بررسی آلودگی میکروبی هوای قسمت‌های مختلف تولید کارخانجات لبنی

مجتبی بنیادیان[۱*]، عزیزاله ابراهیمی[۲]، فاطمه افلاکیان[۳]

۱- دانشیارگروه بهداشت مواد غذایی، پژوهشکده بیماریهای مشترک، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد
۲- استادیار گروه پاتوبیولوژی، پژوهشکده بیماریهای مشترک، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد
۳- کارشناسی ارشد باکتری شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد

(تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹٤/۱/۳۰)

چکیده

بررسی فلور میکروبی هوا در کارخانجات لبنی و نقش عوامل محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این مطالعه با هدف تعیین آلودگی میکروبی هوای بخش‌های مختلف تولید در کارخانجات لبنی شهرستان شهرکرد انجام شد. در این بررسی نمونه‌گیری با روش رسوب‌گذاری (Sedimentation) انجام شد. آزمون‌ها با تکرار سه‌گانه انجام شد. تجزیه و تحلیل میکروبی شامل شمارش کل باکتری‌های هوازی، استافیلوکوکوس‌ها، کلیفرم‌ها، باسیلوس‌ها، مخمرها و کپک‌ها بود. در هر سری نمونه‌گیری پلیت‌های حاوی محیط کشت مورد نظر به مدت ۱ساعت، به فاصله۱متر از دیوار و ارتفاع ۱ متر از زمین در بخش‌های مختلف قرار داده شد و بعد از این مدت به آزمایشگاه منتقل و به مدت ٤٨ساعت در دمای ۳۷درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. بعد از شمارش کلی کلنی‌ها، از تست‌های بیوشیمیایی اختصاصی جهت تعیین هویت باکتری جدا شده استفاده شد. برای ارزیابی هوا از نظر اسپور قارچها از پلیت حاوی محیط پوتیتودکستروزآگار حاوی کلرامفنیکل استفاده شد. قارچ‌های رشد یافته با استفاده از روش‌های روتین آزمایشگاهی از قبیل تیزمونت و اسلاید کالچر تعیین جنس شدند.

نتایج این مطالعه نشان داد که از تعداد کل کلنی‌های جدا شده ، میزان آلودگی به کوکسی گرم‌مثبت ٤٤٪، باسیل‌های گرم‌مثبت۵۳/۱٪، باسیل‌های گرم‌منفی۲/۷٪ و کوکسی گرم‌منفی۰/۵۷٪ بود. از میان باکتری‌های جدا شده بیشترین گونه باکتریایی به ترتیب مربوط به *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سرئوس* و *اشریشیاکلی* بود. همچنین نتایج شمارش تعداد قارچ در هوای این کارخانه‌ها نشان داد که از مجموع ۳۱۳ کلنی قارچی مختلف جدا شده، ٦۰/۳٪مربوط به مخمرها، ١٤/٦٪تریکوسپوروم، ۷/٦٪پسیلومایسس، ژئوتریکوم و مادورلا هر کدام ۵/۷٪، ۲/۵٪کلادوسپوریوم، آسپرژیلوس۲/۲٪، ریزوپوس۱٪ و مونیلیا۱٪ را به خود اختصاص دادند.

با توجه به میزان استاندارد آلودگی میکروبی هوا که توسط انجمن بهداشت عمومی آمریکا (APHA) پیشنهاد شده ، نتایج این مطالعه نشانگر این است که هوای کارخانه‌های مورد بررسی در قسمت‌های مختلف آلودگی بالایی داشته و امکان انتقال آلودگی به فرآورده‌های تولیدی در این کارخانجات بسیار بالا می‌باشد.

کلیدواژگان: آلودگی میکروبی، هوا، کارخانجات لبنی

* مسئول مکاتبات: boniadian@vet.sku.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

آلودگی هوا یکی از مهمترین پارامترهای بهداشتی و محیطی است. اضافه شدن هر ماده‌ای تا حدی خواص فیزیکی و شیمیایی هوای تمیز را تغییر می‌دهد، بنابراین چنین ماده‌ای به عنوان آلوده کننده‌ی هوا در نظر گرفته می‌شود [۱]. هوا به طور طبیعی دارای میکروب خاصی نیست و آن چه که از باکتری‌ها، اسپور قارچ‌ها، مخمرها، ویروس‌ها و غیره در آن یافت می‌شود معمولا به طور ثانویه و از طریق خاک، حیوانات و انسان به هوا راه می‌یابند و با جریان هوا، جابه‌جا می‌شود. باکتری‌ها به طور کلی نمی‌توانند مدت زیادی در هوا زنده بمانند (مگر میکروب‌هایی که نسبت به خشکی محیط، مقاومت بیشتری نشان می‌دهند) اما اسپور قارچ‌ها با قدرت حیاتی بالقوه معمولا همیشه در هوا به صورت معلق وجود دارند. صنایع فرآوری مواد غذایی تا حدودی توانسته است خود را از درگیری‌های گریبانگیر سه دهه‌ی اخیر برهاند [۲]. پیشرفت علم نیاز به کنترل آلاینده‌های هوا را افزایش داده که در غیر این صورت ممکن است، مشکلات جدی در بیمارستان‌ها، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و صنایع دارویی و غذایی به وجود آورند [۳].

پیامد فساد و آلودگی غالبا پیدایش شرایطی در ماده غذایی است که مصرف آن خواه در کوتاه مدت و خواه درصورت تداوم مصرف، آثار نامطلوبی بر سلامت انسان می‌گذارد. عوامل فساد و آلودگی، گاهی مستقیما و گاهی نیز به طور غیرمستقیم، مثلا فراهم کردن زمینه فعالیت عوامل دیگر، موجب تغییرات نامطلوب و بیماری‌زایی ماده غذایی می‌شوند. آگاهی از این نکته، به انسان کمک می‌کند که مناسب‌ترین تدبیرها را برای کنترل عوامل فساد و آلودگی و در نتیجه فراهم کردن سلامت غذا بکارگیرد. با توجه به نقش عوامل بیولوژیک معلق در هوا، در فرآیند تولید مواد غذایی و دارویی باید تدابیری اندیشید که از ارتباط عوامل ذکر شده با فرآورده‌های مورد اشاره تا حد امکان جلوگیری شود. اکتفا کردن به محصول نهایی، یا بازرسی‌های گاه‌به‌گاه، ناکافی و غیر قابل اطمینان است.

به همین لحاظ امروزه در بسیاری از کشورهای جهان به سیستم تجزیه و تحلیل خطر و نقطه بحرانی HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) که در حقیقت استاندارد سیستم مدیریت کیفیت در صنایع غذایی و تولید غذا است توجه خاص می‌شود، این سیستم در طول زنجیر تولید غذا از تولید کننده اولیه تا مصرف کننده نهایی کاربرد دارد. نحوه عمل این سیستم، ارزیابی و بررسی احتمال خطا در فرآیندهای تولید غذا، تعیین نقاط بحرانی و ایجاد سیستم کنترل برای این نقاط است، اما آن چه که در اینجا به طور کلی به عنوان اصول کلی پیشگیری از آلودگی‌های ثانویه بیان می‌شود، نکاتی است که همیشه و همه جا باید از آغاز تهیه تا مصرف مواد غذایی، مورد توجه قرار گیرد [٤].

در بسیاری از فعالیت‌های بشری، میکروارگانیزم‌های محیطی عامل ریسک پنهان اما خطرناک به شمار می‌روند. با وجود تکنولوژی‌های پیشرفته در بیمارستان‌ها، صنعت و کشاورزی این نگرانی بیشتر شده است.

در سال‌های اخیر، بسیاری از مطالعات حول این موضوع انجام شده است و امروزه ارزیابی سطح آلودگی میکروبی هوا در محیط‌های محتمل آلودگی، گام اصلی برای جلوگیری از آن به شمار می‌رود. اگر چه هنوز مشکلات بسیاری نظیر روش کار، نمونه برداری، تفسیر داده‌ها وجود دارد که می‌بایست حل شود [۵].

از آن‌جا که شیر و فرآورده‌های لبنی، بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را به خود اختصاص می‌دهند از طرف دیگر، استخراج و فرآوری سایر ترکیبات شیر جهت مصرف در سایر صنایع یا مصارف پزشکی، دارای اهمیت می‌باشد [۲].

در طول تولید مواد غذایی، هوای مناطق فرآوری می‌تواند غذاها را با پاتوژن‌ها یا میکروارگانیزم‌های عامل فساد که تاثیر عمده‌ای بر کیفیت این مواد دارند آلوده کند. از میان این موادغذایی فرآورده‌های لبنی مستعد آلودگی به‌وسیله میکروارگانیزم‌های هوا هستند. به همین علت بررسی فلور میکروبی هوا در کارخانجات لبنی و نقش عوامل محیطی بر آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۸، ۷، ٦].

آلودگی مواد غذایی از طریق هوا از دو جنبه بهداشتی و اقتصادی می‌تواند مهم باشد. میکروب‌های گرد و خاک و خصوصاً عوامل عفونت‌های تنفسی از این طریق مواد غذایی را آلوده می‌کنند. آلودگی های مواد غذایی علاوه بر منابع اشاره شده می‌تواند از طریق وسایل آلوده بسته‌بندی و از پرسنل عمل آوری مواد غذایی صورت گیرد. دقت افراد عمل آورنده مواد غذایی در تمیز کردن و بهداشتی کردن وسایل کار، در کاهش چنین آلودگی‌ها در مواد غذایی بسته‌بندی شده بسیار مؤثر خواهد بود. آزمایش روی کارکنان مواد غذایی نشان می‌دهد که هر انسانی در هر دقیقه 10^3 تا 10^4 میکروب زنده از خودش

Archive of SID

www.SID.ir

اشاعه می‌دهد. تماس غذا با سطوح فرآوری می‌تواند رشد میکروارگانیزم‌ها را حمایت کند و یک منبع آلودگی برای تشکیل آئروسل در هوا باشد [۹، ۸]. برای تعیین کیفیت میکروبی هوا چندین تکنیک متفاوت معرفی شده است [۱۰، ۸]. یکی از این روش‌ها، تکنیک نمونه برداری هوا بر اساس شمارش میکروارگانیزم‌ها در حجم هوای داده است، که به‌وسیله ساکشن با یک نمونه بردار که موجب بازیافت و ته نشینی ذرات زنده در سطح محیط کشت جامد می‌شود انجام می‌گیرد. روش دیگر، روش رسوب هوا بر روی پلیت حاوی محیط کشت است که توسط انجمن بهداشت عمومی امریکا (APHA) پیشنهاد شده است. توصیه‌های (APHA) برای شمارش پلیت‌های هوازی در هوای مناطق فرآوری موادغذایی مطابق با استانداردهای زیر است: هنگامی که با روش نمونه‌گیر هوا ارزیابی شود $cfu.m^{-3}$ ۹۰، و زمانی‌که به‌وسیله پلیت کشت رسوبی مثل محیط کشت آگار ارزیابی شود $cfu.cm^{-2}$ ۳۰ برآورد شد [۸].

مقررات اتحادیه اروپا تضمین کیفیت مواد غذایی به ویژه ایمنی مواد غذایی را نه تنها از لحاظ کیفیت محصول نهایی، بلکه اقدامات احتیاطی که باید در آماده سازی و پردازش مواد غذایی برای به حداقل رساندن خطر ابتلا به آلودگی صورت گیرد را مورد توجه قرار داده است. این نه تنها شامل تجهیزات پردازش مواد غذایی است، بلکه محیط فرآوری از جمله هوا که ممکن است عمر مفید محصولات را کاهش داده و در شرایط معینی، یک خطر جدی برای ایمنی مواد غذایی باشد را نیز شامل می‌شود [۱۱].

شاخص آلودگی میکروبی هوا در مکان‌های مختلفی مثل: بیمارستان‌ها، صنایع غذایی، گالری‌های هنری، ایستگاه‌های فضایی و همچنین در هوای آزاد آزمایش شده است. ثابت شده که روش رسوب هوا در سطح پلیت در محیط، ابزار قابل اعتماد و مفیدی برای نظارت بر آلودگی میکروبی هوا است [۵].

۲- مواد و روش ها

۲-۱- جمع آوری نمونه ها

در این بررسی نمونه گیری از دو کارخانه لبنی A و B طی سه نوبت به فواصل یک ماه و در هر نوبت مجموعا ۴۰ پلیت در بخش‌های مختلف کارخانه و بیرون قرار داده شد. نمونه گیری با روش رسوب گذاری (Sedimentation) و با استفاده از پلیت ساکن انجام شد. در هر سری نمونه گیری تمامی پلیت ها در نقاط مشخص حاوی ml ۲۰ از محیط‌های کشت بصورت باز، با توجه به طرح ۱/۱/۱ (به مدت ۱ ساعت، به فاصله ۱ متر از زمین، حداقل ۱ متر دور از دیوار و یا هر مانع دیگر) قرار داده شد و سپس درب پلیت‌ها گذارده و در شرایط استریل به آزمایشگاه منتقل گردید. در این مطالعه علاوه بر ارزیابی میزان آلودگی هوای داخل کارخانجات لبنی، جهت مقایسه با هوای بیرون، پلیت‌گذاری در بیرون از کارخانه با فاصله ۱۰۰ متر صورت گرفت [۱۰].

۲-۲- محیط های کشت

در این مطالعه ۵ گروه از میکروارگانیزم‌هایی با ریسک بالا در صنایع غذایی مورد بررسی قرار گرفت و به تفکیک نوع میکروارگانیزم محیط کشت مناسب انتخاب شد. برای شمارش کلی باکتری‌ها از محیط Plate count agar (PCA)، برای شمارش باکتری‌های کلی‌فرم از محیط Mac conkey Agar (MCA)، برای شمارش باسیلوس‌ها از محیط Bacillus selective agar (BSA)، برای شمارش استافیلوکوکوس از محیط Baird Parker agar (BPA) و برای شمارش قارچ‌ها از محیط Potato dextrose agar (PDA) استفاده شد [۸].

۲-۳- شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل

محیط PCA جهت شمارش کلی باکتری‌های مزوفیل مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از شمارش کلی باکتری‌ها روی این محیط، از کلنی‌های رشد یافته لام میکروسکوپی تهیه شد و با روش گرم رنگ‌آمیزی گردید. سپس کوکوس‌های گرم‌مثبت، جدا شده و جهت افتراق ۳ جنس استافیلوکوکوس، استرپتوکوکوس و میکروکوکوس‌ها از آزمایش‌های کاتالاز، اکسیداز، حساسیت به باسیتراسین، اکسیداسیون و تخمیر OF استفاده شد. کوکوس‌های گرم‌مثبت کاتالاز مثبت مربوط به دو جنس استافیلوکوکوس و میکروکوکوس‌ها بود. کوکوس‌های گرم‌مثبت کاتالاز منفی که مربوط به جنس استرپتوکوکوس‌ها بود جهت شناسایی و تفریق دو گروه پیوژن و غیرپیوژن آزمایش حساسیت باسیتراسین انجام شد [۱۳، ۱۲].

۲-۴- شمارش کلی استافیلوکوکوس ها

محیط BPA جهت شمارش کلی استافیلوکوکوس‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از شمارش کلی باکتری‌ها روی این

Archive of SID
www.SID.ir

محیط کلنی های سیاه رنگ با تشکیل هاله لستین جدا و روی محیط نوترینت آگار خالص سازی شد و پس از رنگ آمیزی کوکوس‌های گرم مثبت با آرایش خوشه‌ای که معرف استافیلوکوکوس‌ها بود مشاهده شد. در انتها جهت تایید جنس و گونه *استافیلوکوکوس اورئوس* تست کاتالاز، و تخمیر قند مانیتول و تست کواگولاز انجام شد [۱۲].

۲-۵- شمارش کلی کلی‌فرم ها

محیط Mac conkey Agar جهت شمارش کلی کلی‌فرم ها مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس برای جداسازی و تشخیص اشریشیاکلی از کشت در محیط BGBLB(Brilliant green bile lactose broth)، آزمایش IMVic ، **کشت روی محیط** EMB (Eosin methylen-blue) استفاده شد. در محیط EMB کلنی‌های با جلای سبز فلزی که از مشخصات *اشریشیاکلی* بود مشاهده و ثبت گردید [۱٤، ۱۳،۱۲].

۲-٦- شمارش کلی باسیلوس‌ها

محیط BSA جهت شمارش کلی باسیلوس‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از شمارش کلی باکتری‌ها روی این محیط،کلنی‌های صورتی رنگ با هاله لیستیناز جهت تشکیل و مشاهده اسپور به محیط بلاد آگار منتقل شدند و در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده و بعد از گذشت ۲٤ ساعت، محیط‌های فوق را خارج شده و به مدت یک روز در فضای آزمایشگاه قرار داده شد، بعد از این مدت کلنی مورد نظر را رنگ آمیزی شد و باکتری‌های درشت میله‌ای شکل گرم مثبت دارای اسپورهای مشاهده شد. سپس جهت تایید و تشخیص نهایی جنس و گونه باکتری *باسیلوس سرئوس* از تست‌های تکمیلی نظیر: کشت روی محیط بلاد آگار، تست کاتالاز، تست IMViC، تست‌های قندی، تست ژلاتیناز، احیای نیترات و تست مقاومت به پنی‌سیلین استفاده شد [۱۳، ۱۲].

۲-۷- شمارش کلی قارچ‌ها

محیط PDA حاوی کلرامفنیکل جهت شمارش کلی قارچ‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. قارچ‌های رشد یافته بعد از مدت ۵-٤ روز با استفاده از روش‌های روتین آزمایشگاهی، تعیین خصوصیات ماکروسکوپی و میکروسکوپی شامل تیزمونت و اسلاید کالچر، تعیین جنس شدند [۱۵].

۳- نتایج و بحث

در تولید مواد غذایی، محصولات ممکن است در نتیجه حضور بیوآئروسل‌های موجود در هوا آلوده شوند. آلودگی محصولات لبنی و فرآورده‌های غذایی در کارخانه های تولید و فرآوری این محصولات، از طریق میکروارگانیزم‌های موجود در هوا از دیر باز به رسمیت شناخته شده است. بیوآئروسل ها در ذرات گرد و غبار جامد، بر روی پوست، مو و لباس و یا در فعالیت‌های شدید مانند پاشش آب، فرآیندهای تمیز کردن، به صورت کلنی‌های ریز در ذرات معلق در هوا باقی می مانند. آلودگی بیوآئروسل ها در مواد غذایی اثر جدی بر کیفیت این محصولات و عمر مفید آن‌ها دارد، و یک خطر بهداشت عمومی در خصوص انتقال پاتوژن‌ها به این محصولات می باشد.

مطالعه حاضر به بررسی آلودگی میکروبی هوای کارخانجات لبنی در استان چهارمحال‌وبختیاری پرداخته است. برای این منظور، از محیط های کشت مناسب جهت نمونه برداری با روش پلیت رسوب گذاری استفاده شد. این روش یک روش غیر فعال است و برای تعیین کیفیت هوا از نظر میزان باکتری مناسب است و به دلیل آن که میکروارگانیزم ها در اثر وزن خود و جاذبه زمین با سطح پلیت تماس پیدا می کنند، میزان بقای ذرات نمونه گیری شده از سایر روش ها بیشتر است. این تکنیک ارزان، ساده و بیوآئروسل ها را در حالت اصلی خود جمع آوری می کند. استفاده ازاین روش دراماکن سرپوشیده معمول است [۸].

میزان آلودگی هوا در کارخانه A به باکتری های مزوفیل، کلی‌فرم، استافیلوکوکوس ها و باسیلوس ها در بخش تولید ماست بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. و به ترتیب $۲/٦\times۱۰^{٤}$، $۱/۸\times۱۰^{۳}$، $۱۰^{٤}$، $۱/۳\times۱۰^{٤}$ cfu در هر متر مربع بود. و کمترین مقدار باکتری های مزوفیل، استافیلوکوکوس و باسیلوس مربوط به بخش سردخانه و کلی‌فرم ها مربوط به بخش استریلیزه به ترتیب $۱/۲\times۱۰^{۳}$، ۷×۱۰^{۲}، $۱۰^{۲}$، $۱/۱\times۱۰^{۲}$ cfu در هر متر مربع بود. ($P<0.05$)، (جدول ۱)

www.SID.ir

جدول۱ تعداد کل باکتری ها و قارچ های جدا شده از هوای کارخانه لبنی **A**

نوع میکروب / نواحی نمونه گیری	مزوفیل	استافیلوکوکوس	باسیلوس	کلی‌فرم	قارچ ها
	انحرافمعیار±میانگین Cfu/m^2	انحراف معیار±میانگین Cfu/m^2	انحراف معیار±میانگین Cfu/m^2	انحراف معیار± میانگین Cfu/m^2	انحراف معیار±میانگین Cfu/m^2
تحویل شیر	۲/۸×۱۰^۳±۲/۸×۱۰^۲ a	۱/۹×۱۰^۳±۹/۸×۱۰^{۲}a	۳×۱۰^۲±٤/۱×۱۰a	۲/۵×۱۰^۲±۲/۱×۱۰ a	۱/۹×۱۰^۳±۱/٤×۱۰^{۲}a
پاستوریزه	۲/۹×۱۰^۳±۲/۱×۱۰^۲ a	۱/۵×۱۰^۳±٤/۱×۱۰^{۲}a	۳/۵×۱۰^۲±۵/۳×۱۰a	۱/۵×۱۰^۲±۱/۳×۱۰a	۲/۲×۱۰^۳±۱/۳×۱۰^{۲}a
استریلیزه	۲/٦×۱۰^۳±۸/٤×۱۰^۲ a	۱/۷×۱۰^۳±۷×۱۰^۲ a	۹×۱۰^۲±۹×۱۰a	۱/۱×۱۰^۲±۱/۲×۱۰a	۱/۷×۱۰^۳±۷×۱۰^{۲}a
پنیر	٤/۸×۱۰^۳±۸/٤×۱۰^۲ a	۳/۸×۱۰^۳±۵/٤×۱۰^{۲}a	۱/۱×۱۰^۳±۱/۳×۱۰^{۲}b	۹×۱۰^۲±٤/۱×۱۰a	۲/۷×۱۰^۳±۵/۳×۱۰^{۲}a
دوغ	۲/۵×۱۰^۳±۷×۱۰^۲ a	۱/۷×۱۰^۳±۷×۱۰^{۲}a	۲/۵×۱۰^۲±۲/۱×۱۰a	۵/۵×۱۰^۲±۳/٦×۱۰a	۱/۵×۱۰^۳±۱/٤×۱۰^{۲}a
ماست	۲/٦×۱۰^٤±۱/۱×۱۰^٤ b	۱۰^٤±۷×۱۰^{۲}b	۱/۳×۱۰^٤±۲/۷×۱۰^{۲}C	۱/۸×۱۰^۳±۸/٤×۱۰b	۱/۹×۱۰^۳±٦/۳×۱۰^{۲}a
بسته بندی	۱۰^٤±۷×۱۰^۲ b	٦×۱۰^۳±۵/٦×۱۰^۲ a	۱/۹×۱۰^۳±۹/۹×۱۰b	۱/۱×۱۰^۲±۱/۲×۱۰a	۲/۵×۱۰^۳±۵/۵×۱۰^{۲}a
گرمخانه	۲/٦×۱۰^۳±۵/٦×۱۰^۲ a	۱/۹×۱۰^۳±۱/٤×۱۰^۲ a	۸×۱۰^۲±٤/۸×۱۰a	۳×۱۰^۲±۱/٤×۱۰a	۱۰^۳±۰a
سردخانه	۱/۲×۱۰^۳±۱/۱×۱۰^۲ a	۷×۱۰^۲± ۹/۹×۱۰ c	۱۰^۲±۰a	۵/۵×۱۰^۲±۳/٦×۱۰ a	۵×۱۰^۲±۱/٤×۱۰b
محیط بیرون	۱/٤×۱۰^۳±٤/۸×۱۰^۲ a	۱/۱×۱۰^۳±۱/٤×۱۰^{۲}a	۱/۱×۱۰^۳±۱/۳×۱۰^{۲}b	۱۰±۰C	۲/۲×۱۰^۳±٤×۱۰^{۲}a

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار است. (P<0.05)

میزان آلودگی هوا در کارخانه B به باکتری های مزوفیل، کلی‌فرم و استافیلوکوکوس‌ها در بخش پاستوریزاسیون و باسیلوس ها در بخش بسته بندی بیشترین مقدار و به ترتیب ۲/٤×۱۰^٤، ٤×۱۰^۲، ۱/۳×۱۰^٤، ۱/٤×۱۰^٤ cfu در هر متر مربع را به خود اختصاص داد و کمترین مقدار باکتری های مزوفیل، کلی‌فرم، استافیلوکوکوس و باسیلوس ها مربوط به بخش سردخانه و به ترتیب ٤/۵×۱۰^۲، ۰، ۱/۷×۱۰^۲، ۵×۱۰^۲ cfu در هر متر مربع بود. (P<0.05)، (جدول ۲)

میزان آلودگی هوا به قارچ ها در کارخانه A در بخش تولید پنیر بیشترین مقدار و ۲/۷×۱۰^۳ cfu در هر متر مربع و در کارخانه B در بخش بسته بندی ۱/۷×۱۰^۳ بود. در هر دو کارخانه کمترین میزان آلودگی به قارچ ها در بخش سردخانه مشاهده شد. که در کارخانه A ۵×۱۰^۲ cfu در هر متر مربع و در کارخانه B ۱۰^۲ cfu در هر متر مربع بود. (P<0.05)، (جدول ۱و۲)

نتایج به دست آمده از کل باکتری های مزوفیل در مطالعه حاضر با استانداردهای اتحادیه اروپا در خصوص آلودگی هوای محیط های داخلی مطابق با: ۵۰۰ Cfu/m^2 خیلی کم، ۵۰۰–۱۰۰۰Cfu/m^2 کم، ۱۰۰۰ –۵۰۰۰Cfu/m^2 متوسط، ۵۰۰۰ Cfu/m^2 زیاد، مقایسه شد، و سطح آلودگی بالایی را در این کارخانجات نشان داد. این سطح آلودگی بالا می تواند در نتیجه کم بودن فضای تولید و تراکم بیش از حد، رفت و آمد کارکنان و افراد غیر مسئول بدون در نظر گرفتن پوشش و لباس تمیز و مناسب کار، عدم استفاده از دستکش و ماسک، عدم تهویه مناسب در کارخانه، کافی نبودن ضد عفونی های دوره ای و یا در هر شیفت کاری، وجود جریان آب در کف سالن ها و ایجاد رطوبت مداوم و سیستم های مدیریتی دانست [۱۱].

فعالیت کارکنان و دست اندرکاران تهیه مواد غذایی یک فاکتور مهم در انتقال میکروب ها از طریق صحبت کردن، تنفس و حرکت، به هوا و محیط اطراف است. همچنین سیستم تهویه نامناسب یک منبع مهم در آلودگی و پراکندگی بیوآئروسل ها در محیط های داخلی است. یکی دیگر از راه های انتقال این ذرات سیستم شستشوی کف می باشد که هنگام تخلیه و پاک سازی موجب توزیع آئروسل ها در هوا به شکل قطراتی با بار میکروبی بالایی می شود [۱٦].

از تعداد کل کلنی‌های جدا شده در این بررسی، میزان آلودگی به کوکوس‌های گرم مثبت ٤٤٪، باسیل‌های گرم مثبت ۵۳/۱٪، باسیل‌های گرم منفی ۲/۷٪ و کوکوس‌های گرم منفی ۰/۵۷٪ بود. که بیش‌ترین بار میکروبی مربوط به باسیل‌های گرم مثبت و پس از آن کوکوس‌های گرم مثبت بود.

www.SID.ir

باسیلوس‌ها باکتری‌های محیطی هستند که در همه‌جا یافت می‌شوند و با تشکیل اسپور در برابر عوامل استرس‌زای محیطی مقاومت کرده و در شرایط سخت در طول پردازش محصولات زنده می‌مانند و به محصولات در معرض هوا راه پیدا می‌کنند. تولید اسپور توسط این ارگانیزم آن را قادر می‌سازد که در برابر شرایط نامساعد محیطی مانند: درجه حرارت پایین و یا گرما مقاوم بوده و روش‌های معمول ضدعفونی و جلوگیری از رشد و ازدیاد میکروب‌ها در کنترل این ارگانیزم‌ها ناتوان بوده و به تعداد بالا در هوا یافت شود. همچنین اسپورها قادرند در شرایط نامساعد جوی مانند حرارت، خشکی و اشعه ماوراء بنفش خورشید که شکل رویشی باکتری‌ها قادر به تحمل آن نیستند زنده بمانند.

جدول ۲ تعداد کل باکتری ها و قارچ های جدا شده از هوای کارخانه لبنی **B**

نوع میکروب / نواحی‌نمونه‌گیری	مزوفیل	استافیلوکوکوس	باسیلوس	کلی فرم	قارچ ها
	انحراف معیار±میانگین Cfu/m^2	انحراف معیار±میانگین Cfu/m^2	انحراف معیار± میانگین Cfu/m^2	انحراف‌معیار±میانگین Cfu/m^2	انحراف معیار±میانگین Cfu/m^2
تحویل شیر	۱/۷×۱۰^{۴}±۳/۲×۱۰^{۳} a	۱۰^{۳}±۸/۵×۱۰^{۲}a	۱/۳×۱۰^{۴}±۵/۲×۱۰^{۳}a	۱۰±۰a	۱/۲×۱۰^{۳}±۲/۸×۱۰^{۲}a
پاستوریزه	۲/٤×۱۰^{٤}±۱/۳×۱۰^{۳} a	۱/۳×۱۰^{٤}± ٤/۷×۱۰^{۳}b	۱/۳×۱۰^{٤}±۵/۲×۱۰^{۳}a	٤×۱۰^{۲}±۰ b	۱۰^{۳}±۱/۱×۱۰^{۲}a
دوغ	۹/۲×۱۰^{۳}±۷/۸×۱۰^{۲} b	۳/٤×۱۰^{۳}±٦/۹×۱۰^{۲}a	۵×۱۰^{۳}±۲×۱۰^{۳} b	۰±۰a	۱/٤×۱۰^{۳}±۸/۲×۱۰a
ماست	۳/٦×۱۰^{۳}±۹/۷×۱۰^{۲} b	۱/۱×۱۰^{۳}±۱/٤×۱۰^{۲}a	۲/٦×۱۰^{۳}±۸/۵×۱۰^{۲} b	۱/۱×۱۰^{۲}±۲/۷×۱۰b	۱/٤×۱۰^{۳}±۸/۲×۱۰a
بسته بندی	۱/۷×۱۰^{٤}±۲/٤×۱۰^{۳} a	٦/۳×۱۰^{۳}±۲/۷×۱۰^{۲}a	۱/٤×۱۰^{٤}±٤/۱×۱۰^{۳}a	۰±۰a	۱/۷×۱۰^{۳}±۱/٤×۱۰^{۲}a
گرمخانه	۵/۲×۱۰^{۳}±۸×۱۰^{۲} b	۲/۷×۱۰^{۳}±۷×۱۰^{۲}a	۳×۱۰^{۳}±٦×۱۰^{۲}b	۰±۰a	۱/۵×۱۰^{۳}±۱/٤×۱۰^{۲}a
سردخانه	٤/۵×۱۰^{۲}±۹/۵×۱۰^{۲} c	۱/۷×۱۰^{۲}±۷×۱۰ c	۲/۵×۱۰^{۲}±۹/٤×۱۰C	۰±۰ a	۱۰^{۲}±۰b
محیط بیرون	۵/۸×۱۰^{۳}±۹/٤×۱۰^{۲} b	۲/۵×۱۰^{۳}±۱/٤×۱۰^{۲}a	۲/۷×۱۰^{۳}±٤/۲×۱۰b	۱۰±۰ a	۱۰^{۳}±۸/۵×۱۰a

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنی دار است. ($P<0.05$)

در بین باکتری‌های جدا شده تنها جنس باسیلوس واجد اسپور بوده و این موضوع توجیه‌کننده فراوانی بسیار زیاد این جنس نسبت به سایر باکتری‌ها می‌باشد.

کوکوس‌های گرم مثبت به دلیل این‌که جز باکتری‌های محیطی هستند، و نسبت به سایر باکتری‌های فاقد اسپور در برابر شرایط محیطی مقاوم‌تر بیش‌تری دارند. و اکثراً (استافیلوکوکوس‌ها) جز فلور طبیعی بدن انسان هستند و در همه افراد یافت می‌شوند و معمولاً از دستگاه تنفسی از طریق بینی و دهان خارج شده و در محیط پراکنده می‌شوند، بعد از باسیلوس‌ها بیش‌ترین فراوانی را به خود اختصاص دادند. محققان مختلف گزارش کرده‌اند که حضور *استافیلوکوکوس اورئوس* در موادغذایی نشانه‌ای از آلودگی زیست محیطی و انسانی است.

در مطالعه‌ای که توسط Beletsiotis و همکاران در سال ۲۰۱۱ به منظور بررسی آلودگی میکروبی هوا در فضاهای باز و بسته در یک کارخانه لبنی در یونان بعد از نصب و راه‌اندازی فیلترهای تهویه هوا انجام شد، وجود اختلاف معنی دار بین وفور جنس باسیلوس و استافیلوکوکوس با سایر جنس‌های باکتریایی مشاهده شد. که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد [٤].

معصوم بیگی و همکاران در سال ۱۳۷۷در بررسی باکتری‌های هوای شهر تهران نشان دادند که رطوبت هوا مؤثرترین عامل بر تعداد باکتری‌ها بوده و بیش‌ترین باکتری‌های جدا شده از این شهر مربوط به باکتری‌های گرم مثبت بوده است. در این تحقیق عنوان شد، که تنوع و تراکم باکتری‌های گرم منفی بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی از قبیل رطوبت نسبی و دمای هوا است به نحوی که دمای پایین و رطوبت بالا شرایط مساعدی را برای زنده ماندن و بقای آن‌ها ایجاد می‌نماید [۱۷].

Lues و همکاران در سال ۲۰۰۷ علت اصلی وجود اشرشیاکلی را در هوا حضور فاضلاب و زباله و گسترش این باکتری‌ها از طریق مدفوع به هوا دانستند [۱۸]. همچنین Rao و همکاران در سال ۲۰۰۵ نشان دادند تولید آئروسل از آب آلوده می‌تواند باعث وفور باکتری‌های گرم‌منفی در هوای اطراف آن باشد. که در مطالعه حاضر به دلیل جریان آب در کف سالن‌ها و ایجاد رطوبت و بخار آب توسط سیستم‌های مکانیکی، عدم

Archive of SID

www.SID.ir

ضدعفونی کردن کفش‌های کارکنان هنگام ورود به سالن‌ها می‌تواند دلیلی بر حضور باکتری‌های گرم منفی از جمله *اشریشیاکلی* در هوای مناطق پردازش شده باشد [۱۹].

میزان آلودگی هوا به قارچ‌ها در کارخانه A در بخش تولید پنیر بیش‌ترین مقدار و در کارخانه B در بخش بسته‌بندی بود. در هر دو کارخانه کم‌ترین میزان آلودگی به قارچ‌ها در بخش سردخانه مشاهده شد.

در کارخانه A بخش تولید پنیر بیش‌ترین آلودگی قارچی را به خود اختصاص داد که با توجه به مشاهدات صورت گرفته این بخش دارای رطوبت زیاد، فضای تاریک و بدون تهویه بود و به دلیل استفاده از باکتری‌های آغازگر در فرآوری این محصول این میزان بالای آلودگی قابل توجیح است. و در کارخانه B در بخش بسته‌بندی همان‌طور که اشاره شد با توجه به شرایط نامناسب محیطی، تراکم زیاد افراد و وسایل و نزدیکی این بخش به درب‌های ورودی کارخانه آلودگی قارچی بالایی مشاهده شد. و در هر دو کارخانه در بخش سردخانه به دلیل دمای پایین و رطوبت کم و مجزا کردن این بخش از سایر بخش‌ها و همین‌طور رفت و آمد کم افراد در این بخش کم‌ترین میزان آلودگی قارچی هوا مشاهده شد.

Salustiano و همکاران در سال ۲۰۰۳ هوای مناطق پردازش شیر در کارخانجات لبنی را توسط روش Impaction مورد بررسی قرار دادند. در این روش تعداد باکتری‌های هوازی و مخمرها و کپک‌های بدست آمده در تمام مناطق پردازش بالاتر از ۹۰۰ cfu/ m^2، یعنی حداکثر مقدار توصیه شده توسط APHA بود. نتایج این پژوهش با نتایج حاصل از مطالعه حاضر ناهمخوانی دارد که می‌تواند مربوط به تفاوت در روش‌های نمونه‌گیری باشد [۸].

در مطالعه Radmore و همکاران در سال ۱۹۸٤ میکروارگانیزم‌های جدا شده شامل *استافیلوکوکوس اورئوس*، استرپتومایسس، اسپور باسیل‌های گرم مثبت و قارچ‌ها شامل کلادوسپوریوم، پنی‌سیلین و آلترناریا بود. آن‌ها همچنین ثابت کردند که از تعداد کل میکروارگانیزم‌های منتقله از راه هوا در هر مترمکعب هوا چنانچه یک ظرف به صورت در باز به مدت ٦۰ ثانیه در cm^2 ۱۰۰ در معرض هوا قرار گیرد، ۲/۲٪ آن‌ها باعث آلودگی محصولات لبنی شدند [۲۰].

Radmore و همکاران در سال ۱۹۸۸ دستورالعمل‌های پیشنهادی برای حداکثر میزان قابل قبول میکروارگانیزم‌های منتقله از راه هوا در نواحی فرآوری و بسته‌بندی کارخانجات لبنی را ارائه دادند. این مطالعه در کارخانه‌های لبنی با استفاده از پلیت‌های حاوی محیط کشت‌های استریل در زمان‌ها و مکان‌های مختلف انجام شد. تعداد کل باکتری‌های هوازی شمارش شده و کپک‌ها و مخمرها به ترتیب ۳۰۰۰ Cfu/ m^2- ۱۲۰۰ و ٤۳۰ Cfu/ m^2-۱۰ بود [۲۱].

علت اختلاف نتایج به دست آمده با تحقیقات انجام شده را می توان چنین توجیه کرد که فراوانی و نوع عوامل میکروبی هوا متغییر بوده و به عوامل زیادی از جمله مواد معدنی و آلی معلق در هوا، درجه حرارت محیط، مکان جغرافیایی، مقدار رطوبت هوا، بارندگی و عوامل دیگر بستگی دارد. خشکی از عوامل است که باعث مرگ باکتری‌ها می‌گردد. سلول های رویشی و فعال باکتری‌ها نسبت به خشکی حساس بوده و از بین می‌روند اما این حساسیت در باکتری‌های گرم منفی بیش‌تر از باکتری‌های گرم مثبت است. به عبارت دیگر باکتری‌های گرم مثبت خشکی را بیش‌تر تحمل می‌کنند و به همین دلیل در هوا بیش‌تر مشاهده می‌شوند.

Dioguardi و همکاران در سال ۲۰۱۰ پژوهشی با هدف شناسایی عوامل مهمی که غالباً نقش قطعی و بالقوه آن‌ها در بهبود استانداردهای بهداشت فرآورده‌های لبنی و ایمنی کار مورد غفلت قرار گرفته انجام دادند. در این پژوهش در اتاق‌های پردازش فرآورده‌های لبنی آلودگی هوا به باکتری‌های هوازی و کپک‌ها در مقایسه با استانداردهای کمیته اروپایی European Community Board indications (ECB) در سطح بالا و بیش‌تر از ۵۰۰۰ cfu/m^2 بود. در همان محل‌ها تعداد کل کلی‌فرم ها در سطح پایین و کمتر از ۱۰۰۰-۵۰۰cfu/m^2 برآورد شد، که نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج بررسی حاضر مطابقت دارد [۱۱].

Ren و Frank در سال ۱۹۹۲ از هوای دو کارخانه تجاری بستنی به منظور بررسی ذرات میکروبی و غیرمیکروبی طی یک دوره‌ی ٤ ماهه، نمونه‌برداری کردند. روش‌های نمونه‌برداری استفاده از تکنیک دو مرحله‌ای Andersen، نمونه گیر Ross-microban، نمونه‌بردار بیوتست RCS و شمارشگر ذره‌ای لیزری بود. شمارش ذرات زنده در هر ۱۰۰ لیتر هوای بدست آمده به‌وسیله نمونه‌بردار اندرسن به ترتیب در ناحیه ذخیره‌سازی مخلوط پاستوریزاسیون ۲/۲٦±٤/۷ cfu/m^2، ناحیه پردازش ۲/۰۵±۰/٦۸ cfu/m^2 و ناحیه بسته‌بندی

Archive of SID
www.SID.ir

cfu/m^2 ۲/۳۱±۰/٤٦ بود. هر نمونه‌بردار افشانه‌های میکروبی بیشتری در منطقه‌ی بسته‌بندی نسبت به مناطق فرآوری و سطوح مشابه در بخش پاستوریزه پوشش داد. نتایج این پژوهش با نتایج حاصل از مطالعه ما همخوانی ندارد. این اختلاف می‌تواند ناشی از تفاوت محیط کار و روش‌های نمونه‌برداری و تکنیک‌های اندازه گیری ، مدت زمان نمونه‌برداری و محیط کشت باشد [۲۲].

Langeveld و همکاران در سال ۱۹۷٤اسپورهای باسیلوس را در اطراف دستگاه‌های پرکننده به داخل هوا اسپری کردند و متوجه شدند که علت ۲٤٪ از فساد این محصولات همین میکروارگانیزم‌ها بودند. آن‌ها در آزمایشات خود محاسبه کردند که زمانی که در هر متر مربع از محیط بسته‌بندی۱۰٦ اسپور وجود داشته باشد، ۰/۳٪ این اسپورها می‌تواند ظروف محصولات در حال بسته‌بندی را آلوده کنند [۲۳].

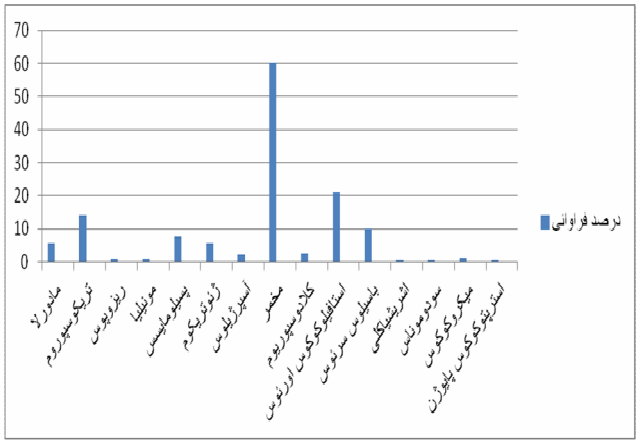
میزان آلودگی هوا به قارچ‌ها در کارخانه A در بخش تولید پنیر بیش‌ترین مقدار و در کارخانه B در بخش بسته‌بندی بود. در هر دو کارخانه کم‌ترین میزان آلودگی به قارچ‌ها در بخش سردخانه مشاهده شد.

در کارخانه A بخش تولید پنیر بیش‌ترین آلودگی قارچی را به خود اختصاص داد که با توجه به مشاهدات صورت گرفته این بخش دارای رطوبت زیاد، فضای تاریک و بدون تهویه بود که این میزان بالای آلودگی قابل توجیح است. و در کارخانه B در بخش بسته‌بندی همان‌طور که اشاره شد با توجه به شرایط نامناسب محیطی، تراکم زیاد افراد و وسایل و نزدیکی این بخش به درب‌های ورودی کارخانه آلودگی قارچی بالایی مشاهده شد. و در هر دو کارخانه در بخش سردخانه به دلیل دمای پایین و رطوبت کم و مجزا کردن این بخش از سایر بخش‌ها و همین‌طور رفت و آمد کم افراد در این بخش کم‌ترین میزان آلودگی قارچی هوا مشاهده شد.

در مطالعه‌ی حاضر برای جداسازی و شناسایی قارچ‌ها از محیط کشت Potato Dextrose agar (PDA)، استفاده شد، چرا که در محیط PDA به دلیل مهار رشد رویشی قارچ و تحریک رشد زایشی آن از رشد و گسترش کلنی‌ها، و در نتیجه هم‌پوشانی آن‌ها روی یکدیگر تا حدود زیادی جلوگیری می‌شود و دیگر آن که به دلیل تحریک فاز زایشی قارچ، شناسایی و تشخیص آسان‌تر است.

نتایج حاصل از شناسایی کلنی‌های قارچی جدا شده نشان داد که مخمرها با ٦۰٪ فراوانی بیش‌ترین آلودگی قارچ را به خود اختصاص دادند و پس از آن تریکوسپوروم با ۱٤/٦٪، پسیلومایسس ۷/٦٪، ژئوتریکوم و مادورلا هر کدام ۵/۷٪، کلادوسپوریوم ۲/۵٪، آسپرژیلوس ۲/۲٪، ریزوپوس ۱٪ و مونیلیا ۱٪ فراوانی را به خود اختصاص دادند. (نمودار ۱)

نمودار ۱ فراوانی باکتری ها و قارچ های جدا شده



در مطالعه حاضر بیش‌ترین درصد آلودگی قارچی مربوط به مخمر تریکوسپوروم بود که مخمر بسیار شایعی است که از موی انسان، خاک، کلم، پنیر، سوسک، مدفوع پرندگان و آب دریا به راحتی جدا می‌شود. از آن جا که به طور طبیعی این مخمر به عنوان فلور میکروبی پوست شناخته شده است و در رطوبت بالا تکثیر کرده و به عنوان عامل بی‌ضرر روی پوست سر و بدن وجود دارد. در نتیجه درصد آلودگی هوا به این قارچ در کارخانه مورد بررسی به علت تراکم زیاد کارکنان و استفاده نکردن از کلاه، دستکش و ماسک باشد.

پسیلومایسس بعد از تریکوسپوروم بیش‌ترین آلودگی را به خود اختصاص داد، این قارچ به فراوانی در خاک، هوا و همچنین در محیط‌های غذایی مانند کاغذ و سایر مواد وجود دارد و با تولید اسپور به مناطق اطراف گسترش پیدا می‌کنند. در مناطقی که گیاهان پوسیده وجود دارند به راحتی یافت شده و از طریق حشرات نیز قابل انتقال است. در کارخانه‌های مورد بررسی با توجه به فضای باز اطراف کارخانه و وجود گیاهان، و در قسمت بسته‌بندی به دلیل وجود مواد و تجهیزات بسته‌بندی اسپور این قارچ به راحتی به داخل منتقل می‌شود.

زیستگاه طبیعی قارچ مادورلا هنوز به طور دقیق شناخته نشده است ولی به طور طبیعی در خاک و یا روی گیاهان و خارهای مناطق بومی ساکن هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

ژئوتریکوم از جمله قارچ‌هایی بود که درصد بالای آلودگی را در هوای کارخانه‌ها به خود اختصاص داد، این مخمر در خاک، آب، هوا، فاضلاب و همچنین در گیاهان و محصولات لبنی در سراسر جهان یافت می‌شود. و از خلط و مدفوع نیز جدا شده است. این مخمر به طور گسترده‌ای در تولید بسیاری از محصولات لبنی از جمله انواع پنیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کارخانه‌های مورد بررسی از آن جا محیط اطراف کارخانه فضای استانداردی نبود و پر از گیاهان در حال فساد و فضولات پرندگان و حیوانات بود و به دلیل جریان گرد و غبار محیط بیرون و انتقال اسپور این قارچ‌ها به محیط داخل و نبود تهویه مناسب در ورودی‌های کارخانه، میزان بالایی از آلودگی به قارچ‌ها در قسمت‌های مختلف مشاهده شد.

در مطالعه‌ی که توسط Beletsiotis و همکاران در سال ۲۰۱۱ به منظور بررسی آلودگی میکروبی هوا در فضاهای باز و بسته در یک کارخانه لبنی در یونان انجام شد، در طول دوره مطالعه تعداد قارچ در فضای داخلی CFU/m^2 ۹٤۰-۲۷۰۰ گزارش شد. و قارچ‌های جدا شده شامل پنی‌سیلین، کلادوسپوریوم، مخمر، آسپرژیلوس، ژئوتریکوم و تریکوسپوروم بود، که این نتایج با نتایج حاصل از مطالعه ما کاملاً هم‌خوانی دارد [٤].

Kang و Frank در سال ۱۹۸۹ در بررسی و اندازه گیری آلودگی میکروبی هوا در قسمت‌های مختلف پردازش در کارخانه‌های لبنی میزان آلودگی هوا به کپک‌ها و مخمرها cfu/m^2 ۷۰۰-٤۳۰۰ گزارش کردند، که این نتایج با نتایج حاصل از مطالعه ما هم‌خوانی دارد [۱۰].

Sayer و همکاران در سال ۱۹٦۸در ارزیابی فلور قارچی موجود در هوا توسط نمونه‌بردار Andersen، پنی‌سیلین، آلترناریا، آسپرژیلوس، ژئوتریکوم، ریزوپوس، ساکارومیسس و کلادوسپوریوم را به عنوان قارچ‌های غالب جدا شده گزارش کردند. که با نتایج حاصل از مطالعه ما به جز در موارد جزیی هم‌خوانی دارد، که این اختلافات جزیی می‌تواند در نتیجه تفاوت در روش‌های نمونه‌برداری باشد [٢٤].

البرزی و کرباسی در سال ۱۳۸٤ در بررسی آلودگی قارچی در یک کارخانه تولید کننده پنیر اولترافیلتره، توانستند قارچ های مختلفی از جمله پنی سیلیوم، آسپرژیلوس، کلادوسپوریوم، پسیلومایسس، ریزوپوس، را از هوای این کارخانه جدا کنند، که این قارچ ها عامل آلودگی و فساد ٦۰٪ محصولات این کارخانه بود. و علی رغم چند فاکتوری بودن علت آلودگی، با توجه به آلوده بودن ۱۰۰٪ هوای کارخانه به قارچ ها، هوای کارخانه را مهمترین علت آلودگی محصولات گزارش کردند [۲۵].

Ogugbue و همکاران در سال ۲۰۱۱ مطالعه‌ای در چهار مرکز تجاری مختلف در بندر هارکورت و نیجریه به منظور بررسی نقش میکروارگانیزم‌های موجود در هوا در آلودگی انجام دادند. در این بررسی آئروسل‌های باکتریایی و قارچی با استفاده از شاخص آلودگی میکروبی هوا تعیین شدند. در این مطالعه هشت جنس باکتریایی و هفت جنس قارچی مختلف جدا شد. که باکتری‌های جدا شده عبارت بودند از: باسیلوس‌ها، سالمونلا، سودوموناس، *اشرشیاکلی*، استافیلوکوکوس، میکروکوکوس، آکروموباکتر. در حالی‌که نمونه‌های قارچی به دست آمده متعلق به جنس های آسپرژیلوس، ژئوتریکوم، پنی‌سیلین، رودوتورولا، فوزاریوم، موکور و سفالوسپوریوم بود. میکروب‌های جدا شده فوق مطابق با میکروب‌های شناسایی شده در مطالعه حاضر بود [٢٦].

گونه‌های آکروموباکتر جدا شده از هوا در برابر اسید کم و رطوبت پایین کاملاً ناپایدارند، و اسیدهای آلی مانند لاکتات، پروپیونات و استات تولید شده در طی تخمیر و pH پایین محصول موجب مهار این باکتری می‌شود. علاوه بر این باکتریوسین، پراکسیدهیدروژن و سایر متابولیت‌های تولید شده توسط باکتری‌های اسید لاکتیک در طول فرآیند تخمیر می‌تواند از رشد این باکتری‌ها جلوگیری و یا باعث مرگ آن‌ها شود. و از آن‌جا که کارخانه‌های لبنی به دلیل تولید فرآورده‌هایی از قبیل ماست، پنیر و کشک طی فرآیندهای تخمیر سبب تولید میزان زیادی از این اسیدهای آلی توسط باکتری‌های اسید لاکتیک می‌شود، بنابراین عدم جداسازی آکروموباکترها در این پژوهش کاملاً معقول و منطقی به نظر می‌رسد [٢٦].

گزارش‌های منتشر شده توسط عبدالحمید و همکاران در سال ۲۰۰۹، اسماعیل و همکاران در سال ۱۹۹۹، و یاسین و همکاران در سال ۲۰۱۰ نشان داد که اکثر جنس‌های باکتری و قارچی جدا شده در این مطالعه قبلا از هوا جدا شده است [۲۹، ۲۸، ۲۷].

٤- نتیجه گیری

در بررسی اثر آلودگی میکروبی منتقله از راه هوا به خصوص در مورد تولید محصولاتی با عمر مفید طولانی تر، واضح است که برای کنترل آلودگی های میکروبی منتقله هوا باید در

www.SID.ir

کارخانه ها برنامه ریزی های مدیریتی انجام شود. وسعت و نوع اقدامات بسته به نوع محصول در حال تولید و یا بسته بندی شده و سطح میکروارگانیزم قابل انتقال از راه هوا باید اتخاذ شود. اقداماتی که باید انجام شود شامل: سیستم های تهویه هوا، تمیز کردن دیوار ها و سقف و کف، حداقل ترافیک در نقاط بحرانی، جلوگیری از عبور و مرور افراد غیرمسئول در بخش تولید و مدیریت بهداشت عمومی است. و برای محصولات با عمر مفید بالا تنها راه ممکن برای کاهش بار میکروبی هوا در قسمت بسته بندی این محصولات به کار گیری فیلتر های تهویه هواست.

از آن جایی که آلودگی میکروبی یک محصول بستگی به جمعیت میکروبی هوای در تماس با محصول و زمان در معرض قرار گرفتن این محصول دارد، بنابراین وجود نظارت بر تعداد و نوع فلور میکروبی در مناطق تولید و ایجاد اقدامات کنترلی مانند ضد عفونی مداوم سطوح، تهویه مناسب هوا و آموزش های بهداشتی به کارکنان برای به حداقل رساندن آلودگی محصول نهایی و تولید محصولی با کیفیت بالا الزامی می باشد.

۵- منابع

[1] Dabiry M. (2000). Environmental Contamination. 3th ed, Etehad press; pp: 16.

[2] Maghsoodloo Y, kashani nejad M, Motamedzadegan A, et al.(2004). Technology adapted to environment in food industries. 1th ed, Golestan Institute press; pp: 35

[3] Singh L, Leela R, Mohan M, et al. (1986). Microflora of the atmosphere and its control. Journal of the Food Microbiology, 3: 307-313.

[4] Beletsiotis E, Ghikas D, Kalantzi K. (2011). Incorporation of microbiological and molecular methods in HACCP monitoring scheme of molds and yeasts in a Greek dairy plant. Journal of Procedia Food Science, 1: 1051-1059.

[5] Pasquarella C, Pitzurra O, Savino A. (2000). The index of microbial air contamination. Journal of Hospital Infection, 46: 241-256

[6] Kang Y, Frank J. (1990). Characteristics of biological aerosols in dairy processing plants. Journal of Dairy Science, 73: 621-626.

[7] Ren T. Frank J. (1992). A survey of four fluid milk processing plants for airborne contamination using various sampling methods. Journal of Food Protection, 55:38-42.

[8] Salustiano V,Andrade N, Brandão S, et al. (2003). Microbiological air quality of processing areas in a dairy plant as evaluated by the sedimentation technique and a one-stage air sampler. Brazilian Journal of Microbiology, 34: 255-259.

[9] Heldman D. (1974). Factors influencing airborne contamination of food. Journal of Food Science, 39: 962-969.

[10] Kang Y, Frank J. (1989). Biological aerosols: a review of airborne contamination and its measurement in dairy processing plants. Journal of Food Protection, 52: 512-524.

[11] Dioguardi L, Franzetti L. (2010). Influence of environmental conditions and building structure on food quality: A survey of hand-crafted dairies in Northern Italy. Journal of Food Control, 21: 1187-1193.

[12] Hassanzadeh P. (1997). Protocol for bacteriology laboratory. 1th ed, Shiraz University Press; pp: 29.

[13] Naderi M, Rashed T, Nazem M. (2003). Laboratory Bacteriology. 4th ed, Astan Ghods Press; pp:107.

[14] Fazara A, Shiri S. (2006). Contamination of unpasturized cream with *E.coli* in Ahvaz. 16th International congress of Food Technology; pp: 5.

[15] Zeini F, Mahbod A, Emami M. (2004). Medical Mycology. 2th ed, Tehran University press; pp: 32.

[16] Shalek L J. (2007). The Etiology of Bioaerosols in Food Environments. Journal of Food Reviews International, 23:73–90.

[17] Massoum Beigi H, Ghiaseddin M, Shariat M, Mirzaei SA. (1998). Survey of the aerobic flora in the air central district of Tehran. Kowsar Medical Journal, 2:104-197.

[18] Lues JFR, Theron MM, Venter P, et al. (2007). Microbial composition in bioaerosols of a high-throughput chicken-slaughtering

Archive of SID

www.SID.ir

facility. Journal of Poultry Science, 86: 142-149.

[19] Rao CY, Cox JM, Chew GL, et al. (2005). Use of surrogate markers of biological agents in air and settled dust samples to evaluate a water-damaged hospital. Journal of Indoor Air, 15:89–97.

[20] Radmore K, L&k, H. (1984). Microbial contamination of dairy factory air. South African Journal of Dairy Technology, 16: 119-123.

[21] Radmore K, Holzapfel W, Lück H. (1988). Proposed guidelines for maximum acceptable airborne microorganism levels in dairy processing and packaging plants. Journal of Food Microbiology, 6: 91-95.

[22] Ren T, Frank J. (1992). Sampling of microbial aerosols at various location in fluid milk and ice cream plants. Journal of Food Protection, 55: 279-28.

[23] Langeveld L, Bolle A, Cuperus F. (1974). Detection of air born infection by means of spores of Bacillus calidolactis during filling of UHT-products. 1ed XIX International Dairy Congress.

[24] Sayer WJ, Shean MD, Ghosseiri J, et al. (1968). Estimation of airborne fungal flora by the Andersen sampler versus the gravity settling culture plate. Journal of Allergy, 44: 214-227.

[25] Albourzi S, Karbasi A. (2005). A survey on fungal contamination of UF cheese production plant. Tropical and Infectious Deseases; 28: 15-18.

[26] Ogugbue C, Mbakwem-Aniebo C, Akubuenyi F. (2011). Assessment of microbial air contamination of post processed garri on sale in markets. African Journal of Food Science, 5: 503-512.

[27] Abdel Hameed AA, Khoder MI, Yuosra S, et al. (2009). Diurnal distribution of airborne bacteria and fungi in the atmosphere of Helwan area, Egypt. Journal of Science of the Total Environment; 407: 6217- 6222.

[28] Ismail MA SK, Nakamya R. (1999). Preliminary surveys of outdoor and indoor aeromycobiota in Uganda. journal of Mycopathologia, 148: 41-51.

. New Delhi, pp: 542-543.

[29] Yassin MF, Almouqatea S. (2010). Assessment of airborne bacteria and fungi in an indoor and outdoor environment. International Journal of Environmental Science , 7: 535-544.

Archive of SID

www.SID.ir

Study on microbial air contamination of different areas in dairy processing plants

Bonyadian, M. [1*], Ebrahimi, A. [2], Aflakian, F. [3]

1. Associate Professor, Department of Food Quality Control, Institute of Zoonoses Research, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord-Iran
2. Department of Pathobiology, Institute of Zoonoses Research, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord-Iran
3. MSc. Student in Bacteriology, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University

(Received: 92/7/20 Accepted: 94/1/30)

The investigation of microbial flora in dairy factories and the role of environmental factors are very important. This study was to determine the microbial air contamination in various parts of dairy factories in Shahrekord. In this study sampling was done by using sedimentation method. Microbial analysis included counting total aerobic bacteria, staphylococci, bacillus, yeasts, and molds. In each sampling series the plates containing the selective medium, for 1hour, were placed 1meter away from wall and in the height of 1meter from ground in different parts, then the samples were transferred to laboratory and have been kept in 37^{o}C in incubator for 48hours. After counting the colonies, specific biochemical tests were used for determining isolated bacteria identity. For evaluating of fungal the Potato dextrose agar mediums containing choloramphenicol were used. The gender of grown fungal was determined by using routine laboratory methods including the teased mount and slide culture technique.

The results show that the total bacteria number in air ,Among the total isolated colonies, the contamination ratio to gram positive cocci was 44%, gram positive bacilli was 53.1%, gram negative bacilli was 2.7%, and gram negative cocci was 0.57%, Among the total isolated bacteria the most bacterial type was related to *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, and Escherichila coli* respectively. Also, the results of counting fungi numbers in air showed that ,Among the total 313 various isolated fungal colonies, yeasts 60/3%, Trichosporon14/6%, Paecilomyces7/6 %, Geotrichum5/7%, Madurella5/7%, Cladosporium2/5%, Aspergillus2/2%, Monillia1% and Rhizopus1% were investigate.

According to the suggested air microbial contamination standard amount by America Public Health Association, the results of this study show that the air of different parts of factories have high contamination and the possibility of transfer of contamination to products of these factories is high.

Keywords: Microbial contamination, Air, Dairy processing plants.

* Corresponding Author E-Mail Address: boniadian@vet.sku.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir