

**О.М. Заславський, д.х.н,
О.М. Козич, Н.Д. Козич, О.О.Великанов***
Український науково-дослідний інститут «Ресурс»
*Національний університет харчових технологій

МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ЦУКРУ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Для визначення і порівняльного аналізу мікроелементного складу цукру різного походження було застосовано методи атомно-абсорбційної спектроскопії та полуменевої фотометрії. Дослідження було проведено з використанням зразків тростинного цукру, неочищеного бурякового цукру, білого кристалічного цукру та цукру невідомого походження. Експериментально визначений мікроелементний склад був порівняний з літературними даними. Було встановлено, що мікроелементний склад цукру може слугувати критерієм визначення його походження, а атомно-адсорбційна спектроскопія і полуменева фотометрія є перспективними методами його ідентифікації. Найбільш збагаченим мікроелементами виявився неочищений буряковий цукор. Цукор невідомого походження на підставі проведеного дослідження було ідентифіковано як тростинний.

Ключові слова: цукор буряковий, цукор тростинний, атомно-абсорбційний аналіз, мікроелементний склад.

**О.М. Zaslavski, D. Sc. Chemistry,
О.М. Kozich, N.D. Kozich, O.O.Velikanov***
Ukrainian Scientific and Research Institute «Resource»
*National University of Food Technologies

MICROELEMENT CONTENT OF SUGAR OF DIFFERENT ORIGINS

In order to identify and conduct the comparative trace analysis of sugar of different origins the methods of atomic absorption spectrometry (AAS) and flame photometry have been used. The samples of cane sugar, unrefined beet sugar, white crystalline sugar and sugar of unknown origin have been used to carry out the research. Experimentally identified dietary element composition has been compared with existent information. It has been found that dietary element composition of sugar could be a criterion of its origin identification, and atomic absorption spectrometry (AAS) and flame photometry are promising methods of its research. It has been ascertained, that unrefined beet sugar has had the richest dietary element composition among all analyzed samples. On the basis of conducted research the sugar of unknown origin has been related to cane one.

Key words: beet sugar, cane sugar, atomic-absorption analysis, trace element composition.

**О.М. Заславський, д.х.н,
О.М. Козич, Н.Д. Козич, О.О.Великанов***
Український науково-дослідний інститут «Ресурс»
*Національний університет харчових технологій

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ САХАРА РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Для определения и сравнительного анализа микроэлементного состава сахара разного происхождения были применены методы атомно-абсорбционной спектроскопии и пламенной фотометрии. Были исследованы образцы тростникового сахара, неочищенного свекловичного сахара, белого кристаллического и сахара неизвестного происхождения. Экспериментально определенный микроэлементный состав был сопоставлен с

літературними даними. Установлено, що мікроелементний склад сахара може служити критерієм для визначення його походження, а атомно-абсорбційна спектроскопія та плазменная фотометрія являються перспективними методами для його визначення. Найбільш багатим мікроелементами сахаром виявився неочищений свекловичний сахар. Сахар невідомого походження, на основі проведеного дослідження, був ідентифікований як тростниковий.

Ключеві слова: сахар свекловичний, сахар тростниковий, атомно-абсорбційний аналіз, мікроелементний склад.

Метою даного дослідження було проведення порівняльного аналізу вмісту мікроелементів в цукрі різного походження та встановлення перспективності застосування атомно-абсорбційної спектрометрії та полуменевої фотометрії для ідентифікації видової приналежності цукру.

Вступ. Цукор – це важливий елемент раціону харчування людини і цінна сировина для харчової промисловості. Його цінність полягає у високій калорійності, легкій засвоюваності та, звичайно, солодкому смаку.

Найпоширенішою сировиною для добування цукру є цукровий буряк (8-20 % цукру) та цукрова тростина (18-21 %). Також його можна видобувати з клену (3 %), пальм (до 20%), сорго (5-11 % сахарози та 1-9 % інвертного цукру).

Існують різні види цукру залежно від способу переробки вихідної сировини. Він може бути просто очищеним (відбіленим), рафінованим або неочищеним.

Зі збільшенням стадій очистки цукру збільшується вміст сахарози, як головного компоненту. Наприклад, при переробці цукрового буряку на кристалічний білий цукор, завдяки процесам освітлення та відбілювання, вміст сахарози у кінцевому продукті підвищується до 99,8-99,9 %. Але, разом із тим, видаляється цукрова патока [1], через що значно зменшується вміст мінеральних речовин, роль яких в організмі людини важко переоцінити, адже вони беруть участь майже у всіх біологічних процесах [2].

Натомість, при виготовленні коричневого цукру з тростини (або подрібненні утфелю на проміжній стадії виготовлення цукру з буряку без подальшої обробки) на ньому залишається деяка кількість меласи (до 5-7%), що містить у своєму складі як мікроелементи так і вітаміни.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Якість та безпека цукру білого кристалічного має відповідати нормативній документації. Чинний стандарт на цукор (ДСТУ 46223-2006) регламентує вміст у ньому основного компоненту – сахарози і не регламентує вміст мікроелементів. Між тим цей показник може не тільки визначати дієтичну цінність цукру, а й нарівні зі встановленням вмісту рафінози, теандерози, сапоніну та крохмалю слугувати надійним критерієм для визначення джерела його походження і способу виготовлення [3].

Можна припустити, що встановлення і порівняння мікроелементного у цукру може суттєво спростити виявлення та попередження його фальсифікації у сфері торгівлі.

За даними [4] вміст мікроелементів у цукрі білому кристалічному має становити: Na – 1 мг; K – 3 мг; Ca – 3 мг; Fe – 0,3 мг (на 100г). Вміст у цукрі марки «турбінадо» (коричневий тростинний натуральний) Na – 3 мг; K – 29 мг; Ca – 12 мг; Fe – 0,37 мг; Zn – 0,3 мг; Mg – 2 мг, у цукрах коричневих (з нанесеною меласою на цукор-рафінад) Na – 28 мг; K – 133 мг; Ca – 83 мг; Fe – 0,7 мг; Zn – 0,03 мг; Mg – 9 мг [5].

Матеріали та методи. Для дослідження були використані зразки цукру різного походження:

Зразок 1. Цукор коричневий з мережі ресторанів «Хата Рибак».

Зразок 2. Цукор коричневий з мережі «Sportlife».

Зразок 3. Цукор коричневий тростинний нерафінований пресований «ДЕМЕРАРА» виробництва ТОВ «АТА» м. Київ.

Зразок 4. Цукор буряковий неочищений пресований швидкорозчинний ТМ «Солодко». Виробник ПАТ «Гнідавський цукровий завод».

Зразок 5. Цукор буряковий неочищений ТМ «Солодко». Виробник ПАТ «Гнідавський цукровий завод».

Зразок 6. Цукор білий кристалічний з торгової мережі «Ашан».

Оскільки вміст мікроелементів у цукрі вкрай незначний, зазвичай для їх концентрації застосовується операція озолення. Застосування високочутливих методів атомно-абсорбційної спектроскопії та полуменевої фотометрії дозволяє уникнути цієї процедури.

Для приготування проб для аналізу наважка 10 г цукру була розчинена в 20 мл бідистильованої води. Загальний об'єм розчину становив 23 мл.

Дослідження проводили на полуменевому фотометрі ПАЖ 3 (К, Na, Ca) та атомно-абсорбційному спектрометрі Perkin Elmer AAnalyst 400 (Fe, Cu, Zn, Mg, Mn). Калібрування приладів проводилося за стандартними розчинами. У випадках виходу концентрації досліджуваного елемента за межі калібрувальних графіків, первинний розчин цукру розводився в необхідну кількість разів.

Результати. Результати дослідження мікроелементного складу зразків цукру наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати дослідження мікроелементного складу різних зразків цукру

№ зразку	Концентрація мікроелементів в розчині, мг/л							
	Na	K	Ca	Fe	Mg	Zn	Cu	Mn
1	5,67	30,78	30,75	0,11	6,25	-	0,007	0,029
2	5,73	не визн.	46,44	0,14	11,5	-	0,017	0,025
3	8,7	0,51	31,92	0,27	12,75	-	0,022	0,05
4	362	1462	246	0,08	9,25	0,03	0,048	0,044
5	280	1224	не визн.	0,48	4,75	0,07	0,022	0,34
6	0,9	4,14	8,01	-	-	-	-	-

З урахуванням методики приготування зразків за отриманими експериментальними даними був розрахований вміст визначених елементів у 100 г цукру. Відсутність результатів у зразках №2 (K) та №5 (Ca) пов'язана із матричним ефектом. Результати розрахунків наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Вміст мікроелементів у 100 грамах цукру

№ зразку	Вміст макро- та мікроелементів, мг/100г							
	Na	K	Ca	Fe	Mg	Zn	Cu	Mn
1	1,4742	8,0028	7,995	0,0286	1,625	-	0,00182	0,00754
2	1,4898	не визн.	12,0744	0,0364	2,99	-	0,00442	0,0065
3	2,262	0,1326	8,2992	0,0702	3,315	-	0,00572	0,013
4	94,12	380,12	63,96	0,0208	2,405	0,0078	0,01248	0,01144
5	72,8	318,24	не визн.	0,1248	1,235	0,0182	0,00572	0,0884
6	0,234	1,0764	2,0826	-	-	-	-	-

Аналізуючи отримані дані, можна побачити, що цукор різного походження має різний вміст мікроелементів, який, не зважаючи на його малі значення, можна визначити високочутливими методами без проведення процедури озолення.

Оперуючи даними таблиці 2, видно, що зразки №4 та №5 мають подібний вміст мікроелементів. Також варто зазначити, що в цих зразках найвищий мікроелементний склад серед усіх досліджуваних.

Беручи до уваги подібність мікроелементного складу зразків №4 та №5 можна припустити, що і зразки №1 та №2, походження яких невідоме, належать до одного й того ж типу цукру. Порівнюючи значення результатів їх дослідження зі зразком №3, бачимо, що вони мають однаковий мікроелементний склад. Отже, можемо стверджувати, що зразки №1 та №2 мають однакове походження зі зразком №3, який заявлений виробником як тростинний нерафінований. Порівняння отриманих результатів для зразків №1, №2, №3 та №6 із літературними значеннями показує, що рівень мікроелементів в даних зразках тростинного цукру та цукру білого кристалічного значно нижчий за наведений у літературних джерелах.

Результати наведені у таблиці 2 підтверджують той факт, що цукор різного походження має неоднаковий вміст мікроелементів у своєму складі, а найпривабливішим продуктом харчування для забезпечення не тільки органолептичної та енергетичної потреби, а й також потреби у мікроелементах серед досліджених зразків є неочищений буряковий цукор.

Незважаючи на те, що виготовлення цукру білого кристалічного потребує більшої кількості стадій, а, отже, і витрат при виробництві, його вартість у декілька разів нижча за вартість неочищеного бурякового цукру. Цікавим є і те, що хоча річний врожай цукрової тростини більший за врожай цукрового буряку, а вміст сахарози у тростинному коричневому цукрі менший на 5-7 % за буряковий, його вартість майже у 10 разів більша. Це можна пояснити наступними факторами: по-перше, пропагандою «здорової нерафінованої їжі»; по-друге, дійсно, високим вмісту макро- та мікроелементів, а також вітамінів групи В; по-третє, незвичним смаком та ароматом тростинного цукру.

Висновки

Методами атомно-абсорбційної спектроскопії та полуменевої спектрофотометрії визначений мікроелементний склад цукру різного походження. З'ясовано, що рівень мікроелементного вмісту в досліджуваних зразках тростинного та бурякового цукру не відповідає зазначеним в літературних джерелах даним. Встановлено, що найбагатший мікроелементний склад серед аналізованих зразків має буряковий неочищений цукор виробництва ПАТ «Гнідавський цукровий завод». На підставі отриманих даних встановлено, що досліджуваний цукор невідомого походження, що пропонується клієнтам у закладах мереж «Хата Рибак» та «Sportlife», за своїм мікроелементним складом належить до коричневого тростинного. Підтверджена доцільність та перспективність використання атомно-абсорбційної спектроскопії та полуменевої спектрофотометрії для аналізу мікроелементного складу цукру та встановлення його походження.

Література

1. Бугаенко И.Ф. Основы сахарного производства / Илья Федорович Бугаенко. - Москва: Международная сахарная компания, 2002. - 355с.
2. Nelson David L. Lehninger Principles of Biochemistry, Third Edition (3 Har/Com ed.) / David L. Nelson, Michael M. Cox. – New York: W. H. Freeman, 2000. – 1200pp. ISBN 1-57259-931-6
3. Бугаенко И.Ф. Идентификация свекловичного и тростникового сахара / Илья Федорович Бугаенко. // Сахар.-2004.-№5.-С.39-40.
4. http://health-diet.ru/base_of_food/sostav/912.php
5. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods>