



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

高中生物学一轮复习

23. 基因是有遗传效应的 DNA 或 RNA 片

广州市玉岩中学 龙方东

DNA 是主要的遗传物质

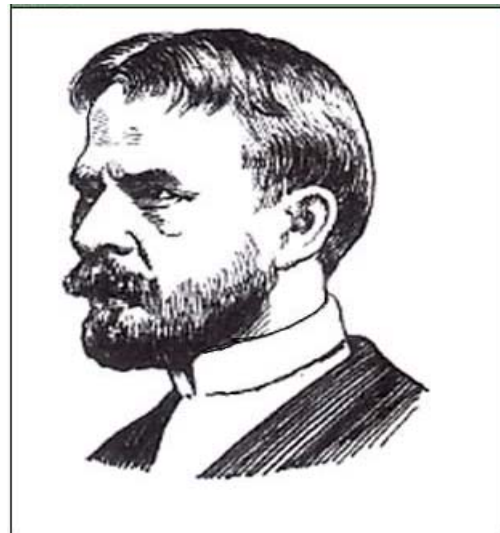


黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

(一) 科学家对遗传物质的早期推测

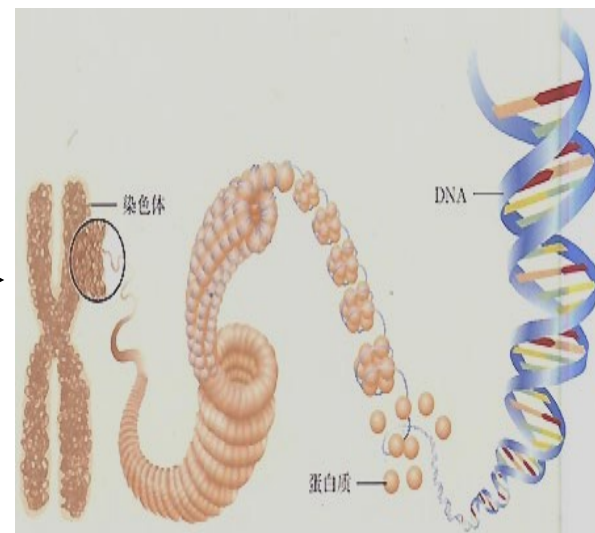


孟德尔通过豌豆实验证明了生物的性状是由遗传因子



摩尔根通过果蝇杂交实验证明：
基因位于染色体上

控制



科学家发现染色体主要组成成分：

蛋白质和DNA

谁是遗传物质

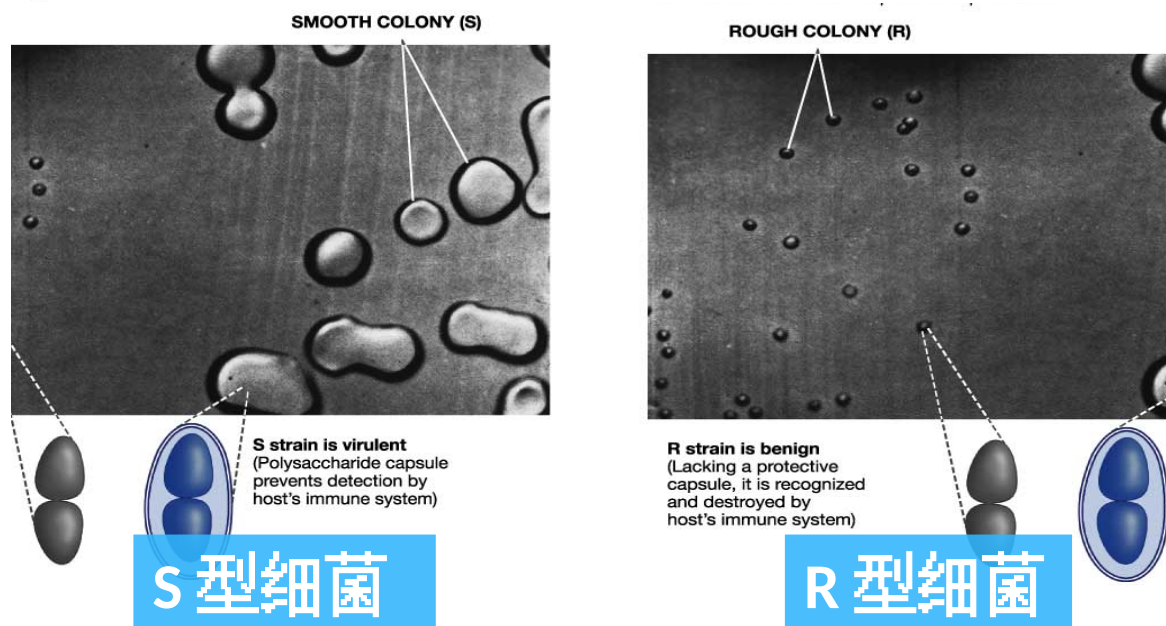
谁是遗传物质

DNA 是主要的遗传物质



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

(二) 格里菲思的肺炎链球菌体内转化实验



S 型肺炎链球菌有多糖类的荚膜，在培养基上形成的菌落表面光滑。R 型肺炎链球菌缺乏多糖类的荚膜，在培养基上形成的菌落表面粗糙。

教材 P43 相关信

R 型细菌感染人或动物时，被吞噬细胞吞噬并杀死，因此 R 型细菌不具有致病性。S 型细菌的荚膜可以抵抗吞噬细胞的吞噬，有利于细菌在宿主细胞内生活并繁殖，因此具有致病性，可使人和小鼠患肺炎，小鼠并发白血症死亡。

DNA 是主要的遗传物质



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

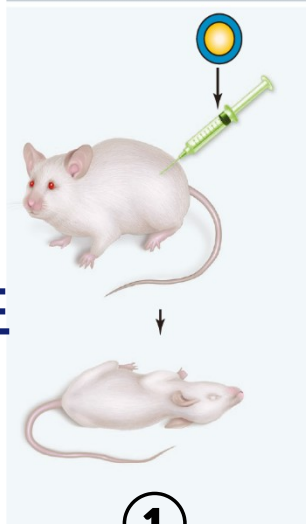
（二）格里菲思的肺炎链球菌体内转化实验

1. 实验目的：遗传物质是什么？

2. 自变量：肺炎链球菌的种类及处理方法

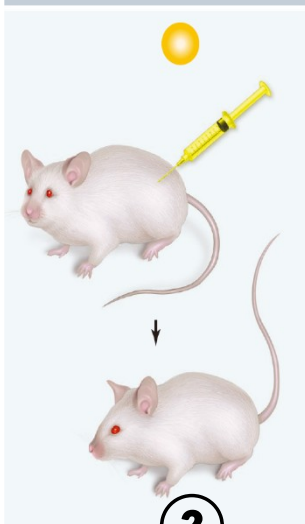
3. 因变量：小鼠的状态及致病性分析

注入活的 S 型细菌



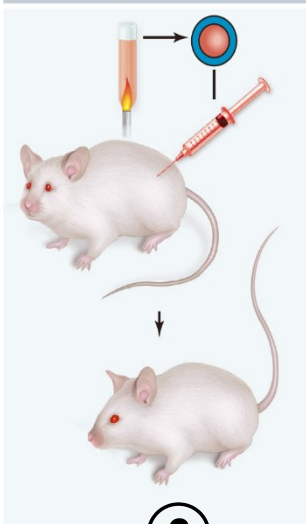
①

注入活的 R 型细菌



②

注入加热致死的 S 型细菌



③

注入加热致死的 S 型细菌 + 活的 R 型细菌



④

思考 1：怎样排除无关变量（例如小鼠）的影响？

四组实验应选用年龄、体重相同且健康的小鼠（生理状况相同）；
所用 R 型活菌液、S 型活菌液的浓度及注射量应该相同；
在相同且适宜的环境下进行该实验。

DNA 是主要的遗传物质



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

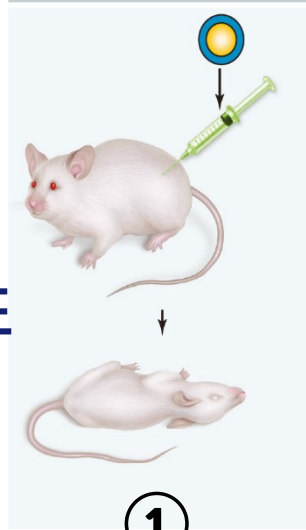
（二）格里菲思的肺炎链球菌体内转化实验

1. 实验目的：遗传物质是什么？

2. 自变量：肺炎链球菌的种类及处理方法

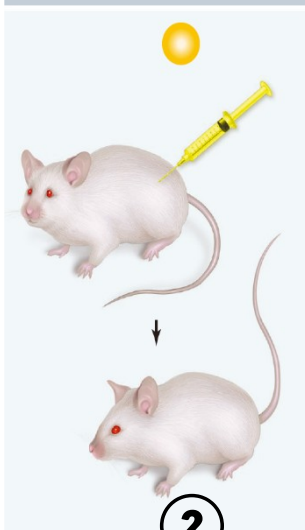
3. 因变量：小鼠的状态及致病性分析

注入活的 S 型细菌



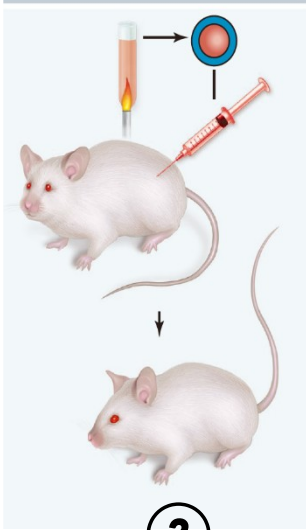
①

注入活的 R 型细菌



②

注入加热致死的 S 型细菌



③

注入加热致死的 S 型细菌 + 活的 R 型细菌



④

思考 2：实验中“加热”是否已导致 DNA 和蛋白质变性？

加热杀死 S 型细菌的过程中，其蛋白质变性失活，DNA 在加热过程中，螺旋解开，氢键被打开，但缓慢冷却时，其结构可恢复（恢复活性）。

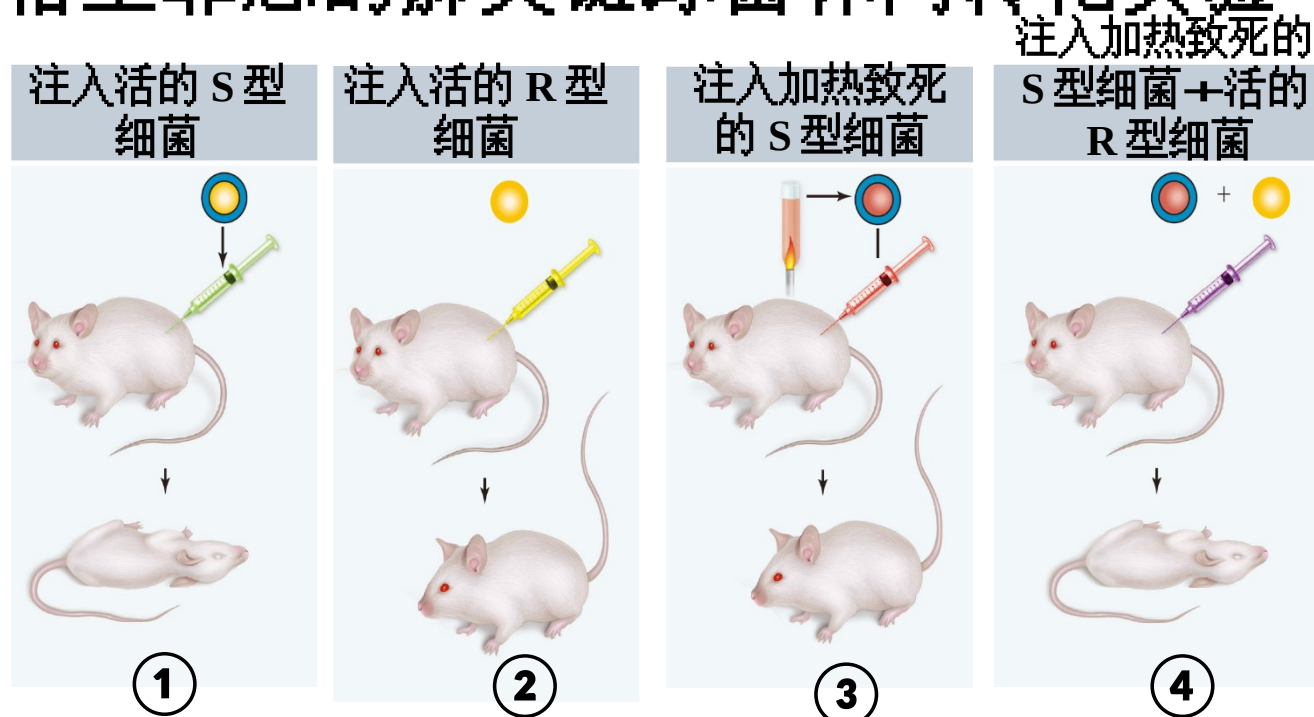
DNA 是主要的遗传物质



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

(二) 格里菲思的肺炎链球菌体内转化实验

相互对照



实验结论：加热致死的 S 型细菌，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。

实验①②对比说明 **R 型细菌无致病性，S 型细菌有致病性**

加热杀死的 S 型细菌无致病性

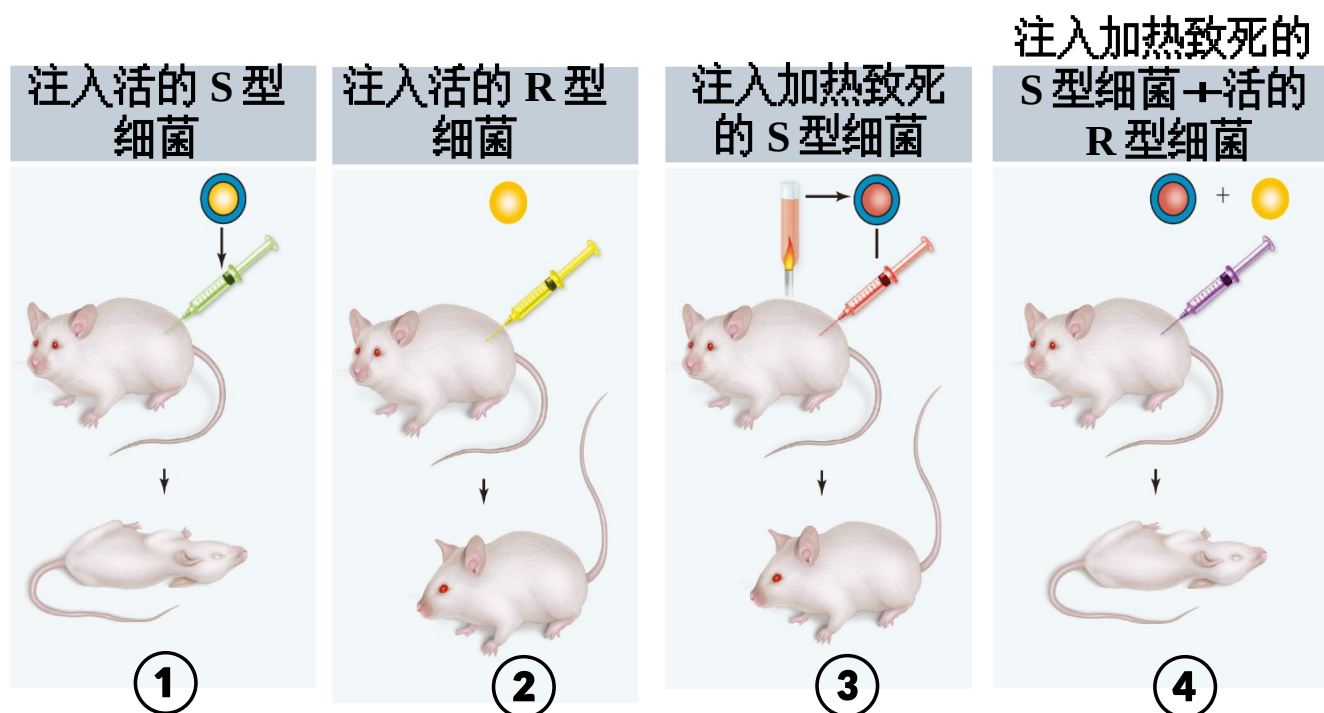
实验②③对比说明 **R 型细菌转化成了 S 型细菌**

DNA 是主要的遗传物质



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

（二）格里菲思的肺炎链球菌体内转化实验



思考 3：如果没有第二组实验（注射加热致死的 S 型细菌后小鼠不死亡），能否得出结论加热致死的 S 型细菌中含有促成“R 型活细菌转化成 S 型活细菌”的转化因子？

不能。因为无对照实验已排除“加热致死的 S 型细菌也能导致小鼠死亡的”因此不能说明实验结论。

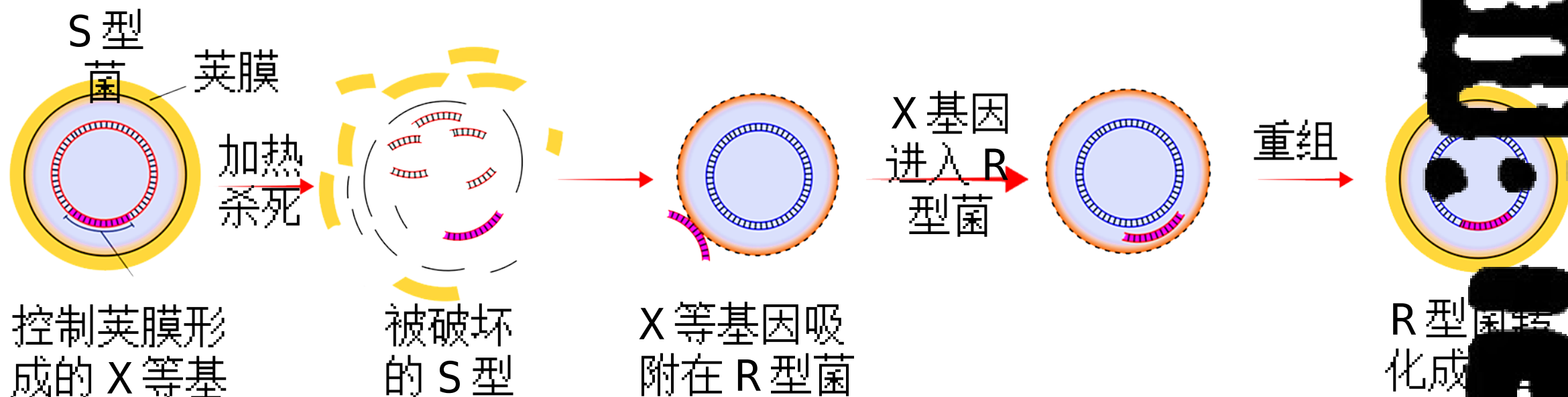
DNA 是主要的遗传物质



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

（二）格里菲思的肺炎链球菌体内转化实验

思考 4：转化的实质是？转化成功率的影响因素有哪些？



转化的实质是基因重组：肺炎链球菌转化实验是指 S 型菌的 DNA 片段整合到 R 型菌中，使受体细胞获得了新的遗传信息，即发生了基因重组。由于转化受 DNA 的纯度、两种细菌的亲缘关系、受体菌的状态等因素的影响，所以转化过程中并不是所有的 R 型菌都转化成 S 型菌，而只是少部分 R 型菌转化成 S 型菌。

DNA 是主要的遗传物质



（二）格里菲思的肺炎链球菌体内转化实验

思考 5：请在格里菲思实验的基础上利用 R 型活细菌、加热致死的 S 型细菌、小鼠等为实验材料，设计一个实验方案证明 DNA 是遗传物质，蛋白质不是遗传物质。简要写出实验思路并预期实验结果及结论。

实验思路：

- ① 将加热致死的 S 型细菌体内的物质分离，分别得到蛋白质和 DNA。
- ② 将分离得到的 S 型细菌的蛋白质和 DNA 分别与 R 型细菌混合一段时间后，再分别注射入甲、乙两组小鼠体内，观察两组小鼠的生存情况。

实验结果与结论：甲组小鼠不死亡，乙组小鼠死亡，并在乙组小鼠体内发现活的 S 型细菌，则证明 DNA 是遗传物质，蛋白质不是遗传物质。

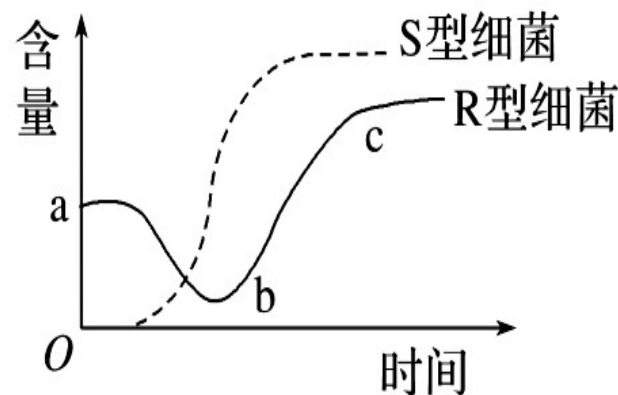
DNA 是主要的遗传物质



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

（二）格里菲思的肺炎链球菌体内转化实验

练习 1. 体内转化实验中，小鼠体内 S 型细菌、R 型细菌含量的变化情况如图所示，请分析以下问题：



①ab 段 R 型细菌数量减少的原因是

小鼠体内形成大量对抗 R 型菌的抗体，使 R 型菌减少

②bc 段 R 型细菌数量增多的原因是

在 b 时间点之前，已有少量 R 型菌转化为 S 型菌，S 型菌能降低小鼠的免疫力，造成 R 型菌大量繁殖

R 型菌转化成的 S 型菌繁殖

④ 在格里菲思转化实验中，R 型细菌转化为 S 型细菌时所需转化因子、原料、能量分别由哪方提供？

转化因子来自 S 型细菌，而原料和能量均来自 R 型细菌。

DNA 是主要的遗传物质



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

例 1 . (2021· 全国· 高考真题) 在格里菲思所做的肺炎双球菌转化实验中 , 无毒性的 R 型活细菌与被加热杀死的 S 型细菌混合后注射到小鼠体内 , 从小鼠体内分离出了有毒性的 S 型活细菌。某同学根据上述实验 , 结合现有生物学知识所做的下列推测中 , 不合理的是 ()

- A . 与 R 型菌相比 , S 型菌的毒性可能与荚膜多糖有关
- B . S 型菌的 DNA 能够进入 R 型菌细胞指导蛋白质的合成
- C . 加热杀死 S 型菌使其蛋白质功能丧失而 DNA 功能可能不受影响
- D . 将 S 型菌的 DNA 经 DNA 酶处理后与 R 型菌混合 , 可以得到

肺炎

DNA 是主要的遗传物质



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

（三）艾弗里的肺炎链球菌体外转化实验

实验目的：转化因子是什么？

如何设计实验？

思路 1：将加热致死 S 型菌各种物质分离提纯后与 R 型混合，观察是否发生转化。

思路 2：用酶解法分别去除细胞提取液中各种成分后，观察能否将 R 型菌转化。

减法原理

自变量：加热杀死的 S 型菌中各种物质成分

因变量：R 型菌是否被转化

如何判断？

检测的因变量指标是什么？

菌落特征为 R 型还是 S 型

DNA 是主要的遗传物质



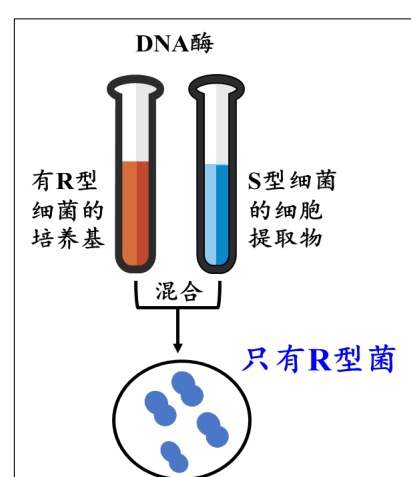
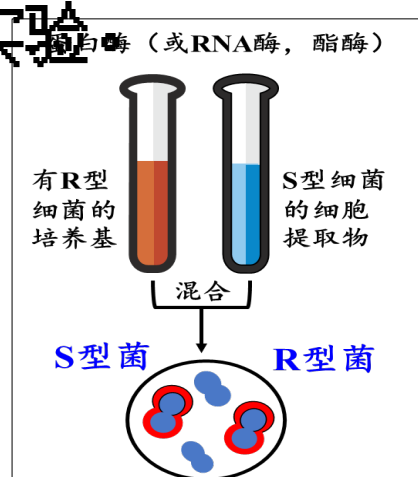
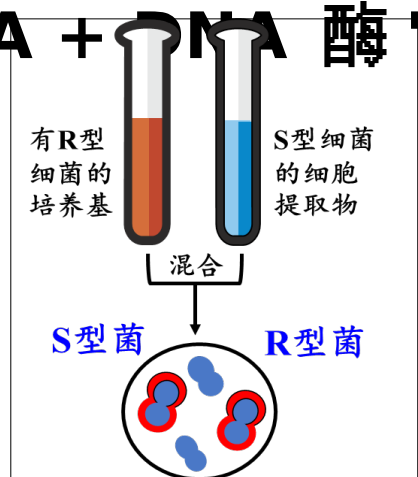
黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

（三）艾弗里的肺炎链球菌体外转化实验

补充科学史资料：

由于技术限制，艾弗里实验中提取的 **DNA**，纯度最高也还有 **0.02%** 的蛋白质。面对质疑，艾弗里对实验作出如下改进：不断地用各种酶去除 S 型细菌粗提液中的各种杂质，进行 "**DNA + 蛋白酶、RNA 酶、酯酶**" 以及

及 "**DNA + DNA 酶**" 实验



涂布分离，有
固体培养基上
形成菌落

实验结论： DNA 才是使 R 型细菌产生稳定遗传变化的物质。



DNA 是主要的遗传物质



例 2. (2023·天津·高考真题) 科学发现中蕴含着值得后人借鉴的方法或原理。下列探究实践与科学发现运用的方法或原理不一致的是C

选项	科学发现	探究实践
A	沃森和克里克用建构物理模型的方法研究 DNA 的结构	建立减数分裂中染色体模型
B	鲁宾和卡门用对比实验证明光合作用中氧气的来源是水	探究酵母菌细胞呼吸的方式
C	艾弗里用减法原理证明 DNA 是肺炎链球菌的转化因子	探究抗生素对细菌的选择作用
D	孟德尔用统计分析法研究豌豆遗传规律	调查人群中的遗传病

单选题

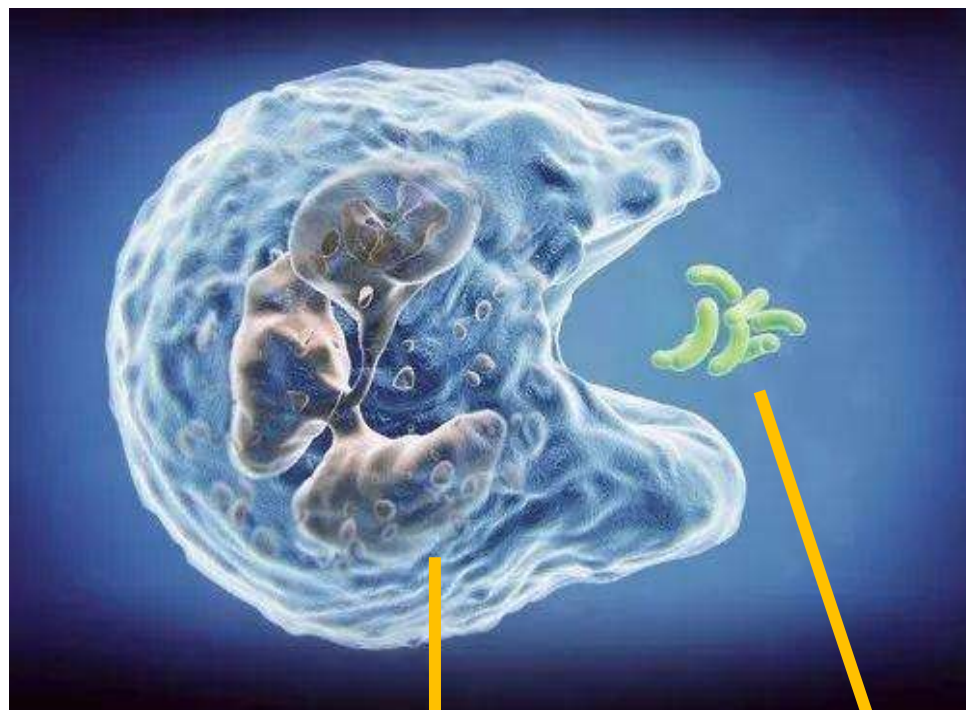
DNA 是主要的遗传物质



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

(四) 噬菌体侵染细菌实验

了解噬菌体



吞噬细胞
(真核细胞)

细菌
(原核细胞)

T₂ 噬菌体 (细菌病毒)

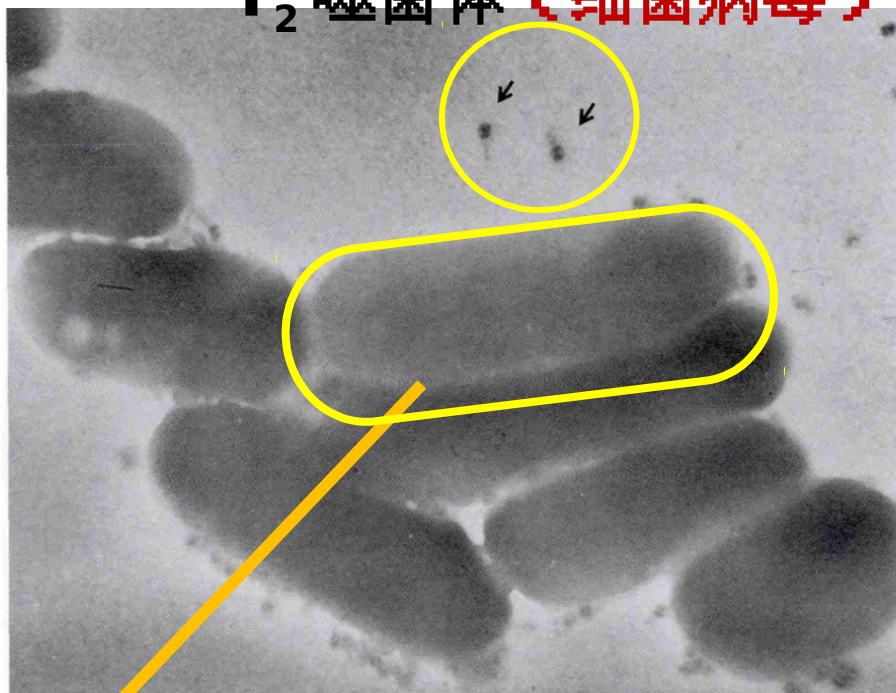


图2：噬菌体（箭头所示）和大肠杆菌的电子显微镜照片。引自Luria and Anderson 1942

噬菌体

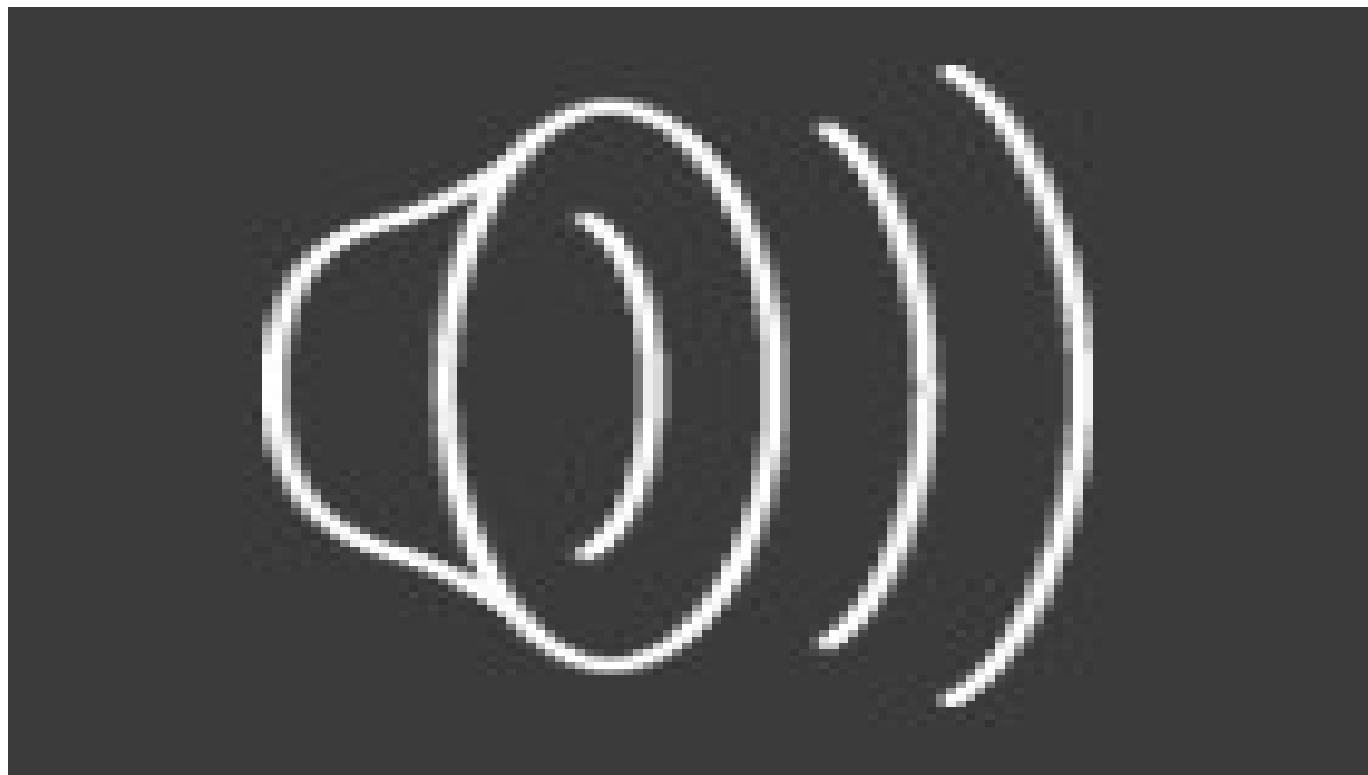
DNA 是主要的遗传物质



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

（四）噬菌体侵染细菌实验

T2 噬菌体是一种专门寄生在大肠杆菌体内的病毒



吸附 - 注入 - 合成 - 裂解 - 释放

T2 噬菌体的遗传物质 + 大肠杆菌体内的脱氧核苷酸、氨基酸、酶等原料及能量



DNA 是主要的遗传物质

例 3 . (2022·湖南·高考真题) T2 噬菌体侵染大肠杆菌的过程中 , 下列哪一项不会发生 ()

- A . 新的噬菌体 DNA 合成
- B . 新的噬菌体蛋白质外壳合成
- C . 噬菌体在自身 RNA 聚合酶作用下转录出 RNA
- D . 合成的噬菌体 RNA 与大肠杆菌的核糖体结合

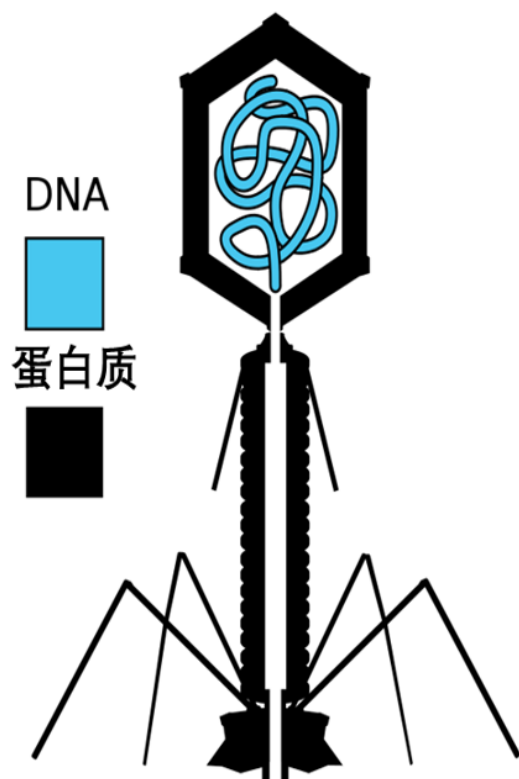
噬菌

DNA 是主要的遗传物质



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

（四）噬菌体侵染细菌实验



1. 为什么想到用噬菌体来研究遗传物质？

简单——仅有蛋白质和 DNA

繁殖快——便于研究遗传物质的“传递”

2. 用什么方法追踪亲代蛋白质和 DNA 的去向
放射性同位素标记法

3. 各标什么元素才能很好区分蛋白质和 DNA

DNA : C、H、O、**N**、³²**P**

蛋白质 : C、H、O、**N**、³⁵**S**



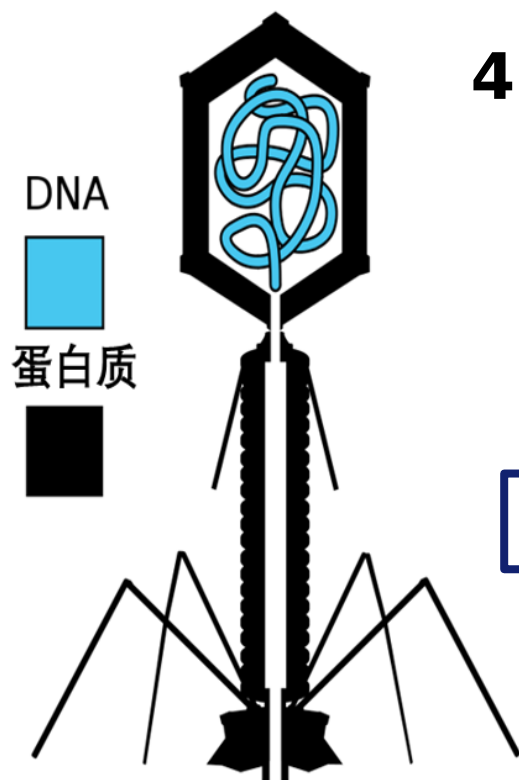
噬菌体

DNA 是主要的遗传物质



黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

(四) 噬菌体侵染细菌实验



4. 怎么才能给 T_2 噬菌体分别标记 ^{32}P 或 ^{35}S 呢？

A. 放到含有 ^{32}P 或 ^{35}S 的培养基中培养

B. 放到含有 ^{32}P 或 ^{35}S 的大肠杆菌中培养

病毒不能独立生活，必修依赖宿主细胞的营养繁殖

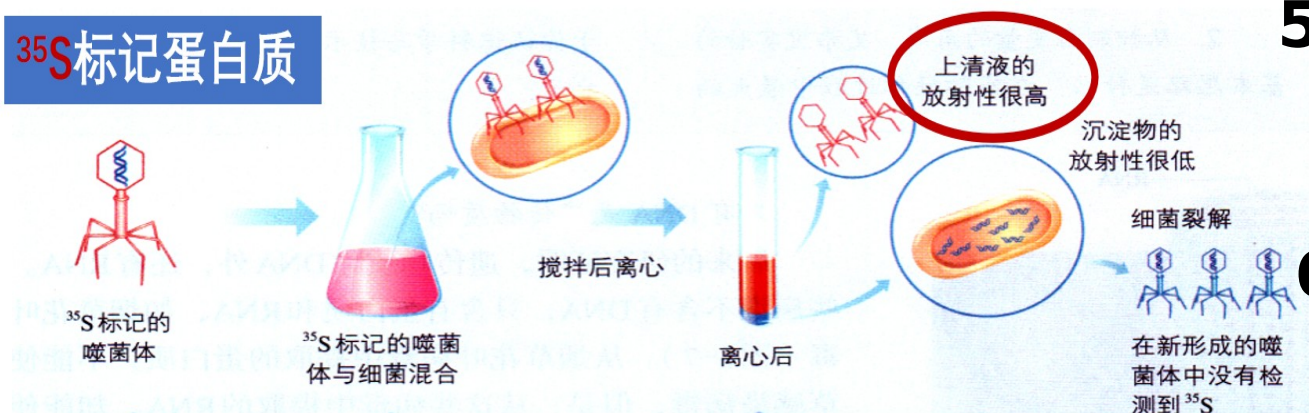
DNA 是主要的遗传物质



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

(四) 噬菌体侵染细菌实验

^{35}S 标记蛋白质



5. 如何检测 T2 噬菌体是否进入大肠杆菌？

检测离心管中上清液和沉淀物中的放射性强弱

6. 保温的目的是什么？

让 T2 噬菌体充分侵染大肠杆菌

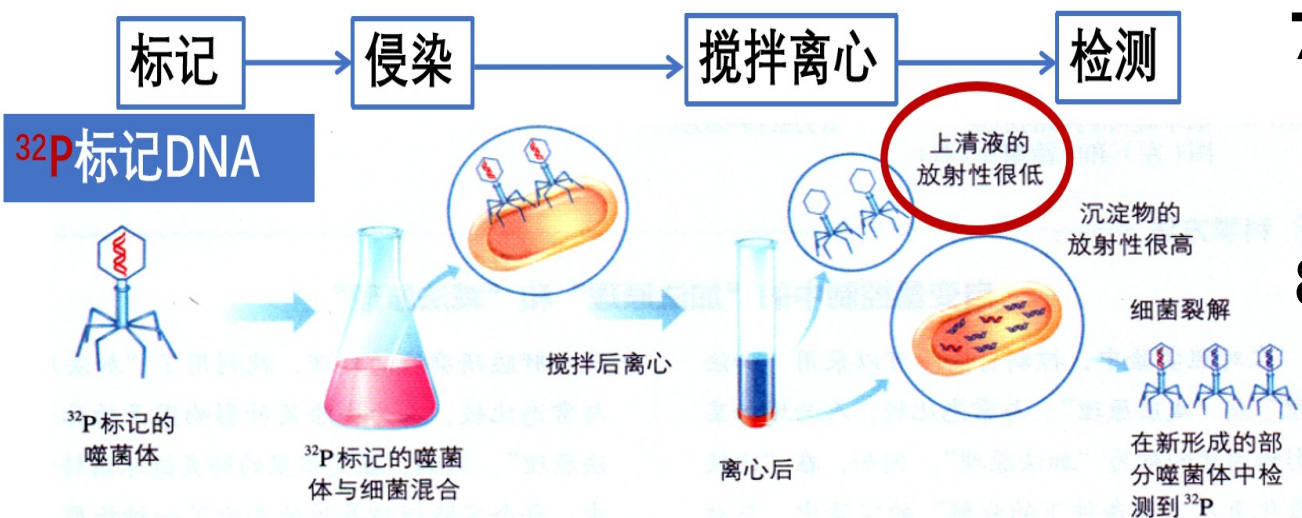
7. 搅拌的目的是什么？

使吸附在大肠杆菌表面的噬菌体与大肠杆菌分离

8. 离心的目的是什么？

让上清液中析出质量比较轻的物质如 T2 噬菌体颗粒，而离心管中留下质量比较重的物质如被侵染的大肠杆菌

^{32}P 标记DNA



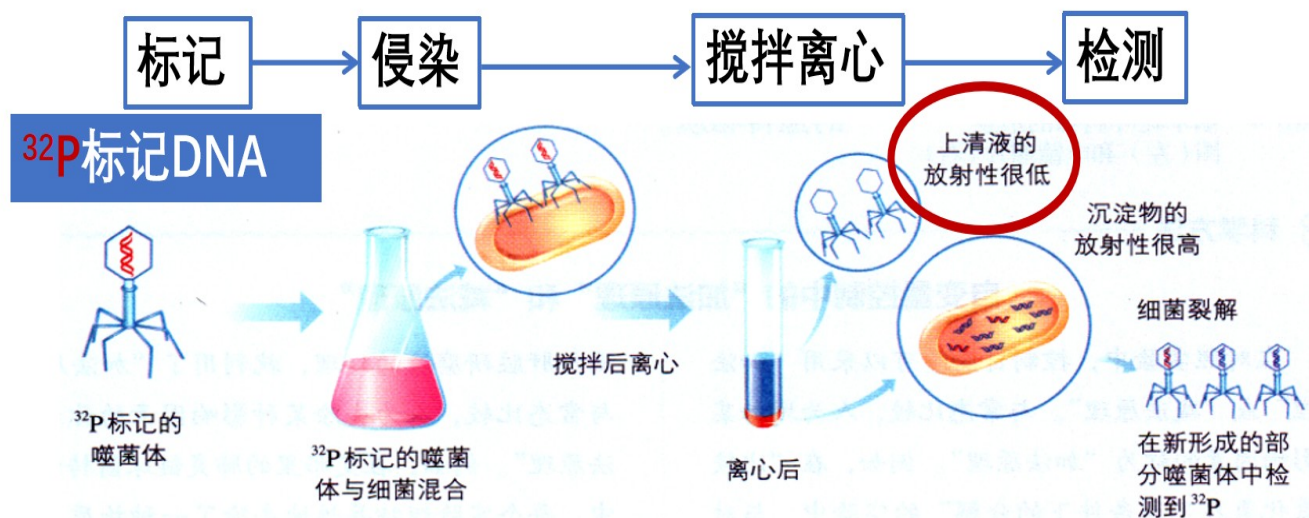
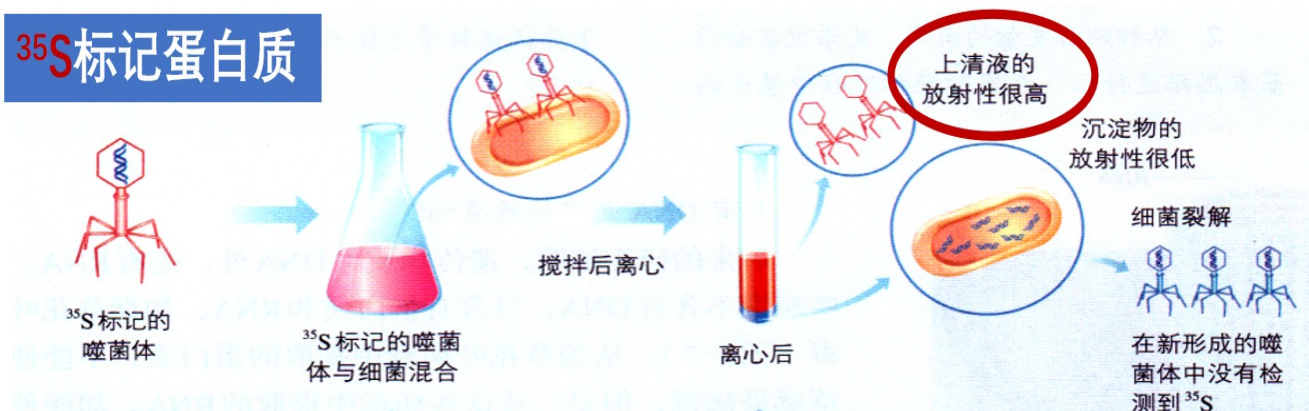
DNA 是主要的遗传物质



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

（四）噬菌体侵染细菌实验

^{35}S 标记蛋白质



子代噬菌体检测不到 ^{35}S 标记的蛋白质

子代噬菌体检测到了 ^{32}P 标记的DNA

子代噬菌体的各种性状是通过亲代DNA 遗传的。

实验结论：DNA 是 T2 噬菌体的遗传物质

DNA 是主要的遗传物质



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

(四) 噬菌体侵染细菌实验

思考 1 : 该实验是否遵循对照原则? 该实验的自变量和因变量分别是?

相互对照; 自变量是放射性同位素的标记种类, 因变量是放射性的分布位置

。

分 组		实验现象
对比实验	含 ^{35}S 噬菌体 + 细菌	上清液中放射性很高 沉淀物中放射性很低 子代噬菌体未检测到放射性
	含 ^{32}P 噬菌体 + 细菌	上清液中放射性很低 沉淀物中放射性很高 部分子代噬菌体检测到放射性

噬菌体

DNA 是主要的遗传物质



黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

（四）噬菌体侵染细菌实验

思考 2：能否同时用 ^{32}P 和 ^{35}S 标记噬菌体去侵染大肠杆菌？

只能检测到放射性的存在部位，不能区分是何种元素发生的放射性。

思考 3：仅凭 ^{35}S 组实验可否得出 DNA 是遗传物质的实验结论？为什么？

该实验只能说明蛋白质外壳没有进入细菌体内，不能证明 DNA 进入细菌体内并发挥遗传物质的作用，需要标记 DNA 继续进行实验

噬菌体

DNA 是主要的遗传物质

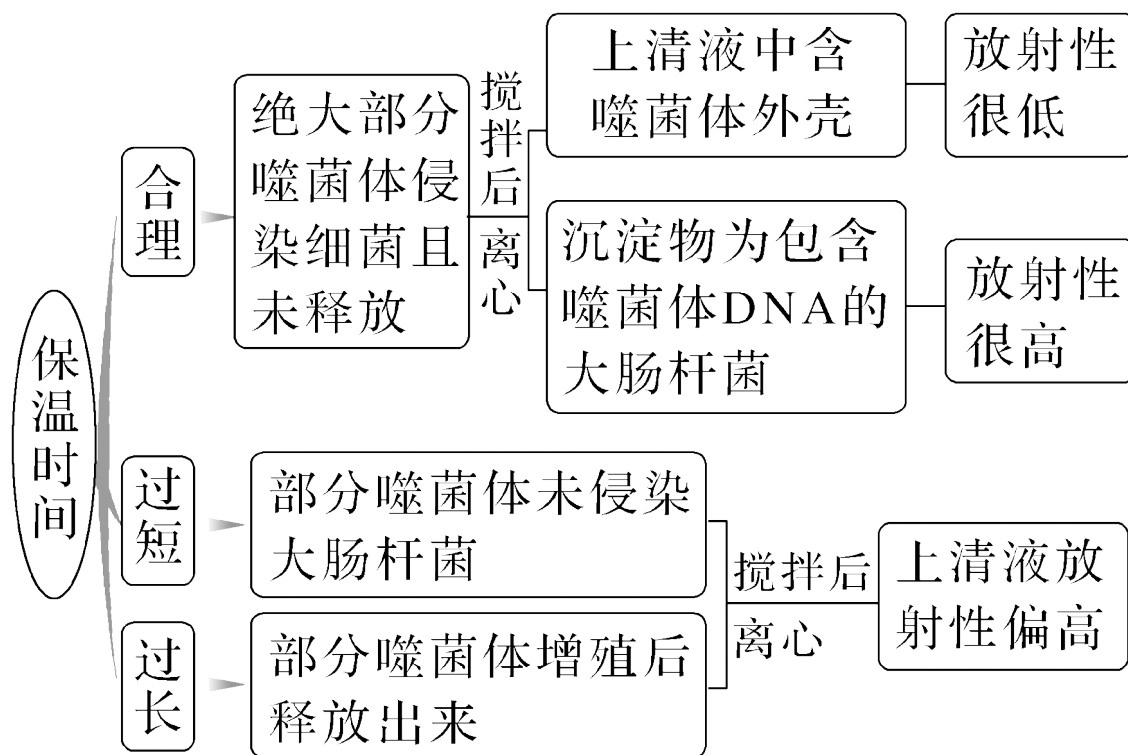


黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

(四) 噬菌体侵染细菌实验

1. 保温时间会过长或者过短

^{32}P 噬菌体侵染大肠杆菌



噬菌体

DNA 是主要的遗传物质

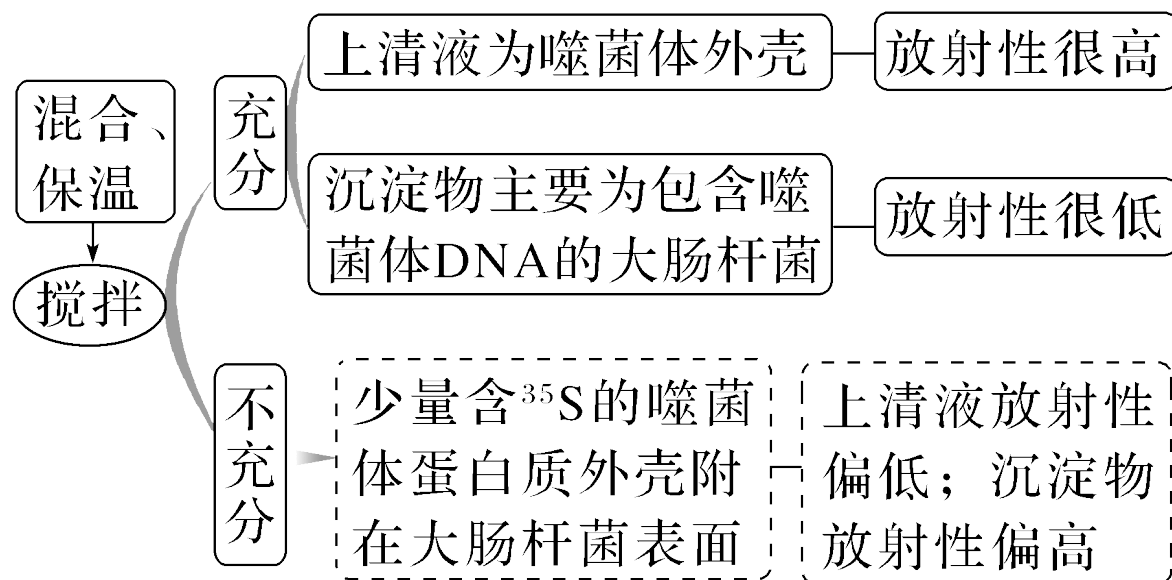


黄浦教研
HUANGPU JIAOYAN

（四）噬菌体侵染细菌实验

2. 搅拌时间不充分

^{35}S 噬菌体侵染大肠杆菌



噬菌体

DNA 是主要的遗传物质



（四）噬菌体侵染细菌实验

例 4. （ 2022·海南·统考高考真题 ）某团队从下表①～④实验组中选择两组，模拟 T₂ 噬菌体侵染大肠杆菌实验，验证 DNA 是遗传物质。结果显示：第一组实验检测到放射性物质主要分布在沉淀物中，第二组实验检测到放射性物质主要分布在上清液中。该团队选择的第一、二组实验分别是（ ）

是（ ）	T ₂ 噬菌体	大肠杆菌
①	未标记	¹⁵ N 标记
②	³² P 标记	³⁵ S 标记
③	³ H 标记	未标记
④	³⁵ S 标记	未标记

A . ①和④

B . ②和③

C . ②和④

D .

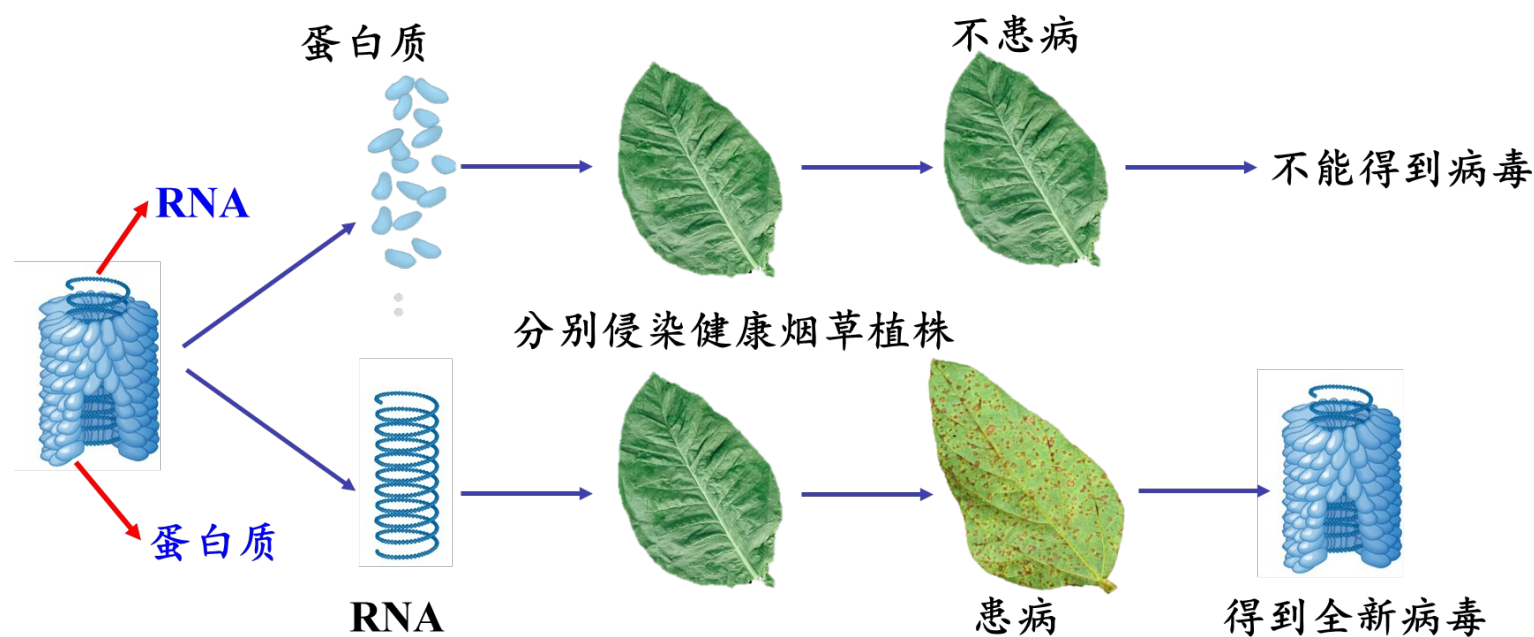
DNA 是主要的遗传物质



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

（五）烟草花叶病毒感染烟草实验

烟草花叶病毒（TMV）的基本成分都是蛋白质和 RNA，体内无 DNA。请设计实验探究烟草花叶病毒的遗传物质。



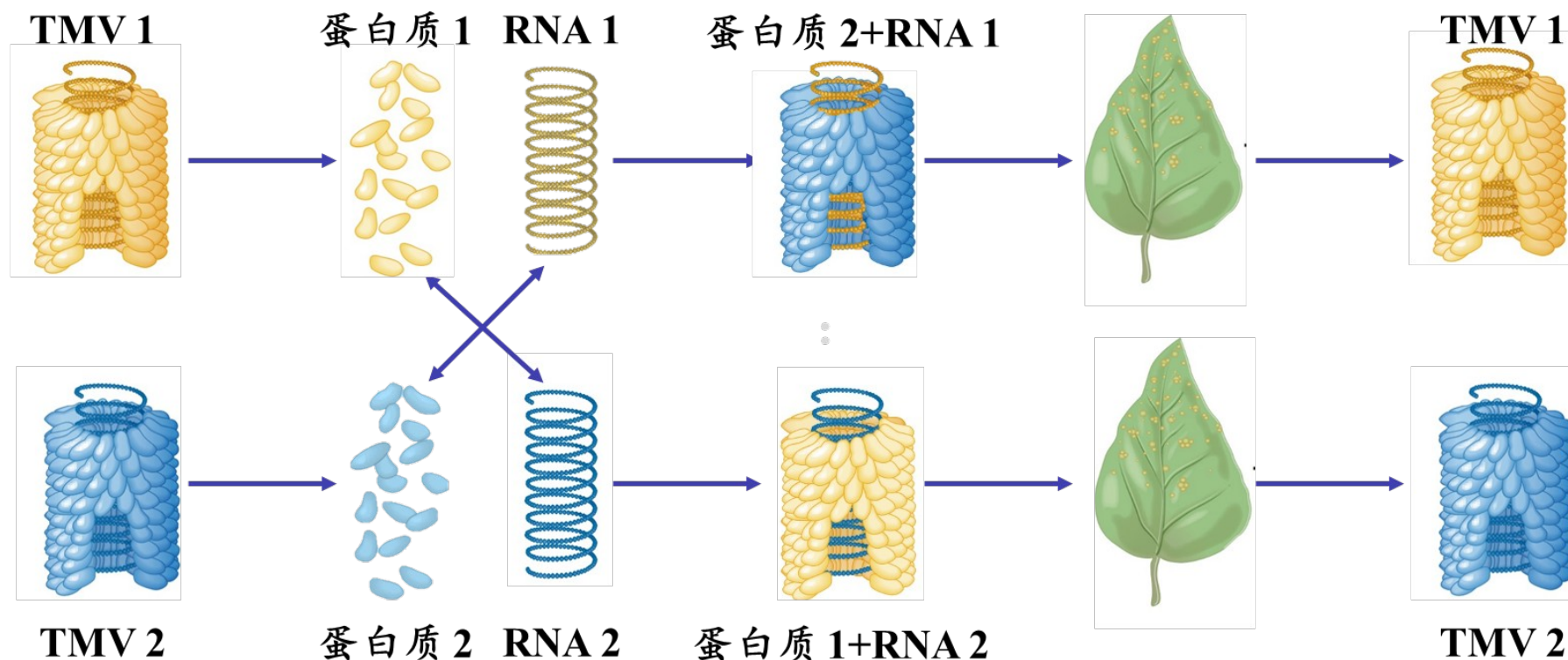
结论：**RNA** 是烟草花叶病毒的遗传物质

DNA 是主要的遗传物质



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

（五）烟草花叶病毒感染烟草实验



烟草花叶病毒实验拓展 -- 重建实验

结论：烟草花叶病毒的遗传物质是 RNA

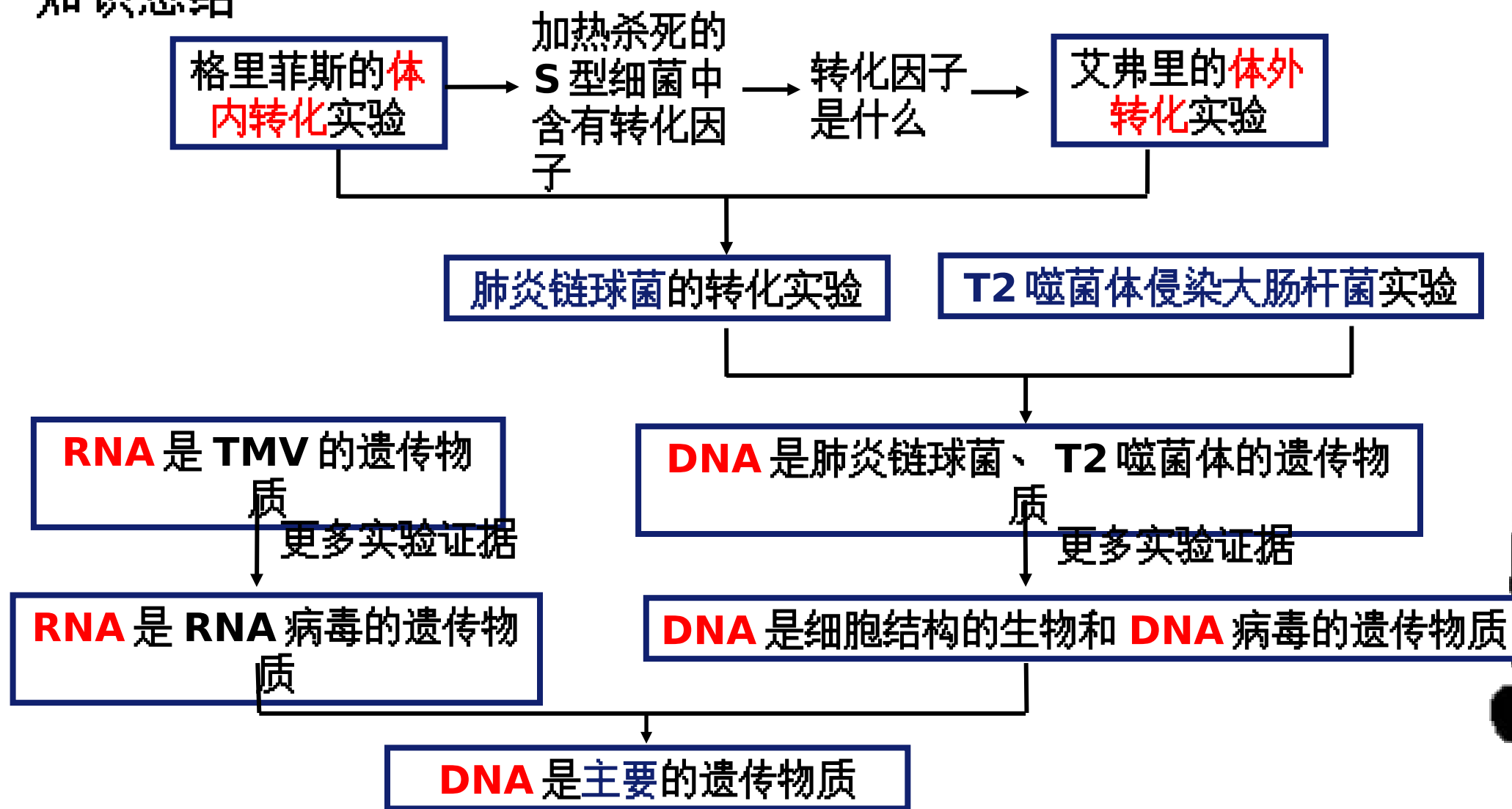
黑
白

DNA 是主要的遗传物质



黄埔教研
HUANGPU JIAOYAN

知识总结





黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

