

УДК 664.0

М.О. Максименко, С.І. Усатюк, канд. техн. наук, доц.
Національний університет харчових технологій, Україна

ЕЛЕКТРОННИЙ ЯЗИК – АНАЛІТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОДУКТІВ

M.O. Maksymenko, S.I. Usatyuk, Ph. D., Assoc. Prof.

ELECTRONIC TONGUE - ANALYTICAL TOOL TO IDENTIFY THE CHARACTERISTICS OF PRODUCTS

В даний час споживачі приділяють велику увагу характеристикам харчових продуктів, таких як запах, смак і зовнішній вигляд. Це мотивує вчених наслідувати людські почуття, використовуючи пристрої, відомі як мультисенсорні системи. Однією з таких систем є «електронний язик».

Електронний язик являє собою аналітичну систему, що моделює роботу органів смаку людини за рахунок системи сенсорів і новітніх методів обробки сигналів. Він складається з чотирьох різних хімічних сенсорів, що реагують на той або інший смак. Технічно це реалізовано за допомогою спеціального мікрочіпа з мільйонами дрібних каналів, призначених для відбору молекул строго певного розміру. У цьому чіпі молекули хроматографічно поділяються на «солодкі», «кислі», «гіркі» і «солоні» і подаються на відповідні наносенсори, які змінюють електричний опір у залежності від кількості молекул.

Комбінація сигналів наносенсорів утворює електронний «відбиток» смаку, який для зручності класифікації являє собою область точок на графіку. Присутність солодкого компонента зміщує точку до верхньої лівої області діаграми, кислої - до верхньої правої, гіркої і солоної – до нижньої частини графіка. Таку діаграму можна записати на жорсткий диск комп'ютера і порівнювати з іншими при проведенні подальших досліджень.

Можливості розпізнавання смаку за допомогою електронного язика вчені показали на прикладі мінеральної води, фруктових соків і лимонаду, молока і молочнокислих продуктів, кави, вина, мізо (японська паста з сої), sake, а також рослинних олій. Електронний дегустатор успішно розрізнив близько 30 видів різних грузинських та італійських мінеральних вод, більше 30 типів соків і 15 сортів кави комерційних марок, відрізняв ідентичні за хімічним складом природну мінеральну воду від її підробки. Вдалося вирішити і більш складне завдання - розпізнати три різні сорти рослинної олії. Крім того, електронний язик використовувався для аналізу м'яса, риби, овочів і фруктів, у тому числі цибулі, томатів і т.п. Існує безліч інших способів застосування електронного язика для аналізу продуктів харчування.

Результати вимірювань, отримані за допомогою електронного язика, добре корелюють як з результатами хімічного аналізу продуктів, так і з результатами оцінки смаку цих продуктів панеллю дегустаторів. Але у електронного дегустатора є одна перевага - його неможливо підкупити, він не підвладний суб'єктивному впливу обставин, самопочуттю, настрою. Наприклад, такий "простий" параметр як кислотність вин, обумовлена хімічним аналізом, погано співвідноситься з кислотністю, яка сприймається людиною. Електронний язик здатний визначити як загальну кислотність (хімічний аналіз), так і кислотність як смакову оцінку, яка зазвичай визначається дегустаторами. Таким чином, мультисенсорні системи можуть бути деякою проміжною ланкою між хімічним аналізом і смаковим сприйняттям людини.

Крім кількісного визначення неорганічних речовин у розчині, електронний язик

можна використовувати для вимірювання вмісту різних органічних речовин таких як: одноатомні спирти, органічні кислоти, альдегіди, ефіри, феноли та поліфеноли, алкалоїди і т.д. За допомогою електронного язика можна також вимірювати концентрацію різних речовин, що визначають смак, таких речовин як хінін, лейцин, кофеїн (гіркий), хлористий натрій (солоний), молочна, лимонна та інші кислоти (кислий), аспартам, ацесульфам калію, деякі полісахариди і амінокислоти (солодкий, гірко-солодкий), глютамат натрію (юмамі).

Першою мультисенсорною системою типу «електронний язик» був сенсор смаку, запропонований японськими ученими з Університету Кюсю на початку 1990-х років. Ця система містила вісім потенціометричних сенсорів з ліпідними мембранами на полівінілхлоридній матриці, що володіли перехресною чутливістю до речовин з різним смаком. З метою мініатюризації сенсорної системи були сконструйовані тонкоплівкові сенсори на основі тих же чутливих матеріалів, але реалізуючи інший принцип детектування сигналу.

Електронний язик на основі потенціометричних сенсорів, у тому числі і з неорганічними мембранами, розроблений і активно досліджується вже понад 10 років у Лабораторії хімічних сенсорів Санкт-Петербурзького державного університету. Відзначимо, що автори цієї роботи спільно з італійськими колегами з університету «Тор Вергата» (Рим) вперше запропонували і сам термін «електронний язик» стосовно системам перехресно-чутливих сенсорів з обробкою даних методами розпізнавання образів. Для виготовлення сенсорів використовується широке коло мембранних матеріалів.

Вченими Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Україна) спільно з інститутом INSA, Ліон (Франція) розроблено фотоелектричний сенсор («електронний язик»), що може використовуватися для детектування різних речовин у повітрі, продуктах харчування, рідинах тощо. Робота сенсору базується на використанні гетероструктур, основою яких є кремнієва пластина. Під дією світла сенсор генерує електричний сигнал, параметри якого дуже чутливі до хімічного складу речовин, що аналізуються.

Існує проект електронного язика, заснований на іншому принципі дії. Британські дослідники з University of Warwick розробили пристрій, здатний розпізнавати чотири основні смаки: кислий, солодкий, солоний і гіркий.

На відміну від інших подібних приладів, новий язик не має хімічних мембран і взагалі жодної подоби смакових рецепторів людини - в ньому використані фізичні, а не електричні або хімічні особливості речовин, мова створює звукові хвилі, що перетинають поверхню крихитного кристала, і слухає «відповідь» рідини. При цьому рідини з різними смаками мають характерний звуковий «підпис».

Застосування мультисенсорної системи типу «Електронний язик» при аналізі сировини, напівфабрикатів, кінцевих продуктів, харчових добавок є перспективним напрямком у харчовій промисловості та може використовуватись для розпізнавання, ідентифікації, класифікації і контролю якості продуктів.

Література

1. Winquist F., Wide P., Lundstrom I. // Anal. Chim. Acta. 1997. V. 357. P. 21.
2. Легин А.В., Рудницкая А.М., Селезнев Б.Л., Власов Ю.Г. // Сенсор. 2002. Т. 1. С. 8.
3. Vlasov Yu., Seleznev B., Ivanov A., Rudnitskaya A., Legin A. // Proc. of 5th Italian Conf. Sensors and Microsystems. Lecce, Italy, 2000. P. 57.
4. Legin A., Rudnitskaya A., Seleznev B., Vlasov Yu., Velikzhanin V. Artificial Chemical Sensing: Olfaction and the Electronic Nose (ISOEN 2001). V. 15. The Electrochemical Society Inc., 2001. P. 114.