

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 635.077

*Тетяна РОМАНОВСЬКА,
Іван ПОБЕРЕЖЕЦЬ,
Нінель ДРОБА*

ОЦІНКА ЯКОСТІ РОСЛИННИХ СОКІВ ЗА ФІЗИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ*

Рослинні соки займають чільне місце в забезпеченні організму людини поживними речовинами, необхідними для її здоров'я та повноцінного життя. Завдяки своєму біохімічному складу вони є незамінними в раціоні харчування.

Рослинні соки – це продукти, отримані з овочів і фруктів механічним віджиманням. На сьогодні основним виробничим показником якості соків є масова частка вмісту розчинних сухих речовин. Чинний стандартний гравіметричний метод визначення загального вмісту сухих речовин (ДСТУ EN 12145:2003) потребує декілька годин для проведення аналізу, інший стандартний рефрактометричний метод (ДСТУ EN 12143:2003) базується на визначенні частини сахарози в її водному розчині й передбачає проведення корекції на присутність органічних кислот, мінеральних речовин, амінокислот тощо. Виробники соків або зовсім не вказують відсотковий вміст сухих поживних речовин у продукті, або фіксують так звану фруктову частину.

Виходячи з того, що в складі натуральних і купажованих соків поживні речовини становлять кілька відсотків, соки згущують і консервують, а потім відновлюють. Саме тому сьогодні актуальним є питання контролю якості соків, розширення показників і параметрів, за якими визначають вміст корисних сполук і енергетичну цінність продукції.

Мета роботи – розробка ефективних методів і технічного забезпечення об'єктивного експрес-контролю якості фруктових і овочевих соків.

* Робота виконана під керівництвом д. т. н., професора І. Я. Романовського.

Оскільки вміст сухих речовин у соку значно впливає на механічні, акустичні, теплофізичні, електрофізичні та оптичні його властивості [1–3], проведено їх експериментальні дослідження та встановлено внутрішньокомплексні кореляційні залежності між ними.

Об'єкти досліджень – свіжовіджаті соки: із зерняткових плодів – яблучний сік із сортів *Ред Делішес* і *Ренет Симиренко*, із кісточкових – сік із вишень сорту *Подбельська*, із ягід – виноградний сік із сорту *Рислінг*, із коренеплодів – сік із цукрового буряка сорту *Український ЧС-70*, із дерев – березовий сік.

Концентрацію розчинних сухих речовин змінювали в межах від нативних до приблизно 65 %. Досліджено фізичні параметри соків: масову густину (ρ) – ваговим методом і спеціальним електромеханічним густиноміром; коефіцієнт динамічної в'язкості (η) – капілярним віскозиметром; коефіцієнт поверхневого натягу (α) – методом відриву краплі; швидкість поширення ультразвуку (v) – за довжиною ультразвукової хвилі та частотою коливань оптико-акустичним методом [4; 5]; діелектричну проникність (ϵ) – спеціальним вимірювачем електроємності на частоті 100 кГц [6]; питому електропровідність (σ) – мостовим методом; показник заломлення світла (n) – рефрактометричним методом; кут повертання площини поляризації (φ) – поляриметричним методом.

Результати експериментальних досліджень залежностей ρ , η , v , σ , n від масової частки розчинних сухих речовин c представлено відповідними формулами (одиниці вимірювання всіх величин подано в системі SI):

$$\rho = \rho_b + (a_1 c + a_2 c^2) \cdot 10^3; \quad (1)$$

$$\eta = \eta_b + b_1 \left(\exp \frac{b_2 c}{1-c} - 1 \right) \cdot 10^{-3}; \quad (2)$$

$$v = v_b + d_1 c + d_2 c^2; \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{1-1.2c}{1+h_1 c} \left(h_2 c + h_3 \sqrt{c} \right); \quad (4)$$

$$n = n_b + k_1 c + k_2 c^2, \quad (5)$$

де для води: $\rho_b = 998 \text{ кг/м}^3$;

$$\eta_b = 1.004 \cdot 10^{-3} \text{ (Н/м}^2) \cdot \text{с};$$

$$v_b = 1478.6 \text{ м/с};$$

$$n_b = 1.333.$$

Значення коефіцієнтів у формулах (1–5) для всіх досліджуваних соків представлено в таблиці. Результати досліджень за іншими параметрами не наведено, оскільки вони є менш інформативними.

Таблиця

Значення коефіцієнтів заломлення у формулах (1–5) для досліджуваних соків

Назва соку	Коефіцієнти										
	a_1	a_2	b_1	b_2	d_1	d_2	h_1	h_2	h_3	k_1	k_2
Яблучний (Ред Делішес)	375	141	3.07	3.55	422.2	270.5	8.0	2.07	0.11	0.139	0.070
Яблучний (Ренет Смиренка)	390	138	1.65	7.61	–	–	9.0	1.86	0.13	0.139	0.071
Вишневий	385	189	0.968	2.33	–	–	10.5	2.40	0.27	0.137	0.079
Виноградний	402	143	1.003	3.12	383.6	360.0	10.5	2.05	0.34	0.145	0.054
Буряковий	362	189	0.998	2.53	–	–	11.5	2.30	0.06	0.138	0.067
Березовий	378	154	1.028	2.38	–	–	20.0	5.30	0.31	0.148	0.041

Із формул (1–5) і даних таблиці видно, що залежності параметрів досліджуваних соків із різним вмістом сухих речовин характеризуються однаковою тенденцією, а саме: зі збільшенням концентрації соку параметри ρ , η , ν , σ , n зростають, але залежності різні. Величина питомої електропровідності (σ) усіх соків із збільшенням (c) характеризується максимумом, що пов'язано, очевидно, зі зміною рухливості молекул розчину за рахунок підвищення його концентрації. Підтвердженням цьому є різке зростання коефіцієнта в'язкості внаслідок збільшення масової частки сухих речовин.

Привертає увагу значна відмінність питомої електропровідності березового соку (коефіцієнт h) порівняно з іншими зразками. Це пояснюється тим, що з підвищенням концентрації розчинних сухих речовин зростає кількість іонів, а зі збільшенням в'язкості їхня рухливість зменшується. Аналіз експериментальних залежностей показує, що питома провідність березового соку [3] прямо пропорційна концентрації розчинних сухих речовин і обернено пропорційна коефіцієнту в'язкості:

$$\sigma = \frac{7.5 \cdot 10^{-3} c}{\eta}. \quad (6)$$

Відносна похибка між вимірною та розрахованою питомою провідністю за формулою (6) становить кілька відсотків.

Електропровідність яблучних соків має таку саму тенденцію, що й провідність березового соку [2], але не підлягає формулі (6). Це можна пояснити тим, що високомолекулярні пектинові речовини створюють у яблучних соках структуровані молекулярні колоїдні розчини, підвищена в'язкість яких зумовлена зчепленням макромолекул. Рухливість носіїв заряду визначається звичайно в'язкістю соку. В березовому – в'язкість не зумовлена структуроутворенням, тому питома провідність підлягає залежності (6).

Отже, в яблучному соку в'язкість визначається молекулярною структурованістю внаслідок наявності пектинових речовин, тому залежність (6) не виконується. За малих концентрацій розчинних сухих

речовин електропровідність березового соку більша ніж у два рази за провідність яблучного, що зумовлено вищою концентрацією іонів у березовому соку за однакової концентрації розчинних сухих речовин. Крім цього, на зменшення провідності солодких соків впливають електрично нейтральні молекули моно- та дисахаридів. За збільшення концентрації цукру провідність розчину знижується [3], що зумовлено зменшенням дрейфової рухливості іонів і ступенем дисоціації молекул розчину. За малих концентрацій електрично нейтральні речовини майже не впливають на питому провідність, а за високих – істотно її зменшують.

Таким чином, для експрес-аналізу масової частки розчинних сухих речовин у рослинних соках можна використати залежності фізичних параметрів соків від їхньої концентрації.

Залежності (1), (3) і (5) одержані методом лінійної регресії. Ці закономірності є найінформативнішими для експрес-аналізу якості соків. Проте точність вимірювання масової частки сухих речовин у соках за показниками ρ і n становить 0.3–0.5 %, що не цілком задовольняє виробників. Розроблено та створено новий спосіб інструментального визначення масової частки розчинних сухих речовин у прозорих соках за довжиною ультразвукової хвилі [4; 5], який уможлиблює отримання результатів із точністю до 0.1 %. Цей спосіб ґрунтується на прямому вимірюванні зміщення дифракційних максимумів світлової хвилі на просторовій решітці, яка утворюється в розчині ультразвуковими коливаннями.

Щоб з'ясувати зв'язок між вимірюваними фізичними параметрами c , ρ , η , v , n соків, проведено статистичну обробку експериментальних досліджень. Факторний аналіз [7] показав, що парні коефіцієнти кореляції між вимірюваними параметрами ρ , v , n кожного соку та масовою часткою розчинних сухих речовин (c) мають значення, близькі до одиниці (понад 99 %), а між η і c – понад 84 %.

Внутрішньокмплексний коефіцієнт кореляції між параметрами досліджуваних соків понад 85 % за середнього квадратичного відхилення 5.5 %. Отже, сукупність експериментальних даних достатньо однорідна, що уможлиблює проведення розрахунків одних параметрів соків на основі значень інших фізичних параметрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Электрофизические свойства растворов сахарозы* / Домарецкий В. А. , Романовский И. А. , Вендичанский В. Н., Романовская Т. И. // Пищевая пром-сть. — 1988. — № 3. — С. 49—50.
2. *Побережець І. І.* Контроль якості яблучних соків за їх фізичними властивостями / І. І. Побережець, В. І. Побережець, І. Я. Романовський // Наук. пр. НУХТ. — 2005. — № 16. — С. 110—111.

3. *Романовський І. Я.* Зв'язок між фізичними параметрами березового соку / І. Я. Романовський, Т. І. Романовська, І. І. Побережець // Наук. пр. НУХТ. — 2006. — № 20. — С. 58—59.
4. Патент на винахід (піонерський) № 83695 С2 України, МПК (2006) G01N33/02, G01N29/02. Оптико-акустичний спосіб визначення концентрації сухих розчинних речовин у розчинах / І. І. Побережець, Т. І. Романовська, І. Я. Романовський. — Пріор. 01.06.2006 ; Опубл. 11.08.2008, Бюл. № 15. — 4 с.
5. *Оптико-акустичний* критерій визначення концентрації сухих розчинних речовин у рослинних соках / Романовський І. Я., Романовська Т. І., Побережець В. І., Побережець І. І. // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. — 2008. — № 1. — С. 41—43.
6. Пат. 1347 С1 Україна, МКІ⁵ G01N 33/02 / Пристрій для вимірювання діелектричних властивостей плодовоовочевої продукції / В. І. Лукашенко, П. Д. Мельничук, І. Я. Романовський ; заявник і патентовласник КТІХП. — № 93250347 ; заявл. 15.07.93 ; опубл. 25.03.94, Бюл. № 1. — 6 с.
7. *Длин А. М.* Факторный анализ в производстве / А. М. Длин. — М. : Статистика, 1975. — С. 182—199.