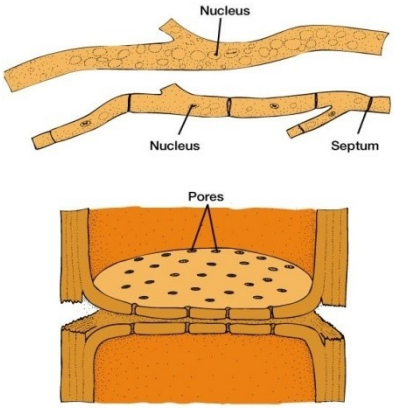
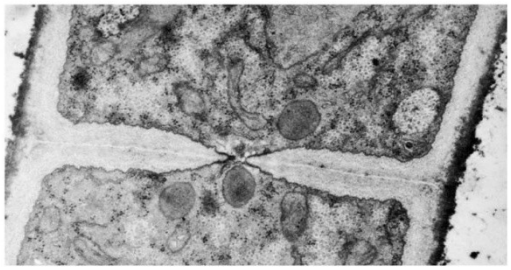
مقدمة عامة عن الفطريات

الفطريات كائنات حية حقيقية النواة لا تحتوي على كلوروفيل (اعتمادية التغذية heterotrophy) تتغذى على المواد العضوية الناتجة من مخلفات الكائنات الحية , توجد بشكل احادي الخلية unicellular مثل الخمائر او بشكل متعددة الخلايا multicellularكما في الفطريات الخيطية filamentous fungi مكونة ما يدعى بالخيوط hyphae والتي بمجموعها تعطي ال mycellium.

الخيوط الفطرية اما تكون مقسمة بحواجز عرضية septa وتسمى septate hyphae او تكون غير مقسمة ويطلق عليها coenocytic hyphae .





- تعيش الفطريات بشكل رمي saprophyte او متطفلة parasite او متعايشة mutualism.

تحاط الفطريات بجدار خلوي cell wall مكونا من مادة الكايتين اضافة الى البروتين والسكريات المتعددة, كما ان غشائها البلازمي مكونا من مادة ستيرولية توجد فقط بالفطريات هي ergosterol والتي تكون مكافئة للكوليسترول في اللبائن.

تتكاثر الفطريات جنسيا ولاجنسيا حسب نوع الفطر ودورة حياته وظروف معيشته,كما انها تعتبر من الكائنات غير المتحركة ماعدا في بعض الانواع الكتريدية الواطئة التي تمتلك في احدى مراحل دورة الحياة على سبورات مسوطة.

تختلف الفطريات عن الحيوانات كونهاتمتص غذائها اولا ثم تبتلعه ويتم ذلك من خلال افرازها لانزيمات محللة تحلل المادة الغذائية ثم تقوم بامتصاصها كما انها تخزن غذائها على شكل كلايكوجين.

- تمتلك الفطريات بعض الصفات الاخرى كقابليتها على تصنيع اللايسين lysine من خلال المسار الكيميائي (α- amino adipic acid pathway) AAA-pathway.
- امتلاكها للانيبيبات الدقيقة المتكونة من بروتين tubulin.

اهمية الجدار الخلوي للخلية الفطرية:

1. يعطي الشكل والهيئة الخلية.
2. الحماية من التحلل الازموزي.
3. عند احتواء الجدار على صبغة الميلانين يحمي الخلية من الاشعة فوق البنفسجية وتحللها من قبل الانزيمات التي تفرز من قبل كائنات حية اخرى.
4. يعطي للخلية صفات مستضدية antigenic properties.

المحتوى الكيميائي للجدار الخلوي:

يتكون الجدار الخلوي للخلية الفطرية بشكل عام من سكريات متعددة مع كمية اقل من البروتينات والدهون, والمادة متعددة السكريات للجدار مكونة من الكلوكان الذي يكون باشكال مختلفة مثل المانان والكيتوسان والكالكتومانان والتي تعتبر مسؤولة عن الاستجابة المناعية في انواع الفطريات المرضية.

يشير الكلوكان الى مجموعة D- glucose محتوية على اواصر كلايكوسيدية.

- اضافة الى ما يحتويه جدار الخلية من كايتين وكلوكان ومانان يحتوي ايضا دهون وبروتينات وانزيم acid phosphatase و protease و amylase وصبغة الميلانين اضافة الى الايونات غير العضوية مثل الفسفور والكالسيوم والمغنيسيوم).
- الجدار الخلوي للفطريات الجلدية dermatophytes يحتوي على glycopeptides الذي يحفز على التحسس المفرط بشكليه الاني والمتاخر immediate and delayed cutaneous hypersensitivity .
- يتكون الجدار الخلوي كيميائيا من الياف كايتينية دقيقة chitinous microfibrils مغمورة بكمية قليلة من المادة الاساس matrix المكونة من سكريات متعددة وبروتين ودهون واملاح لاعضوية وصبغات.
- الكايتين يكون عبارة عن glucosamin β1-4 مرتبط بشكل N-acetyl-glucosamin يطلق عليه GlcNAc والذي ينتج في السايتوسول (من UDP GlcNAc الذي يتحول الى سلاسل من الكايتين بفعل انزيم chitin synthase . وعند تكون الياف الكايتين الدقيقة تنتقل صفائح plasmalemma والتي فيما بعد تتحد مع الجدار الخلوي الجديد.
- تستخدم السكريات الاحادية الداخلة في تركيب الجدار الخلوي كطريقة تصنيفية للتفريق بين المجاميع الفطرية المختلفة وكما يلي:

Table 1 Major polysaccharide components of fungal walls

Division	Fibrillar components	Matrix components
Chytridiomycota	Chitin, glucan	Glucan
Zygomycota	Chitin, chitosan	Polyglucoronic acid, glucuronomannoproteins
Ascomycota	Chitin, β(1,3)-β(1,6)glucans	α-(1,3)-Glucan, galacto-mannoproteins
Deuteromycota	glucans	Glucan
Basidiomycota	Chitin, β(1,3)- β(1,6)-glucans	α-(1,3)-Glucan, galacto-mannoproteins

Monosaccharides with taxon association

D-galactose (Ascomycota)

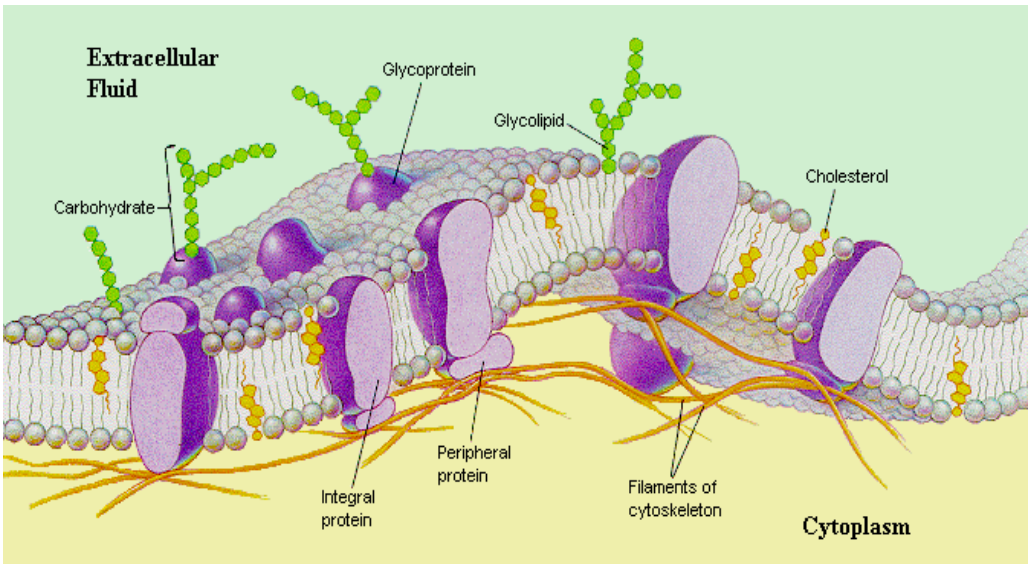
D-galactosamine (Ascomycota)

L-fucose (Mucorales & Basidiomycota)
D-glucosamine (Mucorales)
D-xylose (Basidiomycota)
Uronic acids (Mucorales)
D-rhamnose (Ascomycota)* *somewhat rare

الغشاء البلازمي واهميته للخلية الفطرية:

1. يساعد في تنظيم دخول وخروج المواد الغذائية والضارة من خلال صفة اختياري النفوذية.
2. يمتلك بعض الانزيمات المهمة في تصنيع الكايتين والكلوكان.
3. يعتبر ذو اهمية في نقل الصفات الوراثية من خلية الى اخرى.

- يختلف الغشاء البلازمي للفطريات عنه في اللبائن كونه مكون من مادة ستيرولية غير قطبية هي ergosterol والتي تكافيء الكوليسترول في اللبائن وتعتبر المادة التي يتم عليها فعل بعض المضادات الفطرية مثل amphotericin B الذي يعمل على تثبيط تصنيعه.



Microtubules عبارة عن الياف بروتينية اسطوانية مجوفة طويلة ذات قطر 25 نانوميتر تتكون من بروتين ليفي يدعى tubulin والذي بدوره يتكون من وحدتين بنائية subunits تساهم في حركة العضيات الخلوية والنواة والكروموسومات حيث ان تدمير هذه الالياف الروتينية الدقيقة الموجودة في السايتوبلازم يؤدي الى عرقلة نقل المواد الافرازية الى محيط الخلية والذي بدوره يثبط عملية تصنيع الجدار الخلوي.

Nucleus

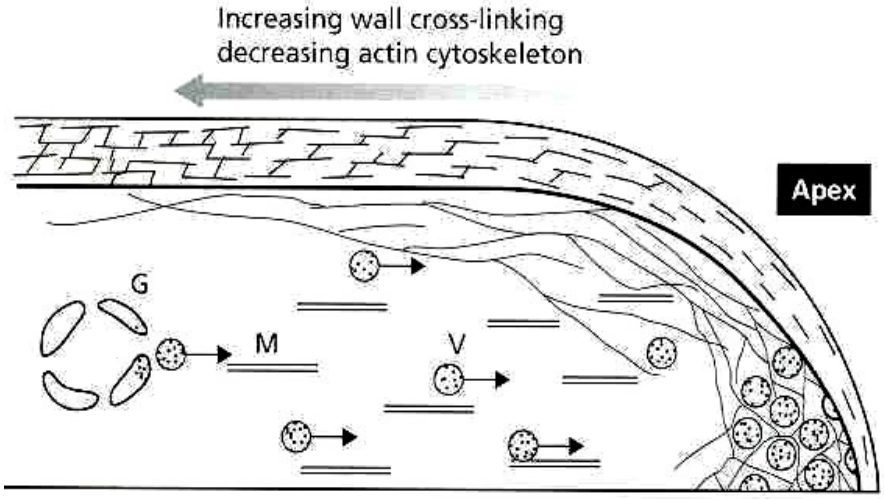
تحاط النواة بغشاء نووي مزدوج وتحتوي بداخلها على الكروماتين والنوية وتختلف نواة الخلية الفطرية بالشكل والحجم والعدد كما ان اعداد الكروموسومات تختلف من نوع الى اخر

Saccharomyces cerevisiae; 18 (n)
Trichophyton mentagophytes ; 4 (n)

The growth of hyphae نمو الخيط الفطري

يتم نمو الخيط الفطري من خلال الخطوات التالية:

1. التمدد او التوسع القمي apical extension
2. الموازنة بيت عمليتي تصنيع وتحلل الجدار
3. انتاج ما يسمى بالحويصلات القمية apical vesicals من قبل جهاز كولجي ومن ثم تنتقل الى قمة الخيط.
4. التحام الحويصلات القمية مع الغشاء البلازمي في قمة الخيط ومن ثم تحرير وافراغ محتوياتها الانزيمية التي تتضمن:
   - انزيمات تساهم في بناء الجدار مثل chitin syntase, glucan synthase .
   - انزيمات تساهم في تحلل الجدار.
   - منشطات انزيمية.



- **Aeration**

تقسم الفطريات حسب حاجتها للاوكسجين الى:

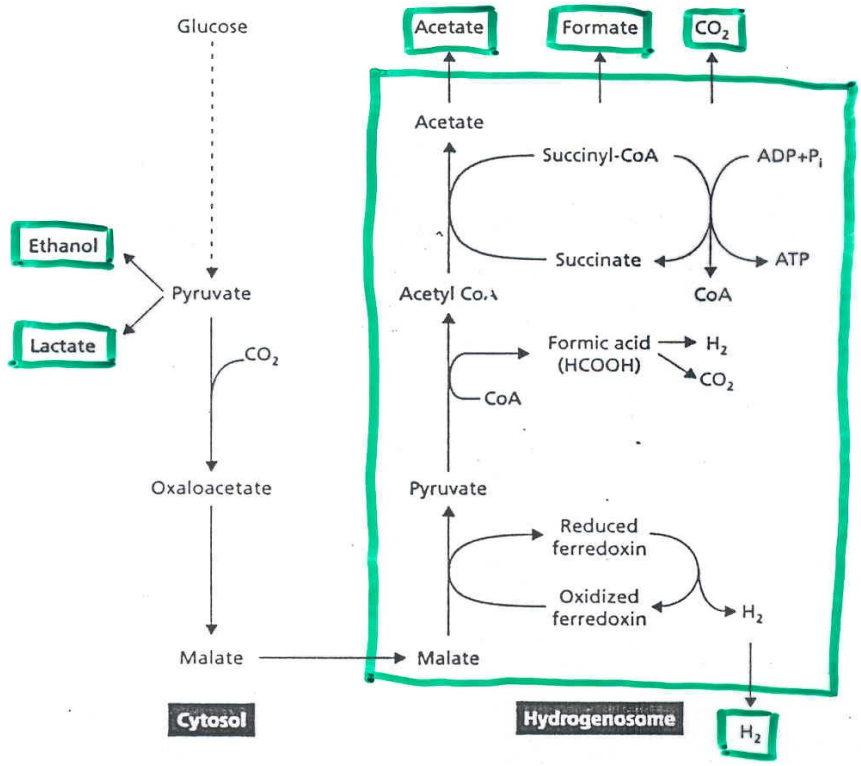
1. obligately aerobic (eg. most Zygomycota),
2. obligately anaerobic (eg. rumen fungi)

-بصورة عامة تحصل الكائنات الحية على الطاقة من خلال عمليات التاكسد oxidative (respiratory metabolism) او من خلال عمليات التخمر fermentation .

ويستخدم الاوكسجين في عمليات التاكسد لانتاج الطاقة لذلك فانه اساسي في عمليات التخليق الحيوي للستيرولات والاحماض الدهنية غير المشبعة وبعض الفيتامينات.

Energy metabolism in relation to O_2 requirements

- **Obligately oxidative**. Obligate aerobes. Exp. *Rhodotorula*
- **Facultatively fermentative**. Energy can be obtained by oxidative and fermentative processed such fungi are likely to be faculative anaerobes. Oxidative metabolism, provides much more energy than fermentative, so higher yields can occur under aerobic conditions. Exp. *Mucor*, *Saccharomyces*
- **Obiligately fermentative**. Oxygen is not needed for energy production , may be either harmless or toxic. Exp. *Blastocladia, Neocallimastix*



Diagrammatic representation of the mixed-acid fermentation of the rumen chytrid *Neocallimastix.* Part of the fermentation occurs in the cytosol and hydrogenosome (Hydrogenosome:

functionally equivalent to the mitochondria of aerobic organisms)

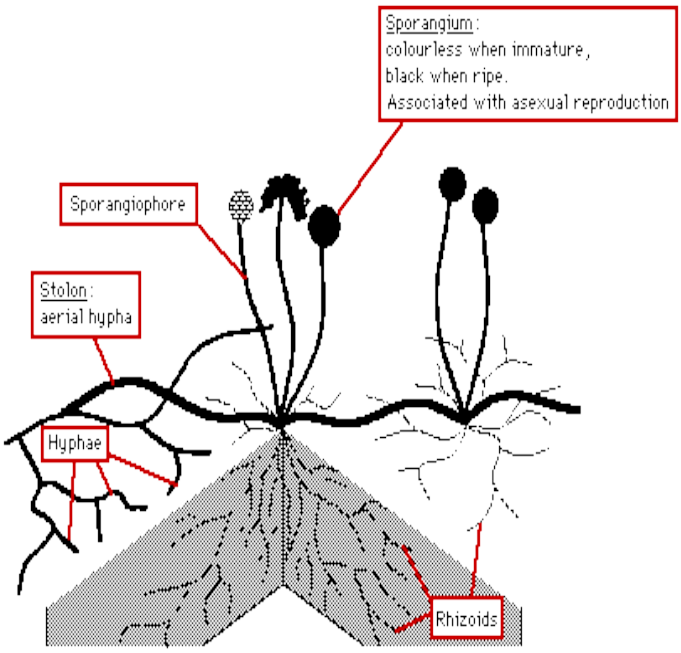
Fungal nutrition

A. Absorptive mode

يتم في هذه الطريقة امتصاص الغذاء من خلال سطح الخلية او الخيط الفطري بكامله او من خلال وجود مساحات خاصة في السطح متخصصة لامتصاص المواد الغذائية. مثال على ذلك:

a. rhizoids in "lower" fungi
b. substrate hyphae* in "higher" fungi
c. apical tips of hyphae

- يوجد في الفطريات الراقية ما يسمى ب substrate hyphae الذي تكون مغمورة بالمادة الغذائية وهي مسؤولة عن تغذية الخيوط الهوائية aerial hyphae وخيوط التكاثر reproductive hyphae.



B. Extracellular digestion

في هذه الحالة يقوم الفطر بافراز انزيمات محللة للمواد الغذائية المعقدة (بروتينات وكاربوهيدرات ودهون) وتحويلها الى مواد ابسط يسهل امتصاصها واستخدامها كمصدر للكربون والطاقة.

Nutrition

- C/N ratio (20:1)

- Other elements
  P : energy-rich compound metabolism, phospholipid in lipid bilayer
  K : coenzyme
  Mg : concer with sporulation
  S : protein component
- Trace elements
  Fe, Cu, Mn, and Zn

Water availability

تحتاج الفطريات عادة نسبة عالية من الماء (رطوبة نسبية) فهي تتاثر وتتحسس لظروف الجفاف بسرعة.

-تعرف فعالية الماء water activity على انها قياس طاقة الماء في النظام الاحيائي من خلال حساب كثافة الماء في المكونات غير السائلة والصلبة. وتعرف رياضيا على انها ضغط البخار للماء الموجود في المادة مقسوما على ضغط بخار الماء النقي في نفس درجة الحرارة.

$$\text{Water activity } (a_w) = p_s/p_w$$

-فعالية الماء a_w للماء النقي تساوي واحد

- تزداد a_w بارتفاع درجة الحرارة ما عدا لبعض المواد مثل الملح المتبلور والسكر المتبلمر.

- a_w العالية تكون مفيدة وواقية للكائنات بشكل عام حيث ان فعالية الماء التي تحتاجها البكتريا تكون على الاقل مساوية الى 0.91 اما الفطريات فهي تحتاج كحد ادنى 0.7 .

-يتحرك الماء من المناطق ذات فعالية الماء العالية الى الواطئة, مثلا اذا كانت فعالية الماء للعسل تساوي 0.6 تقريبا وتعرض لرطوبة مقدار فعالية الماء لها 0.7 تقريبا فان العسل في هذه الحالة سيمتص الماء من الهواء.

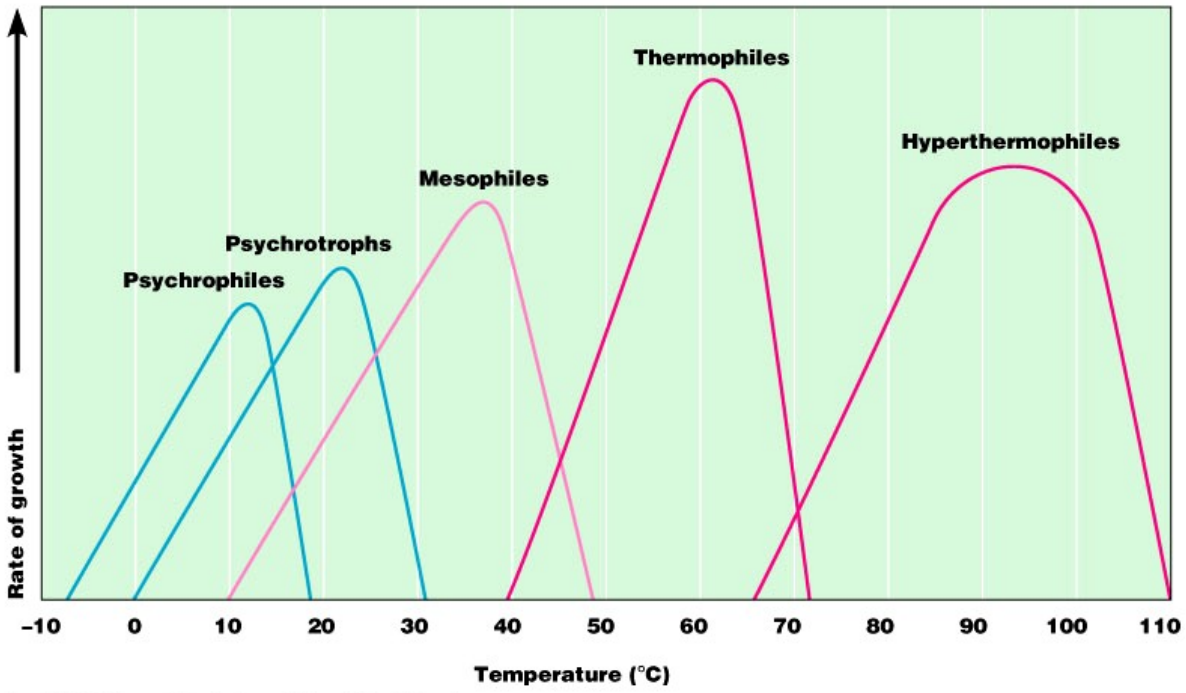
-يحدث مسخ لل DNA اذا كانت a_w مساوية 0.55.

-تقسم الفطريات حسب الفتها وحاجتها للماء والرطوبة الى:

- Osmophiles (a_w= 0.85)
- Xerophiles (a_w =0.80)
- Halophiles (a_w = 0.75)
- Xerotolerant fungi can grow slowly, at water activity of 0.64.

Temperature

هذا المخطط يوضح تقسيم الفطريات حسب تحملها ومعيشتها في درجات حرارة مختلفة



Hydrogen ion

- Opt. pH 5.0-7.0
- Acid-tolerant (pH 2.0)à *Aspergillus, Penicillium, Fusarium*, yeast in stomach of animals
- Strongly alkaline environment (pH 10-11) à *F.oxysporum, P.variabile*

Light

- Influence on fungal growth in specific cases
- light does not play a major part in growth and metabolism of fungi
- A common metabolic effect of light is the induction of carotenoid biosynthesis