



دانشگاه ساری
پایه

میکروبیولوژی مواد غذایی ۲

دکتر راضیه پرتوی دکتر ادريس رحيمي کيا

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	یازده
مقدمه.....	سیزده
فصل اول. آلودگی و فساد مواد غذایی.....	۱
هدف کلی.....	۱
هدف‌های یادگیری.....	۱
۱-۱ آلودگی مواد غذایی.....	۱
۱-۱-۱ آلودگی حاصل از میوه‌ها و گیاهان سبز.....	۲
۱-۱-۲ آلودگی حاصل از حیوانات.....	۲
۱-۱-۳ آلودگی حاصل از فاضلاب.....	۳
۱-۱-۴ آلودگی حاصل از خاک.....	۳
۱-۱-۵ آلودگی حاصل از آب.....	۴
۱-۱-۶ آلودگی حاصل از هوا.....	۵
۱-۱-۷ آلودگی به‌هنگام جابه‌جایی و فراوری.....	۶
۲-۱ فساد مواد غذایی.....	۷
۲-۱-۱ عوامل فساد.....	۸
۲-۱-۲ فساد میکروبی.....	۸
۲-۲-۱ تقسیم‌بندی مواد غذایی از نظر فسادپذیری.....	۱۱
خلاصه فصل اول.....	۱۲

۱۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۱۳	خودآزمایی تشریحی فصل اول
۱۳	منابع
۱۵	فصل دوم. میکروبیولوژی مواد غذایی با منشأ دامی
۱۵	هدف کلی
۱۵	هدف‌های یادگیری
۱۶	۱-۲ میکروبیولوژی شیر و فراورده‌های آن
۱۶	۱-۱-۲ آلودگی شیر
۱۶	۱-۱-۲-۱ آلودگی در دامداری
۱۷	۱-۱-۲-۲ آلودگی در هنگام حمل‌ونقل و فراوری
۱۷	۱-۲-۲ تعداد باکتری‌های شیر
۱۸	۳-۱-۲ میکروبیولوژی شیر
۱۸	۴-۱-۲ مهم‌ترین باکتری‌های موجود در شیر
۱۹	۱-۴-۱-۲ باکتری‌های مولد اسید لاکتیک
۲۱	۲-۴-۱-۲ باکتری‌های کلیفرم
۲۱	۳-۴-۱-۲ باکتری‌های مولد اسید بوتیریک
۲۳	۴-۴-۱-۲ باکتری‌های مولد اسید بوتیریک
۲۳	۵-۴-۱-۲ باکتری‌های مولد فساد و گندیدگی
۲۵	۵-۱-۲ قارچ‌های موجود در شیر
۲۵	۱-۵-۱-۲ مخمرها
۲۵	۲-۵-۱-۲ کپک‌ها
۲۶	۶-۱-۲ ورم پستان و میکروارگانیزم‌های مسبب آن در شیر خام
۲۷	۷-۱-۲ میکروبیولوژی شیر پاستوریزه
۲۸	۸-۱-۲ میکروبیولوژی شیرهای استریلیزه UHT
۲۹	۹-۱-۲ میکروارگانیزم‌های بیماری‌زای انسان در شیر خام
۲۹	۱۰-۱-۲ میکروبیولوژی کره
۳۱	۱۱-۱-۲ میکروبیولوژی پنیر
۳۴	۱۲-۱-۲ میکروبیولوژی شیر خشک
۳۴	۲-۲ میکروبیولوژی گوشت و فراورده‌های گوشتی
۳۴	۱-۲-۲ میکروبیولوژی گوشت قرمز تازه
۳۶	۲-۲-۲ میکروبیولوژی گوشت چرخ‌شده
۳۷	۳-۲-۲ میکروبیولوژی گوشت‌های بسته‌بندی‌شده در خلأ
۳۸	۴-۲-۲ فساد گوشت
۴۱	۱-۴-۲-۲ فساد گوشت تازه
۴۳	۲-۴-۲-۲ فساد گوشت چرخ‌شده

۴۳	۳-۴-۲-۲ فساد گوشت‌های بسته‌بندی‌شده در خلأ
۴۴-۲-۲	۴-۴-۲-۲ میکروبیولوژی و فساد گوشت‌های فرایندشده و محصولات گوشتی (سوسیس، کالباس و همبرگر)
۴۵	۳-۲ میکروبیولوژی ماکیان
۴۶	۱-۳-۲ عوامل مؤثر بر فساد میکروبی ماکیان و منشأ آن‌ها
۴۷	۲-۳-۲ علائم ظاهری فساد گوشت طیور
۴۹	۳-۳-۲ چگونگی بررسی بار میکروبی
۵۰	۴-۳-۲ میکروب‌هایی که به‌وسیله ماکیان به‌انسان منتقل می‌شوند
۵۰	۴-۲ میکروبیولوژی تخم‌مرغ و فراورده‌های آن
۵۰	۱-۴-۲ عوامل آنتاگونیست میکروبی در تخم‌مرغ
۵۱	۲-۴-۲ فساد تخم‌مرغ
۵۴	۳-۴-۲ نگهداری تخم‌مرغ
۵۴	۱-۳-۴-۲ حرارت بالا (پاستوریزاسیون)
۵۵	۲-۳-۴-۲ حرارت پایین
۵۶	۳-۳-۴-۲ خشک کردن
۵۷	۴-۳-۴-۲ مواد نگه‌دارنده
۵۷	۵-۳-۴-۲ تشعشع
۵۷	۴-۴-۲ میکروارگانیسم‌هایی که به‌وسیله تخم‌مرغ، به‌انسان منتقل می‌شوند
۵۷	خلاصه فصل دوم
۵۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۶۱	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۶۱	منابع
۶۵	فصل سوم. میکروبیولوژی مواد غذایی با منشأ غیردامی
۶۵	هدف کلی
۶۵	هدف‌های یادگیری
۶۵	۱-۳ میکروبیولوژی شیرین‌کننده‌های صنعتی
۶۵	۱-۱-۳ آلودگی قندها و فراورده‌های قندی
۶۶	۲-۱-۳ فساد قندها و فراورده‌های قندی
۶۷	۳-۱-۳ میکروبیولوژی آب‌نبات‌ها
۶۸	۴-۱-۳ میکروبیولوژی عسل
۶۹	۲-۳ میکروبیولوژی نوشابه‌های صنعتی
۷۱	۳-۳ میکروبیولوژی ادویه‌ها و چاشنی‌ها
۷۱	۱-۳-۳ نمک
۷۱	۲-۳-۳ سرکه
۷۳	۴-۳ میکروبیولوژی غذاهای کنسروی

۷۴	۳-۴-۱ فسادهای ناشی از باکتری‌های گرمادوست اسپورزا.....
۷۵	۳-۴-۲ فساد ناشی از باکتری‌های مزوفیل اسپورزا.....
۷۵	۳-۴-۳ فساد ناشی از باکتری‌های غیراسپورزا.....
۷۵	۳-۴-۴ فساد ناشی از مخمرها.....
۷۶	۳-۴-۵ فساد ناشی از کپک‌ها.....
۷۶	۳-۴-۶ فساد کنسروهای غذایی با اسیدیته مختلف.....
۷۶	خلاصه فصل سوم.....
۷۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم.....
۷۸	خودآزمایی تشریحی فصل سوم.....
۷۸	منابع.....
۷۹	فصل چهارم. مسمومیت‌ها و عفونت‌های با منشأ غذایی.....
۷۹	هدف کلی.....
۷۹	هدف‌های یادگیری.....
۸۰	۴-۱ مسمومیت‌ها و عفونت‌های با منشأ غذایی ناشی از میکروارگانیسم‌های گرم منفی.....
۸۰	۴-۱-۱ التهاب معده‌ای - روده‌ای ناشی از اشرشیا کلای.....
۸۱	۴-۱-۱-۱ اشرشیا کلای مولد انتروتوکسین (ETEC).....
۸۱	۴-۱-۱-۲ اشرشیا کلای حمله‌کننده به روده (EIEC).....
۸۱	۴-۱-۱-۳ اشرشیا کلای انتروپاتوژنیک (EPEC).....
۸۱	۴-۱-۱-۴ اشرشیا کلای انترواگرگیتیو (EAggEc).....
۸۲	۴-۱-۱-۵ اشرشیا کلای مولد خون‌ریزی روده‌ای (EHEC).....
۸۲	۴-۱-۲ سالمونلوزیس.....
۸۳	۴-۱-۳ یرسینیوزیس.....
۸۴	۴-۱-۴ کمپیلوباکتریوزیس.....
۸۴	۴-۲ مسمومیت‌ها و عفونت‌های با منشأ غذایی ناشی از میکروارگانیسم‌های گرم مثبت غیراسپورزا.....
۸۴	۴-۲-۱ مسمومیت غذایی استافیلوکوکی.....
۸۶	۴-۲-۲ لیستریوزیس.....
۸۸	۴-۳ مسمومیت‌ها و عفونت‌های با منشأ غذایی ناشی از میکروارگانیسم‌های اسپورزا.....
۸۸	۴-۳-۱ بوتولیسم.....
۹۱	۴-۳-۱-۱ بوتولیسم نوزادان.....
۹۱	۴-۳-۲ التهاب معده‌ای - روده‌ای ناشی از کلسترییدیوم پرفرینجنس.....
۹۳	۴-۳-۳ التهاب معده‌ای - روده‌ای ناشی از باسیلوس سرئوس.....
۹۳	۴-۴ مسمومیت ویروسی.....
۹۳	۴-۴-۱ ویروس هپاتیت A.....
۹۴	۴-۵ مایکوتوکسین‌ها.....
۹۴	۴-۵-۱ آفلاتوکسین‌ها.....

۹۵	۴-۵-۲ توکسین های آلترناریا.....
۹۵	۴-۵-۳ سیترینین.....
۹۵	۴-۵-۴ اکراتوکسین ها.....
۹۵	۴-۵-۵ پاتولین.....
۹۶	خلاصه فصل چهارم.....
۹۷	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل چهارم.....
۹۷	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم.....
۹۸	منابع.....
۹۹	پاسخنامه خودآزمایی های چهارگزینه ای.....

پیشگفتار

حمد و سپاس بی‌پایان خداوند تبارک و تعالی را که به‌انسان علم آموخت و با نزول کتب آسمانی به‌ویژه قرآن کریم، راه سعادت را به‌واسطه پیامبران خود برای بشر، مکتوب و توفیق تألیف این مجموعه را به‌مؤلفان عنایت کرد. در این کتاب، سعی شده‌است در حد توان، با بهره‌گیری از آخرین اطلاعات و منابع علمی موجود در زمینه میکروبیولوژی مواد غذایی، هرچه بیشتر به‌غنای محتوای آن افزوده‌شود و رضایت خاطر صاحبان علم و دانش را بیش‌ازپیش فراهم‌آورد.

ضمن معرفی اصول و تعاریف، جنبه‌های کاربردی نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. مطالب این درس با توجه به‌برنامه‌های مصوب وزارت علوم برای دوره کارشناسی، به‌گونه‌ای تنظیم شده‌است که دارای پیوستگی مطالب، مثال‌های متنوع، سادگی بیان و توضیح کامل باشد. مطالعه تمام این کتاب یا بخش‌هایی از آن می‌تواند مورد استفاده دانشجویان و متخصصان رشته‌های صنایع غذایی، شیلات، بهداشت مواد غذایی، دامپزشکی، تغذیه و قرار گیرد.

این کتاب یکی از معدود کتاب‌های تألیفی به زبان فارسی بوده که دربرگیرنده میکروبیولوژی مواد غذایی است. با این امید که همکاران، اساتید، پژوهشگران و دانشجویان ارجمند، با ارائه پیشنهادها و ارزنده در مورد مطالب این کتاب، مؤلفان را در راستای رفع کاستی‌ها و افزودن بر غنای علمی آن در چاپ‌های بعدی یاری کنند.

در پایان، از همه عزیزانی که ما را یاری کردند، داوران محترم، ویراستاران محترم علمی، جناب آقای مهندس علی رحیمی کیا، ریاست محترم و کارکنان دفتر تدوین و تولید منابع آموزشی دانشگاه پیام نور به ویژه از زحمات صادقانه و مجدانه سرکار خانم خدیجه علی نژاد، تشکر و سپاسگزاری می شود.

مؤلفان

مقدمه

هدف از تدوین مطالب این کتاب، دستیابی به متنی خودآموز بوده است. کتاب در چهار فصل: آلودگی و فساد مواد غذایی، میکروبیولوژی مواد غذایی با منشأ دامی، میکروبیولوژی مواد غذایی با منشأ غیردامی و مسمومیت ها و عفونت ها با منشأ غذایی ارائه شده است.

فصل آلودگی و فساد مواد غذایی، در دو بخش اصلی آلودگی مواد غذایی و فساد مواد غذایی تدوین شده است. هدف از تدوین این فصل، آشنایی با تعریف آلودگی مواد غذایی و منابع آلودگی است. در این فصل، دانشجویان با مفهوم فساد مواد غذایی و عوامل مسبب آن (میکروبی و غیرمیکروبی) آشنایی شوند و تغییرات حاصل از فساد مواد غذایی (شیمیایی و فیزیکی) را فرامی گیرند.

فصل میکروبیولوژی مواد غذایی با منشأ دامی، در چهار بخش مختلف تدوین شده است. در بخش اول، میکروبیولوژی شیر و فراورده های آن مورد بحث است. در بخش دوم و سوم، به ترتیب میکروبیولوژی گوشت و فراورده های آن و میکروبیولوژی ماکیان به بحث گذاشته می شود و در نهایت در بخش چهارم، میکروبیولوژی تخم مرغ و فراورده های آن آورده شده است. هدف از تدوین این فصل، آشنایی دانشجویان با میکروارگانیسم های این چهار گروه اصلی مواد غذایی با منشأ دامی و فراورده های آنهاست.

فصل مسمومیت ها و عفونت ها با منشأ غذایی، در پنج بخش تدوین شده است. در این فصل، دانشجو با مهم ترین عوامل ایجاد عفونت و مسمومیت با منشأ غذایی در

انسان آشنایی شود. هدف از تدوین این فصل، ارائه مهم ترین اطلاعات در زمینه نیازمندی های رشد این پاتوژن ها و بیان مهم ترین مواد غذایی است که می توانند به وسیله این میکروارگانیسم ها آلوده شوند و بیماری ایجاد کنند.

فصل اول

آلودگی و فساد مواد غذایی

هدف کلی

فصل آلودگی و فساد مواد غذایی، در دو بخش اصلی آلودگی مواد غذایی و فساد مواد غذایی تدوین شده است. هدف از تدوین این فصل، آشنایی با تعریف آلودگی مواد غذایی و منابع آلودگی است. در این فصل، دانشجویان با مفهوم فساد مواد غذایی و عوامل مسبب آن (میکروبی و غیرمیکروبی) آشنایی شوند و تغییرات حاصل از فساد مواد غذایی (شیمیایی و فیزیکی) را فرامی گیرند.

هدف‌های یادگیری

دانشجو پس از مطالعه این فصل می‌تواند:

۱. فلور طبیعی و آلودگی مواد غذایی با منشأ حیوانات، گیاهان، هوا، آب، خاک، فاضلاب و جابه‌جایی و فراوری را توضیح دهد.
۲. فساد میکروبی مواد غذایی و تغییرات ایجادشده در مواد غذایی به دلیل رشد میکروارگانیسم‌ها را شرح دهد.
۳. علل ایجاد فساد غیرمیکروبی در مواد غذایی را بیان کند.
۴. فسادپذیری مواد غذایی و مثال‌هایی از هر گروه را توضیح دهد.

۱-۱ آلودگی مواد غذایی

گیاهان در سطوح خارجی خود، فلور میکروبی مشخصی دارند و افزون‌براین ممکن است به واسطه منابع خارجی نیز آلوده شوند. حیوانات افزون‌بر فلور سطحی،

آلودگی روده‌ای نیز دارند که همراه با فضولات و ترشحات خود، این میکروارگانیسم‌ها را از بدن خارج می‌کنند. افزون‌براین به وسیله منابع خارجی نیز آلوده می‌شوند. گیاهان و حیواناتی که به بیماری‌های انگلی مبتلا هستند، پاتوژن‌هایی به همراه دارند که بیماری ایجاد می‌کنند، اما بافت‌های سالم و داخلی گیاهان و حیوانات، یا فاقد میکروارگانیسم‌های زنده است یا تعداد محدودی میکروارگانیسم در آن‌ها دیده می‌شود.

۱-۱-۱ آلودگی حاصل از میوه‌ها و گیاهان سبز

فلور سطحی گیاه، با توجه به نوع گیاه، متفاوت است، اما اغلب شامل گونه‌های سودوموناس، آکالیجنس، فلاووباکتریوم، میکروکوکوس، کلیفرم‌ها و باکتری‌های اسید لاکتیک است. تعداد باکتری‌ها، به نوع گیاه و محیط آن وابسته است و امکان دارد تعداد آن‌ها از چند صد تا چندین میلیون، متغیر باشد. سطوح روباز گیاهان، به وسیله خاک، آب، فاضلاب، هوا و حیوانات نیز آلوده می‌شود و بدین ترتیب میکروارگانیسم‌های این منابع، به فلور طبیعی گیاه افزوده می‌شوند. در قسمت‌های داخلی برخی از میوه‌ها، میکروارگانیسم‌های زنده مشاهده شده است. همچنین در سبزی‌های غده‌ای و ریشه‌ای سالم نیز میکروارگانیسم‌ها یافت شده‌اند.

۱-۱-۲ آلودگی حاصل از حیوانات

منابع میکروبی حیوانات، شامل فلور سطح بدن، فلور دستگاه تنفسی و فلور دستگاه گوارشی است. پوست، سم و موی حیوانات، نه تنها تعداد میکروارگانیسم بیشتری نسبت به خاک، کود، خوراک دام و آب دارند، بلکه حامل انواع مهمی از میکروارگانیسم‌های عامل فساد نیز هستند. پوست تعدادی از حیوانات گوشتی، حاوی میکروکوکوس، استافیلوکوکوس و استرپتوکوکوس بتاهمولیتیک است. استافیلوکوکوس موجود در پوست یا سیستم تنفسی، به لاشه و از آنجا به محصول خام نهایی منتقل می‌شود. سطح پوست، برای اغلب میکروارگانیسم‌ها مکان مناسبی نیست، زیرا اغلب خشک و به دلیل حضور اسیدهای آلی ترشح شده از برخی منافذ پوست، دارای pH پایین است. این محیط نامناسب، باعث می‌شود بیشتر میکروارگانیسم‌هایی که به سطح پوست انتقال می‌یابند، قادر به تکثیر نباشند و اغلب به سرعت از بین می‌روند. به طور معمول فلور سطح بدن حیوانات گوشتی، به اندازه میکروارگانیسم‌های آلوده‌کننده حاصل از سیستم تنفسی و گوارشی آن‌ها اهمیت

آلودگی و فساد مواد غذایی ۳

ندارد. مدفوع و محصولات آلوده شده به مدفوع حیوانات، حاوی تعدادی از میکروارگانیسم های روده ای مانند سالمونلاست. تعدادی از عوامل ایجاد کننده بیماری های عفونی در حیوانات، به وسیله مواد غذایی به انسان منتقل می شوند، اما این روش، تنها یکی از راه های انتقال این عوامل بیماری زاست. از جمله این عوامل بیماری زا می توان بروسلا، مایکوباکتریوم توبرکلوزیس، اشرشیا کلای انتروپاتوژنیک، پارازیت ها و ویروس ها را نام برد. فضولات و در نهایت پیکر همه حیوانات، به خاک و آب منتقل می شود و گیاهان روی آن رشد می کنند؛ بنابراین این منابع، سبب آلودگی مستقیم گیاهان خوراکی می شوند. حشرات و پرندگان، با صدمات مکانیکی که در میوه ها و سبزی ها به وجود می آورند، آن ها را برای فساد میکروبی آماده می کنند. خوراک حیوانات، منبع مهم انتقال دائمی سالمونلا به طیور و سایر حیوانات مزرعه ای است.

۱-۳-۱ آلودگی حاصل از فاضلاب

زمانی که فاضلاب های خانگی تصفیه نشده، به عنوان کود برای محصولات زراعی استفاده شوند، احتمال آلوده بودن مواد غذایی گیاهی خام به پاتوژن های انسانی به ویژه انواع تولید کننده بیماری های روده ای وجود دارد. مواد غذایی، به این شکل به پاتوژن ها، کلیفرم ها، باکتری های بی هوازی، انتروکوکسی ها، سایر باکتری های روده ای و ویروس ها آلوده می شوند. در صورت آلودگی آب های طبیعی به فاضلاب، میکروارگانیسم های یاد شده، در ماهی ها، خرچنگ های خوراکی و سایر فراورده های دریایی مشاهده خواهند شد. فاضلاب تصفیه شده که به خاک یا آب اضافه می شود نیز حاوی تعدادی میکروارگانیسم است، اما تعداد و انواع کمتری پاتوژن، نسبت به فاضلاب تصفیه نشده دارد.

۱-۴-۱ آلودگی حاصل از خاک

خاک، نسبت به سایر منابع آلوده کننده، حاوی تعداد بیشتری میکروارگانیسم است و انواع متعددی میکروارگانیسم در آن وجود دارد. خاک، سطح گیاهانی که در خاک یا روی خاک رشد می کنند و همچنین پیکر حیوانات در حال گردش روی زمین را آلوده می کند. جریان هوا، گردوغبار خاک و جریان آب، ذرات خاک را بر سطح و داخل مواد غذایی منتقل می کند. از مهم ترین میکروارگانیسم های خاک می توان کپک ها و مخمرهای گوناگون، گونه هایی از

باسیلوس، کلسترییدیوم، انتروباکتر، اشرشیا کلائی، میکروکوکوس، آکالیجنس، فلاووباکتریوم، کروموباکتریوم، سودوموناس، پروتئوس، استرپتوکوکوس، لکونوستوک و استوباکتر را نام برد. ارگانیسم‌های خاک ممکن است به وسیله باد، وارد اتمسفر و همراه با باران، وارد آب شوند. ارگانیسم‌های آب به واسطه تشکیل ابر و سپس ریزش باران، وارد خاک می‌شوند. این چرخه طبیعی، باعث تشابه زیاد ارگانیسم‌های خاک و آب می‌شود. باین حال، تعدادی از ارگانیسم‌های آب به ویژه آن‌هایی که مختص آب دریا هستند، نمی‌توانند در خاک وجود داشته باشند؛ مانند آلتروموناس.

۱-۱-۵ آلودگی حاصل از آب

آب‌های طبیعی، افزون بر فلور طبیعی خود حاوی میکروارگانیسم‌هایی هستند که از خاک و یا شاید از حیوانات یا فاضلاب منشأ می‌گیرند. از آنجا که آب چشمه‌ها و چاه‌ها برای رسیدن به سطح زمین، از میان لایه‌های مختلف سنگ و خاک عبور می‌کنند، تعدادی از میکروارگانیسم‌ها و بخشی از مواد معلق خود را از دست می‌دهند. تعداد باکتری‌ها در این آب‌ها از چند عدد تا چند صد عدد در هر میلی‌لیتر، متفاوت است. گونه‌های عمده موجود در آب‌های طبیعی، عبارت‌اند از: سودوموناس، کروموباکتریوم، پروتئوس، میکروکوکوس، باسیلوس، استرپتوکوکوس، انتروباکتر و اشرشیا.

میکروب‌شناسان مواد غذایی، از دو دیدگاه، میکروبیولوژی آب را مورد بررسی قرار می‌دهند: (۱) سلامت عمومی؛ (۲) مسائل اقتصادی. آب مورد استفاده در مواد غذایی، از دیدگاه سلامت عمومی بایستی کاملاً سالم، یا به عبارت دیگر فاقد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا باشد. برخی از آزمایشگاه‌ها در فواصل زمانی معین، تعداد کل میکروارگانیسم‌ها و کلیفرم‌های موجود در آب را اندازه‌گیری و به محض مشاهده اولین نشانه آلودگی، مقدار بیشتری کلر اضافه می‌کنند. تعدادی از باکتری‌های غیرتخمیری مانند سودوموناس در لوله‌های آب رشد می‌کنند، در حالی که با استفاده از روش‌های معمولی شناسایی کلیفرم، نمی‌توان آن‌ها را شناسایی کرد؛ بنابراین شمارش تعداد کل میکروارگانیسم‌ها مهم است.

رکنی (۱۳۸۶) نشان داد که آب مورد استفاده در فراوری مواد غذایی، باید استانداردهای میکروبی آب آشامیدنی را داشته باشد. در آبی که برای فراوری مواد غذایی استفاده می‌شود، نوع میکروارگانیسم نسبت به تعداد کل میکروارگانیسم‌ها اهمیت

آلودگی و فساد مواد غذایی ۵

بیشتری دارد (4). در مورد هر ماده غذایی، میکروارگانیسم‌های مشخصی مشکل‌ساز هستند. برای مثال کلیفرم‌های تولیدکننده گاز، ممکن است به وسیله آب مخزن سردکننده، وارد شیر شوند و در پنی‌سازی، مشکلاتی به وجود آورند. آبی که برای سردکردن کنسروها استفاده می‌شود، آلوده به کلیفرم‌ها و سایر باکتری‌های مولد فساد است و طی سردکردن، به واسطه درزهای ریز موجود در محل دربندی قوطی‌ها، وارد کنسروهای غذایی می‌شود. منشأ باکتری‌های فاسدکننده سطح کره مانند سودوموناس پوتریفاسینس، از آب است. در ساخت یک کارخانه، انتخاب مکانی که دارای آب خوب و مناسب برای جابه‌جایی و فراوری مواد غذایی باشد، از اهمیت خاصی برخوردار است و اغلب برای تهیه آبی با خصوصیات میکروبی و شیمیایی رضایت‌بخش، عملیات تصفیه آب، ضروری است. آب مورد استفاده، با روش‌هایی مانند ته‌نشینی در مخازن ذخیره و دریاچه‌ها، صاف‌کردن با استفاده از فیلترهای شنی یا فیلترهای ریز و ظریف، کلرزنی، تابش اشعه ماوراءبنفش یا جوشاندن تصفیه می‌شود.

۱-۱-۶ آلودگی حاصل از هوا

میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، به‌ویژه آن‌هایی که بیماری‌های تنفسی ایجاد می‌کنند، به وسیله هوا در بین کارگران انتشار می‌یابند و محصولات غذایی را آلوده می‌کنند. تعداد کل میکروارگانیسم‌های موجود در ماده غذایی، ممکن است به واسطه هوا افزایش یابد، به‌ویژه زمانی که از فرایند هوادهی استفاده می‌شود (برای مثال در تهیه مخمر نانواپی)، در حالی که اغلب افزایش تعداد میکروارگانیسم‌ها به وسیله هوای ساکن، بسیار ناچیز است. میکروارگانیسم‌های مولد فساد نیز ممکن است به واسطه هوا منتقل شوند، مانند آن‌هایی که در تخمیرهای غذایی مشاهده می‌شوند. (2)

همه میکروارگانیسم‌های موجود در هوا، به‌صورت تصادفی جمع شده‌اند و هوا حاوی فلور طبیعی از میکروارگانیسم‌ها نیست. به‌طور معمول این میکروارگانیسم‌ها روی قطرات آب و ذرات جامد معلق، مستقرند. منابعی که میکروارگانیسم‌ها به وسیله آن‌ها وارد هوا می‌شوند عبارت‌اند از: گردوغبار، خاک خشک، ذرات آب حاصل از رودخانه‌ها و دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها، ترشحات و قطرات حاصل از سرفه، عطسه و صحبت‌کردن افراد، رشد کپک‌های هاگ‌زا روی دیوارها، سقف‌ها و کف اتاق‌ها و نیز مواد و ترکیبات غذایی.

میکروارگانسیم‌های موجود در هوا فرصتی برای رشد ندارند، اما اصرار بر ماندن در هوا دارند و آن‌هایی که مقاومت بیشتری نسبت به خشکی داشته باشند، زندگی طولانی‌تری خواهند داشت. از آنجا که اسپور کپک‌ها اندازه کوچکی دارند، نسبت به خشکی مقاوم‌اند و در هر مرحله، به تعداد زیادی تولید می‌شوند و اغلب در هوا وجود دارند.

تعداد میکروارگانسیم‌های موجود در هوا، به عواملی همچون میزان جابه‌جایی هوا، نور خورشید، رطوبت، محل و تعداد ذرات یا قطرات معلق در هوا بستگی دارد و تعداد آن‌ها از یک عدد (در بالای قله یک کوه) تا هزاران عدد در فوت مکعب (در هوای پر از گردوغبار) متغیر است. تعداد میکروارگانسیم‌های موجود در هوا، تحت تأثیر شرایط طبیعی مانند ته‌نشین شدن، نور خورشید و شست‌وشو با باران یا برف، کاهش می‌یابد. برخی میکروارگانسیم‌ها به ویژه باکتری‌های گرم منفی، زمانی که در هوا معلق می‌شوند، به سرعت از بین می‌روند. زدودن میکروارگانسیم‌ها از هوا، با روش‌های مصنوعی همچون فیلتراسیون، تصفیه شیمیایی، حرارت، استفاده از لامپ‌های ماوراءبنفش و ترسیب الکترواستاتیک نیز امکان‌پذیر است. بعد از زدودن میکروارگانسیم‌ها از هوا، پیش‌بینی‌های لازم برای جلوگیری از ورود مجدد آن‌ها به هوا ضروری است. ایجاد فشار مثبت در اتاق‌ها، از ورود هوای بیرون به داخل اتاق جلوگیری می‌کند.

۱-۷- آلودگی به هنگام جابه‌جایی و فراوری

ترولر (۱۹۸۳)، گزارش کرد که آلودگی مواد غذایی به وسیله منابع طبیعی که در قسمت قبل گفته شد، ممکن است قبل از برداشت، هنگام چیدن، جابه‌جایی و فراوری آن‌ها رخ دهد. آلودگی مواد غذایی ممکن است در اثر تماس دستگاه‌ها و تجهیزات، مواد بسته‌بندی و اشخاص آلوده با مواد غذایی افزایش یابد. کارگران در هر دقیقه، 10^2 تا 10^4 میکروارگانسیم زنده را در محیط پخش می‌کنند. ارگانسیم‌های انتقال یافته از کارگران، می‌تواند منشأ خاکی، آبی، گردوغبار و ... داشته باشد و نیز می‌تواند از حفره‌های بینی، دهان، پوست و مجاری روده‌ای نشئت گرفته باشد که ممکن است به دلیل عدم رعایت بهداشت فردی، به آلودگی ماده غذایی منجر شود. (8)

۱-۲ فساد مواد غذایی

براساس نظریه تام و هانتز در سال ۱۹۲۴، در صورتی یک محصول، به عنوان ماده غذایی قابل خوردن است که مصرف کننده با دانستن شرایط تولید و رؤیت مواد آن، اقدام به خوردن آن کند و در مقابل، چنانچه مصرف کننده از خوردن این ماده غذایی اجتناب کند، آن محصول، فاسد تلقی می شود. براساس این تعریف، مناسب بودن یک ماده غذایی، به تشخیص مصرف کننده وابسته است و ممکن است فردی آن را مصرف کند و فرد دیگر، از مصرف آن امتناع ورزد. زمانی که یک ماده غذایی، دچار تغییراتی شود یا واکنش های شیمیایی در آن، به گونه ای به وقوع پیوندد که ارزش مصرفی آن پایین آید یا از بین برود، در این صورت چنین ماده غذایی را فاسد می نامند. یک ماده غذایی فاسد، به گونه ای دچار تغییرات ارگانولپتیک از نظر رنگ، بو، مزه و قوام می شود که مورد توجه مصرف کنندگان قرار می گیرد و از مصرف آن ممانعت می ورزند، در صورتی که در بسیاری از مواد غذایی آلوده مانند گوشت آلوده به سالمونلا، هیچ گونه تغییرات ارگانولپتیک مشاهده نمی شود.

فریزیر و وستهوف (۱۹۷۷)، نشان دادند که برخلاف تفاوت های موجود بین افراد مختلف درباره نظرشان راجع به مناسب بودن ماده غذایی، همه آنها معیارهای خاصی را برای حصول اطمینان از مناسب بودن ماده غذایی قبول دارند که عبارت اند از:

۱. از نظر رسیدگی یا رشد، در حد مطلوبی باشد. میوه ها باید به اندازه کافی رسیده باشند.

۲. فاقد هرگونه آلودگی ناشی از مراحل تولید و جابه جایی باشد. چنانچه در سبزی ها از فاضلاب به عنوان کود استفاده شود، نباید به صورت خام مصرف شوند.

۳. فاقد هرگونه تغییر نامطلوب ناشی از حمله میکروارگانیسم ها یا فعالیت آنزیم ها باشد. گاهی مجزاکردن فساد میکروارگانیسم ها از فعالیت های مفید آنها مشکل است و ممکن است تغییری، در یک ماده غذایی، نامطلوب و همین تغییر در ماده غذایی دیگر، مطلوب باشد. پروتئولیز در گوشت، به عنوان فساد آشکار تلقی می شود، اما تغییرات پروتئولپتیک ایجاد شده در پنیر، به عنوان بخشی از فرایند رسیدن به شمارمی آید. گاهی تغییرات، در خصوصیات ظاهری و فیزیکی محصول به وجود می آید و فساد تلقی می شود، مانند آنچه در کاهوی پلاسیده و پژمرده شده و هویج نرم شده دیده می شود؛ اگرچه ممکن است محصول، تحت فساد میکروبی قرار نگرفته باشد.