

Колориметр для експрес-визначення кольоровості кристалічного цукру-піску

Цукор-пісок містить деяку кількість нецукрів, зокрема барвних речовин. У ряді галузей харчової промисловості (виноробна, кондитерська, лікєро-горілочна, пиво-безалкогольних напоїв, продукції дитячого харчування і морозива) висуваються підвищені вимоги до якості цукру. Тому останнім часом, незважаючи на те, що більша частина цукру реалізується на внутрішньому ринку країни, вимоги до його якості зросли і є значно вищі, ніж передбачені вітчизняним стандартом. Крім того, у зв'язку з очікуваним вступом України до СОТ реальною стане можливість експорту вітчизняного цукру в інші країни, де до якості цукру, особливо до його кольоровості, висувають надзвичайно високі вимоги. Тому контролю кольоровості цукру, визначенню та оперативному усуненню причин її погіршення необхідно приділяти постійну увагу.

Якість вітчизняного цукру має відповідати вимогам ДСТУ 2316-93 (ГОСТ 21-94), згідно з яким кольоровість цукру визначають у розчині і виражають в одиницях ICUMSA та умовних одиницях (°Штаммера).

Вимоги до кольоровості цукру згідно з вітчизняними, деякими зарубіжними стандартами та додатковими вимогами конкретних фірм [5] наведено в *табл. 1*.

Таблиця 1

Вимоги до кольоровості цукру-піску

Показник	Одиниця виміру	Значення кольоровості за вимогами			
		ДСТУ	ЄС	фірми “Зюд-цукер”	фірми “Пепсі-Кола”
Кольоровість у розчині	од. ICUMSA або ум. од. (°Шт.)	≤ 104	≤ 60	–	–
		$\leq 0,8$	$\leq 0,46$	–	–
Кольоровість у розчині	бали	–	$\leq 6,0$	$\leq 5,0$	–
Тип кольоровості кристалічного цукру (без розбавлення)	бали	–	$\leq 9,0$	$\leq 6,0$	–

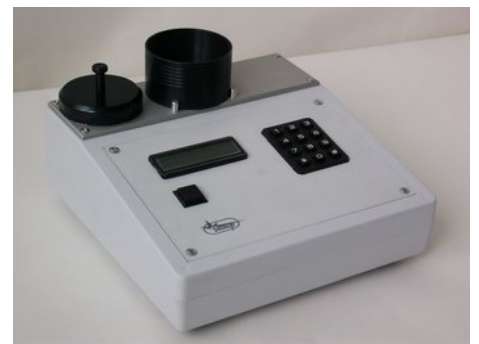
Кольоровість у розчині	од. RBU	–	–	–	≤ 35
---------------------------	---------	---	---	---	-----------

У країнах Європейського Економічного Співтовариства (ЄЕС) нині застосовують комплексну узагальнену оцінку якості цукру в балах. Суму балів визначають за трьома показниками: тип кольоровості цукру в кристалічному вигляді відносно стандартних зразків цукру, розроблених Брауншвейгським інститутом (офіційний метод ICUMSA, метод CS-2-11, 1994 р.); кольоровість цукру у розчині і вміст кондуктометричної золи [1, 3]. Брауншвейгські стандартні зразки типів кольоровості – це шкала із семи цукрів із стандартним забарвленням і розміром кристалів у межах від 0,5 до 1,0 мм. Зразки виготовлено із високоякісного білого цукру, штучно забарвленого в промислових умовах (Німеччина) за точно встановленою технологією.

Система контролю кольоровості цукру на заводах нашої держави передбачає визначення цього показника лише у розчині. Вітчизняні цукрові заводи оснащені лише фотоелектроколориметрами КФК-3 для визначення кольоровості цукру в розчиненому стані, не мають приладів для визначення кольоровості цукру в кристалічному вигляді (без розбавлення), а також Брауншвейгських стандартних зразків цукру. Такі прилади – спеціалізовані фотометри відбиття для визначення кольоровості в кристалічному вигляді, а також еталонні зразки цукру пропонують зарубіжні виробники Швейцарії, Німеччини (фірма “Schmidt + Haensch”) та ін., але вони не доступні для більшості цукрових заводів через високу вартість [4]. Тому оцінювати якість цукру в балах згідно з вимогами ЄЕС на сьогодні в Україні немає можливості.

Виробництво вітчизняного лабораторного обладнання для визначення кольоровості цукру є надзвичайно актуальним, тому що дасть можливість створити порівняно недорогі прилади та організувати їх належне сервісне обслуговування на цукрових заводах.

ДКТБ інституту технічної теплофізики (ІТТФ) НАНУ за участю кафедри технології цукристих речовин НУХТ та УкрНДІЦП розробило і ви-



готовило прилад для експрес-визначення кольоровості цукру-піску в кристалічному вигляді – автоматичний програмний колориметр ЦУ ТЕП-С [5]. Прилад призначений для вимірювання кольоровості кристалічного цукру-піску без розчинення.

Рис 1. Прилад ЦУ ТЕП-С

Принцип дії приладу ґрунтується на залежності кольоровості кристалічного цукру-піску від інтенсивностей пропущеного через зразок цукру і відбитого від нього випромінювання вибраних спектральних діапазонів.

Зовнішній вигляд приладу наведено на *рис.1*, функціональну схему приладу – на *рис.2*.

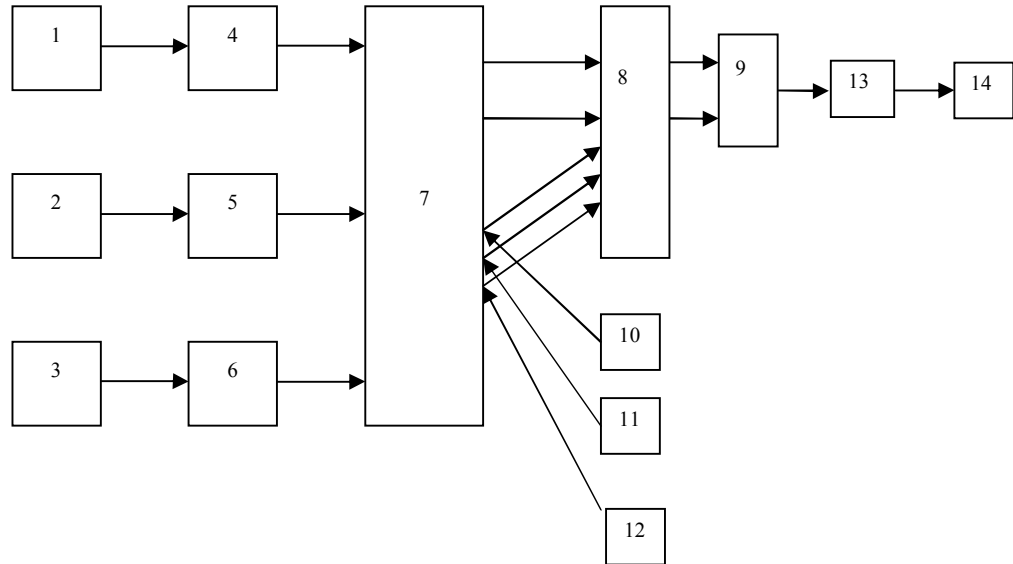


Рис. 2. Функціональна схема приладу ЦУ ТЕП-С

Автоматичний аналізатор діє таким чином. Подають випромінювання послідовно від випромінювачів 1, 2, 3 із спектральними лініями λ_1 , λ_2 , λ_3 крізь конденсувальні оптичні системи 4, 5, 6 із світлофільтрами чи без них на досліджуваній зразок 7 кристалічного цукру-піску. Пропущене крізь досліджуваний зразок 7 випромінювання після взаємодії з ним надходить на фокусувальну оптичну систему 8 і фотоприймач 9. Після послідовного опромінення досліджуваного зразка 7 випромінювачами 1, 2, 3 цей зразок додатково опромінюють від випромінювачів 10, 11, 12 (спектральні лінії λ_1' , λ_2' , λ_3') і реєструють відбите від досліджуваного зразка випромінювання за допомогою фокусувальної оптичної системи 8 на фотоприймачі 9. Корисний сигнал після фотоприймача 9 обробляють у блоці оброблення інформації 13 і результат висвічується в одиницях кольоровості для вибраної шкали на дисплеї 14.

Колориметр ЦУ ТЕП-С відкалібрований в одиницях ICUMSA, в умовних одиницях ($^{\circ}$ Штаммера) та в Брауншвейгських стандартних одиницях кольоровості кристалічного цукру-піску. Для калібрування колориметра відбирали 11 зразків цукру-піску в кристалічному вигляді (без розчинення) і вимірювали їхню кольоровість на новому приладі. Паралельно вимірювали кольоровість всіх зразків цукру стандартним методом в розчиненому стані в одиницях ICUMSA та в умовних одиницях на фотоелектроколориметрі КФК-3 (свідоцтво про повірку № 37/3015

від 22.09.2004 р.) в акредитованій Центральній випробувальній лабораторії УкрНДІЦП. Одержані результати наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

Кольоровість зразків цукру, визначена на приладах КФК-3 і новому колориметрі ЦУ ТЕП-С

№ зразка	Сухі речовини СР, %	Оптична густина D_{420}	Кольоровість, ум. од. (°Штаммера), визначена на приладі:		Кольоровість, од. ICUMSA, визначена на приладі:	
			КФК-3	ЦУ ТЕП-С	КФК-3	ЦУ ТЕП-С
1	52,03	0,065	0,154	0,154	20,12	20,05
2	53,68	0,077	0,180	0,180	23,4	23,40
3	53,29	0,124	0,289	0,261	37,1	33,93
4	53,56	0,148	0,339	0,310	44,28	40,25
5	48,60	0,116	0,307	0,327	39,33	42,45
6	54,41	0,148	0,332	0,336	43,37	43,63
7	54,06	0,183	0,416	0,446	54,12	57,98
8	53,25	0,312	0,723	0,736	94,35	95,68
9	53,84	0,363	0,829	0,810	107,6	105,35
10	54,57	0,331	0,734	0,713	96,58	92,68
11	52,95	0,351	0,816	0,773	106,3	100,45

Кореляційні поля залежності значень Z^* одиниць кольоровості кристалічного цукру-піску за шкалою ICUMSA, виміряних стандартним методом в розчині згідно з ДСТУ 2075–92 і відповідних значень Z , виміряних запропонованим способом (*рис. 3*), характеризуються коефіцієнтами кореляції $K_1 = 0,981...0,985$.

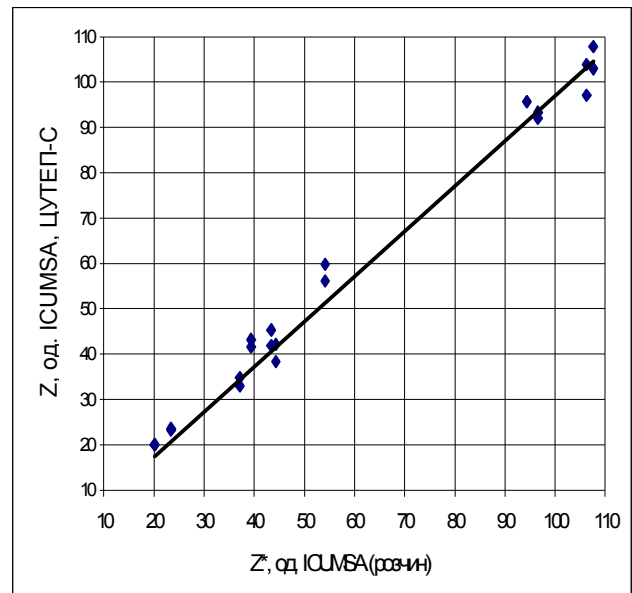


Рис. 3. Кореляційне поле значень кольоровості Z , визначених на приладі ЦУ ТЕП-С, і значень кольоровості Z^* , визначених згідно з ДСТУ 2075–92

Кореляційні залежності значень кольоровості Z^* в одиницях ICUMSA, визначених згідно з ДСТУ 2075-92 в розчині, від значень кольоровості Z , визначених на приладі ЦУ ТЕП-С, аналітично відповідають залежностям типу

$$Z = a + b \cdot x^n + c/y^m,$$

де x , y – інтенсивності зареєстрованого на фотоприймачі результуючого випромінювання відповідних спектральних діапазонів, що взаємодіє з досліджуваним об'єктом; a , b , c , n , m – коефіцієнти, що залежать від типу й особливостей досліджуваного зразка.

Коефіцієнт кореляції значень кольоровості Z^* кристалічного цукру-піску в Брауншвейгських одиницях від відповідних значень кольоровості Z , виміряних на ЦУ ТЕП-С K_2 , дорівнює 0,99.

Автоматичний колориметр ЦУ ТЕП-С дає змогу швидко визначити кольоровість кристалічного цукру-піску. Тривалість вимірювань 30 с. За методикою ДСТУ визначення кольоровості цукру-піску потребує наявності спеціального лабораторного обладнання (водяна баня, рН-метр, рефрактометр, колориметр) та значних витрат часу для підготовки проби до аналізу і проведення вимірювання – близько двох годин для одного зразка. Експрес-визначення кольоровості цукру-піску на новому колориметрі може бути рекомендоване для контролю кольоровості цукру-піску кожної варі вакуум-апарату, що важливо з позиції забезпечення якості готової продукції.

Колориметр атестований в Укрметртестстандарті і має такі технічні характеристики:

Діапазон вимірювання, од. ISUMA	0...250
Діапазон вимірювання, умов. од. Штаммера	0...1,92
Габаритні розміри, мм	220×220×70
Маса приладу, кг	0,9
Гарантійний термін, міс.	12

Прилад надійний і простий в експлуатації. Поряд з високими технічними характеристиками прилад має доступну ціну.

Рекомендується випробовування нових колориметрів ЦУ ТЕП-С у виробничих умовах і налагодження їх експлуатації в цукровій галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Official Journal Treaties Legislation*. – 163, 04/07/1969. –Р. 0001–0006.
2. *Schneider F. Sugar Analysis. ICUMSA Methods. ICUMSA. Peterborough*. – England, 1979.–Р. 125–129, 182.
3. *Book Methods. ICUMSA*. –England, 1994. –Р. 45–53.
4. *Рамирез З., Братусь В.В.* Контроль качества и управление технологическими процессами в производстве сахара // Сахар. –2003. – № 2. –С. 52–55.
5. *Скорик К.Д.* Менеджмент якості цукру: Матеріали науково-технічної конференції цукровиків України “Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва” // Цукор України. – 2004. –С. 189–192.
6. *Науковий звіт № А-11/04* відділу ТДС Інституту технічної теплофізики Національної академії наук України. –К.: 2004.