فصل اول

مقدمه:

قبل از آنكه به تاريخچة شناخت ميكروارگانيسم ها در مواد غذايي بپردازيم ابتدا نكاتي چند دربارة ارتباط بشر با مواد غذايي و ميكروارگانيسم ها يادآور مي شويم.

بشر در زندگي روزانة خود با دهها و گاهي صدها نوع ميكروارگانيسم سروكار دارد كه خواسته و يا ناخواسته بر زندگي او و پيرامونش اثر مي گذارند. بسياري از اين موجودات براي انسان سودمند هستند و تعدادي از آنها زيان هايي به وي وارد ميآورند.

واژة ميكروارگانيسم (**Micro Organism**) كه از دو كلمة ميكرو به معناي ريز و ارگانيسم به معناي موجود زنده تشكيل شده است ، همة موجودات ذره بيني يعني باكتريها، قارچ هاي ميكروسكوپي (مخمرها و كپكها) ، ويروسها و تك ياختگان را در بر مي گيرد. در اين بحث ما به بررسي باكتريها و قارچهايي كه نقش اصلي را در تهيه و يا فساد مواد غذايي بعهده دارند ميپردازيم.

ميكروارگانيسم ها در همه جاي كرة زمين يافت مي شوند، از چشمه هاي آبگرم تا سرزمين هاي قطبي كه سرماي آنها به 70-60 درجه زير صفر ميرسد. برخي از ميكروارگانيسم ها در محيط هاي بسيار اسيدي مثل اسيد سولفوريك و برخي در محيطهاي قلمايي با $pH \approx 12$ كه براي بيشتر موجودات اين شرايط كشنده است به زندگي خود ادامه مي دهند.

تعداد ميكروارگانيسم ها در مواد غذايي قابل ملاحظه است. بعنوان مثال در يك گرم گوشت چرخ كرده تعداد ميكروبها ممكن است بين $10^6 - 10^7$ و حتي بيشتر باشد، در ماست اين تعداد ممكن است تا 10^9 عدد در هر ميلي ليتر افزايش يابد. شير تحويلي كارخانجات لبني گاهي داراي 15 ميليون ميكروب در ميلي ليتر و حتي بيشتر بوده كه مورد پذيرش قرار مي گيرد. البته مواد غذايي مختلف از نظر آلودگي به ميكروارگانيسم ها بسيار متفاوت هستند. بعنوان مثال گردو، پسته و ... كه داراي پوستة محافظ ميباشند از نظر آلودگي در معرض خطر كمتري قرار دارند. در حاليكه

شير كه در تماس با عوامل مختلف آلاينده قرار داشته و از طرفي محيط بسيار مناسب براي رشد ميكروبهاي مختلف است، آلودگي بيشتري دارد.

تاريخچه شناخت ميكروارگانيسم ها در مواد غذايي:

اصولاً در مورد ارتباط انسان ، غذا و ميكروارگانيسم، تاريخ را ميتوان به دو دوره تقسيم نمود:

1- دوره ايكه انسان غذاي خود را تنها از طبيعت ميگرفت (**Food gathering period**) اين دوره از يك ميليون سال قبل تا 8 هزار سال پيش ادامه داشت و احتمالاً انسان طي اين دوره گوشتخوار بوده، در اواخر اين دوره تدريجاً اغذية گياهي به غذاي انسان اضافه گرديد و بشر پختن غذا را فرا گرفت.

2- دورة تهيه و توليد غذا (**Food producing period**) كه از 8 هزار سال قبل شروع و تا كنون ادامه دارد. احتمالاً انسان از اوايل اين دوره با فساد و مسموميتهاي غذايي برخورد داشته است. ميگويند اولين ظروف گلي كه براي پختن غذا بكار گرفته شد مربوط به 6 تا 8 هزار سال قبل است كه بيانگر وجود دانش پختن و توليد مواد غذايي است.

سومريها حدود 3 هزار سال قبل از ميلاد نخستين كساني بودند كه به كارگله داري و دام پروري پرداختند و براي اولين بار كره تهيه كردند. نمك سودكردن گوشت حيوانات و ماهي در همين ايام انجام شد. بين 1200 تا 3000 سال پيش از ميلاد يهوديها نمك بدست آمده از بحرالميت را براي نگهداري مواد غذايي بكار بردند.

روميها كار نگهداري گوشت را 3000 سال پيش ميدانستند و با استفاده از برف و يخ، ميگو و برخي ديگر از مواد غذايي فاسد شدني را نگهداري مي كردند. روش دود دادن جهت نگهداري غذاها احتمالاً درهمين ايام شناخته شد.

شايد بتوان ادعا كرد كه كرشر (**Kircher**) نخستين كسي است كه نقش ميكروارگانيسم ها را در فساد مواد غذايي اعلام نمود. اين شخص يك كشيش بود ودر سال 1658 لاشه فاسد شده و گنديدة حيوانات و همچنين گوشت و شير فاسد شده را بررسي كرد و در آنها به قول خودش كرم هاي كوچكي

را مشاهده كرد كه با چشم غير مسلح قابل رويت نبود. از آنجائيكه توضيحات او دربارة مشاهداتش دقيق و قانع كننده نبود، زياد مورد توجه قرار نگرفت تا اينكه در سال 1765 اسپالانزاني نشان داد كه اگر آبگوشت گاو را مدت يكساعت جوشانده و در ظرف را محكم ببنديم فاسد نميگردد. در اواخر قرن هجدهم محققاني بنام Papin و Leibniz هم اشاراتي به استفاده ازگرما براي نگهداري مواد غذايي داشتند.

در هر حال رويدادي كه منجربه كشف روش **Canning** جهت نگهداري مواد غذايي گرديد، تعيين جايزة 12000 فرانكي از سوي دولت فرانسه در سال 1795 طي جنگ جهاني اول بود. در سال 1809 يك فرانسوي به نام فرانسوا آپرت موفق به نگهداري گوشت در يك بطري شيشه اي كه آن را مدتي در آب جوش كذاشته بود گرديد. بعدهااين شخص پدر صنعت كنسرو سازي نام كرفت. و در حال حاضر فرآيند حرارتي به نام **Appertizing** انجام ميكيردكه استفاده ازشرايط حرارتي شديد (بالاي $100^{o}C$) ميباشد.

نخستين فردي كه بطور دقيق حضور و نقش ميكروارگانيسم ها را در مواد غذايي شناخت لوئي پاستور بود. اين دانشمند در سال 1837 نشان داد كه عامل ترش شدن شير، ميكروبها هستند ضمناً در سال 1860 براي اولين بار از حرارت جهت نابودي ميكروارگانيسم هاي نامطلوب موجود در شراب و آبجو بهره گرفت و اساس فرآيند پاستوريزاسيون مواد غذايي را بنياد نهاد.

نقش ميكروارگانيسم ها در مواد غذايي :

چنانچه ميكروارگانيسمي در مادة غذايي زنده مانده و تكثير يابد، برحسب نوع ميكروب و نوع مادة غذايي تغييراتي ايجاد شده كه ميتوان آن را به سه گروه تقسيم نمود:

الف- تغييرات دلپذير و خوشايند

ب- تغييرات نامطبوع و ناخوشايند

ج- تغييراتيكه باعث مسموميت و گاهي مرگ ميشود

الف- تغييرات مطلوب

ميكروبهاي زيادي وجود دارند كه قادر به ايجاد تغييرات مطلوب مورد نظر ما هستند از جمله ميتوان به باكتريهاي لاكتيكي (**Lactic Acid Bacteria**) اشاره نمود كه در تهيه فرآوردهاي لبني مثل ماست ، برخي انواع پنير ،

كره تخميري ، دوغ و همچنين برخي فرآورده هاي گوشتي و سبزيجات تخميري بعنوان كشت آغازگر(**STARTER CULTURE**) مورد استفاده قرار ميگيرد . اين گروه باكتريها علاوه بر تغييرات مطلوب ظاهري بدليل توليد برخي متابوليت ها نقش مؤثري در سلامت انسان و خصوصاً سيستم گوارشي دارند و همچنين توليد عوامل ضد ميكروبي نموده كه ارزش آنها را دو چندان ميكند و در فصول بعد با آنها بيشتر آشنا خواهيم شد .

در تهيه خمير نان ، مخمر ساكاروسيس سرويزيه نقش اصلي را در ور آمدن (**Leavening**) خمير ايفا ميكنند . در تهيه الكل نيز مخمر ها با تخمير مواد قندي نقش خود را ايفا ميكنند و در صورت استفاده از باكتريهايي استيكي نظير استوباكتر ميتوان الكل را به سر كه تبديل نمود .

از ميكروبها ميتوان در توليد آنتي بيوتيكهايي نظيي پنيسيلين و تتراسيكلين، اسانس هاي مختلف، سموم ميكروبي، آنزيم هايي نظير پروتئاز و پكتيناز ، ويتامين هايي نظير ويتامين C و B ، رنگهاي متفاوت ، پروتئين (نظير **SCP**) و بسياري تركيبات ديگراستفاده نمود . SCP (**Single Cell Protein**) يا پروتئين تك ياخته كه حاصل تكثير مخمرهاي بخصوصي نظير:

Kluyveromyces fragilis , Kluyveromyces Lactis ، Candida Lipolitica , Candida utilis

جهت خوراك طيور به جاي پودر ماهي و جهت خوراك دام به جاي كنجالة سويا استفاده ميشود. لازم به ذكر است كنجاله سويا يكي از رقباي پروتئين تك سلولي در بازار جهاني است.

ب- تغييرات نامطلوب

تغييرات نامطلوبي كه توسط ميكروبها در مواد غذايي انجام ميشود و تنها موجب ظاهر نامطلوب يك ماده غذايي شده و نه لزوما ايجاد بيماري يا خطر در مصرف كنندگان را فساد يا **SPOILAGE** مينامند. اين تغييرات معمولاً با ترشيدگي (ناشي از تجزيه قندها و توليد اسيد) ، تندشدن (ناشي از تجزية چربيها و توليد اسيدهاي چرب آزاد و ساير مواد فرار سبك)، گنديدگي (ناشي از تجزيهٔ پروتئينها در شرايط بي هوازي كه به دليل توليد عوامل بدبو مثل SH_2, NH_3 , اندول ، كاتشول، كاداورين... بوده و تحت عنوان **PUTRIFICATION** ناميده ميشود) و تلخي (ناشي از تجزيه چربي و به خصوص پروتئين در مواد غذايي پروتئيني نظير پنير بوده كه يكي از تركيبات مؤثر در ايجاد آن پپتيدهاي تلخ **B ITTER PEPTIDS** ميباشد) همراه ميباشد. شير پاستوريزه اي كه بعد از چند روز و قبل از باز نمودن بسته بندي بريده مصداقي از مطلب فوق است. مصرف اين شير موجب بيماري نخواهد شد چراكه ضمن فرايند پاستوريزاسيون تمامي باكتريهاي پاتوژن از بين رفته اند.

ج- تغييراتيكه سبب مسموميت و يا مرگ مي شود

باكتريها ، مخمرها و كپك ها مهمترين ميكروارگانيسم هايي هستند كه در مواد غذايي يافت ميشوند. اين ارگانيسم ها به علت وجود سيستم دفاعي بدن نميتوانند باعث ايجاد بيماري شوند اما اگر شرايط مساعدي براي رشد آنها فراهم شود يا سيستم دفاعي بدن ضعيف گردد، ميتوانند بيماري هاي مختلفي را در انسان ايجاد نمايند. به طور كلي بيماري هايي كه در اثر مصرف مواد غذايي ايجاد ميشوند به دو دسته تقسيم ميگردد:

1- عفونت غذايي (***FOOD INFECTION***) :

در اين بيماري ها ميكروارگانيسم هاي زنده در داخل قسمتي از بدن و به طور معمول سيستم گوارش ساكن شده و رشد و تكثير مينمايند. سپس به ساير بافت ها حمله ميكنند و با توليد سم كه به طور عمده اندوتوكسين (**ENDOTOXIN**) ميباشد، سبب ايجاد بيماري خواهند شد. بنابراين وجود ميكروارگانيسم هاي زنده براي ايجاد بيماري هاي عفوني ضروري است و به همين دليل درمان آن با مصرف داروهايي نظير آنتي بيوتيكها انجام ميشود. علايم اين بيماري هاي شامل التهاب گوارشي، استفراغ، اسهال، درد عضلات شكم و دل پيچه است. از جمله اين بيماريها ميتوان به سالمونلوز، شيگلوز و ويبريوز اشاره كرد.

2- مسموميت غذايي (**FOOD POISONING- INTOXICATION**) :

اين بيماري ها در اثر مصرف سم باكتريايي يا قارچي به وجود ميايد كه ممكن است در ماده غذايي و يا داخل بدن انسان ترشح گردد. در اين بيماري نيازي به ورود ميكروب به داخل بدن نيست و بنابراين درمان آن با آنتي بيوتيك انجام نميشود بلكه از آنتي توكسين استفاده ميشود. برخي از سموم كه توسط ميكروب ها توليد ميشوند به شرح ذيل است:

2-1- **اگزوتوكسين(EXOTOXIN)** : سمي است كه به خارج سلول ترشح ميشود، برخلاف عوامل عفونت زا كه سم داخلي (ENDOTOXIN) توليد ميكنند. از انواع اگزوتوكسين ها ميتوان به سموم ذيل اشاره كرد:

2-1-1- **انتروتوكسين(ENTEROTOXIN)** : سم خارج سلولي است كه در سيستم گوارشي و به خصوص ناحيه روده اثر ميكندو موجب التهابات معده و روده (GASTROENTRITIS) ميشود. شايعترين عارضه آن اسهال است و درمان

آن با تامين آب از دست رفته بدن امكان پذير است. از اين نوع بيماري ميتوان به مسموميت استافيلوكوكال ، وبا و بيماري اسهال مسافرين اشاره كرد.

2-1-2- نوروتوكسين(**NEUROTOXIN**) : اين سم خارجي روي سيستم عصبي اثر ميكند و باعث اختلال در انتقال پيام هاي عصبي و فلج عضلاني ميشود. سم ترشح شده توسط كلستريديوم بوتولينوم از جمله اين سموم است. در اين مسموميت فرد در اثر خفگي ميميرد. اين سم مقاومت حرارتي زيادي نداشته و در دماي 100 درجه سانتيگراد به مدت 10 دقيقه به راحتي از بين ميرود به همين دليل توصيه ميشود قوطي كنسروهاي با اسيديته كم، قبل از مصرف به مدت 20 دقيقه جوشانيده شود.

2-2- اندوتوكسين(**ENDOTOXIN**) : قسمتي از غشاي خارجي ديواره سلولي باكتري هاي گرم منفي است كه در لايه ليپوپلي ساكاريدي آنها قرار دارد و عموما موجب عفونت غذايي ميشود.

2-3- ميكوتوكسن ها(**MYCOTOXINS**) : به سموم قارچي گويند كه در موارد حاد مسموميت همراه با تهوع ، استفراغ و اسهال ايجاد كرده و در حالت مزمن باعث سرطان (**CARCINOGENIC**) خواهد شد.

فصل دوم

آشنايي با ميكروبهاي مهم در مواد غذايي

براي درك ارتباط ميكروارگانيسم ها با مواد غذايي ، ميبايست با تركيب مواد غذايي آشنا باشيم. آگاهي از تركيبات شيميايي مواد غذايي شرط لازم براي دانستن و پيش بيني وضع ميكروبي آن مادة غذايي است. لذا در ابتدا عوامل مهم و مؤثر بر رشد ميكروبها در مواد غذايي مورد بحث قرار ميگيرد. آگاهي و شناخت در مورد اين عوامل، چه آنهايي كه جهت رشد و تكثير ميكروارگانيسم ها مناسب ميباشند و يا عواملیكه نقش بازدارندگي دارند، براي شناخت اصول فساد و نگهداري مواد غذايي ضروري است. اين عوامل عبارتند از:
مواد مغذي ، غلظت يون هيدروژن (**pH**) ، رطوبت، پتانسيل اكسيداسيون و احياء (E_h) و وجود يا عدم وجود عوامل بازدارنده .

1- مواد مغذي (Nutrients) :

نوع و نسبت مواد مغذي در تعيين نوع ميكروارگانيسم نقش بسيار مهمي دارد. مواد مغذي مورد نياز ميكروب شامل : منبع انرژي و كربن ، منبع ازت، مواد معدني، ويتامين ها و فاكتورهاي رشد ميباشد.

الف) منبع انرژي و كربن:

ميكروبها معمولاً از دو منبع بزرگ انرژي استفاده ميكنند: انرژي نوراني و انرژي حاصل از تجزية تركيبات شيميايي . باكتريها و جلبكهايي كه داراي پيگمان هستند از انرژي نوراني استفاده مي كنند, اين گروه موسوم به فتوتروف بوده،در صورتيكه از تركيبات ساده نظير CO2 بعنوان مادهٔ غذايي استفاده نمايند فتوليتوتروف واگر از تركيبات نسبتا" كمبلكس آلي استفاده نمايند فتوارگانوتروف ناميده ميشوند, اما بيشتر باكتريها ، مخمرها، كپك ها كموتروف (**Chemotroph**) بوده و از تركيبات شيميايي بعنوان منبع انرژي استفاده ميكنند اين گروه نيز شامل كموليتوتروف و كموارگانوتروف ميباشند. از آنجائيكه كربن فراوان ترين عنصر طبيعت بوده و عنصر اصلي همه ملكولهاي آلي است، تركيبات كربن دار مخصوصاً كربوهيدراتها بيش از ساير تركيبات بعنوان منبع انرژي و همچنين منبع كربن مورد استفاده ميكروارگانيسم ها قرار ميگيرد (كربن 50-45درصد وزن خشك سلول را تشكيل مي دهد). در ميان كربوهيدراتها، تركيبات ساده سريعتر مورد استفاده ميكروب قرار ميگيرد بطوريكه گلوكز توسط اغلب ميكروبها استفاده ميشود . كربوهيدراتهاي پيچيده نظير سلولز ، نشاسته و پكتين توسط برخي از

ميكروبها و آنهايي كه قادر به توليد آنزيم هاي مورد نياز باشند ، مورد استفاده واقع ميشود بنابراين ميتوان انتظار داشت در ميوه جات و سبزيجات كه تركيبات سلولزي و پكتيني به ميزان زياد وجود دارند ، اينگونه ميكروبها رشد نمايند و يا در شير كه حاوي مقادير زيادي لاكتوز است ، ميكروبهايي كه قادر به توليد لاكتاز باشند رشد نمايند . البته ميكروارگانيسم از منابع ازته مثل پلي پپتيد ، پپتيد ، اسيدهاي آمينه ، و يا اسيد هاي آلي ، استر ها ، چربيها و .... نيز ممكن است كسب انرژي نمايد اما زمانيكه منبع انرژي آسان تري نظير كربوهيدرات در اختيار آن نباشد ، اقدام به اين عمل مينمايد .

ب - منبع ازت

توانايي ميكروارگانيسم ها در استفاده از تركيبات مختلف ازته جهت رشد متفاوت است اما تمام ميكروب ها معمولاً ازت معدني را به شكل آمونياك و يا املاح آمونياكي مصرف ميكنند ، در عين حال اگر به محيط كشت ، اسيد هاي آمينه و بازهاي پوريك افزوده شود ، ضريب رشد ميكروبها معمولاً افزايش ميابد . اين تركيبات تحريك كنندة رشد هستندو البته هميشه به سادگي در دسترس ميكروب قرار ندارند لذا در كشت هاي صنعتي آنها را بصورت عمدي به محيط اضافه مينمايند . در آلودگي هاي غذايي نيز ميكروبها كه قادر به هيدروليز پروتئين ها نباشد تنها در صورت كمك يك ارگانيسم پروتئوليتيك قادر به رشد خواهند بود. بطور كلي در ميان ميكروارگانيسم هاي مختلف كپك ها قدرت پروتئوليتيك بيشتري نسبت به سايرين داشته در مقايسه ، تعداد كمتري از باكتريها و تعداد خيلي كمتري از مخمرها فعاليت پروتئوليتيك دارند.

ج: املاح معدني:

اين عوامل تقريبا هميشه ، حتي به مقدار خيلي كم در مواد غذايي يافت ميشوند نظير Na,Fe,Ca,...

د: ويتامين ها :

برخي از ميكرو ارگانيسم ها قادر به ساخت تعدادي و يا كل ويتامين هاي مورد نياز خود نيستند و ميبايست اين ويتامين ها را از محيط اطراف خود جذب نمايند . بيشتر مواد غذايي گياهي و حيواني داراي مقادير مشخصي از ويتامين ها هستند اما ممكن است از نظر برخي ويتامين

ها محدود بوده و يا فاقد آنها باشند. مثلا در گوشت ويتامين هاي گروه B به مقدار زياد يافت مي شود اما در ميوه جات وجود نداشته و يا خيلي خيلي كم است. در مقابل ميوه جات از نظر ويتامين C غني هستند.

3- غلظت يون هيدروژن (pH) :

تاثير PH ماده غذايي بر سلولهاي ميكروبي حائز اهميت است . هر ميكرو ارگانيسم جهت رشد داراي يك pH حداقل و يك pH حداكثر است. بطور كلي مخمر و كپك ها نسبت به باكتريها به محيط هاي اسيدي مقاومت بيشتري دارند، بنابراين مواد غذايي با pH پايين نظير آبميوه ها ، محصولات تخميري، ترشيجات و ... نسبت به باكتريها مقاوم بوده و بيشتر توسط مخمرها يا كپك ها مورد حمله قرار مي گيرند. كپك ها بيشتر از اكثرمخمرها و باكتريها در مقابل تغييرات pH مقاوم هستند و بسياري از آنها در اسيديته هاي غير قابل تحمل براي مخمرها و باكتريها به رشد خود ادامه ميدهند. اكثر باكتريها pH نزديك به خنثي را ترجيح ميدهند (مواد غذايي پروتئيني) گرچه برخي از آنها مثل گروه باكتريهاي لاكتيكي (LAB) اسيديته متوسط را ترجيح داده و برخي در محيط هاي قليايي مثل سفيده تخم مرغ (pH =9) نيز رشد مي نمايند.

محدوده pH رشد باكتريها 3/5-10/5 ، مخمرها 1/5-8/5 و كپك هاي 11-0 بوده و pH بهينه رشد آنها به ترتيب 7-6 ، 5-4 و 6-4 ميباشد. همچنين بر اساس pH مواد غذايي به 4 گروه تقسيم بندي شده اند:

1- مواد غذايي كم اسيدي با pH > 5/3
2- مواد غذايي متوسط اسيدي با 5/3 > pH > 4/5
3- مواد غذايي اسيدي با 4/5 > pH > 3/7
4- مواد غذايي خيلي اسيدي با 3/7 > pH

لازم به ذكر است pH =4/5 يك نقطه بحراني به حساب آمده و باكتريهاي بيماريزا قادرند در مواد غذايي با pH بالاتر از آن فعاليت نموده، موجب ايجاد بيماري هاي غذايي (FOOD-BORN DISEASES) شود. در pH پايين تر از اين نقطه عوامل بيماري زا محدود به كپك ها و برخي مخمر ها ميشود.

PH بيشتر سبزيجات بالاتر از ميوه جات بوده، در نتيجه بيشتر در معرض فساد باكتريايي هستند تا فساد قارچي.

PH يك محصول را ميتوان با pH متر تعيين نمود اما اين عامل به تنهايي جهت پيش بيني نوع ميكروبي كه قادر به رشد در آن مادة غذايي باشد كافي نيست و بهتر است نوع اسيدي كه باعث PH معيني ميشود ، مشخص گردد ، چون فعاليت بازدارندگي اسيدهاي مختلف فرق دارد. بطور كلي اسيدهاي آلي فعاليت باز دارندگي بيشتري نسبت به اسيدهاي معدني دارند.بسياري از اسيدهاي آلي مثل استيك ، پروپيونيك ، لاكتيك ، سوربيك و بنزوئيك اسيد بعنوان محافظت كننده (**Preservative**) مورد استفاده قرار مي گيرند.

PH برخي مواد غذايي در جدول 1 اشاره گرديده است.

جدول 1- PH تقريبي برخي مواد غذايي

نام محصول	PH	نام محصول	PH
سبزيجات:		ميوه جات:	
چغندر قند	4/2-4/4	سيب	2/9-3/3
كلم	5/4-6/0	آناناس	4/5-4/7
هويج	6/0 ، 4/9-5/2	انجير	4/6
ذرت	7/3	آب گريپ فروت	3/0
كاهو	6/0	انگور	3/4-4/5
زيتون	3/6-3/8	هندوانه	5/2-5/6
پياز	5/3-5/8	آب پرتقال	3/6-4/3
سيب زميني	5/3-5/6	ليمو	1/8-2/0
اسفناج	5/5-6/0	فراورده هاي	

		دريايي	
گوجه فرنگي	4/2-4/3	ماهي (اكثر گونه ها)	6/6-6/8
فراورده هاي لبني:		خرچنگ	7/0
كره	6/1-6/4	صدف	4/8-6/3
دوغ كره	4/5	ماهي تون	5/2-6/1
شير	6/5-6/8	ميگو	6/8-7/0
خامه	6/5	ماهي سفيد	5/5
پنير	4/9-5/9	ماهي سالمون	6/1-6/3

3- رطوبت مورد نياز (فعاليت آبي)

ميكرو ارگانيسم ها بدون وجود رطوبت قادر به رشد و زندگي نيستند ميزان آب مورد نياز براي همة ميكروب ها يكسان نيست و اصطلاحا به رطوبت مورد نياز آنها فعاليت آبي (Water activity) گويند. طبق تعريف فعاليت آبي (aw) عبارتست از : نسبت فشار بخار آب در مادة غذايي در دماي معين به فشار بخار آب خالص در همان دما.

$$aw = \frac{p}{p_0}$$

aw براي آب خالص معادل 1 و براي مواد غذايي مختلف كمتر از 1 است بين aw و رطوبت نسبي (RH) اتمسفر اطراف مادة غذايي رابطه ذيل وجود دارد:

RH=aw*100

چنانچه رطوبت نسبي محيط اطراف كمتر از مقدار aw باشد ، به تدريج مادة غذايي رطوبت خود را از دست داده تا با رطوبت محيط به حالت تعادل برسد، در حالت عكس مادة غذايي رطوبت محيط را جذب خواهد كرد. فعاليت آبي براي برخي مواد غذايي به شرح ذيل است:

جدول2- ميزان فعاليت آبي برخي مواد غذايي

نوع ماده غذايي	AW
سبزيجات، ميوه جات ، شير و نوشيدنيهاي ديگر	0/98 به بالا

رب گوجه فرنگي، پنير ، كمپوت ميوه جات	0/93-0/98
شير تغليظ شده شيرين، گوشت گاو خشك شده	0/85-0/93
ميوه جات خشك شده، آرد ، حبوبات ، غلات ، گردو	0/6-0/65
عسل ، فرآورده هاي قنادي ، بيسكويت	زير 0/6

بنابراين با توجه به ميزان رطوبت يك مادة غذايي و نياز آبي ميكروارگانيسم ها كه در جدول ذيل به آن اشاره گرديده است ، ميتوان تا حدودي پيش بيني ميكرو بيولوژيكي جهت نوع ميكرو ارگانيسم هاي ممكن را انجام داد.

جدول 3- ميزان فعاليت آبي براي گروههاي ميكروبي و برخي ميكرو ارگانيسم ها

گروه ميكروبي	ميزان aw
اغلب باكتريهاي عامل فساد	0/9
اغلب مخمرهاي عامل فساد	0/88
اغلب كپك هاي عامل فساد	0/80
باكتريهاي هالوفيل (**Halophile**)	0/75
كپك هاي گزروفيل(**Xerophile**)	0/65
مخمرهاي اسموفيل	0/60
برخي ميكرو ارگانيسم هاي مهم	
گونه هاي سودوموناس	0/98
كلستريديوم بوتولينوم	0/97
اشريشياكلي	0/96
استافيلوكوكوس اورئوس	0/86
آسپرژيلوس گلوكوس	0/70
زيگوساكارومايسس روكسي ئي	0/62

جهت جلوگيري از رشد ميكروارگانيسم ها ، ميتوان فعاليت آبي را كاهش داد كه به طرق مختلفي انجام ميشود:

1- افزودن يونها و مواد محلول. با زياد شدن تعداد يون اثربخشي آن افزايش ميابد. بر همين اساس به ترتيب قدرت كاهش فعاليت آبي كاهش ميابد: سولفات سديم > نمك طعام> KCl > گليسرول

2- افزودن كلوئيدهاي آب دوست(هيدروكلوئيدها) نظير آگار، كاراگينان ، آلژينات ، پكتين

3- كريستاليزاسيون آب: مقدار aw براي آب خالص در صفر درجه سانتي گراد برابر 1 و در 5- درجه برابر 0/935 ، در 10- درجه برابر0/907 و در 20- درجه سانتي گراد 0/823 ميباشد. كريستاليزاسيون آب از طرفي باعث تغليظ مواد محلول در آب غير منجمد و كاهش بيشتر aw ميشود.

هر ميكرو ارگانيسم داراي يك aw بهينه و يك محدوده aw جهت رشد ميباشد . عوامل مؤ ثر بر ميزان فعاليت آبي مورد نياز ميكروب عبارتند از : مواد مغذي موجود ، PH محيط ، وجود عوامل بازدارنده ، ميزان اكسيژن ، درجه حرارت محيط . چنانچه يكي از عوامل محيطي مذكور مناسب نباشد ، دامنه فعاليت آبي كه ميكروب قادر به رشد باشد ، كاهش ميابد و اگر دو يا تعداد بيشتري از اين فاكتور ها نامناسب باشد ، محدودة فعاليت آب ، كوچكتر خواهد شد .

4- قدرت اكسيداسيون و احياء

بطور كلي قدرت اكسيداسيون و احياء مواد غذايي بر نوع ميكروارگانيسم هائيكه در آن محيط رشد مي كنند و در نتيجه تغييراتيكه در اثر رشد ميكروبها در غذا ايجاد مي شود تأثير مي گذارد . قدرت اكسيداسيون و احياء (OXIDATION-REDUCTION POTENTIAL) بستگي به ماهيت غذا و فشار اكسيژن در اتمسفر اطراف مادة غذايي دارد .

از نقطه نظر قابليت استفاده از اكسيژن آزاد ، ميكروارگانيسم ها به سه دسته تقسيم مي شوند :

1. ميكروارگانيسم هاي هوازي (AEROBIC)
2. ميكروارگانيسم هاي بي هوازي (ANAEROBIC)
3. ميكروارگانيسم هاي اختياري (FACULTATIVE) : كه به هر دو صورت هوازي و بي هوازي رشد مي كند.
4. ميكروارگانيسم هاي ميكروآئروفيل(MICROAEROPHILE) كه به شرايط كمي احياء شده احتياج دارند.

5. ميكروارگانيسم هاي آئروتولرانت (AEROTOLERANT) كه همان ميكروبهاي بي هوازي اند اما قادرند مقادير كم اكسيژن را تحمل نمايند.

كپك ها هوازي هستند و بيشتر مخمر ها نيز بصورت هوازي رشد ميكنند در حاليكه انواع مختلف باكتريها ممكن است بصورت هوازي ، بي هوازي و يا فاكولتاتيو رشد نمايند . بنابراين مواد غذايي كه قدرت اكسيداسيون بالايي دارند براي رشد ميكروبهاي هوازي مناسب بوده و در ضمن ارگانيسم هاي فاكولتايتو هم در آنها رشد مينمايند . برعكس مواد غذايي با قدرت اكسيداسيون كم براي رشد ميكروبهاي بي هوازي و يا فاكولتايتو مناسب خواهد بود .

قدرت اكسيداسيون و احياء يك سيستم غذايي را با E_h نشان ميدهند و بر حسب mv اندازه گيري مينمايند .يك ارگانيسم هوازي جهت رشد نياز به E_h مثبت و يك ارگانيسم بي هوازي احتياج به E_h منفي دارد .

بيشتر مواد غذايي حيواني و گياهي تازه ، در داخل بافت داراي E_h پايين بوده كه در گياهان به خاطر مواد احياء كننده از قبيل اسيد آسكوربيك و قندهاي احياء كننده و در بافتهاي حيواني به خاطر گروههاي احياء كننده مثل گروه سولفيدريل (-SH) ميباشد . گوشت يا ميوة كامل روي سطح يا نزديك سطح E_h مثبت و در قسمتهاي داخلي داراي E_h منفي است

.

5- عوامل باز دارندة رشد ميكروبي (**Inhibitors**)

اين عوامل ممكن است به صور مختلف در مادة غذايي مشاهده گردند.

الف - عوامل باز دارنده اي كه بطور طبيعي در مادة غذايي وجود دارند نظير فاكتورهاي آنتي كلي فرم و **Lactenin** (سيستم لاكتوپراكسيداز همان لاكتنين شماره 2 است) در شير تازه ، ليزوزيم (Lysozyme) كه در شير، بزاق، اشك و سفيدة تخم مرغ وجود دارد، اسيد بنزوئيك در تمشك ، اوژنول در ميخك ، آليسين در سير ، آليل ايزوتيوسيانات در خردل ، بنزآلدئيد در گيلاس و .....

ب - عوامل باز دارنده اي كه توسط ميكروارگانيسم ها توليد گرديده و مانع فعاليت ساير ميكروبها ميشود (نوعي فعاليت رقابتي) از جمله اين تركيبات ميتوان به Pediocin , nisin , Lactococcin , sakacin و ... اشاره

نمود كه عموما توسط باكتريهاي لاكتيكي توليد مي شوند (تركيباتي كه به Bacteriocin معروف هستند) البته باكتريوسيني به نام ENTROCIN توسط ايكلاي توليد ميشود، و يا ساير باز دارنده ها مثل آنتي بيوتيكها نظير استرپتومايسين ، پني سيلين و ... كه اغلب توسط كپك ها توليد گرديده و همچنين تركيبات بازدارندة گوناگون ديگري مثل اسيدهاي آلي ، الكل ها ، پراكسيدها ، دي استيل و ...

ج- عوامل بازدارنده اي كه ضمن يك فرآيند ايجاد مي گردد نظير راديكالهاي آزاد $(^{\circ}R)$ كه ضمن فرايند حرارتي چربيها توليد مي شود و يا هيدروكسي متيل فورفورآل (HMF) و فورفور آل (F) كه ضمن فرايند قهوه اي شدن محلول هاي قندي ايجاد مي شوند .

د- مواد بازدارنده اي كه بصورت عمدي به مواد غذايي اضافه مي شوند نظير پروپيونات ، سوربات ، استات بي فنيل ، متابي سولفيت و ...

ميكروارگانيسم هاي مهم در مواد غذايي

قبل از اينكه به طبقه بندي ميكروارگانيسم ها و ذكر گروههاي مختلف بپردازيم بهتر است با برخي اصطلاحات و واژه هاي متداول آشنا شويم .

سلسله	Kingdom (Regnum)
شاخه	Division
رده	Class
راسته	Order
خانواده	Family
جنس	Genus
گونه	Species
زير گونه	Ssp (sub species)
سويه - سوش	Strain

بطور كلي ميكرو ارگانيسم ها در دو سلسلة اصلي قرار مي گيرند :

1- سلسله حيواني (Animal like microorganism)

2- سلسله گياهي (Plant like microorganism)

سلسلة اول يك شاخه بنام پروتوزوآ داشته كه شامل 4 رده است :

1- ردة mastigo phora (پرتوزوآهاي تاژك دار)

2- ردة Cilio Phora (پرتوزوآهاي مژك دار)

3- ردة Sarcodina (پرتوزوهاي باپاهاي دروغين)يا آميبها

4- ردة Sporozoa (پرتوزوآهاي اسپورزا)

ميكروبهاي مهم از نظر مواد غذايي در سلسلة دوم قرار دارند . اين سلسله شامل 5 شاخه است .

1- شاخة پروتوفيت ها (Protophita) كه خود داراي سه رده است .

الف- ردة شيزوفيسي Schizophyceae (شامل جلبك هاي سبز آبي ساده است)

ب- ردة شيزومسيت ها Schizomycete كه باكتريها در آن قرار دارند.

ج- ردة ميكرو تاتوبيوت ها ، موجودات بسيار ريزي بنام ريكتسيا در آن قرار دارد.

2- شاخة تالوفيت ها كه شامل سه زير شاخه است.

الف- زير شاخة جلبكها (Algae) مثل دياتومه

ب- زير شاخه قارچها (Fungi) كه خود شامل چند رده است.

كپك ها Molds مخمر ها Yeasts قارچهاي كامل Mushrooms

ج- زير شاخه ليخن ها

شاخه هاي ديگر در مبحث ما زياد مورد توجه نميباشند لذا به ذكر آنها نمي پردازيم.

درتقسيم بندي ديگر 5 سلسلهْ مختلف براي موجودات زنده مشخص گرديده است كه شامل:

1-سلسله جانوري

2-سلسله گياهي

3-قارچها

4-پروتيستها (آغازيان)

5-مونرآ (monerea)

4گروه اول تحت عنوان اوكاريوتها و گروه پنجم تحت عنوان پروكاريوتها مشخص شده اند.پروكاريوت ها به موجودات تك سلولي اطلاق ميشود كه فاقد غشاي هسته و ميتوكندري ميباشند و خود شامل 2 گروه:

الف-جلبكهاي سبزآبي ب- باكتريها

ميباشند و ريكتسياها نيز در همين گروه قرار دارند،اما ويروس ها هنوز جايگاه خاصي پيدا نكرده اند.

پروتيست ها (آغازيان) خود شامل 2 گروه پروتيستهاي آلي(پروتوزآها در اين گروهند و انواع مهم آن شامل : ژياردیا ، آميبها ،ليشمانيا ،تريپانوزوم است) و پروتيست هاي پست كه همان پروكاريوتها است، ميباشد.

كپك ها (molds)

اصطلاح كپك براي قارچ هاي چند سلولي نواري شكل بكار رفته كه رشد آن روي مواد غذايي پنبه اي شكل است قسمت اصلي رشد معمولا سفيد است ولي ممكن است تيره نيز باشد. وجود اسپورهاي رنگي نشانگر رشد كامل كپك (كپك بالغ) ميباشدكه به آن Perfect Mold ميكويند.

به رشته هاي نواري شكل هيف (hypha) و به كل توده ميسليوم (mycellium) گويند . هيف ممكن است درون مادة غذايي تشكيل شود كه به آن Submerged (غوطه ور) گويند و يا اينكه در سطح مادة غذايي تشكيل شود كه به آن Aerial گويند. در برخي كپك ها هيف به قطعات كوچكتري به نام Arthrospores تبديل ميشود. در حاليكه كپك ها مسئول فساد بسياري از مواد غذايي هستند، اما كاربردهاي زيادي ميتوانند داشته باشند, مثلا در توليد آنزيم هاي مختلف نظير پروتئازها آميلازها و يا توليد اسيدهاي آلي مثل اسيد سيتريك ، توليد اسانس ، ويتامين و ... .

از كپك ها در توليد برخي فرآورده هاي غذايي نظير پنيرهاي كپكي اعم از پنير هاي رگه آبي مثل پنير Roqueforti و Brie و همچنين پنير هاي با كپك سطحي مثل كاممبرت (cammemberti) و غذاهاي مربوط به جنوب شرق آسيا مثل koji , mizo , schizo ,...بكار ميرود.

ساختمان كپك ها:

كپك ها از نظر ساختمان هيف به 2 گروه تقسيم مي شوند:

الف) Septate : كه داراي ديوارة عرضي بوده و هيف را به سلولهاي مجزا تقسيم مي كند.

ب) Non-septate : بدون ديواره عرضي بوده و شبيه به يك استوانه دراز با چند هسته است.

كپك هاي گروه اول با تقسيم سلول انتهايي رشد و افزايش طول پيدا ميكند . در مورد كپك هاي گروه دوم رويش كپك شامل تقسيم هسته و افزايش طول هيف است .همچنين ساختار ميسليوم در شناسايي كپك ها مؤثر است مانند وجود ريزوئيدهادر ريزوپوس و آبسيديا, سلول پايه (Foot Cell) در آسپرژيلوس و شاخه هاي دو پايه در ژئوتريكوم.

رشد رويشي كپك ها (vegetative growth)

رشد رويشي كپك ها شامل بزرگ شدن و تقسيم سلولهاست . اين نوع رشد در انتهاي هيف انجام ميشود ، به اين صورت كه ياخته انتهايي تدريجا

بر طولش افزوده شده، هسته نيز به دو قسمت تقسيم ميشود و نهايتا با تشكيل ديواره سلولي ياختة جديدي ايجاد مي گردد. اين رشد در شرايط مساعد بسيار سريع انجام ميشودبطوريكه يك پرتقال در مدت يكي دو روز ممكن است كاملا از مسيليوم سبز آبي كپك پني سيليوم پوشانده شود.

توليد مثل كپك ها:

توليد مثل كپك ها بوسيلة توليد اسپور ميباشد و معمولا دو نوع اسپور جنسي و غير جنسي در كپك ها ديده مي شود و لي اغلب توليد مثل توسط اسپورهاي غير جنسي صورت ميگيرد . كپك هايي كه توليد اسپورهاي جنسي ميكنند ، كپك هاي كامل ناميده مي شوند.

كپك هاي كامل (Perfect Molds) ، توليد اسپورهاي جنسي مي كنندو شامل دو كروه:

ديواره دار(آسكوميست ها،بازيديوميست ها)

وبدون ديواره (اُاُمسيت ها ، زيگومسيت ها) كه در كروه فيكوميستها قرار دارند.

كپك هاي ناقص ، توليد اسپورهاي غير جنسي ميكنند و معمولا ديواره عرضي دارند.اكثر كپكهايي كه در صنايع غذايي سبب فساد ميشوند در همين گروه واقع گرديده اند.

اسپورهاي غير جنسي:

به تعداد بسيار زياد توليد شده، ريز ، سبك و مقاوم به شرايط خشك بوده و به راحتي بوسيله هوا جابجا مي شوند . چنانچه در محيط مناسبي قرار گيرد شروع به رشد و ايجاد كپك مينمايد. اسپورهاي جنسي به شكل هاي ذيل ديده مي شود:

1- اسپورانژيوسپور (sporangiospore):

داخل محفظه اي بنام اسپورانژيوم و درانتهاي هيف بارور بنام اسپورانژيوفور قرار دارد . در صورت تركيدن يك اسپورانژيوم رسيده هزاران اسپور از آن خارج مي شود . از جمله كپك هايي كه توليد اسپورانژيوسپور مي كنند مي توان به Rhizopus ، Mucor اشاره كرد .

2- كنيدي (conidia) .

در انتهاي هيف بارور به نام كنيديوفور و بصورت آزاد تشكيل مي شود (محفظه ندارد) از جمله كپك هايي كه توليد اين نوع اسپور را مينمايند ميتوان به Aspergillus و Penicillium اشاره نمود.

انواع ديگري از اسپورهاي غير جنسي وجود دارند مثل كلاميدوسپور (Chlamydospore) ، ائيديوم (Oidium) يا آرتروسپور (Arthrospore) و بلاستوسپور (Blastospore) كه در مواد غذايي اهميت چنداني ندارد، اوئيديوم يا آرتروسپور در اثر قطعه قطعه شدن هيف ايجاد ميشود و كلاميدسپور هنگاميكه سلول هاي مختلف ميسليوم در اثر ذخيرهٔ ماده غذايي متورم ميشود ايجاد گرديده كه نسبت به شرايط نا مساعد مقاومت بيشتري دارند.

اسپورهاي جنسي :

در نتيجة تركيب هسته اي بوجود مي آيند به اين صورت كه دو ياختة مجاور از يك مسيليوم و يا از دو مسيليوم جداگانه قسمت لوله اي شكلي به طرف يكديگر مي فرستند كه نهايتاً به هم چسبيده و يكي مي شود . دو هستة دو ياخته با هم تركيب و هستة واحدي ايجاد مي كند بعد از سه بار تقسيم تعداد 8 هسته بوجود مي آيد . هر هسته بالايه اي از پروتوپلاسم پوشيده شده و ديواره اي دورآن تشكيل مي شود . به اين اسپورها آسكوسپور گويند كه در داخل محفظه اي بنام آسك (ascus) قرار دارند .

آسكوميست ها كه هيف آن ديواره داراست مثل آنچه در بالا شرح داده شد توليد اسپورهاي جنسي مي كنند . كپك هاي با هيف بدون ديواره توليد اسپورهايي بنام Oospore كرده كه البته بيشتر در آبها رشد مي كنند و در مواد غذايي ديده نمي شود . در مواد غذايي آسكوسپور ها وزيگوسپورها داراي اهميت اند و در اين ميان برخي كپكها توليد آسكوسپور هايي نموده . كه مقاومت زيادي به حرارت دارند و مورد توجه خاص قرار مي گيرند.

خصوصيات فيزيولوژيكي كپكها

1- **رطوبت مورد نياز :** كپك ها اغلب نسبت به مخمر ها و باكتريها به رطوبت كمتري احتياج دارند (aw =0/8) ميزان تقريبي رطوبت مواد غذايي مختلف براي اينكه كپكها بتوانند رشد كنند قابل تخمين است مثلاً در آرد يا بعضي ميوه هاي خشك شده اين ميزان حدود 14% است .

2- **حرارت مورد نياز :** بسياري از كپكها مزوفيل بوده و در دماي معمولي(30-25 درجه) به خوبي رشد مي كنند اما بعضي از آنها در دماهاي 37-30 درجه سانتيگراد و يا بالاتر به خوبي رشد مي كنند مثل گونه هاي آسپرژيلوس كه ترموفيل اند . برخي كپك ها نيز سرما دوست اند و به خوبي در دماي يخچال رشد مي كنند و برخي حتي در دماهاي انجماد به آرامي قادر به رشد هستند(تا 10 درجه زير صفر درجه سانتيگراد) .

3- **اكسيژن :** كپك ها هوازي بوده و نياز به اكسيژن دارند بنابراين مشاهده مي كنيم كه اغلب سطح مواد غذايي دچار كپك زدگي مي شود .

4- **pH :** كپك ها محدودة وسيعي از PH را تحمل مي كنند(11-0= pH) اما بيشتر كپك ها محيط اسيدي را ترجيح مي دهند .

5- **مواد مغذي مورد نياز :** با توجه به سيستم آنزيمي قوي و پيچيده كپكها ، آنها قادر به مصرف بسياري از مواد غذايي ساده تا پيچيده هستند (با توليد آنزيمهايي مثل سلولاز ، آميلاز ، پروتئاز ، ليپاز ، پكتيناز و ...)

6- **مواد بازدارندة رشد :** برخي از تركيبات قادر به جلوگيري از رشد كپك ها هستند و ممكن است آنها را بصورت عمدي در نگهداري برخي از مواد غذايي مورد استفاده قرار دهند مثل استات ها ، پروپيوناتها ، سورباتها ، بنزوآت ها, استرهاي پاراهيدروكسي بنزوئيك اسيد ، بي فينل و ... بعضي از اينها تركيبات كپك كش (Fungicidal) بوده و برخي از رشد آنها جلوگيري مي كند (Fungistatic, Mycostatic) .

البته خود كپك ها نيز قادرند عوامل بازدارنده مختلفي توليد كرده كه كاربردهاي زيادي دارند نظير پني سيلين كه توسط پني سيليوم نوتاتوم براي اولين بار توليد گرديد و البته در حال حاضر از پني سيليوم كريزوژنوم در بعد صنعتي جهت توليد آن استفاده مي كنند (راندمان توليد بالاتري دارد) ، و يا كلاويسين (Clavicin) كه توسط آسپژيلوس كلاواتوس توليد مي گردد .

كپك هاي مهم در مواد غذايي :

1- آلترناريا (**Alternaria**)

توليد ميسليوم با ديواره عرضي نموده، داراي كنيديوم و كنيديوفورهاي سياهرنگ است . كنيديوم به اشكال مختلفي ديده مي شود. آلترناريا باعث ايجاد فساد قهوه اي تا سياه (Black rot) در سيب ، انجير و برخي ميوه جات ديگر ميشود . همچنين فساد انتهاي ساقه (Stem-end rot) و فساد سياه در مركبات توسط گونه هاي مختلف اين جنس انجام ميشود. آلترناريا روي گندم و گوشت قرمز نيز مشاهده شده و برخي گونه هاي آن توليد مايكوتوكسين مي كنند.

2- **آسپرژيلوس**(**Aspergillus**)

هيف اين كپك هاداراي ديواره عرضي بوده و كنيديوفورهاي مستقيم ايجاد ميكنند كه به يك برجستگي گرز مانند ختم مي شود كنيدي ها كروي و بصورت زنجيره اي و رنگي هستند. اين كپك ها به رنگهاي زرد مايل به سبز تا سياه در انواع مختلف غذاها ديده مي شوند . باعث ايجاد فساد سياه (Black rot) در هلو، مركبات و انجير مي شود. كپك آسپرژيلوس گلوكوس (A.glaucus) داراي خاصيت اسموفيل بوده و در فساد مواد غذايي با قند بالا دخيل است. آسپرژيلوس نيگر (A. niger) كه كپك سياه نيز ناميده ميشود روي انجير ، خرما ، غوزة پنبه ديده ميشود، از اين كپك در توليد اسيد سيتريك ، اسيد گلوكونيك و آنزيم هاي مختلف استفاده ميشود. در كشورهاي جنوب شرقي آسيا از گونه اي به نام A. oryzae در تهيه غذايي به نام Koji و از A.soyae در تهيه غذايي بنام Shogu استفاده ميشود . از آسپرژيلوس اوريزه در توليد آنزيم α آميلاز و از A. نيگر در توليد Bگالاكتوزيداز ، انورتاز ، ليپاز، پكتيناز و گلوكوآميلاز استفاده ميشود. برخي گونه هاي آسپرژيلوس توليد سم آفلاتوكسين نموده نظير گونه هاي فلاووس، پارازيتيكوس و ترئوس و برخي توليد اكراتوكسين (Ochratoxin) يا استريگماتوسيستين (Sterigmatocystin) مي كنند.

3-اوروبازيديوم (Aureobasidium)

نام ديگر اين كپك Pullularia بوده و در ابتدا كلني هاي مخمر شكل ايجاد ميكنند . يكي از جنس هاي آن بنام Pullularia pullulans شايعترين گونة

موجود در مواد غذايي است. در ميگو يافت ميشود . و در اثر نگهداري طولاني مدت گوشت گاو ايجاد نقاط سياه رنگ مي كند و در ميوه جات و سبزيجات عموميت دارد. (نقاط سياه رنگ).

4-بوتريتيس (Botrytis)

كنيديوفورهاي بلند ، استوانه اي و اغلب رنگي ايجاد مي كنند . ميسليوم آن داراي ديوارة عرضي بوده و به رنگ دودي يا قهوه اي كثيف تا سياه ديده مي شود. كنيديوفور در انتها منشعب شده و در انتهاي آن كنيدي ها به تعداد زياد وجود داشته و حالت خوشة انگور ايجاد كرده كه رنگ سفيد يا دودي دارند لذا به آن كپك دودي (Gray mold) نيز ميگويند. بعضي گونه هاي جنس بوتريتيس ايجاد اسكلروتيوم مي كنند. بوتريتس در ميوه جات و سبزيجاتي نظير انگور ، پياز ، هويج مخصوصا در دما و رطوبت بالا رشد مي كند.

5-بايسوكلامايس (Byssochlamys)

از گروه آسكوميست ها بوده و توليد آسك با 8 آسكوسپور مينمايد ، اين اسپورها مقاومت زيادي به حرارت دارند و در نتيجه ميتواند باعث فساد در غذاهاي كنسروي با اسيديته بالا شود . اين كپك ميكروآئروفيل بوده و E_h پايين را بخوبي تحمل مي نمايد. برخي از گونه هاي آن توليد پكتيناز مي كنند. دو گونة B.Fulva , B.nivea در ميوه جات كنسروي مشكل ايجاد مي نمايند. B.fulva داراي انديس D بين 12-1 دقيقه در 90 درجه سانتي گراد و $z = 6 - 7°C$ ميباشد.

6-كلادوسپوريوم (Cladosporium)

هيف ديواره دار و كنيدي هاي منشعب ، سياه و در حال جوانه زدن از ويژگيهاي كپك است . رشد اين كپك در محيط كشت رنگ زيتوني تا سياه ايجاد مي كند . بعضي از كنيدي ها ليموئي شكل اند . C. .herbarum روي گوشت گاو منجمد ايجاد نقاط سياه رنگ (black spots) مي نمايد . برخي گونه ها باعث فساد كره و مارگارين شده و برخي ايجاد فساد سياه روي انگور مي كنند . اين جنس روي دانه هاي گندم و جو رشد مي كند (Field Fungi) . گونه C.herbarum و C.cladosporiodes روي ميوه جات و سبزيجات بيشتر از گونه هاي ديگر مشاهده مي شوند.

7-كلتوتريكوم (colletotrichum)

كنيديوفورهاي ساده و بلند داشته كه در انتها كنيدي ها قرا دارند . C..gloeosporioides از گونه هايي است كه در مواد غذايي ايجاد مخاطره كرده و عامل آنتراكنوز (Anthracnose) كه يك بيماري گياهي است مي باشد . اين كپك مخصوصاً در ميوه جات مناطق گرمسيري مثل مانگو و پاپايا ايجاد نقاط سياه و قهوه اي (آنتراكنوز) مي نمايد .

8-فوزاريوم (Fusarium)

هيف اين كپك داراي ديواره عرضي است .تودة پنبه اي شكل با نقاط ريز صورتي ، قرمز يا قهوه اي ايجاد مي كند . 2 نوع كنيدي بنام هاي ماكروكنيدي كه به شكل داس بوده و ميكرو كنيدي كه كروي يا تخم مرغي شكل است توليد مي كند . در مركبات و آناناس ايجاد Brown rot و در انجير ايجاد Soft rot مي كند.

9-ژئوتريكوم (Geotrichum)

قبلاً به نام Oidium lactic و Oospora lactis شناخته مي شد . اين كپك شبه مخمر معمولاً سفيد رنگ است . هيف آن ديواره دار بوده و توليد مثل آن بوسيلة قطعه قطعه شدن هيف ها انجام مي گيرد كه تبديل به آرتروسپورهاي مستطيلي شكل مي گردد . بعضي از گونه هاي اين جنس قادر به تخمير تعدادي از قندها هستند.ژئوتريكوم كانديدوم كه به Dairy mold معروف است در صنايع تخميري مثل فراورده هاي لبني و فرآورده هاي تخميري گياهي ، اسيد لاكتيك را تجزيه نموده و باعث فساد آنها مي گردد . همچنين اين كپك به Machinery mold نيز شهرت دارد، چراكه در ماشين آلات صنايع غذايي مخصوصاً ماشين آلات توليد رب گوجه فرنگي مشاهده گرديده است . اين كپك عامل ايجاد فساد ترش (Sour rot) در آب مركبات و هلو است .

10-مونيليا (Monilia)

نام ديگر اين جنس نوروسپورا (Neurosopra) مي باشد . مهم ترين گونة اين جنس مونيليا سيتوفيلا بوده كه به كپك قرمز نان نيز معروف است . اين قارچ در مراحل اوليه رشد توليد كلني هاي سفيد رنگ كرده اما به تدريج كلني ها به رنگ صورتي يا قرمز تبديل مي گردد . بر روي

نان يا مواد غذايي مشابه كه در محيطهاي نمناك نگهداري مي شوند اين كپك بصورت پودر قرمز رنگي سطح محصول را مي پوشاند . ميسليوم اين قارچ داراي ديوارة عرضي بوده در مراحل پيري شكسته و توليد آرتروسپور مي كند .همچنين روي ملاس نيشكر و غذاهاي ديگر نيز رشد ميكند.

11-موكور (Mucor)

هيف بدون ديوارة عرضي داشته كه توليداسپورانژيوفور كرده و در انتهاي آن كلوملا (Columella) و اسپورانژيوم ايجاد شده است . در اين جنس ريزوئيد (Rhizoids) يا استولون (Stolon) تشكيل نمي شود . برخي گونه هاي آن روي گوشت گاو و منجمد ايجاد نقاط سياه رنگ كرده و گاهاً فسادي بنام Whiskers ايجاد مي نمايند . يكي از گونه هاي آن بنام موكور مي ئي (Mucor miehei) در تجارت بعنوان عامل توليد مايه پنير (پروتئاز) مورد استفاده قرار مي گيرد . اين كپك همچنين توليد آنزيم ليپاز نيزمي نمايد .

از گونه هاي ديگر موكور مي توان به M.racemous, M.roxii و M.mucedo,M.Plumbeus اشاره كرد . موكور راسموس بخصوص روي ميوه جات شيرين يافت مي شود. در محيط هاي كشت مايع مواد قندي را تخمير نموده و تا حدود 10 درصد الكل اتيليك توليد مي نمايد . از اين گونه به همراه موكور روكسي ئي در تهية غذاهاي جنوب شرقي آسيا استفاده مي شود .موكورروكسي ئي در ساكاريفيكاسيون نشاسته و تهيه قند مورد استفاده قرار مي گيرد.

12-پني سيليوم (Penicillium)

اين جنس بطور وسيعي در تمام نقاط پراكنده اند . اين كپك ها بخصوص روي مركبات ، ميوه جات و مرباجات رشد و ايجاد ميسليوم به رنگ سبز و آبي مي كند . اينگونه فساد به نام فسادهاي سبز و آبي نيز معروف است مثلاً پني سيليوم ايتاليكوم (P.italicum) و پني سيليوم ديجيتاتوم (P.digitatum) پاتوژن مركبات بوده و پني سيليوم اكسپانسوم (P.expansum) كه عامل فساد سيب هاي انباري است . بعضي از پني سيليوم ها قادر به توليد اسيدهاي آلي مثل سيتريك ، فوماريك ، اگزاليك و گلوكونيك اسيد هستند . در تهية آنتي بيوتيك و در تهية پنير هاي مختلف كاربرد دارد . برخي از جنس هاي آن توليد سمومي نظير Yellow rice toxin, Rubratoxin B, Citrinin, Ochratoxin A و ... مي نمايند.

13-ريزوپوس (Rhizopus)

شكل ظاهري ريزوپوس تا حدود زيادي شبيه جنس موكور است ، با اين تفاوت كه ريزوپوس ها در حين رشد و نمو ايجاد ريزوئيدهايي نموده و بهمين دليل به آنها ريزوپوس مي گويند . از محل رويش ريزوئيدها يا ريشك ها كه عمل تغذيه را انجام مي دهند ، استولون ها رويش مي كنند . استولون ها معمولاً منشعب نشده بصورت هيف هاي ضخيم در مدت كوتاهي در سطح محيط كشت رشد و باعث انتشار كپك مي شود .

هيف هاي ريز و پوس بدون ديوارة عرضي است . ريزوپوس نيگريكانس (استولونيفر R.Stolonifer) عمومي ترين گونة آن در مواد غذايي است . و از آن به نام كپك نان (Bread mold) ياد مي كنند. در حالت تكامل يافته اين كپك به رنگ سياه تندي مشاهده مي شود بهمين علت به آنها كپك سياه هم مي گويند. از گونه اي بنام R.oligosporus در تهية برخي غذاهاي جنوب شرق آسيا مثل Tempeh استفاده مي شود. برخي گونه هاي ريزوپرس در تهية الكل اتيليك بكار مي روند .

14-تامنيديوم (Thamnidium)

ميسليوم اين كپك فاقد ديوارة عرضي بود . و بر روي آنها اسپرانژيوفورها وجود دارد كه در رأس آنها اسپورانژيوم هاي نسبتاً بزرگي با اسپورانژيول هاي جانبي در ناحيه تحتاني اسپورانژيوفورها ايجاد مي گردد . از گونه هاي مهم اين جنس تامينديوم الگانس (T.elegans) است كه روي گوشت گاو منجمد پس از مدت طولاني نگهداري باعث فسادي بنام Whiskers شده و گوشت ريشه ريشه مي شود . در تخم مرغ هاي در حال فساد نيز ديده ميشود .

15-تريكوتسيوم (Trichothecium)

هيف با ديواره عرضي داشته و كنيديوفورهاي بلند ، راست ، غير منشعب كه به كنيدي هاي بزرگ كروي شكل (حاوي 2 سلول) ختم مي شود ، دارد . متداول ترين گونة اين جنس تريكوتسيوم روزئوم (T.roseum) بوده كه

رنگ صورتي داشته و روي ميوه ميوه جاتي مثل سيب ، هلو و سبزيجاتي مثل خيار و طالبي رشد و باعث Soft rot مي گردد.

مخمر ها (Yeasts)

مخمر ها گروهي از قارچ ها هستند كه فرم رشد آنها بصورت تك سلولي است بر خلاف كپك ها كه بصورت زنجيره اي و چند سلولي هستند با اين حال اين تعريف خيلي دقيقي نيست چون برخي مخمر ها ايجاد مسيليوم يا هيف كرده كه اصطلاحاً به هيف كاذب (Pseudo hypha) معروف است . مخمر ها در مقايسه با باكتريها سلولهاي بزرگتري داشته كه به شكل تخم مرغي ،كروي،ليموئي،دراز،گلابي شكل و ... يافت مي شوند . معمولاً 8-5 ميكرون قطر داشته البته برخي بزرگتر از اين اندازه اند . مخمر هاي مسن تر اندازة كوچكتري دارند .
مخمر ها در محدودة نسبتاً وسيعي از pH و غلظت تا 18% اتانول قادر به رشدند . تعداد زيادي از آنها در غلظتهاي % 60-55 ساكارز رشد مي كنند . مخمرها رنگ هاي شيري تا صورتي و قرمز ايجاد مي كنند . آسكوسپور و آرتروسپور بعضي مخمرها كاملاً به حرارت مقاوم است (آرتروسپور توسط كپك هاي شبه مخمر ايجاد مي شود) .
مخمر ها كاربرد هاي مفيد زيادي دارند بعنوان مثال در تهية خمير نان ، توليد آبجو ، مشروبات الكلي ، برخي فرآورده هاي لبني و پروتئين تك ياخته (Scp) از مخمر ها استفاده مي شود از طرفي اين عوامل ميكروبي مي توانند موجب فساد برخي مواد غذايي مثل آب ميوه جات ، شربتها ، ملاس ، عسل ، گوشت و ... گردند .

توليد مثل مخمر ها

مخمرها معمولاً بوسيلة جوانه زدن يا Budding تكثير كرده و به جوانه حاصل بلاستوسپور ميگويند. جوانه زدن يك روش تكثير غير جنسي است كه در آن قسمتي از ديوارة سلول متورم شده و تدريجاً بزرگ مي شود و بالاخره سلول مادر و دختر از يكديگر جدا مي شوند . توليد مثل جنسي در مخمر ها با ايجاد آسكوسپور انجام مي شود . بر همين اساس مخمرهائي كه

داراي توليدمثل جنسي هستند درگروه Perfect fungi قرار داشته و تحت عنوان مخمرهاي كامل شناخته شده و مخمرهائي كه فاقد مرحله توليد مثل جنسي هستند (Asporogenes) در گروه قارچهاي ناقص بوده و در خانواده كريپتوكوكاسه قرار دارند. نظير كانديدا ،رودوتورولا،تورولوپسيس و....

مشخصات كشت مخمر ها

تشخيص كلني ها ي مخمر از باكتريها روي محيط آگار مشكل است و تنها راه، بررسي آنها زير ميكروسكوپ مي باشد . اغلب كلني مخمر ها مرطوب و لزج (Slimy) و سفيد تا كرم يا صورتي است. مخمر هايي كه در سطح محيط هاي كشت مايع يا مواد غذايي مايع تشكيل يك لاية سطحي مي دهند بنام مخمرهاي سطحي (Surface yeast , Film yeast) معروفند و مخمرهايي كه داخل مايعات رشد كنند به مخمر هاي تخمير كننده يا Fermentative معروفند.

خصوصيات فيزيولوژيك مخمر ها

1. **رطوبت مورد نياز:** مخمرها نسبت به كپك ها به رطوبت بيشتر و نسبت به باكتريها به رطوبت كمتري جهت رشد و نمو احتياج دارند . بين مخمرها نياز به رطوبت بسيار متفاوت است بطوريكه برخي در مرباجات و عسل نيز رشد كرده كه اصطلاحاً به آنها مخمرهاي اسموفيل Osmophile گويند (aw=0/62-0/65)، اما بطور كلي رطوبت مورد نياز مخمرها 0/88-0/94 است.
2. **PH :** محدودة رشد مخمر ها در pH= 1/5-8/5 بوده و بهينة آن 4/5-5 است.
3. درجة حرارت : محدودة درجة حرارت براي بيشتر مخمر ها شبيه كپك ها است . دماي بهينة رشد 30-25 درجه و حداكثر دماي رشد 40-37 درجه سانتيگراد است. البته بعضي مخمرها در صفر درجه و حتي كمتر رشد مي كنند. براي از بين بردن مخمر ها دماي 58-52 درجه به مدت 5 تا 10 دقيقه كافي است ولي براي انهدام اسپور آنها ميبايست از دماي65-62 درجه به مدت چند دقيقه استفاده كرد.
4. **اكسيژن :** مخمرها اولين ميكروارگانيسمهايي بودند كه مشخص گرديد بدون اكسيژن نيز رشد مي كنند بطوريكه پاستور مشاهده كرد كه مخمر در غياب اكسيژن شكر را مصرف كرده و توليد الكل و آب مي نمايد . توليد مثل مخمر ها در حضور اكسيژن بسيار سريع تر از شرايط بي هوازي است بنابراين چنانچه هدف توليد بيومس (Biomass) باشد،

نيازمند شرايط هوازي هستيم ولي چنانچه هدف تخميري مواد قندي و توليد الكل باشد ميبايست شرايط بي هوازي باشد.

مخمر هاي مهم در مواد غذايي

1- برتانوماسيس (Brettanomyces)

اين مخمر هلالي شكل بوده و از گلوكز تحت شرايط هوازي ، اسيد استيك توليد مي كنند . يكي از شايعترين گونه هاي آن B.intermedius بوده كه حتي در pH =1/8 نيز قادر به رشد ا ست . برتانومايسس باعث فساد آبجو ، شراب ، نوشيدني هاي سبك و ترشيجات مي شود . يكي از گونه هاي آن بنام B.lambicus در تخمير هاي نهايي توليد آبجو اروپايي دخالت مي كند .

2- كانديدا (Candida)

مخمر تخم مرغي شكل ، كروي و يا مستطيلي است كه فاقد توليد مثل جنسي ميباشد.قادر به ايجاد هيف كاذب Pseudo hypha بوده و گونه هاي مختلف اين جنس از جمله شايعترين مخمرها در گوشت چرخ كرده تازه و مرغ هستند و در ميان گونه هاي مختلف C..Tropicalis از بقيه شايع تر است. بعضي از گونه هاي آن در تخمير دانة كاكائو، بعنوان يكي از اجزاء دانه هاي كفيروخيلي از فرآورده هاي ديگر دخيل اند.C.Utilis از گونه هايي است كه در علوفه رشد كرده و در توليد SCP مورد استفاده قرار مي گيرد. C.Krusei گونه اي است كه به همراه كشت آغاز گر در لبنيات استفاده شده و باعث افزايش طول عمر باكتريهاي لاكتيكي ميشود. C.lipolitica گونه اي است كه قادر به تجزية چربي و ايجاد فساد در كره، روغن و مارگارين است.

3- دباريومايسس (Debaryomyces)

اين مخمرهاي گرد يا تخم مرغي شكل آسكوسپورزا بوده و همچنين از طريق جوانه زدن چند قطبي نيز توليد مثل مي كنند . گونه اي بنام دباريوماسيس كلوكري (D.kloeckeri) روي پنير و سوسيس رشد مي كند (در طبقه بندي جديد به آن D.hansenii مي گويند) . اين مخمر ها قادر به تحمل غلظت بالاي نمك طعام بوده بنابراين در آب پنير با 24 درصد نمك طعام در سطح گوشتهاي عمل آوري شده يافت ميشوند.

4- هانسنولا (Hansenulla)

مخمر هاي آسكوسپوززايي هستند كه تخم مرغي شكل يا كروي هستند و اسپورهاي كلاهي شكل توليد گردد و توليد مثل آنها همچنين از طريق جوانه زدن نيز انجام مي شود . قدرت تخمير بالايي داشته و در انگور ، آب انگور ، كنسانترة ميوه جات و مركبات يافت مي شوند در صنايع الكل سازي خسارات فراواني ايجاد مي كنند .

5- ميكودرما (mycoderma)

اين مخمر غير اسپورزا بوده و معمولاً در سطح آبجو ، آب نمك شوريجات ، آبميوه ها ، سركه و ساير فرآورده هاي مربوطه رشد كرده لاية ضخيمي بنام Pellicle ايجاد مي كنند. گونه اي بنام ميكودرما وي ني (M.vini) كه به گل شراب(wine Flower) معروف است در سطح سركه و شراب ديده مي شود.

6- رودوتورولا (Rhodotorolla)

اين مخمر اسپورزا نبوده و به طريقة جوانه زدن چند قطبي توليد مثل مي كنند . ايجاد لكه هاي رنگي روي سطح گوشت كرده و همچنين روي كلم تخمير شده نقاط صورتي ايجاد مينمايند .

7- ساكارومايسس (Saccharomyces)

مخمرهائيكه كه از نظر بيوتكنولوژي حائز اهميت اند معمولاً در اين جنس قرار دارند . توليد مثل اين مخمرها به روش جوانه زدن چند قطبي و يا تشكيل آسكوسپور (1 تا 4 عدد در هر آسك) ميباشد . از گونه هاي مهم اين جنس ميتوان به ساكاروميسس سرويزيه (S. cerevisiae) اشاره كرد كه در صنايع نانوايي الكل سازي ، توليد گلسيرول ، SCP و توليد انورتاز كاربرد دارد . بعضي سوش هاي آن Top yeast هستند . بطور كلي مخمر هاي سطحي (Top yeast) تخمير كننده هاي بسيار فعالي هستند كه در دماي 20 درجه سانتيگراد رشد سريعي داشته، ايجاد توده كرده و سريعاً گاز CO_2 توليدمينمايند اين امر باعث بالا آمدن مخمرها به سطح گرديده لذا به آنها اين لقب را داده اند. در مقابل اين گروه مخمرهاي عمقي (Bottom yeast) وجود دارند كه داراي رشد كندتري بوده و در دماي $10-15^{o}C$ بهترين رشد را دارند، ضمن رشد و تكثير به هم نچسبيده و چون توليد CO_2به كندي انجام مي شود ، بنابراين سلولها

بيشتر تمايل دارند در محيط ته نشين گردند. يكي از واريته هايي كه در صنعت الكل سازي راندمان خوبي دارد، ساكاروميسس سرويزبه زيرگونة اليپسوئيدوس (S.Cerevisiae ssp.ellipsoideus) ميباشد. ساكاروميسس اواريوم (S.uvarum) و ساكاروميسس كارلبرجنسيس (S.Carlbergensis) مخمرهاي عمقي بوده و در تهية آبجو بكار مي روند ساكاروميسس فراژيليس (S.Fragilis) و ساكاروميسس لاكتيس (S.lactis) بدليل قدرت تخمير لاكتوز در شير و فرآورده هاي لبني اهميت دارند. ساكاروميسس روكسي (S. .Roxii) و ساكاروميسس مليس (S.Mellis) اسموفيل بود. در محلولهاي قندي حائز اهميتند.

8- شيزو ساكاروميسس (Shizosaccharomyces)

توليد آسك حاوي 4 تا 8 اسپور كرده و در صورت توليد مثل غير جنسي به طريقه دو تا شدن تكثير مي يابد. در ميوه هاي مناطق گرمسيري، ملاس ، خاك ، عسل يافت مي شود. شيز وساكاروميسس پمبه يكي از گونه هاي متداول آن است (S.Pombe).

9- تورولوپسيس (Torulopsis)

مخمري كروي شكل كه اسپور توليد نكرده و با جوانه زدن چند قطبي تكثير مي يابد. با تخمير لاكتوز باعث فساد فرآورده هاي شيري مي شود. برخي گونه هاي آن باعث فساد شير كندانسة شيريني كنسانترة آب ميوه ها و غذاهاي اسيدي ميگردد. اين مخمر در بسياري از مواد غذايي منجمد ديده شده است.

10- تريكوسپورون (Trichosporon)

اين مخمر بطريقة جوانه زدن و آرتروسپور تكثير مي يابد. مهم ترين گونه آن تريكوسپورون و ريبل (T.Variable) بوده كه از نان جدا گرديده است و معروف به سفيدك نان است (ايجاد نقاط سفيد رنگ) و به ميزان قابل توجهي آميلاز توليد مي كند. گونه ديگري به نام تريكوسپورون پولولانس (T..Pullulanse) وجود دارد كه به علت لايه سفيد رنگ ايجاد شده توسط آن بر روي شيرة درختان، در اصطلاح از ترشح شير توسط درختان صحبت ميكنند. اين مخمرها سرما دوست هستند. و در مواد غذايي نگهداري شده در يخچال رشد مي كنند.

11- كلوكرا (Koleckra)

مخمرهاي ليموئي شكل هستند كه روي ميوه جات با درصد مواد قندي بالا مشاهده شده اند. معمول ترين گونة آن كلوكرا اپيكولتا (K.apiculata) بوده كه روي ميوه ها ، گلها و خاك مشاهده ميشود. در صنعت آبجو و شراب سازي باعث تيرگي محصولات ميشود.

12- پيچيا (Pichia)

مخمرهاي تخم مرغي شكل كه ممكن است ميسيليوم كاذب ايجاد كرده و توليد آسكوسپور كلاهي شكل به تعداد 1-4 عدد در هر آسك كرده، اين مخمرها ايجاد غشاء نازكي روي مايعات مي نمايد بعنوان مثال پيچيامبرانافاسينس (P.Membranaefaciens) ايجاد غشاء نازكي روي آبجو مي كند.

13- زيگوساكاروميسس (Zigosaccharomyces)

به علت توانايي رشد در غلظتهاي بالاي قند، اين مخمرها به نام مخمرهاي اسموفيل معروفند. باعث فساد عسل، شربت ها و ملاس مي شود. از جمله گونه هاي آن زيگوساكاروميسس نيوس بيومري (Z.Nusbaumeri) بوده كه در عسل مشاهده ميشود.

14- هانسنيوسپورا (Hanseniaspora)

مخمرهاي ليموئي شكل بوده كه در انواع آبميوه ها رشد مي كنند.

گروههاي مخمري

1- مخمرهاي سطحي كه در جنس هاي پيچيا ، هانسنولا ، دباريومايسس، كانديدا و تريكوسپورون قرار دارند در سطح فرآورده هاي اسيدي مثل كلم برگ تخميري و خيارشور رشد مي كنند. اين مخمرها اسيدهاي آلي را اكسيده كرد. و در نتيجه شرايط را براي ميكروارگانيسم هاي با قدرت تحمل كمتر اسيد فراهم ميآورند و اين امر موجب فساد ميشود. هانسنولا و پيچيا غلظت بالاي الكل را تحمل كرده بنابراين در شراب ها مشكل ساز هستند. دباريوماسيس غلظت بالاي نمك را تحمل كرده بنابراين روي آب نمك هاي غليظ (24% نمك) كه براي نگهداري پنير استفاده مي شود ، رشد مي كند. مخمرهاي سطحي قادر به توليد الكل از قند نيستند.

2- مخمرهاي ليموئي شكل در جنس هاي كلوكرا ، نادسونيا، هانسنيوسيورا وجود دارند و در تخمير هاي شراب مزاحمت ايجاد مي كند، چرا كه اسيدهاي فرار زياد و عطر و طعم هاي نامطلوب ايجاد كرده و راندمان الكل سازي پاييني دارند.

3- مخمرهاي اسموفيل در محيط هاي حاوي غلظتهاي بالاي قند ، نمك و ساير مواد حل شونده كه فشار اسمزي بالايي ايجاد كنند، به خوبي رشد كرده و موجب فساد آب ميوه ها ، عسل، شربت ها و كنسانترة آب ميوه ها و ... ميشوند.

4- مخمرهاي تحمل كننده نمك در آب نمك رشد كرده و در اين ميان دباريو مايسس مقاومترين آنها ميباشد. ساكاروميسس روكسي ئي نيز به صورت لايه اي روي آب نمك رشد ميكند . مخمرهاي جنس تورولوپسيس و برتانومايسس نيز روي آب نمك رشد ميكنند.

باكتريها

ميكروارگانيسم هاي تك سلولي ريز با ابعاد بين 2-1 ميكرون بوده كه در قسمت خارجي آنها علاوه بر ديوارة سلولي ممكن است كپسول ، ميكروكپسول و يا حالت لزجي به نام Slime وجود داشته باشد. البته اسپور باكتريها اندازة كوچكتري دارند (حدود 0/8 ميكرون) . باكتريهاي متحرك داراي يك يا چند تاژك يا فلاژل هستند. وجود كپسول يا پوشش لزج باعث لزج شدن و چسبندگي ماده غذايي ميشود. علاوه بر اين كپسول باعث مقاومت باكتريها به شرايط نامساعد مثل حرارت و مواد شيميايي ميشود. كپسول ممكن است بعنوان منبع و ذخيرة مواد غذايي براي باكتري عمل كند. كپسول ها اكثراً از جنس پلي ساكاريدهايي نظير دكسترين، دكستران يا لوان هستند. در باكتريهاي بيماريزا در صورت از دست دادن كپسول خاصيت بيماريزايي آنها از دست ميرود.

تشكيل اندوسپور

باكتريهاي جنس هاي باسيلوس ، كلستريديوم ، اسپورولاكتوباسيلوس (ميله اي) و اسپوروسارسنيا (كوكسي) قادر به توليد اندوسپورند. در ميكروبيولوژي مواد غذايي اسپورگونه هاي 2 جنس اول حائز اهميت اند. اندوسپور داخل سلول تشكيل شده و نسبت به حرارت، نور، اشعه UV و خشكي مقاوم اند. تجزية سلولهاي رويشي باعث رها شدن اندوسپور گرديده كه ممكن است سالها بدون هيچ متابوليسمي غير فعال بمانند.

هاگزايي معمولاً در انتهاي فاز لگاريتمي رشد و بدليل كمبود مواد مغذي يا تجمع مواد سمي رخ مي دهد. ضمن تبديل سلول رويشي به اسپور مقادير زيادي يون Ca^{2+} جذب شده و اسيد دي پيكولينيك (DPA) كه در سلول رويشي وجود ندارد، سنتز ميشود. بطور كلي جوانه زدن در شرايط مناسب براي رشد سلولهاي رويشي صورت مي گيرد. شوك حرارتي كه باعث فعال شدن آنزيم هاي غير فعال ميشود و يا شوك صوتي قادر به تحريك جوانه زدن است. درجة حرارت و زمان شوك حرارتي به نوع اسپور بستگي دارد. بعنوان مثال فرايند حرارتي براي اسپورباكتريهاي گرما دوست شديدتر از اسپورباكتريهايي مزوفيل است. در صورت مناسب بودن شرايط جوانه زني و به تأخير افتادن آن ، اصطلاحاً گويند اسپور به حالت نهفتگي (Dormancy) فرورفته است.

جنس هاي مهم باكتريايي در مواد غذايي

خانواده سودوموناسه

اين خانواده شامل 12 جنس مختلف است، اما چهار جنس آن از نظر ميكروبيولوژي مواد غذايي حائز اهميت است ، سودوموناس ، استوباكتر،فتوباكتريوم و هالوباكتريوم. در اين خانواده باكتريها بصورت ميله اي راست و كشيده هستند ، سلولها داراي يك يا چند فلاژل يك قطبي يا دو قطبي بوده كه در سلولهاي غير متحرك به ندرت وجود دارند. توليد پيگمان در اين خانواده متداول بوده، هوازي وگرم منفي بوده و در آب و خاك يافت مي شوند.

1- سود وموناس (Pseudomoans)

باكتريهاي هوازي، گرم منفي، ميله اي شكل كه توسط يك يا چند فلاژل يك قطبي يا دو قطبي متحركند. همين خاصيت وجه تمايز آنها با جنس آكروموباكتر كه متحركند مي باشد (در آكروموباكتر اندام حركت پريتريش ميباشد). اين گروه مهم ترين عامل فساد مواد غذايي مثل گوشت، تخم مرغ، شير، غذاهاي دريايي و ... در يخچال است. تعداد زيادي از گونه هاي آن توليد پيگمان هاي زرد، سبز، آبي، قرمز و سياه كرده كه اكثر فلورسا نس هستند خاصيت بيماريزايي اين جنس ضعيف است. برخي گونه ها مثل سودوموناس آئروژينوزا (Pse. aeroginosa) در زخم هاي عفوني دخالت دارند.مهم ترين ويژگيهاي سود وموناس ها كه باعث اهميت آنها در مواد غذايي گرديده است عبارتند از:

1. خاصيت پروتئوليتيك و ليپوليتيك برخي گونه ها كه باعث ايجاد بو و طعم نامطلوب و همچنين اثرات منفي بر بافت ماده غذايي ميشود. پروتئاز و ليپاز توليدي توسط اين باكتريها (سرمادوست ها) مقاومت حرارتي فوق العاده اي داشته و بعضا دماهاي استريليزاسيون را نيز تحمل ميكند.
2. توانايي استفاده از تركيبات آلي غير قندي بعنوان منبع انرژي
3. سرعت رشد و تكثير بالايي داشته و باعث چسبندگي و لزجت در سطح مواد غذايي ميشود.
4. قادرند ويتامين هاي مورد نياز خود را بسازند.
5. قادر به توليد رنگ هستند مثل سودوموناس فلورسنس (رنگ سبز) سودوموناس نيگريفيكانس (رنگ سياه) سودوسوناس سينسياني (رنگ آبي) و ...
6. توانايي رشد در دماهاي پايين

از ويژگيهاي ديگر جنس سودوموناس ايجاد بيماري در گياهان نظير لكه لكه شدن برگها و ... و همچنين اكسيداسيون گلوكز و توليد اسيد گلوكونيك است.

2- استوباكتر (Acetobacter)

استوباكتر ويا اسيداستيك باكتريها قادرند الكل را اكسيده و تبديل به استيك اسيد نمايند. اين باكتريها ميله اي شكل در جواني گرم منفي و سلولهاي پير گرم متغيرند، متحرك و كاملاً هوازي و كاتالازمثبت هستند. اين باكتريها بسيار شبيه سودوموناس ها بوده با اين تفاوت كه داراي فعاليت پروتئوليتيك كم بوده و محيط اسيدي را به خوبي تحمل مي كنند، تحرك آنها كمتر و ايجاد پيگمان هم نميكنند. استوباكترها شامل دوجنس استوباكتر و گلوكونو باكتر(استوموناس نام قديم آن است) بوده و تفاوت آنها در اين مورد است كه گلوكونوباكتر، اسيد استيك توليد شده را ديگر اكسيده نكرده (Suboxidans) در حاليكه استوباكتر، اسيد استيك توليدي را با اكسيداسيون بيشتر تبديل به CO_2 و$H2O$ ميكند (Overoxidans) . از گروه استوباكتر ميتوان به استوباكتر پراكسيدانس و استوباكتر پاستوريانوم اشاره كرد و از گروه دوم مي توان گلوكونوباكتر اكسيدانس را نام برد. تشخيص اين دو گروه بوسيلة محيط كشت كلسيم كربنات آگار ميسر است. بعلت توليد اسيد، كلسيم كربنات موجود در محيط كشت حل شده و اطراف پرگنه ها هالة روشن ايجاد مي

شود. اگر اين هالة روشن بعد از مدتي از بين برود نشانة حضور باكتريهاي Overoxidans است.

منشأ اصلي استوباكترها ميوه جات و سبزيجات است. همچنين در گل سركه ، دانه هاي غلات تخمير شده، آبجو و شراب مشاهده مي شود. در صنعت الكل سازي ميكروب مضر به شمار ميآيد . برخي گونه ها مثل استوباكتر گزيلينوم A..xylinum باعث لزج شدن سطح خارجي مواد غذايي مي شودو همچنين با توليد مواد چسبنده منجر يه انسداد لوله هاي خط توليد ميگردد. اين باكتري باعث اكسيداسيون D سوربيتول به L سوربوز در تهيهء ويتامين C ميشود.

3- فتوباكتريوم (Photobacterium)

اين جنس شامل كوكوباسيلوسها و گاهي باكتريهاي ميله اي شكلي است كه از خود نور ساطع مي كنند. منشاء اصلي آنها آب دريا است و روي ماهيها و ديگر فرآورده هاي دريايي و گوشت حيوانات مشاهده شده است از جمله اين باكتريها ميتوان به فتوباكتريوم فسفوريوم (P. phosphorium) اشاره كرد.

4- هالوباكتريوم (halobacterium)

باكتريهاي گرم منفي و نمك دوست كه در محيط يا غلظت نمك 25 درصد (غلظت اپيتمم) به خوبي رشد مي كنند. معمولاً داراي فلاژل قطبي بوده ، كروموژنيك هستند و در مواد غذايي با نمك بالا مثل ماهي نمك سود رشد و سبب تغيير رنگ آنها مي شود.

خانوادة ويبريوناسه (Vibrionaceae)

از مهم ترين جنس هاي اين خانواده كه در مواد غذايي حائز اهميت اند مي توان به ويبريو و آئروموناس اشاره كرد .

1- ويبريو (Vibrio)

باكتري گرم منفي، هوازي و بي هوازي اختياري ، ميله اي راست يا خميده و داراي تك تاژك قطبي است . مهم ترين گونه هاي آن شامل ويبريوكلرا ، ويبريوالتور ، ويبريوپاراهموليتيكوس است. اين باكتري ها

در آب شيرين و آب دريا يافت ميشوند. ويبريو كلرآ V. cholerae از نظر بسياري خصوصيات شباهت زيادي به ويبريوالتور دارد و عامل بيماري وبا مي باشد. گونه هاي نمك دوست كه براي تكثير نياز به حداقل 1% نمك طعام دارند ، بخصوص در آبهاي ساحلي دريا ها زندگي مي كنند. با توجه به اينكه دامنة حرارتي براي فعاليت اين باكتري بالاي 15 درجه است بنابراين مسموميتهاي غذايي با اين باكتريها معمولاً در فصول گرم سال صورت مي پذيرد. از اين گروه مي توان به ويبريوپاراهموليتيكوس (V. parahaemolyticus) اشاره كرد كه توليد يك توكسين خارج سلولي مقاوم به حرارت كه داراي خاصيت هموليتيك (هموليزين) است ايجاد مي كند.

2- آئروموناس (Aeromonas)

باكتري هاي گرم منفي، ميله اي و بي هوازي اختياري بوده با دماي بهينة رشد 28-22 درجه و ممكن است سرما دوست باشند. خاصيت پروتئوليتيكي داشته و در نتيجة تخمير مواد قندي گاز فراوان توليد ميكند. در دامنة pH =5/5-9 رشد كرده و اغلب در محيط هاي آبي يافت مي شود (ساكن امعاء و احشاء ماهي هاست). برخي در ماهي ها و برخي ديگر از جمله آئروموناس هيدروفيلا (A. hydrophila) سبب بروز بيماري در انسان مي شوند.

خانوادة آكروموباكتياسه (Achromobacteriaceae)

در اين خانواده پنج جنس وجود دارند و سه جنس آن در مواد غذايي داراي اهميت اند كه شامل آكروموباكتر، آلكاليجنز و فلاووباكتر است.

1- آكروموباكتر (Achrombocter)

باكتريهاي گرم منفي و ميله اي كوتاه بوده، توليد پيگمان نمي نمايد. اندام هاي حركتي آنها به صورت پريتريش در سطح سلول قرار داشته و يا اينكه اصولاً غير متحركند. بعضي گونه هاي آن گلوكز را تخمير اما توليد گاز نميكند. در فساد مواد غذايي در شرايط يخچالي اكروموباكترها از نظر درجة اهميت بعد از سودوموناس ها قرار دارند.

2- فلاووباكتر (Flavobacterium)

باكتريهاي گرم منفي، ميله اي شكل كه توسط فلاژل هاي پريتريش متحرك بوده و يا اينكه اصولاً غير متحركند. هوازي تا اختياري بوده و توليد

پيگمان هاي زرد تا قهوه اي مي كنند. داراي خاصيت پروتئوليتيك بوده بنابراين موجب فساد و تغيير رنگ گوشت ماهي، ماكيان ، تخم مرغ و ... ميگردند. اكثراً مزوفيل بوده اما تعدادي نيز سرما دوست هستند.

3- الكاليجنز (Alcaligenes)

باكتريهاي اين جنس ميله اي، گرم منفي و گاهي گرم مثبت، درضمن رشد موجب تغيير p H به طرف قليايي ميشود (وجه تسميه) اين باكتريها توليد پيگمان نمي كنند.

از گونه هاي اين جنس الكاليجنزويسكولاكتيس (A..Viscolactis) كه باعث طنابي شدن شير (Roppiness) و آلكاليجنز متالكاليجنز (A.. Metalcaligenes) كه موجب لزج شدن سطح پنير هاي كاتيج (Cottage) را ميتوان نام برد.

خانوادة انتروباكترياسه **(Enterobacteriaceae)**

گروهي از باكتريها هستند كه توليد اسيدهاي آلي مخصوصاً اسيد فرميك مي كنند از همين رو به آنها گروه باكتريهاي اسيد فرميك نيز مي گويند. از آنجائيكه برخي جنس هاي مهم اين خانواده در روده زندگي مي كنند به نام خانواده انتروباكترياسه معروف گرديده اند. اين باكتريها گرم منفي و ميله اي شكل بوده كه توسط فلاژل هاي پريتريش متحرك بوده و يا اصولاً غير متحرك اند. همچنين اين گروه هوازي اختياري بوده و از نظر نياز هاي غذايي كم توقع اند و گلوكز و برخي از كربوهيدراتها را با توليد اسيد و گاز (دي اكسيد كربن و هيدروژن) تجزيه مي كنند. برخي از باكتريهاي اين گروه باعث ايجاد عفونت هاي روده اي (نظير سالمونلا و شيگلا) برخي باعث ايجاد بيماريهاي گياهي (مثل اروينيا) و برخي باعث افت كيفيت مواد غذايي (نظير پروتئوس) ميشوند.

1- اشريشيا (Escherichia)

باكتري ميله اي كوتاه گرم منفي است كه در روده انسان وحيوانات خون گرم يافت مي شود . شامل چهار گونه بوده ومهمترين گونه آن اشرشيا كلي است .اين باكتري در قسمت انتهايي روده وجود دارد .برخي گونه هاي ايكلاي بي ضرر وبرخي بيماريزا هستند .اشرشيا كلي متحرك وفاقد اسپور ،معمولاً بدون كپسول ، هوازي اختياري با دماي بهينه رشد 37 درجهءسانتيگراد است .برخي گونه ها داراي خاصيت هموليتيك هستند .در دامنه وسيعي از pH رشد كرده (pH= 4/4_9) ، گلوكزو لاكتوز را با توليد گاز تخميرمي كند .در برابر خشكي وتعدادي از مواد شيميايي مقاوم ولي در

دماي پاستوريزاسيون از بين مي رود. اشرشيا كلي به عنوان شاخص كيفيت بهداشتي مواد غذايي بخصوص آب وشير شناخته شده است زيرا وجود آن درماده غذايي بيانگر امكان آلودگي به ميكروبهاي روده اي بيماريزاي ديگر است.

2- انتروباكتر (Enterobacter)

باكتري ميله اي گرم منفي كه به وسيله فلاژل هاي پريتريش متحركند. اين جنس باكتريايي كم توقع بوده وبه طور وسيعي در طبيعت پراكنده اند. دامنه حرارتي نسبتا گسترده اي را تحمل كرده ،گلوكز ولاكتوز را با توليد اسيدو گاز تخمير مي كنند(ميزان گاز دي اكسيد كربن دو برابر گاز هيدروژن مي باشد). در سطح مواد غذايي حالت لزج ايجاد كرده وبوي نا مطبوع توليد مي كند. اين جنس گونه هاي مختلفي دارد از جمله انتروباكترليكوفاسينس (E.liquefaciens) كه اغلب در فرآورده هاي لبني يافت شده وحداكثر فعاليت شيميايي آن در 23 درجه است (سايكروفيل محسوب ميشود). گونه ديگري به نام انتروباكتر آئروژنز (E.aerogenes) روي گياهان وفرآورده هاي گياهي زندگي كرده اما در روده انسان وحيوان نيز حضور دارد. با توجه به اهميت اشرشيا به عنوان شاخص بهداشتي بسيار مهم است كه بتوان آنها را از انتروباكتر ها تشخيص دهيم . اين امربا انجام آزمايشات بيوشيميايي انجام پذير است. يكي از راههاي تشخيص، آزمايش لوله دورهام است، بدين صورت كه بعد از 24 ساعت انكوباسيون در دماي 37 درجه سانتيگراد، انتروباكتر دو برابر اشريشياكلي توليد گاز مي كند، به همين علت در گذشته اين باكتري را آئروباكتر هم مي ناميدند. آزمون ديگري كه براي اين منظور استفاده مي شود تست ايمويك (Imvic) است .در واقع اين تست جهت تشخيص كلي فرمهاي مختلف (اشرشيا كلي ، انتروباكتر ،كلبسيلا،سيتروباكتر) استفاده مي شود. اين تست شامل آزمونهاي اندول، متيلرد، وگس پروسكور ، وسيترات است.

1- تست اندول: اندول از تجزيه تريپتوفان به وجود آمده ودر حضور معرف ارليخ (Ehrlich) كه همان پارادي متيل آمينوبنزآلدئيد است، رنگ قرمز گيلاسي ايجاد مي كند
2- معرف رنگي متيل رد كه در pH كمتر از 4/5 تغيير رنگ مي دهد.

3- وگس پروسكور (Voges proskaver): در محيط كشت گلوكز پپتون ، استوئين ايجاد شده توسط باكتري با كراتين موجود در پپيتون، در محيط قليايي توليد رنگ قرمز ميكند.

4- سيترات: در محيط كشتي كه منبع كربن، سيترات باشد، چنانچه باكتري قادر به استفاده از سيترات باشد محيط قليايي شده و در حضور معرف رنگي، تغيير رنگ ايجاد شده مؤيد واكنش است.

تست ايمويك براي كلي فرمهاي مختلف به شرح ذيل است:

نام باكتري	اندول	متيل رد	وگس پروكسور	سيترات
اشرشياكلي	+	+	-	-
ائروباكتر	_	_	+	+
كلبسيلا	±	-	+	+
سيتروباكتر	±	+	_	+

3-كلبسيلا (Klebsiella)

گرم منفي وميله اي شكل بوده، اغلب توليد كپسول كرده و معمولا در دستگاه گوارش انسان وجود دارد. كلبسيلاپنومونيه عامل ذات الريه باكتريايي در انسان است.

4- سيتروباكتر (Citrodacter)

گرم منفي، ميله اي شكل و معمولا داراي پادتن V بوده وگاهي موجب تورم معده وروده انسان مي شود.

5- سراشيا (Serattia)

گرم منفي، ميله اي كوتاه، هوازي ، مزوفيل ، پروتئوليتيك و داراي فلاژلهاي پريتويش بوده و روي مواد غذايي ايجاد پرگنه هاي شبيه به قطره خون مي كند از جمله متداولترين گونه هاي آن سراشيا مارسسنس است.

6- پروتئوس (Proteus)

باكتري ميله اي كوتاه و گرم منفي، و اغلب گونه هاي آن گلوكز را تخمير وتوليد اسيد لاكتيك وگاز ميكند. همچنين اوره را تجزيه كرده و عامل فساد انواع گوشت ، فرآوردهاي دريايي و تخم طيور در شرايط معمولي

نگهداري است. به خاطر فعاليت پروتئوليتيك بالا تركيبات بدبو ايجاد ميكند. اين باكتريها متحرك بوده واراي فلاژلهاي پريتريش هستند. يكي از گونه هاي متداول آن پروتئوس ولگاريس (P.vugaris) است .

7- اروينيا (Ervinia)

اين باكتريها گرم منفي ميله اي و توسط فلاژلهاي پريتريش متحرك است. برخي گونه هاي آن در دماهاي پائين تكثير وبرخي ديگر در دماهاي معمولي روي مواد غذايي رشد وايجاد پيگمان قرمز مي كنند. تمام گونه هاي اروينيا پاتوژنهاي گياهي هستند و با توليد آنزيمهاي پكتيكو ليتيك باعث نرم شدن بافت ودر نتيجه كاهش قيمت ميوه وسبزي مي شوند. از جمله گونه هاي آن مي توان به اروينيا كاروتوورا (E.carotovora) اشاره كرد كه عامل فساد نرم باكتريايي (Bacterial soft rot) در ميوه وسبزيجات است .اين باكتري در سيب زميني باعث پوسيدگي سياه مي شود.

8- سالمونلا (Salmonella)

باكتري گرم منفي، ميله اي كوتاه و هوازي است و البته در غياب هوا نيز رشد مي نمايد. اكثرا توسط تاژكهاي زيادي كه دارند متحركند(البته گونه هاي غير متحرك نيزوجوددارند نظير سالمونلا گالينياروم و سالمونلا پولوروم) . سالمونلاها گلوكز وقندهاي ساده را شكسته وتوليد اسيد وگاز مي كنند، به استثناء چند مورد قادر به تخمير لاكتوز نيستند. اكثراً ايجاد گروههاي سولفيدريل كرده كه در محيط آهن دار با تشكيل رنگ سياه قابل تشخيص است. اين جنس داراي اشكال روده اي مي باشد و بطور گسترده اي در طبيعت پراكنده است. عامل تب هاي حصبه (سالمونلا تيفي)، شبه حصبه(سالمونلا پاراتيفي) و همچنين عامل مسموميت سالمونلوسيس(سالمونلا تيفي موريوم) در اين جنس قرار دارد. سالمونلاهاي مختلف توسط محققيني به نام كافمن و وايت، بر اساس ساختمان آنتي ژني تقسيم بندي شده اند.

به طور كلي در سالمونلاها سه نوع آنتي ژن شناسايي گرديده است كه شامل آنتي ژن H.Vi, O مي باشد .آنتي ژن O مربوط به پيكره باكتري بوده و تحت عنوان آنتي ژن سوماتيك نيز شناخته مي شود. اين آنتي ژن نسبت به گرما و برخي مواد شيميايي مثل الكل واستون مقاوم است. سالمونلاهاي متحرك علاوه بر آنتي ژن O داراي آنتي ژن تاژكي (نوع H) نيز مي باشند كه نسبت به حرارت الكل واستن حساس است. آنتي ژن Vi كه مخفف كلمه Virulence است در انواع بيماريزا مشاهده ميشود نسبت به

حرارت حساس بوده اما به الكل واستن مقاومت است. جنس آنتي ژن O از پلي ساكاريد و انتي ژن H از پروتئين است.

جداسازي وتشخيص سالمونلا

سالمونلاها معمولا لاكتوز وساكاروز را تخمير نكرده، اوره را نيز تغيير نمي دهد، ولي گلوكز را تجزيه وتوليد اسيد وگاز مينمايد. بنابراين در صورت كشت ماده غذايي مشكوك روي محيط حاوي لاكتوز و معرف، كلني هايي كه لاكتوز را تخمير كنند تغيير رنگ داده وكلني سالمونلاها بدون تغيير رنگ خواهد بود. كلني هاي مشكوك را به محيط كشت اوره و محيط كشت (Triple – Sugar – Iron)Tsi كه حاوي سه قند لاكتوزو ساكارزو گلوكز است منتقل كرده ، در صورت عدم تغيير در محيط كشت اوره وعدم مصرف لاكتوز وساكارز، كلني ها مشكوك به سالمونلا هستند. در صورت تائيد كلني از نظر شكل وخواص بيوشيميايي ديگر، بررسي ساختمان آنتي ژني تشخيص قطعي آنها را ممكن مي سازد.

9- شيگلا(Shigella)

اين باكتريها از بسياري جهات شبيه سالمونلاها هستند. باكتريهايي ميله اي شكل كوتاه، گرم منفي ، هوازي ، غير متحرك و مزوفيل كه گلوكز را بدون توليد گاز تخمير كرده ، اما بر لاكتوز بي اثرند و توليد سولفيد هيدروژن نمي كنند. منشاء آنها روده حيوانات خون گرم وانسان وهمچنين فاضلاب است . شيگلا ديسانتري كه عامل اسهال خوني است از جمله گونه هاي مهم آن است .

10-يرسينيا (Yersinia)

باكتريهاي گرم منفي، ميله اي شكل، كه در دماي پائين تر از30 درجه متحرك بوده اما در صورت كشت در دماي 37 درجه غير متحركند. اين باكتريها گلوكز را تجزيه و توليد اسيد و كمي گاز مي نمايند(ممكن است گاز توليد نشود).يرسينيا انترو كوليتيكا (Y.Entero colitica) كه از جمله معدود پاتوژن هاي سرما دوست بوده و عامل التهابات معده و روده است در اين جنس قرار دارد. دامنه حرارتي رشد اين باكتري بين 45 تا 2- درجه ، با اپتيمم حرارت 29-22 درجه سانتيگراد است. اين باكتري نسبت به حرارت حساس است اما در شرايط انجماد مقاومت خوبي از خود نشان مي دهد. در مواد غذايي حيواني ميتوان اين باكتري را يافت نمود. يرسينيا پستيس (Y.Pestis) گونه ديگري از اين جنس است كه عامل

بيماري طاعون در انسان وموش است .اين جنس باكتريايي در خاك يافت مي شود.

خانواده ميكروكوكاسه (Micrococcaceae)

1- جنس ميكروكوكوس

باكتري هاي كروي شكل بوده و بصورت تك سلولي، دوتايي، چهارتايي و هشت تايي ديده مي شوند. اكثر گونه هايي كه در مواد غذايي وجود دارند گرم مثبت، هوازي و كاتالاز مثبت اند. اكثر آنها قادر به تحمل مقادير بالاي نمك هستند (نظير ميكروكوكوس ليتورااليس (M. Litoralis) و غلظت15-25 درصد نمك راتحمل ميكند. اكثراًمزوفيل هستند اما برخي از آنها سايكروفيل اند و برخي خاصيت ترموديوريك داشته، دماي پاستوريزاسيون را تحمل مي كنند مثل ميكروكوكوس واريانس (M.varians). برخي گونه ها ايجاد رنگدانه ميكنند نظير ميكرو كوكوس لوتئوس (M.luteus) كه رنگ زرد و ميكروكوكوس رزئوس (M.roseus) كه رنگ صورتي ايجاد مي كند.

2- استافيلوكوكوس (Staphilococcus)

كوكسي هاي گرم مثبت، دوتايي، چهارتايي و يا به شكل خوشه انگور هستند، هوازي تا بي هوازي اختياري ، كاتالاز مثبت كه براي رشد احتياج به منبع ازت آلي دارند. مهمترين گونه آن استافيلوكوكوس اورئوس (S.aureus) كه ايجاد پيگمان زرد طلايي كرده و موجب انعقاد خون مي شود (كوآگولاز مثبت) در حاليكه گونه ديگري به نام اپيدرميديس (S. epidermidis) ، توليد پيگمان نكرده و كوآگولارمنفي است. استاف روي پوست بدن ، حفرات بيني انسان و حيوان يافت مي شود. استاف اورئوس عامل ايجاد جوش و دمل و نيز مسموميت غذايي بوده و از لاكتوز و مالتوز توليد اسيد مي نمايد.

3- سارسينا (Sarcina)

كوكسي هاي گرم مثبت كه بصورت چهارتايي و يا بيشتر به هم چسبيده اند. هوازي ، ميكرو آئروفيل يا بي هوازي اند. يكي از گونه هاي آن سارسينا ونتريكولي (S.venticuli) است كه اختلالات گوارشي ايجاد مي كند.

خانواده لاكتوباكتياسه (Lactobacteriaceae)

در اين خانواده باكتريها به شكل ميله اي يا كوكسي بوده و همگي گرم مثبت هستند. اين باكتريها توليد اسپور نكرده و غير متحركند، پيگمان توليد نكرده و براي كسب انرژي مطلقا به كربوهيدراتها نيازمندند. محصول اصلي متابوليسم آنها اسيد لاكتيك است. اين باكتريها فاقد كاتالاز ، سيتوكروم و همين (HEAMIN) بوده اما در حضور اكسيژن رشد و تكثير مي كنند، عموما بي هوازي تا ميكرو آئروفيل اند. اين باكتريها از نظر احتياجات غذايي بسيار پر توقع بوده و نياز مند محيط كشت غني شده با ويتامينهاي ب كمپلكس ،اسيدهاي آمينه و غيره هستند.

باكتريهاي لاكتيكي شامل دو گروه هموفرمنتاتيو (HOMOFERMENTATIVE) و هترو فرمنتاتيو (HETROFERMENTATIVE) بوده ، در گروه اول اسيد لاكتيك تا 90 درصد محصولات تخمير را شامل شده اما در گروه دوم اسيد لاكتيك حدود 70 درصد متابوليتهاي توليدي را شامل شده و تركيبات فرار بيشتري توليد ميكند كه در توليد آروما تاثير زيادي دارند از جمله اين تركيبات ميتوان به دي استيل ، استالدئيد، كتون ها ، الكل ، اسيد استيك و ... اشاره كرد. همچنين گاز دي اكسيد كربن نيز در گروه اخير به ميزان قابل ملاحظه اي توليد ميگردد كه بر حسب نوع محصول ممكن است مفيد يا نا مناسب باشد. بطور كلي باكتريهاي لاكتيكي به علت توليد اسيد و آروما در صنايع غذايي اهميت زيادي دارند. از جمله در تهيه ساور كرات، سوسيس تخميري، خوراك دام سيلوشده مثل يونجه ، برگ چغندر ، شبدر و ... كه با توليد اسيد و كاهش pH شرايط رشد ميكروبهاي بي هوازي را از بين برده و نقش نگهدارندگي خود را ايفا ميكنند. از باكتريهاي لاكتيكي به وفور در توليد فرآوردهاي لبني مختلف استفاده ميشود. خانواده باكتريهاي لاكتيكي شامل چهار جنس است كه ذيلا اشاده گرديده اند.

1- جنس استرپتوكوكوس (STREPTOCOCCUS)

باكتريهاي اين جنس هموفرمنتا تيو بوده ، توليد اسيد كرده اما گاز توليد نميكنند. طبق نظريه LANCEFIELD و بر اساس خصوصيات آنتي ژني از گروه A تا V تقسيم بندي شده اند. بر اساس نظريه محققي ديگر به نام شرمن نيز اين باكتريها به 4 گروه ذيل تقسيم مي شوند:

الف - گروه پيوژنز (pyogenes)

اين گروه شامل استرپتوكوكوس هاي پاتوژن براي انسان و حيوانات است. اين باكتريها مزوفيل اند. از اين گروه مي توان به استر پتوكوكوس آگالاكتيه (Str. agalactiae) اشاره كرد كه عامل بيماري ورم پستان (Mastitis) در گاو است (البته استافيلوكوكوس اورئوس نيز ازعوامل اصلي ايجاد اين بيماري است). استرپتوكوكوس پيوژنز (Str. pyogenes) كه عامل گلو درد چركي و تب مخملك است نيز در اين گروه قرار دارد. اين باكتريها حداكثر در محدوده 45 تا 10 درجه رشد مي كنند.

ب - گروه ويريدانس (viridans)

از اين گروه مي توان به استرپتوكوكوس ترموفيلوس(Str . Themophilus) اشاره كرد كه حتي به غلظتهاي كم نمك طعام حساس بوده اما دماي پاستوريزاسيون شير را تحمل مي كند. دماي اپتيمم رشد آن ^{co} 45 –40 بوده و بعنوان استارتر در توليد ماست و پنير استفاده شود. استرپتوكوكوس بويس (Str . bovis) نيز نظير استرپتوكوكوس ترموفيلوس، ترموديوريك است. اين باكتري در بزاق گاو يافت مي شود. اين باكتريها در دماي كمتر از 10 درجه رشد نمي كنند.

ج- گروه انتروكوكوس(Enterococcos)

مهم ترين گونه هاي اين گروه استرپتوس فكاليس (Str. Faecalis) و استرپتوكوكوس فاسيوم زير گونه ديورانس (Str.Facium ssp.durans) است كه ترموتولرانس بوده (دماي 60 درجه سانتي گراد را به مدت 30 دقيقه تحمل مي كند). غلظت 6.5% نمك را تحمل كرده و در p H قليايي رشد مي كند (pH=9/2-9/6) و در دامنه گسترده اي از حرارت رشد ميكنند (45-10درجه سانتي گراد). اين باكتريها به دليل حضور در روده، انتروكوكوس ناميده مي شوند. اغلب استرپتوكوكوس فكاليس به عنوان شاخص ضد عفوني كارخانجات در نظر گرفته ميشود. اين گروه باكتريايي باعث فساد گوشت، فرآورده هاي لبني ، سبزيجات و ... گرديده، همچنين مي توانند باعث بيماري هاي غذايي شوند.

د- گروه لاكتيس (LACTIS)

در اين گروه گونه هاي زيادي وجود دارند كه به عنوان استارتر كالچر در توليد فراورده هاي لبني مورد استفاده قرار ميگيرند. از جمله ميتوان به استرپتوكوكوس كرموريس (Str. cremoris) و استرپتوكوكوس لاكتيس اشاره كرد. رشد اين باكتريها در دماي 45 درجه سانتي گراد متوقف مي شود. غلظت 4/5% نمك طعام را تحمل كرده و در توليد آروما نقش بسزايي دارند. استرپتوكوكوس لاكتيس در توليد نايسين (Nisin) كه يك آنتي بيوتيك با منشا بيولوژيك محسوب ميشود استفاده شده است نايسين جهت جلوگيري از فعاليت باكتريهاي گرم مثبت و به خصوص كلستريديوم ها بسيار مؤثر واقع گرديده است. از اين تركيب ضد ميكروب جهت جلوگيري از بادكردگي ديررس و جلوگيري از رشد كلستريديوم بوتولينوم در توليد پنير استفاده شده است. به دليل تحمل غلظت پايين نمك باكتريهاي اين گروه در توليد شوريجات دخالت ندارند.

2- پديو كوكوس (PEDIOCOCCOUS)

كوكسي هاي تك، دو تايي يا چهار تايي بوده، هموفرمنتاتيواند و در غلظت نمك 5.5% به خوبي رشد ميكنند اما در غلظت 10% به كندي رشد مي كنند. محدوده درجه حرارت رشد آنها 45 –7 درجه سانتي گراد و بهترين دماي رشد آنها 25-32 درجه سانتي گراد است. تحمل نمك ، توليد اسيد و محدوده وسيع دماي رشد بويژه در دماي پايين باعث كاربرد آنها در صنايع غذايي(توليد سبزيجات تخميري و سوسيس تخميري) شده است. پديوكوكوس سرويزيه به عنوان مايه كشت در توليد سوسيس تخميري بكار مي رود. پديوكوكوس دامونوسوس (P. damnosus) عامل فساد آبجو است (ترش شدن آبجو).

3- لوكونوستوك (LEUCONOSTOC)

كوكسي هاي اين جنس در محيط حاوي ساكارز ايجاد كپسول لزجي از دكستران كرده كه به علت مسدود كردن لوله ها وشيرهاي تخليه در صنعت قند سازي مشكل ساز است اما اين تركيب در صنعت داروسازي مفيد است. لوكونوستوك ها هتروفرمنتاتيو بوده و توليد تركيبات معطر زيادي به خصوص دي استيل ميكنند. گاز CO_2 كه يكي از متابوليتهاي توليدي اين باكتري است به مقدار زياد توليد شده و باعث ايجاد حفرات نامطلوب وباد كردگي در پنير ميشود.

از گونه هاي اين جنس مي توان به لوكونوستوك دكسترانيكوم (Leu. dextranicum) و لوكونوستوك سيتروروم (Leu.citrovorum) و لوكونوستوك مزنتروئيدس اشاره كرد كه گونه آخري در توليد دي استيل بسيار مؤثر است. لوكونوستوك مزنتروئيدس(Leu. mesenteroides) داراي خاصيت اسموفيل بوده ودر غلظتهاي 60% ساكارز و همچنين غلظتهاي بالاي نمك رشد مي كند. گونه اخير در تهيه سبزيجات تخميري مثل ساوركرات استفاده مي شود. قدرت فرمنتاسيون اين باكتري در فرآورده هاي گياهي به مراتب بيشتراز ساير باكتريهاي لاكتيكي است. دو گونه اول در تهيه كره و پنير به عنوان استارتر مورد استفاده قرار مي گيرد.

3- لاكتوباسيلوس(LACTOBACILLUS)

باكتريهاي ميله اي شكل گرم مثبت كه به عنوان مهمترين ارگانيسم هاي توليد كننده اسيد لاكتيك معروفند. اين باكتريها به گروه هموفرمنتاتيو و هتروفرمنتاتيو تقسيم ميشوند. درجه حرارت اپتيمم رشد و تكثير اكثر لاكتو باسيلوسهاي هموفرمنتاتيو در حدود 37 درجه سانتي گراد يا با لاتر است ، نظيرلاكتو باسيلوس بولگاريكوس ، لاكتو باسيلوس هلويتيكوس، لاكتو باسيلوس اسيدوفيلوس ، لاكتو باسيلوس ترموفيلوس و لاكتو باسيلوس دلبروكي. لاكتو باسيلوس فرمنتوم اصلي ترين لاكتوباسيلوس هتروفرمنتاتيو است كه در دماهاي بالا به خوبي رشد مي كند. اما لاكتوسيوسهاي هموفرمنتاتيو با دماي اپتيمم پايين تر عبارتند از: لاكتو باسيلوس كازئي، لاكتو باسيلوس پلنتاروم، لاكتو باسيلوس ليشماني ئي و از گروه هتروفرمنتاتيو مي توان به لاكتوباسيلوس برويس، لاكتو باسيلوس بوكنري ، لاكتو باسيلوس پاستوريانوس و لاكتو باسيلوس تريكودس اشاره كرد. تقريباً اكثر گونه هاي اين جنس لاكتوز را تخمير و توليد مقادير زيادي اسيد لاكتيك مي كنند، بنابراين در صنايع لبني و توليد فرآورده هاي تخميري گياهي مورد استفاده قرار ميگيرند. البته اين خاصيت باعث شده تا لاكتوباسيلوس ها در كارخانجات توليد شراب ، آبجوسازي ، آب ميوه جات وحتي شير پاستوريزه مشكل ساز باشند. گروه هتروفرمنتاتيو به علت توليد گاز CO_2 و تركيبات فرار ديگر باعث كاهش كيفيت مواد غذايي ميشوند مثل لاكتوباسيلوس فرمنتي (Lb.fermenti) در پنيرهاي سوئيسي و لاكتوباسيلوس تريكودس(Lb. trichodes) در توليد شرابهاي مختلف.

گونه هاي ترموديوريك در اين جنس كه قبلا نيز به آنها اشاره گرديد دماي پاستوريز اسيون را تحمل مي كنند. در حاليكه گونه هايي نيز

وجود دارند كه در حرارت يخچال روي فرآورده هاي گوشتي رشد وتكثير مي نمايند نظير لاكتوباسيلوس ويريدسنس(Lb. viridescens) كه روي سوسيس ايجاد پيگمان سبز كرده و يا لاكتوباسيلوس ساليماندوس (Lb.Salimandos) كه روي سوسيس يا كالباس رشد كرده اما پيگمان ندارد. تعداد ديگري از باكتريها هستند كه از تجزيه قندها توليد اسيدلاكتيك مي كنند اما از اعضاء خانواده لاكتوباكترياسه محسوب نمي شوند نظير باسيلوس سرئوس، باسيلوس استئاروترموفيلوس و اشرشياكلي.

خانواده پروپيوني باكترياسه

از اين خانواده جنس پروپيوني باكتريوم در مواد غذايي حائز اهميت است. باكتريهاي اين جنس كوچك، بدون اسپور، گرم مثبت ، كاتالاز مثبت، ميله اي اما در شرايط نامساعد به شكل كوكسي در مياينند. اين باكتريها ضمن مصرف كربوهيدراتها اسيدلاكتيك و پلي الكل ها، توليد اسيدپروپيونيك، اسيدلاكتيك و CO_2 مي كنند. اين جنس در معده نشخوار كنندگان مثل گوسفند، گاو وجود داشته اما در طبيعت بسيار محدود است. گونه هاي مهم آن شامل پروپيوني باكتر فرودن ري شي ئي (Propionibacterium frudenreichii) و پروپيوني باكترشرماني ئي (P. shermanii) مي باشد كه در تهيه پنير هاي سوئيسي كاربرد داشته و ايجاد چشمكهاي موزون مي كند.

خانواده كورينه باكترياسه (Corinebacteriaceae)

باكتريهاي گرم مثبت بوده كه به صورت ميله اي، كوكسي وگاهي شاخه اي بوده، هوازي تا ميكروآئروفيل و بدون حركتند. شامل جنس هاي كورينه باكتريوم، ميكروباكتريوم و آرتروباكتر است.

1- جنس كورينه باكتريوم

ازجمله مهمترين گونه هاي آن كورينه باكتريوم ديفتريا (C.diphteria) عامل بيماري ديفتري بوده كه ميكرو آئروفيل تا بي هوازي است. اين باكتري به ناحيه گلو حمله كرده، توليد اگزوتوكسين ميكند كه توسط گردش خون روي عضلات قلب، اعصاب و كليه اثر گذاشته، منجر به فلج مي گردد. گونه ديگري به نام كورينه باكتريوم پيوژنز (C. pyogenes) در حيوانات توليد بيماري ميكند. گونه ديگري به نام كورينه باكتريوم بويس (C. bovis) روي پستان گاو رشد كرده و ميتواند باعث ورم پستان شود.

2- ميكرو باكتريوم (MICROBACTERIUM)

به دليل مقاومت به شرايط نا مساعد و كاربرد در توليد ويتامينهاي گروه B داراي اهميتند. باكتريهاي كوچك، گرم مثبت، ميله اي، هوازي ، بدون اسپور، كاتالاز مثبت و هموفرمنتاتيواند كه توليد مقادير كمي اسيد لاكتيك مي كنند. از گونه هاي مهم آن ميكرو باكتريوم لاكتيكوم (M. LACTICUM) است كه دماي 85-80 درجه را به مدت 10 دقيقه تحمل كرده، بنابراين پس از پاستوريزاسيون در شيرباقي ميماند (ترموديوريك اند). محدوده رشد آنها 35-15 درجه و دماي اپتيمم آن 30 درجه است.

3- آرتروباكتر (Arthrobacter)

باكتريهاي شاخه اي شكل بوده كه در كشت تازه ميله اي و به هنگام پيري كروي شكل اند. در توليد اسيد آمينه كاربرد دارند. برخي از آنها سايكروفيل بود و به دليل خاصيت پروتئوليتيك در توليد پنير مورد استفاده قرار ميگيرد.

خانواده بروي باكتياسه (BREVIBACTERIACEAE)

مهمترين جنس اين خانواده بروي باكتريوم است. باكتريهاي اين جنس گرم مثبت، هوازي تا بي هوازي اختياري ، ميله اي كوتاه وبي حركتند .گونه مهم آن بروي باكتريوم لاينس (B. LINENS) و بروي باكتريوم اريتروژنز (B. ERYTHROGENES) بوده كه در صنعت پنير سازي به دليل ايجاد پيگمانهاي نارنجي تا قرمز در سطح پنير هايي مثل LIMBURGER , BRICK مورد استفاده دارد.

خانواده بروسلاسه (BRUCELLACEAE) :

مهمترين جنس آن در مواد غذايي بروسلا است. در اين جنس گونه هاي آبورتوس(ABORTUS) ، ملي تنسيس (MELITENSIS) وسوئيس حائز اهميتند. بروسلا باكتري ميله اي كوتاه بوده به طوريكه با كوكسي اشتباه گرفته مي شود. گرم منفي، بدون اسپور ، بي حركت و بي هوازي اختياري است اما شرايط ميكروآئروفيل را ترجيح داده ودماي اپتيمم رشد آن37 درجه است. شرايط پاستوريزاسيون را تحمل نكرده ودر محلولهاي نمكي بيشتر از 10% از بين مي رود. اين باكتري عامل بيماري بروسلوز (تب مالت) در انسان وحيوان است.

خانواده باسيلاسه (BACILLACEAE)

در اين خانواده باكتريهاي ميله اي شكل كه توليد اسپور كرده وجود دارند. از ويژگيهاي اين خانواده مي توان به موارد زير اشاره نمود:

1- ايجاد اسپور هاي مقاوم به حرارت
2- توليد آنزيمهاي پروتئوليتيك وپروتئوليتيك توسط برخي گونه ها
3- وجود گونه هاي كه در شرايط بي هوازي رشد كرده وتوليد سموم خطر ناك ميكنند.

در اين خانواده دو جنس وجود دارد كه شامل باسيلوس و كلستريديوم است.

1- جنس باسيلوس

اين جنس شامل 25 گونه بوده، ميله اي ،هوازي بيهوازي اختياري اند (البته برخي هوازي اند مثل باسيلوس سوبتيليس و باسيلوس ميكوئيدس) ، گرم مثبت، غير متحرك و يا اينكه توسط فلاژلهاي پريتريش متحركند. باسيلها مواد قندي را مصرف نموده و توليد اسيد ميكنند اما گازي توليد نميشود لذا به آنها عوامل ايجاد كننده فساد ترش مسطح گويند (Flat Sour). به استثناء باسيلوس پلي ميكسا و باسيلوس ماسرانس كه با توليد گاز باعث باد كردگي قوطي هاي كنسرو سبزيجات و ميوه جات ميشوند بقيه گاز توليد نميكنند(به اين دو گونه آئروباسيلوس لقب داده اند). شدت فعاليت پروتئوليتيك وليپوليتيك در آنها بسيار متغير است. خاك يكي از منابع اصلي باسيلوس ها مي باشد. ذيلا برخي از گونه هاي مهم آن اشاره گرديده است.

الف- باسيلوس سوبتيلوس(B.SUBTILIS)

باسيل گرم مثبت و متحرك، هوازي اما بعضي اختياري كه در دماي 40-28 درجه و حداكثر50-55 رشد مي كند. بنابراين مزوفيل بوده واسپور آن نسبت به باسيل هاي گرما دوست مقاومت حرارتي كمتري دارد. در PH 8/6-5 رشد مي كند. اين باكتري نشاسته را هيدروليز كرده و عامل ROPPINESS در نان است. به منظور جلوگيري از رشد اين باكتري در نان و ايجاد فساد از پروپيونات به ميزان 3000-1000 قسمت در ميليون استفاده ميشود.

ب- باسيلوس كواگولانس

با سيل گرم متغير، بي هوازي اختياري كه داماي اپتيمم رشد و تكثير آن 45-35 درجه وحداكثر 60-55 درجه است. اين باكتري در گروه ترموديوريك ها طبقه بندي مي شود هرچند كه در شرايط مزوفيل نيز رشد مي كند. به اين باكتري درگذشته باسيلوس ترمواسيدورانس نيز مي گفتند. از گلوكز توليد اسيد كرده و نشاسته را نيزهيدروليز مي كند. تا p H حدود 4 رشد آن انجام مي شود. از اين باكتري در توليد اسيد لاكتيك استفاده ميشود. اين باكتري شاخص فرايند حرارتي غذاهاي كنسروي با pH اسيدي است.

ج) باسيلوس استئاروترموفيلوس (B.stearothermophilus)

باسيل گرم متغير ، ميكروآئروفيل تا بي هوازي ، متحرك ، ترموفيل كه از تجزيه گلوكز توليد اسيد مي نمايد. از اصلي ترين باكتريهاي عامل (flat sour) بوده و در pH بالاي 4/5 منجر به ترشي مسطح ميشود، همچنين تا داماي 65 درجه رشد و تكثير آن ادامه دارد (T_{opt} =50-65^{C}) . لذا اين باكتري ترموفيل مطلق است. اما به طور كلي تكثير بين 70-37 درجه انجام مي شود. انديس D اين باكتري حدود 5-4 دقيقه است.

د- باسيلوس سرئوس (B.cereus)

باسيل گرم مثبت، هوازي تا بيهوازي اختياري است كه از قند توليد اسيد ميكند. داماي اپتيمم رشد آن 30 درجه بوده وحداكثر در 37 درجه رشد ميكند. اين باكتري توليد اسپور كرده و حرارتهاي معمولي حين تهيه غذاها را تحمل ميكند. اين باكتري در اثر توليد يك اندوتوكسين باعث مسموميت غذايي شده و اغلب در مواد غذايي نشاسته اي مشاهده مي شود. اين سم در محيط اسيدي پايدار تر از محيط قليايي بوده ونسبت به اشعه بسيار مقاوم است. بهترين دما براي توليد سم 30 درجه است. همچنين اين باكتري با توليد آنزيم هاي پروتئوليتيك كه مقاومت حرارتي بالايي دارد باعث فسادي به نام انعقاد شيرين در شير ميشود.

ذ-كلستريديوم پرفرينژنزيا ولشاي (C.perfringens,welchii)

اين باكتري به طور وسيعي در خاك، روده حيوانات خون گرم و انسان ، ادويه جات و.... يافت ميشود. مدفوع افراد سالم حاوي حدود 10^{2}-10^{4} عدد كلستريديوم پرفرينژنز در گرم بوده اما در مسموميت غذايي اين

تعداد به 10^6 يا بيشتر افزايش ميابد. مواد گوشتي در كشتارگاهها به دليل عدم رعايت اصول بهداشتي مستقيماً با مدفوع تماس پيدا كرده وبه اين باكتري آلوده مي شوند. باكتري جوان گرم مثبت و باكتري پير گرم متغييراست. اين باكتري ايجاد گاز زيادي كرده به طوريكه خته ايجاد شده در شير را به شدت تخريب واصطلاحاً تخمير طوفاني ايجاد مي كند(اكثر قندها را با توليد گاز زياد تخمير مي كند). دماي اپتيمم رشد آن 37 ودر محدوده 50-25 درجه و در دامنه pH =5/5-8 رشد مي كند. همچنين غلظت 5 درصد نمك طعام را تحمل مي كند. براساس خصوصيات آنتي ژنيك 6 تيپ اين باكتري شناسائي گرديده است(A,B,C,D,E,F). همچنين سه نوع سم از آن جدا گرديده كه به نامهاي W,X,Z نامگذاري گرديده اند. عامل مسسموميت غذايي وابسته به تيپ A مي باشد. برخلاف تيپ F كه نسبت به حرارت حساس است عامل مسموميت غذايي به حرارت مقاوم است. اين باكتري همچنين عامل بيماري قانقاريا نبز مي باشد.

ر- كلستريديوم پاستوريانوم (C.PASTEURIONUM)

در خاك و همچنين غذاهاي كنسروي اسيدي(كنسرو سبزيجات و ميوه جات) يافت مي شود. ميله اي و متحرك بوده ودماي اپتي مم رشد وتكثير آن 25 است. اكثر كربوهيدراتها را تخمير كرده ، غلظتهاي بالاي ساكارز و گلوكز را تحمل نموده و موجب فساد مواد غذايي اسيدي است.

ز- كلستريديوم اسپوروژنز (C. Sporpgenes)

اين گونه مزوفيل بوده و در مواد غذايي با pH بالاي 4/5 كه در دماي حدود 30 درجه نگهداري ميشوند، رشد كرده و از تجزيه قندها توليد اسيد وگاز كرده همچنين پروتئين را تجزيه وباعث گنديدگي ميگردد(باكتري پروتئوليتيك محسوب ميشود). با توجه به اينكه مقاومت حرارتي كلستريديوم اسپوروژنز مشابه كلستريديوم بوتولينوم است، با اين تفاوت كه بيماريزا نميباشد اغلب براي تعيين تست استريليزاسيون قوطيهاي كنسرو از آن استفاده مي شود.

كلستريديوم ترموساكاروليتيكوم

اين باكتري در خاك و قوطيهاي باد كرده كنسرو سبزيجات يافت مي شود. همانطور كه از اسمش مشخص است اين باكتري ترموفيل بوده ($opt=55-62\ ^{oc}$) ، ساكاروليتيك است و ضمن تجزيه قندهاي مختلف توليد اسيد وگاز مي كند. انديس D براي اين باكتري 3-4 دقيقه است.

ساير جنسهاي باكتريايي

بروكوتريكس

باكتريهاي ميله اي گرم مثبت كه زنجيره طويلي ايجاد مي كنند. دماي اپتيمم رشد آنها 20-25 بوده اما برخي در محدوده 0-45 درجه رشد مي كنند. محدوده pH رشد آنها 5-9 است وغلظت 6.5-10 درصد نمك را تحمل مي نمايد. بروكوتريكس در انواع مختلف گوشتها و فرآوردهاي گوشتي بسته بندي شده تحت خلاء و يا معمولي كه در يخچال نگهداري مي شوند ايجاد مشكل مي نمايدنظيربروكوتريكس ترموسفاكتا (B.thermosphacta).

استرپتومايسس(Streptomyces)

باكتري گرم مثبت، هوازي با مسيليوم هاي زنجيره اي كه بعضي گونه هاي آن در گياهان عامل ايجاد بيماري است مثلا استرپتومايسس اسكابيسس (S. scabis) باعث فساد و گنديدگي سيب زميني مي شود. استرپتومايسس ها در توليد آنتي بيوتيك نيز كاربرد دارند مثلا استرپتومايسس گريزئوس(S.griseus) در توليد استرپتومايسسين مورد استفاده قرار ميگيرد. در اثر رشد استرپتومايسس ها روي سبزيجات بوي خاك ايجاد مي شود.

مايكوباكتريوم (Mycobacteriaceae)

باكتريهاي گرم مثبت و غير متحرك كه به علت مقاومت در برابر اسيدها از كرينه باكتريوم قابل تشخيص است. مهمترين گونه آن مايكوباكتريوم توبركولوسيس (M.TUBERCULOSIS)عامل يبماري سل است.

كامپيلوباكتر (Campylobacter)

اين باكتري گرم منفي، ميله اي خميده ، اكسيداز و كاتالاز مثبت و داراي يك تاژك قطبي بوده و عضو خانوادة اسپريلاسه (Spirillaceae) است. اين باكتري ميكروآئروفيل بوده و در 3-6% اكسيژن اپتيمم رشد را دارد. گونه هاي مختلفي مثل كلي ، فتوس ، لاريدس و مخصوصاً ژژوني دارد كه عامل بيماريهاي گوارشي هستند. كامپيلوباكتر ژژوني (C.jejuni) از متداولترين عاملين گاستروانتريت است. منشاء اصلي آن حيوانات و مخصوصاً طيور مي باشد. مواد غذايي مثل گوشت وشير ممكن است به آن آلوده باشد. اين باكتري به حرارت و انجماد حساس بوده اما در دماي يخچال به مدت چند هفته زنده مي ماند.

مطالب ذكر شده مختصري در زمينه ميكروبيولوژي مواد غذايي بوده و در اين جزوه سعي بر اين شد تا با برخي خانواده ها و جنس هاي ميكروبي كه در مواد غذايي اهميت دارند آشنا شويد. با اين حال بسياري گروههاي ميكروبي نظير انگل ها، ويروس ها، پروتوزوآ ها و ...باقي مانده كه جهت اطلاع بيشتر ميتوانيد به منابع ذيل رجوع كنيد:

1- ميكروبيولوژي موادغذايي، تاليف دكتر فريزير (Frazier)
2- ميكروبيولوژي مواد غذايي مدرن، تاليف دكتر جي (Jay)

موفق باشيد

اسفند 1384