

فصل هشتم: خشک کردن انجمادی

طی دهه‌های اخیر خشک کردن انجمادی پیشرفت‌های زیادی کرده است، اما هنوز هزینه مربوطه ۵-۲ برابر خشک کردن طبق سایر روش‌ها می‌باشد، بنابراین این روش برای مواد غذایی گران قیمت و با ارزش افزوده بالا مثل قهوه، عصاره میوه‌ها، محصولات دریایی، ادویه‌ها و توت فرنگی مناسب است و به طور کلی برای موادی باید استفاده شود که در سایر روش‌های خشک کردن، بافت، طعم و رنگ آنها آسیب می‌بیند و در چنین حالتی مورد قبول نیستند.

یک کاربرد مهم و غیرغذایی این روش، نگهداری سویه‌های میکروبی است که در این حالت، بیشتر تحت عنوان لیوفیلیزاسیون (Lyophilization) نامیده می‌شود.

در روش خشک کردن انجمادی، ابتدا ماده غذایی منجمد می‌شود و سپس تحت اثر حرارت و خلأ آب از حالت یخ به صورت بخار در می‌آید، یعنی عمل تصعید صورت می‌گیرد. فرآیند خشک کردن انجمادی را می‌توان به سه مرحله اصلی تقسیم کرد که عبارتند از: انجماد اولیه، خشک کردن تصعیدی، خشک کردن ثانوی.

در مرحله انجماد اولیه، عمل انجماد معمولی صورت می‌گیرد. در مرحله تصعید، با استفاده از حرارت و تحت فشار کم این عمل انجام می‌گیرد و در مرحله خشک کردن ثانوی، میزان آب متصل که منجمد نشده است با افزایش درجه حرارت کاهش می‌یابد و این مرحله غیرتصعیدی می‌باشد.

راه‌های انتقال حرارت

روش اول: در این روش حرارت بدون آنکه سبب ذوب یخ شود، در سطح آن باعث تصعید یخ می‌گردد. با پیشرفت این عمل از ضخامت لایه یخی کاسته می‌شود.

روش دوم: در این روش، انتقال حرارت از طریق لایه خشک شده انجام می‌شود و این لایه دارای قدرت انتقال حرارت بسیار کمی است و نظیر مواد عایق و ایزوله عمل می‌کند و با پیشرفت خشک شدن این لایه ضخیم‌تر و مقاومت در برابر انتقال حرارت بیشتر می‌شود.

روش سوم: در این روش، حرارت دادن توسط میکروویو انجام می‌گیرد و تحت اثر قابلیت انتقال حرارت یخ و یا ضخامت ماده خشک شده نیست.

مراحل عملیات

انجماد اولیه:

در مرحله انجماد اولیه یک ساختمان داخلی در ماده غذایی به وجود می‌آید که ممکن است در مراحل بعدی یعنی تصعید و خشک کردن ثانوی شکل پایداری پیدا کند.

در عمل انجماد در مورد ذرات غذایی کوچک از انجماد سریع استفاده می‌شود تا کریستال‌های کوچک تشکیل شوند. به طور کلی در صورت یکسان بودن ساختمان ریز در دو قطعه مواد غذایی، آنکه کوچکتر است زودتر خشک می‌شود.

محلول‌های قندی بسیار آمادگی دارند تا تشکیل ساختمانی بی‌شکل یا شیشه‌ای بدهند که مقاومت زیادی در مقابل نفوذ بخار نشان می‌دهد. اینها ممکن است سبب بروز مشکلاتی در مراحل بعدی فرایند بشوند.

خشک کردن تصعیدی

دو فرایند انتقال اصلی عبارتند از انتقال حرارت و انتقال بخار آب اما پدیده‌های مهم دیگری نیز صورت می‌گیرند که به عنوان مثال می‌توان از واکنش‌های شیمیایی در ماده و انتقال مواد بودار نام برد.

روش‌های تصعید

در این مورد ابتدا از سینی‌های دندان‌های شکل استفاده می‌شود که با وجود انتقال حرارت بیشتر، سرعت خشک شدن کم بود. بعدها سیستم خشک کن انجمادی سریع مورد استفاده قرار گرفت که ماده غذایی را از دو طرف همراه با فشار تحت حرارت‌دهی قرار می‌دهد (به صورت هدایتی) در روشی دیگر، با استفاده از تابش، توزیع یکنواخت حرارت با سهولت بیشتر تامین می‌گردد.

نکته: اگر فاصله عامل حرارت دهنده و ماده غذایی ۱۰ میلیمتر یا بیشتر باشد، انتقال حرارت تابشی و اگر ۱ میلیمتر یا کمتر باشد، به صورت هدایتی است. سیستم تابش مادون قرمز در طول موج حدود یک میکرومتر و سیستم میکروویو نیز دارای نفوذ قابل توجهی به درون مواد غذایی مختلف می‌باشند. برای

تولید این طول موج، وسیله حرارت دهنده به حرارتی حدود 3000°K نیاز دارد. خشک کردن انجمادی می‌تواند تحت فشار اتمسفری و طبیعی نیز صورت گیرد، اما این روش بسیار کند است.

خشک کردن ثانوی

بخش اعظم آب محصول که به صورت یخ در نیامده، در مرحله خشک کردن ثانوی حذف می‌شود. از نقطه نظر تئوری، زمانی که میزان رطوبت باقی مانده در ماده غذایی تا رطوبت تک لایه مولکولی BET کاهش داده شود، حفظ ماده مزبور به بهترین وجه صورت می‌گیرد. از نقطه نظر عملی، ۲ درصد رطوبت ممکن است این حالت را فراهم کند.

برای تعیین نقطه پایانی فرایند خشک کردن انجمادی از ۳ روش استفاده می‌کنیم: ۱- روش افزایش فشار، ۲- روش درجه حرارت و ۳- روش توزین.

در مرحله انجماد، حجم ماده به دلیل بیشتر بودن حجم یخ نسبت به آب افزایش می‌یابد، در مرحله تصعید حجم ماده غذایی نسبتاً ثابت می‌ماند.

اکثر مواد غذایی را می‌توان به سهولت در حالت انجماد خشک کرد که نتیجه آن ایجاد ساختمان پرخلل و فرجی در محصول است، اما در مورد بعضی از مواد انجام این کار مشکل است زیرا در ساختمان ماده این آمادگی وجود دارد که در هم فرو بریزد، اگر عمل فروریختن اتفاق بیفتد اولین اقدام برای مقابله با آن، کاهش درجه حرارت وسیله حرارت دهنده یا فشار اتاق خلأ و یا انتخاب محصول در اندازه کوچکتر است، توجه داریم که فروریختن عملی ناگهانی و غیرقابل برگشت است.

روش‌ها و سیستم‌های خشک کردن انجمادی

روش غیرمداوم

در این روش، در ابتدا درجه حرارت ماده منجمد 30°C - است، فشار اتاق خشک‌کننده در $0/15$ میلیمتر جیوه و درجه حرارت صفحات حرارت دهنده در 120°C تنظیم می‌شود. بعد از حدود ۸ ساعت تمام یخ تصعید شده و درجه حرارت توده باقی مانده به 65°C (درجه حرارت صفحات حرارت دهنده) و رطوبت به ۳ درصد می‌رسد. در این زمان با وارد کردن گاز نیتروژن خلأ موجود شکسته می‌شود و ماده نیز تحت اثر این گاز بسته بندی می‌شود.

نکته: کمترین فشار خشک کن که اقتصادی باشد تقریباً ۱۳ پاسکال است.

روش مداوم

این روش به دو صورت عمودی و افقی می‌باشد و ایراد آن، این است که در طی عملیات مقداری ذرات ریز ماده غذایی به وجود می‌آید و با بخار آب از ماده جدا می‌گردد. به طور کلی دستگاه‌های خشک کن انجمادی مداوم اقتصادی تر از انواع غیرمداوم می‌باشند.

کیفیت مواد خشک شده انجمادی

ارزش تغذیه‌ای و خصوصیات حسی این مواد قابل مقایسه با موادی است که تحت یک فرایند انجماد تند منجمد شده‌اند، البته وزن آنها کمتر بوده و در درجه حرارت معمولی کیفیت خود را حفظ می‌کنند، این مواد را می‌توان همچین به شکل ساده و راحتی به عنوان جزئی به مخلوط‌های خشک غذایی اضافه کرد. رنگ تازه ماده حفظ می‌شود و شکل آن به میزان کمی تغییر می‌کند. یک مزیت مهم دیگر، عدم انجام سخت شدن قشری و دور ماندن ماده غذایی از مسائل مربوط به آن است قدرت آبدار شدن مجدد این مواد بهتر است و برای اغذیه فوری ارزشمند می‌باشد.

در نهایت برجسته ترین خصوصیت این مواد حفظ مواد عطرزا در آنهاست، به طوری که بررسی‌های به عمل آمده از طریق گاز کروماتوگرافی نشان می‌دهد ۱۰۰-۸۰٪ مواد عطرزا حفظ می‌شوند.

بسته بندی

مواد خشک شده انجمادی در مقایسه با خشک شده به روش تند به وسیله بسته بندی مسدودتری نیاز دارند، زیرا در شرایط محیطی معمولی نگهداری می‌شوند. شیشه و مواد بسته بندی ۳ لایه از پلی اتیلن، آلومینیوم و پلی استر مواد مطلوبی می‌باشند.

عامل اقتصادی

به طور کلی روش خشک کردن انجمادی یک روش حفاظتی بسیار گران تلقی می‌شود، اما حفظ عطر و طعم، کیفیت فوری بودن و دوام این محصولات به آنها نوعی حقانیت اقتصادی بخشیده است، لذا انجام بررسی در جهت کارآمدتر کردن و توسعه آن مورد نیاز است.

تست‌های فصل هشت: خشک کردن انجمادی

۱- نگهداری سویه‌های میکروبی (لیوفیلیزاسیون) به چه طریقی صورت می‌گیرد؟

الف) خشک کردن (ب) پرتودهی (ج) خشک کردن انجمادی (د) پاستوریزاسیون

۲- اگر فاصله عامل حرارت دهنده و ماده غذایی میلی‌متر باشد، انتقال حرارت تابشی و اگر میلی‌متر باشد، به صورت هدایتی است.

الف) ۱، ۱۰ (ب) ۱۰، ۱ (ج) ۱۰، ۱۰ (د) ۱، ۱

۳- جهت تعیین نقطه پایانی فرایند خشک کردن انجمادی از کدام روش استفاده نمی‌شود؟

الف) افزایش فشار (ب) درجه حرارت (ج) کاهش فشار (د) توزین

۴- کدام یک از موارد زیر، جزء اقدامات اولیه برای مقابله با فرو ریختن ماده غذایی طی خشک کردن انجمادی می‌باشند؟

الف) کاهش درجه حرارت، کاهش فشار (ب) کاهش درجه حرارت، افزایش فشار

(ج) کاهش فشار، انتخاب محصول در اندازه بزرگ (د) افزایش فشار، انتخاب محصول در اندازه بزرگ

۵- برجسته‌ترین خصوصیت مواد غذایی خشک شده به صورت انجمادی چیست؟

الف) حفظ ویتامین‌ها (ب) حفظ مواد عطرها (ج) عدم سخت شدن قشری (د) حفظ رنگ

۶- کدام یک از موارد زیر در بسته بندی مواد خشک شده انجمادی به کار نمی‌رود؟

الف) پلی اتیلن (ب) آلومینیوم (ج) پلی استر (د) قلع

۷- در مرحله خشک کردن ثانوی، میزان کدام یک از موارد زیر کاهش می‌یابد؟

الف) آب آزاد (ب) آب منتشر (ج) آب متصل (د) گزینه الف و ب

۸- در مرحله خشک کردن تصعیدی کدام یک از پدیده‌های زیر صورت نمی‌گیرد؟

الف) انتقال مواد بودار (ب) انتقال چربی‌ها (ج) انتقال حرارت (د) انتقال بخار آب

۹- در مرحله انجماد، حجم ماده نسبت به آب می‌یابد و در محله تصعید حجم ماده غذایی

الف) افزایش، ثابت می‌ماند. (ب) افزایش، کاهش

ج) کاهش، ثابت می‌ماند (د) کاهش، افزایش

۱۰- در روش غیرمداوم، کمترین فشار ممکن از لحاظ اقتصادی چقدر است؟

الف) ۹ پاسکال (ب) ۱۰ پاسکال (ج) ۱۲ پاسکال (د) ۱۳ پاسکال

الف	ب	ج	د	
		✓		۱
✓				۲
		✓		۳
✓				۴
	✓			۵
			✓	۶
	✓			۷
	✓			۸
✓				۹
			✓	۱۰

فصل نهم: تخمیر

تخمیر نیز مانند خشک کردن، یک روش برای حفاظت ماده غذایی است. در جوامع صنعتی پیشرفته اهمیت اصلی اغذیه تخمیر شده به دلیل تنوعی است که در رژیم غذایی به وجود می‌آورند. اما در بسیاری مناطق کمتر توسعه یافته جهان، تخمیر و خشک کردن طبیعی هنوز روش‌های اصلی حفاظت مواد غذایی محسوب می‌شوند. در روش‌های مختلف حفاظت ماده غذایی، اساساً هدف کاهش میکروارگانیسم‌هاست، اما در تخمیر برخلاف این روش‌ها هدف افزایش میکروارگانیسم‌ها می‌باشد.

تخمیر به معنی تجزیه قند به الکل و دی‌اکسید کربن است.

امروزه واژه تخمیر در مورد واکنش‌ها و فرایندهای مختلفی به کار گرفته می‌شود که در بعضی موارد صحیح به نظر نمی‌آید. مثلاً تبدیل لاکتوز به اسیدلاکتیک توسط استرپتوکوکوس لاکتیس در شرایط بی‌هوازی بهتر صورت می‌گیرد و تخمیر واقعی است. اما تبدیل الکل اتیلیک به اسید استیک به وسیله باکتری استوباکتراستی در شرایط هوازی بهتر انجام می‌پذیرد و اگر بخواهیم صحیح تر بگوییم باید به جای تخمیر از واژه اکسیداسیون استفاده کنیم. توجه داریم که در مباحث متداول، تخمیر اشاره به تجزیه بی‌هوازی و هوازی کربوهیدرات‌ها دارد.

واکنشهایی که در برگیرنده کربوهیدرات‌ها و مواد مشابه کربوهیدرات‌ها هستند، تخمیری یا فرمنتاتیو (Fermentativ) نامیده می‌شوند. از تغییرات در مواد پروتئینی تحت عنوان پروتئولیتیک یا گندیدگی یاد می‌شود و تجزیه مواد چرب، لیپولیتیک گفته می‌شود.

فواید تخمیر

نگهداری و ایجاد تنوع در رژیم غذایی، جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌های بیماریزا به وسیله محصولات انتهایی تخمیر به خصوص اسیدها و بازها، افزایش مدت ماندگاری مواد غذایی از طریق افزایش اسیدیته.

در فرایندهای تخمیر اکثراً مقدار کمی از ماده به انرژی تبدیل شده و محصول آن الکل‌ها، اسیدهای آلی، آلدئیدها و کتون‌ها هستند. در مورد بعضی از اقلام غذایی مشخصاً گیاهی، انجام عمل تخمیر می‌تواند سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای و سلامت بیشتر آنها برای مصرف انسان شود.

بعضی از اجزاء سودمند غذایی مثل پروتئین و نشاسته به دلیل وضعیت خاص خود در سلول و ساختمان گیاهی، حالت گرفتار شده‌ای داشته و از این نظر به میزان زیادی غیرقابل هضم می‌شوند. در تخمیر، به خصوص توسط کپک‌ها، پوشش‌های غیرقابل هضم و دیواره‌های سلولی هم به طور فیزیکی و هم شیمیایی تجزیه می‌شوند. کپک‌ها سرشار از آنزیم‌های شکننده سلولز هستند، به علاوه کپک‌ها با رشد خود از طریق میسلیوم به درون ساختمان ماده غذایی نفوذ می‌کنند. این سبب تغییر بافت و نفوذپذیری به آب در هنگام پختن می‌شود. در سورقوم سفید که تحت اثر تخمیر اسید لاکتیک قرار گرفته مقدار موجودیت آهن به دو برابر افزایش یافته است. این افزایش با کاهش مقدار فیتات همراه بود که به نظر می‌رسد فیتات در اینجا توسط آنزیم هیدرولیز شده است (فیتات از جذب آهن جلوگیری می‌کند).

تست: برای حذف فیتات مواد غذایی از چه روشی استفاده می‌شود؟ (ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی ۹۳-۹۲)

الف) خشک کردن انجمادی ب) خشک کردن معمولی ج) عمل آوری د) تخمیر

پاسخ: گزینه «د» صحیح است.

همچنین افزایش میزان کارایی پروتئین (PER) در اثر تخمیر در مورد غلات و دانه‌های روغنی گزارش شده که ناشی از در دسترس بودن پروتئین و اسیدهای آمینه می‌باشد.

یکی دیگر از مزایای تخمیر، کاهش ویسکوزیته ماده خمیری حاصل از اختلاط آرد آنها با آب در اثر این عمل می‌باشد. این نکته، به خصوص از نظر دریافت انرژی غذایی در کودکان حائز اهمیت است.

تخمیر یکی از روش‌های حذف مواد سمی است. در این مورد می‌توان کاساوا که یک ماده غذایی خاص مناطق حاره است را مثال زد. این ماده دارای یک گلیکوزید سیانوژنی اصلی موسوم به لینامارین است که هنگام جویدن کاساوا تحت اثر و تماس با آنزیم لینامااز، اسید هیدروسیانیک (HCN) آزاد می‌کند که سمی است. در آفریقا غذایی به نام «گاری» طی یک فرایند و روش تخمیری (توسط کورینه باکتریوم مانیهوت) تهیه می‌شود.

از تخمیر برای حذف گلیکوزیدهای ایجادکننده گواتر در دانه شلغم روغنی، گوسیپول در پنبه دانه، افلاتوکسین در بادام زمینی و مواد ایجادکننده نفخ در لوبیاها (رافینوز، استاکیوز، ورباسکوز) استفاده شود.

تولید صنعتی موادی نظیر ریوفلاوین، ویتامین B_{۱۲} و پیش ساز ویتامین C به میزان زیادی از طریق فرایندهای خاص تخمیری انجام می‌شود. به همین ترتیب تولید ویتامین‌های گروه B در جریان تخمیر بعضی از مواد غذایی گیاهی صورت می‌گیرد.

تغییرات میکروبی در ماده غذایی

میکروارگانیسم‌های تخمیری، کربوهیدرات‌ها و مشتقات آنها را به میزان زیاد به الکل‌ها، اسیدها و دی‌اکسید کربن تبدیل می‌کنند، زمانی که این محصولات به میزان کافی تولید شوند، الکل‌ها و اسیدهای حاصل از تخمیر ارزشمند و اثر میکروارگانیسم‌های پروتئولیتیک و لیپولیتیک که قادر به فاسد نمودن مواد غذایی هستند جلوگیری می‌کنند.

اسیدهای تولید شده از طریق تخمیر، در حضور اکسیژن ممکن است توسط کپک‌ها شکسته شوند، در صورتی که چنین عملی صورت گیرد اثر بازدارنده اسید روی میکروارگانیسم‌ها از بین می‌رود.

ویژگی‌های لازم برای میکروارگانیسم‌های حفاظت‌کننده

میکروارگانیسم‌های حفاظت‌کننده باید از خصوصیات زیر برخوردار باشند:

- الف) باید روی سوبسترای مناسب سریعاً رشد و تکثیر نمایند.
- ب) باید قادر به حفظ هماهنگی فیزیولوژیک خود تحت شرایط مورد نظر بوده و به سهولت و مقدار کافی آنزیم‌های لازم را جهت انجام تغییرات شیمیایی خاصی تولید کند.
- ج) شرایط لازم برای حداکثر رشد آن باید حتی‌الامکان ساده باشد.

از ویژگی‌های میکروارگانیسم‌هایی که در امر تخمیر مورد استفاده قرار می‌گیرند این است که قدرت تولید آنزیم زیادی دارند.

ترتیب تجزیه مواد

در میان مواد غذایی، اول کربوهیدرات‌ها، سپس پروتئین‌ها و بعد چربی‌ها مورد حمله و تجزیه قرار می‌گیرند. در بین کربوهیدرات‌ها نیز ابتدا قندها، سپس الکل‌ها و بالاخره اسیدها مورد استفاده قرار

می‌گیرند و برای کسب انرژی به ترتیب اتصال‌های کربن گروه‌های CH_2 ، CH ، CHOH ، COOH شکسته شود.

اتصال کربنی CN برای میکروارگانیسم‌ها قابل استفاده نیست.

تست : اولین اتصال‌های کربن که توسط میکروارگانیسم‌های تخمیرکننده جهت تولید انرژی شکسته می‌شوند، کدام است؟ (ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی ۹۵-۹۴)

الف) CH (ب) CH_2 (ج) COOH (د) CHOH

پاسخ: گزینه «ب» صحیح است.

تست : ترتیب تجزیه مواد در فرایند تخمیر کدام است؟ (ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی ۹۵-۹۴)

الف) قند- الکل- اسید- پروتئین- چربی (ب) قند- اسید- الکل- چربی- پروتئین

ج) الکل- قند- پروتئین- چربی- اسید (د) الکل- پروتئین- قند- چربی- اسید

پاسخ: گزینه «الف» صحیح است.

عوامل کنترل کننده تخمیر

مهمترین این عوامل، اسید، میزان الکل، استفاده از آغازگر (starter) یا مایه، درجه حرارت، میزان اکسیژن و مقدار نمک می‌باشد.

تست : کدام مورد جزء فاکتورهای کنترل کننده تخمیر نیست؟ (ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی ۹۳-۹۲)

الف) اسید- الکل (ب) درجه حرارت- اکسیژن (ج) نمک- آغازگر (د) اسید- باز

پاسخ: گزینه «د» صحیح است.

اسید

اثرات بازدارنده اسید از ۳ طریق است:

(۱) اسید اضافه شده به ماده غذایی

(۲) اسیدی که جزئی از ماده غذایی است.

(۳) اسیدی که از طریق تخمیر تولید می‌شود.

مواد غذایی که دارای اسید هستند، به طور طبیعی در یک حالت محافظت شده هستند، اما اگر اکسیژن موجود باشد و کپک‌ها رشد کنند، اسید تخمیر شده و اثر حفاظتی آن از بین می‌رود که در چنین حالتی میکروارگانیسم‌های پروتئولیتیک ممکن است در سطح تدریجاً رشد نمایند. این وضع می‌تواند در طول رسیدن پنیر چدار صورت گیرد که یک عیب محسوب می‌شود.

میزان اسید همچنین در اثر خنثی شدن کاهش می‌یابد. بعضی از مخمرها شرایط با اسید بالا را تحمل می‌کنند و به آرامی محصولات نهایی قلیایی نظیر آمونیاک تولید می‌نمایند. این محصول قلیایی، اسید را خنثی می‌کند و اجازه رشد باکتری‌های پروتئولیتیک و لیپولیتیک را می‌دهد، این وضع در مورد رسیدن سطحی پنیر لیمبرگر مطلوب است. در نان، قند موجود در خمیر توسط مخمر تخمیر می‌شود، در اینجا هدف تولید گاز و بعضی از ترکیبات طعم‌زاست.

در نان ترش تخمیر همراه با تخمیر اسید لاکتیک توسط گروه لاکتو باسیلوس می‌باشد و علاوه بر ارائه طعم خاص اسید، از رشد باسیلوس‌ها در خمیر و نان جلوگیری می‌کند.

الکل

مخمرها تا حد ۱۵-۱۲ درصد (از نظر حجمی) می‌توانند الکل تولیدی توسط خود را تحمل کنند. شراب طبیعی ۱۳-۹ درصد الکل در اثر تخمیر دارد، در نتیجه یک فرایند پاستوریزاسیون ملایم روی آن انجام می‌گیرد.

استفاده از مایه میکروبی

افزودن مایه میکروبی باعث می‌شود که محیط تحت تسلط میکروارگانیسم‌های مورد نظر باشد.

درجه حرارت

برخی فرایندهای تخمیری، نظیر تولید کلم شور، نسبت به درجه حرارت حساس هستند.

اکسیژن

یک میکروارگانیسم در هنگام رشد در مقایسه با زمانی که عمل تخمیر انجام می‌دهد، به مقدار اکسیژن متفاوتی نیاز دارد. مثلاً، مخمر نانویی (ساکارومیسس سرویسیا) و مخمر شراب (ساکارومیسس الیپسوتیدوس) مثال‌های درخور توجهی هستند. هر دو آنها در شرایط هوازی رشد می‌کنند ولی عمل تخمیر قند را تحت شرایط بی‌هوازی سریع‌تر انجام می‌دهند.

نمک

میکروارگانیسم‌های تولیدکننده اسیدلاکتیک که در تخمیر زیتون، خیار، کلم، بعضی از سوسیس‌های گوشتی و... مورد استفاده قرار می‌گیرند، غلظت متوسط نمک ۱۰-۱۸٪ را تحمل می‌کنند.

بسیاری از میکروارگانیسم‌های پروتئولیتیک و مولد فساد که قادرند به خیارشور و کلم شور آسیب وارد سازند، نمی‌توانند غلظت نمکی بیش از حدود ۲/۵٪ را تحمل کنند و به خصوص وجود اسید و نمک به صورت همراه با هم را تحمل نمی‌کنند.

در این تخمیرها، اضافه کردن نمک، این امتیاز را برای میکروارگانیسم‌های اسیدلاکتیک فراهم می‌کند که حتی اگر میکروارگانیسم‌های پروتئولیتیک در خیار و کلم وجود داشته باشند باز هم بتوانند فعالیت کنند.

در تولید کلم شور تقریباً ۲/۵-۲٪ نمک به کلم اضافه می‌شود، در اینجا اثر حفاظت‌کننده اصلی مربوط به اسید است.

زیتون‌ها در آب نمکی با غلظت ۷-۱۰٪ قرار داده می‌شوند و خیار متداولاً در آب نمکی با غلظت ۱۵-۱۸٪ تخمیر می‌گردد.

در مورد پنیر، لاکتو باسیل‌های مقاوم در برابر نمک به تولید اسید ادامه داده و لخته پنیر را در طول رسیدن دستخوش تغییر می‌سازند.

بسیاری از انواع سوسیس‌ها و سایر گوشت‌های تخمیر شده، طعم‌های خاص خود را مدیون تخمیر توسط انواعی از باکتری‌های لوکونوستوک (Loconostoc)، لاکتو باسیلوس و پدیوکوکوس هستند.

تولید کشت برای تخمیر مواد غذایی

در تولید کلم شور، خیارشور، زیتون، کاکائو و قهوه، ماده اولیه به میزان کافی دارای ارگانسیم مورد نظر است که اگر شرایط لازم فراهم باشد، به شکل مناسب عمل می‌کنند.

در تولید پنیر، شیر، کره، نان و سرکه، کشت میکروبی خالص یا مخلوط به کار می‌رود.

انتخاب کشت

انتخاب کشت بر پایه پایداری و توانایی آن در تولید محصول مورد نظر صورت می‌گیرد. ثبات کشت یک خصوصیت مهم محسوب می‌شود و تغییر در بازده تولید نباید وجود داشته باشد. بعضی از کشت‌ها را می‌توان از طریق اصلاح نژاد بهبود بخشید، مثل مخمرهای اسپورزا، اما انتخاب متداول‌ترین روش برای اصلاح سویه‌هاست.

حفظ فعالیت کشت

زمانی که یک کشت مناسب تهیه شده باید به صورت خالص و فعال حفظ گردد. برای این هدف، ابتدا انتقال دوره‌ای کشت به کشت واسط مناسب و در مرحله بعد گرمخانه گذاری صورت می‌گیرد تا کشت به مرحله سکون یا توقف رشد برسد، سپس در حرارتی، به اندازه کافی پایین، آن را نگه می‌دارند تا از رشد بیشتر جلوگیری شود.

خشک کردن انجمادی یا لیوفیلیزه کردن (Lyophilization) و انجماد توسط نیتروژن مایع (-196°C) برای تولید کشت ذخیره به کار گرفته می‌شود.

تست : مراحل حفظ فعالیت کشت برای تخمیر به ترتیب کدام گزینه است؟ (ارشد بهداشت و

ایمنی مواد غذایی ۸۸-۸۹)

الف) گرمخانه گذاری، مرحله سکون، آماده کردن کشت

ب) انتقال کشت به کشت واسط، گرمخانه گذاری، مرحله سکون

ج) آماده کردن کشت، گرمخانه گذاری، خلوص

د) گرمخانه گذاری، انتقال کشت به کشت واسط، مرحله سکون

پاسخ: گزینه «ب» صحیح است.

حفظ خلوص کشت

برای این امر از ۳ روش استفاده می‌شود:

الف) آزمایش میکروسکوپی، در این روش فقط اگر ارگانیسم آلوده کننده از نظر ظاهر با ارگانیسم مورد نظر متفاوت باشد، عدم خلوص مشخص می‌شود.

ب) انجام کشت روی آگار که اجازه رشد را فقط به میکروارگانیسم‌های آلوده کننده می‌دهد.

ج) انجام آزمایش‌هایی برای پی بردن به موادی که توسط میکروارگانیسم مورد نظر تولید نمی‌شوند، مثلاً کاتالاز در مورد باکتری‌های لاکتیک.

آماده کردن کشت

کشت مادر به طور روزانه از محیط کشت مادر قبلی و بدو از کشت ذخیره تهیه می‌شود. سازندگان کشت سعی می‌کنند کشتی را تولید و حفظ کنند که:

الف) فقط شامل میکروارگانیسم‌های مورد نظر باشد.

ب) از نظر تعداد، نسبت میکروب‌ها و فعالیت آن در روزهای مختلف ثابت باشد.

ج) از جهت تولید محصول مورد نظر فعال باشد.

د) در مقابل شرایط نامناسب، مثلاً گرما پایدار و مقاوم باشد.

تخمیرهای غذایی

چنانچه محصول به دست آمده از فعالیت میکروارگانیسم‌ها فقط یک ماده باشد، تخمیر همگن و در صورتی که مخلوطی از مواد مختلف تولید شود، به تخمیر مربوطه تخمیر ناهمگن می‌گویند. به طور کلی تخمیرها را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد؛ تخمیرهای لاکتیک، تخمیرهای الکلی، تخمیرهای الکلی-اسیدی مخلوط.

تخمیر لاکتیک

در این تخمیرها، باکتری‌ها با استفاده از ماده قندی موجود در محیط، اسیدلاکتیک تولید می‌کنند. این اسید شرایط را برای میکروارگانیسم‌هایی که قادر به تحمل اسید نیستند نامساعد می‌کند، اما برای حفاظت ماده غذایی کافی نیست و برای به وجود آمدن چنین نقشی لازم است که تولید آن همراه با تشکیل مقادیری از اسید استیک، اتانول و برخی آنتی بیوتیک‌ها باشد.

امروزه از تخمیر لاکتیک برای تولید فرآورده‌های مختلف سبزی، مواد لبنی نظیر پنیر و ماست و گوشت استفاده می‌گردد.

در مورد میوه‌های اسیدی به طور طبیعی تخمیر لاکتیک صورت نمی‌گیرد و به جای آن تخمیر الکلی انجام می‌شود، زیرا این نوع تخمیر شرایط اسیدی را بیشتر تحمل می‌کند.

نکته: تخمیر لاکتیک اساساً برای گوشت و سایر اقلام غذایی که حاوی پروتئین زیاد و مواد قندی کمی هستند مناسب نیست ولی با نقش حفاظتی و تغییر ویژگی‌های ماده گوشتی به کار می‌رود.

تخمیر الکلی

از این نوع تخمیر برای تولید نوشابه‌های الکلی، شامل آبجو و شراب استفاده می‌گردد. طی این تخمیر علاوه بر الکل، موادی با عطر و طعم خاص تولید می‌شوند و در مورد این مواد عمل پاستوریزاسیون هم صورت می‌گیرد.

در تولید نان، تخمیر الکلی نقش اساسی را به عهده دارد، در اینجا هدف اصلی تولید دی اکسید کربن است که بافت متخلخل را در نان ایجاد می‌کند.

مخمر مورد استفاده در تولید نان، ساکارومیسس سرویسیا است. در جریان این تخمیر اسیدهای لاکتیک و استیک تولید می‌شود و این اسیدها محیط را برای فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز که تجزیه کننده نشاسته و فراهم آورنده قندهای ساده برای استفاده مخمر و تولید گاز کربنیک است، مناسب می‌کنند.

تخمیر الکلی - اسیدی مخلوط

تولید سرکه، سس سویا و تولید کفیر (kefir) و کومیس (kumis) که شیرهای تخمیر شده و حاوی مقادیر کمی اسید و الکل هستند از جمله فرایندهای تخمیری مشخص از این نوع تخمیر هستند. در جریان فرایند کاکائو و قهوه نیز چنین تخمیری انجام می‌شود. در جریان این تخمیر از مواد قندی ساده حاصل از عمل تجزیه، الکل تولید می‌شود که به دنبال آن این الکل می‌تواند اکسید شود و به اسید تبدیل گردد.

تست : تولید سس سویا چگونه تخمیری است؟ (ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی ۸۹-۸۸)

الف) اسیدی ب) الکلی ج) الکلی - اسیدی د) لاکتیک

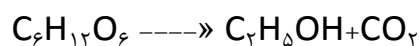
پاسخ: گزینه «ج» صحیح است

سرکه

در این مورد ابتدا تخمیر الکلی و به دنبال آن تخمیر استیک انجام می‌شود و به طور کلی این ماده عبارت است از محلول رقیق اسید استیک در آب همراه با مواد ایجادکننده طعم و رنگ، اسیدهای موجود در میوه‌ها، استرها و نمک‌های معدنی.

توجه داریم که اسید استیک جزء موثر و فعال سرکه است. در آمریکا سرکه باید حداقل دارای ۴ گرم اسید استیک در هر ۱۰ میلی لیتر باشد.

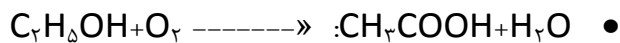
تشکیل الکل از قند توسط ساکارومیسس الیپسوییدوس صورت می‌گیرد:



علاوه بر قند، مواد اسیدی دیگر نیز باید موجود باشند. اسید مورد نظر، به طور کلی، اسید مالیک است.

شرایط مناسب برای رشد مخمرها در طول عملیات تخمیر ۲۶-۲۳ درجه است. در ۳۷ درجه تخمیر یک حالت غیرطبیعی پیدا می‌کند و در حدود ۴۰ درجه، تخمیر متوقف می‌گردد.

غیر از آغاز کار که مقداری هوا دادن جهت رشد و تکثیر مخمر لازم است، اصولاً هوا در طول جریان تخمیر الکلی لازم نمی‌باشد. به علاوه وجود هوا در مراحل بعدی تخمیر قابل ایراد است، زیرا سبب رشد پاره‌ای باکتری‌های مضر می‌گردد که در نتیجه باعث از دست رفتن الکل می‌شود. در مرحله اول تهیه سرکه، تا آن حد تخمیر ادامه می‌یابد که تمام قند تبدیل به الکل و دی‌اکسید کربن شود، پس از این مرحله مخمرها را از محیط جدا می‌کنند و این عمل را که باید قبل از تخمیر استیک صورت گیرد می‌توان از طریق صاف کردن انجام داد تا سبب ایجاد بدطعمی نگردد. تولید اسیداستیک ناشی از اکسیداسیون الکل است و این عمل توسط باکتری‌های سرکه در حضور اکسیژن هوا صورت می‌گیرد. واکنش مربوط به تولید اسید به صورت زیر می‌باشد:



بهترین عملی که از رشد میکروارگانیسم‌های زیان آور در این فرایند جلوگیری می‌کند، اضافه کردن سرکه پاستوریزه نشده قوی به محیط پس از کامل شدن تخمیر الکلی می‌باشد. توجه داریم که میزان تبدیل الکل به اسید استیک بستگی به فعالیت میکروارگانیسم‌ها، میزان الکل موجود، درجه حرارت و میزان سطح در مجاورت هوا به ازاء هر واحد حجم دارد.

موضوع سطح تماس با هوا دارای اهمیت زیادی می‌باشد و مدت لازم برای انجام فرایند حدود ۳ ماه یا بیشتر است. اما در سیستم‌های پیشرفته که سطح تماس با هوا زیاد است، مدت مورد نیاز از چند ساعت تجاوز نمی‌نماید.

پس از کامل شدن فرایند، سرکه را باید در ظروف مناسب، بدون تماس با هوا (جهت جلوگیری از تبدیل سرکه به آب و دی‌اکسید کربن) نگهداری کرد، همچنین می‌توان سرکه را پاستوریزه کرد، این عمل در حرارت ۶۵°C صورت می‌گیرد.

در تولید سرکه، مقدار اسید استیک محصول نهایی مهم است. از نقطه نظر تئوری به ازاء هر ۱۰۰ واحد قند موجود در محیط تخمیر، ۵۱ واحد الکل و ۴۹ واحد دی‌اکسید کربن باید تولید شود. اما عملاً بین

۴۵ تا ۴۷ واحد الکل تولید شده و بقیه توسط مخمر مصرف می‌گردد. چنانچه با عصاره سیبی که حاوی ۱۰٪ قند است، عمل تخمیر آغاز شود، تقریباً ۴/۶ درصد الکل به دست می‌آید.

از نظر تولید اسید استیک باید به ازاء هر ۱۰۰ واحد الکل، ۱۳۰ واحد اسید استیک به دست آید. اما در عمل، حدوداً ۱۲۰ واحد اسید استیک به دست می‌آید. بنابراین چنانچه با ۱۰۰ واحد قند عمل تخمیر آغاز گردد، می‌توان حدوداً ۶۰-۵۰ واحد اسید استیک به دست آورد.

تست‌های فصل نهم: تخمیر

۱- تخمیر به معنی تجزیه قندها به و می‌باشد.

- الف) الکل و منوکسید کربن
ب) الکل و دی‌اکسید کربن
ج) لاکتوز و دی‌اکسید کربن
د) الکل و اسید

۲- تغییرات در مواد پروتئینی چیست؟

- الف) پروتئولیتیک
ب) فرمنتاتیو
ج) لیپولیتیک
د) آنزیماتیک

۳- ماده سمی در تخم پنبه دانه چه نام دارد؟

- الف) افلاتوکسین
ب) لینامارین
ج) رافینوز
د) گوسیپول

۴- کدام یک از ویتامین‌های زیر در جریان تخمیر تولید نمی‌شود؟

- الف) B₁₂
ب) D
ج) B₂
د) پیش‌ساز ویتامین C

۵- کدامیک از گزینه‌های زیر از خصوصیات میکروارگانیسم‌های حفاظت‌کننده نمی‌باشد؟

- الف) رشد سریع روی سوبسترای مناسب
ب) تولید کافی آنزیم
ج) میکروارگانیسم شاخص باشد
د) شرایط رشد ساده

۶- ترتیب تجزیه مواد غذایی به ترتیب چگونه است؟

- الف) کربوهیدرات، پروتئین، چربی
ب) کربوهیدرات، چربی، پروتئین
ج) چربی، کربوهیدرات، پروتئین
د) پروتئین، کربوهیدرات، چربی

۷- در کدام یک از محصولات زیر، هدف از تخمیر تولید گاز و بعضی از ترکیبات طعم‌زا است؟

- الف) پنیر لیمرگر
ب) پنیر جدار
ج) ماست
د) نان

۸- در تولید کلم شور، اثر حفاظت کننده اصلی مربوط به کدام ماده است؟

الف) نمک (ب) اسید (ج) درجه حرارت (د) الکل

۹- طعم خاص سوسیس، ناشی از تخمیر توسط کدام مورد نمی باشد؟

الف) لوکونوستوک (ب) ساکارومیسس سرویسیا (ج) لاکتوباسیلوس (د) پدیوکوکوس

۱۰- در کدام یک از روش های حفظ خلوص کشت، اجازه رشد فقط به میکروارگانیسم های آلوده کننده داده می شود؟

الف) کشت روی آگار (ب) آزمایش میکروسکوپی
ج) کشت روی محیط براث (د) گزینه الف و ج صحیح است.

۱۱- در تولید نان، چه تخمیری به کار می رود؟

الف) اسیدی (ب) الکی-اسیدی (ج) الکی (د) هیچکدام

۱۲- در تهیه سرکه، ابتدا تخمیر و به دنبال آن تخمیر انجام می شود.

الف) الکی، الکی-اسیدی (ب) الکی، استیک
ج) استیک، الکی (د) الکی-اسیدی، الکی

۱۳- در چه دمایی تخمیر متوقف می شود؟

الف) ۲۳ درجه (ب) ۲۶ درجه (ج) ۳۷ درجه (د) ۴۰ درجه

۱۴- کدام گزینه صحیح است؟

الف) در تولید پنیر کشت میکروبی خالص یا مخلوط به کار گرفته می شود.

ب) مخمرها تا حد ۱۳-۹٪ الکل تولیدی توسط خود را تحمل می کنند.

ج) اتصال کربنی CN برای میکروارگانیسم ها قابل استفاده است.

(د) فیتات باعث جذب بیشتر آهن می شود.

۱۵- چنانچه محصول به دست آمده از تخمیر، فقط یک ماده باشد، تخمیر نامیده می شود.

الف) ناهمگن (ب) الکلی (ج) همگن (د) اسیدی

۱۶- در مورد کدامیک از گزینه های زیر، تخمیر لاکتیک صورت نمی گیرد؟

الف) سبزی ها (ب) میوه ها (ج) پنیر (د) ماست

۱۷- پاستوریزه کردن سرکه در چه دمایی صورت می گیرد؟

الف) ۴۰ درجه (ب) ۲۶ درجه (ج) ۱۰۰ درجه (د) ۶۵ درجه

۱۸- کدام گزینه از ویژگی های کشت مناسب نمی باشد؟

الف) چندین نوع میکروارگانیسم در آن فعال باشند.

ب) فقط شامل میکروارگانیسم مورد نظر باشد.

ج) در مقابل گرما پایدار باشد.

د) گزینه ب و ج صحیح است.

۱۹- کدام مورد زیر از عوامل ایجادکننده نفخ در لوبیا نمی باشد؟

الف) رافینوز (ب) لینامازا (ج) استاکیوز (د) ورباسکوز

۲۰- کدامیک از موارد زیر در اثر تخمیر الکلی - اسیدی به وجود می آید؟

الف) نان (ب) کفیر (ج) شراب (د) ماست

سوال	پاسخ	سوال	پاسخ
۱	ب	۱۱	ج
۲	الف	۱۲	ب
۳	د	۱۳	د
۴	ب	۱۴	الف
۵	ج	۱۵	ج
۶	الف	۱۶	ب
۷	د	۱۷	د
۸	ب	۱۸	الف
۹	ب	۱۹	ج
۱۰	الف	۲۰	ب

فصل دهم: عمل آوری و شور کردن

نمک با جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌های زیان‌آور، امکان رشد بهتر میکروارگانیسم‌های سودمند را برای انجام یک فرایند و تولید ماده غذایی خاصی فراهم می‌کند. چنانچه این فرایند در مورد گوشت به کار گرفته شود، آن را عمل آوری (curing) و در صورتی که در مورد میوه‌ها و سبزی‌ها به کار رود، آن را شور کردن (Pickling) می‌گویند.

عمل آوری گوشت

عمل آوری گوشت در ابتدا به منظور حفظ کردن این ماده در زمان طولانی صورت می‌گرفت اما امروزه موضوع طعم گوشت‌ها مورد توجه است.

نکته مهم: داوطلبین محترم توجه فرمایید که با تهیه این جزوات دیگر نیاز به خرید هیچ گونه کتاب مرجع دیگری نخواهید داشت. برای اطلاع از نحوه دریافت جزوات کامل با شماره‌های زیر تماس حاصل فرمایید.

۰۲۱/۶۶۹۰۲۰۶۱-۶۶۹۰۲۰۳۸-۰۹۳۷۲۲۲۳۷۵۶

۰۱۳/۳۳۳۳۸۰۰۲ (رشت)

۰۱۳/۴۲۳۴۲۵۴۳ (لاهیجان)

خرید اینترنتی:

Shop.nokhbegaan.ir