المحاضرة الثانية

تركيب الخلية الفطرية Cell structure

الفطريات هي كائنات حقيقية النواة eukaryotes ولديها تنظيم خلوي معقد. وكما في الخلايا حقيقية النواة، تحتوي الخلايا الفطرية على نواة محاطة بغشاء او غلاف نووي. تحتوي الخلايا الفطرية أيضا على الميتوكوندريا ونظام معقد من الأغشية الداخلية، بما في ذلك الشبكة الإندوبلازمية وجهاز كولجي.

على عكس الخلايا النباتية، لا تحتوي الخلايا الفطرية على كلوروبلاست أو الكلوروفيل. للعديد من الفطريات ألوان زاهية تنشأ من الصبغات الخلوية الأخرى، بدءًا من الأحمر إلى الأخضر إلى الأسود. حيث يمكن مثلا التعرف على العرهون *Amanita muscaria* من خلال قبعته الحمراء مع بقايا قشور بيضاء. ترتبط الصبغات الموجودة بالفطريات بجدار الخلية وتلعب دورا وقائيا ضد الأشعة فوق البنفسجية، كما أنها قد تكون سامة.

أ - جدار الخلية Cell wall

يوصف بأنه rigid, عديد الصفائح او الطبقات multilaminate و يختلف في تركيبه الكيمياوي باختلاف المجاميع الفطرية , فهو خال من السليلوز cellulose في معظم الفطريات التي تمتاز جدران الخلايا فيها باحتوائها على الكايتين chitin ($C_{22}H_{54}N_4O_{21}$) الذي يعرف ايضا بالسليلوز الفطري fungal cellulose و هو غير متطابق تماما مع كايتين الحشرات . ويوصف الكايتين انه مركب كاربوهيدراتي حاو على النتروجين او انه بوليمر بوزن جزيئي عالي بهيئة سلسلة مستقيمة من الاسيتيل كلوكوز امين β-1,4-linked N-acetyl-D-glucosamineوهو ما يكسب الجدار المتانة والصلابة لتحمل الشد الفيزيائي والكيميائي الذي قد يتعرض له الفطر.

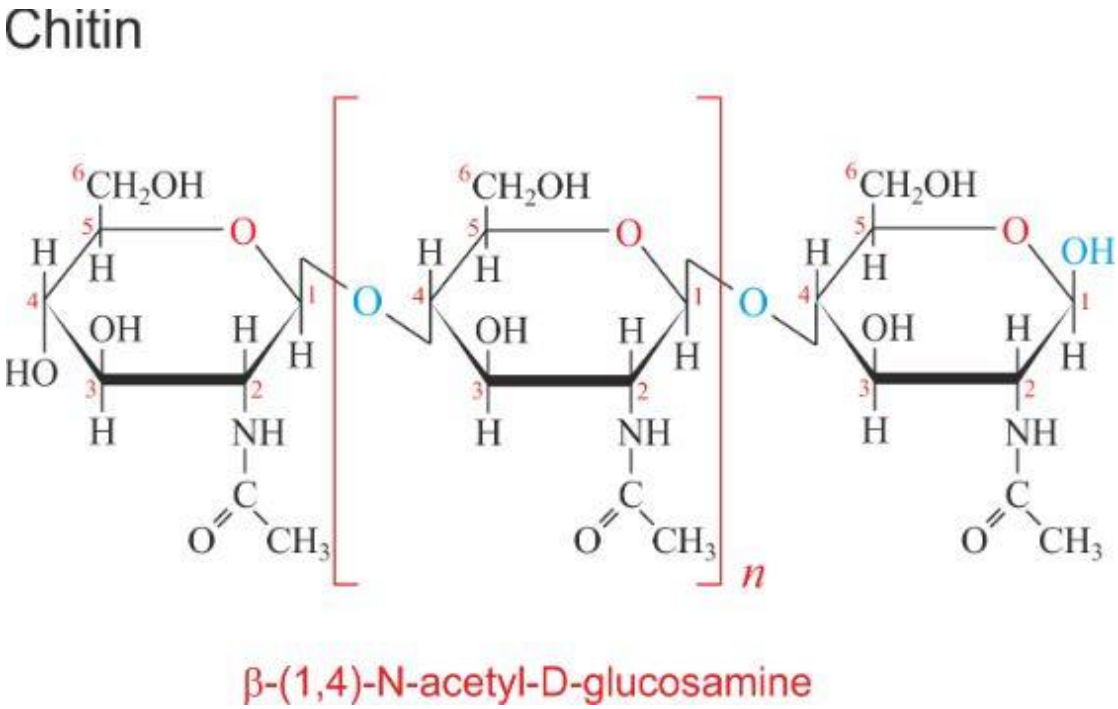
وتشكل السكريات المتعددة polysaccharidesنسبة 80 % - 90% من مكونات الجدار الخلوي في حين تشكل بقية المكونات بروتينات ودهون ومتعدد فوسفات ملون pigmented (inorganic ions) تصل نسبتها في الجدار 10 % - 20%.

وتوجد السكريات المتعددة بشكل سلاسل طويلة من لييفات دقيقة microfibrilsتضاف بصورة طبقات تكون عادة موازية للسطح. و تتوزع مكونات جدار الخلية الفطرية على عدد من طبقات تختلف باختلاف المجموعة الفطرية فقد تتوزع من الداخل الى الخارج على النحو الاتي:

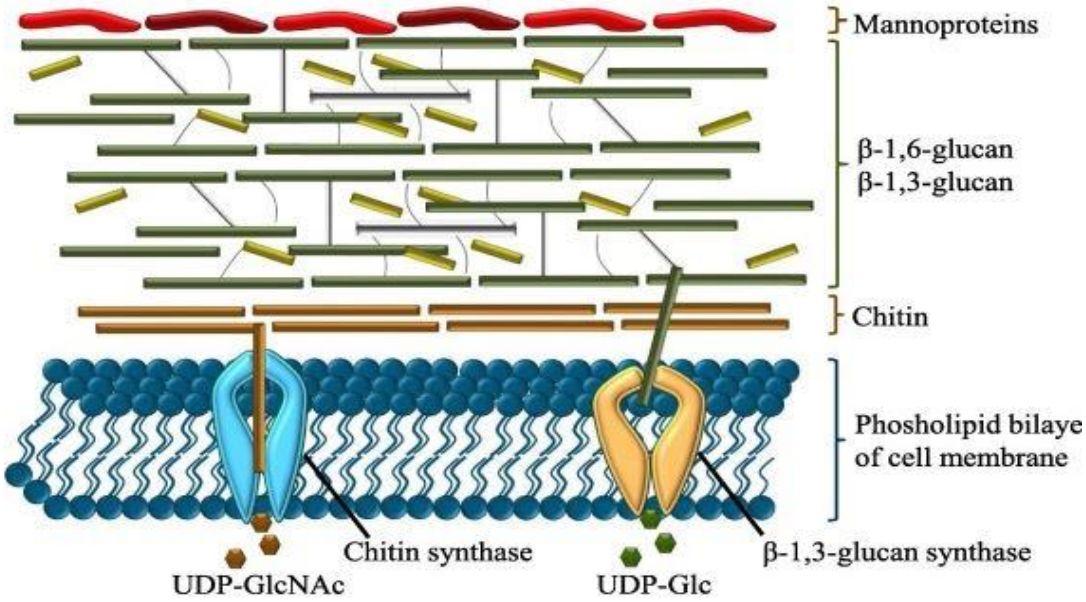
1 – طبقة من الكايتين (قريبة من غشاء الخلية البلامي cell plasma membrane).

2 – طبقة من الكلوكان β- 1,3 – glucan و β- 1,6– glucan (الكلوكان من السكريات المتعددة وهو بوليمر من الكلوكوز) .

3 – طبقة من الكلايكوبروتينات glycoproteins الحاوية على المانوزmannose (بعيدة عن الغشاء البلازمي) .



شكل 4 : التركيب الكيمياوي للكايتين .



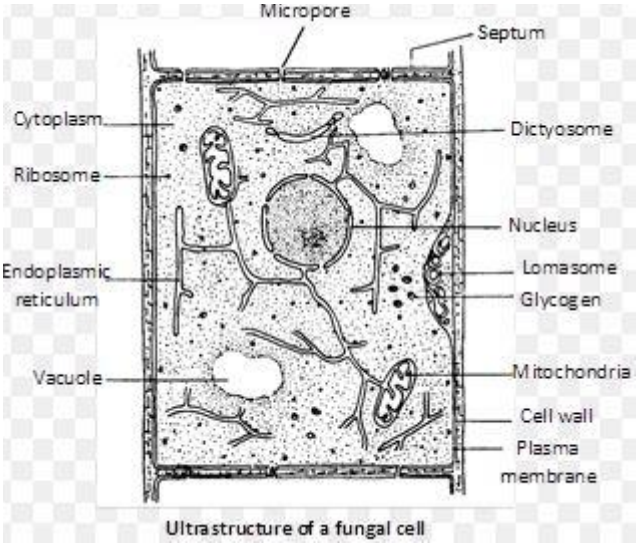
شكل 5 : مكونات جدار الخلية الفطرية .

جدول 1: التركيب الكيمياوي لجدار الخلية في مجاميع فطرية مختلفة.

المجموعة الفطرية	التركيب الكيمياوي للجدار
Acrasiomycetes	سليلوز وكلايكوجين
Chytridiomycetes	كايتين وبيتا كلوكان
Hypochytridiomycetes	سليلوز وكايتين
Oomycetes	سليلوز وبيتا كلوكان وكايتين
Zycomycetes	الكايتين والكايتوسان
Trichomycetes	كالكتوز امين galactoseamine وبوليمرات الكالكتوز galactose polymers
Ascomycetes	بيتا كلوكان وما نان او كايتين
Basidiomycetes	كايتين وبيتا كلوكان او مانان
Deuteromycetes	كايتين وبيتا كلوكان

ب – البروتوبلاست Protoplast:

يضم بروتوبلاست الخلية الفطرية جميع محتويات الخلية المحاطة بجدار الخلية والتي تشمل الغشاء البلازمي والسايتوبلازم والعضيات الخلوية cell organelles وهي الشبكة الاندوبلازمية والمايتوكوندريا والرايبوسومات وجهاز كولجي والفجوات (عدا البلاستيدات plastids) ومواد غير حيةinclusion وهذه المحتويات الخلوية تشبه تلك في بقية الاحياء حقيقية النواة. ويظهر الغشاء البلازمي في بعض المواقع منه جيوبا مطوية infolded pokets حبيبية المظهر granularتعرف باللوماسومات Lomasomes ويحتوي على ستيرول sterol يعرف بالايركوستيرول ergosterol الذي هو بديل للكوليستيرول cholesterol الموجود في الاغشية الخلوية للبائن.



شكل 6: خلية فطرية نموذجية

تضم الخلية الفطرية نواة واحدة او اكثر . ومن امثلة المواد غير الحية الأطعمة المخزونة (على شكل حبيبات كلايكوجين glycogen granules و كريات دهنية lipid globule) و مواد بروتينية و حبيبات فوليوتين vulutin granules و الأصباغ والحبيبات الإفرازية . ويوصف الانقسام النووي nuclear division في الفطريات بانه انقسام اعتيادي يظهر جميع الاطوار بدأ من الطور الاول prophase وانتهاء بالطور الاخير telophase اي كما يحدث في بقية حقيقية النواة عدا ان هذا الانقسام في الفطريات يتم بالكامل الى الداخل من الغلاف النووي nuclear envelope اي ان هذا الغلاف لا يتحطم خلال الانقسام وتبع ذلك يوصف الانقسام النووي في الفطريات انه داخل نووي intranuclear division.

ج – الاسواط flagella

الاسواط (مفردها سوط flagellum) هي زوائد بروتوبلازمية دقيقة خيطية او شعرية الشكل تبرز من السايتوبلازم عند الجهة الامامية anterior او الخلفية posterior او الجانبية lateral من الخلايا المتحركة motile cells ووظيفتها الحركة . وتوجد الاسواط في الفطريات الطحلبية Phycomycetes والفطريات البيضية Oomycetes وهي من الصفات المهمة في تقسيم الفطريات الواطئة lower fungi الى صفوف classes. ويتألف السوط من جزء محوري او مركزي axil core او central يعرف بالخيط axoneme الذي يحاط بغلاف بلازمي مزدوج يمثل امتداد للغشاء البلازمي للخلية المتحركة. في المقطع المستعرض للخيط يظهر كل خيط متكون من 11 لييفة (2 مركزية central+ محيطية peripheral) وهذا الترتيب 9 + 2 في اللييفة هو البنية الأساسية للسوط في جميع الخلايا المتحركة حقيقية النواة.

أنواع الاسواط Kind of flagella

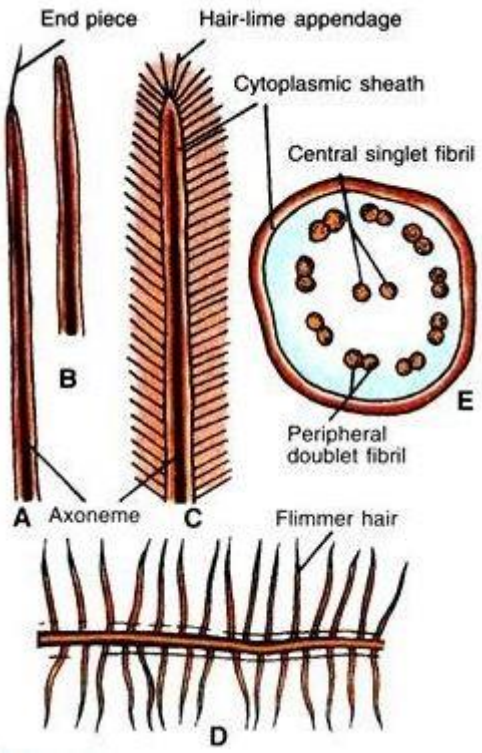
1 – السوط القرباجي او الاملس مع طرف غير حاد

Whiplash flagellum (or smooth) with a blunt tip :

يتصف السوط بسطحه الاملس بنهايته غير الحادة التي تعرف بالقطعة النهائية end piece وتعتبر امتداد لكل الخيط (او الاكسونيم) او للييفات المركزية.

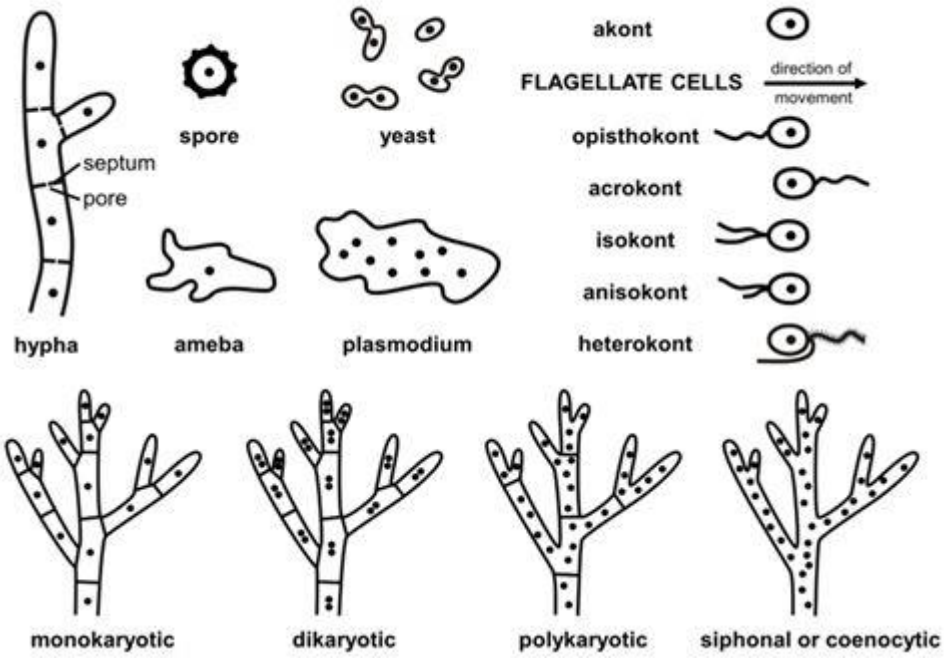
2 – **السوط الريشي Tinsel flagellum**:

توصف اسواط هذا النوع انها عبارة عن تراكيب خيطية الشكل تحمل على سطوحها زوائد جانبية تشبه الشعيرات تعرف بالشعيرات الريشية flimmer hairs او mastigonemes و التي تنشأ من الاكسونيم axoneme.



شكل 7: اسواط الفطريات

يطلق مصطلح اسواط متشابهة isokont عندما تحمل الخلية زوج من اسواط متشابهة اي من نوع واحد و يطلق مصطلح اسواط متباينة heterokont عندما تحمل الخلية سوطين مختلفين .

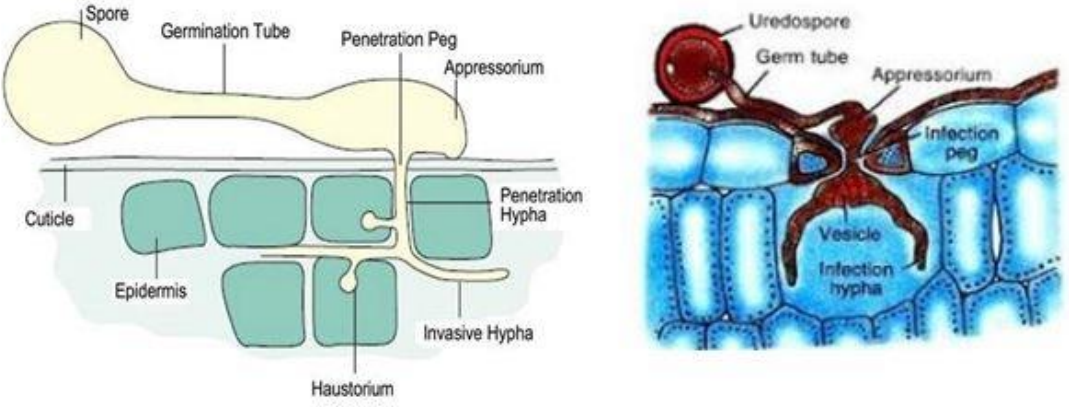


شكل 8 : أنواع السبورات المسوطة و اشكال الثالوس الفطري و انواع المايسيليوم .

تراكيب فطرية متخصصةSpecialized fungal structure

تظهر الهايفات في الفطريات ضروبا مختلفة من التحورات modification لإنجاز وظائف حياتية مختلفة منها :

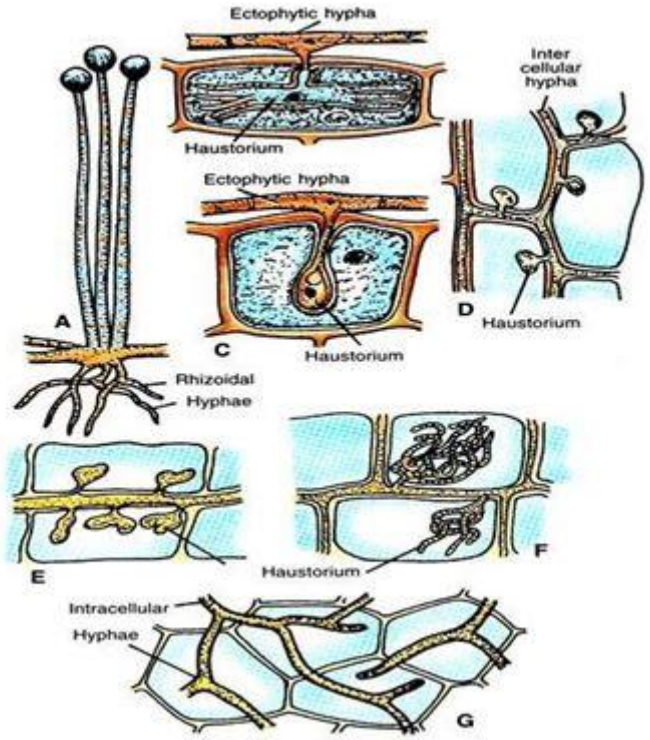
أ – الضاغطات appressoria (مفردها appressorium) : تتحور بعض الهايفات الى ضاغطات لإنجاز وظائف خاصة , و الضاغطة هي الجزء النهائي المنتفخ من انبوبة الانبات germ tube او من هايف الاصابة infection hypha والتي تعمل على لصق الفطر بسطح العائل لتيسير عملية الاصابة . وتعطي الضاغطة تركيبا يدعى بحلمة الاصابة (حلمة الدخول) infection penetration peg الذي يشق طريقه الى داخل العائل من خلال الثغور stomata او عن طريق اختراقه المباشر لكيوتكل العائل و بشرته . وتتكون الضاغطات عادة في رتب فطرية مثل رتبة البياض الدقيقي Erysiphales و رتبة الاصداء Uredinales .



شكل 9 : الضاغطات .

ب – الممصات haustoria (haustorium) : تحصل الفطريات المتطفلة على احتياجاتها الغذائية من الكائن الحي العائل عن طريق الهايفات النامية بين خلايا العائل intercellular hyphae اي في المسافات البينية intercellular spaces للعائل بعد تحطيم الفطر للصفائح الوسطى التي تربط الخلايا المتجاورة في العائل و ذلك بفعل انزيمي enzymatic action او بفعل ميكانيكي mechanical action او الاثنين معا . و تقوم الهايفات بين خلايا العائل بإفراز الانزيمات مما يؤدي الى تغير نضوحية الاغشية و انتشار المغذيات من داخل الخلايا الحية للعائل الى خارجها باتجاه هايفات الفطر التي ستقوم بامتصاص هذه المغذيات . كما تحصل الفطريات المتطفلة على المغذيات عن طريق دخولها العائل بهايفات تعرف بالهايفات داخل خلوية intracellular hyphae التي تمتص المغذيات بصورة مباشرة من خلايا العائل . وفي بعض الطفيليات الاجبارية عالية التخصص تقوم الهايفات بين الخلايا بتكوين فروعا جانبية خاصة تخترق جدران الخلايا الحية للعائل ثم نموها و اتساعها داخل هذه الخلايا متخذه اشكالا تختلف باختلاف الفطر مثل الشكل المكور globose او المفصص lobed او المتفرع كالأصابع finger like و يطلق على هذه الفروع الفطرية مصطلح ممصات التي تبقى على تماس مباشر

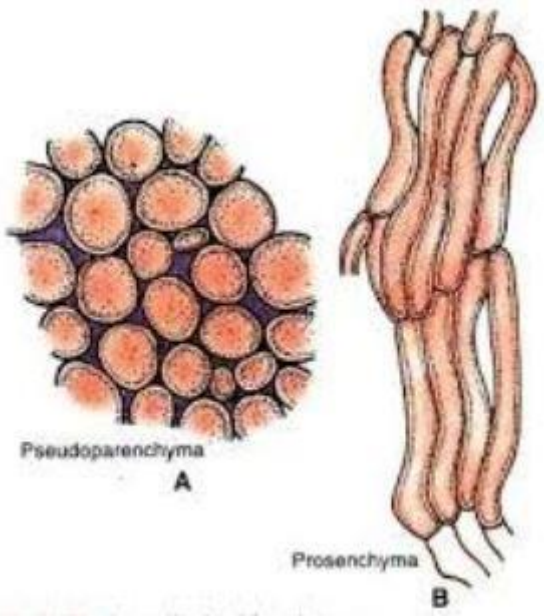
مع بروتوبلازم العائل و تمتص المغذيات مباشرة من الخلايا العائلة بعد قيامها (اي الممصات) بإفراز انزيمات التحلل المائي خارج خلوية extracellular hydrolytic enzymes .



شكل 10 : الممصات

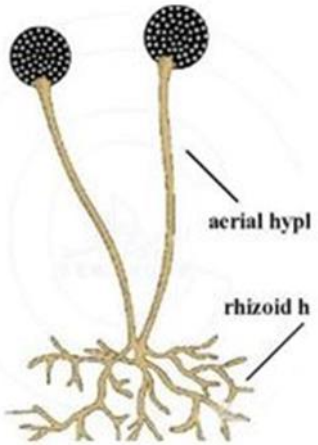
ج – التجمع المفكك prosenchyma : هو نوع من الانسجة الكاذبة الذي تتجمع فيه الهايفات بشكل انسجة مفككة تحتفظ فيها الهايفات باستقلاليتها (اي مميزة الواحدة عن الاخرى) . وغالبا ما تكون الهايفات في هذا النوع من التجمع موازية لبعضها البعض .

د – البرنكيما الكاذبة pseudoparanchyma : وهي نوع من الانسجة الكاذبة الذي تتجمع فيه الهايفات بشكل تركيب متماسك تفقد فه الهايفات استقلاليتها اي يصعب تمييزها عن بعضها و تظهر الهايفات في مقاطع هذا النوع بشكل خلايا دائرية تشبه بانتظامها النسيج البرنكيمي في النباتات الراقية و لهذا سمي هذا النوع من التجمعات بالبرنكيما الكاذبة . ويطلق مصطلح plectenchyma ليشمل نوعي التجمعات البروزنكيما و البرنكيما الكاذبة .



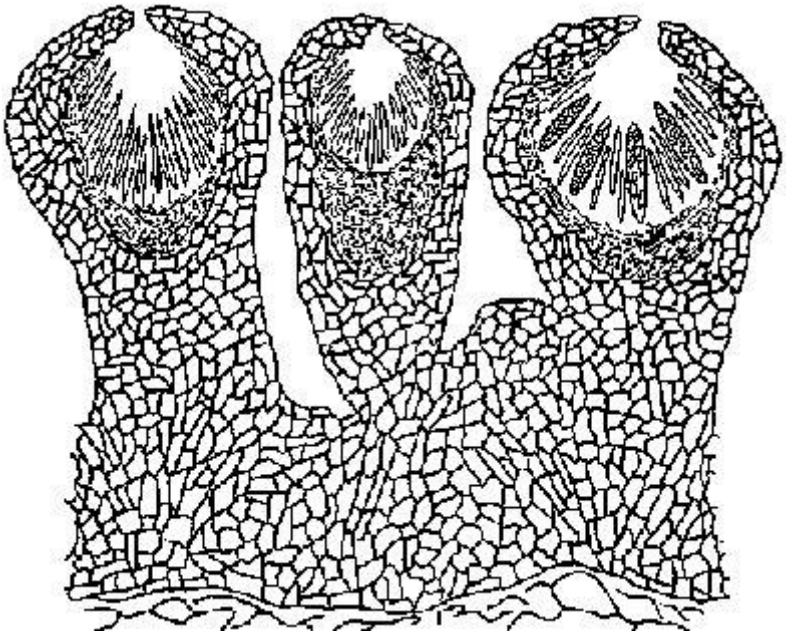
شكل 11 : اشكال الانسجة الكاذبة .

ه- الاشكال الجذرية Rhizoids: خيوط قصيرة رفيعة تشبه الجذر في النبات تمتد الى داخل الوسط الغذائي النامي عليه الفطر . تكون اشباه الجذور اما عضو تغذوي له دور في امتصاص المغذيات او له دور في تثبيت الفطر في الوسط النامي عليه مثل الفطرين *Chytridium* و الفطر *Rhizopus*



شكل 12: اشباه الجذور .

و – الحشية (او الستروما) stroma: يقصد بيها كتلة متماسكة من هايفات او مايسيليوم تنتج بداخلها اجسام تكاثرية reproductive bodies .



شكل 13: الحشية .

ز - الاجسام الحجرية Sclerotia مفردها Sclerotium : وهي تراكيب صلبة متماسكة النسجة تتخذ اشكالا مختلفة و تتكون من تجمع هايفات في بعض الاجناس الفطرية . و تمثل هذه حالة راحة resting state يجتاز بيها الفطر الظروف غير الملائمة و تعطي الاجسام الحجرية عند انباتها حشيات تحمل اجساما تكاثرية .

ح- الحبال الفطرية Rhizomorph: لجذور (الحبال الفطرية) هي خيوط سميكة أو تشبه الجذور ناتجة عن تجمع الخيوط الجسدية في بعض الفطريات، قوامها جيلاتيني، لونها بني داكن وتكون بشكل وهياكل ملفوفة تشبه الحبال. تتشابك بقوة وبالتالي لا يمكن تمييز الهايفات عن بعضها البعض. تبقى محافظة على بقائها لسنوات عدة ومع توفر الظروف الملائمة تنبت من جديد على سبيل المثال: *Armillariella mellea*.