DNA是主要的遗传物质

一、对遗传物质的早期推测

1、早期推测

（1）1920s，大多数科学家认为蛋白质是生物体的遗传物质。

①氨基酸多种多样的排列顺序，可能蕴含着遗传信息

②还未发现可能蕴含着遗传信息的其他生物大分子

（2）1930s，还未意识到DNA的重要性，认为蛋白质是遗传物质的观点仍占主导地位

①DNA是由许多脱氧核苷酸聚合而成的生物大分子，并且组成DNA的脱氧核苷酸有四种，每一种有一个特定的碱基

②对DNA的结构没有清晰的认识

2、遗传物质应具备的特点

（1）能够精确地自我复制，使得前后代具有一定的连续性。

（2）能够指导蛋白质的合成，从而控制生物的性状和新陈代谢的过程。

（3）具有储存大量遗传信息的潜在能力，从而保证生物的多样性。

（4）结构比较稳定，在特殊情况下能发生突变，且突变以后还能继续复制，并能遗传给后代。

二、肺炎链球菌的转化实验

1、两种肺炎链球菌的对比

种类	有无荚膜	菌落表面	致病性
S型细菌	有多糖类荚膜	光滑	有致病性 可使人和小鼠患肺炎、小鼠并发败血症死亡
R型细菌	无多糖类荚膜	粗糙	无致病性

注：

荚膜是某些细菌的细胞壁外面包围的一层胶状物质。无荚膜的肺炎链球菌，感染人体或动物体后，容易被吞噬细胞吞噬并杀灭。有荚膜的肺炎链球菌可抵抗吞噬细胞的吞噬，有利于细菌在宿主体内生活并繁殖。

2、格里菲斯：肺炎链球菌的体内转化实验

（1）实验过程

组别	实验过程	分析
①	注射 → 小鼠不死亡 R型活细菌	R型活细菌无致病性
②	注射 → 小鼠死亡，从小鼠体内分离出S型活细菌 S型活细菌	S型活细菌有致病性
③	注射 → 小鼠不死亡 加热致死的S型细菌	加热致死的S型细菌无致病性
④	注射 → 小鼠死亡，从小鼠体内分离出S型活细菌 将R型活细菌与加热致死的S型细菌混合	R型活细菌转化为S型活细菌，且致病性状可以遗传

（2）实验结论：加热致死的S型细菌中含有某种促使R型活细菌转化为S型活细菌的活性物质 → 转化因子。

【此实验仅能证明S型细菌中含有某种“转化因子”，但转化因子的本质不清楚】

拓展①：为什么加热致死的S型细菌还能使R型细菌转化为S型细菌？（结合选修三基因工程）
蛋白质和核酸对高温的耐受力不同。加热过程中，S型细菌的蛋白质变性失活，DNA双链解开。加热结束后，随着温度降低，DNA双链能够重新恢复，但蛋白质的活性无法恢复。因此加热致死的S型细菌的DNA具有转化活性。

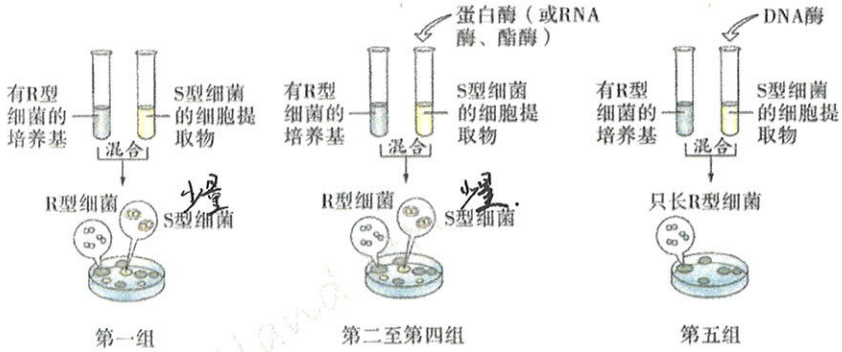
拓展②：R型细菌转化为S型细菌的实质是什么？
R型细菌转化为S型细菌的实质是：S型细菌的DNA片段整合到少数感受态的R型细菌的DNA中，使受体细胞获得了新的遗传信息，即发生了基因重组。实现转化时的遗传物质来自S型细菌，原料和能量均来自R型细菌。转化过程中并不是所有的R型细菌都被转化成S型细菌，只是一小部分具有感受态的R型细菌被转化成S型细菌。

拓展③：R型细菌的DNA放入S型细菌的培养皿中，S型细菌是否会变成R型细菌？
与无荚膜的R型细菌相比，有荚膜的S型细菌难以在自然条件下进入感受态，即难以接受外源DNA分子，因此将R型细菌的DNA放入S型细菌的培养皿中，S型细菌不会变成R型细菌。

3、艾弗里：肺炎链球菌的体外转化实验

（1）设计思路：依次用不同酶处理S型细菌的细胞提取物后观察其转化活性。

（2）实验过程及结果



艾弗里在培养基中加的是除去绝大部分糖类、蛋白质和脂质的细胞提取物，而不是明确的DNA、蛋白质或多糖，该实验利用酶的专一性去除相应成分，体现了单一变量原则

（3）实验结论：去除蛋白质、RNA、脂质后，细胞提取物仍然具有转化活性，去除DNA后，细胞提取物失去转化活性，推测转化因子很可能就是DNA。【DNA才是使R型细菌产生稳定遗传变化的物质。】

（4）自变量控制中的"减法原理"和"加法原理"

①减法原理：在对照实验中，与常态比较，人为去除某种影响因素的称为～
[e.g.在艾弗里的肺炎链球菌转化实验中，每个实验组特异性地去除了一种物质，从而鉴定出DNA是遗传物质，就利用了"减法原理"]

②加法原理：在对照实验中，与常态比较，人为增加某种影响因素的称为～
[e.g.在"比较过氧化氢在不同条件下的分解"的实验中，与对照组相比，实验组分别作加热、滴加$FeCl_3$溶液、滴加肝脏研磨液的处理，就利用了"加法原理"]

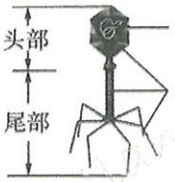
4、体内转化实验和体外转化实验的比较

项目	体内转化实验	体外转化实验
培养场所	小鼠体内	培养基
实验对照	R型细菌与S型细菌的致病性进行对照	S型细菌各组成成分的作用进行对照
巧妙构思	将加热致死的S型细菌注射到小鼠体内作为对照，来说明确实发生了转化	观察利用酶解法去除某物质后，细胞提取物是否还具有转化活性
实验结论	S型细菌体内有转化因子	转化因子为DNA
联系	①所用材料相同：都使用了肺炎链球菌； ②体内转化实验是体外转化实验的基础，体外转化实验是体内转化实验的延伸； ③两实验都遵循对照原则和单一变量原则	

三、噬菌体侵染细菌的实验（赫尔希、蔡斯）

1、实验材料

（1）T2噬菌体的结构



DNA（组成元素：C、H、O、N、P）

蛋白质（组成元素：C、H、O、N、S）

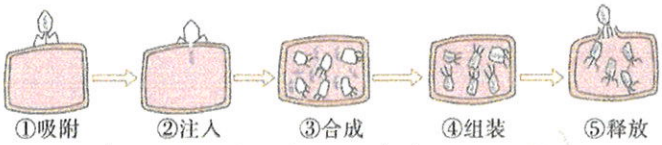
DP.

蛋S.

（2）T2噬菌体增殖需要的条件

增殖需要的条件		内容
模板		T2 噬菌体的 DNA
合成 T2 噬菌体 DNA 的原料		大肠杆菌提供的 4 种脱氧核苷酸
合成 T2 噬菌体的蛋白质	原料	大肠杆菌的氨基酸
	场所	大肠杆菌的核糖体

（3）噬菌体侵染细菌的过程



① 噬菌体尾部吸附在细菌的细胞壁上。

② 噬菌体将DNA注入大肠杆菌体内，蛋白质外壳则留在大肠杆菌体外

③ 在细菌细胞内，以自身DNA为模板，利用大肠杆菌细胞的物质和能量等大量复制其 DNA 和蛋白质。

④ 所复制的 DNA 和蛋白质被组装成新的子代噬菌体。

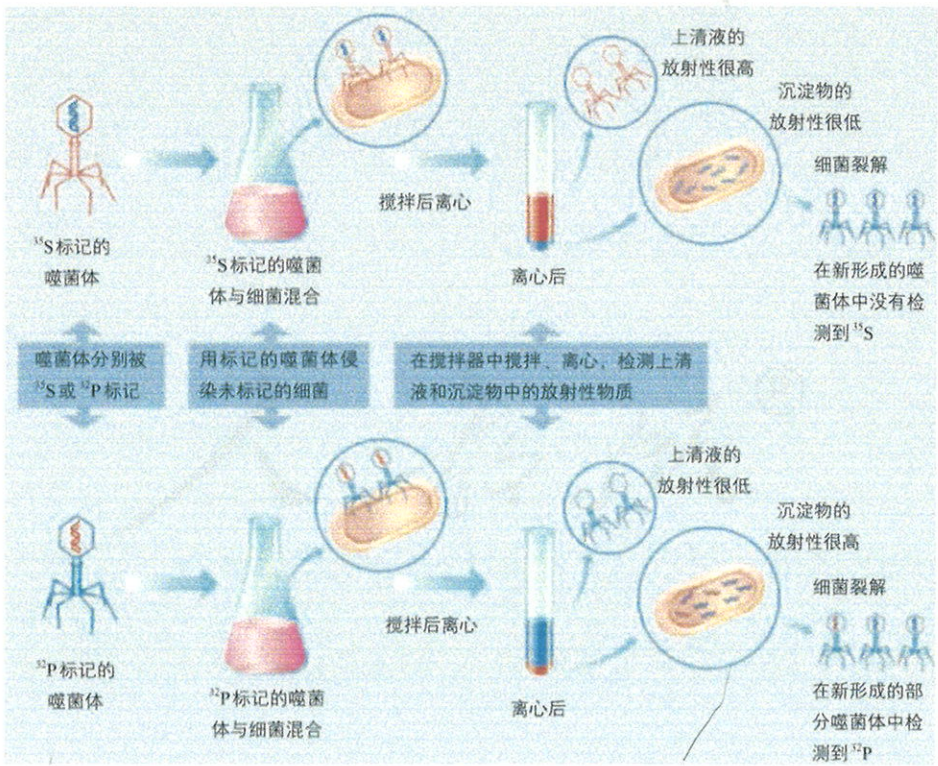
⑤ 大肠杆菌细胞裂解释放出子代噬菌体，再去侵染其他的大肠杆菌。

2、实验方法：放射性同位素标记技术

3、设计思路

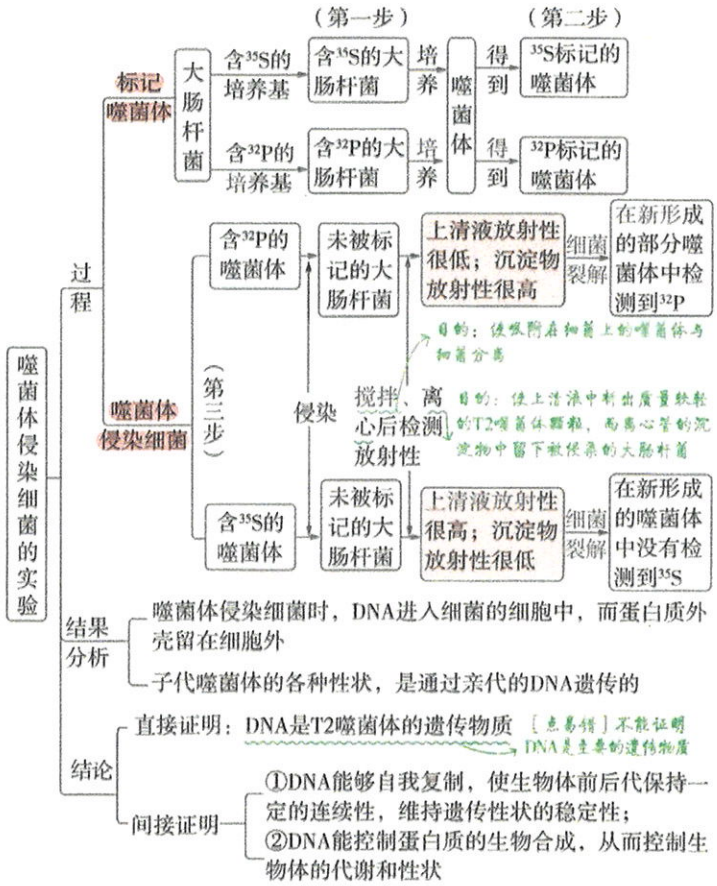
T2噬菌体的化学组成中，S是蛋白质的特征元素，P是 DNA 的特征元素，用放射性同位素^{32}P和^{35}S分别标记 DNA 和蛋白质，直接地、单独地去观察它们的作用。

4、实验过程及结果分析



S上高

P沉高.



特别注意！！！

①不能用培养基直接培养来获得被放射性同位素标记的T2噬菌体，因为病毒寄生生物，故应先通过培养获得被放射性同位素标记的大肠杆菌，再用标记的大肠杆菌培养T2噬菌体。

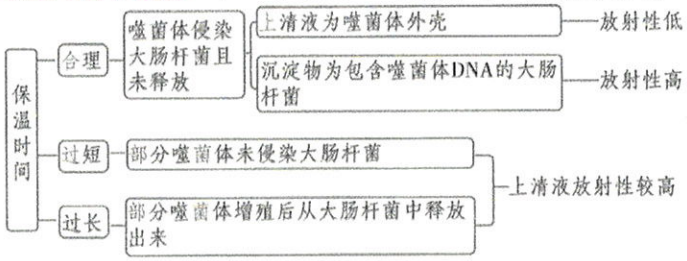
②不能用^{35}S和^{32}P标记同一个T2噬菌体，因为检测放射性时只能检测到是否具有放射性，不能确定是何种元素的放射性。

③不能标记C、H、O、N这些DNA和蛋白质共有的元素，若标记这些元素无法将DNA和蛋白质区分开。

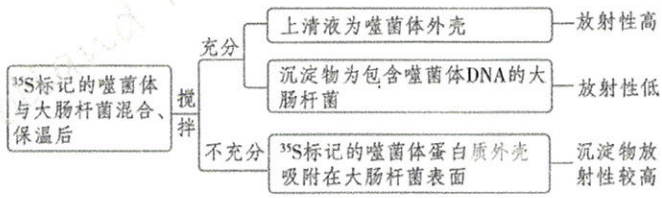
④噬菌体DNA在大肠菌体内合成，模板来自噬菌体，但原料、酶、能量均来自大肠杆菌。

注："保温"与"搅拌"

①保温时间要适宜 → ^{32}P标记的T2噬菌体染大肠杆菌实验



②搅拌要充分 → ^{35}S标记的T2噬菌体侵染大肠杆菌实验



补：肺炎链球菌体外转化实验与噬菌体侵染细菌的实验比较

	肺炎链球菌体外转化实验	噬菌体侵染细菌实验
实验材料	肺炎链球菌	T2噬菌体、大肠杆菌
实验方法	酶解法 分别用蛋白酶、RNA酶、酯酶、DNA酶处理S型细菌的细胞提取物后，与R型细菌混合培养	放射性同位素标记法 放射性同位素标记法：用^{32}P标记T2噬菌体的DNA，用^{35}S标记T2噬菌体的蛋白质
结果检测方法	观察菌落种类	检测上清液和沉淀物的放射性
实验结论	加热杀死的S细菌中所含的转化因子是DNA	DNA是T2噬菌体的遗传物质 （不能证蛋白质不是遗传物质）

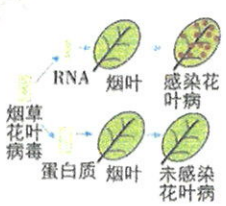
四、烟草花叶病毒(TMV)的重组实验 RNA

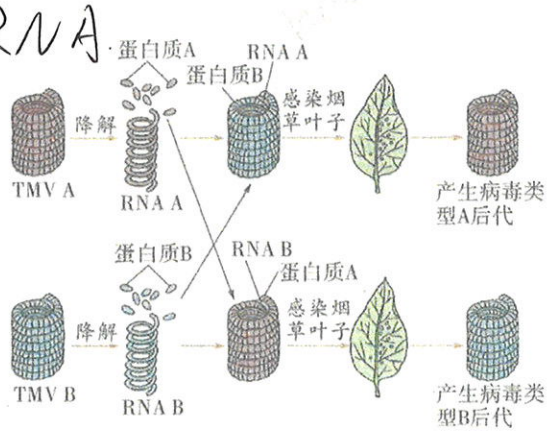
1、实验材料：烟草花叶病毒、烟草

2、实验过程 →

3、实验结论：RNA是烟草花叶病毒的遗传物质

4、RNA是遗传物质的证据





五、不同生物的核酸种类及遗传物质

生物类型		核酸种类	遗传物质	举例
细胞生物	真核生物	DNA和RNA	DNA	动物、植物、真菌
	原核生物	DNA和RNA	DNA	细菌、支原体、衣原体
非细胞生物	DNA病毒	DNA	DNA	乙肝病毒、T2噬菌体
	RNA病毒	RNA	RNA	流感病毒、烟草花叶病毒、HIV
	蛋白质病毒	/	蛋白质	朊病毒

注：

① 具有细胞结构的生物，含有2种核酸（DNA 和 RNA），遗传物质都是 DNA。

② 真核生物的 DNA 存在于细胞核、线粒体、叶绿体中，原核生物的 DNA 存在于拟核、质粒中。

③ 病毒只含有一种核酸，遗传物质是 DNA 或RNA。

④ 单一实验不能证明 DNA是主要的遗传物质，该结论是通过归纳多种生物的遗传物质（在大量实验的基础上）得出的。