

عوامل مؤثر در رشد قارچها و تولید مایکوتوکسین در مواد غذایی

عوامل مؤثر در رشد قارچها و تولید مایکوتوکسین در مواد غذایی

نگهداری مواد غذایی که دارای رطوبت زیاد می‌باشند و یا نگهداری محصولات در انبارها، مخازن و سیلوها در شرایط گرم و مرطوب، بویژه در مخازنی که بدنه آنها از چوب ساخته شده، در مدت طولانی نه تنها موجب افت کمی و کیفی مواد متشکله آنها و از بین رفتن عناصر حیاتی ارزنده موجود در آنها می‌گردد، بلکه در چنین شرایطی قارچهای ذره‌بینی و شاید بسیاری از اجرام زنده مضر در آنها، رشد می‌کنند و تغییراتی بوجود می‌آورند که بصورت مستقیم یا غیرمستقیم سلامت انسان و حیوان را به مخاطره می‌اندازند.

رشد و فعالیت قارچها روی مواد خام اولیه مورد استفاده غذای انسان و دام، بخصوص دانه‌ها، کیفیت غذایی آنها را شدیداً تنزل می‌دهد. متأسفانه این تنزل کیفیت در آزمایشهای شیمی و بیولوژی به آسانی روشن نمی‌شود و انسان و دام یا طیور با استفاده از این مواد به سادگی دچار عوارض سوء تغذیه می‌شوند.

شرایط برداشت محصولات کشاورزی و نحوی نگهداری و انبارداری آنها، تأثیر مهمی در رشد کپکها و تولید توکسین در آنها دارد که در اینجا به مهمترین فاکتورهای مؤثر اشاره می‌شود.

۱- ترکیبات مواد غذایی

کلیه مواد غذایی که به مصرف انسان و یا حیوان می‌رسد، محیط مناسبی برای رشد قارچها می‌باشند. (به استثنای پروتئین خالص (ژلاتین)، چربی خالص و قند خالص به همراه آب). ساکارز، گلوکز، ریزوز، گزیلوز، گلیسرین، فروکتوز، نشاسته، سوریت، گلیسرین آلدئید منابع خوب انرژی را هستند. اما لاکتوز توسط کلیه گونه‌ها و واریته‌ها مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. قارچها می‌توانند به عنوان منبع ازت از نمکهای آمونیوم، نترات و نیتريت اسیدهای آمینه، زیتون و عصاره مخمر به خوبی استفاده کنند. در اینجا نکته بسیار جالب اثر باز دارندگی نترات در تولید توکسین می‌باشد، هر چند که قارچها از این ماده شیمیایی به عنوان منبع ازت به خوبی استفاده می‌کنند. روی، آهن، منیزیم سبب تسريع و تشدید تولید آفلاتوکسین می‌شوند. در حالی که مس، بر و مولیبدن بر روی تولید توکسین اثر بازدارندگی دارند (۸، ۷ و ۳).

بطور کلی می‌توان چنین عنوان کرد که فرآورده‌های دام و طیور، غلات و فرآورده‌های آن، دانه‌های روغنی و پودر بستی محیط مناسبی برای رشد و نمو قارچها و تولید توکسین می‌باشند. قارچهای توکسین‌زای قوی از نظر مقدار تولید توکسین تابع محیط کشت هستند. آزمایشهای انجام شده نشان می‌دهد که بعضی از قارچهای توکسین‌زا قادرند بر روی گندم $2000 \mu\text{g/g}$ ، برنج $1200 \mu\text{g/g}$ و بادام زمینی $900 \mu\text{g/g}$ ، توکسین تولید نمایند. در حالی که همین قارچها بر روی مواد دیگری از جمله نشاسته، میوه‌جات خشک، مواد غنی از پروتئین مقدار کمی توکسین ایجاد می‌نمایند. گوشت و فرآورده‌های گوشتی، ماهی، پودر شیر خشک و تخم مرغ محیط نسبتاً خوبی برای رشد و نمو قارچها هستند. اما تولید توکسین در روی آنها به صورت معتدل صورت می‌گیرد.

ادویه‌جات محیط خوبی برای رشد و نمو قارچها هستند، اما برای تولید توکسین محیط مناسبی نیستند. همچنین، چای، قهوه، کاکائو، رازیانه محیط نامناسبی برای تولید توکسین گزارش شده‌اند. چوب، چوب پنبه و کاغذ مورد حمله قارچها قرار می‌گیرند، اما تولید توکسین در آنها بسیار ناچیز می‌باشد.

بطور کلی می‌توان اثرات سوبسترا را بر روی رشد و نمو قارچ و تولید توکسین به صورت زیر خلاصه نمود:

الف - رشد و نمو قارچ و تولید توکسین ثابت نیست، بلکه تابع نوع قارچ و نوع سوبسترا می باشد.

ب - رشد و نمو انبوه قارچ، دلیل سمیت زیاد قارچ نمی باشد، زیرا توده کم قارچی هم ممکن است دارای خاصیت توکسین زایی بالایی باشد.

ج - بسیاری از سوبستراها وجود دارند که قارچ بر روی آنها به خوبی رشد و نمو می کند، اما توکسین تولید نمی شود. (مثل چای، قهوه و ژلاتین و غیره).

د - قارچهایی که می توانند دو نوع توکسین مختلف ایجاد نمایند، بر روی بسیاری از سوبستراها قادرند فقط یک نوع توکسین ایجاد کنند.

ه - قارچها بر روی فرآورده های دامی مقدار توکسین کمتری تولید می کنند. در حالی که بر روی فرآورده های گیاهی، مثل غلات و حبوبات به میزان قابل توجهی توکسین ایجاد می کنند.

۲- درجه حرارت

درجه حرارت نقش مهمی در رشد میسیلیوم قارچها، تشکیل جوانه و رشد و تشکیل اسپورها دارد. اکثر کپک ها در درجه حرارت بین $15-30^{\circ}\text{C}$ رشد می کنند و اپتیمم درجه حرارت رشد آنها $25-30^{\circ}\text{C}$ است. چندین گونه از کپک پنی سیلیوم نیز از انبارهای سرد، که برای نگهداری ماهی تا 20°C - بکار می روند، ایزوله شده اند.

بعضی از این کپکها قادر به رشد در این شرایط نیستند، اما اسپور آنها می تواند فعال باقی بماند. بنابراین قابلیت رشد کپکها در چنین شرایطی یکی از مهمترین عوامل آلوده کننده فرآورده های کشاورزی و محصولات غذایی می باشد.

اسپورهای *Rhizopus nigricans* و *Mucor mucedo* و *Aspergillus niger* بعد از ۷۷ ساعت در هیدروژن مایع 235°C - یا ۴۹۲۷ ساعت در هوای مایع 190°C - زنده باقی می مانند. قابلیت رشد و بقای قارچها، در دمای پایین، باعث شده است که بسیاری از قارچها را بوسیله روش خشک کردن انجمادی^(۱) در آزمایشگاههای قارچ شناسی نگهداری نمایند. برعکس این

شرایط بعضی از قارچها قادرند، در درجه حرارت های بسیار بالا رشد کنند. مثلاً *A. flavus* می تواند در درجه حرارت 35°C تونل های خشک کن زنده باقی بماند و *A. fumigatus* درجه حرارت 50°C را تحمل می کند و *Humicola lanuginosa* قابلیت رشد در حرارت 60°C را دارد. در درجه حرارتهای بالاتر قارچها زنده باقی می مانند ولی رشد نمی کنند.

آسکوسپوره های کپک *Byssoschlamys fulva* در درجه حرارت 70°C بمدت ۲ ساعت و در درجه حرارت 85°C بمدت ۱۰ دقیقه زنده باقی می مانند. در هوای خشک آسکوسپوره های *Neurospora* درجه حرارت 130°C را بمدت ۲۰ - ۱۵ دقیقه تحمل می کنند و این موضوع حضور قارچها را در گرم خانه های کیک پزی، توضیح می دهد.

بعضی از قارچها طیف وسیعی از درجه حرارت را تحمل می کنند. برای مثال کپک *Botrytis cinerea*، یک کپک مضر برای بسیاری از محصولات غذایی است که خارج از یخچال نگهداری می شوند، ولی بخوبی قابلیت ایجاد فساد در میوه های یخچالی را نیز دارد و رشد مناسبی هم در 20°C و هم در 5°C دارد.

قارچهای ترموفیلیک، معمولاً رشد خوبی در 50°C درجه سانتی گراد دارند اما در زیر حرارت 20°C قادر به رشد نیستند. در این گروه تعدادی بصورت میکرو ترموفیلیک هستند. یعنی اپتیمم درجه حرارت رشد آنها بین $25-30^{\circ}\text{C}$ و ماکزیمم درجه حرارت رشد آنها $40-48^{\circ}\text{C}$ می باشد. *Byssoschlamys nivea* و سایر قارچهای این گونه، ترموفیل های حقیقی هستند که اپتیمم درجه حرارت رشد آنها بین $40-45^{\circ}\text{C}$ می باشد. ماکزیمم حرارت رشد برای قارچهای این گونه ممکن است تا حدود 60°C نیز برسد، ولی حداقل درجه حرارت لازم برای رشد آنها 20°C می باشد.

Mucor pusillus و *Thermomyces lanuginosus* از قارچهای مقاوم به حرارت هستند که ماکزیمم درجه حرارت رشد آنها 50°C می باشد، اما می توانند زیر حرارت 20°C هم رشد کنند.

قارچهای مزوفیلیک یا معتدل، قارچهایی هستند که در دامنه حرارتی $10-40^{\circ}\text{C}$ رشد می کنند، و اپتیمم درجه حرارت رشد آنها 25°C است. *A. versicolor* و *P. chrysogenum* جزو این قارچها می باشند.

قارچهای سایکروفیل یا سرما دوست، قارچهایی هستند که اپتیمم درجه حرارت رشد آنها

بین 10°C - 5°C است. در بین اینها، قارچهایی تحت عنوان *Cryophilic fungi* نامیده می‌شوند که بطور ویژه‌ای قادر به رشد در درجات حرارتی خیلی پائین هستند (۶ و ۵). نکته قابل توجه در بین این قارچها شباهت درجه حرارت اصلی رشد آنهاست. در حالی که درجه حرارت لازم برای تشکیل اسپور در آنها ممکن است متفاوت باشد و معمولاً اپتیمم درجه حرارت برای تشکیل اسپور در همه آنها کمتر از درجه حرارت رشد می‌باشد. برای مثال کپک *F.conglutinans* و *A.versicolor* و *P.cyclopium* چنین عمل می‌کنند.

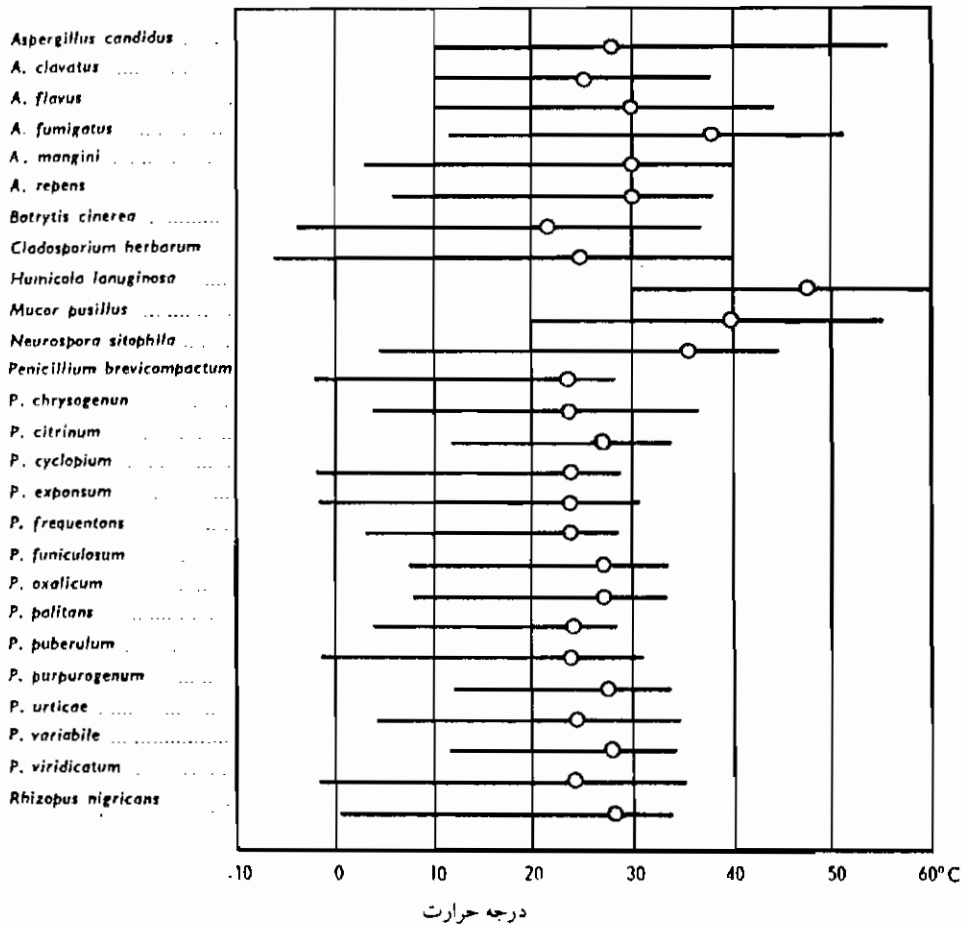
درجه حرارت تأثیر عمده‌ای در شکل ظاهری کیسه‌های حاوی اسپور دارد. مثلاً *A.giganteus* در 20°C تولیدکنندگی فورهای دراز و باریکی را می‌کند که ممکن است ارتفاع آنها تا ۱۰ cm هم برسد، در حالی که در 30°C تولیدی فورها کوتاه‌تر از ۱ cm است. فاکتور حرارت علاوه بر تأثیر عمده‌ای که در مرفولوژی و ظاهر کپک دارد، تأثیر زیادی نیز در کمیت و کیفیت متابولیسم فرآورده‌های قارچی دارد. در واقع اپتیمم درجه حرارت رشد، بهترین درجه حرارت برای تولید متابولیتها نیز خواهد بود.

اپتیمم درجه حرارت رشد کپک *Pithomyces chartarum*، 24°C تعیین شده است و مایکوتوکسین خود را نیز در 20°C تولید می‌کند. *p.chrysogenum* به موازات افزایش میزان تولید پنی‌سیلین در 30°C به مدت ۴۲ ساعت رشد آن نیز افزایش پیدا می‌کند. ماکزیمم و می‌نیمم درجه حرارت رشد بعضی از قارچها در نمودار ۳-۱ مشخص گردیده است (۹).

۳- رطوبت

مهمترین فاکتور مؤثر در رشد قارچها، رطوبت است. رطوبت نه تنها در میزان رشد میسلیم قارچ و تولید اسپور مؤثر است، بلکه در میزان جوانه‌زنی اسپورها نیز نقش عمده‌ای دارد (۱۹)، ۸، ۹ و ۱۰.

نقش رطوبت در رشد و تکثیر قارچها مخصوصاً زمانی مشهود است که مواد غذایی بخصوص غلات در انبار و در زمان نگهداری دچار صدمه می‌شوند. جدول ۳-۱ مینیمم و ماکزیمم رطوبت مورد نیاز چند نوع قارچ را نشان می‌دهد.



نمودار ۱-۳. محدوده حرارتی مناسب رشد تعدادی از قارچهای آلوده کننده مواد غذایی، خطوط بسته نشان دهنده ماکزیمم و مینیمم درجه حرارت رشد و دایره توخالی نشان دهنده اپتیمم درجه حرارت رشد قارچ می باشد.

جدول ۳-۱. مینیمم رطوبت نسبی جوانه زدن، رشد و تشکیل اسپورکپکها

جنس و گونه کپک	درصد رطوبت نسبی		
	جوانه زدن	رشد	تشکیل اسپور
<i>Aspergillus echinulatus</i>	۷۱	۶۲	-
<i>A. chevalieri</i>	۶۵-۷۳	۶۵	-
<i>A. candidus</i>	۷۲-۷۵	۷۲-۷۵	۸۰
<i>A. versicolor</i>	۷۶-۷۸	۷۵	-
<i>A. repens</i>	۷۱-۸۰	-	-
<i>A. flavus</i>	۸۰	۸۰	۸۵
<i>Penicillium expansum</i>	۸۲-۸۶	۸۲	۸۵
<i>Aspergillus niger</i>	۸۰	۸۸-۸۹	۹۲-۹۵
<i>Mucor racemosus</i>	۸۸	۹۲	۹۵
<i>Rhizopus nigricans</i>	۹۰-۹۲	۹۲-۹۴	۹۶
<i>Alternaria tenuis</i>	۹۴	-	-
<i>Cladosporium herbarum</i>	۹۴	-	-

قارچها را بر مبنای نیاز رطوبتی به شرح زیر تقسیم بندی می کنند: (۱۱ و ۳)

- قارچهای خشکی دوست (xerophilic): اسپور این قارچها می توانند با شرایط رطوبت کمتر از ۸۰٪ جوانه بزنند و اپتیمم درجه رطوبت رشد این قارچها حدود ۹۵٪ است.

A. repens و *A. restrictus* و *A. versicolor* و *Hemispora stellata* جزو این گروه قارچها هستند.

- قارچهای معتدل (-mesophilic): اسپور این قارچها در شرایط رطوبت نسبی ۸۰-۹۰٪ قادر به جوانه زدن هستند و اپتیمم رشد این قارچها در رطوبت نسبی ۹۵-۱۰۰٪ مشاهده می شود.

کپکهای *Cladosporium*، *Alternaria tenuissima*، *Cladosporioides* و *P. cyclopium* جزو این دسته از قارچها محسوب می شوند.

- قارچهای هیدروفلیک (hydrophilic): اسپور این قارچها فقط در رطوبت نسبی بالاتر از ۹۰٪ جوانه می زنند و اپتیمم رشد نزدیک به رطوبت نسبی ۱۰۰٪ است.

کپک *Trichothecium roseum* و *Mucor circinelloides* و *Epicocum nigrum* جزو این گروه قارچها هستند. رطوبت نسبی نباید با مقدار آب موجود در سوبسترا اشتباه شود. با توجه به درجه حرارت، برای هر غلظت آب موجود در سوبسترا یک مقدار معین از رطوبت

نسبی مورد نظر است که سوبسترا قادر است این آب را به اتمسفر بدهد. در رطوبت نسبی پایین (۲۵-۳۰٪) آب به وسیله انرژی پیوندی مخصوصی به سوبسترا باند می‌شود، اما با افزایش رطوبت نسبی، آب در دسترس افزایش یافته و میزان اتصال آب ضعیف و ضعیف‌تر می‌شود.

این مسأله نشان‌دهنده درجه تحرک آب است که باعث می‌شود کپک‌ها امکان رشد روی مواد جامد را پیدا کنند.

حتی ممکن است سوبسترا دارای مقدار زیادی آب باشد، ولی روی آن فقط قارچ‌های خشکی دوست قادر به رشد باشند.

با توجه به نوع سوبسترا در یک درجه حرارت مخصوص و معین، می‌توان منحنی رسم کرد که نشان‌دهنده ارتباط یا نسبت تعادلی بین رطوبت نسبی اتمسفر و آب موجود در سوبسترا است و به این نسبت، ایزوترم جذب آب می‌گویند^(۱)

در جدول زیر میزان رطوبت بحرانی از نظر رشد قارچ در دمای ۲۲°C در تعدادی از دانه‌های غذایی مهم و مورد استفاده دام و طیور بطور نمونه ارائه شده و نشان‌دهنده این است که رطوبت اولین و مهمترین عامل مساعد جهت رشد قارچ‌ها می‌باشد.

جدول ۲-۳. آستانه شروع میزان رطوبت بحرانی از نظر رشد قارچ در دانه‌های غذایی
(در ۲۲ درجه سانتی‌گراد)

نام ماده غذایی	میزان رطوبت بر حسب درصد
جو کوبیده	۱۴/۲
ذرت درسته	۱۴/۸
ذرت آسیاب شده	۱۳/۰
ذرت کوبیده	۱۲/۰
یونجه	۱۵/۰
یولاف درسته	۱۴/۵
یولاف چروکیده	۱۳/۱
پودر سویا با ۴۴ درصد پروتئین	۱۳/۱
پودر سویا با ۴۸ درصد پروتئین	۱۵/۰

۴- فشار اسمزی

قارچها در محیط کشت با فشار اسمزی بالا (کلرورسیدیم یا قند) رفتار متفاوتی دارند. برای مثال کپک *A. glaucus* در محیط کشت با فشار اسمزی بالا رشد نمی‌کند، مگر اینکه محیط دارای ۴۰-۲۰٪ ساکارز یا معادل مولی آن کلرورسیدیم داشته باشد.

کپک *A. halophilicus* برای اینکه رشد مناسبی داشته باشد، لازم است در غلظتهای بالایی از فشار اسمزی کشت داده شود (مثلاً غلظت ۷۰٪ ساکارز یا ۲۰٪ کلرورسیدیم با رطوبت نسبی ۷۳٪ و درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد).

با توجه به غلظت قند موجود در محیط کشت، خصوصیات مورفولوژیکی قارچها متفاوت است و لازم است با توجه به محیط کشت، میکروفلورهای اسموفیلیک^(۱) ارزیابی و انتخاب شوند. در واقع فشار اسمزی قابل تحمل، برای رشد و نمو قارچهای توکسین زا برابر با ۵۰ درصد غلظت ساکارز همراه با فشار اسمزی مؤثر ترکیبات محیط کشت می‌باشد. بنابراین مرباجات و ترکیبات غذاهایی که غلظت مواد قندی آنها حدود ۶۰ درصد به بالا است، از نظر توکسین‌زایی مواد غذایی مطمئن می‌باشند.

نمک طعام در غلظتهای کم (بین ۱ تا ۱/۵ درصد) بر روی رشد و نمو قارچ و تولید توکسین اثر تشدید کننده دارد. از طرف دیگر اثر غلظت نمک طعام بر روی رشد و نمو قارچ و تولید توکسین، تابع درجه حرارت و رطوبت محیط می‌باشد. آزمایشات تجربی نشان می‌دهد که در ۲۸°C اثر بازدارندگی نمک در غلظت ۱۴ درصد است. واتراکتیویته^(۲) (aw) نیز در رابطه با اثر غلظت نمک بر روی رشد و نمو قارچ و تولید توکسین بسیار مؤثر است. در شرایطی که رطوبت محیط در حداقل واتراکتیویته (۰/۸۲) قرار داشته باشد، غلظت ۱/۵ درصد نمک طعام هم اثر بازدارندگی نشان می‌دهد (۱۴، ۱۳ و ۲).

pH - ۵

اغلب قارچها در دامنه pH: ۴-۸ قادر به رشد هستند، اما بعضی از آنها بر روی محیطهای خیلی اسیدی و یا خیلی قلیایی نیز رشد می‌کنند (۱۴، ۱۳ و ۲).

دامنه تحمل pH، در بعضی از قارچها خیلی محدود و در بعضی دیگر بسیار وسیع است. اثر pH در تولید مایکوتوکسینها در انواع قارچها بستگی به شرایط محیط کشت، ترکیبات غذایی محیط کشت، و گونه قارچ تولید کننده توکسین دارد. برای مثال قارچ آسپرژیلوس فلاووس در محیط کشت هایی که pH اولیه آنها کمتر از ۴ است رشد نمی کند. بررسی رشد و توانایی تولید آفلاتوکسین طی فرآیند تخمیر در قارچ آسپرژیلوس فلاووس مشخص کرده که در ابتدای تخمیر که روند درجه pH رو به کاهش است آفلاتوکسین تولید نمی شود، ولی بعد از اینکه درجه pH محیط افزایش می یابد تولید آفلاتوکسین نیز شروع می شود، به صورتی که در روز سوم تخمیر ($pH = 4/7$) ما کمزیم مقدار آفلاتوکسین تولید می شود (۲۳).

امروزه مشخص شده است که کاهش روند تولید آفلاتوکسین در انواع قارچها و درجه های متفاوت pH ناشی از تأثیر غلظت یونهای هیدروژن بر متابولیسم تولید مواد مختلف در کپکها است. البته شرایط تنفس (هوای بودن یا بی هوای بودن) درجه اسیدیته محیط، نیز روی رشد و تولید انواع مایکوتوکسین در قارچها مؤثر است.

۶- ترکیب گازی اتمسفر

۶-۱- غلظت اکسیژن

اکسیژن امکان تنفس را برای قارچها فراهم می آورد و مهمترین فاکتور رشد است، زیرا اکثر کپکها هوای اند.

کپک *Mucor* و *Trichoderma* برای رشد نیاز به غلظت بالای اکسیژن دارند، بنابراین در سطح سوبسترا یا ماده غذایی رشد می کنند. در حالی که کپک *Stachybotrys* و *periconia* به غلظت پائین تری از اکسیژن نیاز دارند و بنابراین در بخش های عمیق تر سوبسترا رشد می کنند.

رشد و اسپورزایی با توجه به ترکیبات هوا یا اتمسفر، در جنسهای آسپرژیلوس و پنی سیلیوم متفاوت است. بعضی از آنها در فلاسکهایی که متحرک اند و محیط کشت را تکان می دهند از بین می روند و در اتمسفری رشد می کنند که نیتروژن دارد (محیط فاقد اکسیژن) (۲۳، ۱۷ و ۵).

۶-۲- غلظت دی اکسیدکربن

دی اکسیدکربن اتمسفر فاکتور دیگری است که تأثیر ویژه‌ای بر روی رشد و شکل ظاهری قارچها دارد. *A.niger* در غلظت پائین CO_2 ، اسپوره‌هایش جوانه می‌زنند و *A.flavus* در غلظت بالای CO_2 رشدش متوقف می‌شود.

البته قابل ذکر است که پارامترهای مختلف فیزیکوشیمیایی یکدیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند و در نتیجه ممکن است چندین گونه کپک به طور همزمان، در یک سوبسترا حضور یابند. بعضی اوقات تأثیر پارامترهای مختلف در محیط شرایطی ایجاد می‌کند، که می‌توان محصول و متابولیت معینی را به دست آورد و یا اینکه شرایطی در محیط کشت ایجاد شود که قارچها قادر به رشد نباشند، (برای مثال ایجاد الکل یا اسید). در بسیاری از مواقع نیز خیلی از گونه‌های کپکها خود را با شرایط محیط سازگار کرده و می‌توانند در انواع شرایط محیطی، زندگی کنند.

وجود اکسیژن برای رشد قارچ و ایجاد اسپور ضرورت کامل دارد، ولی دی اکسیدکربن از تولید توکسین جلوگیری می‌کند.

قارچها می‌توانند مقادیر زیاد CO_2 را تحمل نمایند، بطوری که اگر غلظت CO_2 از ۳٪ به ۲۰٪ افزایش یابد، کاهش قابل ملاحظه‌ای در رشد قارچ و تولید اسپور ایجاد نمی‌شود. ولی در غلظت ۷۵٪ CO_2 ، از تولید مایکوتوکسین کاسته می‌شود. در تراکم ۱۰۰٪ CO_2 ، هم رشد قارچ و هم تولید مایکوتوکسین متوقف می‌شود (۵).

منابع

- 1- Apinis, A. E. 1963. -- Thermophilous fungi of coastal grasslands. Soil Organisms. Proc. Colloquium on soil fauna, soil microflora and their relationships, p. 427-438, North Holland Publishing Co.
- 2- Boutrif, E. 1995. FAO programmes for preventions regulation, and control of mycotoxins in food. Natural toxins, 3(4), 322-326.
- 3- Brooks, F. T. et Hansford C. G. 1923. -- Mould growth upon cold store meat. Trans. Brit. Mycol. Soc., t. VII, p. 113-114.
- 4- Chelkowski, J. 1980. Formation of mycotoxins and detoxification in cereal grains. Roczniki, Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy naukowe Nukoo pp 47.
- 5- Cochrane, V. W. 1958. -- Physiology of fungi. 524 p., John Wiley and Sons, New York.
- 6- Cooney, D. G. et Emerson R. 1964. -- Thermophilic fungi. 188p., Freeman and Co, San Francisco.
- 7- Davison, S. et Marbrook J. 1965. -- The effect of temperature on the toxicity of spores of *Pithomyces chartarum* (Berk, et Curt.) M.B. Ellis. New Zealand J. Agric. Res., t. VIII, p. 126-130.
- 8- Dowell, F., Smith, J. 1995. Anore on high moisture content foreign material effects on aflatoxin in peonuts during storage. Peanut science, 22(2), 166-168.
- 9- Draughon, F. A, Mobley, DC, 1989. Effects of temperature moisture content and inoculum on concurrent production of aflatoxin and ochratoxin during fungal competition. Bilographic citation. pp 351-354.
- 10- Golinsk, P. Wiewiowska, M. 1987. Mycotoxins in cereal grain. Bilographic citation, Nahrung, 31(1) 81-84.
- 11- Guo, B. Z. Russin, J. S, Brown, R. L., Cleve and, T. E., Widstrom, N. W. 1996. Resistance to aflatoxin contamination in corn as influenced by relative humidity and kernel germination. Journal of food protection, 59(3) 276-281.
- 12- Hagen, P.O. 1971. -- The effect of low temperatures on microorganisms: conditions under which cold becomes lethal. in Hugo W. B., Inhibition and destruction of the microbial cell, p. 39-76, Academic press.
- 13- Hawker, L. E. 1950. -- Physiology of fungi. 360 p. Univ. London Press.
- 14- Lilly, V. G. et Barnett H. L. 1951. -- Physiology of the fungi. 464 p., Mc Graw Hill, New York.
- 15- Majerus, P. Woller, R. Leeviva, T.P, Klintrimas, T. 1985. Spices mould contamination and content of aflatoxins and sterigmatocystin. Bilographic citation fleischwirtschaft, 65(9) 1155-1158.
- 16- Nowotny, P. Bultes, W. Kraenert, W. Weber, R. 1983. Study of commercial cheese samples for the mycotoxins. Lebensmittelchemie und - Gerichteche, chemie, 37(3), 71-72.
- 17- Salunkhe, D. K., Adsule, R.N. Pandule, DN. 1987. Aflatoxins in food and feeds. Metropolitan New dehle India.
- 18- Scott, W. J. 1957. -- Water relations of food spoilage microorganisms. Adv. Food Res., t. VII, p. 83-127.
- 19- Snow, D. 1949.-- The germination of mould spores at controlled humidities. Ann. Appl. Biol., t. XXXVI, p. 1-13.
- 20- Snow, D. 1945. -- Mould deterioration of feeding stuffs in relation to humidity of storage. Part. III. The isolation of mould species from feeding stuffs stored at different humidities. Ann. Appl. Biol., t. XXXII, p. 40-44.
- 21- Somson, R. A. Hoekstra, E.S. Frisvad, J.C. 1995. Introduction to food-borne fungi. Filtenborg O, Ed, 4, ii * 322 pp.
- 22- Sorger, Domenigg H., Cuendet L.S., Chistensen C.M. et Geddes W.F. 1955.-- Grain storage studies XVII. Effect of mold growth during temporary exposure of wheat to high moisture contents upon the development of germ damage and other indices of deterioration during subsequent storage. Cer. Chem., t. XXXII, p. 270-284.
- 23- Tabak, H. H. et Cook W. B. 1968. -- Growth and metabolism of fungi in an atmosphere of nitrogen. Mycologia, t. LX, p. 115-140.