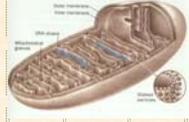
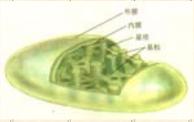


第八章 细胞质遗传

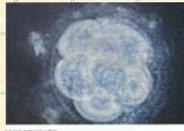


本章重点

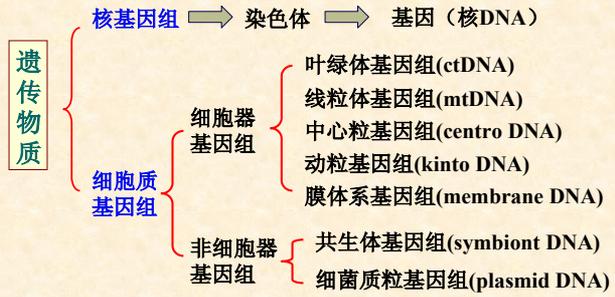


1. 细胞质遗传与核遗传的差异。
2. 细胞质遗传的特点。
3. 质核基因间的关系。
4. 雄性不育：
 - ①. 核不育型、质核互作不育型；
 - ②. 孢子体不育、配子体不育；
 - ③. 生产应用。

第一节 细胞质遗传的特点



一、细胞质遗传的概念：



细胞质遗传：

由胞质遗传物质引起的遗传现象(又称非染色体遗传、非孟德尔遗传、染色体外遗传、核外遗传、母性遗传)。

细胞质基因组：

所有细胞器和细胞质颗粒中遗传物质的统称。



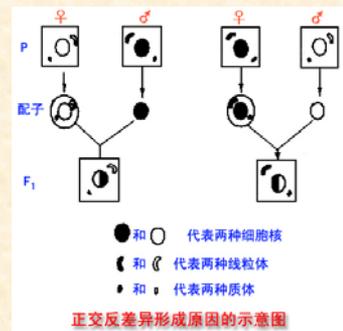
二、细胞质遗传的特点：

1. 特点：

①. 正交和反交的遗传表现不同。

核遗传：表现相同，其遗传物质由雌核和雄核共同提供；

质遗传：表现不同，某些性状表现于母本时才能遗传给子代，故又称母性遗传。

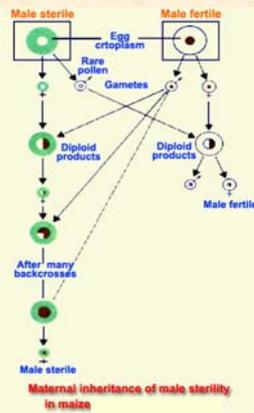


②. 连续回交，母本核基因可被全部置换掉，但由母本细胞质基因所控制的性状仍不会消失；

③. 由细胞质中的附加体或共生体决定的性状，其表现往往类似病毒的转导或感染，即可传递给其它细胞。

④. 基因定位困难：

遗传方式是非孟德尔遗传，杂交后代不表现有比例的分离。
带有胞质基因的细胞器在细胞分裂时分配是不均匀的。



2. 母性遗传：

真核生物有性过程：

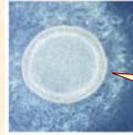
卵细胞：有细胞核、大量的细胞质和细胞器。

∴能为子代提供核基因和全部或绝大部分胞质基因。

精细胞：只有细胞核，细胞质或细胞器极少或没有。

∴只能提供其核基因，不能或极少提供胞质基因。

∴一切受胞质基因所决定的性状，其遗传信息一般只能通过卵细胞传给子代，而不能通过精细胞遗传给子代。



卵细胞



精细胞

第二节 母性影响



一、母性影响的概念：

母性影响：由核基因的产物积累在卵细胞中的物质所引起的一种遗传现象。

∴母性影响不属于胞质遗传的范畴。

二、母性影响的特点：

下一代表现型受上一代母体基因的影响。



三、实例：

椎实螺的外壳旋转方向的遗传。

椎实螺是一种♀、♂同体的软体动物，每一个体又能同时产生卵子和精子，但一般通过异体受精进行繁殖。

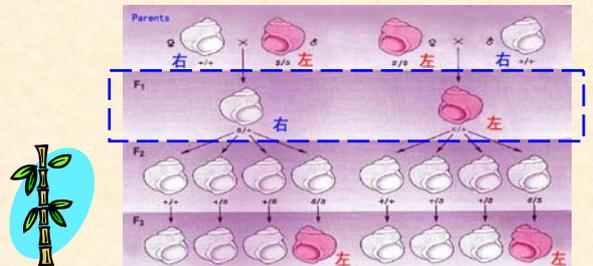


∴椎实螺即可进行异体杂交、又可单独进行个体的自体受精。

椎实螺外壳的旋转方向有左旋和右旋之分，属于一对相对性状。

3. 杂交试验：

①. 过程：椎实螺进行正反交，F₁旋转方向都与各自母本相似，即右旋或左旋，F₂均为右旋，F₃才出现右旋和左旋的分离。



正交

♀ (右旋) SS × ♂ (左旋) ss

↓ 异体受精

F₁ 全部为右旋 (Ss)

↓ 自体受精

F₂ 1SS : 2Ss : 1ss (均右旋)

↓ ↓ ↓

F₃ 右旋 右旋 左旋
(SS) (分离) (ss)

3 : 1

反交

♀ (左旋) ss × ♂ (右旋) SS

↓ 异体受精

F₁ 全为左旋 (Ss)

↓ 自体受精

F₂ 1SS : 2Ss : 1ss (均右旋)

↓ ↓ ↓

F₃ 右旋 右旋 左旋
(SS) (分离) (ss)

3 : 1

∴ 如果试验只进行到F₁, 很可能被误认为细胞质遗传。

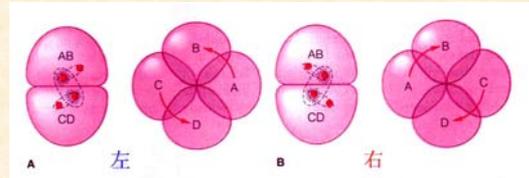
∴ F₁的旋转方向同母本一致。

②. 原因: 椎实螺外壳旋转方向是由受精卵分裂时纺锤体分裂方向决定的, 并由受精前的母体基因型决定。

右旋——受精卵纺锤体向中线右侧分裂;

左旋——受精卵纺锤体向中线左侧分裂。

∴ 母体基因型 → 受精卵纺锤体分裂方向 → 椎实螺外壳旋转方向。

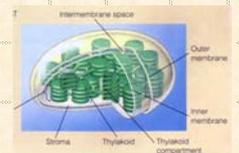


③. 前定作用或延迟遗传:

由受精前母体卵细胞基因型决定子代性状表现的母性影响。



第三节 叶绿体遗传

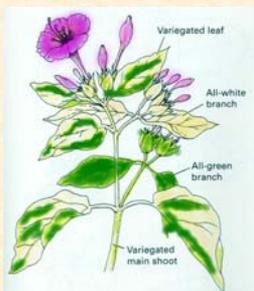


一、叶绿体遗传的表现:

1. 紫茉莉花斑性状遗传:

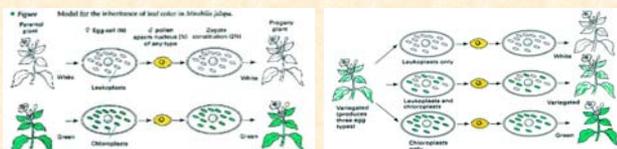
①. 紫茉莉花斑植株:

着生绿色、白色和花斑三种枝条, 且白色和绿色组织间有明显的界限。



①. 柯伦斯杂交试验:

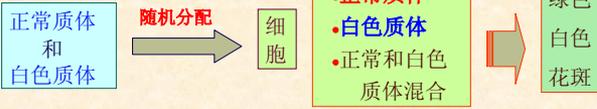
接受花粉的枝条	提供花粉的枝条	杂种植株的表现
白色	白色、绿色、花斑	均为白色
绿色	白色、绿色、花斑	均为绿色
花斑	白色、绿色、花斑	白色、绿色、花斑 (但不成比例)



杂种植株所表现的性状完全由母本枝条所决定, 与提供花粉的父本枝条无关。

∴ 控制紫茉莉花斑性状的遗传物质是通过母本传递的。

②. 原因:

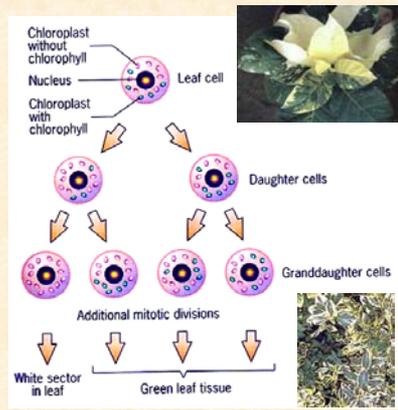


花斑枝条:

- 绿细胞中含有正常的绿色质体(叶绿体);
 - 白细胞中只含无叶绿体的白色质体(白色体);
 - 绿白组织交界区域: 某些细胞内既有叶绿体、又有白色体。
- ∴ 紫茉莉的花斑现象是叶绿体的前体(质体)变异而引起的。

花粉中精细胞内不含质体, 上述三种分别发育的卵细胞无论接受何种花粉, 其子代只能与提供卵细胞的母本相似, 分别发育成正常绿株、白化株、花斑株。

花斑现象: 天竺葵、月见草、卫矛、烟草等20多种植物中发现。



2. 玉米条纹叶的遗传:

胞质基因遗传的独立性是相对的, 有些性状的变异是由核基因共同作用下发生的。玉米细胞核内第7染色体上有一个控制白色条纹(iojap)的基因ij, 纯合ijij株叶片表现为白色和绿色相间的条纹。



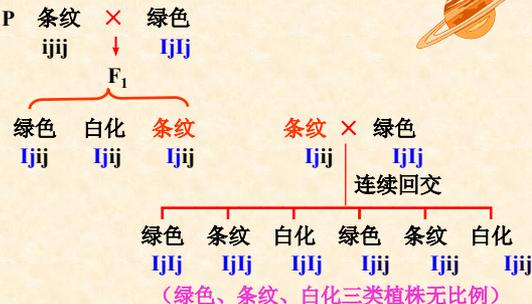
正交试验:

P 绿色 IjIj × 条纹 ijij
 ↓
 F₁ 全部绿色 (Ijij)
 ↓ ⊗
 F₂
 绿色 (IjIj) 绿色 (Ijij) 条纹 (ijij)
 3 : 1 (纯合时ij核基因使胞质内质体突变)



3 : 1表明绿色和非绿色为一对基因的差别。这个由隐性核基因所造成的质体变异具有不可逆的性质, 质体变异一经发生, 便能以细胞质遗传的方式而稳定传递。

反交试验:

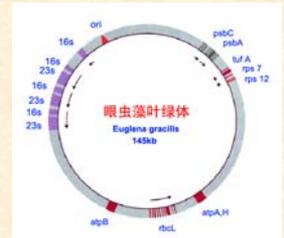


连续回交(轮回亲本为绿株), 当ij基因被取代后, 仍然未发现父本对这一性状产生影响。

二、叶绿体遗传的分子基础:

(-)、叶绿体DNA的分子特点:

- ①. ct DNA与细菌DNA相似, 裸露的DNA;
- ②. 闭合双链环状结构;
- ③. 多拷贝:
高等植物每个叶绿体中有30-60个DNA, 整个细胞约有几千个DNA分子;
藻类中, 叶绿体中有几十至上百个DNA分子, 整个细胞中约有上千个DNA分子。
- ④. 单细胞藻类中GC含量较核DNA小, 高等植物差异不明显;



⑤.一般藻类ctDNA的浮力密度轻于核DNA，而高等植物两者的差异较小。

绿藻与高等植物 ct DNA 与核 DNA 的浮力密度

生物种类	浮力密度		生物种类	浮力密度	
	ct DNA	核 DNA		ct DNA	核 DNA
小球藻 (<i>Chlorella ellipsoidea</i>)	1.692	1.716	菠菜 (<i>Spinacia oleracea</i>)	1.697	1.694
眼虫藻 (<i>Euglena gracilis</i>)	1.685	1.707	烟草 (<i>Nicotiana</i> spp.)	1.697	1.695
衣藻 (<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>)	1.695	1.723/4	洋葱 (<i>Allium cepa</i>)	1.696	1.691
蚕豆 (<i>Vicia faba</i>)	1.697	1.695	小麦 (<i>Triticum</i> spp.)	1.697	1.702

注：浮力密度 (buoyant density)，是通过密度离心法测得的 DNA 分子量的一种度量，其单位为 g/cm^3 。

(二)、叶绿体基因组的构成：

1、低等植物的叶绿体基因组：

- ①. ct DNA 仅能编码叶绿体本身结构和组成的一部分物质；如各种RNA、核糖体 (70S) 蛋白质、光合作用膜蛋白和RuBp羧化酶 8个大亚基。
- ②. 特性：与抗药性、温度敏感性和某些营养缺陷有关。

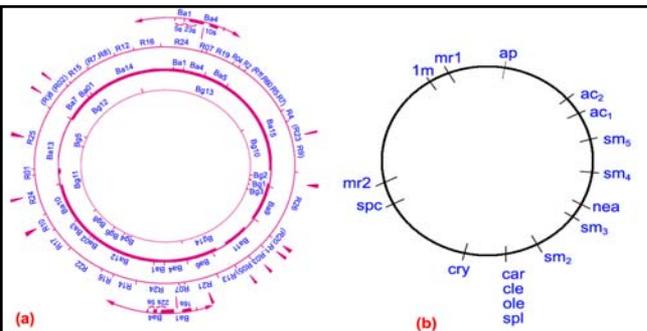


图8-5 衣藻 (*Chlamydomonas reinhardtii*) 的叶绿体基因组

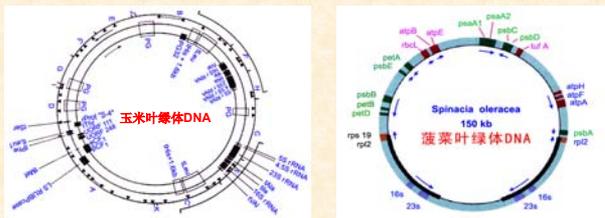
- ct DNA物理图：由不同限制性内切酶 (*EcoRI*、*BamHI*和*BglII*) 处理所得的ct DNA物理图，用三个同心圆环表示。
- ct DNA遗传学图：标记了一些抗生素抗性位点和标记基因：ap. DNA分子在叶绿体膜上的附着点；ac₂、ac₁. 醋酸缺陷型；sm₂、sm₃. 链霉素抗性；spc. 螺旋霉素抗性。

2. 高等植物的叶绿体基因组：

- ①. 多数高等植物的ct DNA大约为150 kbp：烟草ct DNA为155844 bp、水稻ct DNA为134525 bp。
 - ②. ctDNA能编码126个蛋白质：12%序列是专为叶绿体的组成进行编码；
 - ③. 叶绿体的半自主性：有一套完整的复制、转录和翻译系统，但又与核基因组紧密联系。
- 如叶绿体中RuBp羧化酶的生物合成 → 8个大亚基 (由叶绿体基因组编码) + 8个小亚基 (由核基因组编码)。



玉米和菠菜的叶绿体基因组



(三)、叶绿体内遗传信息的复制、转录和翻译系统：

1. ctDNA与核DNA复制相互独立，但都是半保留复制方式；
2. 叶绿体核糖体为70S、而细胞质中核糖体为80S；
3. 叶绿体中核糖体的rRNA碱基成分与细胞质和原核生物中rRNA不同；
4. 叶绿体中蛋白质合成需要的20种氨基酸载体tRNA分别由核DNA和ct DNA共同编码。

其中脯氨酸、赖氨酸、天冬氨酸、谷氨酸和半胱氨酸为核DNA所编码，其余10多种氨基酸为ctDNA所编码。

第四节 线粒体遗传



眼虫藻线粒体DNA

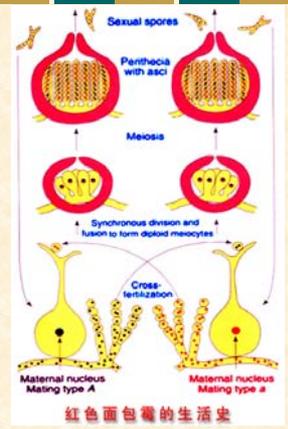
一、线粒体遗传的表现：

(-)、红色面包霉缓慢生长突变型的遗传：

两种接合型均可产生原子囊果（卵细胞）和生殖孢子（精细胞）。



浙江大学



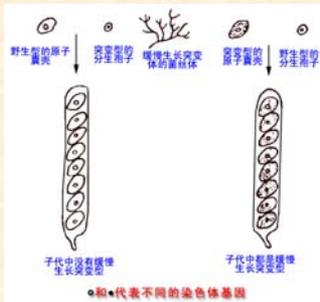
红色面包霉的生活史

遗传学第八章

①. **缓慢生长突变型**：在正常繁殖条件下能稳定地遗传下去，经过多次接种移植、其遗传方式和表现型都不会改变。

②. 试验：

缓慢生长特性只能在**通过母本传递给后代**（其核遗传正常，呈1：1分离）。



遗传学第八章

③. 分析：

缓慢生长突变型在幼嫩培养阶段时**无细胞色素氧化酶**，酶是正常代谢所必需的。

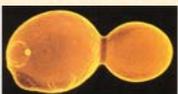
由于**细胞色素氧化酶的产生与线粒体有关**，且观察到缓慢生长突变型中的线粒体结构不正常。

∴ 有关基因存在于线粒体之中，由**母本传递**。

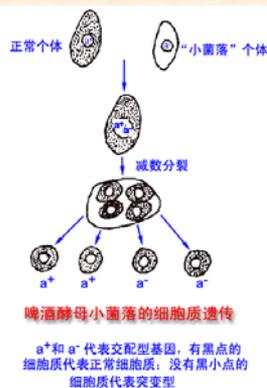


(-)、酵母小菌落的遗传：

小菌落酵母细胞缺少细胞色素 a 和 b、细胞色素氧化酶 → 不能有氧呼吸 → 不能有效利用有机物 → 产生小菌落。



遗传学第八章



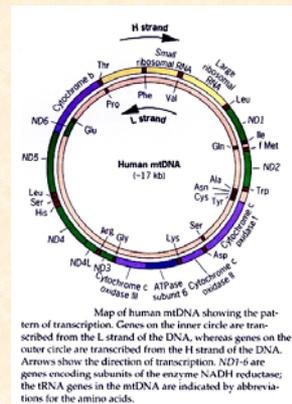
啤酒酵母小菌落的细胞质遗传
a⁺和 a⁻代表交配型基因，有黑点的细胞质代表正常细胞质；没有黑小点的细胞质代表突变型

二、线粒体的分子遗传：

(-)、线粒体DNA分子特点：

mtDNA（如人类的线粒体）与核DNA的区别：

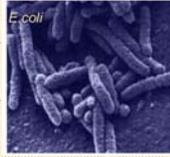
- (1). mt DNA 无重复序列；
- (2). mt DNA 的浮力密度比较低；
- (3). mt DNA 的G、C含量比A、T少，如酵母mtDNA的GC含量为21%；
- (4). mt DNA 两条单链的密度不同，分别为重链(H)和轻链(L)；
- (5). mt DNA 非常小，仅为核DNA十万分之一。



浙江大学

遗传学第八章

第五节 共生体和质粒决定的染色体外遗传



一、共生体的遗传：

(一)、共生体 (symbionts)：

不是细胞生存所必需的组成部分，仅以某种共生的形式存在于细胞之中。

能够自我复制，或者在核基因组作用下进行复制；对寄主表现产生影响，类似细胞质遗传的效应。



浙江大学

遗传学第八章



(二)、草履虫放毒型的遗传：

1. 结构：

草履虫(*Paramecium aurelia*)是一种常见的原生动动物，种类很多。

大核(1个)，是多倍体，主要负责营养；

小核(1-2个)，是二倍体、主要负责遗传。



2. 繁殖：

(1). 无性生殖：

一个个体经有丝分裂成两个个体。



浙江大学

遗传学第八章

45

(2). 有性生殖：

① AA和aa二倍体接合；

② **大核开始解体**，小核经减数分裂→8个小核；

③ 每一个体中有7个小核解体，留下小核，再经一次分裂。

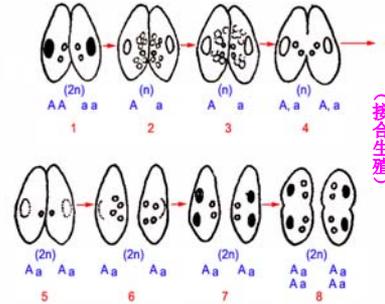
④ 两个体互换1个小核，并与未交换小核合并；

⑤ 小核合并→**二倍体**，基因型为Aa；

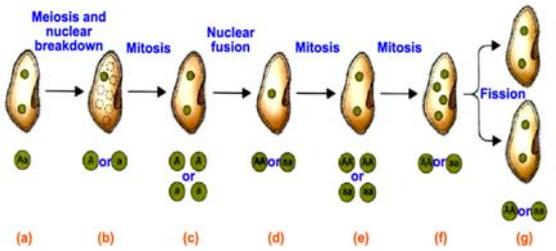
⑥ 大核已完全解体，小核又经两次有丝分裂→两个个体分开→接合完成；

⑦ 每一个体中的两个小核发育成两大核；

⑧ 小核再经一次有丝分裂，两个亲本各自进行分裂。



(3). 自体受精 (autogamy) 产生基因分离和纯合：



a、b. 两个小核分别进行减数分裂，形成8个小核，其中7个解体，仅留1个小核；

c. 小核经一次有丝分裂而成为2个小核；

d. 两个小核融合成为一个二倍体小核；

e. 小核经2次有丝分裂形成4个二倍体小核；

f. 2个小核发育成2个大核；

g. 1个细胞分裂成2个，各含2个二倍体小核。



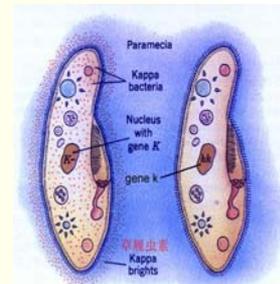
(三)、草履虫放毒性的遗传特点：

放毒型：带有**K基因**和**卡巴(Kappa)粒** (直径0.2-0.8 μ)，才能稳定分泌出一种毒素(草履虫毒素)。

敏感型：有K或k基因，而无卡巴粒，则不产生草履虫毒素。

● Kappa粒位于细胞质内 (呈游离状态)，K位于核内。

● 草履虫毒素能杀死其它无毒的敏感型。



浙江大学

遗传学第八章

48

①. 放毒型的遗传基础:

细胞质中的卡巴粒和核内K基因, **同时存在**时才能保证放毒型的稳定。

②. **K基因**本身不产生卡巴粒, 也不合成草履虫毒素, 仅能**保证**卡巴粒在细胞质内持续存在。

③. 杂交试验:

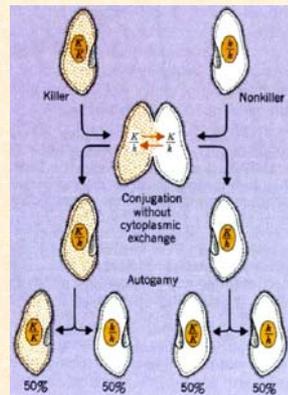
放毒型 (KK+卡巴粒) 与敏感型 (kk, 无卡巴粒) 的杂交。



杂交时间短:

仅交换两个小核中的一个, 未交换细胞质内的卡巴粒, F₁其表型不变。

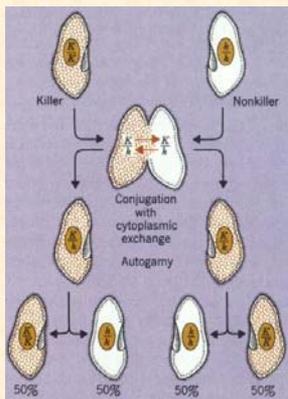
自体受精后基因分离纯合, 仅胞质中有卡巴粒和基因型为KK的草履虫为放毒型, 其余为敏感型。



杂交时间长:

同时交换小核与胞质中的卡巴粒, F₁均表现为放毒型。

自体受精后基因纯合; 无性繁殖, **kk基因型**中的卡巴粒渐渐丢失而成为敏感型。



以上实验可知:

- 只有KK或Kk+卡巴粒的个体能保持放毒性。
核内K基因 → 细胞质内卡巴粒的增殖 → 产生草履虫毒素。
- kk+卡巴粒个体虽有卡巴粒, 但无K基因而不能保持其放毒性, 多次无性繁殖后卡巴粒逐渐减少 → 为敏感型。
- KK或kk基因型个体在无卡巴粒时均为敏感型。
- 卡巴粒不受K或k基因的控制。卡巴粒虽然依附于K基因, 但仍有一定的独立性, 可以自行复制。
- 核基因可以引起质基因的突变, 质基因的存在决定于核基因, 但质基因具有一定的独立性, 能够决定遗传性状的表现。

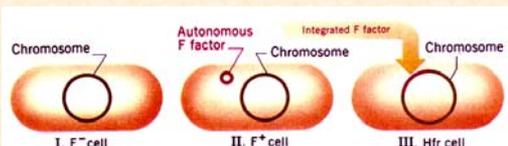
二、质粒的遗传:

1. 质粒(plasmid):

一种附加体, 几乎存在于每一种细菌细胞中, 是一种自主的遗传成分, 能够独立地进行自我复制。

*E. coli*质粒嵌合到染色体上称**附加体**。

大部分质粒独立于染色体, 决定细菌的某些性状, 其遗传具有类似细胞质遗传的特征。



2. *E. coli*的F因子的遗传:

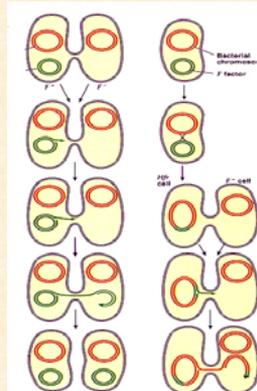
*E. coli*一般进行无性繁殖, 有时也能进行个体间接合生殖。

除F⁻(无F因子)细胞不能彼此接合外, 其它细胞的接合都可能发生。如:

$$F^+ \times F^+, F^+ \times F^-;$$

$$Hfr \times F^+, Hfr \times F^-;$$

∴ F因子: 性因子或致育因子。



三、细胞质遗传和细胞核遗传的异同：

(一)、共同点：

虽然**细胞质DNA**在分子大小和组成上与**核DNA**有某些区别，但作为一种遗传物质，在结构和功能上仍与核DNA有许多相同点。

- 均按半保留方式复制；
- 表达方式一样，

DNA $\xrightarrow{\text{核糖体}}$ mRNA \rightarrow 蛋白质

- 均能发生突变，且能稳定遗传，其诱变因素亦相同。

(二)、不同点：

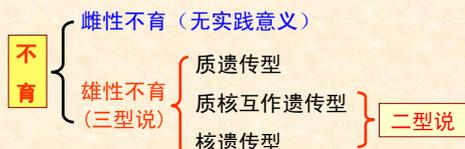
细胞质DNA	核DNA
突变频率大	突变频率较小
较强的定向突变性	难于定向突变性
正反交不一样	正反交一样
基因通过雌配子传递	基因通过雌雄配子传递
基因定位困难	杂交方式进行基因定位
载体分离无规律	有规律分离
细胞间分布不均匀	细胞间分布均匀
某些基因有感染性	无感染性



第六节 植物雄性不育的类型及其遗传机理



一、雄性不育 (male sterility) 的类别：



雄性不育特征是**雄蕊发育不正常**，不能产生有正常功能的花粉，但其**雌蕊发育正常**，能接受正常花粉而受精结实。

植物界很普遍，在18个科的110多种植物中存在。如水稻、玉米、高粱、大小麦、甜菜、油菜等。

其中水稻、油菜、玉米雄性不育性已用于大田生产之中。

二、雄性不育的遗传特点：

1. 质不育型：

目前已在270多种植物中发现有细胞质雄性不育现象。

IRRI运用**远缘杂交培育**的雄性不育系IR66707A (*Oryza perennis*细胞质, 1995) 和IR69700A (*Oryza glumaepatula*细胞质1996) 均具有异种细胞质源，其细胞质完全不同于目前所有的水稻雄性不育系。

细胞质型不育系的不育性只能被保持而不能被恢复。

2. 核不育型：

是由**核内染色体上基因所决定**的雄性不育类型。

如：可育基因Ms \rightarrow 不育基因ms。

这种核不育变异在稻、麦、玉米、谷子、番茄和洋葱等许多作物中都已发现。

例如：番茄中有30对核基因能分别决定这不育型；

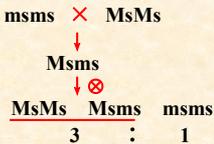
玉米的7对染色体上已发现了14个核不育基因。

遗传特点：

败育过程发生于花粉母细胞的减数分裂期间，**不能形成正常花粉** \rightarrow 败育十分彻底，可育株与不育株界限明显。

遗传研究表明:

多数核不育型均受简单的一对隐性基因(msms)所控制, 纯合体(msms)表现为雄性不育。
这种不育性能被相对显性基因Ms所恢复, 杂合体(Msms)后代呈简单的孟德尔式的分离。



用普通遗传学的方法不能使**整个群体**保持这种不育性, 这是核不育型的一个重要特征。

❖ 无保持系, 这种核不育的利用有很大的限制性。

目前发现的**光、温敏核不育材料**提供了一种解决上述问题的可能性:

* **水稻光敏核不育材料:**

- 长日照条件下为不育(>14h, 制种);
- 短日照条件下为可育(<13.75h, 繁种)。

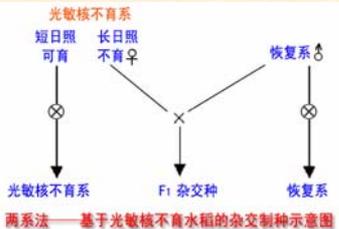
* **水稻温敏核不育材料:**

- >28℃, 不育;
- <23-24℃育性转为正常。



1973年, 石明松在**晚粳农垦58**中发现“湖北光敏核不育水稻—**农垦58S**”。

“农垦58S”在**长日照**条件下为不育, **短日照**下为可育 → 可将不育系和保持系合二为一 → 提出了生产杂交种子的“**二系法**”。



3. 质—核不育型 (cytoplasmic male sterility, CMS) :

(1) **概念:**

由细胞质基因和核基因互作控制的不育类型。

(2) **花粉败育时间:**

在玉米、小麦和高粱等作物中, 这种不育类型的花粉败育多数发生在减数分裂以后;

在水稻、矮牵牛、胡萝卜等植物中, 败育发生在减数分裂过程中或在此之前。

质核不育的表现一般比核不育要复杂。

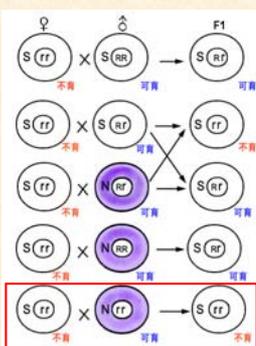
(3) **遗传特点:**

- 胞质不育基因为S;
- 胞质可育基因为N;
- 核不育基因r, 不能恢复不育株育性;
- 核可育基因R, 能够恢复不育株育性。



(4) 以不育个体S(rr)为母本, 分别与五种可育型杂交:

- ♀ S(rr) 不育 × ♂ S(RR) 可育 → S(Rr) 可育
- ♀ S(rr) 不育 × ♂ S(Rr) 可育 → S(rr) 不育
- ♀ S(rr) 不育 × ♂ N(Rr) 可育 → S(Rr) 可育
- ♀ S(rr) 不育 × ♂ N(RR) 可育 → S(Rr) 可育
- ♀ S(rr) 不育 × ♂ N(rr) 可育 → S(rr) 不育



(5) 可将各种杂交组合归纳为以下三种情况:

① S(rr) × N(rr) → S(rr) 中, F₁表现不育。

其中: N(rr)个体具有保持母本不育性在世代中稳定的能力, 称为**保持系(B)**。

S(rr)个体由于能够被N(rr)个体所保持, 其后代全部为稳定不育的个体, 称为**不育系(A)**。

② S(rr) × N(RR) 或 S(RR) → S(Rr) 中, F₁全部正常可育。

N(RR) 或 S(RR) 个体具有恢复育性的能力, 称为**恢复系(R)**。

③ S(rr) × N(Rr) 或 S(Rr) → S(Rr) + S(rr) 中, F₁表现育性分离。
N(Rr) 或 S(Rr) + S(rr) 具有杂合的恢复能力, 称**恢复性杂合体**。

(6). 生产上的应用:

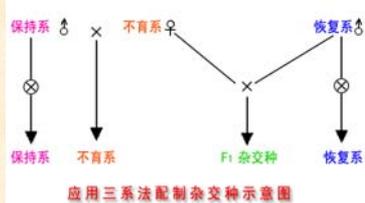
质核型不育性由于细胞质基因育核基因间的互作, 故既可以找到**保持系** → 不育性得到保持、也可找到相应**恢复系** → 育性得到恢复, 实现**三系配套**。

同时解决不育系繁种和杂种种子生产的问题:

繁种: $A \times B \rightarrow A$
制种: $A \times R \rightarrow F_1$



浙江大学



遗传学第八章

水稻三系杂种优势的利用:

1973年, 实现水稻三系配套、大田生产应用。

1981年, 获国家第一个**特等发明奖**, 以第一个农业技术专利转让美国。

1991年, 杂交稻种植26083.5万亩 (1738.9万ha), 增产效果明显 (50~75kg/亩)。

1997年, 种植25987.5万亩 (1732.5万ha), 约占水稻种植面积的62.84%; 总产量12236.34万吨, 单产**468.67公斤/亩** (7.03吨/ha), 比全国水稻平均产量增11.17%。

1976~1999年, 累计种植35亿多亩 (2.3亿ha), 增产稻谷3500亿kg。近年来年种植面积约2.3亿亩, 约占水稻总面积的50%, 产量占稻谷总产近60%。年增稻谷可养活6000万人口, 社会和经济效益十分显著。



中国工程院院士、
“杂交水稻之父”
袁隆平先生

油菜三系杂种优势的利用:

1972年, 傅廷栋等发现“**波里马**”油菜细胞质雄性不育;

1976年, 湖南农科院首先实现“**波里马**”雄性不育的三系配套。

1980年, 李殿荣等发现“**陕2A**”油菜细胞质雄性不育;

1983年, 实现“**陕2A**”油菜雄性不育的三系配套;

1992年, 我国杂种油菜种植面积已近 $1.33 \times 10^6 \text{hm}^2$, 约占油菜总面积20%。

目前, 我国油菜种植面积约1亿亩, 其中杂种油菜占30%。审定通过的油菜杂交种 (秦油2号、华杂2号、川油12号、蜀杂1号、油研5号等) 已有37个。



中国工程院院士、“波里马”细胞质雄性不育发现者傅廷栋先生

浙江大学

遗传学第八章

4. 质核不育性遗传的复杂性:

(1). 孢子体不育和配子体不育:

①. **孢子体不育**: 是指花粉的育性受孢子体(即植株)基因型所控制, 而与花粉本身所含基因无关。

● 孢子体基因型为 rr → 花粉**全部败育**;

● 孢子体基因型为 RR → 花粉**全部可育**;

● 孢子体基因型为 Rr → 产生的花粉中有R也有r, 但**均可育**, 自交后代分离。

如: 玉米T型不育系、水稻野败型不育系等。



浙江大学

遗传学第八章

②. **配子体不育**: 是指花粉育性直接受花粉本身的基因所决定。

配子体内核基因为 R → 该配子**可育**;

配子体内核基因为 r → 该配子**不育**。

如果孢子体为杂合基因型 Rr 的自交后代中, 将有一半植株的花粉是半不育的, 表现为穗上的分离。

$S(rr) \times N(RR)$

↓

$S(Rr)$

↓ ⊗

♀ \ ♂	R(可育)	r(不育)
S(R)(可育)	S(RR) 后代花粉全育	—
S(r)(可育)	S(Rr) 后代一半花粉可育	—



如: 玉米M型不育系、水稻红莲A等。

浙江大学

遗传学第八章

(2). 胞质不育基因的多样性与核育性基因的对应性:

同一种植物有多种质核不育类型。

胞质不育基因和核基因的来源和性质不同 → 表现特征和恢复性反应有明显差异。

普通小麦:

19种不育胞质基因与普通小麦的特定核不育基因相互作用 → 都可以表现雄性不育。

玉米:

有38种不同来源的质核型不育性, 根据其对应恢复性反应的差别 → 大体上可将它们分成T、S、C三组。



浙江大学

遗传学第八章

当用不同的玉米自交系进行测定时，发现有自交系对这三组不育型有**不同程度**的恢复。



玉米自交系对三组雄性不育性细胞质的恢复性反应

自交系名称	细胞质组别			性能分类
	T	C	S	
Ayx187y-1	恢复	恢复	恢复	能恢复三组不育类型
Oh43	不育	恢复	恢复	能恢复二组不育类型
NyD410	恢复	不育	不育	能恢复一组不育类型
Co150	不育	恢复	不育	能恢复一组不育类型
Oh51A	不育	不育	恢复	能恢复一组不育类型
SD10	不育	不育	不育	能保持三组不育类型

对于每一种不育类型而言，都需要某一特定的恢复基因来恢复
 → 反映出恢复基因有某种程度的**专效性**或对应性。

(3).单基因不育性和多基因性不育性:

核遗传型不育性: 多数表现为单基因遗传;

质核互作型: 既有单基因控制、也有多基因控制。

①.单基因不育性: 指1~2对核内主基因与对应的不育胞质基因决定的不育性。

$$\text{不育} \times \text{可育} \rightarrow F_1$$

$$\downarrow \otimes$$

$$F_2 (3:1 \text{ 或 } 9:3:3:1)$$



②.多基因不育性: 由**两对以上**的核基因与对应的胞质基因共同决定的不育性。有关基因的表现型效应较弱, 但有累加效应, 随着恢复基因的增加其育性上升。

★如**小麦T型不育系**和**高粱的3197A**就属于这种类型。



5. 对环境的敏感性:

易受到**环境条件**的影响, 特别是多基因不育更易受环境变化的影响。

光照和**气温**是一个重要的影响因素。例如:

高粱3197A: 高温季节开花的个体常出现正常黄色的花药;

玉米T型不育材料: 低温季节开花而表现出较**高**程度的育性。



三、雄性不育性的发生机理:

1. 核不育型:

核基因单独控制假说, 即Ms(可育) → ms(不育)。

核基因决定着育性, 其不育性彻底; 但保持不育特性困难。

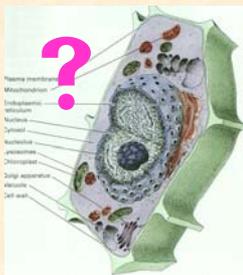
可利用一些苗期的**标记性状**与**不育基因的连锁**来识别不育(msms)与可育(Msms)。

如: 玉米的核不育黄绿苗标记体系, 三叶期黄绿苗的植株为不育系、绿苗可作为保持系。



2. 质-核互作遗传型:

- ▶ 不育胞质基因载于何处?
- ▶ 它如何与核基因相互作用而导致不育?



(1).胞质不育基因的载体:

▶ **线粒体基因组DNA (mt DNA)** 是胞质不育基因的载体:

不育系**线粒体亚显微结构**和**分子组成**等与正常植株(如保持系)有所不同, 由mt DNA 翻译合成的**蛋白质**也有所不同。

▶ **叶绿体DNA (ct DNA)** 是雄性不育的载体:

不育系和保持系之间在**叶绿体超微结构**和**ct DNA**上存在着明显不同, 而叶绿体基因组的某些变异可以破坏叶绿体与细胞核及线粒体间的固有**平衡**→导致不育。

(2). 质核基因互作雄性不育性机理主要有以下几种假说:

①. 质核互补控制假说:

不能形成淀粉酶或其它一些酶 → 认为胞质不育基因存在于 **线粒体** 上。

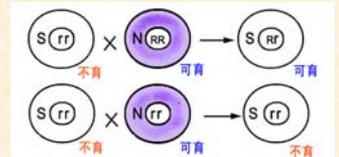
当 mt DNA 某个或某些节段发生变异、胞质基因由 N → S 时, 线粒体 mRNA 所转录的不育性信息使某些酶不能形成, 或形成某些不正常的酶, 从而破坏花粉形成的正常代谢过程 → 最终导致花粉败育。



mt DNA 发生变异后 → 是否一定导致花粉败育, 还与核基因的状态有关:

一般情况下, 只要质核双方一方带有可育的遗传信息, 无论是 N 或 R → 均能形成正常育性的花粉。

R 可补偿 S 的不足、N 可补偿 r 的不足。只有 S 与 r 共存时, 由于不能互相补偿 → 表现不育。



②. 能量供求假说:

认为线粒体是胞质雄性不育的载体, 育性与线粒体 **能量转化效率** 有关。

进化程度较高, 栽培品种中线粒体能量转化率高、供能高, 供求平衡 → 雄性可育。

在 **核置换回交** 时会出现两种情况:

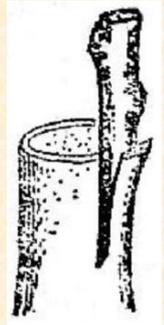
- 高供能母本、低耗能父本, 由于杂种的供能高而耗能低 → 育性正常;
- 低供能母本、高耗能父本, 得到的核质杂种由于能量供求不平衡 → 表现雄性不育。

∴ 这一假说是假定 **供能水平** 高低取决于 mt DNA, 而 **耗能水平** 的高低则决定于核基因。

但该假说未解释为何能量平衡仅影响雄性的育性, 而不影响 **其它性状** 的表现。

③. 嫁接引起不育:

以不育材料为砧木、可育材料而接穗, 发现砧木的不育性状可能转移到接穗之中。



(3). 不育系的转育:

某一不育材料农艺性状不良, 但不育; 另一可育材料 (如珍汕97) 的农艺性状优良, 可以采用 **回交转育**:

不育株 × 珍汕97

↓ 回交 ↓ ⊗

珍汕97A 珍汕97B

珍汕97A × IR26 → 汕优6号;

珍汕97A × 明恢63 → 汕优63。



本章小结

1. 细胞质遗传的特点:

- 正、反交遗传表现不同:** 性状通过母本传递给后代。
- 连续回交,** 可置换母本全部核基因, 但母本胞质基因及其控制的性状不消失。
- 基因定位困难,** 有时表现出类似于病毒的传导或感染。
- 细胞质中由附加体或共生体决定的性状, 其表现类似于病毒的传导或感染, 即 **能传递给其它细胞**。



本章小结

2. 母性影响:

母性影响所表现的遗传现象与胞质遗传相似,但其本质不同,因为母性影响不是细胞质遗传,而是 F_1 受母本基因的影响,以后还要分离。

3. 胞质遗传的表现:

- ①. 叶绿体遗传;
- ②. 线粒体遗传;
- ③. 质粒遗传;
- ④. 共生体遗传。



本章小结

4. 胞质遗传与核遗传的异同。

- * 共同点
- * 不同点

5. 胞质基因与核基因的关系:

核基因可引起质基因突变,质基因的存在决定于核基因,但质基因具有一定的独立性,能够决定遗传性状的表现。

本章小结

6. 雄性不育的类别及其遗传机理。

- ①. 类别: 核不育型、质-核互作不育型、质遗传型。
- ②. 三系配套: 不育系A: $S(rr)$;
保持系B: $N(rr)$;
恢复系R: $S(RR)$ 、 $N(RR)$ 。
- ③. 孢子体不育与配子体不育。
- ④. 雄性不育的发生机理。



第一章 绪言
第二章 遗传的细胞学基础
第三章 孟德尔遗传
第四章 连锁遗传和性连锁
第五章 数量性状遗传
第六章 基因突变
第七章 染色体变异
第八章 细胞质遗传
第九章 细菌和病毒的遗传
第十章 遗传物质的分子基础
第十一章 基因表达与调控
第十二章 基因工程与基因组学
第十三章 遗传与发育
第十四章 群体遗传与进化
返回首页

