Class: Lycopodiopsida

يضم هذا الصف مجموعة من النباتات منها ما يعيش في وقتنا الحاضر وأخر رتبة منقرضة وذات تاريخ تطوري طويل يمتد من الدهرالقديم الى وقتنا الحاضر ويمتازأفراد هذا الصف بالمميزات التالية:

1- النبات السبوروفايتي متميز بصورة واضحة الى سيقان وأوراق وجذور وتتفرع السيقان والجذور ثنائيا والاوراق مرتبة بصورة حلزونية.
2- المنطقة الوعائية قد تكون على شكل اسطوانة ابتدائية Protostele أو اسطوار مجوفة Siphonostele والقصيبات ذات تثخنات سلمية.
3- تنشأ الحوافظ الجرثومية على سطح الأوراق الجرثومية.
4- تتكون الحوافظ الجرثومية والأوراق الجرثومية في طرف الساق وتتجمع . بعضها لتكون ما يعرف بالمخاريط .
5- تحتوي على أفراد تنتج جراثيم متشابهة Homosporous مثل *Lycopodium* وأخرى Heterosporous تنتج جراثيم مختلفة *Selaginella*
6- عدم وجود النمو الثانوي ماعدا في جنس Isoetes

يضم هذا الصف ثلاث رتب وكما يلي :Orders: Lycopodiales, Isoetales and Selaginellales واكثر من 1200 نوع.

Order: Lycopodiales

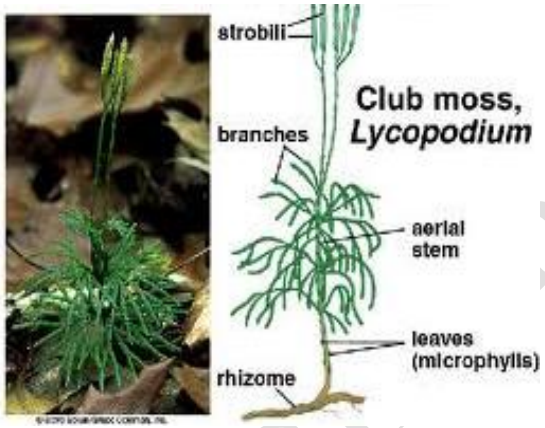
المميزات العامة

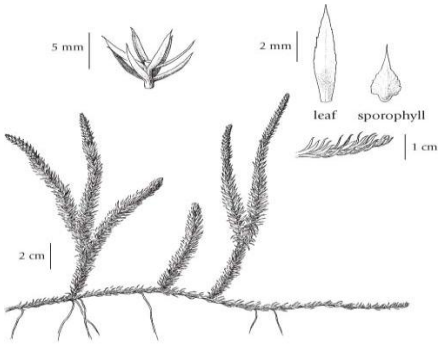
1- نباتاتها عشبية وتمتاز بتفرع سيقانها وجذورها الثنائي .
2- الأوراق صغيرة ولها عرق وسطي واحد ومرتبة بصورة حلزونية ولا تحتوي على اللسين Ligule.
3- عدم وجود النمو الثانوي.
4- تتكون الحوافظ الجرثومية على السطح العلوي للأوراق السبورية وفي بعض الأحيان تكون ابطية .
5- تنتج أنواعاً متشابهة من السبورات Homosporous.
6- الامشاج الذكرية من ثنائية الاسواط.

***Lycopodium*الجنس**

يعتبر الجنس *Lycopodium* عالمي التوزيع ويضم حوالي 200 نوع تنمو في بيئات مختلفة، فالبعض منها يعيش في المناطق الباردة والبعض الآخر يعيش في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية أغلب الأنواع التي تعيش في المناطق الحارة تعيش على جذوع الاشجار epiphytic وتكون مدلاة من الشجرة والبعض منها يعيش بصورة زاحفة على التربة .

الاوراق بسيطة وصغيرة الحجم ولها عرق وسطي لا يصل الى قمة الورقة ويسمى هذا النوع من الأوراق microphylls ولا تحتوي على لسين Ligule ومرتبة بصورة حلزونية على الاغصان وتغطى الاغصان بصورة كثيفة، الجذور عرضية وتنشأ السفلى للسيقان الزاحفة وتتفرع الجذور بصورة ثنائية ، أما في السيقان القائمة فتنشأ الجذور العرضية من الجزء القاعدي للساق.





تشريح الساق

يمكن تمييز المناطق التالية في المقطع العرضي للساق :

1- **البشرة Epidermis:** تتكون من طبقة مفردة من الخلايا التي تحاط بطبقة الكيوتكل وتتخللها ثغور .
2- **القشرة Cortex:** التي تلي البشرة وتمتاز باختلاف خلاياها ويمكن تمييز الانواع التالية : اما ان تكون جميع خلايا القشرة ذات جدار رقيقة وتتخللها فسح بينية صغيرة أو كبيرة ، أما في الانواع البالغة فتكون جميعها من خلايا سكلرنكيمية ولا توجد بينها فراغات بينية .أو قد تتميز القشرة إلى ثلاثة مناطق خارجية وخلاياها ذات جدران سميكة ووسطية تكون خلاياها كبيرة الحجم ولكن جدرها رقيقة وداخلية وهي الطبقة الأخيرة من القشرة وتعرف القشرة الداخلية Endodermis التي تمتاز باحتوائها على شريط كاسبار : تلي القشرة منطقة الدائرة المحيطية Pericycle التي تتكون من طبقة او عدة طبقات من خلايا برنشيمية متراصة مع بعضها
3- **الحزم الوعائية Vascular bundles** :تتميز بوجود عدة انواع من الحزم حسب نوع اللايكوبوديوم:

- من النوع الابتدائي غالباً Protostele أي انها تتكون من خشب في المركز ويحاط احاطة تامة باللحاء وقد يختلف هذا الترتيب من نوع إلى آخر وأيضاً في نفس النوع من منطقة الى اخرى من مناطق الساق .

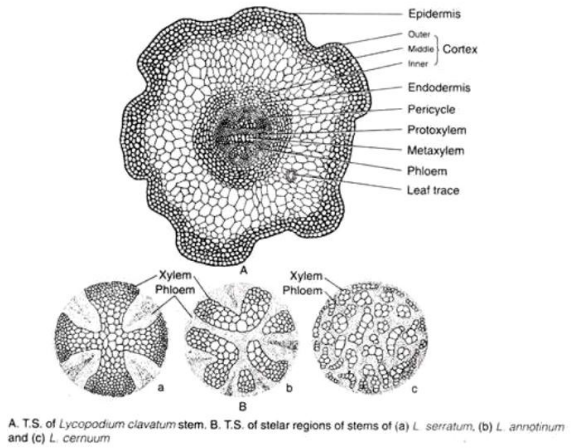
-يكون شكل الخشب نجمياً أي له أذرع ويعرف هذا النوع من الحزم بالحزم الشعاعية Actinostele ويكون فيها الخشب الأول Protoxylem في طرف الاذرع والخشب التالي metaxylem في المركز.

-أو قد تكون الحزمة الوعائية متكونة من صفائحمنفصلة من الخشب ومتبادلة مع صفائح من اللحاء ويعرف هذا النوع من الحزمPlectostele .

-وهناك نوع أخر تكون الحزم فيه من عدة صفائح من الخشب مغمورة في اللحاء بصورة غير منتظمة ويعرف هذا النوع mixed Protostele

Dr. Shimaa & Dr Bilal

وبصورة عامة يتركب الخشب الأول من قصيبات ذات جدر مثخنة حلقياً أو حلزونيا والخشب التالي تكون قصيباته أعرض من الأولى وجدرها مثخنة سلمياً . أما اللحاء فيتألف من خلايا منخلية وبرنكيمية لحاء والخلايا المنخلية تكون مستطيلة وانبوبية الشكل .



A. T.S. of *Lycopodium clavatum* stem. B. T.S. of stelar regions of stems of (a) *L. serratum*, (b) *L. annotinum* and (c) *L. cernuum*

شكل انواع الحزم الوعائية في نبات اللايكوبوديوم

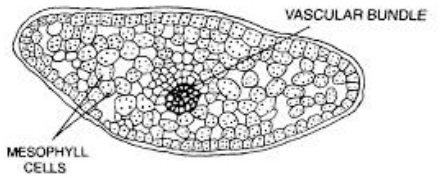
الورقة Leaf

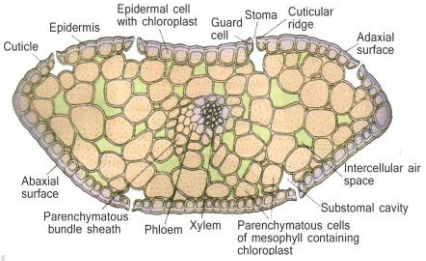
يمكن ملاحظة المناطق التالية في المقطع العرضي للورقة :

1-البشرة Epidermis : وهي طبقة مميزة تتكون من خلايا ذات جدر رقيقة وتحتوي على الثغور والتي تكون في بعض الانواع على السطح السفلي للورقة فقط ، أما في أنواع أخرى فتكون على السطحين .

2 - النسيج المتوسط: وهو غالباً غير متميز الى منطقة عمادية ومنطقة اسفنجية وانما يتكون من خلايا برنكيمية تحتوي على بلاستيدات خضراء وتتخلل الخلايا فسح بينية.

3- المنطقة الوعائية : توجد حزمة وعائية مفردة في منتصف الورقة وتتكون من خشب لا يتميز هنا بصورة واضحة الى خشب أول وخشب تالي ، أما اللحاء فهو غير واضح ولكن يمكن تمييزه في الاجزاء القاعدية من الورقة ، أما بالقرب من طرف الورقة فالحزمة تتكون من خشب فقط .



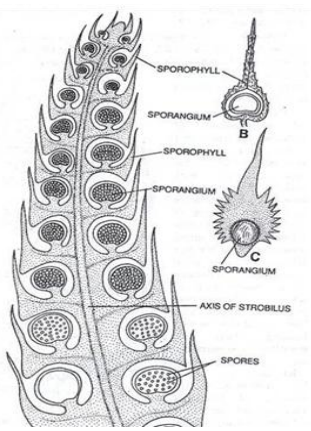


المخروطStrobilus or cone

المخروط Strobilus (Cone) في نبات اللايكوبوديوم هو تركيب مخروطية مدمجة، تقع عند الطرف الطرفي للسيقان الهوائية. يتكون من محور مركزي يحمل العديد من الأوراق المتخصصة التي تُسمى الأوراق البوغيةSporophylls . تتوزع الأوراق البوغية بشكل حلزوني، وهي منفصلة عن الأوراق الخضرية (Microphylls). يحمل كل Sporophyll كيساً بوغياً واحداً على شكل كلية kidney-shaped على سطحه المحوري (العلوي) بالقرب من القاعدة. وبالتالي، تتجمع الأكياس البوغية بشكل متقارب حول المحور، مما يمنح المخروط مظهراً متماسكاً.

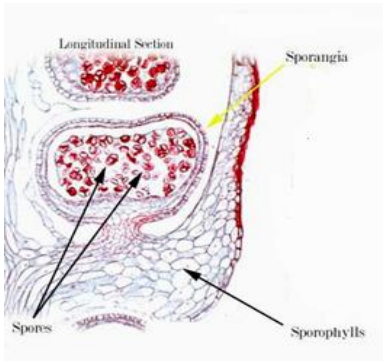
يختلف تركيب المخروط وشكله في اللايكوبوديوم من نوع لآخر:

- قد تكون الأوراق الجرثومية مشابهة للأوراق الخضرية وتكون مرتبة بصورة متباعدة على طول الأفرع ويلاحظ وجود مناطق خصبة وأخرى عقيمة على طول الساق.
- المخروط طرفي ولكن يصعب تمييزه عن الاوراق الخضرية العقيمة أي ان اوراقه الجرثومية مشابهة تماماً للاوراق الخضرية وكذلك تكون أوراقه مرتبة بصورة مفككة.
- المخاريط متميزة بصورة واضحة وتحمل على فروع قائمة خاصة ، أي أنها لا تحمل بصورة مباشرة على الافرع الرئيسية . وتمتاز الأفرع الخاصة باحتوائها على اوراق خضرية صغيرة جداً وحرشفية وذات لون أصفر مخضر . أما الأوراق الخضرية العقيمة الاعتيادية الموجودة على الأفرع الرئيسية فهي اكبر حجماً وخضراء اللون .



الحافظة الجرثومية Sporangium

الحافظة الجرثومية ذات شكل كلوي او شبه كروي وتختلف في قطرها 1-2.5 ملم وتتكون على حامل قصير متعدد الخلايا . لا توجد اختلافات واضحة في التركيب الداخلي للحافظة الجرثومية للانواع المختلفة التابعة للجنس لا يكوبوديوم وانما هناك اختلافات طفيفة كعدد طبقات الجدار وطول الحامل وكمية النسيج المولد للسبورات. تتألف الحافظة الجرثومية بصورة عامة من جزئين هما الحامل neck والعلبة Capsule. تحاط جدار العلبة بكتلة من الخلايا الأمية للسبورات. تسمى الطبقة الداخلية للجدار بالطبقة المغذية Tapetum لاحتواء خلاياها على مواد غذائية. يحدث انقسام اختزالي للخلايا المولدة للسبورات لتكون مجاميع رباعية من الجراثيم tetrads .



تفتح العلبة

عندما تنضج الحوافظ الجرثومية يحدث استطالة للمخاريط التي تحتويها مما يؤدي الى تباعد الأوراق الجرثومية Sporophyll عن بعضها وبذلك تتعرض الحوافظ الجرثومية الى الخارج. تفتح الحوافظ بواسطة خط من الخلايا يمكن ملاحظته في الطبقة الخارجية لجدار العلبة. عندما تبدأ العلبة بفقدان الماء وتبدأ بالجفاف، تتولد حالة شد على خلايا الجدار مما يؤدي الى ظهور شق على طوال الخط المذكور وانفتاح العلبة الى مصراعين . تبدأ الجراثيم بالخروج من هذا الشق وتحمل بواسطة التيارات الهوائية الى اماكن مناسبة.

النبات الكميتوقايتي Gametophyte

تنبت السبور لتعطي فرداً جديداً يعرف بالنبات الكميتوفايتي – وجد العلماء تبعا للنوع اختلافاً كبيراً في الفترة اللازمة لانبات االسبور بعد تحررها من الحوافظ السبورية وقد تتراوح ما بين أيام قليلة إلى ثمانية سنوات، وقد عزي هذا التأخير غير العادي للانبات من قبل بعض الباحثين إلى جدار السبور السميك والذي يكون مغطى بطبقة الكيوتكل في حالة انبات الجراثيم مباشرة.

ان الانواع المختلفة والعائدة للجنس لايكوبوديوم تعطي انماطاً مختلفة بالنسبة للنبات الكميتوفايتي ولكن بصورة عامة يمكن تمييز نوعين من الناحية التركيبية للنبات الكميتوفايتي .

- النوع الأول : يكثر تواجد هذا النوع في المناطق الاستوائية ويتركب النبات الكميتوفايتي من جزئين جزء علوي هوائي يشبه التاج ومفصص أخضر اللون وتحمل عليه الاعضاء الجنسية، وجزء قاعدي عديم اللون مغمور في التربة تخرج منه اشباه جذور ويحتوي هذا الجزء على الخيوط الفطرية الداخلية Endophytic mycorrhiza التي تعيش بصورة متكافلة مع النبات. هذا النوع مستقلا في معيشته لاعتماده على نفسه في تصنيع الغذاء .

٢ - النوع الثاني : في هذه الحالة يكون النبات الكميتوفايتي كلياً تحت الأرض و شكله درني مخروطي ويحتوي على منطقتين انشائيتين في جانبيه الجزء العلوي للنبات يكون في البداية أفقياً ولكن يتحول بالتدريج الى كأس مجوف من خلال النمو السريع للمنطقتين الانشائيتين وتسمى المنطقة العلوية بالمنطقة المنتجة أو المولدة generative region وتتألف بصورة عامة من خلايا برنكيمية لا تحتوي على خيوط فطرية وتحمل عليها الاعضاء الجنسية . تتكون الاركيكونة بالقرب من الأطراف والانثريدة في الوسط. أما المنطقة التالية المخروطية الشكل تحاط من الخارج بنسيج يشبه البشرة وتخرج منه اشباه جذور كثيرة تأتي بعدها عدة طبقات تعرف بالقشرة والتي تتألف من خلايا برنكيمية متراصة تحتوي على الخيوط الفطرية ثم تأتي بعدها خلايا عمودية متراصة تعرف بالمنطقة العمادية والتي تحتوي أيضا على خيوط فطرية . ثم منطقة الخزن المركزية والتي تملأ خلاياها بالمواد الخازنة .

تتكون الاعضاء الجنسية فى مجاميع على السطح العلوي للنبات الكميتوفايتي في كل الانواع العائدة للجنس لايكوبوديوم . تتكون عادة الانثريدة قبل الاركيكونة وتكون مغمورة في نسيج الثالوس الأولي - لقد لوحظ بان الاركيكونة المتكونة على النبات الكميتوفايتي المغمورة تحت التربة تمتاز باحتوائها على عنق طويل . أما الاركيكونة المتكونة على النبات الكميتوفايتي الهوائي الأخضر فتكون ذات عنق قصير . أما البطن في كلا الحالتين فتكون مغمورة في نسيج الكميتوفايت . تسبح الحيامن الناضجة الثنائية الاسواط بعد تحررها من الانثريدة حتى تصل الى الاركيكونة وتخصب البيضة لتكوين Zygote الذي هو بداية الطور البوغي Sporophyte (2n). يحصل عدة انقسام متتالية للبيضة المخصبة ثم يكبر الجنين بعد ذلك ليتميز الى الاعضاء المختلفة ومن الملاحظ هنا ان الجذر أصله ثانوي ولا ينشأ من الخلايا الأولية المكونة للجنين ولكن ينشأ من النبات البوغي (السبوروفايتي) الجديد.

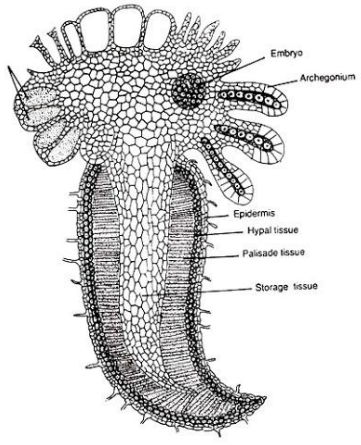
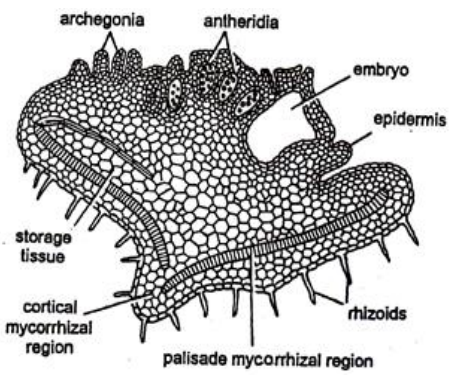


Fig. 47. *Lycopodium*: Long Section of the Gametophyte of *L. complanatum*

النوع الثاني



النوع الاول

Dr. Shaimaa & Dr. Bilal

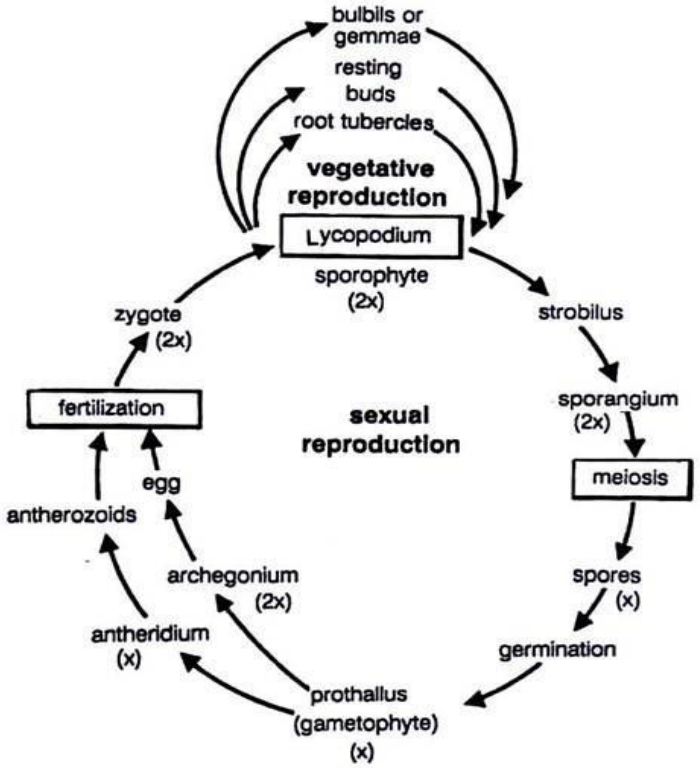
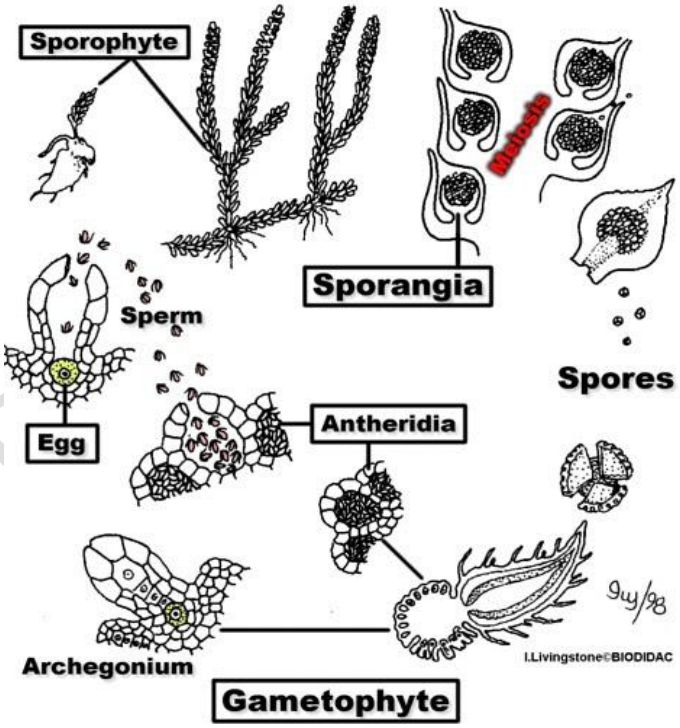


Fig. 15. *Lycopodium* : Schematic representation of life cycle



Dr. Sh & Bilal