

# 30 绿色植物多样性的进化

---

王强

July 17, 2022

南京大学生命科学学院

# Outline

30.1 绿藻和陆生植物的起源

30.2 陆生植物的世代交替和对陆地生活的适应

30.3 陆生植物多样性的进化

## 30.1 绿藻和陆生植物的起源

---

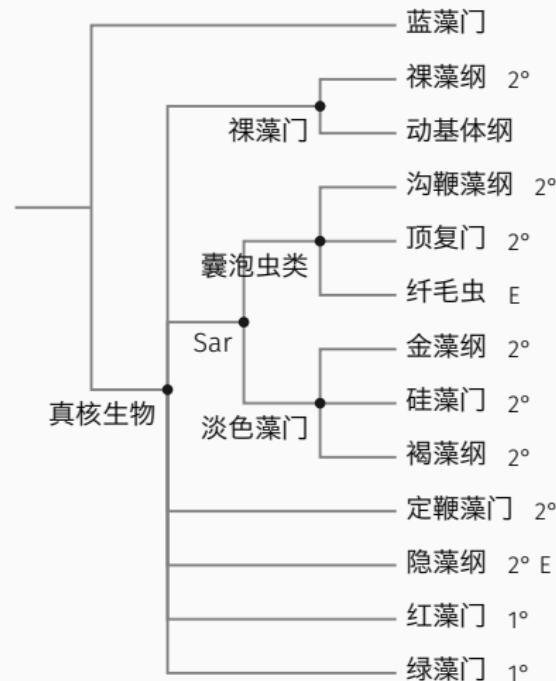


Figure 1. "藻类" 类群

$1^\circ$  = 一次内共生,  $2^\circ$  = 二次内共生, E = 现存共生



Figure 2. 绿草履虫与小球藻共生

- 7亿年前, 出现了多细胞藻类
- 6.5亿年前, 出现了叶状体藻类
- 志留纪末期, 多细胞藻类生活在湿地环境



Figure 3. 现代轮藻



Figure 4. 绿藻形态

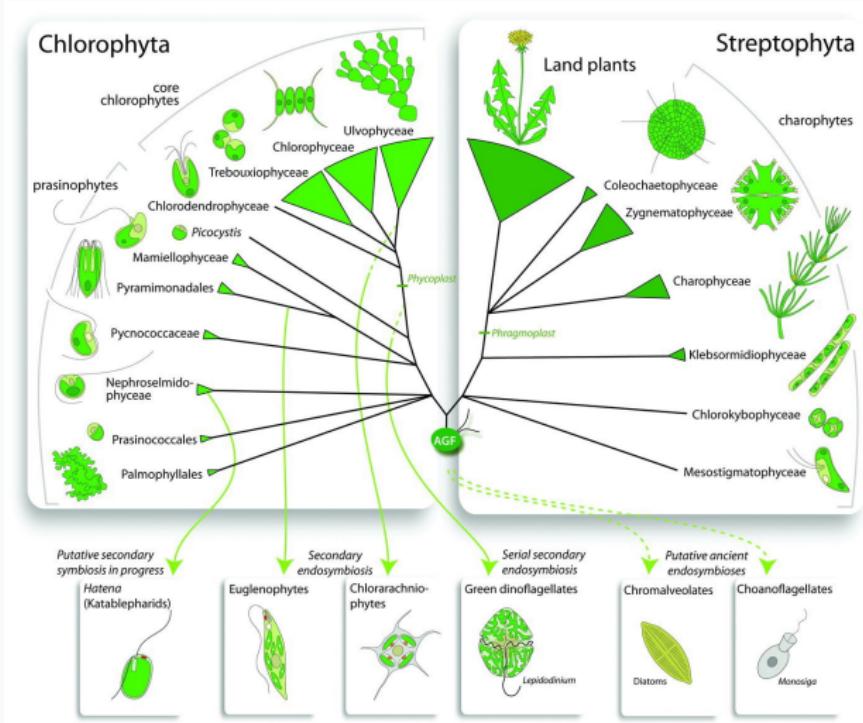


Figure 5. 绿藻类群

# 植物和多细胞绿藻的异同

## ■ 同

- ▶ 光合自养的多细胞真核生物;
- ▶ 叶绿体由一次内共生形成;
- ▶ 叶绿体色素相同 (叶绿素a、b, 胡萝卜素和叶黄素);
- ▶ 带双鞭毛的精子;
- ▶ 细胞壁主要成分相同: 纤维素;
- ▶ 糖分储存形式相同: 淀粉;
- ▶ 细胞分裂过程中, 高尔基体小泡形成细胞板.

## ■ 异

- ▶ 水生到陆地生活的适应
- ▶ 根, 茎, 叶分化;
- ▶ 生殖细胞被非生殖细胞所保护.

## ■ 4.2 亿年前, 最早的维管植物化石裸蕨

- ▶ 直立的分枝的茎;
- ▶ 原始的维管组织;
- ▶ 多细胞的生殖器官孢子囊

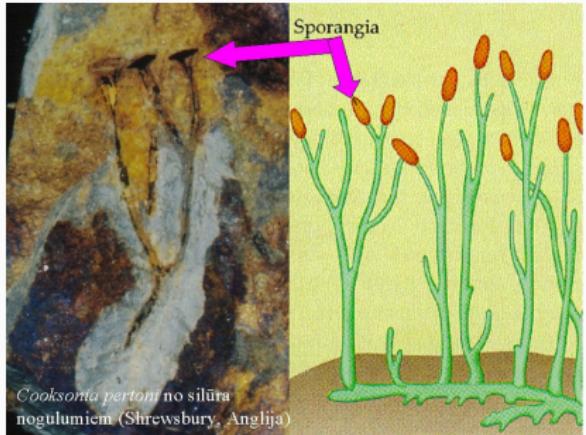


Figure 6. 裸蕨

## 30.2 陆生植物的世代交替和对陆地生活的适应

---

## 30.2.1 陆生植物的世代交替

- 动物无世代交替现象

- ▶ 无单倍体的多细胞个体.

- 植物的世代交替 单倍体的配子体世代和二倍体的孢子体世代交替出现.

- ▶ 基本元素: 孢子 (spore), 配子 (gamete), 合子 (zygote).

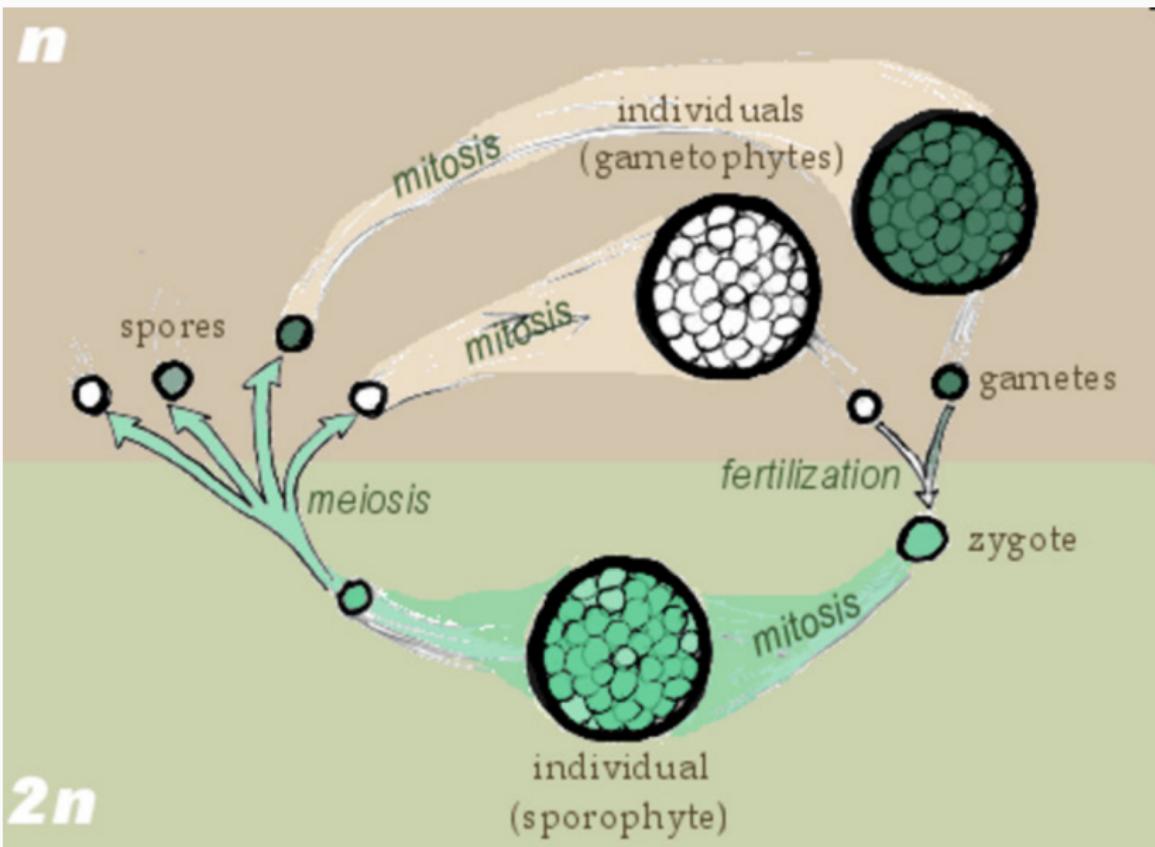


Figure 7. 世代交替

## ■ 由藻类的世代交替演变成植物的世代交替

- ▶ 藻类：既有同形世代交替，又有异型世代交替
- ▶ 植物：都是异型世代交替
- ▶ 藻类：配子、孢子均有鞭毛
- ▶ 植物：精子有鞭毛，卵子、孢子则无

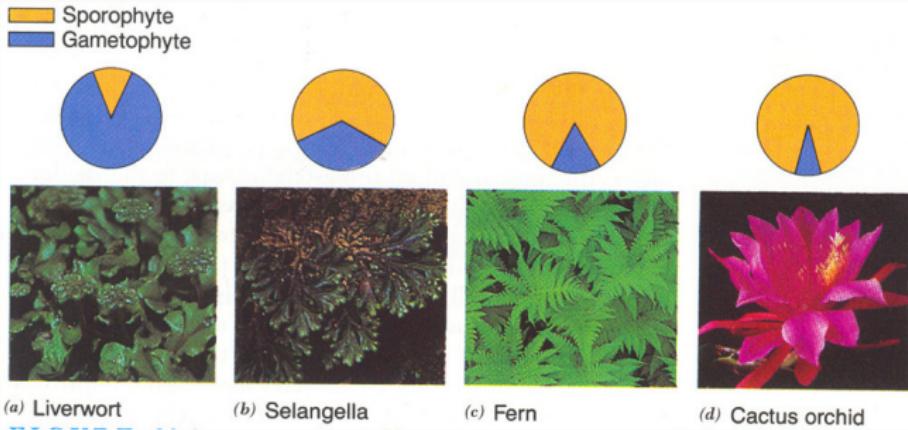


Figure 8. 不同植物门类间世代交替的差异

## 30.2.2 植物对陆地生活的适应

### ■ 形态结构适应

- ▶ 防止水分散失: 气孔, 角质层
- ▶ 根, 茎, 叶的分化: 适应空气, 土壤介质
- ▶ 维管系统的出现: 支持, 运输

### ■ 生殖器官的进化:

- ▶ 防止配子干燥失水
- ▶ 配子囊的 **保护功能**: 生殖细胞被无生殖功能细胞包被
- ▶ 配子的 **运动功能**: 水中自由运动到风媒和虫媒

- 原始植物分化为苔藓和维管植物.
- 维管植物分化为蕨类和种子植物.
- 种子植物分化为裸子植物和被子植物:
  - ▶ 裸子植物: 3亿年前产生, 胚珠裸露;
  - ▶ 被子植物: 1.3亿年前产生, 胚珠包被, 双受精.

### 30.3 陆生植物多样性的进化

---

### 30.3.1 苔藓植物

#### ■ 苔藓植物的分类:

- ▶ 苔纲: 无茎叶分化, 地钱
- ▶ 蕚纲: 有茎叶分化, 葫芦藓
- ▶ 角苔纲



(a) 地钱



(b) 葫芦藓



(c) 角苔

## ■ 苔藓植物的陆地适应:

- ▶ 角质层: 保护功能, 防止水分散失;
- ▶ 假根: 从土壤中吸收水分和矿物质;
- ▶ 生殖细胞被包裹: 保护作用, 维持湿度.

## ■ 苔藓植物的生活史

- ▶ 配子体为主 (光合自养, 营养体), 叶状体或茎叶体, 有性生殖过程需水, 精子有鞭毛.
- ▶ 孢子体寄生, (配子体) 无性生殖过程不受水的限制.



Figure 10. 地钱的配子体与孢子体

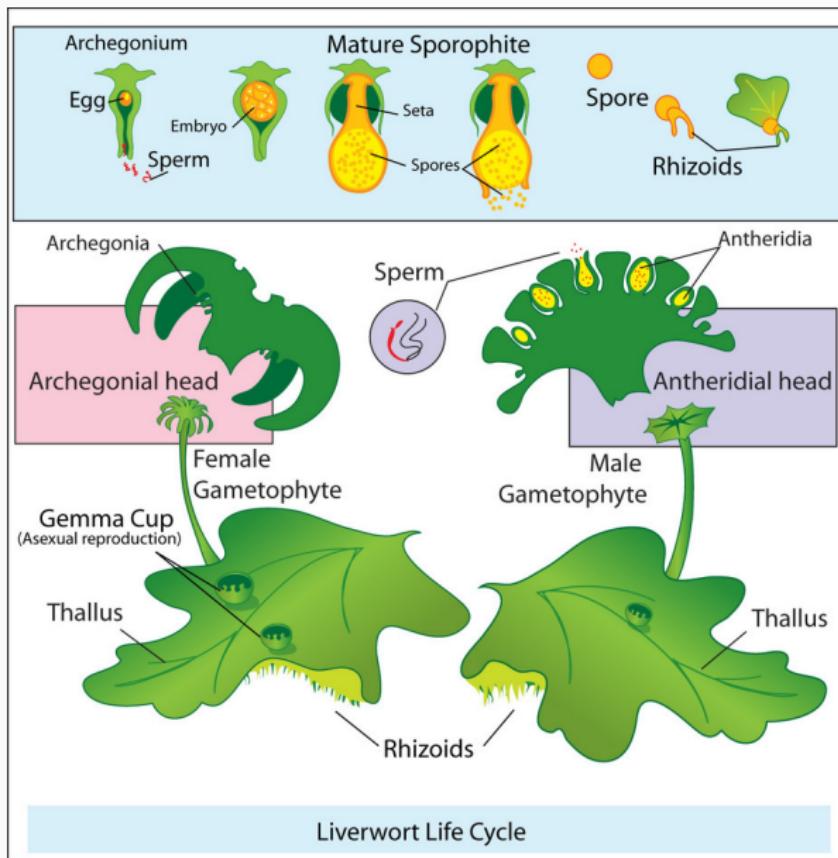


Figure 11. 地钱的生活史

### 30.3.2 蕨类植物

- 蕨类植物 (无种子维管植物) 的分类:

- ▶ 裸蕨类, 石松类, 楔叶类, 真蕨类.

- 常见蕨类植物:

- ▶ 蕨, 海金沙, 贯众, 桫椤等.



Figure 12. 蕨



Figure 13. 海金沙



Figure 14. 贯众



Figure 15. 台湾桫椤



Figure 16. 巴西树蕨



Figure 17. 叶背面着生的孢子囊

## 蕨类植物的进化特征:

- 孢子体光合自养, 胚胎阶段从配子体吸取营养;
- 有维管组织, 有根, 茎, 叶分化;
- 孢子体营养体, 世代时间长.

## ■ 维管植物的生活史

- ▶ 孢子体占优势 (光合自养, 独立生活), 无性生殖过程不受水的限制.
- ▶ 配子体:
  - 蕨类: 原叶体, 精子有鞭毛, 有性过程需水;
  - 种子植物: 配子体高度简化, 有性过程摆脱对水的依赖.



Figure 18. 蕨类植物的孢子体与配子体

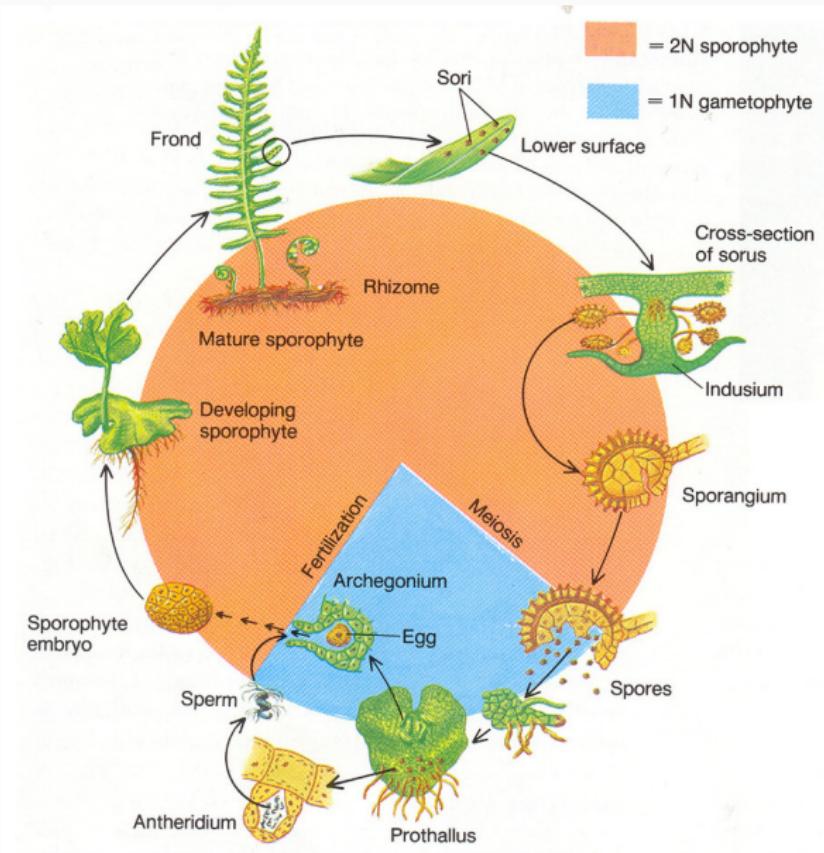


Figure 19. 蕨类的生活史



Figure 20. 石炭纪重建图: 煤库

### 30.3.3 裸子植物

这类植物形成种子, 但种子是裸露的, 故称裸子植物.

裸子植物的分类: 苏铁类, 银杏类, 红豆杉类, 买麻藤类, 松柏类.

常见的有松, 杉, 柏, 苏铁, 还有中国特有的银杏, 银杉, 水杉等.



Figure 21. 苏铁

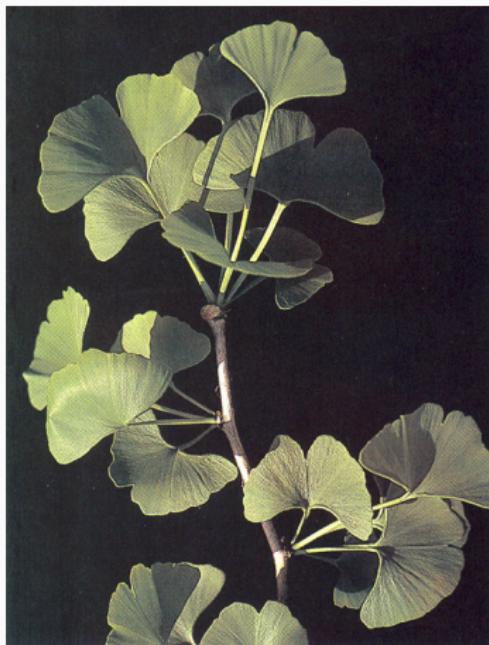


Figure 22. 银杏



Figure 23. 红豆杉



Figure 24. 买麻藤纲千岁兰

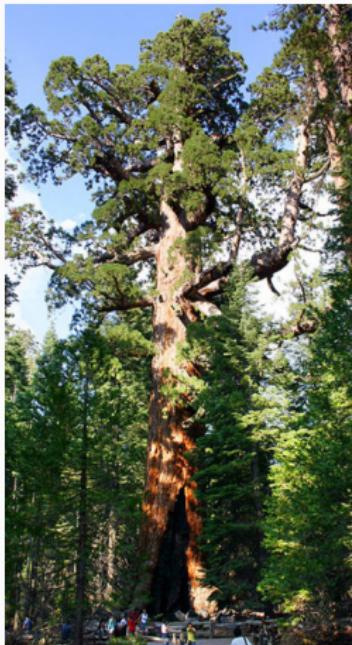


Figure 25. 巨杉



Figure 26. 红杉

## 裸子植物的进化特征:

- 花和花粉的出现: 有性过程不需水.
- 种子的出现: 加强对胚的保护, 提高幼小孢子体对不良环境的抵抗能力.

## 裸子植物对陆地的征服

- 生殖过程摆脱水的限制: 风力传粉受精.
- 土壤营养的高效: 直根系, 利用深层水.
- 减少水分散失: 叶针状或鳞状, 角质层, 气孔窝.

裸子植物的地质时期: 二叠纪至中生代

## 生活史特点:

- 孢子体特别发达, 都是多年生木本植物.
- 配子体非常微小, 构造简单, 完全寄生在孢子体上. 种子成熟时成为种子中的胚乳, 贮存养料, 供种子萌发时胚来利用.

## 裸子植物的有性生殖过程 (松)

- 雄配子体: 小孢子叶, 背面两个小孢子囊;
- 雌配子体: 胚珠, 颈卵器.

受精过程: 摆脱水的限制, 风力传播.

- 花粉粒翅状突起, 随风飘荡, 到达胚珠;
- 花粉管生长, 进入珠心, 停止生长, 次年再发育;
- 精子和卵子结合成合子, 再发育成胚;
- 多胚现象: 一个雌配子体上几个颈卵器同时受精.
- 前一世代的珠被 ( $2n$ ) 发育成种皮, 雌配子体 ( $n$ ) 发育成胚乳, 贮存养料, 供幼胚 ( $2n$ ) 营养.

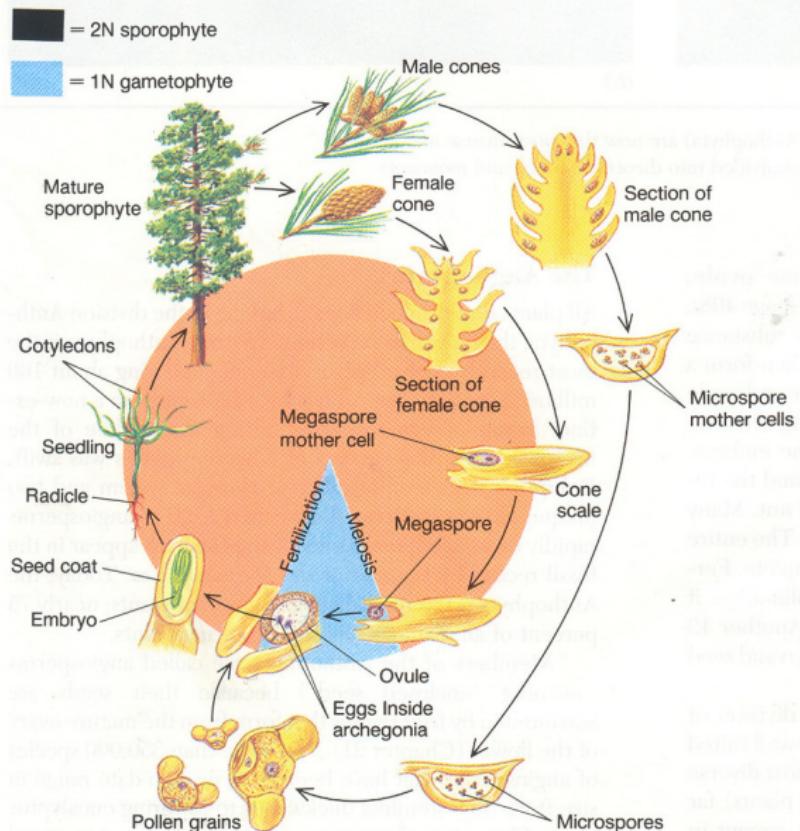


Figure 27. 裸子植物生活史

### 30.3.4 被子植物

最进化的植物类群, 现今地球上的优势物种. 约20多万种, 占植物种类数的一半以上.

有真正的花. 因此又称有花植物.

## 被子植物的进化特征

- 传粉方式: 绝大多数虫媒;
- 胚珠不再裸露: 子房壁发育成果实 (种子传播);
- 受精时间更短, 更经济;
- 双受精方式, 胚乳三倍或多倍体;
- 雌雄配子体进一步退化; 雄配子体 (花粉) – 2或3细胞;  
雌配子体 (胚囊) – 8核7细胞;
- 孢子体组织分化细致, 生理机能效率更高;
- 习性多样化: 草本、藤本、乔木、灌木; 一年生、二年生、多年生.

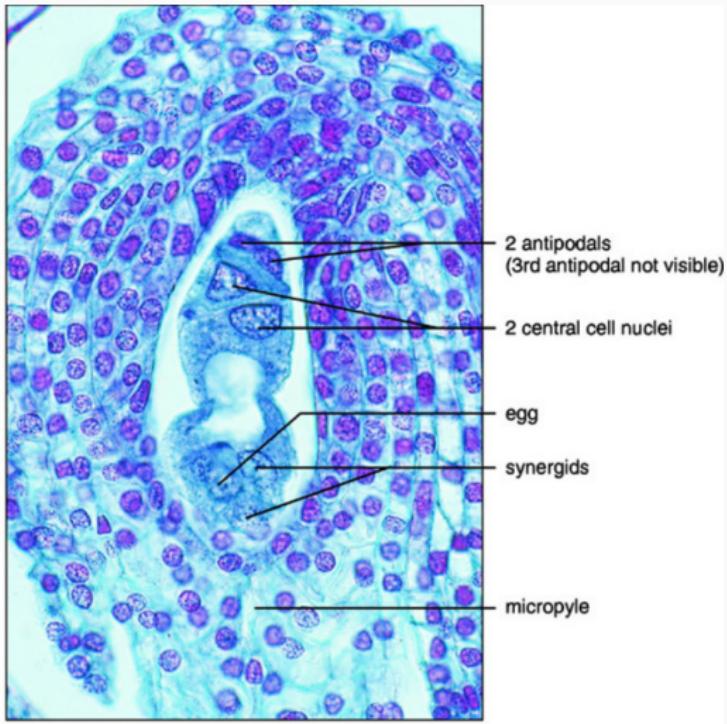


Figure 28. 被子植物雌配子体

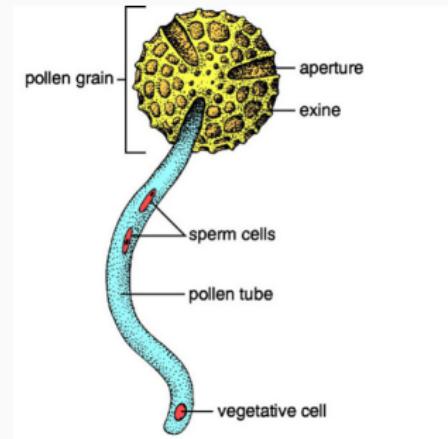
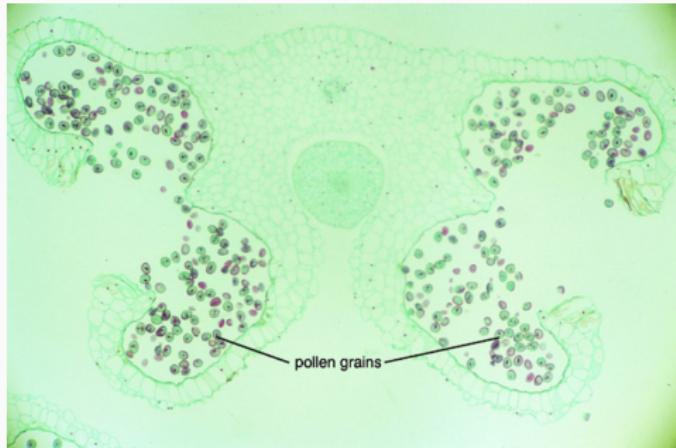


Figure 29. 被子植物雄配子体

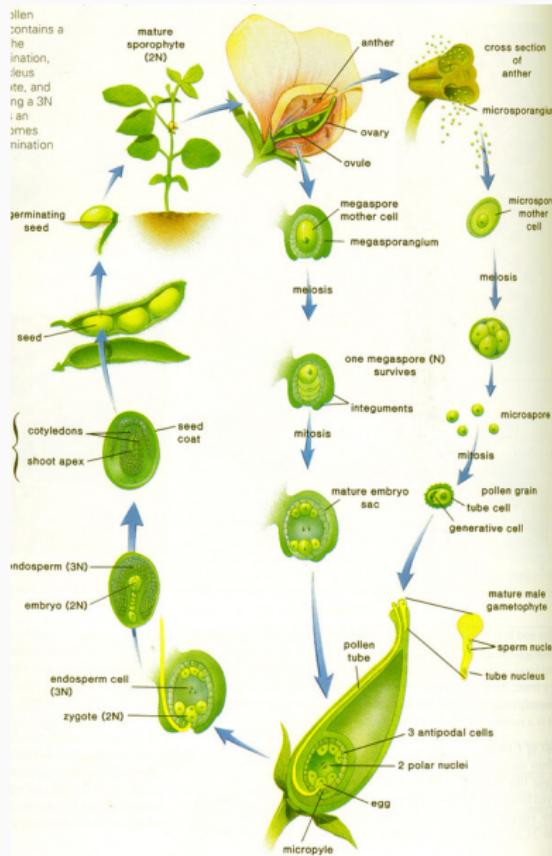


Figure 30. 被子植物生活史

## 被子植物资源的利用

- 被子植物与人类的关系

- ▶ 食物，纺织纤维，绿化植物等。

- 被子植物与其他生物的关系（协同发展）

- ▶ 鸟类和昆虫提供食物，鸟类和昆虫则帮助被子植物传粉和散布果实与种子。

### 30.3.5 重新适应水生和异养的植物

占领空白生态位

- 水生: 莲
- 异养: 菟丝子
- 食虫植物: 捕蝇草



Figure 31. 莲



Figure 32. 菟丝子

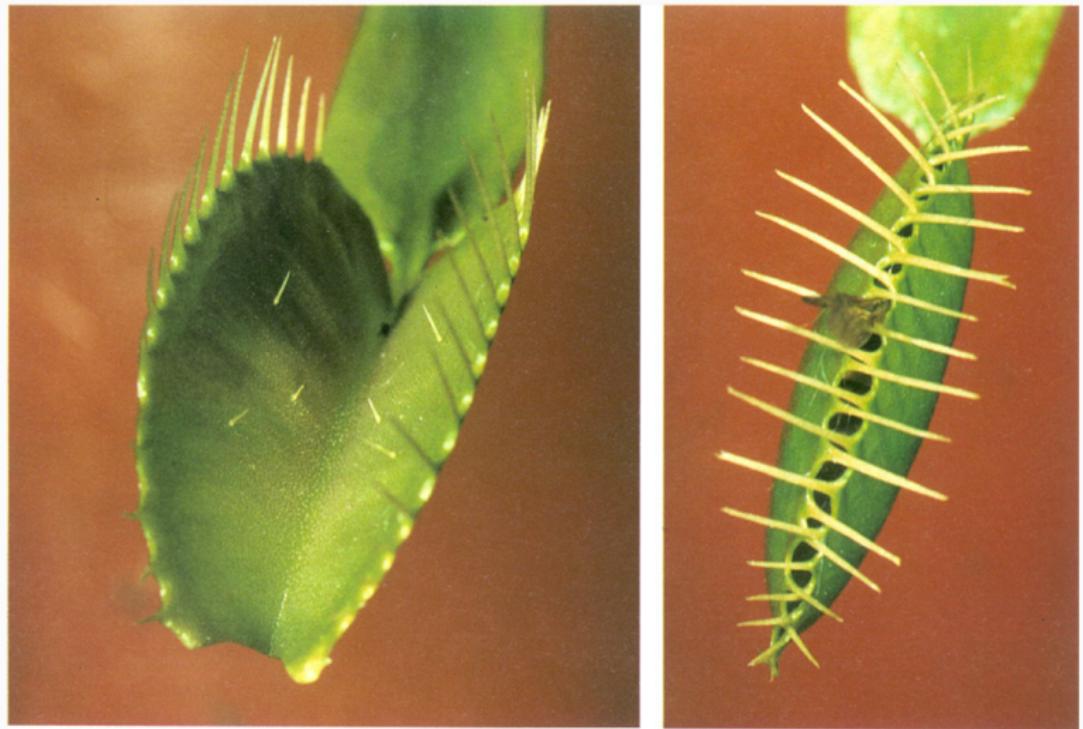


Figure 33. 捕蝇草