المحاضرة الثالثة / المرحلة الثالثة / فطريات

تكاثر الفطريات :

التكاثر هو عملية جنسية sexual او لا جنسية asexual او خضرية vegetative ينتج الكائن من خلالها عددا من افراد (واحد او اكثر) مشابهة له . و تتكاثر الفطريات بجميع هذه الطرائق .

التكاثر الخضري vegetative reproduction :

نوع من التكاثر يحدث في الهايفات الجسدية somatic hypha أو الخلية الجسدية somatic cell و ينتج عنها تكون وحدات جديدة دون تكون السبورات بواسطة عملية الانقسام الاختزالي او حدوث اندماج نووي .

و يتم بالطرائق الاتية :

1 – التجزؤ Fragmentation : يتضمن تقطيع المايسيلوم الى قطع اما بسبب عوامل خارجية او موت و تحلل الخلايا القديمة او المسنة او حدوث القطع بصورة عرضية (اصابات ميكانيكية) . بعدها كل جزء و بتوفر الظروف البيئية الملائمة ينمو الى مايسيليوم جديد .

2 – الانشطار Fission : يحدث في الثالوس أحادي الخلية unicellular , و حدوثه يتضمن مجموعة من التغييرات تشمل استطالة الخلية الام يعقبها انقسام النواة اقسام خيطي ينتج عنه تكوين نواتين تتحرك كل واجدة منهما الى جهة , فضلا عن انقسام السايتوبلازم بعدها يحث تخصر للخلية الام عند وسطها و تلتقي جدرانها عند هذه المنطقة مكونة حاجزا كاملا و بذلك تتكون خليتان تنفصلان عن بعضهما لتنمو كل منهما الى ثالوس جديد .

3 – التبرعم Budding : و هو من الطرائق الشائعة في تكاثر الخمائر و يتم فيه ظهور بروز صغير bud من جهة واحدة من خلية الخميرة , ثم تنقسم النواة انقساما خيطيا ينتج عنه تكوين نواتين احدهما تعبر الى البروز (البرعم) و الاخرى تبقى في الخلية الام , بعدها ينفصل البرعم عن الخلية الام لينمو الى ثالوس جديد .

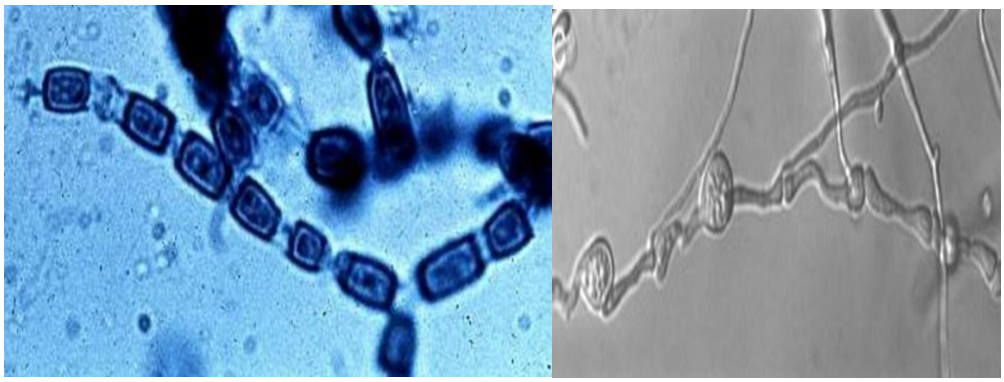
4 – الاجسام الحجرية : و هي خيوط فطرية متشابكة تتجمع لتشكل كتل متجانسة محاطة بغطاء صلب او قشرة تبقى في حالة سكون بوجود ظروف غير ملائمة الى ان تتوفر ظروف مناسبة لانباتها عندها تعطي بانباتها غزول فطرية جديدة . و تتصف الاسام الحجرية انها مدورة الشكل تقريبا او بيضوية او شكلها غير منتظم . سجل و جود هذه الاجسام في فطريات مختلفة (مثل *Sclerotinia* و *Rhizoctonia* و *Polyporus*).

5 – الاشكال الجذرية : و هي تراكيب مقاومة جدا للظروف البيئية المعاكسة ولها القدرة على التكشف الى ثالوسات جديدة .

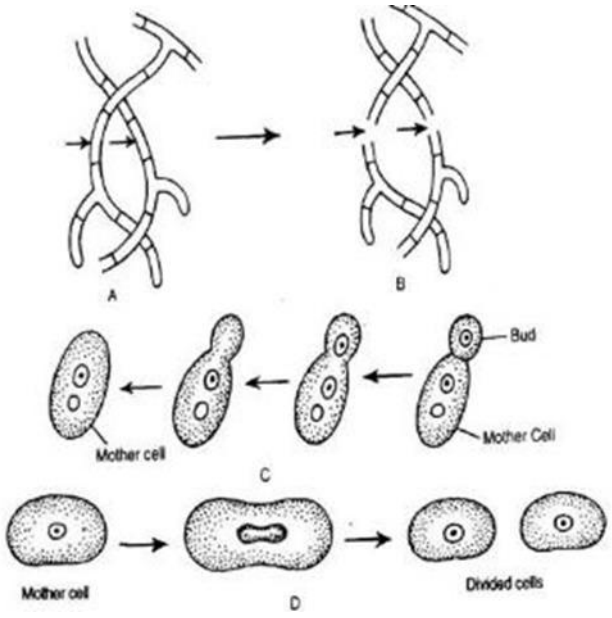
6 – الارثروسبور او السبورات المفصلية Arthrospore : و تتكون هذه السبورات بانقسام الهايفات الخضرية الاعتيادية الى قطع عدة كل منها يتحول الى سبور اسطواني او كروي الشكل رقيق الجدار و تنفصل السبورات المتجاورة عن بعضها ثم تنتشر بطرق مختلفة و بعد انبات كل منها يتكون مايسيليوم و يطلق على هذه السبورات مصطلح اويديا oidia (كما في الفطريات *Coprinus* و *Trichospora*) .

7 – السبورات الكلاميدية Chlamydospores : تحت الظروف البيئية غير الملائمة تنقسم الهايفات الخضرية الاعتيادية الى قطع عدة كل منها تتحول الى سبور ساكن resting spore ثنائي النوى dikaryotic سميك الجدار يعرف بالسبور الكلاميدي وتعرف هذه السبورات ايضا بالكونيديا الثالوسية thallic conidia والتي تكون نهائية terminal او بينية intercalary.

الشكل الاول يوضح الارثروسبور للفظر *Coccidioides immitis* والشكل الثاني يوضح الكلاميدوسبور للفطر *Fusarium*



Arthrospores and Chlamydospores -A



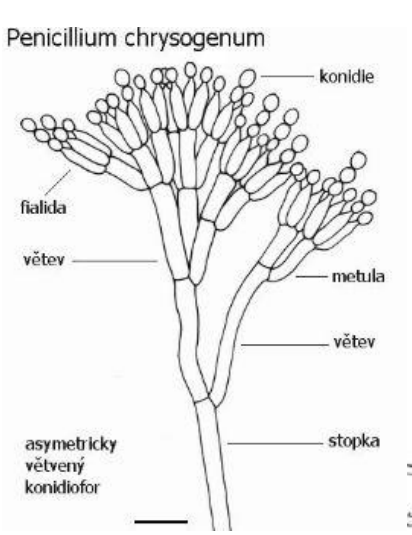
B : fragmentation , c : budding , D: fission

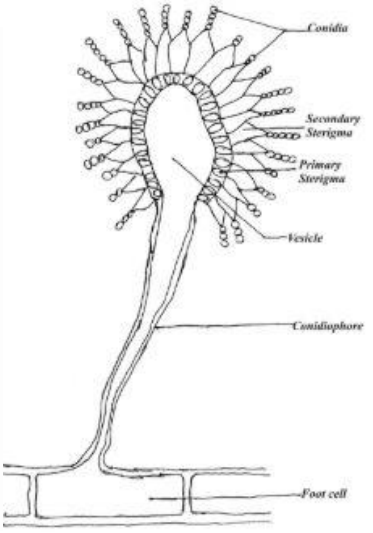
التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction :

في الفطريات طريقة التكاثر اللاجنسي أكثر شيوعًا من التكاثر الجنسي. اذ تكرر عدة مرات في الموسم. تحدث بتكوين خلايا تكاثرية خاصة تسمى السبورات او الابواغ spores. يسمى تكوين الجراثيم في الفطريات sporulation. كل بوغ يتطور إلى مايسيليوم جديد. يتم إنتاج هذه السبورات نتيجة الانقسام الخيطي في الخلية الأم ، وبالتالي ممكن تسميتها mitospores. تختلف الجراثيم في اللون والشكل والحجم والعدد وفي طريقة ترتيبها على الخيوط الفطرية وحتى في طريقة انتشارها . قد تكون شفافة hayline او ملونة تظهر بلون أخضر او اصفر وبرتقالي او أحمر او تظهر بلون بني إلى اللون الأسود وتكون صغيرة إلى كبيرة الحجم. في الشكل تختلف من الكروي إلى البيضوي ، او مستطيلة الشكل او على شكل حلزوني وبالتالي مجموعة لا نهائية من الجراثيم يمكن ملاحظتها في الفطريات .

1 – السبورات الكونيدية Conidiospores:

وهي سبورات لاجنسية غير متحركة non - motile او تسمى aplanospore, خارجية اي لا تحويها تراكيب مغلقة لذا نطلق عليها اسم السبورات الخارجية exospore، تنتج على هايفات متخصصة تسمى بالحوامل الكونيدية conidiophoreوالتي قد تكون (اي الحوامل) متفرعة او غير متفرعة. كما ان الحوامل الكونيدية قد تكون مقسمة او غير مقسمة. وتنتج هذه السبورات على قمم الحوامل الكونيدية او على نهايات فروعها. وقد تنتج هذه السبورات منفردة singleاو بشكل مجموعات groupsاو سلاسل chains ويكون تعاقب السبورات على السلاسل اما من الأسفل إلى أعلى نحو القمة ويسمى هذا التعاقب acropetal اي السبور الاحدث تكوينا يكون بالقمة او العكس وهو قاعدي basipetal اي السبور الاحدث تكوينا يكون بالقاعدة. كما تتنوع السبورت في اشكالها و احجامها فقد تكون احادية الخلية او عديدة الخلايا كما في الفطريات الكيسية Ascomycetes و الفطريات البازيدية Basidiomycetes و الفطريات الناقصة Deuteromycetes, و قد تكون احادية النواة او متعددة الانوية .





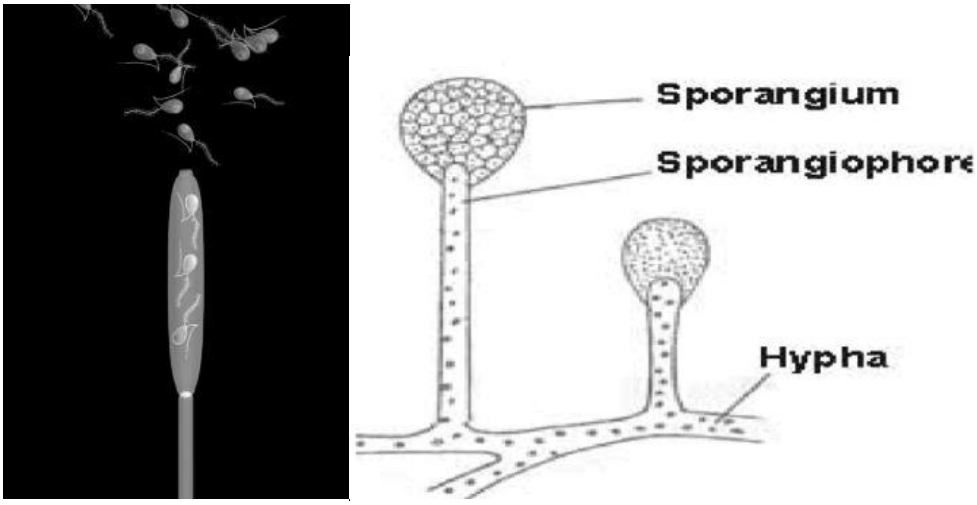
الشكل الاول يوضح الكونيديات مع حامل كونيدي غير مقسم و غير متفرع للفطر *Aspergillus falvus*

الشكل الثاني يوضح الكونيديات و الحامل الكونيدي المتفرع و المقسم للفطر *Penicillium chrysogynum*

2 – السبورات الحافظية Sporangiospores :

وهي نوع خاص من السبورات تنتج داخل تراكيب تشبه الاكياس sac – like هي الحافظات السبورية sporangia (مفردها sporangium) , لذا نطلق عليها اسم السبورات الداخلية endospores, وتكون الحوافظ السبورية terminal (اي الحافظة السبورية) على نهاية حامل الحافظة السبورية sporangiophores او بينية الموقع intercalary . كما ان حامل الحافظة السبورية قد يكون متفرع او غير متفرع. تسمى السبورات التي تنتج داخل الحافظة السبورية ب endospore او endogenous spore والتي قد تكون غير متحركة aplanospore او متحركة motile او تسمى zoospore, تسمى الحوافظ السبورية التي تنتج داخلها ب zoosporangia .

تمتاز السبورات الداخلية غير المتحركة بافتقادها للاسواط و تكون احادية الانوية uninucleate او متعددة الانوية multinucleate مثل الجنسين *Rhizopus* و *Mucor* .



الشكل الاول يوضح شكل الحافظة السبورية sporangium للفطر *Mucor* و الشكل الثاني zoosporangium

التكاثر الجنسي Sexual reproduction:

التكاثر الجنسي هو مصدر هام للتنوع الوراثي , يسمح للفطر للتكيف مع بيئات جديدة . يمتاز التكاثر الجنسي في الفطريات بانه فريد من نوعه من نواح كثيرة منها و كما ذكرنا سابقا يكون الانقسام النووي داخلي دون حدوث تمزق للغلاف النووي .

يتضمن هذا النوع من التكاثر انتاج الكميتات الذكرية و الانثوية و اتحادها او اتحاد نوى هذه الكميتات لتكوين البيضة المخصبة (او الزايكوت zygote) التي تسمى ايضا بالسبور البيضي Oospore في الفطريات البيضية او بالزايكوسبور Zygospore في الفطريات اللاقحية . و تنقسم البيضة المخصبة اختزاليا او خيطيا لتكوين سبورات تنبت لتنتج مايسيليوم احادي او ثنائي المجموعة الكروموسومية و تنتج الكميتات داخل حافظات كميتية gametangia و قد تكون الكميتات الانثوية و الذكرية متشابهة isogametes او غير متشابهة anisogametes و تعرف الحافظات الكميتية الانثوية بالاوكونيا Oogonia (مفردها Oogonium) اما الذكرية فتعرف بالانثريديا antheridia (antheridium) و قد تتكشف هذه الحافظات (الانثوية او الذكرية) على مايسيليوم واحد (احادية السكن monoecious) او على اثنين مختلفين من الغزول الفطرية (ثنائي المسكن dioecious) وفي حالة احادية المسكن قد تتحد الكميتات المتكونة على الثالوس نفسه لتكون بيضة مخصبة (زايكوسبور او سبور بيضي) بعد الاخصاب fertilization وهو ما يعرف بحالة تماثل الثالوس homothalism او ان الاخصاب يحدث فقط عندما تنتج الكميتات عن طريف التماس بين اثنين من الثالوسات او الغزول الفطرية من سلالتين مختلفتين و هو ما يعرف بحالة تباين الثالوس heterothallism و يتم التكاثر الجنسي على ثلاثة مراحل تنجز في فترات معينة من دورة الحياة . و هذه المراحل هي :

1 - **الاقتران البلازمي Plasmogamy** : و يتمثل بعملية اتحاد اثنين من الكميتات المتوافقة compatible gametes و اقتراب النواتي الذكرية و الانثوية من بعضهما في خلية واحدة مما يقود الى تكوين زوج نووي dikaryon و هو ا يعرف بظاهرة ازدواج النوى dikaryotization .

2 – **الاقتران النووي Karyogamy :** يقصد به اتحاد او اندماج النواتين المتوافقتين في البروتوبلاست المندمج و الذي ينتج عنه نواة ثنائية المجموعة الكروموسومية diploid nucleus . في الفطريات الواطئة الاقتران البلازمي يتبعه مباشرة اندماج نووي اما في الفطريات الراقية فان الاندماج النووي يتأخر لتبقى النوى بشكل ازواج ومن دون حدوث اندماج و تنقسم هذه النوى انقسامات مقترنة ثم تتحد بعد بلوغها درجة من النضج .

3 – **الانقسام الاختزالي Meiosis :** و يتم فيه اختزال النواة ثنائية المجموعة الكروموسومية . و يكون الانقسام الاختزالي زايكوتي zygotic في الفطريات احادية المجموعة الكروموسومية (haploid fungi) (اي ان الاندماج النووي يتبعه مباشرة الانقسام الاختزالي) اما في الفطريات ثنائية المجموعة الكروموسومية diploid fungi فان الانقسام الاختزالي كميتي gametic (اي ان الاندماج النووي يتأخر و يحدث عند تكوين الكميتات) على ان حدوث الاندماج البلازمي يحتاج اقتراب اثنين من الكميتات او اثنين من الحافظات الكميتية من بعضها و هو يتم بالطرق الاتية :

1 – تزاوج كميتي متحرك Planogamtic copulation:

يتم بين اثنين من الكميتات الحرة احادية النواة uninucleate وقد يكون كلاهما او احدهما متحركا, و تعرف الكميتات المتحركة motile gametes او planogametes او zoogametes و على اساس شكل الكميتات و طريقة اتحادها يقسم التزاوج الكميتي المتحرك الى :

* – تزاوج كميتي متحرك متماثل isoplanogmetic copulation : يتم بين كميتين مسوطين متشابهين بالشكل .

* – تزاوج كميتي متحرك غير متماثل anisoplanogametic copulation : ويتم بين كميتين مختلفين مظهريا و فسلجيا وهنا يكون الكميت الذكري اصغر حجما و اكثر نشاطا من الكميت الانثوي.

* - تزاوج كميتي متحرك بيضي ooplanogametic copulation : يتم بين كميتين مختلفين بالشكل اذ يكون الكميت الانثوي اي البيضة (egg or ovum) غير متحرك و يبقى داخل الاوكونيم في حين يكون الكميت الذكري (السبيرمات sperms المنتجة في الانثريديا) متحرك وله سوط واحد املس في جهته الخلفية .

2 – تلامس الحوافظ المشيجية Gametangial contact:

في هذا النوع من التكاثر يحدث تلامس لحافظتين مشيجيتين متضادتي الجنس و تكون الكميتات غير متحركة و التي تمثل بالنوى الذكرية والانثوية , يقترب الانثريديوم من الاوكونيم ثم يرسل انبوبة اخصاب fertilization tube اسطوانية الشكل نحيفة تحمل النوى الذكرية الى البيضة بعدها يحدث الاخصاب داخل الاوكونيم . و تجدر الاشارة الى ان انبوب الاخصاب لا يتكون في بعض الفطريات ويحدث بدلا عنه ثقب صغير .

3- تزاوج حافظات كميتية Gametangia copulation : في بعض المجاميع الفطرية تكون الكميتات غير متحركة و لا تتحرر من الحافظات الكميتية , اذ يحدث في هذا التزاوج الحافظي تماسا بين الحافظة الذكرية و الحافظة الانثوية من سلالات مختلفة ثم اتحادهما ويكون على نوعين

*تزاوج حافظي متماثل isogametangial copulation

*تزاوج حافظي غير متماثل anisogametangial copulation

4 – الاقتران التام او الكلي hologamy: و هو ما تظهره الخمائر احادية الخلية اذ تسلك فيها الخلايا الجسدية بعد بلوغها مرحلة من النضج سلوك حافظات كميتية تتحد بشكل ازواج و تكون زايكوت ثنائية المجموعة الكروموسومية تعمل كخلية امية للكيس ascus mother cell .

5 – الاقتران الذاتي autogamy: وهو ما يحدث لبعض الفطريات عندما تكون الانثريديا غير فعالة او مفقودة اصلا و بجرد التماس مع انثريديا غير فعالة او عوامل اخرى فان ذلك سيحفز ترتيب النوى بشكل ازواج في الاسكوكونيم ascogonium (عضو التكاثر الانثوي بالفطريات الكيسية) ثم اتحادها في كل زوج .

6 – الاقتران البذيريspermatization : في بعض الفطريات تنتج تراكيب صغيرة تشبه السبورات تسمى بذيرات spermatia (سبورات بكنيدية pycnidiospores) في تراكيب دورقية الشكل تعرف بحافظات البذيرات spermagonia (spermagonium)او البكنيديا pycnidia (pycnidium) و ذلك عند قمم هايفات تكاثرية reproductive hyphae متخصصة تعرف بحوامل البذيرات spermatiophores و تتحد البذيرات مع الشعيرة المؤنثة trichogyne لحافظة البذيرات او مع هايفات استقبال respective hyphae و تبقى النوى الذكرية و الانثوية بشكل ازواج (طور ثنائي النوى dikaryotic phase)لفترة من الزمن ثم تتحد مع بعضها .

7 – الاقتران الجسدي somatogamy: في بعض الفطريات تكون الاعضاء التكاثرية غير فعالة او مفقودة . وفي هذه الحالة يحدث تماس بين هايفات من سلالات مختلفة ثم تذوب الجدران عند موقع التماس ليحدث الاقتران البلازمي بعدها يحدث ازدواج النواتين (زوج نووي متباين heterokaryon) ثم الاقتران النووي الذي يتأخر او يحدث مباشرة بعد الازدواج النووي .

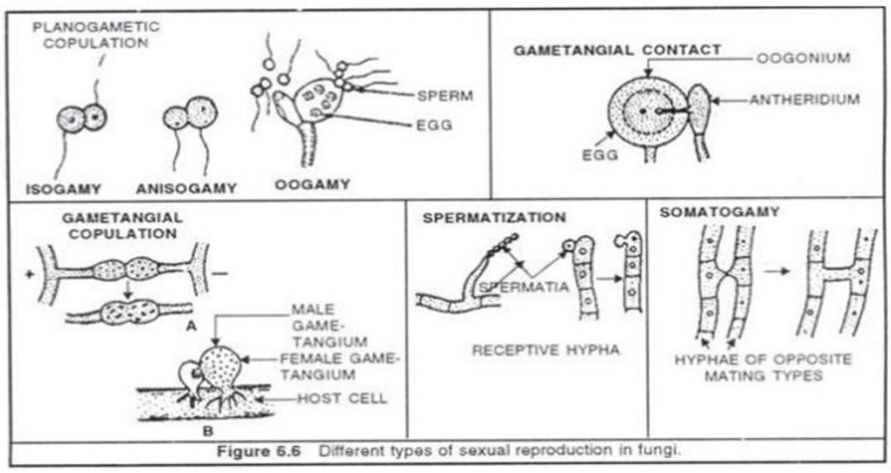


Figure 6.6 Different types of sexual reproduction in fungi.

شكل يوضح طرق التكاثر الجنسي

الفرق بين التكاثر الخضري والتكاثر اللاجنسي:

التكاثر الخضري	التكاثر اللاجنسي
لا ينتج سبورات	ينتج سبورات
يتضمن اقتطاع جزء من جسم الفرد	لا يتضمن اقتطاع جزء من جسم الفرد

**** الفرق بين التكاثر الجنسي و التكاثر اللاجنسي :**

اذا اعتبرنا ان التكاثر الخضري هو شكل من اشكال التكاثر اللاجنسي عندها يكون الفرق بين التكاثر الجنسي و اللاجنسي هو :

التكاثر الجنسي	التكاثر اللاجنسي
يتطلب وجود الابوين	يتطلب وجود أحد الابوين
وجود الامشاج التي تعتبر الوحدات التكاثرية	لا يمتلك امشاج وتعتبر الخلية الجسدية هي الوحدة التكاثرية
حدوث عملية الاخصاب	لا تحدث عملية الاخصاب
حدوث انقسام اختزالي ينتج عنه خلايا 1n	حدوث انقسام خيطي ينتج عنه خلايا 2n
تعدد طرق التكاثر الجنسي	تعدد طرق التكاثر اللاجنسي
يسمح بحدوث تنوع في المادة الوراثية وبالتالي حدوث عملية التطور	يسمح باستمرار انتقال نفس المعلومات الوراثية من ذرية الى اخرى
انتاج الافراد بطيء	انتاج الافراد سريع