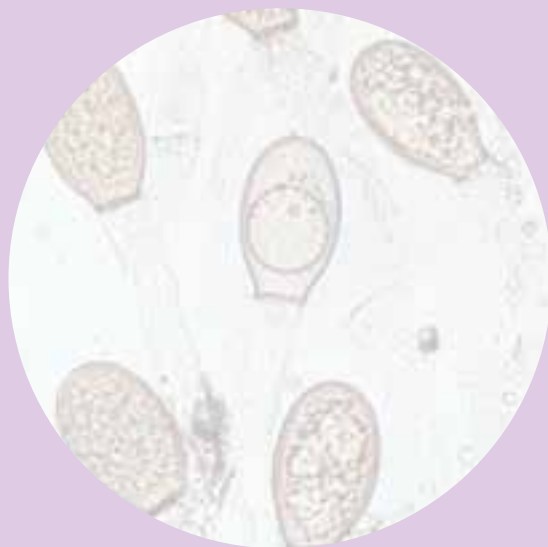


۴ فصل

قارچ‌ها



اهداف آموزشی

هدف کلی

شناخت قارچ‌ها و بیماری‌های ایجاد شده توسط آن‌ها در دام‌ها و طیور.

هدف‌های جزئی

- ۱- شناخت قارچ‌ها
- ۲- شناخت طبقه بندی قارچ‌ها
- ۳- شناخت انواع کلنی قارچ‌ها
- ۴- شناخت کشت قارچ‌ها در آزمایشگاه
- ۵- شناخت بیماری‌هایی که توسط قارچ‌ها در دام و طیور ایجاد می‌شود.

واژه‌ها و اصطلاحات مهم

هموتال	هتروتال	هتروتروف	قارچ‌ها
آسک	آسکوسپور	انگل	کلروفیل
آسکوکارپ	آسکومایکوتینا	گلوکان	کیتین
ژیمنوتشیوم	آسکومیست	تمایز سلولی	سلولز
پری تشیوم	کلیستوتشیوم	گلوکان	کیتیزان
بازیدیوسپور	آپوتشیوم	آمفوتریسین B	منان
کریپتوکوکوس نئوفور مانس	بازیدیومایکوتینا	هیف	ریسه
آنتریدیوم	اُگونیوم	آنامورف	پروتوپلاسما
رایزوپوس	موکور	اسپورانژیوفور	تلومورف
تخم	اسپورانژیوم	کنیدیا	اسپورانژیوسپور
هاپلوئید	دیپلوئید	میکروکنیدی	کنیدیوفور
آسکوسپور	آرکگونیوم	اُسپور	ماکروکنیدی
آسپرژیلوس	مخمر آبجو	زیگوسپور	ماستیگومایکوتینا
فیالاید	پنی‌سیلیوم	گامتوفیت	زیگومایکوتینا

مایکوتوکسیکوز	آسپرژیلوس فومیگاتوس	ساکارومیسس	وزیکل
افلاتوکسین	مایکوتوکسین	ماشروم	بازیدیوم
آسپرژیلوس پارازلیتیکوس	آسپرژیلوس فلاووس	ترایکوفایتون	دترومایکوتینا
اکراتوکسین	اکراتوکسی کوز	میسلیوم راکتی	فوزاریوم
آسپرژیلوس ویریدیکاتوم	آسپرژیلوس اکراسئوس	سابرودکستروز آگار	اسلاید
برفک	کانایدیازیس	لاکتوفنل - کاتن بلو	انکوباسیون
مایکوزیس	مونیلیازیس	کلرامفینکل	پتانسیل اکسیداسیون و احیا
تریکوفیتون مگنینی	تاج سفید	رشته‌های کاذب	درماتوفیت



رویکردهای آموزشی

با توجه به محتوای این فصل که در خصوص قارچ‌هاست، هنرجویان می‌توانند با موجوداتی به نام قارچ‌ها آشنا شوند. با ساختار، تولید مثل، نحوه رشد و انواع کلنی، طبقه‌بندی و طرز کشت آزمایشگاه آن‌ها آشنا شوند، همچنین با استفاده از این اطلاعات علائم بیماری‌هایی را که قارچ‌ها در دام و طیور ایجاد می‌کنند درک نمایند.

پیام‌های اصلی

دانشی و مهارتی

هنرجو:

- با قارچ و جایگاه آن آشنا می‌شود.
- با ساختمان قارچ و اجزای آن آشنا می‌شود.
- با تولید مثل و چرخه زندگی قارچ‌ها آشنا می‌شود.
- با چند بیماری مهم قارچی آشنا می‌شود.

نگرشی

هنرجو:

- با انجام دادن پروژه و کار گروهی، درمورد قارچ‌ها روحیه تحقیق و همکاری را درخود تقویت می‌کند.
- با انجام دادن پروژه و کار گروهی، درخصوص قارچ‌ها نسبت به محیط پیرامون خود کنجکاو می‌شود.

دانستنی‌های مورد نیاز هنرآموز

- مطالعه فصل چهارم، بخش راهنمای هنرآموز، او را با دانستنی‌های مورد نیاز برای ارائه بهتر مطالب کتاب کمک می‌کند.
- هنرآموز باید به علائم بیماری‌های قارچی در دام و طیور آشنا باشد.

فعالیت‌های پیشنهادی

- هنرآموز می‌تواند با استفاده از اسلاید و پاورپوینت، هنرجویان را با علائم بیماری‌های قارچی در دام و طیور آشنا کند.
- هنرآموز می‌تواند با کمک به هنرجویان آن‌ها را به جمع‌آوری کپک نان یا کپک روی میوه جات تشویق کند و از این کپک‌ها لام تهیه نمایند یا آن‌ها را کشت بدهند.

موارد ارزش‌یابی

- هنرآموز می‌تواند در مورد ساختمان، ترکیب شیمیایی، طبقه‌بندی و انواع تولید مثل قارچ‌ها سؤالات کتبی و شفاهی طرح کند.
- هنرآموز می‌تواند از نحوه کشت قارچ‌ها و رنگ آمیزی قارچ‌ها آزمون عملی بگیرد.
- هنرآموز می‌تواند انواع بیماری‌های قارچ‌ها را از دانش‌آموزان سؤال نماید.

قارچ‌ها

قارچ‌ها موجوداتی هتروتروف فاقد ریشه، ساقه و برگ‌اند و دسته جداگانه‌ای از یوکاریوت‌ها را تشکیل می‌دهند. این دسته از میکروارگانیسم‌ها برای رشد و تکثیر، به ترکیبات آلی از پیش ساخته‌ای به نام منبع کربن نیازمندند. آن‌ها به علت فقدان کلروفیل قادر به سنتز مواد آلی نیستند، در نتیجه ناگزیرند به صورت ساپروفیت بر روی مواد آلی مرده گیاهی و جانوری به سر ببرند و بقایای آن‌ها را تجزیه کنند و یا به صورت انگل بر روی یاخته‌های زنده و یا داخل آن‌ها زندگی کنند. قارچ‌ها به دلیل تفاوت‌های زیر از گیاهان و جانوران و باکتری‌ها متمایز می‌شوند:

سلول‌های قارچی دارای دیواره سلولی از جنس کیتین و گلوکان‌اند. در حالی که سلول‌های حیوانی فاقد دیواره سلولی هستند و دیواره سلولی گیاهان عمدتاً از سلولز ساخته شده است.

قارچ‌ها برخلاف گیاهان هتروتروف‌اند و قادر به فتوسنتز نیستند. مواد مورد نیاز قارچ‌ها با ترشح آنزیم‌های خارج سلولی هضم و سپس جذب سلول می‌شود.

قارچ‌ها از نظر ساختاری ساده‌تر از گیاهان و جانوران‌اند. تمایز سلولی، تشکیل بافت و اندام در این ارگانیسم‌ها وجود ندارد و سلول‌های رشته‌ای یا مخمری منفرد واحد ساختمانی قارچ‌ها را تشکیل می‌دهند.

هسته قارچ‌ها دارای چندین کروموزوم و یک هستک است. دیواره سلولی قارچ‌ها حاوی پلیمرهای پلی ساکاریدی کیتین، کیتوزان، گلوکان، منان و درموارد خاص سلولز است. قارچ‌ها از باکتری‌های رشته‌ای به دلیل اندازه بزرگ‌تر و مقاومت نسبت به عوامل ضد قارچی مانند آمفوتریسین^۱ B به آسانی قابل تشخیص‌اند. علاوه بر این قارچ‌ها، برخلاف باکتری‌ها، مورد تهاجم باکتریوفاژها قرار نمی‌گیرند.

ساختار قارچ

ساختار قارچ‌های پر سلولی از رشته‌ها یا ریشه‌های نخی شکل به نام ریشه یا هیف^۲ تشکیل شده است. انشعاب هیف‌ها شبکه میسیلیوم^۳ را به وجود می‌آورند. شبکه میسیلیوم را می‌توان به صورت کپک بر روی مواد آلی مختلف مشاهده کرد. سلول‌های رشته‌ای دیواره سلولی محکمی دارند و رشد آن‌ها به صورت طولی و از انتهای رشته‌های منفرد یا همان هیف انجام می‌گیرد. قارچ‌ها

۱- Amphotr s n B

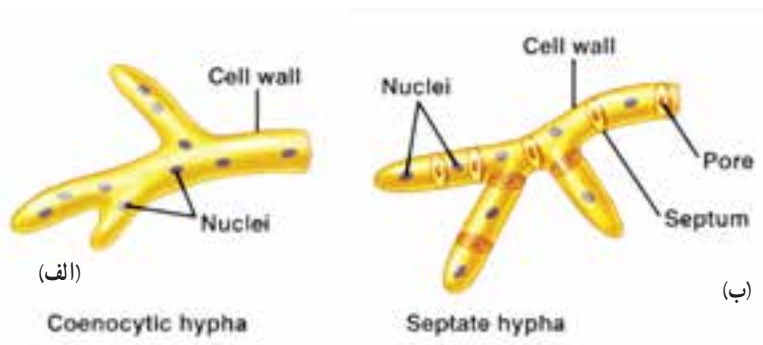
۲- Hyphae

۳- Myce um

میسلیوم‌های حقیقی ایجاد می‌کنند و ممکن است به دو شکل زیر دیده شوند :

الف) میسلیوم بدون دیواره عرضی^۱ : در طول این میسلیوم‌ها هیچ‌گونه دیواره عرضی وجود ندارد و پروتوپلاسم در درون میسلیوم در حرکت است (شکل ۱-۴-الف).

ب) میسلیوم با دیواره عرضی^۲ : این دیواره اغلب حاوی منافذی است که جریان سیتوپلاسمی را بین سلول‌ها در امتداد میسلیوم برقرار می‌سازد و اجازه می‌دهد تا سیتوپلاسم و گاهی حتی هسته‌ها به سلول‌های مجاور منتقل شوند (شکل ۱-۴-ب).



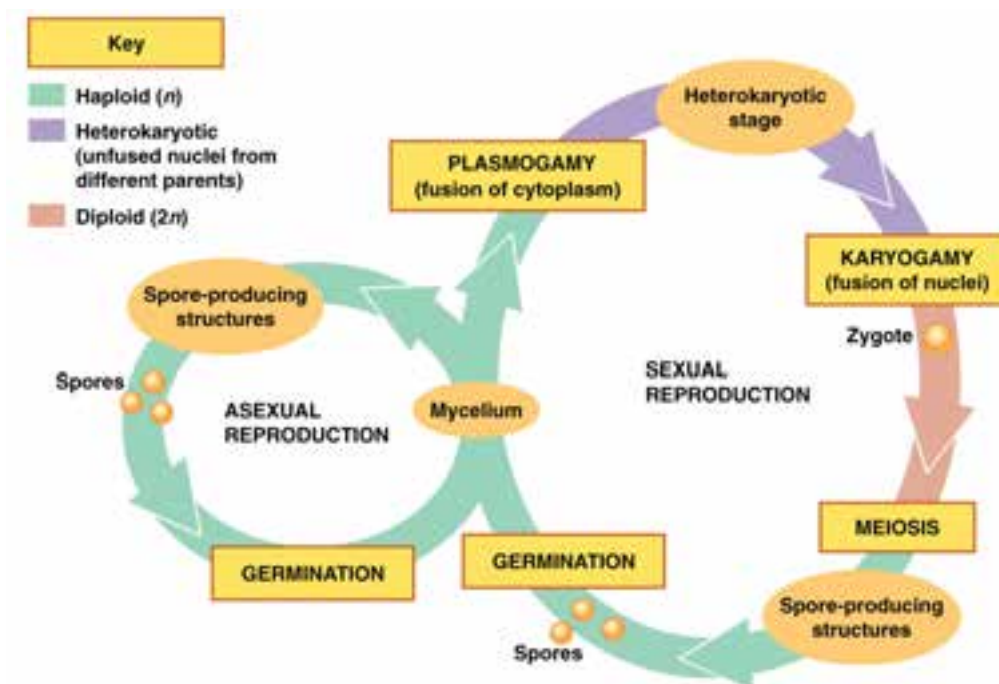
الف) میسلیوم بدون دیواره عرضی

ب) میسلیوم با دیواره عرضی

شکل ۱-۴

تولید مثل در قارچ‌ها

تولید مثل در قارچ‌ها به دو روش غیر جنسی (آنامورف) و جنسی (تلومورف) انجام می‌گیرد (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴ شکل شماتیک از چرخه عمومی زندگی در قارچ‌ها

۱- Non septate

۲- Septate

تولید مثل غیر جنسی

تولید مثل غیر جنسی توسط اسپوره‌های غیر جنسی انجام می‌شود. در تعدادی از قارچ‌ها اسپور غیر جنسی درون اسپوراتریوم ایجاد می‌شود. این قارچ‌ها واجد هیف‌های بدون جدار عرضی و بدون انشعاب به نام اسپوراتریوفور^۱ هستند که به یک کیسه به نام اسپوراتریوم^۲ که عمل حفاظت از اسپورها را به عهده دارد، منتهی می‌شود. پروتوپلاسم درون اسپوراتریوم با روش قطعه قطعه شدن تقسیم می‌شود. در مراحل بعد تعدادی اسپوراتریوسپور^۳ تک هسته‌ای تشکیل می‌گردد که در واقع اسپوره‌های غیر جنسی هستند و با پاره شدن دیواره اسپوراتریوم به خارج می‌ریزند.

در سایر قارچ‌ها، اسپوره‌های غیر جنسی درون اسپوراتریوم نیستند و در نتیجه قطعه قطعه شدن هیف، جوانه زدن هیف یا از طریق دیواره هیف‌ها به وجود می‌آیند. هر یک از این واحدها کنیدی^۴ و هیف به وجود آورنده آن‌ها کنیدیوفور^۵ نامیده می‌شوند. به کنیدی‌های کوچک و تک سلولی میکروکنیدی و به کنیدی‌های بزرگ‌تر که دارای بیش از یک سلول هستند، ماکروکنیدی گفته می‌شود. ساختارهای مختلف کنیدیوفور و کنیدی‌ها در مطالعه خصوصیات کلنی قارچ، و در تشخیص جنس و گونه قارچ اهمیت دارند.

تولید مثل جنسی

تولید مثل جنسی پدیده‌ای است که در آن سلول جنسی نر با سلول جنسی ماده ترکیب می‌شود. سپس هسته‌ها با یکدیگر درمی‌آمیزند و تقسیم میوز انجام می‌شود. در این نوع تولید مثل، چهار نوع اسپور جنسی شناخته شده‌اند و طبقه بندی قارچ‌ها بر اساس آن‌ها صورت گرفته است.

۱) **اُاسپور**^۶: اُاسپور جنسی قارچ‌های زیر شاخه ماستیگومایکوتینا^۷ است.

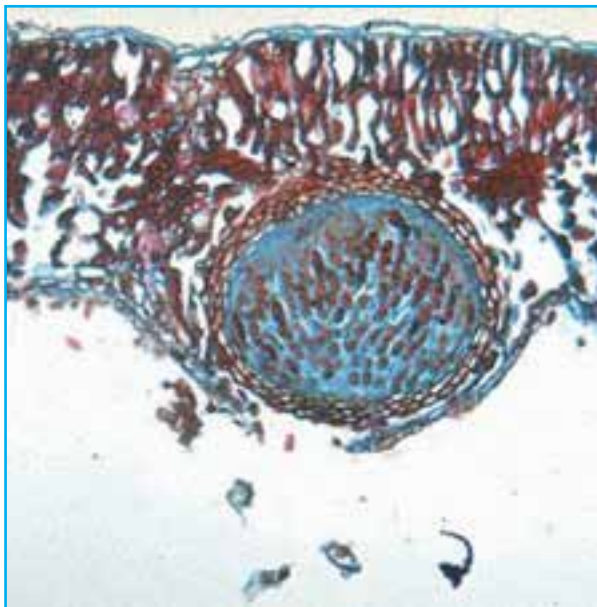
۲) **زیگوسپور**^۸: در قارچ‌های زیر شاخه زیگومایکوتینا^۹ ایجاد می‌شود. مرحله جنسی با آمیزش دو هیف گامتوفیت^{۱۰}

صورت می‌گیرد. اگر دو هیف مختلف در عمل ترکیب جنس‌ها شرکت کند ارگانسیم هتروتال^{۱۱} و اگر قسمتی از هیف با انشعابی از همان رشته ترکیب شود، هموتال^{۱۲} خواهد بود.

۳) **آسکوسپور**^{۱۳}: آسک^{۱۴} و آسکوسپور در قارچ‌های زیر شاخه آسکومایکوتینا^{۱۵} تولید می‌شوند. کیسه‌های آسک اغلب توسط پوششی به نام آسکوکارپ^{۱۶} احاطه می‌شوند (شکل ۳-۴).

آسکوکارپ در قارچ‌های مختلف آسکومیست ممکن است به اشکال زیر مشاهده شود (شکل ۴-۴):

تریمنوتیشیوم: پوشش آسک‌ها به صورت بافت مشبک و سستی است که اسپورها می‌توانند از بین منافذ آن خارج شوند. آسک‌ها فاقد پوشش و یا برهنه هستند.



شکل ۳-۴ آسکوکارپ بسته (کلیستوتیشیوم) که آسک را دربر گرفته است.

۱- Sporang ophor

۲- Sporang um

۳- Sporang ospore

۴- Con d a

۵- Con d ophore

۶- Oospore

۷- Mast gomycot na

۸- Zygospor

۹- Zygomycot na

۱۰- Gametophyte

۱۱- Heterotha

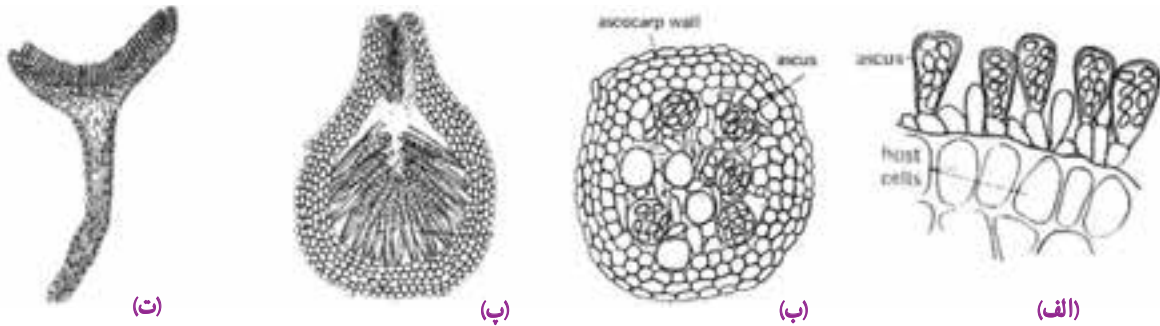
۱۲- Homotha

۱۳- Ascospore

۱۴- Ascus

۱۵- Ascomycot na

۱۶- Ascucarp



الف) ژیمنوتشیوم (ب) کلیستوتشیوم (ب) پری تشیوم (ت) آپوتشیوم
 شکل ۴-۴ رده بندی آسکومایکوتینا بر اساس نوع آسکوکارپ

کلیستوتشیوم: آسکوکارپ کاملاً مسدود است و با شکستن دیواره آن، آسکوسپورها خارج می شوند.
پری تشیوم: در مرحله کامل برخی قارچ‌ها، آسکوکارپ واجد دهانه است که از این طریق آسکوسپورهای بالغ خارج می شوند.

آپوتشیوم: آسکوکارپ کاملاً باز است و به اصطلاح فرم فنجان‌مانند دارد.
 ۴) بازیدیوسپورا^۱: بازیدیوسپور در قارچ‌های زیرشاخه بازیدیومایکوتینا^۲ ایجاد می شود. تا به حال تعداد کمی از بیماری‌های انسان به علت قارچ‌های این گروه گزارش شده است. مرحله جنسی در قارچ مخمری کریپتوکوکوس نئوفورمانس^۳ بیماریزا، با ایجاد بازیدیوسپور صورت می گیرد.

رده بندی قارچ‌ها

سلسله قارچ‌ها را به دو شاخه قارچ‌های حقیقی و قارچ‌های کاذب تقسیم کرده‌اند. قارچ‌های حقیقی به پنج زیر شاخه تقسیم می شوند که عبارت‌اند از:

ماستیگومایکوتینا: این گروه از قارچ‌ها به صورت ساپروفیت بر روی بقایای مواد آلی یا به صورت انگل داخلی و خارجی بر روی یاخته میزبان زندگی می کنند. قارچ‌های این زیرشاخه از نظر نوع ساختار و تولید مثل جزو پست‌ترین قارچ‌ها به شمار می آیند. اشکال ابتدایی این قارچ‌ها فاقد هیف‌اند و ساختار تک‌یاخته‌ای دارند که بخش رویشی و نیز زایشی قارچ به شمار می آید (شکل ۵-۴). سپس ساختار آن‌ها اندکی پیشرفت می کنند و بخش‌های رویشی و زایشی آن‌ها از یکدیگر مجزا می شوند. این قارچ‌ها، هاگ‌های دارای تاژک تولید می کنند. نوع تاژک و محل قرار گرفتن آن در این قارچ‌ها از نظر رده بندی مهم است. در قارچ‌های تکامل یافته‌تر این گروه، هیف به وجود می آید که فاقد دیواره عرضی است. در تولید مثل جنسی



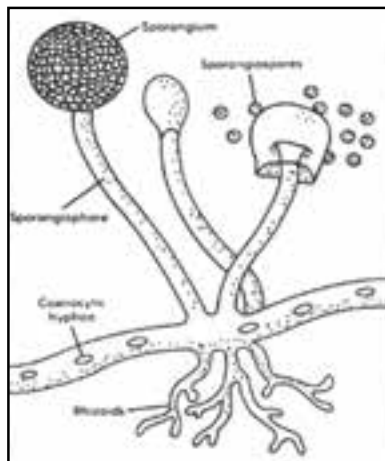
شکل ۵-۴ هیف بدون دیواره عرضی و هاگ‌ها در قارچ‌های زیرشاخه ماستیگومایکوتینا

۱- Bas d ospor

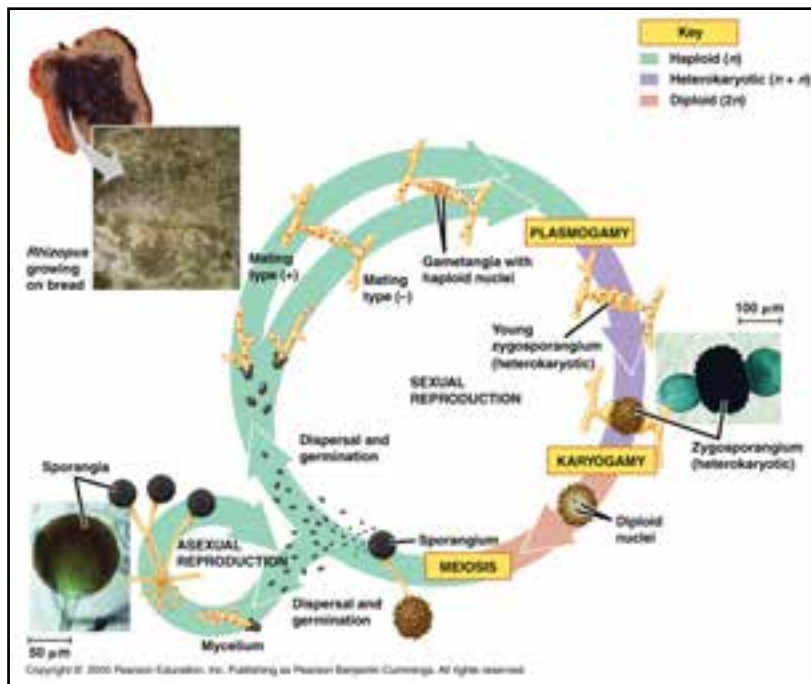
۲- Bas d omycot na

۳- Cryptococcus neoformans

سلول جنسی ماده (اُگونیوم^۱) با سلول جنسی نر (آنتریدیوم^۲) ترکیب می‌شوند و درون اُگونیوم، اُسپورها به وجود می‌آیند. زیگومایکوتینا: قارچ‌های این گروه نیز جزو قارچ‌های پست به‌شمار می‌آیند و هیف آنها فاقد دیوارهٔ عرضی است. این قارچ‌ها اغلب خاکزی هستند اما بر روی مواد قندی از جمله نان نیز زندگی می‌کنند، مانند گونه‌های موکور^۳ و رایزوپوس^۴. تولید مثل غیر جنسی توسط اسپورهای غیر متحرکی انجام می‌شود که معمولاً در کیسه‌ای به نام اسپورانژیوم به وجود می‌آیند (شکل ۴-۶). تولید مثل جنسی با آمیزش دو هیف گامتوفیت صورت می‌گیرد (شکل ۴-۷). بعد از تماس هر قسمت متورم، تیغهٔ میانی تشکیل می‌شود و سیتوپلاسم و هستهٔ انتهایی متورم را از بقیه قسمت‌های هیف جدا می‌کند. سپس دیوارهٔ بین دو هیف از بین می‌رود و سیتوپلاسم دو سلول با جفت شدن هسته‌ها با هم مخلوط می‌شوند. سلول جدید یا تخم^۵ دارای هستهٔ دیپلوئید شکل می‌گیرد و بزرگ می‌شود. به تدریج دیوارهٔ آن ضخیم و رنگی می‌شود که به آن زیگوسپور می‌گویند. بر روی زیگوسپور، اسپورانژیوم ایجاد می‌شود که پس از گذراندن یک دورهٔ غیرفعال دیوارهٔ آن می‌شکند و با تقسیم میوز، هستهٔ هاپلوئید تولید می‌شود.



شکل ۴-۶ هیف فاقد دیوارهٔ عرضی، اسپورانژیوم و اسپورهای آزاد شده در کپک نان از زیر شاخهٔ زیگومایکوتینا



شکل ۴-۷ تولید مثل جنسی و غیر جنسی در قارچ‌های زیگومایکوتینا. دو گامتوفیت تک هسته‌ای در بی عمل پلاسموگامی به هم متصل می‌شوند و در نتیجهٔ کاریوگامی، تخم دو هسته‌ای شکل می‌گیرد. اسپورانژیوم بر روی زیگوسپور تشکیل می‌شود و تعداد زیادی اسپور در نتیجهٔ تقسیم‌های متوالی میوز درون اسپورانژیوم به وجود می‌آیند. با رویش اسپورها، گامتوفیت‌ها حاصل می‌شوند.

۱- Oogonium

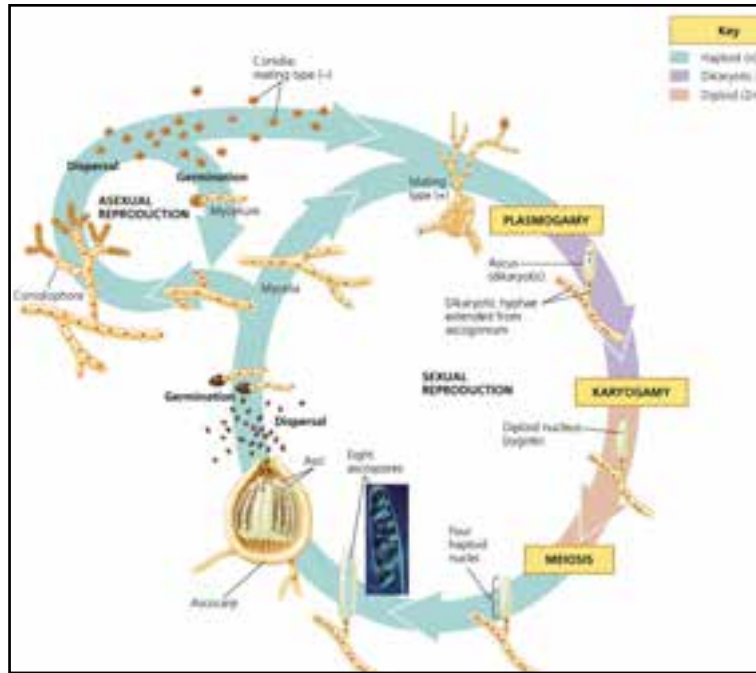
۲- Antidium

۳- Mucor

۴- Rhizopus

۵- Zygote

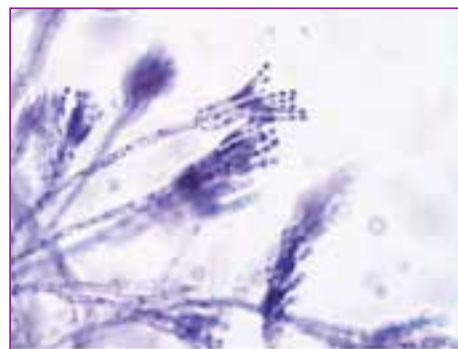
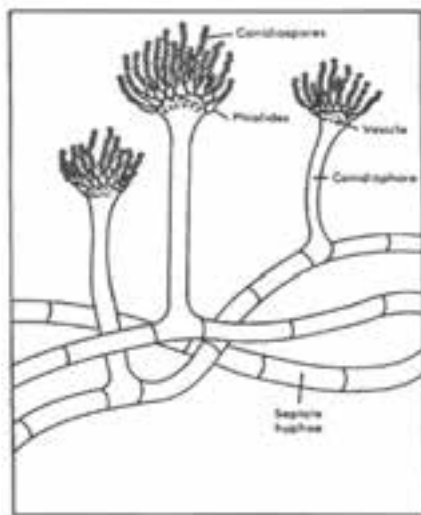
آسکومایکوتینا: این گروه به دلیل داشتن هیف با دیواره‌های عرضی جزو قارچ‌های عالی به شمار می‌آیند. در نتیجه تولید مثل جنسی، هاگ‌هایی را به نام آسکوسپور درون کیسه‌هایی به نام آسک تولید می‌کنند. دستگاه جنسی از (آنتریدیوم) در اطراف دستگاه جنسی ماده (آرگونیوم) پیچ می‌خورد (شکل ۸-۴). هسته نر به درون آرگونیوم مهاجرت می‌کند و هسته دیپلوئید تولید می‌شود. سلول حاصل به یک آسک تبدیل می‌شود و با تقسیم میوز آسکوسپورها را ایجاد می‌کند. سلول حاصله طویل می‌شود و تمام مراحل فوق مجدداً تکرار می‌گردد. این عمل تا زمانی ادامه می‌یابد که میسلیم مجاور توسعه یابد و شبکه گسترده‌ای (آسکوکارپ)



در اطراف سلول‌های تولیدکننده آسک به وجود آورد. در برخی از آسکومیست‌ها مثل مخمر آبجو آسکوکارپ تولید نمی‌شود. رده‌بندی این گروه براساس نوع آسکوکارپ صورت می‌گیرد. گونه‌های آسپرژیلوس^۲ و پنی‌سیلیوم^۳ در این زیر شاخه قرار می‌گیرند.

در این قارچ‌ها تولید مثل غیر جنسی اغلب توسط اسپورهایی به نام کنیدی انجام می‌شود که بر روی فیالاید^۴ تشکیل می‌شوند. فیالایدها با واسطه وزیکل^۵ بر روی هیف کنیدیو فور قرار می‌گیرند (شکل ۹-۴). مخمرها مانند گونه‌های ساکارومیسس^۶ فاقد آسکوکارپ‌اند و به روش تقسیم دوتایی و یا جوانه زدن تولید مثل غیر جنسی انجام می‌دهند.

شکل ۸-۴ چرخه عمومی زندگی اسکومایکوتینا



شکل ۹-۴ هیف دارای دیواره‌های عرضی، کنیدیو فور و ضمائم آن در زیر شاخه آسکومایکوتینا

۱- Arcegonium

۲- Aspergillus

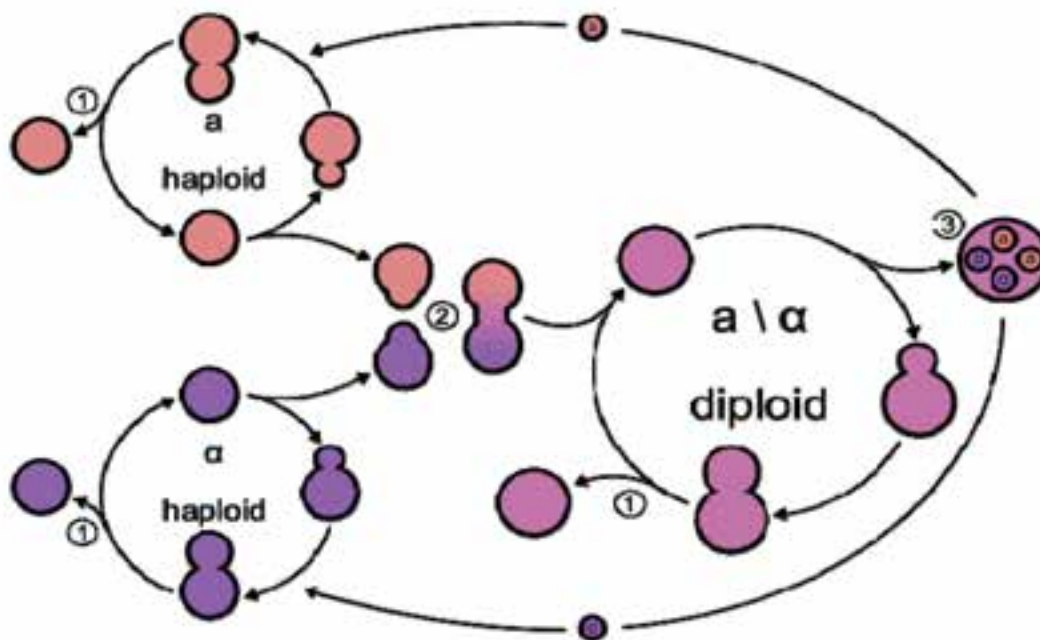
۳- Penicillium

۴- Phialide

۵- Vesicle

۶- Saccharomyces

چرخه زندگی مخمر ساکارومیسیس سرویسه به این صورت است (شکل ۱۰-۴)، در چرخه زندگی این مخمر دو مرحله هاپلوئید به طور مساوی گسترده و مهم است. دو نوع سلول رویشی، هاپلوئید و دیپلوئید، به وسیله جوانه زدن تکثیر می شوند و در نهایت به نوع دیگر تغییر شکل می یابند. از ترکیب سلول های هاپلوئید تیپ های جنسی سازگار، پس از پلاسموگمی و کاریوگمی، سلول های دیپلوئید تشکیل می شوند و بنابراین مرحله دیپلوئید آغاز می گردد. در پایان مرحله دیپلوئیدی هسته دیپلوئید متحمل تقسیم میوز می شود و چهار هسته هاپلوئید تشکیل می شود، که سپس به چهار آسکوسپور توسعه می یابند. آسکوسپورها، پس از آزاد شدن، جوانه می زنند و چند نسل رویشی هاپلوئید ایجاد می کنند. سرانجام تعدادی از این آسکوسپورها تحت عنوان گامت عمل می کنند ترکیب می شوند و چرخه دوباره آغاز می شود.



شکل ۱۰-۴ چرخه زندگی ساکارومیسیس سرویسه

بازیدیومایکوتینا: تکامل یافته ترین قارچ ها در این شاخه قرار می گیرند. هیف دارای دیواره عرضی واجد یک یا دو هسته است. تولید مثل جنسی به صورت رویشی انجام می شود و نتیجه آن تولید اسپورهایی به نام بازیدیوسپور است که بر روی بازیدیوم قرار می گیرند، مانند انواع ماشروم^۲ (شکل ۱۱-۴). هنگام رویش بازیدیوسپور، هیف تک هسته ای حاصل می شود و از ترکیب دو هیف تک هسته ای مخالف، هیف دو هسته ای به وجود می آید. با تقسیم میوز، چهار هسته هاپلوئید و در نتیجه چهار بازیدیوسپور به وجود می آید. دترومایکوتینا^۳: این گروه به قارچ های ناقص نیز معروف اند، زیرا در چرخه زندگی آنها تولید مثل جنسی وجود ندارد و تنها روش تکثیر آنها، تولید مثل غیرجنسی است. این قارچ ها بر حسب اندازه، شکل و رنگ کنیدی ها شناسایی و طبقه بندی می شوند مانند گونه های تریکوفایتون^۴ و فوزاریوم^۵ (شکل ۱۲-۴). این قارچ ها در طبیعت پراکندگی فراوان دارند و در حیوانات و گیاهان بیماری ایجاد می کنند.

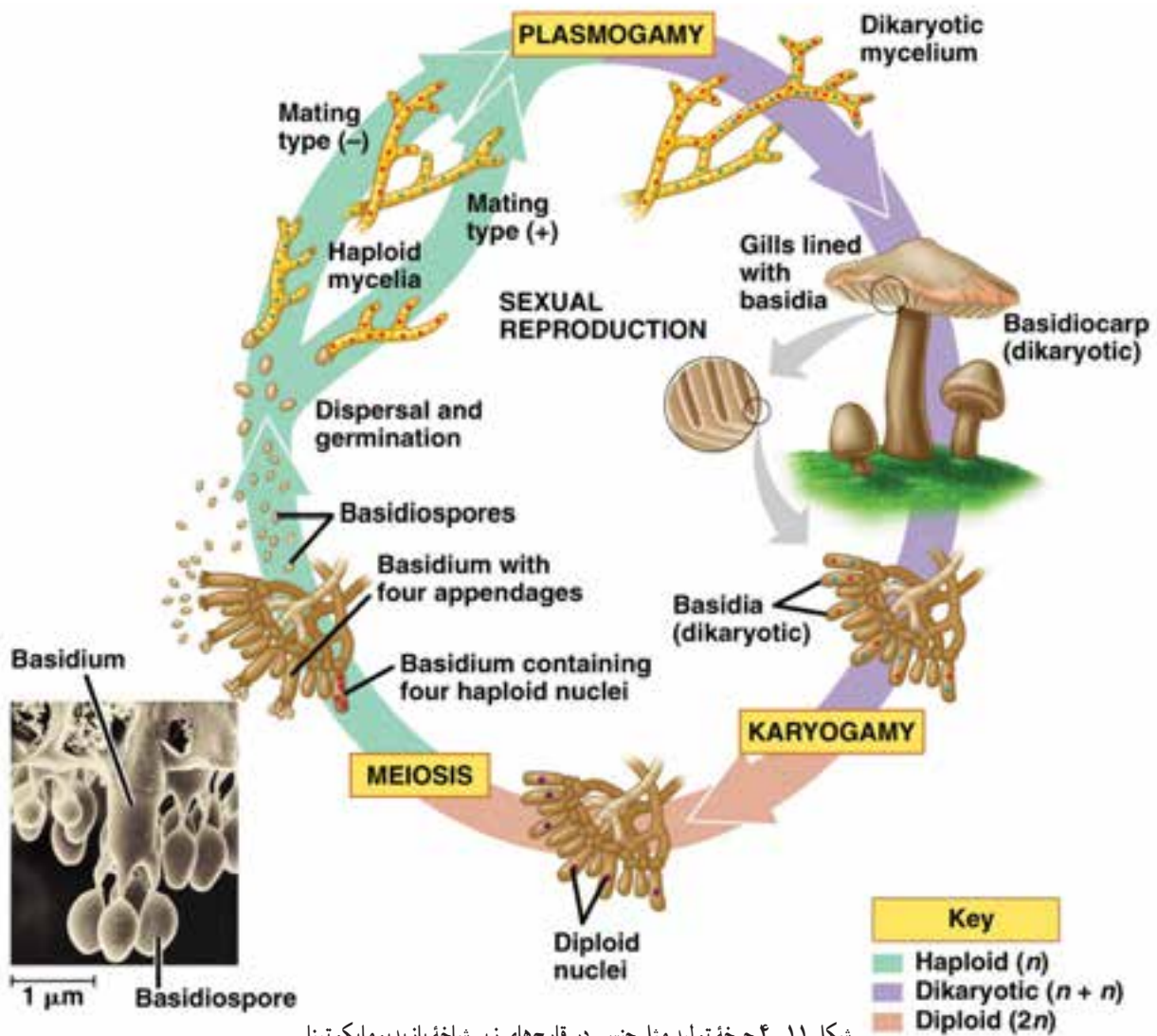
۱- Basidium

۲- Mushroom

۳- Deuteromycota

۴- Trichophyton

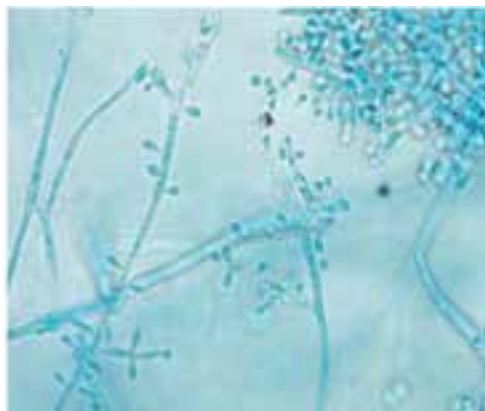
۵- Fusarium



شکل ۱۱-۴ چرخه تولید مثل جنسی در قارچ‌های زیر شاخه بازیدیومایکوتینا



(ب)



(الف)

الف) ترایکوفایتون تونسورانس^۱ (ب) فوزاریوم سونلانی^۲
شکل ۱۲-۴ انواع کنیدی در قارچ‌های زیر شاخه دترومایکوتینا

۱- T. tonsurans

۲- F. sonan

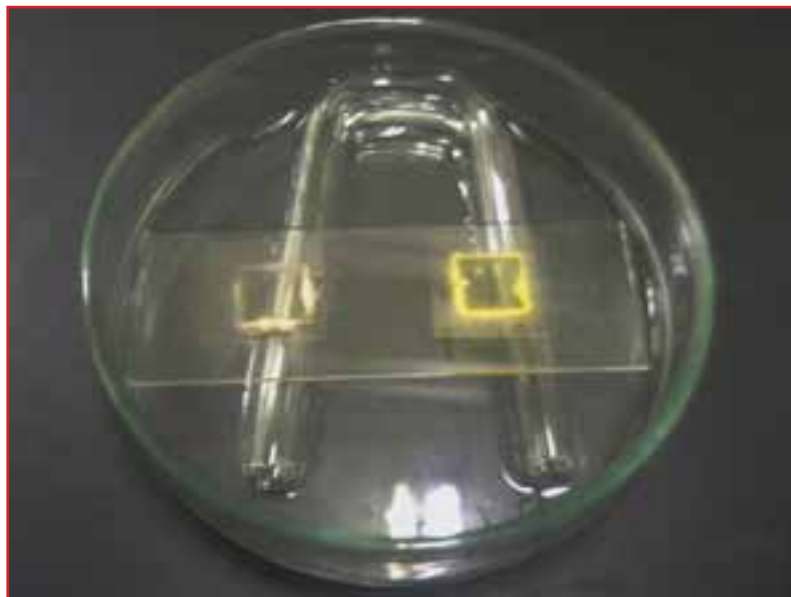
کلنی قارچ‌ها

در کلنی قارچ‌ها دو نوع میسلیم قابل مشاهده است. دسته‌ای که به طرف ماده غذایی رشد و آن‌ها را جذب می‌کنند. این میسلیم‌ها به نام میسلیم رویشی خوانده می‌شوند. میسلیم‌های رویشی در انواع قارچ‌ها ممکن است به اشکال زیر مشاهده شوند: اجسام گره‌ای: فرم پیچیده میسلیم‌هاست که از تداخل هیف‌ها به وجود می‌آید و ظاهری شبیه به گره دارد. هیف فنری یا ماریچ: رشته‌های فنری شکل مشابه آنچه در اکتینومیسیت‌ها دیده می‌شود. میسلیم راکتی: در این گونه میسلیم‌ها، انتهای سلول‌های میسلیم متورم می‌شود و ادامه این حالت رشته‌هایی به شکل راکت تنیس به وجود می‌آورد. اجسام شانه‌ای: در برخی موارد برآمدگی‌های کوتاه و بلند و یک طرفه در میسلیم ایجاد می‌شود که حالتی شبیه به شانه شکسته دارد.

فرم قندیلی یا شاخ گوزنی: این ساختار خاص در نتیجه تورم در انتهای انشعابات میسلیم ایجاد می‌شود. دسته دوم شامل میسلیم‌هایی است که در سطح ماده غذایی رشد می‌کنند و برخی از آن‌ها اشکال مختلف کنیدی و یا سایر اندام‌های زایشی را ایجاد می‌کنند، که به آن‌ها میسلیم زایشی می‌گویند. مجموعه میسلیم‌های رویشی و زایشی کلنی قارچ را تشکیل می‌دهند. قطعات هر دو نوع میسلیم در صورت انتقال به محیط کشت جدید قادر به رشد و تولید مثل اند.

بررسی و مطالعه میسلیم قارچ در آزمایشگاه

- برای مطالعه و بررسی میسلیم‌های یک قارچ به روش کشت اسلاید (شکل ۱۳-۴) به ترتیب زیر عمل کنید:
- ۱- در یک پلیت خالی سترون مقداری محیط ساپرو دکستروز آگار^۲ بریزید و صبر کنید تا بسته شود.
 - ۲- با استفاده از اسکالپر سترون مقداری از محیط به ابعاد یک سانتی متر مربع برید و در شرایط سترون محیط بریده شده را در مرکز یک لام سترون قرار دهید.



شکل ۱۳-۴ کشت قارچ به روش اسلاید

۱- S de cu ture

۲- Sabourodextrose agar

- ۳- لام را روی لوله U شکل، که درون یک پلیت شیشه‌ای بزرگ سترون قرار دارد، بگذارید (قبلاً لوله را درون پلیت بگذارید و با هم سترون کنید). با استفاده از آنس سترون، قارچ را در چهار نقطه از محیط روی لام تلقیح کنید.
- ۴- یک لامل استریل را با پنس بگیرید و روی قطعه آگار تلقیح شده قرار دهید.
- ۵- برای جلوگیری از خشک شدن قطعات آگار در طول مدت انکوباسیون حدود ۱۰ سی‌سی آب مقطر سترون را در داخل پلیت بریزید و مواظب باشید تا آب روی قطعه آگار یا لام و لامل نریزد و در پلیت را ببندید.
- ۶- پلیت را مدت یک هفته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار دهید. در صورت تبخیر آب داخل پلیت می‌توانید مقداری آب اضافه کنید.
- ۷- بعد از اتمام زمان گرم‌خانه‌گذاری، یک یا دو قطره لاکتوفنل - کاتن بلو را روی لام تمیز بریزید. لامل را با قارچی که به آن چسبیده است روی این لام قرار دهید و ساختمان میسلیموم‌ها را بررسی کنید.
- با مشاهده میکروسکوپی قارچ و بر اساس ساختمان آن می‌توان نوع قارچ را تعیین کرد. برای رنگ‌آمیزی از لاکتوفنل - کاتن بلو استفاده می‌شود. به این ترتیب که بر روی یک لام تمیز یک قطره محلول لاکتوفنل - کاتن بلو بریزید. با نوک آنس سترون شده مقداری از پرگنه قارچ را بردارید و به آرامی در محلول رنگی بگذارید. از هم زدن و تکان دادن آن خودداری کنید، زیرا این کار باعث متلاشی شدن ساختمان قارچ می‌شود. سپس یک لامل را به آرامی روی آن قرار دهید به گونه‌ای که حباب‌های هوا از زیر آن خارج شوند. لام را با بزرگ‌نمایی ۱۰ و ۴۰ میکروسکوپ مشاهده کنید. برای بررسی با بزرگ‌نمایی ۱۰۰، یک قطره روغن سدر روی لامل بریزید و لام را زیر میکروسکوپ مشاهده کنید (شکل ۱۴-۴).
- می‌توان گستره‌ای از قارچ روی لام را تهیه کرد و آن را بدون رنگ‌آمیزی زیر میکروسکوپ مشاهده نمود. رنگ‌آمیزی فقط برای ایجاد شفافیت و بهتر دیدن ساختمان قارچ است.



شکل ۱۴-۴ منظره میکروسکوپی قارچ رایزوبوس کشت شده به روش اسلاید و رنگ‌آمیزی شده با لاکتوفنل - کاتن بلو

عوامل مؤثر در رشد قارچ‌ها

قارچ‌ها شامل قارچ‌های رشته‌ای (کپک) و مخمرها برای رشد به شرایط خاصی نیاز دارند که عبارت‌اند از:

دما: میزان حرارت برای رشد قارچ‌های رشته‌ای ۲۵ درجه و برای مخمرها ۳۵ درجه سانتی‌گراد است. تعدادی از قارچ‌ها گرمادوست، و تعدادی از آن‌ها سرما دوست هستند و در دمای ۵ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد به خوبی رشد می‌کنند (مانند وارپته‌هایی از اسپرژیلوس‌ها).

رطوبت: برای رشد هر میکروارگانیسم مقداری رطوبت لازم است.

مواد غذایی: قارچ‌ها از منابع انرژی مختلف مانند قندها، الکل‌ها، اسیدهای آلی، پروتئین‌ها و مواد معدنی استفاده می‌کنند.

قارچ‌های رشته‌ای می‌توانند مقداری از مواد مورد نیاز خود را بسازند و نسبت به مخمرها کمتر به مواد معدنی نیاز دارند.

pH: هر میکروارگانیسم برای رشد به pH خاص خود نیاز دارد. میدان فعالیت قارچ‌ها بسیار زیاد است. مثلاً کپک‌ها در

pH ۱/۵-۱۱ و مخمرها در pH ۲/۵-۸/۵ به خوبی رشد می‌کنند. به همین دلیل میوه‌ها بیشتر کپک می‌زنند و باکتری روی آن‌ها رشد نمی‌کند.

پتانسیل اکسیداسیون و احیا: اکثر قارچ‌ها هوازی هستند و برای رشد به اکسیژن نیاز دارند. فقط تعداد کمی بی‌هوازی

اختیاری‌اند. مخمرها هم بیشتر هوازی هستند اما در شرایط بی‌هوازی هم می‌توانند رشد کنند (فرآیند تخمیر قند).

محیط پایه برای کشت قارچ‌ها ساپروکستروز آگار حاوی مقداری کلرامفنیکل است. این آنتی‌بیوتیک از رشد باکتری‌ها

در این محیط جلوگیری می‌کند. قارچ‌ها معمولاً در دمای محیط آزمایشگاه (۲۵ درجه سانتی‌گراد) به خوبی رشد می‌کنند. معمولاً

درماتوفیت‌ها و تمام ساپروفیت‌ها از این دسته‌اند، ولی قارچ‌هایی که باعث بیماری‌های احشایی می‌شوند نیاز به دمای ۳۷ درجه

سانتی‌گراد دارند. مخمرها طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت، ساپروفیت‌ها طی ۲-۴ روز و درماتوفیت‌ها طی ۱۵-۶ روز گرم‌خانه‌گذاری، رشد

می‌کنند.

کشت قارچ‌ها در آزمایشگاه

برای کشت قارچ‌ها در آزمایشگاه به این صورت عمل کنید:

۱- از ساپروکستروز آگار، محیط پیش‌ریخته در پلیت‌ها یا لوله تهیه کنید.

۲- با نوک آنس و در شرایط سترون در کنار شعله مقداری از پرگنه را بردارید و در محیط کشت قرار دهید. در مورد کپک‌ها

می‌توانید به صورت نقطه‌ای در مرکز پلیت یا در ۶ تا ۸ نقطه کپک را کشت دهید. در مورد مخمرها می‌توانید از ماده غذایی حاوی

مخمر یا محیطی که مایع است رقیق تهیه کنید و به صورت سطحی کشت دهید. در مورد مخمرها از روش کشت خطی هم می‌توانید

استفاده کنید.

۳- پلیت یا لوله‌ها را در گرم‌خانه قرار دهید.

۴- ظاهر پرگنه‌ها و منظره میکروسکوپی آن‌ها را بررسی کنید.

مطالعه و بررسی ریخت شناسی کلنی قارچ

برای مطالعه کلنی‌های رشد یافته، موارد زیر را باید بررسی کرد:

میزان رشد قارچ: حالت و شکل کلنی ممکن است مسطح، برجسته، منظم یا غیر منظم باشد.

منظره سطح کلنی: ممکن است به صورت پودری، شبه مخمری، دانه‌ای، پنبه‌ای، پشمی، پرزی و مویی باشد.

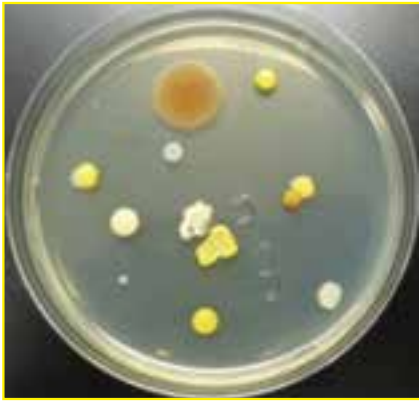
رنگ کلنی: ممکن است در مورد یک قارچ رنگ‌های مختلفی دیده شود. بنابراین شناخت قارچ‌ها از روی پرگنه آن‌ها بسیار

مشکل است. در قارچ‌های بیماری‌زا تنوع رنگ کمتر است و معمولاً سفیدند. تنوع رنگ کلنی مربوط به قارچ‌های ساپروفیت است.

وجود رنگدانه: رنگ پشت کلنی به علت نوع رنگدانه تولید شده توسط قارچ‌هاست.

قارچ‌ها را از نظر منظره ظاهری پرگنه و آشکال ریز بینی مورد بررسی قرار می‌دهند.

منظره ظاهری کلنی قارچی: کلنی قارچ‌ها بر روی محیط کشت جامد به دو صورت دیده می‌شود.

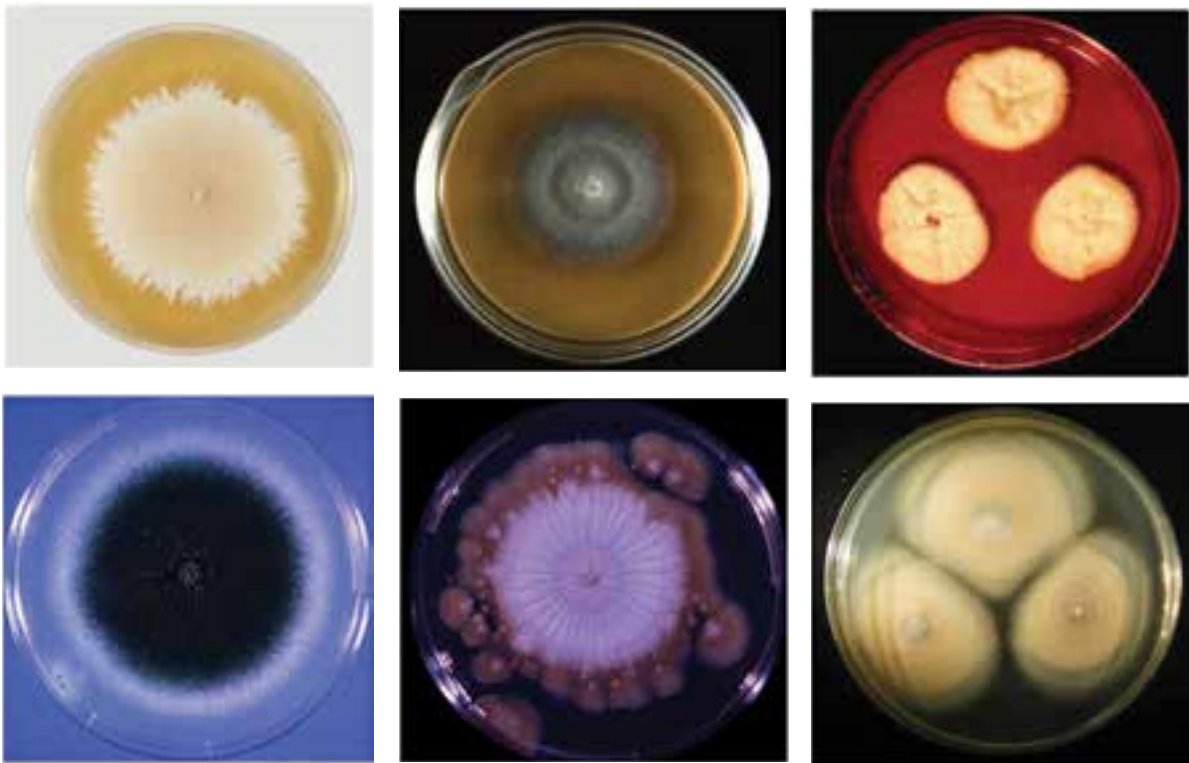


شکل ۱۵-۴ انواع کلنی مخمر با قوام خامه‌ای بر روی محیط کشت جامد

۱- کلنی‌های لوور^۱ یا مخمّری^۲: شبیه کلنی باکتری‌ها هستند و پس از کشت نقطه‌ای یا خطی بر روی محیط جامد، به صورت کم و بیش برجسته با سطح مات یا درخشان و به رنگ‌های سفید یا زرد و قرمز آجری با قوام خامه‌ای ظاهر می‌شوند (شکل ۱۵-۴). مخمرها در سطح محیط مایع پرده تشکیل می‌دهند و یا در ته لوله رسوب می‌کنند. رشد مخمرها سریع است و طی دو تا چهار روز صورت می‌گیرد.

۲- کلنی‌های رشته‌ای^۳: در محیط جامد دارای محور رشد گریز از مرکزند و دارای رشته‌های هوایی یا هیف هستند. این رشته‌ها، ضمن نفوذ در محیط کشت، از مواد غذایی آن استفاده می‌کنند. رنگ و شکل کلنی‌های رشته‌ای، بسته به نوع قارچ و برای یک نوع قارچ، بسته به نوع کشت، متفاوت

است. رنگ کلنی‌ها سفید، آبی، سبز، خاکستری، کرم، بنفش و... و به اشکال صاف، چین دار، پوستی، بودری، کرکی - پنبه‌ای، پشمی و مخملی مشاهده می‌شوند (شکل ۱۶-۴). رشد و نمو کلنی‌های رشته‌ای ساپروفیت در عرض ۲۴ تا ۴۸ ساعت صورت می‌گیرد در حالی که کلنی قارچ‌های بیماری‌زا پس از گذشت چند روز و گاهی چند هفته رشد می‌کنند. کلنی قارچ‌های رشته‌ای در محیط مایع به صورت یک گلوله از رشته‌های منشعب و شعاعی و معمولاً بی‌رنگ دیده می‌شوند.



شکل ۱۶-۴ اشکال مختلف کلنی قارچ‌های رشته‌ای بر روی محیط کشت جامد

۱- Leuvre

۲- Yeast

۳- F ament

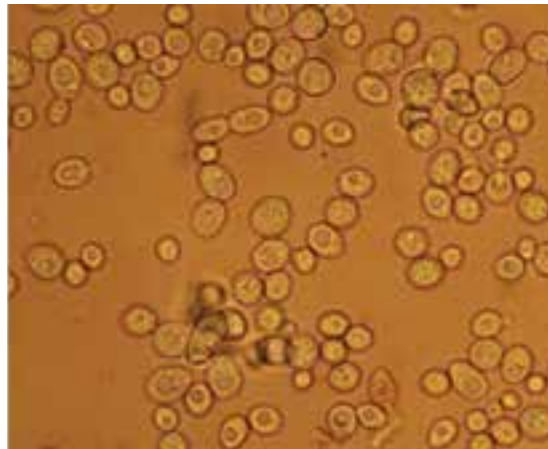
اشکال ریزی قارچ‌ها

دو شکل ریزی در قارچ‌ها دیده می‌شوند.

۱- شکل مخمّری: مخمرها به اشکال تک سلولی گرد یا بیضی، کم و بیش کشیده و دارای غشای نازک و یا ضخیم (شکل ۱۷-۴ الف) هستند که با روش جوانه زدن تکثیر می‌شوند. هر یک از دو سلول جدا شده می‌توانند دوباره جوانه بزنند و زیاد شوند. در بعضی از مخمرها سلول جوانه از سلول اصلی جدا نمی‌شود و با اتصال سست به آن می‌چسبد. ممکن است جوانه‌ها دنبال یکدیگر قرار بگیرند و شاخه‌های جانبی ایجاد کنند این حالت را رشته‌های کاذب^۱ می‌نامند. هیف کاذب در برخی از قارچ‌های مخمّری تحت شرایط خاص، نظیر کاهش اکسیژن محیط، کاهش قند یا در حضور پروتئین‌های مخصوص، ایجاد می‌شود.



(ب)



(الف)

الف) سلول‌های گرد یا بیضی در شکل مخمّری (ب) لوله‌های منشعب در شکل رشته‌ای
شکل ۱۷-۴ اشکال ریزی قارچ‌ها

۲- شکل رشته‌ای: رشته‌ها از لوله‌های پیچ در پیچ و منشعب با غشای محدود، دارای پروتوپلاسم و هسته تشکیل شده‌اند (شکل ۱۷-۴ ب). این رشته‌ها از رویش اسپورهایی که در محیط مناسب از نظر مواد غذایی و رطوبت قرار می‌گیرند تشکیل می‌شوند. برخی قارچ‌های بیماری‌زای انسان، در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و در بدن میزبان به شکل مخمر و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در محیط کشت به شکل رشته‌ای دیده می‌شوند. این قارچ‌ها، قارچ‌های دو شکلی^۲ نامیده می‌شوند.

بیماری‌های قارچی طیور

آسپرژیلوزیس: آسپرژیلوزیس^۳ یکی از بیماری‌های دستگاه تنفس پرندگان است. حساسیت جوجه ماکیان و بوقلمون به آلودگی با این قارچ، بیشتر از بالغین آن‌هاست. آب و هوای گرم و مرطوب باعث افزایش درصد مبتلایان می‌شود. مهم‌ترین قارچ عامل این بیماری آسپرژیلوس فومیگاتوس^۴ است. بیماری آسپرژیلوزیس از طریق بستر و مواد غذایی کپک زده، گرد و غبار و ماشین‌های جوجه‌کشی کثیف منتقل می‌شود. تنفس تعداد زیاد هاگ قارچ، عمده‌ترین راه انتقال است. عوامل محیطی مانند تغییرات ناگهانی دمایی، محرومیت‌های غذایی، وجود آمونیاک زیاد و عفونت‌های باکتریایی و ویروسی احتمال بروز این بیماری را افزایش می‌دهند. آسپرژیلوس از طریق تخم مرغ نیز انتقال می‌یابد. در این حالت قارچ از طریق پوست آسیب دیده تخم مرغ به داخل آن نفوذ (شکل ۱۸-۴)

۱- Pseudohyphae

۲- D morph c fungus

۳- Asperg os s

۴- Asperg us fum gatus

و جنین را آلوده می‌کند. شکسته شدن تخم مرغ‌های آلوده در دستگاه جوجه کشی باعث سرایت آلودگی به سایر تخم مرغ‌ها می‌شود (شکل‌های ۴-۱۹، ۴-۲۰، ۴-۲۱، ۴-۲۲)



شکل ۴-۱۸ آلودگی تخم مرغ با قارچ اسپریلوس



(الف)



(ت)



(ب)



(ب)

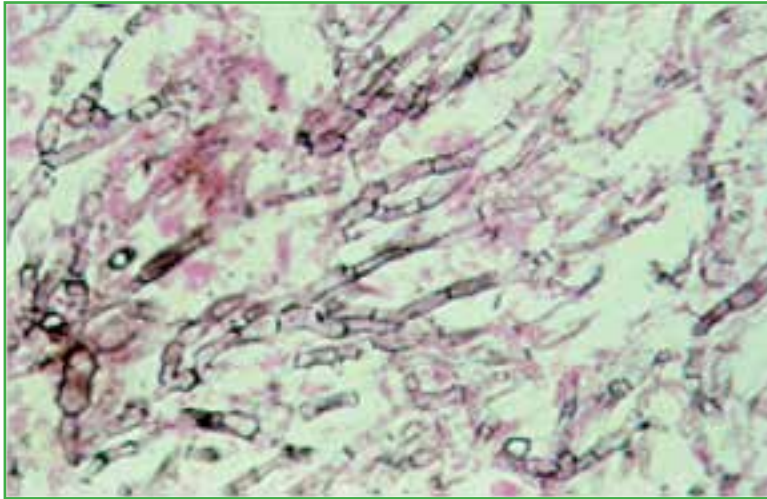
(ث)



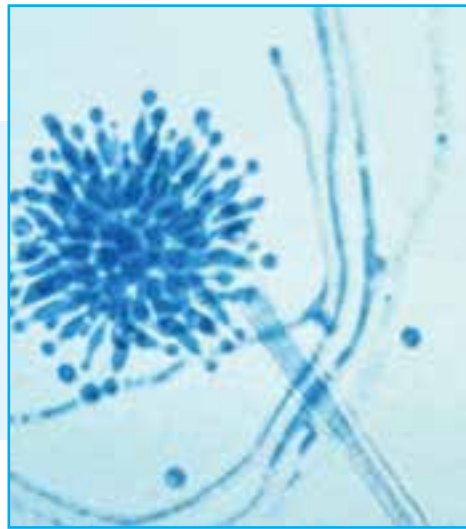
الف) تورم کاسه چشم و خاکستری رنگ شدن آن ب) آرتریت پ) تورم کیسه‌های هوایی
 ث) آنسفالیت مغزی ظ) ظهور اسپورهای قارچ بر روی اندام‌های داخلی
 شکل ۴-۱۹ علایم اسپریلوزیس طیور

شکل ۴-۲۰ پنومونی اسپریلوسی، ندول‌ها و پلاک‌های پنیری خاکستری رنگ بر روی ریه جوجه مبتلا مشاهده می‌شوند.





شکل ۲۱-۴ میسلیم های دو شاخه آسپرژیلوس در مقطع بافت ریه



شکل ۲۲-۴ منظره ریزینی قارچ آسپرژیلوس فومیگاتوس

مایکوتوکسیکوز: بیماری مایکوتوکسیکوز^۱ در اثر خوردن مواد غذایی آلوده به سموم حاصل از قارچها ایجاد می شود. مایکوتوکسینها در دانه غلات، مانند ذرت، سورگوم، جو، گندم، کنجاله پنبه و بادام زمینی و علوفه، قبل و هنگام برداشت در شرایط رطوبت زیاد تولید می شوند. اثر مایکوتوکسینها از طریق چهار مکانیسم در دام و طیور اعمال می شود:

- ۱- کاهش میزان جیره مصرفی؛
- ۲- کاهش جذب مواد مغذی و متابولیسم ضعیف؛
- ۳- تغییر در سیستمهای درون ریز و برون ریز؛
- ۴- سرکوب سیستم ایمنی.

انواع مایکوتوکسینها

آفلاتوکسین^۲: آفلاتوکسینها مهم ترین ترکیبات سمی تولید شده توسط قارچها هستند. چهار آفلاتوکسین تولید شده در

۱- Mycotox cose

۲- Af atox n



شکل ۲۳-۴ مقایسه اختلال رشد در جوجه مبتلا به آفلاتوکسیکوز (سمت راست) با جوجه سالم (سمت چپ)

مواد خوراکی B₁، B₂، G₁ و G₂ هستند که قوی‌ترین و متداول‌ترین آن‌ها B₁ است. دو گونه مهم آسپرژیلوس که در مواد خوراکی آفلاتوکسین تولید می‌کنند آسپرژیلوس فلاووس^۱ و آسپرژیلوس پارازیتیکوس^۲ هستند. در حیوانات، آفلاتوکسین سبب آسیب کبدی، کاهش باروری، کاهش تولید شیر یا تخم مرغ، مرگ جنینی، تومور و سرکوب سیستم ایمنی می‌شود. آفلاتوکسین تمام گونه‌های ماکیان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. سطوح بالای آفلاتوکسین سبب مرگ و میر، و سطوح پایین آن در صورت تداوم زیان آور است. ماکیان جوان خصوصاً بوقلمون و مرغابی نسبت به آفلاتوکسین بسیار حساس‌اند (شکل‌های ۲۳-۴، ۲۴-۴ و ۲۵-۴).



شکل ۲۵-۴ افزایش حجم و رنگ پریدگی کبد جوجه مبتلا به آفلاتوکسیکوز



شکل ۲۴-۴ مقایسه کبد جوجه مبتلا به آفلاتوکسیکوز (سمت راست) و کبد جوجه سالم (سمت چپ)

اکراتوکسیکوز^۳: اکراتوکسین^۴ دارای چهار نوع A، B، C و D است که اغلب نوع A آن باعث مسمومیت می‌شود. اکراتوکسین‌ها عمدتاً به بافت کلیه آسیب می‌رسانند و در کبد نیز باعث تغییراتی می‌شوند. عمده‌ترین قارچ‌های مولد این بیماری، آسپرژیلوس اکراسئوس^۵ و پی‌سیلیوم ویریدیکاتوم^۶ هستند که در شرایط مناسب از نظر گرما و رطوبت باعث آلوده شدن غلات و دان‌های آماده می‌شوند.

کاندیدیازیس: بیماری کاندیدیازیس^۷ با اسامی برفک، مونیلیازیس^۸ و مایکوزیس دستگاه گوارشی نیز شناخته می‌شود. این بیماری در قسمت فوقانی دستگاه گوارشی (مری و چینه دان) ماکیان و بوقلمون ایجاد می‌شود و گاهی به دهان نیز سرایت می‌کند. عامل این بیماری قارچ کاندیدا/آلبیکنس^۹ است. این مخمر میزان عادی اکثر پرندگان است و در اثر عوامل مختلفی مانند بستر کثیف، نارسایی غذایی و استرس در انواع پرندگان بیماری ایجاد می‌کند (شکل‌های ۲۶-۴، ۲۷-۴).

۱- A. flavus

۲- A. parasiticus

۳- Ochratoxos s

۴- Ochratox n

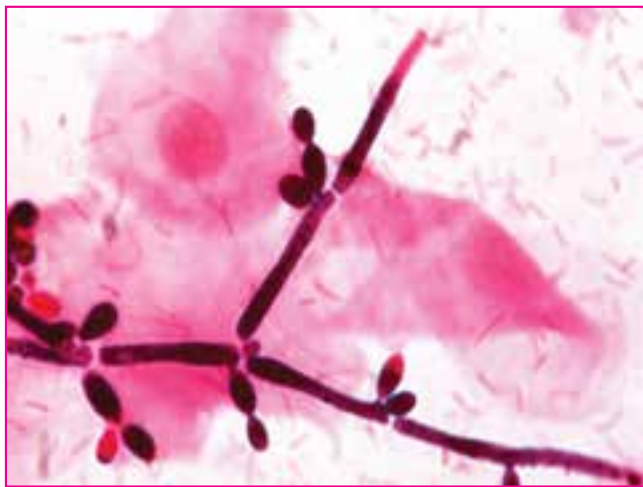
۵- A. ochraceus

۶- P. v r d catum

۷- Cand d as s

۸- Mon as s

۹- Cand da b cans



شکل ۲۷-۴ منظره ریزینی قارچ کاندیدا آلبیکنس در ترشحات مخاطی



شکل ۲۶-۴ لکه های سفید مایل به خاکستری در تاج جوجه مبتلا به کاندیدیازیس



شکل ۲۸-۴ منظره ریزینی قارچ تریکوفیتون مگنینی

کچلی: عامل بیماری کچلی یا بیماری تاج سفید^۱، قارچ تریکوفیتون مگنینی^۲ است (شکل ۲۸-۴). بیماری با پیدایش لکه‌های سفید مایل به خاکستری در تاج شروع می‌شود. این لکه‌ها به تدریج بزرگ می‌شوند و دانه‌های خاکستری رنگ چین‌خورده‌ای تولید می‌کنند که تا صورت و ریش هم گسترش می‌یابند (شکل ۲۹-۴). در اشکال پیشرفته بیماری، این جراحات تا گردن هم منتشر می‌شوند. پرها می‌ریزند، پوست ضخیم و پوشیده از دلمه می‌شود.



شکل ۲۹-۴ دانه‌های خاکستری رنگ در تاج جوجه مبتلا به کچلی

۱- Wh te comb

۲- Tr chopyton megn n



۱- اساس طبقه بندی قارچ ها چیست ؟

بر اساس شکل و مشخصات دستگاه های رویشی و زایشی آنها

۲- رده بازییدیومیست ها را شرح دهید.

تکامل یافته ترین قارچ ها در این شاخه قرار می گیرند . هیف دارای دیواره عرضی واجد یک یا دو هسته است . تولید مثل جنسی به صورت رویشی انجام می شود و نتیجه آن تولید اسپورهایی به نام بازییدیوسپور است که بر روی بازییدیوم قرار می گیرند، مانند انواع ماشروم (قارچ خوراکی) . هنگام رویش بازییدیوسپور، هیف تک هسته ای حاصل می شود و از ترکیب دو هیف تک هسته ای مخالف، هیف دو هسته ای به وجود می آید. با تقسیم میوز ، چهار هسته هاپلوئید و در نتیجه چهار بازییدیوسپور بوجود می آید.

۳- دلایل تشکیل اسپور در قارچ ها چیست ؟

در شرایط نامناسب برای رشد و تکثیر مثل سرما، گرما، نور ماوراءبنفش و خشکی و... قارچ ها تولید اسپور می نمایند.

۴- روش های تولید مثل در کپک ها را نام ببرید.

تولید مثل غیر جنسی شامل قطعه قطعه کردن هیف، جوانه زدن و تولید مثل جنسی است.

۵- جوانه زدن در مخمر ها را شرح دهید.

جوانه بر سطح خارجی سلول مادر به وجود می آید و با دراز شدن آن هسته سلول مادر تقسیم می شود و یکی از هسته های حاصل بر روی جوانه مهاجرت می کند. آن گاه مواد دیواره سلولی بین جوانه و سلول مادر به وجود می آید و سر انجام، جوانه از سلول مادر جدا می شود.

۶- بکرزایی را توضیح دهید.

ایجاد ارگانیسم از سلول غیر بارور است و در واقع ، یک شکل تغییر یافته تولیدمثل است و نباید با روش غیر جنسی اشتباه شود. در برخی مخمرها تولید مثل جنسی مشاهده نشده است. در این قارچ، سلول های تشکیل دهنده آسک زوئیدی به طرف های مختلف تولید می کنند که سعی در آمیختن با یکدیگر و ایجاد آمیزش دارند. به هر حال آمیزش اتفاق می افتد و سلول ها تنها یک قسمت از خصوصیات مرحله جنسی را حفظ می کنند.

منابع

- ۱- میکروب شناسی پزشکی جاوتز، مترجمان: دکتر محمد کریم رحیمی، دکتر عمید اطهری، سال نشر: ۱۳۸۲، انتشارات آیتز
- ۲- میکروبیولوژی عمومی، نویسندگان: دکتر فریدون ملک‌زاده، دکتر منوچهر شهامت، سال نشر: ۱۳۸۰، انتشارات عقیق
- ۳- ویروس شناسی عمومی، نویسندگان: دکتر محمد مهدی آل محمد، دکتر نورالدین هایلی، سال نشر: ۱۳۶۷، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران
- ۴- ویروس شناسی پزشکی، نویسنده: دکتر پرویز مالک‌نژاد، سال نشر: ۱۳۷۶، انتشارات دانش‌پژوه
- ۵- میکروب شناسی دام پزشکی و بیماری‌های میکروبی (بیمارهای باکتریایی)، نویسندگان: بی. جی. کوئین، لئونارد، مارکی، کارتر، مترجمان: جلال شایق، تقی زهرایی صالحی، سال نشر: ۱۳۸۸، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران
- ۶- اصول ایمنی در آزمایشگاه، پدید آورندگان: پیام بهزادی، الهام بهزادی، سال نشر: ۱۳۸۷، ناشر نیکتاب
- ۷- اصول ایمنی و حفاظت در آزمایشگاه بالینی، پدید آورنده: مسعود صادقی، سال نشر: ۱۳۸۸، ناشر: آبنوس، صبورا

Manual of Methods for General Bacteriology. Eds: P Gerhardt, RGE Murray, RN Costilow , EW Nester, WA Wood, NR Keirg and GB Phillips. American Society for Microbiology. 1981 .

Microbiology laboratory manual. Eds: James G. Cappuccino, Natalie Sherman. Benjamin/Cummings Press. 2007.

Microbiology laboratory manual: principles and applications. Eds: Stephen A. Norrell, Karen E. Messley. Prentice Hall. 2003.

Virology: A laboratory manual: Eds: Florence G. Bursleson, Thomas M. Chambers, Danny L. Wiedbrsuk. Academic Press. 1992.

Lab Manual of Veterinary Microbiology (Part IV): Virology. Ed: Malik B.S. CBS Delhi. 2006.

Veterinary mycology laboratory manual. Eds: Laura L. Hungerford, Charles Lee Campbell, Arnold R. Smith. Iowa State University Press. 1998.

Microbiology: Laboratory Theory and Application. Ed: Michael J. Leboffe. Morton Publishing Company. 2008.

Laboratory safety: principles and practices. Ed: Diane O. Fleming. American Society for Microbiology, ASM Press. 1995.

Diseases of Poultry. Eds: Y.M.Saif, H. J.Barnes, J.R.Glisson A. M. Fadly, L. R. McDougald,

David E. Swayne. Wiley Blackwell. 2003.

Poultry Diseases. Eds: Mark Pattison, Paull McMullin, Janet M. Bradbury, Dennis J Alexander. Saunders Ltd. 2007.

Avian Influenza and Newcastle Disease: A Field and Laboratory Manual. Eds: Illaria Capua,

Dennis J. Alexander. Springer. 2009.

Mycotoxin Contamination and Control. Ed: Henty Njapau. Author House. 2008.

Mycological Research. The British Mycological Society. 2004.

Introduction to Fungi. Eds: John Webster, Roland Weber. Cambridge University Press. 2007.

Virology. Eds: Jay A. Levy, Heinz Fraenkel Conrat, Oliver S. Owens. Benjamin Cummings. 1994.

Basic Virology. Eds: Martinez J. Hewlett, David C. Bloom, David Camerini. Wiley Blackwell. 2007.

The Emergence of Zoonotic Diseases: Understanding the Impact on Animal and Human Health. Eds: Tom Burroughs, Stacey Knobler, Joshua Lederberg. National Academies Press. 2002.

Fundamental Principles of Bacteriology. Ed: A.J. Salle. Envins Press. 2007.

Essentials of Veterinary Bacteriology and Mycology (Essentials of Veterinary Microbiology) Eds: Gordon R. Carter, Darla J. Wise. Wiley Blackwell. 2003

Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology (Color Atlas & Textbook of Diagnostic Microbiology). Ed: Elmer W. Koneman. Lippincott Williams & Wilkins. 2005.

