وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

معاونت ترویج

# دستورالعمل جامع تولید کنسرو سبزی‌ها

**نویسنده:**

اصلان عزیزی

| | | |
|---|---|---|
| سرشناسه | : | عزیزی، اصلان، ۱۳۳۱ - |
| عنوان و نام پدیدآور | : | دستورالعمل جامع تولید کنسرو سبزیها/نویسنده اصلان عزیزی ؛ تهیه شده در مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی |
| مشخصات نشر | : | کرج: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی، ۱۳۹۷. |
| مشخصات ظاهری | : | ۱۰۸ ص.: مصور. |
| شابک | : | رایگان۲-۴۴۶-۵۲۰-۹۶۴-۹۷۸ |
| وضعیت فهرست نویسی | : | فیپا |
| یادداشت | : | کتابنامه: ص. ۹۷. |
| موضوع | : | کنسروسازی |
| موضوع | : | Canned foods industry |
| موضوع | : | سبزی ها -- بسته بندی |
| موضوع | : | Vegetables -- Packaging |
| شناسه افزوده | : | سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. نشر آموزش کشاورزی |
| شناسه افزوده | : | مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. دفتر شبکه دانش و رسانه های ترویجی |
| رده بندی کنگره | : | ۱۳۹۷ ۵د ۴ع/TP۳۷۱/۳ |
| رده بندی دیویی | : | ۶۶۴/۰۲۸۲ |
| شماره کتابشناسی ملی | : | ۵۲۹۳۲۷۲ |

ISBN: 978-964-520-446-2

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۵۲۰-۴۴۶-۲

نشر آموزش کشاورزی

**عنوان:** دستورالعمل جامع تولید کنسرو سبزی‌ها

**نویسنده:** اصلان عزیزی

**ویراستاران ترویجی:** سعیده اجاقی و حسام الدین غلامی

**ویراستار ادبی:** سمیرا میرنظامی

**سرویراستار:** وجیهه سادات فاطمی

**مدیر داخلی:** شیوا پارسا نیک

**تهیه شده در:** مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

**ناشر:** نشر آموزش کشاورزی

**شمارگان:** ۲۵۰۰ جلد

**نوبت چاپ:** اول، ۱۳۹۷

**قیمت:** رایگان

**مسئولیت صحت مطالب با نویسنده است.**

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی ۵۴۱۰۷ به تاریخ ۹۷/۵/۱۴ است.



نشانی: تهران، بزرگراه چمران، خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،

صندوق پستی: ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵، تلفکس: ۲۲۴۱۳۹۲۳- ۰۲۱

## فهرست


مقدمه..... ۷

فساد میکروبی در غذاهای کنسروی..... ۱۴

آلودگی میکروبی کنسروها ..... ۱۷

آلودگی‌های قبل از فراوری ..... ۱۷

فراوری ناقص ..... ۱۷

فساد توسط میکروب‌های گرمادوست..... ۱۸

فساد به‌دلیل نشت قوطی ..... ۱۸

تعیین زمان فرایند حرارتی برای سبزی‌ها..... ۲۷

جداسازی و شناسایی میکروب‌های غیرهوازی..... ۲۸

تعیین فاکتورهای F۰،Z، D در قارچ دکمه‌ای و صدفی..... ۴۴

مطالعه نفوذ حرارتی..... ۵۶

ترسیم منحنی‌های نفوذ حرارتی..... ۶۲

محاسبه فرایند حرارتی..... ۸۷

تولید کنسرو سبزی‌ها ..... ۹۰

کنسرو نخودفرنگی..... ۹۰

کنسرو لوبیا سبز ..... ۹۲

کنسرو قارچ..... ۹۳

کنسرو گوجه‌فرنگی..... ۹۴

کنسرو هویج‌فرنگی ..... ۹۵

کنسرو سیب‌زمینی..... ۹۶

منابع..... ۹۸

## مقدمه

هدف اصلی از فرایند حرارتی در کنسرو سبزی‌ها، ازبین‌بردن باکتری‌ها و قارچ‌های فاسدکننده و بیماری‌زا در سبزیجات است (شکل ۱). اعمال صحیح فرایند حرارتی علاوه بر حفظ ارزش غذایی محصول (ویتامین‌ها و املاح) منجر می‌شود تا قابلیت نگهداری محصولات غذایی از طریق جلوگیری از فساد میکروبی یا واکنش نامطلوب آنزیمی (آنزیم‌ها ترکیباتی هستند که می‌توانند سرعت واکنش را افزایش دهند) افزایش یابد. مهم‌ترین مسئله در طراحی این‌گونه فرایندها تعیین مدت زمان و دمای مورد نیاز آنهاست.

**شکل ۱- کنسروهای متداول در کشور**

در سراسر دنیا برای عرضه مواد غذایی کنسروشده به بازارهای مصرف، براساس مقررات فائو[1] ارائه نمودارهای فرایند حرارتی[2] و مواد غذایی الزامی است. محصولات تولیدشده در کشور فاقد این اطلاعات است. برای حضور فعال صادرکنندگان مواد کنسروشده در بازارهای جهانی، به ارائه زمان و درجه حرارت واقعی فرایند حرارتی نیاز است. تولید محصولات کنسروشده در کشور اغلب بدون محاسبه و اندازه‌گیری، به‌طور حدس و گمان صورت می‌گیرد و بیش‌تر اوقات حرارت‌دهی تا چند برابر زمان واقعی مورد نیاز است. این در حالی است که تعیین فرایند حرارتی و محاسبه زمان فرایند کاری الزامی است. تاکنون گزارشی مبنی‌بر تعیین فرایند حرارتی و اندازه‌گیری مقادیر F و D و $F_0$ و Z برای هیچ‌یک از میکروب‌های مقاوم به حرارت در کشور صورت نگرفته است. تعاریف هر کدام از اصطلاحات فوق عبارت‌اند از:

مقدار D: زمان لازم برای کاهش ۹۰ درصد میکروارگانیسم‌ها (یک سیکل لگاریتمی) در محیط مشخص.

---

۱. FAO

۲.Thermal processing chart

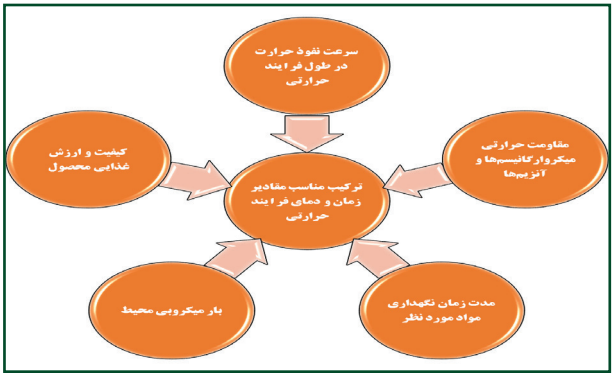
مقدار F: مدت زمان مورد نیاز برای ازبین‌بردن میکروارگانیسم‌های مشخص در زمان مشخص در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد.

مقدار $F_0$: مدت زمان مورد نیاز برای ازبین‌بردن میکروارگانیسم‌های مشخص در زمان مشخص در دمای ۱۲۱ درجه با z18.

مقدار Z: میزان درجه فارنهایت مورد نیاز برای هر باکتری بخصوص که در منحنی مرگ حرارتی یک سیکل لگاریتمی را طی کند.

عوامل متعددی در تعیین ترکیب مناسب مقادیر زمان و دمای فرایند حرارتی نقش دارند (شکل ۲). این عوامل را می‌توانید در شکل ۳ مشاهده کنید.

**شکل ۲- کنسرو قارچ تولیدی با اعمال فرایند حرارتی محاسبه‌شده**




**شـکل ۳- عواملی که در تعیین ترکیب مناسب مقادیر زمان و دمای فرایند حرارتی نقش دارند**

سـرعت نفـوذ حـرارت بـه مرکـز قطعـه یـا تـوده مـاده غذایـی بـه عواملـی ماننـد سـرعت انتقـال حـرارت یعنـی اختـلاف دمایـی و سـطح انتقـال حـرارت و مقاومـت لایه‌هـای سـطحی در برابـر جریـان انـرژی حرارتـی بسـتگی دارد. بنابرایـن، محاسـبه دقیـق زمـان حـرارت و درجـه حـرارت مطلـوب ضـروری اسـت. از نظـر فراینـد حرارتـی، مـواد غذایـی بـه سـه گـروه تقسـیم می‌شـوند. ایـن تقسـیم‌بندی در جـدول ۱ قـرار گرفتـه اسـت.

**جدول ۱- سه گروه مواد غذایی از نظر فرایند حرارتی**

| نوع گروه مواد غذایی | شدت اسیدیته | pH |
|---|---|---|
| گروه اول | کم‌اسید | برابر یا بیش‌تر از ۴/۵ |
| گروه دوم | اسیدی | برابر ۳/۷ تا ۴/۵ |
| گروه سوم | بسیار اسیدی | برابر یا کم‌تر از ۳/۷ |

*کلستریدیوم‌ها*

*کلستریدیوم‌ها* (جنسی از باکتری‌های میله‌ای‌شکل) که در گروه اول مواد غذایی هستند، موجب بروز مسائلی می‌شوند. این باکتری‌ها بویژه *کلستریدیوم بوتولینوم* در داخل قوطی‌های کنسرو رشد می‌کنند و سبب بادکردگی و تولید سم کشنده بوتولینوم می‌شود. برای ازبین‌بردن اسپور (ساختاری تولیدمثلی است) این باکتری غیرهوازی و مقاوم به حرارت، از فرایند حرارتی استفاده می‌شود. اعمال مقدار $F_0$=۳ برای این گروه از مواد غذایی با pH ۴/۵ و به بالا اجباری است. با توجه به اینکه *کلستریدیوم بوتولینوم* میکروبی خطرناک است، دانشمندان و متخصصان صنایع غذایی تمایل کم‌تری دارند از این میکروارگانیسم به‌عنوان آزمایش و آزمون میکروارگانیسم استفاده کنند. به همین

دلیـل از میکـروب مشـابه با نـام *کلسـتریدیوم اسـپروجینز*[۱] PA ۳۶۷۹ کـه غیرسـمی اسـت، اسـتفاده می‌کننـد. ایـن میکروارگانیسـم خیلـی مقاوم‌تـر از *کلسـتریدیوم بوتولینـوم* بـوده و دارای خـواص تقریبـاً مشـابهی بـا *کلسـتریدیوم بوتولینـوم* اسـت. مقدار (D) ایـن میکروارگانیسـم در مناطق مختلـف بـا توجه بـه اقلیم آن با میکـروب اولیه تفـاوت دارد. بـرای تعییـن زمان فراینـد حرارتی دقیق هر محصـول باید از میکروارگانیسـم‌های مقـاوم به حـرارت آن منطقه و اقلیم که عامـل فسـاد کنسـرو و کمپوت اسـت، اسـتفاده کرد.

داشـتن دانـش فنـی کافـی بـرای فـراوری مـواد غذایی و چگونگـی فرایندسـازی آنهـا و پژوهـش دربـاره فـراوری و فرایندهـای حرارتی محاسبه‌شـده در صنایـع تبدیلی نه‌تنها از اتـلاف انـرژی جلوگیـری می‌کنـد، بلکـه از ضایعـات محصـولات کشـاورزی و مسـمومیت‌های شـدید کـه بـه مـرگ منجـر می‌شـود نیـز ممانعـت به‌عمـل مـی‌آورد.

---

۱.Clostriruum Sprogens

در سراسر دنیا برای عرضه مواد غذایی کنسروی به بازار بر طبق مقررات سازمان غذا و داروی آمریکا[۱] و فائو، ارائه نمودار فرایند حرارتی آن مواد غذایی الزامی است. به دلیل شرایط اقلیمی، میکروارگانیسم‌ها خصوصیات یکسانی ندارند. فروشندگان دستگاه‌های فراوری کنسرو و کمپوت بدون درنظرگرفتن شرایط بهداشت فردی و شرایط محیطی میکروفلور طبیعی، مقدار $F_0$ استاندارد کشور خودشان را که براساس تحقیقات دقیق مطابق شرایط خودشان تهیه شده است، به تولیدکنندگان کشور مقصد می‌دهند. در حالی که این شرکت‌ها هیچ مطالعه و اطلاعی درباره میزان آلودگی و نوع آلودگی کشور مقصد ندارند. اغلب تولیدکنندگان این دستگاه‌ها، کشورهای اروپایی با شرایط آب‌وهوایی سرد هستند که تفاوت زیادی با اقلیم ایران دارند. کشور ما شرایط آب‌وهوایی متنوعی دارد، به‌طوری که فاصله حداقل و حداکثر درجه حرارت همیشه بیش‌تر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. بنابراین، نمی‌توان شرایط فرایند حرارتی میکروبی کشورهای صادرکننده دستگاه‌های سازنده را به‌عنوان شاخص حرارتی در کشور به‌کار برد.

---

۱.FDA

برای تحکیم‌بخشیدن به دانش فنی صنعت کنسرو و کمپوت در کشور و امکان رقابت در بازارهای جهانی، به مطالعه فرایند حرارتی نیاز مبرم است. تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای در داخل کشور برای شناسایی میکروب‌های غیرهوازی مقاوم به حرارت و باکتریولوژی حرارتی[۱] در فرایند حرارتی صورت نگرفته است. وجود میکروارگانیسم *کلستریدیوم بوتولینوم* در کشورهای آمریکا، انگلیس، فرانسه، ژاپن، آلمان و شوروی سابق گزارش شده است و این کشورها مطالعات بسیاری درباره فرایند حرارتی و تعیین فرایند حرارتی برای محصولات خود انجام داده‌اند.

## فساد میکروبی در غذاهای کنسروی

فساد میکروبی مواد غذایی کنسروشده به عوامل داخلی قوطی کنسرو بستگی دارد که عبارت‌اند از:

۱- تعداد میکروب‌هایی که فرایند حرارتی را تحمل کرده‌اند و زنده مانده‌اند؛

۲- دمای مناسب برای رشد میکروب‌های زنده مانده؛

۳- دمای نگهداری مواد فرایندشده؛

---

۱.Thermal bacteriology

۴- مناسب‌بودن مواد غذایی کنسروشده برای رشد و نمو میکروب‌ها؛

۵- pH مواد غذایی در رابطه با رشد میکروب‌ها؛

۶- اکسیژن موجود در قوطی و نیاز اکسیژنی میکروب‌ها برای رشد؛

۷- مواد افزودنی به قوطی که باعث افزایش اکسیژن در قوطی می‌شود مانند نشاسته، یا موادی که باعث جلوگیری از رشد میکروب‌ها می‌شود، مانند ادویه؛

۸- این میکروب‌ها اغلب قادر به رشد در دمای بین ۲۰ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد هستند.

در فرایند حرارتی مواد غذایی با pH بیش‌تر از ۴/۶، زمانِ فرایند حرارتی بر اساس ازبین‌بردن مقاوم‌ترین میکروارگانیسم غیرهوازی است. این میکروارگانیسم قادر است در دمای بالای استریلزاسیون [۱] تجارتی رشد کند. باکتری‌های گرمادوست بیش‌تر از باکتری‌های سرمادوست به حرارت مقاوم هستند.

خاک منشأ اصلی اسپورهای عامل فساد در صنعت غذاست که در طول فراوری همراه سبزی و میوه وارد خط تولید می‌شوند. خاک‌های هوموسی

۱.sterilization

بستر رودخانه‌ها، ساحل و خاک دریا میزان آلودگی بیش‌تری به اسپور باکتری‌ها دارند. یک گرم خاک می‌تواند $10^{16}$ تا $10^{18}$ باکتری داشته باشد. سبزی‌های برگی که روی خاک (شکل ۴) یا نزدیک به خاک کاشته می‌شوند، شانس آلودگی بیش‌تری به اسپور باکتری‌ها دارند. شست‌وشوی سبزی‌ها و میوه‌ها با مواد شوینده می‌تواند در کاهش آلودگی احتمالی کنسرو مؤثر باشد. استفاده از آب کلردار ppm ۱۵۰(قسمت در میلیون) می‌تواند به‌طور درخور توجهی میزان آلودگی میکروبی را کاهش دهد.

**شکل ۴- نمونه‌ای از سبزی‌های برگی که روی خاک قرار دارند**

## آلودگی میکروبی کنسروها

آلودگی میکروبی کنسروها به‌دلیل ناکافی بودن فرایند حرارتی یا بر اثر مشکلات بسته‌بندی به‌وجود می‌آید. در ادامه این دلایل توضیح داده می‌شود.

### آلودگی‌های قبل از فراوری[۱]

این آلودگی قبل از فراوری در مواد غذایی ایجاد می‌شود یا در اثر وجود میکروب‌های گرمادوست در مواد غذایی که قادرند فرایند حرارتی را تحمل کنند، به‌وجود می‌آید. این فساد باعث کاهش خلأ در داخل قوطی و ایجاد فشار در آن می‌شود. بنابراین به دوخت قوطی آسیب می‌رسد و درنتیجه به ایجاد نشت در قوطی کنسرو منجر می‌شود.

### فراوری ناقص[۲]

فراوری ناقص می‌تواند به‌دلیل محاسبه‌نکردن دقیق فراوری یا بی‌دقتی و خطای انسانی صورت گیرد.

---

۱.Incipient spoilage

۲.Inadequate thermal processing

### فساد توسط میکروب‌های گرمادوست[۱]

مقاومت حرارتی اسپورهای تولیدشده در دمای بالا بیش‌تر از اسپورهای تولیدشده در دمای پایین است. بنابراین، فرایند حرارتی تعریف‌شده برای میکروب‌های سرمادوست نمی‌تواند برای انهدام اسپور میکروب‌های گرمادوست کافی باشد. به همین دلیل اسپور این میکروب‌ها بعد از فرایند حرارتی قادر به مقاومت و زنده‌ماندن هستند.

### فساد به‌دلیل نشت قوطی[۲]

در این مورد، فساد به‌دلیل دوخت غلط یا مشکلات دستگاه‌های دربندی ایجاد می‌شود (شکل۵) یا در شیشه‌های حامل مواد غذایی فاقد مواد رزینی مناسب هستند که در طول خنک‌کردن، آب به داخل نفوذ می‌کند و درنتیجه ماده غذایی داخل قوطی آلوده می‌شود. قوطی‌های آلوده در کم‌تر از یک هفته باد می‌کنند و موجب می‌شود قوطی بترکد یا منفجر شود. برای جلوگیری از این‌گونه مشکلات اغلب از آب کلردار برای خنک‌کردن قوطی‌های فراوری‌شده استفاده می‌شود.

---

۱.Thermophilic spoilage

۲.Leaker spoilage

**شکل ۵- کوچک‌ترین نشتی غذا به بیرون از قوطی کل غذا را فاسد کرده است. چنین محصولی را مصرف نکنید.**

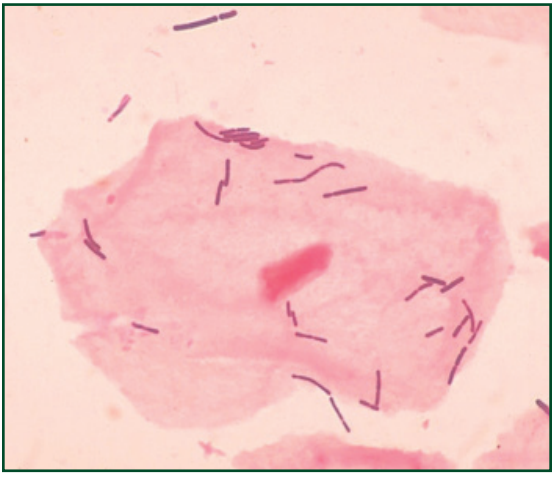
در فراوری مواد غذایی کم‌اسید، خنک‌کردن سریع بعد از فرایند حرارتی یا نگهداری قوطی‌های فراوری‌شده در دمای بالا ۴۰ درجه سانتی‌گراد باعث فعالیت باکتری‌های گرمادوست می‌شود. برای غیرفعال‌کردن این میکروارگانیسم‌ها نیاز است از فرایند حرارتی بیش‌تر از حد معمول که برای باکتری‌های سرمادوست به‌کار می‌رود، استفاده شود. بنابراین، فرایند حرارتی باید به طریقی طراحی شود که اسپور، این میکروارگانیسم‌ها را نابود کند. برای این منظور از میکروارگانیسم مقاوم به حرارت (PA3679) به‌عنوان میکروب آزمون

استفاده می‌شود. در pH بین ۳/۷ تا ۴/۶ هیچ باکتری یا مخمر مقاوم به حرارت وجود ندارد. باکتری *باسیلوس کواگولانس*[۱] باعث فساد در فراورده‌های گوجه‌فرنگی با pH بیش‌تر از ۳ و ۴ می‌شود. این میکروارگانیسم قادر به رشد در pH کم‌تر از ۴/۱ نیست. میکروارگانیسم‌های *کلستریدیوم پاستئورانوم*[۲] و *کلستریدیوم بوتیریکوم*[۳] عامل فساد همراه با تولید گاز در کمپوت میوه و آب‌میوه هستند. میکروارگانیسم *کلستریدیوم پاستئورانوم* باعث فساد در محصولات گوجه‌فرنگی، گلابی و قارچ دکمه‌ای می‌شود. میکروارگانیسم *باسیلوس لیچینیفورمیس*[۴] یکی از میکروارگانیسم‌های عامل فساد و افزایش‌دهنده pH در مواد غذایی است که در pH بالای ۴/۲ رشد می‌کند. افزایش pH محیط توسط این میکروارگانیسم شرایط رشد را برای باکتری‌های *کلستریدیوم بوتیریکوم* و *کلستریدیوم اسپروجنز*[۵] فراهم می‌کند.

---

۱.B.coagulans
۲.C.pasteuranum
۳.C.butyricum
۴.Bacillus lichemiformis
۵.C.sporogenes

در مواد غذایی اسیدی بالا فساد توسط میکروارگانیسم‌های اسپوردار صورت نمی‌گیرد و فقط بر اثر رشد و فعالیت لاکتوباسیل‌ها[۱] (شکل ۶) و مخمرهای اسیددوست و کپک‌ها اتفاق می‌افتد. این میکروارگانیسم‌ها مقاومت حرارتی بسیار کمی دارند.



**شکل ۶- لاکتوباسیلوس**

فقط چند نوع از کپک‌ها قادرند در آب‌میوه رشد کنند و باعث فساد محصول می‌شوند (جدول ۲).

---

۱.lactobacilli

**جدول ۲-کپک‌های قابل‌رشد در آب‌میوه**

| نام فارسی کپک | نام علمی کپک |
|---|---|
| بیسوکلامیس نیوا | Byssochlamys.nivea |
| بیسوکلامیس فلوا | Byssochlamys.fulva |
| گونه‌های آسپرژیلوس | Aspergillus |
| پنی‌سیلیوم | Penicillium |

در گروه لاکتوباسیل‌ها مجموعه *اسپرو لاکتوباسیلوس*[۱] تولید اسپور نمی‌کنند. اسپور *اسپرو لاکتوباسیلوس -اینولینوس*[۲] جداسازی‌شده از مواد غذایی دارای مقاومت حرارتی ۲۰ تا ۹۰ دقیقه در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد و ۳ تا ۱۲ دقیقه در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد و ۱ تا ۷/۵ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد با مقدار Z ۲۳/۴ است. میکروارگانیسم‌های *بیسوکلامیس*[۳] باعث فساد مواد غذایی در بسته‌بندی شیشه‌ای و آب‌میوه‌ها می‌شوند. برخی آنزیم‌های موجود در میوه مقاوم‌تر از میکروارگانیسم‌های موجود در میوه هستند (جدول ۳). فرایند حرارتی به‌کارگرفته برای انهدام آنزیم‌ها قادر است فعالیت میکروب‌ها را نیز متوقف کند.

---

۱.Sporolactobacillus
۲. inulinus Sporolactobacillus
۳.Byssochlamys

**جدول ۳- آنزیم‌های مقاوم در میوه**

| نام فارسی آنزیم | نام علمی آنزیم |
|---|---|
| پرکسیداز | Peroxides |
| کاتالاز | catalyses |
| پکتیناز | pectinase |
| پکتین‌استراز | pectin esterase |

میکروارگانیسم‌های هوازی اسپوردار در طبیعت پراکنده‌اند و با خاک و آب همیشه همراه هستند و در میوه‌ها و سبزی‌ها به‌وفور یافت می‌شوند. بر اثر فعالیت و رشد این میکروارگانیسم‌ها که از منبع کربوهیدرات استفاده می‌کنند، اسید تولید می‌شود. باکتری‌های *باسیلوس میسرینس*[۱] و *باسیلوس پولیمیکسا*[۲] تولید اسید و گاز می‌کنند. میکروارگانیسم *باسیلوس لیچینیفورمیس*[۳] در مواد غذایی از قبیل انبه و موز تولید فساد همراه با گاز می‌کند.

این میکروارگانیسم قادر به افزایش pH همراه با کاهش اکسیژن در قوطی‌های کنسرو است و در نتیجه

۱.B.macerans
۲.B.Polymyxa
۳.B.licheniformis

شرایط را برای فعالیت *کلستریدیوم بوتولینوم* فراهم می‌سازد.
میکروارگانیسم‌های گرمادوست در صورت فراهم‌شدن شرایط محیطی می‌توانند در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به بالا فعالیت کنند که این فعالیت بستگی به گونه آنها دارد. اصطلاح گرمادوست[۱] مختص به رشد در دمای بالای ۵۵ درجه سانتی‌گراد است. میکروارگانیسم‌های *باسیلوس کوآگولانز*[۲] و *باسیلوس استریوترموفیلوس*[۳]، اهمیت بسیار زیادی در صنعت کنسرو دارند. این میکروارگانیسم‌ها با رشد در مواد غذایی کنسروی، خسارات بسیار سنگینی به تولیدکنندگان وارد می‌کنند. میکروارگانیسم *باسیلوس استریوترموفیلوس* با فعالیت و رشد، اسید تولید می‌کند و در اغلب صنایع کنسرو برای ازبین‌بردن آن از فرایند حرارتی بسیار بالایی استفاده می‌شود. میکروارگانیسم‌های گرمادوست در کشور ما اهمیت بسیار زیادی دارند. محصولات تولیدشده در استان‌های سردسیر که با درنظرگرفتن انهدام میکروارگانیسم‌های سرمادوست فراوری می‌شوند، در صورت نگهداری در مناطق گرمسیری مانند جنوب کشور احتمال رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های گرمادوست را دارد. در محصولاتی که برای مصرف در جنوب کشور تهیه می‌شوند، باید زمان فرایند حرارتی به‌گونه‌ای

---

۱.Thermophile
۲. B.coagulans
۳.B. stearothermophilus

طراحی شود که در صورت نگهداری در دمای بالای ۳۷ درجه سانتی‌گراد اسپورهای میکروارگانیسم‌های گرمادوست در محصول وجود نداشته باشند.

گونه میکروارگانیسم غیرهوازی *کلستریدیوم بوتولینوم* یکی از مهم‌ترین عوامل فساد کنسرو مواد غذایی است که سلامت مصرف‌کننده را بشدت به‌خطر می‌اندازد. این میکروارگانیسم در دنیا پراکنده شده و مقاومت حرارتی آن در نقاط مختلف با کمی تفاوت ثبت شده است. در بین گونه‌های کلستریدیوم گونه کلستریدیوم بوتولینوم مقاوم‌ترین میکروارگانیسم به حرارت است. رشد این میکروارگانیسم در pH کم‌تر از ۴/۶ متوقف می‌شود. این میکروارگانیسم سم اندوتوکسین[۱] تولید می‌کند که بسیار خطرناک و مهلک است؛ ولی این سم در دمای ۷۶ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱/۶ تا ۱/۹ دقیقه از بین می‌رود. این میکروارگانیسم قادر به رشد در pH بین ۵/۹ تا ۸/۲ و تغییرات اقلیمی با pH ۴/۸۷ تا ۸/۸۹ (ایتو وچینف، ۱۹۷۸)، (اودلاگ و پافلاگ، ۱۹۷۸) است. کلستریدیوم بوتولینوم در شرایط خاصی در pH کم‌تر از ۴/۸ وقتی با کاهش اکسیژن موجود در محیط (کم‌تر از ppm ۲) مواجه شود، رشد می‌کند.

۱.Eendotoxin

این رشد با شرایط فراهم‌بودن پروتئین بالا میزان Eh=۳۷۱-۳۹۱mv است (تاناکا، ۱۹۸۲؛ اسملت و همکاران، ۱۹۸۲؛ یانگ پرکینگ و مرسون، ۱۹۸۷). تمام این یافته‌ها (نورا تاسانگ و سولبرگ، ۱۹۸۵) ثابت کرد که این میکروارگانیسم قادر به رشد در pH کم‌تر از ۴/۸ نیست. هفت گونه *کلستریدیوم بوتولینوم* شناسایی شده‌اند که عبارت‌اند از A, E ,D ,C B ,F, و G که بین این‌ها گونه‌های A, B دارای اسپورهای مقاوم به حرارت هستند. سم تولیدشده از گونه‌های *کلستریدیوم بوتولینوم* A, B بسیار مهلک است. میزان سم مورد نیاز برای از پا درآوردن یک فرد با وزن ۷۰ کیلوگرم فقط ۰/۰۰۸۴ میلی‌گرم است.

پس باید در نظر داشت که فراوری دقیق مواد غذایی کم‌اسید در سلامت جامعه اهمیت خاصی دارد. میکروارگانیسم غیرهوازی مقاوم به حرارت *کلستریدیوم اسپروجینز* دارای مشخصه بیوشیمیایی مشابه *کلستریدیوم بوتولینوم* است و مقاومت حرارتی بیش‌تری از *کلستریدیوم بوتولینوم* دارد. این میکروارگانیسم اغلب باعث فساد در مواد غذایی کم‌اسید می‌شود. به همین دلیل به‌عنوان شاخص در فرایند حرارتی مواد غذایی کم‌اسید استفاده می‌شوند.

گونه *کلستریدیوم ترمو ساکارولیتیکوم*[۱] در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به بالا رشد می‌کند و در دمای کم‌تر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد فعالیت نمی‌کند. ولی به‌هرحال برای جلوگیری از شروع فعالیت این میکروارگانیسم باید فرایند حرارتی بیش‌تر از معمول اعمال شود یا بعد از فراوری، ماده غذایی در دمای کم‌تر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شود.

## تعیین زمان فرایند حرارتی برای سبزی‌ها

روش تعیین فرایند حرارتی برای سبزی‌های مختلف یکسان است و در دو مرحله زیر صورت می‌گیرد:

الف- جداسازی و شناسایی میکروب‌های غیرهوازی و هوازی مقاوم به حرارت عامل فساد در کنسرو سبزی‌ها؛

ب- تعیین فرایند حرارتی (جدول ۴).

---

۱.C. thermosaccharolyticum

جدول ۴- گروهی از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مهم در فراوری مواد غذایی

| میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا | مقدار D |
|---|---|
| Salmonella species | $D_{250}$ = 0.02-0.25 |
| L. monocytogens | $D_{250}$ = 1.43=7 |
| Mycobacterium turnethi | $D_{250}$= 0.20-0.30 |
| Brucella species | $D_{250}$ =.1-0.2 |
| Salmonella senfenburg | $D_{250}$ = 1-150 |
| Coxiella species | $D_{250}$ =.01-1.2 |
| S. aureus | $D_{140}$ = 0.43-0.79 |
| Streptococcus pyogenes | $D_{150}$=0.2-2 |
| E. coli | $D_{143}$ = 6.7 |
| C.perfriggens | $D_{194}$ = 0.1-7.4 |
| C. botulinum | $D_{250}$=0.2-0.232 |
| Shigella | $F_{145}$=6.7 |

## جداسازی و شناسایی میکروب‌های غیرهوازی

برای اندازه‌گیری مقاومت حرارتی و مرگ حرارتی میکروارگانیسم‌های مقاوم به حرارت، ابتدا باید میکروب مدنظر را جداسازی کرد و سپس مقادیر Z, F,D را محاسبه کرد. برای روشن‌شدن موضوع، درباره قارچ خوراکی شرح داده می‌شود. نمونه‌های قارچ

خوراکی را از شرکت معتبر تهیه کنید و قارچ‌ها را پس از دریافت‌کردن تا زمان فراوری در سردخانه در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری کنید. مراحل بعدی عبارت است از:

-دریافت قارچ‌ها در شرایط مطلوب و بدون شکستگی؛

-جداکردن: کیفیت قارچ اثر مستقیمی در محصول نهایی دارد. قارچ‌ها را بدقت جدا کنید و انتهای ساقه آنها را ببرید؛

-شست‌وشو: قارچ‌ها را با دقت بشویید و صبر کنید تا آب اضافی آن خارج شود. در صورت استفاده از سیستم‌های تحت خلأ، کیفیت محصول به مراتب بهتر خواهد شد.

-آنزیم‌بری: قارچ‌ها را به‌مدت ۳ دقیقه در محلول ۰/۱ درصد اسکوربیک اسید آنزیم‌بری کرده و بلافاصله در آب سرد خنک کنید. در فرایند آنزیم‌بری افت وزنی وجود دارد. درباره آنزیم‌بری با سیستم اهمیک[۱]، مایکروویو و سیستم نشانگر بیولوژیکی[۲] ایلکی و همکاران (۲۰۰۴)، پاول و همکاران (۱۹۹۲) و ساستری و همکاران (۱۹۸۸) مطالعه کرده‌اند.

---

۱.Ohmic hitting

در صورت نبود امکانات فوق، فرایند آنزیم‌بری را با استفاده از آب گرم انجام دهید. قارچ‌های آنزیم‌بری‌شده را در داخل قوطی‌های A1 tall (شکل ۷) قرار دهید و آن را با آب‌نمک ۹۰ درجه پر کنید. قوطی‌های پرشده را به‌مدت ۷ دقیقه از تونل اگزاست (تخلیه هوا) عبور دهید (شکل ۸).

**شکل ۷- قوطی** A1 tall

**شکل ۸- تونل تخلیه هوا**

## دربندی

قوطی‌های هواگیری‌شده را بلافاصله به‌وسیله دستگاه دربندی نیمه‌اتوماتیک بدوزید و به داخل سبدهای استیل انتقال دهید (شکل ۹).

## فرایند حرارتی

قوطی‌های دربندی‌شده را در داخل سبد استیل قرار داده و به داخل اتوکلاو انتقال دهید. پس از بستن در اتوکلاو و برقراری جریان بخار، تمام شیرهای خروجی را باز نگه دارید و پس از خارج‌شدن هوای داخل اتوکلاو، شیرها را ببندید.

## زمان فرایند حرارتی

با توجه به اینکه هدف از فرایند حرارتی در این مرحله جداسازی میکروارگانیسم‌های مقاوم به حرارت در قوطی‌های محتوی قارچ است، زمان فرایند حرارتی در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد با روش Equal Time Interval Method به طریقی محاسبه می‌شود که در زمان‌های مختلف فرایند حرارتی، مقدار $F_0$ کم‌تر از ۳ به‌دست آید.

**شکل ۹- دستگاه دربندی مخصوص قوطی (Double simmer)**

### زمان‌های محاسبه‌شده

طبق جدول ۵ زمان و درجه حرارت لازم برای فرایند حرارتی محاسبه می‌شود و در زمان‌های مختلف فراوری پس از اتمام زمان معین، قوطی‌ها را بلافاصله سرد کرده و علامت‌گذاری کنید.

**جدول ۵- زمان و درجه حرارت فرایند حرارتی**

| درجه حرارت فرایند (سانتی‌گراد) | زمان فرایند (دقیقه) |
|---|---|
| ۱۲۱ | ۱۰ |
| ۱۲۱ | ۱۵ |
| ۱۲۱ | ۲۰ |
| ۱۲۱ | ۲۵ |
| ۱۲۱ | ۳۰ |

### گرم‌خانه‌گذاری

قوطی‌ها را در داخل انکوباتور در دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد تا زمان تغییر شکل‌دادن و بادکردن نگهداری کنید تا علائم فساد در تعدادی از قوطی‌ها مشاهده شود (شکل ۱۰).

**شکل ۱۰- قوطی‌های محتوی قارچ فاسدشده توسط میکروب‌های غیرهوازی همراه با قوطی فرایند حرارتی‌شده (قوطی وسط)**

## جداسازی میکروب‌های عامل فساد در قوطی‌های بادکرده

سطح خارجی قوطی‌های بادکرده را پس از مشخص‌کردن زمان فرایند، با آب و صابون کاملاً بشویید و قوطی‌ها را در شرایط استریل در زیر هود میکروبیولوژی باز کرده و نمونه‌برداری کنید و در محیط‌های مناسبی که از قبل تهیه کرده‌اید، کشت دهید. از هر نمونه کشت‌شده اسلاید تهیه کرده و نوع آلودگی میکروبی را در حد گونه مشخص کنید.

برای جداسازی و شناسایی میکروب‌های موجود در داخل قوطی، در شرایط استریل و به کمک سوزن تلقیح، مقدار کمی از نمونه را به داخل محیط کشت غیرهوازی آر.سی.ام[۱] (RCM) و دی.آر.سی.ام[۲] (DRCM) که از قبل استریل و اگزاست شده است، در شرایط کاملاً غیرهوازی در داخل لوله آزمایش تلقیح کنید و روی آن را با وسپار[۳] بپوشانید تا کاملاً شرایط غیرهوازی فراهم شود. کشت مشابه‌ای نیز در پلیت‌های حاوی محیط دی.آر.سی.ام انجام دهید. سپس پلیت‌ها را در داخل کیسه‌های پلی‌استر با پوشش فلزی[۴] در شرایط خلأ قرار دهید و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد تا مشاهده رشد غیرهوازی که همراه با جابه‌جایی وسپار در لوله‌های کشت است، گرم‌خانه‌گذاری کنید (شکل ۱۱).

---

۱.Reinforced clostridial medium
۲.Differential Reinforced clostridial medium
۳.VASPAR
۴.Methalized polyester

**شکل ۱۱- پلیت استریل حاوی محیط کشت دی. آر. سی. ام بسته‌بندی شده در کیسه پلی استر با پوشش فلزی در شرایط غیرهوازی و رشد میکروب‌های غیرهوازی در سطح آن**

برای خالص‌سازی میکروارگانیسم‌ها، مقدار ۱ میلی‌لیتر از محیط رشدکرده فوق را داخل لوله دوار[۱] و بطری‌های مخصوص[۲] (شکل ۱۲) بریزید و پس از چرخاندن، آنها را در داخل انکوباتور قرار دهید تا رشد میکروبی به‌طور پراکنده روی دیواره هر کدام ظاهر شود (شکل ۱۳). پس از ظهور رشد میکروارگانیسم‌ها روی لوله دوار و بطری‌های مخصوص، آنها را در شرایط کاملاً غیرهوازی جداسازی کنید (شکل ۱۴).

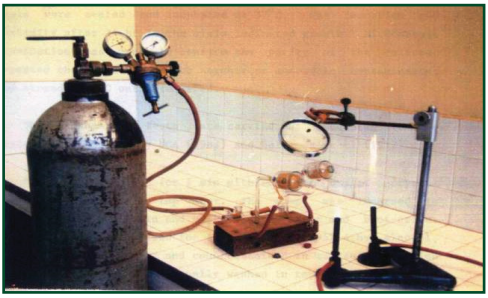
---

۱.Roll Tube
۲.Roll bottle

سپس به داخل محیط کشت دی.آر.سی.ام انتقال دهید و خالص‌سازی کنید. از این میکروب‌ها برای اندازه‌گیری مرگ حرارتی استفاده خواهند شد.

**شکل ۱۲- لوله و بطری استریل حاوی محیط کشت دی.آر.سی.ام برای کشت میکروب‌های غیرهوازی مقاوم به حرارت**

**شکل ۱۳- رشد میکروب‌های غیرهوازی مقاوم به حرارت در بطری حاوی محیط کشت دی.آر.سی.ام**



**شکل ۱۴- دستگاه برای مشاهده و جداسازی میکروب‌های غیرهوازی از بطری دوار حامل میکروارگانیسم به بطری حامل محیط کشت استریل**

روش‌های جداسازی و شناسایی را به شرح زیر انجام دهید:

۱- جداسازی با روش لوله دوار؛

۲- جداسازی با روش بطری مخصوص؛

۳- کشت میکروب‌های ناخالص در محیط‌های مختلف و یافتن محیط کشت مناسب برای هر کدام؛

۴- کشت میکروب‌های غیرهوازی[۱] و هوازی[۲] و مطالعات بیوشیمیایی به‌منظور شناسایی آنها؛

۵- مطالعه بیوفیزیکی با استفاده از میکروسکوپ؛

۶- ویژگی های فیزیکی و بیوشیمیایی میکروب های مقاوم به حرارت بر اساس دستورالعمل برجیس و مطابق با جدول ۶ انجام شود.

۱.Anaerobic
۲.Aerobic

**جدول ۶- ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی میکروارگانیسم‌های مقاوم به حرارت جداسازی‌شده از قارچ**

| ویژگی‌ها | جدایه قارچی ۱ | جدایه قارچی ۲<br>L. delbrukii<br>Sub.sp.lactic | pHمحیط کشت های کنترل ۱۲-۱۱ |
|---|---|---|---|
| آزمون گرام | + | + | |
| تولید گاز از گلوکز | - | - | |
| کاتالاز | + | + | |
| سودوکاتالاز | + | + | |
| تحرک | + | + | |
| رشد در pH برابر ۵ | + | + | |
| اورآز | - | - | |
| لستیناز | + | + | |
| لیپاز | + | + | |
| رشددردمای ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد | + | + | |
| رشددردمای ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد | | | |

**ادامه جدول ۶- ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی میکروارگانیسم‌های مقاوم به حرارت جداسازی‌شده از قارچ**

| ویژگی‌ها | جدایه قارچی ۱ | جدایه قارچی ۲ L. delbrukii Sub.sp.lactic | pHمحیط کشت های کنترل ۱۲-۱۱ |
|---|---|---|---|
| رشد در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد | | | |
| آزمون VP | + | + | |
| آزمون MR | | | |
| زنده‌ماندن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای ۳۰دقیقه | + | + | |
| آزمون وانیلین | + | + | |
| آزمون ایندول | + | – | |
| کازئین هیدرولیزشده | | | |
| ژلاتین هیدرولیزشده | – | – | |
| نشاسته هیدرولیزشده | – | – | |
| آرابینوز | ۶/۱ | ۵/۴ | ۵/۳ |

**ادامه جدول ۶- ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی میکروارگانیسم‌های مقاوم به حرارت جداسازی‌شده از قارچ**

| ویژگی‌ها | جدایه قارچی ۱ | جدایه قارچی ۲ L. delbrukii Sub.sp.lactic | pHمحیط کشت های کنترل ۱۲-۱۱ |
|---|---|---|---|
| اسکولین | | | |
| فروکتوز | - | - | - |
| گالاکتوز | - | - | - |
| گلوکز | - | - | ۷ |
| لاکتوز | - | - | - |
| مالتوز | ۵/۳ | ۵/۳ | ۶/۳ |
| مانیتول | - | - | ۷ |
| مانوز | ۶/۱ | ۶/۲ | ۶ |
| رافینوز | ۶/۴۵ | ۶/۳۴ | ۶ |

**ادامه جدول ۶- ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی میکروارگانیسم‌های مقاوم به حرارت جداسازی‌شده از قارچ**

| ویژگی‌ها | جدایه قارچی ۱ | جدایه قارچی ۲ L. delbrukii Sub.sp.lactic | pHمحیط کشت های کنترل ۱۲-۱۱ |
|---|---|---|---|
| رامنوز | ۶/۳ | ۵/۷ | ۶/۱ |
| ریبوز | ۵ | ۵ | ۵ |
| سالیسین | | | |
| سوربیتول | ۷ | ۷ | ۷/۱ |
| ساکارز | ۶/۲۷ | ۶/۴ | ۶/۵ |
| زایلوز | ۵/۰۶ | ۵/۰۳ | |
| هضم شیر | تشکیل لخته | تشکیل لخته | |
| آزمون وانیلین | + | + | ۵/۲ |
| هیدرولیز نشاسته | - | - | |
| آزمون آهن شیر | انعقاد اسیدی | هضم | |

## تعییـــن فاکتورهـــای $F_0$ , D , Z در قـــارچ دکمـــه‌ای و صدفـــی

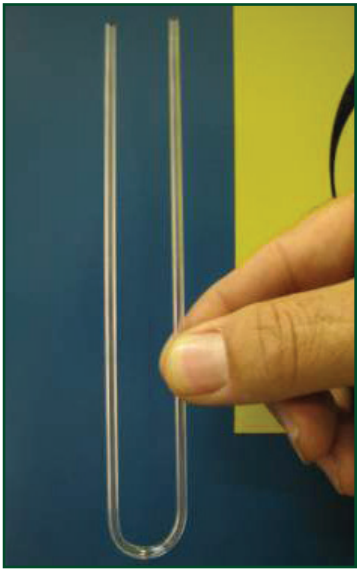
ایـــن مرحلـــه شـــامل تعییـــن میـــزان مـــرگ حرارتـــی میکروارگانیسـم جداسازی‌شـده و جداسـازی اسـپور اسـت. بـــا روش ان.سـی.ای (NCA)[1] میکروب‌های جداســـازی و خالص‌شـده در شـرایط غیرهـوازی مطلـق را در محیـط دی.آر.سـی.ام کشـت دهیـد و به‌مـدت یـک مـاه در دمـای ۳۵ تـا ۳۷ درجـه سـانتی‌گراد نگهـداری کنیـد. پـس از تشـکیل اسـپور، رشـد را متوقـف کنیـد و بـا اضافه‌کـردن آنزیـم لیزوزیـم[2] بـه آن، و جداکـردن اسـپورها از سـلول‌ها به‌وسـیله سـانتریفیوژ مکـرر، اسـپورهای خالـص به‌دسـت آوریـد. اســپورهای جداشــده را شــمارش کنیــد. بــا در دســت داشــتن تعــداد اســپورها و زمــان حــرارت‌دادن و درجـه حـرارت، مقـدار مـرگ حرارتـی را بـرای هریـک از گونه‌هـای مقـاوم بـه حـرارت به‌دسـت آوریـد.

### حرارت‌دادن اسپورها برای تعیین مرگ حرارتی

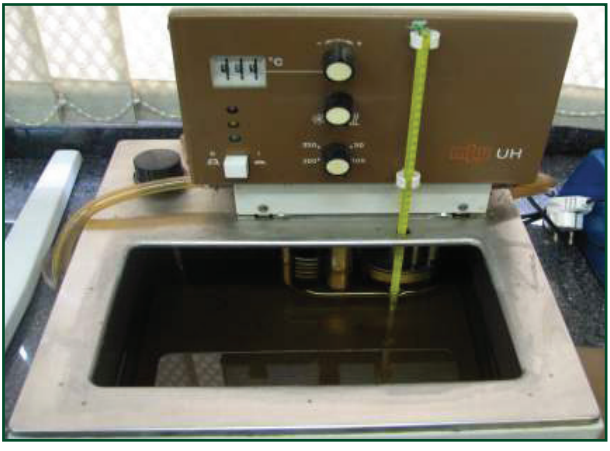
بـرای تعییـن مـرگ حرارتـی، اسـپورهای جداسـازی و خالص‌سازی‌شـده را بـه میـزان $۱۰^۶ \times ۱۰$ الـی $۱۰^۶ \times ۶$ اسـپور بـه لوله‌هـای موییـنـه (شـکل ۱۵) حـاوی عصـاره سـبزی‌های مدنظـر و محلـول آب‌نمـک در ۴ تکـرار انتقـال دهیـد.

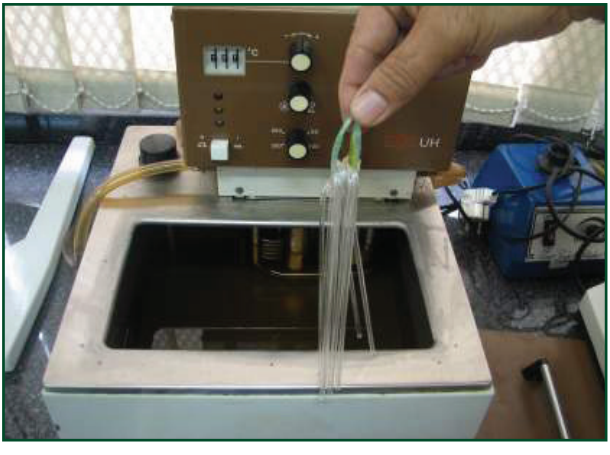
۱.National canner association
۲.Laysozeme enzyme

سپس لوله‌های موئینه را در داخل حمام روغن در دماهای ۱۱۰، ۱۱۲، ۱۱۴، ۱۱۶، ۱۱۸، ۱۲۰ و ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و زمان‌های ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ دقیقه فرو ببرید و حرارت دهید (شکل ۱۶). لوله‌های موئینه را بلافاصله پس از حرارت‌دادن، سرد کنید و محتوای داخل لوله‌ها را در محیط‌های دی.آر.سی.ام استریل از قبل تهیه‌شده انتقال دهید (شکل ۱۷) و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد تا مشاهده رشد، گرم‌خانه‌گذاری کنید.



**شکل ۱۵- لوله موئینه**




**شکل ۱۶- حمام روغن حاوی گلیسرین به‌منظور حرارت‌دادن لوله‌های موئینه دارای میکروب‌های غیرهوازی مقاوم به حرارت**

**شکل ۱۷- لوله‌های حاوی محیط‌های دی. آر. سی. ام کشت‌شده باميكروب‌های غیرهوازی مقاوم به حرارت بعد از حرارت‌دهی در حمام روغن**

## تعیین مقاومت حرارتی میکروارگانیسم‌های عامل فساد[1]

برای تعیین مرگ حرارتی[2]، تعداد مشخصی از اسپورهای جداسازی‌شده را به داخل لوله‌های موینه انتقال داده و سپس در داخل حمام روغن قرار دهید. لوله‌های موینه را در زمان و دمای مشخص قرار دهید و بلافاصله لوله‌های حرارت‌داده را سرد کنید و

۱.Determination of Thermal Resistance of Spoilage organism
۲.Value D

به محیط‌های استریل از قبل تهیه‌شده انتقال دهید و در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد تا مشاهده رشد نگهداری کنید. سپس میکروب‌های جداسازی‌شده[۱] را کشت دهید.

## محاسبه مرگ حرارتی

برای محاسبه مرگ حرارتی باید این‌ها را برای محاسبه در نظر گرفت: تعداد لوله مویینه حرارت داده‌شده، تعداد اسپور در هر لوله، تعداد لوله‌های مویینه حاوی اسپور مرده، تعداد لوله‌های مویینه حاوی اسپور زنده، زمان حرارت‌دادن و دما. هریک از داده‌ها را در رابطه D= U/ (log a–log b) قرار دهید و مقادیر F و D را به‌دست آورید.

در این رابطه:

زمان حرارت‌دادن: u

جمعیت اولیه میکروب‌ها: a

جمعیت میکروب‌های زنده پس از حرارت‌دهی: b

تعداد احتمالی میکروب‌های زنده‌مانده: x

تعداد لوله‌های مویینه برای هر زمان: n

تعداد لوله‌های مویینه که رشد نکرده یا مرده: Q

مقدار D را برای هر زمان و درجه حرارتی به‌دست بیاورید و در جداول ۷ و ۸ جایگزین کنید.

---

۱.Cultivation of isolated test organisms

**جدول ۷- عدد D تصحیح شده و نشده برای قارچ دکمه‌ای**

| دما | زمان حرارت‌دهی اسپورها (دقیقه) | تعداد اسپورهادر هرلوله | تعداد لوله‌ها | عدد a | تعداد لوله‌ها بعد از گرم‌خانه‌گذاری | | عدد D در دقیقه D= ۱/(log a-log b) | | لگاریتم D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | + Ve | - Ve | D محاسبه‌شده | عدد cf | |
| ۱۲۱/۱ | | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | | | | ۲ | |
| ۱۲۰ | ۱۲ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | ۲/۰۸ | ۲/۰۸ | ۰/۳۱۸ |
| | ۱۳ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | | |
| | ۱۴ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | | |
| ۱۱۸ | ۱۸ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | ۳۰۴ | ۳/۴۰۵ | ۰/۴۸۲ |
| | ۲۰ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۱ | ۵ | | | |
| | ۲۲ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | | |

**ادامه جدول ۷- عدد D تصحیح شده و نشده برای قارچ دکمه‌ای**

| دما | زمان حرارت‌دهی اسپورها (دقیقه) | تعداد اسپورها در هر لوله | تعداد لوله‌ها | عدد a | تعداد لوله‌ها بعد از گرم‌خانه‌گذاری | | عدد D در دقیقه D= ۱/(log a-log b) | | لگاریتم D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | + Ve | - Ve | D محاسبه‌شده | عدد cf | |
| ۱۱۶ | ۳۴ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۱ | ۵ | ۵/۱۶<br>۶/۱۹ | ۵/۵۲ | ۰/۷۹۱ |
| | ۳۸ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | | |
| | ۴۲ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | | |
| ۱۱۴ | ۵۵ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۱ | ۵ | ۸/۳۵ | ۸/۹۷ | ۰/۹۲۱۶ |
| | ۶۵ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | | |
| | ۷۰ | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | | |

**ادامه جدول ۷- عدد D تصحیح شده و نشده برای قارچ دکمه‌ای**

| دما | زمان حرارت‌دهی اسپورها (دقیقه) | تعداد اسپورها در هر لوله | تعداد لوله‌ها | عدد a | تعداد لوله‌ها بعد از گرم‌خانه‌گذاری | | عدد D در دقیقه D= ۱/(log a-log b) | | لگاریتم D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | + Ve | - Ve | D محاسبه‌شده | عدد cf | |
| ۱۱۲ | | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | ۱۴/۵۶ | ۰/۹۲۱۶ |
| | | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | | |
| | | ۷۰۰۰۰۰ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | | |
| ۱۱۰ | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

P= ۰/۹۶۸۸۰ r = - ۰/۹۳۸۵۹ a= ۱۳/۳۲ b= ۰/۱۰۸۴ Z value = ۹/۲ و ۱۶/۵۹

D121=2

محصول: قارچ دکمه‌ای

میکروارگانیسم مورد استفاده برای زمان مرگ حرارتی (TDT): از قارچ جدا شده است.

D= U/ (log a-log b)  X= (2.303/a) [log n/q]  F= D×5= 2×5=10 $F_{250}^{18} = F_{121}^{9} = 10$

**جدول ۸- عدد D تصحیح شده و نشده برای قارچ صدفی**

| دما | زمان حرارت‌دهی اسپورها (دقیقه) | تعداد اسپورها در هر لوله | تعداد لوله‌ها | عدد a | تعداد لوله‌ها بعد از گرم‌خانه‌گذاری | | عدد D در دقیقه D= 1/(log a-log b) | | لگاریتم D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | + Ve | - Ve | D محاسبه‌شده | عدد cf | |
| ۱۲۱/۱ | ۸ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | | | | ۱/۵۶ | |
| ۱۲۰ | ۱۲ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | ۲/۱۳ | ۱/۹۰ | ۰/۳۱۸ |
| | ۱۳ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | | | |
| | ۱۴ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۱ | ۵ | | | |
| ۱۱۸ | ۱۸ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | ۳/۳۱<br>۳/۰۴<br>۳/۵۳ | ۳/۴۱ | ۰/۴۸۲ |
| | ۲۰ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۱ | ۵ | | | |
| | ۲۲ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۲ | ۴ | | | |

**ادامه جدول ۸- عدد D تصحیح شده و نشده برای قارچ صدفی**

| دما | زمان حرارت‌دهی اسپورها (دقیقه) | تعداد اسپورها در هر لوله | تعداد لوله‌ها | عدد a | تعداد لوله‌ها بعد از گرم‌خانه‌گذاری | | عدد D در دقیقه D= ۱/(log a-log b) | | لگاریتم D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | + Ve | - Ve | D محاسبه‌شده | عدد cf | |
| ۱۱۶ | ۳۴ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۶ | ۶/۳۳ | ۵/۷۵۵ | ۰/۷۹۱ |
| | ۳۸ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۳ | ۳ | | | |
| | ۴۲ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۰ | ۰ | | | |
| ۱۱۴ | ۵۵ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۶ | ۰ | ۹/۴۵ | ۹/۵۲ | ۰/۹۲۱۶ |
| | ۶۵ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۶ | ۰ | | | |
| | ۷۰ | ۷۶۱۶۷۱ | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۶ | ۰ | | | |

**ادامه جدول ۸- عدد D تصحیح شده و نشده برای قارچ صدفی**

| دما | زمان حرارت‌دهی اسپورها (دقیقه) | تعداد اسپورها در هر لوله | تعداد لوله‌ها | عدد a | تعداد لوله‌ها بعد از گرم‌خانه‌گذاری | | عدد D در دقیقه D= ۱/(log a-log b) | | لگاریتم D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | + Ve | - Ve | D محاسبه‌شده | عدد cf | |
| ۱۱۲ | ۷۵ | | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۶ | ۰ | | ۱۶/۲۹ | ۰/۹۲۱۶ |
| | ۸۶ | | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۶ | ۰ | | | |
| | ۹۰ | | ۶ | ۰/۱ میلی‌لیتر | ۶ | ۰ | | | |
| ۱۱۰ | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

P= ۰/۹۶۸۸۰ r = - ۰/۹۹۵۰ a= ۱۳/۸۷ b= - ۰/۱۱۳۰ Z value = ۱۶/۵۹ و ۸/۸۵

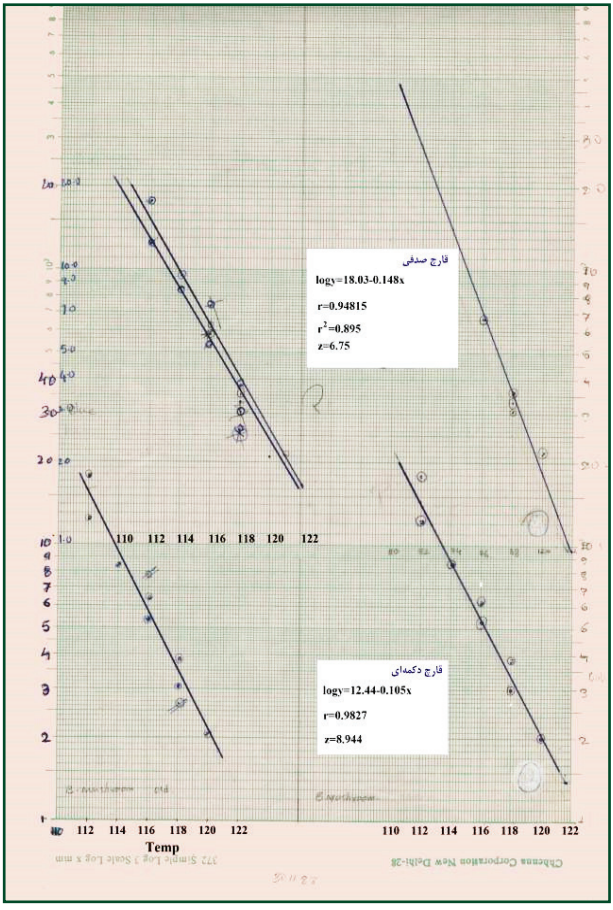
محصول: قارچ صدفی

میکروارگانیسم مورد استفاده برای زمان مرگ حرارتی (TDT): از قارچ جدا شده است.

$D= U/ (\log a-\log b)$ $X= (2.303/a) [\log n/q]$ $F= D\times5 = 5\times 1.65 = 7.83$

بنابراین $F_{250}^{18} = F_{121}^{9} = 7.8$

منحنی مرگ حرارتی قارچ صدفی و قارچ دکمه‌ای را در زیر (نمودار ۱) مشاهده می‌کنید.




**نمودار ۱- منحنی مرگ حرارتی قارچ صدفی و قارچ دکمه‌ای**

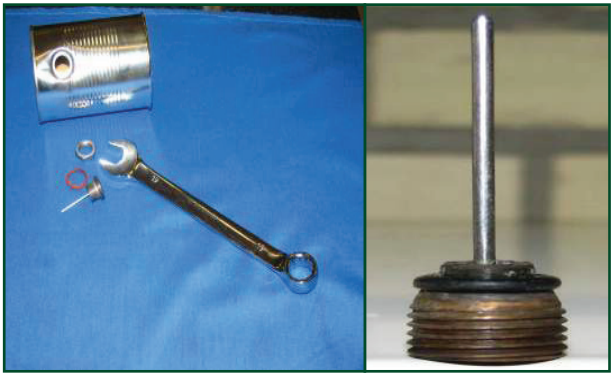
## مطالعه نفوذ حرارتی[1]

سرعت نفوذ حرارت به نقطه سرد ماده غذایی با قراردادن پتانسیومتر در نقاط مختلف قوطی و در داخل اتوکلاو اندازه‌گیری می‌شود. برای تعیین میزان حرارت مورد نیاز برای انهدام میکروب‌های عامل فساد در قوطی‌های کمپوت باید سردترین نقطه در داخل قوطی میوه را اندازه‌گیری کرد. حرارت در تمام نقاط قوطی یکسان نیست و گستردگی حرارت در داخل قوطی در مواد غذایی همراه با مایع در ۱/۱۰ ارتفاع قوطی قرار دارد و در مواد غذایی که مواد جامد بیش‌تری دارند، در مرکز قوطی است. برای اندازه‌گیری نقطه سرد در کنسرو، می‌توان از قوطی‌های ۵۰۰ گرمی (A1Tall) استفاده کرد و در یک‌دهم ارتفاع آن که نقطه سرد قوطی است، سوراخی برای نصب ترموکوپل‌های (یکی از انواع مولد برق است) کنستانتین (آمیزه مس و نیکل) مس ایجاد کرد (شکل ۱۸). مراحل نصب ترموکوپل در داخل قوطی کنسرو در شکل‌های ۱۸ و ۱۹ نشان داده شده است. برای تعیین نقطه سرد قارچ در داخل قوطی، قوطی‌های A1Tall را برای این مطالعه انتخاب کنید و در یک‌دهم ارتفاع آن سوراخی برای نصب ترموکوپل‌های کنستانتین-مس ایجاد کنید.

---

۱.Heat Penetration

**شکل ۱۸- قوطی A1Tall مقاوم به اسید با لاک LR با سوراخ مخصوص برای نصب ترموکوپل**

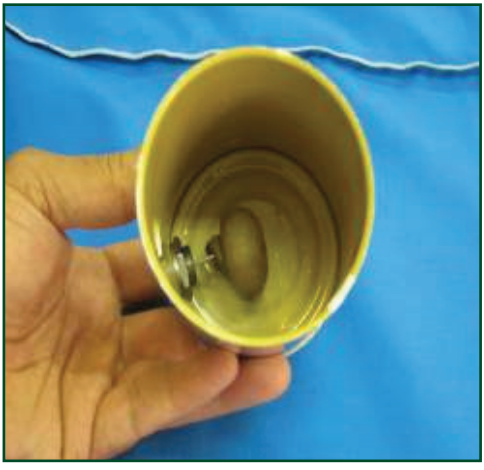


**شکل ۱۹- ترموکوپل کنستانتین-مس سوزنی برای نصب در قوطی**

**ادامه شکل ۱۹-ترموکوپل نصب‌شده در قوطی**

**شکل ۲۰- ترموکوپل کنستانتین- مس سوزنی نصب‌شده در ارتفاع یک‌دهم در داخل قوطی**

ترموکوپل را روی قوطی نصب کنید و آن را در داخل قارچ به‌منظور مطالعه نفوذ حرارتی و تعیین نقطه سرد قارچ در داخل قوطی فرو برید (شکل ۲۱). قوطی‌ها را پر از قارچ کنید و آب‌نمک مورد نیاز را در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد روی قارچ بریزید و به‌مدت ۶ دقیقه هواگیری و دربندی کنید. سپس قوطی‌ها را داخل اتوکلاو قرار دهید. درنهایت، افزایش درجه حرارت داخل اتوکلاو را با دستگاه پتانسیومتر اندازه‌گیری کنید. مراحل نصب دستگاه پتانسیومتر در شکل ۲۲ و دستگاه مربوطه در شکل۲۳ نشان داده شده است. پس از زمان مدنظر بخار را مسدود کرده و در اتوکلاو را باز کنید. قوطی‌ها را بلافاصله سرد کرده و فرایند حرارتی در قوطی‌ها را هر دقیقه ۱ بار به‌وسیله پتانسیومتر اندازه‌گیری کنید.



شکل ۲۱- ترموکوپل کنستانتین-مس سوزنی همراه با قارچ دکمه‌ای و صدفی

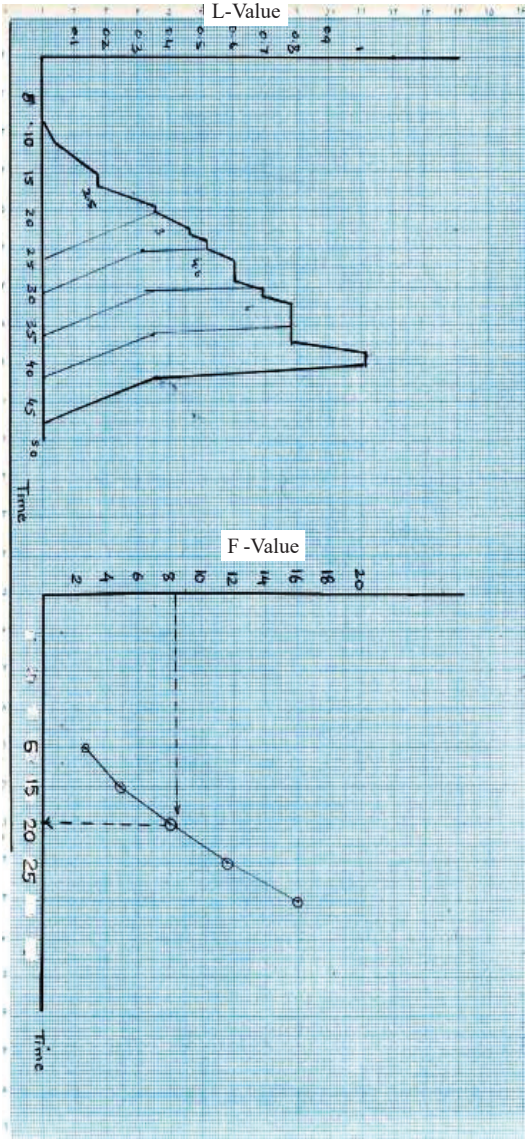
**شکل ۲۲- محل ورود و اتصال سیم‌های رابط دستگاه پتانسیومتر و ترموکوپل به داخل اتوکلاو برای اندازه‌گیری نفوذ حرارتی**

**شـکل ۲۳- دستگاه پتانسیومتر همراه با ترموکوپل برای اندازه‌گیری نفوذ حرارتی**

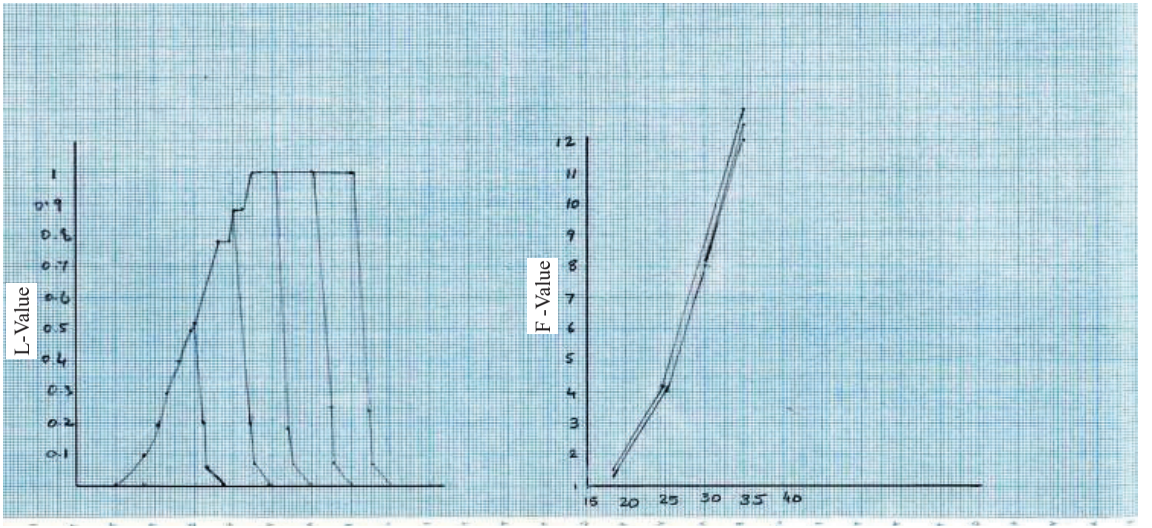
## ترسیم منحنی‌های نفوذ حرارتی

جـداول نفـوذ حرارتـی ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ منحنی‌هـای فراینـد حرارتـی[۱] را جداگانـه بـرای قـارچ دکمـه‌ای و قـارچ صدفـی ترسـیم کنیـد (نمودارهـای ۲ و ۳).

۱.Heat penetration curve




نمودار ۲- محاسبات فرایند حرارتی برای قارچ صدفی




نمودار -۳ محاسبات فرایند حرارتی برای قارچ دکمه‌ای

| جدول ۹- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=18 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۰ | ۱۶۲ | ۱/۲۹۲ E -۰۵ | ۱/۲۹۲ E -۰۵ |
| ۱ | ۱۷۰ | ۳/۵۹ E-۰۵ | ۴/۸۸ E-۰۵ |
| ۲ | ۱۸۲ | ۰/۰۰۰۱۶۶۸ | ۰/۰۰۰۲۱۵۷ |
| ۳ | ۱۹۰ | ۰/۰۰۰۴۶۴۲ | ۰/۰۰۰۶۷۹۸ |
| ۴ | ۱۹۴ | ۰/۰۰۰۷۷۴۳ | ۰/۰۰۱۴۵۴۱ |
| ۵ | ۲۰۰ | ۰/۰۰۱۶۶۸۱ | ۰/۰۰۳۱۲۲۲ |
| ۶ | ۲۰۴ | ۰/۰۰۲۷۸۲۶ | ۰/۰۰۵۹۰۴۷ |
| ۷ | ۲۰۸ | ۰/۰۰۴۶۴۱۶ | ۰/۰۱۰۵۴۶۳ |
| ۸ | ۲۱۰ | ۰/۰۰۵۹۹۴۸ | ۰/۰۱۶۵۴۱۲ |

| ادامه جدول ۹- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=18 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۹ | ۲۱۶ | ۰/۰۱۲۹۱۵۵ | ۰/۰۲۹۴۵۶۷ |
| ۱۰ | ۲۲۴ | ۰/۰۳۵۹۳۸۱ | ۰/۰۶۵۴۹۳۸ |
| ۱۱ | ۲۲۵ | ۰/۰۴۰۸۴۲۴ | ۰/۱۰۶۲۳۷۲ |
| ۱۲ | ۲۳۰ | ۰/۰۷۷۴۲۶۴ | ۰/۱۸۳۶۶۳۶ |
| ۱۳ | ۲۳۲ | ۰/۱ | ۰/۲۸۳۶۶۳۶ |
| ۱۴ | ۲۳۵ | ۰/۱۴۶۷۷۹۹ | ۰/۴۳۰۴۴۳۵ |
| ۱۵ | ۲۳۶ | ۰/۱۶۶۸۱۰۱ | ۰/۵۹۷۲۵۳۵ |
| ۱۶ | ۲۳۶ | ۰/۱۶۶۸۱۰۱ | ۰/۷۶۴۰۶۳۶ |
| ۱۷ | ۲۳۸ | ۰/۲۱۵۴۴۳۵ | ۰/۹۷۹۵۰۷۱ |
| ۱۸ | ۲۴۰ | ۰/۲۷۸۲۵۵۹ | ۱/۲۵۷۷۶۳ |

| ادامه جدول ۹- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=18 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۱۹ | ۲۴۲ | ۰/۳۵۹۳۸۱۴ | ۱/۶۱۷۱۴۴۴ |
| ۲۰ | ۲۴۲ | ۰/۳۵۹۳۸۱۴ | ۱/۹۷۶۵۲۵۷ |
| ۲۱ | ۲۴۳ | ۰/۴۰۸۴۲۳۹ | ۲/۳۸۴۹۴۹۶ |
| ۲۲ | ۲۴۴ | ۰/۴۶۴۱۵۸۹ | ۲/۸۴۹۱۰۸۵ |
| ۲۳ | ۲۴۴ | ۰/۴۶۴۱۵۸۹ | ۳/۳۱۳۲۶۷۴ |
| ۲۴ | ۲۴۵ | ۰/۵۲۷۴۹۹۷ | ۳/۸۴۰۷۶۷۱ |
| ۲۵ | ۲۴۵ | ۰/۵۲۷۴۹۹۷ | ۴/۳۶۸۲۶۶۸ |
| ۲۶ | ۲۴۶ | ۰/۵۹۹۴۸۴۳ | ۴/۹۶۷۷۵۱ |
| ۲۷ | ۲۴۶ | ۰/۵۹۹۴۸۴۳ | ۵/۵۶۷۲۳۵۳ |

| ادامه جدول ۹- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=18 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۲۸ | ۲۴۶ | ۰/۵۹۹۴۸۴۳ | ۶/۱۶۶۷۱۹۵ |
| ۲۹ | ۲۴۷ | ۰/۶۸۱۲۹۲۱ | ۶/۸۴۸۰۱۱۶ |
| ۳۰ | ۲۴۷ | ۰/۶۸۱۲۹۲۱ | ۷/۵۲۹۳۰۳۷ |
| ۳۱ | ۲۴۸ | ۰/۷۷۴۲۶۳۷ | ۸/۳۰۳۵۶۷۴ |
| ۳۲ | ۲۴۸ | ۰/۷۷۴۲۶۳۷ | ۹/۰۷۷۸۳۱ |
| ۳۳ | ۲۴۸ | ۰/۷۷۴۲۶۳۷ | ۹/۸۵۲۰۹۴۷ |
| ۳۴ | ۲۴۸ | ۰/۷۷۴۲۶۳۷ | ۱۰/۶۲۶۳۵۸ |
| ۳۵ | ۲۴۸ | ۰/۷۷۴۲۶۳۷ | ۱۱/۴۰۰۶۲۲ |
| ۳۶ | ۲۴۸ | ۰/۷۷۴۲۶۳۷ | ۱۲/۱۷۴۸۸۶ |

| ادامه جدول ۹- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=18 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۳۷ | ۲۴۹ | ۰/۸۷۹۹۲۲۵ | ۱۳/۰۵۴۸۰۸ |
| ۳۸ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۴/۰۵۴۸۰۸ |
| ۳۹ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۵/۰۵۴۸۰۸ |
| ۴۰ | ۲۴۶ | ۰/۵۹۹۴۸۴۳ | ۱۵/۶۵۴۲۹۳ |
| ۴۱ | ۲۴۲ | ۰/۳۵۹۳۸۱۴ | ۱۶/۰۱۳۶۷۴ |
| ۴۲ | ۲۴۰ | ۰/۲۷۸۲۵۵۹ | ۱۶/۲۹۱۹۳ |
| ۴۳ | ۲۴۰ | ۰/۲۷۸۲۵۵۹ | ۱۶/۵۷۰۱۸۶ |
| ۴۴ | ۲۳۰ | ۰/۰۷۷۴۲۶۴ | ۱۶/۶۴۷۶۱۲ |
| ۴۵ | ۲۳۰ | ۰/۰۷۷۴۲۶۴ | ۱۶/۷۲۵۰۳۹ |

| ادامه جدول ۹- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=18 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۴۶ | ۲۳۰ | ۰/۰۷۷۴۲۶۴ | ۱۶/۸۰۲۴۶۵ |
| ۴۷ | ۲۲۰ | ۰/۰۲۱۵۴۴۳ | ۱۶/۸۲۴۰۰۹ |
| ۲۵ | ۲۲۰ | ۰/۰۲۱۵۴۴۳ | ۱۶/۸۴۵۵۵۴ |
| ۲۴ | ۲۲۵ | ۰/۰۴۰۸۴۲۴ | ۱۶/۸۸۶۳۹۶ |
| ۵۰ | ۲۲۵ | ۰/۰۴۰۸۴۲۴ | ۱۶/۹۲۷۲۳۸ |

| جدول ۱۰- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=16 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۰ | ۱۶۲ | ۳/۱۶۲ E -۰۶ | ۳/۱۶۲ E -۰۶ |
| ۱ | ۱۷۰ | ۰/۰۰۰۰۱ | ۱/۳۱۶ E -۰۵ |
| ۲ | ۱۸۲ | ۵/۶۲۳ E -۰۵ | ۶/۹۴ E -۰۵ |
| ۳ | ۱۹۰ | ۰/۰۰۰۱۷۷۸ | ۰/۰۰۰۲۴۷۲ |
| ۴ | ۱۹۴ | ۰/۰۰۰۳۱۶۲ | ۰/۰۰۰۵۶۳۵ |
| ۵ | ۲۰۰ | ۰/۰۰۰۷۴۹۹ | ۰/۰۰۱۳۱۳۳ |
| ۶ | ۲۰۴ | ۰/۰۰۱۳۳۳۵ | ۰/۰۰۲۶۴۶۹ |
| ۷ | ۲۰۸ | ۰/۰۰۲۳۷۱۴ | ۰/۰۰۵۰۱۸۲ |
| ۸ | ۲۱۰ | ۰/۰۰۳۱۶۲۳ | ۰/۰۰۸۱۸۰۵ |

| جدول ۱۰- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=16 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۹ | ۲۱۶ | ۰/۰۰۷۴۹۸۹ | ۰/۰۱۵۶۷۹۵ |
| ۱۰ | ۲۲۴ | ۰/۰۲۳۷۱۳۷ | ۰/۰۳۹۳۹۳۲ |
| ۱۱ | ۲۲۵ | ۰/۰۲۷۳۸۴۲ | ۰/۰۶۶۷۷۷۴ |
| ۱۲ | ۲۳۰ | ۰/۰۵۶۲۳۴۱ | ۰/۱۲۳۰۱۱۵ |
| ۱۳ | ۲۳۲ | ۰/۰۷۴۹۸۹۴ | ۰/۱۹۸۰۰۰۹ |
| ۱۴ | ۲۳۵ | ۰/۱۱۵۴۷۸۲ | ۰/۳۱۳۴۷۹۱ |
| ۱۵ | ۲۳۶ | ۰/۱۳۳۳۵۲۱ | ۰/۴۴۶۸۳۱۳ |
| ۱۶ | ۲۳۶ | ۰/۱۳۳۳۵۲۱ | ۰/۵۸۰۱۸۳۴ |
| ۱۷ | ۲۳۸ | ۰/۱۷۷۸۲۷۹ | ۰/۷۵۸۰۱۱۴ |

| جدول ۱۰- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=16 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۱۸ | ۲۴۰ | ۰/۲۳۷۱۳۷۴ | ۰/۹۹۵۱۴۸۷ |
| ۱۹ | ۲۴۲ | ۰/۳۱۶۲۲۷۸ | ۱/۳۱۱۳۷۶۵ |
| ۲۰ | ۲۴۲ | ۰/۳۱۶۲۲۷۸ | ۱/۶۲۷۶۰۴۳ |
| ۲۱ | ۲۴۳ | ۰/۳۶۵۱۷۴۱ | ۱/۹۹۲۷۷۸۴ |
| ۲۲ | ۲۴۴ | ۰/۴۲۱۶۹۶۵ | ۲/۴۱۴۴۷۴۹ |
| ۲۳ | ۲۴۴ | ۰/۴۲۱۶۹۶۵ | ۲/۸۳۶۱۷۱۴ |
| ۲۴ | ۲۴۵ | ۰/۴۸۶۹۶۷۵ | ۳/۳۲۳۱۳۸۹ |
| ۲۵ | ۲۴۵ | ۰/۴۸۶۹۶۷۵ | ۳/۸۱۰۱۰۶۵ |
| ۲۶ | ۲۴۶ | ۰/۵۶۲۳۴۱۳ | ۴/۳۷۲۴۴۷۸ |

| جدول ۱۰- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=16 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۲۷ | ۲۴۶ | ۰/۵۶۲۳۴۱۳ | ۴/۹۳۴۷۸۹۱ |
| ۲۸ | ۲۴۶ | ۰/۵۶۲۳۴۱۳ | ۵/۴۹۷۱۳۰۴ |
| ۲۹ | ۲۴۶ | ۰/۵۶۲۳۴۱۳ | ۶/۰۵۹۴۷۱۸ |
| ۳۰ | ۲۴۷ | ۰/۶۴۹۳۸۱۶ | ۶/۷۰۸۸۵۳۴ |
| ۳۱ | ۲۴۷ | ۰/۶۴۹۳۸۱۶ | ۷/۳۵۸۲۳۵ |
| ۳۲ | ۲۴۸ | ۰/۷۴۹۸۹۴۲ | ۸/۱۰۸۱۲۹۲ |
| ۳۳ | ۲۴۸ | ۰/۷۴۹۸۹۴۲ | ۸/۸۵۸۰۲۳۴ |
| ۳۴ | ۲۴۸ | ۰/۷۴۹۸۹۴۲ | ۹/۶۰۷۹۱۷۷ |
| ۳۵ | ۲۴۸ | ۰/۷۴۹۸۹۴۲ | ۱۰/۳۵۷۸۱۲ |

| جدول ۱۰- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall<br>Z=16 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۳۶ | ۲۴۸ | ۰/۷۴۹۸۹۴۲ | ۱۱/۱۰۷۷۰۶ |
| ۳۷ | ۲۴۸ | ۰/۷۴۹۸۹۴۲ | ۱۱/۸۵۷۶ |
| ۳۸ | ۲۴۹ | ۰/۸۶۵۹۶۴۳ | ۱۲/۷۲۳۵۶۵ |
| ۳۹ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۳/۷۲۳۵۶۵ |
| ۴۰ | ۲۴۶ | ۰/۵۶۲۳۴۱۳ | ۱۴/۲۸۵۹۰۶ |
| ۴۱ | ۲۴۲ | ۰/۳۱۶۲۲۷۸ | ۱۴/۶۰۲۱۳۴ |
| ۴۲ | ۲۴۰ | ۰/۲۳۷۱۳۷۴ | ۱۴/۸۳۹۲۷۱ |
| ۴۳ | ۲۴۰ | ۰/۲۳۷۱۳۷۴ | ۱۵/۰۷۶۴۰۸ |
| ۴۴ | ۲۳۰ | ۰/۰۵۶۲۳۴۱ | ۱۵/۱۳۲۶۴۳ |

جدول ۱۰- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ صدفی در قوطی A1Tall

Z=16 RT=250 pH=6.5

| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
|---|---|---|---|
| ۴۵ | ۲۳۰ | ۰/۰۵۶۲۳۴۱ | ۱۵/۱۸۸۸۷۷ |
| ۴۶ | ۲۳۰ | ۰/۰۵۶۲۳۴۱ | ۱۵/۲۴۵۱۱۱ |
| ۴۷ | ۲۲۰ | ۰/۰۱۳۳۳۵۲ | ۱۵/۲۵۸۴۴۶ |
| ۲۵ | ۲۲۰ | ۰/۰۱۳۳۳۵۲ | ۱۵/۲۷۱۷۸۱ |
| ۲۴ | ۲۱۵ | ۰/۰۰۶۴۹۳۸ | ۱۵/۲۷۸۲۷۵ |
| ۵۰ | ۲۱۵ | ۰/۰۰۶۴۹۳۸ | ۱۵/۲۸۴۷۶۹ |
| ۵۱ | ۲۱۴ | ۰/۰۰۵۶۲۳۴ | ۱۵/۲۹۰۳۹۲ |
| ۵۲ | ۲۰۰ | ۰/۰۰۰۷۴۹۹ | ۱۵/۲۹۱۱۴۲ |
| ۵۳ | ۲۰۰ | ۰/۰۰۰۷۴۹۹ | ۱۵/۲۹۱۸۹۲ |

| جدول ۱۱- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ دکمه‌ای در قوطی A1Tall<br>Z=16.5 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۰ | ۱۵۲ | ۱/۱۵ E -۰۶ | ۱/۱۵ E -۰۶ |
| ۱ | ۱۶۲ | ۴/۶۴۲ E -۰۶ | ۵/۷۹۱ E -۰۶ |
| ۲ | ۱۶۲ | ۴/۶۴۲ E -۰۶ | ۱/۰۴۳ E -۰۵ |
| ۳ | ۱۶۸ | ۱/۰۷۲ E -۰۵ | ۲/۱۱۶ E -۰۵ |
| ۴ | ۱۷۲ | ۱/۸۷۴ E -۰۵ | ۳/۹۸۹ E -۰۵ |
| ۵ | ۱۸۰ | ۵/۷۲۲ E -۰۵ | ۹/۷۱۲ E -۰۵ |
| ۶ | ۱۸۴ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱۹۷۱ |
| ۷ | ۱۸۶ | ۰/۰۰۰۱۳۲۲ | ۰/۰۰۰۳۲۹۳ |
| ۸ | ۱۹۰ | ۰/۰۰۰۲۳۱ | ۰/۰۰۰۵۶۰۳ |
| ۹ | ۱۹۷ | ۰/۰۰۰۶۱۳۶ | ۰/۰۰۱۱۷۳۹ |

جدول ۱۱- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ دکمه‌ای در قوطی A1Tall

Z=16.5 RT=250 pH=6.5

| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
|---|---|---|---|
| ۱۰ | ۲۰۲ | ۰/۰۰۱۲۳۲۸ | ۰/۰۰۲۴۰۶۸ |
| ۱۱ | ۲۰۷ | ۰/۰۰۲۴۷۷۱ | ۰/۰۰۴۸۸۳۸ |
| ۱۲ | ۲۱۰ | ۰/۰۰۳۷۶۴۹ | ۰/۰۰۸۶۴۸۸ |
| ۱۳ | ۲۱۴ | ۰/۰۰۶۵۷۹۳ | ۰/۰۱۵۲۲۸۱ |
| ۱۴ | ۲۲۰ | ۰/۰۱۵۱۹۹۱ | ۰/۰۳۰۴۲۷۲ |
| ۱۵ | ۲۲۳ | ۰/۰۲۳۱۰۱۳ | ۰/۰۵۳۵۲۸۵ |
| ۱۶ | ۲۲۷ | ۰/۰۴۰۳۷۰۲ | ۰/۰۹۳۸۹۸۷ |
| ۱۷ | ۲۳۲ | ۰/۰۸۱۱۱۳۱ | ۰/۱۷۵۰۱۱۸ |
| ۱۸ | ۲۳۲ | ۰/۰۸۱۱۱۳۱ | ۰/۲۵۶۱۲۴۹ |
| ۱۹ | ۲۳۵ | ۰/۱۲۳۲۸۴۷ | ۰/۳۷۹۴۰۹۵ |

| جدول ۱۱- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ دکمه‌ای در قوطی A1Tall<br>Z=16.5 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۲۰ | ۲۴۰ | ۰/۲۴۷۷۰۷۶ | ۰/۶۲۷۱۱۷۲ |
| ۲۱ | ۲۴۱ | ۰/۲۸۴۸۰۳۶ | ۰/۹۱۱۹۲۰۷ |
| ۲۲ | ۲۴۳ | ۰/۳۷۶۴۹۳۶ | ۱/۲۸۸۴۱۴۳ |
| ۲۳ | ۲۴۳ | ۰/۳۷۶۴۹۳۶ | ۱/۶۶۴۹۰۷۹ |
| ۲۴ | ۲۴۵ | ۰/۴۹۷۷۰۲۴ | ۲/۱۶۲۶۱۰۳ |
| ۲۵ | ۲۴۴ | ۰/۴۳۲۸۷۶۱ | ۲/۵۹۵۴۸۶۴ |
| ۲۶ | ۲۴۶ | ۰/۵۷۲۲۳۶۸ | ۳/۱۶۷۷۲۳۲ |
| ۲۷ | ۲۴۶ | ۰/۵۷۲۲۳۶۸ | ۳/۷۳۹۹۵۹۹ |
| ۲۸ | ۲۴۷ | ۰/۶۵۷۹۳۳۲ | ۴/۳۹۷۸۹۳۲ |
| ۲۹ | ۲۴۷ | ۰/۶۵۷۹۳۳۲ | ۵/۰۵۵۸۲۶۴ |

جدول ۱۱- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ دکمه‌ای در قوطی A1Tall

Z=16.5 RT=250 pH=6.5

| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
|---|---|---|---|
| ۳۰ | ۲۴۸ | ۰/۷۵۶۴۶۳۳ | ۵/۸۱۲۲۸۹۷ |
| ۳۱ | ۲۴۸ | ۰/۷۵۶۴۶۳۳ | ۶/۵۶۸۷۵۳ |
| ۳۲ | ۲۴۹ | ۰/۸۶۹۷۴۹ | ۷/۴۳۸۵۰۲ |
| ۳۳ | ۲۴۹ | ۰/۸۶۹۷۴۹ | ۸/۳۰۸۲۵۱ |
| ۳۴ | ۲۵۰ | ۱ | ۹/۳۰۸۲۵۱ |
| ۳۵ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۰/۳۰۸۲۵۱ |
| ۳۶ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۱/۳۰۸۲۵۱ |
| ۳۷ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۲/۳۰۸۲۵۱ |
| ۳۸ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۳/۳۰۸۲۵۱ |
| ۳۹ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۴/۳۰۸۲۵۱ |

| جدول ۱۱- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ دکمه‌ای در قوطی A1Tall<br>Z=16.5 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۴۰ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۵/۳۰۸۲۵۱ |
| ۴۱ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۶/۳۰۸۲۵۱ |
| ۴۲ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۷/۳۰۸۲۵۱ |
| ۴۳ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۸/۳۰۸۲۵۱ |
| ۴۴ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۹/۳۰۸۲۵۱ |
| ۴۵ | ۲۴۰ | ۰/۲۴۷۷۰۷۶ | ۱۹/۵۵۵۹۵۹ |
| ۴۶ | ۲۳۰ | ۰/۰۶۱۳۵۹۱ | ۱۹/۶۱۷۳۱۸ |
| ۴۷ | ۲۲۶ | ۰/۰۳۵۱۱۱۹ | ۱۹/۶۵۲۴۳ |
| ۲۵ | ۲۲۳ | ۰/۰۲۳۱۰۱۳ | ۱۹/۶۷۵۵۳۱ |
| ۲۴ | ۲۰۳ | ۰/۰۰۱۴۱۷۵ | ۱۹/۶۷۶۹۴۸ |

جدول ۱۲- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ دکمه‌ای در قوطی A1Tall

Z=18 RT=250 pH=6.5

| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
|---|---|---|---|
| ۰ | ۱۳۶ | ۴/۶۴۲ E -۰۷ | ۴/۶۴۲ E -۰۷ |
| ۱ | ۱۴۲ | ۰/۰۰۰۰۰۱ | ۱/۴۶۴ E -۰۶ |
| ۲ | ۱۴۶ | ۱/۶۶۸ E -۰۶ | ۳/۱۳۲ E -۰۶ |
| ۳ | ۱۵۸ | ۷/۷۴۳ E -۰۶ | ۱/۰۸۷ E -۰۵ |
| ۴ | ۱۶۰ | ۰/۰۰۰۰۱ | ۲/۰۸۷ E -۰۵ |
| ۵ | ۱۷۲ | ۴/۶۴۲ E -۰۵ | ۶/۷۲۹ E -۰۵ |
| ۶ | ۱۷۰ | ۳/۵۹۴ E -۰۵ | ۰/۰۰۰۱۰۳۲ |
| ۷ | ۱۷۷ | ۸/۷۹۹ E -۰۵ | ۰/۰۰۰۱۹۱۲ |
| ۸ | ۱۸۲ | ۰/۰۰۰۱۶۶۸ | ۰/۰۰۰۳۵۸ |
| ۹ | ۱۹۰ | ۰/۰۰۰۴۶۴۲ | ۰/۰۰۰۸۲۲۲ |

| جدول ۱۲- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ دکمه‌ای در قوطی A1Tall<br>Z=18 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۱۰ | ۱۹۳ | ۰/۰۰۰۶۸۱۳ | ۰/۰۰۱۵۰۳۵ |
| ۱۱ | ۱۹۹ | ۰/۰۰۱۴۶۷۸ | ۰/۰۰۲۹۷۱۳ |
| ۱۲ | ۲۰۲ | ۰/۰۰۲۱۵۴۴ | ۰/۰۰۵۱۲۵۷ |
| ۱۳ | ۲۰۸ | ۰/۰۰۴۶۴۱۶ | ۰/۰۰۹۷۶۷۳ |
| ۱۴ | ۲۱۲ | ۰/۰۰۷۷۴۲۶ | ۰/۰۱۷۵۰۹۹ |
| ۱۵ | ۲۱۷ | ۰/۰۱۴۶۷۸ | ۰/۰۳۲۱۸۷۹ |
| ۱۶ | ۲۲۵ | ۰/۰۴۰۸۴۲۴ | ۰/۰۷۳۰۳۰۳ |
| ۱۷ | ۲۳۰ | ۰/۰۷۷۴۲۶۴ | ۰/۱۵۰۴۵۶۷ |
| ۱۸ | ۲۳۴ | ۰/۱۲۹۱۵۵ | ۰/۲۷۹۶۱۱۷ |

| جدول ۱۲- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ دکمه‌ای در قوطی A1Tall<br>Z=18 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۱۹ | ۲۳۶ | ۰/۱۶۶۸۱۰۱ | ۰/۴۴۶۴۲۱۷ |
| ۲۰ | ۲۳۹ | ۰/۲۴۴۸۴۳۷ | ۰/۶۹۱۲۶۵۴ |
| ۲۱ | ۲۴۱ | ۰/۳۱۶۲۲۷۸ | ۱/۰۰۷۴۹۳۲ |
| ۲۲ | ۲۴۲ | ۰/۳۵۹۳۸۱۴ | ۱/۳۶۶۸۷۴۵ |
| ۲۳ | ۲۴۳ | ۰/۴۰۸۴۲۳۹ | ۱/۷۷۵۲۹۸۴ |
| ۲۴ | ۲۴۵ | ۰/۵۲۷۴۹۹۷ | ۲/۳۰۲۷۹۸۱ |
| ۲۵ | ۲۴۶ | ۰/۵۹۹۴۸۴۳ | ۲/۹۰۲۲۸۲۳ |
| ۲۶ | ۲۴۸ | ۰/۷۷۴۲۶۳۷ | ۳/۶۷۶۵۴۶ |
| ۲۷ | ۲۴۸ | ۰/۷۷۴۲۶۳۷ | ۴/۴۵۰۸۰۹۷ |

| جدول ۱۲- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ دکمه‌ای در قوطی A1Tall<br>Z=18 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۲۸ | ۲۴۹ | ۰/۸۷۹۹۲۲۵ | ۵/۳۳۰۷۳۲۲ |
| ۲۹ | ۲۴۹ | ۰/۸۷۹۹۲۲۵ | ۶/۲۱۰۶۵۴۸ |
| ۳۰ | ۲۴۹ | ۰/۸۷۹۹۲۲۵ | ۷/۰۹۰۵۷۷۳ |
| ۳۱ | ۲۵۰ | ۱ | ۸/۰۹۰۵۷۷۳ |
| ۳۲ | ۲۵۰ | ۱ | ۹/۰۹۰۵۷۷۳ |
| ۳۳ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۰/۰۹۰۵۷۷۳ |
| ۳۴ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۱/۰۹۰۵۷۷۳ |
| ۳۵ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۲/۰۹۰۵۷۷۳ |
| ۳۶ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۳/۰۹۰۵۷۷۳ |

| جدول ۱۲- محاسبه نفوذ حرارتی قارچ دکمه‌ای در قوطی A1Tall<br>Z=18 RT=250 pH=6.5 | | | |
|---|---|---|---|
| زمان | درجه حرارت | کشندگی (Lethality) | Cum Lethality (جمع کشندگی) |
| ۳۷ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۴/۰۹۰۵۷۷۳ |
| ۳۸ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۵/۰۹۰۵۷۷۳ |
| ۳۹ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۶/۰۹۰۵۷۷۳ |
| ۴۰ | ۲۵۰ | ۱ | ۱۷/۰۹۰۵۷۷۳ |
| ۴۱ | ۲۴۶ | ۰/۵۹۹۴۸۴۳ | ۱۷/۶۹۰۰۶۲ |
| ۴۲ | ۲۳۸ | ۰/۲۱۵۴۴۳۵ | ۱۷/۹۰۵۵۰۵ |
| ۴۳ | ۲۳۰ | ۰/۰۷۷۴۲۶۴ | ۱۷/۹۸۲۹۳۱ |
| ۴۴ | ۲۲۳ | ۰/۰۳۱۶۲۲۸ | ۱۸/۰۱۴۵۵۴ |
| ۴۵ | ۱۹۰ | ۰/۰۰۰۴۶۴۲ | ۱۸/۰۱۵۰۱۸ |

## محاسبه فرایند حرارتی

فرایند حرارتی برای هر یک از قارچ‌ها با دو Z به‌دست‌آمده از منحنی مرگ حرارتی (نمودار ۱) و Z استاندارد ۱۸ را اندازه‌گیری کنید و زمان BB را از سوی منحنی‌ها به‌طور جداگانه اندازه‌گیری و محاسبه کنید. از نمودار ترسیم‌شده برای نفوذ حرارتی قارچ صدفی و بر طبق روش بال (۱۹۲۸) برای قارچ می‌توان محاسبه را به صورت زیر انجام داد (جدول ۱۳):

مساحت یک سانتی‌متر مربع=۵ × ۰/۱= ۰/۵
A= ۲/۵ × ۰/۵=۱/۲۵
B =۳ × ۰/۵=۱/۵۰
C = ۴/۶۵ × ۰/۵=۲/۳۲۵
D = ۶ × ۰/۵ =۳
E = ۷/۵ × ۰/۵ =۳/۶۵
F = ۸/۷۵ × ۰/۵ = ۴/۳۷
A+B=۲/۷۵
A+B+C=۵/۰۷
A+B+C+D=۸/۰۷۵
A+B+C+D+E=۱۱/۷۲۵
A+B+C+D+E+F=۱۶/۱
$F_1$=۲۷/۵ $F_2$=۵/۰۷ $F_3$=۸/۰۷۵ $F_4$=۱۱/۷۲۵
$F_4$=۱۶/۱

**جدول ۱۳- محاسبه فرایند حرارتی قارچ صدفی**

| سطح (سانتی‌متر مربع) | عدد F | زمان در پایان (دقیقه) |
|---|---|---|
| ۲۵ | ۱/۲۵ | A |
| ۳۰ | ۲/۷۵ | A+B |
| ۳۵ | ۵/۰۷ | A+B+C |
| ۴۰ | ۸/۰۷۵ | A+B+C+D |
| ۴۵ | ۱۱/۷۲۵ | A+B+C+D+E |
| ۴۰ | ۱۶/۱ | A+B+C+D+E+F |

**Pt** = $\mathbf{B_B}$-(۰/۴× **come up time**)

**Come up time** = ۱۲ دقیقه: زمان بالاآمدن

۱۹ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد=**Pt** (۰/۴×۱۲)-۲۳/۸=**Pt**

درخصوص قارچ دکمه‌ای، فرایند حرارتی را به‌صورت زیر محاسبه کنید (جدول ۱۴):

مساحت یک سانتی‌متر مربع=۵ × ۰/۱ =۰/۵

**A**= ۵ × ۰/۵=۲/۵۰

**B** =۷/۱ × ۰/۵=۳/۵۰

**C** = ۹/۵ × ۰/۵=۴/۷۵

**D** = ۱۰ × ۰/۵ = ۵

**E** = ۱۰ × ۰/۵ = ۵

**A**= ۲/۵۰ **A+B**=۶/۰۵ **A+B+C**=۱۰/۸۰ **A+B+C+D**=۱۵/۸۰

**A+B+C+D+E**=۲۰/۸۰

**F1**=۲/۵ **F2**=۶/۰۵ **F3**=۱۰/۸۰ **F4**=۱۵/۸۰

**F4**=۲۰/۸۰

**جدول ۱۴- محاسبه فرایند حرارتی قارچ دکمه‌ای**

| سطح (سانتی‌متر مربع) | عدد F | زمان در پایان (دقیقه) |
|---|---|---|
| ۲۵ | ۲/۵۰ | A |
| ۳۰ | ۶/۰۵ | A+B |
| ۳۵ | ۱۰/۸۰ | A+B+C |
| ۴۰ | ۱۵/۸۰ | A+B+C+D |
| ۴۵ | ۲۰/۸۰ | A+B+C+D+E |

$Pt = B_B - (0/4 \times \text{come up time})$

**Come up time** = ۱۲ دقیقه: زمان بالاآمدن

**Pt**=۲۳/۴-(۰/۴×۱۶)**Pt**=۱۷ دقیقه در دمای۱۲۱ درجه سانتی گراد

## تولید کنسرو سبزی‌ها

### کنسرو نخودفرنگی

انتخاب رقم نخودفرنگی در تهیه کنسرو نخودفرنگی (شکل ۲۴) اهمیت بسیار زیادی دارد. رقم نخودفرنگی مناسب برای فراوری، رقم آراسگا است که دانه‌های به‌نسبت درشت و مقاوم در برابر حرارت و شست‌وشو دارد. نخودهای مورد استفاده در تهیه کنسرو باید شکل و اندازه یکنواخت داشته باشند. قبل از شروع فرایند، از تندرومتر برای اندازه‌گیری سفتی بافت استفاده می‌شود. پس از دریافت نخود و غلاف‌گیری، نخودها در محلول آب‌نمک با غلظت ۱ درصد غوطه‌ور شده تا نخودهای سبک به روی آب بیایند و جدا شوند. نخودهای سالم را به‌مدت ۲ الی ۵ دقیقه در آب جوش آنزیم‌بری کرده و بلافاصله در آب سرد خنک کنید. سپس قوطی‌های کنسرو را از نخود آنزیم‌بری‌شده پر کنید و به آن آب‌نمک در حال جوش

(به‌ازای هر ۵۰ لیتر، ۷۰۰ گرم نمک مورد نیاز است) اضافه کنید. سپس قوطی‌ها را از تونل تخلیه هوا عبور دهید و بلافاصله دربندی کنید. برای فرایند حرارتی، قوطی‌ها را در داخل اتوکلاو قرار دهید. قوطی‌های A2 را به‌مدت ۴۵ دقیقه در فشار ۰/۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع حرارت دهید. درنهایت، قوطی‌ها را سرد و خشک کنید.

**شکل ۲۴- نخودفرنگی مناسب برای کنسرو**

### کنسرو لوبیا سبز

لوبیاسبز قبل از خشک‌شدن برای تهیه کنسرو مناسب است (شکل ۲۵). لوبیاسبز را بشویید و به قطعات ۲/۵ سانتی‌متری برش دهید و سپس در داخل آب جوش به‌مدت ۳ دقیقه آنزیم‌بری و بلافاصله خنک کنید. لوبیاهای آنزیم‌بری‌شده را داخل قوطی بریزید و به آن آب‌نمک ۲ درصد در حال جوش اضافه کنید. سپس قوطی‌ها را از تونل بخار عبور دهید و بلافاصله دربندی کنید. قوطی‌های دربندی‌شده را در داخل اتوکلاو قرار دهید و به‌مدت ۴۰ دقیقه برای قوطی AZ2 فراوری کنید.

**شکل ۲۵- لوبیاسبز مناسب برای کنسرو**

## کنسرو قارچ

قارچ را باید قبل از بازشدن کلاهک برای کنسروکردن استفاده کرد (شکل ۲۶). قارچ بدون آفت را انتخاب کرده و قارچ‌های ریز را به‌طور درسته و قارچ‌های بزرگ را اسلایس کرده و برای کنسرو استفاده کنید. قارچ‌های اسلایس‌شده را به‌مدت ۴ الی ۵ دقیقه در آب جوش آنزیم‌بری کرده و بلافاصله در آب سرد خنک کنید. قوطی‌های پرشده از قارچ را با آب‌نمک (به‌ازای هر ۲۵ لیتر ۲۸ گرم اسید سیتریک مورد نیاز است) در دمای جوش پر کرده و هواگیری کنید. قوطی‌ها را پس از دربندی در داخل اتوکلاو قرار دهید و در فشار ۰/۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به‌مدت ۴۵ دقیقه فراوری کنید و سپس قوطی‌ها را بلافاصله سرد کرده و خشک کنید.

**شکل ۲۶- قارچ مناسب برای کنسرو**

## کنسرو گوجه‌فرنگی

به‌دلیل افزایش قیمت گوجه‌فرنگی (شکل ۲۷) در زمستان، در اغلب کشورها که زمستان سردی دارند، از گوجه‌فرنگی کنسروشده استفاده می‌شود. گوجه‌فرنگی رقم سان‌جوز برای تهیه کنسرو گوجه‌فرنگی مناسب است. گوجه‌فرنگی باید یکرنگ، قرمز، بدون آفت و یکنواخت باشد. گوجه‌فرنگی‌ها را ابتدا بشویید و در داخل آب جوش قرار دهید یا در اتوکلاو به‌مدت ۲ الی ۳ دقیقه در مجاورت بخار حرارت دهید. این عمل باعث جداشدن پوست گوجه‌فرنگی می‌شود. گوجه‌فرنگی‌های پوست‌گیری‌شده را داخل قوطی بریزید و به آنها آب گوجه‌فرنگی صاف‌شده در حال جوش که دارای نمک طعام است، اضافه کنید. سپس عمل هواگیری و دربندی را انجام دهید. درنهایت قوطی‌ها را به داخل دیگ دوجداره انتقال داده و به‌مدت ۴۵ الی ۵۰ دقیقه در آب جوش قرار دهید و سپس بلافاصله سرد کنید.

**شکل ۲۷- گوجه‌فرنگی مناسب برای کنسرو**

## کنسرو هویج‌فرنگی

هویج‌فرنگی‌های یکدست و بدون آلودگی را انتخاب کنید (شکل ۲۸). پس از قطع‌کردن سر و ته، آنها را در دستگاه سایش قرار دهید و لایه نازکی از پوست را جدا کنید و کاملاً بشویید. سپس هویج‌ها را به قطعات یک‌اندازه ببرید و به‌مدت ۷ دقیقه آنزیم‌بری کنید. درنهایت هویج‌ها را در داخل قوطی‌های نیم کیلویی بریزید و با محلول آب‌نمک ۲ درصد در حال جوش پر کرده و هواگیری و دربندی کنید. قوطی‌ها را در داخل اتوکلاو قرار دهید

و در فشار ۰/۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به‌مدت ۵۰ دقیقه فراوری و بلافاصله سرد کنید.

**شکل ۲۸- هویج‌فرنگی مناسب برای کنسرو**

### کنسرو سیب‌زمینی

سیب‌زمینی‌های یکدست و صاف برای کنسروکردن مناسب هستند (شکل ۲۹). سیب‌زمینی‌ها را کاملاً بشویید تا گل و لای آن گرفته شود. سپس با دستگاه سایشی پوست‌گیری کنید. سیب‌زمینی پوست‌گیری‌شده را در محلول آب‌نمک ۲ درصد قرار دهید تا قهوه‌ای‌رنگ نشوند. سیب‌زمینی‌ها را در داخل قوطی بریزید و پس از افزودن آب‌نمک

۲ درصد در حال جوش، هواگیری و دربندی کنید. درنهایت، قوطی‌ها را داخل اتوکلاو قرار دهید و به‌مدت ۴۵ دقیقه در فشار ۰/۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع فراوری کنید. قوطی‌های فراوری‌شده را در آب سرد خنک کنید.

**شکل ۲۹- سیب‌زمینی مناسب برای کنسرو**

## منابع

Alian, A.M., N. M. El-Shim, M.M.A. Abd-Fl-Mag-ied and Tawadrous, 1986, Heat resistance of Bacillus coagulans spores isolated from tomato juice Egypt J. Food Sci 14(2): 323.

Alian, A.M., N.M. El- shim, MM.A. Abd – Fl – Mag-ied, and A.G. Tawadrous, 1986, «Heat resistance of Bacillus coagulans spores isolated from tomato Juice», Egypt J. Food Sci., 14 (2): 323.

Allen, M., 1953, «The thermphilic aerobic sporeforming bacteria».Bact. Rev., 17:125.

Allen, M.B., 1953. Thermophilic aerobic sporeforming bacteria Bact.rev. 17:125.

Amechi Okereke And Robert B. Beelman. (1990) Acid-Blanching and EDTA Effects on Yield, Quality and Microbiological Stability of Canned Mushrooms. Journal of Food Science 55:5, 1327–1330.

Anantheswaran. R. C., Sastry S. K., R. B. Beelman 1992. Effect of Microwave Blanching on the Yield and Quality of Canned Mushrooms. J. of Food Sci. Vol. 57 (2): 458.

Application of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) to ensure Microbiological Safety and Quality

in Food Processing, Blackwell Scientific Publications, London, p.207.

Aslan- Azizi & S. Rangana 1990. A. new Heat Resistant spoilage organism of clostridium species in canned vegetables. Association of microbiologist. Of India 1991.

Aslan Azizi & S. Ranganna. 1988. Simple Device for Isolating of Anaerobic bacteria. 2nd International food convention Feb 1988. At CFTRI mysor India.

Azizi, and s. Ranganna 1993, spoilage organisms of canned acidified mango pulp and their relevance to thermal processing of acid food» J. Food Sci. Technol., 30:313.

Azizi, A. and Ranganna, 1993. Spoilage organisms of canned acidified mango pulp and their relevance to thermal processing of acid food. J. food Sci technol 30:241.

Ball, C. O. Mathematical solution of problems on processing of canned foods. Public health vol. 2 Univer. Calif.Pubs.

Ball. C. O. and f. C. W. Olson, 1957. Sterilization in food technology Mc Grow Hill book co. Inc. New York.

Berry, M. R. Ir. And J. G. Bradshaw Jr. 1982.

Heat Penetration for sliced mushroom in brine processed in still and agitating retorts. With comparison to spore count reduction J. Food sci.

Blocher, J.C.and Busta, 1983, Bacterial spore resistance to acid. Food technol,37:81

Bohrer, C. W., 1965, Microbial spoilage of canned foods. In microbiological quality of foods. L. W. slanelz, C. D. Chisheśter, A. R. Gautin and Ordal, Academic press inc., New York.

Bradshaw, J. G. J. T. Peeler and R. M. Twedt, 1981 thermal inactivation of clostridium botulinium toxin type F. and G. in buffer and in beef and Mushroom patties. J. food Sci. 46: 688.

D. L. Eby, F. J. MCardle And R. B. Beelman. (1977) postharvest storage of the cultivated mushroom (agaricus bisporus) and its influence on qualitative protein changes related to canned product yield. journal of food science 42:1, 22–24

Desroies, N. W. 1970. The Technology of food preservation 3rd end, AVI publishing co. Inc west port connection.

Doores, S and D.C. Westhoff, 1981, Heat resistance of sporolactobacillus inulium. J. Food Sci 46; 810.

F. J. Mcardle, G. D. Kuhn And R. B. Beelman.

(1974) Influence Of Vacuum Soaking On Yield And Quality Of Canned Mushrooms. Journal of Food Science 39:5, 1026–1028

Fabian, F.W. and R.H. Henderson, 1950, Leuconostoc mesenteries as the cause of ropines in canned peaches, food Res., 15:415.

Fields, M, L., A.F. Zamora and M. Bradsher, 1977, Microbiological analysis of home canned tomatoes and green beans. J. Food Sci. 42; 931.

Fields, M.L., 1970. The flat – sour bacteria. Adv. Food Res., 18:163.

Food processing institute, 1975, canned foods – principals of thermal processing control and container closure evaluation 2nd end. The food processors institute, Berkley California.

G. K. Parrish, R. B. Beelman, F. J. Mcardle and G. D. Kuhn. (1974) Influence Of Post-Harvest Storage And Canning On The Solids And Mannitol Content Of The Cultivated Mushroom And Their Relationship To Canned Product Yield. Journal of Food Science 39:5, 1029–1031

Hersom, A.C. and E.D. Hulland, 1969, Canned Foods, J&A Churchill Ltd., London.

Hersom, A.C. and E.D. Hulland, 1969, Canned Foods,

J&A Churchill Ltd., London. International Commission of Microbiological Specification of Foods (ICMSF), 1988, Micro organisms on Foods.

Ilkay Sensoy Sudhir K. Sastry. (2004) Ohmic Blanching Of Mushrooms. Journal of Food Process Engineering 27:1, 1–15

Ito, A. and J.K. Chen. 1978. Effect of pH on the growth of clostridium botulinum in foods, Food Technol., 48(6): 71-72, 78.

Kilahara, K.and C. L, Lai 1967, on the spore formation of Sporolactobacillus inulinus. J. Gen Appl. Microbilo, 3:111.

Margalith, P. and E. Shoenfeld, 1963, «Thermophilic aerobacillus from banana puree». Appl. Microbiol., 10»309

Mîguel Rodrigo, Carlos Calvo, Tomás Sanchez, Carmen Rodrigo, Antonio Martínez. (1999) Quality of canned mushrooms acidified with glucono-δ-lactone. International Journal of Food Science & Technology 34:2, 161–166

Montville, T. J and G.M. Sapers, 1981, Thermal resistance of spore from pH elevating strains of Bacillus licheniformis, J. Food Sci, 40:993

Mossel, D. A. A. and M. Ingram 1955, the

physiology of microbial spoilage in food. J. Appl. Bacteriol 18: 232

Nanjundaswamy, A.M., S. Saroja, and S. Ranganna, 1970,»Determination of thermal process for canned mango products,» Indian Food Packer, 26 (6): 5.

Nath, N. and S. Rangann 1977a, «Determination of thermal process for canned mandarin orange segments», J. Food Sci. Technol., 14(3): 113.

Nath, N. and S. Rangann 1977a, «Determination of thermal process for canned mandarin orange segments» j. Food Sci. Technol., 14(3): 113.

Nath, N. and S. Rangann 1977b. «Time/ Temperature relationship for thermal inactivation of pectinesterase in mandarin orange (Citrus reticulate Blanco) Juice», J. Food Technol., 12:411.

Nath, N. and S. Rangann 1983. «Determination of thermal process Schedule for guava (Psidium guajav L)». J. Food Technol, 18:301.

Nath, N. and S. Rangann, 1977, «Evaluation of thermal process for acidified canned musk melon (Cucumis melo L.)». J. Food Sci., 42:1306.

Nath, N. and S. Rangann 1980. «Determination of thermal process schedule for Totapuri mango», J. Food

Technol, 15:251.

Nath, N. and S. Rangann 1981. «Determination of thermal process schedule for acidified papaya». J. Food Sci., 46: 201.

National Canners Association 1968. Laboratory manual for food canners and processors. Vol. I. AVI publishing. West port.

Nickerson, J.T.R. and A.J. Sins key, 1978, Microbiology of Foods and Food Processing. American Elsevier, New York.

Nora – Tsang, L.S. Post and M. Solberg, 1985, «Growth and toxion production of Clostridium botulinum in model acidified systems». J. Food Sci., 50:961.

Odlaug, T.E. and U.H. Pflug, 1978, «Clostridium botulinum and acid foods»., J.Food Prot., 41:566.

Paul A. Dadamio And Donald B. Thompson. (1992) Mushroom (Agaricus bisporus), Its Polyphenoloxidase, and Polyphenolics Affect In Vitro Iron Availability. Journal of Food Science 57:2, 458–461

Pitt, J.I. and Hocking 1985, «New species of fungi from Indonesian dried fish» Mycotoxin, 22:197.

R. B. Beelman And F. J. MCardle. (1975) Influence of Post-Harvest Storage Temperatures And Soaking On

Yield And Quality of Canned Mushrooms. Journal Of Food Science 40:4, 669–671

R. B. Beelman, G. D. Kuhn, J. Mcardle (1973) Influence Of Post-Harvest Storage And Soaking Treatments On The Yield And Quality Of Canned Mushrooms. Journal Of Food Science 38 (6), 951–953.

S. Ranganna. 2000. Hand book of canning and aseptic packaging. Tata Mc Graw- Hill Publish Company limited New Delhi.

S.K. Sastry, S.F. Li, P. Patel, M. Konanayakam, P. BAFNA, S. DOORES AND R.B. Beelman. (1988) A Bioindicator For Verification Of Thermal Processes For Particulate Foods. Journal Of Food Science 53:5, 1528–1536.

Smelt, J.P.P.M., G.J.M. Raatjes, J.S. Crowther, and C.T. Kerrips, 1982, «Growth and toxin production, of Clostridium botulinum at low pH values», J. Appl. Bacteriol., 52:75.

Stumbo, C. R., Thermo bacteriology in food processing Academic press New York. 1973.

Tanaka, M.,1982, «Toxin production of Clostridium botulinum in media at pH lower than 4/6», J. Food Protect., 45:234.

Townsend, C.T., L. Lee and W.A. Mercer, 1954, «Inhibition of the growth of Clostridium botulinum by acidification», Food Res., 19:536.

Young – perkins, K.E. and R.L. Merson, 1987, Clostridium botulinum spore germination out growth, and toxin production below pH 4.6: Interactions between pH, total acidity, and buffering capacity. J. food Sci., 52 (8): 1084.

## یادداشت

## یادداشت