بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه فردوسی مشهد
انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد ، شمارهٔ ۲۰۵

بیولوژی قارچها

تألیف
سی .تی . اینگولد

ترجمه
دکتر محمود ذکائی

۱۳۷۵

فهرست‌نویسی پیش از انتشار توسط کتابخانهٔ مرکزی و مرکز اسناد دانشگاه فردوسی مشهد

اینگولد، سسیل ترنس Ingold, Cecil Terence

بیولوژی قارچها/تألیف سی. تی. اینگولد؛ ترجمه محمود ذکائی . ـ مشهد : دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۷۵ .

۲۴۴ ص . : مصوّر . ـ (انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد؛ ۲۰۵) .

عنوان اصلی : The Biology of Fungi

۱. قارچ‌شناسی . الف . ذکائی، محمود، مترجم . ب . عنوان .

۵۹۸/۰۲ QK ۶۰۳/

مشخصات

نام کتاب : بیولوژی قارچها

تألیف : سی. تی. اینگولد

ترجمهٔ : دکتر محمود ذکائی

ناشر : انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ انتشار : زمستان ۱۳۷۵

تیراژ : ۲۰۰۰ نسخه ـ چاپ اوّل

امور فنّی و چاپ : مؤسّسهٔ چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

قیمت : ۵۸۰۰ ریال

فهرست مطالب

پیشگفتار	۱
فصل اول ـ مقدمه	۳
فصل دوم ـ رشد و تغذیه	۹
فصل سوم ـ فیکومیست ها	۳۳
فصل چهارم ـ آسکومیستها	۷۱
فصل پنجم ـ بازیدیومیستها	۱۰۷
فصل ششم ـ قارچهای ناقص	۱۵۵
فصل هفتم ـ اکولوژی قارچها	۱۷۱
فصل هشتم ـ انتشار قارچها	۱۹۵
فصل نهم ـ قارچهای انگل گیاهان	۲۱۳
فصل دهم ـ قارچها و مسائل انسانی	۲۲۹

به نام ایزد دانا و توانا

سپاسگزاری

این کتاب ترجمه چاپ پنجم بیولوژی قارچها نوشته اینگولد است ما این کتاب را به دلیل استفاده روز افزون آن در بیشتر دانشگاهها و تطابق آن با برنامه های آموزشی درس قارچ شناسی در برنامه ریزی شورای عالی انقلاب فرهنگی جهت ترجمه انتخاب کردیم.

کتاب حاظر شامل کلیات و یک شناخت و راهنمائی درباره موضوع قارچ شناسی است و در وهله اول یک اسکلت کلی از رده بندی قارچها بیان شده و به ترتیب مورد بحث قرار گرفته اند. بعد از آن روابط زیستگاهی قارچها، انتشار قارچها و بالاخره قارچها و مسائل انسانی نیز به تفصیل آورده شده است. امید است مجموعه بتواند پاسخگوی نیاز محقق یا دانشجویان بخصوص دانشجویان علوم زیستی، کشاورزی و پزشکی و علاقمندان به این رشته باشد. مترجم از استادان صاحب نظر و دانشجویان گرامی که این کتاب را مطالعه می نمایند انتظار دارد با اظهار نظرهای علمی خود جهت رفع نقایص اینجانب را یاری دهند، مترجم لازم می داند از همکار محترم آقای دکتر مهرداد لاهوتی جهت ویرایش علمی کتاب تشکر و قدردانی نمایند همچنین از خانم جعفری و خانم عباسی به خاطر تصحیح و مطابقت نسخه حروفچین شده با متن اصلی تشکر می نمایم. در این جا از اولیاء محترم و کارکنان وظیفه شناس مؤسسه چاپ و انتشار دانشگاه فردوسی مشهد که در همه موارد نهایت همکاری را داشته اند تشکر و قدردانی می شود.

محمود ذکائی

آبان ماه ۷۵

« پیشگفتار»

در این کتاب سعی من براین بوده که صرفاً نظر خود را نسبت به علم قارچ شناسی ارائه نمایم، باین معنا که بهترین راه مطالعه قارچها این است که آنها را بعنوان موجودات زنده مورد بررسی قرار داده و ساختمان آنها در رابطه باطرز عملشان بررسی شود.

تاکسونومیست ها، قارچ شناسان، ژنتیک دانان، بیوشیمیست قارچها، و متخصصین میکروسکپ الکترونی به همکاریهای باارزش خود در زمینه قارچ شناسی ادامه داده اند، امّا روز غم انگیزی خواهد بود اگر دانشجویان این رشته از زیبائی قارچها شگفت زده نشوند و یا سئوالات خود را در خصوص اینکه چگونه قارچها بعنوان مکانیزمهای کاملاً زنده عمل می نمایند متوقف سازند.

نسخه اصلی این کتاب در تابستان ۱۹۵۹ برروی اقیانوس اطلس برعرشه کشتی R. M. S. Ivernia که از سوت هامپتون عازم مونترال بود به رشته تحریر درآمده است. هرگونه امتیازی که ممکن است این کتاب داشته باشد آنرا بیشتر مدیون آرامش و هوای آفتابی اقیانوس و همچنین مدیون مصاحبت لذت بخش دوستی است که در این سفر مرا همراهی می نمود، در چاپ های بعدی تغییرات کم و بیش مختصر در آن صورت گرفته است.

درحال حاضر این کتاب در حالیکه شکل اصلی خود را حفظ نموده است بطور کامل بازنویسی شده است و این کار زمان بیشتری از تهیه نسخه اصلی بخود اختصاص داده است. تعدادی ا ز نمودارها تغییر یافته و حدود ۳۰ نمودار جدید برآنها اضافه گردیده است. اکنون در مقایسه با ۶۱ نمودار در چاپ اول، تعداد ۱۱۴ نمودار وجود دارد و من به خصوص تلاشهائی را نموده ام که هماهنگی نزدیک بین متن و تصاویر حفظ گردد. اکثر نمودارهای جدید

متعلق به خودم می باشد. اما برخی از آنها قبلاً در جاهای دیگری چاپ شده است، در همین رابطه وظیفه خود می دانم که از ادوارد آرنولد بخاطر اجازه چاپ بعضی از تصاویر کتاب از «مطالعاتی در بیولوژی (Studies in Biology) (اشکال ۲۱، ۲۶، ۶۶ و ۶۷ از شماره های ۸۸ و ۱۱۳) کمال قدردانی بنمایم. همچنین از انتشارات دانشگاه کمبریج به خاطر اجازه استفاده از شکل ۷۹ که طرحی است از J.Webster از کتاب مقدمه ای برقارچ شناسی (Introduction to mycology)، همینطور در مورد Boubee et Cie به خاطر اجازه چاپ تصویری ازکتاب (Champignons toxigues et hallucinogenes) که آخرین تصویر می باشد و متعلق به Roger Heim قارچ شناس مشهور فرانسوی است سپاسگزار و ممنون هستم

C. T. Ingold

1983

فصل اول

مقدمه

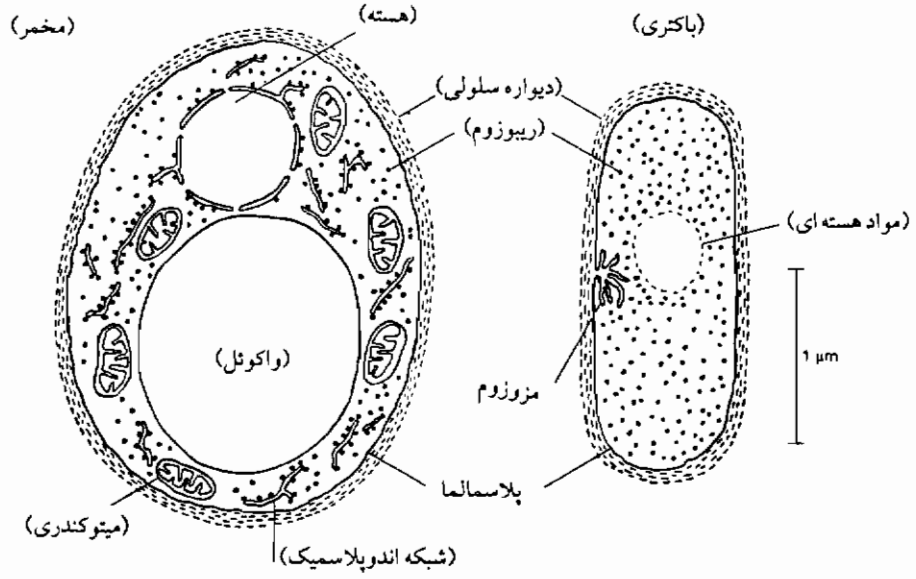
در گذشته موجودات زنده به دو سلسله گیاهان و جانوران تقسیم می گردیده اند. اما امروزه بسیاری از زیست شناسان ۴ سلسله را شناسائی می نمایند. سلسله جانوران، سلسله گیاهان سبز، سلسله قارچها، سلسله باکتریها و نظایر آنها.

اختلاف اساسی باکتریها و نظایر آنها که پروکاریوتیک هستند، از سلسله های دیگر که موجودات یوکاریوتیک هستند آنست که در مطالعه میکروسکپ الکترونی سلول پروکاریوتیک اختلاف زیادی با سلولهای حیوانی و گیاهان سبز و قارچها دارند، بدین معنا در باکتریها مواد هسته ای (DNA) بصورت رشته‌های کروموزومی پیچیده سازمان یافته نبوده و غشاء هسته وجود ندارد، بعلاوه فاقد میتوکندری و شبکه آندوپلاسمی می باشد. در صورت وجود تازه ساختمان آن با ساختمان تازه یوکاریوت ها که در همه انواع آنها یکنواخت و یکسان است تفاوت دارد. اختلاف بارز سازمان سلولی قارچها و باکتریها را می توان با مقایسه یک قارچ تک سلولی مانند (مخمر)[1] و یک باکتری نشان داد (شکل۱).

اختلاف اساسی قارچها با گیاهان سبز در این است که قارچها فاقد کلروفیل بوده بنابراین نمی توانند بوسیله عمل فتوسنتز مواد آلی مورد نیاز خود را از Co_2 و آب بسازند و مانند حیوانات

1 - Yeast

مجبورند به صورت (گندروی)[1] روی مواد آلی غیر زنده به صورت (انگل)[2] روی موجودات زنده دیگر بسر برند. گرچه قارچها شبیه گیاهان، در اطراف پروتوپلاسم دیواره سلولی دارند ولی الزاماً از نظر نحوه تغذیه متفاوت می باشند.



شکل ۱: طرح تفاوتهای اصلی بین ساختمان یك سلول مخمر(ساکارومیسس)[3] و یك سلول باکتری (پروکاریوتیك).

سلسله قارچها بزرگ بوده و حدود ۵۰۰۰۰ گونه دارند که شامل انواع کپک ها که برروی گیاهان در حال فساد یافت می شوند، و مخمرها که روی میوه شیرین بسیارند و تعدادی از کپکهای آبی هستند که اغلب روی ماهیهای مرده و شناور بسر می برند.

از طرفی عده‌ای از قارچها نظیر، میلدیو، سفیدك ها، زنگها، سیاهکها و تعداد زیادی دیگر که از عوامل بیماریزا در گیاهان محسوب می شوند وجود دارند. همچنین از قارچهای بزرگ مانند قارچهای سمی و طاقچه ای قارچهای منفذدار، قارچهای پفکی و قارچهای متعفن یا بدبو که بطور معمول در جنگلها درفصل پائیز مشاهده می شوند می توان نام برد. گلسنگها که از ارتباط نزدیک بین دو ارگانیسم، قارچهای مشخص با جلبک های ساده بوجود می آیند، نیز

1- Saprophytic
2- Parasite
3- Saccharomyces

بایستی ذکر کرد. اصطلاح (قارچ ها)[1] به مفهوم گسترده شامل کپکهای مخاطی[2] (آکرآزیالس[3] و میستوزوآ[4]) نیز بوده ولی در قالبی محدودتر بدون آنها در نظر گرفته می شود. کپکهای مخاطی بانحوه تغذیه آمیبی شکل هنگامی که بوسیله قارچ شناسان مورد بررسی قرار گیرند جز قارچها در نظر گرفته می شوند. در این کتاب اصطلاح قارچ به مفهوم محدودتر در نظر گرفته شده است. دانشجویان رشته قارچ شناسی و قارچ شناسان مسئولند که تحقیقات خود را روی این قارچ ها نیز انجام دهند. اگرچه کاملاً روشن است که این گروه متعلق به سلسله جانوران می باشند.

در حقیقت قارچها واجد سیستم تغذیه بوده و از رشته های بی رنگ (میسلیوم) تشکیل شده اند که سرانجام برروی ساختمانهای خاص بنام اسپوروفور تولید اسپور می نمایند. یک شاخه یا انشعاب میسلیوم را(هیف)[5] یا ریسه گویند که با دیواره سختی محدود می باشد.

برای مطالعه شکل و نمو قارچها، قارچ شناسان معمولاً آنها را در ظروف پتری که حاوی (آگار مغذی)[6] می باشد کشت داده و مورد مطالعه قرار می دهند.

سوسپانسیون ۲ درصد آگار در آب را که در حرارت ۱۲۰ درجه سانتی گراد استریل شده، پس از رسیدن حرارت به ۳۸ درجه سانتی گراد در داخل ظرف پتری استریل شده می ریزند تا بصورت ژله درآید. آگار ترکیبی از هیدرات کربن است که از جلبک قرمز دریائی بدست می آید و قارچ ها قادر به هیدرولیز آن نمی باشند. ماده غذائی مناسب را نیز می توان به محیط اضافه نمود و قارچ ها می توانند بدون هیچ گونه تغییر فیزیکی در آگار از این مواد استفاده نمایند. غالباً عصاره (مالت)[7]، به میزان یک تا دو درصد که حاوی کلیه مواد لازم برای رشد قارچ ها می باشد به آن اضافه می نمایند.

برای آشنائی نحوه رشد میسلیوم بهتر است متداول ترین قارچ یعنی همان (کپک نان)[8] را که بطور فراوان در خاك و در روی فضولات حیوانات یافت می شود مورد بررسی قرار دهیم. رشد آن سریع بوده و کارکردن با آن در محیط آزمایشگاه بسیار آسان می باشد.

اسپورقارچ مذکور مانند اغلب قارچها میکروسکپی تک سلولی با پروتوپلاسم متراکم و دارای مقدارکمی موادغذایی ذخیره ای به صورت گلیکوژن است. بطور کلی معمولاً گلیکوژن وچربی از ماد ذخیره ای قارچها به حساب می آیند. نشاسته در سلولهای قارچی یافت نمی شود.

1- Fungi
2- Slime moulda
3- Acrasiales
4- Mycetozoa
5- hypha
6- Nutrient agar
7- Malt extract
8- Mucor

چنانچه اسپور قارچ در محیط کشت آگارمغذی و در ۲۰ درجه سانتی گراد قرار گیرد درکمتراز چندساعت متورم می شود. سپس ازآن یک یاچند (لوله تندش)[1] به صورت هیف های کوتاه رشدمی کندوبه سرعت منشعب شده و میسلیوم اولیه را بوجود می آورد (شکل A-۲) بعداز یک یادوروز کلنی باحاشیه دایره ای شکل حاصل می شود. اگرقارچ درظرف پتری معمولی روی آگارکم عمق کشت داده شود شکل کلنی به صورت صفحه دو بُعدی ظاهر می شود. اما چنانچه دریک بشردارای عمق بیشتری ازآگار قارچ کشت دهیم چون کلنی در قسمتهای عمقی هیچگونه محدودیت برای رشد ندارد شکل کلنی بصورت (نیم کروی)[3] دیده می شود (شکل B-۲).

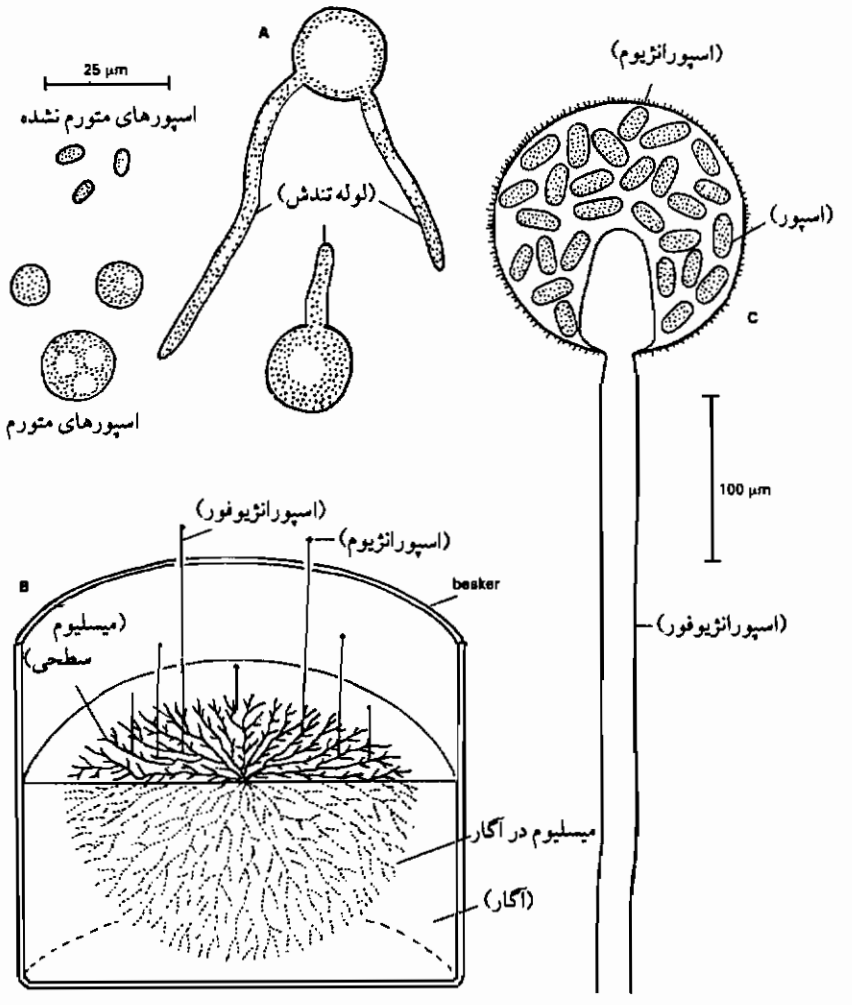
در اطراف و حاشیه کلنی هیف ها بصورت شعاعی و بطرف خارج آن رشد می نماید. طویل شدن رشته های قارچ مربوط به رشد انتهائی است، محور اصلی هیف رشد سریعتری نسبت به هیف کناری دارد گرچه گاهی یکی از هیف های کناری بارشد سریع خود و افزایش محیط کلنی از رشته های دیگر پیشی می گیرد (شکل ۳).

در اغلب گونه های مذکور و انواع منسوب به آن رشته های میسلیوم فاقد دیواره عرضی هستند اما گاهی (دیواره عرضی)[4] در مراحل بعدی رشد و نمو ایجاد می شود و در بیشتر قارچهای دیگر رشته های میسلیوم بوسیله دیواره عرضی به سلولهایی تقسیم می گردند.

نحوه انشعاب و تغذیه میسلیومی که مهمترین ویژگی قارچها محسوب شده و تغذیه، رشد و ساختار دقیق آن در فصل بعد مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

بعدازدوره رشدرویشی بیشترقارچهابرروی انشعابات خاصی ازرشته های میسلیوم (هاگ)[5] تولیدمی کنند. درقارچ کپک نان سیستم تولیدهاگ بسیارساده است. (اسپورانژیوم ها)[6] که حاوی اسپورمی باشنددرانتهای (اسپورانژیوفور)[7] قراردارند. اسپورانژیوفور به صورت هیف های هوائی قائم رشد می کنند. سرانجام رشدانتهایی متوقف شده و انتهای آن متورم می گردد و تبدیل به اسپورانژیوم کروی شکل می شود که به وسیله دیواره عرضی گنبدی شکلی ازاسپورانژیوفورجدامی شود. پروتوپلاسم داخل اسپورانژیوم به توده های پروتوپلاسمی یکسان تقسیم شده، که باپیدایش دیواره به شکل اسپوردرمی آیند(شکل C۲). سرانجام اسپورهارهاشده وپراکنده می شوند.

1- Germ tubes
2- Sporangiophore
3- hemispherical
4- Septa
5- Spore
6- Sporangia
7- Sporangiophore

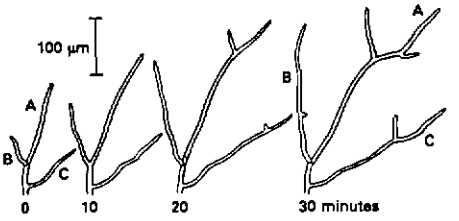


شکل ۲ : A - Mucor hiemalis (تندش اسپور)[1] ـ اسپور ابتداء متورم شده و تولید یك یا دولوله تندش می‌نماید.

B - M. hiemalis طرح نیمه پشتی یك بشر که نصف آن محتوی محیط کشت عصاره جو است و کلنی قارچ که ۴ روز از رشد آن می‌گذرد از قسمت سطح پشتی آن نشان داده شده است رشته‌های میسلیوم که درمحیط کشت فرورفته‌اندبوسیله نقطه چین مشخص شده است، میسلیومهای سطح درمحیط کشت بوسیله خطوط پررنگ نشان داده شده، (اسپورانژیوفور)[2] هارا تولید می‌کند.

C - M. plasmaticus - یك‌اسپورانژیوفور که دارای یك اسپورانژیوم)[3](Sporangium) کروی شکل محتوی اسپور می‌باشد.

1 - Spore germination
2- Sporangiophore
3- Sporangium



شکل ۳: Mucor hiemalis :(A) هیف پیشتاز رشته میسلیوم بادوانشعاب جانبی (B و A) که به‌فاصله زمانی ۱۰ دقیقه درحرارت ۱۰ درجه سانتی‌گراد ترسیم شده است. بعداز ۳۰دقیقه A به ۱۲۰ میلی‌میکرون افزایش پیدا کرده و دو انشعاب تولید کرده و B۱۰۳ میلی‌میکرون و C۹۰ میلی‌میکرون.

اندام حامل اسپور در کپک نان بسیار ساده است اما بعضی از قارچها مانند قارچهای (منفذدار)[1] و (طاقچه ای)[2] که اغلب برروی تنه درختان زندگی می کنند بسیار بزرگ و پیچیده است و اندام حامل اسپور از هیف های درهم بافته منشعب تشکیل می شود. درحقیقت سیستم حامل اسپور از رشد اختصاصی میسلیوم حاصل می گردد.

در دوره حیات قارچ چندمرحله مشخص وجود دارد که عبارتند از تندش اسپور، رشدرویشی میسلیوم؛ نمو و پیدایش دستگاه حامل اسپور، تولید اسپور و سرانجام رهایی و انتشار آنها، بعلاوه مانند سایر موجودات ترکیب جنسی دوهسته هاپلوئیدی و تقسیم میوز که متعاقب آن درهسته دیپلوئیدی رخ می دهد رویدادهای مهمی درچرخه زندگی اغلب قارچها محسوب می شود.

---

1 - Polypores

2- Woody bracket

فصل دوم

رشد و تغذیه

قبل از مطالعه رشد و تغذیه بهتر است تصویر دقیقی از میسلیوم قارچها داشته باشیم. به جز موارد استثنائی، رشد میسلیوم انتهائی بوده و از نیروی محرکه موجود در انتهای هیف بسیار جالب توجه است. بررسی های انجام شده بوسیله میکروسکپ الکترونی نشان داده که انتهای میسلیوم قارچها تا حدودی در گروههای مختلف متفاوت بوده اگرچه اساس ساختمان آنها یکی است. شکل ۴ ساختمان ظاهری رادر (پی تیوم)[1] (عامل مرگ گیاهچه) رانشان می دهد.

هیف قارچها محدود به دیواره سلولی است، این دیواره بصورت ژله ای سخت دارای جزئیات ساختمانی پیچیده ای است، اگرچه در چندگونه از قارچها ساختمان دیواره مورد بررسی قرار گرفته است. این دیواره تشکیل شده از پلی مرهائی مانند (گلوکان)[2] (پلی مرهائی از گلوکز)، (کیتین)[3]، (پلی مری از N استیل گلوکزآمین[4]) و پروتئین (پلی مری از اسیدهای آمینه[5]). در مطالعه دیواره سلولی، بوسیله میکروسکپ الکترونی، گلوکان بصورت ماتریکس بی شکل و تارهای میکروفیبریل درهم و طویل قابل مشاهده هستند. این رشته های

1- Pythium
2- Glucans
3- Chitin
4- N- acetyl glucosamine
5- Amino acids

میکروفیبریل در قسمتهای عمقی دیواره و در مجاور غشاء سیتوپلاسمی دیده می شوند و در سطح دیواره که گلوکان وجود دارد، امتداد ندارند و گلوکان در اینجا از رشته های میکروفیبریل آزاد است. در بیشتر قارچها میکروفیبریلها از ترکیبات کیتین هستند. اگرچه راسته (موکورالها)[1] جنس (کیتوزان)[2] (که از نظر شیمیائی شبیه کیتین) و در رده (اامیست ها)[3] سلولزی می باشد. شواهد کمی در دست است که سلولز در سطح خارجی دیواره این گروه از قارچها وجود دارد. همچنین پروتئین در دیواره سلولی، بصورت گلیکو پروتئین که خود ترکیبی از پروتئین و با هیدرات کربن است مشاهده می شود. علاوه برآن در دیواره سلولی ممکن است مواد چربی به مقدار کم وجود داشته باشند.

تارهای میکروفیبریلی هستند که معمولاً شکل هیف را حفظ می نمایند. یکی از روشهایی که برای مطالعه ترکیبات مختلف دیواره هیف بکار برده می شود، استفاده از آنزیمهای تجزیه کنندهٔ مناسب است. عمل جداسازی ترکیبات مختلف دیواره با بکار بردن آنزیمهای مناسب انجام می شود. چنانچه همه مواد دیواره به جز کیتین تجزیه شود هنوز شالوده هیف باقی خواهد ماند، عده ای از محققین موفق شدند که دیواره هیف را کاملاً ازبین برده و از قسمت پروتوپلاسم زنده مجزا سازند تحت این شرایط پروتوپلاسم نیزبه سادگی ازبین می رود.

پروتوپلاسم زنده هیف بوسیله دیواره غیرزنده احاطه شده اما تشخیص این دو کاملاً میّسر نیست. از این دیواره آب و مواد محلول می توانند در دو جهت انتشار یابد. بعضی از مولکولهایی که به خارج از هیف رانده می شوند بسیار بزرگند بعنوان مثال بعضی از آنزیمها که از جدار این دیواره به خارج رانده می شوند دارای وزن مولکولی حدود ۲۰۰۰۰ هستند که اینها احتمالاً از راه منافذ مخصوص عبور می نمایند.

پروتوپلاسم که دیواره هیف انرا احاطه نموده بوسیله (غشاء پلاسمائی)[4] نیز محصور شده است. اگر چه دیواره هیف محدود کننده موادی است که با پروتوپلاسم در تماس است، این غشاء سیتوپلاسمی است که عمل انتقال مولکولها و یونها را به داخل و خارج هیف تنظیم می نماید. دوترکیب اصلی ساختمان دیواره غشاء سیتوپلاسمی چربی و پروتئین است. با مطالعه بوسیله (اولترامیکروسکپ)[5] معلوم شده که نواحی غیر قابل نفوذ

1- Mucorales
2- Chitosan
3- Oomycetes
4- Plasmalemma
5- Ultramicroscope

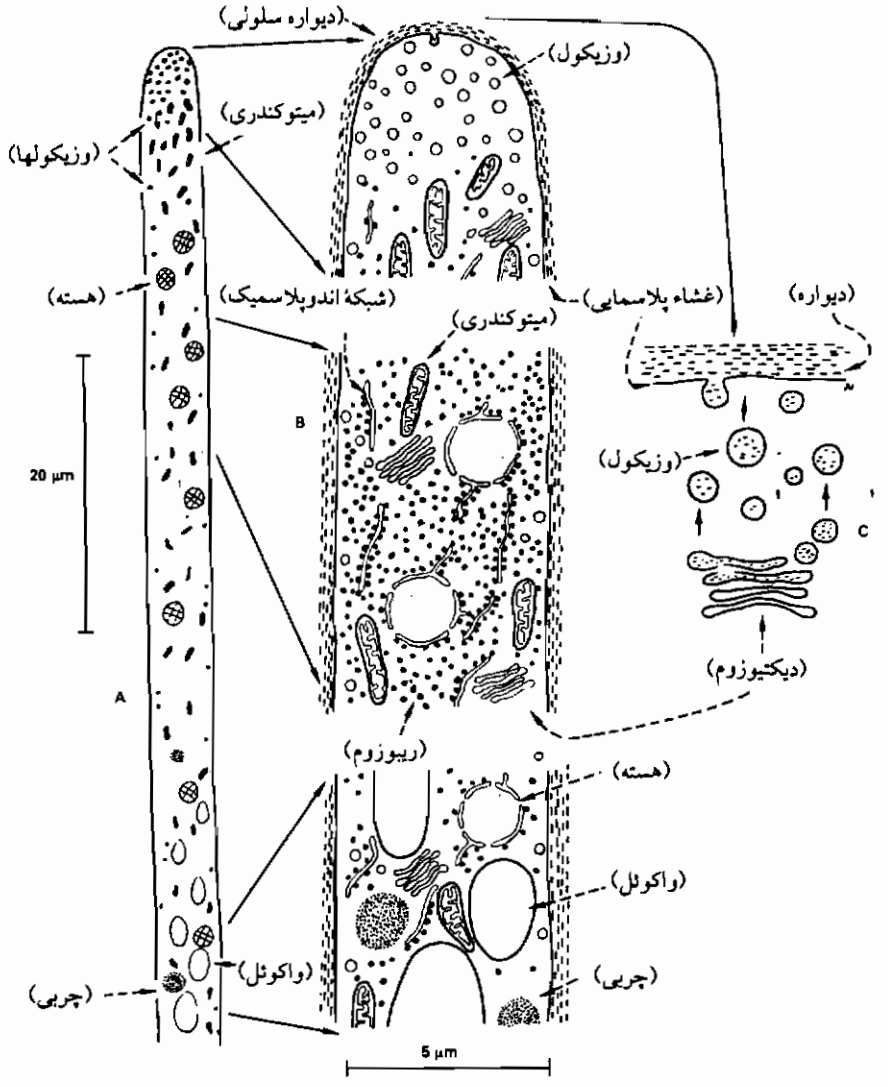
غشا همان مناطق چربی و قسمت های نفوذ پذیر مناطق پروتئینی هستند. قسمتهای چربی ترکیبی از دولایه مولکولهای چربی است که با پروتئین پوشیده شده است. با مطالعه بوسیله میکروسکپ الکترونی این غشاء از یک لایه منفرد تشکیل یافته که حدود ۸ نانومتر ضخامت دارد.

بعضی مواد از غشاء سیتوپلاسمی غیر فعال عبور می نمایند، اما بیشتر انتقالات فعال بوده (با صرف انرژی همراه است) و این انتقالات بستگی به سیستم تنفسی هیف دارد. بنظر می رسد انتقال فعال بستگی به مولکولهای انتقال دهنده دارد، که می توانند در عرض غشاء حرکت کنند، بطوریکه دریک سمت غشاء با املاح ترکیب و در طرف دیگر انها را آزاد می کنند. شکسته شدن وزیکولها نیز باعث عبور مواد به خارج از پروتوپلاسم شده و از این لحاظ بسیار مؤثرند.

بطورکلی ساختمان پروتوپلاسم شبیه ساختمان سایر موجودات ـ یوکاریوتیک است. در قارچ (پی تیوم)[1] (شکل ۴) مانند کپک نان هیف فاقد دیواره عرضی بوده و هسته ها پراکنده اند. هر هسته دارای دو غشاء منفذدار بوده، و بدون تردید حاوی مولکولهای mRNA و رشته های DNA کروموزوم بارموزژنتیکی، جهت سنتز پروتئین ها است. ناحیه خارجی هسته که همان ادامه غشاء هسته است متصل به شبکه آندوپلاسمی است. و تعداد زیادی دانه ریبوزوم روی آن و یا بطور آزاد قرار دارند که پس از دریافت پیام بوسیله mRNA موجب سنتز پروتئین و آنزیمهای حیاتی مختلف، برای فعالیت های بیوشیمیائی در هیف می شود. در قسمت انتهائی هیف وزیکولهای بسیار کوچک به صورت متراکم با اندازه یکسان که هریک بوسیله غشایی محدود می شود وجود دارد. در قارچ پی تیوم وزیکولها از جوانه زدن دیکتیوزومها که خود تشکیلاتی از شبکه آندوپلاسمی هستند ایجاد می شوند. اگرچه در بیشتر قارچها دیکتیوزوم وجود نداشته و بنظر می رسد که وزیکولها از شبکه آندوپلاسمی منشاء می گیرند. بنظر می رسد وزیکولها نقش کلیدی در رشد هیف را برعهده دارند. شواهد قانع کننده ای وجود دارد که وزیکولها حامل مواد اولیه برای سنتز دیواره می باشد. بعد از اینکه این وزیکولها کاملاً در قسمت انتهای هیف قرارگرفتند نه فقط شکسته شده و در محل مناسبی از دیواره قرارمی گیرند بلکه با غشاء سیتوپلاسمی یکی شده و در نتیجه باعث افزایش غشاء سیتوپلاسمی می شوند.

---

1 - Pythium



شکل ۴: Pythium (عامل مرگ گیاهچه) - برش طولی از ساختمان و انتهای یك هیف

A- طرح کلی

B- قسمتی ازشکل A با درشت نمایی بزرك که با میکروگراف الکترونی مشخص شده است

C- نشان دهنده این است که وزیکول از دیکتیوزومها مشتق شده و باعث افزایش غشاء پلاسمایی درانتهای هیف می‌شود و همزمان در ساختن مواد جدید دیواره شرکت می‌نماید.

یکی دیگر از اندامکها حیاتی پروتوپلاسم میتوکندری است که محدود به دو غشاء می باشد وظیفه میتوکندری کنترل و آزاد کردن انرژی برای انجام عمل سنتز مواد در هیف است. کمی دورتر از انتهای هیف واکوئلها دیده می شود که اندازه آنها در حال افزایش بوده و دارای دیواره هستند. در داخل پروتوپلاسم ذرات دیگری مانند دانه های کوچک چربی نیز وجوددارد.

در انتهای هیف در حال رشد قارچهای عالی (قارچهایی که دارای دیواره عرضی هستند) ناحیه ای با الکترونهای متراکم بنام جسم انتهایی دیده می شود[1] که به وسیله غشائی محدود نمی گردد، و با استفاده از میکروسکپ نوری با فاز متضاد، این جسم انتهایی هیف کاملاً قابل رویت و آشکار است. با مشاهداتی که صورت گرفته مشخص شده که نقش این جسم انتهایی بسیار مهم بوده و کنترل فعالیت های قسمت انتهای هیف را به عهده دارد.

اندامکها در انتهای هیف بطرز خاصی در قسمتهای مختلف پراکنده شده اند بطوریکه در پی تیوم وزیکولها در چند میلی میکرون اول انتهای هیف قرار داشته و اولین میتوکندری کمی بعد از آنها و در قسمت جلوی هسته قرار گرفته اند در بعضی از قارچها مانند فلامولینا[2] اولین هسته در فاصله بیش از ۱۰۰ میلی میکرون از انتهای هیف قرار دارد.

علی رغم محدودیت غشاء پلاسمایی، در اضافه شدن دیواره قسمت انتهایی هیف فعالیت های متابولیکی و تشکیل پروتوپلاسم جدید محدود به قسمتهای خاصی از میسلیوم نبوده و مشاهداتی که به عمل آمده نشان داده که فعالیت و سنتز مواد در قسمت انتهایی و چند میلی متر از نوك هیف صورت می گیرد.

بایستی به این نکته توجه داشت که اگرچه رشد انتهایی هیف قارچها نقش اصلی را در رشد قارچها دارد ولی رشد میانه ای[3] هم وجود دارد، مثلاً در اسپورانژیوفورها و در قسمت زیر اسپورانژیوم قارچهای (فیکومیسس[4])(صفحهٔ ۳۶) و همچنین در طویل شدن رشته های هیف در پایه قارچهای چتری غیر خوراکی قابل مشاهده است.

در قسمت نوك هیف دیواره نرم و قابل توسعه بوده ولی در قسمت پهلو ها بلافاصله دیواره سخت می شود و این حالت سبب می شود که رشته های میسلیوم به صورت استوانه ای به رشد خود ادامه دهند. همچنین محل انشعابات رشته های هیف دارای دیوارهٔ نرم می باشد.

1 - Apical body
2- Flammulina
3- Intercalary
4- Phycomyces

در بعضی از قارچها مانند (موکور)[1] انشعابات در فاصلهٔ خیلی کوتاه بعد از انتهای هیف شروع می شوداما در تعداد زیادی از قارچها انشعابات در فاصلهٔ زیادی نسبت به انتهای هیف و معمولاً در پایین اولین دیوارهٔ عرضی که در قسمت انتهایی وجود دارد ایجاد می شوند. بطور مثال درکلنی (فلامولینا)[2] که در محیط آگار کشت شده انشعابات آن حدود ۲۰۰ (میلی میکرون) از انتهای هیف شروع می شود. جایی که انشعابات ایجاد می شوند دیواره نرم است و دسته ای از وزیکولها مانند انتهای اصلی هیف مشاهده می شود.

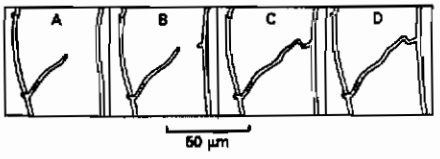
در بسیاری از رشته های میسلیوم پدیدهٔ (مرتبط شدن)[3] رخ می دهد. اگرچه این حالت در قارچهایی نظیر (فیکومیستها)[4] بندرت دیده می شود اما در قارچهای عالی که واجد دیوارهٔ عرضی هستند، مسأله ای بسیار مهم است و هیفهای جانبی مجاور هم متصل می شوند، این یکی شدن به صورتی است که انتهای یک هیف به انتهای هیف دیگر نزدیک و به هم مرتبط می شوند. وقتی انتهای یکی از هیفها در نزدیکی هیف دیگر قرار می گیرد ممکن است هیف مقابل را تحریک نموده و باعث به وجود آمدن زایده ای به سمت دیگری شده و به طرف آن رشد نماید و سرانجام باهم ادغام و در نتیجه ارتباط کامل بین این دو هیف برقرارمی شود (شکل ۵). پدیده اناستوموزیس مختلف بوده و بستگی به جنس قارچ و همچنین شرایط محیط کشت دارد. در نتیجه منشعب شدن رشته های میسلیوم یک شبکهٔ سه بعدی ایجاد می شود و نقل و انتقالات مواد بسادگی صورت می پذیرد. در قارچهایی که دارای (دیوارهٔ عرضی)[5] می باشند عمل انتقال مواد نیز صورت می گیرد زیرا این دیوارهٔ عرضی به صورت یک دیواره کامل نبوده و پروتوپلاسم می تواند از سوراخ کوچکی که در وسط این دیواره وجود دارد عبور می نماید.

حال به بحث در مورد تغذیهٔ قارچها می پردازیم. در حقیقت اساس براین است که، اولاً قارچها مانند گیاهان سبز نبوده و نمی توانند مواد آلی و اصلی مورد نیاز خود را از ترکیب گاز کربنیک و آب به دست آورند، ثانیاً دیوارهٔ سلولی که پروتوپلاسم را احاطه کرده می تواند مواد را فقط به صورت محلول دریافت نماید.

برای مطالعهٔ تغذیه، معمولاً قارچ را در یک محیط کشت مایع حاوی مواد غذایی مورد نیاز به صورت محلول و در شرایط محیطی کاملاً استریل قرار می دهند. چنین محیط کشتی را

1- Mucor
2 - Flammulina
3- anastomosis
4- Phycomycetes
5- Septum

در داخل دستگاه هم زن قرار می دهند تا محیط کشت حالت یکنواختی را در تمام قسمتها در هنگام رشد میسلیومها داشته باشد. البته در اثر رشد میسلیومها و جذب مواد و همچنین آزاد شدن موادی که در اثر متابولیسم قارچ ایجاد می شود ترکیب محیط کشت تغییر می نماید. بنابراین باید توجه داشت که برای رشد یک قارچ در محیط کشت مایع، مواد مورد نیاز بطور دایم در اختیار قارچ قرار گیرد. گرچه سیستم جذب اعمال متابولیکی در محیط کشت بسیار پیچیده است. ولی قارچ شناسان توانسته اند در چنین محیط کشتی که دایماً در حال تغییر است ترکیب شیمیایی آن را تعیین نمایند. برای مطالعهٔ تغذیه معمولاً قارچها را در ظروف کوچک شیشه ای[1] و مخروطی شکل حاوی مقداری محیط کشت مایع کشت داده و آن را به وسیله درفلزی می بندند البته این درها به صورتی است که گازها براحتی می توانند از آن عبور نمایند. رشد قارچ را با اندازه گیری وزن خشک میسلیوم قارچ بعد از مدت زمان معین محاسبه می نمایند. اگر منظور مطالعهٔ تأثیر عوامل محیطی در رشد قارچ باشد و ترکیبات محیط کشت مورد نظر نباشد می توان بااندازه گیری شعاع کلنی قارچ و افزایش آن در یک پتریدیش که محتوی آگاراست بررسی را انجام داد.



شکل ۵: آناستوموزیس در Sphaerobolus stellatus : ۴ مرحله (A-D) بعد از سه ساعت از انتشار هیفها درهم ادغام می‌شوند. درشکل B هیف جانبی سمت چپ باعث می‌شود که زایده را درهیف سمت راست خود ایجاد و به‌طرف آن رشد نماید

C : این دو و هیف جانبی به‌طرف همدیگر رشد می‌نمایند.

D: کاملاً درهم ادغام می‌شوند.

یک محیط کشت کامل برای رشد قارچها، بایستی دارای مواد مورد نیاز زیرباشد:

1- Flask

الف : مادهٔ آلی مناسب، به عنوان منبع کربن
ب : منبع ازت
پ : یونهای معدنی در حد لازم
ت : سایر یونهای معدنی در حد بسیار جزئی
ث : ماده آلی خاص به عنوان یک عامل رشد با غلظت بسیار کم.

گلوکز منبع کربن بوده که تقریباً کلیه قارچها می توانند آن را جذب و استفاده نمایند. دو قند دیگر، ساکارز و مالتوز را نیز بطور کلی قارچها می توانند براحتی جذب نمایند. بیشتر قارچها می توانند از نشاسته و سلولز بخوبی استفاده نمایند. بعداز آب قند بیشترین مادهٔ تشکیل دهندهٔ محیط کشت مایع برای رشد قارچ است.

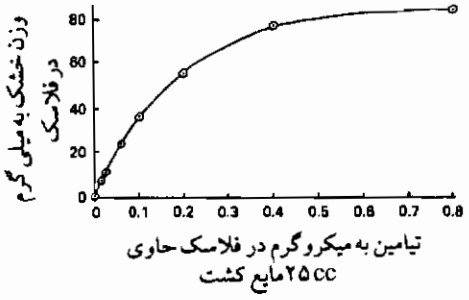
همه قارچها می توانند بسادگی از ترکیبات آلی ازته استفاده نمایند. اغلب این ترکیبات می تواند به صورت، پپتون، اسید آمینه (به عنوان مثال گلوتامیک اسید)، و یا آمید (مانند آسپاراژین) باشد. تعداد معدودی از قارچها می توانند علاوه براین که از منابع آلی ازت مورد نیاز خود را به دست آورند از ترکیبات معدنی مانند نمکهای آمونیوم و یا نیتراتها نیز استفاده نمایند. قارچها از ترکیبات آلی نظیر پپتون، و یا آسپاراژین هم به عنوان منبع کربن و هم ازت استفاده می کنند و مواد مورد نیاز خود را به دست می آورند.

از مواد معدنی مورد نیاز در محیط کشت می توان پتاسیم، ترکیبات فسفردار (مانند فسفات) منیزیوم و سولفورها (مانند سولفات) نام برد. اگرچه کلسیم یکی از عناصر اصلی تغذیه برای گیاهان سبز است اما برای قارچها ضروری نبوده و تعداد کمی از قارچها از آن استفاده می نمایند.

از ترکیبات معدنی که در حد بسیار جزئی و حتی به نسبت چند قسمت در میلیون، در محیط کشت ضروری اند می توان از عناصر آهن، روی، مس، منگنز و مولیبدن را نام برد. این مواد بیشتر در ساختمان آنزیمهای ضروری شرکت دارند، بعضی از این عناصر به مقدار بسیار جزئی مورد نیاز هستند، و نشان دادن آنها در طبیعت بسیار مشکل است، بااستفاده از ظروف شیشه ای با کیفیت بالا و بسیار تمیز، و نمکهای خالص و دانه ای شیمیایی و تجاری می توان مقدار این مواد را اندازه گیری نمود. بنابراین تعجبی ندارد که فقط در چند نمونه قارچ توانسته اندضروری بودن این عناصر را روشن سازند.

از عوامل دیگر جهت رشد قارچها ترکیبات آلی است که اساسی ترین آنها ویتامینها،

آن هم به مقدار بسیار کم است، در این مورد تحقیقات زیادی صورت گرفته است. برای کلیهٔ موجودات وجود ویتامین ضروری است: سؤالی که در این جا مطرح می شود این است که آیا این مواد ضروری باید در اختیار موجودات زنده قرار گیرد و یا این که خود موجود زنده در اثر سنتز، این مواد را می سازد؟ در این مورد باید گفت بعضی از قارچها کاملاً بی نیاز از این مواد بوده و هیچ گونه ویتامینی که به محیط کشت اضافه شود لازم ندارند اما بعضی از قارچها نیاز به یک یا چند ویتامین دارند. دو ویتامین که بیشتر قارچها نیاز به آن دارند یکی تیامین (ویتامین B_1) و دیگری بیوتین است. به عنوان مثال فیکومیسس در اثر فقدان تیامین هیچ گونه رشدی ندارد. بااضافه کردن مقداری تیامین در یک محیط کشت مایع به میزان چند میکروگرم در لیتر ـ نشان داده شده که رشد قارچ بستگی به تراکم تیامین در محیط کشت دارد امّا اگر مقدار آن از حد معینی تجاوز نماید هیچ گونه تأثیری بر رشد قارچ نخواهد داشت (شکل ۶). چون قارچ فیکومیسس نسبت به تیامین حساس است، می تواند تا حد معینی از تیامین موجود در محیط استفاده کند. این روش بیولوژیکی بسیار حساستر از روشهای شیمیایی است. مولکولهای تیامین از ترکیب (پریمیدین)[1] (و تیازول)[2] به نسبت مساوی تشکیل می شود. قارچهایی که نیاز به تیامین دارند کافی است که تیازول در اختیار آن قرار داده و پیریمیدین در اثر سنتز هیف قارچ حاصل می شود.



شکل ۶: Phycomyces blakesleeanus: مقدار وزن خشک میسلیوم در یک محیط کشت مایع در اثر افزایش تیامین به آن.

1- Pyimidine 2- thiazole

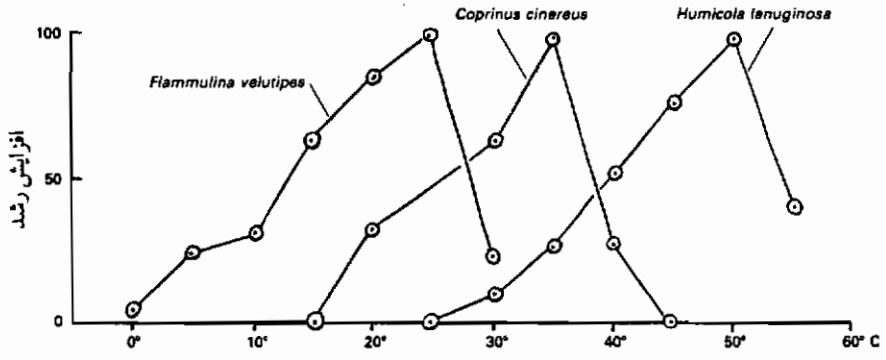
اگرچه ترکیبات آلی فقط به صورت محلول توسط هیف جذب می شود ولی لازم نیست که این ترکیبات در محیط کشت به صورت محلول وجود داشته باشد. نشاسته و سلولز از مواد غذایی آلی اند که در محیط کشت خالص قارچها مورد استفاده قرار می گیرد. استفادهٔ قارچها از این مواد بستگی به آنزیمهایی(اگزوآنزیم)[1] دارد که احتمالاً از انتهای رشته های هیف خارج می شوند مثلاً نشاسته تحت تأثیر آنزیم آمیلاز به صورت محلول گلوکز در می آید. اگرچه محلول ساکاروز در محیط کشت وجود دارد اما بسهولت نمی تواند مورد استفادهٔ هیف قرار گیرد زیرا تحت تأثیر(آنزیم انورتاز)[2] به صورت هگزوز در می آید، سپس جذب هیف می شود.

بعضی از قارچهای انگل اختیاری، گیاهان عالی نظیر بوتریتیس (سینرآ)[3] از نظر فیزیولوژیکی مهم می باشند زیرا به واسطهٔ آزاد کردن آنزیمهای پکتیکی و سلولازاز انتهای هیف، ابتدا باعث کشته شدن بافتهای زنده گیاه می شود و سپس دیوارهٔ سلولها را تجزیه می کند بصورت محلول در می آورد. بنابراین ایجاد انواع مختلف آنزیم اگزوآنزیم یکی از خصوصیات مهم در ساختمان میسلیوم قارچهاست.

دوعامل مهم حرارت وPH تأثیر بسیارزیادی بر رشد قارچها در محیط کشت دارند، در یک منحنی رشد، مینیمم، اپتیمم و ماکزیمم درجه حرارت تشخیص داده می شود. منحنی دارای اختصاصات مخصوص به خود بوده و نسبت به قسمت اپتیمم قرینه نیست و فقط به وسیلهٔ ۱۰ درجه سانتی گراد با ماکزیمم درجه حرارت، اما در حدود ۲۰ درجه سانتی گراد با درجه حرارت مینیمم فاصله دارد. این نقاط برحسب نوع قارچها متفاوت بوده و مینیمم درجهٔ حرارت برای رشد اکثر قارچها بین ۲-۵ درجهٔ سانتی گراد و اپتیمم بین ۲۲-۲۷ و ماکزیمم درجه حرارت بین ۳۵-۴۰ درجه سانتی گراد می باشد. در شکل ۷ دونوع قارچ (غیرخوراکی)[4] که در محیط غذایی کشت داده شده مورد بررسی قرار گرفته است. در قارچ (کوپرینوس سینرئویس)[5] که بطور معمول برروی پهن رشد می نماید درجهٔ حرارت اپتیمم برای رشد این قارچ در محیط کشت ۳۵ درجه سانتی گراد است و در حرارت ۱۵ درجهٔ سانتی گراد رشد کاملاً متوقف می شود. قارچ (فلامولینا ولوتیپس)[6] که فراوان برروی تنهٔ درختان پوسیدهٔ نارون رشد می کند، یکی ازچند قارچ سمی است که در زمستان نیز یافت می شود. در این قارچ اپتیمم درجهٔ

1- Exoenzyme
2- Anvertase
3- Botrytis cinerea
4- Agarics
5- Coprinus cinereus
6- Flammulina velutipes

حرارت برای رشد ۲۵ درجه و مینیمم کمتراز صفر درجهٔ سانتی گراد است . درحدود یک دوجین از کپکها (گرمادوست) [1] قارچهایی که بین درجه حرارت ۲۰-۵۰ درجهٔ سانتی گراد رشد می کنند، هستند مانند (هومیکولا لانوگینوزا) [2] و (موکورپوزیلوس) [3] که قادر به رشد در حرارت پایینتر از ۲۰ درجه سانتی گراد نبوده اما قادرند در حرارت ۵۰ درجه سانتی گراد رشد نمایند (مانند شکل ۷) و این قبیل قارچها را بیشتر می توان برروی کودهای گرم انباشته شده پیدانمود .

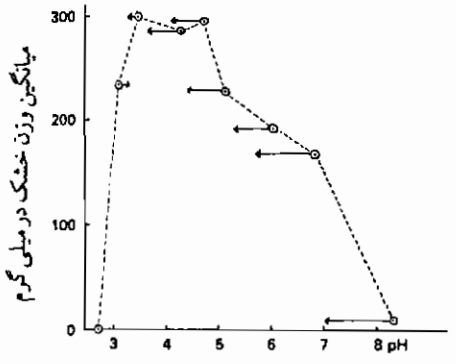


شکل ۷: حرارت و رشد درسه قارچی که برروی آگار کشت شده است. رشد شعاعی هرگونه برحسب درصد دردرجهٔ حرارت اپتمم نشان داده شده است.

دربررسی ارتباط بین pHو رشد مشکلات زیادی وجود دارد . یک مشکل این است که با تغییر pH شرایط دیگر محیط کشت نیز تغییر می یابد . علاوه براین pH بندرت در طول رشد ثابت باقی می ماند، حتی اگر محیط کشت به اندازهٔ کافی بافری باشد، مگر اینکه مرتباً کنترل و تنظیم شود (شکل ۸) . بنابراین به عنوان مثال اگر نیتروژن به صورت نمک آمونیوم در محیط کشت قارچ استفاده شود کاتیونها با سرعت بیشتری نسبت به آنیون جذب شده و به سرعت محیط کشت اسیدی تر می شود . همان گونه که یادآورشدیم چنانچه (آسپاراژین) [4] به عنوان منبع کربن و ازت به کار برده شود در اثر تجزیه و تولید آمونیوم pH محیط کشت قارچ بشدت بازی خواهد شد . برای مطالعهٔ دقیق اثر pH دررشد قارچ درمحیط کشت باید pH محیط را بااضافه کردن اسید و یا بازی استریل شده هرروز، تنظیم و کنترل نمود . مقدار مینیمم، اپتیمم و

1 - thermophilic
2- Humicola lanuginosa
3- Mucor pusillus
4- Aspargine

ماکزیمم pH برای رشد قارچها بطور معمولی اندازه گیری شده است اما pH اپتیمم نسبةً در محدودهٔ وسیعتری بوده و شامل چند نوع و چند ناحیه است که هرکدام چندین واحد معیار pH را شامل می شود. به عنوان مثال رشد چند نوع قارچ در pH کمتراز ۳ و یا بالای ۹ بوده و pH اپتیمم برای رشد بیشتر قارچها حالت pH اسیدی و یا pH خنثی دارد و اغلب بین ۵ تا ۶/۵ است. این اپتیمم pH قابل مقایسه با اپتیمم pH باکتریها که معمولاً بالای ۷ است می باشد. قارچ شناسان از محیطهای کشتی که معمولاً حالت اسیدی دارند استفاده می نمایند؛ به عنوان مثال از مالت آگار که یک محیط کشت معمولی و دارای pH حدود ۴/۵ است، استفاده می کنند.



شکل ۸ : Phycomyces blakesleeanus - مقدار وزن خشك میسلیوم پس از مدت ۱۰ روز درداخل فلاسك حاوی ۲۵ میلی‌لیتر محیط کشت مایع که در آن گلوکز و آسپاراژین با مقدار لازم ترکیبات معدنی و مقدار مناسب تیامین اضافه شده است، هرنقطه نمایانگر میانگین ۴ فلاسك است. پیکانها نشان دهندهٔ pH در مدت ۱۰ روز است.

یکی دیگر از عوامل مهم برای رشد قارچها اکسیژن است تقریباً همهٔ قارچها دارای زندگی (هوازی)[1] بوده و در اثر فقدان اکسیژن رشدشان متوقف می شود. در این جا نیز در مقایسه با باکتریها بسیاری از گونه های باکتری (بی هوازی)[2] می باشد. اگرچه تراکم مقدار اکسیژنی که در ارتباط با قارچ، در محیط کشت قرار می گیرد بطور قابل ملاحظه ای نسبت به تراکم اکسیژن هوا کمتر است ولی هیچ گونه اثری در جلوگیری از رشد ندارد.

1- Aerobic 2- Anaerobic

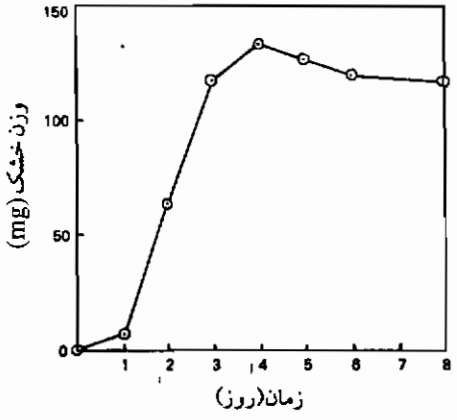
قارچها و میسلیوم آنها مانند سایر ارگانیسمها برای رشد خود نیاز صد در صد به آب داشته و برخی در محیطهای مایع و یا حالت ژله مانند و یا در هوایی که از آب اشباع شده باشد می توانند رشد نمایند. اگرچه تعداد زیادی از قارچها ایجاد اسپور را می نمایند که نسبت به شرایط خشکی محیط مقاومت از خود نشان می دهند (مرحله استراحت) ، و در این مدت رشد چندانی ندارند ولی در شرایط مساعد اندامهای رویشی ایجاد می شوند.

بااندازه گیری اضافه شدن وزن خشک میسلیوم، اثر ترکیبات مختلف و همچنین اثرات عوامل محیطی را برروی یک محیط کشت می توان مطالعه نمود. اگرقارچی را در محیط مایع مناسب کشت نماییم در مرحلهٔ اول، رشد قارچ کند بوده (زمان عقب افتادگی) و بعد از این مدت، سرعت رشد آن رو به افزایش می گذارد. بعد از مدت زمانی رشد کم کم کاهش یافته و متوقف می شود زیرا که احتمال دارد در اثر مصرف شدن مواد غذایی و در نتیجه تمام شدن ترکیبات مورد نیاز و یا اغلب در اثر افزایش مواد زاید که در نتیجهٔ اعمال متابولیکی قارچ در محیط کشت ایجاد می شود، رشد متوقف شود. شواهد موجود نشان داده است که بعضی از محیطهای کشت که در آن قارچها در حال رشد هستند کاملاً حالت اسیدی و یا بازی به خود گرفته ویا بعضی از آنها مواد اختصاصی در محیط کشت خود تولید نموده اند. در یک محیط کشت بعد از مدتی ممکن است وزن خشک میسلیوم قارچ شروع به کاهش نماید و این بدان سبب است که در اثر اتولیز رشته های هیف قارچ، محتویات آن شروع به خارج شدن می نماید و در نتیجه وزن میسلیوم کاهش می یابد. در شکل ۹ یک منحنی طبیعی رشد نشان داده شده است.

در هنگام رشد میسلیوم، بعضی از مواد جذب و برخی مواد از میسلیوم خارج شده و به داخل محیطی که قرار دارند وارد می شود. این ورود و خروج میسلیوم همان (کیفیت انتقال)[1] می باشد. بامطالعاتی که صورت گرفته روشن شده است که این عمل به وسیلهٔ قسمت فعال هیف، یعنی انتهای آن، انجام می پذیرد. نقل و انتقال مولکولها و یونهای مختلفی که در داخل هیف انجام می شود به وسیلهٔ مکانیسمهای مختلف و راههای متفاوتی از (غشای سیتوپلاسمی)[2] عبور می نماید. همان طور که ذکر شد انتقال یک ماده نسبت به مواد دیگر قابل تشخیص بوده و انتقال بیشتر مواد مستلزم صرف انرژی می باشد؛ اگرچه بعضی از مواد به وسیلهٔ کیفیت انتشار، بطور ساده می توانند وارد هیف گردند ولی باید گفت که نحوهٔ عمل نقل و

1 - Transport 2- Plasmalemma

انتقالات مواد بسیار پیچیده بوده و تاکنون اطلاعات کمی در این مورد دردست می باشد.



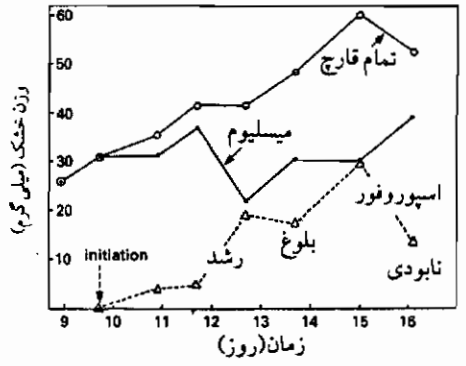
شکل ۹: Fusarium solani - رشد قارچ درمحیط کشت مایعی که مرتباً هوا وارد آن شده است.

مواد داخل رشته های میسلیوم ممکن است از یک قسمت به قسمت دیگر میسلیوم انتقال یابند. این از مهمترین اعمال انتقال است. به عنوان مثال مواد سازندهٔ قسمت کلاهک قارچهای چتری که در سطح زمین به وجود می آید از میسلیومهایی است که در رابطه با مواد داخل خاك می باشند. آزمایشات و مطالعاتی در این مورد بخصوص برروی قارچ کوپرینوس سینرئوس صورت گرفته است. اضافه شدن وزن خشک رشته های میسلیوم و همچنین میسلیومهای هوایی تشکیل دهنده (اسپوروفور)[1] و رابطه آنها نسبت به هم در (شکل ۱۰) نشان داده شده است. کاملاً واضح است که تشکیل اسپوروفور بستگی قابل ملاحظه ای به انتقال مواد از میسلیوم دارد که خود این مواد نیز از محیطی که در آن کشت شده اند گرفته شده است.

روشی که چندین پژوهشگر برای مطالعهٔ (انتقال)[2] مواد در میسلیوم قارچها استفاده نموده اند جداکردن محیط کشت در پتریدیش است این شیوه در شکل (۱۱) نشان داده شده است و بدین نحوه است که ظرف پتریدیش محتوی آگار به سه قسمت که قسمت وسط محتوی مادهٔ رادیواکتیو فسفردار ($P_{۳۲}$) و دوقسمت کناری فاقد هرگونه مادهٔ رادیواکتیو است تقسیم می شود.

1- Sporophores 2- Translocation

در ناحیهٔ وسط پتریدیش قارچ (ریزوپوس)[1] را برای کشت قرار می دهیم هیچ گونه مشکلی برای رشد قارچ در نواحی این که محیط کشت فاصله دار شده وجود ندارد. مواد فسفردار رادیواکتیو. نیز که در ناحیهٔ وسط وجود داشت، در اثر کیفیت انتشار، از این ناحیه به قسمتهای مختلف منتقل می شود. یعنی موقعی که قارچ تمام پتریدیش را فراگرفت از مناطق مختلف آن (بین شماره ۱۴ -۱) نمونه برداری کرده و از مقدار مواد رادیواکتیویته را اندازه گیری می نماییم. واضح است که [شکل (۱۱C)] P_{32} در اثر کیفیت انتقال به قسمتهای اطراف پتریدیش برده شده که احتمالاً تبخیر زیاد آب در این نواحی عامل این انتقال می باشد.



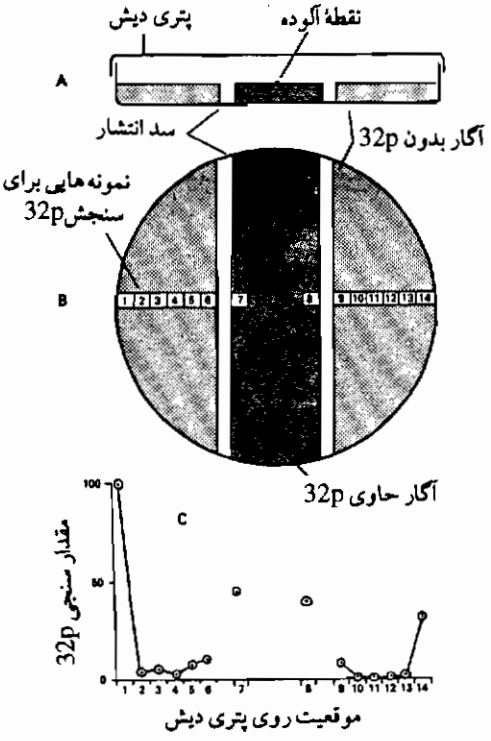
شکل ۱۰: Coprinus cinereus - مجموع وزن خشک میسلیومهای رویشی اسپورفور نسبت به‌زمان براساس، تراکم قارچ برروی محیط کشت خالص. هرنقطه منحنی نمابانگر میانگین ۴ پتریدیش است که قارچهای کشت شده در آنها تحت شرایط یکسانی قرار دارند. پایین‌ترین منحنی نشانگر مراحل رشد اسپورفور می‌باشد زمانی که اسپورفور بتدریج کاهش یابد (درحال از بین رفتن باشد) مجموعهٔ وزن خشک نیز به‌همان نسبت کاهش پیدامی‌کند.

مطالعاتی در مورد کیفیت انتقال برروی پایه قارچهای چتری نیز انجام شده است. در یک محیط کشت قارچ (فلامولینا ولوتیپز)[2] مقداری فسفر P_{32} به محیط کشت آگار و نزدیک پایه اسپوروفور تزریق و مشاهده شد که ۱/۵ ساعت بعد در قسمت چتر (P_{32}) فسفر رادیواکتیو ظاهر گردید.

ظاهراً ساختمان میسلیوم قارچها بخوبی با عمل انتقال مواد سازش دارد؛ در تعداد

1- Rhizopus. 2- Flammulina velutipes

زیادی از قارچهای ابتدایی مانند موکور یا فیکومیسس رشته های میسلیوم فاقد دیواره عرضی است و مواد براحتی از نقطه ای به نقطه دیگر میسلیوم در جریان می باشند. حتی در قارچهایی که دارای (دیوارهٔ عرضی)[1] هستند نه فقط مواد می توانند از سوراخی که در وسط این دیواره وجود دارد عبور نمایند بلکه با پیوستن انشعابات رشته های میسلیوم به یکدیگر کیفیت (مرتبط شدن)[2] باعث می شود که عمل انتقال بین میسلیومها سریعتر صورت پذیرد. قابل ملاحظه است در قارچها برخلاف گیاهان عالی، هیچ گونه مجرایی برای انتقال آب و مواد آلی وجود ندارد.



شکل ۱۱: روش جداکردن محیط کشت برای مطالعهٔ کیفیت انتقال.

A- برش عمودی از پتریدیش که درقسمت وسط آگار حاوی P_{32}و طرفین آن بدون P_{32} درقسمت وسط قارچ ریزوپوس قرار داده شده و کلنی قارچ تمام سطح پتری را می پوشاند.

B- نمای سطحی از ظرف پتریدش . که نماینده نقاط نمونه‌برداری شده درقسمتهای مختلف آگار جهت تشخیص P_{32} است.

C- نمایش نتیجهٔ تجزیهٔ نقاط نمونه‌برداری شده ونحوه انتقال P_{32} به محیط اطراف پتریدیش

1- Septate 2- Anastomosis

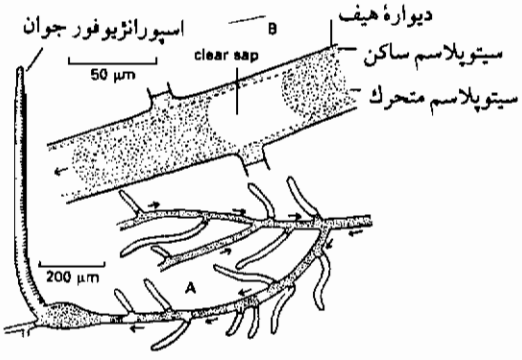
در رابطه با مکانیسم نقل و انتقال مواد در قارچها اطلاعات زیادی در دست است. در گونه های مذکور، تعرق نقش روشنی دارد. بآسانی می توان یک محیط کشت حاوی قارچ فیکومیسس را زیر میکروسکپ بادرشت نمایی کم مورد مطالعه قرار داد. هرچه از سن میسلیوم می گذرد با جدا شدن انشعابات کوچک از رشته های اصلی، میسیلوم شکل ساده تری بخود می گیرد. میسلیوم اصلی حاوی لایهٔ نازکی از پروتوپلاسم پی حرکت است که در اطراف و ناحیهٔ مرکزی پروتوپلاسم متراکم و درهم که کاملاً از واکوئلها مجزاست دیده می شود. اگرچنین محیط کشتی که سر پتریدیش آن باز باشد مورد مطالعه قرار گیرد، عمل تبخیر و همچنین حرکت مواد داخل هیف را می توان بسادگی مشاهده نمود. بخصوص اگر قسمت خاصی از میسلیوم را مورد بررسی قرار دهیم جهت حرکت را به طرف قسمتهای پایه اسپورانژیفور ملاحظه خواهیم نمود(شکل ۱۲). بطور معمول نسبت حرکت مواد حدود ۲۰-۴۰ میلی میکرون در ثانیه است و به نظر می رسد تبخیری که در انتهای اسپورانژیفور صورت می گیرد به حرکت مواد کمک می کند. بقیهٔ قسمتهای میسلیوم به واسطهٔ وجود لایهٔ چربی مانع این تبخیر خواهند بود. اگر ظرف پتریدیش سرپوشیده حاوی قارچ را مورد بررسی قرار دهیم به واسطهٔ توقف عمل تبخیر که نزدیک به صفر است حرکت مواد نیز مشاهده نمی شود

انتقال مواد در قارچهایی که واجد دیواره عرضی اند، بستگی به عمل تبخیر ندارد و این حرکت از طریق سوراخهایی که در دیواره عرضی این سلولها وجود دارد از سلولی به سلول دیگر و به طرف انتهای میسلیوم در حال رشد انجام می گیرد. یکی از نظریات موجود علت این حرکت را تشکیل واکوئل می داند که در نتیجه پروتوپلاسم به طرف انتهای هیف حرکت می نماید.

مطالعاتی در مورد اثر تغذیه در رشد قارچها انجام شده ولی هیچ گونه منبعی در مورد بررسی اندامهای رویشی و نحوهٔ به وجود آمدن دستگاه تولید مثل در طبیعت در دست نیست. در محیط طبیعی عوامل محیطی تأثیر زیادی بر رشد قارچها دارند. تحقیقات زیادی در مورد فیزیولوژی تشکیل اسپور (دستگاه تولید مثلی) در قارچها صورت گرفته ولی این بررسیها و نتایج آنها را نمی توان در مورد کلیهٔ قارچها عمومیت داد. مخصوصاً نتیجه گیری در مورد اندامهای زایشی به مراتب نسبت به اندامهای رویشی مشکلتر می باشد

درجهٔ حرارت در تشکیل دستگاه تولید مثل (تولید اسپور) از عمده ترین عاملهاست، امّا ممکن است درجهٔ حرارت لازم برای تشکیل دستگاه تولید مثل با حرارت لازم برای رشد

میسلیوم متفاوت باشد. به عنوان مثال در (توپ قارچی)[1] درجهٔ حرارت اپتیمم برای تشکیل اسپوروفور ۱۵ درجهٔ سانتی گراد است امّا برای رشد اندامهای رویشی ۳۰ درجه است که در این درجه حرارت هیچ گونه اسپوروفوری تشکیل نمی شود (شکل ۱۴).



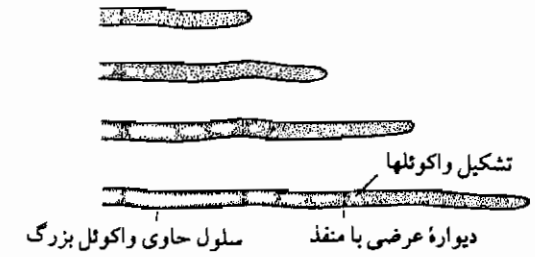
شکل ۱۲: Phycomyces blakesleeanus

A- یك میسلیوم کامل درمحیط کشت آگاربا انشعابات جانبی زیاد که به‌وسیلهٔ دیوارهٔ عرضی مجزا شده‌اند دیده می‌شود. مسیر انتقال مواد درمیسلیوم با پیکان، نشان داده شده است.

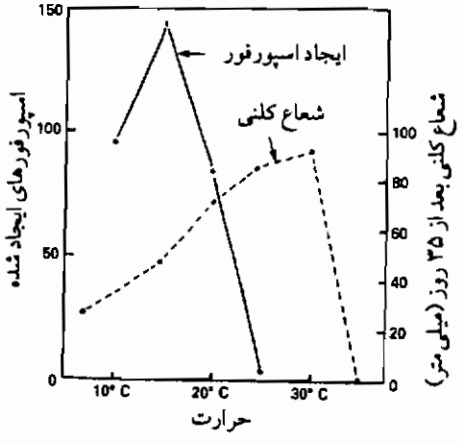
B- قسمتی از میسلیوم که با درشت‌نمایی بزرگتر نشان داده شده، جهت انتقال مواد به‌سوی پایه اسپورانژیفور است.

نوع ویتامینهایی که برای رشد و همچنین تشکیل اندامهای تولید مثلی لازم است متفاوت است مثلاً در قارچ (سورداریا)[2] که مطالعات زیادی در مورد رفتار تغذیه ای آن صورت گرفته برای رشد اندامهای رویشی نیاز به (تیامین)[3] است، اما برای تشکیل(پری تسیا)[4] ویتامین (بیوتین)[5] نیز باید در محیط کشت موجود باشد.

1- Spharobolus
2- Sordaria
3- Thiamin
4- Perithecia
5- Biotin



شکل ۱۳: دیاگرام ۴ مرحله از رشد هیف که در اثر تشکیل و بزرگ شدن واکوئلها، باعث شده که پروتوپلاسم به‌طرف انتهای هیف حرکت کند. قسمتی از سیتوپلاسم انتهایی موجود به‌این طریق و قسمت دیگر در اثر سنتز نتیجه می‌شود.



شکل ۱۴: Sphaerobolus stellatus - تأثیر درجهٔ حرارت بررشد و تولید اسپوروفور؛ رشد میسلیومها برحسب شعاع کلنی بعد از ۳۵ روز تعیین شده است.

تولید اسپوروفور: محیطهای کشت را ابتدا به‌مدت دوهفته دردرجهٔ حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در تاریکی و بعد ازآن درروشنایی (1000Lux) و دردرجه حرارتهای مختلف قرارداده‌اند.

تراکم مواد آلی غذایی نیز براندامهای تولیدمثلی تأثیر دارد. در محیطهای کشت غنی تشکیل اندامهای تولید مثلی کاهش می یابد.

تعداد زیادی از قارچها بیش از یک نوع اسپور تولید می نمایند و در این مورد اغلب تغذیه و درجهٔ حرارت از عوامل تعیین کننده می باشند.

فعلاً اطلاعاتی در مورد اثر عامل نور در دست نیست، ولی بطورکلی می توان گفت نور براندامهای رویشی قارچ تأثیری ندارد؛ اگرچه دلایلی در دست است که رشد تعداد کمی از قارچها در مقابل نور کاهش پیدا کرده و در برخی دیگر، نور باعث افزایش رشد آنها می گردد. باید اضافه نمود نور اغلب براندامهای تولید مثلی اثر دارد، به‌عنوان مثال در توپ قارچی اندامهای تولید مثلی (به وجود آورندهٔ اسپور) در تاریکی تشکیل نمی شوند و در قارچ غیرخوراکی فلامولینا اسپوروفور در تاریکی ایجاد و پایه تشکیل می گردد ولی تشکیل و توسعهٔ چتر آن بستگی به نور دارد. تشکیل کنیدی در بسیاری از کپکها بستگی به نور دارد. در یک محیط کشت قارچ که در شرایط طبیعی از جمله نور طبیعی قرار دارد، دوایری روی کلنی دیده می شود که برخی از آنها که در طول روز تشکیل می شود حاوی اسپور بوده و آن دسته از دوایری که در شب تشکیل می شود فاقد اسپور می باشد. این حالت بخصوص در کپکهایی که دارای اسپور رنگی مانند (پنی سیلیوم)[1] هستند بخوبی مشهود است.

علاوه براین نوردرجهت رشد قارچها نیز مؤثر است، مثلاً اسپورانژیفور قارچهای فیکومیسس و (قارچ تفنگی)[2] فتوتروپیسم مثبت دارد. همچنین تنهٔ بسیاری از قارچهای چتری، قبل از این که چتر بالغ شود، به سمت نور گرایش دارد.

نوری که قارچها نسبت به آن حساسیت نشان می دهند همان نور زیر آبی است که در دستگاه اسپکتروفتومتری زیر ۴۸۰ نانومتر می باشد. این موضوع در قارچها بستگی به گیرنده های نوری، کارتنوئید زرد- نارنجی و فلاوین نظیر ریبوفلاوین دارد. این مسأله هنوز کاملاً به اثبات نرسیده امّا در ساختمان بیشتر قارچها نور آبی می تواند از کارتنوئیدها عبور نماید. وجود مواد رنگی در بعضی از قارچها نظیر فلامولینا هنوز تشخیص داده نشده است.

رشته های جدید میسلیوم بطور طبیعی از اسپورها نتیجه می شوند، (تندش اسپور)[3] اهمیتی خاص دارد نحوه و اندزه اسپورها مختلف است ولی همگی دارای مرحلهٔ استراحت

1 - Penicillium
2- Pilobolus
3- Germination

هستند که نسبت به میسلیومها در شرایط نامساعد مخصوصاً در مقابل خشکی و درجهٔ حرارت مقاومت بیشتری از خود نشان می دهند. مقاومت اسپور نسبت به شرایط نامساعد به واسطهٔ پایین بودن مقدار آب موجود در اسپور است به علاوه از خصوصیات اصلی اسپورها، پراکنده شدن آنهاست که هریک از اسپورها می توانند انتشار یابند. تعداد زیادی از اسپورها حاوی مواد ذخیره ای، نظیر گلیکوژن و چربی بوده، تعدادی از آنها می توانند در آب تندش یابند. برخی قادرند فقط در محیطهای غذایی رشد نمایند. در تعداد زیادی از قارچها عمل تندش بسادگی صورت نمی گیرد و برخی از آنها مستلزم یک شوك حرارتی هستند. قارچ (ریزینا اینفلاتا)[1] ازگروه (دیسکومیست[2]) ریشه (گیاهان بازدانه)[3] و درختانی که نزدیک بوته زارهای سوخته و بیشه زارها هستند مورد تهاجم اندامهای تولید مثلی خود قرار می دهد این قارچ به نظر می رسد قبل از عمل تندش آسکسپورها نیاز به حرارتی در حدود ۴۰ درجهٔ سانتی گراد دارد در قارچهای دیگر شکسته شدن حالت خواب و (خفتگی)[4] متفاوت است. (اوریدینوسپور)[5] بعضی از زنگها برای شکسته شدن حالت خواب، این اسپورها باید درآب غوطه ور شوند. در این صورت عامل بازدارنده از رشد اسپور دراثر خیس خوردن در آب از آن خارج می شود. قارچ شناسان در تعداد زیادی از قارچهای بزرگ، مخصوصاً در میان (گاستروومیست ها)[6] و گونه هایی از (لاکتاریوس)[7] و (روسولا)[8]، هنوز موفق نشده اند که اسپوراین قبیل قارچها را وادار به تندش کنند. که احتمالاً شرایط خاصی لازم دارد که هنوز کشف نشده است.

عده ای از قارچ شناسان مطالعاتی برروی تغییرات بیوشیمیایی که درهنگام تندش ایجاد می شود نموده اند. در این زمینه مطالعات قابل توجهی برروی قارچ (ریزوپوس)[9] و فیکومیسس انجام شده است. به نظر می رسد زمانی که تندش اسپور شروع می شود ماشین متابولیسم طبق معمول به حرکت درآمده و عمل سنتز پروتئین و RNA آغاز می شود.

در نگرش مختصری که برروی فیزیولوژی قارچها انجام شد بیشتر برروی عوامل محیطی موثر بررشد قارچها تأکید شده اگرچه قارچها مواد مورد نیاز خود را از محیط کشت اطراف خود جذب می نمایند ولی باید گفت مسائل بسیار پیچیده و مبهمی در اعمال متابولیک

1- Rhizina inflata
2- Discomycete
3- Conifers
4- Dormance
5- Uridiniospore
6- Gasteromycetes
7- Lactarius
8- Russula
9- Rhizopus

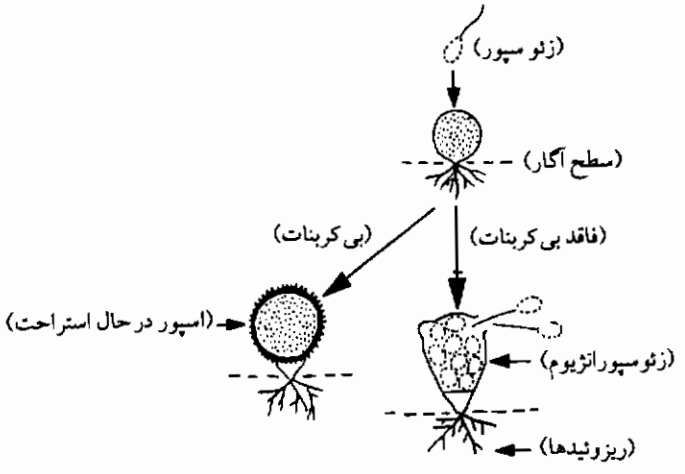
مواد لاینحل باقی مانده است. در هیف در اثر اعمال بیوشیمیایی که با حضور آنزیمهایی که تابع دستور العملهای DNA هسته می باشند، ترکیبات مختلفی به وجود می آید. از یک طرف در اثر سنتز ایجاد ترکیباتی نظیر اسیدهای نوکلئیک، پروتئین، چربی و گلیکوژن و از طرف دیگر در اثر تجزیه شدن مواد بخصوص ترکیبات قندی (کربوهیدراتها) بتدریج انرژی آزاد شده مجدداً جهت سنتز مواد به کار گرفته می شود. در این کتاب ما بطور گسترده در مورد ساختمان و بخصوص در بارهٔ وظیفه و اثر عوامل محیطی بر قارچها بحث خواهیم نمود. لازم به یادآوری است اگرچه شکل قارچها نتیجهٔ اعمال متابولیسم انهاست، امّا عده ای از قارچ شناسان کوشش نموده اند که رابطهٔ مورفولوژی باخواص بیوشیمیایی قارچها را مورد بررسی قرار دهند.

تحقیقاتی در این زمینه برروی قارچ میکروسکپی (بلاستوکلادیلاامرسونی)[1] که گونه ای آبزی است انجام شده است (شکل۱۵). زمانی که زئوسپور در محیط کشت قرار داده می شود ایجاد ریزوئیدهای منشعب ایجاد می کند که به داخل محیط کشت نفوذ می نماید. اسپورهای بی رنگ حجم و بدنهٔ آن افزایش می یابد و سپس به صورت اسپورانژیوم با دیوارهٔ نازك که حاوی تعداد زیادی زئوسپور آزاد است در می آید، و یا این که اسپورهای رنگین با دیواره ضخیم که به آن اسپور در (حال استراحت)[2] می گویند، ایجاد می کند. این قارچ دارای رشد محدودی است، بنابراین در محیط کشت تعداد خیلی زیادی به صورت مجزا از این قارچ به وجود می آید که هرکدام از یک زئوسپور نتیجه شده است و در نتیجه می توان بطور همزمان مورفولوژی و فعالیتهای بیوشیمیایی آنها را در چنین محیطهای کشت مورد بررسی قرار داد. تبدیل یک فرم به فرم دیگر در یک محیط کشت دیده نشده ولی می توان با اضافه کردن بی کربنات به محیط کشت قارچی که بایستی ایجاد زئوسپورانژیوم نماید اسپور در حال استراحت ایجاد کرد کاملاً واضح است که این تغییر جهت در اثر تغییر انجام اعمال متابولیکی صورت می گیرد.

مطالعاتی که در مورد فیزیولوژی قارچها صورت گرفته عمدةً برروی قارچهایی است که رشد آنها در محیطهای کشت مصنوعی امکان دارد. اینها همان قارچهای گندرو یا (ساپروفیت)[3] هستند. بعضی از قارچها به صورت ساپروفیت اجباری بوده و قادر نیستند به صورت انگل برروی موجودات زنده زندگی نمایند. آشناترین مثال در این مورد کپک نان (موکور) و بیشتر گونه های کپک آبی یا (پنی سیلیوم)[4] و تعداد زیادی از قارچهایی که درمزارع و یا جنگلها وجود

1- Blastocladiella emersonii
2- resting - spore
3- saprophytes
4- Penicillium

دارند، است تعداد دیگری از قارچها انگل اجباری بوده و قادرند فقط برروی میزبان زنده رشد نمایند. عدهٔ زیادی از قارچها که انگل گیاهانند متعلق به این گروه می باشند، مانند (سفیدکهای دروغی)[1] و (سفیدکهای حقیقی)[2] بین این دو نوع زندگی انواع دیگری که گرایش به هر دو نوع را دارند وجود دارد. کپک خاکستری (بوتریتس سینرا[3]) به صورت ساپروفیت روی بقایای موجودات رشد می نماید اما اغلب به صورت یک انگل مهم در شیرهٔ بافتهای گیاهانی نظیر برگ کاهو یا توت فرنگی نیز یافت می شود. ازطرفی می توان (فیتوفتوراینفستاس)[4] که در طبیعت به صورت پارازیت برروی سیب زمینی باعث ایجاد «سفیدك دروغی» می گردد، به صورت ساپروفیت در محیط کشت آگار(جودوسر)[5] نیزکشت داد.



شکل ۱۵: Bloastocladiella emersonii - در دیاگرام نشان داده شده که با اضافه کردن بی کربنات به محیط کشت اسپور در (حال استراحت)[6] تولید می‌شود.

---

1 - peronosporales
2- Erysiphales
3- Botrytis cinerea
4- Phytophthora infestans
5- Oat meal
6- resting- spore

فصل سوم

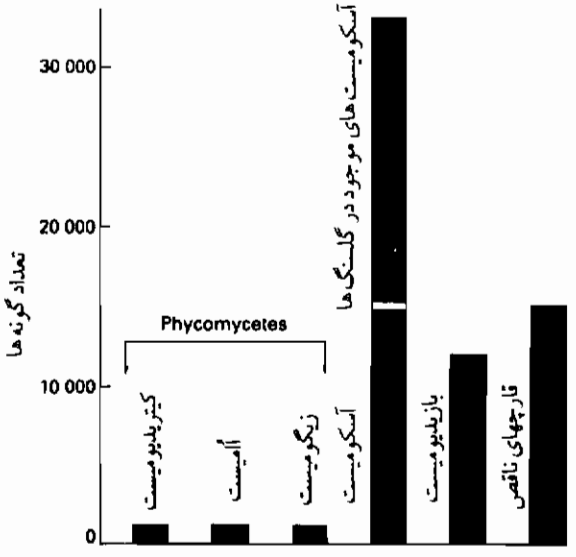
فیکومیست ها

در این فصل و سه فصل بعدی ساختمان و وظیفهٔ قارچها را براساس رده بندی آنها بیان می نماییم. سیستم رده بندی قارچها به صورتهای گوناگون توسط پژوهشگران بیان شده است. بسیاری از قارچ شناسان سلسلهٔ قارچها را به ۴ رده تقسیم نموده اند. (فیکومیستها)[1]، (آسکومیستها)[2]، (بازیدیومیستها)[3]، و (دوترومیستهایا)[4] قارچهای ناقص. عقیده براین است که فیکومیستها مجموعه ای غیر طبیعی بوده و آن را به چند ردهٔ مجزا تقسیم می نمایند، که از مهمترین آنها می توان (زیگومیستها)[5]، (کیتریدیومیستها)[6] و (اوومیستها)[7] را نام برد. بنابراین در این کتاب قارچها را به ۶ رده طبقه بندی کرده و مورد بحث قرار می دهیم. در مقایسه، تعداد گونه هایی که در سه ردهٔ فیکومیستها وجود دارند نسبت به سه ردهٔ دیگر کمتر است (شکل ۱۶).

طبیعةً احتمال دارد بین رده های قارچها رابطه فیلوژنتیکی وجود داشته باشد، که در این باره بحث خواهد شد. قارچهای ناقص (دوترومیستها) از این نظر مستثنی هستند. باید اضافه کرد رابطهٔ فیلوژنی در مورد رده های دیگر نیز مبهم بوده و این ابهامات ناشی از کم بودن

1- Phycomycetes
2- Ascomycetes
3- Basidiomycetes
4- Deuteromycetes
5- Zygomycetes
6- Chytridiomycetes
7- Oomycetes

آثار فسیلی آنهاست.



شکل ۶:۱۶ رده اصلی قارچها که تعداد گونه‌های هریك بطور تقریب نشان داده شده است.

واقعیت این است که نشانه های زیادی درموردشباهت ووابستگی بین قارچهاوجودندارد. رده هایی که درگروه فیکومیستهاقراردارندنسبةً ساده بوده و به آنها(قارچهای پست)[1] گفته می شود. سایررده ها را (قارچهای عالی)[2] نامیده اند. بعضی از قارچ شناسان معتقدند که بازیدیومیستها از آسکومیستها مشتق شده اند اما برای قبول این فرضیه شواهد کمی وجود دارد.

زیگومیستها[3]

زیگومیستها از ردهٔ قارچهای خاکزی اند و تولید مثل غیر جنسی انها به وسیلهٔ اسپورهای

1 - Lower fungi
2- Higher fungi
3- Zygomycetes

غیرمتحرك که واجد دیوارهٔ سلولی است انجام می گیرد. نحوهٔ تولید مثل جنسی نیز با ایجاد (گامتانژیومها)[1] صورت گرفته و در نتیجه یک زیگوسپور با دیوارهٔ ضخیم تولید می نماید. سه راسته در این رده تشخیص داده شده که بزرگترین آنها راستهٔ (موکورالها)[2] است.

مورکورالها

مورکورالها یکی از فراوانترین گروه کپکهاست که برروی نان، میوهٔ پوسیده و بخصوص روی کودهایی که در مکانهای مرطوب قرار دارند رشد سریعی دارد، گرچه مستقیماً قابل رویت نیستند. این قارچها یک جزء اصلی و مهم (میکروفلور)[3] به شمار می آیند. برخی از گونه ها در محیطهای خاص و به صورت انگل برروی سایر راسته های دیگر به سر می برند.

این کپکها برروی محیط کشت خالص براحتی و بسرعت رشد می کنند. تعداد زیادی از گونه ها برای مطالعات آزمایشگاهی و بخصوص تحقیقات قارچ شناسی ایده آل می باشند، بویژه جنسهایی مانند موکور، فیکومیسس، (پایلوبولوس)[4] مناسب هستند که در فصل اول به تولید مثل غیرجنسی آنها اشاره شده انشعابات میسلیوم جوان معمولاً فاقد دیوارهٔ عرضی بوده اما با پیرشدن میسلیوم به وسیلهٔ دیوارهٔ عرضی از همدیگر مجزا می شوند. غالباً هیفهای جانبی با دیوارهٔ عرضی مجزا می شوند. همچنین دیواره هایی در ارتباط با تشکیل اندامهای تولید مثلی ایجاد می گردد.

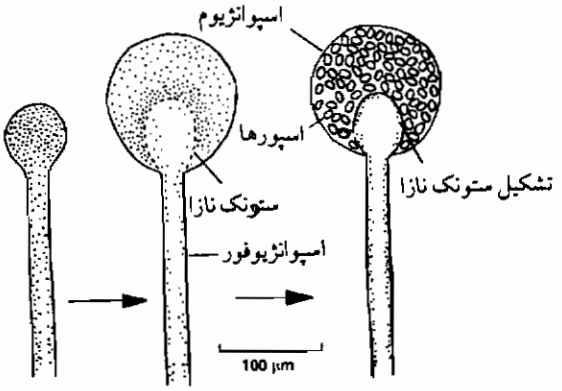
در موکور و فیکومیسس هیفهایی که معمولاً بدون انشعاب بوده و رشد هوایی دارند (اسپورانژیفور)[5] نامیده می شود. در نتیجهٔ توسعه و تکامل انتهای اسپورانژیفور متورم شده و اسپورانژیوم اولیه شکل می گیرد. هسته وسیتوپلاسم متراکم شده و به وسیلهٔ دیواره عرضی کمانی شکل که به سمت اسپورانژیوم برآمده شده و به آن (ستونک نازا)[6] گفته می شود محدود می گردد. در میان اسپورانژیوم تودهٔ پروتوپلاسم به قسمتهایی با اندازه های مساوی، که بعضی تک هسته ای و در بیشتر گونه ها چند هسته ای است، تبدیل شده و این قسمتها همان اسپورهای جوان بوده که هر یک به وسیلهٔ دیواره ای محدود می شوند (شکل۱۷).

در فیکومیسس اسپورانژیوم بزرگ و حاوی ۱۰۰۰۰۰ اسپور است، اما در محیط کشت

---

1 - Gametangia
2- Mucorales
3- Microflora
4- Pilobolus
5- Sporangiophores
6- Columella

ممکن است اسپورانژیومهای کوچک نیز تشکیل شود. دیوارهٔ نازك اسپورانژیوم در گونه ای از موکور و بعضی از جنسها به وسیلهٔ بلورهای سوزنی شکل که جنس آنها از اکسالات کلسیم است تزیین شده، اما در فیکومیسس دیوارهٔ اسپورانژیوم صاف است .



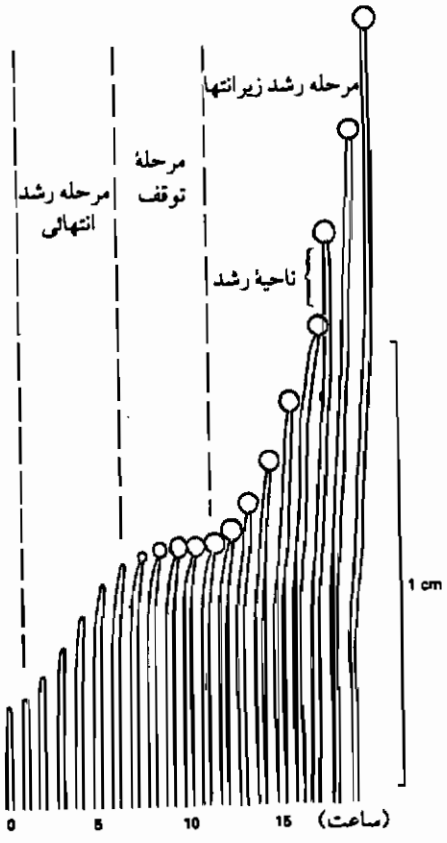
شکل ۱۷: Phycomyces blakesleeanus - مراحل شکل‌گیری یك اسپورانژیوم کوچك.

در محیطهای کشت موکوروفیکومیسس، اسپورانژیفورها مستقیم و بلند بوده بطوری که بعضی اوقات شبیه جنگل کاج به نظر می آیند. چنین قارچهایی کپکی را (کپکهای کاجی)[1] شکل نیز می نامند.

در فیکومیسس اسپورانژیفورها طویل و اغلب به صد میلی متر می رسد. مطالعات وسیعی در مورد فتوتروپیسم و رشد هیف و ساختمان دیوارهٔ سلولی این قارچ صورت گرفته است. اسپورانژیفورهای هوایی در ابتدا رشد انتهایی داشته و در این زمان رشد آن متوقف شده و اسپورانژیومها شکل می گیرند (دوره سکون)[2]. بعداً رشد اسپورانژیفورها در ناحیهٔ دو میلی متری از محل اسپورانژیوم ادامه می یابد. اسپورانژیفورها نه فقط طویل می شوند که دارای چرخش نیز هستند. این چرخش به نظر می رسد در ارتباط با میکروفیبریلهایی است که به صورت متراکم و مارپیچی در دیوارهٔ سلولی وجود دارد. قابل ذکر است که کشش اسپورانژیفور شامل طویل شدن و بطور مسلم در ارتباط با چرخش ان صورت می پذیرد و بسیار

1- Pin moulds
2- Static period

شبیه فنری است که بطور عمودی طوری قرار گرفته باشد که از طرف بالا به وسیلهٔ وزنه ای بسته و انتهای آن آزاد باشد (شکل ۱۸).



شکل ۱۸: Phycomyces blakesleeanus - اسپورانژیفور، درهر یك از مراحل زمانی نشان داده شده است.

زمانی که اسپورانژیومها بالغ شدند مشکلاتی برای انتشار اسپورها به وجود می آید. در بیشتر گونه های موکور دیوارهٔ اسپورانژ بجز اطراف ناحیهٔ ستونک نازا حل و تجزیه می شود. آب بتدریج ازمیان ستونک وارد تودهٔ اسپورها شده و در نتیجه اسپورانژ به صورت قطره ای کروی درمی آید (شکل C -۱۹) موقعی که این قطرات درمعرض هوا خشک شود اسپورها نیز به ستونک متصل شده و حتی با باد نسبةً شدید نیز جدا نمی شوند. در فیکومیس دیواره اسپورانژیوم بسیار نازك است و مانعی برای انتشار نیست و در اثر برخورد با شیٔ سخت دیواره پاره شده است و تودهٔ اسپور خارج می شود. در این قارچها و بیشتر گونه های موکور امکان انتشار اسپور به وسیلهٔ باد وجود ندارد. لیکن در تعداد کمی از موکورها (مانند موکورپلومبئوس[1]، (شکل D -۱۹) نه اسپورانژیوم کروی (قطره ای) و دیوارهٔ اسپورانژیوم مانعی برای انتشار اسپورها توسط باد نمی باشند، زیرا در هنگام بلوغ اسپورانژیومها به توده های اسپور خشک با دیوارهٔ شکافدار تبدیل و اسپورها بآسانی توسط جریان هوا منتشرمی شوند.

یکی از رایج ترین کپکهای موکوری ریزوپوس (استولونی فر)[2] است، که در روی سطح نان مرطوب و یا میوه های پوسیده بطور فراوان یافت می شود. اسپورانژها سیاه رنگ است. این کپک تولید هیفهای هوایی (استولون) می کند که به صورت کمانی از هیف اصلی خارج (شکل ۲۰) و در قسمت انتها و در نقطهٔ تماس با محیط غذایی خود هیفهای ریشه مانندی که (ریزوئید)[3] نام دارد تولید می نماید و باز دوباره هیفهای هوایی دیگری خارج می شود. همچنین در محل ریزوئید نیز یک یا چندین اسپورانژیفور کوتاه خارج شده و شکل می گیرند. رشد در ریزوپوس مثل موکوراست چندین اسپورانژیفور کوتاه خارج شده و شکل می گیرند. وقتی که دیوارهٔ اسپورانژیوم پاره می شود تودهٔ پودر مانند اسپورها خارج می شوند، علاوه بر آن ستونک نازا شبیه جام وارونه درآمده (شکل B -۱۹) و اسپورها بسادگی آزاد می شوند.

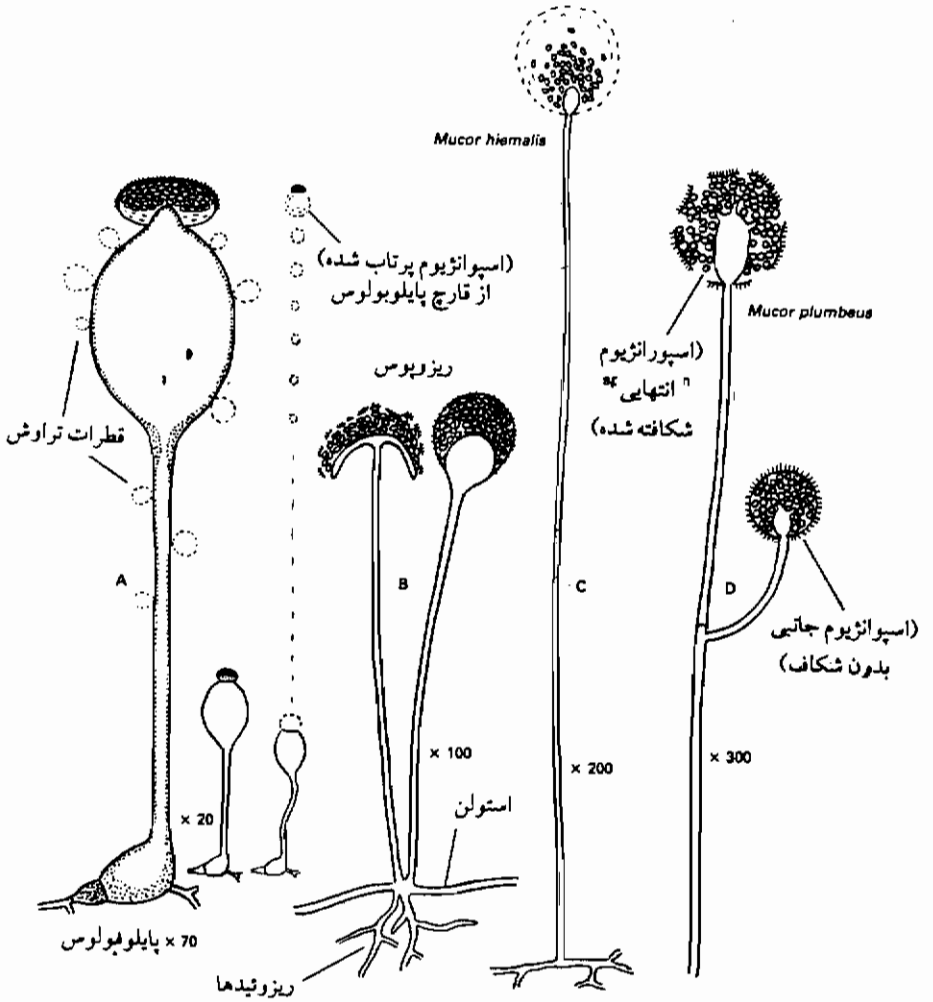
آزاد شدن اسپورها در بعضی جنسها مانند قارچ تفنگی (پایلوبولوس) (شکل A -۱۹) که یک جنس منحصر به فرد است متفاوت است. گونه ای از جنس پایلوبولوس را می توان کشت داد، به این ترتیب که کود تازهٔ حیوانات علفخوار (مانند اسب ـ خرگوش ـ گوسفند) را در محیط سرپوشیده و روشنی که رطوبت با هوای کافی باشد نگهداری کرده بعد از ۳ تا ۴ روز برروی سطح کود، جنگلی تزئین شده از اسپورانژیفورها، مشاهده خواهد شد. ساختمان اساسی آن

1 - M. plumbeus
2- Rhizopus stolonifer
3- Rhizoid

شبیه موکور و میسلیوم آنها بدون دیوارهٔ عرضی وبه صورت منشعب برروی سطح کود گسترده می گردند. هراسپورانژیفور دارای قسمت تحتانی برآمده (ترفوکیست)[1] است که بوسیلهٔ دیوارهٔ عرضی ازبقیه قسمتها مجزا می شود. اسپورانژیفورهای بالغ بین ۰/۵ تا ۱ سانتی متر بلندی داشته و شامل قسمت قاعده (تروفوکیست)، یک پایه راست و برجستگی حباب مانند شفافی که در زیر اسپورانژیوم است می باشد. برروی دهانهٔ این حباب اسپورانژیوم سیاه رنگ که از طرف دیگر به ستونک نازا محدود می شود قرار گرفته است. اسپورانژیفور سلول بزرگی است که حالت تورژسانس دارد. برروی سطح آن قطرات آب که احتمالاً در نتیجهٔ بالابودن فشار تورژسانسی می باشد و این فشار در شیرهٔ واکوئلی در حدود ۷ اتمسفر است، ظاهر می شود. اسپورانژیفور حالت نورگرایی داشته و پایه و حباب شفاف زیر اسپورانژ به سمت نورگرایش دارد. اسپورانژیفور دارای دیوارهٔ واکوئلی بزرگ است که پروتوپلاسم نازکی احاطه شده است؛ اگرچه در نقطهٔ اتصال حباب و پایهٔ اسپورانژیفور پروتوپلاسم فراوان دارد ولی کاملاً عرض آن را دربرنمی گیرد، و بصورت پل برروی واکوئل دیده می شود. پروتوپلاسم در این جا حاوی مقدارزیادی ذرات روغنی و کاروتن محلول به رنگ نارنجی مایل به زرد می باشد که این مواد در ناحیه شفاف حباب با چشم غیر مسلح بوضوح قابل رؤیت است. مشخص شده که قسمت فوقانی اسپورانژیفور پایلوبولوس مانند یک چشم ساده[2] (اسلوس) از یک عدسی شفاف و یک قسمت شبکیهٔ نارنجی رنگ تشکیل شده است. اگر نور پس از عبور از عدسی و انعکاس آن بطور یکنواخت به شبکیه برخورد کند هیچ عکس العملی در اسپورانژیفور پدید نخواهد آمد. اما چنانچه نور بطور نامتقارن برخورد کند بسرعت در اسپورانژیفور انحنا ایجاد می شود. این انحنا درست در زیر حباب و تازمانی که نور عبور کند، ایجادمی شود (شکل ۲۱). بایداضافه کردکه اسپورانژیفو درطول روز به وجود آمده وحدود ظهر از آن جدا می شود. درلحظه ای که اسپورانژ می خواهد از اسپورانژیفور جدا شود یک گسیختگی دایره واری در ناحیه زیر ستونک نازا ایجاد شده و کلاً اسپورانژیوم به فاصلهٔ یک تا چند متربه طرف نور پرتاب می شود. اسپورانژیومها حالت چسبندگی داشته و به هرشیئی که برخوردکنندمی چسبند. درطبیعت معمولاً اسپورانژیومها به علفهای مجاور فضولات چسبیده و زمانی که این گونه علفها به وسیلهٔ حیوانی خورده شود، اسپور آنها وارد بدن حیوان می شود، بدون این که برای حیوان ضرری داشته باشد. تجربه نشان داده که عبور از سیستم گوارشی حیوان باعث تحریک بیشتر و جوانه زدن

1- Trophocyst 2- Ocellus

اسپور در روی فضولات حیوان خواهد شد.



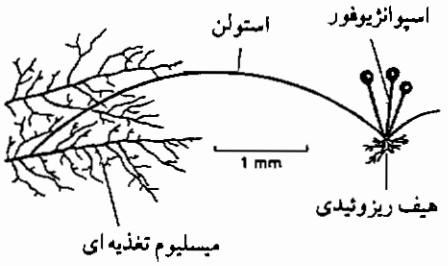
شکل ۱۹: برش طولی از اسپورانژیفورهای موکوراسه.

A - Pilobolus kleinii اسپورانژیفور(xv) ودیاگرام نحوهٔ انتشار در مقیاس کوچك.

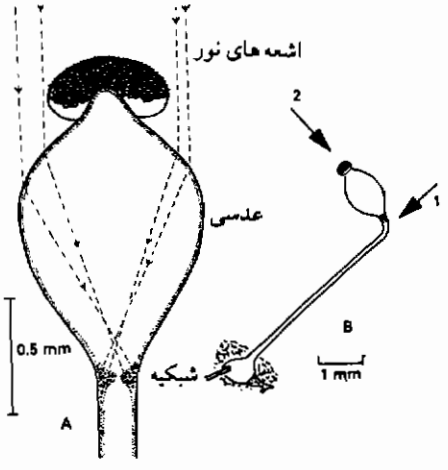
B - Rhizopus stolonifer یك جفت اسپورانژیفور یکی بااسپورانژیوم رسیده و دیگری بعد از خشك شدن.

C - Mucor hiemalis اسپورانژیوم به‌صورت قطره (۲۰۰×). اسپورانژیوم شکافته

D - Mucor plumbeus یك اسپورانژیوم بالغ بدون شکاف خوردگی ودیگری اسپورانژیوم شکافته شده.



شکل ۲۰: Rhizopus stolonifer- میسلیوم درحال تغذیه برروی سطح آگار ایجاد استولن هوایی را نموده که بلافاصله وارد محیط کشت آگار شده و تشکیل کلنی با تعدادی ریزوئید و سه اسپورانژیفور هوایی را نموده است.



شکل ۲۱: Pilobolus kleinii

a- قسمت فوقانی اسپورانژیفور که مانند یك چشم ساده عمل می‌کند.

b- اسپورانژیفور درابتدا به‌طرف نور که از جهت ۱ می‌باشد ظاهر می‌شود، اما دو ساعت پس از تابش به‌سمت ۲ تغییر جهت می‌دهد.

از میان قارچهای مختلفی که برروی فضولات زندگی می کنند ، یعنی قارچهای (پهن

دوست)[1] جنس پایلوبولوس از بزرگترین و زیباترین آنهاست. تقریباً انتشار همهٔ این قارچها به وسیلهٔ حیوانات صورت می گیرد. باید اضافه نمود که این به آن معنی نیست که فقط قارچهای موکوری تشکیل فلور فضولات حیوانی را می دهند، اما می توان گفت انتشار اسپورانژیوم در این قارچها بسختی صورت می گیرد.

قارچ (تامنی دیوم)[2] (شکل ۲۲) یک جنس از موکورالهاست. که عموماً برروی فضولات دفعی موش صحرایی دیده می شود علاوه براسپورانژیوم انتهایی که در این نوع موکور وجود دارد، اسپورانژیفورهای طویل تولید تعداد زیادی اسپورانژیومهای کوچک یا (اسپورانژیولها)[3] در انشعابات جانبی خود می نماید. اسپورانژیومهای بزرگ شبیه اسپورانژیومهایی است که در موکور وجود دارد؛ اما اسپورانژیولها هریک فقط محتوی ۳ تا ۴ اسپور است که بسادگی رها شده و توسط باد انتشار می یابد.

در گونه ای از جنس (کانین خاملا)[4] (شکل ۲۲) که معمولاً ساپروفیت است و در خاك زندگی می کند اسپورها به صورت کنیدی است. کنیدیها عموماً اسپورهایی هستند که به سمت خارج رشد کرده و ایجاد می شوند. انواع مختلفی از کنیدی با تاریخچهٔ تکاملی متفاوت وجود دارد. کنیدی در جنس کانین خاملاکاملاً از اسپورانژیوم کوچک یک اسپوری تشکیل شده و دیوارهٔ اسپورانژیوم و دیوارهٔ اسپور یکی شده اند. اسپورانژیول قارچ تامنی دیوم نیز شکل و حالت کنیدی را به خود گرفته و این بزرگترین نشانهٔ شکل گرفتن کنیدی است.

جالب توجه این که چندین مرحلهٔ تکاملی در موکورالها مبنی براین که اسپورانژیوم به حالت کنیدی درآمده، تشخیص داده شده است. انتشار کنیدی در هوا نیز ساده تر از انتشار اسپور از داخل یک اسپور انژیوم رشد یافته است بنابراین به نظر می رسد که تمایل بیشتری در جهت ایجاد کنیدی وجود دارد.

بعضی از کپکهای موکوری (کلامیدوسپور)[5] تولید می نمایند، اما در بقیه (مانند فیکومیسها) کلامیدوسپور وجود ندارد. کلامیدوسپورها در قسمتهای میانی میسلیوم و به صورت برآمده است که با دیوارهٔ عرضی موجود در طرفین خود از سایر قسمتهای میسلیوم مشخص می شود. کلامیدوسپور اسپور در حال استراحت و دارای ذخیرهٔ چربی و دیوارهٔ مقاوم

1- Coprophilous fungi
2- thamnidium
3- sporangioles
4- Cunninghamella
5- chlamydospores

است. به ویژه در قارچ (موکوراسموسُس)[1] این اسپورها فراوان بوده و نه فقط درمیسلیوم رویشی بلکه در طول اسپورانژیفورها نیز ایجاد می شوند (شکل ۲۳).

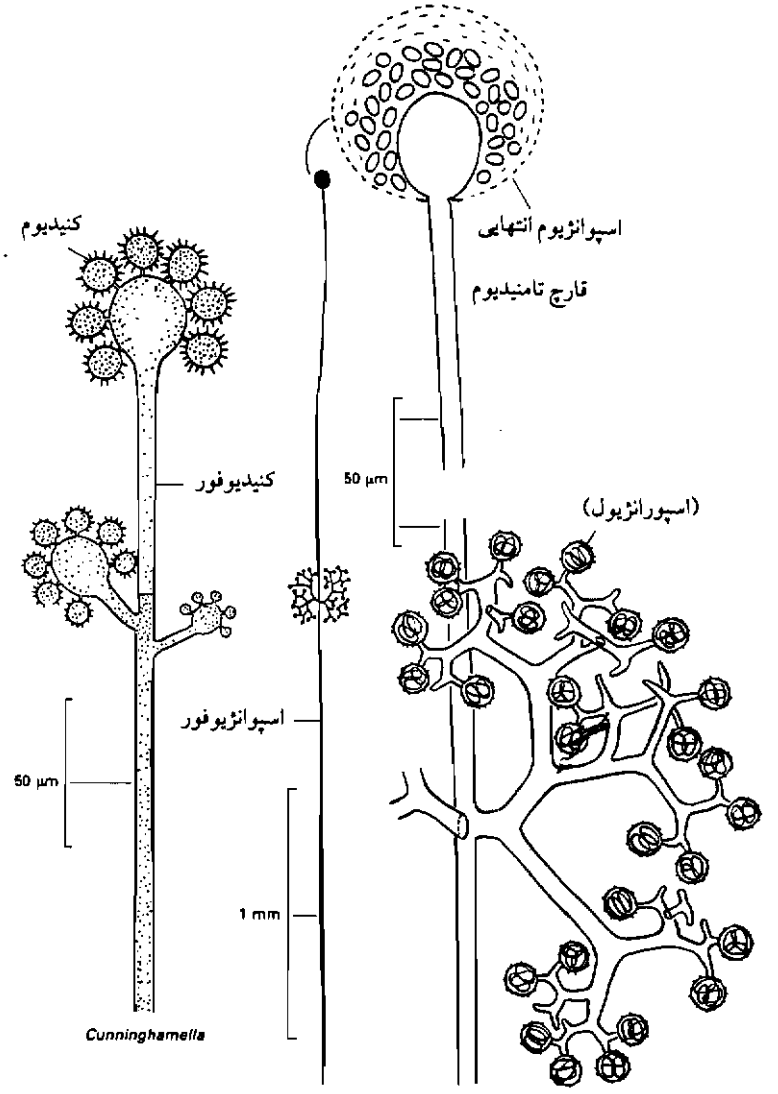
موضوع جالب توجه بویژه در جنس موکور، داشتن مرحله ای شبیه مخمرهاست، که در محیط کشت مایعی با تراکم قند زیاد، ایجاد می شود. موکوراسموسُس در شرایط ذکر شده نه فقط مانند مخمر جوانه می زند بلکه باعث تخمیر قند و تشکیل الکل نیز می شود (شکل ۲۴).

باید توجه داشت که مراحل جنسی در موکورالها دارای ویژگیهای مهمی است. دوگامتانژ مساوی و یا تقریباً هم اندازه تشکیل و باهم ترکیب شده و زیگوسپوری با دیوارهٔ ضخیم و سیاه رنگ تولید می نماید. در بیشتر گونه های موکور اسپورانژیوسپوهای منفرد[2] در محیط کشت زیگوسپور ایجاد می شود. در قرن اخیر (بلک اسلی)[3] تحقیقات خود را در همین زمینه انجام داد و تحولی بسیار بزرگ در مطالعهٔ قارچها و مطالعهٔ ژنتیک قارچها ایجاد نمود. او دریافت که اگر تعداد زیادی از اسپورهای منفرد بعضی از گونه های موکوری را که از منابع مختلف گرفته شده اند کشت کنیم آنها به دو تیپ (جور) که به آنها مثبت و منفی گفته می شود تقسیم می شوند. این دو از نظر مورفولوژیکی کاملاً شبیه به یکدیگر هستند، اما اگر در یک کشت کلنی دوجور مثبت و یا دوجور منفی قرار دهیم تولید مثل جنسی اتفاق نمی افتد. حال اگر در یک محیط کشت جورهای مخالف مثبت و منفی را قرار دهیم پس از برخورد، زیگوسپور در ناحیه ای که آنها با همدیگر تماس حاصل نموده اند تشکیل می شود. گونه هایی که دارای جورهای مثبت و منفی هستند، هتروتال و به این پدیده هتروتالیسم گفته می شود که از نظر ژنتیکی دارای ژنی با دو آلل مثبت و منفی هستند ناشی می گردد.

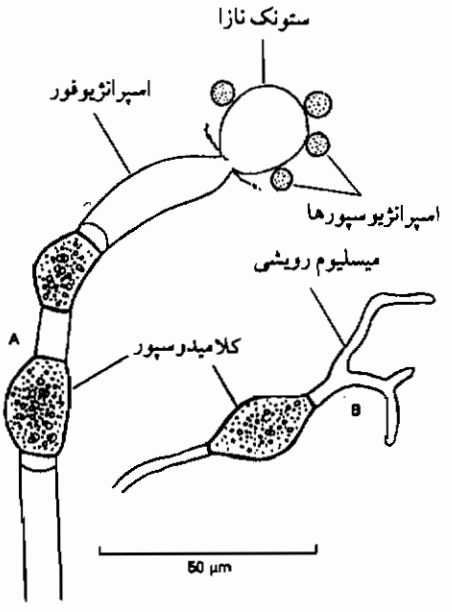
اگر اسپورهای مثبت یا منفی موکور هتروتالیک را در یک محیط کشت به فاصلهٔ چند سانتی متر از همدیگر قرار دهیم هریک از اسپورها ایجاد کلنی دایره شکلی را نموده و هردوکلنی تولید اسپورانژ می کند و همه اسپورهای ایجاد شده شبیه یکدیگرند. وقتی لبهٔ هردوکلنی به همدیگر نزدیک می شوند قبل از این که باهم برخورد کنند هریک باعث تحریک کلنی دیگری شده و ایجاد هیفهای هوایی طویلی که به آنها (زیگوفور)[4] گفته می شود می کنند که به صورت کمانی به طرف کلنی مقابل کشیده می شود (شکل ۲۵). زیگوفورهای دوکلنی مختلف و متضاد به همدیگر پیچیده و سپس اندامهای جنسی تشکیل می یابند.

---

1 - Mucor racemosus
2- Sporangiospores
3- Blakeslee
4- Zygophore



شکل ۲۲: Cunninghamella- کنیدیفور باکنیدی‌ها: Thamnidium-
اسپورانژیفور با یك اسپورانژیوم بزرگ و اسپورانژیولهای کوچك جانبی.



شکل ۲۳: Mucor racemosus

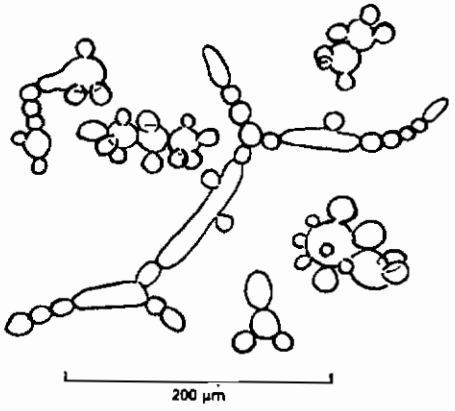
A - اسپورانژیفور با اسپورانژیوم شکاف خورده که ۴ اسپورانژیوسپور آنها هنوز به‌ستونك نازا متصل باقی مانده. دوکلامیدوسپور نیز درطول اسپورانویفور شکل گرفته است.

B - انشعابات جانبی از میسلیوم رویشی باکلامیدوسپور که درقسمت مبانی آن وجود دارد.

درمورد تأثیر متقابل کلنی های مثبت و منفی تحقیقات زیادی صورت گرفته است. دریک پتریدیش حاوی کشت کلنی مثبت و منفی بتدریج که این کلنی به همدیگر نزدیک می شوند هورمونهای خود را در داخل محیط کشت انتشار داده که هر یک تأثیر خاصی در روی جور متقابل دارد ولی شکی نیست که این ترکیبات شیمیائی خیلی شبیه به یکدیگر و آغاز گر مراحل جنسی اند اولین تأثیر آنها ایجاد زیگوفورهای هوایی است. کلنی ها تولید (اسیدتری اسپوریک)[1] رادرسطح زیادنموده وباعث تشکیل زیگوفورمی شوند. هیچ یک ازجورهابتنهایی،

1 - Trisporic acid

به اندازهٔ کافی این اسید را جهت ایجاد زیگوفور تولید نمی کنند، مگر این که در اثر آزاد شدن هورمون مخصوصی در یک جور، سبب تحریک به وجود آمدن این اسید در دیگری شود.

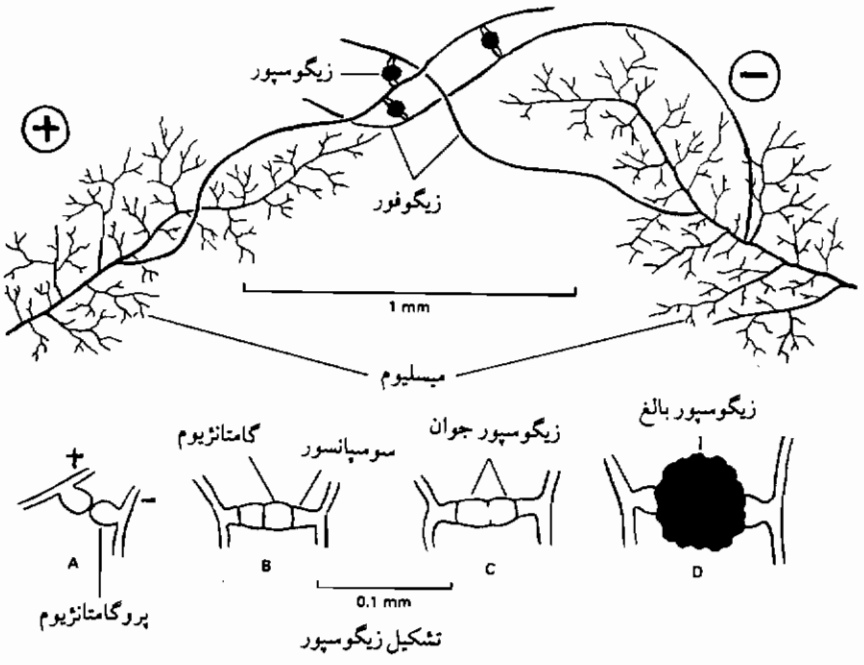


شکل ۲۴: Mucor racemosus- جوانه‌زدن شبیه مخمر درمحیط کشت مایع که تراکم قند زیاد است.

وقتی که زیگوفورها تشکیل شد ترکیبات شیمیائی دیگری نیز وارد عمل می شود. این ترکیبات فرار بوده و به وسیلهٔ هوا از یک کلنی به طرف کلنی دیگر رفته و باعث ازدیاد زیگوفورهای کلنی مقابل می شود. به این مرحله (زیگوتروپیسم)[1] می گویند. در محلهایی که کلنی ها با هم تماس حاصل می نمایند (اغلب جانبی بوده) پروگامتانژ و به دنبال آن زیگوسپور تولید می شود (شکل ۲۵).

باید توجه داشت نظیر این سیستم (سیستم ترکیبات شیمیایی هماهنگ برای تشکیل مراحل جنسی) در قارچهای دیگر نظیر کپکهای آبی مثلاً (آکلیا)[2] و در نوعی از آسکومیستها مانند (آسکوبولوس)[3] وجود دارد.

1- Zygotropism
2- Achlya
3- Ascobolus



شکل ۲۵: Mucor hiemalis

شکل بالا: ناحیه‌ای که کلنی‌های مثبت و منفی به‌همدیگر نزدیك شده و زیگوسپور دربین زیگوفورهای هوایی ایجاد شده است.

شکل پایین (A-D) - مراحل تشکیل زیگوسپور

A- تماس پروگامتانژیومها

B - گامتانژ محدود شده

C- گامتانژیومها با همدیگر ترکیب شده‌اند.

D- زیگوسپور بالغ به‌وسیلهٔ سوسپانسورها نگهداشته شده است .

وقتی که پروگامتانژیا رشد یافت، گامتانژیوم چندهسته‌ای توسط دیواره‌ای محدود شده و بقیهٔ آن را (سوسپانسور[1] تشکیل می دهد. سپس دیواره‌ای که دوگامتانژیا را از هم مجزا

1 - Suspensor

می نماید حل شده و محتویات آن دو مخلوط می شوند و در نتیجه این ترکیب زیگوسپور حاصل می شود. از نظر سیتولوژیکی بطور قطع نحوهٔ ترکیب روشن نبوده و نظر براین است که هسته ها به صورت جفت ترکیب می شوند و احتمال زیاد دارد که هسته هایی که جفت می شوند یکی مثبت و دیگری منفی باشد. زیگوسپورهای جوان تشکیل شده مقدار قابل ملاحظه ای مواد چربی در خود ذخیره دارند. دیواره های اصلی گامتانژیوم نازك باقی مانده و یا ممکن است از هم گسیخته شوند. پس از یکی شدن پروتوپلاسم، دیواره ای ضخیم و دولایه آن را احاطه می کند، که لایهٔ خارجی آن برآمده وسیاه رنگ است.

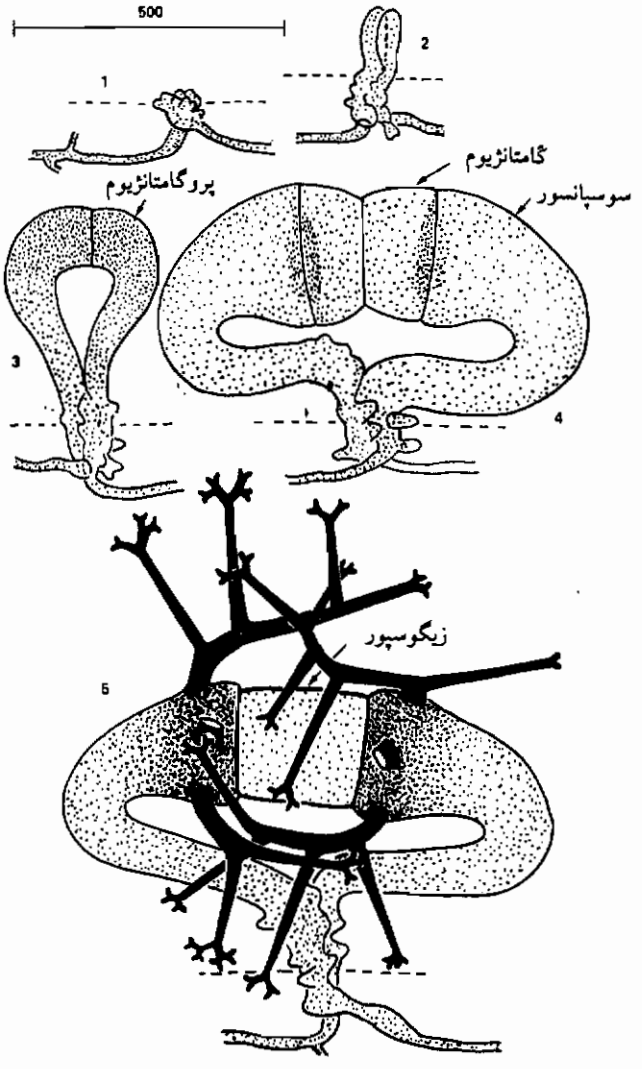
در بیشتر ارگانیسمها گامتها تک هسته ای و برهنه (بدون دیواره) هستند. اما در موکور بسادگی نمی توان نتیجه گرفت که گامت چیست: آیا تمامی گامتانژیوم چند هسته ای و یا هریک از هسته های منفرد آنرا بایستی گامت تصور کرد؟ به زیگوسپوری که دارای دیوارهٔ ضخیم سیاه رنگ بوده و در نتیجهٔ تولید مثل جنسی ایجاد می شود، بهتر است (زیگوسپورانژیوم)[1] که حاوی زیگوسپور است اطلاق شود.

مراحل جنسی در فیکومیسسها بطور کلی شبیه موکوراست، اما زیگوسپور توسط زایده های سیاه شاخ گوزنی احاطه شده که از سوسپانسور منشأ گرفته و با چشم غیر مسلح قابل مشاهده است. همچنین مقدار اسپورانژیفورهای هوایی کم بوده و در نتیجه تماس کلنی های مثبت و منفی یک خط سیاه رنگی از زیگوسپورها در نقطهٔ برخورد قابل مشاهده است. اگرچه مانند موکور هورمونها در آغاز مراحل جنسی به وجود می آیند امّا زیگوفورهای هوایی تشکیل نمی شوند. به جای آن در اثر منتشر شدن هورمونهای یک جور در داخل محیط کشت آگار، باعث برآمدگی در انتهای هیفهای طرف مقابل خود شده و نظیر چنین برآمدگی در انتهای هیفهای طرف دیگر و در محل برخورد هیفها ایجاد می شود. در ناحیهٔ برخورد، هیفها برآمده و تشکیل گره را می دهند که به طرف بالا به حالت کمانی رشد کرده و پروگامتانژیوم را به وجود می آورد. سپس گامتانژیوم ایجاد و مانند موکور با همدیگر ترکیب می شوند. اما پس از تشکیل زیگوسپور، زایده های منشعب شاخ گوزنی از محل سوسپانسورها رشد می کنند. (شکل ۲۶).

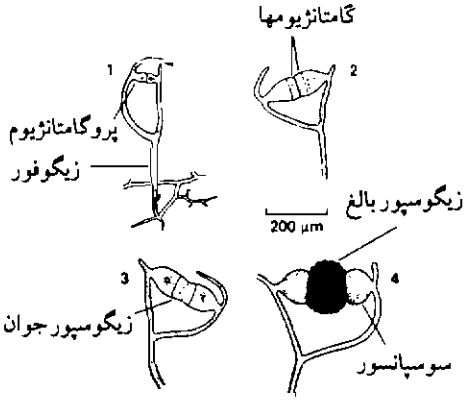
تمام قارچها موکوری هتروتالیک نبوده و برخی از آنها (مانند ریزوپوس سکسچوالیس)[2] هموتالیک است و زیگوسپورها در بین شاخه های هوایی زیگوفور به وجود می آید (شکل ۲۷).

1- Zygosporangium

2- Rhizopus sexualis



شکل ۲۶. phycomyces blakesleeanus - مراحل تولید مثل جنسی از (۵-۱)
نشان داده شده است در شکل ۵ دو زایده که در لبه‌ها قرار دارند بریده و کوتاه نشان داده و آنهایی که دورتر قراردارند حذف شده‌اند. خط نقطه‌چین نمایانگر محیط کشت آگار است.



شکل ۲۷. Rhizopus sexualis مراحل تشکیل زیگوسپور.

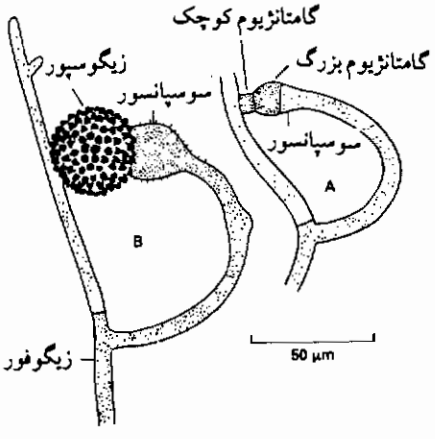
اگرچه در بیشتر موکورالها گامتانژیومهایی که باهم ترکیب می شوند از نظر اندازه تفاوتی ندارند ولی تعدادی از زیگوسپورها از ترکیب دوگامتانژیوم که یکی نسبت به دیگری کوچکتر است به دست می آید این حالت همیشه در قارچهایی که هموتالیک هستند اتفاق می افتد. از قارچهای خاکزی (جنس زیگورینکوس)[1] دارای چنین حالتی است (شکل ۲۸).

زیگوسپور یک اسپور درحال استراحت است، بدین معنی که فوراً نمی تواند تندش نماید و باید مرحلهٔ نهفتگی را طی کند. در گونه های مختلف این زمان متفاوت و ازچند هفته تا چند ماه ممکن است طول بکشد. با این که شواهد کمی در دست است نظر براین است که زیگوسپورها برای مدت طولانی نمی توانند باقی بمانند و بعد از مدت یک سال یا بیشتر توانایی تندش خود را از دست خواهند داد.

از تندش زیگوسپور لوله های تندش ایجاد می شود که در اثر رشد آنها اسپورانژیفور و سپس بطور طبیعی اسپورانژیوم یعنی همان ناحیه اسپورزایی اسپورانژیوم تشکیل می شود. (شکل ۲۹). در موکور، تجزیه و جداسازی اسپورهای موجود در اسپورانژیوم نشان داده که

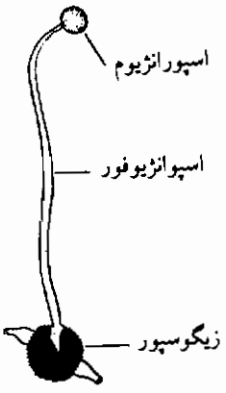
1 - Zygorhnchus

همگی مثبت و یا همگی منفی اند. دیدیم که در تشکیل زیگوسپورها هسته های هاپلوئیدی مثبت احتمالاً با هم ترکیب شده هسته دیپلوئیدی را ایجاد می نمایند و گاهی نیز تعدادی هسته با همدیگر ترکیب نمی شوند. بطورکلی نظر براین است که در طی مراحل تندش زیگوسپور تقسیم میوز اتفاق می افتد. بعد از مرحلهٔ میوزیکی از هسته ها باقیمانده و بقیهٔ هسته ها از بین می روند، در نتیجه تمام اسپورهایی که از اسپورانژیوم اسپورزاحاصل می شوند یک نوع می شوند. تصور براین است که در تقسیم میوز آلل های مثبت و منفی از هم جدا شده و از ۴ هستهٔ هاپلوئیدی فقط یکی باقی می ماند. (شکل ۳۰). در این جا باید تأکید نمود که دلیل قانع کننده ای از نظر سیتولوژیکی وجود ندارد و از لحاظ تکنیکی مطالعات سیتولوژیکی بسیار مشکل است، زیرا هسته ها بسیار کوچکند.



شکل ۲۸. A. Zygorhynchus- دوگامتانژیوم نامساوی درحال ترکیب. B- مرحلهٔ پیشرفتهٔ زیگوسپور بالغ.

اسپورانژیوم فیکومیسس درمقایسه با موکورحاوی اسپورهای مثبت و منفی است. در این قارچ علاوه بر هسته های حاصل از تقسیم میوزیک یا چند هستهٔ دیپلوئیدی در پروتوپلاسم لولهٔ تندش وجود دارد که پس از آن اسپورانژیفور و اسپورانژیوم اسپورزا حاصل می شود.



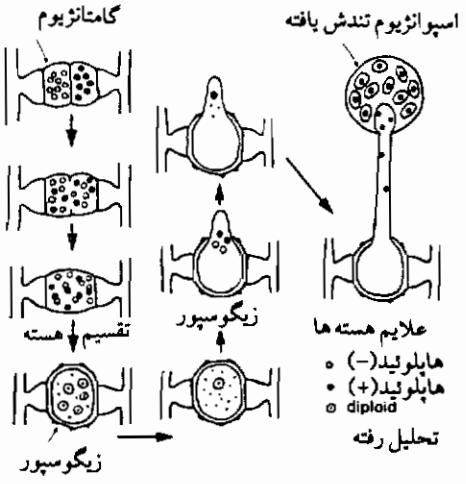
شکل ۲۹. Mucor. SP- زیگوسپور، با درشت‌نمایی زیاد که سوسپانسورها به‌آن متصل است و دراثر تندش به‌تشکیل اسپورانژیوم اسپورزا منجر می‌شود.

موکورالها با این که راستهٔ کوچکی است در این جا بطورگسترده مورد بررسی قرار گرفت، به این دلیل که موضوعات اصلی قارچها توسط این دسته از قارچها بیشتر به تصویر کشیده و نشان داده شده است و همچنین برای مطالعه این دسته از قارچها بسیار مناسب بوده و بسادگی نیز در محیط کشت رشد می یابند.

انتوموفتورالها[1]

انتوموفتورالها یکی دیگر از راسته های کوچک و جالب ردهٔ زیگومیستهاست . بیشتر نمونه های آن انگل حشراتند. تولید مثل غیر جنسی توسط کنیدی که معمولاً بسرعت خارج می شود انجام می شود. در بعضی از گونه ها اسپوردر حال استراحت ایجاد می شود که ممکن است در نتیجهٔ تولید مثل جنسی و شبیه زیگوسپوری که درموکورالها است، ایجاد می شوند.

1- Entomophthorales



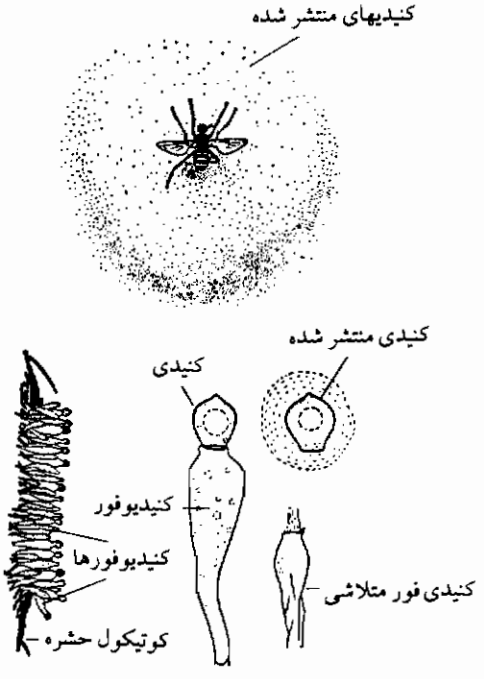
شکل ۳۰. موکور. دیاگرام نحوهٔ تشکیل زیگوسپور و تندش آن که به‌اسپورانژیوم اسپورزا منجر می‌شود، نشان داده شده و در تقسیم میوز هستهٔ باقیمانده از نوع (−) است واسپورهای به‌وجود آمده دراسپورانژیوم نیز از یک‌نوع است. و اسپور (+) همان طوری که در دیاگرام دیده می‌شود به‌وجود نمی‌آید.

یکی از گونه های کاملاً شناخته شده (انتوموفتورا موسکای)[1] است، (شکل ۳۱)، که به مگسهای خانگی در اواخر تابستان و پاییز حمله می کند. کنیدیهای انتشار یافته به این مگسها چسبیده و پس از تندش ایجاد لولهٔ تندش می کند که در داخل کوتیکول آن نفوذ می نماید و در نتیجه قارچ مگس را احاطه می نماید. بخصوص در قسمتهای شکمی حشره بطور قابل ملاحظه ای رشد می کند و این قسمتها را متورم می گرداند. وقتی که مگس در حال مرگ است توسط اندامهای مکنده خود که در قسمتهای دهانی دارد به لبهٔ اندامهای گیاهی و یا اغلب به شیشهٔ پنجره ها می چسباند، ودر همین حالت مگس می میرد. بعد از مدت زمان کوتاهی از مرگ، قسمتهای شکمی که دارای دیوارهٔ نازکی است پاره شده و تعداد بیشماری کنیدیفور

1 - Entomophthora muscae

خارج می شود. هرکنیدیفور نظیر قارچ پایلوبولوس کنیدی خود را به فاصلهٔ یک یا دو سانتی متری پرتاب می کند. اگر مگس مرده برروی شیشهٔ پنجره قرار گرفته باشد در اطراف آن هاله ای از کنیدیهای پرتاب شده مشاهده می شود. قارچهایی که به مگسها حمله می کنند بعضی مواقع به صورت اپیدمیک در می آیند.

انتوموفتورا موسکای یکی از قارچهای شناخته شده از این نوع است. اگرچه تعداد قارچهائی که برروی حشرات زندگی می کنند زیاد نیستند، با این وجود در همهٔ گروههای قارچی، پارازیت حشرات وجود دارد.



شکل ۳۱. Entomophthora muscae - شکل بالایك حشره مرده که توسط قطعات دهانی خود را به‌شیشه چسبانیده و هاله‌ای از کنیدیهای منتشر شده دراطراف آن مشاهده می‌شود. به‌هر سه ناحیهٔ سفیدرنگ از کنیدیفورها درروی قسمت شکمی توجه کنید.

قسمت پایین (چپ) برشی از قسمت شکمی حشره مرده که کنیدیفورها از ناحیه پوست برآمده‌اند (×۸۰).

قسمت پایین (راست)، یك کنیدیفور بالغ باکنیدی، کنیدیفور بعداز انتشار، کنیدی انتشار یافته که توسط شیرابه کنیدیفور احاطه شده است (×۳۲۰).

اُمیستها[1]

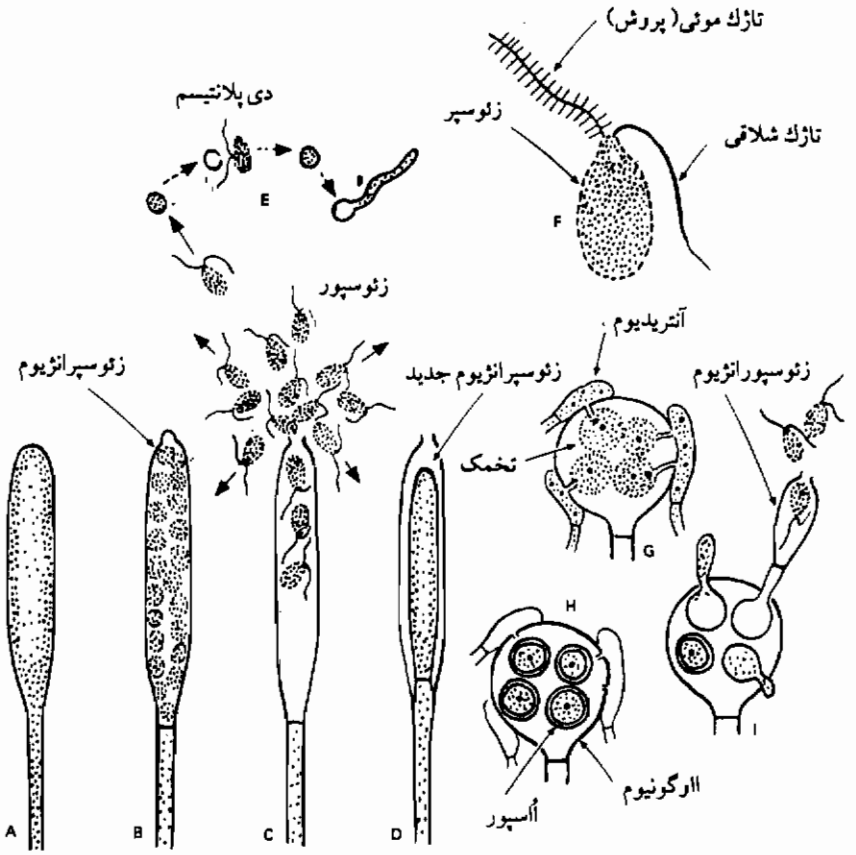
ازخصوصیات ساختمانی اُمیستها داشتن تولید مثل جنسی اُگامی است که یک یا چندین تخم در اندام کروی شکل اُگونیوم شکل می گیرد. میسلیومهای رویشی فاقد دیوارهٔ عرضی بوده و هسته ها دیپلوئید هستند، که در اکثر قارچها غیر معمول است. در هنگام تشکیل اووگونیوم و آنتریدیوم تقسیم میوز انجام شده و هسته های جنسی هاپلوئیدی در هریک ایجاد می شود. یکی دیگر از خصوصیات اُمیستها این است که همهٔ آنها اسپورهای غیر جنسی متحرك که زئوسپور نامیده می شود، تولید می نمایند. یک زئوسپور واجد یک هسته و بدون دیواره سلولی است و فقط در آب زنده می ماند و به وسیلهٔ یک یا دو تاژهٔ خود شنا می کند. دراُمیستها زئوسپور دوتاژه ای است، یکی از تاژکها مویی (پروش) شکل که زئوسپور را در اثر شنا کردن به جلو می راند و دیگری شلاق مانند، که در قسمت عقب آن قرار دارد (شکل ۳۲). تشخیص دوتاژك فقط به وسیلهٔ میکروسکپ الکترونی قابل رؤیت بوده و بوضوح از همدیگر قابل تشخیصند و از نظر تاکسونومی اهمیت دارند. از خصوصیات ساختمانی دیگری که در این گروه قابل توجه است وجود میکروفیبریلها در دیوارهٔ هیف است، که از ترکیبات سلولزی است نه (کیتینی)[2] به همین دلیل قارچ شناسان براین عقیده اند که اُمیستها را باید به صورت گروهی جدا از بقیهٔ گروهها مورد مطالعه قرار داد.

مافقط در این جابه دوراستهٔ مهم از اُمیستها، یعنی (ساپرولگنیالها)[3] و (پرونوسپورالها)[4] می پردازیم.

ساپرولگینالها

ساپرولگنیالها کپکهای آبی هستند که اغلب هیف آنها در اطراف ماهیهای مردهٔ برکه ها و کانالها دیده می شود. و قارچ شناسان معمولاً برای مطالعه این قارچها از روش طعمه گذاری استفاده می نمایند. مگسهای خانگی معمولاً برای این کار مناسب می باشند. چنانچه یک مگس را در مقداری از آب برکه قرار دهیم قارچهایی نظیر ساپرولگنیا (Sprolegnia) و یا آکلیا اطراف آنرا در مدت چند روز فرا می گیرند. اکثراً دانه شاهدانه جوشانده شده را به عنوان طعمه جهت مطالعهٔ این قبیل قارچها به کار می برند، اما جمع آوری آنها کاری مشکل است.

1- Oomycetes
2- Chitin
3- Saprolegniales
4- Peronosporales



شکل ۳۲. Saprolegnia - دیاگرام از ساختمانی که قابل ملاحظه درزیرمیکروسکوپ با بزرگ نمایی زیاد می‌باشد نشان داده شده است.

C-A - مراحل تشکیل زئوسپورانژیوم، D اسپورانژیوم جدید که در قسمت داخل بسرعت تشکیل می‌شود.

E- مراحل دی‌پلانتیسم .

F- زئوسپوربابزرگ نمایی زیاد

H-G- مراحل تولید مثل جنسی که منجر به تشکیل اُسپورمی گردد.

I- تندش اُسپورها درمیان اُگونیوم و تندش یکی از زئوسپورانژیومها

میسلیوم در ساپرولگنیا (شکل ۳۲) منشعب و فاقد دیوارهٔ عرضی است. هیفها در محیط غذایی به صورت چند هسته ای (سنوستیک) هستند و انشعابات آنها در آب ساختمانهای تولید مثلی را ایجاد می نماید. تولید مثل غیر جنسی، به وسیلهٔ زئوسپورهایی که در زئوسپورانژیوم است انجام می شود. این زئوسپورانژیوم معمولاً سیگاری شکل و انتهایی است که به وسیلهٔ دیوارهٔ عرضی از هیف جدا می گردد. زئوسپورانژیوم محتوی توده ای از پروتوپلاسم بی رنگ چندهسته ای است که سرانجام به تعداد زیادی زئوسپورهای تک هسته ای برهنه تقسیم می شود. پس از بالغ شدن زئوسپورها، هریک بردیگری فشار وارد ساخته و آن را به طرف برآمدگی که در انتهای زئوسپورانژیوم قرار دارد. و دارای دیواره نازکی است، می راند. دیوارهٔ این برآمدگی بطور ناگهانی پاره شده و زئوسپورها به خارج رها می گردند. بیشتر آنها بسرعت خارج شده و این حالت در اثر فشاری که در داخل زئوسپورانژیوم به وجود می آید صورت می گیرد. اما زئوسپورهای باقیمانده بطور آهسته به بیرون خواهند رفت. زئوسپورها گلابی شکل و دارای دوتاژه در قسمت انتهایی است زئوسپورها از قسمت انتهایی زئوسپورانژیوم رها می شوند و کاملاً واضح است که بعد از رها شدن سریع زئوسپورهای اولیه، زئوسپورهای باقیمانده خارج می شوند. و زئوسپورها پس از خروج وارونه شده و به وسیلهٔ تاژکهای خود به طرف جلو شنا می نمایندتاژك پروش شکل به سمت جلو و تاژك شلاق مانند نیز به همان سمت کشیده می شود.

بعد از مدت زمانی، یعنی فقط چند دقیقه که از حرکت زئوسپورها گذشت تاژکهای خود را از دست داده، و به وسیلهٔ دیوارهٔ نازکی احاطه می شوند. در این حالت به آن (آنکیست)[1] می گویند. پس از چند ساعتی که از این حالت گذشت زئوسپور شبیه جوجه ای که از تخم خارج می شود ظاهر شده و (کیست)[2] خالی می گردد. و بعد از خارج شدن، شکل زئوسپورها تغییر کرده و معمولاً به شکل لوبیایی با تاژکهای جانبی در می آید. این زئوسپورها نیز برای چند ساعتی شنا کرده، دوباره به صورت آنکیست در می آیند. اما در حقیقت کیست ثانویه نظیر اسپور طبیعی قارچ عمل کرده، به وسیلهٔ تندش، لولهٔ تندش و سپس میسلیوم را ایجاد می نماید

(دی پلانتیسم)[3]، ایجاد مرحلهٔ دواسپوری که پدیده ای کمیاب است، درساپرولگنیا و سایر جنسهای وابسته به آن وجود دارد. این رفتار از نظر بیولوژیکی قابل اهمیت ولی مبهم

1- Encyst
2- Cyst
3- Diplanetism

است. در ساپرولگنیا مدت زمانی که زئوسپورها شکل اولیه خود را دارا هستند طولانی است، در صورتی که درآکلیا این مدت بسیار کوتاه است، زئوسپورها بلافاصله کیست اولیه را ایجاد نموده و برروی دهانه اسپورانژیوم خالی شده قرار می گیرند.

دومین خصوصیت که می توان دوجنس ساپرولگنیا و آکلیا را از همدیگر مجزا ساخت این است که در ساپرولگنیا بعد از این که زئوسپورها رها شدند، دیوارهٔ عرضی که در انتهای اسپورانژیوم خالی شده قرار دارد متورم شده، مانند انتهای هیفی که به طرف جلو رشد می نماید عمل کرده، و در نتیجه اسپورانژیومی جدید در میان اسپورانژیوم قدیمی که خالی شده است ایجاد می شود. در مقایسه با ساپرولگنیا، جنس آکلیا اسپورانژیوم جدید درون قدیمی ایجاد نکرده بلکه پس از آن که زئوسپورها از اسپورانژیوم آن رها شوند اسپورانژیوم جدید در کنار اسپورانژیوم قبلی شروع به رشد می نماید.

زئوسپورهای متحرك به طرف ترکیباتی نظیر اسیدهای آمینه خاص، که در اثر تجزیهٔ پروتئینهاحاصل می شود کشیده می شوند. بدون شک وجود این ترکیبات شیمیایی خاص در پروتئینهایی نظیرپروتئینهای ماهی مرده و غیره، موجب جلب زئوسپور این قارچها می گردد.

ساپرولگنیا روی مواد غذایی مناسبی که در آب باشد رشد می کند. در مرحلهٔ اول فقط زئوسپورانژیوم به وجود می آید اما بعداً مرحله جنسی جانشین مرحلهٔ غیر جنسی می شود. اندامهای جنسی معمولاً بطور جانبی در روی هیفهای تشکیل می شوند. اندام ماده (آگونیوم)[1] کروی شکل است و به وسیلهٔ دیوارهٔ عرضی در پایین محدود می شود و پروتوپلاسم آن بطور یکنواخت، و دانه دار و چند هسته ای است. احتمالاً بعد از مدتی تعدادی از هسته هاتحلیل می روند و بالاخره چند تخمک (ائوسفر)، یک هسته ای ایجاد می شود. در این هنگام یک یا چند هیف که شامل آنتریدی می باشند به طرف اندام ماده رشد نموده، در مجاورت آن قرارمی گیرند. انتهای هیف آنتریدیها به وسیلهٔ دیوارهٔ عرضی از قسمتهای دیگر هیف مجزا شده، هریک واجد چندین هسته می باشند. دیوارهٔ آنتریدیها کاملاً در مجاورت آگونیوم قرارمی گیرد. سپس از هریک از آنها یک یا چند هیف مخصوص خارج شده و از طریق دیواره به داخل آگونیوم و به طرف هریک از تخمکها رشد می نماید. بعد از پاره شدن انتهای هیف هسته ها آزاد و با تخمکها ترکیب می شوند. در هنگام تشکیل آگونیوم و آنتریدیوم تقسیم میوز جهت ایجاد مرحلهٔ هاپلوتیدی برای تولید مثل جنسی ضروری است. تخمک لقاح یافته یا

1 - Oogonium

(اُسپور)[1] بادیوارهٔ صاف وضخیم یک اسپور در (حال استراحت)[2] می باشد. معمولاً تولید مثل جنسی و تشکیل اُسپور به این ترتیب صورت می گیرد، اما در بسیاری از گونه های ساپرولگنیا قسمتی از اُگونیوم بدون دخالت (آنتریدی)[3]، یعنی به حالت آپوگامی اُسپور را تشکیل می دهد.

اُسپورها معمولاً رها نمی شوند و در داخل اُگونیوم باقی می مانند، و بعد از طی دورهٔ استراحت اُسپور تندش می کند. در این مرحله اُسپور تا اندازه ای متورم شده و دیوارهٔ آن نازك می شود، سپس لولهٔ تندش ایجاد شده که از میان دیواره اُگونیوم به سمت خارج رشد می نماید. بالاخره هیف گرزی شکلی تشکیل می شود که انتهای آن به یک اسپورانژیوم کوچک آزاد کنندهٔ زئوسپور محدود می شود (شکل ۳۲).

بیشتر قارچهای راستهٔ ساپرولگنیاهاهموتالیک می باشند، اما تعدادی نیز هتروتالیک هستند، یعنی میسلیومهای نر و ماده از همدیگر مجزایند. برخی از گونه های آکلیا نیز هتروتالیک بوده که مطالعات و تحقیقات گسترده و با ارزشی برروی آنها انجام شده است. مراحل تولید مثل جنسی با شرکت چهار نوع هورمون A، B، C و D صورت می گیرد. از این هورمونها هورمون A (آنتریدیول)[4] که توسط میسلیوم ماده ترشح می شود، باعث تشکیل آنتریدیومها برروی هیفهای مجاور آن می شود که از نظر ترکیب شیمیایی یک نوع استرول است.

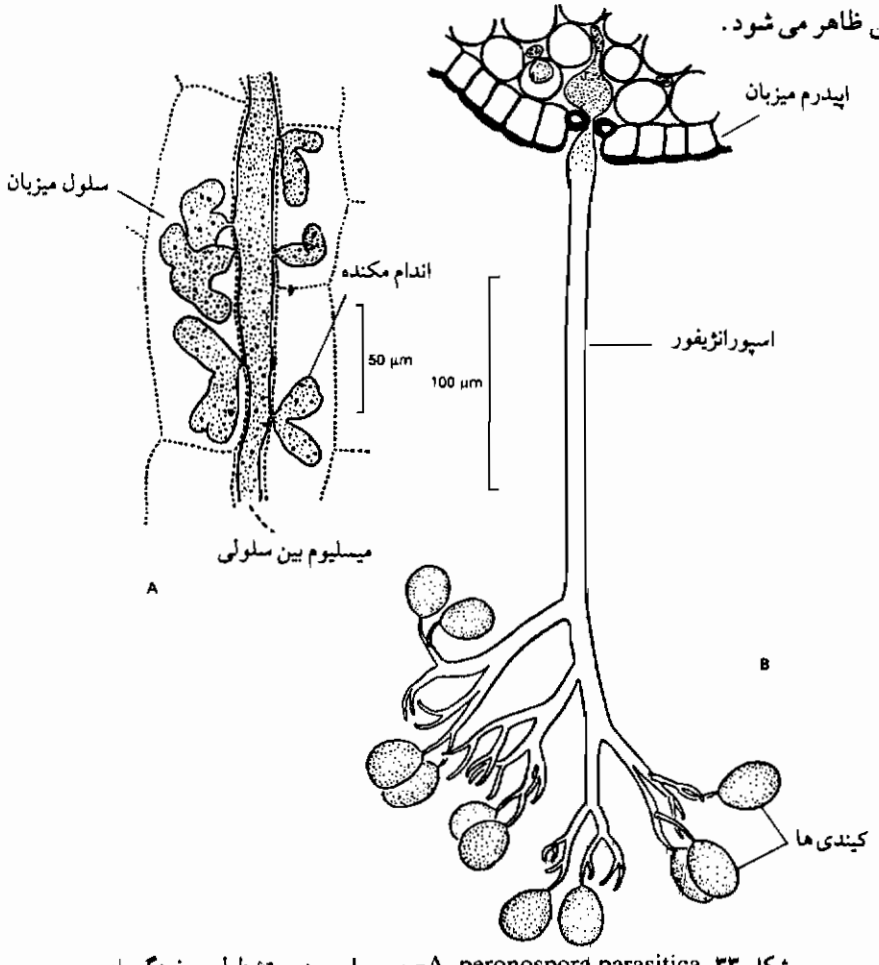
بیشتر راستهٔ ساپرولگنیالها ساپروفیت بوده اما بعضی از گونه های آن بخصوص (ساپرولگنیادیکلینا)[5] معمولاً باعث مرگ ماهی سالموند می شوند. این قارچها گرچه فقط باعث عفونت در بافتهای سطحی میزبان می شوند اما مکانیسم منظم اُسمزی را مختل ساخته که بندرت به حالت عادی برمی گردد.

پرونوسپورالها[6]

پرونوسپورالها یکی از راسته های اُامیستهاست. این راسته ازگونه های حقیقی آبزی خاصی نظیر (پی تیوم)[7]، (فیتوفتورا)[8]، (سفیدکهای دروغی)[9] و قارچهای خاکزی که به صورت انگل اجباری گیاهان عالی هستند شامل می شود.

1- Oospore
2- Resting - spore
3- Anthridia
4- Antherdiol
5- Saprolegnia diclina
6- Pernosporales
7- Pythium
8- Phytophthora
9- Pernosporacea

از این راسته، (پرونوسپورا پارازیتیکا)[1]، (شکل ۳۳) را که بطور معمول یافت می شود می توان نام برد. این قارچ به صورت انگل اجباری برروی گیاه (شب بو)[2]، و (کیسه کشیش)[3] و بطور فراوان بر روی علفهای باغها پیدا می شود. در شب بوهایی که آلوده می شوند برگهای انتهایی کاهش یافته و از بین می روند و اسپورانژیفورها سطح برگها را پوشانده و به شکل سفیدك دروغی ظاهر می شود.



شکل ۳۳. A. peronospora parasitica- میسلیوم دربرش طولی مغزگیاه شب‌بوی آلوده دیده می‌شود، سلولهای زندهٔ میزبان با قطه‌چین نشان داده شده است. B- اسپورانژیفور از میان روزنه گیاه میزبان خارج شده است.

1- Peronospora parasitica
2- Cheiranthus
3- Capsella - bursa- pastoris

برگهای جوان یک گیاه سالم به وسیلهٔ اسپورهایی که در هوا وجود دارد آلوده می شوند. اسپورها در اثر وجود شبنم و یا قطره بارانی در سطح برگ تندش و لولهٔ تندش ایجاد می شوند و از راه روزنه وارد برگ می شوند. در داخل برگ میسلیوم قارچ منشعب می شود. این میسلیومها فاقد دیوارهٔ عرضی بوده و در فضاهای بین سلولی سلولهای میزبان خود قرار گرفته و با ایجاد (اندامهای مکنده)[1] چنگال مانند خود از مواد غذایی سلولهای میزبان استفاده می کنند. در این رابطه سلولهای میزبان از بین نمی روند در واقع موفقیت این نوع زندگی انگلی بخصوص، بستگی به زنده ماندن سلولهای میزبان دارد. بعد از چند روزی که از فعالیت اندامهای رویشی در بین سلولهای میزبان گذشت، ساختمان اندام تولید مثلی شکل می گیرد. این اندام شامل اسپورانژیفورهایی است که از میان روزنه ها بیرون آمده و قسمت تحتانی آن بدون انشعاب، ولی قسمت انتهایی منشعب است. هریک از انشعابات نوك تیز و به یک اسپور تخم مرغی که حالتی از یک اسپور انزیوم تغییر شکل یافته است، منتهی می شود. در قارچ (پرونوسپورا)[2] این اسپورها با ظرافت خاصی متصل بوده و نحوهٔ آزاد شدن آنها کاملاً روشن نیست. در برخی از جنسها گونه هایی مشاهده شده که اسپورها با شدت زیاد، در نتیجهٔ چرخشی که در محور اسپورانژیفور، ولی خشک شدن ناگهانی آن به وجود می آید، پرتاب می شوند یک نوع الکتریستهٔ ساکن نیز در آزادسازی اسپورها ممکن است نقش داشته باشد.

در پرونوسپوراسه، خانوادهٔ سفیدکهای دروغی هریک از جنسها را از روی نحوهٔ انشعابات اسپورانژیفور می توان از یکدیگر تشخیص داد. در تمام جنسها به جز جنس پرونوسپورا اسپوردر مایه تلقیح روی سطح برگ به یکی از این دو طریق می تواند عمل کند، در حالت اول می تواند، بطور مستقیم تندش نماید و شبیه یک کنیدی عمل کند و در حالت دوم مانند یک اسپورانژیوم رفتار کند، یعنی در ابتدا زئوسپورها آزاد شده و سپس هریک از آنها بعد از طی دورهٔ استراحت تندش نموده و لولهٔ تندش را ایجاد می نمایند. لولهٔ تندش چه مستقیماً از اسپورانژیوم و چه به صورت غیر مستقیم از زئوسپورها بعد از طی استراحت به وجود آید، از طریق روزنه وارد میزبان خود می گردد. در تندش غیر مستقیم پروتوپلاسم اسپور (اسپورانژیوم)، به قسمتهای مجزا از همدیگر تقسیم و به تعدادی زئوسپور تبدیل می گردد. سپس انتهای اسپورانژیوم حل شده و زئوسپورهای لوبیایی شکل، همانند ساپرولگنیا در مرحلهٔ

1 - Haustoria 2- Peronospora

دی پلانتیسم، در (قطرهٔ آلوده)[1] شنا می نماید. هنوز کاملاً روشن نیست که چه عواملی باعث تندش مستقیم و یا غیر مستقیم می شود.

به احتمال زیاد قارچهای خاکزی که باعث ایجاد سفیدك دروغی در گیاهان عالی می شوند از اجدادشان که کپکهای آبی هستند منشأ گرفته اند. این حالت، یعنی تبدیل شدن آبزی به خشکزی، باعث می شود که زئوسپورانژیومها نیز به صورت کنیدیوم در آیند. در پرونوسپورا از همان مراحل اولیه زئوسپور تولید نمی شود.

قارچ (پرونوسپورا پارازیتیکا)[2] علاوه برتولید مثل غیرجنسی دارای مرحلهٔ تولید مثل جنسی است که در قسمتهای عمقیِ بافتهای پارانشیمی آلوده گیاه شب بو انجام می شود. اُاگونیوم و آنتریدی برروی میسلیومهایی که در فضای بین سلولی نسبةً وسیع قرار دارند ظاهر شده و مراحل تولید مثل جنسی آن شبیه ساپرولگنیاست، به جز این که در پرونوسپورالها فقط یک تخمک یافت می شود. پس از عمل لقاح سلول تخم به اُاُو سپوری که دیوارهٔ آن ضخیم است تبدیل و سپس وارد مرحله استراحت می شود. این اُاُسپور فقط زمانی که بافتهای آلوده پوسیده و ازبین می روند آزاد می شود.

در هریک از قارچهای بیماری زا، زمستان گذرانی مسأله مهمی است و تعداد زیادی از بیماری زاها شرایط نامساعد را به صورت اسپور در حال استراحت طی کرده ودر هنگام بهار این اسپور بامیزبان مناسب خود تماس حاصل نموده رویش می نماید و آلودگی جدیدی را سبب خواهد شد.

اگر چه پرونوسپوراپارازیتیکا عامل بیماری زای چندان مهمی نیست، ولی بین جنسهای دیگر تیرهٔ پرونوسپوراسه عوامل بیماری زایی مهمی وجود دارد. سفیدك دروغی مو، که عامل بیماری زایی آن (پلاسموپارا ویتیکولا)[3] است، یکی از مخربترین بیماریها برای تاکستانها به شمار می رود و (پروپرونوسپو را هومولی)[4] یکی از مهمترین انگل های رازك بوده و (پرونوسپورا دستراکتور)[5]، زیان بارترین بیماری را در مناطقی که پیاز کشت می شود ایجاد می نماید. (برمیالاکتوکا)[6] انگل کاهو بوده و سبب بیماری در این گیاه می شود.

(پی تیاسه)[7] یکی دیگر از تیره های مهم راستهٔ پرنوسپورالها است. که شامل دوجنس

1- infection
2- Peronospora parasitica
3- Plasmopora viticola
4- Pseudoperonespora humuli
5- Peronospora destructor
6- Bremia lactucae
7- Pythiaceae

مهم پی تیوم و فیتوفتورا می باشد. جنس فیتوفتورا حدود ۴۰ گونه داشته و این پاتوژن از جنبهٔ اقتصادی بسیار مهم است. برخی از گونه های این جنس به صورت ساپروفیت برروی برگهای در حال پوسیدن به صورت غوطه ور در آب جویبارها رشد می کند. در حالی که تعدادی به صورت انگلهای اختصاصی برروی گیاهان عالی که رابطه نزدیک با سفیدکهای دروغی دارند رشد می کنند.

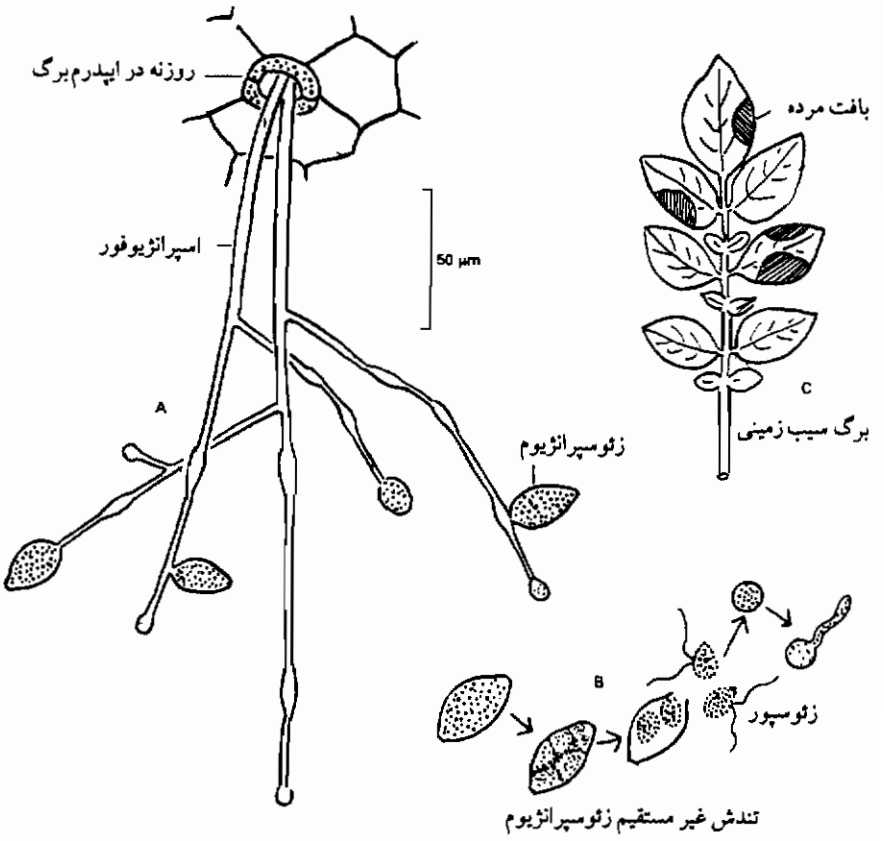
گونه ای نظیرفیتوفتورا ینفستانس (شکل ۳۴) سبب بیماری سوختگی برگ سیب زمینی می شود. این پاتوژن نه فقط به خاطر اهمیت اقتصادی بلکه در گسترش علم بیماریهای گیاهی هم نقش مهمی داشته و نحوهٔ حملهٔ پاتوژن به میزبان و ساختمان آن بسیار شبیه به پرونوسپورا می باشد. اگرچه بعد از این که اسپورانژیفور تشکیل شد سلولهای میزبان از بین می رود. با وجود این که این قارچ در طبیعت فقط به صورت انگلی مشاهده می شود، ولی در محیط کشت آگار نیز می تواند رشد کند.

بیماری سوختگی معمولاً به محصولات سیب زمینی در فصول گرم و مرطوب آسیب می رساند. علایم اولیه بیماری به صورت لکه های کوچک و غیرزنده در روی برگچه ها ظاهر می شود (ش۳۴). آلودگی از حاشیهٔ برگ به سطح زیرین برگ که در نتیجهٔ ظاهر شدن اسپورانژیفورهای سفید رنگ ایجاد می شود، کشیده شده و بسرعت بیماری در تمام سطح برگ گسترش یافته و سلولها از بین می روند. اسپورانژها نیز به خارج پرتاب شده و باعث آلودگی جدید در گیاهان مجاور می شود و یا ممکن است اسپورانژ برروی زمین بیفتد و توسط آبیاری وارد خاك شده و غده های سیب زمینی راآلوده سازد. در مدت کوتاهی در شرایط مناسب آب و هوایی ساقه و قسمتهای انتهایی گیاه کاهش یافته و تبدیل به تودهٔ سیاه و متعفنی می شود و یکباره گیاه از بین خواهد رفت. باکتریهای ساپروفیتی نیز به بافتهای آلوده شده توسط قارچ هجوم برده و باعث گندیدگی آن می شوند.

قارچ فیتوفتورا اینفستانس از نظر تاریخ بیماریهای گیاهی بسیار مهم تلقی شده است زیرا که همین قارچ پس از ورود به اروپا باعث از بین رفتن محصول سیب زمینی گردید و در سال ۱۸۴۵ در ایرلند وجود این بیماری باعث قحطی شد. تحقیقات (برکلی)[1] در بریتانیا و (باری)[2] در آلمان به نتایج شگفت آوری منجرشد. این تحقیقات نشان داد که قارچهای میکروسکوپی عامل پوسیدگی گیاه سیب زمینی بوده و باعث بیماری و ازبین رفتن محصول سیب زمینی

1- Berkeley 2- Bary

می شوند. در قرن نوزدهم تعداد بیشتری از قارچهای مولّد بیماری در گیاهان شناخته شدند و لذا گیاه پزشکان قارچها را مهمترین عامل بیماری در گیاهان معرفی کردند.



شکل ۳۴. phytophthora infestans

الف : دواسپورانژیفور که از داخل روزنه‌های برگ (لمای سطحی) سیب‌زمینی خارج شده‌است.

ب : مراحل مختلف تندش غیرمستقیم اسپور (زئوسپورانژیوم) که زئوسپورهای آنکیسته شده سرانجام تندش نموده و ایجاد لوله تندش را نموده است. پاپیکان مشخص شده است.

پ : مراحل اولیهٔ آلودگی در برگ سیب‌زمینی

قارچ (فیتوفتوراینفستانس)[1] همچنان در شرایط جوی مناسب به محصولات سیب زمینی آسیب می رساند، تا این که یک نوع قارچ کُش برعلیه این بیماری به کار گرفته شد. بدین ترتیب که یک شیمیدان فرانسوی به نام میلاردت[2] در سال ۱۸۸۲ مشاهده نمود که با پاشیدن مخلوطی از سولفات مس و آبلیمو برروی درختان مو، این درختان انگور از سفیدك مو (پلاسموپورا ویتیکولا) رهایی می یابند. به این ترتیب این ماده به عنوان ضد این بیماری شناخته شد و به همین طریق نیز جهت کنترل بیماری سوختگی سیب زمینی به کار گرفته شد. این ضد قارچ شناخته شده توسط میلاردت به (مخلوط بروکس)[3] معروف شده است و شامل هیدروکسید مس که با سولفات مس و آبلیمو به نسبت معینی مخلوط شده است می باشد. زمانی که گیاه سیب زمینی با این مخلوط سم پاشی می شود، سطح فوقانی و تحتانی برگها مرطوب باقی می ماند، قبل از این که اسپورانژهای (فیتوفتورا انفستانس) در هوا منتشر شود عمل سم پاشی باید صورت بگیرد تا این بیماری بخوبی کنترل شود. هیدروکسید مس در آب غیر محلول است امّا در آبی که اسپورانژها در حال تندش هستند به تدریج حل می شود، زیرا در هنگام تندش قارچ اسیدهای معدنی تولید می شوند. بنابراین تندش اسپورانژیومها به حل شدن هیدروکسید مس کمک کرده و باعث از بین بردن لوله تندش می شود. زمان سم پاشی کردن خود مسأله ای اصلی است، چنانچه عمل سمپاشی زود انجام شود قارچ کش توسط باران شسته شده و برگهای تازه روییده نیز بدون محافظ علیه قارچ باقی می باشد و چنانچه سم پاشی دیرانجام شود، آلودگی ممکن است ایجاد شده باشد. در مناطقی که بطور عمده سیب زمینی کشت می شود در اواخر تابستان که شرایط برای گسترش و اپیدمی شدن قارچ وجود دارد عمل سم پاشی بایستی انجام شود. علاوه برکنترل بیماری به کمک سم پاشی، کشاورزان این محصول باید سعی نمایند واریته های مقاومی که نسبت به سوختگی مقاوم هستند به کار برند.

در قارچ پرونوسپوراپارازیتیکا همان گونه که ذکر شد بعد از زمستان گذرانی توسط اسپور در حال استراحت، تولید مثل جنسی صورت خواهد گرفت. اگرچه در محیط کشت خالص و در شرایط آزمایشگاه این کار انجام می شود ولی بندرت در روی زمین تولید مثل جنسی دیده می شود. قارچ عامل سوختگی سیب زمینی زمستان گذرانی خود را به صورت میسلیوم خفته (غیرفعال) در میان بافتهای غده سیب زمینی سپری می کند.

1- Phytophthora infestans
2- Millardet
3- Bordaux mixture

کیتریدیومیستها[1]

باتوجه به تعداد گونه هایی که در کتیرید یومیستها وجود دارد این رده بزرگترین رده از فیکومیستها محسوب می شوند و شامل سه راسته کیتریدالها[2] با ۵۰۰ گونه، (بلاستوکلادیالها)[3] با ۶۰ گونه و (مونوبلفاریدالها)[4] با ۲۰ گونه است. از مشخصات این رده تولید مثل غیرجنسی آنها است، که توسط زئوسپورهایی با تاژك شلاقی در عقب آن انجام می شود.

کیتریدیالها[5]

(کیتریدیالها)[5] یا (کیتریدها)[6] اغلب آبزی بوده و تعداد زیادی از آنها بقدری کوچک هستند که فقط با بزرگ نمایی زیاد میکروسکوپ قابل رؤیت می باشند. این قارچها از نظر این که انگل جلبکهای رشته ای و تک سلولی نیز هستند مورد توجه قرار گرفته اند. اغلب گونه های جلبکی که فیتوپلانکتون دریاچه ها را تشکیل می دهند (مانند دیاتومه، دزمیدها، (پری دینیانها)[7] و جلبکهای سبز ـ آبی) دارای انگل خاصی از کتیریدها می باشند. کیتریدها به صورت ساپروفیت روی جلبک ها و برگهای مردهٔ گیاهان آبزی و همچنین روی انواع کیتینها و کراتین موجود در آب و یا خاك وجود دارند. قارچ شناسان اغلب کیتریدها را با قراردادن طعمه در داخل مقداری از آب برکه و یا سوسپانسیون خاك به دست می آورند. معمولاً طعمه هایی که مورد استفاده قرار می گیرد (سلوفان)[8]، بال حشرات، دانهٔ گرده مخصوصاً دانه گردهٔ کاج است. تعداد کمی از کیتریدها انگل گیاهان عالی هستند.

غالباً کیتریدها رشد محدودی دارند و قارچ رشد یافته فقط دارای یک زئوسپورانژیوم ویک سیستم ریزوئیدی است. زئوسپورها پس از این که در محیط مناسب قرار گرفتند وارد مرحلهٔ استراحت می شوند و ایجاد یک دیواره می کنند. و سپس یک یا چند ریزوئید ظریف و منشعب ایجاد می کنند که گاهی طویل می شود و تشکیل یک سیستم ریزوئیدی را می دهند و معمولاً رشد محدودی دارند. ریزوئیدها دارای سیتوپلاسم بدون هسته اند، بنابراین نمی توان مانند یک هیف معمولی قارچ، آنها را به حساب آورد. بدنهٔ اصلی زئوسپور نیز بتدریج طویل ویا

1 - Chytridiomycetes
2- Chytridiales
3- Blastocladiales
4- Monoblepharidiales
5- Chytridiales
6- Chytrides
7- Peridinians
8- Celophane

کروی و تبدیل وبه زئوسپورانژیوم شده که حاوی تعدادی زئوسپور می شود و در نتیجه از سوراخ خاصی که در آن ایجاد می شود زئوسپورها آزاد شده وسیکل زندگی قارچ پایان می یابد. درتعداد معدودی از کیتریدها سیستم ریزوئید وجود ندارد و تمام قارچ تبدیل به زئوسپورانژیوم می شود. گونه هایی که فقط یک زئوسپورانژیوم ایجاد می نمایند. (منوسنتریک)[1] و گونه هایی که تعداد بیشتری ایجاد می کنند (پلی سنتریک)[2] نامیده اند که تعداد این قبیل گونه ها محدود است

تعدادی از کیتریدهای منوسنتریک در روی محیط آگار خالص کشت می شوند ولی محیط باید بسیار مرطوب باشد. در چنینی محیطی یک میسلیوم هم ایجاد نشده و زئوسپورانژیوم بالغ زئوسپورهای خود را خارج و هریک ایجاد قارچ جدید درکنار قارچ قبلی می نماید. کیتریدهای پلی سنتریک میسلیومهایی را ایجاد می کنند که رشد نامحدود دارد و اسپورانژیومها در طول میسلیوم تشکیل خواهد شد.

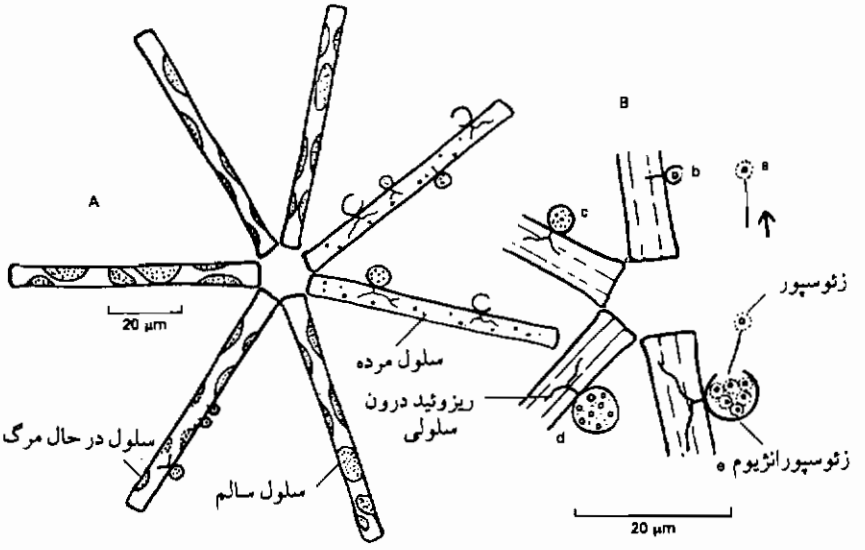
تعداد زیادی از کیتریدها مرحلهٔ استراحت دارند که اغلب مرتبط با تولید مثل جنسی آنهاست.

به عنوان مثال نمونه خاصی از کیتریدها ریزوفیدیوم (پلانکتونیکوم)[3](شکل ۳۵) است که غالباً به صورت انگل برروی دیاتومه (آستریونلافورموزوم)[4] که از فیتوپلانکتونهای دریاچه های بزرگ است زندگی می کند. جمعیت این دیاتومه با اپیدمی شدن کتیریدها بطور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. زئوسپور روی بدن دیاتومه قرار گرفته و پس از ایجاد ریزوئیدهای ظریف و منشعب به صورت اندام مکنده به داخل سلول میزبان نفوذ کرده و بزودی سلولهای میزبان را از بین می برد. زئوسپورها تشکیل کیست داده و پس از حجیم شدن به صورت زئوسپورانژیوم کروی شکل که حاوی تعدادی زئوسپور می باشد در می آید، سپس یک منطقه از دیواره حل شده و زئوسپورها رها می شوند.

ازنمونه های مختلف دیگر می توان (اُلپیدیوم براسیکا)[5]، (شکل ۳۶) را ذکر کرد که انگل معمولی کلم بوده و در سطح خاك مرطوب رشد می نماید. این قارچ گرچه بیماری جدی به حساب نمی آید، ولی سلولهای لایه های سطحی ریشه را مورد هجوم قرارمی دهد. زئوسپورهای آن در تارهای کشندهٔ ریشه جای گرفته و محتویات خود را بداخل

1 - Monocentric
2- Polycentric
3- Rhizophydium planktonicum
4- Asterionella formosum
5- Olpidium brassicae

سلولهای میزبان تزریق می‌نمایند. سپس پروتوپلاست کیتریدپس از ایجاد دیواره، به زئوسپورانژیوم نسبةً حجیمی تبدیل می‌شود، اما سیستم ریزوئیدی وجود ندارد. زئوسپورانژیومهای بالغ تولید لولهٔ خروجی نموده که دیواره تارهای کشنده را سوراخ می‌کند و پس از حل شدن انتهای این لوله زئوسپورها در داخل خاك و یا آب شناور می‌شوند.



شکل ۳۵. (Rhizophydium planktonicum) برروی دیاتومه، آستریونلا

الف : کلنی ۷ دیاتومه را نشان می‌دهد که ۴ عدد سالم است، یك عدد مراحل اولیهٔ زندگی انگلی برروی آن دیده می‌شود و دیاتومه درحال ازبین رفتن است، و دو عدد کاملاً ازبین رفته‌اند انگل مراحل آخر را برروی آن طی می‌نماید.

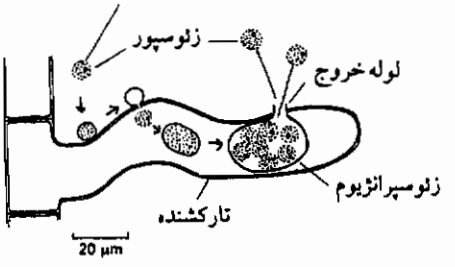
ب : قسمت مرکزی از یك کلنی دیاتومه که مراحل تولید مثل غیرجنسی انگل برروی آن به‌صورت دیاگرام نشان داده است. (a-e).

بلاستوکلادیالها[1] و منوبلفاریدالها[2]

دوراستهٔ دیگر از کیتریدیومیستهاست که بطور مختصر مورد مطالعه قرار می‌گیرد. بلاستوکلادیالها شامل کپکهای آبی‌اند و رشد محدودی دارند. یکی از جنسهای آن

1- Blastocladiales 2- Monoblepharidales

(بلاستوکلادیلا)[1] است که قبلاً شرح آن داده شده (صفحهٔ ۳۰) . از نظر ساختمانی مشابه کیتریدها می باشد اما بیشتر اعضای این راسته ساختمان پیچیده تری دارند . جنس دیگر (آلومایسز)[2] است که در خاکهای مرطوب در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری وجود دارد و برروی این جنس تحقیقات گسترده ای انجام شده است .



شکل ۳۶. Olpidium brassicae ؛ نمایش چرخهٔ زندگی تولید مثل غیرجنسی آن در تارکشندهٔ کاهو

ازراسته منوبلفاریدالها یکی از معروفترین جنسهای شناخته شده (منوبلفاریس)[3] است . و گونه های آن همان کپکهای آبی است که برروی قطعات چوبی در سطح آبهایی که آلوده نیستند ظاهر می شود .

یکی از خصوصیات جالب توجه این دو راسته تولید مثل جنسی آنهاست ، در بلاستوکلادیلا ترکیب گامتها به صورت ایزوگامی توسط گامتهای متحرك صورت می گیرد . در منوبلفاریس ترکیب به صورت(اُگامی)[4] رخ می دهد و این قارچ تنها قارچی است که گامت ماده غیر متحرك ، با اسپرم متحرك ، ترکیب ولقاح می یابد .

دوگروه فیکومیستها در این کتاب مورد بحث قرار نگرفت گروه (تریکومیستها)[5] که قارچهای اختصاصی هستند و در قسمت انتهایی روده لارو حشرات پیدا می شوند ؛ و گروه

1- Blastocladiella
2- Allomyces
3- Monoblepharis
4- Oogamy
5- Trichomycetes

دیگر (هیفوکیتریدیومیتها)[1] هستند که راستهٔ کوچکی بوده و شبیه قارچهای کیتریدی زئوسپورهایی با یک فلاژل انتهایی و پروش مانند را ایجاد می نمایند.

در مورد چگونگی رابطه فیلوژنتیکی گروههای مختلف فیکومیست نسبت به یکدیگر و همچنین نسبت به قارچهای عالی نشانه های کمی وجود دارد بطور کلی همهٔ قارچهای فیکومیست دارای ساختمانهای ساده ای می باشند.

1 - Hyphochytridiomycetes

فصل چهارم

آسکومیستها[1]

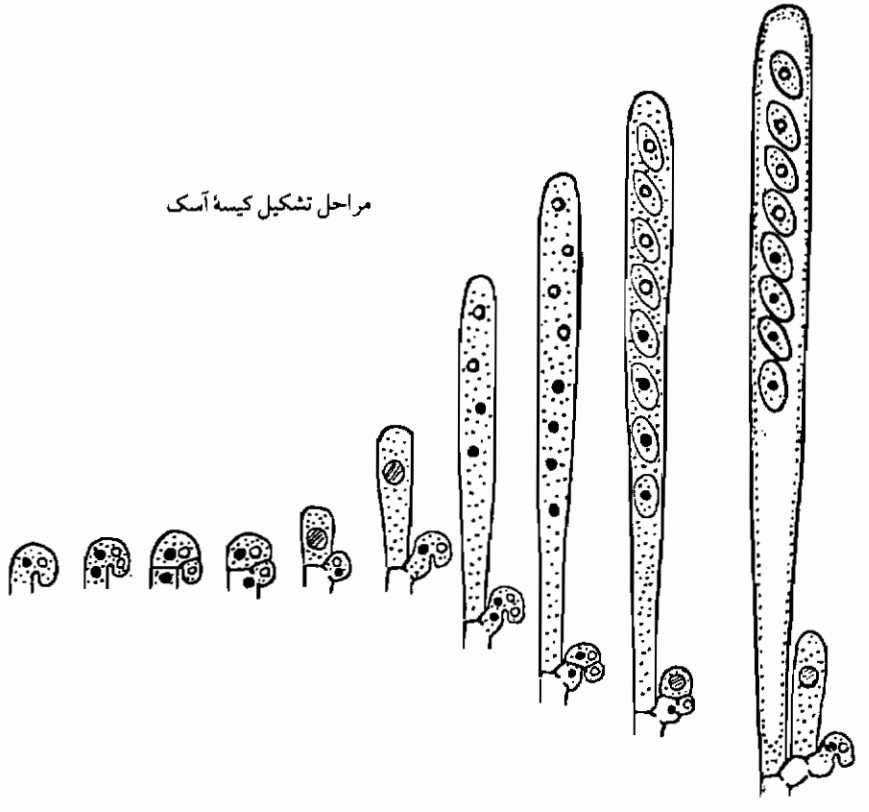
آسکومیستهابزرگترین رده قارچهایند. اگر قارچهای همزیست باجلبکها (آسکولایکن)[2] را، جزء اینها به حساب آوریم، نزدیک به ۳۰۰۰۰ گونه را شامل می شود. علی رغم اشکال متنوعی که آسکومیستها دارند این رده دارای حالت طبیعی مخصوص به خود می باشند، یکی از اختصاصات مهم آنها داشتن (کیسه های آسک)[3] است. هرکیسهٔ آسک[4] یک شکل اختصاصی اسپورا نژپوم بوده که معمولاًحاوی ۸ آسکسپوراست ورشدو تکامل آن بوضوح مشخص است. کیسهٔ آسک جوان حاوی دو هستهٔ هاپلوئیدی است، پس از ترکیب این دو یک هسته دیپلوئیدی ایجاد می شود. بلافاصله تقسیم میوز در آن انجام شده و چهار هستهٔ هاپلوئیدی را به وجود می آورد. معمولاً هریک از هسته ها نیز به روش میتوز تقسیم شده و ایجاد ۸ آسکسپور می کنند و اطراف هر یک از آنها را مقداری پروتوپلاسم (اپی پلاسم)[5] فراگرفته و آنها را کاملاً متمایز می سازد. (شکل ۳۷). دراغلب آسکومیست ها، آسکسپورها به بیرون پرتاب می شوند، که بسته به نوع قارچ، مسافت طی شده ممکن است بین ۲-۴۰۰ میلی متر باشد (شکل ۳۸).

دربیشتر آسکومیستها کیسه های آسک به صورت دسته جمعی در داخل اندام باردهی

1- Ascomycetes
2- Ascolichen
3- Asci
4- Ascus
5- Epiplasm

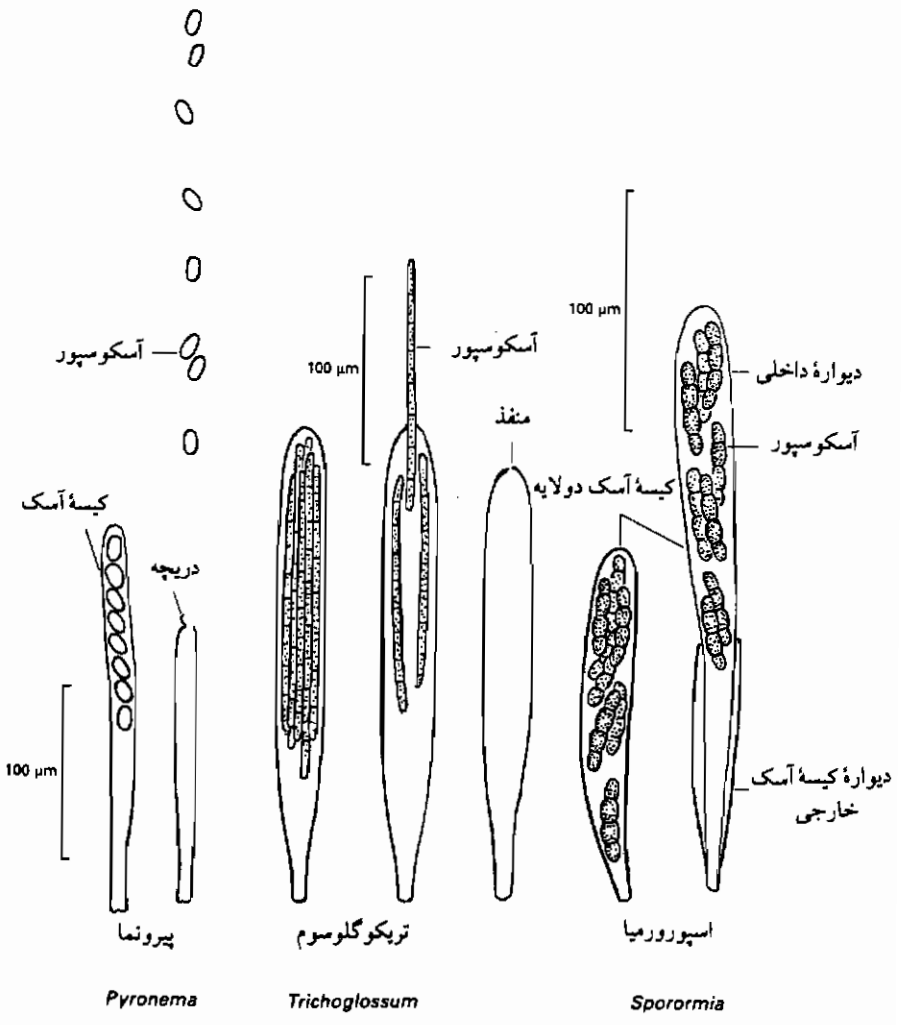
پیچیده‌ای به نام (آسکوکارپ)[1] قرار می گیرند، ولی در تعداد کمی از تیپهای «پست»، آسکوکارپ محتوی یک کیسهٔ آسک می باشد.

میسلیوم منشعب و واجد دیواره عرضی[2] است و هر سلول دارای یک یا چندین هسته می باشد. هردیوارهٔ عرضی دروسط دارای یک منفذ است که با میکروسکوپ بسختی می توان آن را مشاهده نمود. از این منفذ میتوکندریها براحتی عبور کرده اما عبور هسته ها بسختی صورت می گیرد. بطورکلی در قارچهایی که واجد دیوارهٔ عرضی هستند پدیدهٔ مرتبط شدن یا(آناستوموسیس)[3] نیز غالباً در قسمت نزدیک به انتهای هیف میسلیوم انجام می شود.



شکل ۳۷. نمایش نحوهٔ تکامل یك کیسهٔ آسك درانتهای هیف (آسکوژینوس)[4] (A) هسته هاپلوئیدی بزرگ وسیاه رنگ. 'a' هسته با دایره‌های سفید و هسته دیپلوئیدی هاشورزده شده است.

1- Ascocarp
2- Septate
3- Anastomoses
4- Ascogenous



شکل ۳۸. تیپهای مختلف کیسه‌های آسک : در Pyronema confluens کیسه آسک با بازشدن دریچه آن آسکسپورها به‌بیرون ریخته می‌شود. در Trichoglossum hirsutum کیسه های آسک به وسیلهٔ منفذی که در آن ایجاد می شود آسکسپورها به بیرون پرتاب می شوند.

در Sporormia intermedia کیسه آسک دولایه بوده و سرانجام با پاره شدن دیواره داخلی آسکسپورها آزاد می شوند.

اگرچه آسکومیستها بطور معمول تولید آسکوسپور می نمایند، اما تعداد زیادی از آنها علاوه برایجاد آسکوسپور، از طریق تولید مثل غیرجنسی، کنیدی ایجاد می کنند. در برخی از آنها بندرت آسکوسپور ایجاد شده و غالباً انواع دیگری از اسپورها تشکیل می شوند. قارچهایی که صرفاً (کنیدی)[1] (تولید مثل غیرجنسی) را تولید می نمایند قارچهای ناقص یا (دوتروميست ها)[2] نامیده می شوند. احتمالاً این قارچها آسکومیستهایی هستند که مراحل آسکی خود را از دست داده اند و یا آن که مرحلهٔ آسکی هنوز در آنها کشف و شناخته نشده است.

درقارچها گروهی که دارای تولید مثل جنسی اند و هسته ها ترکیب و سپس تقسیم میوز در آنها انجام می شود (تلومورف)[3] و در مقابل گروهی که دارای تولید مثل غیرجنسی (کونیدیال)[4] هستند (آنامورف)[5] نامیده می شوند به قارچهایی که هردوحالت در آنها دیده می شود (هلومورف)[6] گفته می شود. در چند نمونه از آسکومیستها که به صورت هلومورف هستند ممکن است بیش از یک حالت آنامورفی مشاهده شود.

طبقه بندی آسکومیستها به نظر قارچ شناسان دشوار و هریک، از جنبهٔ خاصی آسکومیستها را رده بندی نموده اند. با این وجود بسیاری از آنان مشخصات کلی زیررا پذیرفته اند. آسکومیستها را می توان به تعدادی زیررده نیز طبقه بندی کرد.

۱- (دیسکومیستها)[7] یا (قارچهای فنجانی)[8] کیسه های آسک مجاور یکدیگر بطور منظم و در داخل یک (آپوتسیوم)[9] و هیمینوم نمایان قرار دارند.

۲- (پیرنومیستها)[10] : یا(قارچهای بطری شکل)[11] کیسه های آسک درداخل (پری تسیوم)[12] بطری شکل قراردارند.

۳-(پلکتومیستها)[13] کیسه های اسک در داخل (کلیستوتسیوم)[14] بستهٔ کروی شکل قرار دارند در این زیررده دو راسته که کاملاً بایکدیگر متفاوتند قرار دارند. یکی (اروشیالها)[15] که

1- Conidia
2- Deuteromycetes
3- Telomorph
4- Conidial
5- Anamorph
6- Holomorph
7- Discomycete
8- Cup fungi
9- Apothecium
10- Pyrenomycetes
11- Flask Fungi
12- Perithecium
13- Plectomycetes
14- Cleistothecium
15- Eurotiales

ساپروفیتیک بوده و معمولاً به صورت آنامورف است و دیگری (اریزیفالها)[1] یاسفیدکهای حقیقی که راستهٔ مهم انگلهای اجباری گیاهان می باشند.

۴- (همی آسکومیستها)[2] : در این قارچها کیسه های اسک، فاقد آسکوکارپ می باشد. و از خانواده های مهم می توان (ساکارومایستاسه)[3] را نام برد که شامل مخمرهاست.

دوزیرردهٔ دیگر را در اینجا معرفی می کنیم که در این کتاب مورد بررسی قرار نمی گیرند. (لکولوآسکومیت ها)[4] دارای ۵۳۰ جنس و ۲۰۰۰ گونه اند و بعضی از جنسهای بزرگ مانند (لپتوسفریا)[5] (اُفیوبولوس)[6]، (پیرنوفورا)[7] و همچنین تعدادی انگل مهم گیاهان را شامل می شوند. آسکوکارپ آنها پزدوتسیوم[8] است که از نظر طرز عمل و شکل به پری تسیوم شباهت دارد؛ ولی از نظر تکاملی متفاوت هستند به علاوه، کیسه های آسک دارای دو دیواره بوده که بدین جهت به آنها (بی تونیکیت)[9] گویند. لایهٔ خارجی دیواره سخت بوده و در اثر پاره شدن از دیواره داخلی جدا می شود. این مطلب در (شکل ۳۸) در قارچ (اسپورومیا انترمدیا)[10] که برروی فضولات حیوانات علفخوار یافت می شود نشان داده شده است.

(لابولبنیومیست ها)[11] که دارای ۱۳۰ جنس و شامل ۱۵۰۰ گونه هستند بسیار کوچک و فقط به وسیلهٔ ذره بین های دستی قابل تشخیص می باشند انگل حشرات بوده و گاهی به صورت لکه هایی برروی بدن حشره دیده می شود که تصور می شود جزئی از بدن حشره است و برای آن مزاحمت مختصری ایجاد می کند.

دیسکومیستها

ازنمونه های معروف دیسکومیستها جنس (پزیزا)[12] ست. بیشتر گونه های آن به صورت ساپروفیت روی چوبهای پوسیده و همچنین خاکهای جنگلی که سرشار از ترکیبات آلی هستند زندگی می نمایند. در قارچ پزیزا. (وزیکولوزا)[13] (شکل ۳۹) میسلیوم دارای دیوارهٔ عرضی و

1- Erysiphales
2- Hemiascomycetes
3- Saccharomycetaceae
4- Loeuloascomycetes
5- Leptosphaeria
6- Ophiobolous
7- Pyrenophora
8- Pseudothecium
9- Bitunicate
10- Sporomia intermedia
11- Laboulbeniomycetes
12- Peziza
13- Peziza vesiculosa

منشعب بوده و در خاك قراردارد در صورتی که اندام باردهی یا آپوتسیوم در سطح زمین تشکیل می شود. در این قبیل قارچهای عالی آنچه که آشکار است (وقارچ شناسان آنها را جمع آوری می نمایند) همان اندام باردهی است که تولید اسپور نموده و سپس این اسپورها آزاد می گردند. این اندامهای باردهی معمولاً زود از بین می روند. ولی میسلیوم آنها که عیر قابل رؤیت است، دایماً از مواد غذایی خاك استفاده می نماید.

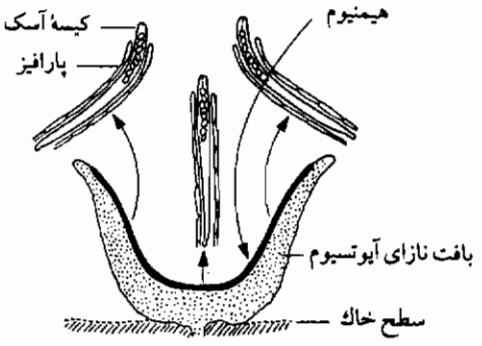
اپوتسیوم قارچ پزیزا وزیکولازا فنجانی یا پیاله ای شکل، به پهنای یک تا چند سانتی متر و به رنگ زرد کمرنگ یا مایل به قهوه ای است. یکی دیگر از قارچهای فنجانی شکل، (آلوریا آرانتیا)[1] است که به صورت قرمز روشن ویا نارنجی و از دور شبیه یک پرتقال پوست کنده می باشد.

در برش عمودی اپوتیسیوم (شکل ۳۹) ، هیمنیوم با کیسه های اسک طویلی که در مراحل مختلف تکاملی هستند دیده می شود. این کیسه ها توسط رشته های هیفی به نام پارافیز احاطه شده اند. بافتهای تشکیل دهندهٔ آسکوکارپ از نوع پارانشیم کاذب است و هرکز دارای پارانشیم حقیقی نبوده و از رشته های درهم و برهم و متراکم هیف متناسب با اندامهای باردهی ساخته شده است.

کیسه های آسک و رشته های پارافیز دارای فتوتروپیسم مثبت بوده و انتهای آنها به سمت نور قرار می گیرد. درآپوتیسیوم پیاله ای شکل، وقتی که نور از بالای آن می تابد کیسه های آسکی که در وسط قرار دارند مستقیم و آنهایی که در اطراف قرار گرفته اند دارای انحنا می باشند (شکل ۳۹). هرکیسه آسک بالغ از یک سلول طویل که به وسیلهٔ دیوارهٔ سلولی احاطه شده تشکیل یافته است. همچنین لایه نازکی از سیتوپلاسم اطراف واکوئل تخم مرغی شکل که حاوی شیرهٔ سلولی است قرار گرفته و انتهای کیسهٔ آسک و آسکسپورهای تک سلولی منتهی می شود. سرانجام کیسهٔ آسک متورم پاره شده که در نتیجه انقباض دیوارهٔ کیسه اسک اسپورها تا مسافت ۲۰ تا ۳۰ میلی متر به بیرون پرتاب می شوند. این حالت در قارچ (پیرونما)[2]، (شکل ۳۸) نشان داده شده است.

فتوتروپیسم کیسه های آسک از نظر بیولوژیکی برای قارچ مفید بوده و اگر به جای این که آسکها حالت انحنا به خود بگیرند همگی مستقیم بازاویهٔ قائم داخل آپوتیسیوم قرار می گرفتند، پس از پرتاب در جهت دیوارهٔ مقابل انباشته می شدند (به جای این که به محیط پرتاب شوند).

1- Aleuria aurantia 2- Pyronema



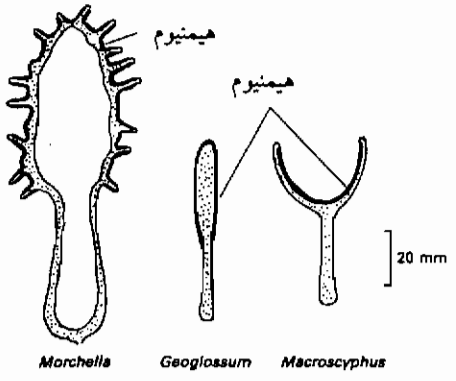
شکل ۳۹. Peziza (Aleuria) vesiculosa - برش طولی از آپوتسیوم، هیمنیوم قسمت سیاه‌رنگ، یك کیسه آسك و دوپارافیز که درسه حالت متفاوت روی هیمنیوم نشان داده شده. قسمتهای هاشور خورده سطح خاك را نشان می‌دهند.

به طور کلی قارچهای پیاله ای یا فنجانی به صورت متورم (پفکی) بوده و پس از مدت زمانی هزاران کیسه آسک پس از رسیدن در آن ایجاد می شود. چنانچه یک آپوتسیوم حاوی کیسه های آسک را دست بزنیم و یا حتی بالای آن بدمیم تودهٔ ابرمانند آسکسپورها آزاد می شوند. آسکسپور با چشم غیر مسلح قابل رؤیت است ، ولی به صورت انبوهی ابر مانند شبیه ذراتی که در مقابل نور آفتاب قرار می گیرند قابل مشاهده می باشند.

بیشتر دیسکومیستها کوچک و قطر آنها بیش از چند میلی متر نیست. شکل آپوتیسیوم آنها به صورت فنجانی و یا نعلبکی مانند است. لیکن اشکال مختلف دیگر اپوتیسیوم نیز وجود دارد (شکل ۴۰). هیمنیوم که اساس ساختمان آنها را تشکیل می دهد نمایان است. در قارچ (ماکروسیفوس)[1] آپوتیسیوم فنجانی شکل و پایه دار بوده وقارچ (تریکوگلوسوم)[2] به صورت گرز مانند است. در مورکلا که یکی از بزرگترین جنسهای دیسکومیستها و با ارزش ترین قارچهای خوراکی است اندام باردهی دارای پایه و سر می باشد. بخش پایه استریل و قسمت سر

1- Macroscyphus 2- Trichoglossum

برآمدگی وفرورفتگیهای زیادی است که لایهٔ زا یا، (هیمنیوم) برروی سطح فرورفتگی های آن مشاهده می شود.



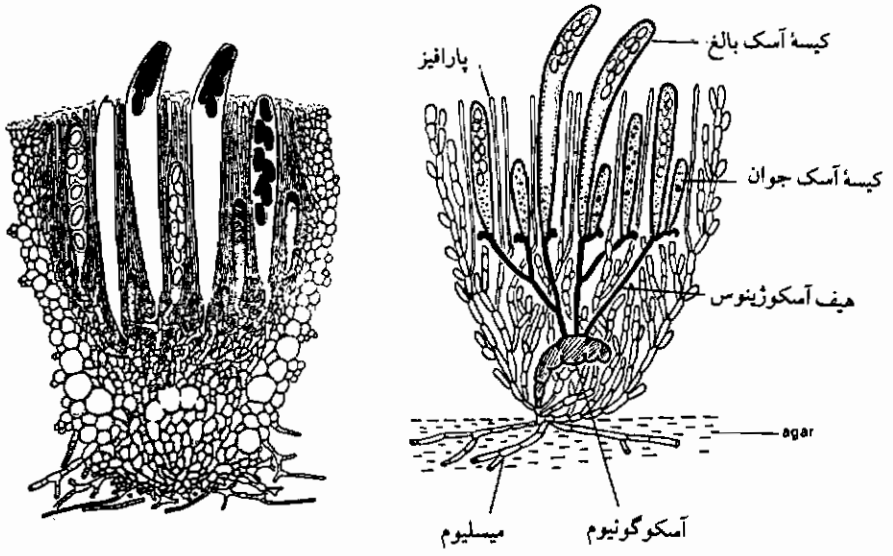
شکل ۴۰. برش عمودی آپوتیسیوم در تعدادی از دیسکومیستهای بزرگ و Macroscyphus و (Trichoglossum) Geoglossum

مطالعات دقیقی برروی قارچ (آسکوبولوس استرکورآرئوس)[1] صورت گرفته که چگونگی تشکیل آپوتسیوم را روشن می سازد. در این قارچ و کیسه های اسک خاصیت فتوتروپیسم داشته و آسکسپورهای رسیده در داخل آن صورتی رنگ و همچنین دارای رشته های پارافیز می باشند (شکل ۴۱). (آسکوبولوس)[2] از قارچهای (پهن دوست)[3] وقاعدتاً از اعقاب گونه های (پایلوبولوس)[4] است. چنانچه پهن اسبی را در داخل محفظه شیشه ای که مقداری هوای کافی داشته باشد قرار دهیم صدها اپوتیسیوم به وجود خواهد آمد که اگر پوششی در فاصله ۵۰ تا ۱۰ سانتی متری از سطح پهن برروی آن قرار دهیم تعدادی زیاد اسپورهای صورتی رنگ که از این قارچ پرتاب شده است برروی آن مشاهده خواهیم نمود.

چنانچه در محیط کشت فقط یک عدد آسکسپور (قارچ آسکوبولوس استرکورآرئوس)

1- Ascobolus stercorarius
2- Ascobolus
3- Coprophilous
4- Pilobolus

قرار داده شود آپوتیسم تشکیل نخواهد شد. ولی چنانچه تعداد زیادی آسکسپور را داخل محیط کشت قرار دهیم، نظیر موکور، رشته های مثبت و منفی با ظاهری یکسان ایجاد می کنند، که هردونژاد در قارچ آسکوبولوس به صورت دوجنسی کاذب (هرمافرودیت) هستند. زمانی که کلنی مثبت و منفی در داخل یکدیگر شروع به رشد نمایند آپوتیسیوم نیز به وجود خواهد آمد. در آسکومیستها مثبت و منفی معمولاً به صورت A و a نشان داده می شود که A آلل a خواهد بود.

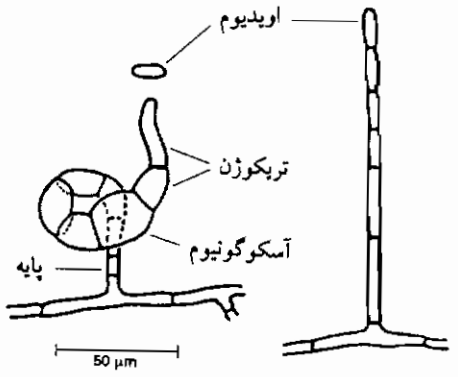


شکل ۴۱. Ascobolus stercorarius سمت چپ : برش طولی از آپوتیسیوم، سمت راست : نمایش و شرح قسمتهای مختلف آن، قسمتهای سایه‌دار اندام ماده است، هیف (آسکوژنوس)[1] به‌وسیله خطوط سیاه پررنگ نشان داده شده‌است.

دستگاه تولید مثلی ماده (شکل ۴۲) ، شامل قسمتی از هیف به هم پیچیده‌ای با یک پایه چند سلولی بخش متورمی به نام آسکوگونیوم است. قسمت انتهایی ان تریکوژن که از دو تا سه سلول تشکیل شده است، نیز وجود دارد. همه این سلولها به صورت چند هسته ای هستند.

1- Ascogenous

سلولهای نر از یک زنجیره سلولهایی که در امتداد هم قرار دارند تشکیل یافته اند. اگرچه این سلولها جزو سلولهای جنسی به شمار می آیند ولی می توانند مانند اسپورهای غیر جنسی عمل کرده و در اثر تندش هریک میسلیومهای جدیدی را به وجود آورند. مراحل تولید مثل جنسی را می توان زمانی که سلولهای جنسی تیپ A درمحیط کشت در مقابل تیپ a قرار گرفتند مشاهده نمود. در سطح آگارتریکوژن به طرف سلول جنسی نر رشد نموده و با آن ترکیب شده و در نتیجه هسته سلول نر پس از عبور از سلولی به سلول دیگر به آسکوگونیوم خواهد رسید. ولی به نظر می رسد که هسته ها در داخل این سلولها ترکیب نمی شوند، اما ارتباط نزدیک بین تیپ A و آلل a برقرار می شود. در اثر (تقسیم همزمان)[1] در هسته ها هریک از دو هسته به صورت جفت در خواهند آمد و به همین ترتیب این عمل در سایر هسته ها انجام می شود.



شکل ۴۲. دستگاه تولید مثلی در Ascobolus stercorarius سمت چپ : در یک محیط کشت آگارتریکوژن که انشعابی از جنس ماده بوده و به طرف (اویدیوم)[2] ، (به عنوان سلول جنسی نر) رشد نموده است نشان داده شده است. سمت راست: یک زنجیره از اویدیومهای هوایی را که از یک میسلیوم جدا شده درسطح آگار به وجود آمده است نشان می دهد.

1 - Conjugation division 2- Oidium

بعدازترکیب شدن اندام جنسی ماده با سلول نر هیفهایی از آسکوگونیوم که هریک واجد دو هسته بوده ایجاد می شود و عمل تقسیم همزمان هسته ها ادامه می یابد. در نتیجه سلولهای هیف آسکوگونیوم دارای دو هسته می باشند (دی کاریوتیک)[1] که هریک از این هسته ها منشأ ژنتیکی متفاوتی دارند. به طریقی که در شکل (۳۷) توصیف شد ایجاد می شوند.

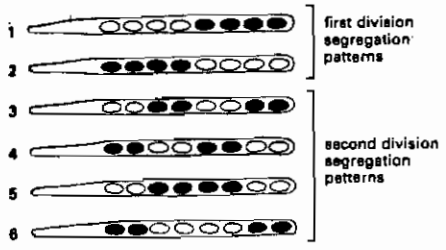
سرانجام در انتهای هیف کیسه های آسک انتهای هیف به شکل قلاب مانند خمیده شده و دارای دوهسته است. در اثر تقسیم میتوز بطور همزمان چهار هسته که هریک به دیواره ای محدود می شوند به وجود می آید. سلول انتهایی که رو به پایین قرار دارد دارای یک هسته و سلول اصلی کیسه آسک واجد دوهسته و همچنین یک هسته دیگر در قسمت زیرسلول اصلی قرار می گیرد. ارتباط بین سلول اخیر با سلول انتهایی برقرار شده و هسته آن وارد سلول انتهایی می شود. این سلول انتهایی رشد نموده و به صورت قلاب مانند شبیه شکل سلول انتهایی اولیه در می آید. در سلول اصلی ـ کیسه آسک دوهسته هاپلوئیدی با یکدیگر ترکیب شده و یک هسته دیپلوئیدی ایجاد می شود که بلافاصله تقسیم میوز در آن صورت می گیرد و چهار هسته هاپلوئیدی، و پس از آن در اثر یک تقسیم میتوز به هشت هسته (آسکسپور) تبدیل می شود. در مدت زمانی که این تغییرات و تقسیمات در هسته ها صورت می گیرد کیسهٔ اسک نیز طویل می گردد. اطراف هرهسته یعنی آسکسپور مشخص شده و در سطح خارجی اسپورها مقداری (اپی پلاسم)[2] باقی می ماند. در ابتدا اپی پلاسم غنی از گلیکوژن بوده و با یُد به رنگ قرمز خرمائی در می آید. طویل شدن کیسهٔ آسک ادامه یافته و واکوئل مرکزی توسعه پیدا می کند، بطوری که آسکسپورها به صورت معلق در قسمت انتهایی کیسه آسک قرار می گیرد وسرانجام اپی پلاسم کاهش می یابد و به صورت لایهٔ نازکی در اطراف کیسهٔ آسک قرار می گیرد و دیگر باید به رنگ قرمز درنمی آید. احتمالاً گلیکوژن که پلی مری از گلوکز است به (منومر)[3] که ترکیب شیمیایی ساده تری است تبدیل می شود. در اثر بالابودن مقدار گلوکز و ایجاد فشار اسمزی کیسه های آسک پاره شده و آسکسپورها به فاصله ۵ تا ۱۰ سانتی متر پرتاب می گردند.

همان طور که دیدیم آللهای (a، A) از یک ژن که توافق جنسی دارند در طی مرحلهٔ تقسیم میوز در کیسهٔ آسک از هم جدا می شوند و جدایی آللها در دیگر ژنها نیز رخ می دهد. یک نوع قارچ آسکوبولوس جهش یافته وجود دارد که اسپورهای بی رنگ ایجاد می کند. در اثر آمیزش

1- Dikaryotic
2- Epiplasm
3- Monomer

بین افراد این نژاد جهش (موتاسیون) یافته و نژاد طبیعی در هر کیسه آسک موجود در آپوتسیومهای هیبرید چهار اسپور ارغوانی و چهار اسپور بی رنگ حاصل می شود.

امروزه بخش زیادی از کارهای ژنتیکی را اساساً تحقیقات برروی قارچ پریتسیوم دارنوروسپورا (شبیه قارچ سورداریا، صفحه ۸۷) انجام شده که در آن آسکسپورها به صورت یک ردیف ساده درون کیسهٔ آسک قرار می گیرند. بنابراین کارمهندسان ژنتیک برچگونگی نظم تترادها استوار است. موقعیت هر اسپور در داخل کیسهٔ آسک، قابل توجه بوده و می توان باروش میکرومانی پولاسیون برداشت و بطور مجزا کشت داد و براساس چنین مطالعاتی می توان به چگونگی آللهای یک ژن که در طی اولین یا دومین تقسیم میوز رخ می دهد پی برد، زیرا تقسیم نهایی میوز در اسپورهای خواهری مجاور که دارای ترکیبات ژنتیکی یکسانی هستند ایجاد می شود. مطابق شکل (۴۳) شش طرح احتمالی وجود دارد که دوتای آنها شامل جدایی آللها در اولین تقسیم میوزی و چهارتای دیگر در دومین تقسیم میوزی رخ داده است.



شکل ۴۳. نوروسپورا Neurospora- ۶ حالت مجزا درمیان کیسه‌های آسك دریك پریتسیوم دیده می‌شود. این حالت‌ها مستقیماً در پریتسومهای حاصل از هیبرید که دراثر آمیزش نژاد اسپور سیاه با نژاد اسپور سفید نتیجه می‌شود می‌توان مشاهده نمود. چنین حالتها را در آللهایی که سازگاری جنسی (a, A) دارند نیز می‌توان مشاهده کرد تیپهای ۱ و ۲ دارای تعدادی مساوی از هر دو نوع اسپور هستند و همین طور تیپهای ۳و۴ ، ۵و۶ نیز هریك دارای تعداد مساوی از هردونوع اسپور هستند. به‌وجود آمدن تیپهای ۱ و ۲ نسبت به‌سایر تیپها بستگی به‌فاصله ژن از سانترومر روی کروموزوم دارد.

در مورد هیف های آسک زای دی کاریوتیک و این که چگونه از آسکوگونیوم به وجود می آیند توضیح دادیم. همچنین ساختمان آپوتسیوم و هیف های پایه اندام ماده که منوکاریوتیک هستند، از موضوعات مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرند. آپوتسیوم از دونوع هیف در هم آمیخته تشکیل یافته است. بیشترین قسمت بافتهای آپوتسیوم از هیفهای منوکاریوتیک تشکیل شده و فقط هیفهای آسک زا و کیسه های آسک، دی کاریوتیک هستند. پارافیزها، که انشعاباتی از اندامهایی رویشی هستند و در لایهٔ هیمنیوم قرار دارند منوکاریوتیک می باشند (شکل ۴۱).

ازمیان جنسهای زیادی که در راستهٔ (پزیزالها)[1] است می توان پزیزا و آسکوبولوس را نام برد. در این دوجنس اسکسپورهابا بازشدن دریچهٔ کیسه های آسک، آزاد می گردند. در راستهٔ (هلوتیالیس)[2] کیسهٔ آسک به وسیلهٔ منفذ بازمی شوند. نمونهٔ معروف آنها (تریکوگلوسوم هیرسوتوم)[3] است، که برروی خاکهای اسیدی چمن زارها یافت می شود. آپوستیوم آن رنگ نارنجی وکروی شکل بوده ونصف سطح بالایی گرز را لایهٔ هیمنیوم می پوشاند (شکل ۴۰).

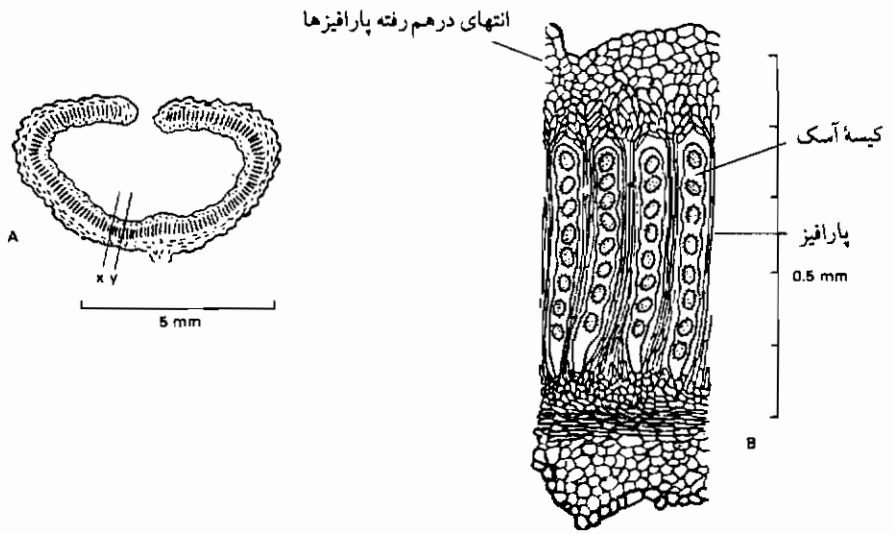
در بیشتر دیسکومیست ها آسکسپورها تخم مرغی شکلند، اما در قارچ مذکور (تریکوگلوسوم هیرسوتوم)، آسکسپورها میله ای شکل و دارای دیوارهٔ عرضی هستند. در هر کیسهٔ آسک یک دسته ۸ تایی آسکوسپور به موازات یکدیگر قرارگرفته اند، (شکل ۲۸) در این حالت به جای این که آسکسپورها باهم از کیسهٔ آسک رها شوند هریک بطور جداگانه یکی پس از دیگری آزادمی شوند. بدین ترتیب که کیسهٔ آسک رسیده به وسیلهٔ منفذی که درآن ایجادمی شود بازشده و بسرعت یکی از اسپورها با نیرویی که ایجاد می شود وارد منفذ آسک شده و آنرا مسدود می سازد. سپس دراثرازدیادفشارکه ایجاد می شود آسکسپور به خارج پرتاب می شود و دومرتبه بلافاصله آسکسپور دیگری وارد منفذ شده و این عمل همین طور ادامه می یابد تا این که هرهشت آسکسپور از کیسه آسک رها شود تمام این مراحل در مدت چندثانیه صورت می پذیرد.

قارچهای راستهٔ (توبرالها)[4] فاقد هیمنیوم باز بوده و آسکوکارپ آنها زیرزمینی است با این وجود آنها از گره دیسکومیست ها محسوب می شوند. انتقال آسکسپور در این قارچ مانند سایر جنسهای دیسکومیست فعال نبوده و موقعی که آسکوکارپ توسط حیوانات جونده خورده شوند آسکسپورهای آنها نیز رها می گردند. گونه هایی از این راسته بطور معمول یافت

1- Pezizales
2- Helotiales
3- Trichoglossum, hirsutum
4- tuberales

می شوند، ولی تعدادی ازآنهاکمیاب بوده ودرمحلهایی این قارچها را می توان یافت که خاك و یا خاك برگهای جنگل به صورت برآمده و یا جمع شده به نظر برسد. صرف نظر از برخی گونه های توبر مثل (توبراستیووم)[1]، (توبرملانوسپورم)[2] بیشتر گونه های این راسته بسیار کوچک و نامشخص هستند.

در قارچ (جنه آ)[3] (شکل ۴۴) آسکوکارپ بطور واضح از یک آپوتسیوم تغییر شکل یافته تشکیل شده است. دربرش طولی نشان داده شده که هیمنیوم مشخص از کیسه های آسک طویل و موازی که هرکدام حاوی هشت آسکسپور ردیفی است تشکیل شده است. کیسه های اسک بارشته های پارافیز در هم آمیخته این رشته ها تا مقداری بالاتر از ردیف کیسه های آسک هم رشد کرده و در هم پیچیده و یک بافت پارانشیمی کاذب را به وجود می آورند. این کیسه های آسک هرگز خودشان باز نمی شوند.



شکل ۴۴. A- Genea hispidula برش طولی از آپوتیسیوم B. شرح قسمتهای مختلفی که بین خط X و Y وجود دارد.

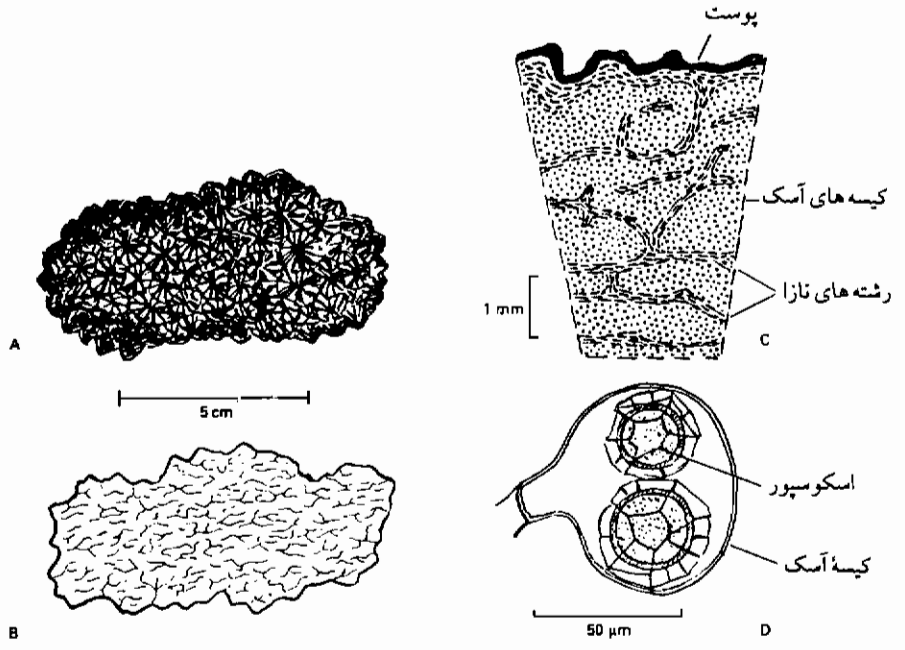
1- Tuber aestivum
2- T. melanosporum
3- Genea

بعضی از گونه های معروف توبر (توبر ـ استیووم و توبرملاتوسپوروم) خوراکی و از نظر غذایی دارای ارزش بسیار زیادی است. قارچ دنبلان (توبراستیووم) (شکل ۴۵) در جنگلهای درختان برگ ریز (خزان دار) دیده می شود. اندامهای بارده قارچ در زیر برگهای ریخته شده پیدا می شود قارچ دنبلان بیش از ۲۰۰ گرم می تواند وزن داشته باشد. این قارچ به شکل تخم مرغ نامنظم و سخت و سیاه رنگ مرطوب می باشد. در برش عرضی از این قارچ نشان داده شده که شباهتی با گروه دیسکومیستها ندارد و عقیده براین است که یک حالت حد واسطی می تواند باشد، دارای آسکوکارپ درهم، که حاوی رشته های عقیمی است و در اثر اتصال این رشته های نازا ایجاد رگه های منشعب دربافت پارانشیمی کاذب نموده است. کیسه های آسک پراکنده اند و در داخل هیمنیوم مشخصی مانند قارچ جنه آ قرار ندارند. این کیسه ها طویل نبوده بلکه کروی یا تخم مرغی شکل هستند و تعداد آسکسپورها درآنها کاهش یافته و به یک تا چهار عدد می رسد. اسپورها نسبةً بزرگ بوده و دارای دیواره ای با تزیینات زیبا است.

در فرانسه قارچ دنبلان بسیار باارزش بوده و از حیواناتی نظیر سگ و خوك برای پیدا کردن آنها استفاده می نمایند. این قارچها به واسطهٔ بوی بسیار زننده ای که با بالغ شدن اندامهای تولید مثلی منتشر می کنند توسط این قبیل حیوانات ردیابی می شوند. اگر این قارچ راحتی به مدت یک شب در منزل نگهداری کنیم تمام خانه بوی تعفّن خواهد گرفت. حتی اگر آن را به بیرون ببریم تا چند روز بعد بوی آن باقی می ماند. در طبیعت، جوندگان با حفر زمین دنبلانهای رسیده را پیدا نموده و می خورند. به احتمال زیاد اسپورها بدون این که صدمه ببینند وارد دستگاه گوارش حیوان شده و با فضولات حیوان دفع می شوند، علت آن با این که این اسپورها بعد از دفع فعالتر شده اند هنوز بطور کامل مشخص نشده و از طرفی قارچ شناسان موفق نشده اند که اسپور این قبیل قارچها را در محیط آزمایشگاه کشت نمایند.

آسکومیستها تنها رده ای نیستند که دستگاه تولید مثلی آنها در زیر زمین به وجود می آید بلکه در میان بازیدیومیست (مانند هیمنوگاستر[1] به صفحهٔ ۱۴۱ رجوع شود) ودر (ایندوگون)[2] نیز مشاهده می شود. ایندوگون که متعلق به گروه زیگومیست ها است بطور غیرعادی دستگاه تولیدمثلی در زیر زمین ایجاد می نماید.

1- Hymenogaster 2- Endogone



شکل ۴۵. Tuber aestivum

A = دستگاه تولید مثلی کامل (فروتینگ بادی)[1]

B= برشی که در آن رگه های بافت‌های نازا نشان داده شده است.

C = قسمتی کوچك که در آن پوست، رگه‌های بافتهای نازا و کیسه‌های آسك که به‌صورت نقطه‌های سیاه نشان داده شده است.

D= یك کیسهٔ آسك که حاوی دو آسکسپور است.

پیر نومیستها[2]

پری نومیستها یا قارچهای فلاسک شکل متعدد بوده و از نظر اندازه و همچنین ساختمان متفاوت هستند. کیسه های آسک به جای قرارگرفتن در لایهٔ هیمنیوم آپوتیسیوم، در داخل پرتسیوم فلاسک شکل که توسط گردنی باریک به خارج راه دارد و فقط یک کیسه اسک می تواند در هر زمان از آن خارج شود، به وجود می آید. پری تیسیومهائی که به صورت جداگانه اند

1- Fruiting body 2- Pyrenomycetes

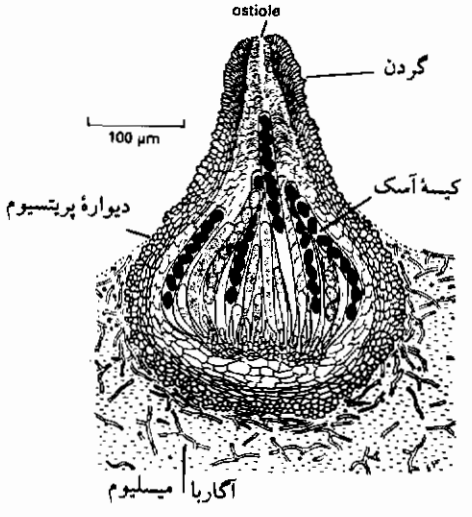
همیشه کوچک هستند. آنها در بعضی از جنسها به صورت منفرد و در برخی به صورت گروهی در داخل یک استروما (اندام رویشی که کیسه های آسک در آن جای دارند)، که ممکن است بزرگ باشد قرارگرفته اند

یکی از مثالهای گروه پیرنومیستها که دارای پری تیسیوم مجزاست جنس (سوردارياست)[1] قارچ (سوردارياfimicola)[2] مثل قارچ پایلوبولوس و آسکوبولوس یکی از گونه هایی است که بطور معمول برروی فضولات حیوانات علفخوار می روید. این قارچ براحتی در محیط کشت آگار غذایی رشد می کند و بنابراین بطور وسیعی در مطالعات تحقیقی مورد استفاده قرار می گیرد. در محیط کشت آگارپری تیسیوم آن به بلندی ۰/۵ میلی متر می رسد و قسمتهای پایین آن در محیط کشت فرورفته و قسمت گردن به صورت برآمدگی در فضای بالای محیط کشت ظاهر می شود. (شکل ۴۶). در داخل پری تیسیوم کیسه های آسکی که در مراحل مختلف رشد هستند قرار دارند. در ابتدا، اسپورها از کیسهٔ آسکی که کشیده تر و جلوتر از کیسه های دیگر است رهامی شوند. در اثر کشش، هریک از کیسه های آسک از قسمت مجاری باریک، وارد دهانه و یا سوراخ پری تیسیوم می شود و زمانی که انتهای کیسهٔ اسک به خارج راه یافت، یکدفعه آسک پاره شده و آسکسپورها به خارج و به فاصلهٔ بیش از ۱۰ سانتی متر، پرتاب می شوند. کیسهٔ خالی به داخل پری تیسیوم کشیده شده و بسرعت تجزیه می گردد و به همین ترتیب آسکهای داخل پریتیسیوم یکی پس از دیگری برروی دهانه پری تیسیوم قرارگرفته آسکسپورهای خود را بیرون می ریزند، معمولاً چند دقیقه بین خالی شدن پی درپی کیسه های آسک فاصله می افتد. (شکل ۴۷) دردیسکومیستها معمولاً حالت پفکی دیده می شود ولی در این رده این حالت وجود ندارد. دیدیم که در پزیزا و آسکوبولوس هریک از کیسه های آسک، فتوتروپیسم مثبت دارند و آسکسپورها به طرف نور پرتاب می شوند. در سوردارياآسکسپورها نیز به طرف نور منتشر می شوند، ولی این عمل به دلیل فتوتروپیسم گردن پری تیسیوم صورت می پذیرد.

قارچ (سوردارياfimicola) هموتالیک است و اندام زایا از یک اسپور منفرد به وجودمی آید. به علاوه تنها اسپورهای ایجاد شده آسکوسپورها هستند. درنوراسپورا (جنس شبیه سورداریا)، حالتهای متفاوت دیده می شود. دوگونه از نوروسپورا

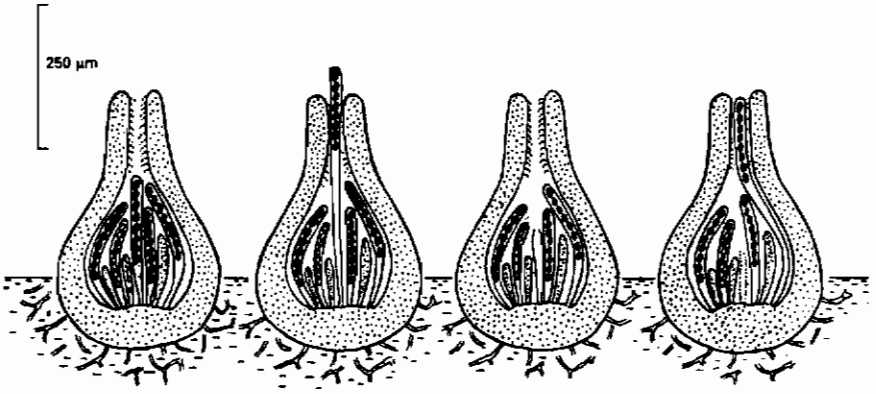
1 - Sordaria 2- S. fimicola

(نوروسپورا ـ کراسا[1] و نوروسپورا ـ ستیوفیلا)[2] بطورگسترده از تحقیقات ژنتیکی مورد استفاده قرار می گیرد. به غیر از اسکوسپورها، دونوع کنیدی مجزا در مورد نوروسپورا وجود دارد. یکی آنهایی که نسبةً بزرگ هستند (ماکروکنیدی)، که از هیفهای منشعب ایجاد می شوند و دیگر آنهایی که خیلی کوچکترند (میکروکنیدی) و از هیفهای غیر منشعب به وجود می آیند در حالت ماکروکنیدی، قارچ یک کپک صورتی و درخشنده است که سریعاً رشدمی کند. گونهٔ نوروسپورا سیتوفیلا هتروتالیک است و رشته های (A و a) دارد، اما اندامهای ماده روی هردونوع رشته تشکیل می شود. جایی که هیفهای سازگار (a و A)برخورد می کنند، پری تسیومها ایجاد می شوند. اندام ماده شامل یک پایه، یک ناحیهٔ آسکوگونیالی و یک تریکوژن طویل منشعب با دیوارهٔ عرضی است. تمام اینها بجز برآمدگی تریکوژن در یک لایه از هیف محصور شده اند. اندام ماده چنانچه با عضو نر برخورد نماید، می تواند تبدیل به یک پری تسیوم شود. این عضو نر، می تواند یک میکروکنیدی یا ماکروکنیدی یا یک هیف رویشی باشد. باید توجه کرد که هر دو تیپ کنیدی می توانند مثل اسپورهای معمولی رفتار کنند. بعد از باروری آسکوگونیوم، پری تسیوم به همان ترتیبی که در مورد تشکیل آپوتسیوم در آسکوبولوس شرح داده شد، رشد می کند.



شکل ۴۶. Sordaria fimicola ، برش طولی از یك پری تسیوم.

1- Neurospora crassa 2- N. sitophila



شکل ۴۷. دیاگرام نحوهٔ انتشار آسکسپورها از کیسه آسک در سورداریا. سمت چپ انتهای یکی از کیسه‌ها درحال وارد شدن به‌مجرای باریك ناحیهٔ گردن است، چند دقیقه بعد نوك کیسهٔ آسك داخل سوراخ پری‌تیسیوم می‌شود، سپس ناگهان پاره شده و آسکسپور آزاد و کیسهٔ خالی آسك به‌داخل پری تیسیوم کشیده می‌شود، و چند دقیقه بعد این کیسه تجزیه شده و یك کیسهٔ آسك کشیدهٔ دیگر وارد قسمت گردن پری‌تیسیوم جهت خالی شدن آسکسپور می‌شود.

اگرچه آسکسپورها بطور فعال در گروه پیرنومیستها معمولاً انتشار می‌یابند، ولی دربعضی از زیر رده‌ها این حالت وجود ندارد. در این رابطه یک جنس بزرگ (کاتومیوم)[1] را می‌توان نام برد، که قادر است کاملاً برروی مواد سلولزی نظیر کاغذهای مرطوب زندگی نماید. در گونه‌های کاتومیوم پری تیسیوم آن از رشته هایی شبیه مو یا کرك احاطه شده، مانند گونهٔ (گلوبوزوم)[2] که در (شکل ۴۸) نشان داده شده است. در تمام گونه‌های این جنس کیسه‌های آسک که هنوز در داخل پری تیسیوم قرار دارد پاره شده و آسکسپور با ماده ژلاتینی درهم آمیخته و ازراه سوراخ پری‌تیسیوم خارج می‌شود (شکل ۴۸).

حال به بحث در مورد قارچهای راستهٔ (کلاویسیپتالها)[3]، که واجد استروما می‌باشند می‌پردازیم. یک نمونه قابل توجه از اینها قارچ (دالدینیا کنسنتریکا)[4] است که بطور معمول

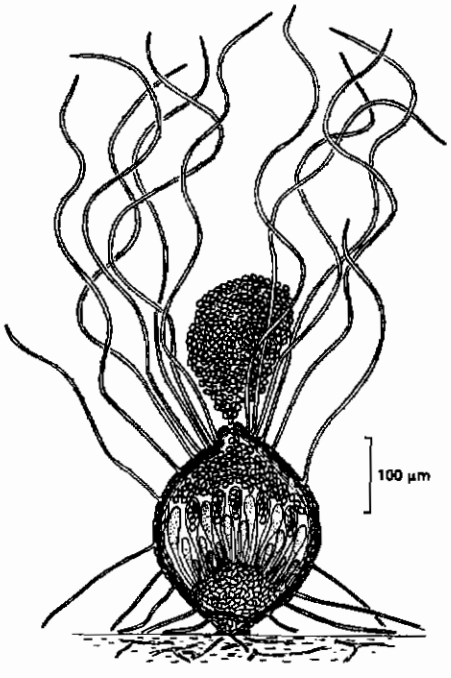
1- Chaetomium
2- C. globosum
3- Clavicipetales
4- Daldinia concentrica

دارای زندگی ساپروفیتی بوده و برروی تنهٔ مرده درخت (زبان گنجشک)[1] رشد می نماید. کلنی میسلیومها همچنین استرومادرسطح تنه درخت در شهریورماه ظاهر می شود و بسرعت رشد می کند و پس از یکی دوماه به اندازهٔ واقعی خود می رسد. این قارچ سخت و به صورت کروی دیده می شود در ابتدا به رنگ خاکستری تیره و در انتها به صورت سیاه ذغالی است. بطور معمول یک استروما به اندازهٔ نصف یک سیب بوده و دربرش طولی نواحی پررنگ و کم رنگ به صورت نیم دایره های متحدالمرکز دیده می شوند. در اواخر پاییز نقاط کوچک سیاه رنگی ظاهر می شوند، که محل اندامهای جنسی را مشخص می کنند. این نقاط توسط ذره بینهای معمولی قابل رؤیت است. به نظر می رسد این اندامهای جنسی همان پری تیسیومها هستند ولی از جزئیات مراحل تشکیل آن اطلاعاتی در دست نیست. در طول زمستان تا اوایل بهار رشد به کندی صورت می گیرد. اوایل اردیبهشت ماه پری تیسیومها بالغ شده و اسپورها شروع به انتشار می نمایند. در (شکل ۴۹) پری تیسیومها که در داخل استرومای بسیار سخت و خشکی قرار دارند نشان داده شده است. در هرپری تیسیوم هزاران کیسهٔ آسک قرار دارد و بقیهٔ قسمتهای داخلی آن به وسیلهٔ مادهٔ ژله ای پر شده است. ارتباط هریک از پری تیسیومها با محیط خارج از طریق مجرایی واقع در ناحیهٔ گردن صورت می گیرد. بطورکلی انتشار اسپورها مانند (سوردا ریا)[2] است، اما اسپورها فقط تا فاصلهٔ ۰/۴ تا ۱/۵ سانتی متر پرتاب می شوند. در سورداریا انتشار اسپورها در طول روز ولی در (دالدینیا)[3] در شب صورت می گیرد. چنانچه قطعهٔ متوسطی از این قارچ را که حدود ۰/۵ سانتی متر قطر داشته باشد برروی یک صفحهٔ شیشه ای به مدت یک شب قرار دهیم، اسپورهای سیاه رنگ متراکم نواری به پهنای یک سانتی متر به موازات سطح استروما تشکیل می دهند. این ناحیهٔ اسپوردار از سطح استروما به اندازهٔ یک ناحیهٔ بدون اسپور با عرض چند میلی متر فاصله دارد.

انتشار اسپورها در آسکومیست به مقدار کافی رطوبت بستگی دارد تاکیسه های آسک تحت فشار تورژسانس پاره شوند و اسپورها آزاد شوند. به همین علت قارچهای فلاسک شکل، در شرایط مرطوب و معمولاً پس از بارندگی، اسپور آنها انتشار می یابند. در صورتی که انتشار اسپور در دالدینیا[3] به صورت غیر معمول با استفاده از آب موجود دربافت استروما صورت می گیرد. اگر یک استروما را در اردیبهشت و یا خرداد ماه جمع آوری کنیم و در اتاق خشکی که

1- Fraxinus
2- Sordaria
3- Daldinia

فاقد رطوبت باشد قرار دهیم عمل انتشار اسپور درهرشب به مدت یک هفته و تازمانی که آب موجود دربافتها خشک شود ادامه خواهد داشت . در دالدینیا انتشار اسپورها بطور معمول از ماه خرداد تا شهریور ادامه خواهد داشت . در دالدینیا انتشار اسپورها بطور معمول از ماه خرداد تا شهریور ادامه داشته تا این که استروما خالی شده و ازبین برود . با باقی ماندن یکی از آنها درفصل بعد به صورت فعال در خواهد آمد .

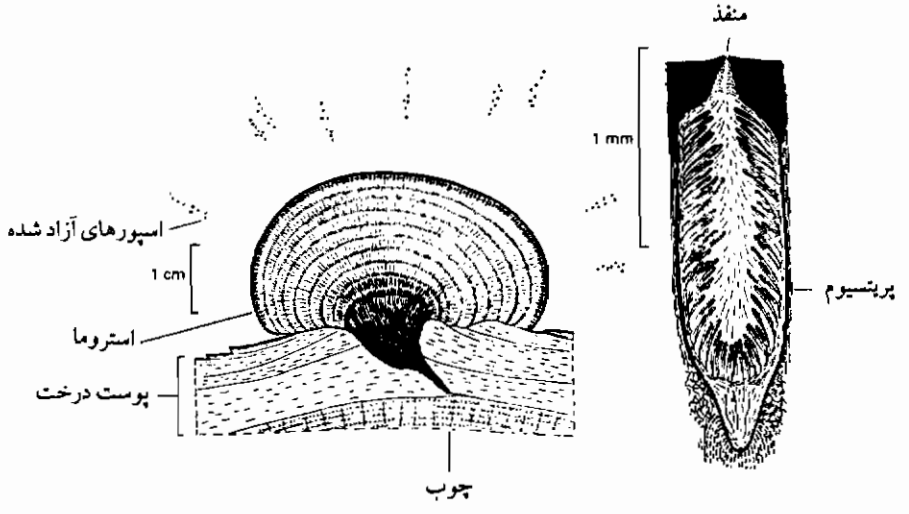


شکل۴۸. Chaetomium globosum - برش طولی از یك پری‌تیسیوم که برروی آگار رشد نموده است. کیسه‌های آسك درداخل پری‌تیسیوم پاره شده و اسپورها از راه سوراخ به‌خارج راه پیدا کرده‌اند.

ازتیپهایی که واجد استروما می باشند قارچ (نکتاریا ـ سینابارینا)[1]، شکل (۵۰) قابل

1 - Nectaria cinnabarina

ذکر است، که معمولاً نقاط قرمز رنگ و به صورت ساپروفیت روی شاخه های کوچک انواع درختان و بوته ها زندگی می نمایند. دونوع اندام باردهی در آنها شکل می گیرد که هردوشکل آن به تعداد زیاد در سطح تنهٔ جداشدهٔ درختان دیده می شود. استرومای گنبدی شکل در هوای خشک به رنگ قرمز مایل به صورتی است و هریک پهنایی حدود دومیلی متر دارند. در شرایط رطوبتی سطح استروما، گنبدی شکل به صورت توده ای لزج از کنیدی درآمده که باقطرات باران به اطراف منتشر می شوند اندازهٔ استرومای پری تیسیوم دار مانند استرومای قبلی است، اما به رنگ قرمز تیره و با ذره بین معمولی به شکل تمشکی که هر قسمت آن از یک پری تیسیوم تشکیل شده قابل مشاهده است چنانچه از طرف مقابل آن را مشاهده کنیم بر پری تیسیومهای آن در قسمتهای عمقی بافت استروما قرار نداشته حتی ایجاد برجستگی در سطح استروما می کنند اغلب هردونوع اندام باردهی در یک شاخهٔ کوچک وجود دارد و بعضی از استروماها در یک قسمت پری تیسیوم و در قسمت دیگر کنیدی دارند

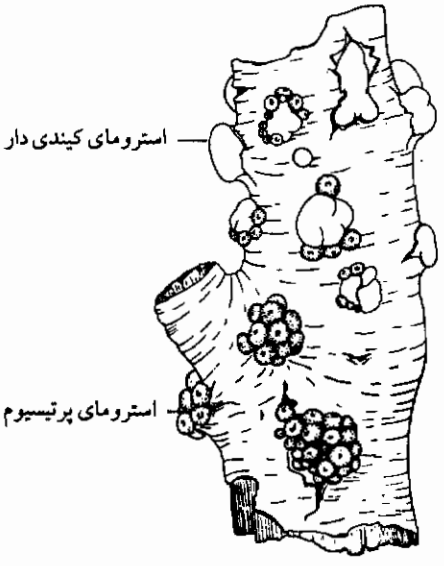


شکل ۴۹. Daldinia concentrica - سمت چپ شکل یك استروماها پری تیسیومهای آن مشاهده می‌شود نقاط سیاه درزیر پوسته محل تشکیل پری تیسیومها می‌باشد بعضی از اسپورها که درهوا منتشرشده‌اند نیز دیده می‌شوند درسمت راست یك پری تیسیوم منفرد قابل مشاهده است.

قارچ نکتاریا اسپورآن نسبت به خشکی (زروفیت) [1] مقاوم است. بدین صورت که در هوای خشک پری تیسیومها چروکیده می شوند و بعد از بارندگی خیلی سریع به حالت اولیه برمی گردند و آزاد سازی اسپورها دوباره شروع می شود. این قارچ در دوره های خشکی قادر به آزاد سازی اسپورها نمی باشد.

پلکتومیستها [2] اریزیفالها [3] (سفیدکها)

اریزیفالها و (اروشیالها) [4] از نظر طبقه بندی هر دو در ردهٔ پلتکومیستها قرار دارند و همه آنها بطور معمول دارای آسکوکارپ بسته (کلیستوتیسیوم) [5] می باشند، این وضعیت ساختمانی روشن می سازد که آنها جزو آسکومیستها هستند. درعین حال دلایل روشنی وجود ندارد که ارتباط این دو راسته را مشخص نماید، و بنابراین از آنها بطور جداگانه بحث خواهد شد.



شکل ۵۰. Nectria cinnabariana- استروماهای واقع برروی یك شاخهٔ کوچك که به کمك عدسی مشاهده شده اند. هراسترومای پریتسیوم دار به صورت گروهی و برنگ قرمز تیره و هراسترومای صاف وبه رنگ قرمزصورتی رنگ وبعضی ازاستروماهابه صورت مخلوطی از هردو می باشند.

1- Xerophyte
2- Plectomycetes
3- Erysiphales
4- Eurotiales
5- Cleistothecium

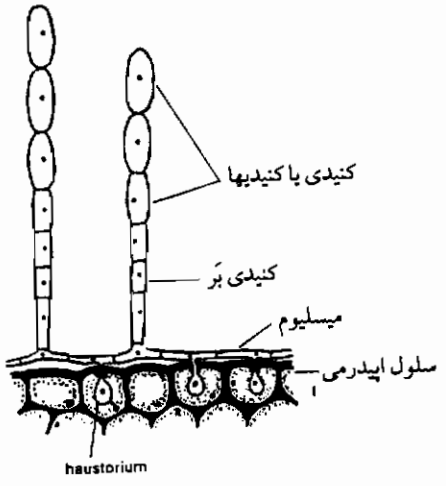
اریزیفالها به صورت انگل اجباری روی برگ، و ساقه های مرطوب بسیاری از گیاهان مختلف می باشد و به آنها سفیدك حقیقی گفته می شود، زیرا روی سطح گیاهان میزبان کنیدیفورهای زیادی به صورت پوشش سفید و یا شیری رنگ ایجاد می کنند. (سفیدك رز)[1]، (سفیدك رازك)[2]، (سفیدك غلات)[3]، (سفیدك مو)[4] و (سفیدك سیب)[5] از مهمترین سفیدکهای قابل ذکرند. در قارچ اسفروتکا کنیدیها در سطح برگ تندش می کنند در بیشتر قارچها تندش اسپور فقط باحضور آب صورت می گیرد، اما در سفیدك حقیقی نه تنها کنیدیها در سطح برگ پوشیده از آب، بلکه در رطوبت بسیار کم نیز می توانند تندش کنند. بعداز تندش، یک میسلیوم منشعب با دیوارهٔ عرضی، واجد سلولهای تک هسته ای ایجاد می شود. این میسلیوم در سطح برگ گیاه میزبان توسط (اندامهای مکنده)[6] که داخل سلولهای اپیدرمی ایجاد می کند مواد غذایی لازم خود را، بدون این که سلولها را متلاشی سازد، به دست می آورد. اندامهای مکنده کوچک بوده و دارای یک هسته با دیوارهٔ نازك است، که در داخل سیتوپلاسم سلولهای اپیدرمی قرارمی گیرد. سیتوپلاسم این سلولها در اثر ورود اندامهای مکنده تغییر شکل پیدا نموده ولی از هم گسیخته نمی شود. سپس مواد محلول سلولهای میزبان توسط اندامهای مکنده جذب و به میسلیوم و زنجیرهٔ کنیدیهایی که در سطح قرار دارند انتقال می یابند. (شکل ۵۱).

درسفیدکهای حقیقی میسلیومها درسطح گیاه میزبان ظاهر می شوند. مثل قارچهای انگلی دیگر، ازجمله سفیدکهای دروغین (پرونوسپوراسه)[7] و یا(زنگها)[8] انشعابات خود را بین سلولهای میزبان نمی فرستند، بلکه این انشعابات کوتاه به درون سلولهای سطحی میزبان فرو می روند. کنیدیها در اینهاراست وشامل یک ردیف کنیدیهای استوانه ای شکل است. رسیده ترین کنیدیها در انتهای کنیدی بر (شکل ۵۱) قرار گرفته و براحتی توسط باد جدا و منتشر می شوند.

انتشار بیماری سفیدك توسط کنیدیها در طول تابستان انجام می شود، بیماری در این مرحله بصورت اپیدمیک در می آید. بعد از این که میسلیومها در سطح برگ گیاه میزبان قرار گرفتند کلیستوتیسیوم در آنها ایجاد می شود که به وسیلهٔ ذره بین به صورت نقاط سیاه رنگ مجزا در سطح و در میان میسلیومها دیده می شوند. آسکوکارپ بستهٔ کروی شکل (کلیستوتیسیوم)

1- Sphaerotheca pannosa
2- S. humli
3- Erysiphe graminis
4- Uncinula necator
5- Podosphaera leucotricha
6- Haustoria
7- Peronosporaceae
8- Uredinales

قطری در حدود ۰/۱ میلی متر و کاملاً رسید. به رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه دیده می شود. در هر کلیستوتیسیوم فقط یک کیسهٔ آسک وجود دارد و اطراف دیوارهٔ خارجی آن زائده هایی[1] از جنس رشته های میسلیومی مشاهده می شود (شکل ۵۲).

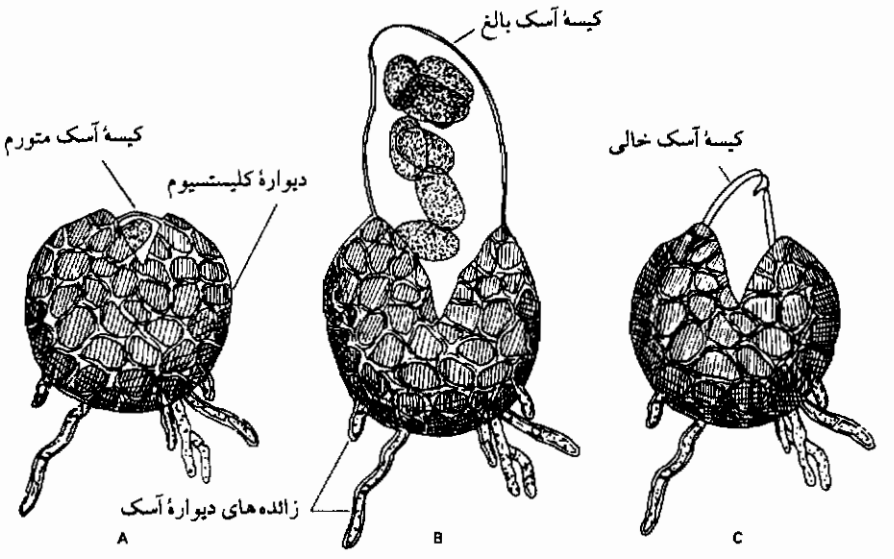


شکل ۵۱. Sphaerotheca sp. - میسلیومهای سطحی که توسط اندامهای مکنده از سلولهای اپیدرمی گیاه میزبان تغذیه کرده و ایجاد کنیدی بر که هریك دارای زنجیره‌ای از کنیدی می‌باشند می‌نماید.

کلیستوتیسیوم که در اثر تولید مثل جنسی به وجود می آید، کیسهٔ آسک آن به صورت منفرد و کوچک در طول دورهٔ زمستان باقی می ماند با این که تعداد آسکوسپورها مشخص شده ولی هنوز اسپورها کامل نشده و اطراف آنها را اپی پلاسم قابل ملاحظه ای احاطه می کند. در اواخر بهار کلیستوتسیوم فعال شده و هریک از اسپورها کاملاً شکل می گیرند و مواد تشکیل دهندهٔ اپی پلاسم ناپدید می شود. احتمالاً مواد قندی تغییر شکل پیداکرده که باعث افزایش فشار داخلی می شود. کیسهٔ آسک در نتیجهٔ جذب آب متورم و دیوارهٔ کلیستوتیسیوم نیز در نتیجهٔ اتساع پاره می شود. در نهایت اسپورها در هوا پرتاب می شوند و باعث آلودگیهای تازه در این فصل می گردند این قارچها در طول زمستان به حالت کلیستوتیسیوم باقی می مانند بااین همه تعدادی از

1- Appendages

سفیدکهای حقیقی (مانند سفیدك رز) قادرند به صورت کنیدی در جوانه های گیاه میزبان به حالت زندگی خفیف زمستان را سپری سازند.



شکل ۵۲. Sphaerotheca mors- uvae- انتشار آسکسپورها از کلیستوتیسیوم،
سمت چپ : کیسهٔ آسك در اثر تورّم باعث پاره شدن دیوارهٔ کلیستوتیسیوم می شود.
وسط : کیسهٔ آسك کاملاً متورم شده و زمان انتشار آسکسپورها فرارسیده است. سمت
راست : کیسهٔ آسك بلافاصله بعد از انتشار آسکسپورها.

در تمام جنسهای سفیدك حقیقی مراحل تشکیل کنیدی مشابه است و در همه آنها کلیستوتیسیوم مشاهده می شود؛ دارای دو خصوصیت هستند که از نظر رده بندی بسیار قابل اهمیت می باشد یکی ازنظر وجود تعداد کیسه های آسک (در اسفروتکا و(پودوسفرا)[1] فقط یک کیسهٔ آسک و در جنسهای دیگر دارای چندین کیسه اسک می باشد) و دیگری از نظر شکل زایده ها قابل شناسایی هستند.

1 - Podosphaera

بیشتر سفیدکهای حقیقی را می توان توسط قارچ کشها و یا سم پاشی بخصوص با ترکیباتی که حاوی سولفور باشند، کنترل نمود.

اروشیالها

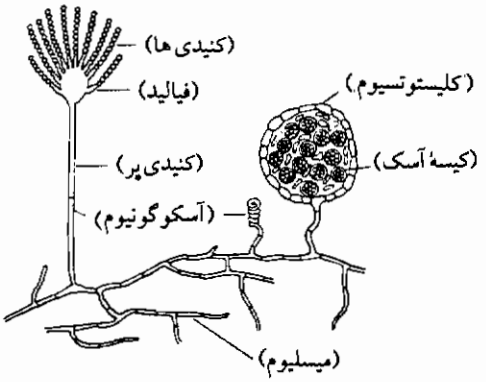
اروشیالها یکی از راسته های بسیار جالب کپکها است که تشکیل کیسهٔ آسک بندرت در بعضی از گونه های آن دیده می شود. ولی مرحلهٔ تشکیل کنیدی بطور گسترده قابل مشاهده است. دو جنس بسیار بزرگ (آسپرژیلوس)[1] و (پنی سیلیوم)[2] که شامل تعداد زیادی گونه بوده و ازنظر اقتصادی حائز اهمیت هستند، در این راسته قرار می گیرند.

در مورد نام گذاری جنس اسپرژیلوس یک موضوع قابل طرح این است که معمولاً نام آسپرژیلوس به انواعی از آنها گفته می شود که فقط مرحلهٔ تولید مثل غیرجنسی یا ایجاد کنیدی را دارند (آنامورف . صفحهٔ ۷۴) و گونه هایی که دارای مرحلهٔ تولید مثل جنسی بوده و تشکیل کلیستوتیستوم می دهند (تلومورف) در جنسی به نام (اروشیوم)[3] قرار می گیرند. (شکل ۵۳).

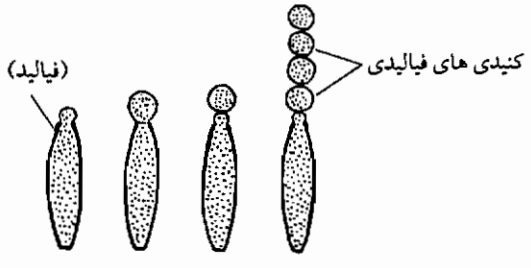
آسپژریلوس (Aspergillus (Eurotium) herbariorum) (شکل ۵۳) از کپکهایی است که بخوبی شناخته شده است، دارای کنیدی بر راست، بدون انشعاب با انتهای برآمده که به شکل کروی در آمده و از آن تعدادی (فیالید)[4] به صورت شعاعی خارج می شود. فیالیدها ساختمانهای مخصوصی هستند که در بسیاری از قارچهایی که ایجاد کنیدی می نمایند دیده می شوند. هریک در قسمت وسط پهن تر و در دو انتهای دیگر باریکتر شده (شکل ۵۴) و کنیدیوم در اثر جوانه زدن انتهای آن نتیجه می شود. جوانه از دیواره اصلی جدا نمی شود تا این که کامل شود. سپس کنیدی دیگری از فیالید ایجاد شده و به همین ترتیب کنیدیهای بعدی که همگی در یک سطح و در امتداد یکدیگر قرار می گیرند. کنیدیها خشک بوده و به آسانی به وسیلهٔ باد جدا می شوند. در یک محیط کشت کلنی قارچ (آسپرژیلوس هرباریوروس)[5] به رنگ زرد روشن است، و این به علت وجود رنگ دانه در اسپور آنهاست که در سایر گونه ها به رنگهای سفید یا آبی و یا سیاه دیده می شود.

---

1 - Aspergillus
2- Penicillium
3- Eurotium
4- Phialides
5- A. herbariorus



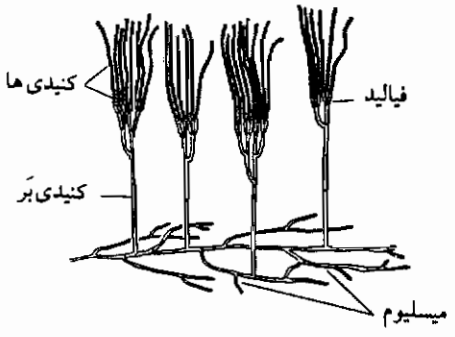
شکل ۵۳. Aspergillus (Eurotium) herbariorum – وضعیت میسیلیوم
سمت چپ : مرحله تشکیل کنیدی دربرش طولی
سمت راست: مرحلهٔ کلیستوتیسیوم دربرش طولی درمیان هیفهای هوایی پیچیده اندامهای تولید مثلی ماده (آسکوگونیوم) دیده می‌شود.



شکل ۵۴. دیاگرام نحوهٔ ایجاد فیالوکنیدیا ازفیالید

اگر آسپرژیلوس هرباریوروس را در یک محیط مایع کشت داده و آن را در حرارت ۱۰-۲۰ درجهٔ سانتی گراد قرار دهیم فقط ایجاد کنیدی می نماید، چنانچه آن را در محیط کشتی که تراکم قندی آن حدود ۱۰ درصد و حرارت آن ۲۵-۳۰ درجهٔ سانتی گراد است قرار دهیم، کلیستوتیسیومهایی کروی شکل تولید می کند که ۱۵۰-۲۰۰ میلی میکرون قطر دارد. کلیستوتیسیومها دارای دیوارهٔ سلولی و تعداد زیادی کیسه های آسک کوچک کروی شکل می باشد. هرکیسهٔ آسک دارای هشت آسکسپور است، این آسکسپورها تا زمانی که کلیستوتیسیوم بالغ نشده و دیوارهٔ کیسه های آسک پاره نشود آزاد نخواهند شد. آسکسپورها به صورت توده ای در داخل کلیستوتیسیوم رها می شوند و فقط با پاره شدن دیوارهٔ کلیستوتیسیوم آزاد می شوند.

بیشترین و معمولی ترین کپک آبی متعلق به جنس پنی سیلیوم است که گونه های این جنس زیاد در حدود ۲۵۰ گونه است. و چون ازنظر اقتصادی بعضی از گونه های آن اهمیت زیادی دارد، و مطالعات وسیعی از نظر رده بندی برروی ان شده است. صفت بارز این قارچها وجود کنیدی می باشد (شکل ۵۵). یک هیف پایه دار با دیوارهٔ عرضی و منشعب، برروی انشعابات انتهایی خود فیالیدهای گروهی و نواری ایجاد می کند، که برروی هر فیالید زنجیره ای از کنیدیها ایجاد می شود. حالت آنامورفی در آسپرژیلوس مشخص است ولی در بیشتر گونه ها حالت تلومورفی تشخیص داده نشده است.



شکل ۵۵. Penicillium - میسلیوم با کنیدی برها که در آن زنجیرهٔ کنیدیها شکل گرفته است. (با درشت نمایی زیاد)

گونه های پنی سیلیوم و آسپرژیلوس غالباً به صورت ساپروفیتی در خاك و برروی سبزیهایی که در حال تجزیه هستند رشد می نمایند. بطور کلی گونه های پنی سیلیوم بیشتر در نواحی معتدل و آسپرژیلوس بیشتر در مناطق گرمسیری بوفور یافت می شوند.

همی آسکومیستها[1]

در بین زیرردهٔ همی آسکومیستها هیچ آسکوکاربی تشکیل نمی شود این زیررده شامل یک تیره به نام (**ساکارو میسه تآسه**)[2] است که ما به بحث در مورد آن می پردازیم. جنسهای این تیره همگی از مخمرهای حقیقی هستند و به صورت تک سلولی در سطح خارجی میوه های رسیده دیده می شوند اما تعدادی از آنها در شرایط مختلف دیگری زندگی می نمایند.

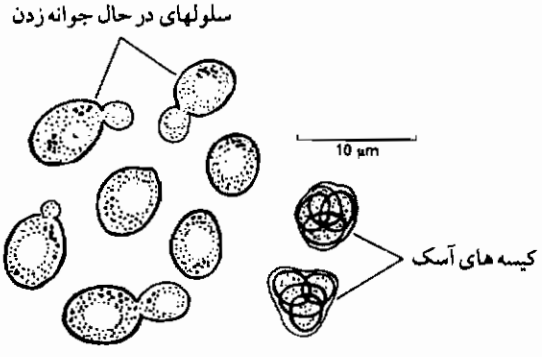
چنانچه مخمرها را بطور مجزا مورد مطالعه قرار دهیم شاید پذیرفتن آنها در گروه آسکومیستها به نظر مشکل آید. گرچه رشتهٔ میسلیوم که از اتصال مخمرها نتیجه می شود یک حالت کلی از آسکومیستها را نشان می دهد.

یک مشکل دیگر، وجود رفتار مخمری در رده های دیگر قارچهاست. مثلاً قارچ (موکور راسموزوس)[3] که رفتار شبه مخمری دارد. همچنین از گروه بازیدیومیستها بازیدیوسپور (سیاهک)[4] در (آگار غذایی)[5] مانند مخمرها جوانه زده و به همین صورت در این شرایط قابل نگهداری است، که با وجود رفتارهای شبه مخمری یقیناً بایستی آن را در گروه بازیدیومیستها طبقه بندی نمود. مرحلهٔ رویشی که در مخمرهاوجود دارد. و به واسطهٔ کیسهٔ آسکی که ایجاد می نمایند ساکارومیستها را بطور حتم بایستی جزء آسکومیستها محسوب نمود.

بیشترین و برجسته ترین عملی که مخمرها دارند این است که باعث تولید اتانول از قند در شرایط بی هوازی را باعث می شوند. قارچ (ساکارومیس ـ سرویزیه)[6] (شکل ۵۶) مخمری است که در عمل تخمیر و در آبجوسازی از آن استفاده می نمایند. این مخمر را به محلول قندی که از خیساندن مالت (جوانهٔ جو) به دست می آید اضافه می نمایند در اثر عمل تخمیری که در آن صورت می گیرد آبجو به دست می آورند. برای ساختن شراب به دلیل وجود این مخمر بطور طبیعی در سطح خارجی میوهٔ انگور لازم نیست که به آن مخمّر اضافه نمایند. اگر به این محلول

1- Hemiascomycetes
2- Saccharomycetaceae
3- Mucor racemosus
4- Ustilago
5- Nutrient agar
6- Saccharomyces cerevisiae

قندی خوب هوا وارد شود عمل جوانه زدن بسرعت افزایش می یابد. سلولهای تخم مرغی شکل مخمر دارای واکوئل مشخص و یک هستهٔ مشخص که در یک طرف آن قرار دارد هستند. در سیتوپلاسم، گلیکوژن و چربی مواد ذخیره ای محسوب می شوند. در تولید مثل غیرجنسی، جوانه دریک انتهای سلول ایجاد شده و هستهٔ سلول نیز تقسیم می شود و یکی از هسته های دختر به داخل جوانه حرکت می کند. سرانجام در اثر فشاری که به آن وارد می شود سلول جدا می شود. بعضی مواقع سلول که در اثر جوانه زدن ایجاد شده است قبل از جداشدن از سلول مادر، خود جوانه زده و در نتیجه زنجیره ای از سلولها تشکیل می شود. اما باید توجه داشت که خود مخمر تک سلولی است.

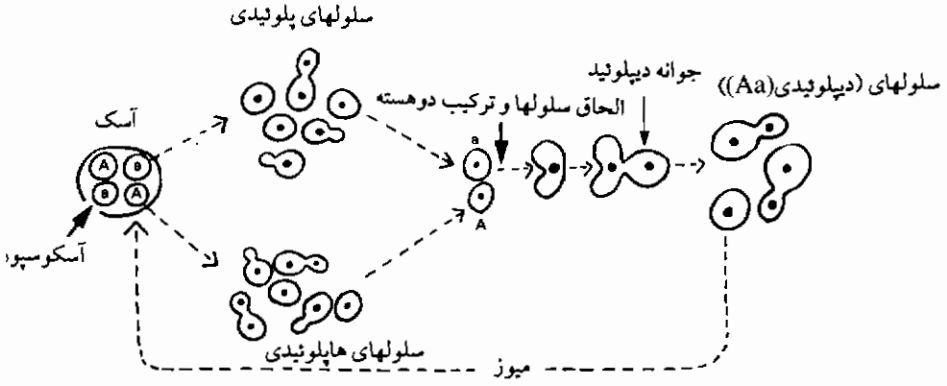


شکل ۵۶. مخمر آبجو[1]

چنانچه مخمرها در شرایط مناسبی قرار می گیرند ایجاد آسکسپور می نمایند. مخمرها به همان خوبی که در محیط کشت مایع رشد می کنند در یک محیط کشتی نظیر آگار غذایی رشد کرده و ایجاد کلنی هایی به صورت تودهٔ لزجی می نمایند. چنانچه جوانه های فعال یک کلنی را که در محیط کشت غنی وجود دارد به ناگهان وارد محیط کشت ضعیفی کنیم عمل جوانه زدن متوقف شده و اغلب کیسه های آسک شکل می گیرد. برای تشکیل اسپور مخمرها اغلب به محیط کشت آگار ۰/۵ درصد استات سدیم می افزایند. یک سلول معمولی مخمر که کیسهٔ آسک را ایجاد می نماید دارای یک هسته دیپلوئیدی بوده و در اثر تقسیم میوز در هسته و ایجاد

1 - S.cerevisiae

هسته های هاپلوئیدی تولید چهار آسکسپور را می نماید. آسکسپورها زمانی آزاد می شوند که دیوارهٔ کیسه های آسک پاره شود. تعداد زیادی از گونه های ساکارومیسسز هتروتالیک بوده (شکل ۵۷) و هرکیسهٔ آسک دارای دواسپور از نوع آلل (A) و دواسپور از نوع آلل (a) با تیپهای ژنی متفاوت می باشند. اگر یک آسکسپور را با (روش میکرودیسسکشن)[1] از کیسهٔ آسک جدا کرده و آن را در محیط کشت آگار قرار دهیم در اثر جوانه زدن ایجاد کلنی ای می نماید که سلولهای آن معمولاً کوچکتر از سلولهای معمولی مخمر است چنانچه یک آسکسپور و یا یک سلول هاپلوئیدی را که از آسکسپور مشتق شده است، در مقابل تیپ ژنی دیگر (متینگ تایپ)[2] قراردهیم در اثر (عمل ترکیب)[3] دو هستهٔ سلول دیپلوئیدی ایجاد می شود که در اثر جوانه زدن، سلولهایی مانند سلولهای معمولی کلنی تولید می نماید. (شکل ۵۷).



شکل ۵۷. Saccharomyces- دیاگرام سیکل زندگی که حالت هتروتالیک را نشان می‌دهد.

گلسنگها[4]

در ارتباط با آسکومیستها گلسنگها را به طور مختصر مورد بحث قرار می دهیم. اگر تعداد گلسنگها محدود بودند آنها را در طبقه بندی به سادگی جزء قارچها و به عنوان گونه های جالبی که با جلبکها زندگی می کنند جای می دادند، اما از آن جایی که گلسنگها بسیار متنوع بوده و بیش از ۱۶۰۰۰ گونه تا به حال شناخته شده اند، که در شرایط خاص اکولوژی به وجود

1- Microdissection
2- Mating type
3- Conjugation
4- Lichens

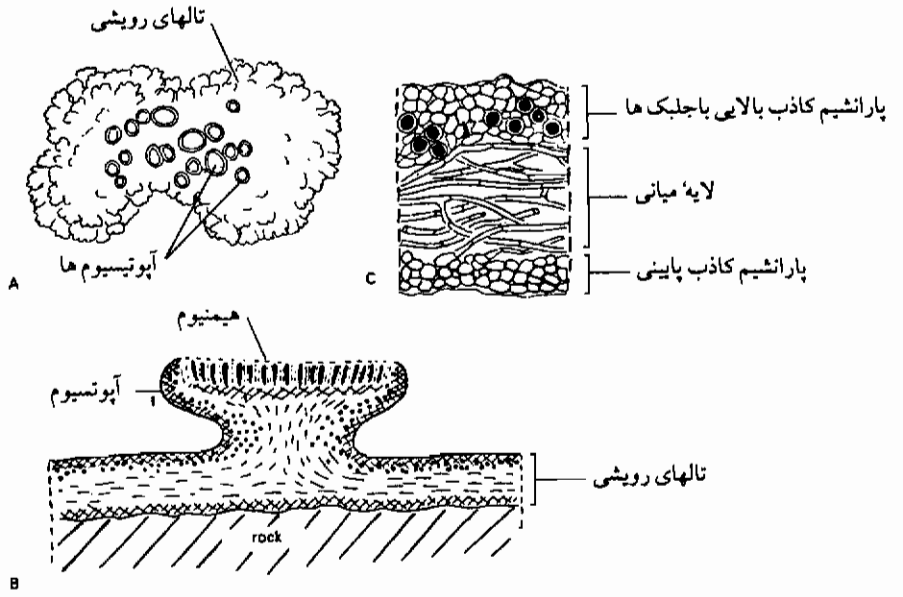
آمده اند، بطور جداگانه رده بندی شده اند.

اغلب قارچهایی که در تشکیل گلسنگها شرکت دارند، از گروه آسکومیستها بخصوص دیسکومیست و پیرنومیست است. جلبک آن از نوع سبز ـ آبی و یا جلبک سبز ساده است. جلبکها قادرند بطور مستقل در طبیعت زندگی نمایند. اما ادامهٔ حیات درقارچهای همزیست منحصراً به وجود جلبکها بستگی دارد.

ساختمان و نحوهٔ زندگی یک گلسنگ را با شرح یکی از معمولی ترین انواع آن به عنوان مثال (گزانتوریا پاریتینا)[1] (شکل۵۸) مورد بررسی قرارمی دهیم این گلسنگ به رنگ زرد تا نارنجی است. بفراوانی بر روی صخره های ساحلی بالاتر از سطح آب، یا روی دیواره های سنگی و سقف منازلی که در مزارع قرار دارند، دیده می شود. تال به صورت ورقه های دایره ای شکل به قطر چند سانتی متر است جز لبه های آن که به طرف بالا برگشته بقیهٔ قسمتها کاملاً به تخته سنگها چسبیده اند. دریک برش طولی از تال رویشی آن سه منطقه قابل تشخیص است. یک لایه سطحی از پارانشیم کاذب دربالا، و بخش میانی که از هیفهای مجزا و درهم و بالاخره بخش پایینی که از پارانشیم کاذب تشکیل شده است. سلولهای سبز جلبک (تربوکسیا)[2] در بین هیفها در پایین (بخش فوقانی)[3] و دربالای (قسمت میانی)[4] دیده می شود.

بدین ترتیب قارچها از مواد آلی حاصله از فتوسنتز که توسط جلبکها تولید می شود استفاده نموده و زندگی خود را می گذرانند. به عنوان مثال (سوربیتول)[5] مادهٔ حاصل از فتوسنتز جلبک نه تنها به عنوان مادهٔ غذایی به مصرف قارچ می رسد، بلکه از نظر تأمین فشاراسمزی بالا در هیف اهمیت زیادی دارند. این مسأله گلسنگ را در مقابل خشکی و رطوبت زیاد پایدار کرده و بسیار حائز اهمیت است. بجرأت می توان گفت که سلولهای جلبکی که در بین ریسه گلسنگها محبوس شده اند بجز ایجاد یک نیچ اکولوژیکی هیچ گونه نفعی نخواهند برد قابل توجه است که گزانتوریا مانند بیشتر گلسنگها رشد بسیار کندی دارد، بطوری که شعاع کلنی آن در سال فقط در حدود ۲ میلی متر افزایش دارد. هرچند که تال کاملاً برتکیه گاه چسبیده است ولی ممکن است مواد معدنی کمی را که احتیاج دارد از صخره دریافت نماید. این مواد از باران و رطوبت موجود در هوا نیز به دست می آیند.

1- Xanthoria parietina
2- Trebouxia
3- Upper cortex
4- Medula
5- Sorbitol



شکل ۵۸. Xanthoria parietina

A– تال از بالا نشان داده شده و در سطح آن آپوتیسیومها دیده می‌شوند.

B - برش طولی از تال که از وسط یك آپوتیسیوم عبور کرده کیسه‌های آسك در هیمنیوم به‌رنگ سیاه و نقطه‌های سیاه سلولهای جلبکی را نشان می‌دهد.

C- بخشی از تال که در آن و نه سلول جلبکی در سطح فوقانی پارانشیم کاذب دیده می‌شود.

در گلسنگهایی نظیر (پلتی جرا)[1] که شامل جلبک سبز ـ آبی است قارچ نه تنها ترکیبات کربن دار را از جلبک می گیرد ، بلکه از ترکیبات نیتروژنی آن نیز استفاده می کند . زیرا جلبک سبز ـ آبی قدرت تثبیت ازت را دارد .

در گزانتوریا آپوتیسیومهای بدون پایه برروی سطح تال به صورت اندامهای نعلبکی مانند کوچک و به رنگ نارنجی دیده می شود (شکل ۵۸) . در برش طولی هریک ساختمانی شبیه یک

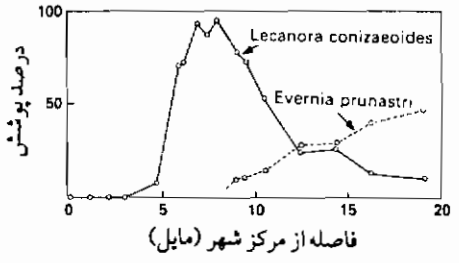
1- Peltigera

آپوتیسیوم دیسکومیستهای معمولی را دارند. هرکیسهٔ آسک درهیمینیوم هشت آسکسپور تولید نموده که بشدت به خارج پرتاب می شود. یک تال جدید گلسنگ از تندش فقط یک اسکسپور در کنار سلولهای سبز جلبک تربوکسیا به وجود می آید. اگر چه در بسیاری از گونه ها تولید مثل تصادفی نیست تعداد زیادی از گلسنگها ایجاد (سوردیای)[1] پودر مانندی در تمام سطح و یا در نواحی خاصی از تال می نمایند. در گونه ای از (کلادونیا)[2] که بطور معمول در نواحی خشک و گرم رشد می کند، تال از دانه های پودری خاکستری پوشیده شده که هر دانه در حکم یک سوردیوم بوده و شامل تعداد کمی از سلولهای جلبکی است که توسط هیفهای قارچی احاطه شده اند. سوردیا بآسانی در اثر وزش باد منتشر شده و می توانند پس از رشد تال جدید گلسنگ را تولید نمایند.

گلسنگها کلنی هایی هستند که در جاهای نه چندان معمول نظیر صخره های سخت و برروی پوست درختان زندگی کرده و به اشکال مختلف دیده می شوند. گزانتوریا و تعداد زیادی از گلسنگهای دیگر به صورت سطحی بوده، اما برخی به صورت (درون سنگی)[3] بوده و تالهای خود را در بین ترکیبات سطحی صخره وارد می سازند، یک نمونه کاملاً شناخته شده از اینها (دندان سگ)[4] است. تعدادی نیز به صورت (درختچه های کوچکی)[5] هستند از این نوع می توان (رامالینا سیلی گوزا)[6] را ذکر کرد که شبیه رشته های خاکستری رنگ بر روی صخره های شیب دار دریایی به چشم می خورد. یکی دیگر از گونه های خوب شناخته شده که درختچه مانند است (اسنه آ ـ باربانا)[7] است که تال آن به صورت آویزان و به شکل رشته های بافته شده خاکستری از شاخهٔ درختان است و مخصوصاً در مناطق مرطوب روستایی یافت می شود.

گلسنگها معرفهای باارزشی برای نشان دادن میزان آلودگی هوا هستند. گونه های خاصی از گلسنگها نسبت به دی اکسید گوگرد حساسند. معمولاً در نزدیکی مراکز صنعتی، پوست درختان اغلب بدون گلسنگ است. چندمایلی دورتر از این مراکز گونه های مقاوم (نظیر لاسانوراکونیزوئیز)[8] می توانند رشد نمایند واز ۱۰ تا ۲۰ مایل دورتر از مراکز صنعتی گلسنگها رشد طبیعی خود رابرروی درختان خواهند داشت (شکل ۵۹)

1- Soredia
2- cladonia
3- Endolithic
4- Peltigera canina
5- Fruticos
6- Ramalina siliquosa
7- Usnea barbata
8- Lecanora conizaeoides



شکل ۵۹. میزان درصد گلسنگهای پوشیده برروی پوست تنه درختان زبان گنجشک، حرکت به‌سمت غرب شهر نیوکاسل واقع در شمال انگلستان.

فصل پنجم

بازیدیومیستها[1]

بازیدیومیستها با ۱۳۰۰۰ گونه، یکی از فراوانترین و مشخصترین قارچهاست. که می توان آنها را در مزارع و جنگلها یافت. (قارچهای سمی)[2]، (قارچهای تاقچه ای)[3]، (قارچهای منفذدار)[4] و (توپ پفکی)[5] در این گروه قرار دارند. این رده شامل تعداد زیادی قارچ بوده که دوراستهٔ آنها بسیار بزرگ و از نظر اقتصادی با اهمیتند. این دو راسته شامل (زنگها)[6] و (سیاهکها)[7] هستند، که به صورت انگل اجباری می باشند.

میسلیوم بازیدیومیستهامنشعب ودارای دیوارهٔ عرضی است. ودراثر پدیدهٔ آناستوموزیس به یکدیگر مرتبط شده و بنابراین از هر سه بعد به صورت مشبک دیده می شوند. هردیوارهٔ عرضی دارای سوراخ مرکزی مخصوصی به نام (دولیپور)[8] است. بیشتر سلولها دوهسته ای هستند و (اندامی قلاب مانند)[9] دارند که اغلب با دیواره عرضی در ارتباط است. وجود دولیپور یکی ازاختصاصات ساختمانی بازیدیومیستها به شمارمی رودکه بعداًدر این موردبحث می کنیم.

1- Basidiomycetes
2- Toadstools
3- Bracket fungi
4- Polypores
5- Puff - balls
6- Rust
7- Smut
8- Dolipore
9- Clamp - connection

وجـــه تمایز این رده به واسطهٔ داشتن بازیدیوم است. بازیدیوم حـــالت خـــاصی از اسپورانژیوم است که در آن چهار عدد اسپور ایجاد و به خارج رانده می شوند. در مقایسه با کیسهٔ آسک، نحوهٔ تشکیل بازیدیوم مانند کیسهٔ آسک است. بازیدیوم جوان شبیه کیسه آسک دارای دوهستهٔ هاپلوئیدی بوده و پس از ترکیب و ایجاد هستهٔ دیپلوئیدی و تقسیم میوز، هسته های هاپلوئیدی را تولید می کنند که بعدها تبدیل به بازیدیوسپور می شوند و برخلاف آسکسپورها به خارج رانده می شوند (شکل ۶۰A).

بیشتر بازیدیومستها، بخصوص گروههای بزرگ بوسیله بازیدیوسپور تکثیر می شوند، اما تعدادی نیز شبیه آسکومیستها به طریقهٔ غیر جنسی اسپور ایجاد می کنند.

در گروههای بزرگ بازیدیومیستها، مانند بعضی گروههای بزرگ آسکومیست، واحدهای به وجود آورندهٔ اسپور، پهلو به پهلو قرار گرفته و (هیمنیومها)[1] را تولید می نماید. همچنین دربیشتر گونه ها بازیدیوم مانند کیسه های آسک اسپورهای خود را پرتاب می نماید، اما در بازیدیومیستها این عمل در مسافت کوتاهی بین ۰/۵ - ۰/۱ میلی متر صورت می گیرد.

خلاصهٔ رده بندی بازیدیومیستها در زیر آمده است، باید یادآور شد که این رده بندی، رده بندی کامل و جامعی از این گروه نیست.

۱- هیمنومیستها[2]

بازیدیومها در یک هیمنیوم روباز قرار گرفته اند، به هنگام بلوغ ظاهر می شوند. اسپورها پس از این که رسیدند ازبازیدیومها پرتاب می شوند. این گروه شامل قارچهای (چتری)[3]، (بولتها)[4]، قارچهای تاقچه ای و مرجانی می شوند.

۲- گاستروميست ها[5]

بازیدیومها در این گروه نیز در هیمنیوم قرار گرفته اند اما این لایه روباز نبوده و بازیدیومها اسپورهای خود را پرتاب نمی کنند بازیدیوسپورها زمانی آزاد می گردند که بازیدیومها پاره شوند. این گروه شامل توپ پفکی ها، (ستاره زمینی)[6]، (قارچهای شاخی متعفن)[7] و

1- Hymenia
2- Hymenomycetes
3- Agarics
4- Boletes
5- Gasteromycetes
6- Earth - stars
7- Stink - horns

(قارچهای آشیانه پرنده)[1] می باشد.

۳- *اردینالها یا*[2] *زنگها*

زنگها بسیار زیادند و یکی از مهمترین راسته های انگل اجباری گیاهان محسوب می شوند. بازیدیومها به وسیلهٔ دیواره عرضی اریبی به چهار سلول تقسیم شده و هریک ایجاد یک بازیدیوسپور می کند که به خارج رانده می شود. این نوع قارچها انواع مختلفی از اسپور را به طریقهٔ غیرجنسی نیز تولید می نمایند و سیکل زندگی آنها پیچیده است.

۴- *استیلاژینالها*[3] *یا سیاهکها*

این گروه نیز انگل گیاهان می باشند اندامهای تولید مثلی گیاهان آلوده تبدیل به تودهٔ سیاه رنگ تلیوسپورها می شوند هریک از اینها در اثر رشد تولید بازیدیوم می نمایند.

به دوگروه اول بازیدیومیستهای عالی می گویند که دارای اندام تولید مثلی (چتر) نسبةً بزرگ و بازیدیوم تک سلولی اند می گویند، ولی دو گروه دیگر را بازیدیومیستهای پست می نامند که اکثر آنها فاقد چتر یا (اندام باردهی)[4] بوده و بازیدیوم آنها واجد دیوارهٔ عرضی است. همچنین در گروه بازیدیومیستهای پست سه راستهٔ دیگر از (قارچهای ژلاتینی)[5] به نامهای (ترملالها)[6]، (آریکولاریالها)[7] و(داکری مایستالها)[8] وجود دارند که در این کتاب در مورد آنها بحث نخواهد شد.

هیمنومیستها

هیمنومیستها به دوراسته تقسیم می شوند. :(آگاریکالها)[9] و (آفیلوفورالها)[10] (شکل ۶۱). اندام تولید مثلی گوشتی و آبدار بوده و لایهٔ هیمنیوم روی (تیغه ها)[11] و یا درروی لوله های عمودی قرار گرفته اند. درآفیلوفورالهااندام باردهی شبیه چرم و یا حتی چوبی مانند است

---

1 - Bird's - nest
2- Urdinales
3- Ustilaginales
4- Fruit body
5- Gelatinous fungi
6- Tremellales
7- Auriculariales
8- Dacrymycetales
9- Agaricales
10 Aphyllophorales
11- Lamellae

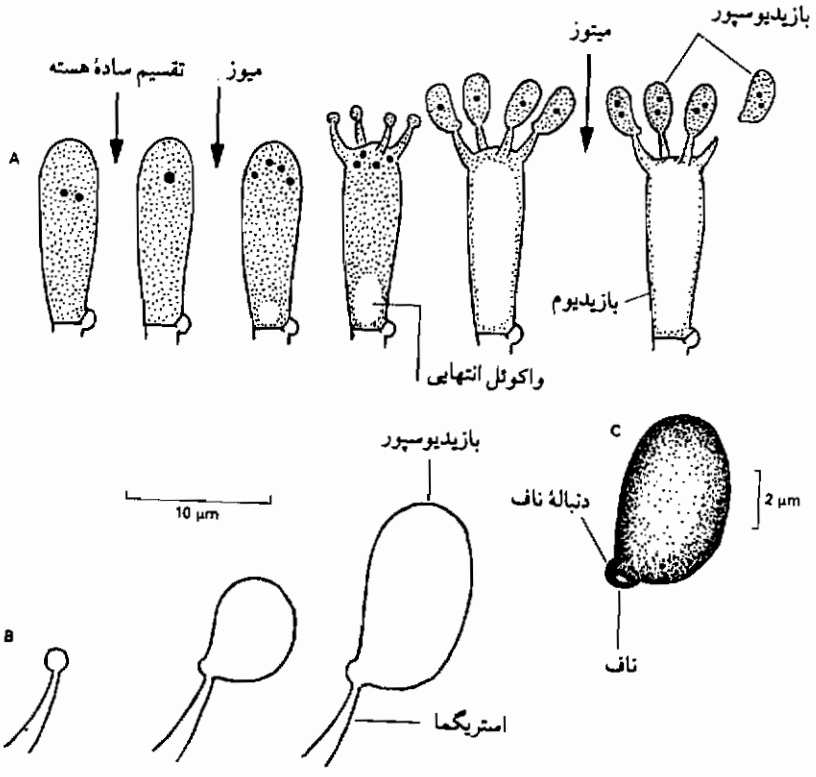
وهیمنیوم درسطح پایین گسترده شده وسطح آنهابه مقدارکم یازیادصاف است(قارچ استرئوم[1])، ویاهیمنیوم ممکن است برروی قسمتهای گرزی شکل یاانشعابات عمودی(قارچ کلاواریا[2] و دیگر قارچهای مرجانی)؛ یا برروی دندانه های عمودی (مانند قارچ هیدنوم)[3] ویا (قارچ بولتس)[4] از آگاریکالها به صورت قائم، لوله هایی که در سطح پایین قرار دارند (مانند پیپتوپوروس)[5] و دیگر قارچهای تاقچه ای منفذدار)دیده می شود. باتوجه به وضعیت ساختمانی قارچ بولتس چنین به نظر می رسدکه این قارچها از اجدادی که دارای تیغه های گوشتی بوده اند مشتق شده اند، در صورتی که از نظر رفتاری پولی پورها از راستهٔ (آفیلوفورالها)[6] بوده و بطور مستقل ظاهر شده اند.

کلمه های(توداستول)[7] و(موشروم)[8] ازواژه های قدیمی انگلیسی می باشند، هردوکلمه را طبیعی دانان به عنوان قارچهای چتری، که چتر آن شبیه دیسک است و به پایه واقع در وسط آن متصل است می شناسند. درمیان عوام توداستول به قارچهای سمی گفته می شود، در صورتی که موشروم به قارچهایی گفته می شود که خوراکی است؛ اگرچه این دو کلمه به عنوان مترادف نیز به کار می روند. واقعیت این است که هیچ کدام از این دو کلمه قابل قبول محققان نیست: از نظرقارچ شناسان بریتانیایی موشروم فقط به گونه های(آگاریکوس)[9] گفته می شود. اما درآمریکا این کلمه به همهٔ قارچهایی که دارای تیغه بوده و همچنین به قارچهای بولت اطلاق می گردد.

بررسی قارچهای چتری ازقارچهای خوراکی که قابل کشت باشندمانند(قارچ آگاریکوس-بایوسپوروس[10] = اگاریکوس برنسینس)[11] استفاده می شود. زیرا در تمام فصول دسترسی به آنها ممکن است (شکل ۶۲). این گونه از قارچها به این علت که از نظر نحوهٔ تغذیه میسلیوم وتولیدمثل غیرطبیعی اند، لذا برای بررسی مسائل بیولوژی قارچهای چتری از(کوپرینوس سینرئوس)[12] استفاده می شود و از این جهت مطالعات زیادی برروی آن صورت گرفته است.

اندام باردهی آگاریکوس دارای ساختمانی سخت است و از هیفهای به هم پیچیده ای تشکیل یافته است و دوام آن بیش از چند روز نیست، در صورتی که میسلیوم آن که از مواد آلی موجود در خاك استفاده می کند ممکن است سالها دوام داشته باشد.

1- Stereum
2- Clavaria
3- Hydnum
4- Boletus
5- Piptoporus
6- Aphylophorales
7- toadstool
8- Mushroon
9- Agaricus
10- A. biosporus
11- A. brunnescens
12- Coprinus cinereus



شکل ۶۰

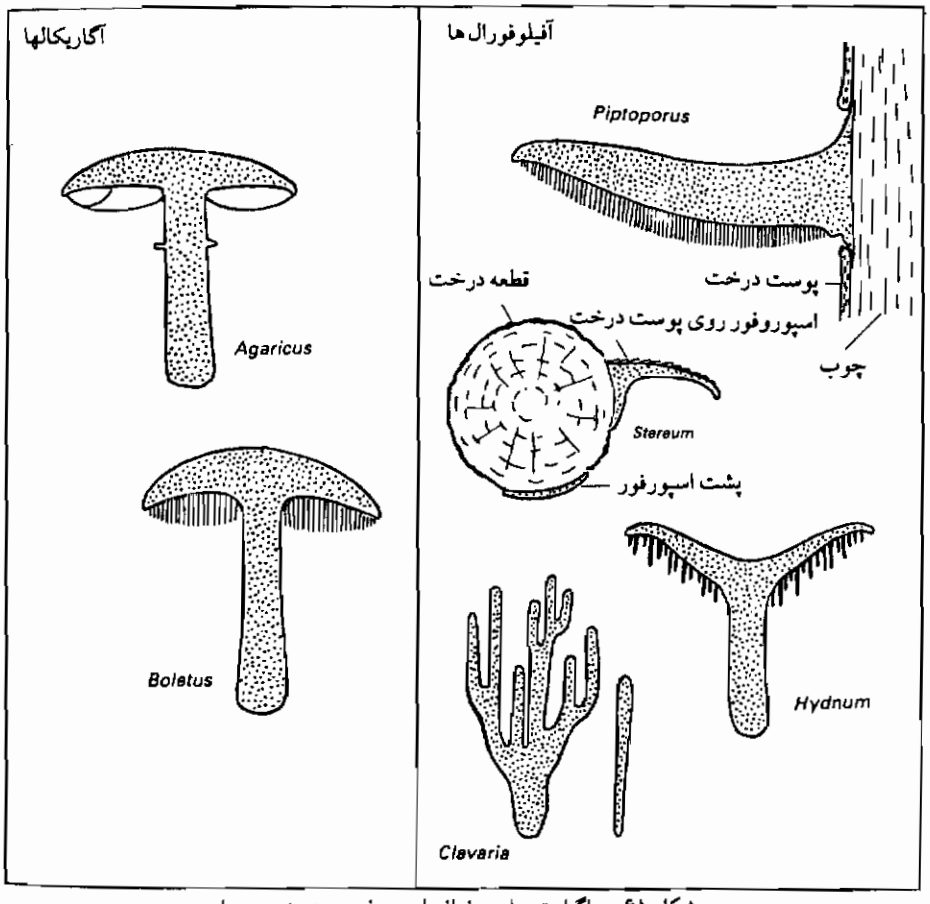
A= طرح مراحل تشکیل بازیدیوم

B=رشد یك بازیدیوسپور درانتهای استریگما درقارچ(Oudemansiella radicata)

C=Agaricus sp. یك بازیدیوسپور آزاد شده که درزیر میکروسکوپ الکترونی نشان داده شده و (ناف)[1] قسمت سفیدرنگی است که برروی (دنبالهٔ ناف)[2] دیده می‌شود.

1- hillum

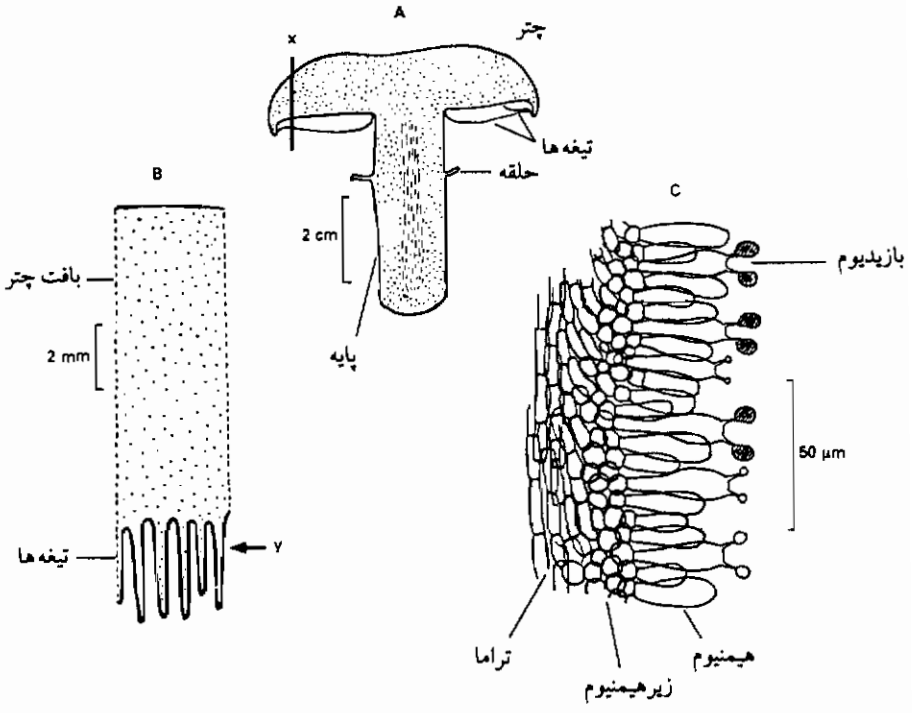
2- hilar appendix



شکل ۶۱. دیاگرام تیپهای مختلف اسپوروفور در هیمنومیستها

(اسپوروفور)[1] شامل پایهٔ سخت و محکمی است که برروی آن (کلاهک)[2] مدور، که عموماً در سطح زیرین آنها تیغه ها آویزان هستند، وجود دارد (شکل ۶۲)، چنانچه کلاهک را از قسمت پایهٔ قارچ جدا کنیم و برگردانیم خواهیم دید که تیغه ها همه یک اندازه نبوده و به نقطه ای دایره شکل که همان پایه است. ختم می شوند. تیغه های بزرگتر کاملاً تا انتهای محور ادامه دارد. بین هردوتیغهٔ بزرگ تیغهٔ متوسطی وجود داشته و همچنین بین هرتیغهٔ بزرگ و متوسط نیز تیغه کوچکتری قرارگرفته است. این حالت درقارچ (لاکاریالاکاتا)[3]، (شکل ۶۳)که نوعی قارچ غیرخوراکی بوده و تیغه ها به اندازهٔ کافی از همدیگر فاصله دارند و بآسانی قابل تشخیص است.

1- Sporophore
2- Pileus
3- Laccaria laccata



شکل ۶۲. Agaricus brunnescens

A= برشی عرضی از اسپوروفور

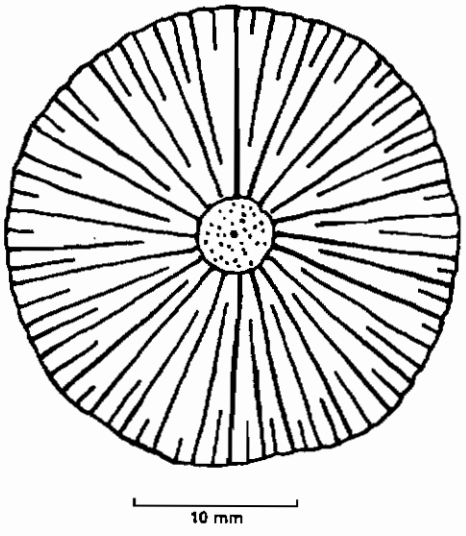
B= برشی طولی ازچتر که درامتداد خط X درشکل A نشان داده شده است.

C= قسمتی از هیمنیوم که درشکل B نشان داده شده است.

دربرش طولی و عرضی کلاهک مشاهده می شود که هیمنیوم، سطح خارجی هر تیغه را می پوشاند این لایه شامل بازیدیومهای طویلی است که اسپور از آنها نتیجه می شود. اغلب برروی لایه هیمنیوم ۲ نوع سلول یکی بازیدیوم، و دیگری سلولهای عقیم یا (پارافیز)[1] وجود دارند، اما به نظر می رسد که پارافیز بیشتر در بین بازیدیومهای جوان قرار دارد. در تعدادی از قارچهای چتری به عنوان مثال کوپرینوس پارافیزها کاملاً قابل تشخیصند. در قارچهای چتری

1 - Paraphyses

همهٔ قسمتهای تیغه تقریباً همانند و دارای تمام مراحل رشد بوده و چنانچه قسمت کوچکی از یک تیغه را در زیر میکروسکپ مطالعه نماییم مشاهده خواهیم نمود که تمام بازیدیومها در تمام مراحل مختلف برروی آن دیده می شوند. درزیرلایه هیمنیوم تیغه، ناحیه فشردهٔ (زیر هیمنیوم)[1] که به آن (پارانشیم کاذب)[2] گفته می شود وجود دارد. همچنین در قسمت میانی تیغه هیفهایی طویل، به موازات همدیگر قرارگرفته اندوناحیه ای به نام (تراما)[3] را تشکیل می دهند(شکل۶۲).



شکل ۶۳. قارچ لاکاریا : سطح زیرین اسپوروفور که پایه از آن جدا شده و قسمت مرکزی دیسك مانند به‌جا مانده است. تعداد ۱۹ تیغه بزرگ از لبهٔ دایره تا پایه کشیده شده و تعداد ۱۹ تیغه که اندازهٔ آنها $\frac{۳}{۴}$ تیغه‌های بزرگ است و ۳۸ تیغهٔ کوچك دیده می‌شود.

نحوهٔ تکامل بازیدیوم هیمینومیست در شکل (۶۰A) نشان داده شده است. در نتیجه ترکیب دوهستهٔ هاپلوئیدی در بازید یومهای جوان یک هسته دیپلوئیدی و پس از تقسیم میوز درآن چهار هستهٔ هاپلوئیدی به وجود می آید. در این مرحله بازیدیوم نیز دانه دار شده و چهار عضو کوچک به نام (استریگما)[4] به طرف خارج از آن رشد می نماید و انتهای هریک متورم شده

1- Sub - hymenium
2- Pseudo parenchymatous
3- Trama
4- Strigma

که بعداً بازیدیوسپور را تشکیل می دهند. در بازیدیومهای جوان یک حفرهٔ واکوئلی که حاوی شیرهٔ واکوئلی بوده و در نزدیکی انتها ظاهر می شود و بتدریج مانند اسپور بزرگ و متورّم شده و در نتیجهٔ این اتساع مانند یک پیستون عمل کرده و باعث حرکت پروتوپلاسم و ظاهر شدن اسپورها در انتهای استریگماها می گردد؛ بدین ترتیب که هریک از هسته ها که کامل شدند درنتیجهٔ فشاری که به آنها وارد می شود در داخل استریگما و سپس در انتهای آن قرار می گیرند. سرانجام بازیدیومها نیز همهٔ دانه های پروتوپلاسم خود را از دست داده و لایهٔ نازکی از دیواره باقی می ماند. در بیشتر هیمنومیستها به دنبال تقسیم میوز یک تقسیم میتوز معمولاً در اسپورها صورت می گیرد و درنتیجه اسپورها دو هسته ای می گردند (شکل ۶۰) و گاهی هم ممکن است این تقسیم در زمانی که اسپورها در بازیدیومها قرار دارند انجام شود و در این صورت نیز هراسپور واجد دو هسته می شود. در بعضی از گونه ها یکی از دو هستهٔ اسپور درنتیجه برگشت به داخل بازیدیوم سرانجام به اسپور یک هسته ای تبدیل می شوند.

در قارچ خوراکی قابل کشت (آگاریکوس برنسس)[1]، بازیدیوم فقط ایجاد دوبازیدیوسپور می نماید (شکل ۶۲) و هرکدام دارای دو هسته بوده که آنها را از بازیدیومها دریافت کرده اند. در قارچ خوراکی خودرو (آگاریکوس کامپستریس)[2] هر یک از بازیدیومها حاوی چهار بازیدیوسپور است.

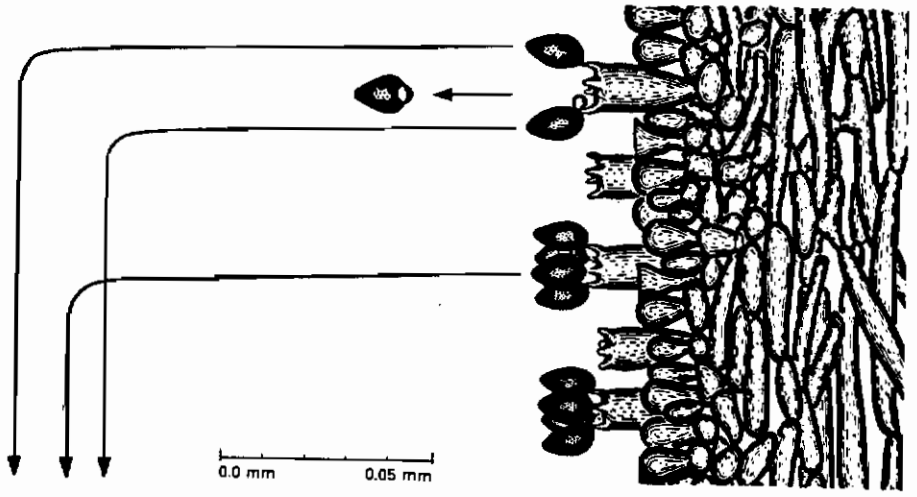
بازیدیوسپورهای بالغ بطور غیر قرینه برروی استریگما قرار گرفته اند و درست در نزدیکی محل اتصال برآمدگی کوچکی که به آن (دنبالهٔ ناف)[3] گویند، مشاهده می شود این دنبالهٔ ناف باعث پرتاب شدن بازیدیوسپور می گردد. که این پدیده را می توان در زیر میکروسکوپ مشاهده نمود. محل اتصال بازیدیوسپور (ناف) فقط ۰/۲ میلی میکرون قطر دارد و این نقطه بسیار کوچک بوده و نمی توان آن را توسط میکروسکوپ نوری مشاهده نمود. لکن با میکروسکپ الکترونی به سادگی می توان آن را مورد مطالعه قرارداد (شکل ۶۰c).

قرار گرفتن اسپورها بطور غیر قرینه برروی استریگما بدین نحو صورت می گیرد که یک بازیدیوسپور پس از این که در انتهای استریگما قرار گرفت در ابتدا، بطور قرینه یعنی بطور یکسان، متورم می شود، سپس یک طرف آن شروع به تورّم می نماید و تبدیل به دنبالهٔ ناف

1 - Agaricus brunnescens
2- Agaricus campestris
3- Hilar appendix

می شود ولی در قسمت دیگر اسپور تغییری ایجاد نمی شود. (شکل B ۶۰).

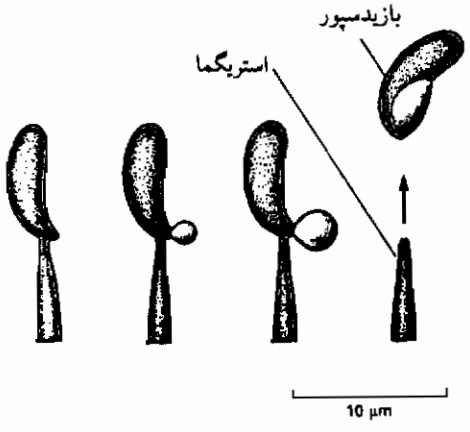
در قارچهای چتری هربازیدیوم تولید چهار اسپور می نماید که در فاصلهٔ ۰/۱ تا ۰/۳ میلی متر پرتاب می شود (شکل ۶۴). قبل از اینکه اسپورها پرتاب شوند قطرهٔ کوچک مایعی ناگهان در ناحیهٔ دنبالهٔ ناف ظاهر می شود و بعد از چند ثانیه به اندازهٔ معینی می رسد؛ سپس اسپور و این قطره جدا می شوند (شکل ۶۵). رها شدن چهار اسپور به فاصلهٔ یک تا دو دقیقه از هم صورت می گیرد. موقعی که آخرین اسپور آزاد شد هنوز بازیدیوم حالت تورژسانس خود را حفظ نموده اما بزودی از بین می رود.



شکل ۶۴. Panaeolus campanulatus- برش طولی یك تیغه که قسمتی از هیمنیوم و انتشار اسپورها را نشان می‌دهد. مسیر اسپورها درشکل مشخص شده است.

اگرچه نحوهٔ پراکنده شدن اسپورها از ۵۰ سال پیش شناخته شده ولی مکانیسم آن هنوز روشن نیست. به نظر می رسد که قطرهٔ مایع در این مکانیسم شرکت دارد، چنانچه توسط

سوزن شیشه ای فوق العاده ظریف و کوچک به نام میکرومانی پلاتور بتوان نشان داد که اسپورکاملاً بالغ، در ابتدا محکم به استریگما متصل است و کمی قبل از این که قطره از آن خارج شود ارتباط اسپوربااستریگما سست می شود، در این هنگام بآسانی می توان اسپورها را توسط سوزن از روی استریگما جدا نمود. اسپوری که به این ترتیب و با ظرافت از استریگماکنده شده است درست به همان روشی که یک اسپور برروی یک استریگما قطرهٔ خود را تخلیه می کند عمل می کند؛ به علاوه در پی این عمل با حرکتی سریع برروی سوزن به وضعیت جدیدی تغییر مکان می دهد. مشاهدهٔ عمل تخلیهٔ قطره برروی سوزن روشن می سازد که اولاً مکانیسم پرتاب شده در خود اسپور وجود دارد، ثانیاً استریگما تنها به عنوان یک سکوی پرتاب عمل می کند.



شکل ۶۵. Calocera cornea- یك استریگما که نحوهٔ تشکیل قطره و جدا شدن اسپور را نشان می‌دهد. C.cornea تیغه ایجاد غی‌نماید اما نحوهٔ انتشار آن مانند قارچ آگاریکوس است.

درمورد مکانیسم پرتاب اسپورها دو نظریه وجود دارد: برطبق یک نظریه انرژی موجود در سطح قطرهٔ ایجاد شده یکی از راههایی است که باعث آزاد شدن آن شده و طبق

نظر دیگر اسپور توسط نیروی الکتروستاتیکی از روی استریگما دفع می شوند و این اسپور آزاد شده باردار می باشد. واقعیت این است که چگونگی آزاد شدن اسپورها هنوز کاملاً روشن نیست.

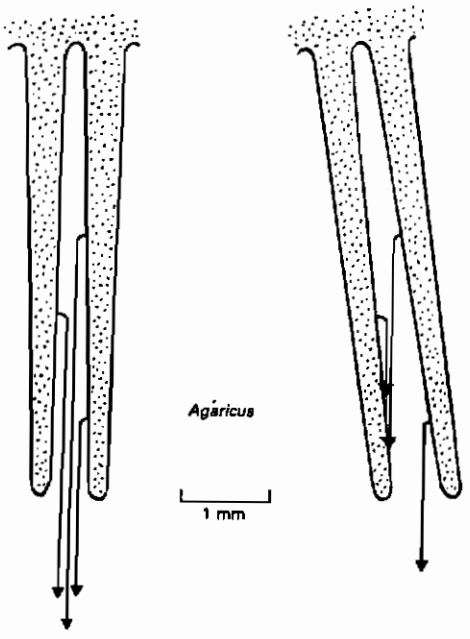
به اسپوری که توسط مکانیسم ترشح قطره ای پرتاب می شود (بالیستوسپور)[1] گویند. البته باید توجه داشت که همهٔ بازیدیوسپورها بالیستوسپور نیستند، به عنوان مثال در گاستروميستها اسپورها به این طریق پرتاب نمی شوند، از طرفی هربالیستوسپوری نیز بازیدیوسپور نیست. همان طور که خواهیم دید (صفحه ۱۷۸) اسپورهای هوایی شبه مخمرها، مانند هیمنومیستها آزاد می شوند.

تیغه های یک قارچ چتری بطوری فشرده در کنار هم قرار دارند و واضح است که فاصلهٔ بین دولایه هیمینیوم متقابل باید بیش از فاصله ای باشد که اسپورها برای پرتاب شدن نیاز دارند، در غیر این صورت بازیدیوسپورهای چسبناك که بطور افقی از بازیدیومها پرتاب می شوند، به تیغهٔ مقابل برخورد کرده وله می شوند و یا بسرعت در آن فرو می روند. در واقع حدفاصل تیغه ها به اندازه ای است که از تیررس پرتاب بازیدیومها خارج می باشند.

اگر اسپورهای آزاد شده از اندام بارده رها شدند بایستی این اسپورها بطور آزادانه در فضای زیر چتر قرار گیرند. ظاهراً تمام ساختمان یک قارچ چتری با آزاد سازی اسپورها، هماهنگی پیدا کرده است. پایهٔ قارچ دووظیفه را عهده دار است: اولاً ـ کاملاً توپر شده تا بتواند چتر را کاملاً محکم نگاه دارد بطوری که چتر در مقابل بادنوسان نداشته باشد؛ ثانیاً کلاهک قارچ را از سطح زمین بالا برده، بطوری که اسپورها شانس مناسبی برای قرار گرفتن به داخل جریان هوا را داشته و موقعیت مناسب و مؤثری را برای پراکنده شدن اسپورها ایجاد می سازد. پایهٔ قارچ چتری ژئوتروپیسم منفی دارد. این خاصیت موجب می شود که تیغه ها در وضعیت عمودی نسبت به پایه قرار گیرند. هرتیغهٔ منفرد به تنهایی دارای ژئوتروپیسم مثبت است و چنانچه از حالت عمودی خود کمی منحرف شود دراثر حرکت و رشدی که در تیغه ها ایجاد می شود، این تیغه دوباره به حالت اولیه (عمودی) خود برمی گردد. کاملاً روشن است که اگر تیغه ها واقعاً به حالت عمودی در چتر قرار نمی داشتند). رها شدن اسپور در آنها با اشکال مواجه می شد. (شکل ۶۶).

---

1 - Ballistospore



شکل ۶۶. Agaricus campestris. برش طولی قسمتی از کلاهک را نشان می‌دهد سمت چپ: تیغه عمودی. سمت راست: تیغه تمایل ۱۳ درجه از حالت عمودی را دارد. مسیر آزاد شدن اسپورها از تیغه‌ها نشان داده شده.

از یک قارچ چتری متوسط در مدت زمان فعال دو یا سه روزهٔ آن ، در هردقیقه صدها تا هزارها اسپور برزمین می ریزد. ریزش اسپورها را بآسانی می توان نشان داد؛ برای این منظور پایهٔ یک نوع قارچ چتری را از آن جدا کرده و کلاهک را در همان حالت طبیعی خود بطور آزادانه به یک ورقهٔ پلاستیکی سنجاق کرده که این ورقه دهانه یک جار شیشه ای (مانند جار شیشه ای مخصوص نگهداری نمونه های موزه) را که دارای کناره های موازی است، بپوشاند. سپس این جار دریک اتاق تاریک قرار داده می شود و از فاصلهٔ چند سانتی متری زیر کلاهک یک دسته پرتو نورانی به ظرف شیشه ای بطور افقی

تابانیده می شود، به واسطهٔ وجود پرتوهای نورانی، اسپورها که با سرعت ثابت و بطور یکنواخت و منظم به پایین می افتند دیده می شوند. اگر چه بعد از گذشت چند دقیقه شکل واقعی آنها با چشم غیر مسلح نیز دیده می شود. اسپورها نوری را، که به آنها می رسد، منعکس کرده و در نتیجهٔ این عمل به صورت ستاره های کوچکی که به زمین می افتند، مشاهده می شوند.

چنانچه کلاهک قارچ را از پایه جدا کرده و روی صفحهٔ شیشه ای بطور وارونه قراردهید، که تیغه ها به طرف پایین باشند ـ بعد از چندساعتی چاپ اسپوری را برروی صفحه شیشه ای ـ به شکلی می بینیم، که شامل خطوط شعاعی و فاصلهٔ بین این خطوط (نتیجهٔ فاصلهٔ دوتیغه) است و در اثر آزاد شدن میلیونها اسپور ایجاد شده اند. یکی از راههای شناسایی قارچهای چتری همین چاپ اسپوری است که کمک بزرگی در تشخیص آنهاست. این اسپورها ممکن است سفید، کرمی، صورتی، ارغوانی، خرمائی، قهوه ای یا سیاه رنگ باشند. معمولاً درهرجنس رنگ اسپورها ثابت است.

تحت شرایط مناسب از رشد هر اسپوریک میسلیوم جدید بر وجود می آید، اما بسیاری از اسپورها ممکن است از بین بروند. اسپوری که موفق به تشکیل میسلیوم جدید می گردد اندام تولید مثلی و سرانجام تولید اسپور را می کند.

در قارچهای چتری، حتی در قسمت کوچکی از سطح تیغه ها همهٔ مراحل تکاملی بازیدیومها وجود دارند. ولی در جنس (کوپرینوس)[1] بازیدیومهای هر قسمت همگی در یک مرحلهٔ مشابه دیده می شوند. در گونه ای دیگر از این جنس مانند (کوماتوس)[2] (شکل ۶۷) که یکی از بزرگترین گونه هاست و بطور فراوان در پائیز برروی چمنها و مناطقی که دارای ترکیبات آلی است، نظیر مناطق سبزی که از توجه به دور مانده اند و یا کنارهٔ جاده ها و زباله هایی که رطوبت فراوان دارند می رویند. از اختصاصات اسپوروفور این قارچ می توان از رهاشدن اسپورها در نتیجهٔ شکافتن طولی آن نام برد. رنگ تیغه ها نزدیک بافت کلاهک سفیدرنگ بوده و بتدریج به رنگهای صورتی و قهوه ای و در انتها ولبهٔ آزاد کلاهک به رنگ سیاه دیده می شود و این امر بستگی به تکامل تدریجی هیمنیوم دارد. اضافه شدن مواد رنگی اسپورها در اثر رسیدن انها باعث مشخص شدن رنگ آنها می شود. چنانچه یک تیغه را بدون اضافه کردن آب برروی لام میکروسکوپ مورد مطالعه قرار دهیم چهار اسپور

1- Coprinus (ink - cups) 2- C. comatus

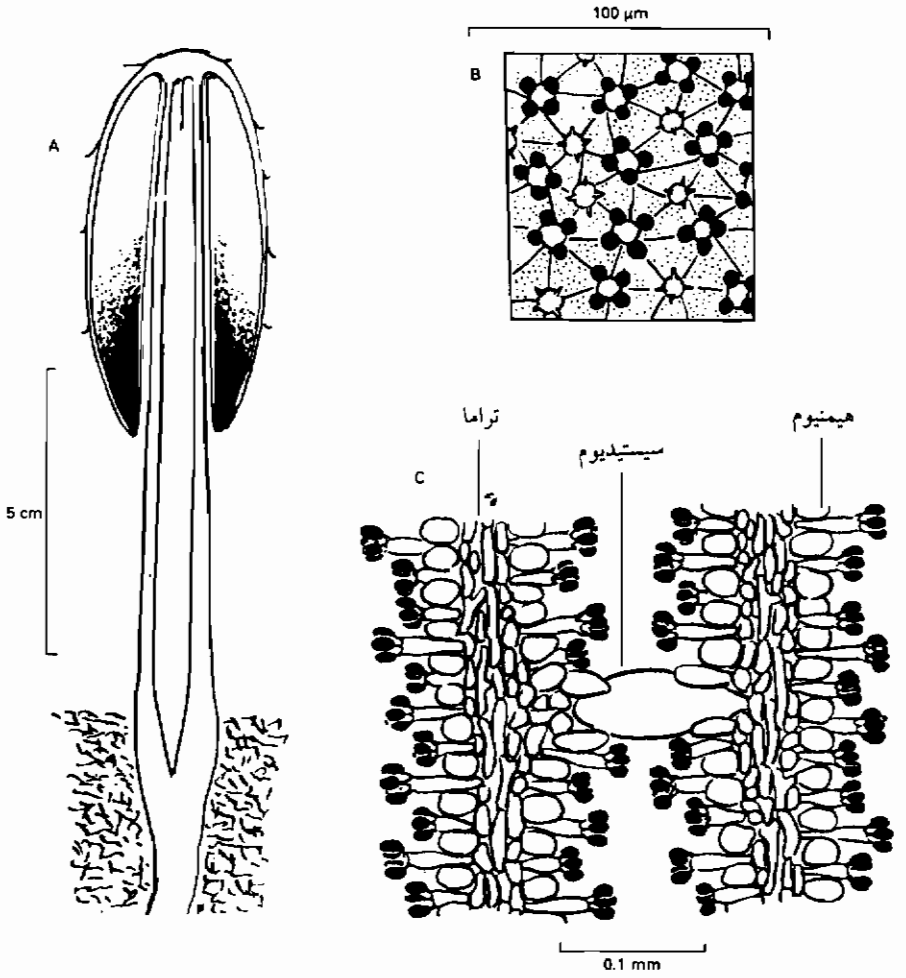
بسیار زیبای هربازیدیوم و رشته های پارافیز را که به صورت سنگفرشی دیده می شود، خواهیم دید (شکل ۶۷B). زمانی که اسپورها رسیدند از تیغه ها آزاد شده و بافتهای تیغه ها هضم (اتولیز)[1] می شوند و در اثر این عمل تیغه ها بتدریج ناپدید می گردند در هوای مرطوب در اثر عمل اتولیز مادهٔ مرکبی که گاهی به صورت قطره از لبهٔ کلاهک جدا می شود مشاهده می گردد. زمانی که عمل اتولیز به بافت کلاهک برسد تماماً تجزیه می شوند و از بین می روند.

در گونه ای دیگر از جنس کوپرینوس (کوپرینوس سینرئوس) تشکیلات هیمینوم مشابه است، اما باافزایش رشد تیغه ها توسط سلولهای خیلی بزرگی به نام (سیستیدیومها)[2] از یکدیگر جدا نگهداشته می شوند. (شکل ۶۷c).

قارچ کوپرنیوس سنیرئوس جزو قارچهایی است که روی مدفوع حیوانات رشد می کند (قارچهایی پهندوست)[3]. چنانچه مقداری پهن تازهٔ اسب را در محفظهٔ شیشه ای روشن در دار قرار داده و هوای کافی به آن داده شود، در ظرف مدت ۱۰ روز اندام تولید مثلی این قارچ برروی آن ظاهر می شود که اندازه های مختلفی دارد، و کلاهک در بعضی فقط حدود چند میلی متر قطر دارد و در برخی تا چند سانتی متر گسترش می یابد.

در مورد قارچ کوپرنیوس سینرئوس مطالعات زیادی در زمینه های فیزیولوژی و ژنتیک صورت گرفته است. این قارچ از ارگانیسمهایی است که کارکردن با آن در آزمایشگاه راحت است، زیرا در محیط کشت اندام باردهی و همچنین بازیدیوسپور آن بسرعت شروع به رشد می نماید. یک بازیدیوسپور بتنهایی نمی تواند میسلیومی تولید کند که در آن اندام باردهی ایجاد شود. در اثر رشد یک بازیدیوسپور اندام باردهی ایجاد نشده و فقط ایجاد میسلیومهای تک هسته ای و بدون زایده قلاب مانند را می نماید که به آنها میسلیومهای (تک هسته ای)[4] می گویند. تولید مثل به روش غیرجنسی توسط اسپورهای تک هسته ای (اوویدیا[5] یا آرتروکنیدیا)[6] که خود از میسلیومهای کوتاه و مستقیم و به صورت قطره چسبنده ای در می آیند، صورت می گیرد و در طبیعت احتمالاً این اسپورها به وسیلهٔ حشرات انتشار یافته و از رشد آنها میسلیومهای تک هسته ای نتیجه می شود.

1- Autolysis
2- Cystidia
3- Coprophilous flora
4- Monokaryon
5- Oidia
6- Arthroconidia



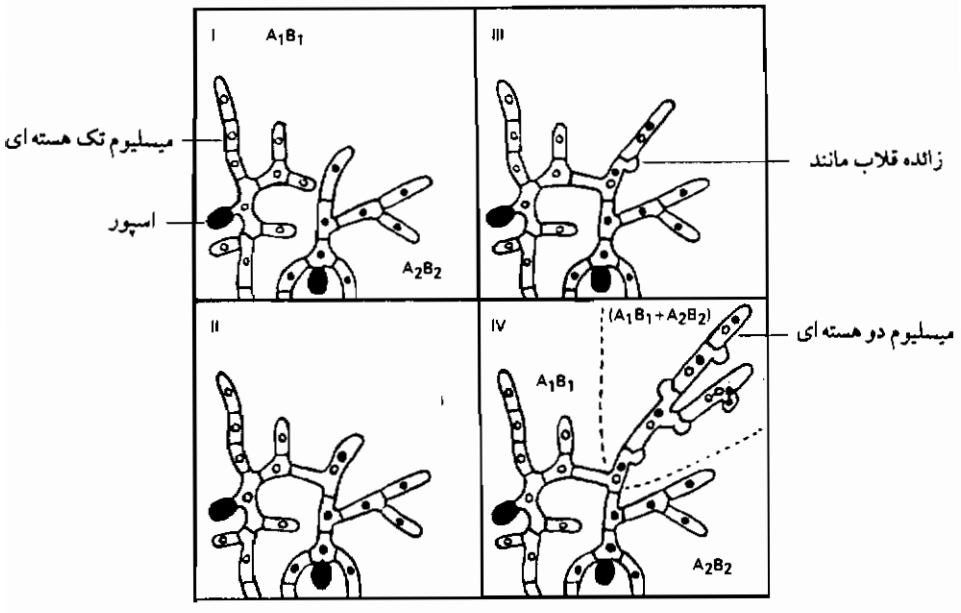
شکل ۶۷

A- برش طولی از اسپوروفور، تیغه‌ها تقریباً عمودی قرار داشته و درهریك حالت سفید متمایل به‌صورتی (قسمت نقطه‌چین) و سیاه رنگ درقسمت پایین، مشاهده می‌شود

B- نمای سطحی، نقاط سیاه رنگ بادرشت‌نمایی زیاد، بعضی بازیدیومها، اسپورهای خود را آزاد نموده‌اند نشان داده شده است و بقیهٔ اسپورهای سیاه رنگ آمادهٔ رها شدن می‌باشند و بازیدیومها دررشته‌های پارافیز سنگفرشی شده قرار دارند.

C - Coprinus cinereus برشی از تیغه‌ها که بازیدیومها و رشته‌های پارافیز را دراطراف نشان داده و همچنین سیستیدیوم که باعث مجزا نگهداشتن تیغه‌ها می‌شود نشان داده شده است.

اگر تعداد زیادی از اسپور این قارچ را در محیط کشت آماده شده قرار دهیم اندام باردهی تشکیل شده و در آن چهار تیپ (I، II ، III و IV) که ظاهراً شبیه به هم هستند ایجاد می شود، اما آنها توسط واکنشهایی که نسبت به هم نشان می دهند از یکدیگر قابل تشخیص هستند. اگر تیپ I و II را در محیط کشت غذایی به فاصلهٔ کم کشت دهیم پس از چندی پدیدهٔ آناستوموزیس. در آنها رخ داده و هستهٔ یکی داخل میسلیوم دیگری شده و بدین ترتیب دوهسته ای می گردند (شکل ۶۸). از میسلیومهای دوهسته ای سلولهای دوهسته ای بازایده های قلاب مانند در محل دیوارهٔ عرضی نتیجه می شود و به همین صورت نیز تیپ III با تیپ IV یکی می شوند؛ اگر چه احتمال هیچ حالتی دیگر وجود ندارد. ترکیب میسلیومهای تک هسته ای و تشکیل قالب دوهسته ای را می توان یک حالت توافق بین آنها توصیف نمود. اندام باردهی آنها نیز که از این میسلیومها به وجود می آید دوهسته ای خواهد بود.



شکل ۶۸. Coprinus cinereus- (IV- ۱) مراحل ترکیب دومیسلیوم که توافق جنسی دارند (A_1B_1 و A_2B_2) و تشکیل فرم دیکاریون ($A_1B_1+A_2B_2$) با اندام قلاب مانند A_1B_1 هسته سفید و A_2B_2 سیاه رنگ نشان داده شده است.

حال به نحوهٔ تشکیل قلاب می پردازیم (شکل ۶۹A). در سلول انتهایی هیف با مقداری فاصله از انتهای هیف زایده قلاب مانند که رشد آن به طرف خارج است ایجاد می شود. در داخل آن یکی از دو هسته سلول انتهایی وارد می گردد. بلافاصله هردو هسته بطور همزمان تقسیم شده و دیواره در بین جفت هسته های دختر ایجاد می شود و در نتیجه سلول انتهایی دو هسته ای می شود در قاعدهٔ آن سلول تک هسته ای کوچک و جانبی به وجود می آید و یک هستهٔ دیگر در قسمت سلول مجاور به سلول انتهایی میسلیوم قرار می گیرد. انتهای زایدهٔ جانبی، با سلول مجاور به انتها، ترکیب شده و هسته آن داخل این سلول می شود. در این حالت که سلول انتهایی دوهسته ای است در وسط آن زایدهٔ قلاب مانند دیگری تشکیل می شود و به همین ترتیب که گفته شد عمل می شود. این حالت تقسیم نشان می دهد که هر سلول دیکاریون بوده و هردو هسته از دو تیپ مختلفند، که در نتیجهٔ شرکت و ترکیب سلولهای منوکاریون، ایجاد شده اند. بطور خلاصه در یک هیف باریک هنگام تقسیم دو هسته بطور همزمان دیوارهٔ سلول نیز شکل می گیرد و سلولهای دوهسته ای ایجاد می شود (شکل ۶۹B)، بلافاصله سلولهای انتهایی واجد هسته هایی خواهندشد که از نظر ژنتیکی یکسانند وجود قلاب یکی از صفات بازیدیومیستهاست البته مشاهبه آن را در آسکومیستها، موقع ایجاد کیسهٔ آسک در نوك هیف آسکوژنیوس مشاهده کردیم. (شکل ۳۷).

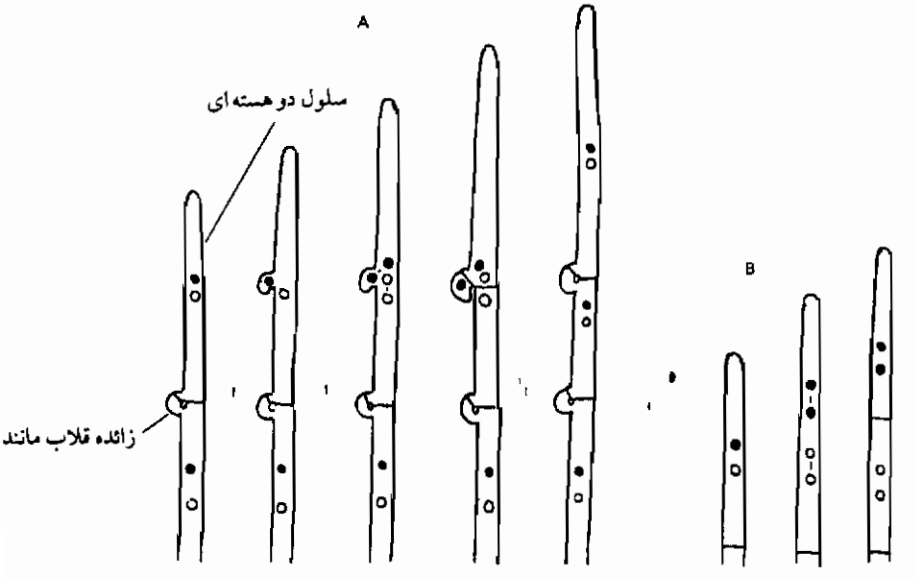
بایدتوجه داشت اگرچه وجود زایدهٔ قلاب مانند یکی از خصوصیات بازیدیومیستهاست ولی در بعضی از گونه ها این زایده تشکیل نمی شود و در میسلیوم بعضی از قارچهای چتری مانند (قارچ عسلی)[1] وجود ندارد. در بعضی از گونه ها تشکیل قلاب در دیکاریونها بستگی به شرایط محیطی دارد. مثلاً در نوع قارچ (کوپرینوس میکاسئوس)[2] چنانچه در محیط کشتی با درجهٔ حرارت ۱۰ درجه سانتی گراد قرار گیرد، میسلیوم چند قلاب را ایجاد می نماید، در صورتی که در حرارت ۲۰ درجهٔ سانتی گراد بطور فراوان زایدهٔ قلاب مانند دیده می شود. دراین گونه همچنین اولین دیوارهٔ عرضی در سلولهای انتهایی انشعاب جانبی ایجاد می گردد و در این سلولها زایدهٔ قلاب مانند شکل می گیرد (شکل ۷۰). در میسلیومهایی که فاقد قلاب هستند احتمالاً مکانیسمهای دیگری در تشکیل سلولهای دوهسته ای نقش دارند.

درکوپرینوس و بقیه بازیدیومیستها هر دیوارهٔ عرضی دارای یک سوراخ مرکزی است که اطراف دیوارهٔ آن ضخیم تر و استوانه ای شکل است و به آن دولیپور گویند. (شکل ۷۱).

1- Armillariella mellea 2- Coprinus micaceous

در میان پرتوپلاسمی که در انتهای قسمت استوانه ای شکل قرار دارد شبکهٔ آندوپلاسمی به صورت جام سوراخ مانند (به نام پارنتزوم)[1] دیده می شود. به نظر می رسد که دولیپور مانع عبور هستهٔ سلول به سلول مجاور خود می باشد و فقط ارگانلهای کوچک می توانند از آن عبور نمایند.

زمانی که میسلیومهای تک هسته ای که توافق جنسی دارند با یکدیگر برخورد می کنند و هسته های یک میسلیوم وارد میسلیوم دیگر می شود. این عمل در اثر تشکیل وجود منفذ (دولیپور) در همان مراحل اولیه و عبور هسته ها از آن امکان پذیر خواهد بود.

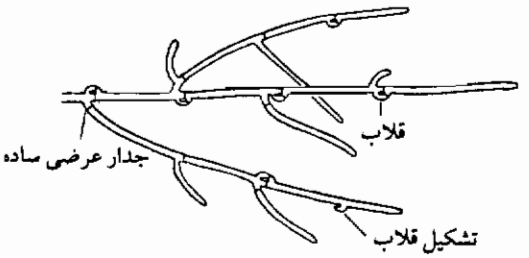


شکل ۶۹

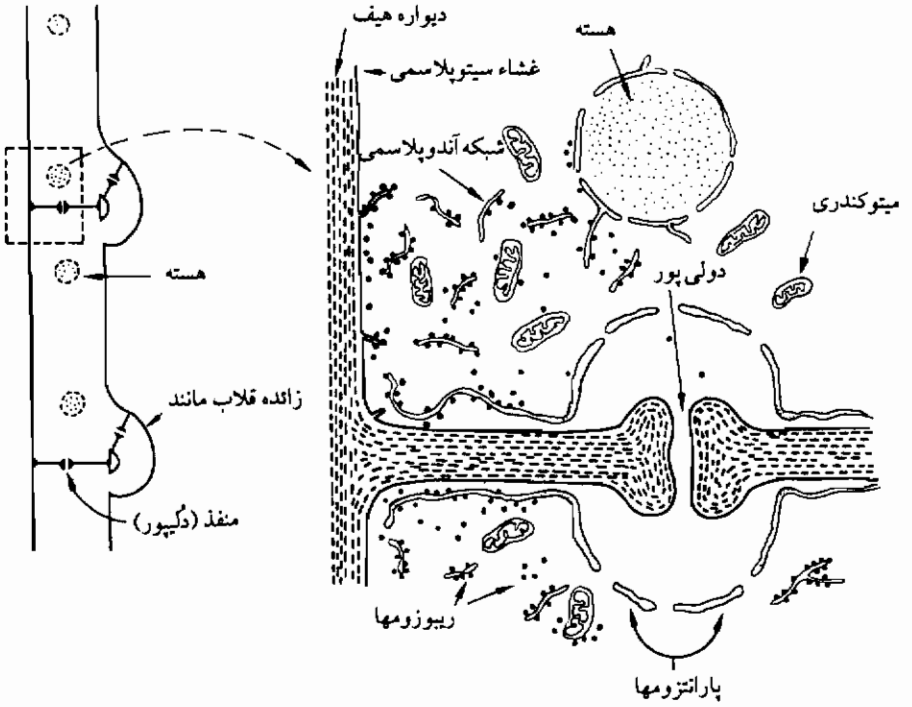
A- دیاگرام تقسیم هسته و سلولها درنتیجهٔ ایجاد زایدهٔ قلاب مانند درهیمنومیست، هسته‌ها دو نوع و به‌رنگ سیاه و سفید نشان داده شده‌اند.

B- اتفاقی را که ممکن است دراثر تشکیل نشدن قلاب ایجاد شود نشان می‌دهد.

1 - Parenthesome

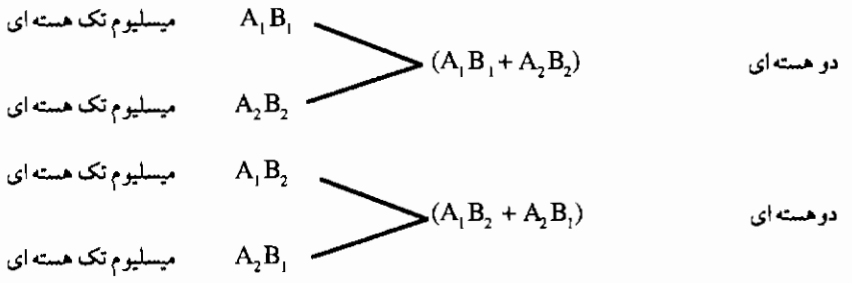


شکل ۷۰. Coprinus micaceus - دیاگرام نحوهٔ رشد سلولهای انتهایی در لبهٔ کلنی در محیط کشت نشان داده است که در آن سلولهای انتهایی نسبت به میسلیوم اصلی انشعابات جانبی کوتاهتر دارد.



شکل ۷۱. دیاگرام یك هیف باسلولهای دوهسته‌ای را نشان می‌دهد که واجد سوراخ در دیوارهٔ عرضی، دوزایده قلاب مانند و یك قسمت مشخص که توسط میکروسکپ الکترونی اجزایی که قابل رویت است می‌باشد.

در گونه ای از قارچ کوپرینوس سینرئوس و تعداد دیگری از قارچهای سمی، به نظر می رسد که توافق جنسی به وسیلهٔ دوژن A و B که برروی کروموزومهای مختلف و در اثر جور شدن مستقل این ژنها در طی مراحل تقسیم میوز، رخ می دهد. در اندام باردهی، هرژن توسط دو آلل معرفی می شود برای مثال A_1 و A_2 و B_1 و B_2. چهار میسلیوم تک هسته ای که دارای توافق جنسی اند و منجر به تشکیل میسلیومهای دوهسته ای می شوند به قرار ذیل است:



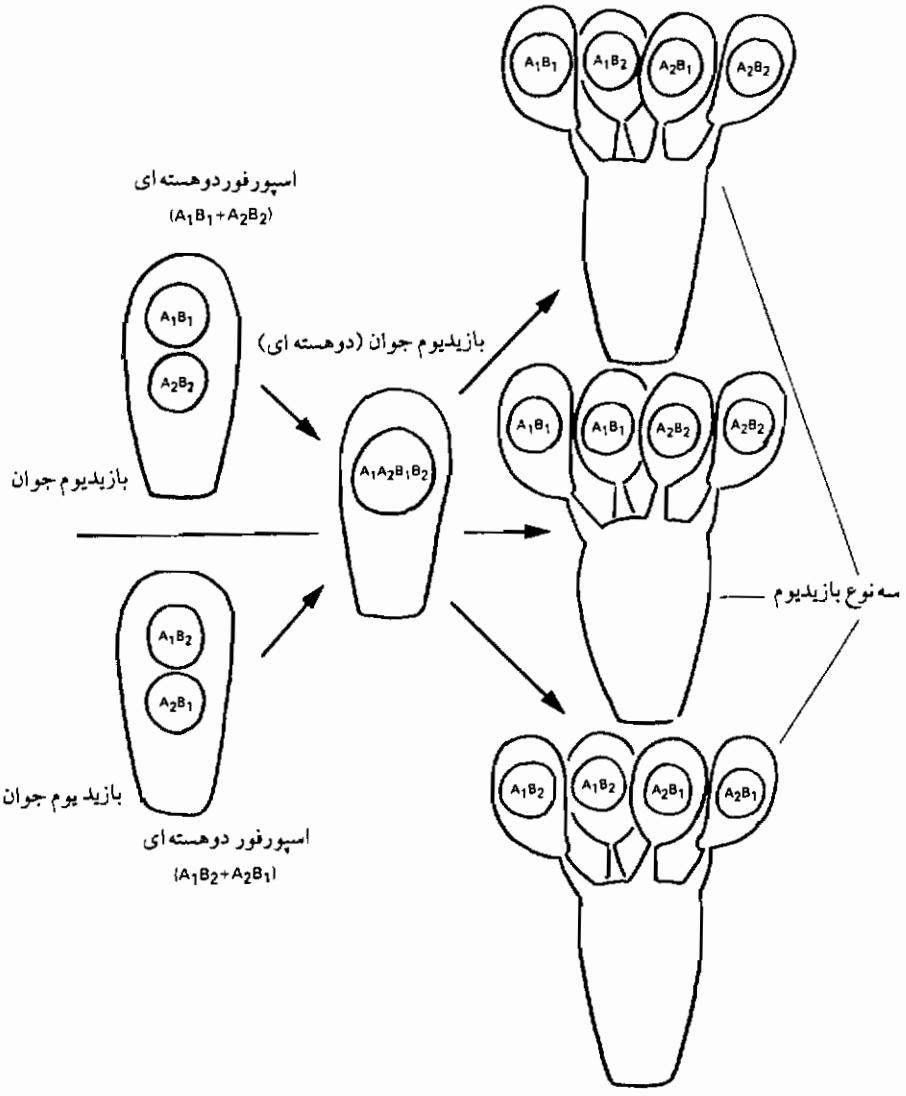
این طوربه نظرمی رسدکه برخوردو ترکیب دومیسلیوم تک هسته ای فقط درصورتی انجام می شود که هردو آلل دوژن مختلف باشد. هردو تیپ که سازگاری داشته باشند، هسته ها در بازیدیومهای جوان ترکیب شده و یک هسته دیپلوئیدی با ترکیب ژنی $A_1A_2B_1B_2$ را به وجود می آورد. براساس تقسیمات میوز چهار نوع بازیدیوسپور به صورت A_1B_1، A_2B_2، A_2B_1 و A_1B_2 ایجاد می شود و هریک قادر به ایجاد میسلیوم تک هسته ای باترکیب ژنتیکی متفاوت است.

ممکن است هراسپور از بازیدیوم منفرد جدا شده و رشد نماید. در این رابطه نشان داده شده که بعضی از بازیدیومها دونوع اسپور (به صورت A_1B_1 و A_2B_2 و یا A_2B_1 و A_1B_2)، و هریک از این دو تیپ می توانند چهار نوع اسپور (A_1B_1، A_2B_1، A_1B_2 و A_2B_2) تولید کنند (شکل ۷۲). بازیدیوم چه فقط دارای دوتیپ یا هر چهار نوع اسپور باشد تفکیک آللها در اولین و یا دومین تقسیم میوز رخ خواهد داد.

هتروتالیک بودن درگونه ای ازکوپرینوس سینراً[1] به واسطهٔ وجوددوژن است ومشخص شده که به صورت (تتراپولار)[2] است و قابل مقایسه با (بی پولار)[3] که فقط شامل یک ژن معین است می باشدوبیشتردرآسکومیستها وجود دارد دربیشتر بازیدیومیستها، هتروتال

1 - Coprinus cinerea
2- Tetrapolar
3- Bipolar

(تتراپولار) معمول بوده وهرچندکه گونه های بی پولارنیزکمیاب نیستند . تعدادخیلی کمی نیز به صورت هموتالیکند .



شکل ۷۲. دیاگرام اعمال ژنتیکی دربازیدیوم ، همه بازیدیومهای جوان دریك اسپوروفور دارای تیپ یکسان از هسته‌های دیپلوئید (به‌صورت $A_1A_2B_1B_2$) هستند ولی درپایان سه تیپ بازیدیوم حاصل می‌شود.

قابل ذکر است که هتروتالیک بودن در بیشتر آگاریکالها پیچیده بوده و یک اندام باردهی خاص ممکن است آللهای (A_1 و A_2) از ژن A و نیز (B_1 و B_2) از ژن B را داشته باشد. اگرچه بعضی اندامهای باردهی از راههای دیگر و ازمیسلیومهای متفاوت مشتق شده اند که حاوی آللهای A_3 و A_4 با آللهای B_3 و B_4 می باشند. در هر اندام باردهی اولین میسلیوم تک هسته ای (A_1B_1، A_1B_2، A_2B_1 یا A_2B_2) با میسلیوم تک هسته ای دیگر (A_3B_3, A_3B_4, A_4B_3 یا A_4B_4) قادرند که جفت شوند و این درست چیزی است که با قانونی که قبلاً بیان شد مطابقت دارد و توافق جنسی در صورتی اتفاق می افتد که آللهای هر دوژن در روی دو میسلیوم تک هسته ای متفاوت قرار گرفته باشد.

هردوژنی که باهم توافق جنسی دارند آللهای متعددی دارند؛ بنابراین ژن A دارای آللهای A_1 و A_2 و A_3 و A_4 و ... و مشابه آن ژن B نیز دارای چنین حالتی است در حدود ۱۶۰ آلل برای ژن A و حدود نصف این تعداد برای ژن B وجود دارد. بااین وجود در هرمیسلیوم دو هسته ای و اندامهای باردهی که از آن مشتق شده اند فقط دوآلل از ژن A و دوآلل اززن Bباهم وجود دارند.

در باره تبدیل شدن تک هسته ای به دو هسته ای، پدیده های مختلفی قابل ذکر است که یکی از آنها پدیدهٔ (بولر)[1] است که بعد از A. H. R. بیان شده است. این پدیده نقش مهمی در درك و بیان بیولوژی قارچها دارد. اگر دریک پتریدیش کلنی بزرگی از میسلیومهای تک هسته ای (مثلاً A_1B_1) را که وجود دارد بایک تیپ سازگار (مثل A_2B_2) تلقیح نماییم، بزودی ارتباط میسلیومی از کلنی دومی که کوچک بوده به طرف کلنی بزرگتر برقرار می شود و سپس پدیدهٔ آناستوموزیس صورت می گیرد. پس از گذشت یکی دوروز، لبهٔ کلنی بزرگتر، میسلیومها دوهسته ای زایده قلابی شکل را ایجاد می نماید. چگونگی وقوع این پدیده بدین صورت است که هسته A_2B_2 وارد میسلیوم A_1B_1 شده و در داخل آن حرکت کرده و در حین عبور نیزتقسیم می شود. بنابراین میسلیومهای کلنی بزرگتر و همین طور کلنی کوچکتر دو هسته ای می شود. رشد طولی میسلیوم کوپرینوس سنیرئوس روزانه ۲-۳ میلی متر ولی مقدار حرکت هسته ها در روز حدود ۲۰ میلی متر می باشد.

در منابع موجود آمده است که علاوه برایجاد بازیدیوسپور در قارچ کوپرینوس سینرئوس اسپورها به طریقه تولید مثل غیرجنسی نیز ایجاد می شوند. علاوه بر کوپرینوس در بسیاری از

1 - Buller

جنسهای دیگر بدین روش اسپور ایجاد می شود. اما بیشتر آنها به صورت تک هسته ای هستند. اگرچه در (فلامولینا ولوتیپس)[1] که یک قارچ چتری با پایه مخملی است و در زمستان روی درختان خشک نارون رشد می کند، اسپورهای فراوان تک هسته ای که هم ازمیسلیومهای تک هسته ای و هم از میسلیومهای دوهسته ای ایجاد می شوند، و به صورت ساده یا منشعب و خشک ظاهر می شوند. این اسپورهای تک هسته ای (شکل ۷۳) از قطعه قطعه شدن هیفهای انتهایی حاصل می شوند و به آنها اویدیوم و یا کنیدیهای کشیده و (آرتروکنیدیا) می گویند. بازیدیوسپورهای قارچ فلامولیناولوتیپس بسرعت و بسهولت می تواند رشد نماید. بنابراین آرتروکنیدیها تک هسته ای بوده و هم از میسلیومهای تک هسته ای و هم از میسلیومهای دوهسته ای نتیجه می شوند. در این صورت آرتروکنیدیها طی فرآیند (تک هسته ای شدن)[2] از دوهسته ایها به وجود می آیند.

تااین جا تعدادی از هیمنومیستها که دارای تیغه بودند مورد مطالعه و بحث قرار گرفت و حال سایر تیپهای مختلف اسپورفور را که در راستهٔ آفیلوفورالها قرار دارند، مورد مطالعه قرارمی دهیم (شکل ۶۱).

تعداد زیاد و قابل ملاحظه ای از قارچهایی که در جنگلها یافت می شوند از تیره (پولی پوراسه)[3] هستند و در آنها لایه هیمنیوم در قسمت لوله های عمودی و یا منافذی که در سطح زیرین اسپورفوراست قرار دارد. در این تیره اسپوروفور سخت و بیشتر به حالت چرمی مانند و یا حتی چوبی است. اسپوروفوراین قارچها اکثراً برروی سطح خارجی تنهٔ درختان زنده و یا مرده و یا شاخه ها رشد نموده و حالت تاقچه ای به خود می گیرد. اسپوروفور آنها نسبت به قارچهای چتری بزرگتر بوده و می توانند به صورت فعال تا چندین ماه باقی بمانند. اگرچه بیشتر آنها فقط تایک فصل می توانند فعال باشند اما حالات استثنایی در مورد جنسهایی نظیر (گانودرما)[4] و (فومس)[5] وجود دارد و اندام تولید مثلی این قبیل قارچها همیشگی می باشد.

قارچ منفذدار تاقچه ای پیپتوپروس (بتولینوس)[6] برروی تنهٔ درختان ایستاده و یا افتادهٔ

1 - Flamulina velutipes
2- Dedikaryotization
3- Polyporaceae
4- Ganoderma
5- Fomes
6- Piptoporus betulinus
7- Betula

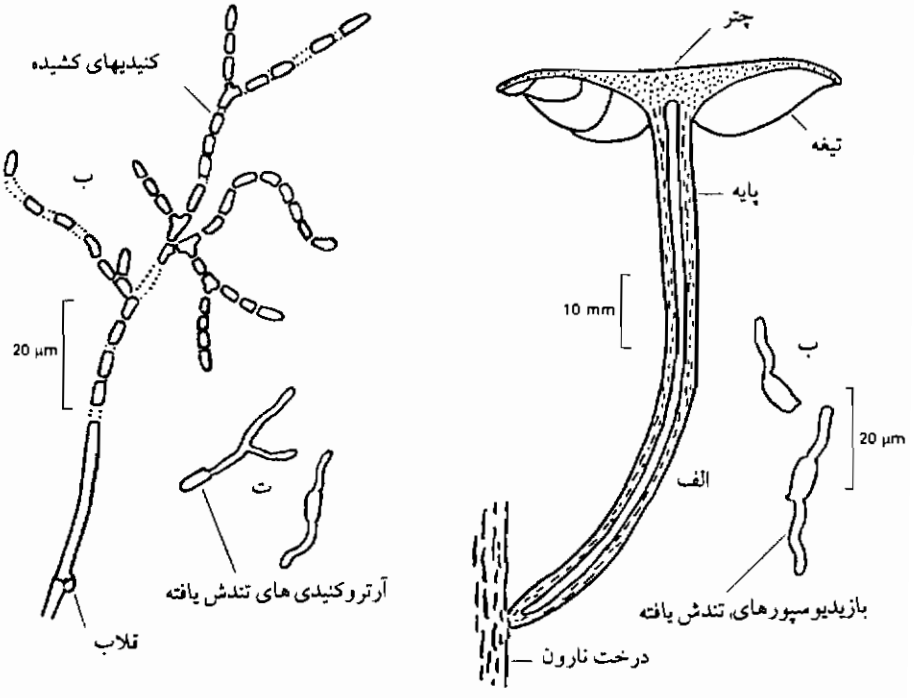
غان[۲] رشد می نماید (شکل ۷۴) و تقریباً در همه جنگلهای غان دیده می شود. این قارچ به صورت انگل در گیاهان نیمه خشک زندگی نموده و یا اسپوروفور آنها فقط زمانی شکل می گیرد که گیاه مرده باشد و تغذیه میسلیوم از چوب است و اسپوروفور به صورت جانبی و دایره ای مانند به عرض ۲۰-۴۰ و ضخامت ۲-۳ سانتی متر ایجاد می شود. رشدکم و بیش افقی این قارچها بستگی به نیروی جاذبه دارد، در ابتدا سطح زیرین اندام تولید مثلی صاف است اما بزودی منافذی سطحی دیده می شود، سپس لوله های عمودی به طرف قوهٔ جاذبه زمین (ژئوتروپیسم مثبت) ایجاد می شود که طول آنها به ۱۰-۱۵ میلی متر و عرض آنها به ۰/۵ میلی متر می رسد. هیمینوم در آنها مانند قارچهای چتری در داخل لوله ها کشیده شده و بازیدیومها به حالت افقی قرار گرفته اند. این بازیدیومها بازیدیوسپورهای خود را در حفرهٔ داخلی لوله رها می کنند. این اسپورها پس از آزاد شدن در هوا، درزیر اسپورفورظاهر می شوند و توسط باد منتشر می گردند. اندام تولید مثلی این قارچ در مرداد ماه تشکیل شده و در هوای مناسب و در فصل پاییز و زمستان فعال بوده وسرانجام در بهار از بین می رود.

بیشتر قارچها تاقچه ای چرمی و یا چوب پنبه ای شکل می توانند خشکی را تحمل نمایند و در موقعی که هوا مرطوب است آب جذب نموده و اسپورهای خود را منتشر سازند. در شرایطی که آب موجود نیست انتشار اسپورها میسر نیست ولی اسپوروفور هنوز زنده باقی می ماند تا زمانی که دوباره در حضور آب فعالیت خود را آغاز نماید.

در این جا به بررسی انواع قارچهای دایمی این گروه می پردازیم. قارچ (گانودرما آپلاناتوم)[۱] معمولاً ضخیم و به صورت تاقچه های چوبی مانند برروی تنه درختان مرده یا افتاده نظیر راش[۲] قرار می گیرد. بعضی اوقات عرض این قارچها به بیش از ۰/۵ متر می رسد که بسیار سخت و چسبیده برروی تنه قرار دارند. این قارچها شاید از نظر وزنی قابل مقایسه با هیچ قارچی نباشند، گرچه از نظر حجمی به اندازهٔ قارچ غول پیکر توپ پفکی (کالویشیا ژیگانته آ)[۳] نمی رسد (شکل ۷۵) ساختمان یک نمونه کوچک را که دو ساله است نشان می دهد. بافت نازای کلاه مانند این قارچ که تقریباً به صورت افقی به طرف خارج رشد می کند. لایه هیمنیوم در تمام سطوح داخلی لوله ها قرار دارند و طول هریک از لوله ها در حدود چندسانتی متر و قطر

1 - Ganoderma applanatum
2- Fagus
3- Clavatia gigantea

آنها بسیار باریک و ۰/۱-۰/۲ میلی متر می باشد (شکل ۷۶). این لوله ها کاملاً عمودی و سخت بوده وهیچ گونه جابجایی در آنها ایجاد نمی شود. در بعضی دیگر از قارچها منفذدار پلی پوروس این لوله ها به مراتب پهنتر و دارای لبه های نگهدارنده است. گرچه به نظر می رسد که در گانودرما به واسطهٔ ساختمان سخت و محکمی که در ارتباط با تنهٔ درخت دارد عملاً این لبه کاهش و یااصلاً وجود نداشته باشد. قطر لوله ها به مراتب بیشتر از قطر اسپورها است، تا اسپورها بتوانند رها شوند.



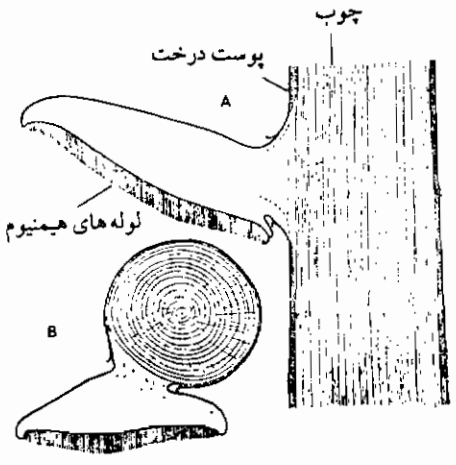
شکل ۷۳. Flammulina velutips tipes

A ـ اسپوروفورها در برش طولی برروی درخت نارون رشد کرده نشان داده شده است.

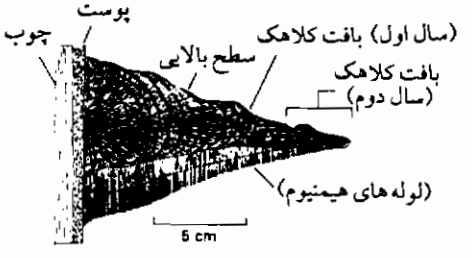
B ـ تنذش بازیدیوسپورها.

C ـ زنجیرهٔ آرتروکنیدیها (اویدیا) که از میسلیومهای دارای زایده قلاب مانند (دوهسته‌ای) نتیجه شده است.

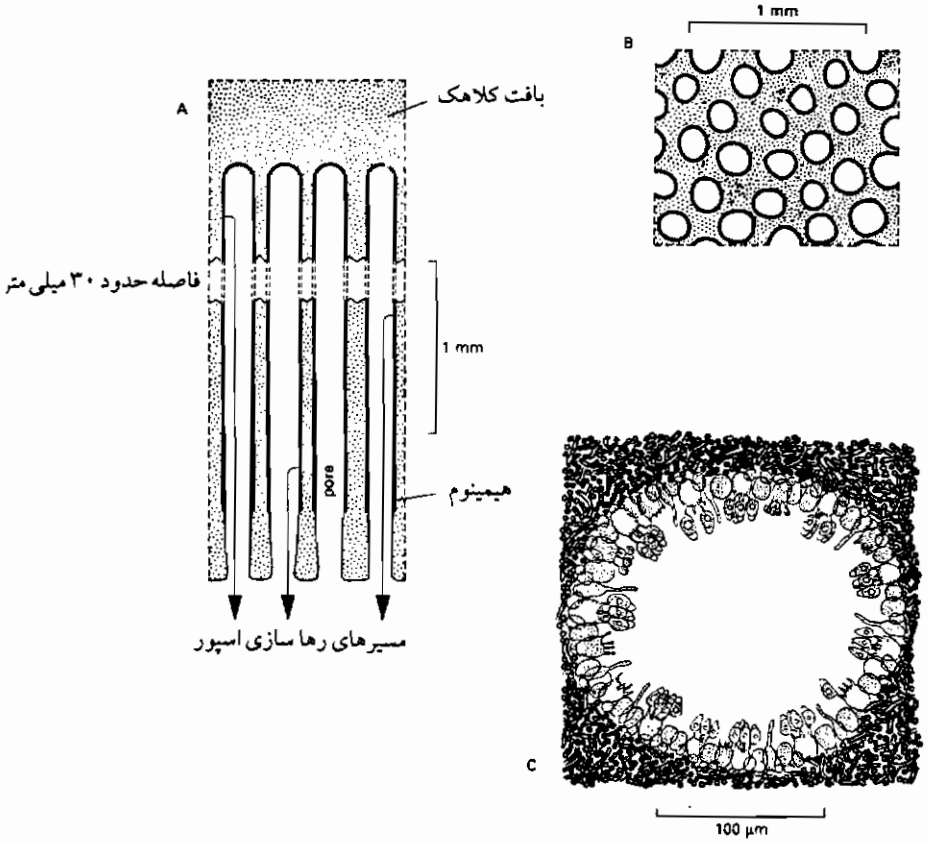
D ـ آرتروکنیدیهای دوهسته‌ای در اثر تنذش به‌صورت تك هسته‌ای در می آیند.



شکل ۷۴. Piptoporus betulinus - رشد اسپوروفور برروی تنهٔ درخت غان B=رشد قارچ برروی شاخه‌ای که بطور افقی قرار دارد.



شکل ۷۵. Ganoderma applanatum - برش طولی از یك نمونه کوچك را نشان می‌دهد که برروی درخت زبان گنجشك قرار گرفته است . خطی که قابل رؤیت است مرز بین سال اول و دوم رشد لوله‌های هیمنیوم را نشان می‌دهد.



شکل ۷۶. Ganoderma applanatum

A= برش طولی از یك اسپوروفور

B= برش عرضی از منطقهٔ منفذدار اسپوروفور

C = اطلاعات بیشتری در روی یك منفذ را نشان می‌دهد.

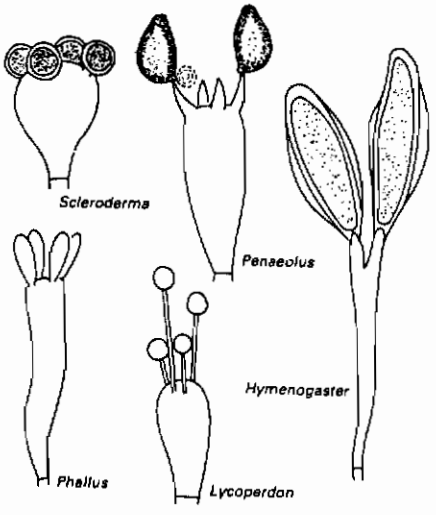
گاستروميستها

گاستروميستها شامل قارچهایی نظیر قارچ پفکی[1] و (ستاره زمینی)[2] آشیانه پرنده و بعضی از تیپهای دیگر می باشد. هیچ کدام از آنها سمی نبوده و یا ایجاد بیماری در گیاهان عالی

1- Puff - ball

2- Earth - star

نمی کند. این قارچها در مجموع قارچهای بی ضرری هستند اسپورهایی که در سطح (هیمنیوم) ایجاد می شوند پس از بلوغ آزاد نمی شوند، یعنی بازیدیومها اسپورهای خود را رها نمی سازند. بازیدسپورها بدون استریگما یا بااستریگما برروی بازیدیوم و بطرز ظریف و موزونی قرار دارند و از این لحاظ باهیمنومیستها تفاوت دارند (شکل ۷۷). عدهٔ زیادی از قارچ شناسان عقیده دارند که گاستروميستها از هیمنومیستها مشتق شده اند با ازدست دادن وسایل پرتاب بازیدیوسپورها در هیمنومیستها؛ گاستروميستها با روشهای مخصوص به خود اسپورفور را منتشر می سازند.



شکل ۷۷. بازیدیوم چندگاستروميست.
Scleroderma citrinum = A
Phallus impudicus = B
Lycoperdon gemmatum = C
Hymenogaster citrinus = D
و از هیمنومیستها Panaeolus companulatus

در هرقارچ پفکی (لیکوپردون)[1] تکامل اسپوروفور در همان مراحل اولیهٔ رشد صورت می گیرد همچنان که در (شکل ۷۸) نشان داده شده است. قسمت باروری (گلبا)[2] از تعداد

1- Lycoperdon 2- Gleba

زیادی محفظه که در آن بازیدیومها قرار دارند و توسط بافت(ترامال) [1] جدا می شوند، تشکیل شده است. بازیدیومها به صورت منظم مانند بازیدیوم هیمینومیستها نبوده و هریک دارای استریگماهایی باریک و استوانه ای هستند، که بازیدیوسپورهای کروی شکل بطور قرینه برروی آنها قرار دارند بافت ترامال شامل هیفهایی است که برخی از آنها دیوارهٔ نازك و برخی دیگر دارای دیوارهٔ ضخیم هستند (شکل ۷۹). پس از آن که اندام باردهی بالغ شد، بازیدیوسپورها آزاد شده و سپس بازیدیومها ناپدید می شوند؛ بافتهای ترامال بجز هیفهایی که دیوارهٔ ضخیم دارند، از هم گسیخته می شوند و به صورت رشته های در هم قابل ارتجاع نخی شکل که با بازیدیوسپورهای خشک درهم آمیخته اند، در می آیند. دیوارهٔ اسپوروفور (پریدیوم) [2] خشک شبیه کاغذ ضد آب درآمده، و در انتهای این اندام باردهی یک دهانهٔ مشخص (استیول) [3] ظاهر می شود. هیچ شکی نیست که در اثر وزش باد اسپورها به خارج رانده می شوند، اما به نظر می رسد که در این قارچ پفکی در اثر افتادن قطرات باران و یا چکیدن آب از درختان برروی پریدیوم در آن گودی ایجاد شده و در نتیجهٔ فشار فوراً اسپورها را به صورت ابری مشخص از دهانه استیول در هوا منتشر می سازد. این مکانیسم را می توان با قرار دادن یک توپ قارچی در زیر محلی که یک قطره بزرگ آب برروی آن قرار گیرد (مثلاً شیرآب) مشاهده نمود.

تعداداسپورهایی که از یک قارچ پفکی انتشار می یابد بسیار زیاد است. ازیک اسپوروفور قارچ (کالویشیا ژیگانتا) که عرض آن در حدود ۴۰ سانتی متر باشد تعداد بازیدیوسپورهایی که آزاد می سازد در حدود ۷ میلیون تخمین زده اند.

قارچ شاخی متعفن (فالوس ایپودیکوس) [4]، شکل (۸۰) یکی از معمولی ترین قارچها در جنگلهاست که می توان آن را در ماههای خرداد تا مهر یافت از این قارچها بندرت می توان در جنگلی قدم زد و با بوی نامطبوعش که شبیه بوی چاههای بدبوست برخورد نکرد. تغذیهٔ میسلیومهای این قارچ از چوب و شاخه هایی است که در زیر خاك دفن شده اند. رشته های هیف سفیدرنگ قبل از تشکیل اندام باردهی شکل گرفته و در حدود چندسانتی متر در خاك فرومی رود. اسپوروفور در جنگل درست در زیر برگهای خزان شده ظاهر شده و زمانی که بالغ می شوند اندازه و شکل آنها شبیه تخم مرغ است ولی حالت نرمتری دارد لایهٔ خارجی پریدیوم شامل پوست، قسمت میانی لایهٔ ژله ای و داخلی ترین لایهٔ غشایی است (شکل ۸۱).

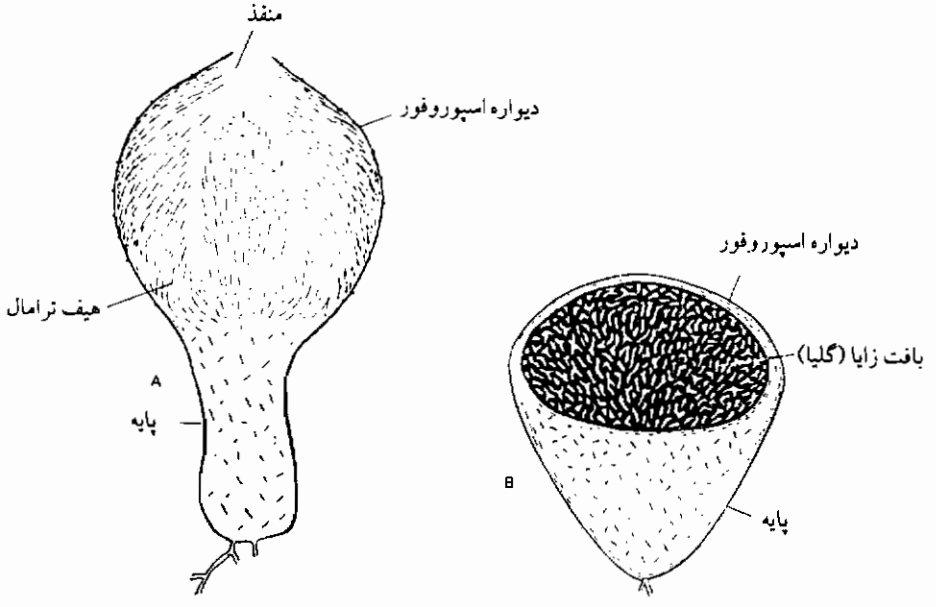
1- Tramal
2- Peridium
3- Ostiole
4- Phallus impudicus

تشکیلات گلبا در این قارچ مانند لیکوپردون است. گرچه بازیدیومها اسپورهایی را که ایجاد می کنند خشک نیستند ولی توده‌ای از اسپورهای لزجی که در ماتریکس قندی قرار دارند را تولید می نمایند. زمانیگه اندام بارده رسید، قسمت پایه دارای رشد ناگهانی و غیر عادی است و بعد از ۲-۳ ساعت کاملاً بزرگ شده و کلاهی باشعاع ۱۲- ۱۵ سانتی متر برروی آن قرارمی گیرد که پوشیده از اسپورهای لزج مانند می باشد. برای چنین حالت رشدی نیاز به آب است آب موجود در ناحیهٔ ژله ای پریدیوم که بتدریج در آن ذخیره شده بطور ناگهانی مورد استفاده قرار می گیرد. بعداز مدت کوتاهی که کلاه با محیط خارج ارتباط برقرار می کند، بوی خاص آن نیز خارج می شود و انواع حشرات بزرگ را به طرف خود جلب نموده و بزودی کلاه توده‌ای از هزاران حشره پوشیده می شود؛ و بعد از چندساعتی قسمت ژله ای کاملاً ازبین رفته و کلاه سفیدرنگی که به شکل شانهٔ زنبور با حفره های خالی است برجای می ماند به نظر می رسد که حشرات اسپورها را از طریق چسبیدن آنها به پاهایشان و یا عبور از سیستم گوارشی، بدون این که صدمه ای برای حشره داشته باشد، منتشر می کنند در مورد بیولوژی قارچهای متعفن و نظایر آنها عقاید مختلفی وجود دارد، اما ظاهراً هیچ کس نتوانسته است روشن سازد که آیا مستقیماً اسپورها می توانند (عمل تندش)[1] راانجام دهند و یا پس از آن که از سیستم داخلی حشرات عبور نمودند این عمل صورت می گیرد.

گاستروميستها شامل جنسهای زیبای نظیر آشیانهٔ پرندگان (سیاتوس[2] و کروسیبولوم[3]) می باشند که درمورد آنها مطالعات زیادی شده است. بیشتر گونه ها در جنگلهای مترك و یا چوبی پیدا می شود اما گونهٔ (استرکورئوس)[4] برروی فضولات حیوانات علفخوار یافت می شود. اسپوروفور بالغ مانند یک گلدان و یا فنجانی دهانه گشاد است، که قطر آن یک سانتی متر است و در آن اندام عدسی شکل به نام (پریدیولوم)[5] وجود دارد که شبیه تخمی در لانهٔ یک پرنده می باشد. اندام باردهی گلبا شامل تعدادی پریدیولوم است با هیفهای به هم پیچیده محصور شده و هریک توسط رشتهٔ ظریف هیف مانند که به آن (فونیکولوس)[6] گویند به دیوارهٔ داخلی فنجان متصل می شوند. در اثر فرود آمدن قطرات بزرگ باران (به قطر ۳-۵ میلی متر) و برخورد آن در داخل فنجان، به قطرات کوچکتر تبدیل شده و باعث می شود که پریدیولا را تا

1- Germinating
2- Cyathus
3- Crucibulum
4- Cyathus stercoreus
5- Peridiolum
6- Funiculus

مسافت یک متر پرتاب نماید (شکل ۸۲). پریدیولوم همراه با فونیکولوس، که رابطهٔ بسیار ضعیفی با دیوارهٔ فنجان دارد، جدا می شود. فونیکولوس که چسبناك است باعث می شود پریدیولوم به شیء که برخورد کند بچسبد. در مورد اندام باردهی و اختصاصات ساختمانی و نحوهٔ انتشار و تکامل قارچ سیاتوس و (کروسیبولوم)[1] ابهاماتی وجود دارد.



شکل ۷۸. Lycoperdon

A = برش طولی از اندام باردهی (L.gemmatum) اندازه طبیعی

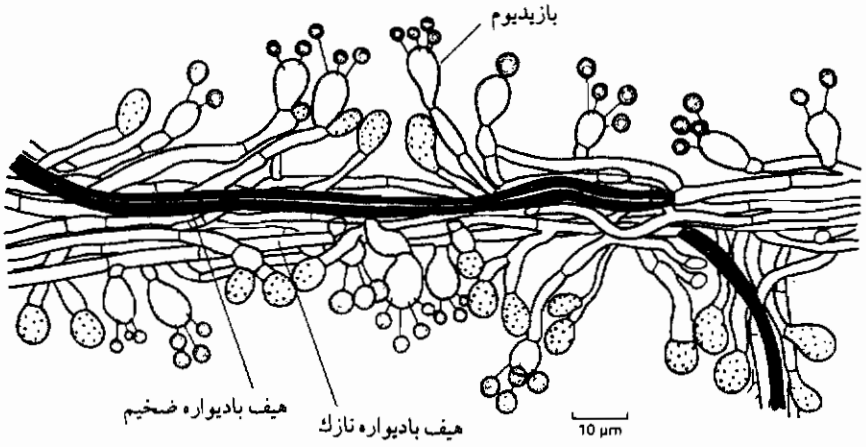
B = برش طولی از یك نمونه قارچ لیکوپردون که در آن حفره‌های بافت‌زا یا با هیمنیوم که به‌رنگ سفید است نشان داده شده است. (تصویر دو برابر شکل طبیعی).

ازرشد پریدیولوم در محیط مناسب میسلیومهای جدیدی نتیجه می شود، بدون این که بازیدیوسپوری دخالت داشته باشد. اگرچه پریدیولهای قارچ (سیاتوس استرکورئوس)[2] ممکن

1 - Crucibulum

2- Cyathus stercoreus

است همراه علوفه توسط حیوان خورده شود و در این صورت انتشار آن ممکن است شبیه سایر قارچهای پهن دوست انجام پذیرد.

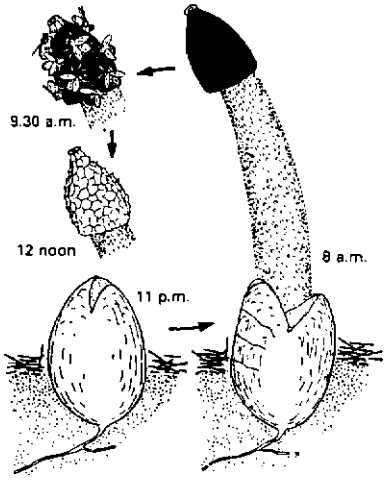


شکل ۷۹. Lycoperdon pyriforme قسمتی از دیوارهٔ یك اسپوروفور جوان که دو محفظه گلبا را نشان داده است. دربالا و پایین یك لایه نامنظم (هیمنیوم) بازیدیوم، درمیان آنها هیفهایی که دارای دیوارهٔ نازك، (که باعث شکسته شدن خواهد شد) و هیف‌هایی که دارای دیوارهٔ ضخیم است. دیده می‌شود سپس توده‌ای از اسپورهای خشك (دراثر شکسته شدن بازیدیومها) به‌صورت درهم ایجاد می‌نمایند.

در (اسفائروبولوس)[1] (شکل ۸۲) حتی مکانیسمهای دیگری مشاهده شده است. این قارچ بطور معمول روی چوبهای پوسیده و پهن گاو به شرطی که تازه نباشد، دیده می شود و از گاستروميستهای بسیار کوچکی است که پهنای اسپروفور آنها ۱-۲ میلی متر است. و به صورت دسته جمعی باهمدیگر قرار می گیرند، موقعی که جوان باشند کروی شکل و اندازه و رنگ آن شبیه دانه متورم شدهٔ خردل است. اسپوروفور بالغ شامل دولایهٔ کوچک فنجانی شکل از بافت (پریدیال)[2] است که یکی در داخل دیگری قرار گرفته و فقط در لبه ها به هم مربوط هستند در میان لایهٔ داخلی فنجان شکل توده گلبا به قطر ۱ میلی متر همراه با مایعی شبیه روغن قرار گرفته، لایهٔ

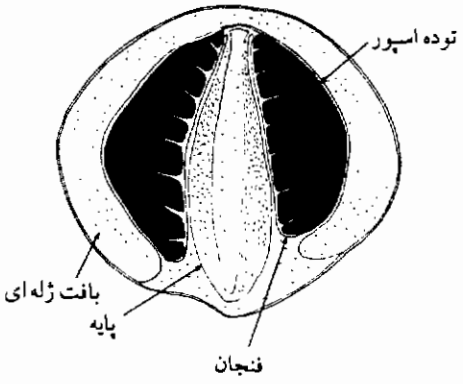
1- Sphaerobolus 2- Peridial

داخلی پس از متورّم شدن ناگهان مانند قلاب سنگ عمل کرده و توده پرتاب شدن داخل فنجان را تا مسافت چندین متر رها می کنند. بنابراین، این قارچ در میان قارچهایی که قدرت پرتاب را دارند از همه برتر است حتی از پایلوبولوس، این قارچ شبیه قارچ آشیانه پرنده (اسفائروبولوس) بعد از پراکنده شدن توده گلبای خود نیز رشد نموده ومیسلیوم جدیدی را به وجود می آورد. باید اضافه نمود در داخل توده گلبا سلولهای بزرگ دوهسته ای (گما)[1] وجود دارد که نظیر بازیدیوسپور هستند و از رشد آنها بطور معمول میسلیوم نتیجه می شود. اسفائروبولوس از قارچهایی است که روی پهن گاو دیده می شود. توده هایی گلبا که برروی گیاهان قرار گرفته اند، توسط گاوها به همراه این گیاهان خورده می شوند و مانند سایر قارچهای پهن دوست از این طریق انتشار می یابند. این قارچ که به صورت فراوان یافت می شود برخلاف سایر گاستر ومیستها به سادگی در محیط کشت رشد می یابد.



شکل ۸۰. Phallus impudicus - درساعت ۱۱ شب اندام باردهی (شبیه تخم مرغ) که لایهٔ خارجی آن (پریدیرم) پاره شده و مواد ژله‌ای خود را ظاهر می‌سازد. درساعت ۸ صبح روز بعد پایهٔ طویلی که درانتهای آن کلاهی حاوی اسپورهای لزج مانند می‌باشد ظاهر می‌کند. درساعت ۹,۳۰ این مواد لزجی بوی بسیارزننده‌ای را تولیدمی‌کند که باعث تجمع حشرات می‌شود درساعت ۱۲ ظهر تمام اسپورها به‌وسیلهٔ این حشرات برداشته می‌شوند.

1 - Gemmae



شکل ۸۱. Phallus impudicus- برش طولی از اندام تخم مرغی شکل (در اندازهٔ طبیعی) گلبا دارای اسپورهای زیادی است که به‌رنگ سیاه نشان داده شده است.

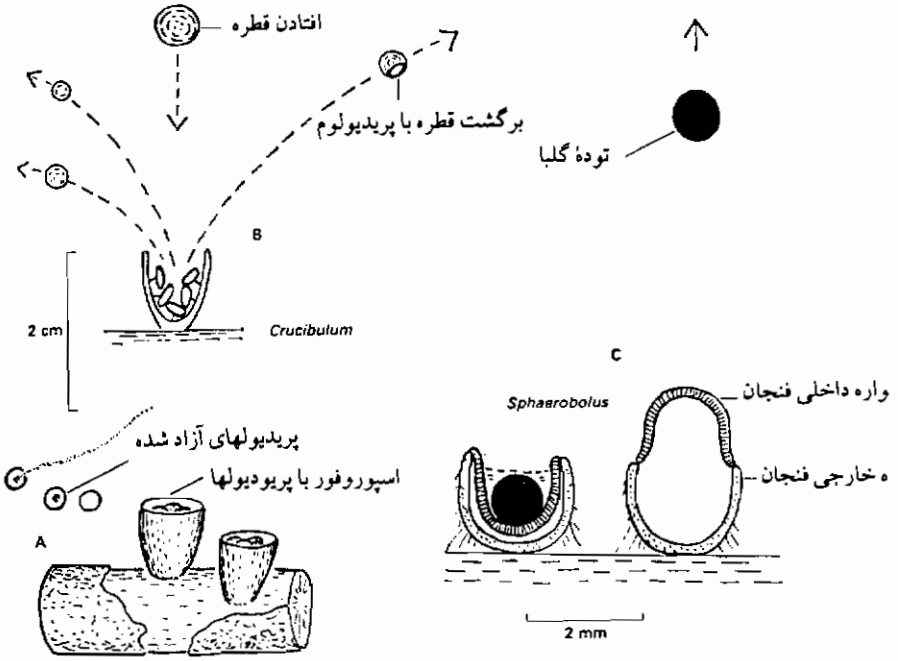
تعداد معینی از گاستروميستها (بطور مثال هیمنوگاستر)[1] دارای اسپوروفور زیرزمینی بوده و مانند توبرها از آسکومیستها اندام باردهی آنها بطور کامل توسط حیوانات جونده خورده می شوند اسپورها پس از وارد شدن در سیستم گوارشی حیوان منتشر می شود.

زنگها یا اردینالها

اردینالها جزوبازیدیومیستهای پست محسوب می شوند. بازیدیومهای آنها در اسپوروفوربزرگی قرار نگرفته و عمدتاً به صورت انگل اختصاصی گیاهان هستند. زنگها دارای اهمیت زیادی بوده و شامل ۱۰۰ جنس و در حدود ۵۰۰۰ گونه می باشند. در طبیعت فقط به صورت انگل در گیاهان زنده یافت می شوند. تعدادی از آنها را به سختی توانسته اند در محیط کشت خالص مانند نوترنیت آگارغذائی کشت نمایند.

از زنگهایی که مورد مطالعه قرار خواهد گرفت زنگ سیاه گندم (پوکسینیاگرامینیس)[2] است، این زنگ سیاه که به (زنگ ساقه)[3] نیز معروف است برروی ساقهٔ گندم و دیگر غلات مشاهده می شود. از نظر اقتصادی این قارچ در اکثر نقاط جهان ـ که گندم کشت می نمایند ـ بسیار مهم است ولی در کشور بریتانیا چندان قابل اهمیت نیست.

1 - Hymenogaster
2- Puccinia granminis
3- Stem rust



شکل ۸۲. A و Crucibulum vulgare - B

A= دواسپوروفور را که برروی یك قطعه چوب رشد کرده و بازشده است نشان می‌دهد. همچنین پریدیوم نیز نشان داده شده که یکی از آنها حاوی فونیکولوپس است.

B= این شکل اثر افتادن قطره آب درداخل فنجان را که دراثر برخورد باعث انتشار پریدیولوم می‌شود نشان می‌دهد.

C = Sphaerobolus stellatus - (سمت چپ) = برش طولی از اسپوروفورکه توده گلبا آماده برای پرتاب است. (سمت راست) = لحظه پرتاب را نشان می‌دهد.

زنگ سیاه گندم دارای میزبانهای مختلف بوده و قسمتی از چرخهٔ زندگی خود را روی یک میزبان (گندم یا سایر غلات) و بقیه زندگی خود را روی میزبان دیگری که خیلی با گندم متفاوت است مانند (زرشک) می گذراند. تعدادی از آنها انگلهای حیوانی هستند و دارای (میزبانهای متفاوت)[1] می باشند. به هرحال در میان قارچها، دویاچند میزبانه بودن ، فقط

1 - Heteroecious

در زنگهـا دیده می شـود. بـااین همـه مـعدودی از زنگهـا دارای (یک مـیـزبان)[1] هستند و تمام مراحـل زندگی خود را بر روی همـان میزبان سپری می کنند پنج نوع اسپور در زنگ سیاه گندم وجود دارد (شکل ۸۳). (پیکنیوسپور)[2] و (اسیوسپور)[3] برروی زرشک مـعمـولی (بربریس ولگاریس)[4] و (اردینوسـپـور)[5] و (تلیـوسـپـور)[6] برروی گـندم به وجـود می آید و بالاخـره (بازیدیوسپورها)[7] برروی بازیدیومـهـا و ازرشـد تلیوسپورها حـاصل می شـوند. حـال به بحث در مراحل زندگی این قارچ می پردازیم :

زرشک در هنگام بهار توسط بازیدیوسپور آلوده می شود. یک بازیدیوسپور در قطره آبی که در سطح برگ زرشک قرار می گیـرد شروع به رشد نموده و (لوله تندش)[8] را ایجاد می نماید، انتهای آن باکـوتیکول تماس و (برآمدگی)[9] ایجاد می کنـد. در این هنگام تمام پیرامـون آن محکم به سلول میزبان (نظیر بعضی از سخت پوستان دریازی که برروی صخره می چسبند) می چسبد، سـپس در اثر رشـد و عـمل مـکانیکی کـوتیکول را سـوراخ و داخل برگ نـفـوذ می کنند و دربین سلولهای برگ منشعب می شود و ایجاد (اندام مکنده)[10] مینماید. سلولهای میسلیـوم به وجود آمده تک هسته ای است و مواد غذایی لازم را از سلولهای زندهٔ میزبان دریافت می کند. ناحیه ای از برگ کـه توسط بازیدیوسپور مـورد حمله قـرار می گیـرد، فـقط همان قسـمت و حـدود چند میلی متری اطراف آن آلوده است، اما سلولهای آنها از بین نمی رود و در اثر تحریک و فعال شدن قارچ چندیـن سلول نسبت به سایر سلولهای مـعمولی صـخامت بیشـتری پیداکرده و یـک حالت هیپرتروفی را سبب می شود.

آلوده شدن برگ توسط یک بازیدیوسپور، تنهـا باعث بیماری در یک نقطه از برگ شده و در نتیـجه روی سطح فوقانی برگ یک گـروه از (پیکنیوم های)[11] فلاسکی شکل ایجاد می شود. در میـان پیکنیوم، پیکنیرسپورها شکل می گیـرند، بدین معنی که در داخل هر پیکنیـوم سلولهای نردبانی شکل و در انتهـای هریک سلولهای کوچک کـروی شکل یک هسته ای به نام پیکنیـوسپور ایجـاد می شـود. این اسـپـورها همـراه با مـایع از دهانه باریک اسـتیـول به بیرون راه می یابند

1- Autoecious
2- Pycniospore
3- Aeciospore
4- Berberis vulgaris
5- Urediniospore
6- Teliospore
7- Basidiospore
8- Germ - tube
9- Appressorium
10- Haustoria
11- Pycnia

(شکل۸۴A) . در قسمت بالای پیکنیوم رشته های ظریف و مویین سختی که باعث نگهداری پیکنیوسپور می شود و همچنین مقدار کمی هیفهای پذیرندهٔ طویل وجود دارد. علاوه برآن سطح زیرین برگها نیز بتدریج به این قارچ آلوده شده و به صورت نقطه و یا آشیانه و یا به صورت رشته های هیف که به آنها (اسیوم اولیه)[1] می گویند ظاهر می شوند در نتیجه تماس حشرات با پیکنیومها و به کمک مواد شیرابه ای آلودگی به سایر سلولهای مجاور سرایت می کند و بزودی پروتواسیا تبدیل به اسیوم می شود.

زنگ سیاه گندم و بیشتر زنگها هتروتالیک بوده و هریک از بازیدیوسپورها مثبت یا منفی سبب آلودگی می شوند . پیکنیوسپوری که مثبت است با هیف پذیرنده‌ای که منفی است ترکیب می شود. احتمالاً به نظر می رسد که هستهٔ مثبت وارد میسلیوم منفی شده و به تقسیمات خود ادامه می دهد و در نتیجه میسلیومهای تک هسته ای محل آلوده تبدیل به میسلیومهای دوهسته ای می شوند. بنابراین پیکنیوسپور ایجاد لوله تندش نمی کند بلکه به طریقهٔ ساده ای وارد میسلیوم از تیپ مخالف خود می شود.

اسیومها (شکل ۸۴A) جامی شکل اند و در گروه محدودی از زنگها این مرحله از سیکل زندگی را مرحله جام خوشه مانند نیز می گویند. دیواره اسیوم (پریدیوم) از سلولهای ضخیمی تشکیل شده و قاعدهٔ جام از سلولهای طویل دوهسته ای که یکی از هسته ها از نوع مثبت و دیگری منفی است تشکیل شده است. این سلولها در قاعده زنجیره ای از سلولهای دوهسته ای به نام اسیوسپورها را ایجاد می نماید.

دیوارهٔ این اسپورها بطور یک در میان نازك بوده و در اثر فشار و تورّم، به ناگهان به صورت مجزا و یا دسته جمعی از اسیوم آزاد شده و توسط باد منتشر می شوند. اسیوسپورها قادر نیستند که گیاه زرشک را آلوده نمایند اما می توانند گندم و یا گیاهان تیرهٔ غلات را برحسب نوع آن آلوده نمایند.

هریک از اسیوسپورها که دارای دیواره نسبةً ضخیمی است حاوی ذرات چربی بوده و در اثر قرار گرفتن روی پهنک و یا در انتهای برگ یک یا چند لوله تندش را به وجود می آورد که از راه روزنه در بین سلولهای میزبان قرار می گیرد. سپس میسلیومهایی با سلولهای دوهسته ای ایجاد می کند و توسط اندام مکنده ای که وارد سلولهای زنده می کند مواد را می گیرد و سرانجام در محل آلوده اوردینوم ایجاد می گردد. در این ناحیه که معمولاً زیراپیدرم برگ می باشد،

1- Proto - aecia

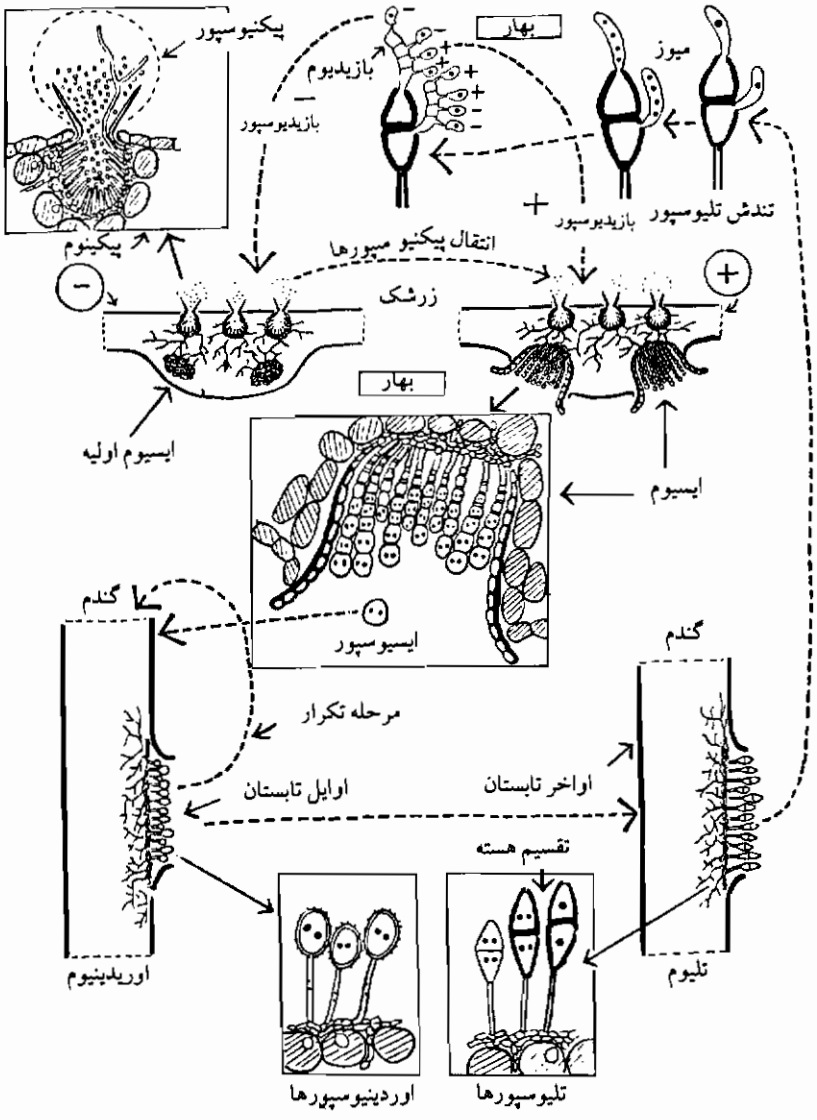
میسلیومها منشعب شده و به صورت اردینوسپور که سلولهایی مستقیم و پایه دار هستند، ظاهر می شوند. پس از تشکیل اردینوسپورها اپیدرم برگ میزبان پاره شده و تودهٔ اسپورها که به رنگ قرمز مایل به قهوه ای هستند رها می شوند؛ در این مرحله است که اوردینومها به صورت لکه هایی که یکی از مشخصات زنگها است ظاهر می شود. هر اوردینوسپور دارای دوهسته بوده و حاوی مواد ذخیره ای وواجد دیوارهٔ ضخیم است (شکل ۸۴D). اردینوسپورها بسختی منتشر نمی شوند. هردو نوع اسپور یعنی اسیوسپورو اردینوسپور برخلاف بازیدیوسپور که دیوارهٔ آن نازك و ضخامت کمی دارد، اسپورهایی هستندکه می توانندتا مسافت زیادی در هوا منتشر شوند، بدون این که توانایی تندش خود را از دست بدهند.

اردینوسپورها نیز مانند اسیوسپورها قادرند گیاه گندم را مورد حمله قرار دهند اما نمی توانند گیاه زرشک را آلوده سازند؛ همچنین طریقهٔ داخل شدن و آلوده نمودن هر دوشبیه به یکدیگر است؛ یعنی در محل آلودگی ایجاد میسلیومهای دوهسته ای را می نمایند بنابراین اردینوسپور یک مرحله تکراری در سیکل زندگی بوده و باعث انتشار این بیماری می شود و به صورت وسیعی آن را گسترش می دهد.

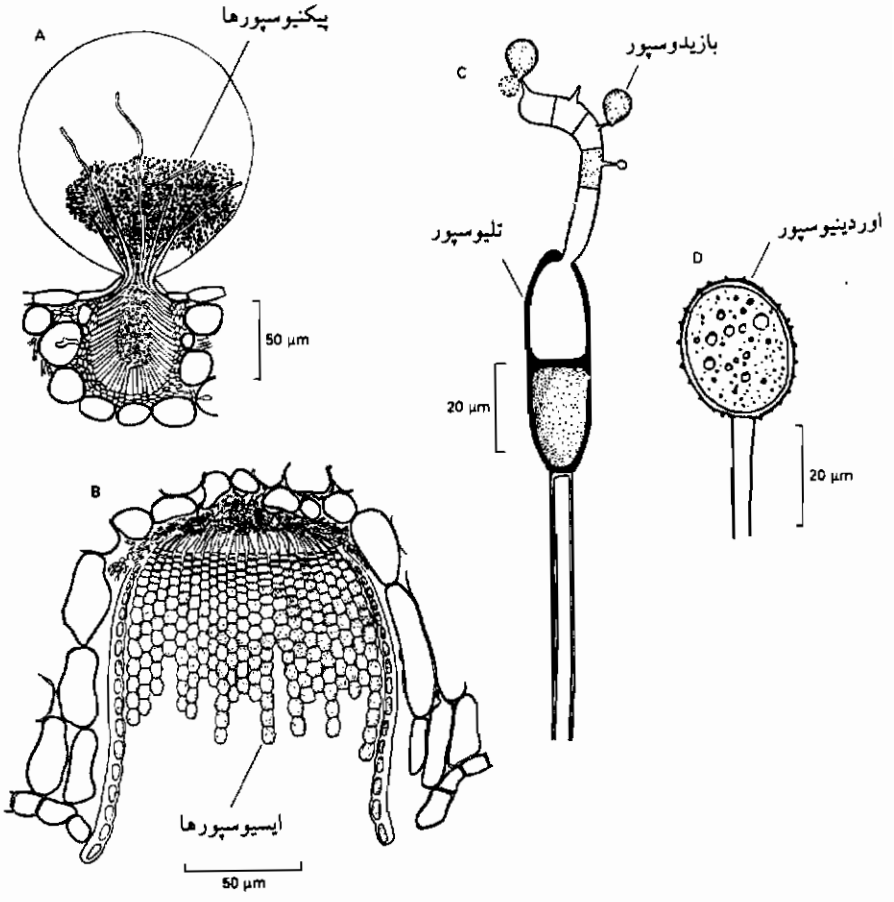
سلولهای گیاهی که به وسیلهٔ ظاهر شدن اردینومها برروی آن آلوده می شود، مستقیماً از بین نمی رود، بلکه بطور کلی عمل فتوسنتز کاهش یافته و رشد گیاه مختل خواهد شد و در اثر عدم کنترل و از دست رفتن آب از میان اردینومها باعث خشکی و چروکیدگی برگها خواهد شد.

در طول تابستان اردینوسپور بر روی گندم به صورت دوهسته ای اما بعداً به صورت مخلوط با تلیوسپور ظاهر می شود و سرانجام فقط (تلیومها)[1] شکل می گیرند. در نقاطی از برگ و ساقه که تلیومها وجود دارند به رنگ سیاه در می آید و قابل مقایسه با اردینویها می باشند. نحوهٔ تشکیل تلیوم و ایجاد تلیوسپور بطور کلی شبیه اوردینوم است، ولی تلیوسپور روی پایه ای تک سلولی است که به روی آن دوسلول با دیوارهٔ قهوه ای تیره و صاف وجود دارد و به استثنای محل منافذی که برای رشد اسپور وجود دارد دیواره ضخیم می باشد. تلیوسپورها منتشر نمی شوند و به صورت اسپوری که در حالت استراحت است برروی پایه خود و چسبیده به گیاه مرده (به صورت کاه) باقی می ماند. این اسپورها در طول زمستان غیر فعال بوده و تا اواخر بهار نمی توانند به رشد خود ادامه دهند

1- Telia



شکل ۸۳. Puccinia graminis – دیاگرامی از چرخه زندگی ، خطوط نقطه‌چین مراحل زندگی را نشان می‌دهد و قسمتهایی که درمربع مشخص شده بعضی از مراحل زندگی را نمایانتر نشان می‌دهد.



شکل ۸۴. قارچ (Puccinia)

A = P. graminis یك پیکنیوم برروی برگ زرشك با یك قطره نوش مانند که شامل پیکنیوسپورهاست

B = P. graminis برش طولی از مرحلهٔ اسیوم برروی برگ زرشك آلوده به‌زنگ

C = P. malvacearum مرحله تلیوسپور که یکی از سلولها در اثر جوانه زدن ایجاد بازیدیوم کرده و برروی آن بازیدیوسپورها (یکی از آنها آزاد شده است) را نشان می‌دهد.

D = P. antirrhini اردینوسپور که برروی پایه قرار دارد.

در ابتدا سلولهای تلیوسپور دوهسته ای هستند، ولی در تلیوسپور بالغ، در هریک از سلولها، هسته ها بایکدیگر ترکیب شده اند. به نظر می رسد که هریک از این دو هسته مثبت و منفی باشند که در تشکیل (اسیوم اولیه)[1] ایجاد شده اند ودر تمام مراحل به صورت دو هسته ای و از دوتیپ مخالف باقی مانده اند.

در شرایط مناسب، در بهار، هریک از سلولهای تلیوسپور، هیف کوتاه خمیده ای شکل به نام بازیدیوم جوان تولید نموده و هسته دیپلوئیدی پس از ورود و تقسیم میوز در آن ایجاد چهار سلول می کند. هریک از این سلولها یک هسته هاپلوئیدی دارد. همچنین هر سلّول یک بازیدیوسپور در انتهای استریگما به وجود می آورد که دارای تقارن نیستند (شکل ۸۴C). این بازیدیوسپورها مانند سایر هیمنومیستها منتشر می شوند. اسپورها دارای دیوارهٔ نازك بوده و قادر نیستند که گندم را آلوده نمایند اما می توانند مجدداً گیاه زرشک را مورد حمله قرار دهند، مانند آنچه که در بالا شرح داده شد.

لازم است تأکید شود که از پنج نوع اسپوری که در سیکل زندگی زنگ سیاه گندم وجود دارد سه نوع (اسیوسپور، اردینوسپور و بازیدیوسپور) توسط باد و پیکنیوسپور توسط حشرات انتشار می یابند؛ تلیوسپورها نیز عمدةً پراکنده نمی شوند.

اگرچه چرخهٔ زندگی تعداد زیادی از زنگها دومیزبانه است ولی تعدادی نیز یک میزبانه هستند. در زنگ تمشک (روبوس فروتی کوزوس)[2] تمام مراحل بیماری برروی همین گیاه می باشد. تعداد زیادی از زنگها دارای چرخهٔ زندگی کوتاه بوده و بیش از یک یا چند نوع اسپور تولید نمی کنند. زنگی که برروی گیاه (ختمی درختی)[3] رشد می کند (پوکسنیامالوسروم)[4] فقط تولید تلیوسپور و بازیدیوسپور را نموده و تلیوسپور بدون مرحلهٔ استراحت تندش می نماید. بااین که بیشتر زنگها فقط ایجاد آلودگیهای موضعی می نمایند، ولی چند نمونه از آنها به طور سیستمیک عمل کرده و میسلیوم قارچ تمام گیاه را مورد حمله قرار می دهد؛ مانند زنگ کنگر (پوکسنیاأبتیژنز)[5] که در بهار ساقه های آلوده شدهٔ گیاه کنگر (سیرسیوم آرونس)[6] را زرد وضعیف و شکننده نموده و در مراحل اولیهٔ آلودگی در زیر برگها پیکنیوم ها ظاهر گشته و گیاه نیز بوی خاصی (بوی شیرینی) را می دهد. نظیر چنین بویی را نیز می توان در مرحلهٔ پیکنیوم

1- Proto - aecium
2- Rubus fruticosus
3- Hollyhock
4- Puccinia malvacearum
5- P. Obtegens
6- Cirsium arvense

زنگ گندم تشخیص داد. بدون شک چنین بویی نظیر شهد باعث جلب حشرات به پیکنیوم می گردد. زنگ کنگردارای مرحله پیکنیوم بوده که به رنگ شکلاتی است و مرحله اوردینومها که بوی خاصی نداشته و در سیکل زندگی آنها مرحله اسیوم وجود ندارد.

در سالهای گذشته یک قارچ شناس سوئدی به نام (اریکسون)[1] فرمهای خاصی از زنگ گندم از جمله پشش فرم آن را تشخیص داد. به عنوان مثال واریته (تری تیسی)[2] که عامل ایجاد آلودگی در زنگ گندم وجو و تعدادی از علفها را می نماید و واریتهٔ آونه آکه عامل آلودگی زنگ در جو دوسر و تعدادی از علفها می باشد و بسیاری از زنگهای دیگر. اریکسون عقیده داشت که این فرمهای مخصوص از نظر مورفولوژیکی قابل تشخیص اند. محققان دیگری نشان دادند که از نظر آماری، می توان آنها را از روی اندازه اردینوسپور متمایز ساخت و برخی از آنها به عنوان واریته معرفی شدند. همهٔ این فرمها ایجاد تلیوسپور و بازیدیوسپور را نموده و قادرند که گیاه زرشک (بریریس و لگاریس)[3] را آلوده سازند.

در بین یک واریته حتی تعداد زیادی نژادهای فیزیولوژیک وجود دارد. به همین جهت در زنگ گندم واریتهٔ تری تیسی بالغ بر ۲۰۰ نژاد تشخیص داده شده است. بنابراین یکی از روشهای معمول و مهم برای کنترل بیماریهای زنگها نژادهای فیزیولوژیک است که روش بسیار جالبی برای تشخیص دارند. واریته های مختلف گندم نسبت به زنگ گندم واریته تری یستی واکنشهای خاص و قابل توجهی نشان می دهند. بعضی از آنها نسبت به آن حساس و تعدادی مقاوم و عده ای حتی کاملاً مصون باقی می مانند. می توان جوانه گندمی از نژادی خاص را تحت شرایط کنترل شده ای نگهداری و با اردینوسپورهای نژاد بخصوصی از زنگ آن را آلوده کرد و عکس العمل آنها را یاد داشت کرد. ممکن است نژاد مخصوص آزمایش شده، آلوده کنندهٔ تعداد زیادی از گندمهای مختلف (میزبانهای مختلف) باشد و برحسب نوع و میزان آلودگی، نژادها را تشخیص می دهند. و طبقه بندی می نمایند و شمارهٔ مخصوصی به آنها می دهند (به عنوان مثال زنگ گندم واریته تری تیسی[4] ۱۳۸).

باشناخت نژادهای غالب زنگها در یک منطقه می توان از واریته های مقاوم گندم نسبت به این نژادها استفاده کرد. البته ممکن است وضعیت تغییر نماید و نژادهایی که غالب و فراوان بودند کمیاب شده و در عوض نمونه های نادر اهمیت پیدا نمایند. گاهی یک نژاد غیر معمول

1- Eriksson
2- P. graminis tritici
3- Berberis vulgaris
4- Puccinia graminis 138

بطور فراوان ظاهر می شود که این نژاد جدید از طریق جهش (موتاسیون) و یا ترکیبات ژنتیکی حاصل شده است. زرشک نه تنها به عنوان میزبان واسط برای زنگهاست تا این زنگها در بهار گندمها را مورد حمله قرار دهند، بلکه زمینه ای است برای برخورد نژادهای مختلف زنگها که در اثر برخورد، نژادهای جدیدی برروی آنها ایجادمی شود.

نژادهای فیزیولوژیکی محدود به زنگها نبوده و بطور کلی یکی از مشخصات انگلهای اختصاصی است و در قارچهایی نظیر سفیدکهای دروغی و حقیقی بخوبی شناخته شده است.

در زنگهای دومیزبانه مثل زنگ سیاه گندم می توان با ازبین بردن میزبانهای واسط (زرشک) آنها را کنترل نمود؛ و این عمل در بعضی از نواحی در کنترل این بیماری مؤثر است. در بریتانیا به علت کم بودن گیاه زرشک بطور نسبی و همچنین عدم پایداری اردینوسپورها به علت زمستانهای بسیار سرد، بیماری زنگ گندم بیماری مهمی به حساب نمی آید. در مناطقی نظیر کانادا که محصول گندم بسیار زیاد است به علت وجود زمستان سرد، مانند بریتانیا، اردینوسپورها پایدار نیستند، ولی باید توجه داشت که از بین بردن گیاه زرشک تأثیر بسزایی در کنترل این بیماری در چنین مناطقی دارد ولی در بعضی از مناطق این چنین نبوده و اردینوسپورها از صدها مایل دورتر و از محلی که زنگ درابتدا به وجود آمده منتقل شده و باعث آلودگیهای تازه ای در بهار می شود. در استرالیا علی رغم این که زرشک نادر است ولی به علت داشتن زمستانهای ملایم اردینوسپورها از بین نمی روند. لازم به یادآوری است که مقاومت اردینوسپورها نسبت به سرما در گونه های مختلف زنگها متفاوت است. مثلاً (پوکسنیااستریفورمیس)[1] زنگ زرد گندم که باعث کاهش محصول بین ۵-۱۵ درصد می شود، اردینوسپورها سرمای زیر صفر را نیز تحمل می نمایند. این زنگ میزبان واسطی نداشته و تکثیر آن بطور کلی توسط اردینوسپورها صورت می گیرد.

اگرچه در بعضی نظیر زنگ سیاه گندم که مرحله اردینال تکرار و باعث آلودگی می شود. حذف میزبانی که مرحله اسیومها برروی آن قرار دارد همیشه کارساز نیست، ولی در بعضی از زنگها با حذف چنین مرحله ای کنترل بیماری امکان پذیر است. در گونه (ژیمنوسپورانژیوم جوئی پر ـ ویرجینیا)[2] که یک گونهٔ دومیزبانه است و به درختان سیب و سرو قرمز در شمال آمریکا حمله می کند، فاقد مرحلهٔ اردینوسپور است. می توان باازبین بردن

1- P. striiformis

2- Gymnosporangium Juniperi - virginianae

سروهای (ژونی پروس ویرجینیانا)[1] مجاور باغات میوه آنها را ازبیماری محافظت نمود.

راستهٔ اردینالها را می توان بطور کلی با تلیوسپورهای آنها متمایز ساخت. در(اوروماپسز)[2] تلیوسپور یک سلولی در زنگ گندم دوسلولی و در فراگمیدیوم[3] واجد ۳-۸ سلول می باشند.

استیلاژینالها[4]

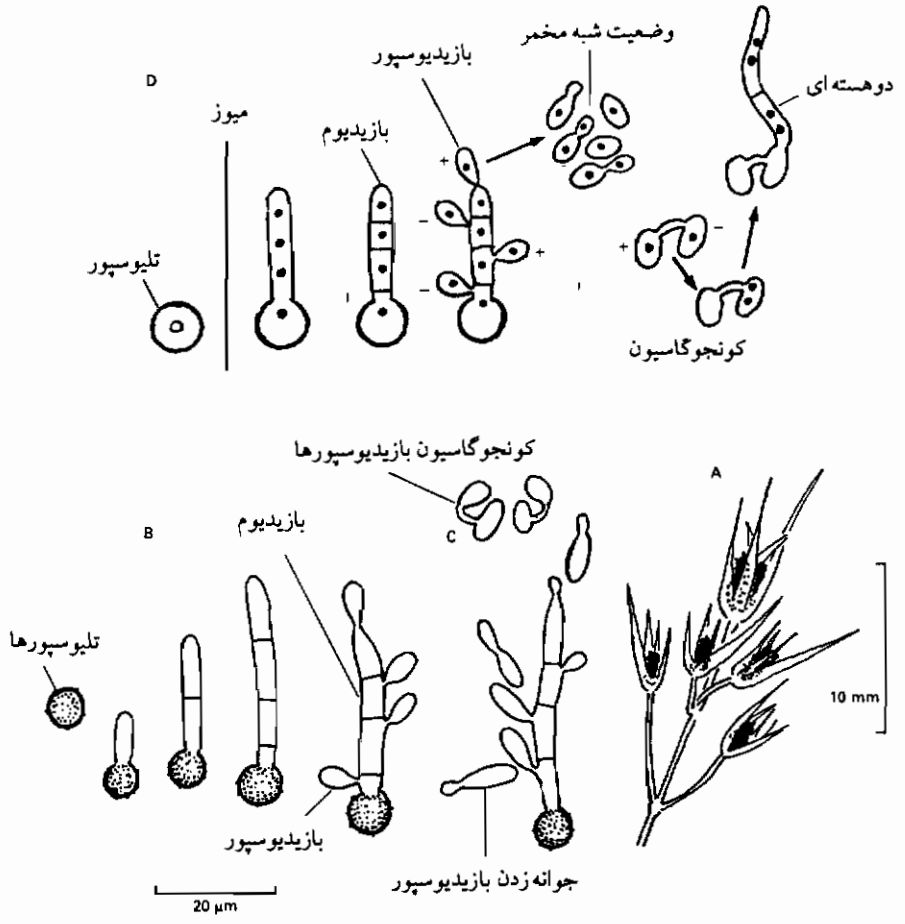
استیلاژینالها یا سیاهکها گروه بسیار کوچکی از پاتوژنهای گیاهی را تشکیل می دهند و معمولاً درگروه بازیدیومیستها طبقه بندی می شوند. اگرچه در طبیعت آنها را فقط به عنوان قارچهای انگلی می شناسند، ولی تعداد زیادی از آنها نیز در محیطهای کشت خالص و روی آگار غذایی رشد می نمایند.

در بیماری سیاهک، قارچ بطور سیستمیک عمل کرده و میسلیومهای ظریف بین سلولی گسترش می یابد و بدین نحو گیاه را آلوده می سازد. در مدت زمانی که گیاه درمرحلهٔ رویشی است هیچ گونه آثار بیماری در روی آن ظاهرنمی شود، ولی زمانی که گل آذین گیاه شکل گرفت گلها به صورت توده ای سیاه رنگ در می آید که این توده همان تلیوسپور می باشد (شکل ۸۵).

سیاهک آشکار جودوسر (اُستی لاگوآونه آ)[5] از سیاهکهای قابل ذکر است. این بیماری چندان مهم نبوده و بسادگی می توان با روشهای مناسب و اعمالی که برروی دانه انجام می شود آن را کنترل نمود. در حال حاضر در اغلب مزارع این بیماری وجود ندارد با آن که این بیماری بطور فراوان درگیاهانی مانند جو صحرائی (آرناتروم الاتیوس)[6] وجود دارد. تخمدان گیاهانی که به بیماری سیاهک آلوده شده اند تبدیل به توده ای ازتلیوسپورهای سیاه رنگ می شود که کاملاً مشخص است. بعضی اوقات کلامیدوسپوریا اسپورهای آشکار نامیده می شوند.

تلیوسپورهاازمیسلیومهایی باسلولهای دوهسته ای که گیاه راآلوده ساخته وبه تخمدان گیاه واردمی شوندبه وجودمی آیند. تعدادزیادی از سلولهای میسلیوم متورّم شده وبه صورت تلیوسپورهایی بادیوارهٔ نسبةً ضخیم در می آیندو هنگام بلوغ دوهستهٔ آنها باهم ترکیب و یکی می شوند.

1- Juniperus
2- Uromyces
3- Phragmidium
4- Ustilaginales
5- Ustilogo avenae
6- Arrhenatherum elatius



شکل ۸۵. Ustilago avenae

A= قسمتی از گل آذین Arrhenatherum elatius که تخمدانها و سنبله تبدیل به تودهٔ سیاه رنگی از تلیوسپورها شده‌اند.

B= ۶ مرحله از عمل جوانه زدن تلیوسپورها را درمدت ۱۵ دقیقه درحرارت ۱۵ درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. درمرحلهٔ آخر سه بازیدیوسپور آزاد شده جوانه زده و بازیدیوسپورهای بعدی از ۳ سلول بازیدیوم درحال شکل گرفتن می‌باشد.

C= کونجوگیت بازیدوسپورهای ازاد شده.

D- دیاگرام مراحل مختلف زندگی با نحوهٔ عملکردهسته

در اثر تندش تلیوسپورها، لولهٔ تندش (بازیدیوم جوان) با ایجاد هستهٔ دیپلوئیدی وارد آن می شود. سپس تقسیم میوز درآن صورت می گیرد، که طبیعةً بازیدیوم چهار سلولی ایجاد می شود. هریک از سلولهای تک هسته ای در اثر جوانه زدن ایجاد یک بازیدیوسپور می کند (شکل ۸۵). این اسپورها از سلولهای بازیدیوم جدا نمی شوند و از چهار بازیدیوسپور حاصل شده دو اسپور مثبت و دو اسپور دیگر منفی است. یک بازید یوسپور متصل یا غیر متصل بسادگی مانند مخمّرها می تواند جوانه بزند. اگریک بازیدیوسپور را در محیط کشت آگار غذایی قرار دهیم کلنی مخمّر مانند تشکیل شده و این حالت کاملاً قابل تشخیص است. چنانچه بازیدیوسپورهای مثبت و منفی و یا اسپورهایی راکه در نتیجهٔ جوانه زدن ایجاد شده و سازگاری جنسیٔ دارند، در محیط کشت قرار دهیم در اثر برخورد آنها عمل کونجوگاسیون، هستهٔ یکی از راه لوله ای وارد دیگری شده و در نتیجه یک سلول دو هسته ای ایجاد می شود سپس، میسلیومی با سلولهای دوهسته ای به وجود می آورند. در بیشتر سیاهکها فقط میسلیومهای دوهسته ای قادر به آلوده کردن گیاه می باشند. نحوهٔ تندش تلیوسپور از یک گونه به گونهٔ دیگر متفاوت است، بعضی اوقات به عنوان مثال عامل سیاهک آشکارجو (استیلاگونودا)[1] عمل کونجوگاسیون در بین چهار سلول بازیدیوم و بین سلولهای مثبت و منفی آن اتفاق می افتد و هیچ گونه بازیدیوسپوری تشکیل نمی گردد.

از دیگر سیاهکهای معمولی که بعداً در مبحث انتشار قارچها به آن نیز اشاره خواهد شد نوعی سیاهک (استیلاگوویولاسه آ)[2] است که انگل گیاهان تیرهٔ میخک (کاریوفیلاسه)[3]، مانند، (سراستیوم)[4]، (میخک)[5] و(قلیانی)[6] می باشد. به عنوان مثال در گیاهان قلیانی سفید (سیلن آلبا)[7] آلودگی گیاه تازمانی که تلیوسپورها در روی بساك ظاهر نشوند غیر قابل تشخیص است، تلیوسپورهای صورتی رنگ، برروی دانه های گرده زرد رنگ ایجاد می شوند. گیاه آلوده دارای گلهایی کاملاً مشخص است، زیرا لکه های پراکندهٔ سیاه رنگ همان اسپورهای سیاهک است که در اطراف دهانهٔ جام گل که سفیدرنگ است مشاهده می شود.

1- Ustilago nuda
2- Ustilago violacea
3- Caryophyllaceae
4- Cerastium
5- Dianthus
6- Silene
7- Silene alba

فصل ششم

قارچهای ناقص[1]

دوترومایستها یا قارچهای ناقص از مهمترین رده های قارچها هستند که حدود ۱۵۰۰۰گونه دارند؛ با این وجود آنها از رده های فرعی محسوب می شوند بطور کلی در این رده گونه هایی وجود دارند که مرحلهٔ تولید مثل جنسی طبیعی در آنها شناخته نشده و نمی توان آنها را با اطمینان در رده های دیگر طبقه بندی کرد. تولید مثل و تکثیر بیشتر آنها به وسیلهٔ کنیدی بوده باوجود این تعداد کمی از آنها نیز فقط با میسلیوم تکثیر می یابند. اکثر قارچهای موجود دراین رده درحقیقت آسکومیستهایی هستند که مراحل آسکی در آنها دیده نشده و یا این که مرحلهٔ آسکی خود را در طی تکامل از دست داده اند. تعداد کمی از بازیدیومیستها دارای مرحله تولید کنیدی می باشند. کنیدی گاهی در مرحلهٔ تولید آسک ظاهر می شود که از نظر تئوری آنها را در گروه آسکومیستها قرار می دهند. لیکن اگر تولید مثل غیر جنسی تنها یک بار در مسیر طبیعی زندگی این قبیل قارچها دیده شود بهتر است آنها را در گروه قارچهای ناقص قرار دهیم.

قارچهایی که هم مرحلهٔ تولید اسک (یا تولید بازیدیوم) و هم مرحلهٔ تولید کنیدی دارند حالت کامل و به مرحله تولید کنیدی مرحلهٔ ناقص گفته می شود. به علاوه در قارچهایی که پیچیدگی خاصی دارند ممکن است بیش از یک مرحلهٔ غیرجنسی (حالت ناقص) در آنها

1 - Deuteromycetes

مشاهده شود.

اخیراً اصطلاحات جدیدی وارد علم قارچ شناسی شده است. مرحلهٔ جنسی را که هسته های هاپلوئیدی باهم ترکیب می شوند (مثل کیسهٔ آسک و بازیدیوم) تلومورف و مرحلهٔ غیرجنسی را آنامورف می نامند. قارچهایی که هردوشکل تولید مثل غیرجنسی و جنسی را دارند هلومورف نامیده اند.

قارچهای ناقص (دوترومایستها) گروه بزرگی از قارچهای کنیدی دار بوده که دارای دوگروه اصلی (هیفومیستها)[1] و(اسفروپسیرالها)[2] هستند.

درراستهٔ اسفروپسیدالها، کنیدیها درداخل یک ساختمان فلاسک مانند که به آن پیکنیدیوم گویند قرار دارند. این پیکنیدیومها اغلب سیاهرنگ و شبیه پریتسیومهای کوچکی هستند. اعضای این راسته دارای خصوصیات مشترك زیادی هستند، خصوصاً به صورت ساپروفیت روی برگهای مردهٔ گیاهان و ساقه های علفی زندگی می کنند و به صورت نقطه های ریز سیاه رنگ برروی بافتهای مرده و پوسیده ظاهر می شوند. این تیپ که اکثراً دارای کنیدیهای بزرگی هستند در شکل ۸۶ نشان داده شده است.

در هیفومیستها کنیدیها به سمت خارج کنیدیفور ایجاد می شوند و یا بندرت بطور مستقیم از میسلیوم رویشی به وجود می آیند. ازاین گروه دوخانواده (مونیلیاسه)[3] و (دماتیاسه)[4] شناخته شده اند، که در مونیلیاسه کنیدی و هیفها دارای دیواره ای بدون رنگدانه و در دماتیاسه دیواره بعضی از هیفها و کنیدیهایی که دیواره ضخیمی دارند به رنگ قهوه ای تیره دیده می شوند. تصویر تعدادی از هیفومیستها و مثالهایی دربارهٔ شکل و ترکیب کلی وگونه های جالب آنها در زیر مورد بررسی قرار می گیرد.

بوتری تیس (سی نورا)[5](شکل ۸۷) یا کپک خاکستری معمولاً می تواند به صورت ساپروفیت و یا غیر اختصاصی زندگی کند. به عنوان مثال این قارچ اغلب به توت فرنگی و تمشک حمله نموده وباعث تغییر شکل و تبدیل آنها به توده ای انبوه از کپک خاکستری رنگ می شود. در این قارچ کنیدیفورها دارای هیفهای افراشته، تک سلولی با دیواره تیره رنگ بوده و کنیدیها روی انشعابات جانبی و به شکل خوشه انگور ایجاد می شوند. شکل خوشه انگوری

1 - Hyphomycetes
2- Sphaeropsidales
3-Moniliaceae
4- Dematiaceae
5- Botrytis cinerea

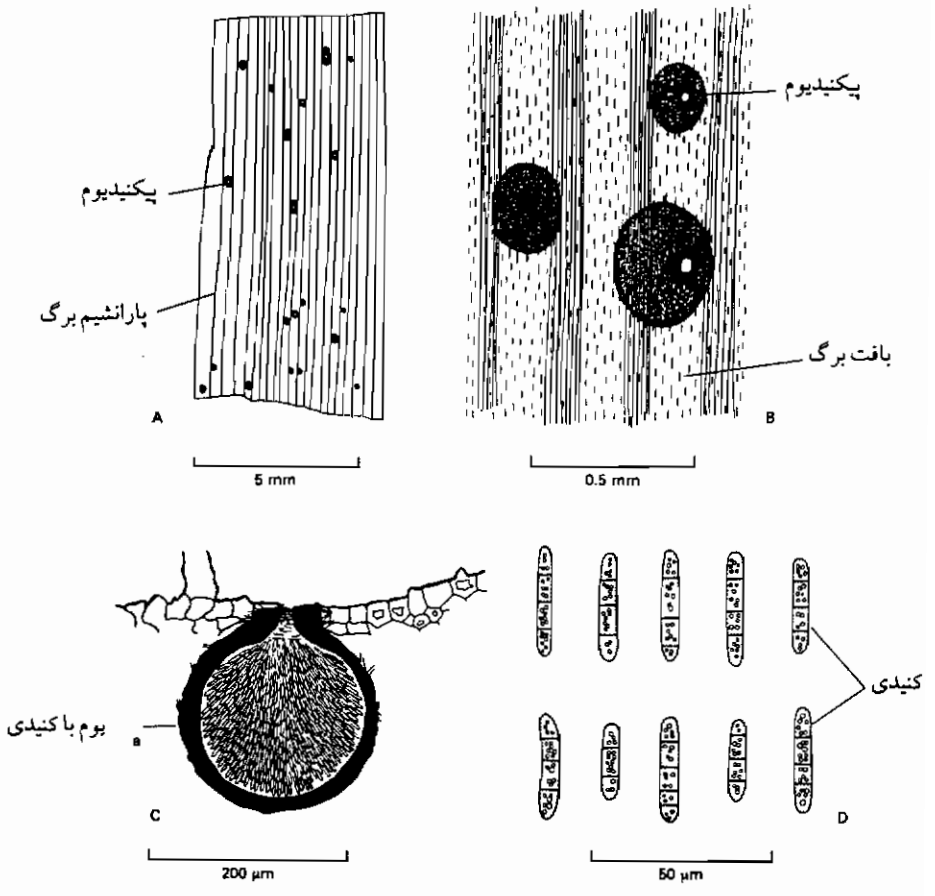
الگوی رشد آنهاست، کنیدیفورها رشد کرده و خوشه های متعددی را به وجود می آورند. کنیدیها خشک بوده و به آسانی پخش می شوند. درروی محیط کشت جامد (نوترنیت آگار) مرحله کنیدیوم ها به فراوانی و به صورت تودهٔ (مخملی) انبوه خاکستری دیده می شود. بعداً همچنان که رشد کاهش می یابد پیکره های سخت و سیاه که ممکن است عرض آنها به چندمیلی متر برسد در سطح آگار تشکیل می شود. این پیکره ها همان (اسکلروشیوم)[1] هستند که توده ای فشرده از هیفها با دیوارهٔ سخت می باشند. اسکلروشیومها در انواع مختلفی از قارچها ایجاد می شوند و به صورت ساختمانهای غیرفعال هستند. مزیت اسکلروشیومها نسبت به اسپورها در این است که آنها بزرگترند و در هنگام تشکیل کلنی در محیط جدید، این بزرگی سبب رقابت بین آنها می گردد.

از بوتری تیس سی نورا می توان جهت معرفی مفهوم (هتروکاریوسیس)[2] استفاده نمود. اگر یک کنیدیوم منفرد برروی محیط کشت جامد (نوترینت آگار) قرار داده شود بزودی یک کلنی دایره ای شکل نتیجه خواهد شد. گاهی این گسترش به صورت قطاعهایی از دایره ظاهر می شود که بایکدیگر متفاوتند. این تفاوت به واسطهٔ خاصیت تولید کمتر و یا بیشتر کنیدیفورها می باشد (شکل ۸۸). اگر یک اسپور منفرد از قطاع معینی برداشته و آن را کشت دهیم اسپور کشت داده شدهٔ حاصل همان خصوصیات قطاع مزبور را خواهد داشت. به نظر می رسد که قطاعی شدن نتیجهٔ هتروکاریوسیس (ناجورهسته) باشد. که این پدیده به علت دارا بودن تشکیلات متفاوت هسته های میسیلیوم آنهاست.

هرکنیدیوم در بوتریتیس سی نورا دارای چندین هسته می باشد. اگر این هسته ها از نظر ژنتیکی یکسان نباشند، از رویش آن میسلیوم هتروکاریوت ایجاد خواهد شد. گاهی نیز اتفاق می افتد که هیف اصلی فقط حاوی یک نوع هسته است و این هیف ایجاد قطاعی از کلنی می کند که ماهیتش با ژنهای موجود در هسته مشخص می گردد. به این هیف که سلولهای آن فقط یک نوع هسته دارند «هموکاریون» گفته می شود. اگر دومیسلیوم هموکاریون مختلف کنار یکدیگر قرار گیرند پدیدهٔ آناستوموزیس ممکن است رخ دهد و به دنبال آن مهاجرت هسته ها صورت می گیرد و در نتیجه یک میسلیوم هتروکاریون ایجاد می شود. قابل ذکر است که میسلیومهای هموکاریوتیک ممکن است در یک قطاع گسترش یابند و در اثر جهش ژنی به میسلیوم هتروکاریوتیک تبدیل شوند.

1- Sclerotia

2- Heterokaryosis



شکل ۸۶. استاگونوسپورا ویتنسیس[1]

A= قسمتی از برگ مرده (جگن)[2] با پیکنیدیومها

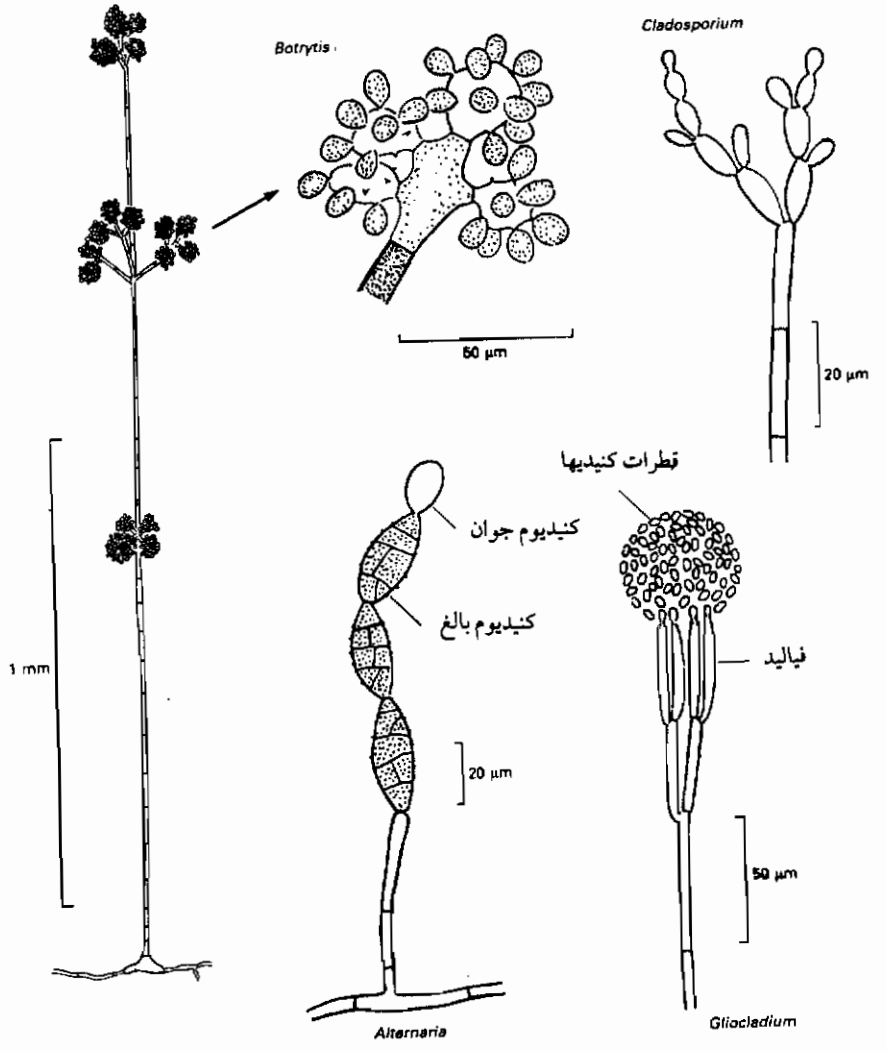
B= قسمتی از همین برگ با ۳ پیکنیدیوم با درشت نمایی زیاد.

C= برشی از یك پیکنیدیوم پراز کنیدی

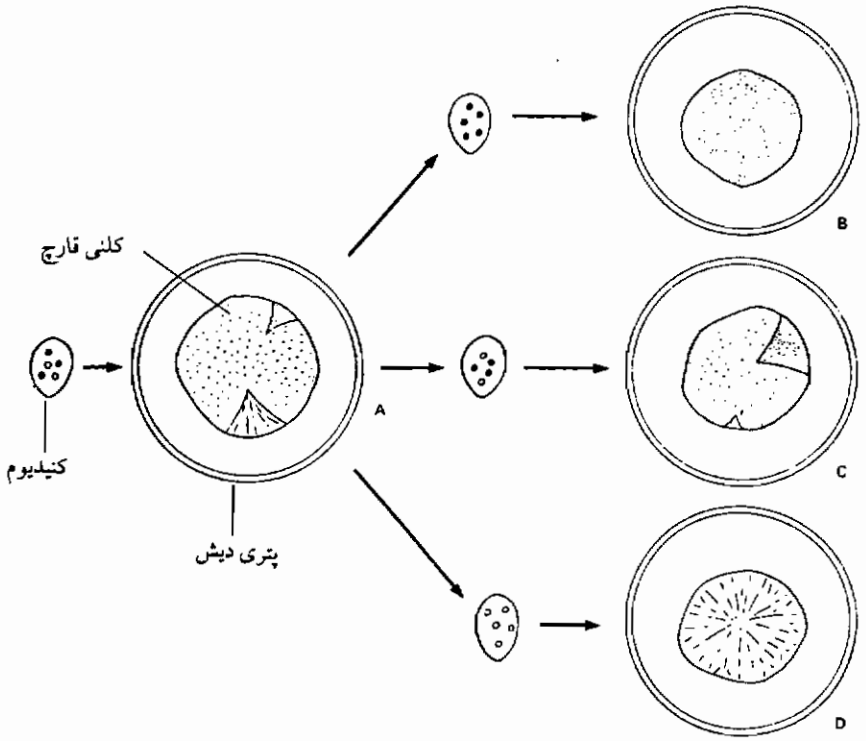
D= کنیدیهای بالغ .

1- Stagnospora vitensis

2- Carex



شکل ۸۷. تشکیلات کنیدیومی در Botrytis cinerea ، Alternaria sp ، Cladosporium herbarum و Gliocladium roseum.



شکل ۸۸. دیاگرام هتروکاریوسیس در Botrytis cinerea

A= کلنی مشتق شده از یك کنیدی منفرد که قطاعهایی با اسپور کم در بالا و قطاعهای با اسپور زیاد در پایین دیده می‌شوند.

B, D= یك کنیدی از هریك از این قطاعها ایجاد کلنیهای بدون قطاع را نموده‌اند.

C= یك کنیدی از قسمت وسط کلنی، کلنی قطاع‌دار شبیه کلنی مادر را تولید نموده است. تیپهای مختلف هسته‌های کنیدی با نقطه‌های سیاه و سفید بطور فرضی نشان داده شده است.

اگرچه کنیدیهای (بوتری تیس سی نورا)[1] چند هسته ای است. ولی در بسیاری از کپکها، کنیدیها، تک هسته ای هستند. در (آسپرژیلوس نیدولانس)[2] کنیدی تک هسته ای بوده و

1 -Botrytis cinerea

2- Aspergillus nidulans

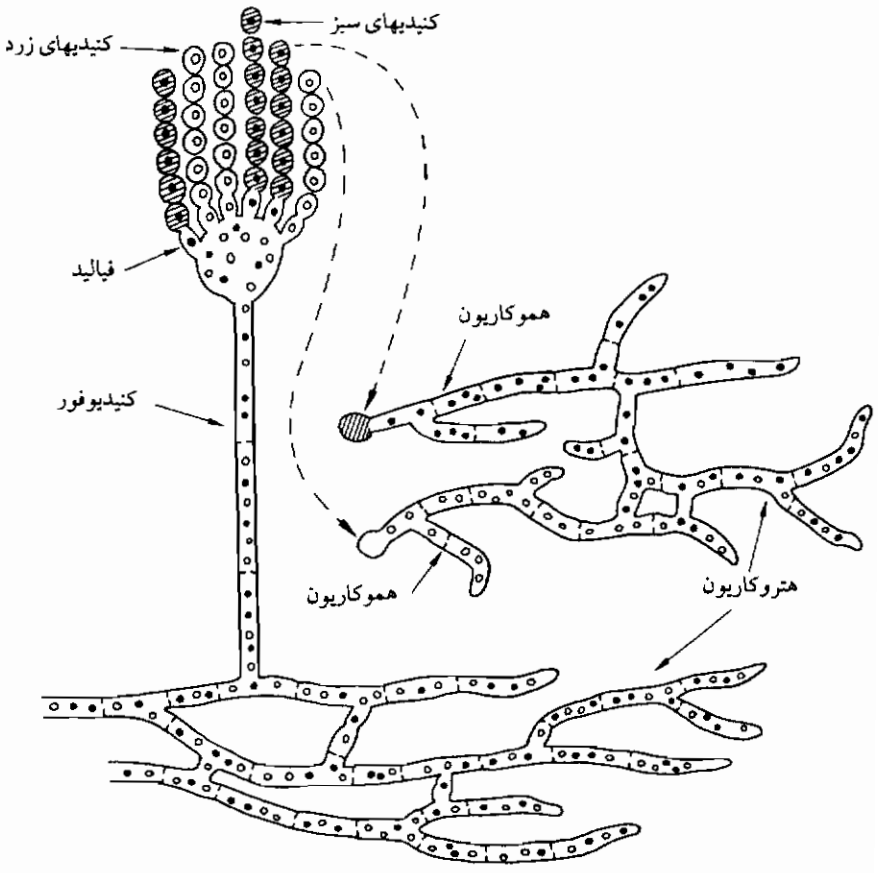
از این نمونه برای مطالعه روی هتروکاریونها و پدیده های مربوط به آن استفاده می شود. این قارچ در واقع یک آسکومیست است که مرحلهٔ تولید آسک آن (کلیستوتسیوم) براحتی در محیط کشت پرورش می یابد. آنامورفی از اختصاصات گونه آسپرژیلوس است، کنیدیهای تک هسته ای به صورت زنجیره ای برروی یک سرکروی شکل (کنیدیفور) قرار می گیرند. تعدادی از نژادهای آسپرژیلوس نیدولانس شناخته شده اند. به عنوان مثال یکی از کلنیها به رنگ زرد و دیگری سبزرنگ می باشد که رنگ کلنی، مربوط به کنیدیهاست. در اثر کشت این نژادها در کنار یکدیگر میسلیومهای هتروکاریوتیک ایجاد می شوند. این عمل از ترکیب کنیدیها با یکدیگر صورت می گیرد. در قسمت متورّمی که فیالیدها در روی آن ظاهر می شوند، ممکن است دوتیپ از هسته های مورد بحث (هتروکاریوت) موجود باشد. بنابراین زنجیره های کنیدیومی زرد و سبز که از فیالیدهای تک هسته ای مشتق می شوند در کنار یکدیگر قرار می گیرند.

بسیار اتفاق می افتد که دو هسته باژنوتیپ متفاوت در هتروکاریون برای تشکیل یک هسته دیپلوئید با هم ترکیب شوند. اگر این هسته دیپلوئید و یا هریک از نسلهای آن وارد فیالید شود، زنجیره ای از کنیدیهای دیپلوئید تشکیل می شود که تفاوت اینها از دو تیپ هاپلوئید در رنگ و همچنین مضاعف شدن حجم آنهاست. ازچنین کنیدیهای دیپلوئید میسلیوم دیپلوئید به وجود می آید که آنها به نوبهٔ خود رشد کرده و کنیدیهای دیپلوئید مشابه را می سازند. قطاعهای هاپلوئیدی نیز ممکن است در نتیجهٔ نفوذ بعضی هسته های هاپلوئید توسط جریان (هاپلوئیدی)[1] ایجاد شوند که با تقسیم میوز قابل مقایسه است، اگرچه از نظر مکانیزم سیتولوژیکی کاملاً بایکدیگر متفاوتند. یک هسته دیپلوئید با کاهش تصاعدی کروموزومهای منحصر به فرد خود، در طی مراحل تقسیم میتوز، به هستهٔ هاپلوئیدی تبدیل می شود. در این قطاعهای هاپلوئیدی دو تیپ که منشأ هتروکاریونی داشته و از همدیگر مجزا نباشند نوترکیبی نیز درآنها رخ خواهد داد. این موضوع تنها در صورتی ثابت می شود که نژاد اصلی این تیپها که هتروکاریون باشد و بایک سری علایم ژنتیکی نشانه گذاری شوند.

چرخهٔ زندگی آنها شامل: ترکیب نادر بین هسته های هاپلوئید در هتروکاریونها رخ داده و در نتیجه کنیدیهای دیپلوئیدی را به وجود می آورد. طی جریان هاپلوئیدی ممکن است نوترکیبی ژنتیکی پدید آورند این یک سیکل (غیرجنسی)[2] است. در (آسپرژیلوس نیدولانس) دونوع سیکل جنسی و غیر جنسی وجود دارد ولی در تعداد زیادی از قارچهای کنیدی دار تولید

1- Haploidization 2- Parasexual

مثل غیرجنسی بیشتر دیده می شود. بنابراین به نظر می رسد قارچهایی که تولید مثل جنسی طبیعی خود را از دست داده اند هنوز بعضی از ویژگیهای تولید مثل جنسی خصوصاً استعداد نوترکیبی ژنتیکی را در خود دارند.



شکل ۸۹. آسپرژیلوس (Aspergillus) - دیاگرامی از یك میسلیوم هتروکاریوتیك (هتروکاریون) بادوتیپ مختلف ژنتیکی نشان داده شده است. کنیدیهای تك هسته‌ای هموکاریوتیك هستند و دراثر تندش آنها میسلیومهای هموکاریوتیك به‌وجود می‌آید و همچنین دراثر اتحاد آنها میسلیومهای هتروکارویون تشکیل می‌شود.

دردوترومایستها کنیدیها به راههای مختلفی تشکیل و گسترش می یابند. مثلاً در بوتری تیس تعدادی کنیدی بطور همزمان از (یک سلول ایجاد کنندهٔ کنیدی)[1] کنیدیفور جوانه می زند (شکل ۸۷). در آسپرژیلوس و پنی سیلیوم کنیدیها پی درپی از نوع بخصوصی از سلولهای تولید کنندهٔ کنیدی به نام فیالید ایجاد می شوند، که این یکی از مشخص ترین و متداولترین نوع دستگاههای تولید کننده کنیدی است.

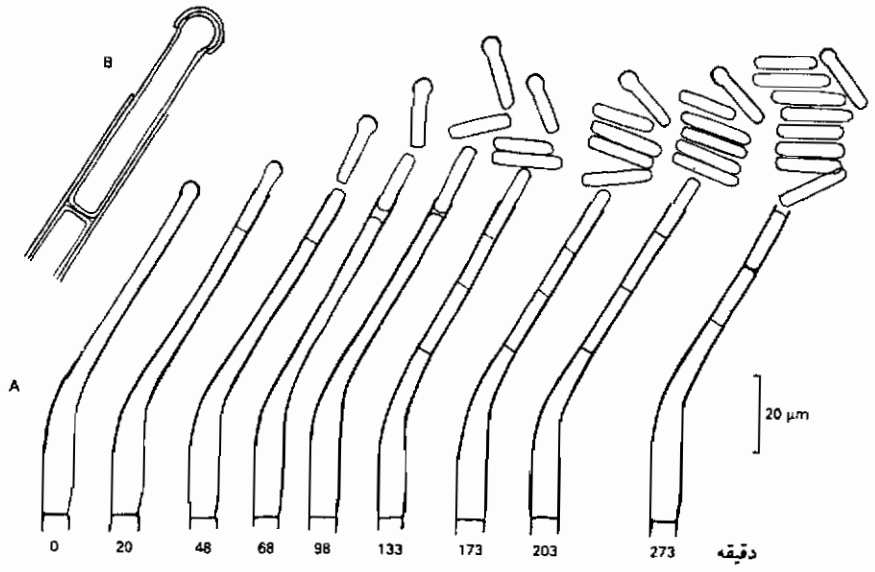
جزئیات مربوط به فعالیت فیالیدها را می توان در (تیلاویوپسیس بازیکولا)[2] که باعث پوسیدگی ریشهٔ تنباکو می شود ـ مورد بررسی قرار داد (شکل ۹۰). فیالیدها اشکالی فلاسک شکل و باریک بوده و گردنی دراز دارند که در انتهای یک شاخه جانبی کوتاه از میسلیوم به وجود می آیند، موقعی که اولین کنیدیوم در حال ساخته شدن است بخش انتهایی دیوارهٔ سلولی در نزدیکی گردن کنیدیوم گسیختگی پیدا می کند و سپس اطراف آن با دیواره داخلی فیالید ترمیم می شود و کنیدیوم از انتهای لوله ای شکل آن خارج می شود. اولین کنیدیومها دارای درپوشی از دیواره خارجی است، ولی کنیدیومهای بعدی فاقد این درپوش می باشند. کنیدیها، از فیالیدها بافرورفتگی مشخص می شوند. اما بیشتر فیالیدها (به عنوان مثال آسپرژیلوس) به وسیلهٔ ایجاد دیواره عرضی در قاعدهٔ کنیدیوم و در دهانه فیالید (این لبه دارای دیواره نسبةً ضخیمی می باشد) مشخص می شوند.

در آسپرژیلوس و پنی سیلیوم، یک فیالید رشته طویلی از فیالوکنیدی را تولید می کند که جوانترین آنها درپایه و برروی فیالید قرار دارد. گاهی در برخی از دوتروماپستهای لزج، فیالوکنیدهای ایجاد شده خشک نبوده و به صورت توده های لزج مانندی دیده می شود. اختلاف بیولوژیکی بین کنیدیهای خشک و کنیدیهای لزج حائز اهمیت زیادی است. کنیدیهای خشک بآسانی توسط باد پخش می شوند اما نوع اخیر (کنیدیهای لزج) نمی توانند مستقیماً به وسیلهٔ بادپراکنده شده، و توسط حشرات یا باران انتشار می یابند. (گلی کلادیوم روزئوم)[3] (شکل ۸۷)، نمونه ای از کپکهایی است که دارای کنیدی لزج می باشد. اساساً ساختمان کنیدیها شباهت زیادی به پنی سیلیوم دارد. ولی کنیدیهای تولید شده توسط فیالیدها به جای تشکیل یک زنجیرهٔ خشک، بایکدیگر یک قطره لزجی را به وجود می آورند.

تفاوت فیالوکنیدی با نمونه های دیگری از کنیدیها این است که فیالوکنیدی

1- Conidiogenous
2-Thielaviopsis basicola
3- Gliocladium roseum

به وسیلهٔ دیواره‌ای احاطه شده است که این دیواره از لایهٔ داخلی سلول مولد کنیدی (کنیدیوژنوس) منشأ گرفته است. در بعضی از نمونه‌ای دیگر دیوارهٔ کنیدی شامل دولایه از دیوارهٔ سلول اولیه است.



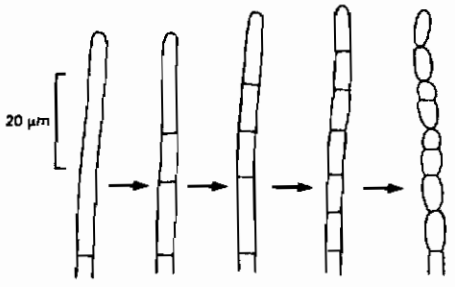
شکل ۹۰. Thielaviopsis basicola - فیالید در شرایط کشت در مدت ۲۷۳ دقیقه. در ابتدا دیوارهٔ خارجی سالم است ولی بعد از ۲۰ دقیقه بخش نزدیک به نوک شکسته می‌شود و اولین فیالوکنیدیوم با دیوارهٔ خارجی فنجانی شکل خارج می‌شود. جزئیات بادرشت نمایی زیاد در شکل نشان داده شده است. بعد از ۲۷۳ دقیقه ۹ فیالوکنیدی آزاد می‌شود.

تعدادی از هیفومیستها ایجاد زنجیره هایی از کنیدی را می نمایند که از فیالیدها حاصل نمی شوند. مثلاً (جئوتریکوم کاندیدوم)[1] کنیدیها در اثر قطعه قطعه شدن هیف و ایجاد دیوارهٔ عرضی در آن تشکیل می شود. به چنین کنیدیهایی آرتروکنیدیوم گفته می شود (شکل ۹۱).

تیپ دیگری از تشکیل زنجیره کنیدی در (آلترناریا)[2] دیده می شود (شکل ۸۷) که یک

1 - Geotrichum candidum 2- Alternaria

جنس بزرگ از کپکهاست و بطور فراوان برروی سبزیهای در حال پوسیدن و دیگر مواد سلولزی مرطوب یافت می شود. در انتهای هیف کنیدیهای چندسلولی ایجاد می شود و بعد جوانه می زند و کنیدیوم بعدی روی آن تشکیل می گردد. باتکرار این مراحل زنجیرهٔ کوتاهی از کنیدیومها ایجاد می شود که مسن ترین آنها در قاعده زنجیره قرار دارد.



شکل ۹۱. (Geotrichum candidum) - نحوه تشکیل آرتروکنیدی درانتهای هیف بطور ردیفی به‌مرور زمان نشان داده شده. (عکس‌برداری توسط cole و kendrick).

قارچ دیگری که آن هم بفراوانی یافت می شود (کلادوسپوریوم هرباروم)[1] است که مانند آلترناریا زنجیره های کنیدیومی را به وجود می آورد. اما زنجیره های آن منشعب هستند (شکل۸۷). کنیدیهای این گونه معمولاً به‌عنوان عضو اصلی اسپورهای هوا شناخته می شوند. اگر یک پتریدیش حاوی محیط کشت جامد (آگارغذایی)[2] را به مدت کوتاهی در مجاورت هوا بخصوص درماههای گرم سال و در خارج از شهر (روستاها) قرار دهیم بزودی کلنیهایی از کپکهای سبز مخملی به‌تعداد ناشمار سطح محیط کشت را فرا خواهد گرفت که این همان (کلامیدوسپوریوم هرباروم) است.

در بسیاری از هیفومیستها کنیدیوم به صورت منفرد روی کنیدیفور ساده و یا در انتهای شاخه ای که از یک ساختار پیچیده تر به وجود می آید، قرار دارد. برای مثال می توان

1- Cladosporium herbarum 2- Nutrient Agar

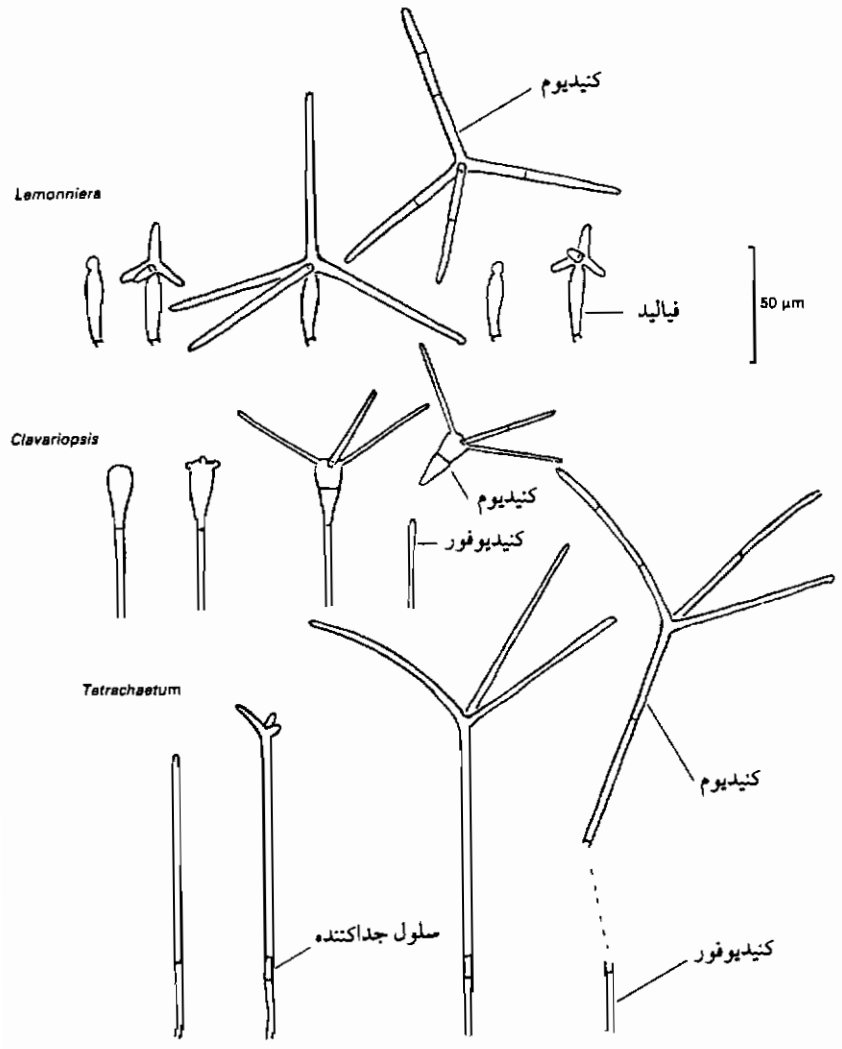
(کلاواریوپسیس آکواتیکا)[1] را نام برد (شکل ۹۲)، در این نمونه در آغاز تشکیل کنیدی، در انتهای کنیدیفوریک برآمدگی ظاهر می شود، سپس دیوارهٔ عرضی در آن تشکیل می شود؛ موقعی که کلنی کاملاً رشد کرد محل اتصال کنیدی به کنیدیفور گرد شده و این دو از هم جدا می شوند. پس از جدا شدن کنیدی از کنیدیفور بلافاصله کنیدی دیگری ایجاد نمی شود بلکه مانند آنچه که در فیالیدها گفته شد رخ خواهد داد. هردولایهٔ داخلی و خارجی کنیدیفور درتشکیل دیوارهٔ سلولی کنیدیوم شرکت دارند.

اگرچه بیشتر هیفومیستها خاکزی اند ولی تعدادی از آنها پارازیت گیاهان عالی و تعداد زیادی هم به عنوان ساپروفیت روی انواع مواد آلی مرده زندگی می کنند، همچنین تعدادی آبزی هستند. از جالبترین مطالب در مورد این قارچها این است که بطور فراوان و منظم در آب و روی برگهای پوسیده درختان خزان شده (مثل توسکا، بید و بلوط) و در نهرها و رودخانه هایی که اکسیژن به حد کافی وجود دارد و بخصوص در فصل پاییز و زمستان به فراوانی یافت می شوند. میسلیومها در روی بافت مردهٔ برگها منشعب شده و سپس کنیدیفورها در داخل آب و به بیرون رشد می کنند. تشکیل، آزادشدن و پراکندگی کنیدیها معمولاً در سطح زیرین برگ انجام می گیرد. به نظر می رسد که این قارچها از جمله عوامل اساسی پوسیدگی برگها بوده و بدین صورت سالیانه باعث ورود مقادیر فراوانی از مواد آلی به جویبارها و رودخانه ها می گردند. بدیهی است که این قارچها نقش اساسی در اکولوژی رودخانه و جویبارها دارند.

کنیدیوم اکثر گونه های هیفومیست دارای شکل خاصی بوده و اغلب دارای چهار بازوی بزرگ هستند که از یک نقطه مشترك به صورت و اگر از هم دور می شوند. بعضی از اینها فیالوکنیدی بوده و عده ای از آنها فیالوکنیدی نیستند (شکل ۹۲). برخی از هیفومیستهای آبزی دارای اسپورهای غیرمنشعبی می باشند که شبیه کرم پیچ خورده است.

قابل توجه این که سیر تکاملی و چهار بازوئی شدن اسپور بستگی به توسعه بخشهای مختلف دارد و از نظر بیولوژیکی بسیار مهم تلقی می شود؛ به علاوه اسپورها به احتمال زیاد سبب ناپایداری کنیدیها می گردند. جلوگیری و یا نامناسب شدن محیط نیز یکی از مسائلی است که در انتشار اسپور قارچها در آبهای جاری تأثیر دارد. کنیدیهای منشعب و آن دسته از کنیدیها که بزرگ و یا کرمی شکلند بهتر از کنیدیهای کروی و بیضی شکل می توانند، روی برگهای شناور در آبهای جاری باقی بمانند.

1- Clavariopsis aquatica



شکل ۹۲. هیفومیستهای آبزی

Lemonniera aquatica: مراحل تشکیل فیالوکنیدیوم از یك فیالید.

Clavaripopsis aquatica: مراحل تشکیل کنیدی که فقط یك کنیدی تشکیل شده و به‌وسیلهٔ ایجاد یك دیوارهٔ عرضی از کنیدیفور جدا می‌شود.

Tetrachaetum elegans : فقط یك کنیدی تشکیل می‌شود و توسط پاره شدن یك سلول جداکننده آزاد می‌شود.

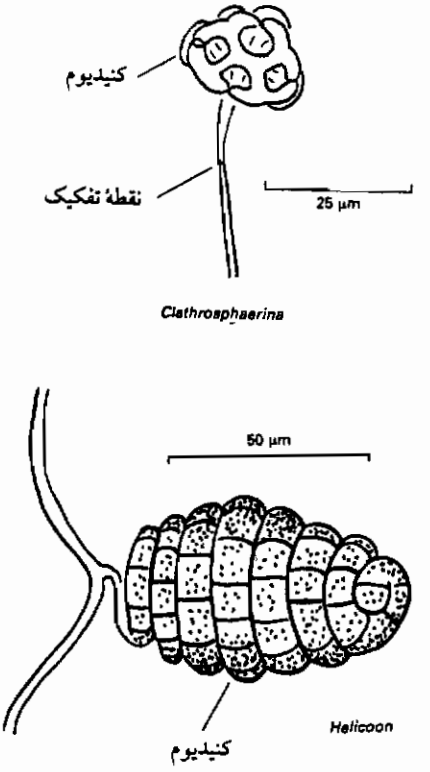
در رودخانه هایی که اکسیژن به مقدار کافی وجود دارد کنیدی هیفومیستهای آبزی به تعدادزیاد، حدوداً ۲۰۰۰۰ کنیدی درهرلیتر، در فصل پاییز وجود دارد. این کنیدیها توسط کفها (حبابها) روی آب محصور می شوند. می توان این حبابها را جمع آوری و پس از فیکسه کردن (جهت جلوگیری از رشد) توسط میکروسکوپ براحتی مشاهده نمود. هریک از این حبابها ممکن است حاوی ۱۰ - ۲۰ گونه از کنیدیهای مختلف باشند که بسادگی می توان از روی شکل آنها را تشخیص داد. این قبیل کنیدیها نسبتاً بزرگ و شفاف بوده و دیواره ای نازك دارند.

علاوه برهیفومیستهای آبزی گونه های دیگری هم وجود دارند که هم آبزی و هم هوازی اند اینها معمولاً در شرایط کمبود هوا روی برگهای پوسیده در زیر آب رشد می کنند. میسلیوم در زیر آب رشد پیدا می کند ولی نمی تواند در آن جا کنیدی ایجاد نماید، اما اگر برگها در معرض هوا و رطوبت قرار گیرند می توانند ایجاد کنیدی نمایند. در(هلیکون)[1] و (هلیکودندرون)[2]، (شکل ۹۳)، کنیدیوم به شکل هیفی است که ساختمان مارپیچی و بیضوی شکل دارد. در (کلاتروسفائرینا)[3] کنیدی به صورت یک شبکهٔ کروی است. هردونوع این کنیدیها می توانند هوا را در داخل خود محبوس نمایند. در حقیقت کنیدیهای مرطوب در زیر سطح آب نمی توانند پخش شوند اما به نظر می رسد که با شناوری در سطح آب سازش داشته و بدین طریق انتشار می یابند.

جالب توجه این که بعضی از قارچهای کنیدی دارمی توانند نماتودها را شکار کرده و مصرف نمایند. این قارچها معمولاً درخاك، خاك برگ، چوبهای پوسیده و فضولات علفخوران را یافت می شوند. یکی از معمولی ترین گونه ها (آرتروبوتریس الیگوسپورا)[4] است. این گونه میسلیومی منشعب با دیوارهٔ عرضی دارد و دارای بخشهای کوچکی است که به صورت شبکه های سه بعدی سازمان یافته اند. دیوارهٔ خارجی هیفها هم توسط یک مادهٔ چسبندهٔ قوی پوشیده شده است. اگر نما تودی از بین این شبکهٔ سه بعدی عبور کند در آنها گیر کرده و پس از تلاش و کوشش بیهوده می میرد، سپس هیفها به داخل نما تود نفوذ کرده و از آن تغذیه می کنند. البته این موضوع که در طبیعت آرتروبوتریس تا چه اندازه به وجود نماتود وابسته است، هنوز روشن نیست. این قارچ بطور آزادانه در محیطهای کشت معمولی در آزمایشگاه رشد کرده و ایجاد اسپور می نماید، ولی در طبیعت تنها وقتی که نماتودها وجود دارند می توانند رشد کنند.

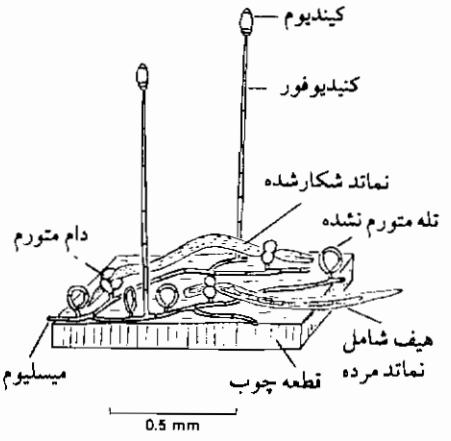
1- Helicoon
2- Helicodendron
3- Clathrosphaerina
4- Arthrobotrys oligospora

واریته های مختلفی از این قارچهای شکاری وجود دارند که باعث به تله انداختن نماتودها می شوند که جالب ترین در قارچ (داکتیلابمبیکود)[1] (شکل ۹۴) و گونه های دیگر می باشند. شکار گونه ها توسط یک حلقهٔ سه بعدی که شبیه به تلهٔ خرگوش اما در ابعاد میکروسکوپی است انجام می شود. هنگامی که یک نماتودوارد این حلقه می شود سلولهای حلقه تحریک شده و متورم می گردند وبه این صورت باعث به دام انداختن جانور می شوند. تورم سلولهای حلقه در عرض ۱/۰ ثانیه منجر به افزایش سه برابر حجم سلولها می شود که هنوز علت این افزایش حجم کاملاً روشن نشده است.



شکل ۹۳. (Clathrosphaerina zalewskii)، و Helicoon richonis نشان داده شده است.

1- Dactylella - bembicodes



شکل ۹۴. (Dactylella bembicodes)- طرح نمایشی از قارچهای درحال رشد روی یك قطعه چوب مرطوب. هفت حلقه ایجاد کننده تله نشان داده شده است که سه تا از آنها متورم وبسته شده‌اند. یك نماتود که تنها نزدیك و اطراف سرش در تله گیر کرده و درداخل آن هیف وارد شده است. دومی هم سر و هم دم آن در تله گیر کرده است و این نماتود هنوز مورد هجوم قرار نگرفته است. دوکنیدیفور که هرکدام دارای یك کنیدیوم است نیز نشان داده شده است.

فصل هفتم

اکولوژی قارچها

در فصلهای قبل قارچها در چهار چوبی تاکسونومیک با اشاره به موضوعات بیولوژیکی معرفی شدند، در اینجا به برخی از جنبه های مهم اکولژیکی قارچها اشاره می شود.

ازدیدگاه اکولوژیکی عموماً مهمترین فعالیت قارچها توانایی ویژهٔ آنها در تجزیهٔ سلولز است، سلولز $\frac{1}{3}$ مواد آلی به وجود آمده توسط گیاهان سبز را تشکیل می دهد. مقدار زیادی سلولز دربافتهای چوبی وجود دارد و تقریباً نیمی از چوبها و کاه و کلش غلات از سلولز ساخته شده است. قارچها نقش حیاتی و مفید در زیستگاهشان دارند و کربن موجود در ترکیبات آلی را خارج و مجدداً وارد چرخهٔ کربن می نمایند. از طرف دیگر چون باعث پوسیدگی چوبهای ارزشمند می شوند مضر هستند.

لازم است تأکید شود که میسلیوم قارچها به علت داشتن رشد انتهایی و ایجاد آنزیمهای خاص دارای نفوذ مکانیکی بوده و قادر هستند به تشکیلات حجیمی نظیر تنهٔ درختان حمله نمایند. دربارهٔ پوسیدگی چوبها لازم است به خاطر داشته باشیم که چوب علاوه برسلولز دارای ۱۰ تا ۳۰ درصد همی سلولز و ۲۰ تا ۳۰ درصد لیگنین است. در حالی که قارچهای زیادی می توانند از سلولز و همی سلولز استفاده نمایند، تعداد کمتری از قارچها، بازیدیومیستها و نیز بعضی از آسکومیستها می توانند به لیگنین حمله کنند.

این که چوبها تاچه حد می توانند در مقابل حملهٔ قارچها مقاوم باشند بستگی زیادی به میزان آب موجود در چوب دارد. قارچها درصورتی می توانند چوبها را مورد حمله قراردهند که رطوبتی بالاتر از ۲۵ تا ۳۰ درصد داشته باشند. چوب خشک مورد تهاجم قرار نمی گیرد. راه دیگری که به مقاومت چوب در مقابل قارچها کمک می کند پایین بودن نیتروژن است. علاوه برآنها وجود ترکیبات فنلی در بعضی از انواع درختان از رشد قارچها ممانعت به عمل می آورند. بااین حال بطور معمول درختان مرده و کنده های چوب در جنگل بسرعت جایگاه کلنی قارچها می شود.

اساساً دونوع پوسیدگی می تواند رخ دهد: اولین پوسیدگی، پوسیدگی قهوه ای[1]، نظیر آنچه که در گیاه غان توسط قارچ (پیپتوپوروس بتولینوس)[2] ایجاد می شود؛ در این نوع پوسیدگی سلولز و همی سلولز توسط میسلیوم قارچ مصرف شده و لیگنین بدون تغییر باقی می ماند و در نتیجه چوب می پوسد و رنگ قهوه ای تیره به خود می گیرد. دومین پوسیدگی، پوسیدگی سفید[3] است که در این نوع پوسیدگی تمامی عناصر آلی چوب از جمله لیگنین نیز مورد حمله قرار می گیرد. مثالی از قارچهایی که باعث این نوع پوسیدگی می شود (کوریولوس ورسی کالر)[4] است که رایجترین قارچهای تاقچه ای است. قارچ (اوستولینادوستا)[5] آسکومیستی است که بفراوانی یافت شده و عامل پوسیدگی سفید درراش است (شکل ۹۵).

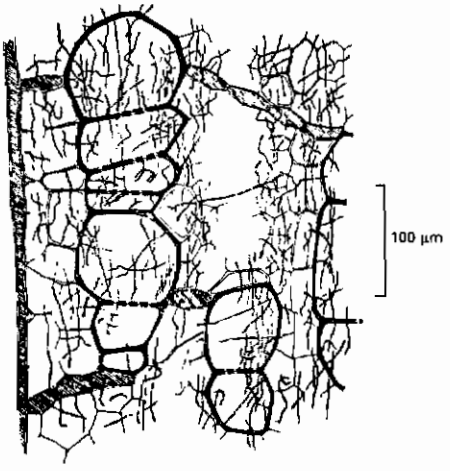
تنهٔ مرده و الوارهای بریده شده و افتادهٔ درخت راش جایگاه مناسبی برای رویش بسیاری از قارچها می باشد و از میان قارچهای چتری (اودمانزیلاموسیدا)[6] و (فولیوتاادی پوزا)[7] و از بین قارچهای منفذدار (ترامیتس گیبوزا)[8] و (بجرکاندرا ادوستا)[9] درخت راش را ترجیح می دهند. همین طور قارچهای دیگر چتری مانند (هیفولمافاسی کولار)[10]، قارچ سبدی (کوریولوس ورسی کالر)[11] و (استرئوم هیرسوتوم)[12] گرچه برروی راش فراوان یافت می شوند ولی معمولاً برروی انواع چوبهای دیگر نیز مشاهده می گردند. سالها طول می کشد تا پیکرهٔ یک درخت راش پوسیده شود و اساساً توسط فعالیت تعداد زیادی از قارچهای مختلف این عمل صورت

1- Brown rots
2- Piptoporus betulinus
3- White - rots
4- Coriolus versicolor
5- Ustulina deusta
6- Oudemansiella mucida
7- Pholiota adiposa
8- Trametes gibbosa
9- Bjerkandera adusta
10- Hypholoma fasciculare = sulfur - tuft)
11- Coriolus versicolor
12- Stereum hirsutum

می گیرد. در مراحل آخر زمانی که چوب سست و شکننده می شود اغلب قارچ (لیکوپردون پری فرم)[1] مشاهده می شود. رشد قارچهای پفکی برروی چوب معمول نبوده و به صورت گروهی از رشته های قارچی سفید منشعب، در قسمتهای نرم ظاهر می شوند. در بین فلورقارچهای راش تعداد زیادی آسکومیست نیز وجود دارد که می توان نمونه های زیر را نام برد (هایوکسی لن فراگی فرم)[2] که نوعی از قارچهای استرومائی است و استروما شبیه یک دالدینای کوچک است، ولی رنگ آن قرمز آجری است. این قارچ به صورت دسته هایی برروی شاخه های مردهٔ درخت راش به وجود می آید. گونهٔ رایج دیگر که برروی تنه های افتاده درختان زندگی می کند نوعی دیسکومایست است به نام (بولگاریا اینکیوئینانس)[3] که آپوتیسم سیاه رنگش دارای استحکام زیادی (شبیه لاستیک هندی) است. همچنین رویش قارچی راش شامل برخی کپکها نیز می باشد. در یک برش سطحی از کنده های درخت راش کپک (بیسپورا مونیلیوییدٔ)[4] به صورت قطرات قیرمانند و سیاهی مشاهده می شود. در رابطه بافلور قارچ راش قارچ (اودمانزیلارادیکاتا)[5] بسیار قابل توجه است این قارچ چتری در جنگلهای راش به فراوانی دیده می شود و به نظر می رسد برروی بقایای برگهای خزان شده جنگل راش به خوبی رشد می کنند. بااین حال اگر انتهای پایه این قارچ را به دقت از خاك خارج نماییم می بینیم که پایه به سمت پایین در حدود ۱۰-۲۰ سانتی متر امتداد یافته و بایک ریشه مرده یا شاخهٔ مدفون شدهٔ راش در ارتباط بوده و از آن ناشی شده است.

برروی درخت بلوط تعداد کمتری از گونه های قارچی را می توان یافت. معهذا قارچ تاقچه ای (دادالهآکوئیرسینا)[6] تقریباً منحصر به بلوط است. همچنین یک آگاریک کوچکی به نام (مایسنا اینکلیناتا)[7] به صورت دسته ای برروی کنده های بلوط دیده می شود. قارچ (فیستولینا هپاتیکا)[8] قارچ بیفتکی که از قارچهای منفذدار بزرگ با بافت نرم می باشد، هنگام بریدن ظاهری شبیه گوشت دارد. این قارچ برروی درختان زندهٔ بلوط مشاهده می شود و میسلیوم آن به قلب چوب نفوذ می کند، بااین وجود به خصوصیات مکانیکی چوب لطمه ای نمی زند. درحقیقت می توان گفت قلب چوب بلوطی که توسط فیستولینا مورد تهاجم قرار گرفته، معمولاً به دلیل رنگ قهوه ای تیره اش، برای کابینت سازها ارزش بیشتری دارد.

1- Lycoperdon pyriforme
2- Hypoxylon fragiforme
3- Bulgaria inquinans
4- Bispora monilioides
5- Oudemansiella radicata
6- Daedalea quercina
7- Mycena inclinata
8- Fistulina hepatica



شکل ۹۵. پوسیدگی چوب: بخش کوچکی از برش عرضی چوب درخت راش در مراحل نهایی پوسیدگی توسط اوستولینادوستا بسیاری از الیاف چوب تخریب شده و دیواره‌های دیگر نیز به‌میزان زیادی باریك شده‌اند. آوندهای چوبی (وسل) شکل خود را حفظ نموده‌اند. هیفهای قارچی از سلولی به‌سلول دیگر از طریق پیت‌ها نفوذ کرده است.

چوب مخروطیان نیز دارای فلور مشخصی است مثلاً قارچ (تریکولوموپسیس روتیلانس)[1] و (پاکسیلوس آتروتوفنتوزوس)[2] از قارچهای چتری مشخص برروی تنهٔ کاجها هستند معمولاً قارچ منفذدار قهوه‌ای رنگ بزرگی به نام (فائولوس شوئینتزی)[3] در قسمت پایه و برروی ریشه‌ها می‌روید، همچنین گاهی قارچ (اسپاراسیس کریسپا)[4] با اسپورفورهای گل کلمی در این قسمتها مشاهده می‌شود. گونهٔ دیگری که بفراوانی برروی کنده‌های درخت کاج یافت می‌شود قارچ ژلاتینی نارنجی رنگی (کالوسراویسکوزا)[5] است که دارای انشعاب و ظاهری شبیه کلاواریاست اما متعلق به رده‌ای غیر از بازید یومیستها می‌باشد.

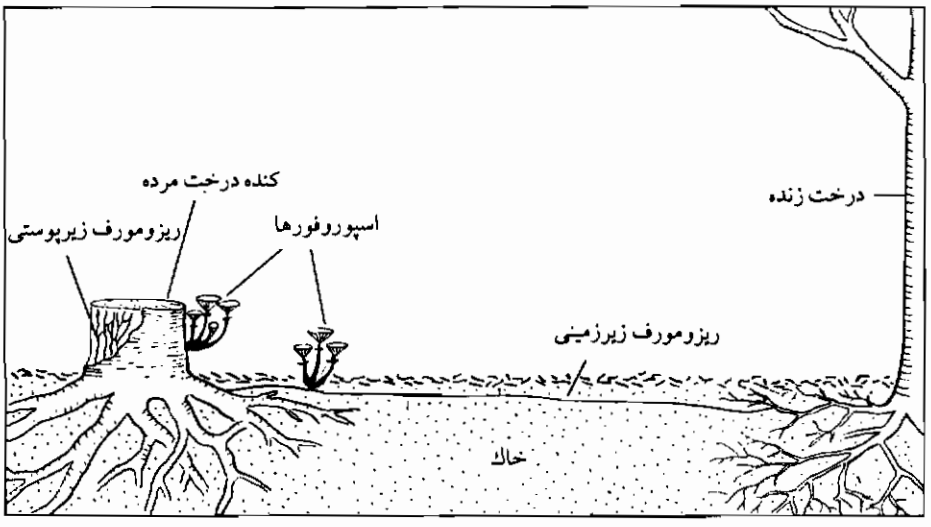
1- Tricholomopsis rutilans
2- Paxillus atrotomentosus
3- Phaeolus schweinitzii.
4- Sparassis crispa
5- Calocera viscosa

(درخت نارون)[1] به بیماری مرگ (نارون هلندی)[2] که عامل این بیماری (سراتوسیستس اولمی)[3] است، دچار می شود. این قارچ به چوب درخت آسیبی نمی رساند و تنها موجب مسمومیت درخت می شود. لیکن به هنگام مرگ، قارچهای ساپروفیتی نیز به قسمتهای چوبی درخت حمله می کنند، در این جا توالی نسبةً منظمی از نظر حملهٔ قارچها به چوب دیده می شود. پس از گذشت یک یا دو سال از مرگ، درخت توسط کلنیهای (فلامولیناولوتیپز)[4] پوشانده می شود اما پس از گذشت چند فصل قارچ (پلئوروتوس کورنوکُپیا)[5] جایگزین آن می شود. ۵ یا ۶ سال بعد زمانی که درخت مرده افتاده است قارچ ژله ای (اوریکالاریا مزنتریکا)[6] تمام سطح آن را می پوشاند. قارچ دیگری که اغلب برروی درخت نارون دیده می شودزین عروس جنگل (پلی پوروس اسکوآموزوز)[7] است این قارچ قبل از این که بیماری نارون هلندی اپیدمی شود جدی ترین تهدید برای این درخت بوده است. زین عروس جنگل به عنوان یک انگل به مرکز چوب درخت حمله می کند و گیاه را بشدت ضعیف می سازد و در نتیجه شاخه های اصلی به زمین می افتد و حتی ممکن است خود درخت کاملاً سرنگون شود. اسپوروفور این قارچ بزرگ، شبیه زین و نرم می باشد، منافذ آن در سطح زیرین به صورت لوله های کاملاً کوتاه و تاحدّی پهن است.

قارچهای بزرگتری که برروی تنهٔ درختان رشد می کنند، همگی زیان آور نیستند. این موضوع بویژه در مورد قارچ عسلی[8] صدق می کند. اندامهای باردهی این قارچ چتری به صورت دسته هایی برروی کندهٔ درخت دیده می شود. میسلیومهای رویشی در چوب تنه و ریشه رشد می کند و در واقع زمینه ای ساپروفیتی برای حملهٔ انگلی است. رشته های هیف ریشه مانند یا (ریزومورفهای)[9] سیاه رنگ، بارشد خود در درون خاك مسافت قابل توجهی را طی کرده و ریشهٔ درختان زنده را مورد حمله قرار می دهند. (شکل ۹۶). زمانی که میسلیومها روی تنهٔ جایگزین شده و به صورت صفحه مانند، هیفها به طرف ناحیهٔ کامبیوم ساقه نفوذ کنند، و بافتهای خارجی چوب میزبان از بین می روند و حتی اصل تنه تحت نفوذ درآمده و کل درخت ممکن است ازبین رفته و سقوط کند. قارچ برروی چوب به عنوان یک ساپروفیت به حیات خود

1- Ulmus
2- Dutch elm
3- Ceratocystis ulmi
4- Flammulina velutipes
5- Pleurotus cornucopiae
6- Auricularia mesenterica
7- Polyporus squamosus
8- Armillariella mellea
9- Rhizomorphs

ادامه می دهد. در یک درخت مرده مثل درخت راش که توسط قارچ عسلی از بین رفته، بابرداشتن پوست درخت که بسیار سُست است، و شبکه ای بندکفش مانند و سیاه رنگ که به علت پدیدهٔ آناستوموز در ریزومورفها به وجود آمده پدیدار می شود. بایستی تأکید نمود که بازیدوسپورها نمی توانند مستقیماً به یک درخت زنده حمله کنند اما می توانند برروی یک تنهٔ مرده درخت تشکیل کلنی دهند. در ابتدا قارچها باید به صورت ساپروفیت مستقر شوند تا بتوانند ریزومورفهای مهاجم را به صورت شعاعی به اطراف بگسترانند. هیف فعال از نقطهٔ رشد، یک ریزومورف زیرزمینی را تشکیل می دهد که دارای پتانسیل تلقیح زیادی است، و می تواند ریشهٔ سالم را مورد حمله قراردهد. بنابراین در این قارچ حمله به هدف (ریشهٔ درخت زنده) از طریق ایجاد لولهٔ تندش نازکی توسط یک اسپور با مقدار مواد ذخیره ای کم (که در قارچهای انگلی انجام می شود)، غیرممکن است. قارچ عسلی از انگلهای مهمی است که اغلب درختان بزرگ از جمله راش را از بین می برد.



شکل ۹۶. (Armillariella mellea)- تصویر نشان دهنده نحوه حمله ریزومورف ازیك کنده درخت مرده راش به‌درخت زنده راش.

پوسیدگی قلب چوب که عامل آن هتروبازیدیوم آنوزوم[1] است، موجب تخریب

1 - Heterobasidion annosum

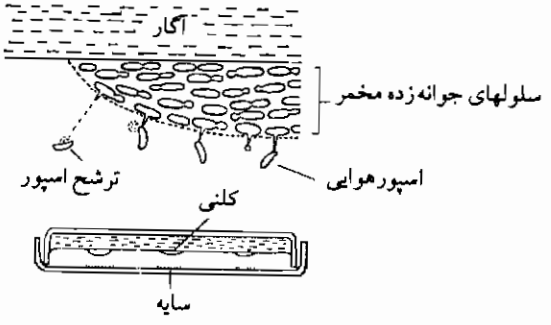
جنگلهای انبوه کاج می شود. پیکر میوه زا، به صورت صفحات چوبی با منافذ بسیار کوچک و لایه هیمنیوم می باشد که برروی ریشه های ضخیم کاجهای مرده که برروی زمین قرار دارند یافت می شوند. بعد ازاینکه روی تنهٔ گیاهان مرده استقراریافتند، تمام قسمتهای چوب را فرا می گیرد. و از راه تماس، ریشهٔ درختان زنده را آلوده کرده و ازبین می برد. در این جا مجدداً یک پایهٔ ساپروفیتیک برای حملهٔ انگل لازم است و کنترل قارچ به ازبین بردن این پایه ها (ریشه ها و چوبهای مرده) بستگی دارد.

اکنون به قارچهایی که در کف جنگل رشد می کنند می پردازیم، لاشبرگهای کف جنگل محیطی ایده آل برای رشد قارچها بوده، چون غنی از مواد آلی و دارای تهویهٔ خوبی می باشد. لاشبرگها فلور وسیعی از قارچهای ماکروسکوپی و میکروسکوپی را درخود جای می دهند. حتی قبل از ریزش برگها، برگهای مسن پوشیده از کلنی گونه های سطح برگی[1] (یا گونه های قارچی که در سطح برگ قرار می گیرند) بوده که برروی مواد آلی منتشر شده از سلولهای فرسودهٔ برگ وجود دارند. در بین قارچهای سطح برگی می توان از مخمرّهای معمولی، مخمّرهای سیاه (اورئوبازیدیوم پولولانز)[2] که این قارچ تاحدی میسلیومی شکل و بعضاً شبیه مخمّر است و مخصوصاً مخمرهای شفاف متعلق به خانوادهٔ (اسپوروبلومایستاسه)[3] را نام برد. برای مثال یک برگچه مسن تمشک جنگلی (روبوس فروتیکوزوز)[4] را باوازلین به داخل درپتریدیش محتوی آگار استریل بچسبانیم، در طی چند روز کلنیهای کوچکی در روی سطح آگاراستریل گسترش می یابند. کلنیها ممکن است آنقدر زیاد شوند که طرحی نامنظم شبیه برگچه برروی سطح آگار تشکیل دهند. عمدهٔ کلنیها صورتی رنگ بوده، چنانچه یکی از کلنیها را مستقیماً زیرمیکروسکوپ بررسی کنیم اغلب سلولها در حال جوانه زدن دیده می شوند؛ همانند آنچه که در ساکارومیستها مشاهده می شود. اما برخی از سلولها به طریق دیگری عمل می کنند از هریک از این سلولها یک استریگمای هوایی که حاوی اسپور هوایی نامتقارن است تولید می شود. این اسپور با شدتی نظیر بازیدیوسپور قارچهای سمی رها می شود. چون این خصوصیات مربوط به بازیدیومیستهاست بنابراین معمولاً تصور می رود که این مخمرها متعلق به گروه بازیدیومیستها می باشند. اینها تصویر آئینه ای یا سایه ای از این گونه مخمرها می باشند که از فراوانترین نوع قارچها در محیط اطراف، بخصوص در ساعات اولیه صبح که اسپور آنها

1- Phylloplane
2- Aureobasidium pullulans
3- Sporobolomycetaceae
4- Rubus fruticosus

به میزان زیاد در هوا مشاهده می شود ـ می باشد . یکی از معمولی ترین آنها جنس (اسپوروبولومایس)[1] است . هنگامی که کلنیهای این قارچ دریک پتریدیش وارونه روی آگار غذایی رویانده شوند اسپورهای رها شده از کلنیهای داخل در پتریدیش ، تصویر آیینه ای دقیقی از این کلنیها را به وجود می آورند (شکل ۹۷) .

بنابراین برگهای ریخته شده برروی کف جنگل از قبل یک جمعیت قارچی دارند که اینها اولین عامل پوسیدگی برگها می باشند . اگرچه بلافاصله قارچهای دیگری جایگزین آنها می شود .



شکل ۹۷. Sporobolomyces

شکل پایین = برش عمودی از یك محیط کشت درپتریدیش باسه کلنی مخمرّ و یك تصویر آیینه شکل (سایه) از هریك به‌وسیلهٔ اسپورهای آزاد شده ایجاد شده است.

شکل بالا= بخشی از یك کلنی بادرشت‌نمایی زیاد وجوانه‌های سلولهای مخمر دریك کلنی لزجی‌نشان داده شده است، دراستریگماها نزدیك سطح اسپورهای هوایی ایجاد نموده‌اند.

در سالهای اخیر مطالعات وسیعی در مورد نحوهٔ تخریب برخی از تیپهای اصلی لاشبرگها، مثل برگهای سوزنی کاج و برگهای بلوط صورت گرفته است . بااین وجود مراحل پوسیده شدن بسیار پیچیده است، زیرا ارگانیسمهای دیگری بخصوص بی مهرگان کوچک و باکتریها نیز در این کار شرکت دارند . درنهایت خاك هوموسی بی شکل که از مواد آلی پیچیده و

1- Sporobolomyces

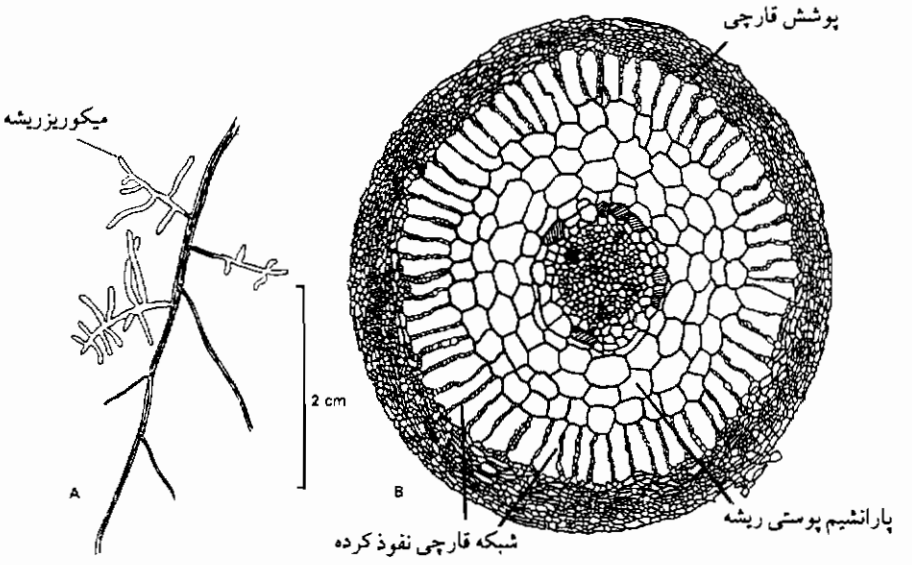
نسبةً مقاوم در مقابل پوسیدگی مانند لیگنین ـ کیتین و کراتین تشکیل شده، حاصل می شود. اگرچه در ابتدا قارچهای میکروسکوپی برگهای کف جنگل را مورد حمله قرار می دهند، ولی بعد از مدتی قارچهای بزرگ بخصوص قارچهای چتری شروع به ایفای نقش می نمایند. از قارچهای چتری سمی متداولی که برروی لاشبرگها زندگی می کنند می توان از (لاکاریالاکاتا)[1] و (کلیبیا پروناتا)[2] (پای کرکدار)و در جنگلهای راش از (مایسنا پورا)[3] نام برد.

هرنوع از زمینهای جنگلی اعم از بلوط، راش، غان یا کاج باعث رویش یک مجموعه مشخصی از قارچها برروی زمین می شود، وجود برخی از گونه های خاص دریک ناحیه بستگی به نوع لاشبرگهای ان ناحیه دارد. بطور عمده قارچهای چتری و بولت ها که برروی کف جنگلها رشد می کنند جزو تجزیه کنندگان بقایای گیاهی محسوب نمی شوند. قارچهای سمی گوشتی بویژه قارچهای (لاکتارویوس)[4] و (روسولا)[5]، آمانیت و بولت فقط در زیر انواع خاصی از درختان یافت می شوند، مثلاً(لاکتاریوس کوئیوتوس)[6] درزیر درخت بلوط، و نوعی دیگر در زیر درخت غان، (روسولافله آ)[8] درزیر درخت راش، نوعی بولت (بولتوس الگانز = سوئیلوس گرویلی)[9] در زیر درخت (کاج فرنگی)[10] و نوعی (روسولاامتیکا)[11] در زیر درخت (کاج)[12] مشاهده می شود. قارچ آمانیت سمی (آمانیتاموسکاریا)[13] فقط در زیردرخت غان و کاج به وجود می آید. این محدودیتها، با عاملی که، باعث رشد قارچهای ریشه ای یا (میکوریز)[14] در درختان بخصوصی می شود ارتباط دارد. اکثر درختان سالم جنگلی شامل پهن برگها و مخروطیان ظاهراً دارای میکوریز هستند. رابطهٔ بین درخت و قارچ مخصوصاً در کاج و راش کاملاًبررسی شده است.

در یک جنگل راش اگر لاشبرگها کاملاً کنارزده شوند، ریشه چه های ظریف درخت که اکثراً ظاهری مرجانی شکل دارند مشاهده می شوند، اینها میکوریز هستند. در یک برش (شکل ۹۸) پوشش متراکم هیفهای قارچ و نیز نفوذ آنها بین سلولهای خارجی پوست دیده

1- Laccaria laccata
2- Collybia peronata
3- mycena pura
4- Lactarius
5- Russula
6- Lactarius quietus
7- L. turpis
8- Russula fellea
9- Suillus grevillei = Boletus elegans
10- Larix
11- Russula emetica
12- Pinus
13- Amanita muscaria
14- Mycorrhizae

می شود. این نوع میکوریزها که عمدةً باریشه بطور سطحی در تماس بوده و سلولهای زنده را مورد حمله قرار نمی دهند را اکتوتروفیک[1] می نامند.



شکل ۹۸. میکوریز راش.

A: بخشی از ریشه که ازقسمت لاشبرگها برداشته شده. میکوریز با انشعابات فراوان نشان داده شده است (رنگ سفید).

B: برش عرضی ازیك ریشه میکوریز را که پوشش قارچی و هیفهای درون سلولی که در بین خارجی‌ترین لایهٔ سلولهای ریشه قرار دارد نشان داده شده است.

تعقیب ارتباط میسلیومی بین قارچهایی که سطح ریشه را فراگرفته اند و اسپورفورقارچهای چتری غیرممکن به نظر می رسد و فقط در یک محیط کشت خالص می توان نشان داد که گونه های خاصی از قارچهای چتری با گونه های خاصی از درختان تشکیل میکوریز می دهند. در این ارتباط، کارقارچ شناس سوئدی (ملین)[2] به وسیلهٔ پرورش یک گیاهچه تحت شرایط خاص و عاری ساختن محیط کشت از سایر ارگانیسمها و سپس اضافه کردن قارچی که

1- Ectotrophic 2- Melin

مولد میکوریز است بسیار قابل توجه است. ملین نشان داد که در کاج نقره ای[1] قارچهای متعلق به جنسهای(بولتس)، (آمانیتا)، و (کورتیناریوس)[2] و (روسولا)[3] می توانند ایجاد میکوریز کنند.

باوجودی که در خاکهای خوب جنگل درختان بدون همزیستی با قارچ می توانند رشد کنند امّا به نظر می رسد که در خاکهای فقیر ادامهٔ حیات به ارتباط میکوریزی بستگی دارد. حتی در خاکهای مرغوب جنگلی نیز میکوریزها نقش مهمی در سلامت درختان به عهده دارند. تحقیقات دقیق (هارلی)[4] و همکارانش نشان داده که پوشش قارچی که سطح ریشه را فرامی گیرد نقش مهمی در جذب نمکها مخصوصاً فسفاتها دارد و می توانند به داخل گیاه منتقل شوند. با توجه به مطالعاتی که صورت گرفته، بدون شک این قارچها مواد آلی را از میزبان خود دریافت می نمایند. تحقیقات ملین مؤید آن است که اکثر گونه های میکوریزی مواد آلی مورد نیاز خود را به شکل کربوهیدراتهای ساده نظیر قند و نشاسته دریافت می کنند. این قندها به شکل آماده در بافتهای زنده گیاه وجود دارند، اما در خاك این مواد آلی به محض تولید توسط هرنوع میکروارگانیسمی می توانند به مصرف برسند. قارچهای میکوریز، قند مورد نیازشان را بدون حضور در یک چنین رقابتی به دست می آورند.

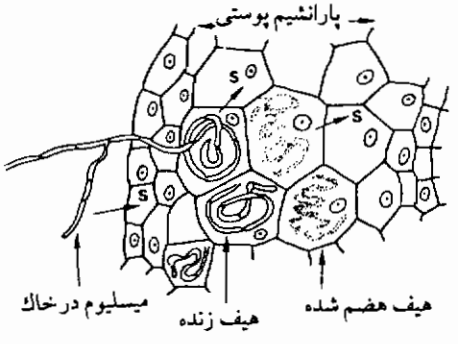
در این جا بهتر است انواع دیگری از میکوریزها را نیز مختصراً بررسی نماییم. درانواع آندوتروفیک هیف قارچ به درون سلولهای پوستی ریشه نفوذ می کند و لایهٔ سطحی در ریشه ایجاد نمی کند. میکوریز آندوتروفیک مشخصهٔ خانواده ثعلب (ارکیداسه) است.

در طبیعت، ثعلبها در بعضی از مراحل رشدشان وابسته به قارچها هستند. درآن دسته که دارای برگهای سبز هستند این وابستگی به مرحلهٔ جوانه زدن گیاهک محدود می شود، اما در آنهایی که فاقد کلروفیل هستند. مانند (کورالوریزا)[5] و (نئوتیا)[6] وابستگی به قارچهای میکوریز دایمی می باشد.

ازقارچهای مورد بحث گونه های (ریزوکتونیا)[7] را می توان نام برد که یک جنس از بازیدیومیستها است. این قارچ معمولاً فقط به صورت میسلیوم مشاهده می شود، میسلیومها دارای انشعاب، دیواره عرضی، رنگ قهوه ای، اندازه آن کوچک بوده و اسکلروشیوم سیاه رنگ

1 - Pinus sylvestris
2- Cortinarius
3- Russula
4- Harley
5- Corallorhiza
6- Neottia
7- Rhizoctonia

ایجاد می نمایند. این قارچها در مقایسه با میکوریزهای اکتوتروفیک از نظر تغذیه محدودیت خاصی نداشته و قادر به استفاده از سلولز و لیگنین می باشد. دانه های ثعلب بسیار کوچک، هرکدام حاوی جنین چندسلولی تمایز نیافته که وزن آن کمتر از ۰/۰۱ میلی گرم است و اندوختهٔ غذایی هم ندارد، در خاکهای مرطوب بذر آنها آب جذب کرده و متورم می شود؛ سپس توسط قارچهای آندوتروفیک مورد حمله قرار می گیرد. بدون این حمله، رشد تقریباً غیرممکن است مگر این که یک مادهٔ غذایی آلی (مثلاً گلوکز) در اختیارش قرار گیرد. در یک گیاهچهٔ تازه روییده که حاوی یک جنین در حال رشد است، منطقه ای فاقد میسلیوم قارچ است و در یک ناحیهٔ دیگر سلولهای زنده به همراه میسلیوم پیچیدهٔ فعال وجود دارد و بین این دو یک منطقهٔ انتقالی که هیفهای درون سلولی ظاهراً در حال هضم شدن می باشد وجود دارد. این وضعیت اشاره به یک زندگی موازنه شده دارد و در حقیقت گیاهچه های ثعلب با ازدست دادن این قبیل قارچها که درون آنها زندگی می کنند، ازبین می روند. در ریشه های بیشتر ثعلبها مخصوصاً آنهایی که فاقد کلروفیل هستند، اگر یک برش عرضی تهیه شود خارجی ترین لایهٔ پوست با هیفهای زنده و داخلی ترین لایه عاری از قارچ است و در بین این دو ، منطقهٔ باریکی از سلولها که دارای هیفهای هضم شده است دیده می شود (شکل ۹۹).



شکل ۹۹. میکوریز ریشهٔ ثعلب : نمودار بخشی از برش عرضی که نشان دهندهٔ رابطه هیف با بافت میزبان است. پیکانها نشان می‌دهند که چگونه قندها (S) ممکن است به‌سلولهای سالم میزبان برسد.

میکوریزهای آندوتروفیک ثعلب، حداقل در بعضی مراحل، موادغذایی آلی مورد نیاز خود را ازبخش خارجی به دست می‌آورد ولی چگونگی انجام این عمل روشن نیست. در این باره سه احتمال وجود دارد: اول آن که قارچ در داخل خاك و در اطراف ریشه مواد آلی غیرمحلول را به مواد محلول نظیر قندها در می آورد که بعداً توسط ریشهٔ ثعلب جذب می شود. دوم آن که هیفهایی که در خاك هستند و از داخل میزبان عبور می کنند مواد غذایی را از خاك به حلقه های میسلیومی قارچ که در سلولهای میزبان هستند منتقل می کنند و مقداری از این مواد غذایی در داخل بافت ثعلب منتشر می شود. سوم آن که مواد آلی محلول در هیفهای درونی سلولی در منطقهٔ هضم، تجزیه و آزاد می شوند، سپس به منطقهٔ سالم (بدون هیف) ریشه انتقال می یابند. بسیاری معتقدند که احتمال دارد فرآیند آخری در ثعلب مهم باشد. به هر حال مکانیسم این عمل هرچه باشد مشارکت به این شکل است که مواد آلی مورد نیاز ثعلب در مراحل اولیه توسط قارچ تأمین می شود.

همچنین وابستگی بین میکوریزهای (وزیکولار ـ آربومکولار)[1] که در طیف وسیعی ازگیاهان علفی، شامل گیاهان مهم زراعی یافت می شود، اجباری نیست اما برای گیاهان عالی مفید می باشد. ریشه های آلوده شده حاوی میسلیوم بین سلولی است که در قسمتهای مختلف متورّم شده و تشکیل اندامهای مکنده و شاخه مانند در سلولهای زنده را می نماید. این قارچها جزو خانوادهٔ (اندوگوناسه)[2] و ازراسته (موکورالها)[3] ست. اسپورهای ایجاد شده به صورت کلامیدوسپور بوده که نسبةً بزرگ (قطری بیش از ۲۰۰ میلی میکرون) هستند و اکثراً در خاك یابرروی اندامهای بارده کوچک و یا عموماً به صورت مجزا به وجود می آیند. قارچی که بیشتر از همه مورد مطالعه قرار گرفته متعلق به جنس (گلوموس)[4] است. این قارچ در محیطهای کشت رشد مناسبی نداشته اما کلامیدوسپورها را می توان از خاك سترون شده جدا و در آزمایشات تلقیحی مورد استفاده قرار داد. گیاهان همراه با میکوریز (وزیکولار ـ آربوسکولار) در مقایسه با آنهایی که سالم هستند افزایش رشد نشان می دهند. شواهد موجود مؤیّد آن است که این قارچ، همانند میکوریز اکتوتروفیک در جذب املاح بخصوص فسفر کمک می کند و احتمالاً هیفهای بلند این قارچها که از ریشه به داخل خاك نفوذ می کند همانند تارهای کشندهٔ ریشه در جذب مواد به گیاه کمک می نماید.

1- Vesieular - arbuscular
2- Endogonaceae
3- Mucorales
4- Glomus

اکنون وقت آن رسیده که به جنگل برگردیم، یکی از زیستگاههایی که مواجه می شویم محل برجامانده از آتش سوزی قدیمی است. فلور قارچی چنین مناطقی مشخص است. در طبیعت تعدادی از قارچهای چتری مخصوصاً (فلیوتا ـ کربوناریا)[1] و (میکسوفالیامورا)[2] فقط در زمینهای سوخته یافت می شوند. بعلاوه بعضی از دیسکومیستها بویژه قارچ (پیرونما)[3] با آپوتیسیومهای صورتی، به تعداد فراوان در میان چوبهای سوخته دیده می شوند. اپوتیسیمهای بزرگ (ریزینا آندولاتا)[4] نیز در این زیستگاهها یافت می شود. این قارچ پارازیت ریشه درختان کاج بوده که تحت تأثیر مناطق سوختهٔ مجاور آلوده شده اند. آسکسپورهای این قارچها در حرارت ۳۵-۴۵ درجهٔ سانتی گراد شروع به رویش می کند و در نتیجه میسلیوم جدید ایجاد و گسترش می یابد و سبب آلودگی ریشه هایی می شود که در نزدیکی ناحیهٔ آتش سوزی هستند.

اکنون قارچهای مراتع و چمنزارها را مورد بررسی قرار می دهیم. در این محلها گونه های خاصی رشد می نمایند. تعداد زیادی از گونه ها هم در چمنزارها و هم در جنگلها می رویند ولی از انواع قارچهای میکوریز مشاهده نمی شود. از مشخصات ویژهٔ این محلها، وجود گونه هایی از جنس بزرگ (هیگروسایب)[5] می باشد. این قارچهای چتری اندازهٔ متوسطی دارند و تعدادی از آنها سفیدرنگ، اما عمدةً به رنگ قرمز روشن، زرد و درخشان می باشند. از این قبیل قارچها می توان (آگاریکوس کامپستریس) و قارچ اسبی(اگاریکوس آرونسیس)[6] که در مراتع دیده می شوند و قارچ چتر افتابی (لپیوتاپروسرا)[7] را نام برد. دوقارچ اخیر از جمله بزرگترین قارچهای چتری شناخته شده هستند، که فقط کلاهک آنها، به ۲۵ سانتی متر می رسد. یکی از گونه های فراوان قارچ (مارسمیوس اُریدز)[8] می باشد و از قارچهایی است که ایجادحلقه پریان[9] (قارچهای چتری که به صورت حلقه وار ظاهر می شوند) می کند.

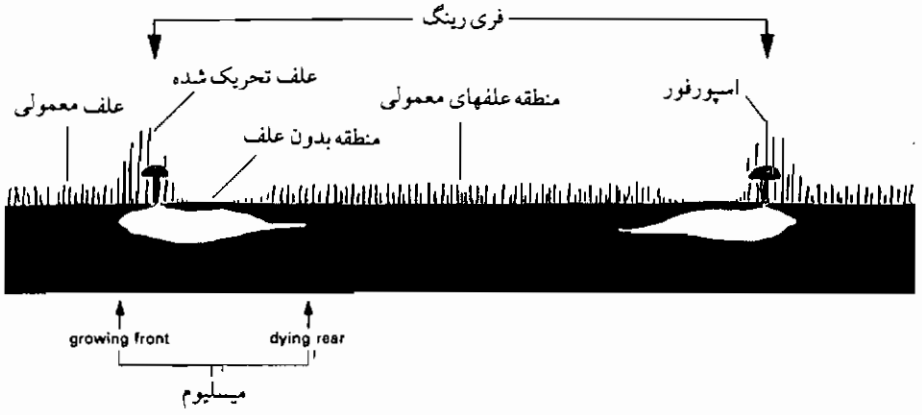
فری ـ رینگها به صورت حلقه هایی بر روی علفهای سبز و تیره ظاهر می شوند و به فراوانی برروی چمنزارها و زمینهای گلف ومرغزارهامشاهده می شود. قطر این فری ـ رینگها کمترازیک تا بیش از ۲۰۰ متر تغییر می کند. در اواخر تابستان اسپورفورها به صورت حلقه وار رویش می یابند. اگرچه (ماراسمیوس اریدز) فراوانترین گونه ای است که به صورت حلقه پریان

1- Pholiota carbonaria
2- Myxomphalia maura
3- Pyronema
4- Rhizina undulata
5- Hygrocybe
6- Agaricus arvensis
7- Lepiota procera
8- Marasmius oreades
9- Fairy - ring

ظاهر می شود، بسیاری از قارچهای چتری دیگر (نظیر اگاریکوس آرونسیس و لیپوتاپروسرا) نیز ایجاد حلقه پریان می نمایند، علاوه براینها قارچهای پفکی نیز قادر به ایجاد آن می باشند.

در تشکیل حلقه پریان میسلیوم نسبةً یکنواخت در خاك مستقر شده و در لایه های بالایی خاك کلنی مدوری را تشکیل می دهد؛ درست مانند یک کپک که در پتریدیش رشد مدور را ایجاد می کند و تنها بخش خارج آنها رشد می کند، بخشهای مسن ترکه ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر عقب تر هستند بتدریج می میرند (شکل ۱۰۰). درست در نزدیکی لبه های در حال رشد کلنی، مواد آلی موجود در خاك مصرف می شوند و بویژه ممکن است، مواد پروتئینی تجزیه شده و با تولید آمونیاك، نیتروژن مورد نیاز قارچ را تولید کنند. ظاهراً این امر محرك رشد علفهای نزدیک به حاشیه در حال رشد این میسلیومهاست. در این ناحیه علفها از رشد بیشتری برخوردارند یک منطقه تاحدّی برهنه که علفها وضعیت نامساعدی دارند نیز دیده می شود. به نظر می رسد که خاك توسط میسلیومها اشغال شده و احتمالاً تهویهٔ خاك را کاهش داده و جذب آب را نیز در انحصار خود قرار می دهد. بیرون از حلقه و در مرکز آن، یعنی جایی که قارچ مرده است، رویش گیاه (علفها) طبیعی است. برخی، یک ساختمان پیچیده تری را مطرح می کنند بدین صورت که در داخل حلقه یک منطقهٔ تحریک کننده که میسلیومهای تجزیه کننده مواد غذایی را آزاد می سازند وجود دارد و زمانی که اندامهای بارده (چتر) رشد می نماید اطراف آنها را علفهای شاداب فرا می گیرد. حلقه هرسال به شعاع ۱۰-۱۵ سانتی متر بزرگ می شود، برهمین اساس حلقه های بزرگتر بایستی چندین قرن عمر داشته باشند. قارچهای حلقه پریان به چمنزارها محدود نمی شود آنها گاهی در جنگلها نیز مشاهده می شوند اما در اواخر پاییز اسپوروفورهای آنها نمایان می گردند.

در چراگاهها، اغلب قارچهای سمی، باکودهای حیوانی در ارتباط هستند، علاوه بر اینها فلور کاملاً شناخته شده‌ای نیز برروی کود علفخوارانی از جمله اسب، گوسفند و خرگوش رشد و نمّو می یابند. درصورتی که کود تازه‌ای را با رطوبت و تهویهٔ مناسب در زیر پوشش شفافی (ظرف شیشه ای) قرار دهیم یک فلورقارچی با نظم معینی شکل خواهد گرفت. این تشکیل پیاپی قارچ را بآسانی می توان مشاهده نمود و مشارکت آنها بسیار جالب است. این موضوع توسط بسیاری از قارچ شناسان مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است، چون یک بررسی مقدماتی مناسب برای مطالعهٔ عمل تأثیر متقابل قارچها در زیستگاههای طبیعی شان (که کاملاً محدود شده اند) می باشد.



شکل ۱۰۰. نمایش حلقه پریان که از نیمرخ میسلیوم. خاك طبیعی به‌رنگ سیاه و خاکی که توسط میسلیوم قارچ اشغال شده به‌رنگ سفید مشخص شده است.

در این ظهور پی در پی، اسپورانژیفورهای قارچهای راسته موکورالها مخصوصاً (پیلایرا)[1]، (قارچ تفنگی)[2] و (موکور)[3] دردو یا سه روز اول مشاهده می شوند. بلافاصله آپوتیسیومهای کوچکی از چندین دیسکومیست بخصوص گونه هایی از (آسکوبولوس)[4] به وجود می آید. در این زمان اسپورانژیفورهای کپکهای موکوری توسط کپکهای دیگر همین راسته بخصوص توسط (کاتوکلادیوم)[5] و (پیپتوسفالیس)[6] مورد حمله قرار می گیرند. به دنبال آن، پری تیسیومهای کوچک بویژه از انواع (پودوسپورا)[7] و (سورداریا)[8] ظاهر خواهند شد. بعد از ده روز یا بیشتر قارچهای چتری کوچک بویژه گونه هایی از کوپرینوس به صورت غالب برروی کود آشکار می شوند. برخی از قارچهای ناقص (دوترومیستها) نظیر (آرتروبوتریس الیگوسپورا)[9] که یک قارچ شکارکنندهٔ نماتدهاست معمولاً بروز می کنند. در اکثر قارچهای پهن دوست نحوهٔ انتشار مانند قارچ تفنگی است که قبلاً توضیح داده شد. مراحل ظهور این توالی

1- Pilaira
2- Pilobolus
3- Mucor
4- Ascobolus
5- Chaetocladium
6- Piptocephalis
7- Podospora
8- sordaria
9- Arthrobotrys oligospora

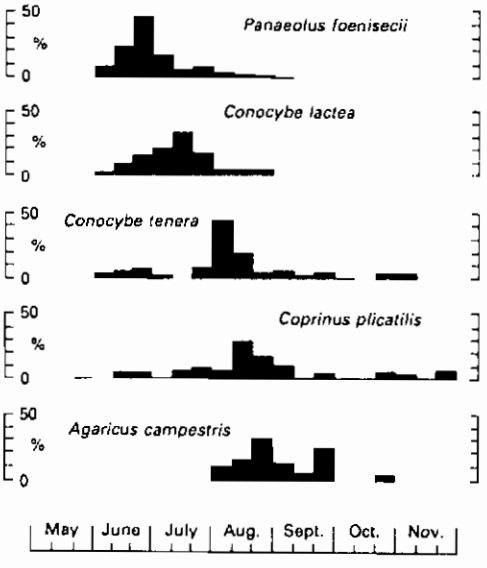
قارچها (موکوری، دیسکومیست، پیرنومیست و هیمنومیست و ...) بااندازه گیری زمان لازم برای جوانه زدن اسپورهایی که از اندامهای اسپورزا به دست آمده اند مشخص شده است. با این که عوامل پایانی هر مرحله از این توالی کاملاً مشخص نشده است، مع هذا شواهد خوبی وجود دارد که در مرحلهٔ نهایی (هیمنومیست) گونهٔ غالب کوپرینوس احتمالاً اثر تضعیفی روی هیفهای انواع دیگر قارچها دارد. بایستی تأکید نمود که کل سیستم بسیار پیچیده است. به علاوه در هر فلور گسترده قارچ یک جمعیت باکتریایی قابل ملاحظه و همچنین مجموعه ای از حیوانات کوچک مثل نماتدها و حشرات دیده می شود.

اگرچه توانایی قارچهای پهن دوست در آزمایشگاه بروشنی قابل تشخیص است ولی ممکن است همین روند در محیط طبیعی مشاهده نشود، حتی این روند رشد در آزمایشگاه تحت بعضی از شرایط مثل رطوبت نسبی تغییر می کند.

مطالعهٔ توزیع و گسترش قارچهای بزرگتر در محیطهای متفاوت عمدةً براساس وجود اسپورفورها می باشد، زیرا میسلیومها در زیر خاك پنهان می شوند. در این مطالعات بایستی زمان باردهی یا فنولوژی این ارگانیسمها را تشخیص داد. معمولاً حداکثر رشد و نمّوقارچهای گوشتی بزرگ در اواخر پاییز است، ولی بعضی از قارچها مثل (مورکلا)[1] و قارچ خوراکی جرجیس (تریکولوماگامبازوم)[2] در اواخر بهار ظاهر می شود. با شروع سرمای آخر پاییز معمولاً فصل قارچهای سمی به پایان می رسد، البته یک گونه به نام قارچ (فلامولینا و لوتیپس)[3] وجود دارد که در فصل زمستان قادر به رویش است اسپورفورهای این قارچ چتری در هوای کاملاً مرطوب و در شدت سرما و یخبندان زنده می ماند و با گرم شدن هوا، آزاد شدن اسپورهای این قارچ مجدداً آغاز می گردد. این گونه حتی در طول سخت ترین زمستانها فراوان یافت می شود. مطالعات محدودی درمورد فنولوژی قارچها انجام شده است؛ یکی از این گونه تحقیقات برروی قارچهای چتری چمنزاریک باغ سیب، دریک دورهٔ ۵ساله صورت گرفته است. برای هر ۱۰ روز یک بار تعداد اندامهای بارده (کلاهکها) قارچها شمارش شده است. از عمده ترین این قارچها می توان (پانائلوس فونی زسی)[4]، (کونوسایب لاکتئا)[5]، (کونوسایب تنه را)[6]،

1 - Morchella
2- Tricholoma gambosum
3- Flammulina velutipes
4- Panaeolus foenisecii
5- Conocybe lactea
6- C. tenera

(کوپرینوس پلی کاتیلیس)[1] و بالاخره قارچ خوراکی آگاریکوس کامپستریس (قارچ خوراکی زمینی) را نام برد. میانگین درصد هریک از این گونه ها درطی دورهٔ ۵ ساله در شکل ۱۰۱ نشان داده شده است. زمان باردهی این گونه ها از اوایل تابستان تا پاییز متغیر است.



شکل ۱۰۱. رویش فصلی قارچهای سمی دریك چمنزار باغ میوه، نمودارهای ستونی میانگین درصدی مقداراندام باردهٔ هرگونه را در هر ۱۰روز طی سالهای ۶۸-۱۹۶۴ را نشان می‌دهد.

میسلیوم قارچهای بزرگ جنگلی و چمنزارها، با بسیاری از قارچهای ریز همراه است و ظاهراً از عناصر مهم اجتماع قارچهای خاك هستند. این موضوع بطور گسترده در سرتاسر دنیا مورد مطالعه قرار گرفته است و از گونه های غالب، موکور، پنی سیلیوم، آسپرژیلوس و (تریکودرما)[2] رامی توان نام برد. در مطالعهٔ جمعیت میکروبی خاك، فهرست طویلی از قارچهای همراه با آنها جمع آوری شده است. در نتایج جمع به دست آمده همیشه بایستی به روش به کار رفته توجه داشت.

در تحقیقات اولیه (محیط کشت)[3] مورد استفاده قرار می گرفت. در این روش مقدار

1 - Coprinus plicatilis
2- Trichoderma
3- Poured plate

کمی خاك را در آب استریل شده مخلوط نموده و سپس می گذارند تا مواد درشت ته نشین شود. بعد یک میلی لیتر از این سوسپانسیون رقیق شده را با ۱۰ میلی لیتر آگار مایع و استریل شده که در ۴۰ درجهٔ سانتی گراد سرد شده است مخلوط می کنند و سپس در داخل پتریدیشهایی که از قبل استریل شده است ، می ریزند و می گذارند تا آگار به صورت ژله مانند در آید. سپس کلنیهای قارچی در حال رشد را شمارش، جدا و شناسایی می کنند. این نتایج به طبیعت آگار و توانایی قارچهای موجود که رشد نسبتاً سریع را در روی محیط کشت نشان می دهد بستگی دارد. اشکال مهم دیگر این است که قارچهایی باذرات درشت تر خاك موجود در سوسپانسیون ته نشین می شوند در نتیجه به حساب نیامده و یادداشت نمی شوند.

ازمیان روشهای جدید، روش (سُیل ـ پلیت)[1] مناسبتر است، اگرچه هنوز ایراداتی به آن وارد است. در این روش نمونهٔ خاك (۵-۱۵میلی گرم) را به وسیلهٔ سیم پهن استریل شده مخصوص تلقیح، در کف پتریدیش استریل شده پخش می نماییم، که در صورت لزوم برای کمک به پخش آن از یک یا دو قطره آب استریل شده استفاده می شود، در حدود ۱۰ میلی گرم آگار ۴۰درجه سانتی گراد استریل شده اضافه می شود و ذرات خاك را توسط سیمی که قبلاً استفاده شده بود قبل از سفت شدن در محیط پخش می نماییم. با این روش تعداد زیادتری از کلنیهای قارچ ازذرات خاك جداشده و رشد می نمایند.

از روشهای دیگری نیز تا به حال استفاده شده است که همیشه گونه های جدا شده تا حد زیادی بستگی به روش به کار رفته داشته است. با وجود جداسازی یک قارچ برروی آگار، اطلاعاتی در مورد چگونگی رویش آن در خاك و این که آیا اسپورها به صورت غیر فعال و یا میسلیومها در خاك فعال هستند، به ما نمی دهند.

تعیین حالتی که قارچها در خاك هستند خیلی مشکل است. یک روش بسیار مشکل اما مناسب، روشی است که تودهٔ خاك را بارزین سفت شده آغشته کرده و همانند یک تخته سنگ و با استفاده از روشهای پترولوژی، مقاطع نازك تهیه می نمایند و ارتباط بین قارچ و ذرات خاك را مستقیماً مشاهده می کنند. اگرچه میسلیومها و اسپورها و گاهی اوقات ساختمانهای اسپورزا بطور کامل قابل رؤیت است، اما تشخیص آنها بسختی امکان پذیر است. از طرف دیگر توسط این روش اطلاعاتی در مورد فعالیتشان بدست نمی آید.

شناسایی انواع مختلف قارچهایی که می توان آنها را از خاك جداکرد ممکن است

---

1 - Soil - plate

باارزش باشد، مخصوصاً اگرنیازهای غذایی آنها شناخته شود. خاك یک سیستم پویا (دینامیک) است، که مواد آلی جدید که عموماً از مواد گیاهی است دایماً به آن در حال افزوده شدن می باشد. در خاك کربوهیدراتهای ساده تر از قبیل قند و نشاسته بسرعت توسط قارچهای معینی مورد استفاده قرار می گیرند این قارچها دارای اسپورهایی هستند که براحتی جوانه زده و میسلیومهایشان بسرعت رشد می کنند. اینها قارچهای قندی و از انواع عمدهٔ راسته موکورالها هستند و اکثر آنها قادر به هیدرولیز سلولز نیستند. بعد از آنها گونه های دیگری وجود دارد که متعلق به آسکومیستها و بازیدیومیستهاست که قادرند سلولز را تجزیه نمایند. عده ای از آنها نیز می توانند لیگنین را تجزیه کنند. مواد آلی عمدهٔ باقیمانده حداقل برای مدتی به صورت هوموسی بی شکل باقی می ماند اگرچه از مدتها قبل برای قارچ شناسان روشن شده بود که میسلیوم قارچهای سمی نیز در بیشتر خاکها وجود دارد، ولی توانستند با استفاده از روش سیُل ـ پلیت بازیدیومیستها را نیز در فهرست قارچهای جدا شده از خاك معرفی نمایند.

در داخل خاك قارچها با یکدیگر و با میکروارگانیسمهای خاك رقابت می کنند. به این ترتیب که مثلاً (تریکودرماویرید)[1] که یکی از گونه های فراوان در خاك است، مواد بخصوصی از خود دفع می کند؛ این مواد برروی سایر میسلیومهای قارچ می تواند اثر کند و آنها را از بین ببرد. رقابت قارچها با یکدیگر ممکن است از نظر بیماریهای گیاهی حایز اهمیت باشد. به عنوان مثال (جامانومایسز گرامینیس)[2] که باعث آلودگی گندم می شود، یا (فوزاریم اکسی سپوروم)[3] که موجب پژمردگی طیف وسیعی از گیاهان زراعی است، را می توان نام برد. این قارچها در خاك نیز به عنوان ساپروفیتیک می توانند زندگی کنند اما تحت رقابت با گونه های قویتری که صرفاً ساپروفیتیک هستند قرار می گیرند. ارتباط بین این نمونه ها که تحت تأثیر عمل خاك می باشد اهمیت عملی قابل توجهی دارد.

درون خاك و در نزدیک سطح ریشه های زنده شرایط ویژه ای وجود دارد. میسلیومهای گونه های مختلف که در سطح ریشه یافت می شوند مواد آلی منتشرهٔ لازم خود را از سلولهای سطحی می گیرند. چنین ساپروفیتهایی احتمالاً اولین پارازیتهای حمله کننده هستند این محیطهای اختصاصی را (ریزوپلن)[4] نام نهاده اند، که موجبات داشتن یک فلور غنی از قارچها را فراهم می سازد.

1- Trichoderma viride
2- Gaeumannomyces graminis
3- Fusarium oxysporum
4- Rhizoplane

کودهای حاصل از بقایای گیاهی، تودهٔ علفهای مرطوب و ستونهای کودهای کشاورزی که همگی سیستمهای خودگرمازایی هستند همین که دما از ۳۰ درجه سانتی گراد تجاوز می کند یک فلور قارچی مشخصی را ایجاد می کند. بسیاری از قارچهای موجود در این کودها نمی توانند در دمای کمتر از ۲۰ درجهٔ سانتی گراد رشد کنند، اما در دمای بین ۳۵-۴۵ درجه سانتی گراد بخوبی رشد می نمایند. این قارچها را می توان باقرار دادن قطعات ریزی از بقایای کمپوستها در پتریدیشهای حاوی آگار تلقیح نمود و در ۴۵ درجهٔ سانتی گراد نگهداشت و به این ترتیب آنها را جدا کرد. البته باید با اعمال روشهای خاص، از خشک شدن محیط جلوگیری شود. مثالهای بارزی از این قارچها (موکورپوزیلوس)[1]، (پنیسیلیوم دوپونتی)[2] است، که قارچ آخری قادر است در ۶۰ درجهٔ سانتی گراد رشد نماید.

قارچها عموماً خاکزی و کمتر از ۲ درصد آنها آبزی می باشند. از این ۲ درصد اکثرشان ازطریق زئوسپور تکثیر می یابند و می توان آنها را به عنوان آبزیان اولیه ای که اجدادشان زندگی آبزی داشته اند در نظر گرفت. ازمیان این قبیل قارچها (ساپرولگینا)[3] (آکلیا)[4] را می توان نام برد که در روی مواد آلی غوطه ور و یا شناور رشد می کنند؛ مخصوصاً اگر مواد فوق حاوی پروتئین باشند. در مردابها و کانالها برروی ماهیهای شناور هالهٔ سفیدرنگی ظاهر می شود که همان کپک آبی معروف و از ساپرولگنیاهاست. در آبهای خیلی آلوده قارچهای فاضلابی همچون (لپتومیتوس لاکتئوس)[5] فراوان بوده و گاهی اوقات فیلترهای فاضلاب را مسدود می کند. از طرفی کیتریدهای میکروسکوپی نه تنها پارازیت جلبکها وفیتوپلانکتونهای تک سلولی هستند که به عنوان ساپروفیت برروی مواد الی غوطه وربی جان که شامل سلولز کیتین و کرآتین هستند نیز یافت می شوند. تعدادی زیادی از قارچهای جالب توجه به صورت دانه های چرك مانند و سفید روی میوه هایی که سطحی صاف دارند (نظیر سیب، میوه گل سرخ یا گوجه فرنگی) و چندهفته ای در مردابی غوطه ور بوده اند رشد می کنند. متداولترین قارچی که از این راه ایجاد می شود قارچ (بلاستوکلادیا)[6] است.

قابل ذکر این که تعدادی از قارچها را که معمولاً به صورت آبزی هستند می توان از

1- Mucor pusillus
2- Penicillium dupontii
3- Saprolegnia
4- Achlya
5- Leptomitus lacteus
6- Blastocladia

خاکها نیز جداساخت. این حالت یک پیوستگی واقعی بین ارگانیسمهای خاکزی و آبزی را نشان می دهد.

به موازات قارچهای آبزی اولیه، گونه های قارچی دیگری وجود دارند که از قارچهای خاکزی ناشی شده اند. هیفومیستها بطور معمول روی برگهای پوسیده و شناور درختان و بوته ها در رودخانه ها و نهرها گزارش شده اند. این قبیل قارچها بوضوح نقش مهمی در اکولوژی آبهای اکسیژن دار که در آنها برگهای درختان برگ ریز، محل اصلی تهیه مواد آلی سالیانه هستند به عهده دارند. همچنین بعضی از آسکومیستها نیز برروی ساقه های شناور مرده گیاهان مردابی و قطعات چوبی موجود در دریاچه ها یافت می شوند.

برخی از قارچها دریازی هستند، اما تعداد آنها نسبةً کم بوده و بخش کوچکی از ارگانیسمهای زندهٔ دریا را تشکیل می دهند. تعداد کمی از آنها (کیترید)[1] و جزو قارچهای میکروسکوپی می باشند. بااین وجود اکثر قارچهای دریایی شناخته شده از آسکومیستها و بویژه از پیرنومیستها هستند. بسیاری از آنها تجزیه کنندهٔ چوب می باشند از روی چوبهایی که مدت طولانی در دریا غوطه ور بوده اند جمع آوری شده اند. البته برخی نیز برروی جلبکهای زنده یافت می شوند. یکی از متداولترین آنها (مایکوسفارلا آسکوفیلی)[2] است که آندوفیت (جلبک آسکوفیلوم نودوزوم)[3] است. این جلبک اندامهای جنسی خود را درون کانسپتا کل ها و برروی انشعابات جانبی تخصص یافته به نام رسپتاکل تولید می کند، در بهار این انشعابات ظریف میوه داده، پرتیسیومهای سیاه قارچ با اکثر کانسپتاکل های بزرگتر جلبک مخلوط می شوند. قارچ توسط انشعابات ظریف، میسلیومهای خود را در تمام سطح لزج بین سلولی گیاه میزبان انتشار می دهد. اما ظاهراً این ارتباط هیچ گونه آسیبی نمی رساند. به نظر می رسد که جلبک اسکوفیلوم هرگز بدون این آندوفیت یافت نمی شود و همانند بیشتر سیاهکها قارچ سیستمیک (به وجود میزبان وابسته) است و مرحله اسپورزایی آن به ناحیهٔ تولید مثل میزبان محدود می شود.

دربحث اکولوژی قارچها، نقش آنها را به عنوان انگل نباید فراموش کرد. آنها

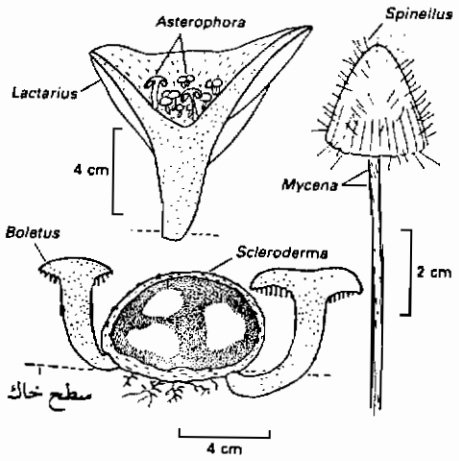
1- chytrids
2- Mycosphaerella ascophylli
3- Ascophyllum nodosum

پاتوژنهای عمدهٔ گیاهان عالی اند که در فصل بعدی بررسی می شوند. البته فعالیت انگلی این قارچها در موجودات زندهٔ دیگر نیز مشاهده می شود. برخی به حشرات حمله می کنند، مثلاً (انتومو فتورا موسکا)[1] پارازیت حشرات است که در فصلهای قبلی بررسی شده است. از مثالهای دیگر آسکومیست (کوردی سپس میلیتاریس)[2] است که در خاك به لارو وشفیره (لپیدوپترا)[3] حمله می کند. حشرهٔ مرده به وسیلهٔ یک تودهٔ انبوه میسلیومهای قارچی محاصره می شود، به این ترتیب در بالای زمین یک استرومای نارنجی و گرزی شکل به بلندی چندسانتی متر رشد می کند که تعدادی پرتیسیوم در آن قرار دارد. این استروما ها عموماً در فصل پاییز پیدا می شوند و اگر با دقت بررسی شوند شفیرهٔ مرده و مومیایی شده نیز به آسانی یافت می شود.

قارچها به حیوانات بسیار کوچک نیز حمله می کنند. قبلاً به قارچهای کنیدی دار که نماتدها را به دام می اندازند و از بین می برند، اشاره کردیم. چند نوع زیگومیست جالب نیز به صورت انگل آمیبها در خاك می باشند و بالاخره ماهیهای پولک دار، پرندگان و پستانداران، بعضی اوقات در معرض حملهٔ قارچها قرار می گیرند. در فصل بعدی قارچهای انسانی بطور خلاصه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

قارچها بندرت به قارچهای دیگر حمله می کنند. بعضی از کیتریدها به کپکهای آبی و همچنین دیگر کیتریدها حمله می کنند. برخی از اعضای راستهٔ موکورالها مرتباً به اعضای همین راسته حمله می کنند. برخی از قارچهای موکوری میزبان خود را از بین قارچهای عالیتر انتخاب می نمایند. برای مثال (اسپی نلوس)[4] اغلب برروی کلاهک قارچهای چتری (مایسنا) و(کلیبیا) دیده می شود. همچنین قارچهای نسبةً بزرگتر ممکن است به دیگر قارچهای عالی حمله کنند، مثلاً قارچ (بولتوس پارازیتیکوس)[5] برروی قارچ (توپ زمینی)[6] رشد می کند. و قارچ سمی کوچک (آستروفوراپارازیتیکا)[7] که پارازیت معمول بر روی قارچهای چتری بزرگتر مانند (لاکتاریوس و لوروس)[8] و (روسولانیگریکانس)[9] می باشد (شکل ۱۰۲) اینها فقط چند مثال از حملهٔ انگلی قارچها به دیگر قارچهای متعلق به همان سلسله است.

1- Entomophthora muscae
2- Cordyceps militaris
3- Lepidoptera
4- Spinellus
5- Boletus parasiticus
6- Scleroderma
7- Asterophora parasitica
8- Lactarius vellereus
9- Russula nigricans



شکل ۱۰۲ . قارچهایی که انگل قارچهای دیگر هستند Asterophora parasitica برروی قـارچ Lactarius vellereus و همـچنین قـارچ Boletus parasiticus برروی Scleroderma citrinum و Spinellus. sp روی Mycena polygramma رشد می کند.

فصل هشتم

انتشارقارچها

انتشار قارچها باعث ظهور و بقای گونه ها در محدودهٔ زیستی آنها می شود و همچنین احتمالاً عاملی برای توسعهٔ محدودهٔ زیستی گونه ها و گسترش تنّوع ژنتیکی است انتشار نیز نه تنها برای قارچها بلکه برای هرموجود زنده‌ای، دارای اهمیت می باشد. در قارچها تغذیهٔ میسلیوم معمولاً به زمینه مواد غذائی بستگی دارد. آنچه ما بطور معمول می بینیم اندامهای قارچ با تولید مثل و آزاد کردن اسپورهایی، که عامل انتشار قارچها محسوب می شوند، در رابطه اند. در اکثر قارچها اسپورها توسط باد منتقل می شوند. در انتشار به وسیلهٔ باد، که به پرواز هواپیما می تواند تشبیه شود، سه مرحلهٔ مهم قابل تشخیص است: مرحله آزاد کردن اسپورها (مشابه بلند شدن هواپیما)، مرحله انتشار واقعی اسپورها (مشابه پرواز هواپیما) و بالاخره به زمین نشستن اسپورها (مشابه فرود هواپیما)ست.

در فصول قبل راجع به آزاد شدن اسپورها مکرّر بحث شده است. در تعدادی از قارچها انتشار به صورت یک فرآیند فعال است که در ضمن آن اسپورها به هوا پرتاب می شوند. در بیشتر آسکومیستها و در همینومیستها (بزرگترین ردهٔ بازیدیومیستها) پرتاب اسپورها یک اصل به شمار می آید. در همینومیستها پرتاب اسپور[1] ازبازیدیومهایی است که اندازهٔ آن تنها ۰/۱ تا

1- Spore-gun

۰/۳ میلی متر است، ولی در آسکومیستها اندازهٔ کیسهٔ آسک بزرگتر است و برای گونه های مختلف از ۲ تا ۳۰۰ میلی متر در تغییر است.

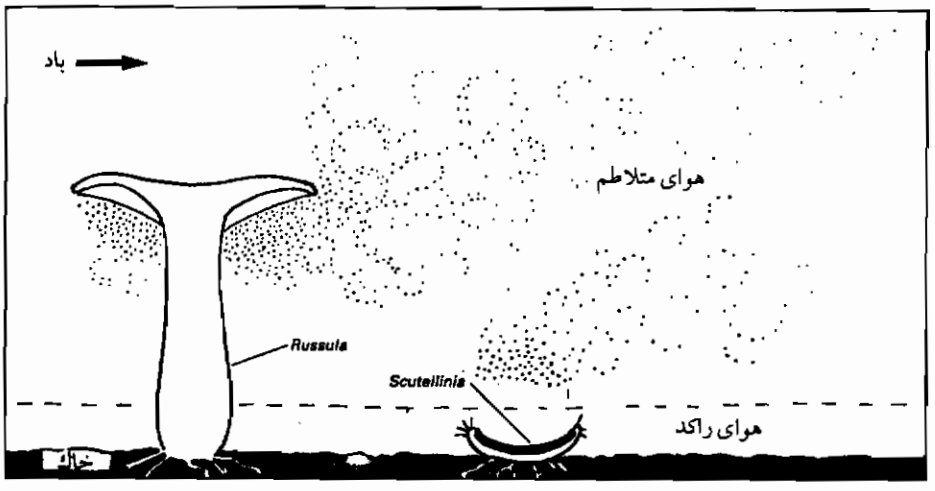
هم در آسکومیستها و هم در بازیدیومیستها اولین گام برای انتشار مؤثر پرتاب اسپورها، وجود هوای متلاطم و جریان هواست. در سطح زمین لایهٔ نازکی از هوای راکد یا هوایی با جریان بسیار آرام وجود دارد که هر اسپوری وارد این ناحیه شود براحتی و بسرعت ساکن می شود. معمولاً ضخامت این لایه به چند میلی متر می رسد. البته در طول شبهایی که باد نمی وزد و هوا آرام است ممکن است این ناحیه بطور قابل ملاحظه ای ضخیم شود و زمانی که جریان هوا متلاطم تر است ضخامت لایه به کسری از میلی متر کاهش پیدامی کند. در بالای لایهٔ راکد، هوا جریان دارد و اسپورها به محض این که به این منطقه می رسند فرصت مناسبی برای انتشار وسیع پیدا می کنند.

در بیشتر آسکومیستها کیسه های آسک اسپورهای خود را تا مسافت قابل قبولی پرتاب می کنند به نحوی که اسپورها انرژی لازم برای ورود به جریان هوای متلاطم را پیدا کنند؛ ولی بردبازیدیوم، کوتاهتر از آن است که چنین اتفاقی بیفتد. اگرچه در قارچهای چتری به وسیلهٔ کلاهک که در نوك پایهٔ آن قرار دارد و یا در قارچهای تاقچه ای که روی درخت می رویند، اسپورها از هیمنیومی که معمولاً به حالت نزدیک به عمود قرار دارد پرتاب می شوند و بعداً آزادانه وارد جریان هوایی که اغلب متلاطم است می شوند. این وضعیت در (شکل ۱۰۳) نشان داده شده است که در آن آزاد سازی اسپوراز یک قارچ چتری با چگونگی آزاد ساختن اسپورازیک قارچ فنجانی از اسکومیستها مقایسه شده است.

یک اختلاف دیگر بین قارچ چتری و قارچ فنجانی بایستی توجه شود: لایهٔ کیسه آسک و پارافیزهای بین آنها کمتر توسط باران تحت تأثیر قرار می گیرد ولی هیمنیوم قارچ چتری اگر مستقیماً خیس شود نابود می شود. بنابراین پناهگاهی که کلاهک یک قارچ چتری برای سطوح همینومی ظریف فراهم می کند دارای اهمیت است و شکل چتر مانند، اتفاقی ظاهر نشده بلکه واقعاً ارزش حیاتی دارد.

در همینومیستها و در اکثر آسکومیستها، انتشار اسپور به فعالیت سلولهای متورّمی وابسته است که این سلولها داری ذخیرهٔ آب هستند. بسیاری از آسکومیستها متفقاً با بازیدیومیستهای ژلاتینی و چرمی که بطور معمول روی چوب و تنهٔ درخت به سر می برند، رها کردن اسپورهایشان درخشکی متوقف می شود؛ اما با این وجود زنده می مانند. آنها وقتی خیس

می شوند سریعاً آب را جذب می کنند و مجدداً آزادسازی اسپورها شروع می شود. به عنوان مثال می توان از مرحلهٔ پرتیسیومی قارچ (نکتاریا)[1] قارچ تاقچه ای (استرئوم)[2] و اسپورفورهای ژلاتینی (اوریکولاریا اوریکولاجادا)[3] نام برد که بطور معمول روی اندامهای مرده و مسن (آقطی)[4] دیده می شوند.



شکل ۱۰۳. دیاگرامی برای مقایسهٔ اسپورهای رها شده که به‌وسیلهٔ باد منتشر شده‌اند بین یك قارچ چتری نظیر (Russula)[5] یك قارچ فنجانی مثلاً (Scutellinia)[6] هوا درسطح مجاور خاك ساکن و دربالا متلاطم و درجریان است.

اگرچه آزاد شدن اسپور در قارچها غالباً بستگی به شدت رطوبت دارد ولی در تعداد کمی از قارچها آزاد شدن اسپورها به خشکی هوا وابسته است. در گونه های مشخصی از پرونوسپورا آزاد سازی اسپورانژها در طبیعت با کاهش سریع رطوبت نسبی هوا ارتباط دارد. از آن جا که پرتاب اسپورانژها بطور اساسی به چرخش محور اصلی خشک اسپورانژیوفور بستگی دارد،

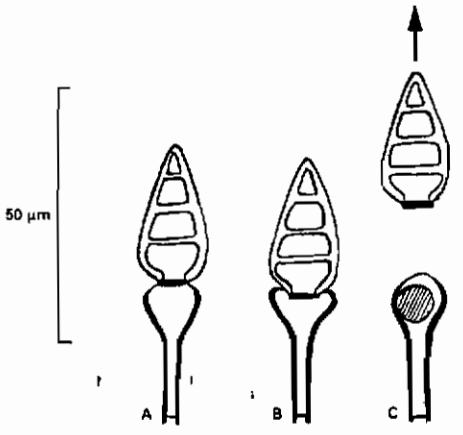
1- Nectavia
2- Stereum
3- Auricularia auriculajudae
4- Sambucus

بنابراین اسپورانژیوفورها سرانجام اسپورانژهای متصل به خود را پرتاب می کنند. اگرچه اخیراً شواهد موجود نشان می دهد که پرتاب اسپور یک اثر الکترواستاتیکی است. در هنگام خشک شدن سریع برگهای گیاه میزبان باردار شده؛ و آشکارا مانند اسپورانژیوم های باردار عمل می کنند. هیچ شکی در مورد باردار بودن برگها و اسپورانژیومهای آزد شده وجود ندارد. با این وجود برای اثبات پرواز اولیه اسپورها مشکلاتی وجود دارد اگرچه به محض وزش هوا اسپورانژیومهای باردار مطمئناً می توانند دفع شوند. در تعداد کمی از قارچهای کنیدی دار مکانیسم پرتاب اسپورها، به گسیختگی آب تحت فشار بستگی دارد، برای مثال در(دی تونیلا)[1] (شکل ۱۰۴) یک کنیدی منفرد روی نوك یک سلول کنیدیوفور که ضخامت آن یکنواخت نیست به وجود می آید. در ناحیهٔ انتهایی سلول کنیدیوفور دیواره نازك است اما در قسمتهای دیگر دیواره ضخیم است. در اثر فشار ناشی از خشکی هوا و تبخیر آب از این سلول، کاهش حجم سلول نتیجه می شود و در نتیجه انتهای سلول به سمت داخل کشیده می شود. در این حالت دیواره به واسطهٔ داشتن قابلیت ارتجاعی و فشار، خود به حالت اولیه برمی گردد؛ در نتیجه سلول تحت فشار زیادی قرار می گیرد و در واقع فشار آن قدر زیاد می شود که بر نیروهای پیوستگی مولکولهای آب و نیروی چسبندگی دیوارهٔ سلولی غلبه می کند و یک حباب گازی شکل ظاهر می شود. در این هنگام سلول به حالت اولیهٔ خود برمی گردد و مولکولهای آب نیز از هم گسیخته می شوند. این حرکت ناگهانی باعث پرتاب سریع کنیدی از کنیدیوفور می شود. این نوع پرتاب شدن در تعداد کمی از قارچها کنیدی دار گزارش شده است. نظیر چنین مکانیسمی جهت انتشار اسپورها از اسپورانژیوم سرخسها نیز مشاهده می شود.

دربسیاری از قارچها اسپورها فعالانه منتشر نمی شوند، با این حال اسپورها آزادانه در هوارها می شوند. مثالهای معروف این نوع انتشار کپکهایی نظیر (کلادوسپوریوم)[2] پنی سیلیوم و ریزوپوس است. به علاوه اوریدینوسپورهای زنگها (اوردینالس)[3]، تلیوسپورهای سیاهکها (اُستیلاجینالس ها)[4] و کنیدیومهای سفیدکهای پودری (اریزیفالس ها)[5] در هوا فراوانند اگرچه مکانیسم فعالی برای انتشار اسپورهایشان مشاهده نشده است. به هر حال در کپکها

1- Deightoniella
2- Cladosporium
3- Uredinales
4- Ustilaginales
5- Erysiphales

اسپورها معمولاً صدها میکرومتر بالاتر از پیکرهٔ رویشی روی کنیدیوفور یا اسپورانژیوفور عمودی به وجود می آیند و بدون شک این وضعیت به بلند شدن اسپورها در مرحله آغاز انتشار کمک می کند. بیشتر اسپورها در زنگها، سیاهکها و سفیدکهای پودری بعد از اینکه تولید شدند روی سطح بالایی برگ قرار گرفته و در نتیجه نسبت به سطح زمین بالاتر بوده، می توانند براحتی وارد هوا شوند و در لایهٔ هوای متلاطم قرار گیرند.

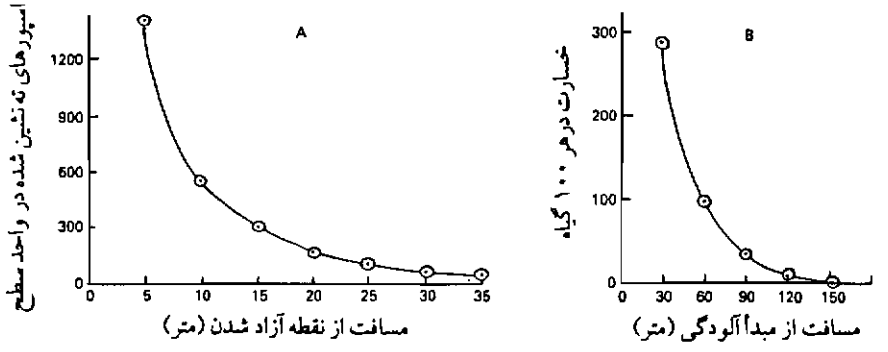


شکل ۱۰۴. Deightoniella torulosa ـ مراحل C-A خشکی‌ای که منجر به پرتاب اسپور می‌شود نشان داده شده است که درکسری از ثانیه از مرحله B به‌مرحله C می‌رسد. فاز گازی در سلول انتهایی کنیدیوفور درC هاشور زده شده است.

بیشتر اسپورهایی که توسط هوا منتقل می شوند کوچکند و اغلب قطری در حدود ۱۰ میکرومتر دارند سرعت سقوط آنها در هوای راکد کمتر از ۱۰ میکرومتر در ثانیه است که $\frac{۱}{۱۰}$ زمانی است که در هوای متلاطم سقوط می کنند. در نتیجه حرکتشان در جریان هوای طبیعی بیشتر به وسیلهٔ حرکت تودهٔ هوا مشخص می شود. تنها عامل محدود شدن انتشار آنها نیروی جاذبه و وزن اسپور است.

اسپورها بعد از بلند شدن، به وسیلهٔ باد منتشر می شوند. انتشار ذرات ریز اسپوراز نقطهٔ پرتاب آنها همانند انتشار و پخش دوده از دودکش بلند یک کارخانه است. دوده ای که در جهت

حرکت باد به صورت افقی منتشر می شود با دوده های آزاد موجود در محیط که در جهت مخالف در حرکت هستند برخورد کرده و با آن مخلوط می شوند و شکلی کمابیش مخروطی به خود می گیردند. یک ابر اسپوری اگرچه بطور نامحسوسی قابل مشاهده است اما معمولاً تودهٔ اسپور در سطح پایین تری رها می شود و در فاصلهٔ کمی از سطح زمین در مسیر باد کشیده می شود. بعضی از اسپورها بالایهٔ هوای راکد تماس پیدا کرده و در نتیجه تعدادی از اسپورها از تودهٔ ابر اسپوری جدا شده وارد لایهٔ هوای راکد می گردند. سپس این اسپورها سریعاً روی زمین می نشینند. تعداد اسپورهایی که دریک منطقه روی زمین می نشینند با دور شدن از منبع تولید بشدت کاهش می یابند. یک نمودار شاخص در شکل (۱۰۵A) تفسیر شده است. منحنی انتشار که در این شکل نشان داده شده است برای یک گیاه پزشک، که سعی دارد وسعت محدوده آلودگی که محصول را تهدید می کند مشخص کند، دارای اهمیت است. منحنی آلودگی واقعی یک شکل منظم دارد (شکل ۱۰۵B). بدون شک کاهش شدید ته نشینی اسپورها نتیجهٔ دور شدن از منبع آلودگی است.



شکل ۱۰۵.Podaxon

A- اسپورهای نشسته شده درواحد سطح (۱۴۷ میلی‌متر مربع را نشان می‌دهد) که برروی اسلایدهای افقی روی زمین و درجهت باد قرار گرفته و دراثر افزایش یك تودهٔ منفرد از اسپورهای آزاد شده درموقعیت صفر و نیم متر بالاتر از سطح زمین قرار گرفته‌اند (اعداد از Sreeramulu + Ramalingan)

B - Phytophthora infestans: آلودگی اولیه بلایت (معدل گیری از ۱۰۰ گیاه آلوده) درمزرعهٔ سیب‌زمینی درمجاورت توده‌ای از سیب‌زمینهای انباشته شده و آلوده که به‌عنوان منبع آلودگی نشان داده می‌شود.

قارچ شناسان در ضمن مطالعهٔ نحوهٔ انتشار افقی اسپورها از نقطهٔ رهاشدن، انتشار عمودی را نیز مورد بررسی قرار می دهند. برای این منظور بعضی از محققین با هواپیما در ارتفاعات مختلف در بالای مزرعهٔ گندمی که به میزان زیادی به زنگ گندم (پوکسینیاگرامینس) آلوده است، اسپورها را روی لامهای چسبناکی به دام انداخته و بعد از تثبیت کردن، آنها را مطالعه می کنند. برای مثال یک نمونهٔ مطالعه شده که در ماه مرداد روی یک مزرعهٔ گندم در کانادا صورت گرفت در مدت ده دقیقه در یک سانتی متر مربع از سطح لام در ۳۰۰ متری، ۳۸۷۰ و در ارتفاع ۱۵۰۰ متری ۱۲۱۰ ودر ۳۰۰۰ متر ۱۷ و در ۴۲۰۰متری ۲تااوریدینوسپور مشاهد شد.

به نظر می رسد که اسپورهای زنگ براثر تغییرات دمای هوا به سمت بالا حمل می شوند و ابر اسپوری واقعی را تشکیل می دهند که صدها کیلومتر از محل اصلی دور شده و باعث عفونت و آلودگی در مناطق دور از منبع اصلی می شود. دلیل خوب و قانع کننده برای این مسأله، آلودگی محصولات گندم در اوایل تابستان در کاناداست که اغلب ناشی از انتقال اوریدینوسپورهای زنگ گندم و از فاصلهٔ ۵۰۰تا ده هزار کیلومتری جنوب این منطقه، که در سال قبل آلوده به زنگ بوده اند، به این منطقه می باشد.

نکته مهم در انتشار اسپورها دوام و قدرت زنده ماندن آنهاست. از نظر زیستی اگر اسپورها تا پایان مسافتی که طی می کنند زنده بمانند مسافت انتشار مهم نیست. در طول انتشار هوایی اسپورها عواملی نظیر خشکی هوا، نورشدید، مخصوصاً اشعهٔ ماورای بنفش وجود دارند که براسپورها اثرات منفی دارند. توانایی اسپورهای مختلف در مقابله با این شرایط نامساعد متفاوت است، به عنوان مثال اوریدینوسپورهای زنگها قادرند برای چندین روز طی انتشار هوایی زنده بمانند در حالی که بازیدیوسپورهای دیگر خیلی زود توانایی تندش را از دست می دهند. بنابراین بازیدیوسپورها معمولاً تنها میزبانهایی را که در نزدیکی آنها قرار دارند آلوده می کنند، در صورتی که اوریدینوسپورهای زنگها قادرند آلودگی را تا مسافت خیلی زیاد حمل کرده و در آن مناطق ایجاد آلودگی کنند.

یک خصوصیت قابل توجه در اکثر قارچها میزان تولید زیاد اسپوراست. یک نمونه بزرگ از قارچهای توپ پفکی (پف ـ بال) [1] ممکن است هفت میلیارد اسپور تولید و یک قارچ چتری خوراکی با اندازه ای متوسط مانند اگاریکوس کامپستریس ممکن است پانصدهزار اسپور

1 - Calvatia gigantea

در دقیقه آزاد کند، معمولاً دورهٔ دوام و بقای یک اسپور رها شده چند روز است. البته تعداد زیادی از اسپورها از بین می روند که عوامل مختلفی سبب از بین رفتن آنها می شود. برای مثال به چند عامل اشاره می کنیم: نامساعد بودن شرایط لازم برای رشد اسپورها جهت تشکیل کلنی، کاهش سریع اسپورهایی که به زمین می نشینند در اثر دور شدن اسپورها از کانون در طول انتشار، لزوم تکرار ترکیب شدن دو اسپوری که سازگاری جنسی دارند بعد از رشد که تولید میسلیوم اسپورزا را بنماید. مع هذا تقریباً غیر ممکن است که تمام این عوامل یکجا فراهم شوند اما در صورتی که عوامل مزبور و عوامل مساعد مهیّا باشند موفقیت یک اسپور برای تولیدمثل جنسی بسیار زیاد است.

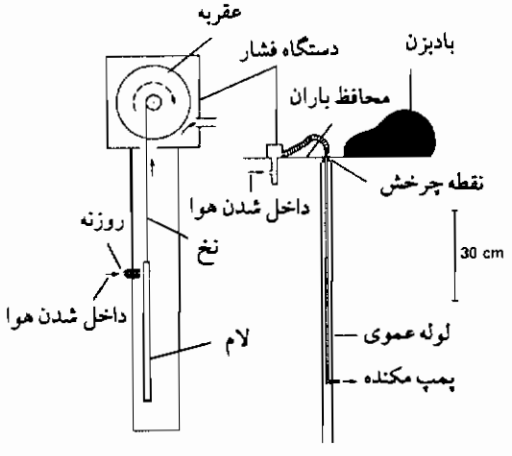
قارچها و اسپورهایی که از این راه تولید می شود بسیار فراوانند تا حدی که اسپورها اجزای طبیعی هوا را تشکیل می دهند که این هوا به نام هوای اسپوری شناخته می شود. کمیت و مقدار اسپورهای هوایی عامل تعیین کنندهٔ مهمی در جمعیت دانهٔ گرده ها و اسپور قارچهاست که احتمالاً در هوا وجود دارند. مطالعات و بررسیهایی که در مورد هوای اسپوری انجام می شود علمی به نام زیست شناسی هوایی یا (اروبیولوژی)[1] نام دارد؛ لذا بایستی به این مجموعه اسپور موجود در هوا توجه بیشتری شود. در حال حاضر اوروبیولوژیستها برای بررسی اسپور موجود در هوا از تعداد اسپورهای به دام افتاده در حجم مشخصی از هوا، استفاده می کنند. تراکم اسپورها به این طریق تخمین زده می شود که معمولاً این تعداد اسپورها را در یک متر مکعب از هوا تعیین می نمایند.

انواع قارچهای موجود در یک منطقه وابستگی زیادی به هوای اسپوری در آن محل دارد و این مسأله در مورد بیماریهای گیاهی بسیار جالب و حائز اهمیت است. اگر اسپورهای یک پاتوژن مهم تشخیص داده شود و تعداد آن تخمین زده شود، سمپاشی محل آلودگی با قارچ کشها در زمان مناسب قابل انجام است. دانه های گرده و اسپور قارچهای مختلف در ایجاد آلرژیهای تنفسی نقش مهمی دارند. به همین دلیل بیشتر مطالعاتی که بر روی اسپورهای موجود در هوا صورت می گیرد انگیزهٔ پزشکی دارد.

اکثر اروبیولوژیستها از اسپورهایی که به وسیلهٔ دام یا تله فشرده شده اند برای مطالعه استفاده می کنند. این اسپورها در سطح چسبناکی فشرده و تثبیت شده اند و سپس زیر میکروسکوپ تشخیص و شناسایی می شوند. برای این منظور از دستگاهی به نام تله اسپوری

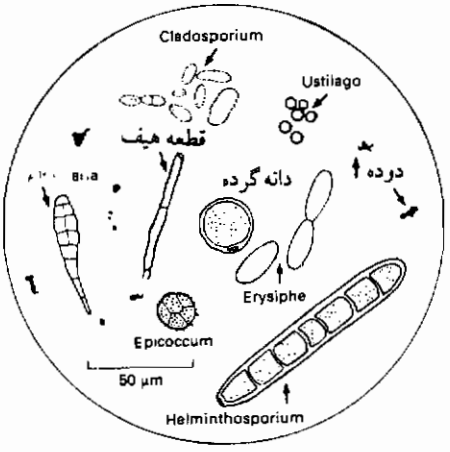
1- Aerobiology

(هیرست)[1] در سطح وسیعی استفاده می شود. مکانیسم این دستگاه چنین است که هوا با یک پمپ مکنده و سرعتی مشخص (ده تا بیست لیتر در دقیقه) از میان یک شکاف افقی به داخل کشیده می شود و توسط یک سیستم هوایی محکم و فشرده نگه داشته می شود؛ شکاف نیز با یک بادبزن بزرگ در مقابل لام نگه داشته می شود. داخل این سیستم هوا اسپورهایی که در روی یک لام چسبناك میکروسکوپ به هم فشرده شده اند توسط چرخهایی که شبیه چرخ دنده های ساعت است و با سرعت دومیلی متر در ساعت از مقابل شکاف به سمت پایین می گذرد جمع آوری می شود. شکل شکاف و ارتباط دقیق آن با لام، در کارایی بهتر به دام انداختن اسپورهای بیشتر، حایز اهمیت است لازم است لام هر روز عوض شود. از طریق شمارش میکروسکوپی اسپورها در یک ناحیهٔ مشخص لام، تراکم انواع اسپورهای قابل تشخیص در هوا را در مدت یک شبانه روز، در حجم معینی از هوای یک منطقه می توان محاسبه کرد. (شکل ۱۰۷) انواع اسپورهای ظاهر شده در یک ناحیهٔ کوچکی از لام را که از دستگاه تله ـ اسپوری هیرست در زیر میکروسکوپ به نمایش گذاشته است نشان می دهد.



شکل ۱۰۶. تله اسپوری هیرست.
سمت راست برش عمودی
سمت چپ نحوهٔ کار دستگاه فشار.

1 - Hirst

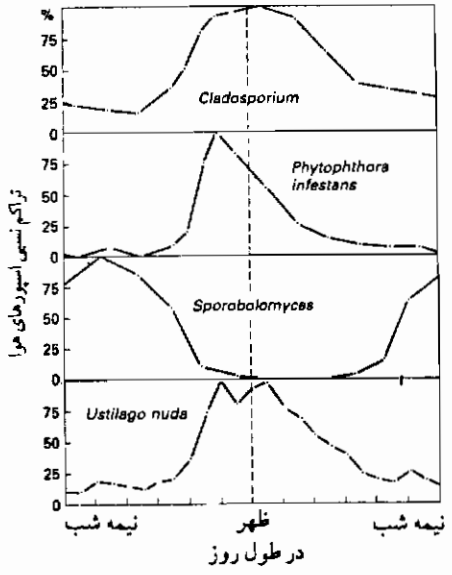


شکل ۱۰۷. بررسی میکروسکوپی لامی که از داخل یك تله اسپوری هیرست از هوا اسپوری یك مزرعه (H.P) درلندن درماه خرداد صورت گرفته است. درآن دانه‌های گرده، اسپورهای قارچهای مختلف و قطعاتی از هیف قارچها و مقدار زیادی ذرات دوده مانند مشاهده می‌شود.

در اکثر نقاط دنیا معمولی ترین اسپورهای موجود هوا از نوع (کلادوسپوریوم) است. کلادوسپوریوم نوعی کپک است که باعث نابودی رویش گیاهان می شود. اسپور کپکهای دیگری مثل (آلترناریا)[1] و(اپی کوکوم)[2] نیز درهوا وجود دارد. هنگام تابستان در نواحی اطراف شهرها کنیدیهای سفیدکهای پودری و اوریدینوسپورهای زنگها به میزان فراوانی در هوا موجودند. غلظت این اسپورها در طول روز متغیر است (شکل ۱۰۸) در نیمه شب و ساعتهای پس از آن (بالیزتوسپورهای)[3] مخمّر بخصوص (اسپوروبلومایسز)[4] افزایش می یابد. کنیدیهای (کلادوسپوریوم)، اسپورانژیومهای (فیتوفتوراانفستانس) و (تلیوسپورهای اوستیلاگو) در ساعات نیمروز به حد ماکزیمم خود می رسد. اسپورانژیومهای پرونوسپورا بعد از طلوع آفتاب به کمترین مقدار خود می رسند. در این نمونه های ذکر شده و بطور کلی، تراکم اسپورها

1- Alternaria
2- Epicoccum
3- Ballistospores
4- Sporobolmyces

درساعات مختلف بستگی به زمان آزاد شدن اسپورها دارد؛ بنابراین نتایج بایستی میانگین به دست آمده در چند روز باشد.



شکل ۱۰۸. گنجایش اسپوری، در طول روز به‌صورت درصد هندسی منظور شده است منحنیها برای کلادوسپوریوم و فیتوفتورا براساس مشاهدات روی زمینهای کشاورزی در Rothamstead (هیرست ۱۹۵۳) برای Sporobolomyces براساس کار در جزیره Thornley و برای Ustilago منحنی براساس مشاهدات انجام شده در آلودگی مزرعه جو در Berkshire (Sreeramulu 1962) به‌دست آمده است.

اسپور موجود درهوا به میزان زیادی تحت تأثیر آب و هوا واقع می شود و اسپورهای هوایی خشک و اسپورهای هوایی مرطوب به نحو خاصی تشخیص داده می شوند. اسپورهای موجود در آب و هوای خشک شامل اسپور کپکها، اوریدینوسپور زنگها؛ کنیدی سفیدکهای پودری و سفیدکهای دروغی است. باران شدید دارای اثرات فوری است و سبب تکان دادن برگ و ساقهٔ گیاهان می شود در نتیجه این تکانهای سریع، اسپورها از روی گیاه میزبان و از روی کپک مرده وارد هوا شده و اسپورهای هوای خشک افزایش می یابد. با این وجود اگر بارانهای

سنگین ادامه یابد باعث عاری شدن هوا از اسپورمی شود و در نتیجه اسپورها بر روی زمین می نشینند. بعد از این باران سنگین یک هوای واجد اسپور مرطوب ایجاد می شود که اغلب از نوع آسکوسپور است. این آسکوسپورها بیشتر به آسکومیستهایی متعلقند که روی گیاهان مرده رشد می کنند و انتشار آنها از کیسهٔ آسک به رطوبت هوا بستگی دارد. اسپورهای هوای مرطوب بطور متوسط دارای طول عمر کوتاهی هستند و معمولاً مدت کمی دوام می آورند.

میزان اسپورهای موجود در هوا درطول سال متغیر است. تعداد اسپورها درتابستان بیش از زمستان و در نواحی خارج شهر و اطراف آن از داخل شهر بیشتر است.

نشستن اسپورها آخرین مرحلهٔ ماجرای انتشار هوایی آنهاست. اسپورها ممکن است مستقیماً توسط جاذبهٔ زمین و سنگینی وزنشان به زمین بنشینند، ولی بیشتر این احتمال وجود دارد که اسپورها تحت تأثیر جریان مخالف هوا به هم فشرده شوند و به زمین نشسته یا سقوط کنند. اگر دو طرف یک لام میکروسکوپ را چسبناك کرده و در ارتفاعی بالاتر از سطح زمین بطور افقی قرار دهیم تقریباً بیشتر اسپورها در سطح فوقانی لام جمع می شود، در صورتی که اگر هوا متلاطم نباشد اسپورها روی سطح پایینی بیشتر دیده می شود.

در مورد به هم فشردگی اسپورها در هوای در حال جریان و متلاطم، اندازهٔ اسپورها مهم است. اسپورهای کوچک (با قطری حدود ۵ میلی میکرون و یا کمتر) در مسیر جریان هوا بایستی به مانعی برخورد کنند تا به زمین بنشینند در حالی که اسپورهای بزرگتر (با قطر ۱۰ میلی میکرون و یا بزرگتر) برای نشستن تمایل دارند که به هم فشرده و متراکم شوند. موضوع قابل توجه این است که بیشتر پاتوژنهای گیاهان زراعی (بخصوص زنگها ـ سفیدکهای پودری و سفیدکهای دروغی) دارای اسپورهای بزرگی هستند که روی برگها و ساقه ها به هم فشرده شده اند. در مقابل آنها قارچهای زمینی، قارچهایی مثل (آسپرژیلوس) و پنی سیلیوم دارای اسپورهای کوچکند که میزان تراکم و به هم فشردگی آنها کمتر است.

اسپور بعضی ازقارچها درمحیط آبکی چسبناکی آزادمی شود، این اسپورها نمی توانند براحتی واردهواشده یاتوسط بادمنتشرشوند. تعدادی از این اسپورهاتوسط حشرات گسترش می یابند، امادرموردبیشتراین اسپورهاریزش باران سبب انتشار وگسترش آنها می شود. گونه های متعلق به جنسهای (فوزاریوم)[1]، (کلتوتریکوم)[2]، (گلیوکلادیوم)[3] و نیز قارچهای مرجانی

1- Fusarium
2- Colletotrichum
3- Gliocladium

مثالهای مشترکی از انتشار اسپورها به وسیلهٔ ریزش باران هستند (شکل ۵۰). گاهی اوقات از این قارچها به عنوان قارچهای با اسپورهای لزج نام می برند ودر مقابل، تیپهایی وجوددارد که دارای اسپورخشک هستند از نوع آخری می توان به (بوتریتیس)[1] (کلادوسپوریوم) و (پنی سیلیوم) اشاره کرد.

خصوصیات و ویژگیهای اساسی انتشار به وسیلهٔ قطرات باران را با انداختن قطرات بزرگ آب برروی لایه نازکی از آب که محتوی اسپورهاست می توان بررسی کرد و در نتیجه به تأثیر این پرتاب روی مایع (که شامل قطرهٔ پرتاب شده برروی لایه نازك مورد نظر است) پی بُرد. اگر قطره ای به قطر ۵ میلی متر از ارتفاع ۷/۴ متری روی لایه نازکی از آب که شامل تعداد زیادی کنیدی (فوزاریوم سولانی)[2] است پرتاب شود. از این قطره بیش از ۵ هزار قطرهٔ ریز که قطر آنها بین ۵ تا ۲۴۰۰ میلی میکرون متغیر است، به وجود می آید. این قطرات ریز تا مسافت بیش از یک متر در هوا پرتاب می شوند و در حال پرتاب تعداد زیادی از کنیدیها را نیز با خود حمل می کنند. انتشار با قطرات باران یک مرحلهٔ زنجیره ای کوتاه است، ولی بعضی از ریزترین قطرات حاوی اسپور ممکن است در هوا معلق باقی مانده و توسط باد انتشار یابند. در بعضی از بیماریهای گیاهی که قارچهایی با اسپورلزج دربروز آنهادخالت دارند، باد و ریزش باران باهمدیگر سبب شیوع این بیماری در مناطق مجاور می شوند؛ به عنوان مثالی اختصاصی از انتشار توسط ریزش باران، می توان از قارچ آشیانه پرنده متعلق به جنس(سیاتوس)[3] و(کروسیبولوم)[4] نام برد.

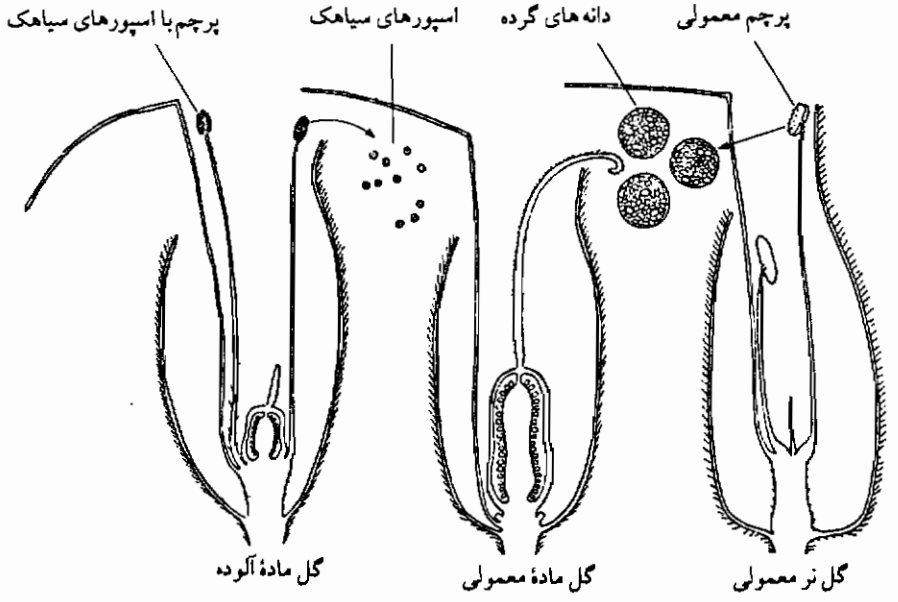
اگرچه بین قارچهاو حشرات ارتباط چندانی وجود ندارد اما مثالهای زیادی در انتشار گسترده تاکسونومیکی قارچها توسط انواع حشرات از قبیل مگسها، پروانه ها، سوسکها و زنبورها دیده شده است.

بازیدیوسپورهای (فالوس)[5]، پیکنیوسپور زنگها و کنیدیهای ارگوت چاودار یا (کلاوی سپس پورپوره آ) اسپورهای لزج کوچک خود را در مادهٔ زمینه ای قندی تولید می کنند. که انتشار طبیعی این اسپورها به وسیلهٔ حشرات صورت می گیرد.

یک نمونه جالب و ویژه از انتشار توسط حشرات در (اوستیلاگوویولاسه)[7] یا سیاهک

1- Botrytis
2- Fusarium solani
3- Cyathus
4- Crucibulum
5- Phallus
6- Claviceps Purpurea
7- Ustilago violacea

تیرهٔ میخک دیده می شود. این قارچ به گونه های مختلف سیلن (Silene) بخصوص (سیلین آلبا)[1] حمله می کند. در این گیاه پایه های نر و ماده جدا از هم هستند. گل ماده دارای یک تخمدان است با پرچمهای ابتدایی و تکامل نیافته که ظاهراً به پرچمهای طبیعی تبدیل می شوند، اما هنگام گرده افشانی وقتی بساکها شکافته می شود به جای دانه های گردهٔ زرد رنگ، اسپورهای سیاه و ارغوانی رنگ سیاهک آزاد می شود (شکل ۱۰۹). همانند دیگر سیاهکها علی رغم این که بخش قابل ملاحظه ای از ساقه آلوده می شود و اسپور در محلهای خاصی از گیاه وارد می شود ولی هیچ اثر ظاهری از قارچ دیده نمی شود. گلهای آلوده معمولاً در تابستان دیده می شوند و باعث آشکار شدن بساکهای سیاه و ارغوانی می گردند. چنین به نظر می رسد که اسپورهای این سیاهک توسط پرواز شبانه پروانه ها به گیاهان سالم منتقل می شود.



شکل ۱۰۹. برش طولی از گلهای سیلن آلبا Silene alba (گیاه صابونی). در وسط گلها مادگی با پرچمهای ابتدایی و اولیهٔ کوچك در زیر تخمدان و در سمت چپ گل ماده آلوده شده با ustiago violacea که پرچمهای ابتدایی توسعه یافته‌اند ولی با اسپورهای سیاهك که در بساك دیده می‌شود. اسپورهای سیاهك و دانه‌های گرده با درشت نمایی بالا نشان داده شده‌اند.

1 - Silene alba

مثال دیگری از انتشار (سراتوسیستیس آلمی)[1] عامل مولد (بیماری نارون هلندی)[2] است که توسط سوسک پوست درخت منتشر می شود. از خصوصیات این سوسکها ایجاد تونلها یا دالانهایی در داخل پوست و چوب درخت است که در نتیجه سبب خشکیدن تنهٔ درخت نارون می شوند؛ اسپور زایی قارچ روی دیوارهٔ این دالانها انجام می شود. سوسکهای جدیدی که بعد از تولد به وجود می آیند از منافذ موجود در پوست که به اسپور قارچ آلوده است خارج می شوند و سپس شروع به خوردن شاخه های کوچک و تازه و زندهٔ گیاه نارون می کنند. به همین دلیل این سوسکها را پاتوژنهای کشنده و خطرناك میزبانشان یعنی نارون به شمار می آورند. بعداً سوسکهای تولید شده که هنگام خروج از منافذ موجود در پوست به اسپورها آلوده شده اند دوباره شروع به سوراخ کردن پوسته و بدنهٔ درخت نارون کرده و دالانهای جدید ساخته شده را با قارچها آلوده می کنند.

نمونهٔ دیگری ازانتشار اسپورتوسط حشره درفصل پائیز درباغات میوه مشاهده می شود. قارچ (مونیلیا فراکتی جنا)[3] علت پوسیدگی قهوه ای و نرم شدن سیبها است. زنبورها اسپورها را از قسمت پوسیدهٔ سیب آلوده که مملو از اسپور است، برداشته و به طرف سیبهای سالم پرواز می کنند و با نیش زدن به آن، اسپورها را زیر کوتیکول که عمل محافظت را انجام می دهد تزریق کرده و بخش زیرین کوتیکول که بافت نرمی است بآسانی و به سرعت مورد هجوم میسلیومهای تندش یافته از اسپور، قرار می گیرد. البته اسپورهای مونیلیا فراکتی جنا به دلیل این که خشک و پودری وریزند علاوه بر حشراتی مثل زنبور، توسط باد نیز منتشر می شوند.

بعضی از قارچها به وسیلهٔ پستانداران منتشر می شوند، بخصوص قارچهای زیرزمینی مثل دنبلان و (الافومایسز)[4] مثالهای شناخته شده و معروفی هستند که به وسیلهٔ پستانداران منتشر می شوند. این قارچها از گروه آسکومیستها هستند، اگر چه اسپور وفورهای زیر زمینی گسترش یافته در بعضی از بازیدیومیستها (مثل همیمنوگاستر از گاستروميستها) و بعضی از موکورالها (مثل اندوگان)[5] نیز از این طریق انتشار می یابند. از اسپوروفورهای رسیده بویی خارج می شود که پستانداران کوچک را به سوی خود می کشاند و سرانجام این حیوانات اسپوروفورها را پیداکرده و می خورند. درجنگلهای انگلستان سوراخهای کم عمقی را می توان یافت که توسط

1 - Ceratocystis ulmi
2- Dutch elm disease
3- Monilia fructigena
4- Elaphomyces
5- Endogone

سنجابها برای یافتن الافومایسز حفر شده‌اند و قسمتهای خورده نشده در کنار این حفره‌ها دیده می‌شود. با مطالعات وسیعی که برروی جنگلهای کاج آمریکای شمالی انجام شده است روشن شده که اسپور قارچهای زیرزمینی، ظاهراً به تعداد زیاد در شرایط مناسب در مدفوع موشها و سنجابها و موشهای صحرایی وجود دارد.

قارچهایی وجود دارند که برروی مدفوع علف‌خواران رشد می‌کنند وبرای انتشار به مدفوع حیوانات وابسته هستند. نمونه‌های معروف و متداول از قارچهای پهن دوست، (کوپرو فیلوس) می‌توان از (پایلوبولوس)[1]، (آسکوبولوس)[2]، (سوردارپا)[3]، و (کوپرینوس)[4] نام برد. در شرایط طبیعی اسپورزایی برروی مدفوع در چراگاه رخ می‌دهد و اسپورهای به وجود آمده وارد علفها می‌شوند. تعدادی از این قارچها اسپورهای خود را تا مسافتی حدود ۱۰-۱۰۰ سانتی‌متر منتشر می‌کنند و این مسافت برای رسیدن اسپورها به اطراف گیاهان بدون کمک باد کافی است. اسپورهای قارچهای تفنگی، دارای ژئوتروپیسم مثبت هستند. فتوتروپیسم در اسپور انژیوفورهای پایلوبولوس کیسه‌های اسک در آسکوبولوس و گردن پرتیسیوم سوردارپا مشاهده می‌شود. اسپورها معمولاً به موسیلاژی آغشته شده و لزج می‌شوند و چسبیده به علفها باقی می‌مانند. در بیشتر گونه‌ها در طول مدتی که اسپورها بی‌حفاظ در داخل علفها باقی مانده‌اند با دیوارهٔ سیاه رنگ اسپورها در آسکوبولوس، سوردارپا و کوپرینوس و با دیوارهٔ سیاه رنگ اسپورانژ در پایلوبولوس از اثرات منفی نور شدید محافظت می‌شوند. سرانجام علفها توسط علف‌خواران خورده می‌شوند و اسپورها نه تنها در دستگاه گوارش آنها آسیب نمی‌بینند بلکه در این وضعیت تحریک می‌شوند بطوری که سرانجام روی مدفوع تندش می‌نمایند.

انسان نیز در انتشار قارچها نقش مؤثر دارد. بخصوص انتشار بین قاره‌ای بیماریهای گیاهی توسط بشر انجام شده است. به‌عنوان مثال در گذشته که ارتباطات ضعیف و ابتدایی بود اقیانوس اطلس به‌عنوان مانعی در برابر انتشار طبیعی قارچها عمل می‌کرد؛ ولی در طول یک قرن و نیم گذشته با افزایش ارتباطات بین قاره‌ای یک سری از پاتوژنهای قارچی از اقیانوس اطلس عبور کرده و بیشتر گیاهان موجود را آلوده کردند. از معروفترین آنها بیماری (بلایت سیب‌زمینی) که به وسیلهٔ (فیتوفتراانفستانس)[5] در اروپای غربی در نیمه اول قرن نوزدهم

1 - Pilobolus
2- Ascobolus
3- Sordaria
4- Coprinus
5- Phytophthora infestans

و انتشار بیماری «سفیدك انگور فرنگی» (انگور آمریکایی) در شمال آمریکا در ابتدای قرن بیستم می توان نام برده و چند دهه بعد بیماری درخت نارون که عامل مولد آن سراتوسیستیس اولمی است از شرق به طرف اروپا انتشار پیدا کرد. در دنیای امروز هجوم انگلها افزایش یافته است. این گسترش در اثر بی توجهی در انتقال چوبهای آلوده از امریکای شمالی به بریتانیا صورت گرفت که نتایج فجیعی نیز به دنبال داشت.

تا این جا انتشار قارچهای خشکی مورد بررسی قرار گرفت، اما گونه های آبی نیز وجود دارند که فقط درصد کمی از کل قارچها را تشکیل می دهند. از جمله قارچهایی که ممکن است ما تشخیص دهیم انواع ابتدایی بازئوسپورهای برهنه مثل (ساپرولگینا)[1] و (کیتریدها)[2] هستند. احتمالاً حرکت زئوسپورها در مقایسه، از حرکت معمولی آب اطراف کمتر است. از نظر بیولوژیکی نحوهٔ انتشار زئوسپورها و فرار از زئوسپورانژیوم در مراحل اولیه و همچنین حرکت اسپورها به طرف ترکیبات شیمیایی خاص و انتخاب محیط مناسب برای رشد در مراحل آخری بسیار با اهمیت است.

مانند آن چه که قبلاً گفته شد، گونه های زیادی از قارچهای آبزی، زئوسپور آنها دارای دیواره بوده و این قبیل اسپورها هم در آب دریا و هم در آب شیرین وجود دارند که احتمالاً این گونه ها از ابتدا آبزی نبوده و از خشکی به آب مهاجرت کرده اند. بعضی از اسپورها شکل غیر طبیعی دارند که به نظر می رسد به علت ته نشست در مرحلهٔ پایانی انتشار باشد، بخصوص این اسپورهای غیر عادی به صورت کنیدیهای چهارتایی در (هیفومیستها)[3] (شکل ۹۲) مورد بحث قرار گرفته اند. این کنیدیها از برگهای پوسیده غوطه ور در آب به عنوان لنگرهای کوچک استفاده نموده و با ایجاد کلنی در شرایط نامساعد محیطی (متلاطم شدن آب) خودرا حفظ می نمایند.

1- Saprolegnia
2- Chytrids
3- Hyphomycetes

فصل نهم

قارچهای انگل گیاهان

گیاهان در معرض بیماری قرار دارند. بعضی بیماریها در نتیجهٔ اشکال فیزیولوژیکی است، بطور مثال کمبود عناصر معدنی در خاك. با وجود این اغلب یک ویروس یا یک قارچ موجب بیماری می شود. قارچها گسترده ترین و مخربترین انگل گیاهان هستند و اهمیت باکتریها از این نظر بسیار کمتر است. اما درمورد انسان عکس این موضوع صادق است. بیماریهای باکتریایی در انسان خطرناك تر و متعدد می باشد.

در بحث بیماریهای قارچی گیاهی دوگروه کلی قابل تشخیص هستند: اختصاصی و غیر اختصای. انگل غیر اختصاصی، میزبانهای متفاوتی دارد و اغلب از طریق حمله به بافتها درهمان مراحل اولیه گیاه را از بین برده و تامدتی قادر به زندگی ساپروفیتی در طبیعت است. در انواع اختصاصی میزبانها محدود بوده، میسلیوم تنها می تواند به وسیلهٔ اندامکهای مکنده (هوستوریا) از سلولهای زنده تغذیه کرده و در شرایط معمولی زندگی ساپروفیتی دیده نمی شود. زنگها، سیاهکها و سفیدکهای حقیقی و دروغی از این نوع انگلها هستند.

بطور کلی بیماریهای گیاهی را می توان در چند گروه بررسی کرد. گروه اول: اندامهای زیرزمینی گیاه مورد حمله قرار گرفته و عوامل بیماری زا در خاك وجود دارد. گروه دوم: برتنه و اعضای درختان تأثیر مستقیم می گذارد و باعث نگرانی خاص جنگلبانان، صاحبان باغهای

میوه می شود. گروه سوم : که بزرگترین گروه بوده و شامل بیماریهای شاخه ها و برگها و ساقه های گیاهان علفی است. این گروه در رابطه با گیاهان غلات و سیب زمینی اهمیت خاص دارد. در گروه چهارم بیماریها به گلهای گیاهان صدمه می زنند و بالاخره باید اضافه کرد قارچهایی نیز وجود دارند که به میوه های روی گیاهان ، به میوه ها در هنگام حمل و به میوه های انباری حمله می نمایند. ماااکنون بطور مختصر هریک از این گروهها را مورد بررسی قرار می دهیم.

قارچهای زیادی به قسمتهای زیرزمینی گیاهان حمله می کنند، بعضی انگل اجباری هستند، نظیر (سین کیتریوم اندوبیوتیکوم)[1] که یک کیترید است و باعث بیماری (زگیل)[2] در سیب زمینی می شود (شکل E ۱۱۰). مثل بسیاری دیگراز انگلهای اختصاصی این قارچ موجب رشد غیر طبیعی (هیپرتروفی) دربافت مورد حمله می شود. بعضی از پاتوژنهای خاکزی اگرچه انگل اجباری نیستند اما در مرحله انگلی رشد قابل توجهی دارند. یکی از این قارچها (گامانومیس گرامینیس)[3] که می تواند به بسیاری از غلات حمله کند، بخصوص در رابطه با گندم اهمیت دارد که بیماری معروف (تیک آل)[4] را ایجاد می کند. این قارچ بسرعت دررریشه و قاعدهٔ ساقه رشد نموده و با مرگ میزبان فقط برروی کاه قادر به ادامهٔ زندگی است. تحقیقات زیادی روی اکولوژی و پاتوژنی صورت گرفته که به درك بیشتر پاتوژنهای انگل قارچی درخاك منجر شده است. دربعضی گونه ها مثل (فوزاریوم) و (ورتیسیلیوم)[5] که ازعوامل« پژمردگی آوندی»[6] هستند وضع مشابهی وجود دارد. (فوزاریوم اکسی سپوروی)[7] موجب پژمردگی در انواع مختلفی از گیاهان مثل گوجه فرنگی، کنف و موز می شود. میسلیوم که در بافت مردهٔ میزبان در خاك زندگی محدود دارد، ریشه های جوان گیاهان سالم را عفونی کرده وارد سیستم آوندی می گردد. معلوم نیست که آیا پژمردگی حاصله ناشی از بلوکه شدن سیستم آوندی است یا به علت آزادسازی موادی است که بر سیستم تنفسی که موجب تحریک و ازدست دادن آب توسط برگها می شودمی باشد. درمیان قارچهای دیگری که از خاك حمله می کنند و قادر به زندگی ساپروفیتی و رشد نامحدود هستند می توان از (قارچ عسلی)[8] نام برد که یک گونهٔ غیراختصاصی بوده و انگل بسیاری از درختها و بوته هاست. مثال دیگر پاتوژن غیراختصاصی

1- Synchytrium endobioticum
2- Wart
3- Gaeumannomyces. graminis
4- Take - all
5- Verticillium
6- Vascular wilts
7- Fusarium oxysporum
8- Armillariella mellea

پی تیوم است. این گونه و گونه های دیگر از رده اُمیستها به عنوان ساپروفیت درخاك رشد می کند، همچنین به نشاها حمله کرده و موجب مرگ گیاهچه[1] می شود. این بیماری را می توان بابذر پاشی انبوه (تره تیزك)[2] درخاك باغبانی کاملاً مرطوب مشاهده کرد. هنگامی که گیاهچه شروع به رشد می نماید خیلی زود در سطح خاك به دنبال آلودگی حاصل از پی تیوم ضعیف شده و واژگون می شوند. این قارچها برای گسترش خود با یک حملهٔ آنی به بافتهای پارانشیمی ـ که از خصوصیات انگلهای غیراختصاصی است ـ عمل می کنند.

بعضی از قارچها به شاخه های درختان و بوته ها حمله می کنند. این قارچها تقریباً همیشه از طریق زخم حاصل از هرس، یا شکستگی براثر توفان و یا بطور طبیعی به بدن میزبان وارد می شوند. (نکتاریا گالی ژن)[3] که شباهت زیادی با لکه مرجانی (نکتاریاسینابارینا)[4] دارد، مثالی از این نوع قارچهاست. این قارچ شاخه درخت سیب را آلوده می کند و موجب شانگر می شود؛ دراین حالت پوست تنهٔ درخت بدشکل و رفته رفته ورقه ای می شود و بالاخره در شاخه ها گودی ایجاد شده و باعث مرگ گیاه می شود. انگل دیگری از این نوع (استرئوم پورپورئوم)[5] است که عامل ایجاد بیماری برگ نقره در درختان سیب و گوجه می باشد. میسلیوم این قارچها در چوب شاخه های زنده گیاه گسترش پیدا نموده و در آن (جا توکسین)[6] تولید می کند. این توکسینها به داخل آوندها نفوذ می کند و در نتیجه روی برگها تأثیر می گذارد و سبب جداشدن اپیدرم از مزوفیل زیر آن می شود. فاصلهٔ ایجاد شده بین اپیدرم و مزوفیل (هوای زیر اپیدرم) انعکاس پذیری برگها را تغییر می دهد، بطوری که برگ نقره ای به نظر می رسد ولی خود قارچ در چوب شاخه ها محصور شده و بالاخره ازبین می رود و فقط در این هنگام است که اسپوروفورهای ارغوانی کمرنگ در سطح ظاهرمی شود. (تریکوسیفلاویلکومی)[7] که یکی از دیسکومیستهاست، در نهالستانهای یک نوع کاج، عامل مخرب وتولیدکنندهٔ شانکردرساقهٔ اصلی درختان جوان است. این یکی از بدخیم ترین بیماریهایی است که جنگلبانها با آن سروکار دارند.

تعداد بسیار زیادی از قارچهای بیماری زای گیاهی، برگها یا ساقه هایی را که هنوز لایه چوب پنبه ای محافظت نشده اندرا مورد حمله قرار می دهند. زنگها مثالهای برجسته ای هستند، بخصوص زنگ گندم و پوکسینیا استری فورمیس[8] که هر دو به گندم حمله می کنند؛ سفیدك

1- Damping - off
2- Lepidium sativum
3- Nectria galligena
4- Nectria cinnabarina
5- stereum purpureum
6- Toxin
7- Trichoscyphella willkommii
8-Puccinia. striiformis

پودری مثل سفیدك سیب (پودوسفرا لوکوتریکا)[1] وسفیدك رز (اسفروسکاپانوزا)[2]؛ سفیدکهای دروغی مانند (پزودودپرنوسپورا) روی رازك که ارتباط نزدیکی با فیتوفتورا (عامل سوختگی سیب زمینی) دارند. علاوه براین گروههای اصلی قارچهای بیماری زا، بسیاری از عوامل بیماریهای برگی مثل، پیچیدگی برگ هلو و بادام (تافرنیادفورمانس)[3] و نقطه سیاه (دیپلو کارپون رُز)[4] لکه سیاه سیب (ونتوریا این اکو آلیس)[5] و بیماری لکه قیری (ری تیسما آسریوم)[6] در چنار، شناخته شده اند. اکثر این بیماریها توسط انگلهای اختصاصی که در طبیعت زندگی ساپروفیت ندارند ایجاد می شوند. اگرچه برخی مانند (بوتریتیس سینرآ)[7] که عامل نقطه شکلاتی در کشتزارهای لوبیا می شوند کاملاً غیر اختصاصی هستند. به علاوه برای مطالعهٔ فیزیولوژی انگل گیاهی غیر تخصصی (بوتری تیس سینرآ) نقش اساسی دارد.

همچنین میزان قابل توجهی از قارچها، گلها و گل آذینها را مورد حمله قرار می دهند. سیاهکها مثالهای بارزی از این دست هستند، بدین ترتیب که مثلاً (اوستیلاگو نودا)[8] سنبلهٔ گل دار جورا به تودهٔ سیاهی از تلیوسپورها تبدیل می کند (شکل ۱۱۰) و (اوستیلاگوویولاسه)[9] عامل سیاهک پرچمها در گلهای میخک و نظایر آن می شود. آسکومیست (کلاوی سپس پورپورآ)[10] (شکل ۱۱۰A)، که باعث آلوده شدن تخمدانهای چاودار و علفهای وحشی مخصوصاً (لولیوم)[11] و (مولینیا[12]) شده و تخمدان را به یک اسکلر و شیوم شاخ مانند تبدیل می سازد (ارگوت).

بسیاری از قارچها به میوهٔ رسیده حمله می کنند. معمولاً تمشک و توت فرنگی به وسیلهٔ کپکهای خاکستری (بوتریتیس سینرآ) در هوای مرطوب مورد حمله قرار می گیرند. سیب، گلابی و آلو تحت تأثیر قارچهای عامل پوسیدگی نرم مخصوصاً (ریزوپوس)، (استولونیم)[13] (پنی سیلیوم اکسپانسوم)[14] و (مونیلیا فرکتوجینا)[15] قرار می گیرند. سیب و آلو به وسیلهٔ (مونیلیا فرکتوجینا) که در تابستان و اوایل پاییز بطور فراوان در باغهای میوه

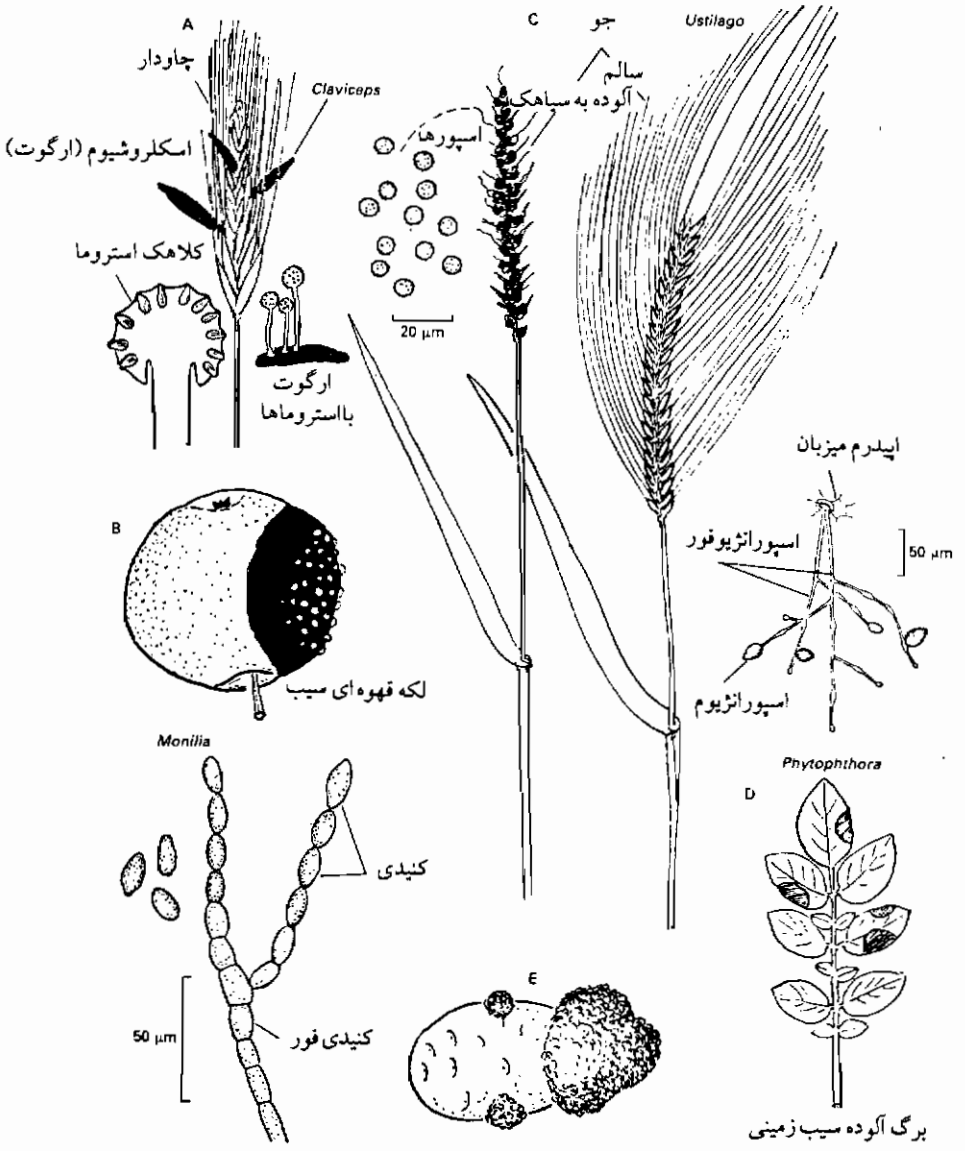
1- Podosphaera leucotricha
2- Sphaerotheca pannosa
3- Taphrina deformans
4- diplocarpon rosae
5- Venturia inaequalis
6- Rhytisma acerinum
7- Botrytis cinerea
8- Ustilago nuda
9- U. violacea
10- Claviceps purpurea
11- Lolium
12- Molinia
13- Rhizopus stolonifer
14- Penicillium expansum
15- Monilia fructigena

و هم روی درختان و یا روی زمین وجود دارند، فاسد می شود. به دنبال آلودگی توسط این قارچ، پوسیدگی قهوه ای سریعاً در قسمتهای گوشتی میوه گسترش می یابد و ایجاد بالشتکهای حاوی اسپور می کند، که بصورت یک طرح متحدالمرکز در روی سطح میوه دیده می شود در زیر میکروسکپ این مرحله به خوبی، به واسطهٔ ایجاد رشته های منشعب و بی رنگ کنیدیها قابل تشخیص است (شکل B ۱۱۰) پرتقال و لیمو معمولاً بطریق مشابهی توسط انواعی از پنی سیلیوم (پنی سیلیوم ایتالیکوم[1] و پنی سیلیوم دیجیتاتوم)[2] پوسیده می شوند.

دربسیاری از بیماریهای قارچی گیاهی، مراحل معینی در فرآیند انگلی (پارازیتیسم) می توان تشخیص داد. اولین مرحله، مرحلهٔ (قبل از نفوذ)[3] است. در این مرحله اسپورها روی سطح برگ یا ساقه شروع به رشد می کنند، طبعاً برای این فرآیند آب آزاد ضروری است، اگرچه کنیدیهای بعضی از کپکهای پودری از این قاعده به نحو چشمگیری مستثنی هستند. قطرات آب موجود در روی اپیدرم میزبان حاصل از قطرات شبنم یا باران پتانسیل آلودگی (مایع تلقیح) را فراهم می سازد. اگر قرار باشد عفونتی ایجاد شود این قطرات باید تاحدی برای نفوذ باقی بماند تا عمل نفوذ انجام شود. عامل دیگری که در انتشار مایع تلقیح در سلولهای میزبان مؤثر است ترکیباتی است که باعث تحریک و یا ممانعت رشد اسپور می گردد.

مرحلهٔ دوم، مرحلهٔ نفوذ (ورود) است؛ در صورتی که برگها و شاخه های نرم و نازك مورد توجه باشند دو شیوهٔ متفاوت برای نفوذ وجود دارد. در روش اول کوتیکول مستقیماً سوراخ می شود این روشن است که با آن بازیدیوسپورهای زنگها و کنیدیهای (بوتری تیس)[4] و (کولئوتوتریکوم)[5] وارد می شوند. در اثر رشد اسپور لولهٔ تندش ایجاد شده و انتهای لولهٔ تندش با کوتیکول تماس پیدا نموده و متورّم می شود و ایجاد یک (اپرسوریوم)[6] صدف مانند را می نماید. هنگامی که لبهٔ این اپرسوریوم سطح را می پوشاند بخش مرکزی آن رشد کرده و بطور مکانیکی کوتیکول را سوراخ می کند (شکل B ۱۱۱). قبلاً تصور می شد که فقط نفوذ مکانیکی از طریق کوتیکول است اما امروزه نشان داده شده که برخی از اسپورهای در حال رویش تولید آنزیم(کوتیناز)[7] خارج سلولی را نموده که راه نفوذ خود را حل می نماید.

1- Penicillium italicum
2- Penicillium digitatum
3- Pre- penetration
4- Botrytis
5- Colletotrichum
6- Appressorium
7- Cutinase



شکل ۱۱۰ . بیماریهای گیاهی :

A- بیماری ارگوت درچاودار Claviceps purpurea و برش طولی از اسکلروشیوم (ارگوت) روی چاودار: ارگوت سه پایه استرومای پرتسیال را ایجاد کرده، و برش طولی از استروما که درآن پرتسیومها نشان داده شده است.

B- لکه قهوه‌ای سیب Monilinia fructigena قسمتی از سیب که پوسیده شده به‌همراه بالشتکهای از کنیدی برروی آن، و تصویر بزرگ شده آن از کنیدیها نشان داده شده است.

C- سیاهك جو Ustilago nud که سنبله سالم و سنبلهٔ دیگر آلوده شده به‌همراه تلیوسپورنشان داده شده است.

D- بیماری سوختگی Phytophthora infestans درروی برگهای سیب زمینی درمراحل اولیه آلودگی، و دواسپورانژیفور

E- بیماری زگیل درسیب زمینی(Synchytrium endobioticum)

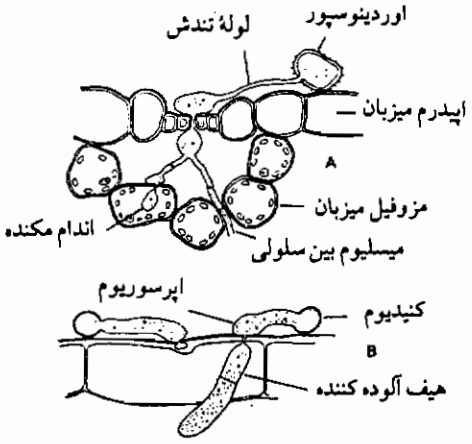
در اکثر قارچهای حمله کننده به برگها نفوذ از طریق روزنه ها صورت می گیرد. در این فرآیند، لولهٔ تندش از طریق نزدیکترین روزنه وارد می شود. اگرچه علت این نفوذ کاملاً روشن نشده است. احتمالاً قبل از ورود حقیقی، در بالای روزنه، آپرسوریوم تشکیل می شود. (شکل ۱۱۱A).

یک عدسک هم می تواند کانال طبیعی برای ورود ایجاد نماید. به نظر می رسد که نوعی (پنی سیلیوم اکسپانسوم) قادر است که یک سیب سالم را از طریق عدسکهای موجود در روی پوست آن آلوده نماید. همچنین هیف انتهای ریزومرف قارچ عسلی که در مقابل ریشهٔ درختانی که رشد ثانویه دارند، فشرده شده اند می توانند از طریق عدسکها نفوذ کنند. بیشتر قارچهای انگل بطور مستقیم از طریق بخشهای چوبی گیاهان نمی توانند نفوذ کنند که علت آن وجود لایه چوب پنبه ای به عنوان یک مانع غیر قابل نفوذ می باشد. این قبیل قارچها بایستی از طریق زخم وارد شوند و یا در ابتدا به صورت ساپروفیت برروی شاخهٔ مرده رشده کرده و با ایجاد پتانسیل تلقیح قابل توجهّی به بخشهای زندهٔ میزبان راه یافته و در آن جا گسترش یابند.

باورود به میزبان، قارچ وارد مرحلهٔ (بعدازنفوذ)[1] می شود و در میزبان گسترش می یابد. در انگلهای اختصاصی مثل پوسیدگی نرم[2] در میوه ها این گسترش با فرآیند آنی صورت می گیرد. درمورد انگلهای اختصاصی این عمل به گسترش میسلیوم درون سلولی، که توسط اندامهای مکنده به داخل سلولهای زندهٔ میزبان نفوذ کرده است بستگی دارد؛ اگرچه راستهٔ (اوستیلاژینالها) مواد غذایی خود را بدون تشکیل اندام مکنده به دست می آورند. مرحلهٔ بعد از نفوذ اغلب ماهیت جنگ و گریز دارد که در آن قارچها با واکنشهایی از میزبان مواجه می شوند و در دفع آنها ممکن است موفق یا ناموفق باشند. این مبارزه بعداً در رابطه با مقاومت بحث خواهد شد.

آخرین مرحلهٔ فرآیند قارچ پاتوژنیک اسپورزایی آن است. در این مرحله اسپورها تولید، آزاد و منتشر می شوند. در بیشتر قارچها بین آلوده سازی اولیه و اسپورزایی فقط چند روزی فاصله می باشد، مثل بیماری سوختگی سیب زمینی (فیتوفتواانفیستانس) یا مرحله تکراری (اوردینوسپور) در زنگها. در سایر قارچها از قبیل (استرئوم پورپورئوم) که باعث نقره ای شدن برگهای درختان میوه می شود، ممکن است بین مرحلهٔ آلوده سازی و ایجاد اسپورفور سالها فاصله باشد.

1- Post - penetration 2- Soft- rots



شکل ۱۱۱. آلودگی اولیه در برگ

A- تندش اوردینوسپورهای زنگ گندم وورود آن از طریق روزنه

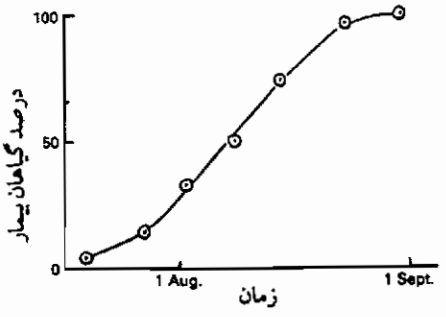
B- تندش کنیدیوم Botrytis cinerea و ورود مستقیم آن نشان داده شده است.

یک قارچ ممکن است به اپیدمی منجر شود مخصوصاً در خرمن که محصول برروی هم انباشته شده است. در بیشتر پاتوژنهای مولد اپیدمی چرخهٔ زندگی در یک مدت زمان کوتاه تکمیل می شود و اسپورها نه تنها در تعداد زیاد تولید می شوند بلکه بآسانی پخش می گردند. اگرچه یک قارچ باید ویژگیهای لازم را داشته باشد ولی اپیدمی فقط زمانی به وجود می آید که شرایط محیطی نیز مساعد باشد. درجهٔ حرارت نسبتاً بالا معمولاً به چرخهٔ زندگی سرعت می بخشد، خصوصاً اگر با رطوبت زیاد نیز همراه شود اسپورزایی را تسریع می نماید. هوای متلاطم نیز معمولاً برای آزاد سازی و انتشار اسپورها مناسب می باشد. در نهایت رطوبت زیاد به همراه دمای بالا در رابطه با عفونت حقیقی از اهمیت خاصی برخوردار است. قبلاً دیدیم که قارچی نظیر (فیتوفتراانفستانس) بخوبی وفق یافته و قادر است اپیدمی (سوختگی)[1] را در اواخر تابستان، وقتی شرایط گرم و مرطوب و بادخیز باشد، ایجاد نماید.

دورهٔ بسیاری از اپیدمیها در محصولات زراعی مطالعه شده است، رشد در آغاز بسیار

1 - Blight

کند است ولی روند رشد روبه افزایش می گذارد تازمانی که تعداد میزبانهای غیرآلوده روبه نقصان گذارد. هنگامی که نمودار میزان ابتلای به بیماری برحسب زمان رسم شود یک منحنی به شکل «S» حاصل می شود که شبیه منحنی رشد یک میکروارگانیسم درحجم معینی ازیک محلول غذایی است (شکل ۱۱۲).



شکل ۱۱۲. پیشرفت سوختگی سیب‌زمینی در ۱۱۷ کشتزار درسال ۱۹۵۳ درندرلند.

هنگامی که یک گیاه پزشک با نوع جدیدی از یک بیماری گیاهی با قارچی که همراه آن است مواجه می شود اولین هدف او آن است که دریابد آیا واقعاً قارچ عامل بیماری است یا خیر، وی برای این منظور عملاً از فرضیه کخ استفاده می کند. که در قرن اخیر در رابطه با بیماریهای باکتریایی جانوری توسعه یافته است. ابتدا عامل بیماری زای مورد بحث باید در محیط کشت خالص ایزوله شود. ثانیاً باید به یک میزبان سالم تلقیح شود تا شرایط بیماری را در گیاه ایجاد نماید و در انتها باید پاتوژن را مجدداً از میزبان که بطور آزمایشی آلوده شده جدا نمود و ثابت کرد که مانند پاتوژن تلقیح شده می باشد. البته این روش زمانی قابل استفاده است که پاتوژن در محیط کشت خالص قادر به رشد باشد.

قبل از ارائه روشهایی برای کنترل یک بیماری، باید جزئیات چرخهٔ زندگی پاتوژن را دانست. بخصوص یک گیاه پزشک اطلاعاتی در مورد مسائل کلیدی دارد: که آلودگی چگونه وکی اتفاق می افتد؛ حدود تغییرات میزبان به چه صورت می باشد و در مورد گیاهان زراعی

کدام گونه های وحشی می توانند به صورت میزبانهای اضافی عمل کنند: چگونه پاتوژن از گیاه بیمار به گیاه سالم سرایت می کند؛ چگونگی و زمان انتشار اسپورها در هوا، چگونه و چه مدت پاتوژنها قادرند روزهای طولانی خشکی و سرما را تحمل کنند.

قبل از بررسی روشهای کنترل بیماریهای قارچی بهتر و مفیدتر است که تصویری از روشهای مختلف مقاومت گیاهان در مورد حملهٔ قارچی در دسترس باشد. این روشها متنوع بوده ولی دودسته کلی را می توان تشخیص داد. در دستهٔ اول خصوصیاتی است که مقاومت قبل از رسیدن پاتوژن به محل وقوع (گیاه) وجود دارد. دردسته دوم که مهمتر می باشد مقاومت بستگی به مواد یا ساختمانهایی دارد که پس از عفونت در میزبان ایجاد می شوند.

در دستهٔ اول مواردی وجود دارد که در آنها مقاومت مربوط به جنبه ها و خصوصیات مکانیکی است مثلاً به نظر می رسد که مقاومت گونه های مختلف (زرشک)[1] در مقابل زنگ گندم به ضخامت دیوارهٔ خارجی اپیدرم زیر کوتیکول بستگی دارد. باوجود این، ایمنی و مصونیت نسبی در برابر حمله ممکن است مبنای شیمیایی داشته باشد. یک مثال آشنا بیماری لکهٔ پیاز توسط (کلئوتوتریکوم سیرسینانس)[2] است. واریته هایی از پیاز که در آنها فلسهای بیرونی مرده و قرمزند به علت وجود موادی سمی مثل (کاته چول)[3] و (اسید پروتوکاتچوئیک)[4] در مقابل نفوذ این قارچ به داخل پیاز مقاوم هستند. مثال دیگر در رابطه با پژمردگی کتان توسط (فوزاریوم اکسی سپوروم) است که از طریق خاك ریشهٔ آن را آلوده می سازد، در انواع مقاوم و در انواع مستعد و حساس موادی در خاك مجاور ریشه های زنده (ریزوسفر)[5] انتشار می یابد که رشد (تریکودرما)[6] را در داخل ریشه تحریک می کند قارچ اخیر که به وفور در خاك وجود دارد، با اثر رقابتی (تأثیرمنفی) بر فوزاریوم اکسی سپوروم باعث کاهش قدرت حمله پاتوژن در حمله به میزبانش می شود.

در دسته دوم، پاتوژن میزبان را به واکنشهای محدود یا متوقف کنندهٔ آلودگی وادار می سازد. بعضی از مواقع میزبان با تشکیل چوب پنبه واکنش نشان می دهد این حالت در بیماری غربالی (شات ـ هُل)[7] مشاهده می شود، در این بیماری برگ سوراخ سوراخ

1- Berberis
2- Colletotrichum circinans
3- Catechol
4- Protocatechuic acid
5- Rhizosphere
6- Trichoderma
7- Shot - hole

می شود. به عنوان مثال (استیگمینا کاروپوفیلا)[1] در گونه هایی از (هلو)[2] ایجاد بیماری غربالی می نماید. اسپورها برگ را آلوده کرده و یک میسلیوم حلقوی دربافت برگ تشکیل می دهند ولی کمی بالاتر از آن سلولهای برگ تحریک شده و یک لایهٔ چوب پنبه را ایجاد می کنند که از ورای آن قارچ قادر به رشد نیست. در این حالت قسمتهای پژمرده و مردهٔ برگ به همراه قارچ سقوط کرده و باعث غربالی شدن برگ می شود.

ممکن است انگل با ایجاد شدن صمغ در گیاه محدود و متوقف شود؛ مثل بیماری نقره ای در آلو که عامل آن (استرئوم پورپورئوم) است و معمولاً از طریق زخم در چوب ایجاد می شود در واریته های مقاوم مانند (پرشور)[3] صمغها و تانناها بسرعت و به مقدار فراون توسط پارانشیم چوب در مقابل میسلیوم ایجاد می شوند و پیشرفت قارچ متوقف می شود. در نوع حساس گوجه (ویکتوریا پلوم)[4] صمغ به حد کافی نبوده و بیماری با نتایج بحرانی توسعه می یابد.

نوعی از واکنش که به (حساسیت شدید)[5] معروف است و مقاومت موضعی ایجاد می نماید، در واریته های مشخص گندم که نسبت به زنگ گندم مقاومند دیده می شود. در این گونه لولهٔ تندش اوردینوسپور، از راه روزنه وارد اتاق زیر روزنه شده توسط اندامهای مکندهٔ خود سلولهای اطراف اتاق زیر روزنه را آلوده می سازد و بسرعت از بین می برد. چون قارچ فقط قادر به زندگی در سلولهای زنده است با محاصره شدن توسط سلولهای مرده از بین می رود. بنابراین میزبان مقاومت می کند، چون سلولهایش نسبت به انگل بسیار حساسند.

نوع عمومی تر مقاومت، عبارت است از واکنش سریع میزبان به هنگام حضور قارچ از طریق تولید ماده ای که اگرچه نمی تواند آن را بکشد، حداقل جلوی رشد آن را می گیرد. چنین ماده ای (فیتوآلکسین)[6] نام دارد. تشکیل فیتوآلکسینها با تحریک عده زیادی از قارچهایی که بیماری زایی آنها در زمینهٔ همین خاصیت تحریکی است صورت می گیرد. گونه های بیمای زا تشکیل فیتوآلکسین را به اندازه ای که از رشدشان جلوگیری کند تحریک نمی کند. به عنوان مثال (نخود خوراکی)[7] تولید (پی ساتین)[8] می کند که ساختمان شیمیایی آن مشخص شده است. این مادهٔ شیمیایی ضد قارچ بسرعت توسط بافتهای نخود، مثلاً سطح داخلی غلافهای سبز،

1- Stigmina carpophila
2- Prunus
3- Pershore
4- Victoria plum
5- Hypersensitivity
6- Phytoalexin
7- Pisum sativum
8- Pisatin

در حضور تندش اسپور قارچهای غیر بیماری زا به وجود می آید، اما در حضور یک انگل بیماری زا مثل (آسکوکیتاپی سای)[1] این مقدار فیتو آلکسین برای جلوگیری از حملهٔ قارچ کافی نیست. از گیاهان مختلف فیتوآلکسینهای متفاوت جمع آوری و مورد بررسی قرار گرفته اند

اگرچه در مورد مکانیسمهای مقاومت در مقابل حملهٔ قارچ مطالب زیادی روشن شده اما در بسیاری از مواد علت واقعی مقاومت شناخته نشده است.

حال به بررسی روشهای کنترل بیماریهای قارچی می پردازیم. قبل از هرچیز باید براین نکته تأکید شود که گاهی در مورد یک بیماری بخصوص، ممکن است استفاده همزمان از بسیاری از شیوه ها لازم شود، اما بازهم کنترل کامل نباشد. گذشته از این خصوصاً در استفاده از قارچ کشها، مسائل اقتصادی و آلوده سازی محیط هم بایستی در نظر گرفته شود. در کنترل بیماریهای گیاهی هدف اصلی پیشگیری از آلودگی می باشد تا مداوای گیاهان آلوده. یک مسألهٔ مهم کاهش منابع آلودگی است، به همین علت در باغهای میوه شاخه های مرده و حامل اسپورفور درختان سیب آلوده به قارچ (استرئوم پورپورئوم) و یا شاخه هایی که روی آن شانکر ایجاد شده همراه با استرومای قارچ (نکتاریا گالیگنا)[2] بریده و سوزانده می شوند. در بیماری لکهٔ سیاه سیب که عامل آن و(نتوریا این اکوآلیس) است اولین آلودگی در اردیبهشت ماه، عمدةً از پری تیسیومهایی است که برروی برگهای مرده در سطح زمین به وجود می آید. جمع آوری و سوزاندن این برگها در پاییز یا دفن آنها درخاك منابع آلودگی اولیه را در ابتدای بهار کاهش می دهد. روش دیگر استفاده از مرحلهٔ زمستان گذرانی[3] و تناوب محصول است. این روش در کنترل «ارگوت» بسیار اهمیت دارد. در چاودار آلوده به کلاوی سپس (شکل ۱۱۰A)، اسکلروشیومها به زمین ریخته و در طول زمستان نهفته می مانند، اما در تابستان بعد آسکسپورها ازپریتسیوم استروماها به وجود آمده و منتشر می شوند. تناوب کاشت از این نظر کمک می کند که قارچ را از میزبان مناسب محروم می کند. باتوجه به این که اکثر اسپورها فقط قادر به طی مسافت کوتاهی هستند (شکل ۱۰۵A)، تناوب محصول وقتی مفید است که دورهٔ نهفته زندگی قارچ به یک زمستان محدود باشد. اما بعضی قارچها قادرند مدت طولانی به حالت نهفته باقی بمانند. چنین حالتی در (سینکیتریوم اندوبیوتیکوم) که عامل بیماری زگیل سیب زمینی است دیده می شود (شکل ۱۱۰E). تناوب محصول در مبارزه با (تی لك آل)[4] گندم دارای اهمیت

1 -Ascochyta pisi
2- Nectria galligena
3- Over - wintering
4- Take- all

است، عامل این بیماری (گامانومیس گرامینیس)[1] است که در طول زمستان در کاه مدفون در خاك، زنده می ماند. پتانسیل بیماری زایی قارچها را می توان بارقابتی بین این قبیل قارچها و قارچهای ساپروفیتی معمول در خاك از طریق شخم و دفن گیاه، نظیر خردل بلافاصله بعد از درو کاهش داد. یک پاتولوژیست گیاهی، علاقه مند به مطالعهٔ بیماریهایی است که در خاك وجود دارند و مسائل اکولوژیکی میزبان و انگل وارگانیسمهای دیگر خاك، در یک محیط پیچیده که تأثیر متقابل برهم دارند، را مورد توجه قرار می دهد.

یک روش برای مبارزه با قارچهایی که به وسیلهٔ خاك انتقال می یابند سترون کردن خاك است. این روش برای گیاهان زراعی عملی نیست، با وجود این از ماده فرّار و بسیار سمی نظیر بروميد، در گلخانه ها استفاده می شود، ولی این کار توسط افراد کارآزموده و به منظور ازبین بردن گونه های پاتوژنی نظیر ورتی سیلیوم و فوزاریوم انجام می شود.

دریک نوع زنگ دومیزبانه، منبع آلودگی را می توان باانابود کردن میزبان حدواسط ازبین برد. این موضوع قبلاً دربحث زنگ سیاه گندم مورد بررسی قرار گرفت؛ ریشه کن کردن زرشک، درصورتی از آلودگی جلوگیری می کند که مرحلهٔ تکراری اردینوسپور زنگ گندم نتواند در طول زمستان زنده بماند. درزنگهایی که فاقد مرحلهٔ تکراری هستند، از بین بردن یک میزبان، کنترل کامل زنگ را در میزبان دیگر ممکن می سازد.

جلوگیری از آلودگی بااستفاده از قارچ کشها نقش اساسی درکنترل بیماری دارد. دونوع مادهٔ معدنی که به مقدار زیاد مورد استفاده قرار می گیردند عبارتند از: سولفور یا سولفور آهک (مخلوطی از پلی سولفیدها و تیوسولفات کلسیم) و ترکیبات مس. قارچ کشهای سولفوردار مخصوصاً علیه سفیدکهای پودری مانند (آن سی نولارنکاتور)[2] که به انگور حمله می کند و قارچ کشهای مس دار درمبارزه با سوختگی سیب زمینی (فیتوفتراانفستانس) مؤثرند. معمولاً استفاده از (مخلوط بوردو)[3] نیز که یک سوسپانسیون رقیق هیدروکسید مس درآب است و از طریق مخلوط کردن سولفات مس با ئیدروکسید کلسیم به دست می آید، درکنترل بیماری مؤثر است. محافظت از محصول با یک قارچ کش مستلزم استفاده از وسیله ای است، که این مادهٔ ضد قارچ را بطور یکنواخت برسطح قسمتهای هوایی گیاه بپاشاند؛ در ضمن این عمل باید در زمان مناسب، یعنی پیش از پخش اسپورهای بیماری زا صورت گیرد. در سالهای اخیر

1- Gaeumannomyces graminis 2- Uncinular necator
3- Bordeaux Mixture

سولفور آهک و مخلوط بورد و جای خود را به قارچ کشهای آلی داده اند. چنین به نظر می رسد این قارچ کشها برخی از اعمال مهم متابولیسم انگل را سد می کنند و بدین ترتیب ممکن است که در قارچها جهش صورت گیرد و منجر به پیدایش نژادهای مقاوم در برابر قارچ کشها شوند. این خطر در مورد قارچ کشهای غیرآلی که سمهای معمولی اند وجود ندارد.

قارچ کشهایی به عنوان مادهٔ پوشاننده برای مبارزه با بیماریهایی که از طریق بذر منتقل می شوند مورد استفاده قرار می گیرد. برای کنترل سیاهک پنهان جو در یولاف (استیلاگوهوردی)[1] بذر را بایک قارچ کش آلی جیوه دار می پوشانند، این روش در دفع پاتوژنهای منتقل شونده از طریق دانه مانند (هلمنتوسپوریوم)[2] نیز مؤثر است. با این حال این قارچ کشها فقط انگلهایی را که در سطح دانه موجود می باشند از بین می برد. بعضی از قارچها در ناحیهٔ عمقی تر دانه دارای میسلیوم نهفته هستند. این حالت در سیاهک آشکار گندم وجو (که عامل آن استیلاگو ـ نودا است) دیده می شود. این قبیل انگلها را نمی توان با قارچ کشهای پوششی بذری معمولی ازبین برد. در گذشته روشی نسبتاً مشکل یعنی استفاده از آب گرم را به کار می بردند. و براین مبنا بود که قارچ از جنین دانه نسبت به حرارت حساستر است. اخیراً این نوع سیاهک را با یک قارچ کش سیستمیک که به‌داخل دانه نفوذ می نماید کنترل می کنند و با قارچ کش دیگری که به عنوان ماده پوشاننده معمولی در مقابل سیاهک پنهان به کار می رود ترکیب می نمایند.

استفاده از قارچ کشهای سیستمیک در بیماریهای گیاهی نسبةً جدید می باشد. این مواد که برای قارچ سمی و برای میزبان بی خطرند، معمولاً به صورت اسپری استعمال می شوند ونه تنها به داخل گیاه جذب می شوند که در آن انتقال می یابند. برای مثال (بنومیل)[3] به عنوان یک اسپری قارچ کش سیستمیک، جهت کنترل بیماری لکهٔ سیاه سیب (حاصل از ونتوریا ـ این اکوآلیس) به کار می رود و نیز به صورت تزریقی به نارون قرمز در مقابله بابیماری نارون هلندی (که عامل آن سراتوسیس تیس ـاولمی می باشد)، نتایج موفقیت آمیزی به همراه داشته است.

دریک مورد تاحدّی غیرمعمول سوسپانسون هاگهای قارچ به جای اسپری در کنترل بیماری به کار رفته است قارچ (هتروبازیدیون ـ آنوزوم)[4]، که عامل پوسیدگی ریشه و یا فساد

1 - Ustilago hordei
2- Helminthosporium
3- Benomyl
4- Heterobasidion annosum

(قلب چوب)[1] مخروطیان است، خطری جدی برای این قبیل درختان است. این بیماری را به روش کنترل بیولوژیکی می توان مهار کرد. در حملهٔ انگلی، قارچ مذکور در ابتدا، برروی تنه درختان جوان ظاهر می شود، سپس از تنهٔ درختان آلوده به درختان اطراف از طریق تماس ریشه ای انتشار می یابد در این جا می توان با اسپری کردن دقیق سوسپانسیون کنیدیهای قارچ (پنی فورا ژیگانتا)[2] برروی سطح تنهٔ درختان قطع شده آلودگی را کنترل نمود. این ساپروفیت بی ضرر بسرعت جایگزین شده و بسادگی در رقابت با میسلیوم هتروبازیدیون که ممکن است از طریق اسپورهای موجود در هوا برروی تنه درخت قرار گیرد، پیروز می شود.

در کنترل بیماریهای گیاهان زراعی، پرورش واریته های مقاوم نقش عمده ای دارد. در این جا نه تنها به خصوصیات ژنتیکی میزبان، بلکه به خصوصیات ژنتیکی پارازیت هم لازم است توجه شود. در نیمهٔ اول قرن حاضر مطالعهٔ ژنتیکی روی کتان در رابطه با زنگ حاصله از (مالامپسورالینی)[3] به فرضیهٔ «ژن برای ژن» منجر شد. برای هر واکنش ژن زنگ در میزبان، یک ژن مشخص مولد وجود دارد. در مورد زنگ کتان مشخص شده که دوژن در میزبان وجود دارد که اگر به صورت آلل مناسب باشد به آن مقاومت می بخشد. این ژنها باژنهایی که در انگل هستند متناسب بوده و در حالت مغلوب، واگیری (بیماری) ایجاد می کند. از آن به بعد این وضعیت در تعدادی از زنگها، سیاهکها، سفیدکهای پودری، سوختگی سیب زمینی و کپکهای برگی گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. اغلب تعداد ژنهای مقاوم در میزبان که متناسب با ژنهای واگیر در انگل باشد زیاد بوده و این تعداد در مورد سیب زمینی و (فیتوفتورا اینفستانس) به یازده عدد می رسد.

قبلاً دیدیم که در تشخیص فیزیولوژیکی نژادهای زنگ سیاه ساقهٔ گندم، از میزبانان مختلفی استفاده می شود. در اصل، ابتدا این میزبانها به علت نشان دادن واکنشهای مشخص و متفاوت به نژادهای فیزیولوژیک مختلف زنگ انتخاب می شدند اما امروزه با توجه به ژنوتیپ آنها برای ژنهای مقاوم انتخاب می گردند.

محققین در رابطه با ایجاد واریته های مقاوم گیاهان میزبان، که از نظر ژنتیک محصول مشابهی دارند نشان دادند، اگرچه در مقابل نژادهای فیزیولوژیک انگل، مقاوم هستند، ولی ممکن است توسط نژادی با قدرت آلودگی قویتر جدید که در اثر جهش ژنی

1- Heart - rot
2- Peniophora gigantea
3- Malampsora lini

بانوترکیبی جدید به وجود می آید، مورد حمله قرار گیرند. این موضوع به استفاده ازروش (مولتی لاین)[1] در محلهای بزرگ پرورش بذر انجامید. در این روش، بذر مورد استفاده مخلوطی از واریته ها باترکیبات مختلف ژنتیکی و ژنهای مقاوم است. در روش مولتی لاین ها، با ظهور یک نژاد جدید پارازیت با این که توانایی تخریب گیاه را دارد محصول خیلی زیادی را از بین نمی برد

سرانجام در تلاش برای کنترل بیماریهای گیاهان این امکان وجود دارد که روشهائی برای جلوگیری از انتشار اسپور آنها بکار برد بااین حال این کار وقتی که قارچ تعداد زیادی اسپور می نماید و این اسپورها توسط جریان هوامنتشر می شود عملی نخواهد بود. و چنانچه مرحلهٔ انتشار اسپورها توسط هوا در چرخهٔ زندگی قارچ وجود نداشته باشد مانند قارچ (سینکیتریوم اندوبیوتیکوم)[2] مولد زگیل درسیب زمینی، می توان مانع پخش اسپورها شد. این بیماری را تنها می توان بااستفاده از واریته های مقاوم سیب زمینی در زمینهای آلوده و جلوگیری از انتقال غده ها به نواحی دیگر محدود کرد.

بیشتر کشورها با به کارگیری قواعد قرنطینه ای مناسب، از پیدایش تصادفی بیماریهای جدید جلوگیری می نمایند. مثلاً واردات هرگونه مواد گیاهی بجز بذر به ایالات متحده امریکا نیاز به مجوّز مخصوص دارد.

---

1 - Multilines

2- Synchytrium endobioticum

فصل دهم

قارچها و مسائل انسانی

گذشته ازحمله بسیاری از گونه های انگلی به گیاهان خوراکی مهم بویژه غلات و سیب زمینی، قارچها نقش مفیدی درزندگی انسانها دارند. بعضی از قارچها به عنوان غذای مطبوع استفاده می شوند و بسیاری از آنها از اهمیّت دارویی بسیار زیادی برخوردارند و تعدادی هم در تولید مواد سمی نقش دارند. حتی مقدار کمی از قارچها به دلیل خصوصیات خلسه آوری که دارند به نحوی ریشه در بعضی مراسم مذهبی دارند.

در اروپا کشت قارچ تقریباً از ۳۰۰ سال قبل رواج داشته است. پرورش قارچ در تونلهای زیرزمینی پاریس در زمان لوئی چهاردهم شروع شد. از این مکانها در حال حاضر نیز بدین منظور استفاده می شود. اکنون علاوه بر اروپا در ایالات متحده امریکا و استرالیا نیز صنعت کشت قارچ گسترش یافته است. در سال ۱۹۸۰ بالغ بر ۵۰۰۰۰ تن قارچ در بریتانیا تولید شده در صورتی که در طی سی سال قبل آن فقط $\frac{1}{5}$ این مقدار تولید شده بود.

کشت گونهٔ پرورشی(آگاریکوس برونسنس)[1] روبه افزایش گذاشته چراکه نتوانسته اند نوع وحشی آن (آگاریکوس کامپستریس)[2] را که از طعم بهتری نیز برخوردار است، بطور عملی و مؤثری مورد کشت و زرع قرار دهند. تولید قارچ در بریتانیا، تجارتی سازمان یافته و گسترده

1 - Agaricus brunnescens

2- Agaricus campestris

است و بیشتر جزو فعالیتهای کارخانه ای محسوب می شود تا کشاورزی.

اولین مرحله در پرورش قارچ مهیا کردن (کود)[1] مخصوص آن است. بطورسنتی ازکود اصطبل شروع می کنند، چون این کود متراکم و کم حجم است اغلب به آن کاه یا مادهٔ مشابهی اضافه کرده و حجم آن را افزایش می دهند. توده های کمپوست که در فضای بازآماده می شود، حرارت درونی آن بطور قابل توجهی افزایش می یابد. در این مرحله تجربهٔ زیادی در انبار کردن کمپوست و نگاه داشتن آب آن به میزان مناسب لازم است. تمام مراحل بعدی در محوطهٔ بسته انجام می گیرد.

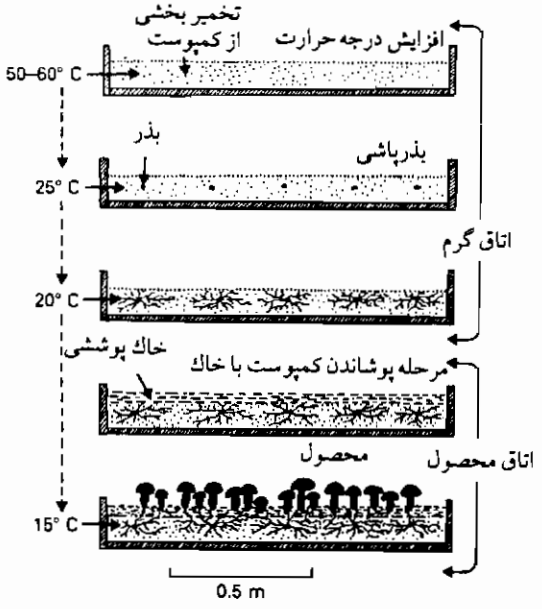
قارچهای خوراکی، اصولاً در ساختمانهای مخصوص و در داخل سینیهای چوبی به ابعاد ۱۲×۷۵×۱۲۰ سانتی متر کشت می شوند. در ابتدا سینیها با کمپوست گرم حاصل از توده های کود تهیه شده در فضای باز پر می شوند (شکل ۱۱۳). بعد از هفته های متوالی (سوئیتینگ آوت)[2] انجام می گیرد، در طی این مرحله درجهٔ حرارت کمپوست به حدود ۶۰ درجه سانتی گراد افزایش می یابد و روبه کاهش می گذارد. وقتی درجهٔ حرارت به ۲۵ درجه رسید کمپوست آماده تلقیح یا (بذر افشانی)[3] است. (بذر)[4] که در آزمایشگاه مخصوص و از محیط کشت خالص و خشک قارچ آگاریکوس برونسنس بدست آمده است در کمپوست استریل تلقیح می شود. بذرها را به صورت ردیفی در ردرون سینی های کمپوست به عمق ۵ و فواصل ۲۰ سانتی متری قرار می دهند. این عمل را بذر افشانی می نامند. بعد از ۲-۳ هفته میسلیوم در کمپوست رشد می کند و درجهٔ حرارت کم کم به حدود ۲۰ درجه افت می کند. درطی این مرحله، تنظیم مناسب مقدار رطوبت کمپوست، خیلی مهم است.

حدود سه هفته بعد میسلیوم در تمام جهات در کمپوست نفوذ می کند. بعدنوبت به پوشاندن کمپوست با خاك یا مرحلهٔ (کیسینگ)[5] می رسد. این مرحله برای تولید قارچ گوشتی تجاری ضروری است، ولی علت فیزیولوژیکی آن هنوز ناشناخته است. مرحلهٔ پوشاندن شامل فراهم کردن یک لایهٔ سطحی به ضخامت یک تا سه سانتی متر از خاك نسبةً عاری از مواد آلی، می باشد.

بعد از مرحلهٔ پوشاندن، سینیها به اتاق کشت منتقل می شوند. در آن جا کود بتدریج تا

1- Compost
2- Sweating - out
3- Spawning
4- Spawn
5- Casing

۱۰–۱۵ درجهٔ سانتی گراد سرد می شود. طبق مطالعات دقیقی که برروی قارچهای چتری دیگر نیز انجام شده حرارت مناسب برای ایجاد کلاهک (اندام باردهی) پایین تر از حرارت لازم برای رشد رویشی میسلیوم می باشد. چند هفته بعد از انتقال به اتاق کشت اولین جوانه های قارچی بطور سریع و ناگهانی (فلاش اول) ظاهر می شود. ولی به دنبال آن موقتاً سرعت رشد و محصول دهی کاهش می یابد. این رشد ناگهانی (فلاشها) ممکن است چندین بارپی در پی صورت گیرد. آنچه که در اتاق کشت مهم است، کنترل هوا می باشد. بدین صورت که مقدار دی اکسید کربن نباید از میزان ۰/۵ درصد بیشتر شود و رطوبت هوای اتاق باید بالا باشد (۸۰ تا ۹۵ درصد)، اما بیش از حد هم زیاد نشود.



شکل ۱۱۳. دیاگرام مراحلی از کشت قارچ خوراکی درمحوطه بسته، کمپوست درسینی های چوبی.

در تمام مراحل تولید قارچ، میسلیوم با دیگرارگانیسمهای موجود در کمپوست به رقابت می پردازد و روشهای اتخاذ شده توسط تولید کننده، طوری طرح ریزی شده اند که غلبهٔ آگاریکوس را تضمین می نماید. یک عارضهٔ دیگر در پرورش قارچ وجود عدهٔ زیادی از آفتها و انگل ها است که محصول را مورد حمله قرار می دهند. این انگلها شامل ویروسها، باکتریها و سایر قارچها می باشند.

در ژاپن نوع دیگری از آگاریک کشت می شود. این قارچ که به (شی تیک)[1] معروف است (نام علمی آن لنتینوس ادودس)[2] ، گونه ای است که باعث پوسیدن چوب می شود. تولید این قارچ در بریتانیا و امریکاست. این قارچ برروی قطعات چوب بلوط تازه که به قطر ۵-۱۵ و طول بیش از ۱۰۰ سانتی متر بریده شده اند پرورش می یابند. «اسپان» که به صورت خالص روی ذرات چوب کشت داده شده است تحویل تولید کنندگان می گردد. سپس این ذرات درون سوراخهایی که برتنه های چوب تعبیه شده اند قرار داده می شوند. میسلیوم سپس درون چوب فرورفته و رشد می کند . پس از گذشت شش ماه یعنی زمانی که محصول آماده رسیدن است، تنه های چوب در محیط نمناکی که درجهٔ حرارت نسبةً پایینی دارد قرار داده می شوند. در این شرایط اسپورفور تشکیل می شود.

در جنوب شرقی آسیا یک نوع قارچ به نام (وال واریلا والواسه)[3] که برروی کاه و سبوس می روید، بطور وسیع برروی بسترهایی از کاه نمناك (کاه برنج) در محیط باز پرورش می یابند. به هرصورت کشت این قارچ مثل قارچ شی تیک و یا قارچهای متداول دیگر سازمان یافته نیست و معمولاً تنها به عنوان یک فعالیت کشاورزی جنبی محسوب می شود.

نکته جالب توجه این است که از میان قارچهای خوراکی که در حال حاضر بطور فراوان برای فروش پرورش می یابند تنها سه نوع آگاریک، صدها سال است کشت می شوند.

قارچ خوراکی دیگری که بیشتر به عنوان یک غذای تجمّلی مورد استفاده قرار می گیرد، دنبلان پریگورد یا (توبرملانوسپوروم)[4] است. این قارچ زیرزمینی به صورت همزیست با ریشهٔ درختان بویژه ریشهٔ درخت بلوط زندگی می کند. در جنوب فرانسه و شمال ایتالیا مزارع بخصوصی ایجاد شده است که در آن قارچ دنبلان برروی خاك مناسب تولید و یا بطور طبیعی تکثیر می گردد. مشکل اساسی در مورد این قارچ جمع آوری آن است، چراکه در معرض دید نمی باشد. برای رفع این مشکل سگها و خوکهایی را تربیت می کنند، با توجه به این که قارچ دنبلان وقتی که می رسد بوی تندی از خود منتشر می کند، سگها و خوکها محل قارچ را تعیین کرده و آنها را بیرون می آورند.

انواع دیگری از قارچها از جنگلها و مزارع به منظور مصرف جمع آوری می شوند. ولی انگلیسیها علاقهٔ زیادی به مصرف این گونه قارچها ندارند. و معمولاً فقط از قارچ پرورشی که

1- shiitake
2- Lentinus edodes
3- Volvariella volvacea
4- Tuber melanosporum

در سبزی فروشی ها به فروش می رسد استفاده می کنند . در عین حال در بیشتر نقاط دیگر اروپا، قارچهای چتری شناخته شده و قابل اطمینان به عنوان گونه های (بولتوس)[1] و شانترل (شانترلوس سیباریوس)[2] نیز در فروشگاهها عرضه می شود .

دلیل اصلی که مانع مصرف (قارچهای چتری وحشی)[3] می شود، ترسی بجا و موجّه است؛ چرا که علی رغم قابل خوردن و بی ضرر بودن اغلب آنها، معدودی نیز سمی و مرگ آورند . اغلب مواردی که منجر به مرگ می شود، در نتیجهٔ خوردن قارچ (آمانیتا فالوئیدز)[4] می باشد که به «کلاه کشنده» معروف است . این قارچ که یک گونه متداول جنگلی است و درست به اندازهٔ یک قارچ خوراکی مزرعه ای می باشد، دارای یک کلاهک مایل به سبز و تیغه های سفیدرنگ است . این قارچ دارای یک قسمت (ولوا)[5] فنجان مانند در انتهای(پایه)[6] است و به علاوه حلقه ای هم بالاتر از آن به چشم می خورد . خوردن یک قطعهٔ کوچک از قسمت زایشی قارچ (کلاهک) منجر به مرگ می شود . اگر چه علایم کلینیکی مسمومیت توسط این قارچ کاملاً شناخته شده است، لیکن هنوز بدرستی معلوم نیست که کدام یک از مواد موجود در آن موجب مرگ می شود . دو نوع سم قوی در آمانیتافالوئیدز وجود دارد به نامهای «فالویدین و آمانتین» که هردو از نظر ساختمان شیمیایی سیکلوپپتید هستند . در حال حاضر تصور براین است که عامل اصلی مرگ، «آمانیتین» می باشد .

آگاریک پرنده (آمانیتا موسکاریا)[7] قارچی است با کلاهک مشخص قرمز رنگ که با خالهای سفید تزئین شده، این قارچ سمی است ولی احتمالاً منجر به مرگ نمی شود . ماده سمی که در این قارچ وجود دارد «موسکارین» است که کاملاً متفاوت از فالویدین و آمانیتین می باشد .

علاوه بر (قارچهای چتری) قارچهای دیگری نیز وجود دارند که موجب مسمومیت می شوند . یک مثال مشهور و برجسته (کلاوی سپس پورپورآ)[8] است . معمولاً تخمدانهای گیاهان علفی آلوده به این قارچ، غلات و بویژه چاودار تبدیل به اسکلروشیومهای سیاه رنگ می شوند (شکل ۱۱۰A) . درهنگام جمع آوری محصول مسلماً ارگوتها به همراه غلات جمع آوری می شوند . اگر این دانه ها بعداً به مصرف خوراك دام برسد و یا برای مصارف دیگر آسیاب شود، در صورت وجود مقدار کافی ارگوت ممکن است مسمومیتهای شدید را ایجاد

1- Boletus spp
2- Cantharellus cibarius
3- Toadstools
4- Amanita phalloides
5- Volva
6- Stipe
7- Amanita muscaria
8- Claviceps purpurea

نماید. در قرون وسطی، زمانی که بعضی از مردم اروپا بخصوص اهالی اطراف حوزه بالتیک، نان چاودار به مقدار زیاد استفاده می کردند، بیماری ارگوتیسم و مرگ و میرهای ناشی از آن بسیار شایع بود. نتیجهٔ مسمومیت ارگوتیسم، تشنّج و ضایعات ناشی از قانقاریا در انتهای دستها و پاها و متعاقباً انقباضات پی در پی مویرگهای خونی می باشد. این نوع مسمومیت باعث ایجاد سوزش در اعضا واندامها می شود و به همین دلیل ارگوتیسم را (سوزش حضرتی آنتونی)[1] نامیده اند. از ارگوت آلکالوئیدهای سمی به دست می آید که در مامایی و زایمان مورد استفادهٔ زیادی دارد. اینها از نظر ساختمان شیمیایی همگی برپایهٔ ساختمان(اسیدلایزژیک)[2] است. با مصرف دقیق این مواد خونریزی بعد از زایمان را می توان کنترل کرد. در این رابطه نیاز مبرمی به این آلکالوئیدها وجود دارد. برای تهیه این مواد عملاً و محتاطانه چاودار را به این قارچ آلوده کرده و سپس از محصولات ارگوت آن استفاده می کنند.

«افلاتوکسین» یک نوع سم قارچ متفاوت با بقیه می باشد. این سم که نوعی لاکتون است، از بعضی از نژادهای (آسپرژیلوس فلاووس)[3] حاصل می شود. افلاتوکسین را دلیل سرطان کبد دربوقلمونها و ماهیهایی که از بادام زمینی کپک زده استفاده می کنند، می دانند. دلایل زیادی دردست است که نشانگر متداول بودن سرطان کبد در بین مردم جهان سوم است، درصورتی که این بیماری در کشورهای پیشرفته بندرت مشاهده می شود. علت این موضوع تغذیه با موادی مانند بادام زمینی، لوبیا و غلات آلوده به قارچ مذکور است این مواد در شرایط گرم و محیطهای مرطوب استوایی و نیمه استوایی آلوده می شوند.

بعضی از قارچها که در محیطهای مایع با ترکیب غذایی مناسب رشد می کنند ترکیبات ارزشمندی را برای بشر تولید می کنند. در همین رابطه مهمترین موضوع، تولید الکل اتیلیک توسط مخمرها می باشد. الکل اتیلیک علاوه بر این که برای تهیه مشروبات الکلی گران قیمت، آبجو و شراب به کار می رود، بطور وسیع در فرآیندهای صنعتی نیز مورد استفاده قرارمی گیرد.

مهمترین گونه، مخمر نانوایی یا آبجوسازی (ساکارومیس سرویزه)[4] می باشد. در محلول گلوکز با هوای کافی مخمر بخوبی تنفس و رشد می کند و قند طبق معادله کلی زیر شکسته می شود:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + 674 \text{ (کالری)} \quad \text{(گلوکز)}$$

1- St. Antony's Fire
2- Lysergic acid
3- Aspergillus flavus
4- Saccharomyces cerevisiae

در شرایط بی هوازی و یا تقریباً بی هوازی رشد متوقف شده و تنفس از طریق تخمیر صورت می گیرد. در عمل تخمیر به ازای هر ملکول گلوکز در مقایسه با شرایط هوازی، انرژی بسیار کمتری آزاد می شود. مراحل تخمیر در مجموع در فرمول زیر خلاصه می شود:

$C_6H_{12}O_6$ (گلوکز) $\rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 26$ الکل اتیلیک (کالری)

در عین حال مراحل حدواسطی نیز در این عمل وجود دارد.

یک نمونه از اهمیت تجاری مخمر، تولید آبجو از جو می باشد که آن را مورد بررسی قرار می دهیم. مادهٔ ذخیره ای جو نشاسته است و تا زمانی که محیط مخمّر فاقد آنزیم لازم یعنی آمیلاز است قادر به هیدرولیز نشاسته نخواهد بود. اولین مرحلهٔ در آبجوسازی تهیهٔ مالت می باشد. در این مرحله دانه های جو را می گذارند تا جوانه بزنند تا مرحله ای که آنزیمهای هیدرولیز کننده فعال شوند. سپس با افزایش درجهٔ حرارت جوانه زدن را متوقف می کنند. البته افزایش درجه حرارت به اندازه ای نیست که باعث از بین رفتن آنزیمها شود. دانه ها را با ذخیره های غذایی و آنزیمهای فعال کاملاً سائیده و آسیاب می کنند و به صورت مالت در می آورند. این عمل توسط مالت ساز انجام شده و در اختیار آبجو ساز قرار می گیرد. کار اولیهٔ آبجوساز خیساندن مالت است. برای این کار مالت با آب گرم مخلوط می شود تا آمیلاز دانه های جو تمام نشاسته را به قند تبدیل کند. در مرحلهٔ مناسب فعل و انفعالات آنزیمی بطور برگشت ناپذیر و با کمک افزایش درجه حرارت به اندازهٔ کافی، متوقف می شود. به مایع زلال جداشده رازك اضافه کرده و مخلوط را می جوشانند؛ مایع حاصله (وُرت)[1] بعد از سرد شدن به منبع تخمیر که به آن مخمّر اضافه شده است منتقل می شود و به این صورت مایع مذکور توسط تخمیر به آبجو تبدیل می گردد. موادی که از رازکها خارج می شود، نه تنها طعم خاصی را به آبجو می دهد بلکه مانع فعالیت بعضی از باکتریها می شود که ممکن است قسمتی از الکل را به اسید استیک تبدیل کرده و باعث ترشیدگی آن شوند.

دو محصول حاصل از تخمیر گلوکز توسط مخمّر، الکل و دی اکسید کربن است. الکل در تهیهٔ آبجو و دی اکسید کربن در نانوایی مورد استفاده قرار می گیرد. مخمّر در خمیر نان گاز (دی اکسیدکربن) تولید می کند که بطور یکنواخت در خمیر پخش شده و باعث ورآمدن نان می شود. امروزه نانواها معمولاً از مخمرهای متراکم شدهٔ مخصوصی که برای آنها آماده می شود استفاده می کنند و دیگر متکی به تولیداتی که توسط آبجوساز تهیه می شود نیستند.

1- Wort

مخمّرها مقدار قابل توجهی پروتئین مفید دارند و از آن جا که بسیاری از آنها می توانند برروی مواد زاید هیدرات کربن سریعاً رشد کنند و با استفاده از نیتروژن ارزان تهیه شوند، این موضوع برای تهیه و تأمین غذای انسانها مورد بررسی می باشد. در این رابطه مطالعات فراوانی برروی مخمّر مخصوصی به نام (ترالوپسس یوتی لیس)[1] انجام شده است. در ابتدا پیش بینی برای غذاهای مخمری بسیار قابل توجه بود؛ ولی در حال حاضر جانشین خوبی برای دیگر پروتئینهای غذایی محسوب نمی شود.

یکی از مهمترین فرآورده های قارچهای رشته ای اسید سیتریک است که مقدار زیادی از این اسید در صنعت تولید نوشابه های غیر الکلی و مصارف دارویی مورد استفاده قرار می گیرد. قبلاً اسید سیتریک از مرکبات به دست می آمد، ولی در حال حاضر تقریباً همگی منشأ قارچی دارند. ارگانیسمهایی که در این مورد به کار می رود، گونه هایی از «آسپرژیلوس» بویژه گونهٔ (آسپرژیلوس نیجر)[2] است. این قارچ معمولاً در ظروف کم عمق حاوی محلول ساکاروز و نمکهای معدنی لازم رشد داده می شود. به ازای هرگرم قند مصرف شده در حدود نیم گرم اسیدسیتریک در محیط کشت آزاد می شود.

شاید ارزنده ترین فرآوردهٔ جنبی فعالیت کپکها پنی سیلین باشد. پنی سیلین در سال ۱۹۲۹ توسط الکساندر فلمینگ در اثر یک مشاهده در محیط کشت کشف شد. بدین ترتیب که او متوجه شد یک آلودگی تصادفی (پنی سیلیوم نوتاتوم)[3] در محیط کشت باکتری (استافیلوکوکوس اورئوس)[4] بشدت مانع رشد این عامل بیماری زا شد. پنی سیلین تا قبل از جنگ جهانی دوم زیاد مورد توجه نبود. اما پس از این تاریخ در دانش پزشکی انقلابی ایجاد کرد؛ مادهٔ فعال یعنی پنی سیلین جدا گردید و ساختمان شیمیایی آن شناسایی شد. از مشخصات ویژهٔ این آنتی بیوتیک علاوه بر میزان پایین مسمومیت زایی آن، قابلیت بازدارندگی رشد باکتریهای گرام مثبت g^+ می باشد. بعداً کشف گردید که گونهٔ دیگری (پنی سیلیوم کراسوژنوم)[5] که رابطه نزدیکی با پنی سیلیوم نوتاتوم دارد، نسبت به پنی سیلین تولید کنندهٔ فعالتری است. برای تهیهٔ آنتی بیوتیک قارچ را در شرایط استریل و در محیط کشت مایع درون تانکهای بزرگی که دایماً هوای استریل در آن جریان دارد کشت می دهند.

1- Torulopsis utilis
2- Aspergillus niger
3- Penicillium notatum
4- Staphylococcus aureus
5- Penicillium chrysogenum

کشف پنی سیلین انگیزه را برای تحقیق گسترده در بارهٔ سایر آنتی بیوتیکها که توسط میکروارگانیسمهای دیگر تولید می شود تقویت کرد، و در نتیجه پیشرفت زیادی بالاخص در کپکها و بطور کلی در قارچ شناسی حاصل گردید. باتوجه به تلاشهای زیاد انجام شده، نتایج بیشتر ناامید کننده بود. بااین وجود آنتی بیوتیک مهم دیگری به نام استرپتومایسین کشف شد که برباکتریهای غیر حساس و مقاوم به پنی سیلین مؤثر می باشد. این آنتی بیوتیک توسط قارچ تولید نمی شود بلکه توسط یک باکتری رشته ای به نام (استریتومایسز کریزئوس)[1] به وجود می آید. درعین حال آنتی بیوتیکهای زیادی که هم ضد قارچ و هم ضد باکتری هستند کشف شدند که خیلی از آنها ارزش فوق العاده ای برای انسانها دارند. گریزوفولوین که توسط گونه ای از (پنی سیلیوم گریزئوفولوم)[2] تولید می شود، دارای اهمیت ویژه ای است. این ماده در حال حاضر به عنوان یک داروی موثر خوراکی در کنترل عفونت کچلی در انسان مورد استفاده قرار می گیرد.

در رابطه با اهمیت اقتصادی اعضای خانوادهٔ (آسپرژیلاسه)[3] می توان به دو گونه از پنی سیلیوم اشاره کرد که در تولید انواع خاصی از پنیر به کار می رود.

گونه ی از (پنی سیلیوم کاممبرتی)[4] در تهیهٔ پنیرهای نرم مثل کاممبرت و (بری)[5] مورد استفاده قرار می گیرد. قارچ در سطح خارجی پنیر رشد کرده و به مقدار کمی در آن نفوذ می کند، ولی همین مقدار برای ایجاد طعم و کیفیت مطلوب در پنیر کافی به نظر می رسد و معمولاً احتیاجی به تلقیح این قارچ در پنیر وجود ندارد. زیرا در کارخانه ای که این پنیر تولید می شود اسپورهای قارچ مزبور به اندازهٔ کافی در هوا پراکنده اند.

درتهیهٔ پنیرهای سفت و (رگه آبی)[6] مانند (رُکفورت)[7]، (استیلتون)[8] و (گرگانزولا)[9] گونه ای از (قارچ پنی سیلیوم رکوفورتی)[10] مورد استفاده قرار می گیرد. در این پنیرها قارچ مذکور بطور خالص رشد می کند و سایر گونه های پنی سیلیوم نمی توانند با آن رقابت کنند. چنین محیطی دارای خصوصیات فیزیولوژیکی خاصی بوده و از دلایلی که تنها این قارچ می تواند درون پنیر رشد کند، توانایی رشد این قارچ در شرایط کمبود اکسیژن و تحمل تراکم

1- Streptomyces griseus
2- Penicillium griseofulvum
3- Aspergillaceae
4- P. camemberti
5- Brie
6- Blue - vein
7- Roquefort
8- Stilton
9- Gorganzola
10- Penicillum roqueforti

نسبةً زیاد دی اکسید کربن می باشد. در تهیه پنیرهای رگه آبی، خرده های نان آلوده به قارچ مذکور را به داخل شیر دلمه شده وارد می کنند.

قارچها از اهمیت ویژه ای در ارتباط با چوب یا الوار برخوردار هستند. درختان پایا و فصلی و الوارهای بریده شده به کار رفته در منازل و قایقهای چوبی همگی در معرض پوسیدگی ناشی از رشد قارچها قرار دارند. پوسیدگی درختان سبز در فصول قبلی این کتاب مورد بحث قرار گرفت. الوار بریده شده نیز مورد حملهٔ قارچها می باشند ولی قارچهایی که چوبها را مورد حمله قرار می دهند با انواعی که درختان را مورد حمله قرار می دهند متفاوت می باشند عامل اصلی تشکیل کلنی قارچها در روی چوب میزان آب است. اگر میزان آب کمتر از بیست درصدباشد، چوب ازحملهٔ قارچها کاملاً درامان خواهد بود. ولی یک رطوبت موضعی جایگاه مناسبی برای رشد قارچ می باشد و دفعةً شروع به رشد می کند و تجزیه سلولز چوب را سبب می شود آب حاصل از تجزیهٔ سلولز سبب گسترش بیشتر میسلیوم در چوب می گردد.

ازمعمولی ترین گونه هایی که موجب پوسیدگی و تخریب تیرهای تلگراف، بلوکهای چوبی، کف پوش و یاستونهای چوبی و تونلهای معادن می شوند (لنتینوس لپیدئوس)[1] می باشد. یک گونهٔ دیگر (پنی فورا ژیگانت)[2] است، که دارای اسپوروفورهای نامنظم و به سمت پایین است. این قارچ در روی الوار مخروطیان و بطور کلی چوبهای نرم انبار شده به فراوانی مشاهده می شود.

قارچهای آبی رنگ که الوارها را مورد حمله قرار می دهند باعث می شوند که چوب ارزش خود را از دست بدهد، بدون این که به خصوصیات مکانیکی آن صدمه ای وارد سازد. این قارچها عمدةً متعلق به (سراتوسیتیس)[3] جنسی متعلق به آسکومیستها، می باشد، که دارای پرتیسیومی باگردن بلند بوده و همچنین باعث ایجاد انواع مختلفی از کنیدیها می شود. تغییر رنگ چوب، به آبی مایل به خاکستری به علت هیفهای پیگمان دار (مواد رنگی) است که در پارانشیم و سلولهای اشعه (چوب ـ نرم)[4] رشد می کنند، مخصوصاً چوبهای مخروطیان در برابر این قارچ آسیب پذیر است.

در مناطق معتدلهٔ اروپا، خرابیها و آسیبهای فراوانی توسط (پوسیدگی خشک)[5]

1- Lentinus lepideus
2- Peniophora gigantea
3- Ceratocystis
4- Sap -wood
5- Dry rot

به تیره های چوبی خانه ها وارد می شود. این پوسیدگی، علی رغم نام آن، براثر رطوبت فراوان ایجاد می شود. اگرچه چوب بلوط نسبت به این پوسیدگی مقاوم است ولی اکثر انواع چوبها در مقابل آن آسیب پذیرند. قارچی که باعث پوسیدگی می شود (سرپولا لاکریمانس)[1] است که متعلق به بازیدیومیستها از راسته (آفیلوفورالها)[2] می باشد.

براثر پوسیدگی خشک چوب نرم شده و به قسمتهای مکعبی کوچک تبدیل می گردد. این پوسیدگی مخصوصاً در منازل کهنه و قدیمی متداول است. کف این خانه ها که از الوارهای چوبی ساخته شده اند و زیرشان خالی است، چنانچه بخوبی تهویه نشوند ممکن است بزودی مرطوب شوند. همچنین الوارهایی که در زیرزمین ها (سردابه ها) قرار دارند نسبت به پوسیدگی بسیار آسیب پذیرند. معمولاً پوسیدگی بدین صورت شروع می شود که قسمتی از چوبهای خانه مرطوب می شود، بطوری که میزان آب آن بیشتر از حد بحرانی یعنی بیست درصد می گردد. قسمت آسیب دیده معمولاً مخفی می ماند ولی با این وجود حضور پوسیدگی با بوی خاص کپک زدگی (بوی نا) و یا گاهی با مشاهدهٔ لکه های بدرنگ ناشی از تراکم بازیدیوسپورها برروی سطوح براق آشکار می شود. اسپورفورها اکثراً دوراز دید برروی تیره های سقف سردابهای مرطوب و یا زیر تخته های کف اتاق به صورت ساختمانهای عسلی رنگ نامنظم با هیمنیوم روبه پایین رشد می کند که از آن بازیدیوسپورهای قهوه ای رنگ به مقدار فراوان فرو می ریزد اغلب اسپورفورها قطرات آبی از خود تراوش می کنند، این ویژگی مخصوص (لاکریمانس)[3] است. یک صفت ویژهٔ دیگر در (سرپولا لاکریمانس)توسعه و گسترش رشته های هیف است که بیشتر شبیه ریزوئیدهای (آرمیلاریالا)[4] است البته به آن اندازه سازمان یافته نیست. قطر این رشته ها ممکن است به چندین میلی متر برسد. این رشته ها که از میسیلیوم استقرار یافتهٔ قارچ رشد کرده اند، می توانند حتی به طول چندین متر برروی سطوح مواد غیر غذایی مثل آجر رشد کنند و وقتی که باچوب تماس یافتند یک مرکزپوسیدگی جدید ایجاد نمایند. در رشته های هیف بزرگتر، رشته های بزرگ و مرکزی وجود دارد که ظاهراً در نقل و انتقل آب و مواد غذایی نقش دارند.

در آغاز قرن نوزدهم میلادی کشتیهای نیروی دریایی بریتانیا بیشتر در معرض خطر حملهٔ قارچها بودند تا خطر حمله ناوگان ناپلئون. این موضوع بیشتراز همه در مورد کشتی کوئین شارلوت پیش آمد. کوئین شارلوت نام کشتی جنگی بزرگی مجهز به ۱۱۰ توپ بود که در سال

1- Serpula lacrymans
2- Aphyllophorales
3- lacrymans
4- Armillariella

۱۸۱۰ به آب انداخته شد ولی بسرعت دچار پوسیدگی گردید، بطوری که قبل از انجام مأموریت دریایی احتیاج به تعمیر گسترده‌ای داشت. مسؤولان نیروی دریایی بریتانیا که از این موضوع وحشت زده بودند رسیدگی به این مشکل را به (جیمز ساوربای)[1] واگذار کردند. وی هنرمند و گیاه شناس برجسته‌ای بود و علاقه زیادی به قارچها داشت. وی کوئین شارلوت و دیگر کشتهای جنگی را مورد بررسی قرار داد و سپس بموقع گزارش طولانی به همراه تصاویر رنگی از گونه هایی که درکشتیها مشاهده کرده بود ارائه داد. اوهمچنین تذکراتی در مورد مراقبت از کشتیها داد و تأکید نمود برای این که پوسیدگی چوبهای کشتی به حداقل برسد باید از چوبهای کاملاً خشک در امرکشتی سازی استفاده شود.

علاوه برپوسیدگی چوب، قارچها در انواع دیگری ازتخریبهای بیولوژیکی که از اهمیت اقتصادی قابل توجهی برخوردارند، نقش اصلی را دارند. در طول جنگ جهانی دوم نیروهای آمریکایی دراقیانوس آرام ازصدماتی که قارچها به البسه، چادرها و سایر وسایل وارد می کردند، زیان زیادی دیدند. در این مورد بویژه گونه هایی از آسپرژیلوس و پنی سیلیوم نقش داشتند. این مسأله منجر به تحقیقات عمده‌ای در زمینهٔ فسادهای زیستی شد و در این رابطه قارچ کشهایی کشف شدند. ولی تنها راه مطمئن برای جلوگیری از رشد قارچها نگهداری مواد در محل خشک بود که در مناطق مرطوب حاره‌ای اغلب کاری مشکل بود. بخصوص کاغذ مستعد پوسیدگی است و اغلب فساد کاغذ در نتیجه یک نوع آسکومیست به نام (کته مُیوم گلوبوزوم)[2] می باشد. اعضای این جنس بزرگ دارای پریتسیومهایی هستند که با هیفهای بلند مو مانند احاطه شده است. این آسکومیست در انبارهایی که روزنامه ها نگهداری می شود و در شرایط کاملاً خشک قرار ندارند و همچنین در کاغذ دیواری اتاقهای نمناك ایجاد مزاحمت می نماید.

حتی در صنعت کمپوت سازی نیز قارچها ممکن است ایجاد اختلال بنمایند. آسکوسپورهای (بای سوکلامیس فولوا)[3] که اغلب روی میوه ها وجود دارند، می توانند حتی به مدت ۳۰ دقیقه حرارت ۸۶-۸۸درجهٔ سانتی گراد شربت کمپوت را تحمل کنند و فعال باقی بمانند، بنابراین همیشه در طی مراحل کنسرو سازی نابود نمی گردند. از آنجایی که این قارچ می تواند با مقدار خیلی کم اکسیژن نیز رشد نماید، یک میسلیوم ممکن است در قوطیهای دربسته رشد کند و میوهٔ درون قوطی را فاسد نماید.

1- James sowerby
2- Chaetomium globosum
3- Byssochlamys fulva

برخلاف گیاهان، در انسان و سایر پستانداران بیشتر بیماریها توسط باکتریها و ویروسها ایجاد می شوند؛ ولی با این وجود بعضی بیماریهای انسانی نیز منشأ قارچی دارند. معمولی ترین این پاتوژنها «درماتوفیتها» هستند؛ مثلاً گونه هایی از (میکروسپوروم)[1] و (تریکوفیتون)[2]، که قادر به هضم و استفاده از کراتین پوست و مو می باشند.

در بیماری زرد زخم سر (کچلی) فولیکول مو توسط قارچ پوشانده می شود و در نتیجه موها از قسمت پایه می شکنند وقسمتی از سر طاس می شود. میسلیومها در قسمت ریشه مو رشد می کنند و غلافی نازك از آرتروکونیدها اطراف ریشهٔ مو را فرا می گیرند. این بیماری با تماس مستقیم یا غیر مستقیم گسترش می یابد. برای شناسایی پاتوژن آن را بطور خالص کشت می دهیم، چنانچه دسته های ماکروکونیدی ایجاد شود صفتی ممیزه است و باعث شناسایی می گردد. در بریتانیا دوگونه آدونی و کانیس از جنس میکروسپوروم (میکروسپوروم آدونی[3]، میکروسپوروم کانیس)[4] اغلب باعث بیماری زردرخم در کودکان می گردند. گونهٔ اول منحصر و محدود به نوع انسان است ولی گونهٔ دوم باعث بیماری در گربه و سگ هم می شود. گونهٔ میکروسپوروم ادونی در محیط کشت زندگی غیر طبیعی دارد و زندگی طبیعی آن فقط به صورت انگل انسان می باشد و برای بقای خود کاملاً به میزان وابسته است.

در پاهای ورزشکاران و بطور کلی بین افراد بالغ وجوان، قارچی به نام (تریکوفیتون اینتردیجیتال)[5] روی پوست بین انگشتان پا رشد می کند.

(قارچ کاندیدا آلبیکانس)[6] یک پاتوژن قارچی و مزاحم دیگر است. این قارچ بطور منظم در لولهٔ گوارش انسان یافت می شود و بطور طبیعی بی ضرر است. هنگامی که به دلیلی مقاومت بدن انسان کاهش یابد می تواند به غشاهای مخاطی دهان حمله کرده و باعث ایجاد «برفک» بخصوص در نوزادان شود. در افراد بزرگسال قسمتهای دیگر بدن هم ممکن است تحت تأثیر واقع شوند. بخصوص در مهبل در طی دوران بارداری. اگرچه در بدن انسان این قارچ فقط در شرایط تخمیری به سر می برد، ولی در محیط کشت روی یک مادهٔ غذایی مناسب میسلیوم ایجاد می کند که علاوه بر سلولهای مخمر مانند حاصل از جوانه زدن، کلامید و سپورهای انتهایی را به وجود می آورد.

1- Microsporum
2- Trichophyton
3- Microsporum audouini
4- M . Canis
5- Trichophyton interdigitale
6- Candida albicans

درقسمتهایی ازامریکا قارچ (هیستوپلاسماکپسولاتوم)[1] ممکن است موجب یک بیماری نادر ولی در عین حال خطرناك شود. ابتدا ضایعات ناشی از این قارچ در قسمت دهان ایجاد می شود ولی بعداً ششها نیز ممکن است عفونی شوند و در نهایت اغلب منجر به مرگ می گردد. این قارچ در خاکهای غنی از فضولات پرندگان و خفاشها به صورت ساپروفیت زندگی می کند بیماری مزبور مخصوصاً در میان کسانی رواج دارد که مرغداریهای قدیمی را تمیز می کنند. همچنین در بین بازدیدکنندگان غارهایی که خفاشها در آن جا فراوانند.

یک جنبهٔ طبی دیگر از قارچها ایجاد آلرژی و حساسیت در اثر اسپور است. مجاری تنفسی شامل بینی، نای، لوله های برونشی و کیسه های هوایی ریه ها در حکم دامهایی هستند که اسپورها را از این طریق به تله می اندازند. در هنگام تنفس همراه با هوایی که به درون ریه کشیده می شود اسپورهای معلق در هوا وارد سیستم تنفسی می شوند و در قسمتهای مختلف دستگاه تنفسی، ابتدا اسپورهای بزرگتر و سپس اسپورهای کوچکتر، جایگزین می شوند. در محدودهٔ بینی بزرگترین ذرات هوای وارد شده، بخصوص دانه های گرده جای می گیرند. تعداد زیادی از دانه های گردهٔ گیاهان علفی در افراد حساس و مستعد موجب بیماری تب یونجه می شوند. اسپور قارچها معمولاً خیلی کوچکند و عمدةً در قسمتهای نای و لوله های برونشی جمع می شوند. فقط اسپورهای بسیار کوچک مثل اسپور پنی سیلیوم و آسپرژیلوس می توانند تا اعماق سیستم تنفسی نفوذ کنند.

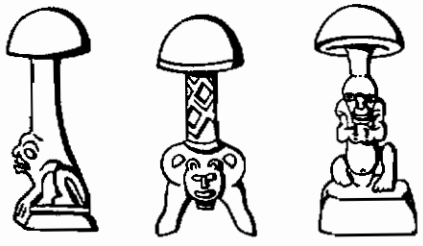
یک علت تنگی نفس (آسم) حساسیت نسبت به اسپور قارچهاست مثلاً کارگرانی که در گلخانه های مخصوص کشت گوجه فرنگی کارمی کنند و در آن جا گوجه فرنگی ها شدیداً با (کلادوسپوریوم فولوم)[2] آلوده شده اند. همچنین کسانی که در خانه های قدیمی آلوده به قارچ فاسد کنندهٔ چوب (سرپولا لاکریمانس) زندگی می کنند ممکن است از طریق استنشاق اسپورها دچار تنگی نفس (آسم) شوند. علاوه براین در هنگام برداشت محصول غلات، تلیوسپورهای رها شده از غلات آلوده به زنگ سیاه موجب آسم در بین کشاورزان می شود.

یک کپک متداول به نام (آسپرژیلوس فومیگاتوس)[3] که روی کودهای خود گرمازا به مقیاس وسیع رشد می کنند اسپورهایی ایجاد و رها می کنند که قادرند عمیقاً در سیستم تنفسی نفوذ کنند. در این صورت نه تنها باعث ایجاد یک عکس العمل آلرژیکی می شوند. که ممکن

1 - Histoplasma capsulatum
2- Cladosporium fulvum
3- Aspergillus fumigatus

است پس از جوانه زدن در ششها ایجاد میسلیوم کنند. با این وجود این میسلیوم نمی تواند به بافت سالم آسیب برساند. آسپرژیلوس عارضه مهمی را در انسان ایجاد نمی کند ولی در بین حیوانات و پرندگان اهلی خسارتهای قابل توجهی به بار می آورد.

بعضی از قارچهای چتری حتی دارای ریشهٔ مذهبی برای بشر می باشد. در میان معابد خدایان هندوهای اولیه معبدی به نام (سوما)[1] وجود دارد که بیشتر ماهیت گیاهی دارد تاجانوری؛ در کتاب مقدس هندو (وداس)[2] اشارات مبهمی به آن شده است. ولی در یک مورد سوما به عنوان قارچ آمانیتا موسکاریا شناخته شده است. این قارچ علاوه برسمی بودن دارای قدرت خلسه آور (توهم زایی قوی) می باشد. تاچندی پیش برخی از مردم بدوی سیبری برای سرمستی و سرخوشی (از خود بی خودشدن) این قارچ را به صورت خشک می خوردند درنتیجه به آن نسبت خدایی می دادند. در مکزیک گونه های خلسه آوری از جنس (پسیلوسایب)[3] مدت مدیدی در مراسم مذهبی مورد استفاده بود. در نقاط دورافتادهٔ مکزیک این رسم هنوز هم ادامه دارد اما زمینهٔ مسیحی پیدا کرده است. در گواتمالا در میان قوم (مایا)[4] هزار تا دوهزار سال پیش پیکرهایی را نظیر قارچ از سنگ تراشیده اند که بدون شک از سنتهای مذهبی مایه گرفته است. براین سنگها نقش یک انسان یا حیوان برپایه یک قارچ چتری حک شده است (شکل۱۱۴).



شکل ۱۱۴. سنگهایی به شکل قارچ خوراکی "Mushroom" از کشور گواتمالا که هریك حدود ۳۰ سانتی متر ارتفاع دارند.

1- Soma
2- Vedas
3- Psilocybe
4- Maya

FERDOWSI UNIVERSITY OF MASHHAD

Publication No. 205

THE BIOLOGY OF FUNGI

Fifth Edition

by

C. T. Ingold

Tnanslatd by

Dr. M. Zokaei

FERDOWSI UNIVERSITY PRESS

1996