

امکان سنجی تولید و بررسی خواص فیزیکو شیمیایی عسل خشک شده با دو روش تصنیعی و مایکروویو

آیلا علمی^{۱*}، محسن اسماعیلی^۲

۱-فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه

۲-دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۸)

چکیده

عسل بعنوان یک ماده غذایی و دارویی حاوی حداقل ۶۰٪ قندهای احیا کننده، در حالت مایع و طبیعی خود بدلیل ویسکوزیته و چسبندگی، مشکلات جابجایی مهمی را در عملیات تولید انبوه یا مصرف ایجاد می کند. بدلیل راحتی مصرف و استفاده آسان این محصول در صنعت غذا، خشک کردن آن اهمیت ویژه ای دارد. در این تحقیق خشک کردن عسل تجاری و غیر تجاری با یا بدون افزودن آب از طریق دو روش تصنیعی و مایکروویو امکان سنجی شد. همچنین تاثیر روش خشک کردن بر خواص شیمیایی محصول تولید شده بررسی گردید. نتایج نشان داد که نه تنها روش خشک کردن در کیفیت عسل خشک موثر است بلکه تفاوت های جزئی در خواص فیزیکی و شیمیایی عسل مورد استفاده می تواند کیفیت عسل خشک تولید شده را تحت تاثیر قرار دهد. ضمناً افزودن آب به عسل مورد استفاده روند تولید عسل خشک را تسهیل می نماید. براساس نتایج مقدار هیدروکسی متیل فورفورال (HMF) در نمونه های عسل خشک شده غیر تجاری به روش مایکروویو بسیار بیشتر از نمونه عسل تجاری خشک شده به روش مشابه می باشد.

کلید واژگان: عسل، عسل خشک، خشک کردن، خشک کردن با مایکروویو، خشک کردن به روش تصنیعی

*مسئول مکاتبات: Ayla.elmi.k@gmail.com

می شوند^[۳]. تبدیل عسل مایع به پودر عسل به دلیل محتوای بالای قند عسل و چسبنده‌گی عسل خشک مشکل می باشد. پودر عسل معمولاً با اضافه کردن اجزایی مثل امولسیفایر، مواد ضد کلوخه ای شدن و مواد پر کننده با وزن مولکولی بالا به منظور افزایش دمای گذار شیشه ای ترکیب و به حداقل رساندن مشکل خشک کردن تولید می شود^[۴]. عسل های خشک به دو دسته تقسیم می شوند. دسته اول گروهی هستند که عسل بصورت فلس (flake) یا قالب (block) در می آید و این امر توسط کریستالیزه شدن ترکیباتی که قابلیت کریستالیزه شدن در محتوای رطوبتی پایین را دارند اتفاق می افتد. این گروه از عسل معمولاً بصورت آب نبات عسلی مصرف می شوند. در این حالت تبخیر در خلاء انجام می شود. گروه دیگر پودرهای عسل هستند که شامل ۵۰ تا ۷۰٪ عسل همراه با سایر شیرین کننده های جامد مثل شربت ذرت با فروکتوز بالا یا شربت گلوكز یا سایر اجزاء کمکی و یا بدون آنها باشد. این نوع از محصولات تجاری عسل خشک بصورتی (free-flowing) تهیه و فرموله شده اند که خاصیت سیلانی (silan) داشته باشند^[۳]. به دلیل اینکه پودر عسل محتوای رطوبتی خیلی پایینی دارد، می تواند مستقیماً به محلوت های خشک، چاشنی ها یا روکش های خشک افزوده شود و به راحتی ضمن حفظ طعم واقعی عسل با سایر اجزاء خشک ترکیب شود. سایر مزایای پودر عسل شامل راحتی استفاده، خاصیت سیلان آزاد (free-flowing)، راحتی توزین و جابجایی، کاهش فضای انبار کردن، راحتی تمیز کردن و جنبه های بهداشتی آن است^[۵].

با توجه به اهمیت تدوین دانش فنی در زمینه تولید عسل خشک، در این تحقیق تولید عسل خشک امکان سنجی شده و اثر خواص شیمیایی عسل روی خواص کیفی محصول تولید شده بررسی گردیده است.

۲ - مواد و روش ها

۱-۲ - مواد

۱-۱-۲ - عسل

دو نمونه عسل از بازار تهیه شد. یک نمونه آن نوع تجاری و بصورت بسته بندی شده و نوع دیگر آن بصورت فله ای و بدون بسته بندی بود.

۱ - مقدمه

طبق تعریف کمیسیون کدکس مواد غذایی¹، عسل یک ماده غذایی شیرین طبیعی ساخته شده از شهد گل ها یا ترشحات بخش های زنده گیاهان یا مواد دفعی حشرات مکنده گیاه بر روی بخش های زنده گیاه است که توسط زنبور عسل جمع آوری، تبدیل و با مواد خاص زنبور عسل ترکیب و در کندوی عسل انبار می شود تا دوره رسیدن را طی کند^[۱]. عسل باید حاوی حداقل ۶۰٪ قندهای احیا کننده و رطوبت آن نباید بیشتر از ۲۱٪ باشد. ترکیب عسل بیشتر تحت تاثیر نوع گل هایی که زنبور عسل استفاده کرده است و همینطور شرایط منطقه ای و اقلیمی قرار می گیرد^[۲]. عسل حاوی (۸۰-۶۰٪) گلوكز و فروکتوز بعنوان مونوساکاریدهای عمده، (۷۰-۱۰٪) مالتوز و ساکاراز بعنوان مهمترین دی ساکاریدهای، ملزیتوز تری ساکارید اصلی و همچنین حاوی سایر اولیگوساکاریدهایی با وزن مولکولی پایین می باشد. علاوه بر آینهای، آنتی اکسیدان ها (مثل پینوسمبرین، پینوبانکسین، کرایسین و گالاجین)، اسیدها (عملدتا گلوكونیک اسید)، پروتئین ها، مواد معدنی، فلاونوئیدها، ویتامین ها و آنزیم ها هم در عسل یافت می شوند. بنابراین عسل بعنوان یک غذای سالم که برای سلامتی مفید است استفاده می شود. بیشتر عسل ها محلولهای فوق اشباعی از فروکتوز و گلوكز با pH (۴-۳/۱) پایین هستند که تمایل به کریستالیزاسیون خودبخودی در دمای اتاق دارند و این امر باعث جذب کمتر مصرف کننده می شود. علاوه بر این، در بیشتر حالت ها، کریستالیزاسیون عسل باعث تکثیر رطوبت فاز مایع می شود که این امر بطور طبیعی باعث تکثیر سلولهای مخمر و تخریب محصول می شود. این امر همچنین باعث خورده شدن آسان ظروف فلزی می شود. تمامی این ویژگی ها باعث دردسر انبارداری و حمل و نقل عسل می شوند^[۳].

عسل در حالت مایع و طبیعی خود، بدليل ویسکوزیته و چسبنده‌گی، مشکلات جابجایی مهمی را در عملیات تولید انبوه یا مصرف ایجاد می کند. بدليل راحتی مصرف و محکمی برای در صنعت غذا، مشتری های پر و پا قرض و محکمی برای عسل خشک وجود دارد. محصولات عسل خشک از عسل مایع خالص که تا رطوبت پایین (۰/۲۵٪) خشک شده اند تهیه

1. Codex Alimentarius Commission

۲-۱-۶-۲-۲- اندازه گیری هیدروکسی متیل فورفورال (HMF)

مقدار هیدروکسی متیل فورفورال (۵-هیدروکسی متیل فورآلدهید) نمونه های عسل بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم Agilent 1100 به روش کروماتوگرافی مایع با کارابی بالا (HPLC-DAD) طبق استاندارد شماره ۱۲۱۸۶ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران اندازه گیری شد. برای اندازه گیری مقادیر هیدروکسی متیل فورفورال نمونه های عسل حداقل دو تریق انتگرال سطح پیک محاسبه گردید [۸].

۲-۱-۷-۲- اندازه گیری دانسیته

چگالی بر اساس نسبت جرم به حجم اندازه گیری شد. برای اندازه گیری چگالی عسل یک محلول رقيق (۵٪ وزنی/وزنی) از عسل و آب مقطمر تهیه گردید. سپس چگالی محلول با استفاده از پیکنومتر اندازه گیری گردید. در ابتدا چگالی آب مقطمر در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد محاسبه سپس چگالی محلولهای عسل در دمای ذکر شده بر اساس معادله (۱) که از روش های مریع پیرسون و موازنہ جرمی بدست آمده محاسبه گردید [۹].

$$\rho = (\rho_m \cdot \rho_w) / (2\rho_w - \rho_m) \quad (1)$$

ρ ، چگالی عسل، ρ_m چگالی محلول رقيق شده و ρ_w چگالی آب مقطمر می باشد.

۲-۱-۹-۲- اندازه گیری رنگ

شاخص های رنگ L, a و b نمونه های عسل توسط دستگاه هانتربل مدل Minolta CR-400 که از قبل با صفحه سفید کالیبره شده بود اندازه گیری شد. مقدار شاخص L از ۰ (برای جسم سیاه) تا ۱۰۰ برای سطح سفید استاندارد، شاخص a مربوط به درجه سبز یا قرمز بودن نمونه در محدوده -۶۰-+۶۰- برای سبز و +۶۰- برای قرمز تغییر می کند و شاخص b نیز مربوط به درجه آبی یا زرد بودن نمونه بوده و در محدوده -۶۰-+۶۰- برای آبی و +۶۰- برای زرد تغییر می کند [۱۰]. پارامترهای کرومای و ΔE از روی شاخص های رنگ بترتیب بر اساس معادلات ۲، ۳ و ۴ محاسبه شد.

$$c = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (2)$$

۲-۱-۲-۱-۲- مواد شیمیایی

محلولهای فهelinگ، اسید کلریدریک غلیظ، سود غلیظ، سود یکدهم نرمال، فنل فتالین، معرف آبی متیلن، محلول کلرور سدیم، محلول بافر استات، محلول نشاسته، محلول ید ذخیره، محلول ۰/۰۱ مول در لیتر دی سدیم هیدروژن فسفات، متانول، محلول ۸۵ درصد (حجمی/حجمی) ارتو فسفریک اسید، محلول ۱۰ درصد (حجمی/حجمی) ارتو فسفریک اسید، محلول کارز ۱، محلول کارز ۲، ۵ هیدروکسی متیل ۲ فورآلدئید.

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده ساخت شرکت مرک (Merck) آلمان می باشند.

۲-۱-۲-۲- روش های اندازه گیری

۲-۱-۲-۲-۱- اندازه گیری رطوبت

محتوای آب نمونه های به روش AOAC ۹۶۹/۳۸ با سه تکرار تعیین گردید [۶].

۲-۱-۲-۲-۲- اندازه گیری قند

قند نمونه های عسل از روش لین-اینون ذکر شده در استاندارد شماره ۹۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران اندازه گیری شد [۷].

۲-۱-۲-۳- اندازه گیری اسیدیته

۱۰ گرم از نمونه های عسل وزن و در ۷۵ میلی لیتر آب مقطمر بدون گاز دی اکسید کربن حل گردید. محلول با کمک pH متر تا رسیدن به pH (۸,۳) با سود یکدهم نرمال تیتر شد. مقدار اسیدیته نمونه های عسل طبق فرمول اسیدیته بر حسب اکی والان در کیلوگرم محاسبه شد [۷].

۲-۱-۲-۴- اندازه گیری pH

۱۰ گرم از نمونه های عسل وزن و در ۷۵ میلی لیتر آب مقطمر بدون گاز دی اکسید کربن حل گردید. سپس pH نمونه های دستگاه pH متر که با بافر ۴ و ۷ کالیبره شده بود در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد تعیین گردید [۷].

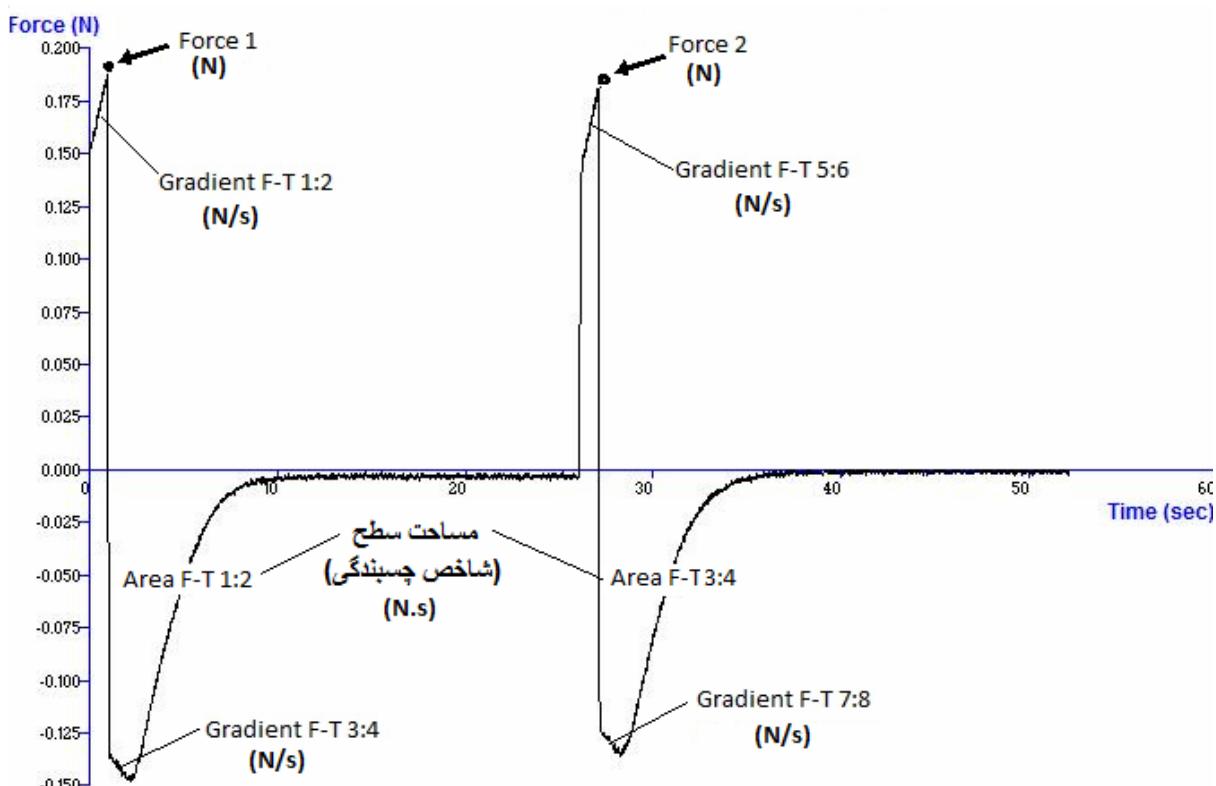
۲-۱-۲-۵- اندازه گیری فعالیت دیاستازی

فعالیت دیاستازی نمونه های عسل توسط دستگاه Biochrom Libra s12 UV/Vis (spectrophotometer) قابل تنظیم در طول موج ۶۶۰ نانومتر طبق استاندارد شماره ۹۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران اندازه گیری شد [۷].

نیرو به $2/5$ گرم تنزل یابد، تعریف گردید. با افزایش این مسافت، طنابی شدن نیز افزایش می یابد [۹].

۱۰-۲-۲ آزمون TPA نفوذ

با در نظر گرفتن اهمیت آزمون چسبندگی برای عسل [۹]، با وجود آنکه آزمون TPA در مطالعه ساختاری مواد غذایی مشابه عسل معمول نیست ولی به علت داشتن اطلاعات مهم آزمون چسبندگی عسل به شکل TPA توسعه داده شد. برای TPA.XT Plus انجام این آزمون از دستگاه بافت سنج به مدل TA.XT Plus ساخت شرکت میکرواستیبل انگلستان استفاده شد بدین صورت که پروب 25 میلی متری (P/25) با سرعت 2 mm/s دو بار متواالی به عمق 2 میلی متر در داخل نمونه عسل در دمای 5°C فرو برده شد. سرعت پیش آزمون و پس آزمون به ترتیب روی 1 و 2 mm/s تنظیم گردید. از روی منحنی TPA، شاخص های ماکریم نیرو در هر بار نفوذ، شیب منحنی در نفوذ و خروج پروب و چسبندگی نمونه ها اندازه گیری گردید (شکل شماره ۱).



شکل ۱ نمونه منحنی TPA نفوذ در نمونه های عسل و شاخص های تعریف شده

$$h = \tan^{-1} \frac{b}{a} \quad (3)$$

$$\Delta E = \sqrt{(l-l')^2 + \sqrt{(a-a')^2 + \sqrt{(b-b')^2}}} \quad (4)$$

آزمایش های رئولوژیکی

۹-۲-۲ آزمون چسبندگی (stickiness test)

نمونه ها با استفاده از یک بافت سنج به مدل TA.XT Plus ساخت شرکت میکرواستیبل انگلستان انجام گرفت. بدین منظور با استفاده از یک پروب با قطر 25 میلی متر نیروی بی معادل 5 گرم بر سطح نمونه اعمال شده و بمدت 2 ثانیه پروب ثابت نگه داشته می شود. سپس پروب با سرعت 8 میلی متر بر ثانیه از داخل نمونه جدا شده و در فاصله 170 میلی متر بالای سطح نمونه ثابت می شود. بیشینه نیروی مورد نیاز جهت جدایش میله از نمونه به عنوان چسبندگی ثبت گردید. مفهوم طنابی شدن (stringiness) بعنوان مسافت طی شده توسط میله آزمون پس از جدایش آن از سطح نمونه، پیش از آنکه

تقلیل شدن و برداشت زودتر از موعد عسل که در آن ساکارز هنوز به طور کامل به گلوکز و فروکتوز تبدیل نشده است، نسبت داد.^[۱۰ و ۱۲]

pH عسل تحت تاثیر شرایط استخراج و نگهداری بوده و این تغییرات بر بافت، پایداری و زمان انبارمانی آن اثر می‌گذارد و شاخص بسیار سودمندی برای تشخیص رشد احتمالی میکروب‌ها محسوب می‌شود. اسیدیته عسل به علت حضور اسید‌های آلی، عمدتاً اسید گلوکونیک، اسید پیرویک و اسید مالیک در تعادل با لاكتون‌های متناظر یا استرهای داخلى خود و یون‌های غیرآلی مانند فسفات، سولفات و کلرید می‌باشد.^[۱۳ و ۱۴] نتایج به دست آمده در مورد pH و اسیدیته مطابق با مقادیر گزارش شده در استاندارد ملی کشور و کدکس می‌باشد.^[۷ و ۱۵]

چگالی عسل که معمولاً به صورت وزن مخصوص نسبی بیان می‌شود، ۱/۵ برابر چگالی آب بوده و به محتوای آب عسل بستگی دارد.^[۱۶] از آنجایی که چگالی یک سیال با دما تغییر می‌کند مقادیر چگالی نمونه‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شدند.

فعالیت دیاستازی شاخص تعیین اعمال یا عدم اعمال فرآیند حرارتی در عسل است. این آنزیم حساس به حرارت دهی و شرایط نگهداری می‌باشد.^[۱۴] فعالیت آمیلаз معمولاً به صورت عدد دیاستاز (DN) بیان می‌شود. نوع گیاه مورد استفاده توسط زنبور عسل بر میزان محتوای دیاستاز عسل به طور قابل توجهی تاثیر دارد.^[۱۲] فعالیت دیاستاز نمونه‌ها در محدوده تعیین شده توسط استاندارد عسل ایران و کدکس می‌باشند.^[۷ و ۱۵]

جدول ۱ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های عسل

مشخصات	نمونه تجاری (بازار)	نمونه غیرتجاری
رطوبت (درصد)	$14/7 \pm 0/14$	$14/95 \pm 0/07$
دانسیته	$1/359 \pm 0/0016$	$1/364 \pm 0/004$
ساکارز	$6/72 \pm 0/07$	$3/15 \pm 0/08$
فعالیت دیاستازی	$17/11 \pm 0/13$	$8 \pm 0/19$
pH	$3/98 \pm 0/028$	$3/86 \pm 0/028$
اسیدیته	$11/12 \pm 0/68$	$9/05 \pm 0/07$

۲-۳-۲- خشک کردن

نمونه‌های عسل به دو روش خشک کردن مایکروویوی و انجامدی خشک شدند.

۲-۳-۲-۱- خشک کردن مایکروویوی

نمونه‌های عسل تحت شرایط یکسان بمدت ۱۰ دقیقه در توان ۳۰ وات توسط اجاق مایکروویو (Feller, MW 3080 FRW, Germany) خشک شدند.

۲-۳-۲-۲- خشک کردن انجامدی

خشک کردن انجامدی نمونه‌های عسل به دو روش انجام گرفت. یکبار حدود ۵۰ گرم از نمونه‌های عسل با ۵۰ میلی لیتر آب مخلوط شد و محلول هموزن حاصل به دستگاه خشک کن انجامدی Alpha 1-4 LD plus منتقل گردید (پاتنت شماره ۴۸۸۵۰۳۵ US) و در دمای ۵۰- درجه سانتیگراد و فشار 10^{-5} bar بمدت ۹۶ ساعت خشک گردید. بار دیگر حدود ۷۰ گرم از نمونه‌های عسل بدون افزودن آب و تحت همان شرایط ذکر شده در روش قبلی خشک شدند.^[۱۱]

۳- بحث و نتایج

۳-۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و شاخص‌های آزمون TPA نفوذ نمونه‌های عسل در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. همانطوری که در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود میزان رطوبت، pH، اسیدیته و دانسیته نمونه‌های عسل اختلاف کمی با هم داشته در حالیکه میزان ساکارز و فعالیت دیاستازی نمونه‌ها متفاوت می‌باشند (جدول شماره ۱).

مقدار رطوبت عسل بستگی به فصل برداشت، درجه رسیدگی در کندو، منابع گیاهی و همچنین شرایط آب و هوایی و جغرافیایی و ترکیب عسل دارد. این پارامتر برای عمر انبارمانی عسل در طی نگهداری و همچنین برای ویژگی‌های فرآوری آن به طور قابل توجهی مهم می‌باشد. مقادیر به دست آمده مطابق با مقادیر ذکر شده در استاندارد کدکس است که بیشینه آن ۲۰ گرم در ۱۰۰ گرم تعیین شده است.^[۹]

از آنجا که بیشینه ساکاروز طبق استاندار ملی کشور ۵ درصد می‌باشد، مقدار ساکاروز نمونه غیر تجاری خارج از محدوده استاندارد می‌باشد.^[۳] محتوای ساکارز بالاتر را می‌توان به تغذیه دهی بیش از حد زنبور‌های عسل با شربت ساکارز،

بیشترین تفاوت در پارامترهای مورد مطالعه در مساحت سطح (Area) منحنی TPA نفوذ مشاهده می شود. این شاخص با چسبندگی عسل (نیروی چسبندگی بین عسل و پربو پستگاه) در ارتباط است. مقادیر شبیه منحنی در ورود و خروج پربو از محصول نیز با ویسکوزیته عسل در ارتباط است که در این مورد تفاوت قابل توجهی بین دو نمونه مشاهده نمی شود. مقدار نیروی لازم برای نفوذ پربو به داخل نمونه در نمونه عسل غیر تجاری جزیی بیشتر از نمونه تجاری است.

مشخصات رئولوژیکی دو نمونه عسل مورد استفاده با استفاده از آزمون TPA نفوذ مطالعه شد که نتایج آن در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. همچنان که در این جدول مشاهده می شود شاخص های تعریف شده در دو نوع عسل دارای مقادیر نزدیک به هم هستند. خصوصیات پروفیل بافتی هر دو نمونه عسل بسیار نزدیک به هم است. تغییرات در خواص شیمیایی نظیر مقدار ساکاروز، که برای عسل یک پارامتر مهم محسوب می شود، نتوانسته آنالیز پروفیل بافت را تحت تاثیر قرار دهد.

جدول ۲ شاخص های آزمون TPA نفوذ نمونه های عسل

Parameter \ Sample	Force 1	Force 2	Gradient F-T 1:2	Gradient F-T 3:4	Gradient F-T 5:6	Gradient F-T 7:8	Area F-T 1:2	Area F-T 3:4
TPA-BAZAR	N	N	N/sec	N/sec	N/sec	N/sec	N.sec	N.sec
TPA-BAZAR	0.186	0.186	0.039	-0.010	0.040	-0.010	-0.523	-0.473
TPA-TEJARI	0.156	0.157	0.031	-0.016	0.031	-0.016	-0.596	-0.535

کیفیت خوب، عسل تازه معمولاً حرارت داده می شود. اما یکم از حرارتی بیش از اندازه منجر به شکل گیری HMF هیدرولیکی متشابه فورفورالدیک (HMF) گشته و از کیفیت عسل می کاهد. HMF می تواند در اثر واکنش مایلارد یا از طریق آبگیری تحت شرایط اسیدی ایجاد شود [۱۳]. HMF طی فرایند حرارتی در اثر خروج مولکول آب از اسید هگروز هایی نظیر فروکتوز و گلوکز در شرایط کاتالیز شده حاصل می گردد [۱۴]. عوامل متنوعی در شکل گیری HMF نقش دارند به طوری که یکم از حرارتی عسل تنها عامل تاثیر گذار نمی باشد، بلکه درجه حرارت، مدت زمان حرارت دهی، شرایط نگهداری، ترکیب عسل، pH و منابع گیاهی و گل نیز نقش دارند [۱۳ و ۲].

۲-۳-۱ تغییر در مقادیر هیدرولیکی متشابه فورفورال (HMF)

جدول شماره ۳ مقادیر هیدرولیکی متشابه فورفورال را در نمونه های عسل و عسل خشک نشان می دهد. مقادیر HMF در نمونه های عسل خشک شده غیرتجاری به روش مایکروبیوی بسیار بیشتر از نمونه عسل تجاري خشک شده به روش مشابه می باشد و این امر احتمالاً به دلیل زیاد بودن اسیدیته نمونه غیر تجاري است. مقادیر HMF در نمونه های خشک شده به روش تصحیحی کاهش یافته و این کاهش در نمونه هایی که با آب مخلوط شده بودند بیشتر بود. بنابراین خشک کردن تصحیحی نمونه های عسل همراه با آب روش بهتری برای خشک کردن عسل می باشد. به منظور تسهیل فرایند و حفظ

جدول ۳ مقادیر هیدروکسی متیل فورفورال در عسل و عسل خشک شده

نمونه	مقدار HMF محسوب شده (mg/kg)	مساحت سطح پیک
عسل تجاري	۲۲	۱۵۷/۹۸۹
عسل تجاري خشک شده با مايكروويو	۱۱۲	۸۰۵/۷۷۸
عسل تجاري خشک شده به روش انجمادي	۱۴/۸	۱۰۵/۸۰۱
عسل تجاري خشک شده به روش انجمادي با آب	۱۴/۱	۱۰۱/۱۸۱
عسل غير تجاري	۲۶/۶	۱۹۱/۰۲۵
عسل غير تجاري خشک شده با مايكروويو	۲۷۳/۸	۱۹۶۵/۸۰۲
عسل غير تجاري خشک شده به روش انجمادي	۲۵/۲	۱۸۰/۹۱۴
عسل غير تجاري خشک شده به روش انجمادي با آب	۱۹/۶	۱۴۷/۸۹۵

شاخص های L_a و L_b نمونه های عسل مایع و خشک در جدول شماره ۴ نشان داده شده اند. مقادیر L_a و L_b در نمونه های عسل خشک شده به روش انجمادي تغيير قابل توجهی نداشته و اين امر نشان دهنده اين است که رنگ عسل زمانی که به روش انجمادي خشک می شود تغيير نمي کند. ميزان كروموما (اشياع رنگ) در نمونه های خشک شده به روش مايكروويو در هر دو نمونه تجاري و غير تجاري به ميزان زياد افزایش پيدا كرد در حالیکه در نمونه های خشک شده به روش تصعيدي مقدار كروموما نسبت به نمونه های اوليه کاهش می يابد.

۳-۳- تغيير در رنگ

رنگ عسل به مقدار زيادي به تركيب شيميايی آن به ويزه رنگدانه هايی مانند كلروفيل ها، کاراتنوئيد ها، فلاونونئيد ها و مشتقات تانن ها و پلي فنل ها، محتواي مواد فنولي، HMF، دانه گرده و مواد معدني بستگي دارد. رنگ تحت تاثير روش برداشت، زمان نگهداری و دمای نگهداری قرار مي گيرد. عسل های طبیعی از لحظه رنگ بسیار متغير می باشند به طوری که رنگ آن از تقریباً بی رنگ (عسل شبدر) تا بسیار تیره (عسل های گندم سیاه) متغير می باشد [۲ و ۷ و ۱۸]. مقادير

جدول ۴ مقادير رنگ نمونه های عسل و عسل خشک شده

نمونه	L	a	B	ΔE	Hue	Chroma
عسل تجاري	۲۲/۶±۲/۲۹	۱/۴۲±۰/۰۶	۵/۳۴±۰/۳۸	۰	۱/۳۱±۱/۴۱	۵/۵۲±۰/۳۸
عسل تجاري خشک شده با مايكروويو	۵۳/۹±۰/۱۵	۵/۳۱±۰/۱۱	۲۸/۳۴±۰/۱۳	۳۸/۹۴±۲/۱۶	۱/۳۹±۰/۸۷	۲۸/۸۳±۰/۱۷
عسل تجاري خشک شده به روش انجمادي	۲۰/۱۹±۰/۷۶	-۰/۱۹±۰/۰۵	۳/۳±۰/۱۶	۳/۵۴±۱/۰۴	-۱/۵۱±۱/۲۷	۳/۳۱±۰/۱۷
عسل تجاري خشک شده به روش انجمادي با آب	۲۱/۹۱±۰/۵۴	-۰/۳۳±۰/۰۲	۳/۲۴±۰/۱۴	۲/۸۲±۱/۷۷	-۱/۴۷±۱/۴۳	۳/۲۵±۰/۱۴
عسل غير تجاري	۲۱/۸±۱/۱۹	-۰/۲۹±۰/۰۶	۱/۰۸±۰/۱۶	۰	-۱/۳۱±۱/۲۱	۱/۱۲±۰/۱۷
عسل غير تجاري خشک شده با مايكروويو	۳۶/۳۹±۰/۲۱	۱۷/۶۲±۰/۴۱	۱۷/۶۷±۰/۱۷	۲۸/۴۴±۱/۰۳	۰/۷۹±۰/۴	۲۴/۹۵±۰/۴۵
عسل غيرتجاري خشک شده به روش انجمادي	۲۰/۷۷±۰/۳	-۰/۲۹۵±۰/۰۴	۳/۱۸۵±۰/۰۰۷	۲/۳۴±۰/۹۱	-۱/۴۸±۰/۱۷	۳/۲±۰/۰۴
عسل غيرتجاري خشک شده به روش تجاري با آب	۲۱/۷۴±۰/۲۴	-۰/۳۹±۰/۰۲	۳/۱۲±۰/۱۴	۲/۰۴±۰/۹۵	-۱/۴۰±۱/۴	۳/۱۴±۰/۱۴

- [8] Institute of Standards and Industrial Research of IRAN. 1388. Iran National Standard, No. 12186. Honey- Determination of hydroxyl methyl furfural content by High Performance Liquid Chromatography. 1st edition.
- [9] Mehryar, L., Esmaiili, M., and Hassanzadeh, A. 2010. Modeling the effect of temperature and relative humidity on physicochemical properties of honey. M.Sc Thesis. Fac. Agric. University of Urmia., Iran.
- [10] Saxena, S., Gautam, S., and Sharma, A. 2010. Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. Food Chemistry, 118: 391-397
- [11] Slifkin, M. 1989. Method of crystallization of honey. United States Patent 4885035.
- [12] Kuchuk, M., Kolayli, S., Karaoglu, Sh., Ulusoy, E., Baltaci, C., and Candan, F. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. Food Chemistry, 100: 526-534.
- [13] Ajlouni, S., and Sujirapinyokul, P. 2009. Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. Food Chemistry, 119: 1000-1005.
- [14] Silva, L.R., Videria, R., Monteiro, A. P., Valentao, P., and Nalepka, K. 2009. Physicochemical characteristics and mineral contents. Microchemical Journal, 93: 73-77.
- [15] Codex Alimentarius Commission Standards. 2001. CODEX STAN 12-1981, Rev.1, 1987. Rev.2
- [16] Bogdanov, S. 2009. The Book of Honey, Bee Product Science.
- [17] Juszczak, L., Socha, R., Ro-znowski, J., Fortuna, T., and Nalepka, K. 2009. Physicochemical properties and quality parameters of herbhoneys. Food Chemistry, 113: 538-542.
- [18] Lazaridou, A., Biliaderis, C. G., Bacandritsos, N., and Sabatini, A. G. 2004. Composition, thermal and rheological behavior of selected Greek honeys. Journal of Food Engineering, 64: 9-21.

۴- نتیجه گیری کلی

تولید عسل خشک بصورت صنعتی می تواند کمک شایانی به افزایش مصرف این ماده غذایی - دارویی با ارزش بنماید. نتایج این تحقیق نشان می دهد که برای تولید عسل خشک با حفظ کیفیت آن و بویژه با کنترل مقدار HMF روش خشک کردن تصعیدی بسیار مناسبتر و بهتر از روش مایکروویو است. ضمناً افزودن آب به عسل مورد استفاده روند تولید عسل خشک را تسهیل می نماید. با توجه به نتایج، روش خشک کردن تصعیدی مخلوط با آب توصیه می شود. همچنین نتایج حاکی از این است که درصد ترکیبات عسل مورد استفاده بر روی کیفیت محصول نهایی یعنی عسل خشک اثر گذار است.

۵- منابع

- [1] Codex Alimentarius Commission Standards. 2001. CODEX STAN 12-1981, Rev.1, 1987. Rev.2
- [2] Finola, M.S., Lasagno, M.C., and Marioli, J. M. 2007. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. Food Chemistry, 100: 1649-1653.
- [3] Zheng-Wei Cui, Li-Juan Sun, Wei Chen and Da-Wen Sun. 2008. Preparation of dry honey by microwave-vacuum drying. Journal of Food Engineering, 84: 582-590.
- [4] Nurhadi, B., Andoyo, R., Mahani and Rossi Indiarto. 2012. Study the properties of honey powder produced from spray drying and vacuum drying method. Internation Food Research Journal 19 (3): 907-912 (2012).
- [5] Sahu, J.K. 2008. The effect of additives on vacuum dried honey powder properties. International Journal of Food Engineering. Vol. 4: Iss. 8, Article 9.
- [6] AOAC, Official Methods of Analysis, In K. Helrich (Ed.) Arlington, VA, USA. 1995. Association of official Analytical Chemists, Inc.
- [7] Institute of Standards and Industrial Research of IRAN. 1386. Iran National Standard, No. 92. Honey, Specifications and Test Methods. 6th Revision.

Feasibility of production and investigation of physicochemical properties of dried honey using freeze drying and microwave drying methods

Elmi, A. ^{1*}, Esmaiili, M. ²

1. Graduate M.Sc. student, Department of Food Science and Technology, University of Urmia
2. Assistant professor, Department of Food Science and Technology, University of Urmia

(Received: 90/6/12 Accepted: 90/11/28)

Honey as a medicinal and nutritional material contains about 60% reducing sugar and in liquid and natural state, presents significant handling problem in bulk production operation or consumption due to its viscosity and stickiness. Because of the convenience and ease of use, dried honey has special importance. In this study, feasibility of drying of commercial and noncommercial honeys, with or without water adding, by two methods of freeze drying and microwave drying was evaluated. Also the effect of drying method on chemical properties of the product was investigated. Results showed that not only drying method of honey is effective on quality of dried honey, but also minor differences in the raw honey can affect quality of the product. Meanwhile, adding water to honey facilitates the drying process. According to the results, the amount of hydroxymethylfurfural (HMF) in noncommercial dried honey using microwave method is much higher than that in commercial honey samples which are dried in a similar way.

Keywords :Honey, Dried honey, Dehydration, Microwave drying, Freeze drying

* Corresponding Author E-Mail Address: Ayla.elmi.k@gmail.com