



کد مقاله: Foodconf-10088

بررسی انواع آلودگی هوا در سالن تولید کارخانجات غذا و مروری بر روشهای

تشخیصی

مرصع مختاریان*^۱، مسعود هنرور^۲،

۱- دانشجوی دکترای تخصصی مهندسی صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ۲۰۰۲- عضو هیأت علمی

دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

[*Morassa.mokhtarian@gmail.com](mailto:Morassa.mokhtarian@gmail.com)

چکیده

مدیریت جریان هوا بعنوان یک منبع مهم آلودگی در جریان تولید بسیار اهمیت دارد. ذرات گرد و غبار هوا می تواند مواد خارجی از جمله آلاینده های میکروبی را در محصولات وارد کنند و در آن رشد کنند. کیفیت هوا به عنوان یک عامل بحرانی در مواد غذایی بخاطر تماس در حین تولید یا انبار مانی با شاخص شمارش میکروبی بسیار اهمیت دارد. در حال حاضر رقابت شدیدی در میزان سهم بازار بین محصولات غذایی وجود دارد که بایستی هر تولید کننده را وادار به تولید باکیفیت تر نماید تا سهم بیشتری از بازار را بخود اختصاص دهد. هوا های در تماس با مواد غذایی چه در بسته بندی چه در سالن تولید و چه در انبار بایستی شدت مورد بازرسی و کنترل قرار گیرند. فرآیند اسپتیک نقش بسیار مهمی را در این بحث ایفا میکنند که اتاق های تمیز تاثیر بسزایی در پایداری فضا به این نوع روش تولید میدهند. در این تحقیق به بررسی اهمیت آلودگی هوا پرداخته سپس به دلایل آلودگی خواهیم پرداخت. در بخش دیگر به بررسی اصول روشهای تشخیصی، نمونه برداری و راهکارهای آن میپردازیم.

کلمات کلیدی: آلودگی هوا، ائروسول، اتمسفر، روش های نمونه برداری، کیفیت تولید

مقدمه

کیفیت هوا به عنوان یک عامل بحرانی در مواد غذایی بخاطر تماس در حین تولید یا انبار مانی با شاخص شمارش میکروبی بسیار اهمیت دارد. در حال حاضر رقابت شدیدی در میزان سهم بازار بین محصولات غذایی وجود دارد که بایستی هر تولید کننده را وادار به تولید باکیفیت تر نماید تا سهم بیشتری از بازار را بخود اختصاص دهد. عمده فروشان و خورده فروشان نیاز به ماندگاری بیشتر محصولات دارند و این هدف محقق نمیشود مگر در شرایطی که بار میکروبی محصول در شرایط بهتری باشد و سطح کمتری از نگهدارنده های شیمیایی در آن به کار رفته باشند. هوا های در تماس با مواد غذایی چه در بسته بندی چه در سالن تولید و چه در انبار بایستی شدت مورد بازرسی و کنترل قرار گیرند. فرآیند اسپتیک نقش بسیار مهمی را در این بحث ایفا میکنند که اتاق های تمیز تاثیر بسزایی در پایداری فضا به این نوع روش تولید میدهند. هدف از پژوهش حاضر بررسی اهمیت آلودگی هوا در حین تولید و بررسی اصول بازرسی و کنترل آن با استفاده از تکنیک های روز میباشد [1]. بیان کیفیت هوا بسته به موضوع مورد بررسی می تواند برای افراد مختلف متفاوت باشد. در خصوص ساختمان ها، تعیین کیفیت هوا بر اساس سطوح کپک-اسپور در



هوای داخل یا سطوح هیدروکربن در محیط شهری می باشد [2]. برای تولیدکننده غذا کیفیت هوا اغلب مترادف با عاری از میکروب بودن و عدم حضور ذرات میکروبی در هوا می باشد که می توانند در زمان های بحرانی در حین فرآیند با ماده غذایی در تماس باشند. تغییر در سبک زندگی به صنعت جهت تولید غذاهای نیمه آماده فشار وارد می کند. برای صنایع مرتبط با فرآیند مواد غذایی، نوشیدنی و لبنی دستیابی به محیط تولید جهانی، طرح ریزی با دقت نقشه کارخانه، کنترل محیطی و طراحی سرویس ضروری است. هوای مورد استفاده که در تماس با غذا قرار می گیرد نیز می بایست کنترل شود. کنترل هوای درون ساختمان صنعتی توسط بسیاری از تولید کنندگان کنترل می شود [1]. هدف از مقاله حاضر بررسی انواع آلودگی هوا در سالن تولید کارخانجات غذا و مروری بر روشهای تشخیصی آن میباشد.

عوامل آلودگی در کارخانجات غذا

در کارخانجات، میکروارگانیزم ها می تواند توسط آئروسول ها شامل ذرات معلق در هوا، پخش شوند. ذرات جامد یا مایع هستند و می تواند میکروارگانیزم ها را درون یا سطح خود جای دهند. کپک ها و اسپورباکتریایی هوازادی اغلب بدون اتصال به گردوغبار یا قطرات آب می توانند پخش شوند [3]. آئروسول ها می توانند به مناطق تولید مواد غذایی از طریق زهکشی ها، درب ها، دریچه ها، تونل های ضد عفونی وارد شوند یا می توانند درون محصول غذایی در طی تمیز کردن و عملیات شستن تولید شوند. دیگر منابع آلوده کننده های هوازاد شامل: مواد خام، بسته بندی، افراد، سیستم های هوای ناقص، آلوده، جابه جایی یا چرخش تجهیزات میباشد. کارآیی کنترل انواع اصلی آلوده کننده های میکروبی توسط هوای محیط در جدول ۱ خلاصه شده است [4].

Source of contamination	Mechanism of distribution	Effectiveness of control by air system	Risk to product safety
Raw materials (e.g. outer or raw product)	Micro-organisms carried on surfaces	Low	Medium to High
Personnel	On feet, clothing or poor personal hygiene	Low	Medium to high
Traffic	Trolleys and fork lift truck wheels	Low	Medium to High
Arborne	Fresh air	High	Medium
	Particles of dust or powder	High	Medium
	Aerosols from spray, splashes	Medium	High
	Pneumatic transport, overpressure, gas blanketing of product	High	High
Condensation	Contact	High (drying capacity)	High
Surfaces	Surface to surface contact	Low	High
Cleaning operations	Aerosols from hosing, brushing, vacuuming	High (removal rate and control of dispersion)	High
Equipment	Blow lines, exhaust from pneumatic systems and compressed air lines	High	Medium to high
Buildings	Leaking roofs, badly fitting windows or doors, poor design, construction or maintenance	Low	Medium to High

هوا به عنوان حامل ذرات

توانایی هوا در حمل و نگهدای مایعات، جامدات و عوامل میکروبی ویژگی های خاصی به آن بخشیده است. به طور معمول، عوامل بیولوژیکی مانند سلول های گیاهی، گرده ها، اسپور قارچ ها، پروتوزوآها، باکتری های و مخمرها و ویروس ها می توانند در هوا یافت شوند. روش های متعددی وجود دارند که مواد



بیولوژیکی و میکروبی می توانند هوازاد شوند^۱ برای مثال از طریق باد، باران و از طریق حیوانات. تقریباً تمام فعالیت های انسان و حیوانات می تواند بیواتروسول ها را تولید کند. برای مثال، عطسه و سرفه . ائروسول ها ذرات جامد یا مایع معلق در هوا یا گاز می باشند مانند دود، مه یا غبار. اندازه ذرات ائروسول معمولاً در محدوده ۵۰-۵/۵ میکرون می باشد. اندازه ذرات فاکتور عمده در اثرگذاری رفتار ائرودینامیکی می باشد. در فرآیندهای صنعتی، ذرات گردوغبار نه تنها مواد خارجی را به محصول وارد می کنند بلکه منجر به آلودگی میکروبی می شوند [1]. میکروارگانیزم های هوازاد، عمر کوتاهی دارند و پایداری شان بستگی به رطوبت نسبی، اکسیژن، نور و اشعه فرابنفش و فاکتورهای شیمیایی دارد. به طور کلی پایداری شان در رطوبت های نسبی پایین کمتر است. دمای زیاد تمام پاتوژن ها را غیرفعال می کند و حتی برخی از آنها را با سرعت بیشتر نابود میکند . به طور کلی فاکتورهای متعددی بر پایداری عوامل میکروبی هوا موثر هستند از جمله گونه ارگانیزم، شرایط رشد تحت کشت، روش تولید ائروسول ، تکنیک های نمونه برداری و محیط ، اشعه دهی، اکسیژن، گاز اوزون و [1] ...

میکروارگانیزم ها و عوامل آلوده کننده هوا

هوا به طور طبیعی دارای میکروب خاصی نیست و آن چه که از باکتریها ، اسپور قارچ ها، مخمرها، ویروس ها و غیره در آن یافت می شود معمولاً به طور ثانویه و از طریق خاک، حیوانات و انسان به هوا راه می یابند و با جریان هوا جا به جا می شود. باکتری ها به طور کلی نمی توانند مدت زیاد در هوا زنده بمانند (مگر میکروب هایی که نسبت به خشکی محیط، مقاومت بیشتری نشان می دهند) اما اسپور قارچ ها با قدرت حیاتی بالقوه معمولاً همیشه در هوا به صورت معلق وجود دارند [3].

بیواتروسول ها

بسیاری از مواد بیولوژیکی هرچند به عنوان آلودگی ذکر نمی شوند ولی ممکن است چندین برابر هوای آزاد تجمع یابند و موجب تحریک یا مسموم شدن کارکنان شوند . این گروه شامل مواد هوازی مثل ذرات، مولکول های بزرگ یا ترکیبات فراری اند که هم به صورت زنده وجود دارند و هم توسط موجودات زنده انتشار می یابند . بعضی بیواتروسول ها مثل باکتری ها و ویروس ها می توانند تکثیر پیدا کنند و بعضی دیگر مثل گرده های گیاهی ممکن است فقط یک تحریک کننده باشند . در نهایت یک باکتری یا ویروس می تواند کشنده باشد. قطر ذرات زنده از ۱۰۰ نانومتر تا ۱۰۰ میکرومتر متغیر است. مثل سایر آلاینده ها اندازه گیری مستقیم و میزان تماس بیواتروسول ها با انسان بسیار مشکل است. بیواتروسول ها در ذرات گردو غبار جامد، بر روی پوست، مو و لباس و یا در فعالیت های شدید مانند پاشش آب ، فرآیندهای تمیز کردن ، به صورت کلنی های ریز در ذرات معلق در هوا باقی می مانند. آلودگی بیواتروسول ها در مواد غذایی اثر جدی بر کیفیت این محصولات و عمر مفید آن ها دارد و یک خطر بهداشت عمومی در خصوص انتقال پاتوژن ها به این محصولات می باشد [5].

¹ airborne



روش های تشخیصی و نمونه برداری

تا قبل از سال ۱۹۷۰ در آمریکا بطور منظم از هوا و سطوح محیط (کف، دیوار) نمونه برداری و کشت میکروبی انجام می گرفت. اما از سال ۱۹۷۹ به علت عدم وجود ارتباط کافی بین عفونت های مرتبط با مراکز بهداشتی و درمانی با سطوح کلی آلودگی میکروبی هوا و به خاطر عدم وجود استانداردهای معنی دار برای غلظت قابل قبول آلودگی میکروبی سطوح محیطی یا هوا، پیشنهاد حذف نمونه برداری و کشت روزانه در اماکن حساس مانند مراکز درمانی و غذایی ارائه گردید. باید توجه نمود که نمونه برداری میکروبی از هوا، آب و سطوح بی جان یک فرایند زمانبر و پر هزینه است که متغیرهای زیادی بر روی نتایج آن موثر بوده و آنالیز و تفسیر نتایج آن پیچیده است. نمونه برداری از هوا برای تشخیص آئروسول ها استفاده می گردد. نمونه برداری ذرات (از طریق تعیین تعداد کل و رنج اندازه ذرات) یک روش عملی برای ارزیابی کارایی کنترل عفونت سیستم تهویه مطبوع یا تاکید بر کارایی فیلتر در حذف ذرات قابل تنفس (کمتر از ۵ میکرون) یا ذرات بزرگتر از هوا، می باشد. نمونه برداری از هوا بصورت دوره ای و همچنین در زمان ساخت و ساز برای تعیین کیفیت هوا، ارزیابی تاثیر روشهای کنترل گرد و غبار و غیره انجام می گردد. با ارزیابی دوره ای سیستم (پارامترهایی نظیر جهت جریان هوا و فشار، تعداد تعویض هوا در ساعت و کارایی فیلتر) می توان از تهویه مناسب اطمینان حاصل نمود [6].

نمونه برداری از هوا

آلودگی های بیولوژیکی در هوا از طریق آئروسول های باکتریها، قارچها، ویروسها و گرده های گیاهان ایجاد می گردد. صحبت کردن به مدت ۵ دقیقه و هر سرفه می تواند ۳۰۰۰ قطره ریز و عطسه ۴۰۰۰۰ قطره ایجاد نماید. آئروسول های بیولوژیکی معمولا دارای اندازه بزرگتر از ۱ و کوچکتر و مساوی ۵۰ میکرون می باشند. نمونه برداری میکروبی هوا برای تعیین تعداد و انواع میکروارگانیسم ها یا ذرات در هوای داخل استفاده می گردد. 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 فرآورده های غذایی تا حد امکان جلوگیری شود. اکتفا کردن به محصول نهایی با بازرسی های گاه به گاه ناکافی و غیرقابل اطمینان است. به همین لحاظ امروزه در بسیاری از کشورهای جهان به سیستم تجزیه و تحلیل خطر و نقطه بحرانی HACCP که در حقیقت استاندارد سیستم مدیریت کیفیت در صنایع غذایی و تولید غذا است توجه خاص می شود. این سیستم در طول زنجیره 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 آلودگی های ثانویه بیان می شود نکاتی است که همیشه و همه جا باید آغاز تهیه تا مصرف مواد غذایی مورد توجه قرار گیرد. در طول تولید مواد غذایی، هوای مناطق فرآوری می تواند غذاها را با پاتوژن ها یا میکروارگانیسم های عامل فساد که تاثیر عمده ای بر کیفیت این مواد دارند آلوده کند. آلودگی مواد غذایی از طریق هوا از دو جنبه بهداشتی و اقتصادی می تواند مهم باشد. میکروب های گرد و خاک و خصوصا عوامل عفونت های تنفسی از این طریق مواد غذایی را آلوده می کنند. آلودگی های مواد غذایی علاوه بر منابع اشاره شده



می تواند از طریق وسایل آلوده بسته بندی و از پرسنل عمل آوری مواد غذایی در تمیز کردن و بهداشتی کردن وسایل کار، در کاهش چنین آلودگی ها در مواد غذایی بسته بندی شده بسیار موثر خواهد بود [6]. برای تعیین کیفیت میکروبی هوا چندین تکنیکی متفاوت وجود دارد:

یکی از این روش ها، تکنیک نمونه برداری هوا بر اساس شمارش میکروارگانیزم ها در حجم هوای داده است، که به وسیله ساکشن با یک نمونه بردار که موجب بازیافت و ته نشینی ذرات زنده در سطح محیط کشت جامد می شود انجام می گیرد. روش دیگر روش رسوب هوا بر روی پلیت حاوی محیط کشت است که توسط انجمن بهداشت عمومی امریکا پیشنهاد شده است. توصیه های APHA برای شمارش پلیت های هوا در مناطق فرآوری مواد غذایی مطابق با استانداردهای زیر است:

هنگامی که با روش نمونه گیر هوا ارزیابی می شود 90 cfu/m^3 و زمانی که به وسیله پلیت کشت رسوبی مثل محیط کشت آگار ارزیابی می شود 30 cfu/m^3 برآورد شد. شاخص آلودگی میکروبی هوا در مکان های مختلف کارخانجات صنایع غذایی آزمایش شده است. ثابت شده است که روش رسوب هوا در سطح پلیت در محیط، ابزار قابل اعتماد و مفیدی برای نظارت بر آلودگی میکروبی هوا است. در تولید مواد غذایی، محصولات ممکن است در نتیجه حضور بیوایروس های موجود در هوا آلوده شوند [1].

نتیجه گیری

استفاده از اتاق های تمیز باید برای جلوگیری از آلودگی میکروبی محصولات مورد استفاده قرار گیرد زیرا بدون استفاده از فرایندهای حرارتی و نگهدارنده ها عمر نگهداری آنان افزایش میابد. علاوه بر این، سطح بالایی از بهداشت فرایند نیز باید در طول فرایند نگهداری در انبار بایستی در اتاق تمیز باشد. استفاده از فیلترهای هوا به همراه روش تکمیلی اشعه فرابنفش استفاده از ازن و کلر میتواند در پاکسازی هوا از باکتریها و قارچ ها نقش موثری ایفا کند. بالاترین سطوح میکروب مرتبط با غذاهای است که با خاک در ارتباط هستند مانند سبزیجات که در حین عملیات توزین و انجماد هوای اطراف خود را نیز آلوده میکنند. ناظرین بهداشتی در سالهای اخیر به نقش هوا به عنوان یک بردار آلوده کننده هوا پی برده اند. استفاده از استانداردهای بازرسی در این خصوص مانند HACCP میتواند به حذف اصولی آلودگی هوا کمک کرده شاخص مهمی برای سنجش کیفیت حین تولید محصولات باشد که توسط مشتریان نیز شناخته شده است و باعث افزایش سهم بازار تولید کنندگان میشود.

منابع کنفرانس ملی دستاوردهای نوین در صنایع غذایی و تغذیه سالم

- [1]- Wirtanen.G, Miettinen.H, Satu Pahkala, Seppo Enbom² & Liisa Vanne.(2015). CLEAN AIR SOLUTIONS IN FOOD PROCESSING, ISBN 951.38.6015.9 (soft back ed.).
- [2]- Hampson, B.C. & Kaiser, D. 1995. Air quality in the food-processing environment: a cleanable HEPA filtration system. Dairy Food Environ. Sanit., Vol. 5, pp. 371374.
- [3]- Parrett, F. & Crilly, K. 2000. Microbiological air monitoring. Int. Food Hyg., Vol. 10, pp. 57.
- [4]- Lin, W.-H. & Li, C.-S. 2000. Associations of fungal aerosols, air pollutants, and meteorological factors. Aerosol Sci. Technol., Vol. 32, pp. 359368.



[5]- Griffiths, W.D. & DeCosemo, G.A.L. 1994. The assessment of ioaerosols: a critical review. J. Aerosol Sci., Vol. 25, pp. 14251458.

[6]- Meier, R. & Zingre H. 2000. Qualification of air sampler systems: the MAS-100. Swiss Pharma, Vol. 22, pp. 1521.



کنفرانس ملی دستاوردهای نوین در
صنایع غذایی و تغذیه سالم