آماده نمودن ماست خشک شده با روش انجمادی به عنوان غذایی فضایی

محمد سهرابی بالسینی-علی نجفی-محمد حسین حداد خداپرست-سمیه ایزدی مقدم

چکیده

پیشبرد برنامه ای جهت تهیه غذایی مناسب و سرشار از کلسیم برای استفاده در فضا ، یعنی ماست بدون چربی سفید رنگ ، و هم به صورت ماست ساده و هم در ترکیب با قره قاط های اضافه شده ، خشک نمودن ماست در شرایط منجمد را هم مورد توجه قرار داد . با استفاده از شیوه ی بررسی حرارتی ماست که اهمیت اجزای سازنده ی اضافه شده را هم مورد توجه قرار می داد ، ویژگی های مطلوب برای شرایط خشک سازی در شرایط منجمد به دست آمد . خواص رئو لوژیکی به صورت جدی تحت تاثیر دوره ی انجماد قرار نگرفت ، در حالی که مرحله ی خشک سازی به تضعیف کلی ساختار محصولات بازسازی شده منجر شد که حتما نتیجه ی انرژی مکانیکی مورد نیاز برای ترکیب با آب بود . به هر حال ، خواص و سیدکوارتجاعی ، تغییری ننمودند و قدرت اولیه با تنظیم مقدار آب دوباره به حالت اول برگشت . فرایندخشک کردن انجمادی بقای باکتری اسید لاکتیک را تحت تاثیر قرار داد که به کاهش ۲ تا ۳ سیکل لگاریتمی منجر گردید . وقتی ساکارز و توت فرنگی به عنوان اجزای سازنده اضافه شدند،میزان مرگ ومیر کاهش یافت.

کلمات مهم : غذای فضایی ؛ خشک کردن انجمادی ؛ ماست ؛ خواص نقشمند ؛ بافت ؛ باکتری ؛ اسید لاکتیک ؛

مقدمه

آژانس فضایی ایتالیا (ASI) به مدت چندین سال در یک برنامه طولانی مدت تحقیقاتی شرکت نمود که این برنامه ،جوانب اساسی زندگی انسان در مسافرت های فضایی را تحت پوشش قرار می داد . تغذیه انسان در فضا ، بخش مهمی از این برنامه را تشکیل می داد . عوامل تنش زا در پرواز فضایی ، مانند جاذبه ی اندک زمین ، جدایی ، تابش آفتاب ، مقتضیات زمانی ، کاهش فعالیت جسمی و مقاومت بدن، دارای پیامدهایی منفی همچون پوکی استخوان و تحلیل رفتن ماهیچه ها می گردد (لاپتن و ترنر ، ۲۰۰۲) . تحقیقات نشان می دهند که پوکی استخوان که نامش از کاهش میزان جاذبه به زمین است همراه با افزایش بلع مجدد و کاهش تشکیل استخوان ها می باشد (و دووتز ، اسمیت ولین ، ۲۰۰۰) . میزان مصرف ناقص مواد مغذی ، به ویژه ، انرژی ، کلسیم و ویتامین های D و K ، ممکن است بر متابولیسم استخوان اثر گذارد (هیر ، ۲۰۰۲) . بنابراین ، اطمینان یافتن از مصرف کافی مواد مغذی ، به منظور کاهش پوکی استخوان ناشی شده از سوء تغذیه ، امری ضروری می باشد (اسمیت وهیر ، ۲۰۰۲) . سیستم غذایی نه تنها باید مواد مغذی مورد نیاز برای بقای فضانوردان را فراهم کند بلکه همچنین نی بایستی سلامتی خدمه را با معرفی خود به عنوان اصلی آشنا در محیط نا آشنا و ناسازگار را افزایش دهد . غذاهای اشتها آور نقش مهمی در کاهشت تنش ماموریت های طولانی مدت و فضایی دارند ، به ویژه این که چون ظاهرا جاذبه اندک زمین ممکن است بر درک شیمیایی حسی اثر گذارد و منجر به تغییرات در حس های چشایی و بویایی در فضا گردد (الابی ، لولس ، هانتر ، لوتیسکی و هالیرن ، ۲۰۰۲) . بنابراین ، غذاهای خوشمزه و مطبوع که مورد نظر فضا نوردان می باشد ، عامل مهمی در تحمل بی وزنی ، جدایی و خطرات پروازهای طولانی مدت فضایی می باشند (کروین وسدن ، ۲۰۰۲) .

درخواست غذاهای مطبوع و سرشار از کلسیم ، برای مسافرتهای فضایی ، به دلیل مشکلات ناشی از شرایط به عمل آوردن غذا ، عمر مفید و قابلیت زیستی ، ممکن است مساله ای پیچیده به حساب آید .

در موقعیت توضیح داده شده ی بالا ، این احتمال وجود دارد که ، آماده سازی ماست ، به عنوان موردی مناسب در منو فضایی گنجانده شود .

اثرات غذایی و درمانی ماست ، به خوبی آشکار است و عمدتا به وجود تغییرات مخمری در شیر و یا اثرات متابولیکی میکروفلورای ماست نسبت داده می شود . بعلاوه ، ممکن است با کنترل نمودن بافت و اضافه نمودن اجزای شل آب میوه ها یا تکه های میوه ، شیرین کننده ها و طعم زاها ، تغییر پذیری بیشتر در ویژگی های حسی ایجاد گردد . بعلاوه ، ماست از نظر سنتی ، به عنوان غذایی

مقبول هم در فرهنگهای غربی و هم در فرهنگ شرقی در نظر گرفته می شود . ماست تمشک دار،ازقبل به عنوان غذا درمنوی شاتل گنجانده شده است(پرچانک و بورلند ،۲۰۰۲) .

فرایند خشک کردن در شرایط انجماد ، فرایندی گزینشی برای غذاهای فضایی است ، زیرا باعث می شودخواص غذایی وحس تغییری نکنند که این حالت باعث کاهش زیاد وزن ، قابلیت انحلال بالا ، عمر مفید طولانی در دمایی متوسط و امکان جذب مجدد آب در هر سطح مطلوبی می گردد . تحقیقاتی درباره ی خشکسازی ماست در شرایط منجمد ، منتشر شده اند (شارها وهمکارانش ، ۱۹۹۲ و شارها و آرورا، ۱۹۹۵) ، که تاثیر ویژگی ها ی فرایند و غلظت جامد شیر را روی میزان خشکسازی در شرایط منجمد و کیفیت محصولات بازسازی شده نشان می دهند . در ماست خشک شده در شرایط منجمد ، بافت ضعیف و بقای متغیرباکتری ماست ، اعلام شد (ریبکاو کایلا ساپاثی ، ۱۹۹۷) . در تحقیق حاضر ، ماست بدون چربی وسفید رنگ ، یا به صورت ساده یا همره با شکر و میوه اضافه شده (توت فرنگی) در شرایط منجمد ، خشک شد . ویژگی های مطلوب شرایط خشک کردن انجمادی از بررسی حرارتی ماست ها اهمیت اجزای سازنده ی اضافه شده را مورد توجه قرار می داد حاصل شد . تاثیرات مشخص از جهاد ، خشک کردن در شرایط منجمد و ذخیره سازی بررسی شدند ، به ویژه برروی خواص رئولوژیکی و قابلیت زیستی باکتری های لاکتیکی در محصولات باز سازی شده ، تاکید گردید . اثرات نسبت های متفاوت جذب مجدد آب نیز مورد بررسی قرار گرفتند .

۲ . مواد و شیوه ها

۲.۱ نمونه های ماست

ماست ساده بدون چرب سفید رنگ (یومو ، میلان ، ایتالیا) و توت فرنگی های منجمد (با سکولوبو ، لازاتی ، پانته ، پاویا ، ایتالیا) در سوپرمارکتی محلی فروخته شدند . نمونه های زیر مورد استفاده قرار گرفتند :

الف . ماست ساده (y) (۱۱ درصد ماده خشک ، ۱/٤ درصد اسید لاکتیک) .

ب. ماست ترکیبی با ۱۰ دصد ساکارز (فلوکا ، استین هیم ، سوئیس) (به عنوان محلولی آبکی ، W/W ٪ ٦۰) (ys) .

ج.ماست ترکیبی با ۱۰ درصد ساکارزو۱۰ درصد توت فرنگی (ازقبیل خمیرشده)

۲. ۲ از جهاد و خشک کردن در شرایط منجمد

نمونه هایی با ضخامت حدود cm ۱ روی سینی هایی منجمد شدند و درفشار باقی مانده ی ۲۰pa ، در شرایط خشک کردن از جهادی قرار گرفتند (ادواردز آلتو ووتو ، مینی ماست ، ۱۷۰۰ ، میلان ، ایتالیا) که این فشار مطابق با حداقل فشار اتاق خلاء بود که توسط دستگاه تنظیم می شد که امکان دمای تصعیدی $-۳٤^{o}c$ را فراهم می کرد . در پایان فرایند خشکسازی ، فشار اتاق با نیتروژن خشک ، مجددا به حالت اول برگشت . کسرهای ۱۰ گرمی نمونه های خشک شده در شرایط منجمد از لحاظ حرارتی در جوّ ی دارای نیتروژن (اودینواک ، گاندس ، میلان ، ایتالیا) در کیسه های پلایتیکی ، قرار گرفت و در دمای $٤^{o}c$ تا حداکثر ٤۵ روز ذخیره شد که این دوره متناسب با ماموریتهای فضایی کوتاه مدت بود .در نظر گرفته شد که برای ماده بیولوژیکی فعالی که در شرایط خشک کردن انجمادی قرار داده شده بود ، مدت زمان ذخیره سازی طولانی مدت در دماهای انجماد بهتر انجام گیرد . نمونه ها با ترکیب شدن ملایم با آب بازسازی شدند تا تنش های بافتی را کاهش دهد و سطوح جذب آب از ۳۰ درصد تا ۱۰۰ درصد مقدار آب اولیه بود

۳ -۲ بررسی های حرارتی

بررسی های حرارتی برای تحقیق کردن درباره عملکرد حرارتی نمونه های ماستی بدون آب و بازسازی شده مورد استفاده قرار گرفتند. نمونه های آبی ماست از طریق آب زدایی نمونه های خشک شده در شرایط منجمد روی P_2O_5 برای وزنی ثابت به دست آمدند . دمای انتقالات شیشه ای (Tg)و دمای ذوب اولیه (Tm) توسط گرماسنجِ کنترل کننده تفاوت ها (DSC)(سیستم متلر TA ٤۰۰۰ مجهز به پردازشگر TA TCII ، ۳۰ DSC برای اندازه گیری سلول ونرم افزار گرافیکی ۲. PS V۲ TA ،

متلر ، گرین فنسی ، سوئیس) تعیین شدند . اندازه گیری جریان دما با اندیوم انجام گرفت ، اندازه گیری با n – هگزان ، آب مقطر و اندیوم انجام شد . تکه های حدود mg ۱۰ از نمونه ها در ٤٠ میکرو لیتر ، در تاوه های DSC آلومینیومی بسته شده به طریق هوا بندی شدن قرار داده شد و در $^{o}cmin^{-1}$ ۱۰ تحت جریان نیتروژنی خشک $mlmin^{-1}$ ۱۰ بررسی شد . محلولهای قابل انجماد قبل از گرم شدن برای تعیین Tg و Tm ، دوباره روی حرارت قرار گرفتند دمای انتقالی شیشه ای به عنوان Tg اولیه اعلام شد . تعیین این دماها در سه نسخه انجام شد و هر نمونه دوباره بررسی شد .

٤-۲- بررسی های رئولوژیکی

خواص ساختاری نمونه های تازه ، منجمد و بازسازی شده در شرایط خشک کردن انجمادی ، با کمک آزمایشات رئولوژیکی با استفاده از یک رئومترکنترل تنش (رئومتر فنی سنجش تنش ، ابزار رئولوژیکی AB ، سوئد) که مجهز به سیستم اندازه گیری صفحه ای مخروطی شکل (زاویه ی مخروط ٤^{o} ، و قطر mm ٤٠) بود ، مشخص شدند . قبل از این که هر نوع اندازه گیری انجام شود . نمونه ها به مدت ۲۰ دقیقه به حال خود باقی ماندند ، تا امکان ایجاد فشار در طول بارگیری کاهش یابد آزمایشات دینامیکی برای تعیین خواص گران روی و ارتجاعی به کار رفتند . منطقه گران رو – ارتجاعی خطی با کمکِSweep های تنش در یک فرکانس ثابت ۱ هرتزی مشخص شد های فرکانس دینامیک ، با تنش به کار رفته در منطقه گران رو – ارتجاعی طولی ، با گستره فرکانس بیش از HZ ۱۰ – ۰/۳ ، انجام گرفتند . تمامی محاسبات رئولوژیکی در دمای $٠/٢^{o}c \pm$ ^{o}c ٤در سه نسخه انجام شدند .

۵ -۲ – بررسی های میکروبیو لوژیکی

بررسی های بیو لوژیکی روی نمونه های تازه ، منجمد و بازسازی شده ی خشک شده در شرایط منجمد انجام شدند . نمونه های تازه یا منجمد با نمک استریل یا آب پپتون ترکیب شدند و به مدت ۳۰ ثانیه گرداب شدند و سپس به صورت متوالی با رقیق کننده ای یکسان ، رقیق شدند . نمونه های خشک شده در شرایط منجمد ، با آب مقطر استریل برای مقدار اولیه ترکیب شدند . نمونه های بازسازی شده ، سپس به صورت متوالی با نمک استریل وآب پپتون رقیق شدند . استرپتوکوکوس ترلوفیلوسن با آب کاری سطحی روی صفحات همانند و دارای آگار MIR [MIR بروث (اکسید) ۳۷/۲۵gl + محیط کشت آگار (اکسید) L /g ۱۲] شناسایی گردید . تشکیل واحدهای کلونی (LFU) پس از قرار گرفتن در محیط کشت در دمای^{o}c ۳۷ به مدت ٤٨ ساعت تحت شرایط میکروآیروفیلی [campygen (اکسید)] محاسبه شد . گلونی های خاص (کرمی رنگ و با قطر mm ۱/۵ –۱) به صورت تصادفی انتخاب شدند و توسط رنگ آمیزی گرم و واکنش کاتالیزوری تایید شدند . لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بونگاریکوس ، توسط آب کاری سطحیِ صفحات همانند RCPB – PH۵ [محیط کلترولثیدی تقویت شده (اکسید) L /g ۳۸ + L /g ۱۲ محیط کشت باکتری (اکسید) + Prussian محلول آبی رنگ gil ۰/۳ (فلوکا) ؛ ۵ = PH] برطبق نظر ریبکا و کایلاسپاتی (۱۹۹٦) شناسایی شد . پس از قرار گرفتن در محیط کشت در دمای $٣٧^{o}c$به مدت ٤٨ ساعت تحت شرایط میکروآیروفیل [campygen (اکسید)] کلونی های خاص (که قسمت مرکزی سفیدی دارند ، قطرشان mm ۱ است و توسط منطقه گسترده واضح تری به رنگ آبی تیره احاطه شدند) سفارش شدند و به صورت اتفاقی انتخاب شدند و توسط رنگ گرمی و واکنش کاتالیزوری تایید شدند . بررسی ها حداقل سه بار تکرار شدند .

۳ . نتایج و مباحثات

۱. ۳ . خواص حرارتی

تصویر ۱ . نمودارهای حرارتی از نمونه های بی آب ماست را نشان میدهد . تمامی آثار DSC ، تغییر خطی اساسی و قابل برگشت در بررسی های مجدد را نشان دادند که متناسب با انتقال شیشه ای مواد بی آبی بود (Tgخشک) .

تصویر ۱ . آثار DSC از ماست ساده ی بی آبی (y) ؛ ماست + ساکارز (ys) و ماست + ساکارز + توت فرنگی (ysb) . پیکان

ها ، Tg (اولیه) را نشان می دهند . نمونه های بی آب در ، غلظت جامدی ۳۰ درصدی (w/ w) برای تعیین دمای انتقال شیشه ای و دمای ذوب اولیه (Tm) محلولهای فوق العاده غلیظ شده در شرایط انجماد باز سازی شدند . پارامترهای حرارتیِ (Ty , Tm , Tg خشک) نمونه های ysو ysو yspو در جدول ۱ اعلام شده اند .

جدول ۱

Tg خشک ، Tg وTm ازنمونه های ماست

تصویر ۱ برای کسب اطلاعات بیشتر ببینید .

آشکار است که تناسب محصول برای خشک کردن در شرایط انجماد را می توان با افزایش دادن Tg وTm از طریق تغییرات ایجاد شده در دستور العملهای محصولات بهبود بخشید . جدول ۱ شواهد ارائه می دهد که بیان می کنند اضافه کردن ساکارز (Tg = ٦٢ °c خشک ؛ روس ؛ ۱۹۹۵) ، افزایش توت فرنگی Tg خشک و Tm را بهبود بخشد . این پارامتر های حرارتی در زمان وجود توت فرنگی ، تغییر قابل ملاحظه ای ننمودند . باید توجه نمود که اگر ماده خشک شده ، در شرایط منجمد را در معرض هر گونه دمایی بالاتر از Tm قرار دهند ، امکان ذوب نسبی یخ ، رقیق شدگی و پلاستیکی شدن فاز غیر متبلور و غلیظ فراهم می شود . چنین پلاستیکی شدن فاز غیر متبلور ممکن است منجر به لطمه زدن به ساختار (فروپاشی) ، کاهش میزان حذف آب و کیفیت نامطلوب محصول گردد (بلوز و کنیگ ، ۱۹۷۳) . مکانیسم های مشابه با Tgخشک با پایداری محصول خشک در شرایط ذخیره سازی ارتباط می یابند بنابراین ممکن است دماهای ذخیره سازی بالاتر از Tg خشک امکان فروپاشی و کاهش پایداری ماده ی خشک را فراهم سازند (لوین و اِسلاد ، ۱۹۸۸۹) و لوین و اِسلاد ، b ۱۹۸۸) .

نتیجه گرفته می شود که اضافه کردن ساکارز با توت فرنگی یا بدون آن ، می تواند تناسب ماست را برای شرایط خشک کردن انجمادی و مدت زمان ذخیره سازی محصول خشک بهبود بخشد .

۲. ۳ خواص رئولوژیکی

آزمایشات دینامیکی بر روی ماست عملکرد گران رو – ارتجاعی را در مناطق خطی و گران رو – ارتجاعی (در دمای ٤°c) به ترتیب در گستره ای ۲/۵ pa – ۱ ، ۲/۸ pa – ۰/۸ و ۹ ٪ تا ۰/۳ pa برای نمونه های تازه ، منجمد یا ذوب شده ، و باز سازی شده در شرایط خشک کردن انجمادی نشان دادند . گستره ی مکانیکیدر تنش های تحمیلی ۲ ، ۱/۵ و ۰/۲ pa (کشش های مشابه ، ۰/۲۹ ± ٪ ۱/۱ و ۹٪ ± ٪ ۰/٦ بودند)

با نتایج نشان داده شده در تصویر ٦ تعیین شدند .

تصویر ۲ ، گستره مکانیکی نمونه های ماست ؛ ماست ساده ،A ؛ منجمد و ذوب شده ، B ؛ خشک شده در شرایط منجمد و بازسازی شده (۱۰۰ درصد از مقدار آب اولیه) ، C .

در منطقه گران رو – ارتجاعی طولی ، تمامی نمونه ها ساختار ضعیف ژلی را نشان دادند که ویژگی آن داشتن قطعات با قابلیت ارتجاعی (G´) بیشتر از نمونه ای گران رو (G´´) با قطعه ای که کمی وابسته به فرکانس بود (روس – مورفی ، ۱۹۹۵)، و فاز تغییری بین و °۱۵ و °۲۰ داشت . اندکی خرابی پس از انجماد و ذوب رخ داد (تصویر (B) ۲) . برعکس ، کاهش ثابت کلی (تصویر ۲ (C) ، در نمونه بازسازی شده در شرایط خشک و منجمد مشاهده شد که نشانگر تضعیف شدن غیر قابل جبران ساختار شبکه ای است که این مطلب توسط ریبکا و کایلا سپاتی اعلام گردید (۱۹۹۷) باید توجه داشت که این تضعیف ساختاریِ محصول بازسازی شده همچنین می تواند ناشی از انرژی مورد نیاز برای ترکیب با آب باشد ، حتی در زمانی که این حالت بسیار با دقت ، انجام می گیرد . در تلاش برای جبران کاهش قدرت مکانیکی مشاهده شده . نمونه های بعدی خشک شده در شرایط منجمد و باز سازی شده ، و خشک شده و منجمد شده مقدار آب اولیه تا ۱۰۰ درصد ، ۷۰ درصد و ٦۰ درصد مطابق با غلظتهای جامد ۱۱ درصدی ، ۱۵ درصدی ، ۱۷ درصدی ، مجددای حاصل شد . باید ذکر شود که میزان پایداری و ثبات ضرورتا گزینه ای مرتبط با

مصرف کننده است .

تصویر ۳ ، نمونه های ً G (قطعه پیچیده) و * μ (گران روی پیچیده) از ماست ساده (کنترل) و نیز ماست خشک شده در شرایط منجمد را که با مقادیر مختلف آب سازی شدند نشان می دهد . خواص مکانیکی مرتبط با آنها ، که برای ماست ساده یافت شد ، را می توان در مقادیر جامدی از 1- g -100 g 13 -12 (به عبارتی تقریبا ۷۰ درصد رطوبت اولیه) به دست آورد .

تصویر ۳ . * Gو گران روی پیچیده ی (در ۱ هرتز) ماست ساده (کنترل) و ماست خشک شده در شرایط منجمد (y) تا رسیدن به مقادیر از حالت جامد بازسازی می شوند .همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده ، بافت خاص گران رو – ارتجاعی ماست نیز در نمونه های منجمد و خشک شده باساکارز وتوت فرنگی اضافی شده برای رسیدن به مقدار حالت جامد اولیه شان ، بازسازی می شوند . تاثیر ساکارز در حفظ کردن خواص گران رو – ارتجاعی ممکن است بر حسب نقش گروه های هیدروکسیل در تثبیت ساختارژلی تفسیر می شوند (با یاری و همکارانش ، ۲۰۰٤ و فوورائو، ۲۰۰۱) .

جدول ۲

ماده خشک ، * G ، ً G ، ً G گران روی ، فاز و میزان ً G / ً G در ۱ هرتز از نمونه های بازسازی شده ی (با صددرصد رطوبت) y وys وysb نمونه های ماست خشک شده در شرایط منجمد در دمای ٤ °c تا حداکثر ٤٥ روز ذخیره شدند . نمونه ها در فواصل منظم زمانی بازسازی شدند (۷۰ درصد مقدار آب اولیه) و خواص رئولوژیکی در جدول ۳ اعلام شدند .اطلاعات نشان می دهند که خواص ساختاری تمامی نمونه ها ، در طول ذخیره سازی ثابت باقی ماندند .

جدول ۳ .

* G ، ً G ، ً G ، * گران روی و فاز (اهرتز) نمونه های خشک شده در شرایط انجماد و y وys و ysb) برای زمان های متفاوت ذخیره سازی در دمای

؛ نمونه ها تا ۷۰ درصد رطوبت اولیه بازسازی شدند .

۳-۳- بقای باکتری اسید لاکتیک

تعداد قابل رشدی از استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگار یکوس در هر دسته از ماست تازه با سطوحی دارای گستره ای به ترتیب و CFu / g ۱۰ ۸ – ۱۰ ٤ و CFU / g ۱۰ ۷ – ۱۰ ٦ متفاوت بودند . برای تحقیقات زیستی ، نتایج عدم بقای زیستی به عنوان میانگینی از کاهش هایی در واحد دگاریتمی نشان داده شدند . قابلیت رشد باکتری اسید لاکتیک هم در نمونه های ماست ساده و هم ماست ساگارزی توت فرنگی دار پس از انجماد ، خشک کردن و انجمادی و ذخیره سازی در دمای معمولی یخچالی (٤ °c) ارزیابی شدند .

در ماست ساده ، مقاومت دربرابر انجماد ، ظاهرا برای دو نمونه باکتری مشابه بود ، در حالی که در حضور ساکارزو توت فرنگی ، لاکتوباسیلوس دسیروکی زیر گونه بونگاریکوس نسبت به استر پتوکوکوس ترموفیلوس (که کاهش تعداد ٤٤ /۰ ٦۹ /۰ در واحد لگاریتمی را نشان میداد) بسیار کمتر مستعد بود (کاهش تعداد ۰/٤٤ ± ۱/٦۹ در واحد لگاریتمی را نشان می داد) . در کل فرایند خشک کردن انجمادی به کار رفته برای ماست ساده ، منجر به اختلاف مهمی در قابلیت زیستی بین لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس نگردید . حضور ساکارز و توت فرنگی در افزایش چشمگیر بقای زیستی سلولهای استرپتوکوکوس ترموفیلوس موثر بود و کاهش جمعیتی ۰/۳۹ ± ۱/۵۲ در واحد لگا ریتمی را برای استرپتوکوکوس ترموفیلوس در مقابل کاهش جمعیتی ۰/۸۳ ± ۲/۳۳ در واحد لگاریتمی برای لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس نشان می دهد .

تصویر ٤ . کاهش قابلیت زیستی

لاکتوباسیلوس دلیروکی زیر گونه بولگاریکوس به دنبال انجماد و خشک کردن انجمادی با ساکارز و توت فرنگی یا بدون آنها . خطاها ، انحراف معیار نشان می دهند . نگه داری در دمای ٤ °c به مدت ٤٥ روز ، منجر به کاهش اندک باکتری اسید لاکتیک

درمحصولات ساده وخشک شده درشرایط منجمد با حضور ساکارز و توت فرنگی ، تاثیری محافظتی دارد (اطلاعات نشان داده نشده اند) .مقاومت باکتری در برابر انجماد بستگی به نوع عواملی دارد که با خود میکروارگانیسم ها و شرایط ساخت مرتبط هستند (فونسکا ، بیل ، کوریو ، ۲۰۰۱) . نمونه ، بر مقاومت باکتری در برابرانجماد اثر می گذارد : استرپتوکوکوسی کلا نسبت به لاکتوباسیلی عمر بیشتری دارد و دلیل آن هم (اختلافات در اندازه سلول و ساختار سلولی است ، فونسکا ، و همکارانش ، ۲۰۰۱) اگر چه ، یکی از مهمترین شرایط که بر بقای باکتری اثر می گذارند ، ترکیب محیط رشد برای قرار گرفتن در شرایط انجماد است (هوبالک ، ۲۰۰۳) . در تحقیق حاضر ، اضافه نمودن ساکارز و توت فرنگی ، بر روی لاکتوباسیلوس دلیروکی زیر گونه بولگاریکوس تاثیری محافظتی گذارد که اثر سودمند این دی ساکارید ها را به عنوان عامل نهفته ی محافظت کننده ، تایید می کند (هوبالک ۲۰۰۳) . برطبق گفته ی پانوف ، تاما وونگزوگویگوئن (۲۰۰۰) ، ساکارز ، میزان بقای لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگادیکوس را با محافظت از آن و سازگاری دادن آن ، افزایش داد . خرابی سیستم های بیولوژیکی به دلیل قرار گرفتن در محیط خشک کرد ه انجمادی را می توان به دو دلیل مهم نسبت داد : تغییرات وضعیت فیزیکی لپیدهای غشاو تغییرات ساختار پروتئین های حساس (لسلی ، ایزرائیلی ، لایت هارت ، کراووکراو ، ۱۹۹۵) در کل ، کوکوس گرم مثبت پایدارترین نوع در برابر شرایط خشک کردن انجمادی هستند و استرپتوکوکوس ، پایدارتر از لاکتوباسیلوس است (دهکلی ، ۱۹۶۱) . به همین نحو ، وانگ ، یوو جو (۲۰۰٤) در صد بیشتری از بقای استرپتوکوکوس ترموفیلوس را نسبت به لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس پس از قرار گرفتن در شرایط خشک کردن ، انجماد نشان دادند . در این تحقیق ، اگر چه خشک کردن انجمادی منجر به افزایش درصد بقای زیستی ماست ساده ی دارای استرپتوکوکوس ترموفیلوس گردید ، اما اختلافات ، چشمگیر نبودند . بقای زیستی استر پتو کوکوس ترموفیلوس در حضور ساکارز و توت فرنگی ، فوق العاده بهبود یافت . بعلاوه ، در حضور محافظت کننده ها بیشتر از لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه لگاریکوس زنده ماند . همانطور که توسط کاروالوو همکارانش (سال ۲۰۰٤) اعلام شد ، مکانیسم های بنیادی محافظت ساکارز از سلول های خشک شده می توانست به این شکل ، صورت پذیرد الف) کاهش دادن دمای انتقال فازی در فسفولیپیدهای خشک غشا؛ ب) حفظ نمودن پروتئین های خشک در آرایش های هیدراته شده ی آنها ج) محافظت از کارایی پروتئون که با تشکیل بافت زایشی شیشه ای طی مدت خشک کردن انجمادی صورت می گیرد که دارای بیشترین میزان گران روی و تحرک اندک است . سطوح بالای زیستیِ استرپتوکوکوس تر موفیلوس در یک محیط طبیعی محافظتی ساکارزی آب ماستی ، به صورت بالقوه به PH و مقدار جامد بودن محلول نسبت داده شد (چامپین و گاردلز ،۲۰۰۱) . ساکارز ، غیر فعال بودنِ هیدراتاسیونِ لاکتوباسیلوس پلانتاریوم (لیندرز ، دوجانگ ، میردینک و ونت ریت ، ۱۹۹۷) و Pantoca agglomerans را کاهش می دهد (کاستا ، یوسال ، تکسید و ، گارلیا ووییناس ، ۲۰۰۰) . در زمان اضافه شدن به محیط طبیعی خشک در طول ذخیره سازی سلول های خشکِ لاکترباسیلوس بولگاریکوس ، محافظت ، بستگی به نوع شکری دارد که قبلا در محیط رشد گنجانده شده است (گاروالو و همکارانش ، ۲۰۰۳) .

٤ . نتایج ماست سفید بدون چربی ، به صورت ساده یا درترکیب باساکارز و توت فرنگی اضافه شده را می توان به صورت رضایتبخش خشک و منجمد کرد ، که این امر ، خواص حرارتی را ارائه داد که برای مشخص کردن پارامترهای فرایند مورد توجه قرار می گیرند . اضافه نمودن ساکارز ، Tm و Tgخشک را افزایش داد و بنابراین تناسب ماست برای خشک کردن انجمادی و ذخیره سازی را بهبود بخشید .نمونه های ماست ، ساختار ضعیف ژلی داشتند که تحت تاثیر حالت انجماد و ذوب قرار نمی گرفت . در مقابل ، پس از خشک کردن و بازسازی یک کاهش مشخص هم در قطعاتی که دارای قابلیت ارتجاعی هستند هم در قطعاتی که دارای قابلیت ارتجاعی هستند به قطعاتی که دارای گران روی هستند ، حفظ شود . قدرت مکانیکی اولیه ، در نمونه های ماستی حفظ شد برای آنهایی که از قبل شکر به آنها اضافه شده بود . یا می توانست دوباره در زمانی که نمونه های ساده در ۷۰ درصد رطوبت اولیه بازسازی می شوند احیاء شود . اضافه کردن شکر ، لاکتوباسیکوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس را در برابر انجماد و استرپتوکوکوس ترموفیلوس را در برابر خشک کردن انجمادی حفظ کرد و سطحِ مرگ ومیر را کاهش داد .