих, среди которых главное место занимает кальций (второе место после калия), который можно удалить. Его содержание в сахаре определяют на этапе входного контроля сырья в кондитерской отрасли и при приготовлении безалкогольных напитков.

Мы предлагаем к публикации методику, которая даст возможность определять в лаборатории сахарного завода содержание солей кальция в белом сахаре. Методика была разработана в Украинском НИИ сахарной промышленности, апробирована она была И.В. Захаровой на сахарах разного качества.

Методика может быть использована для оценки белого сахара в производственной лаборатории сахарного завада для предложения потребителям, для которых важным есть содержание солей кальция в нем.

Методика определения содержания солей кальция в белом сахаре

Взвешиваем на электронных или аналитических весах в нейзильберовой чашке для взятия навесок 20 г сахара. Отмеряем цилиндром 100 мл бидистиллированной или дистиллированной воды хорошего качества (удельная электрическая проводимость составляет 2 мксм), температура воды составляет около 40^0C. Взвешенный сахар постепенно растворяем теплой водой, помешивая стеклянной палочкой, и переводим в коническую колбу на 250-300 мл. Последними порциями воды ополаскиваем палочку и эту воду тоже переводим в колбу. Полученный раствор сахара охлаждаем до 20^0C и весь раствор используется для титрования.

К полученному раствору добавляем 5 мл аммиачного буферного раствора, 1 мл 1,5-2%-ного раствора сульфида натрия Na_2S, 7-8 капель раствора индикатора хрома тёмно-синего или хромогена черного. Индикатор можно использовать и в сухом виде. Раствор тщательно перемешивают и титруют из бюретки раствором трилона Б (ЭДТА) концентрацией 1/28 н (0,0357 н) до перехода раствора из красного до зеленовато-синего (или сине-сиреневого). Записываем, сколько мл трилона Б пошло на титрование.

Параллельно проводим глухой опыт. Для этого к 100 мл бидистиллированной или дистиллированной воды, которая была использована для приготовления раствора сахара, добавляют все вышеперечисленные реактивы (5 мл аммиачного буферного раствора, 1 мл 1,5-2%-ного раствора сульфида натрия Na_2S, 7-8 капель раствора индикатора хрома тёмно-синего или хромогена черного) и титруют из бюретки раствором трилона Б концентрацией 1/28 н (0,0357 н) до перехода раствора из красного в зеленовато-синий (или сине-сиреневый). Записываем, сколько мл трилона Б пошло на титрование.

Если раствор сахара получился очень мутный, перед внесением реактивов добавляем несколько капель раствора HCl 0,1 н до исчезновения мути. Потом добавляем на 1-2 мл больше аммиачного буферного раствора, чтобы нейтрализовать кислоту, так как комплексные соединения кальция с индикатором и трилоном Б быстро образуются лишь в щелочной среде при pH 8-10. 1 мл трилона Б концентрацией 1/28 н (0,0357 н) соответствует 1 мг CaO [8].

Примеры расчета

Пример 1. Навеска сахара 20 г (m). На титрование дистиллированной воды пошло 0,15 мл трилона Б (В). На титрование исследуемого раствора сахара пошло 2,7 мл трилона Б (А). Коэффициент раствора трилона Б составляет 1.

Исходя из того, что 1 мл трилона Б концентрацией 1/28 н (0,0357 н) соответствует 1 мг CaO [8], рассчитаем, сколько CaO содержится в исследуемых 20 г сахара.

(2,7-0,15)*1= 2,55 мл

20 г сахара содержит 2,55 мг CaO, а 1000 г сахара – соответственно Х мг CaO.

Отсюда Х= (1000*2,55)/20= 127,5 мг CaO.

Учитывая, что массовая доля Ca^{2+} в CaO составляет 40% из 56, рассчитаем содержание Ca^{2+} в 1 кг белого сахара

В 56 частях CaO содержится 40 частей Ca^{2+}

То в 127,5 мг CaO содержится У Ca^{2+}.

Из пропорции определим У = (127,5*40)/56= **91 мг Ca^{2+} в 1 кг сахара**

Или в обобщенном виде формула примет вид:

(А-В)*1*1000*40)/(m*56), **мг Ca^{2+} в 1 кг сахара,**

(2,7-0,15)*1*1000*40))/(20*56)=**91 мг Ca^{2+} кг сахара.**

Пример 2. Навеска сахара 20 г (m). На титрование дистиллированной воды пошло 0,15 мл трилона Б (В). На титрование исследуемого раствора сахара пошло 2,7 мл трилона Б (А). Коэффициент раствора трилона Б составляет 1.

Исходя из того, что 1 мл трилона Б концентрацией 1/28 н (0,0357 н) соответствует 1 мг CaO[8], рассчитаем, сколько CaO содержится в исследуемых 20 г сахара и выразим результат содержания CaO в **% к массе сахара.** То есть, если имеем значение CaO в % к массе сахара, то расчет будет выглядеть так.

0,1*1*(2,7-0,15)/20=0,01275 **% CaO к массе сахара**, т.е. в 100 г сахара содержится 0,01275 г CaO. Выразим эту величину в мг Ca^{2+} на 1 кг сахара.

(0,01275*1000*10*40)/56=**91 мг Ca^{2+} кг сахара,**

где 1000 – перевод г в мг;

10 – перевод в кг;

40- массовая доля Ca в CaO;

56- молекулярная масса CaO

Таким образом, подводя итог всему вышеизложенному, можно сделать следующие выводы:

1. Для выработки белого сахара высшей категории качества необходимо перерабатывать спелое высококачественное сырье.

2. Технологическая схема экстракции сахарозы должна обеспечивать минимальный переход несахаров при высокой чистоте продуктов, т.е. работать диффузионно-прессовым методом.

3. Станция дефекосатурационной очистки диффузионного сока должна быть гибкой для переработки сырья разного технологического качества, обеспечивать максимальное удаление несахаров, низкую цветность продуктов и хорошее разделение сока и карбонатного осадка.

4. Станции фильтрования соков должны быть оснащены высокотехнологичным оборудованием, позволяющим получить соки с низкой мутностью, что даст возможность вывести осадок суспензии с производства и снизить неучтенные потери сахарозы вследствие высокой скорости процессов.

5. Выпарная установка должна обеспечивать продуктовое отделение экстрапарами для нормальной варки утфелей при максимально возможно низкой температуре ретурного пара, который поступает на первый корпус, чтобы исключить прирост цветности сиропа.

6. Обеспечивать фильтрование сиропа и клеровки на фильтровальном оборудовании, работающем с намывом вспомогательных фильтрующих средств, что даст возможность удалить из раствора максимальное количество взвесей, кристаллизующихся вместе с молекулами сахарозы внутри кристалла.

7. Уваривание утфелей целесообразно выполнять с использованием вакуум-аппаратов, оснащенных циркуляторами, что даст возможность получить более однородный кристалл с минимальным количеством мелких кристаллов и друз.

8. Для разделения кристаллов и оттеков утфелей использовать центрифуги с высоким фактором разделения, что позволит уменьшить толщину пленки на кристалле, а, следовательно, и ко-

личество зольных элементов, находящихся на поверхности кристалла, улучшить качество белого сахара и клеровки, поступающей на уваривание утфеля первой ступени кристаллизации.

Список использованных источников

1. ДСТУ 4623:2006 «Сахар белый. Технические условия».

2. Добжицкий Я. Химический анализ в сахарном производстве. М. : Агропромиздат, 1985. - 350 с.

3. Нагорна В.О. Зольність цукру – важливий показник якості цукру//Цукор України. - 1993. - №3. - 25-28 с.

4. Нагорна В.О. Якість буряків Оптимальні режими переробки буряків різної якості. К. : ІПК Мінагропрому України. - 1998. - 70 с.

5. Скорик К.Д. Лабораторний практикум для працівників цукрових заводів /К.Д. Скорик, В.А. Нагорная //К. : ІПК. – 2001. – 97 с.

6. Сахарная промышленность . – 1974. – №11. – С. 21.

7. Силаев А.В. Сахара в индустрии напитков/ Food end Drinks. - 2005. - №1. - С. 2-7.

8. Силин П.М. Химический контроль свеклосахарного производства/ П.М. Силин, Н.П. Силина// М. : Пищевая промышленность. – 1977. – С. 106.

9. Требования к сахару, идущему для приготовления напитков длительного хранения - Нормативные документы производителей.

10. Чернявская Л.И. Сахар. Методы определения показателей качества/Л.И. Чернявская, В.П. Адамович, Ю.А. Зотова //К. : Фитосоциоцентр. 2007. – 268 с.

11. Чернявская Л.И. Технохимконтроль сахара песка и сахара – рафинада/Л.И. Чернявская, А.П. Пустоход, Н.С. Иволга// М. : Колос. - 1995. - 359 с.

12. Чернявська Л.І. Нові методи контролю якості сировини та готової продукції у цукровій промисловості // Матеріали науково-технічної конференції «Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва та його науково-технічне забезпечення», Київ, НУХТ, 2005, С. 164-167.

13. Чернявская Л.И. Как добиться качества сахара експортного потенциала/Сахар. – 2017. – №6 – С. 22-27.

Цікаві новини

Що пов'язує Samsung та цукор?

А чи знали ви, що південнокорейська група компаній Samsung, один з найбільших чоболів, заснована в 1938 році, починала свій розвиток з поставок харчових продуктів, а саме цукру. На світовому ринку компанія Samsung відома як виробник високотехнологічних компонентів, телекомунікаційного обладнання, побутової техніки, аудіо- і відеопристроїв.

У 1930-х роках в Кореї підприємець Лі Бен Чхоль відкриває свою справу з виробництва рисової муки. Невеликий склад в місті Тегу стає початком великої історії компанії Samsung. В цей час Корея була колонією Японії, і в країні було досить складно займатися приватним підприємництвом. Проте вже в 1938 році Лі вдається створити перший незалежний канал для експорту з Кореї до Китаю і Маньчжурії. Активний розвиток поставок харчових продуктів, таких, як рис, цукор і сушена риба, дало можливість офіційно зареєструвати торгову марку Samsung Trading Company. Іноземне (для Кореї) походження назви стало наслідком далекосяжних, амбітних планів корейського підприємця: вже до кінця 1950-х років Лі Бен збирався налагодити торгівлю з країнами Американського континенту. А після висадки військ США на Корейському півострові продукція заводу з виробництва рисової горілки і пива стала продаватися представникам союзних військ. Але війна в Кореї поклала край цьому бізнесу. Склади були розграбовані та спалені так само, як і основні заводи компанії.

Існує легенда про те, що на руїнах спаленого будинку Лі Бен знайшов захований ящик з грошима, які і вклав у свою нову справу. Це була текстильна фабрика і цукровий завод, а пізніше і страховий бізнес.

Джерело: dovidnyk.info