مجله علوم كشاورزي ايران
جلد ۳۷، شماره ٤، سال ۱۳۸۵ (۶۲۵-۶۱۹)

استخراج و شناسايي روغنهاي اساسي پوست تازه ميوه نارنج *Citrus aurantium var. amara* L. با روش پرس سرد و استخراج با دي اكسيد كربن فوق بحراني (SFE)

سيد محمد مير حيدري[۱]، زهرا امام جمعه*[۲] و سيد محمد علي ابراهيم زاده موسوي[۳]
۱، ۲، ۳، دانشجوي سابق كارشناسي ارشد، استاديار و دانشيار پرديس كشاورزي و منابع طبيعي دانشگاه تهران
(تاريخ دريافت: ۸۳/۷/۲۲ - تاريخ تصويب: ۸٤/۱۲/۱٦)

چكيده

هيدروكربنهاي تربني، تركيبات اصلي اسانسي پوست ميوه مركبات مي‌باشند؛ مهمترين اين تربنها، ليمونين است. اين تركيب به حرارت حساس بوده و روشهاي استخراجي مبتني بر حرارت مانند تقطير با آب جوش يا بخار آب جوش براي استخراج آن مناسب نيست. دو روش مناسب استخراج، استخراج با دي اكسيد كربن فوق بحراني (SF-CO2) و روش صنعتي پرس سرد مي‌باشد. دراين پژوهش، همزمان از روش استخراج پرس سرد و روش استخراج با سيال فوق بحراني (SFE) با استفاده از فلاودو پوست تازه ميوه نارنج وارتيه آمارا استفاده شد. در روش پرس سرد، از قسمت فلاودو پوست تازه با پرس، عصاره‌گيري شد، بعد از چند سانتريفوژ مكرر روغن بدست آمد، با جدا سازي اسلاج (Sludge) و موم زدايي روغن خالص استحصال شد. براي جلوگيري از يخزدن و مسدود شدن بخش فشار شكن در روش SFE، داخل محفظه استخراج گر به همراه فلاودو پوست نارنج تازه چرخ شده، پودر سولفات سديم خشك بعنوان آبگير ريخته شد. دراين تحقيق با استفاده از طرح‌آماري تاگوشي در ۹ وضعيت (راند) اثر چهار عامل در سه سطح شامل؛ فشار (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ اتمسفر)، دما (۳۵، ٤۵ و ۵۵ درجه سانتيگراد) زمان ديناميك استخراج (۱۵، ۲۵ و ۳۵ دقيقه) و درصد حجمي اصلاحگر «متانول» (۰، ۵، و۱۰%) بر ميزان درصد حداكثر استخراج ليمونين بررسي شد. براي شناسايي مواد متشكله روغن استحصالي، از روش كروماتوگرافي گازي GC-MS و ستون HP-5 استفاده شد. نتايج آزمايش ها نشان دادند كه در نمونه پرس سرد حدود ۸۷% و در بهترين راند روش SFE (فشار ۳۰۰ اتمسفر، دما ٤۵°C، زمان ديناميك استخراج ۱۵ دقيقه و ميزان درصد اصلاحگر ۱۰%) حدود ۹٤% ليمونين شناسايي شد.

واژه هاي كليدي:

مقدمه

ميوه نارنج Citrus *aurantium* var. *amara*. L. از نهاندانگان و گياهي‌گلدار از تيره مركبات Rutacea و جنس Citrus مي‌باشد. درخت آن به ارتفاع ٤ تا ۵ متر كه از ميوه، برگ و گل آن اسانس استخراج مي‌شود (۲). محل رويش آن در ايران در نواحي سواحل جنوبي درياي خزر و شهرهاي مناطق جنوبي، بم و جيرفت و استان فارس مي باشد. اسانس آن با بوي قوي در صنايع داروسازي، پزشكي، آرايشي- بهداشتي، صنايع غذايي بخصوص صنايع نوشابه سازي و شيريني‌پزي مورد مصرف دارد. در نوشابه‌ها با طعم تلخ مثل انواع ماء الشعير استفاده از اين اسانس مزيت زيادي در طعم ايجاد مي‌كند.

براي استخراج اسانس و روغن هاي اساسي[1] از قسمت هاي مختلف گياهان بطور سنتي از روش استخراج با حلال و تقطير

1. Essential oils

* نويسنده مسئول: زهرا امام جمعه
تلفن: ۲۲۴۸۸۰۴ - ۰۲۶۱
E-mail: emamj@ut.ac.ir

استفاده مي شود. روشهاي استخراج با حلال مانند تقطير با آب جوش يا بخار آب جوش مبتني بر حرارت بوده و براي استخراج مواد معطر[1] كه داراي تركيبات فرار[2] حساس به حرارت مي باشند، مناسب نيست. برادوک در سال ١٩٧٠ روغن پوست مركبات را به روش تقطير و با ستون سيليكاژل و توسط IR و GC-MS رديابي كرده و مواد آنرا با كميتي كمتر از ٠/٠١% شناسايي نمود. وي در كار خود گزارش كرد كه عصاره استخراجي بسياري از تركيبات خود را در اثر حرارت دهي از دست مي دهد. بنا براين روشهاي استخراجي غير حرارتي مانند روش استخراج با سيال فوق بحراني[3] روش مناسبي براي استخراج اسانس است.

در استخراج با سيال فوق بحراني از خاصيت حلاليت و رسوخ بالاي سيالات در حالت فوق بحراني آنها براي استخراج مواد استفاده مي شود. معمولترين اين سيالات آب و گاز كربنيک در حالت فوق بحراني مي باشد. استفاده از گاز كربنيک بعنوان حلال در استخراج اسانس ها كاربرد بيشتري دارد زيرا اين گاز در دما و فشار پائين (٣١/١°C و فشار ٧٤/٨ اتمسفر) به حالت فوق بحراني رسيده و بنابراين استخراج در دماي پائين صورت گرفته و كمترين آسيب به تركيبات فرار وارد مي آيد. استفاده از اين روش در استخراج عصاره هاي گياهي در دهه اخير روند رو به رشدي داشته بطوريكه امروزه براي استخراج اسانس اكثر گياهان بجاي روش سنتي تقطير پيشنهاد مي شود (۴، ۵، ۶، ۷). در مورد مركبات در سال ١٩٩٨ ساتو و همكارانش تحقيقي بر مبناي استخراج هيدروكربنهاي ترپني از روغن پوست مركبات به روش SFE انجام دادند (٨). تملي و همكاران در سال ١٩٩٠ از روش SFE در دماي پايين براي جداسازي ترپنها از روغن پوست پرتقال استفاده كردند (٩). در مورد استفاده از اين روش براي استخراج روغن پوست نارنج و بررسي كيفيت روغن استحصالي در شرايط متفاوت هنوز تحقيقي گزارش نشده است.

روش پرس سرد، روش ديگري براي استخراج اسانس و آروما است كه در دماي محيط و بدون استفاده از حرارت صورت مي گيرد. استفاده از روش پرس سرد در استخراج روغن زيتون با كيفيت برتر و عصاره هاي مركبات كاربرد صنعتي دارد. اما تا كنون تحقيق چنداني در مورد كارايي اين روش در حفظ تركيبات فرار و معطر اسانس ها انجام نشده است.مطالعات انجام شده در اين زمينه بيشتر شامل شناسايي تركيبات موجود در عصاره استخرا جي است (١٠، ١١) ولي در زمينه مقايسه غلظت اين تركيبات با روغن استخراج شده با استفاده از يک روش غير حرارتي ديگر گزارشي انجام نشده است.

در اين پژوهش از پوست تازه ميوه رسيده نارنج واريته آمارا به دو روش استخراج با سيال فوق بحراني و پرس سرد روغن اساسي استخراج شده و سپس كارايي اين دو روش در حفظ تركيبات فرار و معطر و استخراج ليمونين با هم مقايسه شده است.

مواد و روش‌ها

اين تحقيق بر روي پوست تازه ميوه رسيده نارنج واريته *Citrus auratium* var. *amara* L. از تيره مركبات Rutacea و جنس *Citrus*، بدست آمده در ماه بهمن سال ١٣٨١ از باغات نمونه استان گيلان انجام شد.

استخراج بروش پرس سرد

قسمت رنگين (فلاودو) پوست ميوه را جدا كرده(ازحدود ٧٠كيلوگرم ميوه ٦/٣ كيلوگرم فلاودوبه دست آمد) و با استفاده از پرس هيدروليك و اعمال فشاري معادل ٥٠٠kg/cm^2 عصاره(حدود٢,٥كيلوگرم) از آن خارج كرديم. بعد با اعمال نيروي گريز از مركز (با مشخصات: ١٠٠٠٠-١٥٠٠٠rpm بمدت ٣٠ و ٤٥ دقيقه) كنستانتره اي با حدود ٧٠-٥٠% روغن بدست آمد. بعد از اسلاج‌گيري، با شكستن امولسيون روغن ـ آب، روغن مربوطه گرفته شد و بعد از مرحلة زمستانه كردن[4] و جدا نمودن موم‌ها، روغن خالص استحصال گرديد. در زمستانه كردن كه نوعي جداسازي فيزيكي است، بانگهداري روغن

1. Aroma
2. Volatile Compounds
3. Supercritical Fluid Extraction (SFE)
4. Winterization

دربرودت گليسيريدها، موم ها ومواد ليپيدي سنگين با كريستاليزه شدن در روغن رسوب كرده و با جداسازي آنها ،كدورت و تيرگي روغن برطرف مي گردد. در نهايت روغن خالص (۲% عصاره برابر ۵گرم) با طعم تلخ و گس مانند و رنگ زرد شفاف بدست آمد. جهت اطمينان از خالص بودن روغن استحصالي، مقادير چگالي، شكست نور و انحراف نور پلاريزه با جداول استاندارد مقايسه شد.تهيه نمونه خالص ۳بار تكرار شد. پس از اطمينان از خلوص روغن استخراجي، تركيبات آن با روش كروماتوگرافي گازي مورد شناسايي قرار گرفت.

استخراج با سيال فوق بحراني (SFE)

از دستگاه استخراج گر فوق بحراني مدل Suprex Mps/225 Multipurpose System آزمايشگاه دانشكده علوم پايه دانشگاه تربيت مدرس ايران كه داراي محفظه استخراج گر به حجم ۸ ميلي‌ليتر است، استفاده شد. گاز كربنيک (CO_2) در حالت فوق بحراني بعنوان حلال بكار رفت. در استخراج اثر چهار فاكتور و هر فاكتور در سه سطح شامل فشار (۱۰۰،۲۰۰و۳۰۰ اتمسفر)، دما (۳۵،۴۵ و ۵۵ درجه سانتيگراد)، زمان ديناميك استخراج (۱۵،۲۵و۳۵ دقيقه) و ميزان درصد حجمي اصلاحگر «متانول» (۰،۵و۱۰%v/v) در ميزان درصد ليمونين استخراجي بررسي شد. با طرح آماري تاگوشي، اثر اين سطوح در ۹ آرايه (راند) بررسي شدند (جدول ۱). در تمام ۹ آرايه، زمان استاتيك استخراج ۲۰ دقيقه بود. از حلال دي كلرومتان خالص جهت جمع‌آوري نمونه‌ها استفاده شد. از آنجاكه نمونه‌ها تازه و آبگيري نشده بودند، حلال بهمراه ليمونين و بقيه مواد استخراجي،زيادي آب نيز استخراج مي‌كند كه اين امر سبب مي‌شود در لوله‌ها و مجاري فشار شكن[1] كه ناگهان فشار كاهش مي‌يابد و سيال از حالت فوق اشباع خارج و توانايي محلول نگه داشتن مواد را از دست مي‌دهد و به تبع آن مواد محلول و از جمله آب از، حلال جدا شده و با توجه به خواص ترموديناميكي سيالات، سيال CO_2 بسرعت با جذب حرارت از محيط تبخير مي‌شود كه اين موضوع سبب برودت شديد مجاري فشار شكن و با وجود آب دراين لوله‌ها، احتمال تشكيل بلورهاي يخ و برف و مسدود شدن مسير مي‌رود، به همين دليل در استخراج مواد، آنها را قبلاً آب زدايي مي‌كنند، دراينجا به همراه پالپ پوست ميوه، پودر نم گير سولفات سديم خشك نيز در سل استخراج گر ريخته و بلافاصله كار استخراج را انجام گرفت و بنابراين در ضمن جلوگيري از مشكل مسدود شدن مسير عملاً از پوست تازه عمل استخراج انجام شد. متانول و دي كلرومتان و پودر سولفات سديم خشك بكار رفته در اين آزمايش ها خالص و از محصولات شركت مرك بودند. گاز CO_2 با خلوص ۹۹/۹۹% از شركت پرهام گاز ايران تهيه شد.

جدول ۱- چهار متغير فشار، دما، درصد اصلاحگر و زمان ديناميک و سطوح مختلف آنها در راندهاي مختلف استخراج به روش SFE.

متغير / دفعات	درصد اصلاحگر متانول ($V_{/V}$)	دما (درجه سانتيگراد)	فشار (اتمسفر)	زمان ديناميک (دقيقه)
۱	۰	۳۵	۱۰۰	۱۵
۲	۵	۴۵	۱۰۰	۲۵
۳	۱۰	۵۵	۱۰۰	۳۵
۴	۱۰	۳۵	۲۰۰	۲۵
۵	۰	۴۵	۲۰۰	۳۵
۶	۵	۵۵	۲۰۰	۱۵
۷	۵	۳۵	۳۰۰	۳۵
۸	۱۰	۴۵	۳۰۰	۱۵
۹	۱۰	۵۵	۳۰۰	۲۵

شناسايي تركيبات در روغن اساسي استخراجي

براي شناسايي مواد تشكيل دهنده روغن استحصالي از روش گاز كروماتوگرافي متصل[2] شده به طيف سنج جرمي (GC-MS) استفاده شد. براي انجام كروماتوگرفي گازي از دستگاه GC مدل HP-6890 و با ستون0.25m (× HP-×0.25mm 5MS (30m و Mass spectra كوپل شده با مشخصات HP-5973 لابراتور مجتمع آزمايشگاهي واحد علوم و تحقيقات تهران دانشگاه آزاد اسلامي ايران استفاده گرديد.در كليه بررسي ها گاز هليم با خلوص ۹۹,۹۹۹% با سرعت ۱ ميكروليتر در دقيقه بعنوان گاز حامل بكار رفت. دماي تزريق ۲۵۰°C بوده و دماي ستون با روند افزايشي از۶۶°C به ۲۲۰°C مي‌رسد.

1 . Restrictor

2. Couplé

ارزيابي بويايي نمونه ها

براي ارزيابي حسي نمونه ها از ١٨ ارزياب بويايي نيمه حرفه‌اي استفاده شد. از سه سطح تعيين بويايي شامل: I- سطح اول يعني اولين تأثيرات آني پس از بو كردن در ذهن كه از زمان صفر تا دو ثانيه بعد،

II- سطح دوم شامل تأثيرات اصلي (زمينه) بويايي است شامل استشمام آروماها از دو ثانيه بعد از باز كردن در شيشه آروما تا دوازده ثانيه بعد،

III- سطح سوم شامل تأثيرات رواني و خاطره‌اي مربوط به استنشاق كه بعد از دوازده ثانيه از زمان بو كردن، بوئيدن قطع و بمدت پنج ثانيه ارزياب صبر مي‌كرد و بعد حس خود را از خاطره آن استشمام اعلام مي‌كرد.

اين ارزيابي ها با روش هدونيك (٧ نقطه‌اي: بسيار مطبوع، مطبوع، ملايم، بي‌تفاوت، كمي نامطبوع، نامطبوع و بسيار نامطبوع) انجام شد. پس از دريافت نظرات ارزيابان و تبديل نظرات كيفي به كمي، مقايسه ميانگين‌ها به روش دانكن در سطح ٩٥% صورت گرفت. در اين ارزيابي نمونه هاي استخراج شده از پوست نارنج تازه به روش پرس سرد و روش SFE با نمونه پوست نارنج تازه به عنوان نمونه شاهد مقايسه شد.

نتايج و بحث

بهينه سازي شرايط استخراج با سيال فوق بحراني

در جدول ٢ اثر سطوح هر يك از عوامل فشار، دما، زمان ديناميک و ميزان اصلاحگر (متانول) در ميزان درصد استخراج ليمونين با روش استخراج SFE مشاهده مي‌شود. نتايج نشانگراين است كه اثر سطوح فشار بر استخراج ليمونن در تمامي حالات معني دار است. فشار حتي در كمترين مقدار (١٠٠ اتمسفر) هم در استخراج اين تركيب مؤثر است،با افزايش فشار تا سطح دوم (٢٠٠ اتمسفر) با شيب ملايمي، استخراج ليمونين نيز افزايش مي‌يابد ، از سطوح دوم تا سطح سوم (٣٠٠ اتمسفر) استخراج ليمونين با ميزان بسيار بالاتري به حدود ٣ برابر سطح دوم و ٩/٥ برابر سطح اول مي‌رسد. همچنان مشاهده مي شود كه افزايش دما از ٣٥ تا ٤٥ درجه سانتيگراد باعث افزايش ميزان استخراج شده ولي افزايش آن از ٤٥ به ٥٥ درجه سانتيگراد باعث كاهش ميزان حلاليت ليمونين شد و ميزان استخراج به طرز معني داري كاهش مي يابد. . مي‌توان اثر تخريبي دما بر ساختار ليمونين را دليل اين پديده ذكر كرد. درآزمايشهاي تكميلي با اعمال دماهاي بالاتر و تعيين حدود دقيقي از سقف دما، در وضعيت هايي كه دراثر فقط همين فاكتور استخراج ليمونين به صفر مي‌رسد، حداكثر اثر تخريبي اين عامل برليمونين را مي‌توان مشخص نمود. در مورد عامل زمان ديناميک همانطور كه مشاهده مي شود افزايش آن از سطح ١ (١٥ دقيقه) به سطح ٢ (٢٥ دقيقه) باعث كاهش ميزان استخراج شده و پس از آن تاثير معني داري بر ميزان استخراج ندارد. ، مي‌توان دليل اين روند را اينگونه تفسير كرد كه حداكثر ليمونين آزاد در همان ١٥ دقيقه اول استخراج مي‌شود و بقيه ليمونين درگير در ساختارهاي شيميايي با مواد ديگر است كه با روند كند تري استخراج مي‌گردد. در حاليكه با توجه به نتايج جدول ٢ مي توان گفت كه بكار گيري اصلاحگر در هر حال باعث افزايش ميزان استخراج ليمونين مي شود. اين احتمالاً به اين دليل است كه سيال دي‌اكسيد كربن غيرقطبي و ليمونين داراي ساختارهاي قطبي است كه وجود اصلاحگر اين نقيصه را برطرف مي‌كند. در آزمايشات تكميلي تعيين سقف اثر اصلاحگر قابل توجه است.

جدول ٢- اثر سطوح هر يك از عوامل فشار، دما، زمان ديناميک و ميزان اصلاحگر (متانول) در ميزان درصد استخراج ليمونن با روش SFE

متغير / سطح	١	٢	٣
فشار	٥/٦٥	١٦/٩٦	٤٨/٥٣
دما	٣٣/٩٤	٣٤/٥	٢/٧١
زمان ديناميک	٣١/٥٦	١٩/٩	١٩/٦٩
اصلاحگر	٠	١٩/٩٢	٥١/٢٣

بهترين شرايط استخراج با توجه به نتايج جدول ٢ مي‌تواند به صورت زير خلاصه گردد: فشار در سطح ٣ (٣٠٠ اتمسفر)، دما در سطح ٢ (٤٥ درجه سانتيگراد)، زمان ديناميک در سطح

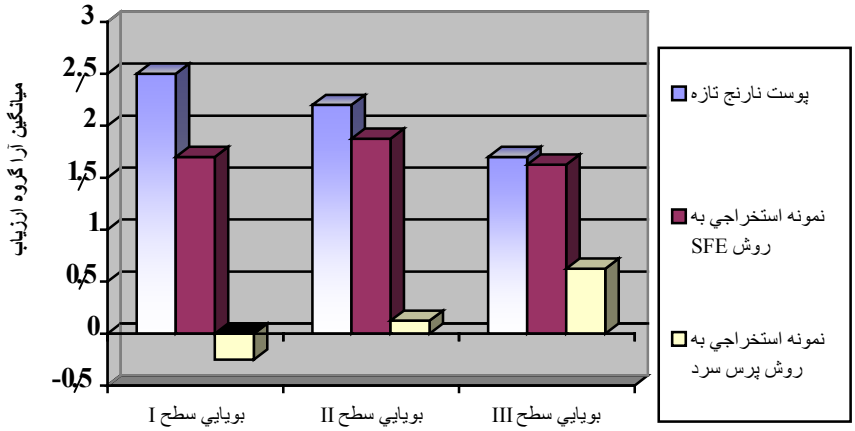
١ (١٥ دقيقه) و ميزان اصلاحگر در سطح ٣ (١٠ درصد حجمي). كه تمامي شرايط فوق در راند ٨ جدول ١ جمع مي باشد. به منظور بررسي دقيق تر اثرات عوامل فرايند بر روي كيفيت روغن هاي استحصالي بدست آمده از ٩ راند استخراجات SFE، تركيبات اين روغنها مورد شناسايي دقيق قرار گرفتند و نتايج به صورت تركيبات تفكيك شده در جدول ٣ آمده است. با توجه به نتايج اين جدول، از بين ٩ نمونه روغن گرفته شده از پوست تازه حاصل از روش استخراج با SFE، در ٥ نمونه ليمونين ديده شد كه بيشترين مقدار در راند ٨ با ٩٤/٦٧% است. مقايسه كارايي روش استخراج با سيال فوق بحراني با روش پرس سرد

با توجه به نتايج جدول ٣ مشاهده مي شود كه بيشترين ميزان ليمونين ديده شده، در راند ٨ روش SFE به ميزان ٩٤,٦٧% است. علاوه بر اين تركيب، تركيبات ديگري نظير كاروول (راند ٤ و ٥)، آلفاپينن، ترپينن، ترپينئول، سدرن، سينئول و تركيبات ديگر كم و بيش در آن يافت مي‌شود. مي‌توان گفت كه تركيبات الكلي بطور مشترك از همه آنها استحصال شده است. نكته جالب توجه استخراج ناچيز اسيدهاي چرب سنگين نظير اسيد هگزا دكانوئيك و اسيد اكتادكانوئيك مي‌باشد، از آنجاكه وجود اينگونه مواد در اسانس‌ها محدوديت مصرف را بهمراه دارد، مقاديركم آنها در نمونه‌هاي استخراجي مزيت تلقي مي‌شود. تركيبات شناسايي شده در روغن حاصل از پرس سرد شامل ٨٧/٤% ليمونين، ٣/٧٥% كاروال و ١/٥٣% آلفا ـ پينن است.

همانطور كه مشاهده مي شود ميزان ليمونين استخراج شده با اين روش نيز قابل توجه است و قابل مقايسه با نمونه استخراج شده توسط روش SFE است. با توجه به اينكه تركيب اصلي بكار رفته در اسانس هاي طعم پرتقالي مصرفي در صنايع غذايي ليمونين است هر دو نمونه عصاره استخراجي مي توانند در محصولات غذايي بعنوان اسانس كاربرد داشته باشند.

جدول ٣- تركيبات شناسايي شده در روغن پوست نارنج تازه استخراج شده با روش هاي پرس سرد و SFE (در شرايط مختلف استخراج)

نمونه	نمونه پرس	نمونه تازه SFE								
نام تركيب	سرد	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
Limmonene	%٨٧.٤		%٦.٥	%٨.١	%٥٠,٩			%٥,٩	%٩٤,٧	
Carveol	%٣,٨				%٢,٨	%٦,٣				
α-pinene	%١,٥					%١٣				
Benzene						%١٤,٦				%٤,٢
Hexadecanoic acid				%١٥,٤	%٣,٢					
Octadecanoic acid				%٢٥,٢						
Terpinene				%٢,٤						%٢,٨
Terpineol		%١,٧	%٢١	%٢٠	%٣١,٥		%٣,٥	%١٣		%٢,٣
Linalool		%٣١	%٢,٦	%٤,٢	%٣,٢		%١٦			%٢٣,٣
Citronellal						%٢/٨				
Myrecenol							%٣			
Cedrn							%١٢,٩			%١٣,٢
Comphen									%٥,٣	
Cineol			%٣	%١,٨			%٩,٨			%٩,٨
Decanal						%٠,٢				
Unknown	%٧,٤	%٤٠,٩	%٣٩,٥	%٥,٤	%٤٢	%٥٦	%٣٣,٣	%١٥,٢		%٣٥



شكل ١-ارزيابي حسي نمونه هاي استخراج شده از پوست نارنج تازه به روش پرس سرد و روش SFE با نمونه پوست نارنج تازه

مقايسه دو نمونه فوق الذكر با پوست نارنج تازه (شكل ١) نيز نشانگر اين موضوع است كه ميزان عطر و بو در نمونه استخراج شده به روش SFE از نظر ارزيابان در هر سه سطح بويايي محسوس‌تر و مشابه بوي پوست نارنج تازه است. در حاليكه نمونه‌هاي استخراج شده به روش پرس سرد در مقايسه با نمونه‌هاي پوست نارنج تازه و نمونه‌هاي استخراج شده به روش SFE داراي ميزان عطر كمتري بودند. با مطالعه نتايج نمودار ١ مي‌توان به اين نكته پي‌برد كه عطر نمونه‌هاي استخراج شده به روش پرس سرد داراي پايداري مناسبي است زيرا هر چه سطح بويايي افزايش مي‌يابد، امتياز آن از نظر مصرف كننده افزايش مي‌يابد. بطور كلي مي‌توان از نتايج ارزيابي حسي و آزمايش‌هاي دستگاهي نتيجه گرفت روش استخراج SFE روش بهتري نسبت به روش پرس سرد مي‌باشد ولي با توجه به هزينه زياد استخراج با سيال فوق بحراني بكارگيري آن در سطح صنعتي بسيار محدود بوده و هزينه توليد را بسيار افزايش خواهد داد. بنابراين با توجه به مطلوبيت نسبي كيفيت عصاره استخراجي با روش پرس سرد و نيز ارزاني اين روش، مي‌توان روش پرس سرد را بعنوان روشي صنعتي جهت استخراج عصاره‌هاي ميوه‌ها بخصوص مركبات پيشنهاد كرد.

سپاسگزاري

نويسندگان مقاله از جناب آقاي دكتر رضا اميد بيگي دانشيار محترم دانشكده كشاورزي دانشگاه تربيت مدرس ايران به جهت راهنمائيهاي ارزنده‌شان بويژه در روش استخراج با پرس سرد تشكر و قدرداني نمايند. همچنين از كمك هاي مالي شركت زمزم ايران كه امكانات مالي جهت انجام اين تحقيق را فراهم كردند، تشكر و سپاسگذاري مي‌گردد.

منابع مورد استفاده

REFERENCES

١. پور مرتضوي، سيد مهدي ،١٣٨٠به راهنمايي دكتر يدا... يميني از دانشگاه تربيت مدرس با عنوان "استخراج روغنهاي فرار از دو گياه برازسيل بلوچي و رازيانه با دو روش استخراج با سيال فوق بحراني و تقطير" (پايان‌نامه).

2. Leung A. Y. & S. Foster. 1996. Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs and cosmetics, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
3. Braddock R. J. 1970. Quantitative analysis of aldehydes, esters, alcohols and acids from citrus oils, *Journal of food Science*, Vol. 41: 321-326.
4. Reverchon E. & Iacuzio, G. 1997. Supercritical desorption of bergamot peel oil from silica gel-Experiments and mathematical modeling. *Chemical Engineering Science*. Vol. 52: 3553-3559.

5. Temelli F., Chen C.S, & Braddock R. J. 1998. Supercritical fluid extraction in citrus oil processing. *Food Technol*. Vol. 42: 145-151.
6. Marrone C., Poletto M., Reverchon E. & Stassi, A. 1998. Almond oil extraction by supercritical CO2: experiments and modeling. *Chemical Engineering Science*. Vol. 53: 3711-3718.
7. Mira B., Blasco M., Berna A., & Subirats S., J. 1999. Supercritical CO_2 extraction of essential oil from orange peel. Effect of operation condition on the extract composition. *supercrit. Fluids*, Vol. 48: 95-104.
8. Sato, M., Kondo, M., Goto, M., Kodama A. & HiroseT. 1998. Fractionation of citrus oil by supercritical countercurrent extractor with side-stream withdrawal**.** *Journal of Supercritical Fluids*, Vol. 50: 311-317.
9. Temelli F.; O'Connell, J. P.; Chen, C. S.& Braddock, R. J. 1990. Thermodynamic analysis of supercritical carbon dioxide extraction of terpenes from cold-pressed orange oil, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Vol. 17: 618-624.
10. Dugo, P.; Mondello, L.; Sebastiani, E.; Ottana, R.; Errante, G. & Dugo, G. 1999. Identification of minor oxygen heterocyclic compounds of citrus essential oils by liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*. Vol. 32: 2991-3005.
11. Gulay Kirbaslar, F. & Ismail Kirbaslar, S. 2003. Composition of Cold-Pressed Bitter Orange Peel Oil from Turkey**,** *Journal of Essential Oil Research*, Vol. 24: 6-9.