



## خشک کردن عسل

۱۵

زهرا رنگچیان<sup>۱</sup>، مهسا جهان بخش اسکویی<sup>۲</sup>

۱- کارشناس ارشد-گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۹۵ تاریخ پذیرش: مهر ۹۵  
رایانامه: zrangchin@gmail.com

### چکیده:

عسل به عنوان یک غذای عملگرا شناخته می شود و دارای سودمندی هایی است که در قندهای تصفیه شده وجود ندارد. کارخانه جات مواد غذایی تمایلی به کاربرد عسل مایع در فرآورده ها ندارند که علت آن چسبندگی زیاد، دشواری توزین و نیاز به گرمایش آن پس از کریستالیزاسیون است. لذا تولیدکنندگان به منظور تسهیل کاربری عسل، به خشک کردن آن روی آورده اند. از طرف دیگر ماندگاری عسل نیز با خشک کردن افزایش می یابد، چراکه عسل به شدت رطوبت پذیر است. در این مقاله روش های مختلف خشک کردن عسل مورد بررسی قرار می گیرد. روش های مورد بررسی شامل خشک کردن پاششی، انجمادی و تحت خلاء می باشند.

روش خشک کردن پاششی بهترین روش شناخته می شود. علاوه بر این خشک کردن عسل بدون افزودنی هایی نظیر صمغ عربی، مالتودکستریز و دکستریز، به دلیل ویسکوزیته بالای آن غیرممکن است و ضمناً این ترکیبات باعث افزایش بهره وری تولید نیز می گردند. این مقاله مروری بر روش های خشک کردن عسل و مزایا و معایب آن ها خواهد داشت.

**کلمات کلیدی:** خصوصیات پودر عسل، روش های خشک کردن، صمغ عربی، مالتودکستریز، دکستریز

### مقدمه:

عسل به عنوان یک غذای عملگرا شناخته می شود و سودمندی هایی دارد که قندهای تصفیه شده فاقد آن





تسهیل در استفاده از این ماده ارزشمند بیفتند. یکی از راهکارهای دست یابی به این هدف خشک کردن عسل است. از طرف دیگر عسل به جهت داشتن مقادیر بالای فروکتوز بسیار رطوبت پذیر است، که شرایط مناسبی را برای تخمیر فراهم می‌کند. با حذف آب از تخمیر جلوگیری می‌شود (۳). عسل خشک در اسنک، ماست، شس، روکش خوراکی، نوشیدنی، مکمل غذایی، نان و کیک قابل استفاده است.

عسل خشک در شیرینی جاتی نظیر شیرینی بادامی، کیک اسفنجی و کارامل‌ها باعث از بین رفتن بو و طعم نامطبوع ناشی از پخت در حرارت بالا می‌شود، همچنین سبب افزایش پایداری اکسیداتیو در برخی از گوشت‌ها گردیده و باعث حفظ عطر و طعم آن‌ها می‌گردد [۶]. از عسل خشک جهت بهینه سازی و افزایش ماندگاری کره بادام زمینی، بهبود کیفی چیپس سیب زمینی بدون روغن و خمیرهای منجمد و جلادهی فرآورده‌های طیور نیز استفاده می‌کنند، علاوه بر مزایای کیفی عسل خشک، این فرآورش سبب سهولت در جابجایی، توزین و کنترل مسائل بهداشتی، کاهش فضای نگهداری و ثبات عطر و طعم و بافت و رنگ فرآورده می‌گردد (۸،۷).

جدول ۱- اجزای عمده عسل

ترکیبات عمده (۹۹٪)		
میانگین (%)	درصد	
۱۷/۰	۱۳/۴-۲۶/۶	آب
۳۹/۳	۲۳/۷-۵۳/۹	فروکتوز
۳۲/۹	۲۰/۴-۴۴/۴	گلوکز
۲/۳	۰/۰-۷/۶	ساکارز
۸/۵	۰/۱-۱۶/۰	سایر قندها
ترکیبات جزئی (۱٪)		
	۰/۱۷-۱/۱۷	اسیدها
	۰/۰۲-۱/۰۳	مواد معدنی
	۰/۰۰-۰/۱۳	نیترژن (پروتئین)
	<۰/۰۱	آنزیم‌ها
		آروما ۰/۱٪
		سایر (HMF و غیره) ۰/۱٪

### ۲-۱- انواع عسل خشک شده

در مورد نحوه دسته بندی عسل خشک شده اختلاف

هستند. عسل حاوی ترکیبات ارزشمندی نظیر قندهای ساده، آمینواسیدها، بیوفلاونوئیدها، آنتی اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها، اسیدهای آلی، مواد معدنی و آنزیم‌ها می‌باشد [۱،۲]. یکی از مهمترین دلایل سودمندی عسل برای سلامتی، نسبت متوسط ۱:۱ فروکتوز به گلوکز در آن است. ترکیب عسل بسته به نوع منبع گیاهی مورد استفاده و شرایط اقلیمی متفاوت است، لذا این امکان وجود دارد که عسل‌های دارای ترکیبات مختلف، دارای فعالیت‌های بیولوژیکی مختلفی نیز باشند. به عنوان مثال مطالعات انجام شده حاکی از همبستگی قابل توجه میان فعالیت ضد HIV عسل‌های ایرانی و منابع گیاهی مورد استفاده برای تولید آن‌ها بوده است [۱]. قسمت اعظم گلوکز بدست آمده از منابع کربوهیدراته در بدن انسان به صورت چربی در سلول‌ها ذخیره می‌شود، اما با مصرف عسل، به علت حضور فروکتوز در آن، گلوکز به صورت گلیکوژن در کبد ذخیره شده و در زمان استراحت بدن برای فعالیت مغز، قلب، کلیه‌ها و گلبول‌های قرمز خون به مصرف می‌رسد.

مصرف فروکتوز خالص به صورت شربت ذرت غنی از فروکتوز (HFCS)<sup>۱</sup>، بدن را با چالش‌هایی مواجه می‌کند، زیرا هر یک از سلول‌های بدن قادر به متابولیسم گلوکز می‌باشد، اما فروکتوز به طور عمده در کبد متابولیزه می‌شود. با ترکیب ایده‌آل فروکتوز و گلوکز در عسل، بسیاری از عوارض حاصل از مصرف قند و شکر تصفیه شده و HFCS کاهش یافته و یا از آن جلوگیری می‌شود. عسل سبب افزایش شدید و ناگهانی انسولین نمی‌گردد، ضمن اینکه نوسانات قند خون تنظیم شده و افت ناگهانی آن (هیپوگلیسمی) بوجود نمی‌آید. در حالیکه مصرف مداوم و زیاد قندهای تصفیه شده و HFCS، سبب ترشح مفرط انسولین، نوسانات وسیع قند خون و ترشح آدرنالین و کورتیزول شده و منجر به بروز عارضه مقاومت به انسولین می‌گردد، که نتیجه آن اختلال در متابولیسم گلوکز و در نهایت بروز دیابت نوع دو است [۲]. جدول ۱ گویای اجزای عمده عسل و مقادیر آن‌ها می‌باشد [۳].

کارخانه جات مواد غذایی تمایلی به کاربرد عسل مایع در فرآورده‌ها ندارند که علت آن چسبندگی زیاد، دشواری توزین و نیاز به گرمایش آن پس از کریستالیزاسیون است [۴،۵]. همین مسئله باعث شد که تولیدکنندگان به فکر

1- High Fructose Syrup





ثابت دی الکتریک محلول آبی ۵۰ درصد وزنی ساکارز و دکستروز به ترتیب ۶۰/۱۹ و ۶۳/۳۹ می باشد. هرچه ثابت دی الکتریک محلول بیشتر باشد امکان اتصال مجدد یون ها به یکدیگر کمتر بوده و در نتیجه رسوب دهی کاهش می یابد.

جدول ۲- دمای انتقال شیشه ای گلوکز، فروکتوز، ساکارز و لاکتوز

قند	دمای انتقال شیشه ای (°C)
گلوکز	+۳۱
فروکتوز	+۱۰ تا +۵
ساکارز	+۶۲ تا +۷۰
لاکتوز	+۱۰۱

### ۳-۱- روش های تولید پودر عسل

روش های تولید پودر عسل شامل خشک کردن پاششی، خشک کردن تحت خلاء، خشک کردن انجمادی، Foam mat<sup>۶</sup>، میکروویو و ترکیبی از روش های مذکور می باشد. افزودن آب به عسل، روند خشک کردن را تسهیل می نماید [۴]. جهت افزایش Tg و کاهش چسبندگی عسل معمولاً برای تولید پودر آن از کمک ترکیباتی مانند امولسیفایرها، مواد خشک کننده، مواد پرکننده، مواد ممانعت کننده از کلوخه ای شدن، عوامل حجم دهنده و پرکننده های با وزن مولکولی بالا نظیر سبوس، لیستین، کلسیم استئارات، آرد سویا، نشاسته، کربوکسی متیل سلولز، صمغ عربی، مالتودکسترین، دکسترین و ژلاتین بهره می گیرند [۷، ۹]. ترکیبات پرکننده ترکیباتی هستند که به خشک کردن عسل کمک می نمایند، ضمن اینکه برخی از آنها منجر به انکپسوله شدن اجزای عسل نیز می گردند. در بیشتر مطالعات روند اثرگذاری این ترکیبات، همزمان با تاثیر آن بر روش خشک کردن، مورد بررسی قرار داده شده است.

تولید پودر عسل خالص علی رغم وجود روش خشک کردن انجمادی غیرممکن به نظر می رسد، چرا که پودر حاصل از این روش در دمای محیط قابل نگهداری نبوده و به راحتی حالت لاستیکی و چسبنده پیدا می کند.

۶- Foam mat: در این روش خشک کردن، ماده آنقدر هم زده می شود تا به فرم کف پایدار در آید

نظریاتی وجود دارد. برخی منابع آن را به پرک، گرانول، کریستال و پودر (۸) و برخی دیگر آن ها را به دو دسته پرک یا قالبی و پودر تقسیم می کنند. فرم پرک یا قالبی حاصل از کریستالیزاسیون تحت خلاء عسل های محتوی رطوبت پایین بوده و معمولاً به شکل آب نبات مصرف می شود و فرم پودر شامل ۷۰-۵۰ عسل به همراه شیرین کننده های جامد نظیر HFCS و شربت گلوکز و برخی افزودنی های دیگر است [۴].

### ۱-۲-۱- دمای انتقال شیشه ای (Tg)<sup>۲</sup>

دمای انتقال شیشه ای دمایی است که در آن، هنگام حرارت دادن یک ترکیب پلیمری، رفتار پلیمر از حالت الاستیک به حالت ویسکوالاستیک تغییر می یابد. در دماهای نزدیک به دمای Tg یا پایین تر از آن انتظار می رود که محلول از تحرک خیلی پایینی برخوردار باشد [۱۰]. افزودن پرکننده ها نظیر مالتودکسترین به عسل سبب افزایش دمای انتقال شیشه ای می گردد. Tg عسل مایع به شدت تحت تاثیر مقدار رطوبت آن است. Tg آب بسیار پایین (°C -۱۳۸) بوده لذا باعث کاهش Tg محلول ها می گردد و به عنوان پلاستی سایزر<sup>۳</sup> عمل می نماید. به عنوان مثال Tg عسل مایع با رطوبت ۱۹/۹٪ کمتر از Tg عسل مایع با رطوبت ۱۸/۴٪ می باشد (°C -۴۷/۵ در مقابل °C -۴۴/۵)، در مورد پرکننده ها نیز این امر مصداق دارد، مثلاً صمغ عربی که به جهت رطوبت بیشتر نسبت به مالتودکسترین، Tg کمتری دارد (°C + ۱۹۴/۵ در مقابل °C + ۲۰۵/۵).

البته لازم به ذکر است که امکان تفاوت در Tg مالتودکسترین های دارای مقادیر معادل دکستروز (DE)<sup>۴</sup> یا وزن مولکولی برابر نیز وجود دارد [۷]. قندها ترکیبات بسیار قطبی هستند که این خاصیت توصیف گر پیوستگی زیاد آن ها با آب است. توانایی یک حلال برای انحلال ماده جامد یونی، شدیداً به ثابت دی الکتریک<sup>۵</sup> حلال بستگی دارد. ثابت دی الکتریک آب در °C ۲۵، ۷۸/۵۴ و

### 2- Glass Transition Temperature

۳- Plasticizer: پلاستی سایزر باعث بهبود انعطاف پذیری و افزایش مقاومت به شکنندگی در پلیمرها می گردد.

۴- Dextrose Equivalent (معادل دکستروز): میزان کل قند احیا کننده به شکل دکستروز (درصد) در کل ماده خشک

۵- Dielectric Constant: به گذردهی نسبی برای میدان الکترواستاتیکی دارای بسامد صفر گفته می شود. ثابت دی الکتریک واحد (یکا) ندارد





بنابراین جهت تولید پودر عسل ناچار به استفاده از افزودنی های ذکر شده خواهیم بود.

#### ۴-۱- روش های خشک کردن عسل و ویژگی های پودرها

روش خشک کردن و خصوصیات فیزیکوشیمیایی عسل مایع، همچنین درصد ترکیبات تشکیل دهنده عسل در کیفیت عسل خشک شده مؤثرند [۴]. علاوه بر نحوه فرآورش و نوع ماده اولیه، نوع ماده پرکننده و نسبت میان ماده پرکننده و عسل نیز در کیفیت پودر بسیار حائز اهمیت هستند. از پرکننده هایی که در مطالعات جهت کمک به فرآیند خشک کردن استفاده می شوند می توان به مالتودکسترین ها، دکسترین ها و صمغ عربی اشاره کرد. خصوصیات که در پودرها مورد ارزیابی قرار داده می شوند:

۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی (جریان پذیری و پراکنش، حلالیت، میزان و مدت زمان رطوبت پذیری، فعالیت آبی، مقادیر HMF و DN<sup>۷</sup>)
۲. خصوصیات حسی (رنگ، عطر و طعم)

#### ۵-۱- خصوصیات پودرها پس از تولید با خشک کن

##### پاششی

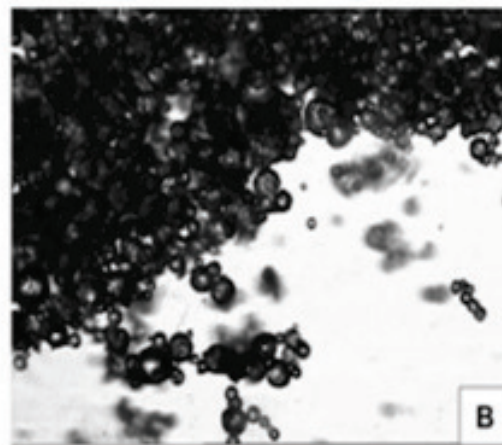
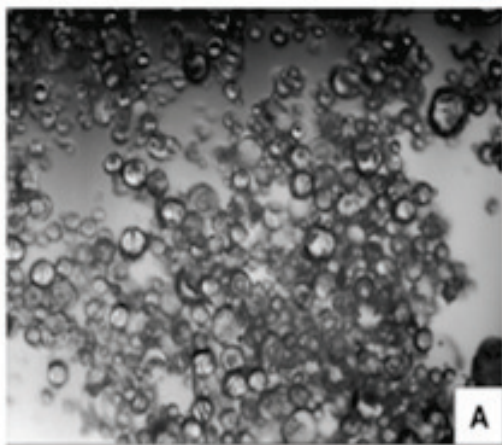
خشک کردن عسل به روش پاششی بیشتر از بقیه روش های مورد مطالعه معمول بوده و کاربری آن با پرکننده های صمغ عربی (GA)، مالتودکسترین ها (MD) و دکسترین ها (D) مورد ارزیابی قرار گرفته است. این روش علاوه بر حذف آب عسل، سبب انکپسوله شدن ترکیبات ناپایدار آن نیز می گردد. پودرهای بدست

آمده از روش پاششی از خصوصیات فیزیکی بهتری در مقایسه با روش انجمادی برخوردار بودند. با این روش می توان پودرهایی با فعالیت آبی، چسبندگی و رطوبت پذیری پایین و قابلیت انحلال کامل تولید نمود. سرعت آتمایزر بیشترین تأثیر را بر خصوصیات پودر طی دوره ی نگهداری آن خواهد گذاشت. سرعت کمتر آتمایزر باعث افزایش معنی دار پایداری پودرها در مقابل رطوبت پذیری و تغییرات آن طی دوره ی نگهداری می گردد. با کاهش سرعت آتمایزر، قطرات بزرگ تری تشکیل می شوند که منجر به اختلال در انتقال جرم و حرارت می گردند [۱۱].

آزمایشات انجام پذیرفته بر روی نمونه های مختلف در سطور زیر تشریح شده است:

۲. در آزمایش شماره ۱، محلول های ۲۰ درصدی و ۳۰ درصدی عسل- مالتودکسترین (محلول ۲۰٪ شامل ۴۸۰g آب مقطر، ۸۰g مالتودکسترین، ۴۰g عسل و محلول ۳۰٪ شامل ۴۲۰g آب مقطر، ۱۲۰g مالتودکسترین، ۶۰g عسل)، با سرعت آتمایزر ۳۹۰۰۰ rpm، دمای ورودی ۱۸۰°C و دبی حجمی  $0.9 \frac{cm^3}{s}$  آماده سازی و خشک شدند. همانطور که مشاهده می شود نسبت عسل به مالتودکسترین در این آزمایش ۱ به ۲ است. مالتودکسترین دارای DE= ۹/۶ می باشد. (شکل ۱):

مطابق شکل ۱، پودرهای حاصل از آزمایش شماره ۱ دارای جریان پذیری خوب، چسبندگی متوسط، حلالیت عالی، مقدار آب و فعالیت آبی نسبتاً برابر بودند. همچنین با افزایش غلظت محلول، مدت زمان رطوبت پذیری پودر کاهش پیدا کرده و دانسیته توده ای، ذره ای و واقعی (مطلق) محلول نیز افزایش یافت [۵].



شکل ۱- تصاویر میکروسکوپ نوری از پودرهای حاصل از خشک کن پاششی (۱۰×): A : محلول ۲۰٪ B : محلول ۳۰٪





خشک کردن (دما، سرعت اتمایزر) و نوع حامل، اثر معنی داری بر حلالیت داشتند. مثلاً پودرهای خشک شده در دماهای بالاتر، به استثنای آن هایی که در سرعت اتمایزر پایین تری حاصل شده بودند، حلالیت کمتری داشتند.

درجه حرارت خشک کردن و نوع حامل، بر خلاف اثرگذاری سرعت اتمایزر، فاقد اثر معنی دار بر مقدار آب و فعالیت آبی پودرها بودند. در پودرهای با رطوبت بیشتر و خشک شده در دمای پایین تر، امکان خوشه ای شدن بیشتر بوده و فضای خالی زیادتری بین آن ها ایجاد می شود که منجر به کاهش دانسیته توده ای آن ها می گردد. البته تفاوت مشاهده شده معنی دار نبود. محدوده دانسیته توده ای، ذره ای و مطلق به ترتیب

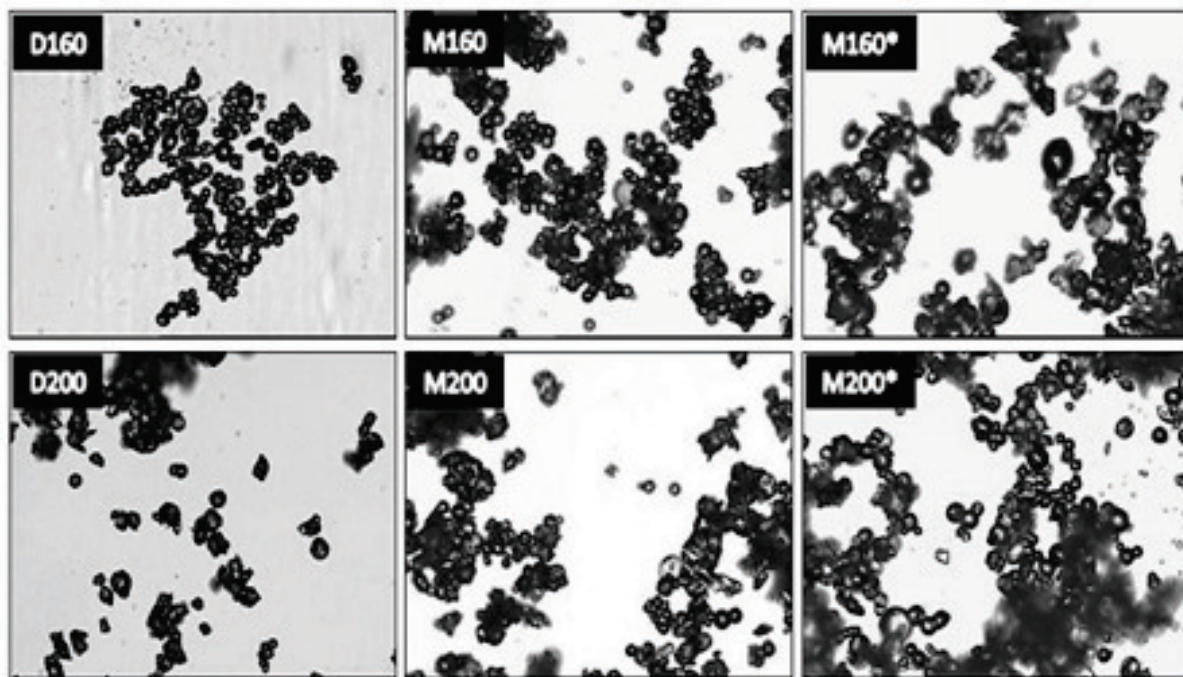
$$\frac{1}{37} - \frac{1}{54} \frac{g}{cm^3}, \frac{0}{47} - \frac{0}{63} \frac{g}{cm^3}, \frac{0}{41} - \frac{0}{56} \frac{g}{cm^3}$$

بدست آمد. طبق طبقه بندی پودرها، پودر با عدد هاسنر (HR<sup>Δ</sup>) کمتر از ۱/۲۵ دارای چسبندگی کم و پودر با عدد هاسنر ۱/۴-۱/۲ دارای چسبندگی متوسط می باشند.

۲. در آزمایش شماره ۲، محلول های ۲۰ درصدی عسل- مالتودکسترین (DE=۹/۶) و ۲۰ درصدی عسل- دکسترین با سرعت اتمایزر rpm ۳۸۰۰۰-۳۲۰۰۰، دمای ورودی ۱۶۰-۲۰۰°C و دبی حجمی  $\frac{cm^3}{42}$  تهیه و خشک شدند. نسبت جرمی مالتودکسترین به عسل ۱ به ۱ و نسبت جرمی دکسترین به عسل نیز ۱ به ۱ لحاظ شده و مابقی محلول را آب مقطر تشکیل می داد [۱۱]:

پودرهای بدست آمده در سرعت های پایین تر اتمایزر از مقدار آب و فعالیت آبی بیشتری برخوردار بوده و پایدارترین پودرها از لحاظ جذب آب و تغییرات رطوبت پذیری در حین نگهداری محسوب می شدند، که مرتبط با کاهش سطح پودر جهت جذب آب به وسیله افزایش اندازه ذرات بود، ضمن اینکه از حلالیت بهتری نیز برخوردار بودند.

حلالیت تمامی پودرها در طول ۹ هفته نگهداری در دمای ۲۵°C ثابت ماند. مقدار آب پودرها ۱-۲٪ و فعالیت آبی در محدوده ۰/۰۵۵-۰/۱۲۵ قرار داشت. پودرها حلالیت عالی داشتند و مدت زمان انحلال آن ها ۱۴۸-۲۸ ثانیه تخمین زده شد. پارامترهای



شکل ۲- پودرهای حاصله از خشک کن پاششی محتوی محلول عسل- مالتودکسترین و عسل- دکسترین (۱۰×)

D160: محلول عسل- دکسترین در دمای ۱۶۰°C و سرعت اتمایزر rpm ۳۸۰۰۰. D200: محلول عسل- دکسترین در دمای ۲۰۰°C و سرعت اتمایزر rpm ۳۸۰۰۰. M160: محلول عسل- مالتودکسترین در دمای ۱۶۰°C و سرعت اتمایزر rpm ۳۸۰۰۰. M200: محلول عسل- مالتودکسترین در دمای ۲۰۰°C و سرعت اتمایزر rpm ۳۲۰۰۰. \*M160: محلول عسل- مالتودکسترین در دمای ۱۶۰°C و سرعت اتمایزر rpm ۳۲۰۰۰. \*M200: محلول عسل- مالتودکسترین در دمای ۲۰۰°C و سرعت اتمایزر rpm ۳۲۰۰۰.

Hasner -۸: نسبت دانسیته حاصل از ضربه به دانسیته توده ای می باشد





بالا تری دارد. فهم روند افزایش مقدار آب و فعالیت آبی طی نگهداری دشوار می باشد. در طول ۳-۶ هفته مقدار آب ثابت مانده و پس از ۶ هفته کاهش یافت. افزایش فعالیت آبی منظم تر اتفاق افتاد.

#### دو پیشنهاد برای افزایش فعالیت آبی :

۱. افزایش مقدار آب

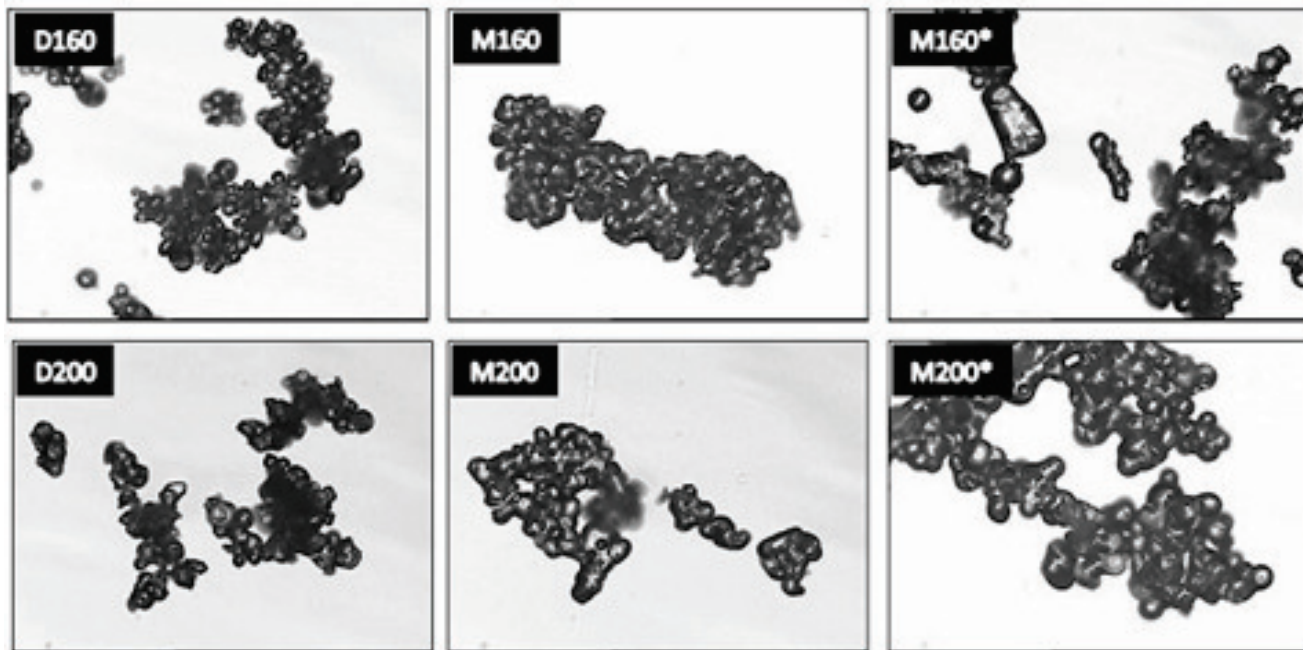
۲. کریستالیزاسیون مواد آمورف (بی شکل) موجود در ماده خشک شده: معمولاً تبخیر سریع طی خشک کردن پاششی سبب تشکیل مواد آمورف می گردد. در طول انتقال فاز ماده از وضعیت آمورف به کریستال، قدری از آب آن خارج شده و باعث افزایش فعالیت آبی می شود. مقدار آب نمونه های M160\* و M200\* (نمونه های خشک شده در سرعت پایین تر اتمایزر) پایدارتر از بقیه نمونه ها بود، در حالیکه افزایش فعالیت آبی آنها مشابه با نمونه های دیگر بود [۱۱].

ذرات پودر کروی و دارای سطح صاف و اندازه های متفاوت بودند. تجمعات جزیره ای شکل منطقه ای بین ذرات ایجاد شده، اما به یکدیگر نچسبیده بودند. مصرف دکستروزین و سرعت پایین تر اتمایزر سبب تولید ذرات بزرگتر گردید [۱۱].

#### ۱-۵-۱- خصوصیات پودر عسل-مالتودکستروزین و

پودر عسل-دکستروزین حین نگهداری ۹ هفته ای در دمای ۲۵ °C :

مقادیر آب و فعالیت آبی به طور معنی دار افزایش یافته و به ترتیب به ۱/۸-۲/۹٪ و ۰/۲۱۵-۰/۱۵۱ رسیدند. بین شدت جذب آب با سرعت اتمایزر، نوع حامل، اندازه ذرات و مقدار آب اولیه نمونه رابطه معنی داری وجود دارد. نمونه های حاوی دکستروزین و نمونه های خشک شده در سرعت های بالاتر اتمایزر رطوبت های بالاتری داشتند. اندازه ذرات با میزان جذب آب نسبت عکس دارد. نمونه دارای آب اولیه بیشتر حین نگهداری رطوبت پذیری



شکل ۳- پودرهای حاصله از خشک کن پاششی محتوی محلول عسل-مالتودکستروزین و عسل-دکستروزین پس از ۹ هفته نگهداری در دمای ۲۵ °C

D160: محلول عسل-دکستروزین در دمای ۱۶۰ °C و سرعت اتمایزر ۳۸۰۰۰ rpm . D200: محلول عسل-دکستروزین در دمای ۲۰۰ °C و سرعت اتمایزر ۳۸۰۰۰ rpm . M160: محلول عسل-مالتودکستروزین در دمای ۱۶۰ °C و سرعت اتمایزر ۳۸۰۰۰ rpm . M200: محلول عسل-مالتودکستروزین در دمای ۲۰۰ °C و سرعت اتمایزر ۳۸۰۰۰ rpm . M160\*: محلول عسل-مالتودکستروزین در دمای ۱۶۰ °C و سرعت اتمایزر ۳۲۰۰۰ rpm . M200\*: محلول عسل-مالتودکستروزین در دمای ۲۰۰ °C و سرعت اتمایزر ۳۲۰۰۰ rpm





نمونه های مختلف آورده شده است:

۱. در آزمایش شماره ۱، محلول های ۲۰ درصدی و ۳۰ درصدی از عسل و مالتودکستروز (محلول ۲۰٪ شامل ۴۸۰g آب مقطر، ۸۰g مالتودکستروز، ۴۰g عسل و محلول ۳۰٪ شامل ۴۲۰g آب مقطر، ۱۲۰g مالتودکستروز، ۶۰g عسل)، آماده سازی و خشک شدند. همانطور که مشاهده می شود نسبت عسل به مالتودکستروز ۱ به ۲ است. محلول ها درون ظروف پلاستیکی به ابعاد ۳۰×۲۰ mm و ارتفاع ۷mm در دمای ۳۰°C- و فشار ۶۳ Pa برای ۲۴ ساعت قرار داده می شوند (شکل ۴):

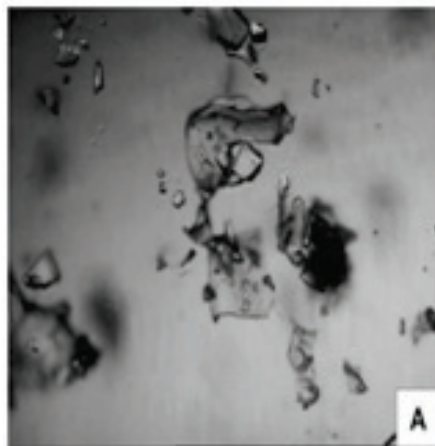
نتایج حاصل از افزایش غلظت محلول از ۲۰ درصد به ۳۰ درصد: بهبود جریان پذیری از خوب به بسیار خوب، کاهش چسبندگی از متوسط به کم، حلالیت عالی (در هر دو غلظت)، افزایش مقدار آب و فعالیت آبی، کاهش مدت زمان رطوبت پذیری، افزایش دانسیته توده ای، ذره ای و واقعی [۵]

۳. خشک کردن محلول عسل مالتودکستروز (DE=۱۷/۸) و عسل-صمغ عربی به همراه لیستین سویا و استئارات کلسیم به وزن ۷۰۰g+، نسبت عسل به پرکننده ۱ به ۱، دمای ورودی و خروجی به ترتیب ۱۸۰°C و ۸۰°C+ : دمای انتقال شیشه ای صمغ عربی کمتر از مالتودکستروز و رطوبت پذیری آن بیشتر بوده اما فعالیت آبی آن کمتر است و بازده بالاتری را نتیجه می دهد، به گونه ای که بین آن و بازده حاصل از مالتودکستروز تفاوت معنی داری مشاهده می شود.

علی رغم Tg بزرگتر مالتودکستروز توانایی آن در درون کپسوله سازی ترکیبات عسل به خوبی صمغ عربی نیست. رنگ آن با رنگ نمونه شاهد تفاوت چندانی نداشت. حلالیت و سرعت پراکنش پودرهای حاوی مالتودکستروز به جهت مقادیر بزرگتر دکستروز، بیشتر است [۷].

#### ۱-۶- خصوصیات پودرها پس از تولید با خشک کن انجمادی

در زیر نسبت تهیه و آزمایشات انجام پذیرفته بر روی



شکل ۴- تصاویر میکروسکوپ نوری از پودرهای حاصل از خشک کن انجمادی (۱۰×) A: محلول ۲۰٪. B: محلول ۳۰٪

حرارت دهی زیاد و طولانی و واکنش مایلارد، از عوامل تشکیل HMF<sup>۱</sup> محسوب می شوند. با انجام این آزمایش با روش میکروویو در توان ۳۰ وات و مدت زمان ۱۰ دقیقه مشخص شد که روش انجمادی بسیار مناسبتر از روش خشک کردن با میکروویو است [۴]. در نمونه های میکروویو شده کروما (اشباع رنگ) به میزان زیادی افزایش یافت.

۲. در آزمایش شماره ۲، محلولی شامل ۵۰g عسل و ۵۰g آب و محلول دیگری شامل ۷۰g عسل بدون آب در ۵۰°C- و فشار ۱۰<sup>-۲</sup> Kpa به مدت ۹۶ ساعت خشک شدند [۷]:

ویژگی پودرهای حاصل عبارت بود از HMF کمتر در محلول آب دار نسبت به محلول بی آب و نمونه اولیه، عدم تغییر رنگ در هر دو محلول، کاهش کروما (اشباع رنگ).

لازم به ذکر است که حذف آب در محیط اسیدی،

9- Hydroxy Methyl Furfural





## ۷-۱- خصوصیات پودرها پس از تولید باخشک کن

### تحت خلاء

مصرف پرکننده‌ها در این روش باعث کاهش هزینه‌های تولید و ایجاد قابلیت کاربرد این فرآیند در صنایع کوچک و متوسط می‌گردد. در زیر آزمایشات انجام پذیرفته بر روی نمونه‌های مختلف آورده شده است:

۱. در آزمایش شماره ۱، مخلوط عسل-مالتودکسترین (DE=۱۷/۸) و عسل-صمغ عربی به همراه لیستین سوپا و استئارات کلسیم به وزن  $200 \text{ g}$ ، نسبت عسل به پرکننده ۱ به ۱، در دمای  $60^\circ\text{C}$  و فشار  $8/32 \text{ Kpa}$  طی ۱ ساعت خشک شدند:

اثر تخریب حرارتی و بازده این روش بیشتر از روش پاششی است (بازده  $73/745-72/985$  در مقابل  $36/596-9/72$ ). این تخریب حرارتی با مصرف صمغ عربی به طور قابل توجهی در هر دو روش کاهش می‌یابد، که حاکی از توانایی پوشش دهی و اثر حفاظتی بهتر صمغ عربی در مقایسه با مالتودکسترین می‌باشد. بازده بالاتر این روش نسبت به روش پاششی می‌تواند ناشی از افزودن سه برابری آب به مخلوط عسل-پرکننده در روش پاششی باشد، که سبب کاهش Tg و چسبیدن مخلوط به دیواره خشک کن می‌گردد.

در ضمن در این روش تفاوت معنی داری در بازده حاصل از مصرف مالتودکسترین و صمغ عربی با یکدیگر دیده نشد که علت احتمالی آن ویسکوزیته بالای مخلوط عسل-پرکننده است، که مانع از جدا شدن عسل از پرکننده می‌گردد. بیشتر بودن تخریب حرارتی ناشی از روش تحت خلاء با عدد دیاستاز (DN) کمتر  $7/2-0$  در مقابل  $12/4-1/8$  و میزان هیدروکسی متیل فورفورال بزرگتر  $(30/4 \frac{mg}{kg}-0)$  در مقابل  $(22/7 \frac{mg}{kg}-0)$  اثبات گردید. ارزیابی‌های حسی عطر و طعم پودر حاصله را مثبت ارزیابی کردند، ضمن اینکه بررسی‌های حسی با روش هدونیک نیز، در مقایسه با روش پاششی، گویای شباهت بیشتر این پودرها به عسل طبیعی بودند.

رنگ آن نیز با رنگ نمونه شاهد تفاوت چندانی نداشت. نمونه‌های حاوی مالتودکسترین از نظر طعم و نمونه‌های حاوی صمغ عربی از نظر عطر در هر دو روش پاششی و تحت خلاء دو به دو با یکدیگر تفاوت معنی داری نداشتند. پودرهای حاوی مالتودکسترین حاصله از هر دو روش در مقایسه با پودرهای حاوی صمغ عربی، زمان رطوبت پذیری و پراکنش کوتاه‌تر، رطوبت پذیری کمتر

و مقبولیت حسی بیشتری داشتند [۷].

۲. در آزمایش شماره ۲، خشک کردن تحت خلاء بر روی محلول‌های مذکور در آزمایش شماره ۱، تحت فشار  $99-93/5 \text{ Kpa}$  و دمای  $70^\circ\text{C}$  و با استفاده از مالتودکسترین به عنوان خشک کننده، گلیسرول مونو استئارات به عنوان عامل جریان پذیری و تری کلسیم فسفات به عنوان عامل ضد کیک به مدت ۱ ساعت انجام پذیرفت که باعث تولید محصولاتی شد که قابلیت مصرف فوری نداشته و نیازمند اعمال برخی اصلاحات در تیمارها جهت بهبود جریان پذیری شان بودند [۱۱].

## ۸-۱- آنزیم های عسل

آنزیم های عسل شامل اینورتاز، گلوکزآکسیداز، دیاستاز (آمیلاز) و ... می‌باشند. منشأ این آنزیم‌ها فعالیت سنتزی آنزیمی زنبورهای عسل یا گیاهان هستند که به حرارت‌های بالاتر از  $35^\circ\text{C}$  بسیار حساسند [۱۲،۳]. «فعالیت دیاستازی»، شاخص تعیین اعمال یا عدم اعمال فرآیند حرارتی در عسل است، که حساس به حرارت و شرایط نگهداری است. عدد دیاستاز (DN) معیاری برای میزان فعالیت آنزیم های آمیلولیتیکی محسوب می‌شود.

نوع گیاه بر میزان دیاستاز موجود در عسل به طور قابل توجهی مؤثر است [۱۱،۴]. از ماده پی-نیترو فنیل-آلفا-دی-گلوکوپیرانوزید (pNPG) به عنوان سوسترا جهت تعیین عدد اینورتاز در عسل استفاده می‌شود. ماده مذکور در اثر فعالیت اینورتاز (آلفا گلوکوزیداز یا ساکاراز) به گلوکز و پی-نیترو فنول شکسته می‌شود. با تنظیم pH روی  $9/5$ ، فعالیت آنزیمی متوقف و هم‌زمان با آن نیترو فنول به آنیون نیترو فنولات تبدیل شده و توسط دستگاه فتومتر اندازه‌گیری می‌شود.

روش اعمال حرارت و نوع حامل‌های مصرفی در خشک کردن عسل، بر میزان آسیب‌رسانی به ترکیبات زیستی مؤثرند. به عنوان مثال حرارت دهی محلول عسل در میکروویو با توان  $450$  وات، سبب کاهش معنی دار فعالیت اینورتاز پس از  $20$  ثانیه می‌گردد و صمغ عربی با درون کپسوله سازی ترکیبات ناپایدار عسل در حفظ آنها می‌کوشد [۱۲،۷]. افزایش درجه حرارت و مدت زمان حرارت دهی، فعالیت اینورتاز را کاهش می‌دهند [۱۲].







## نتیجه گیری و پیشنهادها

هر یک از روش های خشک کردن عسل مزایا و معایبی دارند، ولی موضوع بسیار مهم میزان تغییرات در ارزش تغذیه ای عسل پس از خشک کردن است. با پاسخ به این سوال می توان آسان تر راجع به مناسب بودن روش های خشک کردن عسل قضاوت و نتیجه گیری نمود. میزان تخریب حرارتی، معیاری برای سنجش این مهم می تواند به شمار آید. روش خشک کردن انجمادی بسیار مناسبتر از روش خشک کردن با میکروویو بوده و روش پاششی مناسبتر از روش تحت خلاء و انجمادی است. خشک کردن عسل بدون افزودنی ها، به دلیل ویسکوزیته بالای آن غیرممکن است و از طرفی افزودن این ترکیبات باعث افزایش بهره وری تولید می گردد. انحلال عسل مایع در آب، به ویژه در آب گرم، باعث ایجاد بوی نامطبوع در نوشیدنی می گردد.

چنانچه این فرآورده بتواند مشکلات حسی انحلال عسل مایع در آب را رفع نماید، می تواند به عنوان یک جایگزین نسبی در کنار قند قرار گیرد. البته بایستی در نظر داشت که حتی با توجه به ارزش تغذیه ای بالاتر عسل نسبت به قند، ولی با در نظر گرفتن میزان کالری حاصل از مصرف، استفاده از این فرآورده نیز باید در حد نیاز بدن انجام گیرد [۲]. از طرف دیگر شیرینی عسل بیشتر از قند بوده و می تواند موجب صرفه جویی در مواد قندی شود، که این مهم در حفظ سلامت افراد حائز اهمیت است و به نوعی در پیشبرد هدفمندسازی الگوی مصرف مواد قندی مشارکت می کند. به تازگی اثرات ضد HIV عسل های ایرانی اثبات شده است، که به شدت به منابع گیاهی آن ها وابسته است [۱]. بنابراین توصیه می شود در فرآیند تولید پودر عسل بیش از هر چیز به حفظ عناصر سودمند آن توجه شود.

## منبع ها:

- Behbahani M. Anti-HIV-1 Activity of Eight Monofloral Iranian Honey Types. J PLOS2014; 9(10):p.1-6
- Fessenden R, Mcinnes M. The Honey Revolution: Restoring the Health of Future Generations. 2 nd ed. World Class Emprise, LLC; 2009
- Bradbear N. Bees and their role in forest livelihoods .Definition and uses of honey . FAO Corporate Document Repository . 2009; p.81-88
- Elmi A, Esmaili M. Feasibility of production and investigation of physicochemical properties of dried honey using freeze drying and microwave drying methods. J Food science and tech. 2013; 10(41):p.117-124
- Jedlin 'ska A, Samborska K, Witrowa-Rajcher D. Properties of powders received by spray drying and freeze drying of solutions of honey. J Acta Agrophysica. 2012; 19(3):p.563-574
- Samborska K, Bieńkowska B. Physiochemical properties of spray dried honey preparations. J Ex Progress Agric Sciences. 2013 ; 575:p.91-105
- Nurhadi B, Andoyo R, Mahani Indiarto R. Study the properties of honey powder produced from spray drying and vacuum drying. J International Food Research.2012; 19(3):p.907-912
- National Honey Board Food Technology / Product Research Program. Dried honey products. Available at: <http://www.honey.com/images/uploads/general/driedhoney.pdf>
- Giulietti M, Bernardo A. Crystallization by by antisolvent addition and cooling. Science and Technology. Brazil: InTech ; 2012. P.379-395
- Samborska K, Gajek P, Kamińska-Dwórznicza A. Spray drying of honey : the effect of drying agents on powder properties. J Food and Nutrition sciences.2015; 65(2)
- Dimins F, Mikelsone V, Kuka P, Niklavs Jefremovs A. Effect of different types of heat treatment on invertase activity in honey. FoodBalt Conference. 2014. Jelgava. Latvia.





# Drying of Honey

۲۴



Zahra Ranghian<sup>1</sup>, Mahsa Jahanbakhsh oskoue<sup>2</sup>

1,2- MSc ,Department of Food Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

Received: 16 May 2016 Accepted: 8 October 2016

## Abstract

Honey is known as a pragmatic food and a utility that does not exist in refined sugars. Food manufacturers are reluctant to use liquid honey in products due to have high adhesion ,the difficulty of weighing and the need for heating after crystallization therefore Producers to facilitate the use of honey tend to dry out. On the other hand, drying also increases the shelf life of honey because honey is highly moisture. Methods discussed in this paper include spray drying, freeze drying and vacuum drying that spray drying is the best known method. Furthermore drying of honey without any additives such as Arabic gum, Maltodextrin and Dextrin has been impossible due to its high viscosity and these compounds increase the productivity of production. This paper, an overview of the methods of drying of honey and their advantages and disadvantages will have.

**Key words:** properties of honey powder, Methods of drying, Arabic Gum, Maltodextrin, Dextrin

**Corresponding Author:** Zahra Ranghian

**Email:** zranghian@gmail.com

