

## فرایند تولید پودر ماست و کاربردهای آن

مرجان اسمعیل زاده نصیری<sup>۱</sup>

مأنده خردمندی<sup>۲</sup>

محرر معلی پورا ابراهیم<sup>۳</sup>

پذیرش نهایی: ۹۵/۱۱/۱۵

دریافت مقاله: ۹۵/۹/۳

### چکیده:

ماست از پرمصرف‌ترین فرآورده‌های تخمیری شیر است که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و دارا بودن ترکیبات غذایی-دارویی تأثیر بسیار خوبی روی سلامتی انسان دارد. اما مشکلی که در ارتباط با تولید و نگهداری ماست وجود دارد کوتاه بودن مدت ماندگاری این فرآورده در شکل طبیعی آن است، یعنی در دمای محیطی و دمای یخچال می‌توان این فرآورده را به ترتیب به مدت یک تا پنج روز نگهداری نمود که این امر مانع تجاری شدن این فرآورده مفید و حتی تمایل تولید کنندگان مواد غذایی به استفاده گسترده از این فرآورده شده است. ولی به نظر می‌رسد که بتوان با تهیه پودر، کاربرد آن را راحت‌تر و موارد استفاده آن را توسعه داد. لذا می‌توان با خشک کردن آن مدت ماندگاری آن را افزایش داد. ماست را می‌توان با روش‌های متفاوتی نظیر خشک‌کن انجمادی، پاششی، میکروویو- خلاء و... خشک نمود. در روش انجمادی و میکروویو خلاء، خواص کیفی و بقاء باکتری‌های آغازگر ماست (استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس) بهتر حفظ می‌شود، که بقاء استرپتوکوکوس ترموفیلوس بیشتر از لاکتوباسیلوس بولگاریکوس می‌باشد. از این محصول می‌توان در صنایع مختلف مثل صنایع پخت و قنادی، لبنی و بستنی، شکلات و... استفاده نمود.

**کلمات کلیدی:** ماست، پودر ماست، خشک‌کن پاششی، انجمادی، میکروویو - خلاء.

<sup>۱</sup> . نویسنده مسؤول: کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، مرکز آموزش علمی - کاربردی میزبان

(marjan\_nasiri58@yahoo.com)

<sup>۲</sup> . کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، مرکز آموزش علمی - کاربردی میزبان

<sup>۳</sup> . مدرس دانشگاه جامع علمی - کاربردی

## مقدمه

ماست از پرمصرف‌ترین فرآورده‌های تخمیری شیر است که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و دارا بودن ترکیبات غذایی- دارویی تأثیر بسیار خوبی روی سلامتی انسان دارد. مطابق سند اجماع دانش غذاهای عملگرا در اروپا<sup>۱</sup> غذایی به عنوان عملگرا می‌تواند مطرح شود که به‌طور رضایت‌بخشی اثرات مفید آن روی یک یا چند هدف در بدن، جدا از اثرات تغذیه‌ای آن، به اثبات رسیده باشد. همچنین، به طریقی مناسب موجب بهبود وضعیت سلامتی، رفاه و کاهش خطرات بیماری شود. غذاهای عملگرا باید به صورت غذا باقی بمانند و اثرات مفید خود را در مقادیری که به طور معمول در غذا وجود دارند نشان دهند. آن‌ها قرص یا کپسول نیستند بلکه قسمتی از یک غذای معمول هستند. تاکنون محصولات شیری پیشرو در توسعه غذاهای عملگرا بوده‌اند. محصولات شیری تخمیر شده از قدیم الایام به عنوان غذاهایی که سلامتی بخش هستند مطرح بوده‌اند. محصولات شیری پروبیوتیک نظیر ماست که حاوی باکتری‌های سلامتی بخش اسید لاکتیک هستند یکی از نمونه‌های موفق غذاهای عملگرا می‌باشند (سالرا<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷). همچنین در گذشته به دلیل ماندگاری بالاتر آن در مقایسه با شیر- به‌عنوان فرآورده تخمیری- بسیار مورد توجه بوده است، اما امروزه این فرآورده به لحاظ خواص حسی ویژه مصرف می‌شود. این فرآورده دارای ارزش تغذیه‌ای به‌ویژه از نظر پروتئین و کلسیم بوده و پاره‌ای خواص درمانی نیز از جمله به سبب تخمیری بودن در بر دارد، به طوری که از قدیم برای درمان برخی بیماری‌ها و مسمومیت‌ها تجویز شده است. همچنین، مچنیکوف<sup>۳</sup> در سال ۱۹۰۷ بر مبنای فرضیه‌ای، سلامت و طول عمر بالای کشاورزان و دامداران بلغار را به مصرف زیاد و مداوم ماست توسط آن‌ها در طول زندگی نسبت داد (بی‌نام، ۱۳۸۷).

ماست معروف‌ترین فرآورده تخمیری شیر است که از تخمیر اسید لاکتیکی شیر توسط باکتری‌های آغازگر ماست (سترپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس) تولید می‌شود (هایالوگ<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). معمولاً ماست در سراسر زنجیره توزیع در دمای ۲-۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شود که این شرایط علاوه بر جلوگیری از فساد به وسیله مخمرها و کپک‌ها از فعالیت بیشتر باکتری‌های آغازگر نیز ممانعت می‌کند، ولی به هر حال استفاده از زنجیره سرما به قیمت تمام‌شده محصول می‌افزاید. لذا، با توجه به توضیحات بالا ماندگاری ماست در شکل طبیعی آن کوتاه است یعنی در شرایط محیط (۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد) و ۷ درجه سانتی‌گراد می‌توان این فرآورده را به ترتیب به

<sup>۱</sup> . Functional Food Science In Europe (FUFOSE)

<sup>۲</sup> . Saarela

<sup>۳</sup> . Metchnikoff

<sup>۴</sup> . Hayaloglu

مدت یک تا پنج روز نگهداری نمود که این امر مانع تجاری شدن این محصول مفید شده است (کومار<sup>۱</sup> و میشرا<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴؛ قادری، ۱۳۸۸). به همین دلیل، در طول دهه‌های گذشته توجه تولیدکنندگان و فناوران مواد غذایی به تولید پودر ماست جلب شده و هدف اولیه تهیه پودر ماست، ذخیره کردن ماست به شکل پایدار و قابلیت استفاده سریع عنوان شده است (تمیم<sup>۳</sup> و رابینسون<sup>۴</sup>، ۲۰۰۷). پودر ماست را می‌توان در دمای محیط برای حداقل یک سال نگهداری کرد. همچنین، پودر ماست با در نظر گرفتن استفاده راحت‌تر آن در صنعت غذا (قنادی، تولید ویفر، آب نبات، نوشیدنی‌های مختلف و...) می‌تواند جایگزین مناسبی برای ماست معمولی و یا حتی پودر شیر (با توجه به اهمیت تغذیه‌ای بالاتر و طعمی کاملاً متفاوت) باشد. علاوه بر این، می‌توان با تحقیقات بیشتر در مورد فرمولاسیون‌های جدید حاوی پودر ماست، سرانه مصرف محصولات شیری را در کشور افزایش داد. در رابطه با دیگر مزایای پودر ماست می‌توان به مناسب بودن آن برای حمل و نقل، مناسب بودن برای مناطق دارای آب و هوای گرم، مناسب بودن برای استفاده در شرایط بحران‌های غذایی و... اشاره نمود (قادری، ۱۳۸۸). همچنین، به دلیل کاهش حجم و عدم نیاز به سرد نگه‌داشتن، پودر ماست به بسته‌بندی و هزینه‌های نگهداری کمتری نیاز دارد (کومار و میشرا، ۲۰۰۴). اما با توجه به گزارش‌های موجود، ماست بازسازی شده معمولاً فاقد بافت، قوام و ظاهر مناسب ماست معمولی است (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷) که این امر یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در رابطه با تولید صنعتی پودر ماست می‌باشد. به نظر می‌رسد شاید یکی از عملی‌ترین راه‌ها برای حل این مشکل استفاده از هیدروکلوئیدها باشد (فروغی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۶؛ آذری کیا و همکاران، ۱۳۸۷).

### مبانی نظری و پیشینه تحقیق

#### منشاء ماست:

در خصوص منشاء ماست تاکنون گزارشی مستند در دست نیست، اما اعتقاد به اثرات مفید این فرآورده در سلامتی انسان از زمان‌های گذشته در برخی جوامع متمدن وجود داشته است. بر اساس اعتقادات ایرانیان، طولانی‌تر بودن عمر حضرت ابراهیم (ع) نیز به مصرف ماست نسبت داده می‌شود (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷). به احتمال زیاد، منشاء تولید ماست خاورمیانه بوده و تحول در این محصول تخمیری طی قرن‌ها را می‌توان به مردم و عشایر ساکن در این منطقه نسبت داد. تولید شیر

1 . Kumar

2 . Mishra

3 . Tamime

4 . Rabinson

در خاورمیانه همواره فصلی و محدود به چند ماه در سال بوده است. دلیل عمده این کار این است که در جوامع اولیه کشاورزی و دامداری به وسیله عشایر کوچ نشین صورت می گرفت و چون عشایر مجبور بودند که چندین ماه از سال را در بیابان و به دور از شهرها و روستاها بگذرانند لذا نمی توانستند که محصولات خود را بفروشند. از دیگر عوامل محدود کننده گرمسیر بودن منطقه خاورمیانه بود که باعث ترش شدن فوری شیر و انعقاد آن در مدت زمان کمی پس از دوشیدن می گردید. علاوه بر این، با استفاده از دوشیدن دستی و نبود سردکننده خطر آلودگی شیر بوسیله میکروب های موجود در هوا، دام، علوفه و دست های شیردوش فوق العاده زیاد بود. در چنین شرایطی امکان حمل و نقل و یا حتی نگهداری شیر برای مدت زمان کوتاهی وجود نداشت که این عوامل باعث می شدند اغلب مردم به ندرت شیر مصرف کنند و یا شیر را فقط به صورت تازه مصرف کنند.

از همان زمان مشخص بود که عوامل زیادی در ترش شدن شیر دخالت دارند. تخمیر ناشی از باکتری های غیرلاکتیکی محصولی بی مزه و نامطلوب ایجاد می کند که دارای دلمه غیریکنواخت با حباب های گاز و آب اندازی زیاد است در حالیکه باکتری های لاکتیکی موجب تولید محصولی مطلوب می شوند که به آن شیر ترش<sup>۱</sup> گفته می شد. هرچند پی بردن به فرآیند تخمیر کاملاً اتفاقی بوده است ولی تولید شیر ترش به زودی به عنوان گامی اساسی در جهت نگهداری شیر درآمد. به تدریج جوامع دیگر هم این روش ساده نگهداری شیر را یاد گرفتند و ماست به عنوان یکی از این محصولات شناخته شد (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷).

#### – ارزش تغذیه ای ماست:

معروفیت و مصرف بالای ماست به دلیل ارزش تغذیه ای آن و اثرات سودمند باکتری های آغازگر می باشد (همن<sup>۲</sup> و مارس، ۱۹۸۴). در ضمن، این فرآورده به دلیل غلظت بالاتر، قابلیت هضم و جذب بهتر چربی، لاکتوز، پروتئین و مواد معدنی مغذی تر از شیر (سرکر<sup>۳</sup> و میشرا<sup>۴</sup>، ۲۰۰۲) جزء منابع غنی از کلسیم، فسفر، ریبوفلاوین، ویتامین B<sub>12</sub>، اسید نیکوتینیک، ویتامین B<sub>5</sub>، روی و منیزیم می باشد (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷). هم چنین، ماست یک فرآورده سهل الهضم تر از شیر می باشد زیرا ماست قادر است تا فلور میکروبی دستگاه گوارش را حفظ نماید و همچنین دارای حالت ضد تومور و ضد کلسترول می باشد (حسن نژاد و همکاران، ۱۳۸۸).

1. Sour Milk

3. Hamann

3. Sarkar

4. Misra

به دلیل ترکیب شیمیایی ماست (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها، ویتامین‌ها) می‌توان آن را به عنوان یک ماده مهم در رژیم غذایی در نظر گرفت. هم‌چنین، در مورد پروتئین‌های ماست باید متذکر شد که با توجه به اینکه باکتری‌های مایه ماست تا حدی پروتئولیز اولیه را انجام می‌دهند در نتیجه قابلیت هضم پروتئین‌ها در این فرآورده افزایش می‌یابد. علاوه بر این، پروتئین‌های ماست به دلیل منعقد شدن، راحت‌تر تحت تأثیر آنزیم‌های پروتئولیتیک دستگاه گوارش قرار می‌گیرند و بهتر هضم می‌شوند (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷). گذشته از فواید ذکر شده، ماست در درمان بیماری‌های گوارشی و عفونت‌های روده‌ای می‌تواند مؤثر واقع شود. هم‌چنین، اثر ضد سرطانی آن توسط بسیاری از محققین روی مدل‌های حیوانی بررسی و ثابت شده است (مارس<sup>۱</sup> و استیل<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱).

اصطلاح کربوهیدرات‌های قابل دسترس به همه ترکیبات کربنی اطلاق می‌شود که بوسیله بدن انسان مورد استفاده قرار می‌گیرند و به عنوان منبع انرژی عمل می‌کنند. در ماست معمولی، برخی منو و دی ساکاریدها به مقدار ناچیز وجود دارند اما لاکتوز حتی پس از تخمیر نیز قند عمده را تشکیل می‌دهد. لاکتوز، روی سلامتی افراد مبتلا به بیماری "عدم تحمل لاکتوز" تأثیر می‌گذارد. فقدان مادرزادی آنزیم لاکتاز در بین اروپائیان که مدام شیر و فرآورده‌های لبنی مصرف می‌کنند به ندرت دیده می‌شود و برعکس این پدیده در جوامعی که شیر مصرف نمی‌کنند بسیار رایج است. به همین دلیل در این جوامع شیر را بیشتر به شکل‌های دیگر نظیر ماست مصرف می‌کنند. البته لازم به ذکر است که وجود لاکتوز در ماست نیز تا حدی سبب ایجاد عدم تحمل لاکتوز می‌گردد که باید مورد توجه قرار گیرد. معمولاً میکروارگانیسم‌های ماست حتی پس از هضم نیز متابولیسم لاکتوز را ادامه می‌دهند. به طوری که مقدار لاکتوزی که به روده کوچک می‌رسد برای ایجاد اثرات منفی بسیار ناچیز است. یقیناً برخی باکتری‌های لاکتیکی مانند *لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس* اسیددینه معده را تحمل می‌کنند، به همین دلیل چنین باکتری‌هایی در کشت‌های آغازگر (استارتر) وجود دارند. هم‌چنین، بعضی از نژادهای *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* پهاش پایین را تحمل می‌نمایند بنابراین، منطقی به نظر می‌رسد که تجزیه لاکتوز در معده و حتی در روده ادامه داشته باشد (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷).

ماست قبل از ورود به معده به صورت لخته می‌باشد، در حالیکه شیر بوسیله آنزیم‌های اسیدی در بدن منعقد می‌شود. این اختلاف باعث می‌شود که مقداری از لخته ماست بعد از هضم به شکل دست نخورده باقی بماند، لذا جذب لاکتوز از طریق سلول‌های دیواره روده کندتر می‌شود که در اثر این پدیده لاکتاز موجود در ماست فرصت تجزیه لاکتوز را پیدا می‌کند و تا حدودی اثرات منفی لاکتوز خنثی

---

1. Marth

2. Steel

می‌شود. اما این موضوع هنوز از طریق روش‌های آزمایشگاهی به اثبات نرسیده است. ولی کرشمر (۱۹۷۲) و بارس (۱۹۷۹) این فرضیه را تایید می‌کنند که ماست یک ماده غذایی کاملا قابل قبول برای افراد مبتلا به عدم تحمل لاکتوز می‌باشد (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷).

پروتئین‌های شیر به لحاظ بیولوژیکی کیفیت عالی دارند. هر دو نوع پروتئین محلول و غیرمحلول در شیر (کازئین و لاکتوآلبومین‌ها و لاکتوگلوبولین‌ها) حاوی اسیدهای آمینه ضروری برای بدن هستند. مقدار پروتئین ماست به خاطر تغلیظ یا افزودن مواد جامد بیشتر از شیر است (جدول شماره ۱). نتیجه بحث نهایی پیرامون تأثیر سلامت ماست بر سلامتی انسان هرچه باشد، در این موضوع که ماست ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد شکی نیست و این امر سبب شده که ماست در زمره مطلوبترین مواد غذایی در هر رژیم باشد و همین واقعیت به تنهایی برای توجیه مصرف آن در رژیم غذایی کافی است (تمیم و رابینسون، ۲۰۰۷).

جدول ۱: مقایسه ترکیبات اصلی شیر و ماست

ماست			شیر			نوع فرآورده ترکیب سازنده
ماست یونانی	میوه‌ای کم چرب	کم چرب	پرچرب	پس چرخ	کامل	
۷۷	۷۷	۸۴/۹	۸۱/۹	۹۱/۱	۸۷/۸	آب (g)
۱۱۵	۹۰	۵۶	۷۹	۳۳	۶۶	انرژی (kcal)
۶/۴	۴/۱	۵/۱	۵/۷	۳/۳	۳/۲	پروتئین (g)
۹/۱	۰/۷	۰/۸	۳	۰/۱	۳/۹	چربی (g)
گزارش نشده	۱۷/۹	۷/۵	۷/۸	۵	۴/۸	کربوهیدرات (g)
۱۵۰	۱۵۰	۱۹۰	۲۰۰	۱۲۰	۱۱۵	کلسیم (mg)
۱۳۰	۱۲۰	۱۶۰	۱۷۰	۹۵	۹۲	فسفر (mg)
گزارش نشده	۶۴	۸۳	۸۰	۵۵	۵۵	سدیم (mg)
گزارش نشده	۲۱۰	۲۵۰	۲۸۰	۱۵۰	۱۴۰	پتاسیم (mg)
۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۴	۰/۴	روی (mg)

(Tamime & Robinson, 2007)

### روش‌شناسی تحقیق

مطالعه حاضر به عنوان یک مطالعه مروری در زمینه پودر ماست انجام شده است. در بررسی حاضر با استفاده از متون مختلف علمی (شامل کتب، نشریات و مجلات منتشره در سال‌های اخیر)، مساله

پودر ماست با استفاده از ملاک‌های زیر مورد بررسی قرار گرفت: روش‌های گوناگون خشک کردن ماست و تولید پودر ماست نظیر تصعیدی یا انجمادی، پاششی و مایکروویو خلاء، که منجر به افزایش مدت زمان ماندگاری، کاهش هزینه حمل و نقل و سهولت آن، تنوع در صنعت غذا، ایجاد محصولات مختلف مثل شکلات و بستنی با طعم ماست و ... گردید.

در این مقاله، مروری بر تحقیقات محققان مختلف در خصوص روش‌های گوناگون خشک کردن ماست و نتایج حاصل مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه، نتایج حاصله ارائه می‌شود.

### یافته‌ها

#### روش تهیه ماست:

در فرآیند تولید ماست به منظور تهیه یک ماست با کیفیت بالا، طعم، قوام، بافت، ظاهر مناسب، عدم آب اندازی و زمان ماندگاری بالا عوامل زیادی باید به دقت کنترل شوند. از جمله این عوامل می‌توان به انتخاب شیر مناسب، استاندارد کردن شیر، هواگیری، همگن کردن، انتخاب کشت آغازگر مناسب، نحوه طراحی کارخانه و غیره اشاره نمود. در ضمن، پیش تیمارهای اعمال شده نیز روی محصول نهایی بسیار اثرگذار هستند. مرحله اول در تولید ماست انتخاب شیر می‌باشد که باید از کیفیت بهداشتی بالایی برخوردار بوده و عاری از هرگونه آنتی بیوتیک، باکتریوفاژ و محلول‌های سترون کننده (مورد استفاده در CIP) باشد. در مرحله بعد چربی شیر استاندارد می‌شود که بسته به نوع محصول بین ۰ تا ۱۰ درصد تنظیم می‌شود. در مرحله بعد اگر لازم باشد افزودنی نظیر شیرین کننده یا پایدارکننده استفاده می‌شود. سپس فرآورده همگن می‌شود که برای این منظور از فشار ۲۰-۲۵ مگا پاسکال و دمای ۶۵ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد استفاده می‌شود. بعد از این مرحله تیمار حرارتی اعمال می‌شود که اهداف زیر را دنبال می‌کند:

✓ بهبود خصوصیات شیر به عنوان سوبسترای کشت آغازگر؛

✓ اطمینان از اینکه لخته نهایی سفت باشد؛

✓ کاهش آب اندازی

نتیجه مطلوب با تیمار حرارتی ۹۰ تا ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه بدست می‌آید که بوسیله آن ۷۰-۸۰٪ پروتئین‌های آب پنیر دناتوره می‌شوند. پس از سرد شدن حدود ۲/۵ درصد کشت آغازگر که به نسبت ۱:۱ از دوباکتري لاکتوباسیلوس بولگاریکوس<sup>۱</sup> و استرپتوکوکوس ترموفیلوس<sup>۲</sup> تشکیل شده است به شیر تلقیح می‌کنند. اگر میزان و مقدار مایه، زمان و درجه حرارت تحت کنترل

1. Lactobacillus Bulgaricus

2. Streptococcus Thermophilus

باشند تعادل این دو باکتری در مایه حفظ خواهد شد. بعد از ۳ الی ۴ ساعت فرآیند تخمیر با سرد کردن متوقف می‌شود و ماست در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شود (والسترا و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶). در بعضی موارد ماست قالبی و هم‌زده پس از تولید، حرارت داده می‌شوند که هدف کاهش فعالیت باکتری‌های آغازگر و افزایش زمان نگهداری ماست می‌باشد. اما در بعضی کشورها به فرآورده‌ای ماست اطلاق می‌شود که فلور میکروبی آن زنده باشد پس نمی‌توان از حرارت برای افزایش عمر نگهداری ماست استفاده کرد (کریم، ۱۳۸۶). ن

### انواع مختلف ماست:

بر اساس معیارهای مختلف، ماست به شکل‌های مختلفی طبقه‌بندی می‌شود. برای مثال تمیم انواع ماست را در چهار گروه بر مبنای مشخصات فیزیکی آن‌ها طبقه‌بندی کردند که در جدول ۲ آورده شده است (تمیم<sup>۲</sup>، ۲۰۰۶).

جدول ۲: طبقه‌بندی انواع مختلف ماست

گروه	حالت فیزیکی	محصولات ماست
۱	مایع / ویسکوز	ماست (قالبی، هم‌زده و نوشیدنی)
۲	نیمه جامد	چکیده / غلیظ شده
۳	جامد	منجمد
۴	پودر	خشک‌شده

(Tamime, 2006)



شکل ۱: شکل‌های مختلف ماست

1. Walstra  
2. Tamime



پودرهای ماست دارای ارزش‌های مختلف درمانی و تغذیه‌ای هستند فعالیت ضد سرطانی با همکاری دیواره سلول باکتری استارتر انجام شده است و این فعالیت حتی پس از خشک کردن نیز باقی می‌ماند. اولین هدف خشک کردن ماست افزایش عمر نگهداری آن به شکل پودر بوده و با این کار بدون نیاز به یخچال کیفیت پودر حفظ می‌شود. چنین پودری می‌تواند بوسیله روش‌های مختلف آماده شود مانند خشک کردن انجمادی، خشک کردن بصورت پاششی، خشک کردن بوسیله مایکروویو و خشک کردن بوسیله خلاء. بهتر است که ماست را قبل از خشک کردن، بوسیله روش‌هایی مثل cloth bag method، روش‌های غلیظ سازی مانند روش‌های مکانیکی، سانتریفیوژی، اولترافیلتراسیون و تغلیظ در شرایط خلاء غلیظ سازند. استرپتوکوکوس ترموفیلوس حساسیت کمتری در مقایسه با لاکتوباسیلوس بولگاریکوس در طول خشک کردن انجمادی و هم چنین خشک کردن بصورت اسپری نشان می‌دهد. ماست تولید شده به روش انجمادی را می‌توان ۱-۲ سال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری کرد (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

#### - تولید پودر ماست:

قبل از خشک کردن ماست باید برای افزایش درصد ماده جامد کل، غلیظ شود که این امر کارایی فرایند خشک کردن را بهبود می‌بخشد. تغلیظ ممکن است به چند طریق انجام شود، یا با دفع آب ماست یا بوسیله تبخیر آب از ماست. زدودن آب ماست بوسیله فشار یا سانتریفیوژ یا اولترافیلتراسیون انجام می‌شود (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

#### - روش‌های افزایش درصد مواد جامد ماست قبل از خشک کردن:

##### ۱. روش کیسه پارچه‌ای (Cloth bag Method)

۱۲ ساعت برای خروج ۶۵ درصد آب ماست در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد لازم است. بسته‌ها روی یکدیگر در یک فشار عمودی در یک اتاق سرد شده واقع می‌شوند. اگر فشار زیاد باشد می‌توان مدت زمان فشار را کاهش داد. تولید ماست بوسیله روش‌های سنتی آهسته، غیر بهداشتی است و نیاز به کارگر زیادی دارد بازده آن نیز پایین است. روش‌های سانتریفیوژ و اولترافیلتراسیون محصول بهتری می‌دهند (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

##### ۲. جداسازی مکانیکی:

تجهیزاتی شامل یک صفحه فشار قابل تنظیم عمودی، یک شبکه (توری) فشار دهنده، یک صفحه برای دفع آب پنیر مورد نیاز است. بازده و بازیافت مواد جامد ماست تغییر شکل یافته تحت تأثیر pH و نوع شیر مورد استفاده برای آماده سازی ماست است. در  $pH$  های زیر رنج  $pH = 4/1 - 4/3$  بازده و

بازیافت مواد جامد بیشتر است. ماست تغییر شکل یافته از شیر بزغاله بازده و بازیافت مواد جامد بیشتری نسبت به شیر گاو دارد (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

### ۳. اولترافیلتراسیون:

ماست غلیظ شده حاصل بوسیله اولترافیلتراسیون ماست در ۳۵-۴۰ درجه سانتی‌گراد ویژگی‌هایی شبیه به نوعی که با روش سنتی تولید شده‌اند را دارد (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

### ۴. تبخیر خلأی:

ماست در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۳ کیلوپاسکال تغلیظ شد. پس از تبخیر خلأی غلظت استالدهید و دی استیل به ترتیب حدود ۹۰ و ۵۰ درصد کاهش یافت (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

### - خشک کردن ماست به روش‌های مختلف:

عموماً، ماست بوسیله خشک‌کن انجمادی یا خشک‌کن پاششی خشک می‌شود. خشک کردن با روش انجمادی گران‌تر از خشک‌کن پاششی است، اما ماست خشک شده با روش انجمادی مقدار استارتر بیشتر، طعم و بوی بهتری در مقایسه با روش پاششی دارد. تکنیک دیگر که اخیراً بررسی می‌شود روش مایکروویو تحت خلأ است که در آن محصول در معرض اشعه‌های الکترومغناطیس متناوب قرار می‌گیرد. با این روش در مصرف انرژی صرفه جویی قابل توجهی می‌شود. شاخص مناسب برای ارزیابی درجه آسیب حرارتی در طی خشک کردن ماست، تعداد سلول‌های قابل دوام در پودر ماست می‌باشد (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

### ۱. خشک کردن ماست به روش انجمادی:

قابلیت زنده‌مانی و فعالیت باکتری‌های ماست برای سلامتی بشر مهم هستند. ماست خشک شده به روش انجمادی بهترین طعم و بیشترین زنده‌مانی باکتری‌های ماست را در بین روش‌های متداول نظیر روش پاششی دارد. ماست تهیه شده از شیر حاوی چربی، در محتوی ماده خشک ۱۵٪ همراه ۵٪ شکر به روش انجمادی خشک شد (اوشاچوا<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۸۹). در تحقیقی دیگر ماست قبل از خشک شدن با کلسیم در نسبت ۱:۱۵ غنی سازی شد. سپس ماست در دمای ۵۵- درجه سانتی‌گراد منجمد و تحت فشار ۵۰ mmHg برای ۵۰ ساعت خشک شد (کیم<sup>۲</sup> و بومایک<sup>۳</sup>، ۱۹۹۵). در تحقیقی دیگر ماست در دمای ۲۳ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد، در فشار ۳۰۰-۴۰۰ mmHg و بار دیگر در دمای ۳۰-۵۰

1. Ushacheva

2. Kim

3. Bhowmik

درجه سانتیگراد و فشار ۲۰۰-۳۰۰ mmHg خشک شد. کل فرایند خشک کردن ۱۸ ساعت طول کشید و رطوبت نهایی محصول ۲-۳٪ شد (کیم و بومایک، ۱۹۹۴).

در تحقیقی مشخص شد محتوای لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، بیفیدوباکتریوم و استرپتوکوکوس ترموفیلوس در ماست خشک شده به روش انجمادی در دمای ۵۰- درجه سانتیگراد برای ۹۶ ساعت در فشار محفظه ۴ میلی بار به ترتیب از  $1/4 \times 10^7$  به  $2/4 \times 10^6$ ،  $9 \times 10^6$  به  $1/8 \times 10^5$  و  $2/8 \times 10^9$  به  $2 \times 10^7$  (cfum<sup>-</sup>) کاهش یافت. لاکتوباسیلوس بولگاریکوس خیلی به خشک کن انجمادی حساس است و محتوی آن از  $1/2 \times 10^8$  به  $3 \times 10^5$  (cfum<sup>-</sup>) کاهش یافت. حال آنکه استرپتوکوکوس ترموفیلوس از  $1/6 \times 10^9$  به  $7/6 \times 10^8$  (cfum<sup>-</sup>) کاهش یافت (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

در مطالعات دیگر مشخص شد اپتیمم شرایط از نظر بقاء باکتری‌های استارتر ماست، در دمای انجماد ۲۵- درجه سانتیگراد و دمای نهایی ۳۰ درجه سانتیگراد می باشد (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

## ۲. خشک کردن ماست به روش پاششی:

ماست با محتوی ماده خشک ۱۹، ۲۱، ۲۳ و ۲۵٪ در خشک کن پاششی با دمای ورودی ۱۷۰ یا ۱۹۰ درجه سانتیگراد، سرعت پاشش ۱۶۰۰۰، ۲۰۰۰۰ یا ۲۴۰۰۰ rpm خشک شد (کومار و میشر، ۲۰۰۴). فاکتورهای مؤثر روی میزان زندهمانی باکتری‌های آغازگر ماست در روش پاششی، دمای هوای ورودی، خروجی، نوع اتمایزر و جریان مستقیم هوا می باشد. تعداد باکتری‌ها با افزایش دمای هوای ورودی و خروجی و فشار اتمایز کاهش می یابد. سرعت کاهش لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس در طی اسپری مشابه یا کمتر از روش انجمادی است (کیم و بومایک، ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵). میزان بقاء استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس در ماست خشک شده به روش پاششی در شرایط pH ماست = ۴/۲ و دمای خروجی ۶۰ درجه سانتیگراد به ترتیب ۳ و ۰/۷٪ بود (کیم و بومایک، ۱۹۹۴). اپتیمم بقاء لاکتوباسیلوس بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس در رنج دمای خروجی ۷۰-۷۵ درجه سانتیگراد به ترتیب ۱۳/۷-۱۵/۸٪ و ۵۱/۶-۵۴/۷٪ بود و رطوبت نهایی ماست خشک شده ۵/۱-۶/۳٪ شد (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

## ۲. خشک کردن ماست به روش مایکروویو- خلاء:

روش مایکروویو-خلاء اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. این روش ترکیبی، فواید هر دو روش خشک شدن تحت خلاء و خشک شدن با مایکروویو را در بر دارد و می تواند هم کارایی انرژی و هم کیفیت فرآورده را بهبود ببخشد (لی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). عدم وجود اکسیژن در محیط و کاهش

<sup>۱</sup>. Li

واکنش‌های ناخواسته در غذا، مزیت دیگر این روش می‌باشد (دروزاس<sup>۱</sup> و شوبرت<sup>۲</sup>، ۱۹۹۶). در پژوهش انجام شده در دانشگاه تربیت مدرس، ماست بدون چربی با ضخامت‌های ۲/۲، ۴/۲ و ۶/۲ میلی‌متر و دمای اولیه ۲۰ درجه سانتیگراد در توان‌های عملی ۳۵، ۱۳۵ و ۲۶۰ وات مایکروویو و فشارهای مطلق (۵±۶۰، ۱۰±۶۰ و ۱۰±۸۰ میلی‌بار) تا رسیدن به رطوبت ۵٪ خشک شد که بهترین پودر ماست از لحاظ کیفی، در شرایط ۶۰ میلی‌بار و توان ۳۵ وات حاصل شد (قادری، ۱۳۸۸). در بررسی دیگر، ماست با میزان مواد جامد کل ۱۵٪ و ماست از پیش تغلیظ شده حاوی ۳۰٪ مواد جامد، در ضخامت ۳ میلی‌متر تحت شرایط دمایی ۳۵ درجه سانتیگراد و فشار ۱۰ mmHg<sup>۳</sup> و توان ۲۵۰ W، در بسامد ۲۴۵۰ MHZ توسط خشک‌کن مایکروویو - خلاء خشک شد و منحنی هم‌دمای جذب رطوبت نمونه ماست تغلیظ شده و پودر ماست تولید شده با روش مایکروویو-خلاء بررسی شد (کیم و بومایک، ۱۹۹۰) در پژوهشی بقاء ریزسازواره‌های آغازگر ماست تحت تأثیر دو پارامتر دما و فعالیت آبی در دو دامنه دمایی ۳۵-۴۵ درجه سانتیگراد و ۶۰-۵۰ درجه سانتیگراد طی فرآیند خشک کردن ماست به روش مایکروویو - خلاء مورد بررسی قرار گرفت. اندیس کاهش دهنده<sup>۳</sup> در دامنه دمایی ۳۵-۴۵ درجه سانتیگراد برای هر دو باکتری به طور خطی در ارتباط با فعالیت آبی و دما کاهش یافت، در حالی که این اندیس در دمای ۵۰-۶۰ درجه سانتیگراد به صورت نمایی، کاهش چشمگیری داشته است. همچنین مشخص گردید که تأثیر دما بر بقاء آغازگرهای ماست، نسبت به فعالیت آبی بیشتر می‌باشد. بقاء باکتری‌های لاکتیکی در ماست طی خشک کردن مایکروویو-خلاء موافق با بقاء تجربی آن‌ها بود (کیم و بومایک، ۱۹۹۰). همچنین در تحقیقی ماست با محتوی درصد ماده خشک متفاوت (۱۰، ۲۰ و ۲۸٪) در توان‌های مختلف (۳۵، ۱۳۵ و ۲۶۰ وات) مایکروویو و فشار مطلق ۱۲۵±۵ میلی‌بار خشک شد و روی بقاء باکتری‌های آغازگر ماست، ارزیابی حسی ماست بازساخته و امکان‌سنجی بازسازی و ایجاد بافت مطلوب آزمون انجام گرفت. مشخص شد که نمونه حاوی ۱۰٪ ماده خشک و توان ۳۵ وات بیشترین بقاء میکروارگانیزم‌ها و ارزیابی حسی را دارد (اسمعیل‌زاده، ۱۳۹۰).

### موارد استفاده از پودر ماست:

پودر ماست به عنوان جزء ترکیبی در دسرهای خشک و دسرهای منجمد شده استفاده می‌شود. هم‌چنین می‌توان از پودر ماست در مخلوط‌های نوشیدنی ماست مزه‌دار شده با موز طبیعی، توت فرنگی و میوه‌های محلی، محصولات امولسیون روغنی و نوشیدنی‌های فوری استفاده کرد، همچنین از پودر

1. Drouzas

2. Schubert

3. D- Value

ماست می‌توان در نانوائی‌ها نیز استفاده کرد. در محصولات قنادی هم می‌توان از پودر ماست برای پوشش دادن استفاده کرد. در امریکا و اروپا شکلات‌ها و ویفرهایی تولید می‌کنند که بوسیله پودر ماست مزه دار می‌شوند که طرفداران زیادی دارد. پودر ماست را می‌توان در محصولاتی مثل سس‌ها، پنیرها، غذاهای فوری و راحت و آبنبات‌های طعم دار شده با پودر ماست استفاده کرد (کومار و میشر، ۲۰۰۴).

### بحث و نتیجه‌گیری

ماست جنبه‌های سودمند فراوانی دارد، که مرتبط با تغییرات بیوشیمیایی است که در طول فرایند تخمیر رخ می‌دهد مثل اثرات ضد سرطانی، کاهش کلسترول خون و.... ماست محصولی با سرعت فساد بالا است و مدت زمان نگهداری محدودی دارد، لذا خشک کردن آن و تبدیل آن به پودر پایداری و ثبات آن را فراهم می‌کند. پودر ماست را با توجه به عمر ماندگاری بالا و خواص کاربردی و عملکردی بالا می‌توان در صنایع مختلف غذایی استفاده نمود. ضمن اینکه به شکل ماست فوری نیز قابل استفاده می‌باشد.

### منابع

- اسمعیل‌زاده نصیری، م. ۱۳۹۰. تأثیر برخی هیدروکلونئیدها روی پایداری، ویژگی‌های رئولوژیکی و حسی ماست باز ساخته (ماست فوری). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، صنایع غذایی - دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد ورامین-پیشوا، ۱۰۴ ص.
- آذری‌کیا، ف. و عباسی، س (۱۳۸۷). امکان‌سنجی و بهینه‌سازی شرایط استخراج پلی‌ساکاریدهای محلول سویا از اکارا. مجله‌ی علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۳(۱): ۴۵-۵۶.
- بی‌نام، ۱۳۸۷، استاندارد ملی ایران، ماست-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، شماره (۶۹۵).
- حسن‌نژاد، م. ر.، سحری، م. ع.، کریم، گ (۱۳۸۸). مطالعه تولید ماست میوه‌ای معمولی و کم‌کالری. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی.
- کریم، گ (۱۳۸۶). بهداشت و فناوری شیر. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران: ۳۳۰.
- فروغی‌نیا، س.، عباسی، س.، و حمیدی اصفهانی، ز (۱۳۸۶). تأثیر افزودن تکی و ترکیبی صمغ‌های کتیرا، ثعلب و گوار در پایداری‌سازی دوغ. مجله‌ی علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۲(۲): ۱۵-۲۵.
- قادری، ع. (۱۳۸۸). بررسی امکان استفاده از روش خشک کردن انجمادی - مایکروویوی برای تهیه پودر ماست. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، صنایع غذایی - دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۰ ص.
- Drouzas, A. E., and Schubert, H (1996). Microwave application in vacuum

- drying of fruits. **Journal of Food Engineering**, 28: 203–209.
- Hayaloglu, A. A., Karabulut, I., Alpaslan, M., and Kelbaliyev, G(2007). Mathematical modeling of drying characteristics of strained yoghurt in a convective type tray-dryer. **Journal of Food Engineering**, 78: 109–117.
  - Kim, S.S., and Bhowmik, S. R(1995). Effective Moisture Diffusivity of plain Yogurt undergoing Microwave Vacuum Drying. **Journal of food Engineering**, 24: 137-138.
  - Kim, S. S., and Bhowmik, S. R(1990). Survival of lactic acid bacteria during spray drying of plain yoghurt, **J Food Sci**, 55(4): 1008-1010, 1048.
  - 12. Kim, S. S., Shin, S. G., Chang, K. S., Kim, S. Y., Noh, B. S., and Bhowmik, S. R(1997). Survival of lactic acid bacteria during microwave vacuum-drying of plain yoghurt. **Lebensm.- Wiss. U.- Technol.**, 30: 573-577.
  - Kim, S.S., and Bhowmik, S. R(1994). Moisture Sorption Isotherms of Concentrated Yogurt and Microwave vacuum Dried yogurt powder. **Journal of Food Engineering**, 21: 157-175.
  - Li, Y., Xu, S.Y., and Sun, D.W(2007). Preparation of garlic powder with high allicin content by using combined microwave-vacuum and vacuum drying as well as microencapsulation. **Journal of Food Engineering**, 83:76–83.
  - Marth, E. H., and Steel, J. L(2001). **Applied Dairy Microbiology**. Second ed. Marcel Dekker. Inc.
  - Mishra, H. N., and Kumar, P(2004). Yoghurt Powder- A Review of process technology, storage and utilization. **Institution of Chemical Engineers**, 82: 133-142.
  - Saarela, M(2007). **Functional Dairy Products**. Volume 2, CRC press. Cambridge, England.
  - Sarkar, S., and Misra, A. K(2002). Yoghurt: Nutritional and therapeutic aspects. **Indian Journal of Microbiology**, 42: 275–287.
  - Tamime, A(2006). **Fermented Milks**. COS Printers Pte Ltd, Singapor.
  - Tamime, A. Y. and Robinson, R. K. 2007. **Yoghurt Science and Technology**. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, England.
  - Ushacheva, V. A., Kholodova, T. A., Guskova, L. D. and Filchakova, S. A(1989). **Freeze dried dietetic products**, *Molochnaya Myasnaya Promyshlennost*, 6: 22-24.
  - Walstra, P., Wouters, J. T. M., and Geurts, T. J(2006). **Dairy Science and Technology**, Second Edition. CRC press, USA.