تشخیص رب انار خالص با استفاده از آرایه حسگری گازی

محمدحسن سلیمانی [۱]، حکمت ربانی [۲*]، اسماعیل میرزائی قلعه [۳]

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی، کرمانشاه (m.solimany.52@gmail.com)
۲) دانشیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه (hrabbani2010@gmail.com)
۳) استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه رازی، کرمانشاه (e.mirzaee@razi.ac.ir)

چکیده

انار با نام علمی Punica granatum L ، از خانواده پونیکاسه می‌باشد. ایران با داشتن ۶۰ هزار هکتار سطح زیر کشت و تولید ۸۰۰ هزار تن مقام اول تولید انار در جهان را به خود اختصاص داده است. از دانه انار می‌توان آب، رب، معجون، شربت، مربا، ژله و ...تهیه نمود. در حال حاضر سالم و مطلوب بودن کیفیت مواد غذایی نقش مهمی را در صنایع غذایی ایفا می‌کند. تشخیص تقلب در صنایع غذایی همواره جامعه علمی را به چالش کشیده است. به‌سختی می‌توان روشی را یافت که بتواند پارامترهای کیفیتی مواد غذایی را ارزیابی کند. در این پژوهش، یک سامانه‌ی قابل حمل بینی الکترنیک بر پایه حسگرهای گازی برای تشخیص رب انار خالص از نوع تقلبی بررسی شد. برای هر نمونه آزمایش مقدار ۳۰ گرم مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج حاصل از آنالیز مؤلفه‌های اصلی نشان داد که مجموع واریانس بین نمونه-ها در مجموع ۹۲ درصد، برای تشخیص رب انار خالص از نوع تقلبی شیره انگور بود. همچنین نمودارهای رادار نشان داد که حسگرهای TGS822, TGS813 و TGS2620 بیشترین واکنش را در تشخیص و طبقه‌بندی دارند.

کلمات کلیدی: *تقلب، بینی الکترونیک، رب انار، شیره انگور، حسگرهای گازی*

*نویسنده مسئول: hrabbani2010@gmail.com

تشخیص رب انار با استفاده از آرایه حسگری گازی

مقدمه

انار با نام علمی Punica granatum L ، از خانواده پونیکاسه۱ می‌باشد[۹، ۱۶] . انار بومی مناطق شرق ایران تا کوه‌های هیمالیا در شمال هند بوده و یکی از اولین گیاهان اهلی شده است. ایران با داشتن ۶۰ هزار هکتار سطح زیر کشت و تولید ۸۰۰ هزار تن (معادل ۴۰ درصد تولید جهانی) مقام اول تولید انار در جهان را به خود اختصاص داده است [۱۰]. امروزه در جهان، سالم و مطلوب بودن کیفیت مواد غذایی نقش مهمی را در صنایع غذایی ایفا می‌کند که مستقیماً با سلامتی افراد و پیشرفت جامعه در ارتباط است [۸]. تشخیص تقلب در صنایع غذایی همواره جامعه علمی را به چالش کشیده است. به‌سختی می‌توان روشی را یافت که بتواند به‌راحتی و با اطمینان پارامترهای کیفیتی مواد غذایی را ارزیابی کند [۱۵]. پیچیدگی بوی مواد غذایی تحلیل آن‌ها را با روش‌های تجزیه‌وتحلیل معمولی مانند کروماتوگرافی گازی۲ دشوار می‌سازد. ازاین‌رو، نیاز به ابزاری مانند بینی الکترونیک با نقاط برجسته مانند حساسیت بالا و همبستگی با داده‌های پنل‌های حسی انسان برای کاربردهای خاص در کنترل مواد غذایی است. به دلیل ساخت آسان، ارزان بودن و نیاز به زمان کم برای تحلیل، بینی الکترونیک در حال تبدیل‌شدن به یک روش غیر مخرب خودکار برای توصیف بوی غذا است [۳].

ماشین بویایی۳ (بینی الکترونیکی)۴ ابزاری متشکل از حسگرهای شیمیایی است که در ترکیب با روش‌های تشخیص الگو برای تشخیص بوهای ساده و پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرند. سامانه بویایی الکترونیک با حسگرهای هوشمندی که دارد به‌نوعی کار سامانه بویایی انسان را شبیه‌سازی می‌کند و بدین ترتیب گازهای فراری که از مواد متصاعد می‌شوند را به‌اصطلاح بو می‌کند [۱۳].

در سال‌های اخیر پژوهش‌هایی در زمینه کاربرد ماشین بویایی به‌منظور تشخیص مواد غذایی گزارش شده است که در ادامه به چندین مورد اشاره می‌گردد.

رزداری و همکاران (۱۳۹۷) بررسی تقلب در رب گوجه‌فرنگی با استفاده از سامانه ماشین بویایی به شناسایی سطوح مختلف تقلب پوره کدو حلوایی در رب گوجه‌فرنگی (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج PCA و PLS حاکی از پوشش ۹۹ و ۹۴ درصد از واریانس داده‌ها با دو مولفه اصلی بود. دقت طبقه‌بندی با روش LDA، ۷۹/۰۷ درصد به دست آمد. تابع چندجمله‌ای با دقت ۸۷/۷۷ درصد آموزش و۶۶/۷۶ درصد اعتبارسنجی در روش C-SVM و تابع پایه شعاعی با دقت ۹۸/۸۴ درصد آموزش و ۸۸/۱۴ درصد اعتبارسنجی در روش Nu–SVM بیشترین دقت طبقه‌بندی را داشتند [۵].

فیاض و همکاران(۱۳۹۷) در تحقیقی با استفاده از سامانه بینی الکترونیک برای تشخیص و تفکیک هشت نوع اسانس لیمو مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل داده‌های این سامانه، روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی با دو مؤلفه اصلی PC1 و PC2 توانست ۹۹ درصد از واریانس داده‌ها را پوشش دهد. روش‌های تحلیل تفکیک خطی و شبکه عصبی مصنوعی نیز به ترتیب با دقت بالای ۹۸ و ۹۱ درصد قادر به جداسازی نمونه‌ها بودند [۷]. گُرجی چاکسپاری و همکاران از یک بینی الکترونیکی برای شناسایی و تشخیص اسانس گل محمدی بررسی کردند. بر اساس نتایج، تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) ۸۵ درصد و تجزیه‌وتحلیل خطی (LDA) ۹۹ درصد نشان می‌دهد. بر روی متغیرهای پاسخ حسگر توسط مجموعه داده‌های متقاطع (۵ برابر) انجام شد و دقت طبقه‌بندی ۹۵ درصد بود [۱۴] .

در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از سامانه ماشین بویایی بر پایه هشت حسگر نیمه‌هادی اکسید فلزی ۵(MOS) به شناسایی روغن حیوانی گاوی خالص در سطوح مختلف تقلب مارگارین پرداخته شد. بر اساس نتایج، تجزیه‌وتحلیل مولفه اصلی (PCA)، ۹۸ درصد از واریانس

1 . Punicaseae
2 Gas chromatography
3Machine olfaction
4Electronic nose
5 Metal Oxide Semiconductor (MOS)

مجموعه داده را نشان داد. همچنین تجزیه‌وتحلیل ANN، ۸۵/۶ و ۹۷/۲ درصد روغن حیوانی گاوی خالص را از نمونه‌های تقلبی شناسایی کرد [۲]. همچنین از سامانه ماشین بویایی به عنوان ابزاری غیرمخرب برای تشخیص سطوح مختلف تقلب ایجاد شده در گلاب و ارزیابی اصالت آن مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده، PCA با دو مؤلفه‌ی اصلی PC1 و PC2، ۹۲ درصد واریانس مجموعه‌ی داده‌ها را برای نمونه‌های مورد استفاده توصیف کردند. بر اساس نتایج حاصل شده از روش LDA ، دقت در طبقه‌بندی ۹۴ درصد به‌دست آمد. با کاربرد ماشین بردار پشتیبان با تابع کرنل خطی، در روش C-SVM دقت آموزش و اعتبار-سنجی به‌ترتیب ۹۸/۷۵ و ۸۷/۵ درصد به‌دست آمد. همچنین دقت روش درخت تصمیم‌گیری در طبقه‌بندی نمونه‌های گلاب ۸۰ درصد برآورد شد [۶].

هدف از این تحقیق استفاده از سامانه بینی الکترونیک جهت تشخیص رب انار خالص از نوع تقلبی (شیره انگور) به‌عنوان رایج‌ترین تقلب‌های رب انار اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌ها

در این پژوهش برای تهیه رب انار، ابتدا انارهایی قرمز و رسیده از بازار تهیه، و به روش سنتی تهیه شد. تهیه رب انار شامل مراحل شستشوی میوه، جداسازی دانه از پوست، آبگیری و پخت می‌باشد. برای پختن رب انار، آب انار تهیه شده را در دیگ ریخته و به‌وسیله حرارت مستقیم اجاق گاز آن‌قدر حرارت داده شد تا آب انار کاملاً غلیظ گردد.

برای آماده کردن نمونه‌ها رب انار تولید شده با مقادیر ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد حجمی با شیره انگور مخلوط شد. نمونه‌های ترکیب شده جهت تشخیص و طبقه‌بندی ابتدا در ظرف‌های نمونه مناسب ریخته شد و داده‌برداری توسط ماشین بویایی انجام شد. داده‌های به‌دست‌آمده توسط روش‌هایی مبتنی بر تحلیل مؤلفه‌های اصلی شناسایی و طبقه‌بندی گردیدند. به‌منظور انجام آزمایش، ۳۰ گرم از هر نمونه در داخل محفظه نمونه گذاشته شد. برای هر گروه از نمونه‌ها آزمایش ۱۵ بار تکرار صورت گرفت.

سامانه بینی الکترونیک

سامانه بینی‌الکترونیکی استفاده شده در این پژوهش از دو بخش سخت‌افزاری و نرم‌افزاری تشکیل شده است. بخش سخت‌افزاری خود شامل: سامانه تحصیل داده، ۸ حسگر نمیه هادی اکسید فلزی ، محفظه حسگرها، محفظه نمونه‌گیری، منبع تغذیه، اتصالات و لوازم جانبی، شیرهای الکتریکی، پمپ هوا و فیلتر هوا است [۱]. هرکدام از حسگرهای ۸ گانه، TGS813، MQ136، MQ135 ، MQ9، MQ3، TGS822، TGS2620 و TGS6202 که هرکدام به ترکیبات خاصی از مواد فرار در بوی نمونه‌ها واکنش نشان می‌دهد. این حسگرها جز حسگرهای MOS بوده و دارای پایداری شیمیایی بالا، عمر زیاد، پاسخ کم به رطوبت، قیمت مناسب، حساسیت بالا و قبل استفاده بودن برای طیف وسیعی از مواد غذایی و شیمیایی هستند. مشخصات این حسگرها در جدول ۱ آورده شده است [۱۲].

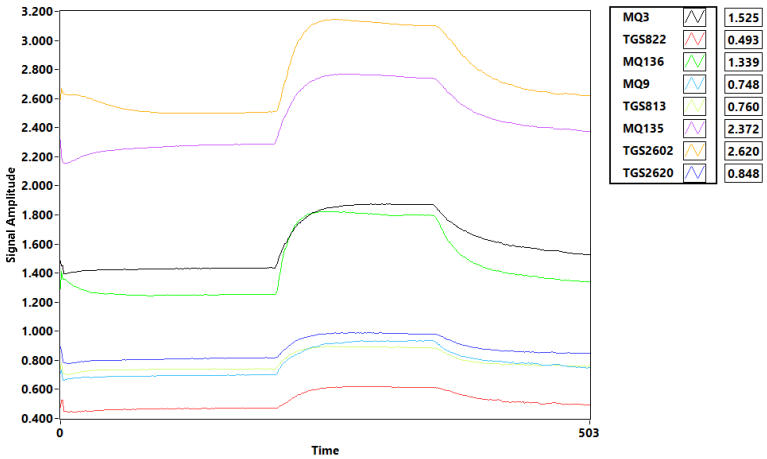
ترکیب‌های مختلف رب انار جهت تشخیص و طبقه‌بندی داده‌ها دارای سه مرحله هستند: به‌منظور پاک‌سازی محفظه حسگرها و رسیدن پاسخ حسگرها به خط مبنا ، قبل از داده‌برداری هوای تمیز به مدت ۲۰۰ ثانیه از روی حسگرها عبور داده شد (مرحله اول). سپس هوای موجود در فضای هد (همان رایحه ترکیب‌های رب انار و شیره انگور است) توسط پمپی که در محفظه نمونه قرار دارد، به مدت ۱۵۰ ثانیه به روی حسگرها تزریق شد (مرحله دوم). در این مرحله، ولتاژ خروجی هر حسگر بسته به نوع و میزان حساسیت آن تغییر یافت. پاسخ ولتاژی حسگرها توسط کارت تحصیل داده جمع‌آوری شد. در مرحله آخر برای پاک‌سازی حسگرها، هوای تمیز به مدت ۱۵۰ ثانیه از روی آن‌ها عبور داده شده و بوی داخل محفظه نمونه توسط پمپ تخلیه گردید (مرحله سوم). بدین ترتیب سامانه برای نمونه بعدی آماده شد. در شکل ۱ نمونه‌ای از پاسخ حسگرها به بوی ترکیب‌های رب انار نشان داده شده است. بعد از اتمام داده‌برداری به‌منظور کارایی اطلاعات موجود و

بهینه‌سازی خروجی داده‌ها پیش‌پردازش سگنال‌ها به روش کسری صورت گرفت. روش کسری برای از بین بردن نویزها و افزایش قدرت تشخیص حسگرها استفاده شد [۴] و[۱۱]. در روش کسری ، خط مبنا ($xs(0)$) از پاسخ حسگر ($xs(t)$) کم شده و سپس نتیجه بر پاسخ حسگر تقسیم گردید. پاسخ پیش‌پردازش شده ($ys(t)$) مؤلفه‌ای بی‌بعد و نرمال شده گردید. این پاسخ می‌تواند پاسخ حسگرهایی که ذاتاً سطح پاسخ بالا و یا پایینی دارند را جبران کند رابطه ۱ .

$$y_s(t)=((xs(t)-xs(0)))/(xs(0)) \quad (۱)$$

جدول ۱. مشخصات حسگرهای بکار رفته در سامانه بینی‌الکترونیکی [۱].

شماره	نام حسگرها	محدوده‌های تشخیص (ppm)	کاربردهای اصلی (گاز تشخیص‌دهنده)
۱	MQ3	۱۰-۳۰۰	الکل
۴	MQ9	۱۰-۱۰۰۰ گاز CO، ۱۰۰-۱۰۰۰۰ گازهای احتراق‌پذیر[۶]	مونواکسید کربن(CO)، گازهای احتراق‌پذیر
۶	MQ135	۱۰-۱۰۰۰۰	بخار آمونیاک[۷]، بنزن[۸]، سولفید[۹]
۳	MQ136	۱-۲۰۰	دی‌اکسید سولفور(SO_2)
۵	TGS813	۵۰۰-۱۰۰۰۰	متان، پروپان، بوتان
۲	TGS822	۵۰-۵۰۰۰	بخار حلال‌های آلی
۷	TGS2602	۱-۳۰	سولفید هیدروژن، آمونیاک، تولوئن
۸	TGS2620	۵۰-۵۰۰۰	الکل، بخار حلال‌های آلی



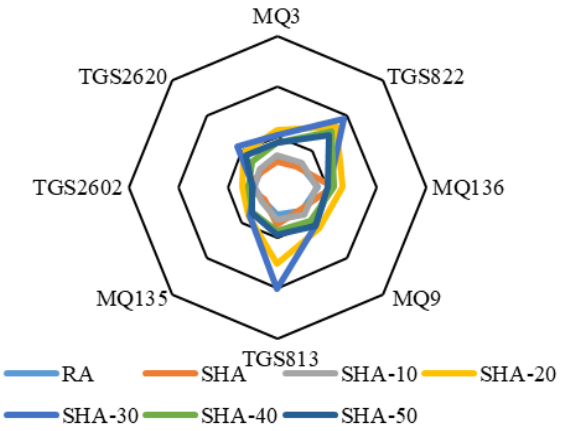
شکل ۱. نمونه‌ای پاسخ حسگرها به بوی ترکیب‌های رب انار

6 Combustible gas
7 Ammonia
8 Benzene
9 Sulfide

نتایج و بحث

پاسخ حسگرهای استفاده شده در سامانه بینی‌الکترونیک بعداز نرمال‌سازی داده‌ها، نمودار رادار برای مقایسه رب انار با مخلوط‌های شیره انگور در شکل ۱ نشان داده شده است.

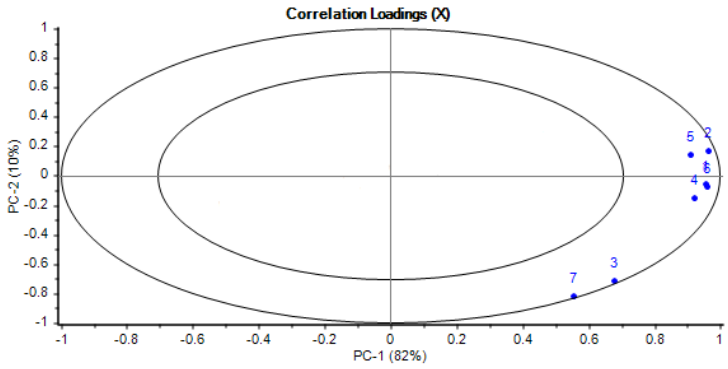
مقایسه میانگین پاسخ حسگرهای استفاده شده در نمودار رادار رسم شده برای ترکیب رب انار با درصدهای شیره انگور نشان داد که حسگرهای TGS822،TGS813 و TGS2620 بیشترین واکنش را در تشخیص و طبقه‌بندی دارند و حسگرهای MQ3 MQ9،TGS2620، MQ136 و MQ135 واکنش کمتری دارند.



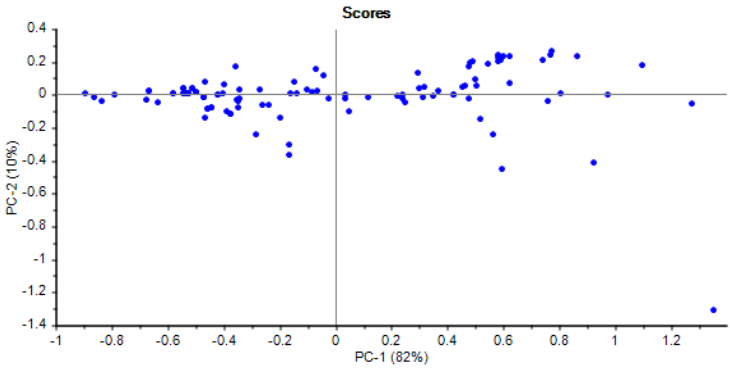
شکل ۱. میانگین پاسخ حسگرهای بینی‌الکترونیکی برای انواع مخلوط‌های شیره انگور و رب انار

در این تحقیق با توجه به ماتریس آزمایش‌ها نمونه رب انار خالص و ۶ نوع درصد ترکیب از شیره انگور، مورد بررسی و طبقه‌بندی قرار گرفت. منظور از رب انار خالص عدم اختلاط آن با شیره انگور است. برای هر کدام از نمونه‌ها ۱۵ تکرار داده‌برداری با سامانه بینی-الکترونیکی ثبت شد. در مجموع ۹۰ سیگنال نرمال شده برای هر مخلوط و ۱۵ سیگنال برای رب انار که در مجموع ۱۰۵ سیگنال نرمال شده به محیط نرم‌افزار The Unscrambler X 10.4 انتقال داده شده و توسط روش PCA مورد تحلیل قرار گرفت. هدف از این بخش بررسی تمایز بین نمونه‌های رب انار و ترکیب شیره انگور است. نتایج نشان داد که تفکیک بین رب انار ، شیره انگور با استفاده از بینی‌الکترونیک امکان‌پذیر است.

نمودار لودینگ برای مقایسه رب انار و شیره انگور در شکل ۲ به خوبی نشان می‌دهد که برای تفکیک درصدهای شیره انگور با رب انار خالص حسگرهای ۲ (TGS822)، ۳ (MQ136)و ۷(TGS2602) بیشترین تاثیر را دارند. حسگرهای ۱ (MQ3)، ۴ (MQ9)، ۵(TGS813) ۶(MQ135)و ۷ (TGS2620) کم‌ترین واکنش را از خود نشان داده است. بر اساس تحلیل PCA در نمونه‌های شیره انگور مؤلفه‌های PC1و PC2 به ترتیب برابر با ۸۲ درصد و ۱۰ درصد از یکدیگر تفکیک و واریانس بین نمونه‌ها در مجموع ۹۲ درصد کل داده‌ها را توصیف می‌کنند. شکل ۳ نمودار اسکور مربوط به گروه‌بندی ترکیب‌های شیره انگور را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نمودار لودینگ برای مقایسه رب انار و درصدهای شیره انگور



شکل ۳. نمودار اسکور برای مقایسه رب انار و درصدهای شیره انگور

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، سامانه ماشین بویایی روشی بسیار موثر برای تشخیص رب انار خالص از نوع تقلبی می‌باشد که دلیل اصلی آن مبتنی بر سرعت، هزینه کم و قابل اطمینان بودن حسگرها است. ماشین بویایی برخلاف فناوری‌های مرسوم مانند کروماتوگرافی گاز، کروماتوگرافی مایع عملکرد بالا که خصوصیات بوی هر ماده را تعیین می‌کنند، مشکلات هزینه بالا و نیاز به افرادی با دانش به عملکرد این ابزارها، آماده‌سازی پرزحمت نمونه‌ها و زمان طولانی برای تحلیل ندارد. این سامانه بر پایه حسگرهای نیمه‌هادی اکسید فلزی استفاده شد. با روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی توانایی تشخیص رب انار خالص از نوع تقلب را دارد. نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی(PCA) برای بررسی تشخیص رب انار خالص از نوع تقلب در دو مؤلفه‌های PC1 و PC2 به ترتیب برابر با ۸۲ درصد و ۱۰ درصد از یکدیگر تفکیک و واریانس بین نمونه‌ها در مجموع ۹۲ درصد، درصد کل داده‌ها را توصیف می‌کنند. همچنین نتایج نمودار رادار نشان داد که حسگرهای TGS822, TGS813 و TGS2620 بیشترین واکنش را در تشخیص و طبقه‌بندی دارند.

مراجع:

۱. ایاری، ۱۳۹۶. توسعه و پیاده سازی سامانه بینی الکترونیک به‌منظور تشخیص روغن حیوانی گاوی از نوع تقلبی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه رازی. گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه رازی.

۲. ایاری، ف.، میرزائی قلعه، ا.، حیدربیگی، ک.، ربانی، ح. ۱۳۹۶. ارزیابی سامانه ماشین بویایی به‌منظور تشخیص روغن حیوانی گاوی خالص از تقلب روغن نباتی.دومین همایش ملی علوم محیط‌زیست، کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان.-ise16-01650193_170906161534.pdf

۳. حیدربیگی، ک. ۱۳۹۳. پیاده‌سازی، ساخت و ارزیابی سامانه تشخیص زعفران اصلی از نوع تقلبی مبتنی بر فنّاوری زبان الکترونیک و بینی الکترونیک. رساله دکتری. گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران.

۴. خدامرادی، ف. میرزائی قلعه، ا. دالوند، م. ج. شریفی، ر. ۱۳۹۸. طبقه‌بندی محصول مرزه بر اساس سطح کود اوره مصرفی به کمک ماشین بویایی. دو ماهنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران.

۵. رزداری، آ.، قاسمی ورنامخواستی، م.، یوسفیان، س. ه.، سیادت، م.، ایزدی، ز.، رستمی، س. ۱۳۹۷. تشخیص تقلب پوره کدو در رب گوجه‌فرنگی با استفاده از آرایه حسگری گازی. فناوری‌های نوین غذایی. doi: 10.22104/jift.2018.2982.1726 .

۶. شعبانی، پ.، ایزدی، ز.، قاسمی ورنامخواستی، م.، توحیدی، م، ریزی، س. ۱۳۹۷. سامانه ماشین بویایی، رهیافتی موثر برای تشخیص تقلب درگلاب .فناوری‌های نوین غذایی10.22104/jift.2018.2940.1712 .

۷. فیاض، پ.، محتسبی، س.، جعفری، ع.، مسعودی، ع. ۱۳۹۷. توسعه و ارزیابی یک سامانه بینی الکترونیکی بر پایه حسگرهای نیمه‌هادی اکسید فلزی جهت تشخیص و جداسازی اسانس‌های لیمو. دو فصل‌نامه ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. جلد۹. شماره۲.

۸. مقیمی، ع.، آق خانی، م.ح.، سازگارنیا، آ.، سرمد، م.، ۱۳۸۷. بررسی کاربرد طیف‌سنجی مادون قرمز در ارزیابی کیفیت درونی میوه‌های سیب، پرتقال و کیوی به‌صورت غیر مخرب. هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، مشهد، ۲۴-۲۵ مهرماه.

9. Akbarpour, V., J. Milani, and K. Hemmati. 2009. Mechanical property of pomegranate seeds aspect by moisture content. American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 6: 447-453.
10. Anonymous. 2012. Iran pomegranate. http://www.anar-Iran.ir/fa/Interduce/Details.aspx.
11. Arshak, K., Moore, E., Lyons, G. M., Harris, J., Clifford, S. 2004. A review of gas sensors employed in electronic nose applications. Sensor Review. 24 (2): 181–198.
12. Ayari, F., Mirzaee-Ghaleh, E., Rabbani, H., Heidarbeigi, K., 2018a. Detection of the adulteration in pure cow ghee by electronic nose method (case study: sunflower oil and cow body fat). Int. J. Food Prop. 21(1), 1670- 1679.
13. Cozzolin, D., Cynkar. W., Dambergs, R., and Smith, P. 2010. Two Dimensional correlation analysis of the effect temperature on the fingerprint of wines analyzed by mass spectrometry electronic nose. Sensors and Actuators B, 145, 628-634.
14. Gorji-Chakespari, A., Nikbakht, A. M., Sefidkon, F., Ghasemi-Varnamkhasti, M., and Valero, E. L. 2017. Classification of essential oil composition in Rosa damascena Mill. Genotypes using an electronic nose. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 4, 27-34.
15. Jirankalgikar, N. M., and De, S. 2014. Detection of tallow adulteration in cow ghee by derivative spectrophotometry. Journal of natural science, biology, and medicine 5: 317.
16. Holland, D., K. Hatib, and I. Bar-Ya'akov. 2009. Pomegranate: botany, horticulture, breeding. Horticultural Reviews 35: 127-192

Detection in pure grenadine using gas sensing array

Mohammad Hasan Solimany[1], Hekmat Rabban [2*], Esmaeil Mirzaee- Ghaleh[3]

1. M.Sc. of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah
2. Associate Professor of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah
3. Assistant Professor of Mechanical Engineering of Biosystems Department, Razi University, Kermanshah

Abstract

Pomegranate, known as Punica granatum L., belongs to the Punicaseae family. Iran holds the 60,000 hectares of land under cultivation and production of 800,000 tons, Iran is the world's first pomegranate producer. Water, grenadine, potion, syrup, jam, jelly and so on can be made from pomegranate seeds. Healthy and desirable food quality is currently playing an important role in the food industry. Diagnosis of fraud in the food industry has always challenged the scientific community. It is difficult to find a way to evaluate the quality parameters of food. In this research, a portable electronic nose system based on gas sensors was used to detect pure grenadine of counterfeit type. The response characteristics of the sensors to the volatile compounds of the samples were extracted and used as inputs to the pattern recognition model. 30 g were tested for each sample. The results of principal component analysis showed that the total variance among the samples was 92% for the detection of pure grenadine as a counterfeit Grape syrup. The radar diagrams also showed that the TGS822, TGS813 and TGS2620 sensors had the highest response in detection and classification.

Key words: Adulteration, electronic nose, grenadine, Grape syrup, Gas sensors.

*Corresponding author
m.solimany.52@gmail.com