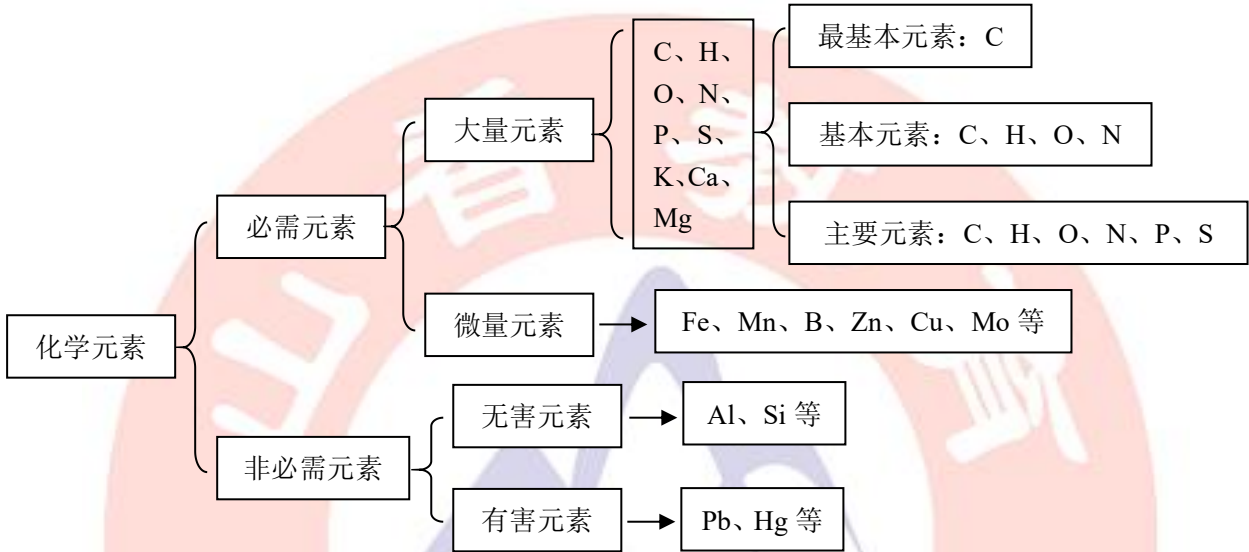


高中生物知识点汇总

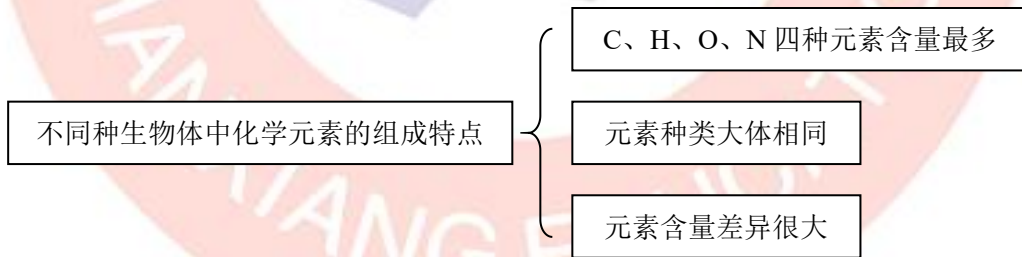
第一单元 生命的物质基础和结构基础

(细胞中的化合物、细胞的结构和功能、细胞增殖、分化、癌变和衰老、生物膜系统和细胞工程)

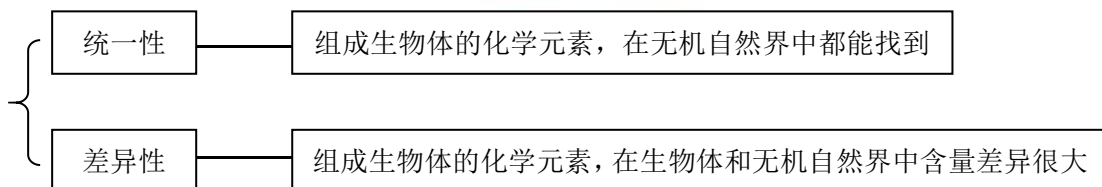
1.1 化学元素与生物体的关系



1.2 生物体中化学元素的组成特点



1.3 生物界与非生物界的统一性和差异性



1.4 细胞中的化合物一览表

化合物	分类	元素组成	主要生理功能
水			①组成细胞 ②维持细胞形态 ③运输物质 ④提供反应场所 ⑤参与化学反应 ⑥维持生物大分子功能 ⑦调节渗透压
无机盐			①构成化合物 (Fe、Mg) ②组成细胞 (如骨细胞) ③参与化学反应 ④维持细胞和内环境的渗透压)
糖类	单糖 二糖 多糖	C、H、O	①供能 (淀粉、糖元、葡萄糖等) ②组成核酸 (核糖、脱氧核糖) ③细胞识别 (糖蛋白) ④组成细胞壁 (纤维素)
脂质	脂肪 磷脂 (类脂) 固醇	C、H、O C、H、O、N、P C、H、O	①供能 (贮备能源) ②组成生物膜 ③调节生殖和代谢 (性激素、Vit.D) ④保护和保温
蛋白质	单纯蛋白 (如胰岛素) 结合蛋白 (如糖蛋白)	C、H、O、N、S (Fe、Cu、P、Mo……)	①组成细胞和生物体 ②调节代谢 (激素) ③催化化学反应 (酶) ④运输、免疫、识别等
核酸	DNA RNA	C、H、O、N、P	①贮存和传递遗传信息 ②控制生物性状 ③催化化学反应 (RNA 类酶)

1.5 蛋白质的相关计算

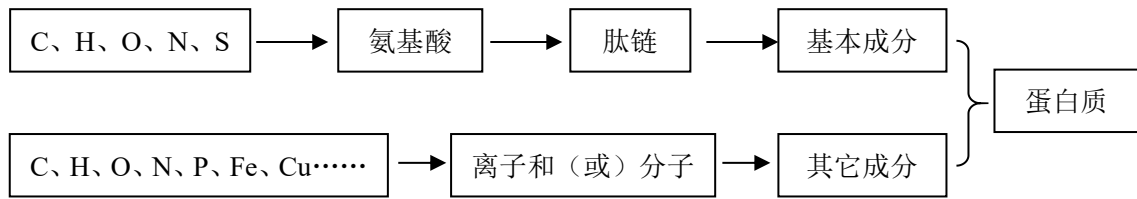
设 构成蛋白质的氨基酸个数 m ,
 构成蛋白质的肽链条数为 n ,
 构成蛋白质的氨基酸的平均相对分子质量为 a ,
 蛋白质中的肽键个数为 x ,
 蛋白质的相对分子质量为 y ,
 控制蛋白质的基因的最少碱基对数为 r ,

则 肽键数=脱去的水分子数, 为 $x = m - n$ ①

蛋白质的相对分子质量 $y = ma - 18x$ ②

或者 $y = \frac{r}{3}a - 18x$ ③

1.6 蛋白质的组成层次



1.7 核酸的基本组成单位

名称		基本组成单位			
核酸		核苷酸 (8种)	一分子磷酸 (H ₃ PO ₄)		
			一分子五碳糖 (核糖或脱氧核糖)	核苷	
			一分子含氮碱基 (5种: A、G、C、T、U)		
DNA	脱氧核苷酸 (4种)		一分子磷酸	○	脱氧核苷
			一分子脱氧核糖		
			一分子含氮碱基 (A、G、C、T)		
	核糖核苷酸 (4种)		一分子磷酸	○	核糖核苷
			一分子核糖		
			一分子含氮碱基 (A、G、C、U)		

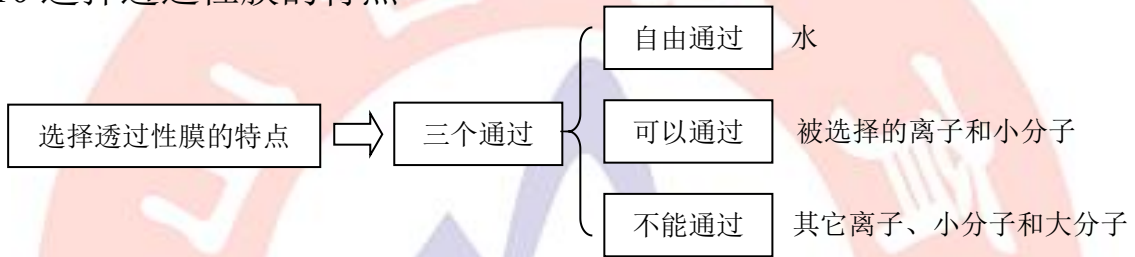
1.8 生物大分子的组成特点及多样性的原因

名称	基本单位	化学通式	聚合方式	多样性的原因
多糖	葡萄糖	C ₆ H ₁₂ O ₆	脱水缩合	①葡萄糖数目不同 ②糖链的分支不同 ③化学键的不同
蛋白质	氨基酸	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \\ \text{NH}_2 - \text{C} - \text{COOH} \\ \\ \text{H} \end{array}$		①氨基酸数目不同 ②氨基酸种类不同 ③氨基酸排列次序不同 ④肽链的空间结构
核酸 (DNA 和 RNA)	核苷酸			①核苷酸数目不同 ②核苷酸排列次序不同 ③核苷酸种类不同

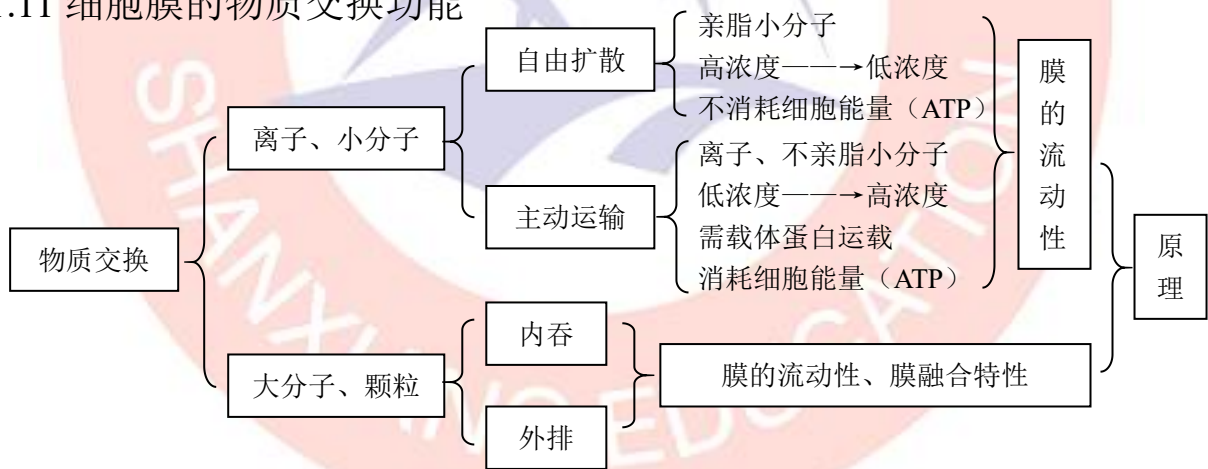
1.9 生物组织中还原性糖、脂肪、蛋白质和 DNA 的鉴定

物质	试剂	操作要点	颜色反应
还原性糖	斐林试剂（甲液和乙液）	临时混合 加热	砖红色
脂肪	苏丹III（苏丹IV）	切片 高倍镜观察	桔黄色（红色）
蛋白质	双缩脲试剂（A 液和 B 液）	先加试剂 A 再滴加试剂 B	紫色
DNA	二苯胺	加 0.015mol/LNaCl 溶液 5ml 沸水加热 5min	蓝色

1.10 选择透过性膜的特点



1.11 细胞膜的物质交换功能



1.12 线粒体和叶绿体共同点

- 1、具有双层膜结构
- 2、进行能量转换
- 3、含遗传物质——DNA
- 4、能独立地控制性状
- 5、决定细胞质遗传
- 6、内含核糖体
- 7、有相对独立的转录翻译系统
- 8、能自我分裂增殖

1.13 真核生物细胞器的比较

名称	化学组成	存在位置	膜结构	主要功能	
线粒体	蛋白质、呼吸酶、RNA、脂质、DNA	动植物细胞	双层膜	能量代谢	有氧呼吸的主要场所
叶绿体	蛋白质、光合酶、RNA、脂质、DNA、色素	植物叶肉细胞			光合作用
内质网	蛋白质、酶、脂质	动植物细胞中广泛存在	单层膜	与蛋白质、脂质、糖类的加工、运输有关	
高尔基体	蛋白质、脂质			蛋白质的运输、加工、细胞分泌、细胞壁形成	
溶酶体	蛋白质、脂质、酶			细胞内消化	
核糖体	蛋白质、RNA、酶			合成蛋白质	
中心体	蛋白质	动物细胞 低等植物细胞	无膜	与有丝分裂有关	

1.14 细胞有丝分裂中核内 DNA、染色体和染色单体变化规律

	间期	前期	中期	后期	末期
DNA 含量	2a→4a	4a	4a	4a	2a
染色体数目 (个)	2N	2N	2N	4N	2N
染色体单数 (个)	0	4N	4N	0	0
染色体组数 (个)	2	2	2	4	2
同源染色数 (对)	N	N	N	2N	N

注：设间期染色体数目为 2N 个，未复制时 DNA 含量为 2a。

1.15 理化因素对细胞周期的影响

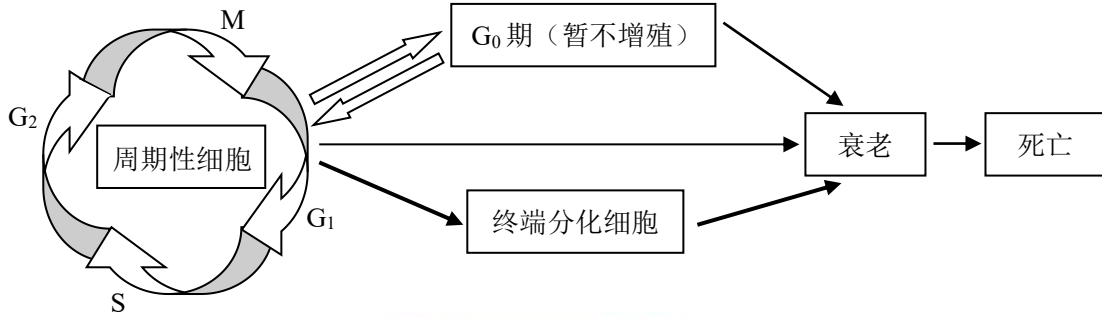
理化因素	间期	前期	中期	后期	末期	机理	应用
过量脱氧胸苷	+					抑制 DNA 复制	治疗癌症
秋水仙素		+				抑制纺锤体形成	获得多倍体
低温 (2—4℃)	+	+	+	+	+	影响酶活和供能	低温贮藏

注：+ 表示有影响

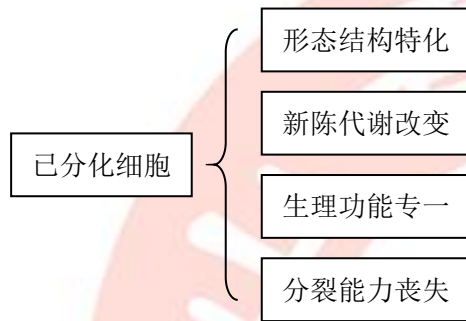
1.16 细胞分裂异常（或特殊形式分裂）的类型及结果

类型	分裂方式	结果	事例
细胞质不分裂	有丝分裂	双（多）核细胞	多核胚囊
个别染色体不分离	有丝分裂、减数分裂	单体、多体	21 三体、唐氏综合征
全部染色体不分离	有丝分裂、减数分裂	多倍体	四倍体植物
染色体多次复制，但不分离	有丝分裂	多线巨大染色体	果蝇唾腺染色体
两个以上中心体	有丝分裂	多极核	

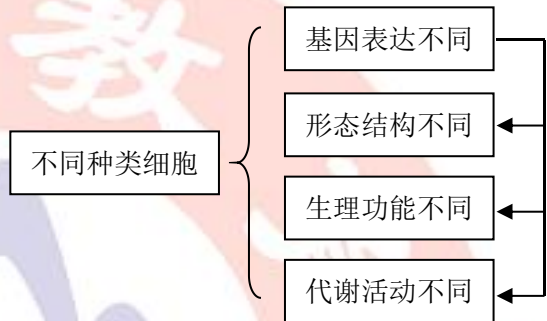
1.17 细胞分裂与分化的关系



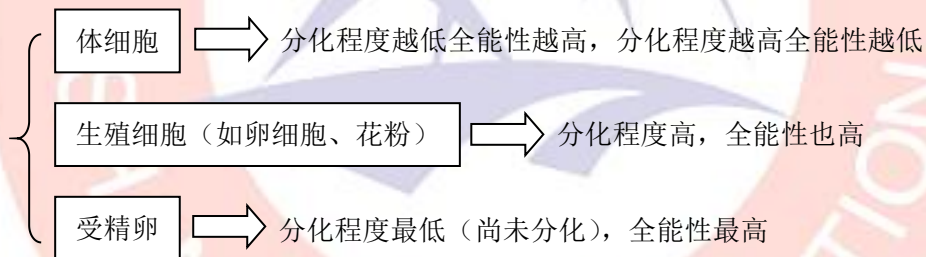
1.18 已分化细胞的特点



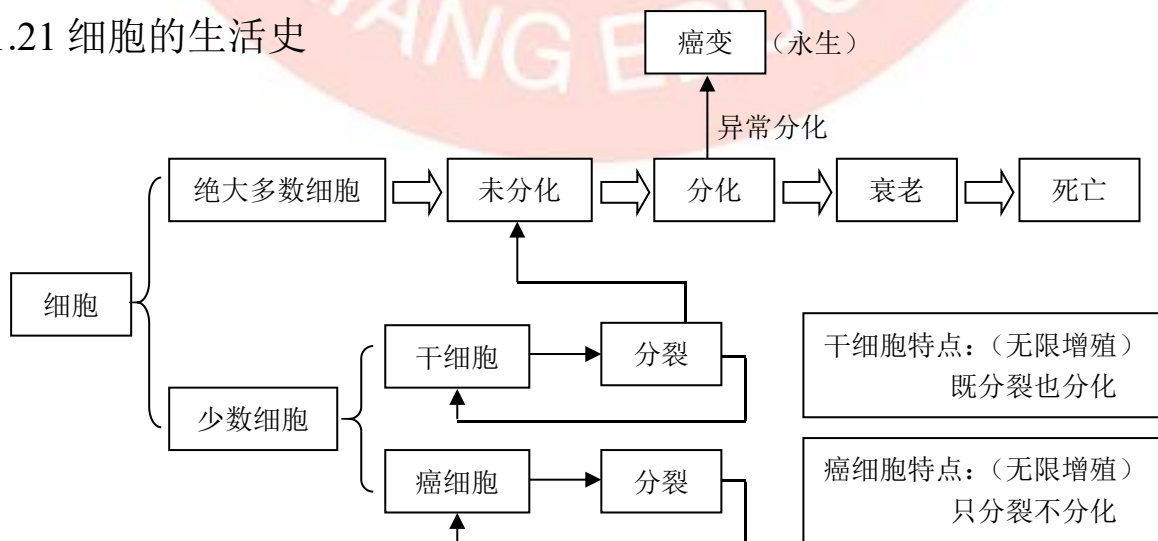
1.19 分化后形成的不同种类细胞的特点



1.20 分化与细胞全能性的关系



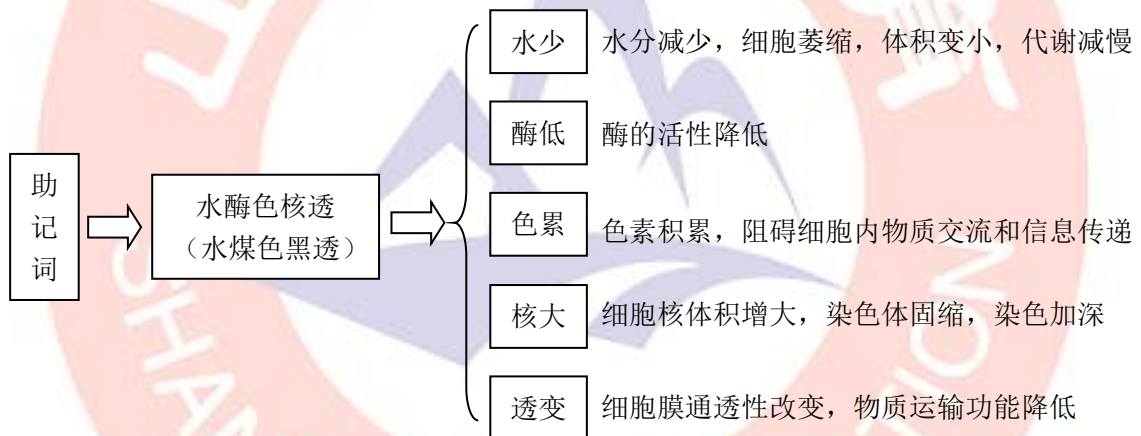
1.21 细胞的生活史



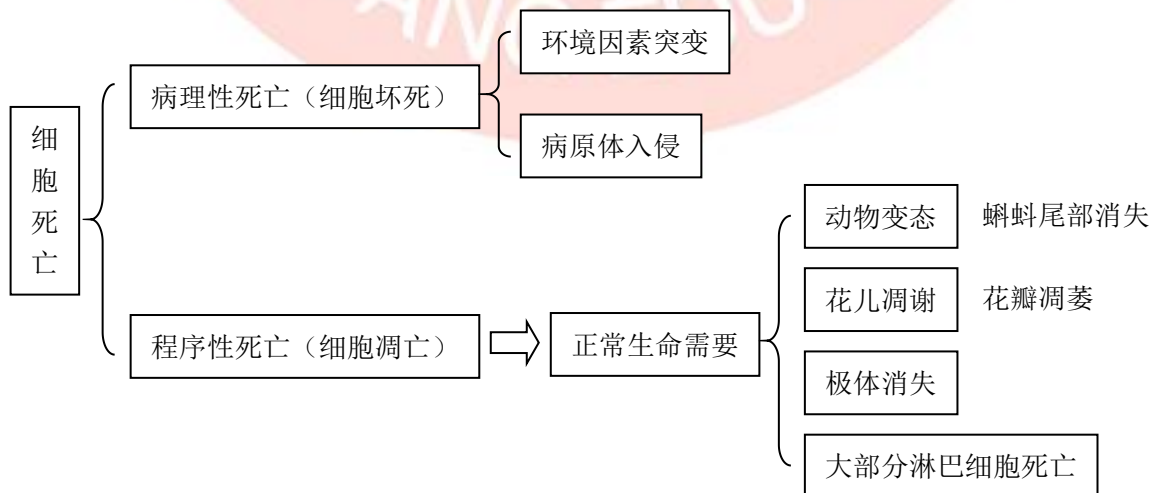
1.22 癌细胞的特点



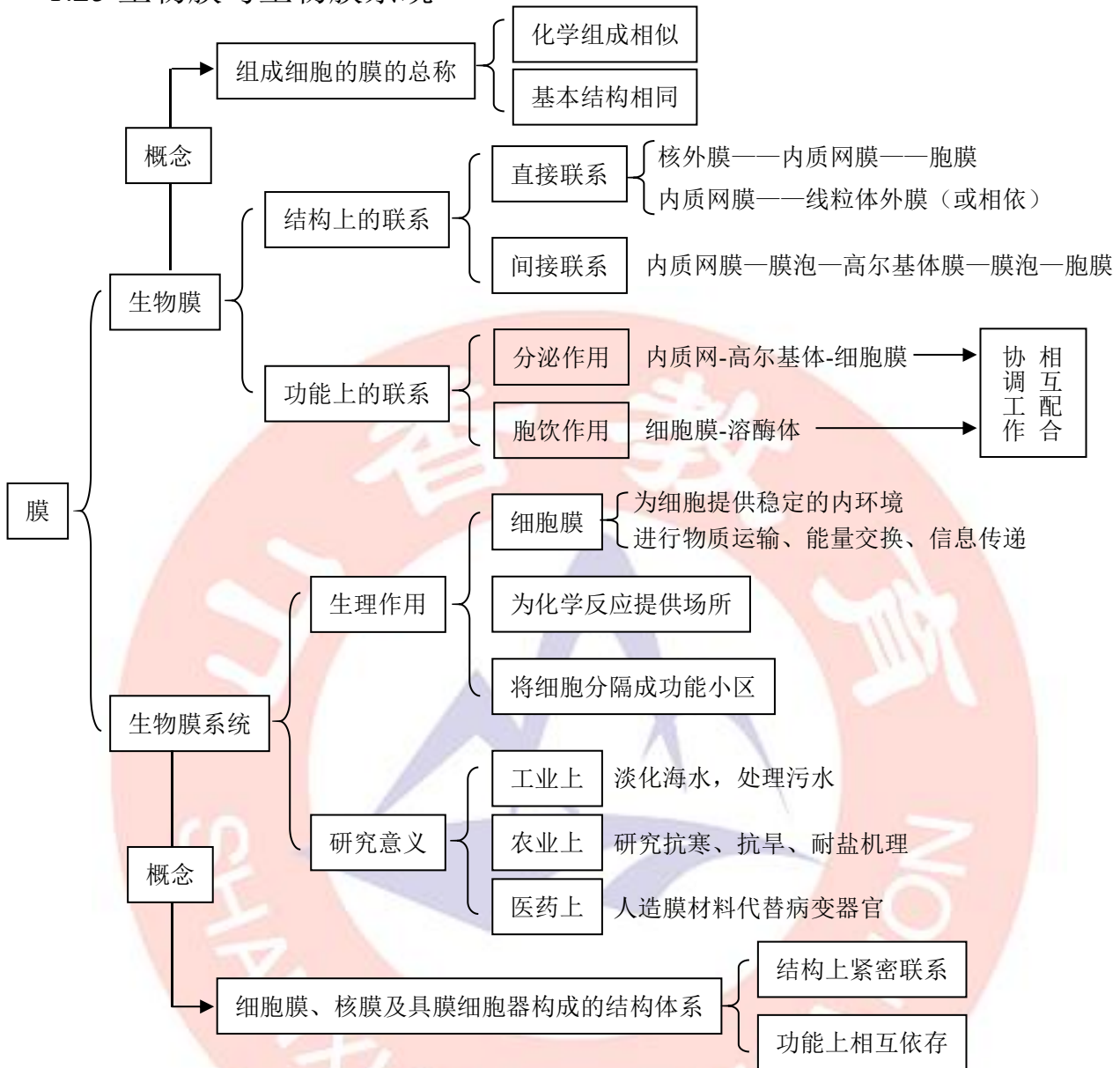
1.23 衰老细胞的特点



1.24 细胞的死亡



1.25 生物膜与生物膜系统



你知道吗

细胞分裂产生**新细胞**

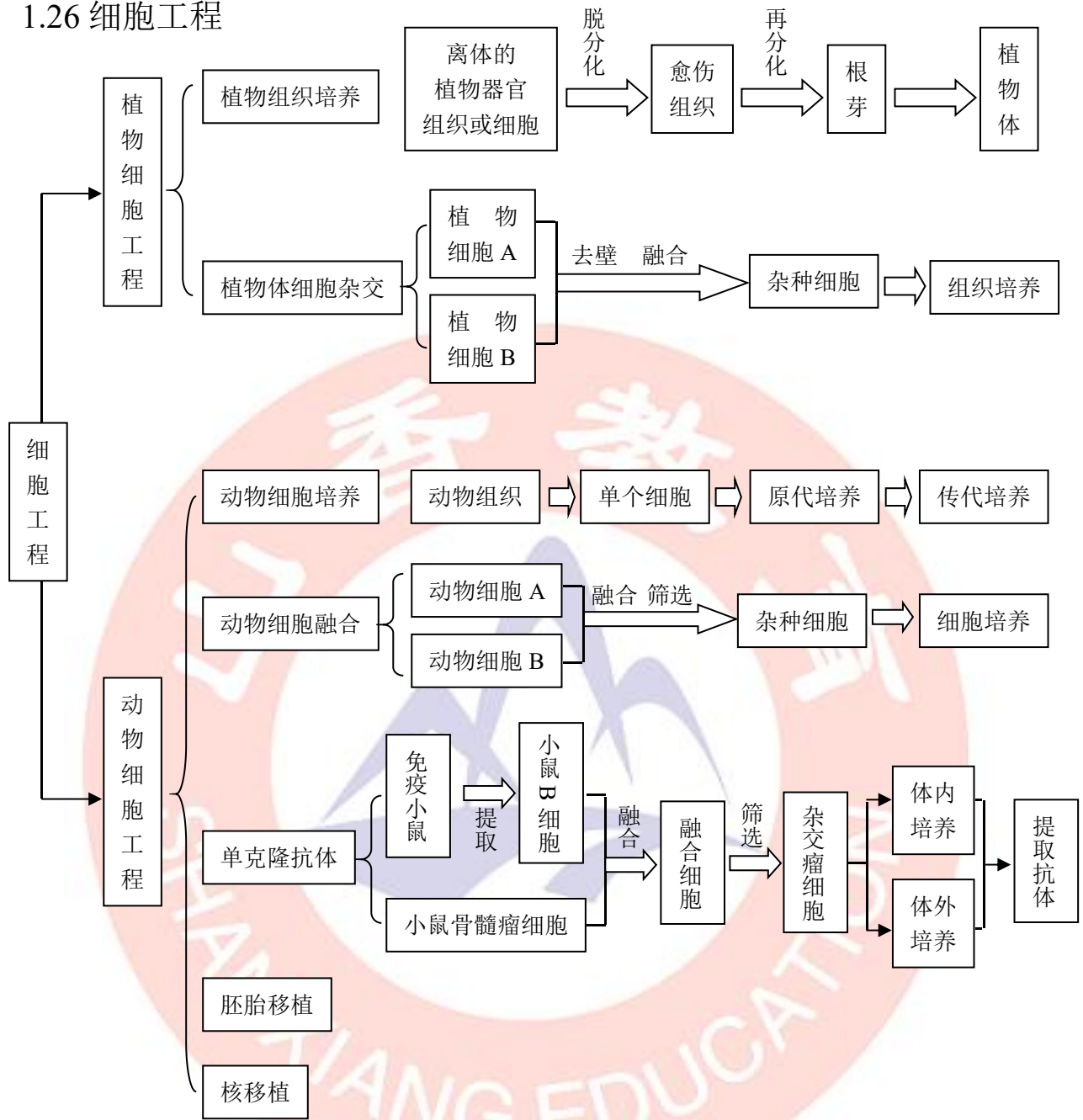
细胞分化产生**新细胞类型**

基因突变产生**新基因**

基因重组产生**新基因型**

生殖隔离产生**新物种**

1.26 细胞工程



你知道吗

动物细胞培养代数与取材有关

细胞来源	可传代数
人胎儿细胞	50代
成人细胞	20代
小鼠	14—28代
乌龟	90—125代

1.27 植物组织培养与动物细胞培养的比较

比较项目	植物组织培养	动物细胞培养
生物学原理	细胞全能性	细胞分裂
培养基性质	固体	液体
培养基成分	蔗糖、氨基酸、维生素、水、矿物质、生长素、细胞分裂素、琼脂	葡萄糖、氨基酸、无机盐、维生素、水、动物血清
取材	植物器官、组织或细胞	动物胚胎、幼龄动物器官或组织
培养对象	植物器官、组织或细胞	分散的单个细胞
过程	脱分化、再分化	原代培养、传代培养
细胞分裂生长分化特点	①分裂：形成愈伤组织 ②分化：形成根、芽	①只分裂不分化 ②贴壁生长 ③接触抑制
培养结果	新的植株或组织	细胞株或细胞系
应用	①快速繁殖 ②培育无病毒植株 ③提取植物提取物（药物、香料、色素等） ④人工种子 ⑤培养转基因植物	①生产蛋白质生物制品 ②皮肤细胞培养后移植 ③检测有毒物质 ④生理、病理、药理研究
培养条件	无菌、适宜的温度和 pH	

1.28 植物体细胞杂交与动物细胞融合的比较

比较项目	植物体细胞杂交	动物细胞融合
生物学原理	膜的流动性、膜融合特性	
前期处理	原生质体制备： 纤维素酶和果胶酶处理	细胞分散： 胰蛋白酶处理
方法和手段	①物理：离心、振动、电刺激 ②化学：聚乙二醇（PEG）	（同前） ③生物：灭活的病毒
应用	进行远缘杂交，创造植物新品种	①制备单克隆抗体 ②基因定位
下游技术(后续技术)	植物组织培养	动物细胞培养

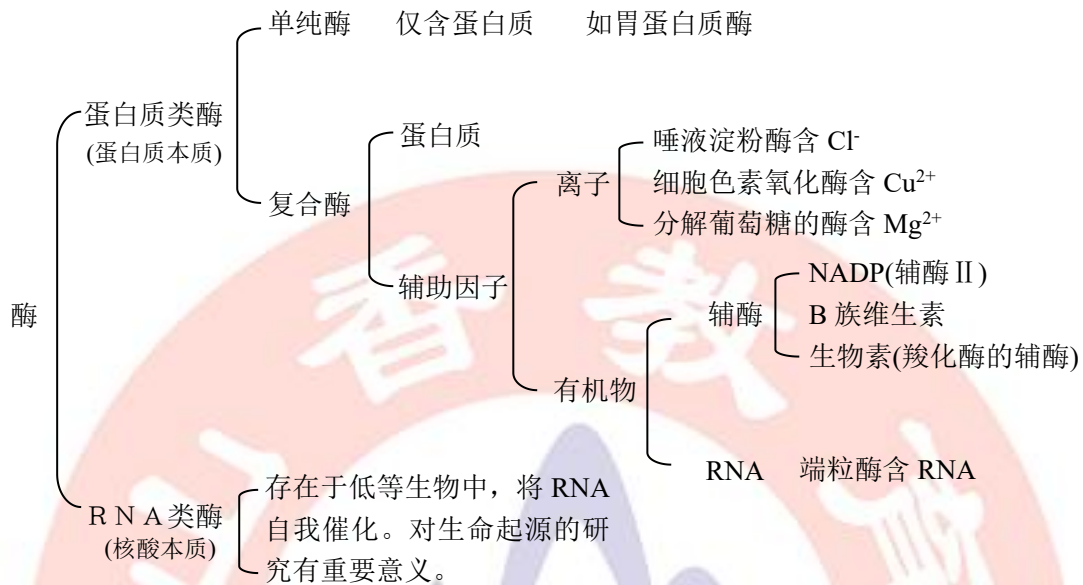
你知道吗

细胞——生物体结构和功能的基本单位
 葡萄糖——组成多糖的基本单位
 氨基酸——组成蛋白质的基本单位
 核苷酸——组成核酸的基本单位
 基因——控制生物性状的基本单位
 种群——生物生存和进化的基本单位

第二单元 生物的新陈代谢

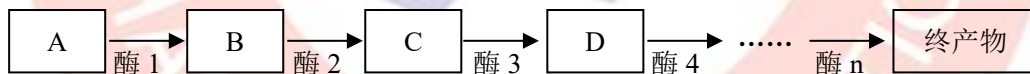
I 植物代谢部分：酶与 ATP、光合作用、水分代谢、矿质营养、生物固氮

2.1 酶的分类



2.2 酶促反应序列及其意义

酶促反应序列 生物体内的酶促反应可以顺序连接起来，即第一个反应的产物是第二个反应的底物，第二个反应的产物是第三个反应的底物，以此类推，所形成的反应链叫酶促反应序列。如

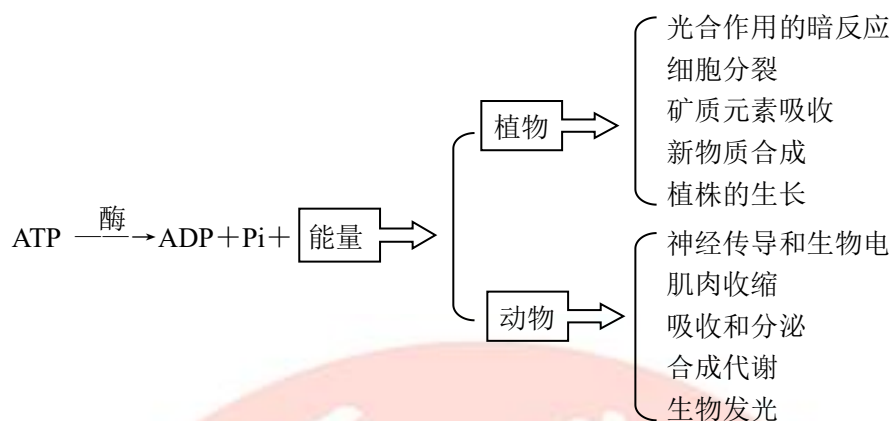


意义 各种反应序列形成细胞的代谢网络，使物质代谢和能量代谢沿着特定路线有序进行，确定了代谢的方向。

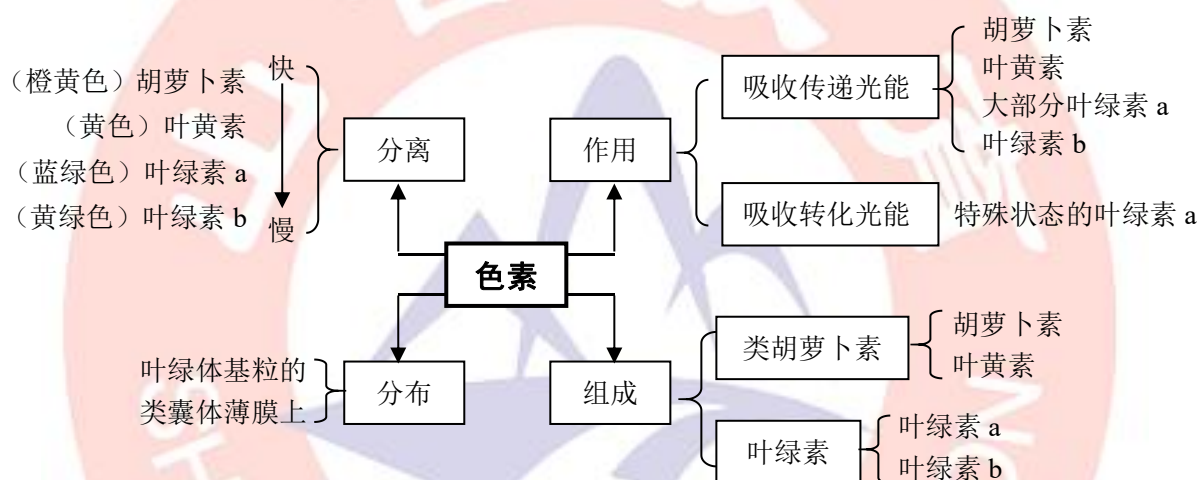
2.3 生物体内 ATP 的来源

ATP 来源	反应式
光合作用的光反应	$\text{ADP} + \text{Pi} + \text{能量} \xrightarrow{\text{酶}} \text{ATP}$
化能合成作用	
有氧呼吸	
无氧呼吸	
其它高能化合物转化 (如磷酸肌酸转化)	$\text{C} \sim \text{P} (\text{磷酸肌酸}) + \text{ADP} \xrightarrow{\text{酶}} \text{C} (\text{肌酸}) + \text{ATP}$

2.4 生物体内 ATP 的去向



2.5 光合作用的色素



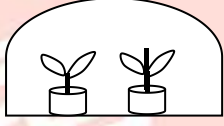
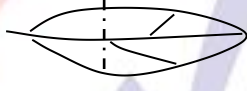
2.6 光合作用中光反应和暗反应的比较

比较项目	光反应	暗反应
反应场所	叶绿体基粒	叶绿体基质
能量变化	光能 \longrightarrow 电能 电能 \longrightarrow 活跃化学能	活跃化学能 \longrightarrow 稳定化学能
物质变化	$\text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{H}] + \text{O}_2$ $\text{NADP}^+ + \text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{NADPH}$ $\text{ATP} + \text{Pi} \longrightarrow \text{ATP}$	$\text{CO}_2 + \text{NADPH} + \text{ATP} \longrightarrow$ $(\text{CH}_2\text{O}) + \text{ADP} + \text{Pi} + \text{NADP}^+ + \text{H}_2\text{O}$
反应物	H_2O 、ADP、Pi、 NADP^+	CO_2 、ATP、NADPH
反应产物	O_2 、ATP、NADPH	(CH_2O) 、ADP、Pi、 NADP^+ 、 H_2O
反应条件	需光	不需光
反应性质	光化学反应 (快)	酶促反应 (慢)
反应时间	有光时 (自然状态下, 无光反应产物暗反应也不能进行)	

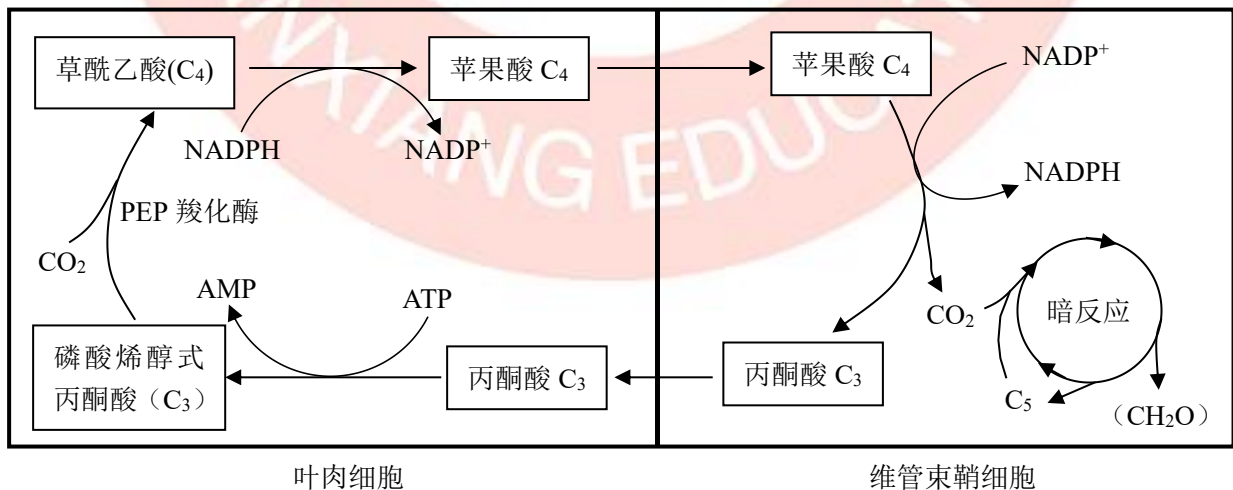
2.7 C3 植物和 C4 植物光合作用的比较

	C3 植物	C4 植物
光反应	叶肉细胞的叶绿体基粒	叶肉细胞的叶绿体基粒
暗反应	叶肉细胞的叶绿体基质	维管束鞘细胞的叶绿体基质
CO ₂ 固定	仅有 C ₃ 途径	C ₄ 途径→C ₃ 途径

2.8 C4 植物与 C3 植物的鉴别方法

方法	原理	条件和过程	现象和指标	结论
生理学方法	在强光照、干旱、高温、低 CO ₂ 时，C ₄ 植物能进行光合作用，C ₃ 植物不能。	 密闭、强光照、干旱、高温	生长状况： 正常生长 或 枯萎死亡	正常生长：C ₄ 植物 枯萎死亡：C ₃ 植物
形态学方法	维管束鞘的结构差异	过叶脉横切，装片 	① 是否有两圈花细胞围成环状结构 ② 鞘细胞是否含叶绿体	是：C ₄ 植物 否：C ₃ 植物
化学方法	① 合成淀粉的场所不同 ② 酒精溶解叶绿素 ③ 淀粉遇碘变蓝	叶片脱绿→加碘→过叶脉横切→制片→观察	出现蓝色： ① 蓝色出现在维管束鞘细胞 ② 蓝色出现在叶肉细胞	出现①现象时： C ₄ 植物 出现②现象时： C ₃ 植物

2.9 C4 植物中 C4 途径与 C3 途径的关系

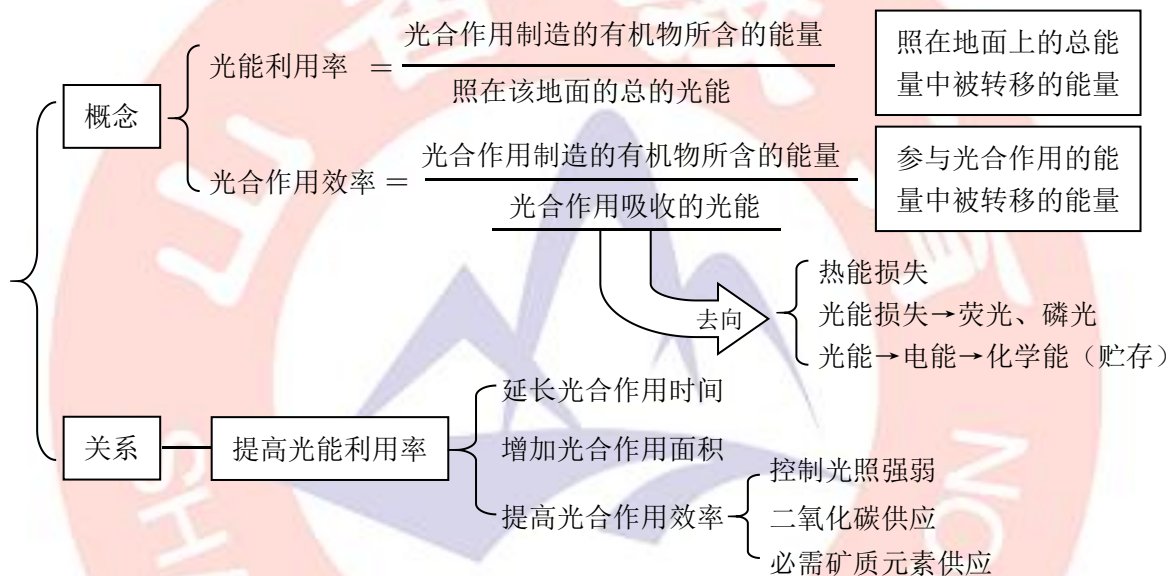


注：磷酸烯醇式丙酮酸英文缩写为 PEP。

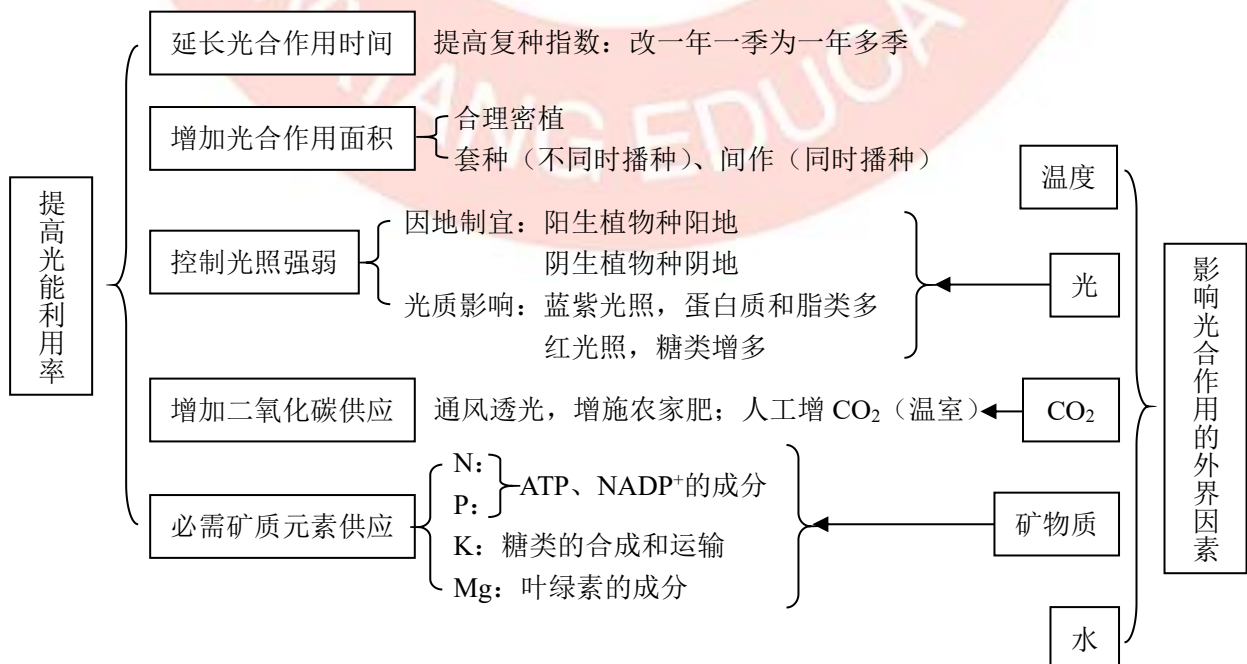
2.10 C4 植物比 C3 植物光合作用强的原因

	C3 植物	C4 植物
结构原因： 维管束鞘细胞的结构	以育不良，无花环型结构，无叶绿体。 光合作用在叶肉细胞进行，淀粉积累，影响光合效率。	发育良好，花环型，叶绿体大。 暗反应在此进行。有利于产物运输，光合效率高。
生理原因： PEP 羧化酶 磷酸核酮糖羧化酶	只有磷酸核酮糖羧化酶。 磷酸核酮糖羧化酶与 CO ₂ 亲和力弱，不能利用低 CO ₂ 。	两种酶均有。 PEP 羧化酶与 CO ₂ 亲和力大，利用低 CO ₂ 能力强。

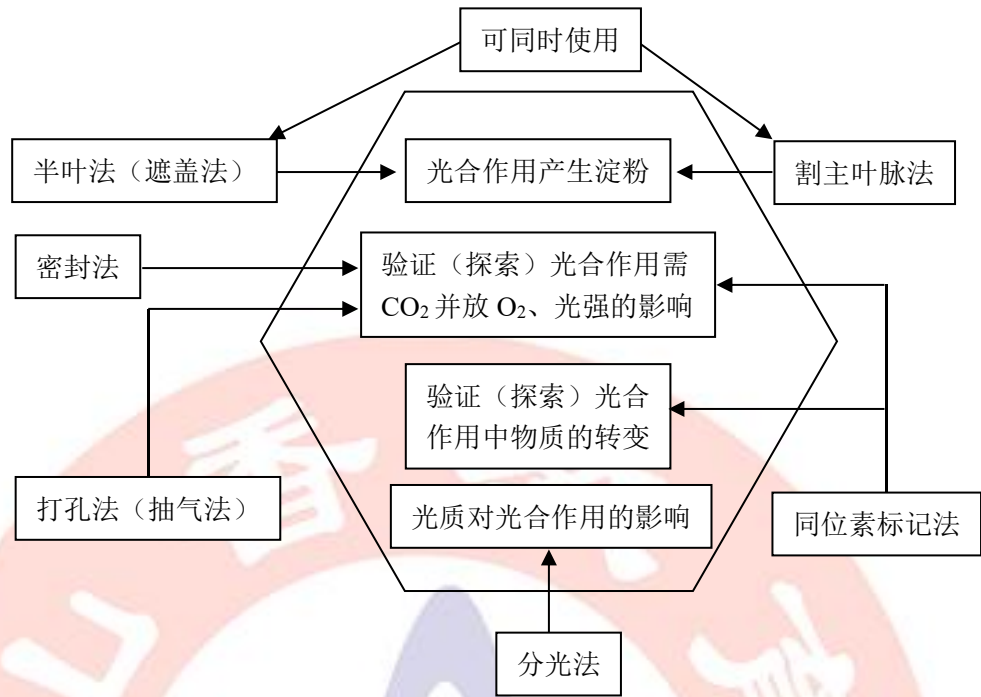
2.11 光能利用率与光合作用效率的关系



2.12 影响光合作用的外界因素与提高光能利用率的关系



2.13 光合作用实验的常用方法

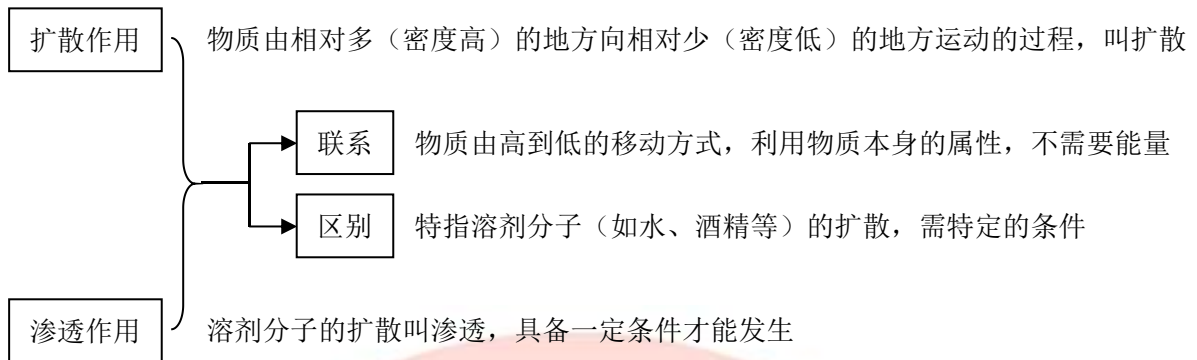


2.14 植物对水分的吸收和利用

2.14.1 植物对水分的吸收



2.14.2 扩散作用与渗透作用的联系与区别



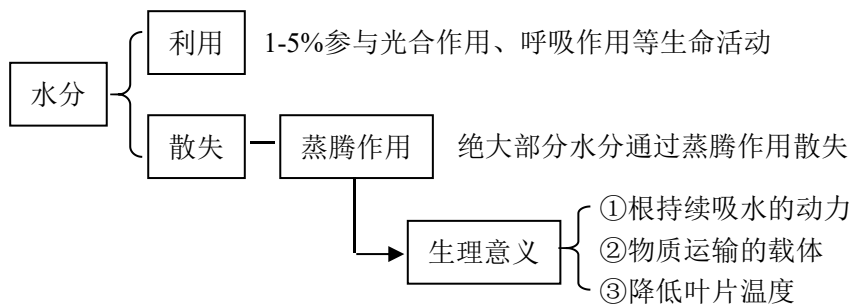
2.14.3 半透膜与选择透过性膜的区别与联系

	半透膜	选择透过性膜
概念	小分子、离子能透过，大分子不能透过	水自由通过，被选择的离子和其它小分子可以通过，大分子和颗粒不能通过
性质	半透性（存在微孔，取决于孔的大小）	选择透过性（生物分子组成，取决于脂质、蛋白质和 ATP）
状态	活或死	活
材料	合成材料或生物材料	生物膜（磷脂和蛋白质构成的膜）
物质运动方向	不由膜决定，取决于物质密度	水和亲脂小分子：不由膜决定，取决于物质密度 离子和其它小分子：膜上载体（蛋白质）决定
功能	渗透作用	渗透作用和其它更多的生命活动功能
共同点	水自由通过，大分子和颗粒都不能通过	

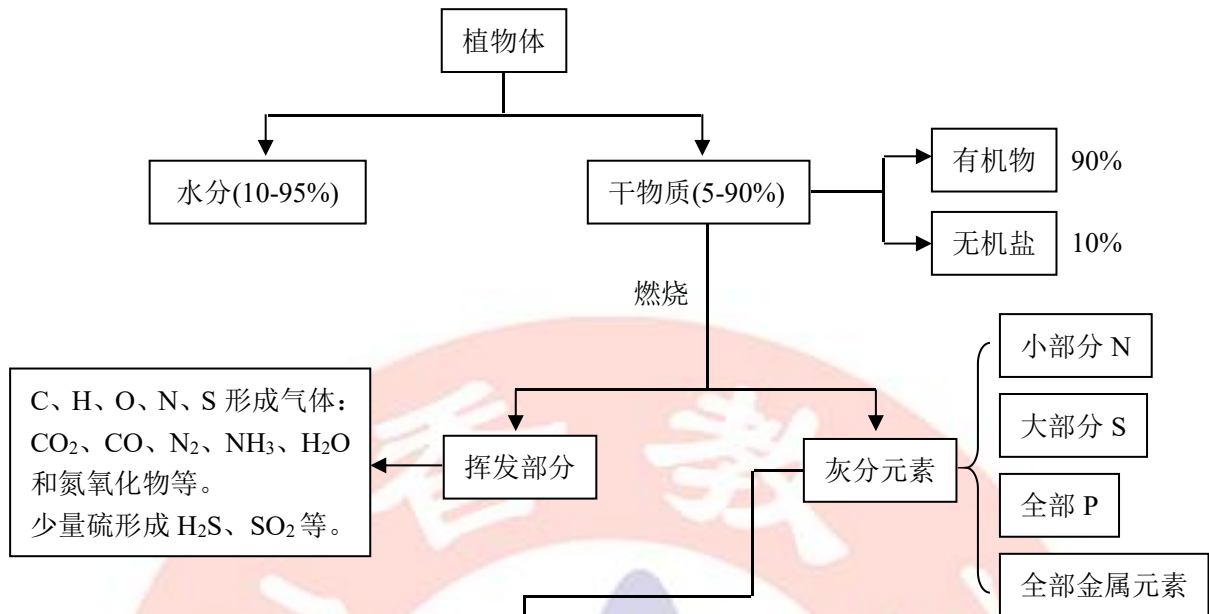
2.14.4 植物体内水分的运输



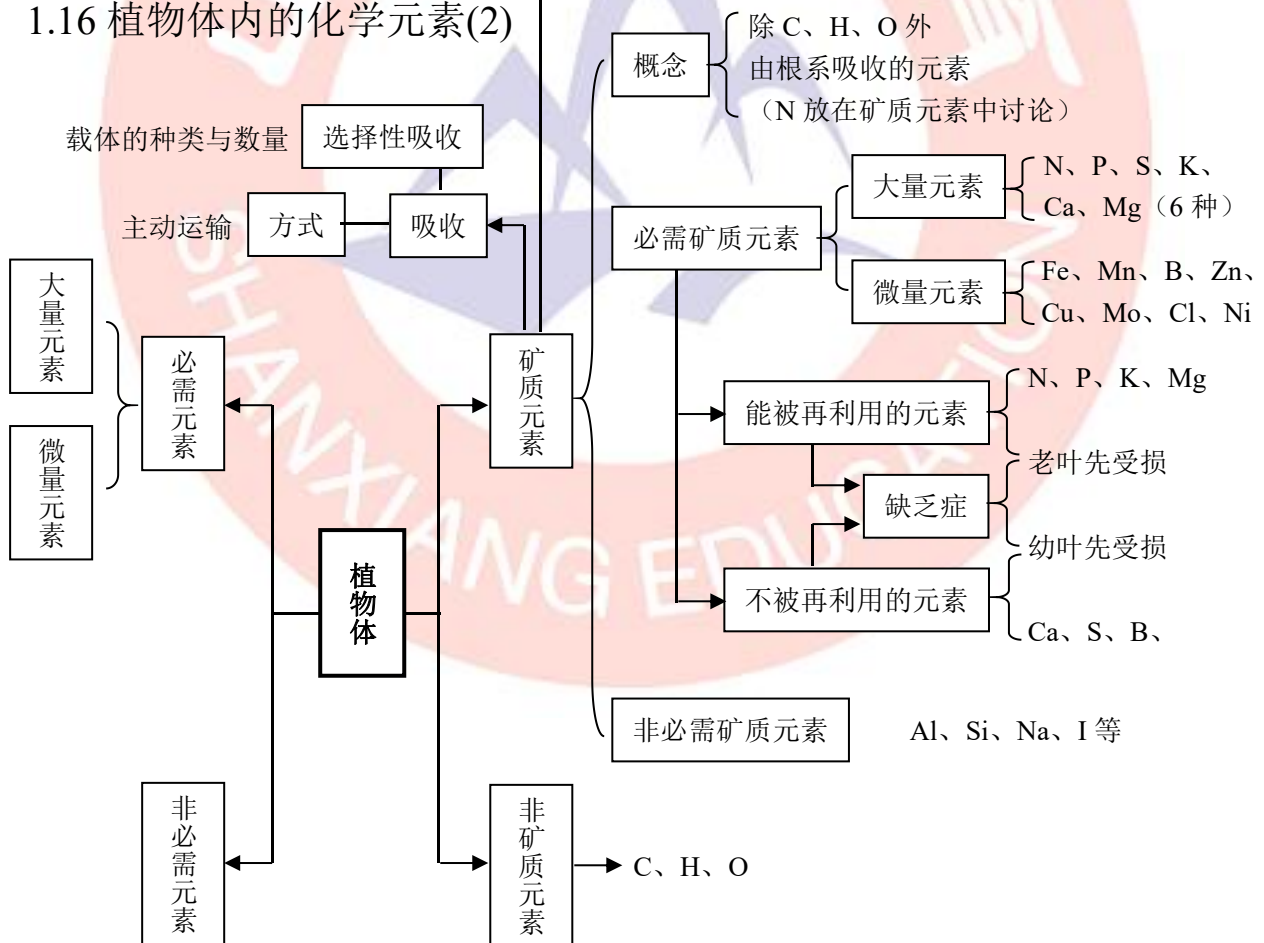
2.14.5 植物体内水分的利用和散失



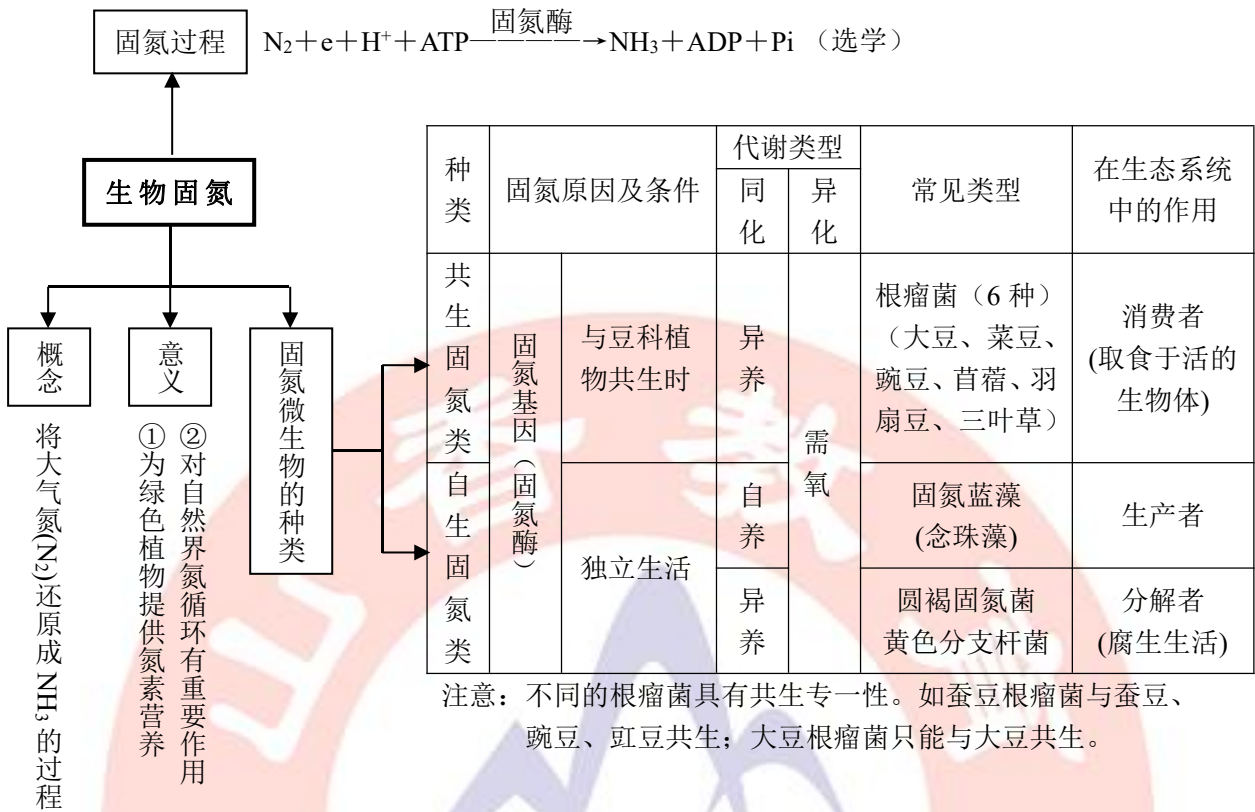
2.15 植物体内的化学元素(1)



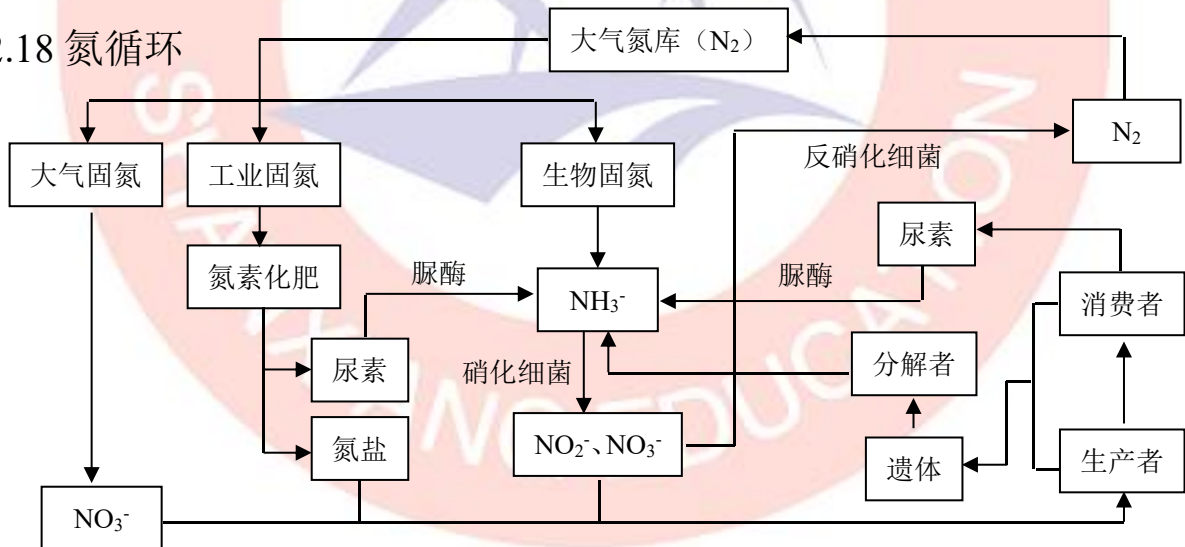
1.16 植物体内的化学元素(2)



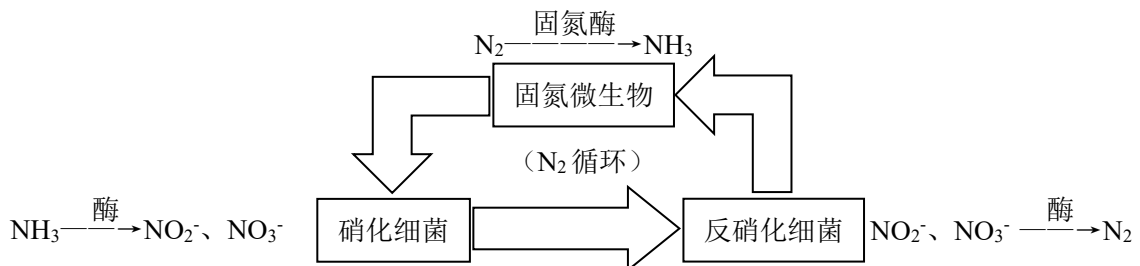
2.17 生物固氮



2.18 氮循环

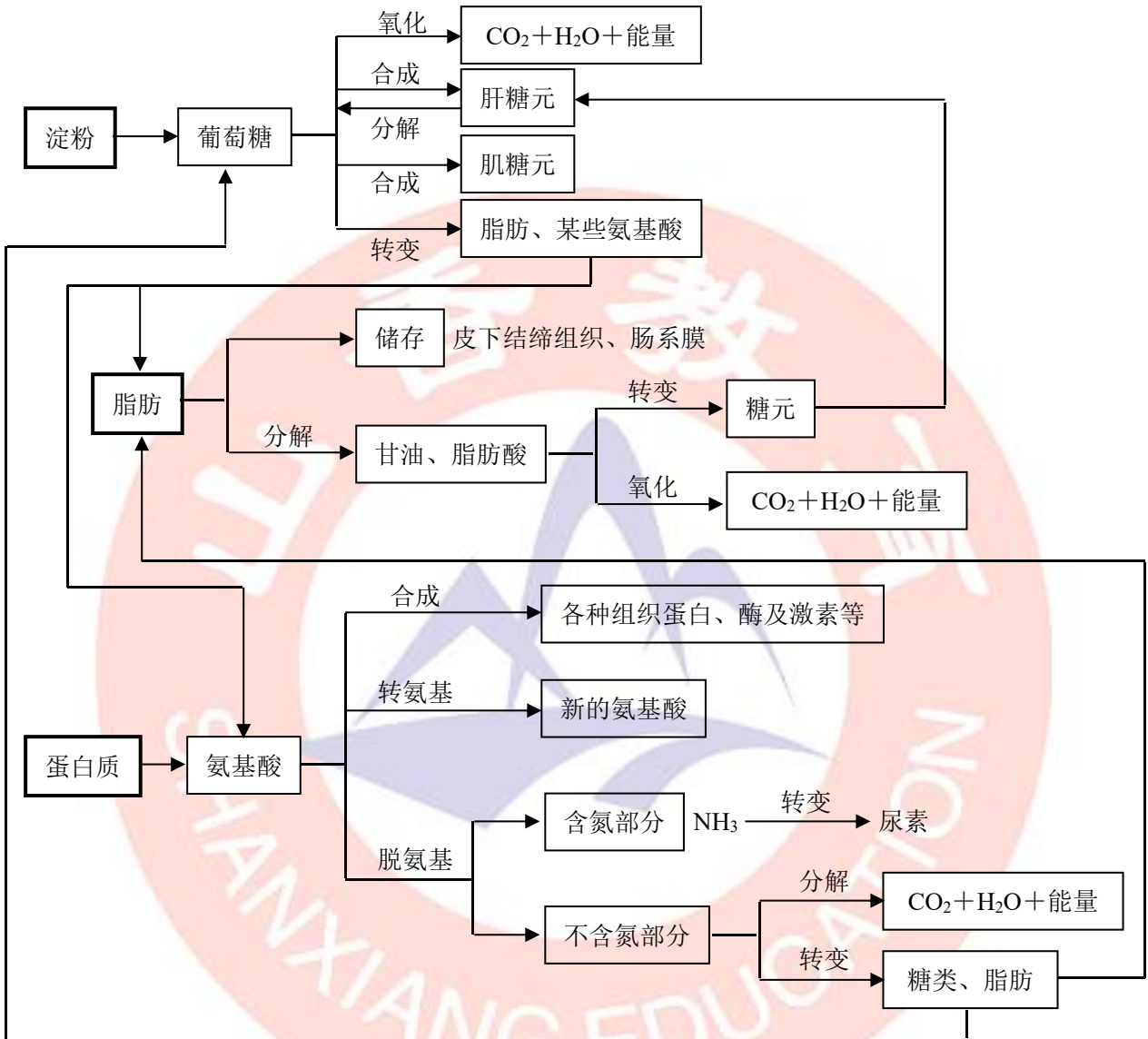


2.19 三类微生物在自然界氮循环中的作用

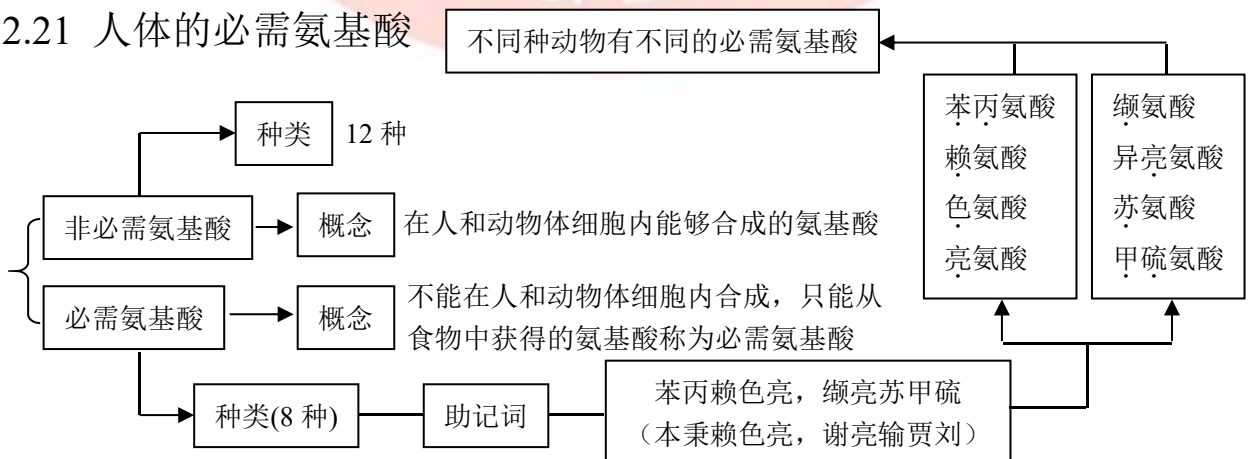


II 动物与微生物代谢部分：三大类营养代谢、细胞呼吸、代谢基本类型、微生物类群、微生物的营养代谢与生长、发酵工程简介

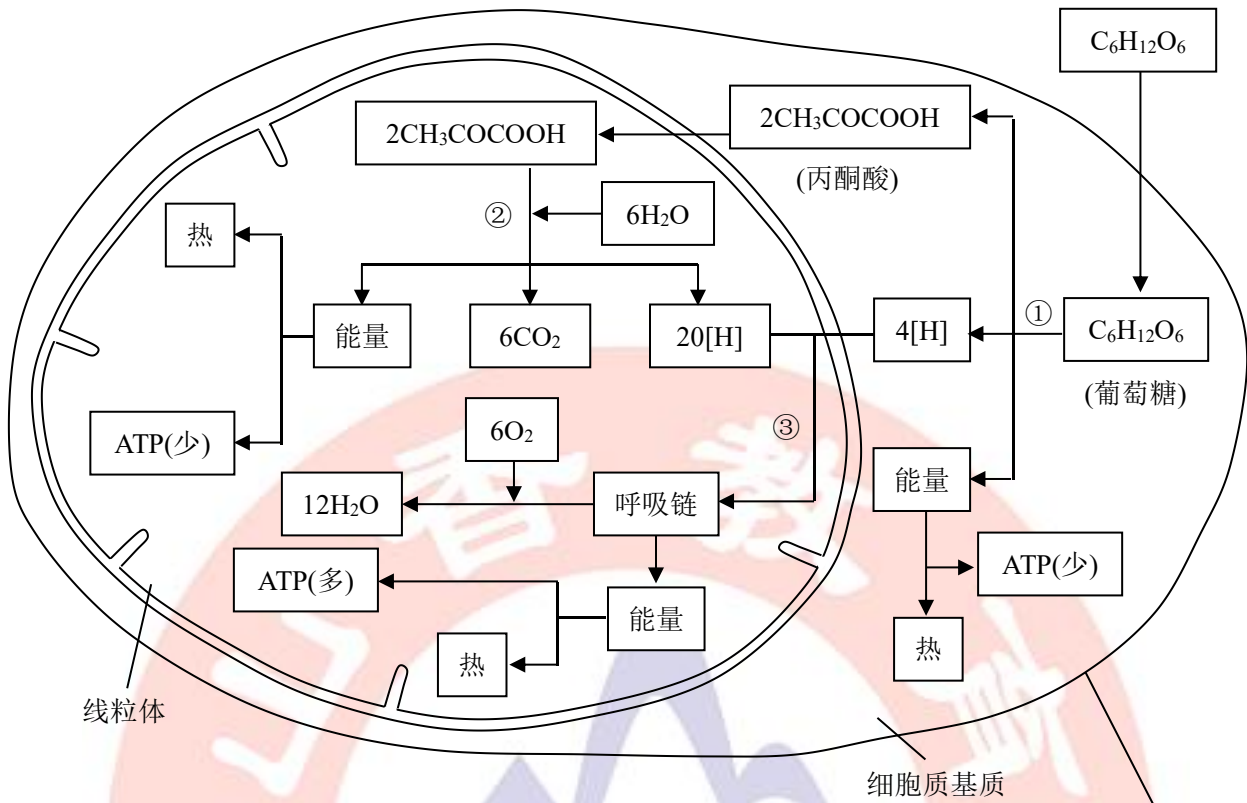
2.20 人和动物体内三大营养物质的代谢



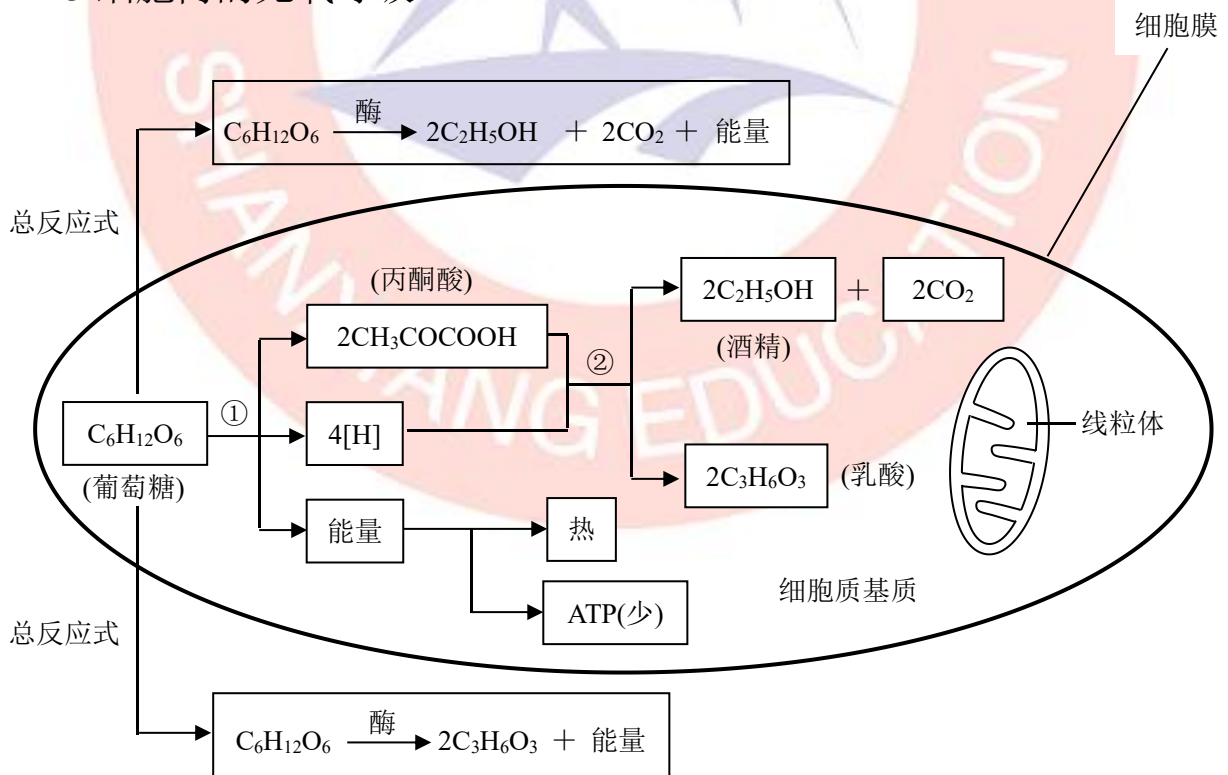
2.21 人体的必需氨基酸



2.22 细胞的有氧呼吸



2.23 细胞内的无氧呼吸



2.24 有氧呼吸与无氧呼吸的比较

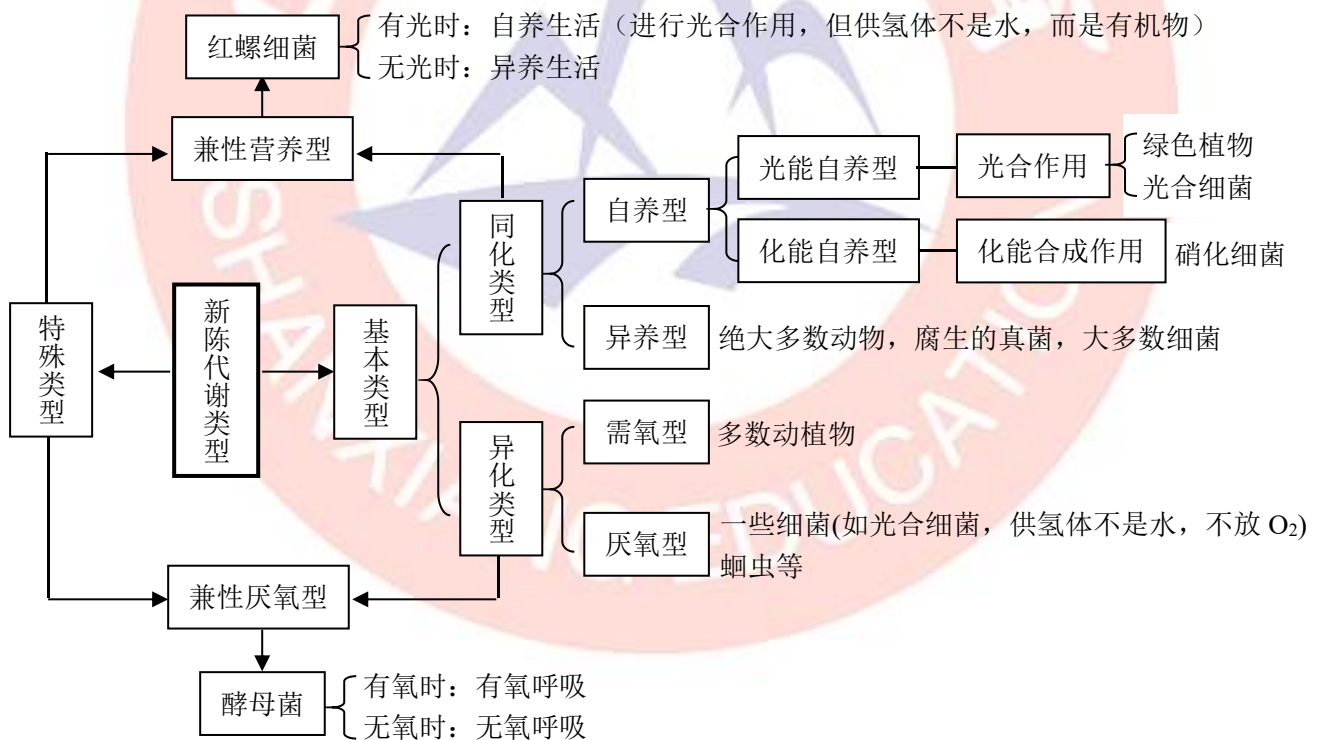
比较项目	有氧呼吸	无氧呼吸
反应场所	真核细胞：细胞质基质，主要在线粒体 原核细胞：细胞基质（含有氧呼吸酶系）	细胞质基质
反应条件	需氧	不需氧
反应产物	终产物（CO ₂ 、H ₂ O）、能量	中间产物（酒精、乳酸、甲烷等）、能量
产能多少	多，生成大量 ATP	少，生成少量 ATP
共同点	氧化分解有机物，释放能量	

2.25 呼吸作用产生的能量的利用情况

呼吸类型	被分解的有机物	储存的能量	释放的能量	可利用的能量	能量利用率
有氧呼吸	1mol 葡萄糖	2870kJ	2870kJ	1165 kJ	40.59%
无氧呼吸		2870 kJ	196.65 kJ	61.08 kJ	2.13%

注：无氧呼吸释放的能量值为分解为乳酸时的值。不同的无氧呼吸类型释放的能量可能稍有不同。

2.26 新陈代谢的类型

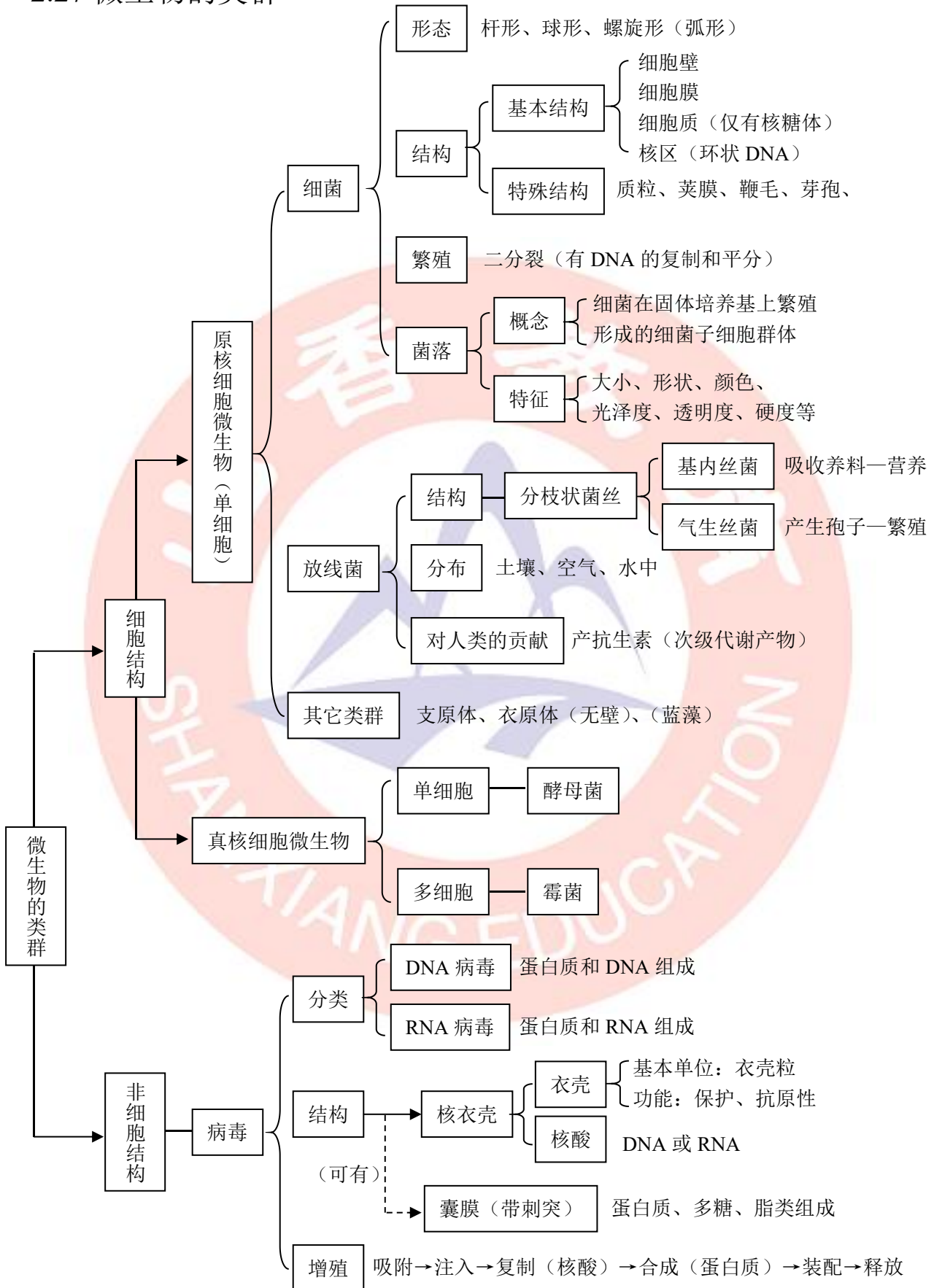


你知道吗

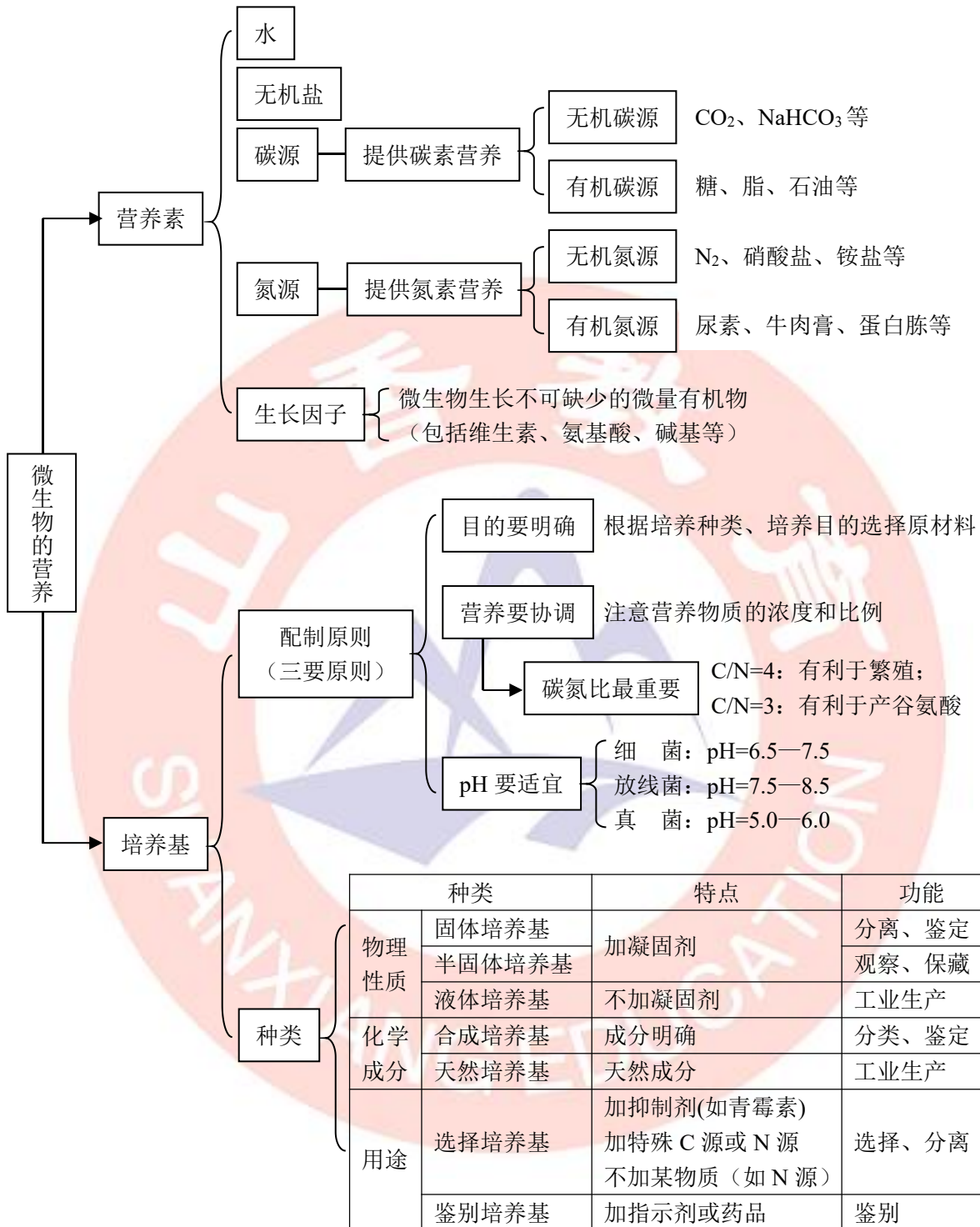
科学发现：

人们对消化过程的研究发现了酶
人们对向光性的研究发现了生长素
人们对溶菌现象的研究发现了青霉素

2.27 微生物的类群



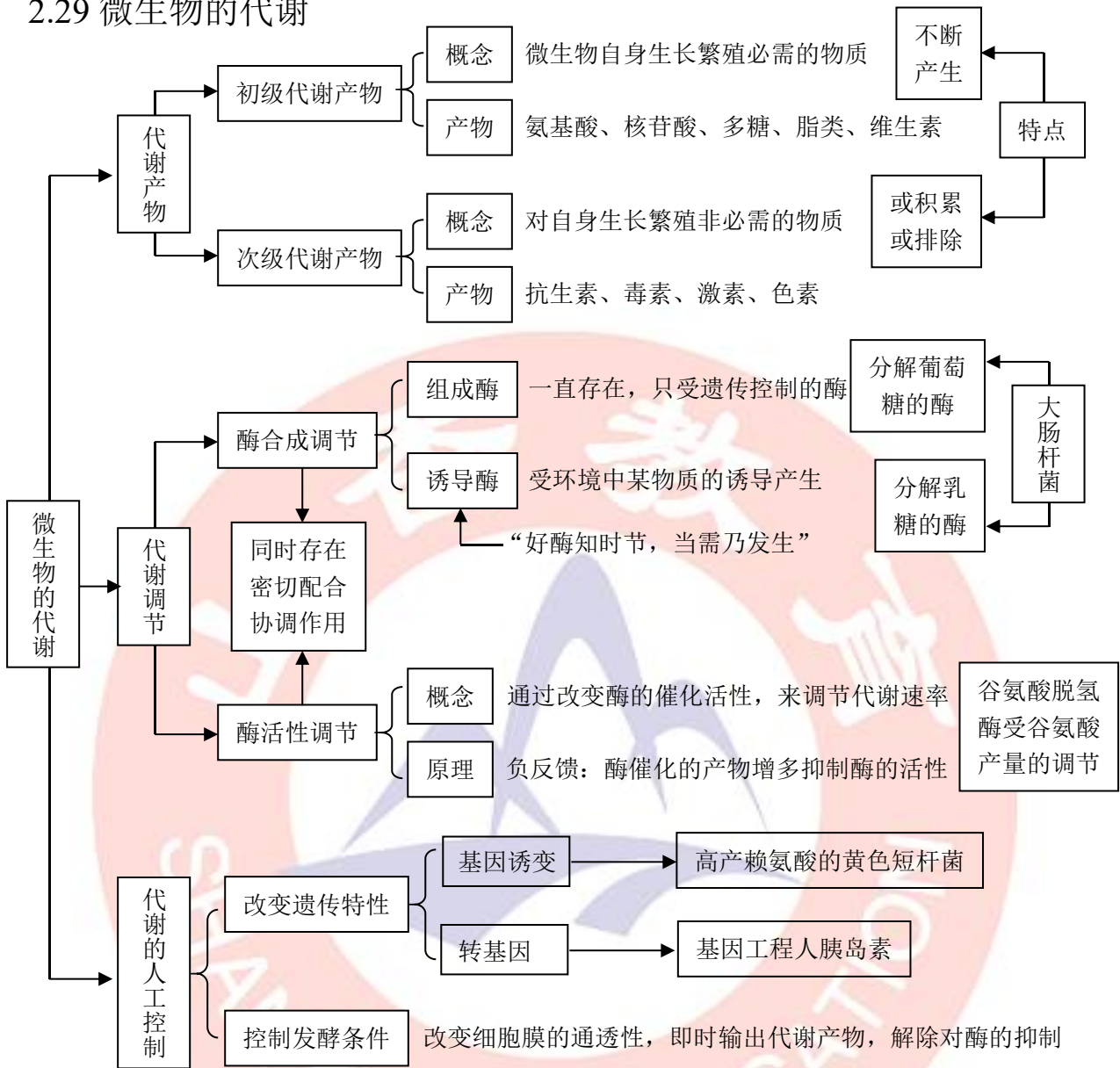
2.28 微生物的营养



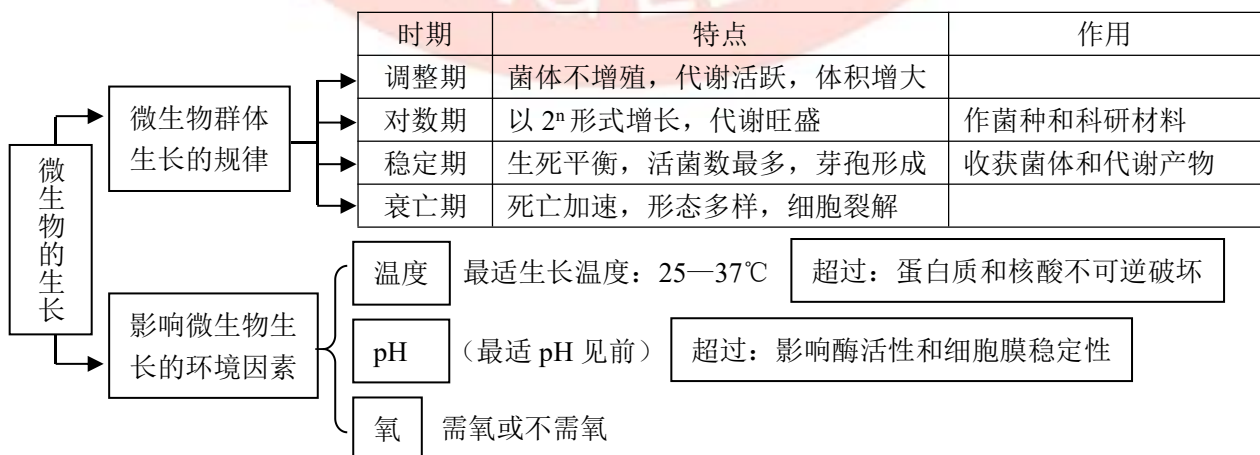
你知道吗

加入高浓度食盐可分离金黄色葡萄球菌
 加入青霉素可分离酵母菌和霉菌
 不加 N 源可分离固氮微生物
 加入伊红-美蓝可鉴别大肠杆菌

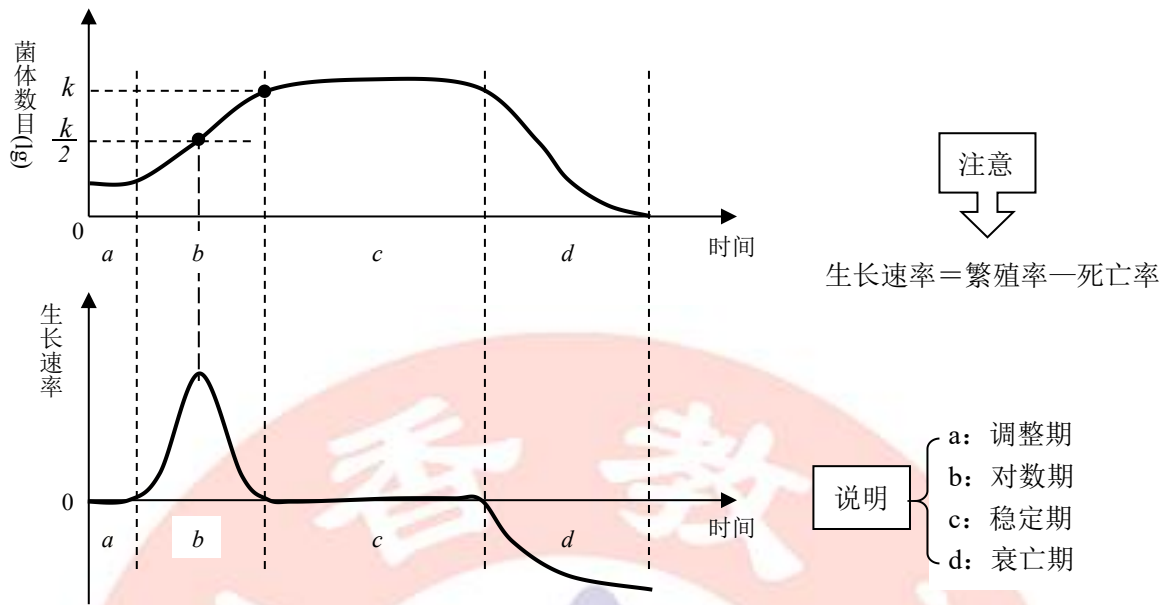
2.29 微生物的代谢



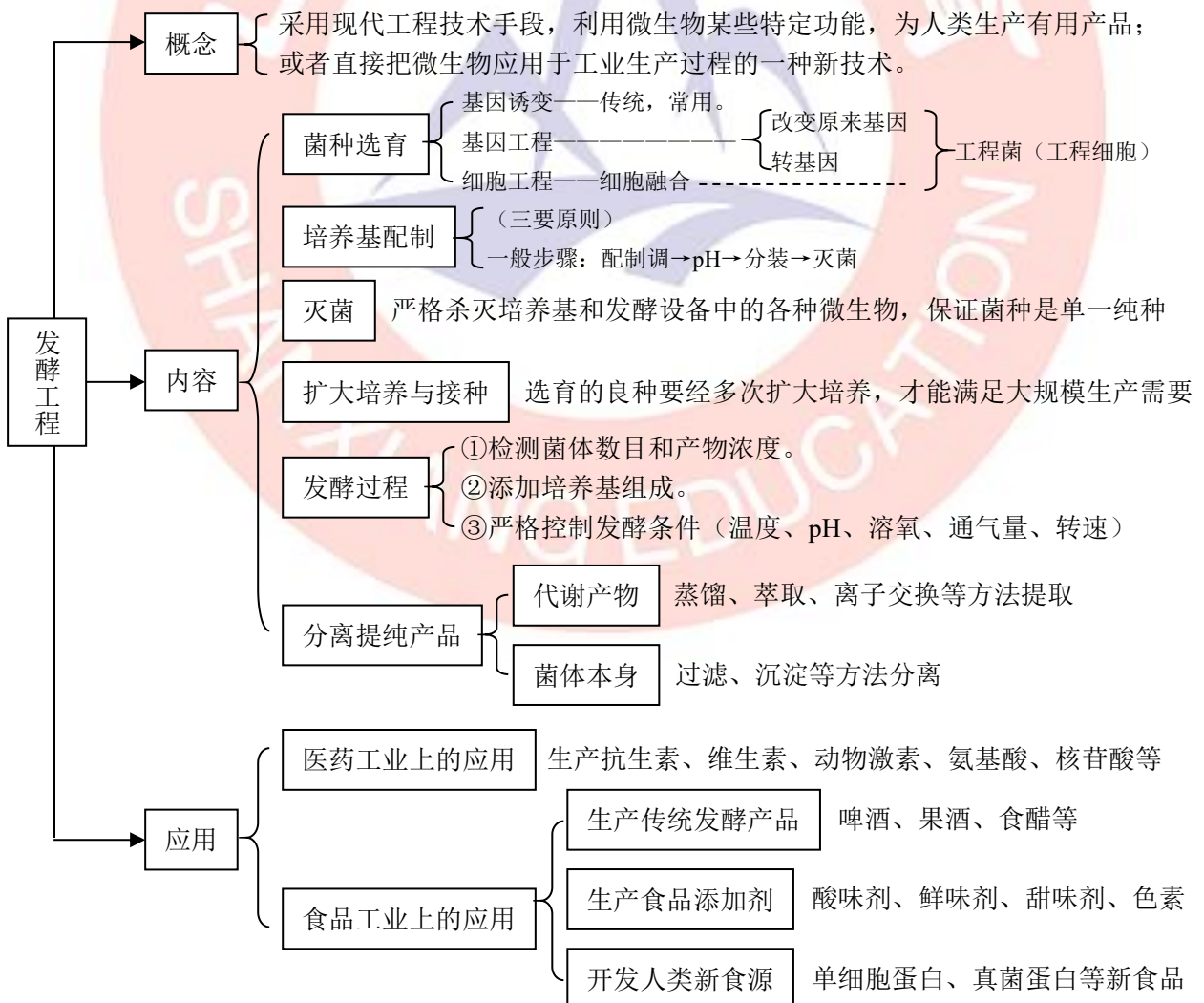
2.30 微生物的生长



2.31 微生物的生长曲线与生长速率的关系



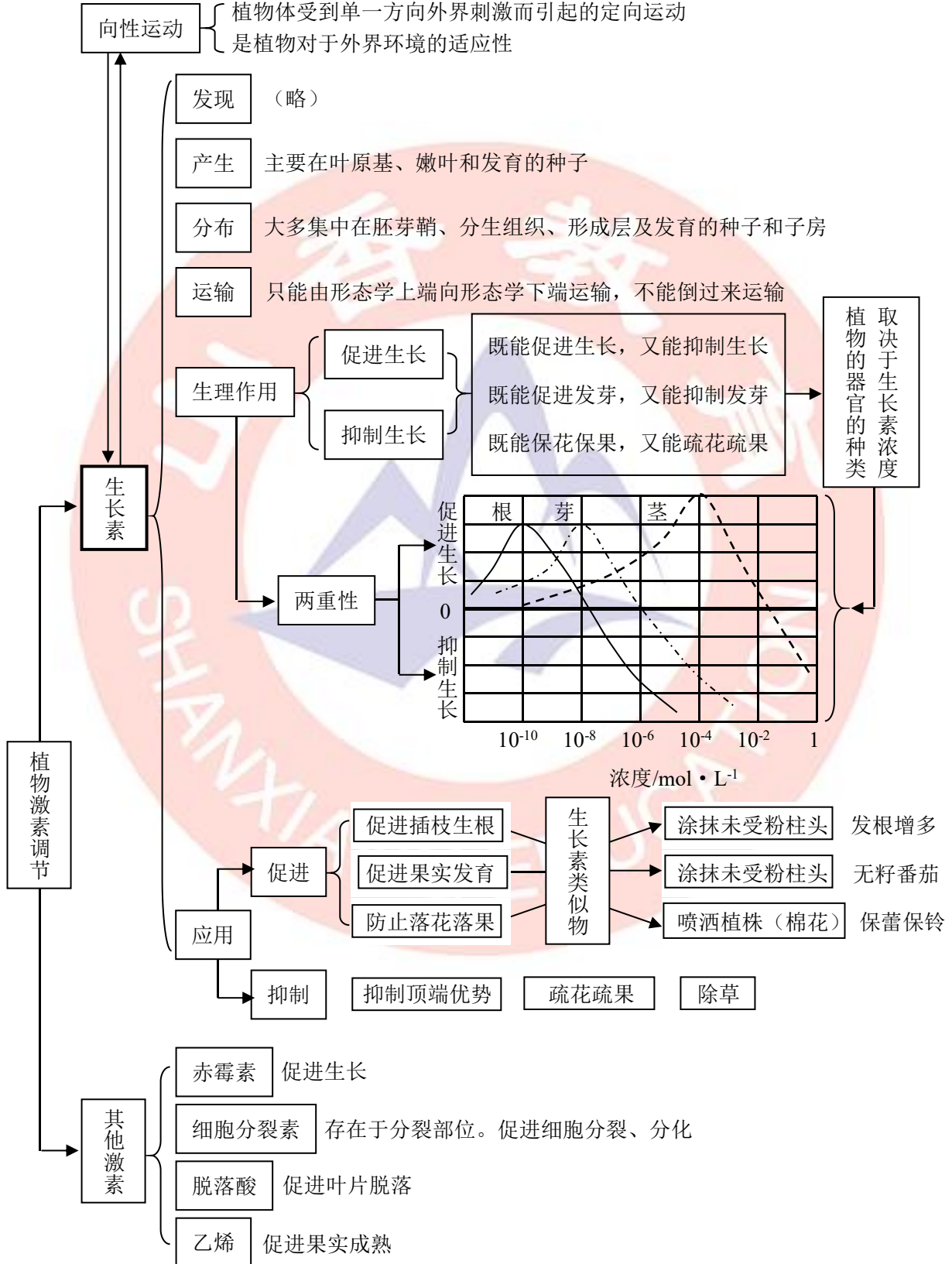
2.32 发酵工程简介



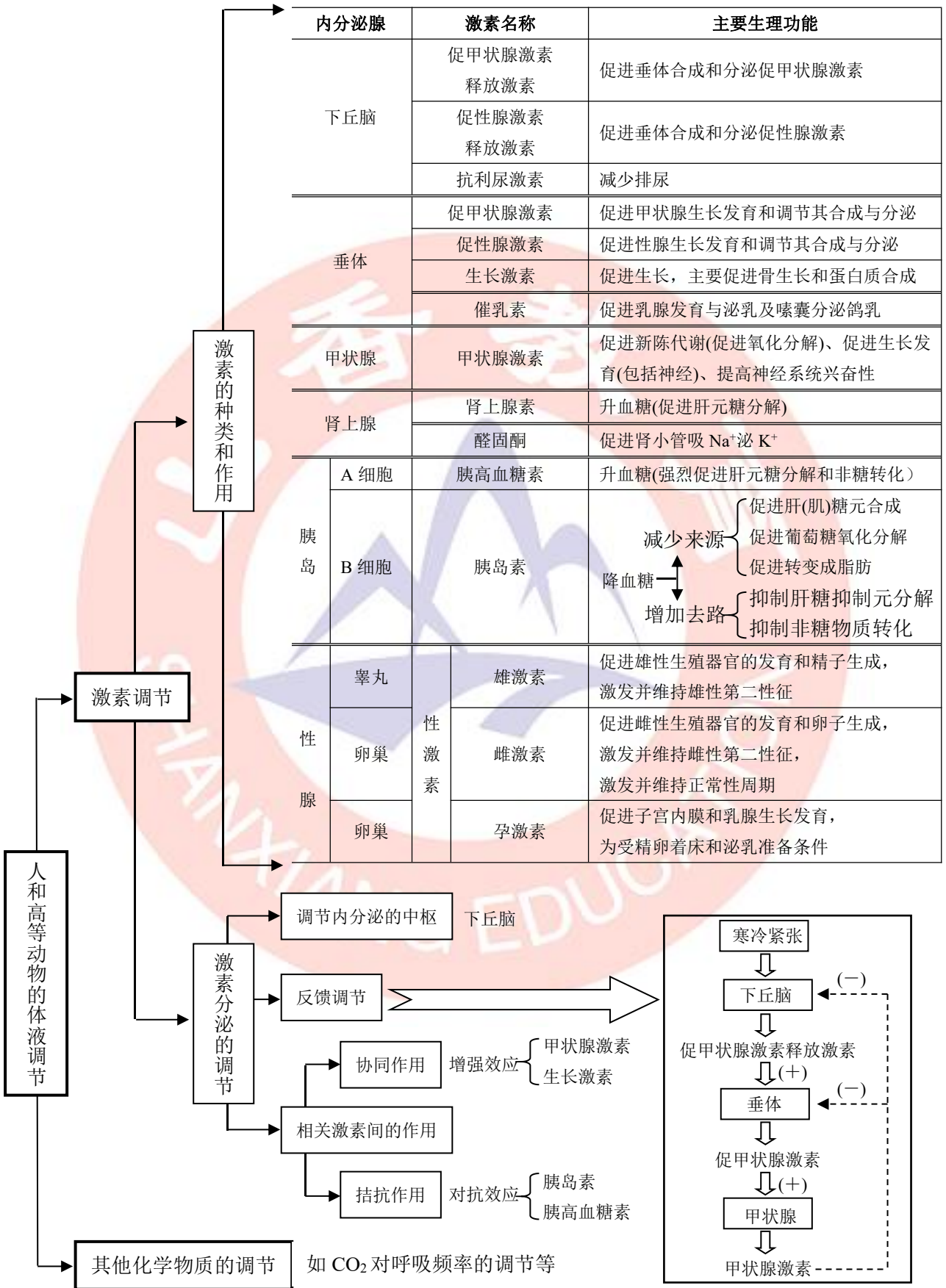
第三单元 生命活动的调节

(包括植物调节、体液调节、神经调节、内环境与稳态、水盐调节、血糖调节、体温调节、免疫)

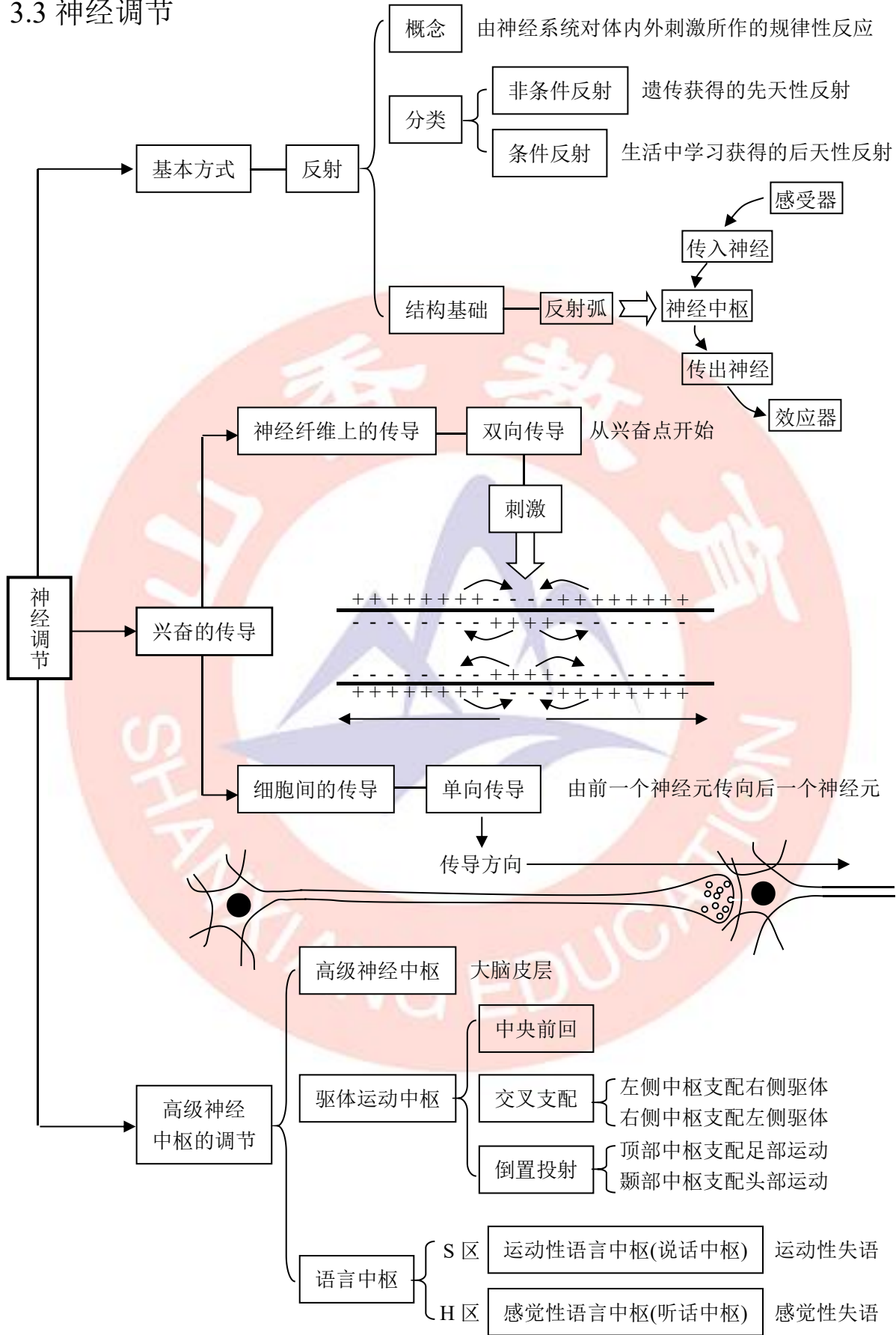
3.1 植物生命活动调节——激素调节



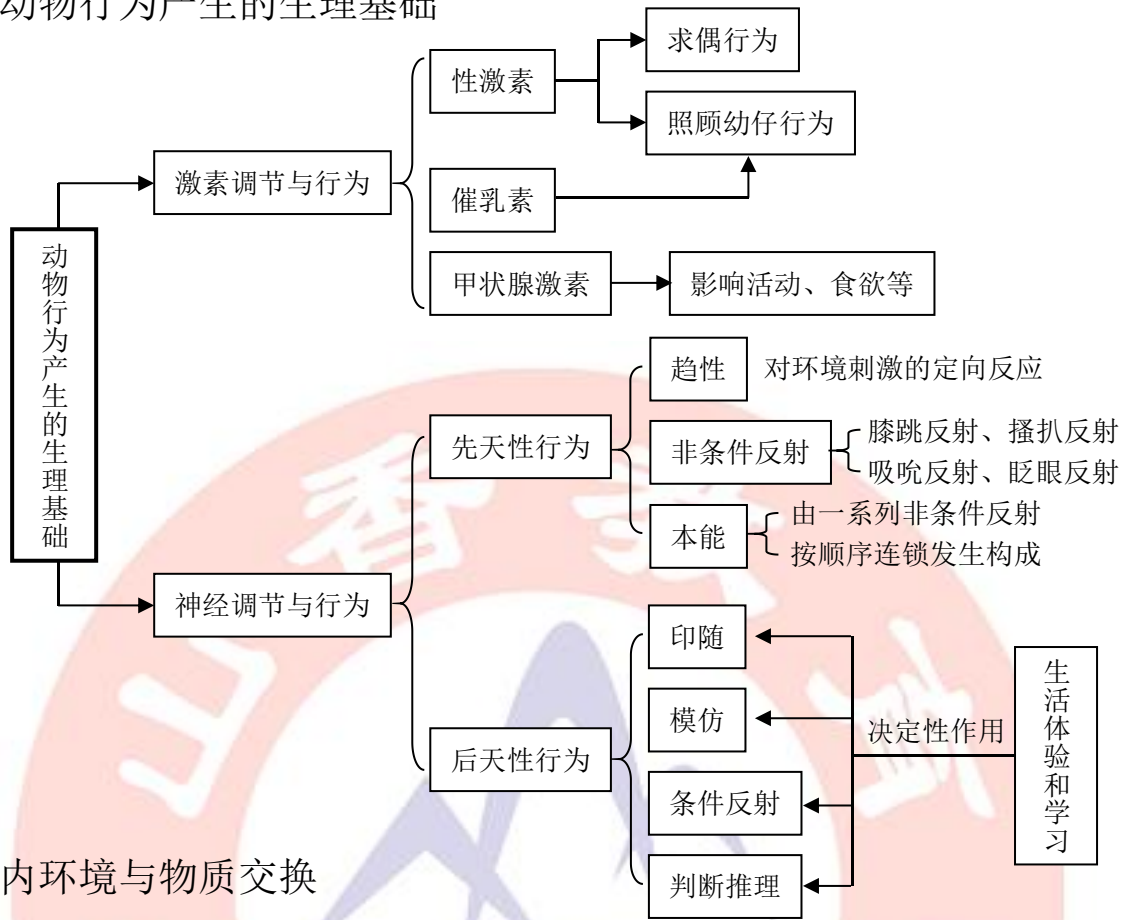
3.2 人和高等动物的体液调节



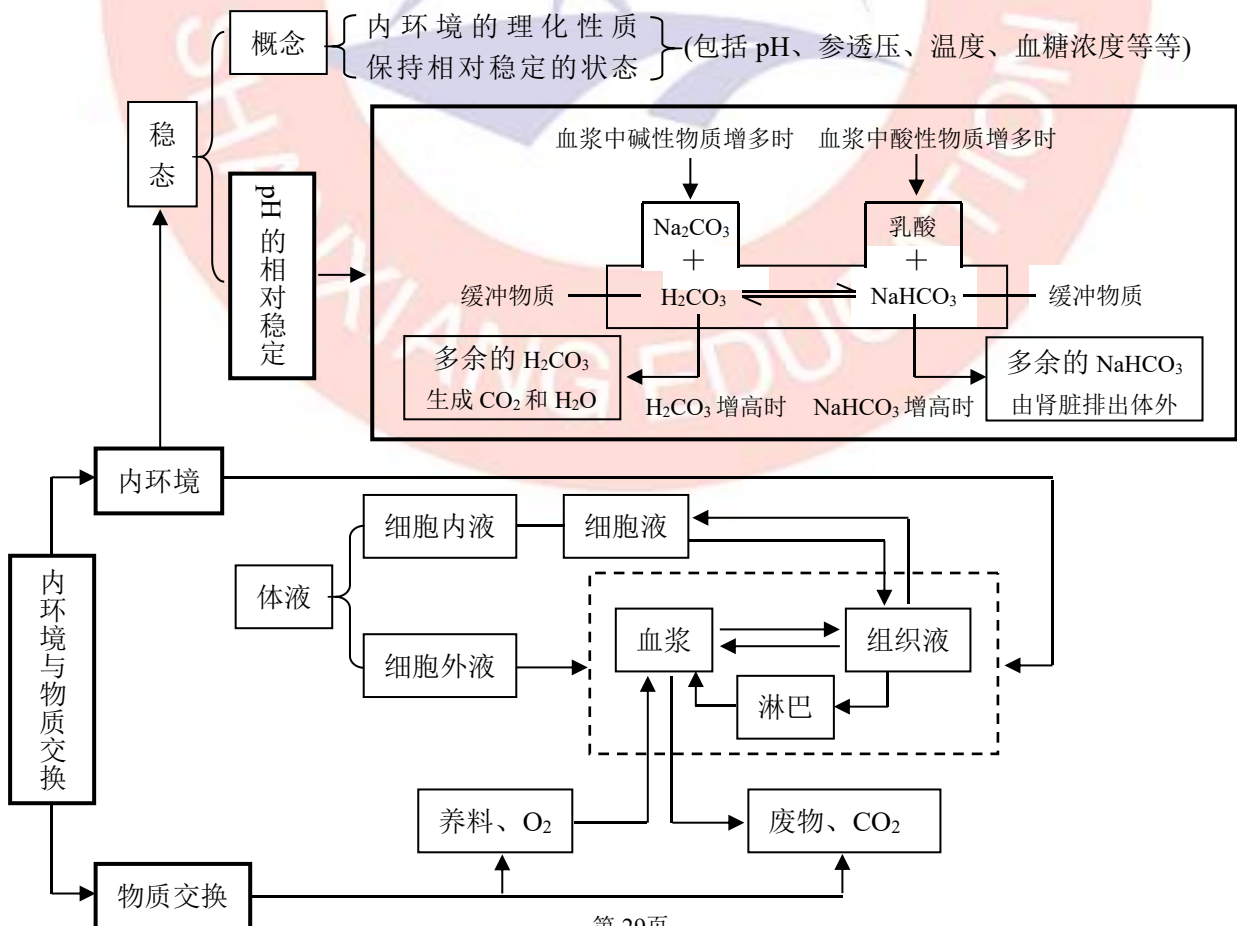
3.3 神经调节



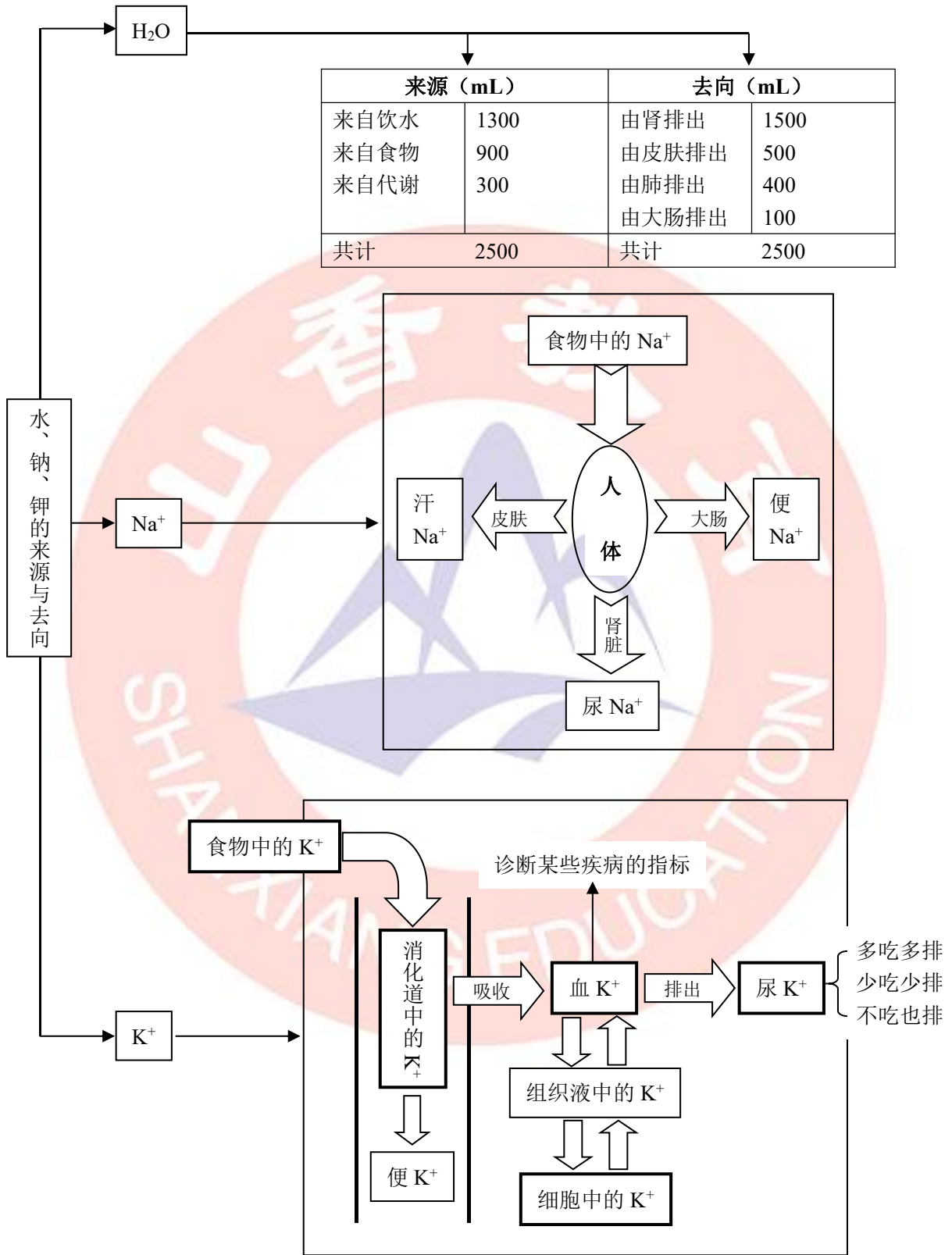
3.4 动物行为产生的生理基础



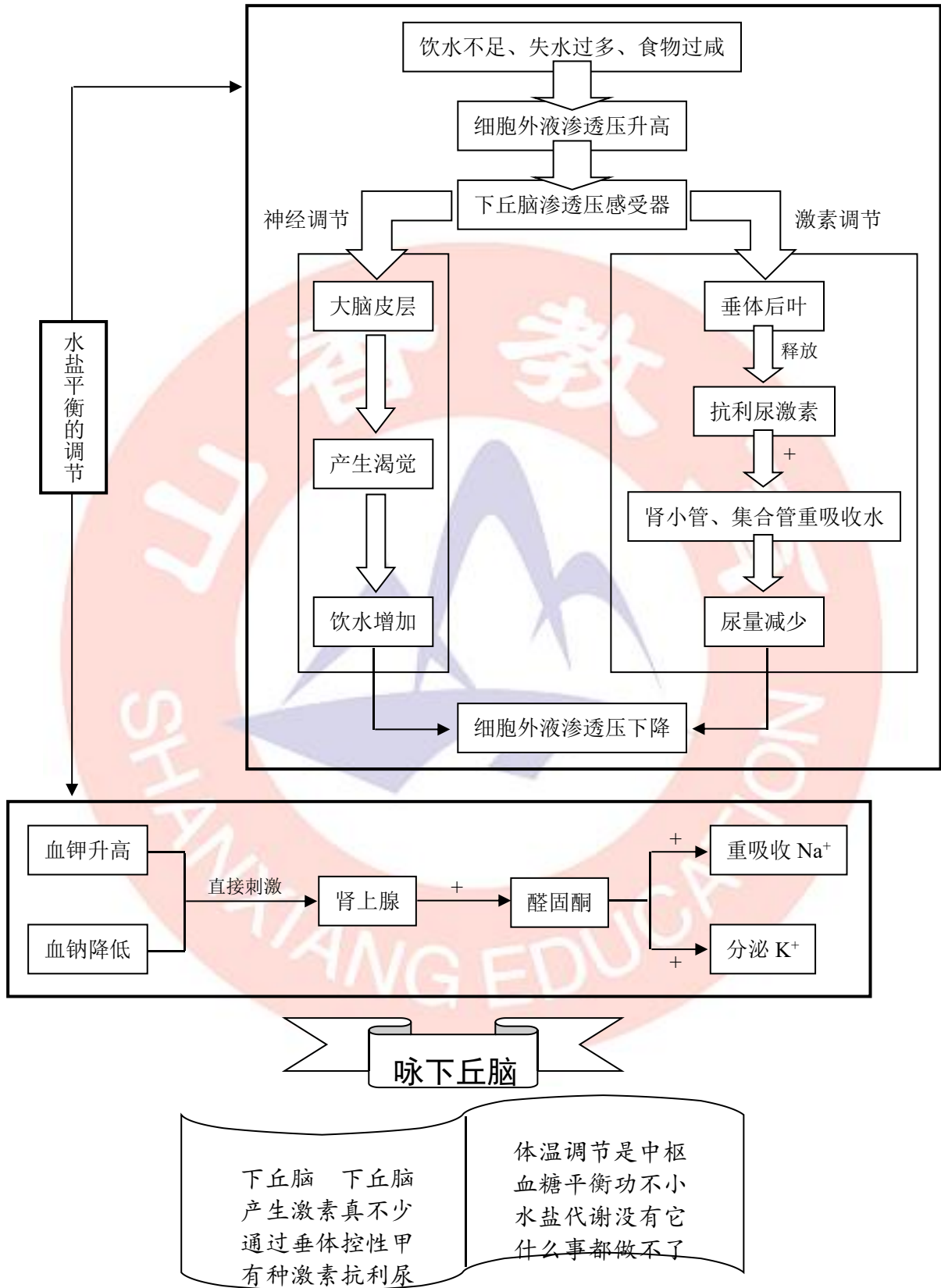
3.5 内环境与物质交换



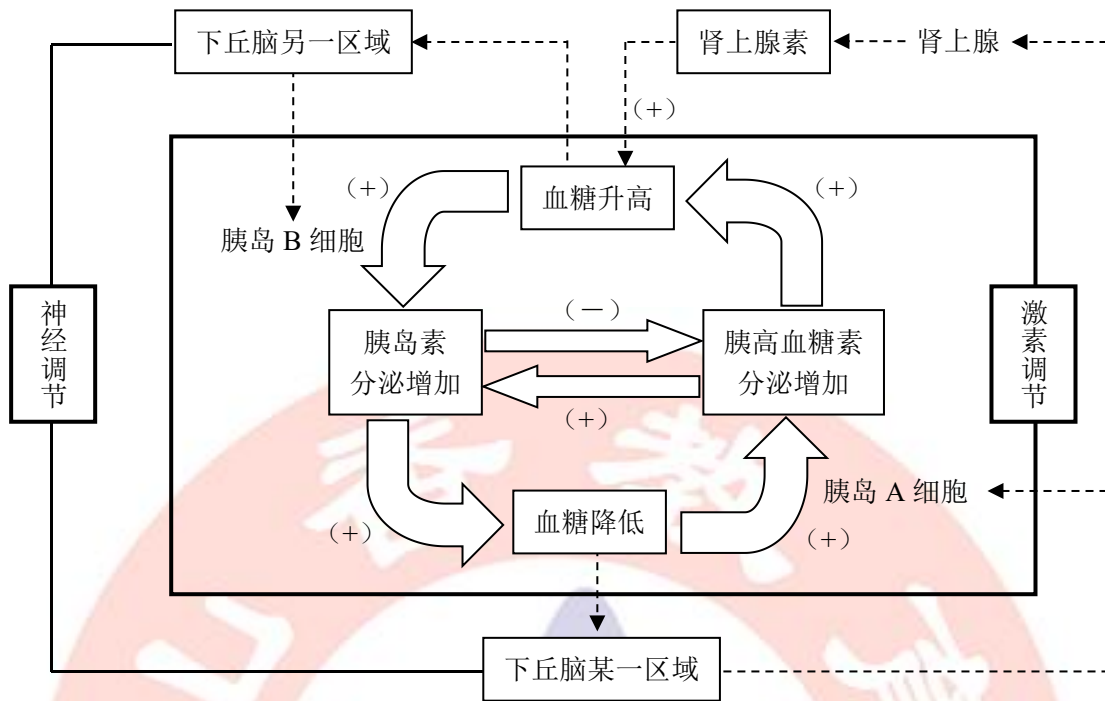
3.6 水、钠、钾的来源与去向



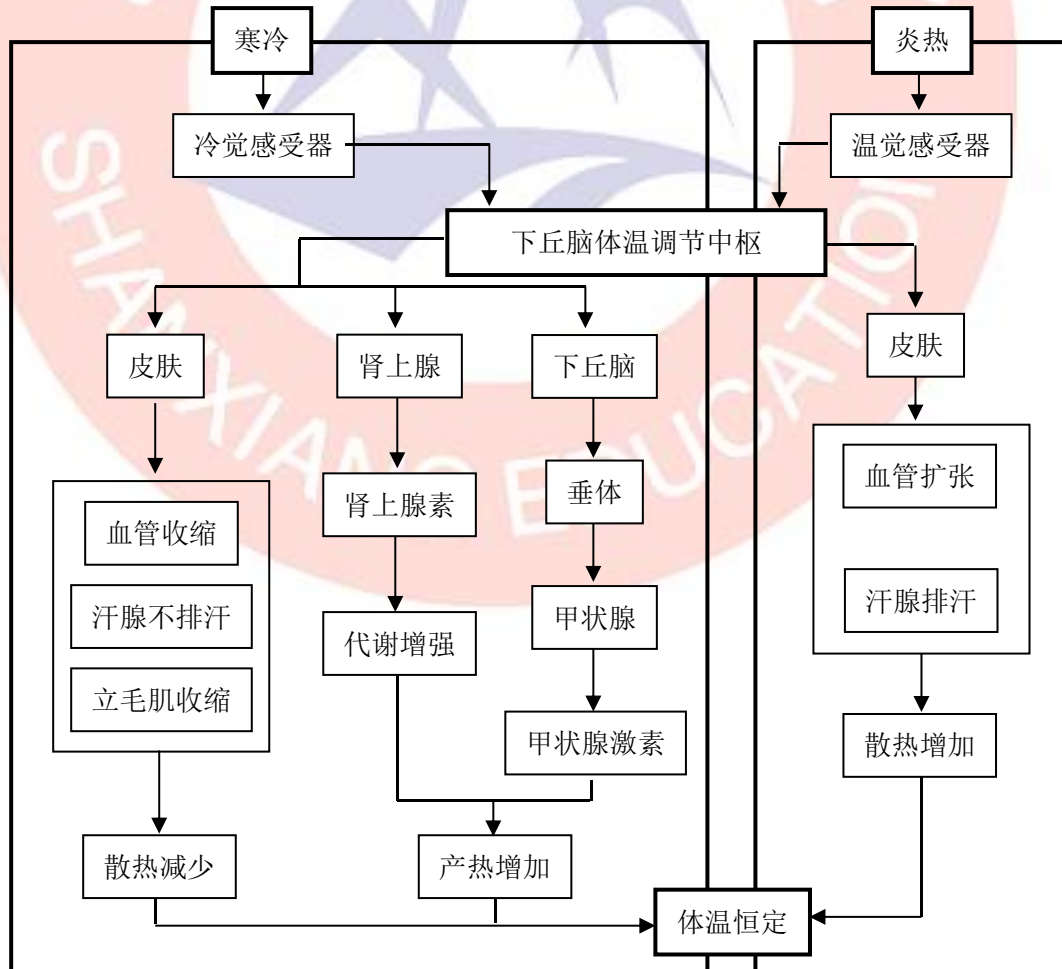
3.7 水盐平衡的调节



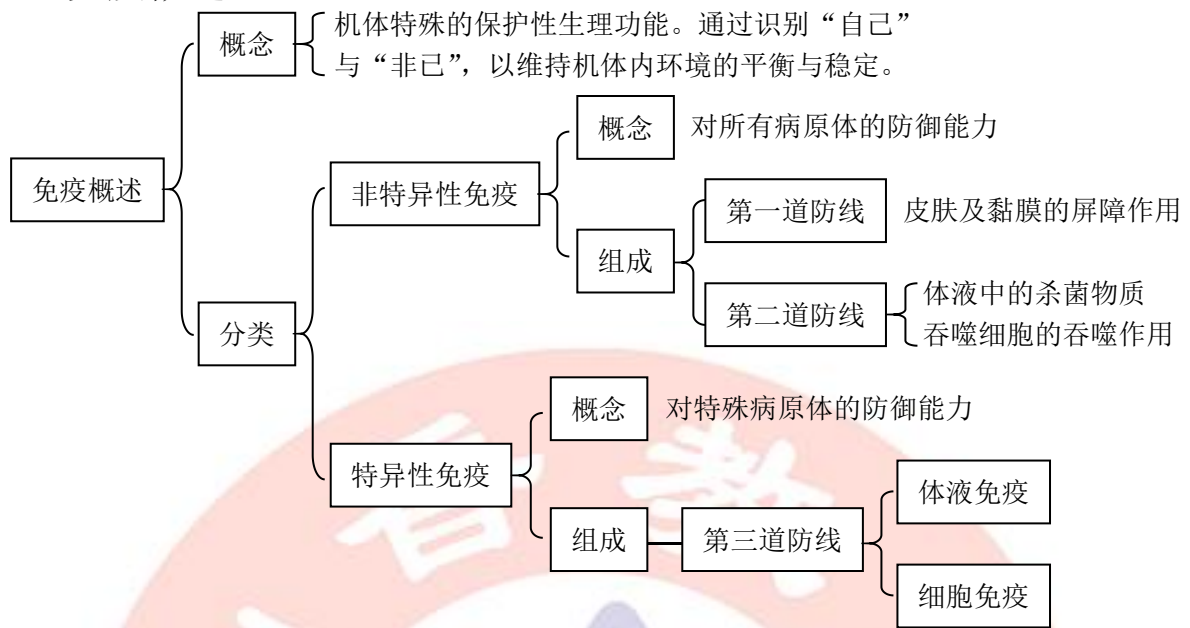
3.8 血糖平衡的调节



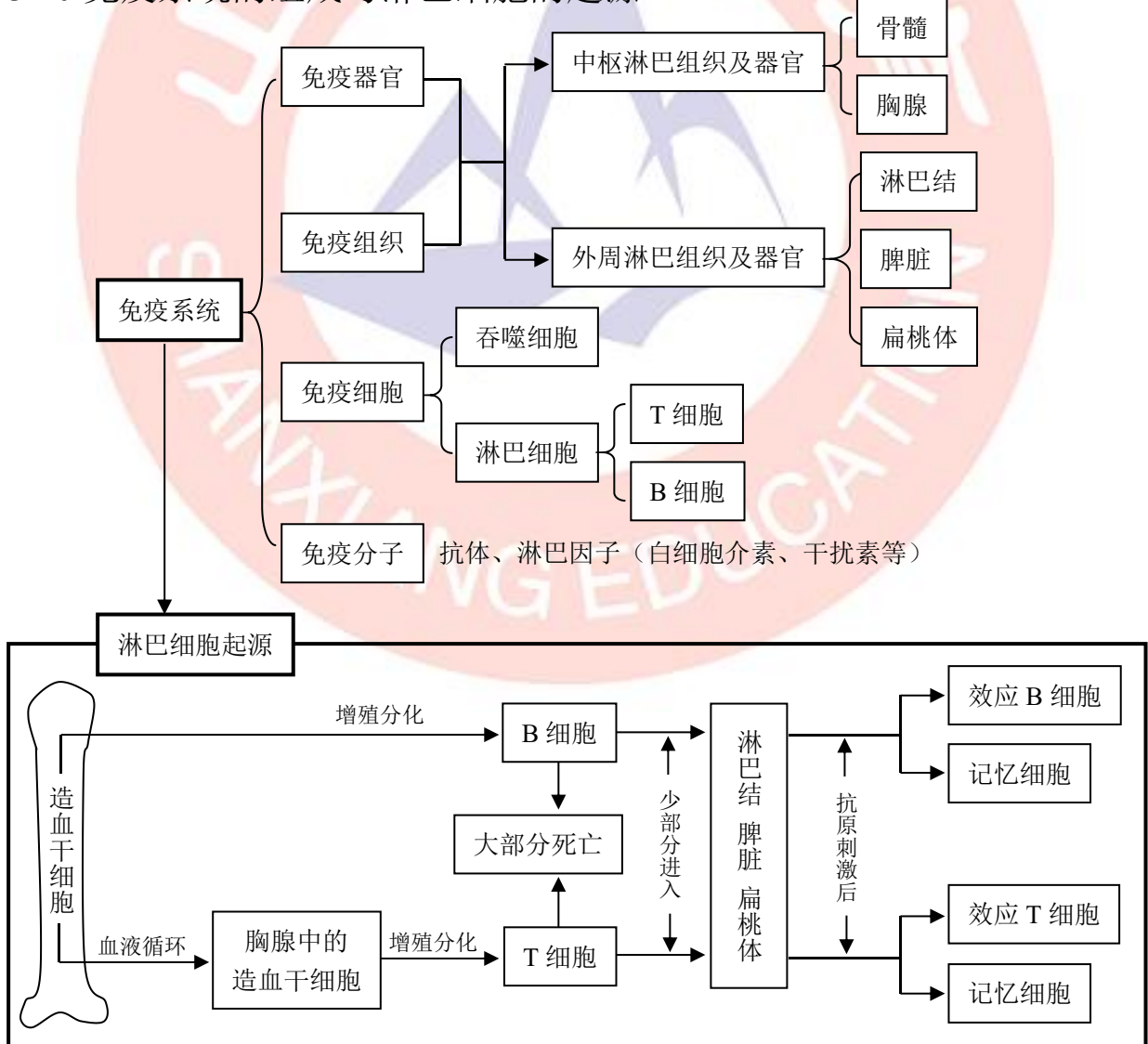
3.9 体温的调节



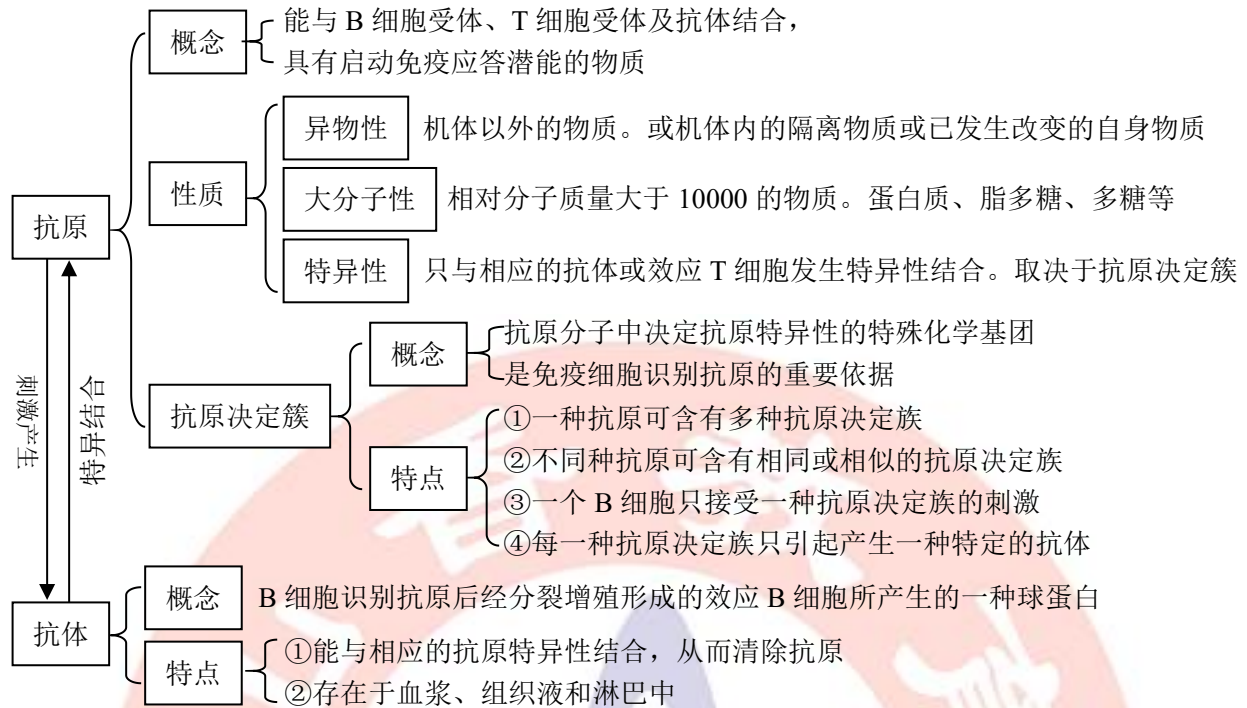
3.10 免疫概述



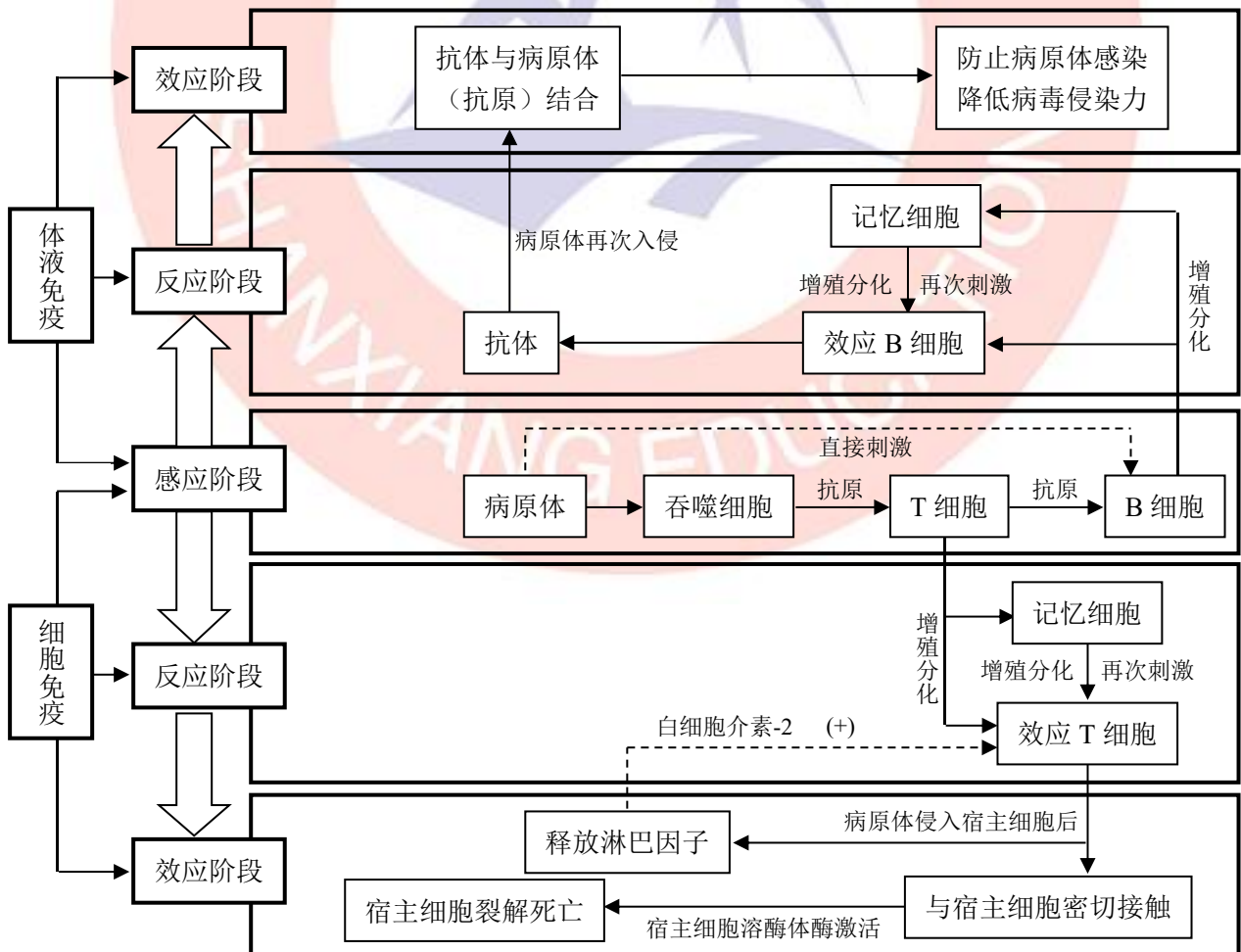
3.10 免疫系统的组成与淋巴细胞的起源



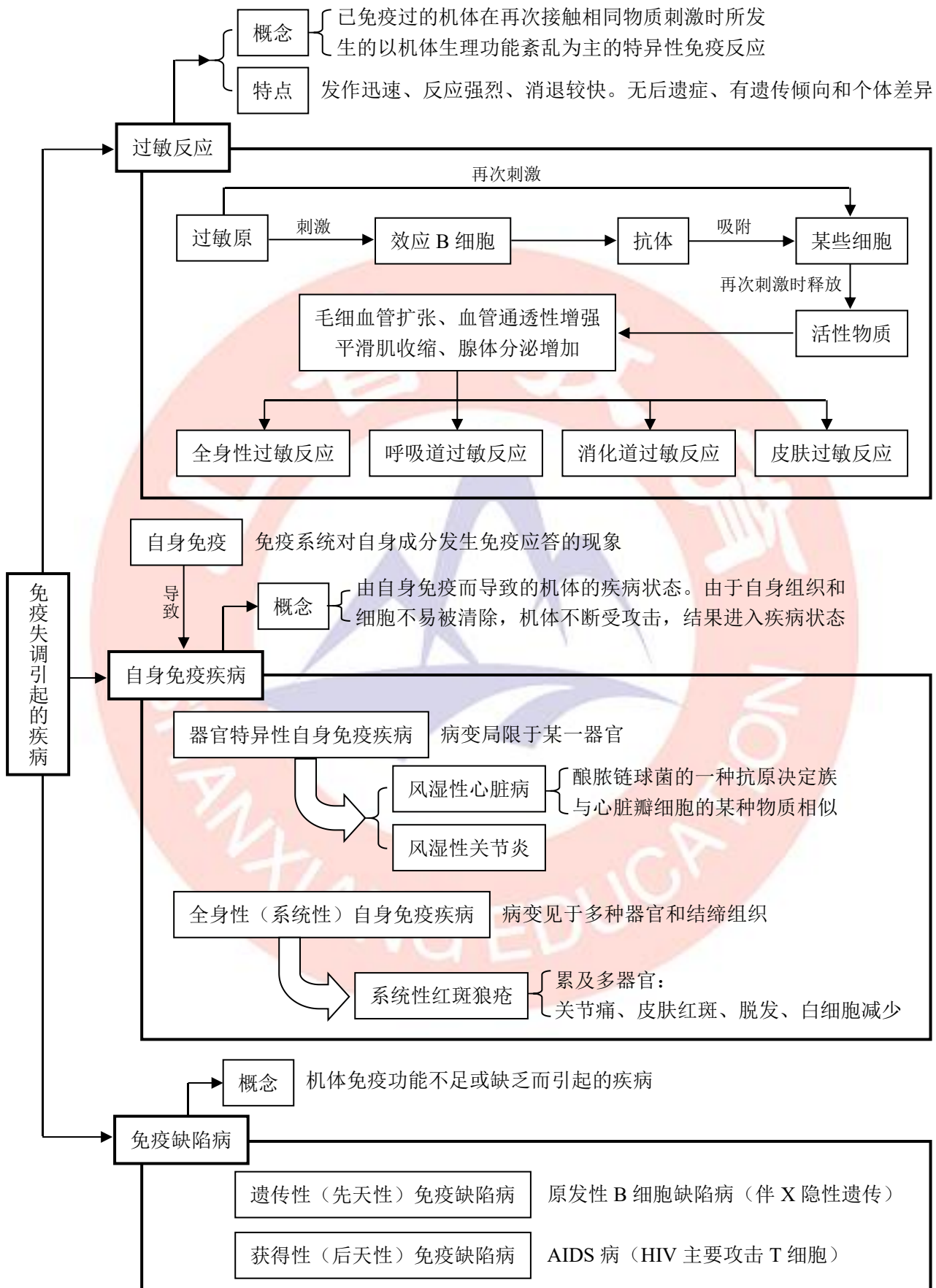
3.11 抗原与抗体



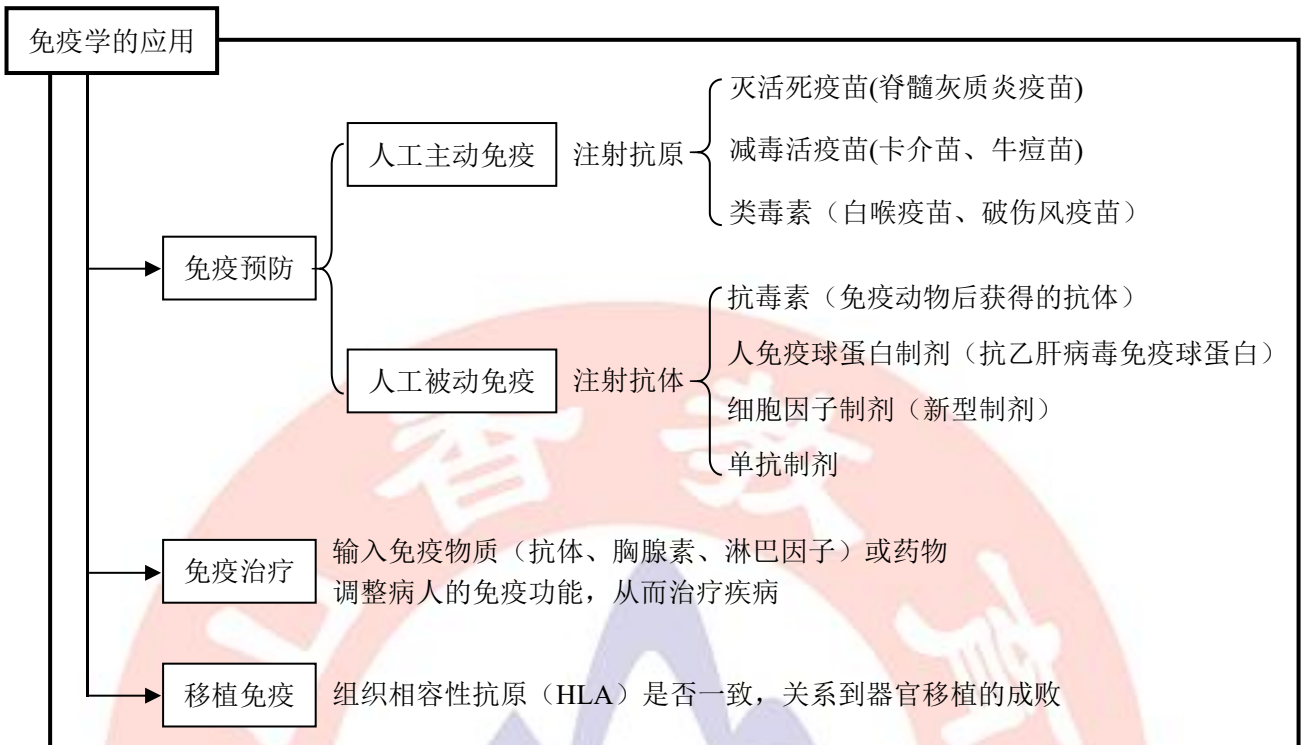
3.12 体液免疫和细胞免疫



3.13 免疫失调引起的疾病



3.13 免疫学的应用（选学）



你知道吗 **缺氧引起脑水肿的原因**

①细胞内水肿：
 供氧不足→ATP减少→胞内Na⁺转运下降→胞内渗透压升高→细胞吸水增加→细胞内水肿

②细胞外水肿：
 血浆缺氧→毛细血管扩张→通透性升高→血浆物质滤出→组织液增多→细胞外水肿

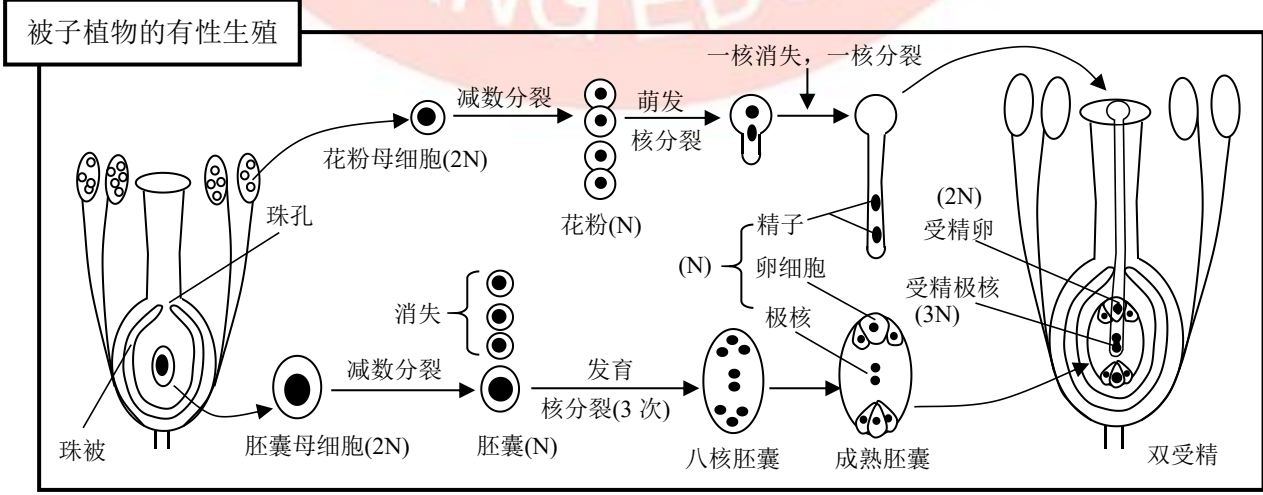
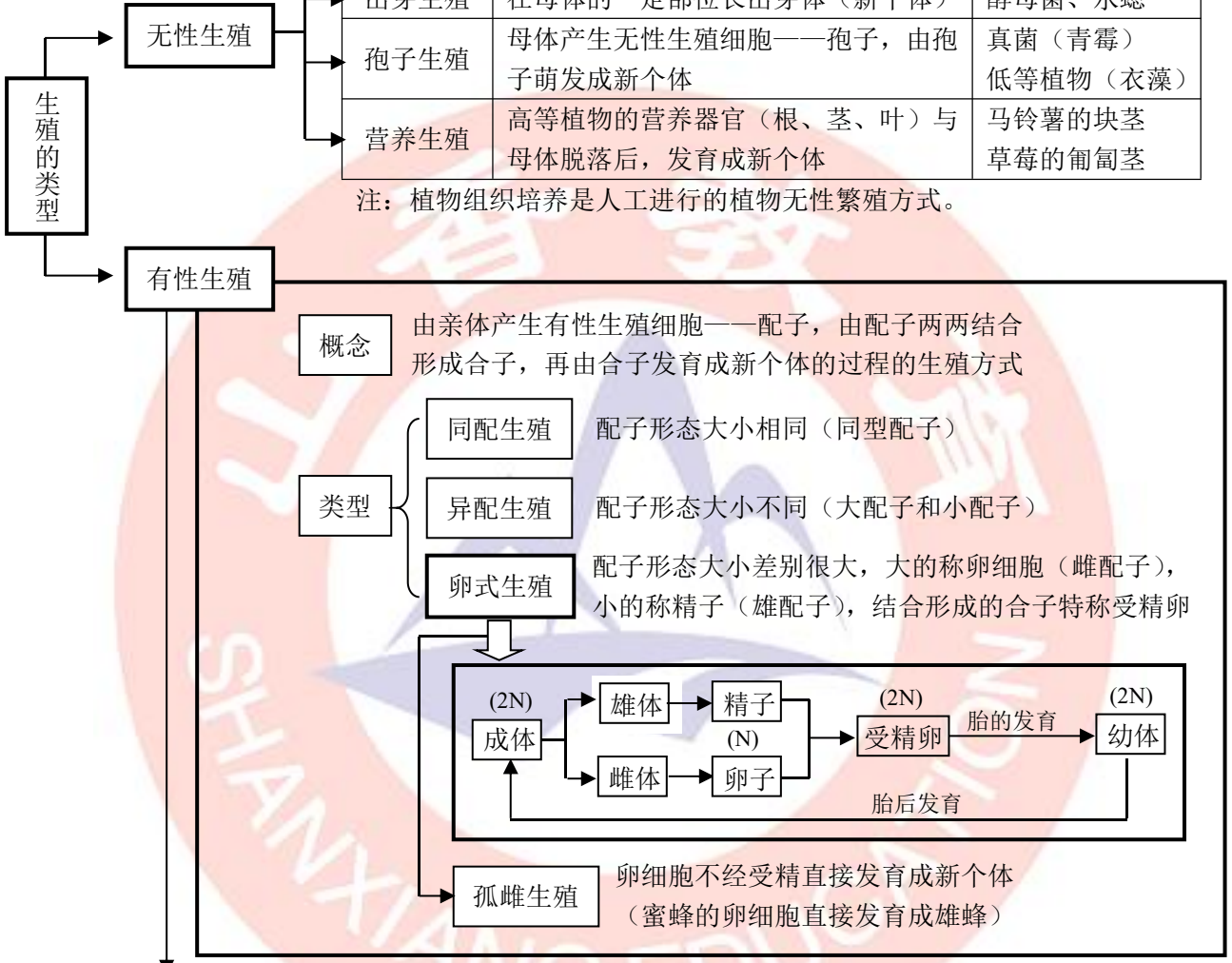
第四单元 生物的生殖与发育

(包括生殖的种类、动物生殖细胞的生成、植物的个体发育、动物的个体发育)

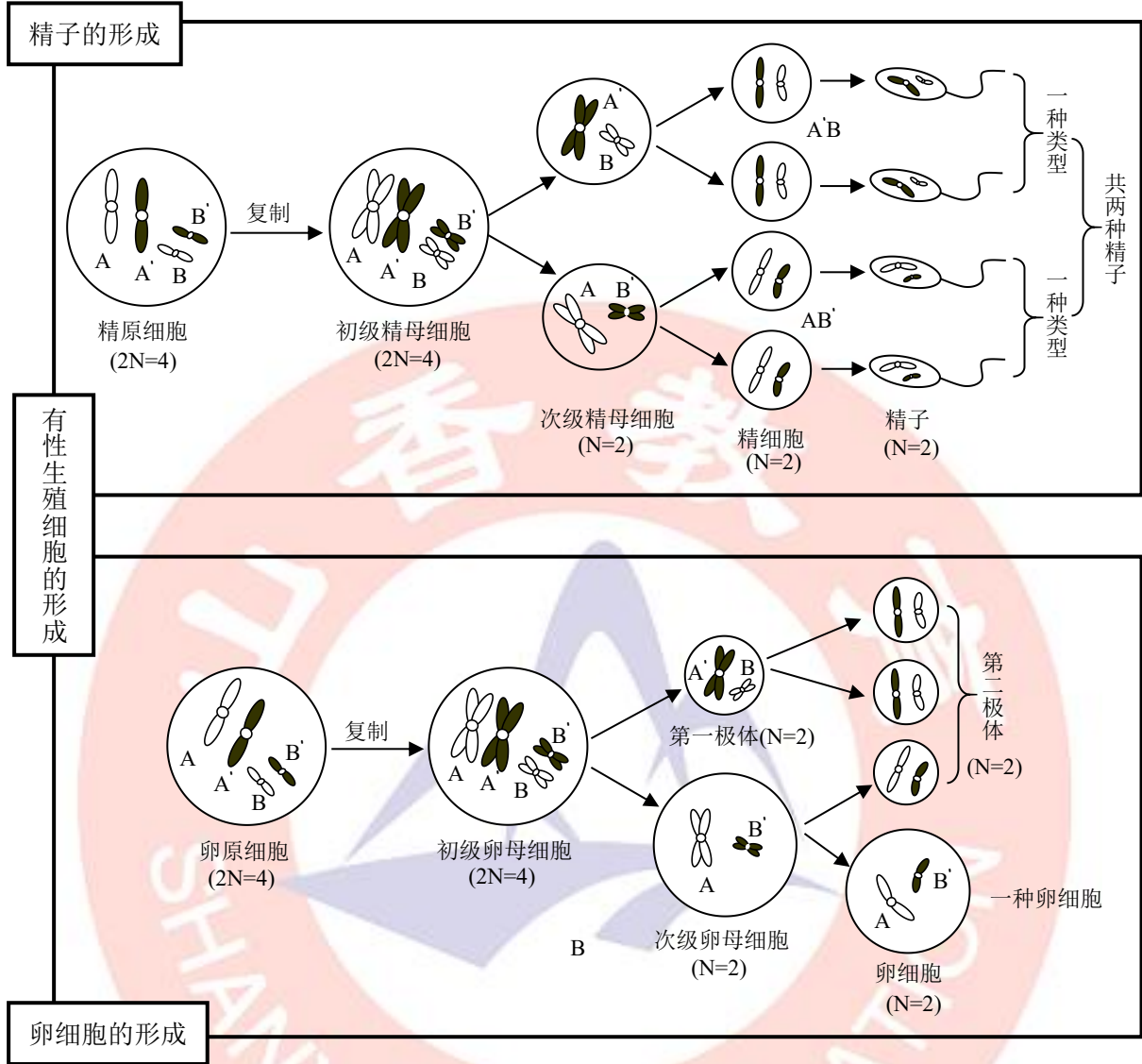
4.1 生殖的类型

生殖方式	概念	举例
分裂生殖	由一个生物体直接分裂成两个新个体	变形虫、细菌
出芽生殖	在母体的一定部位长出芽体(新个体)	酵母菌、水螅
孢子生殖	母体产生无性生殖细胞——孢子, 由孢子萌发成新个体	真菌(青霉) 低等植物(衣藻)
营养生殖	高等植物的营养器官(根、茎、叶)与母体脱落后, 发育成新个体	马铃薯的块茎 草莓的匍匐茎

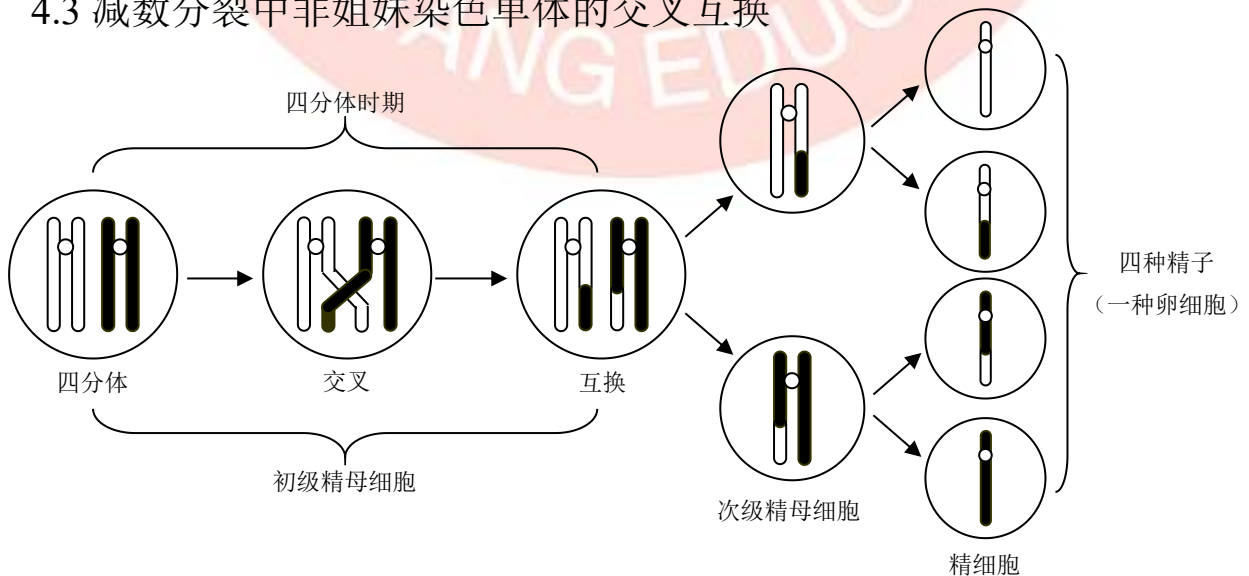
注: 植物组织培养是人工进行的植物无性繁殖方式。



4.2 动物有性生殖细胞的形成（没有交换）



4.3 减数分裂中非姐妹染色单体的交叉互换



4.4 减数分裂中染色体行为及数目与配子类型的关系

非姐妹染色单体不发生交叉互换

- 1、由于同源染色体分离，非同源染色体在配子中进行自由组合，所以形成不同种类的配子
- 2、配子（精子、卵）种数等于组合数
- 3、组合数又与同源染色体的对数有关
- 4、每一个精原细胞分裂都只形成两种精子
- 5、每一个卵原细胞分裂都只形成一种卵子
- 6、要产生 2^n 种精子至少需要 2^{n-1} 个精原细胞参与减数分裂
- 7、要产生 2^n 种卵细胞至少需要 2^n 个卵原细胞参与减数分裂
- 8、当有 m 个精原细胞进行减数分裂时
 - ①当 $m < 2^{n-1}$ ，则生成的精子类型最多为 $2m < 2^n$ 种
 - ②当 $m \geq 2^{n-1}$ ，则生成的精子类型为 $2m = 2^n$ 种

非姐妹染色单体发生交叉互换

- 1、每一个精原细胞分裂都要形成 4 种精子
- 2、每一个卵原细胞分裂都只形成 1 种卵子
- 3、 m 个精（卵）原细胞分裂时形成的精子（卵）最多为 $4m$ (m) 种，与染色体对数无关 (不符合 2^n 规律)

配子多样性的主要原因

4.5 减数分裂与有丝分裂的比较（以动物细胞为例）

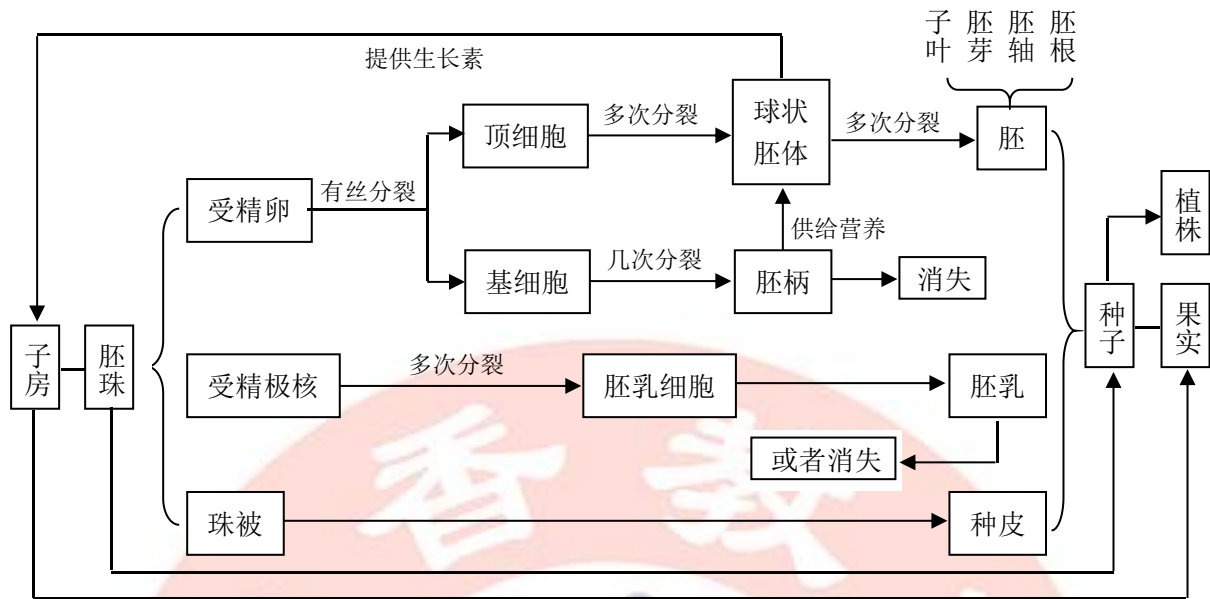
比较项目	减数分裂	有丝分裂
复制次数	1 次	1 次
分裂次数	2 次	1 次
同源染色体行为	联会、四分体、同源染色体分离、非姐妹染色体交叉互换	无
子细胞染色体数	是母细胞的一半	与母细胞相同
子细胞数目	4 个	2 个
子细胞类型	生殖细胞（精细胞、卵细胞）、极体	体细胞
细胞周期	无	有
相关的生理过程	生殖	生长、发育
染色体(DNA)的变化曲线		

助记词

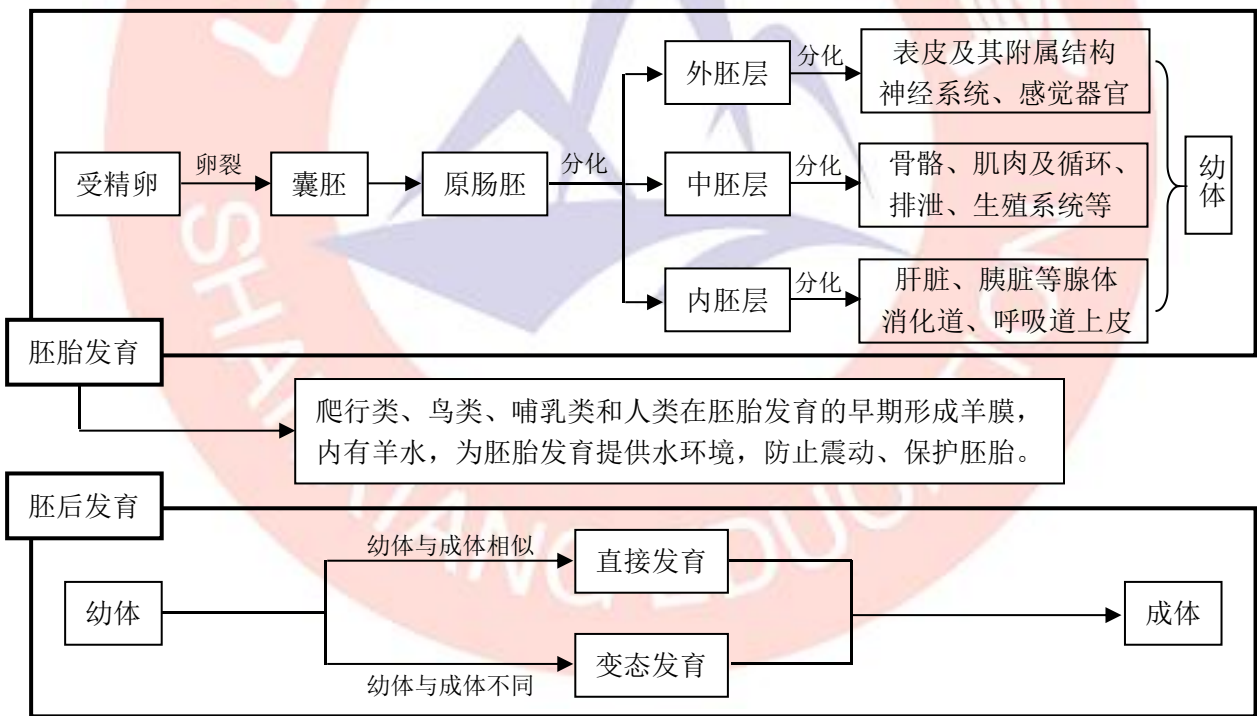
有丝减数区分难，抓住几个关键点。
有丝分裂要加倍，减数分裂看同源。

联会形成四分体，同源分开要减半。
再分过程同有丝，染色体中无同源。

4.6 被子植物的个体发育



4.7 动物的个体发育



你知道吗

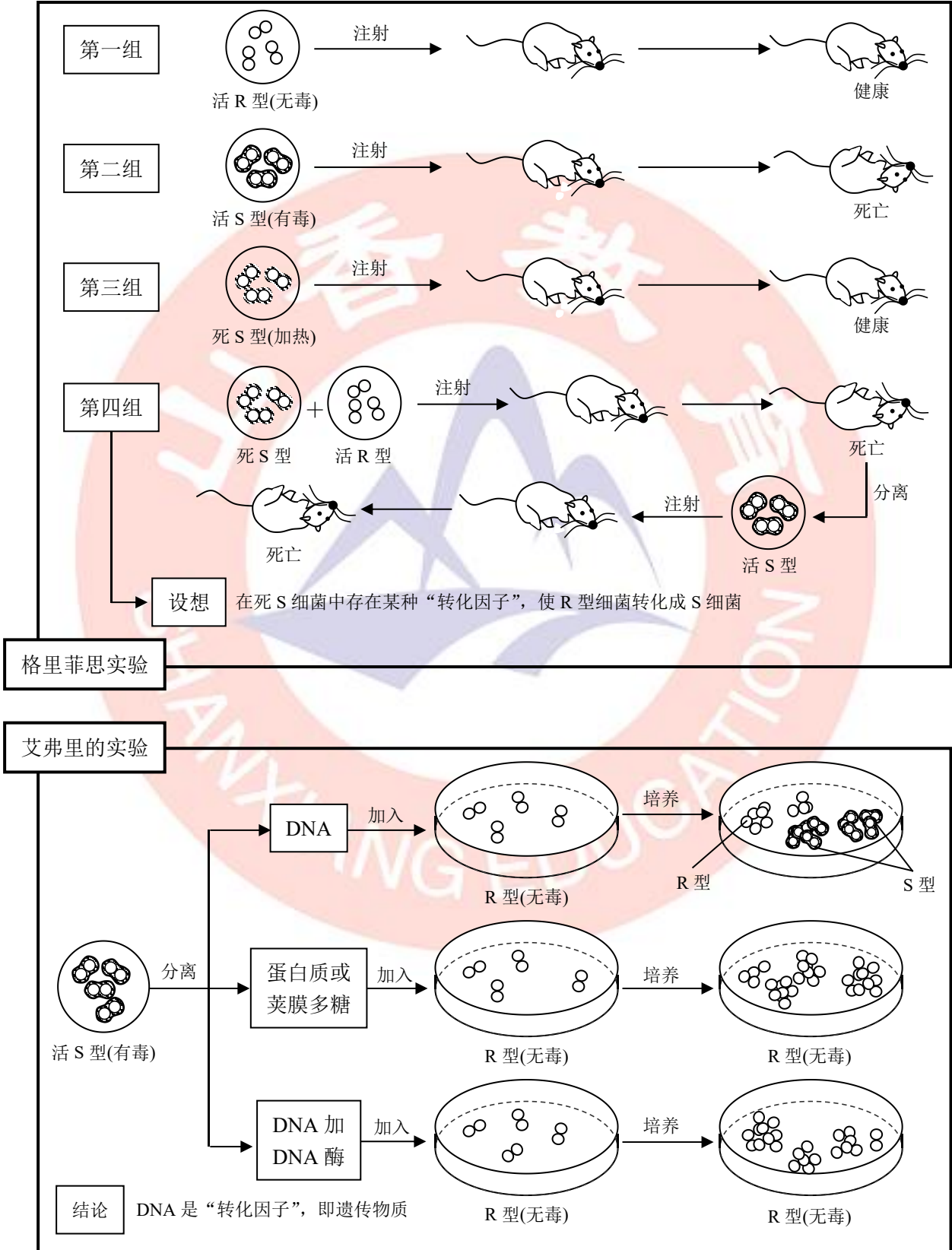
判断必需矿质元素的标准是

- ①不可缺少性：缺乏不能完成生活史
- ②不可替代性：有专一缺乏症，加入其它元素不可替代
- ③直接功能性：直接影响，不是通过影响土壤、微生物等的间接作用

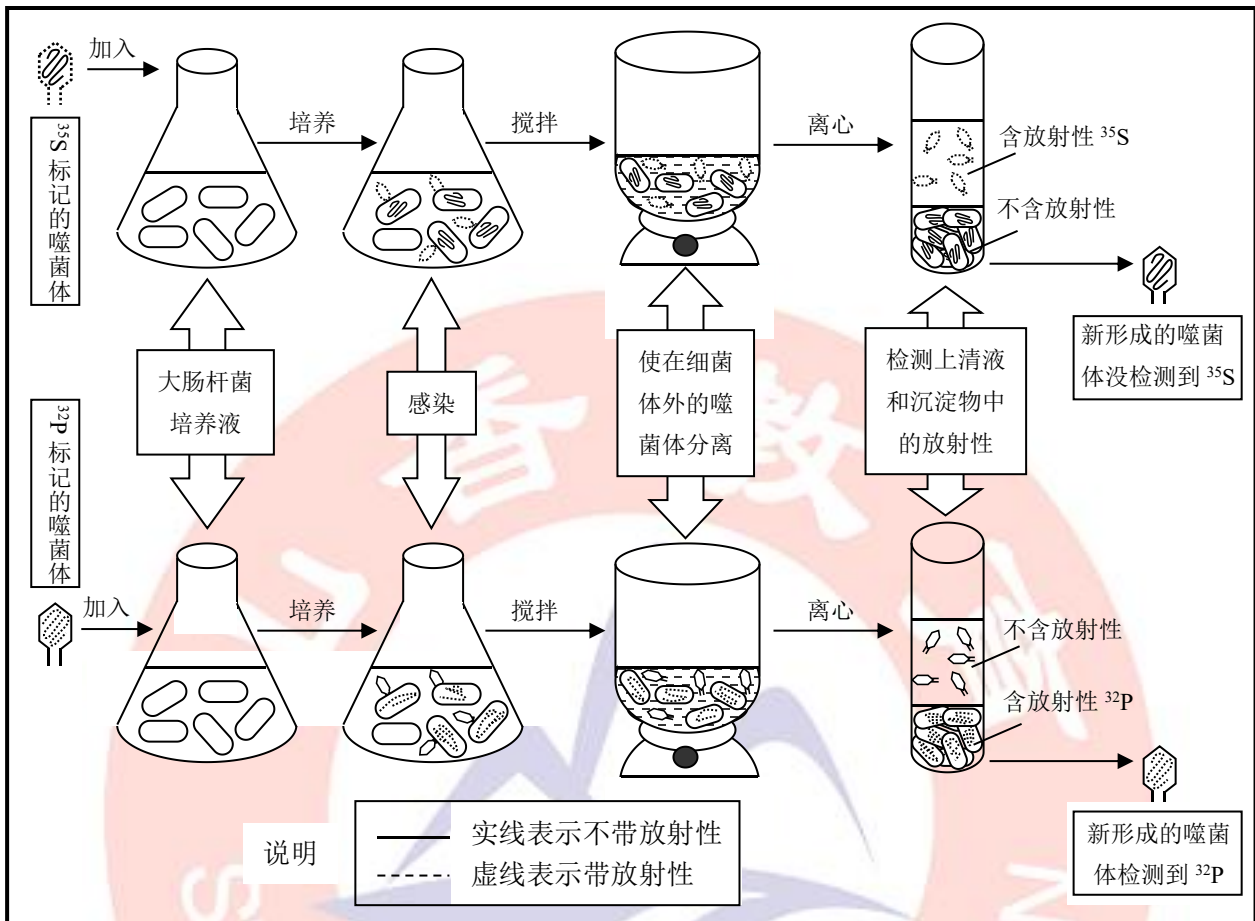
第五单元 生物的遗传、变异与进化

(包括遗传的物质基础、遗传规律、伴性遗传、细胞质遗传、基因突变、染色体变异、现代进化理论)

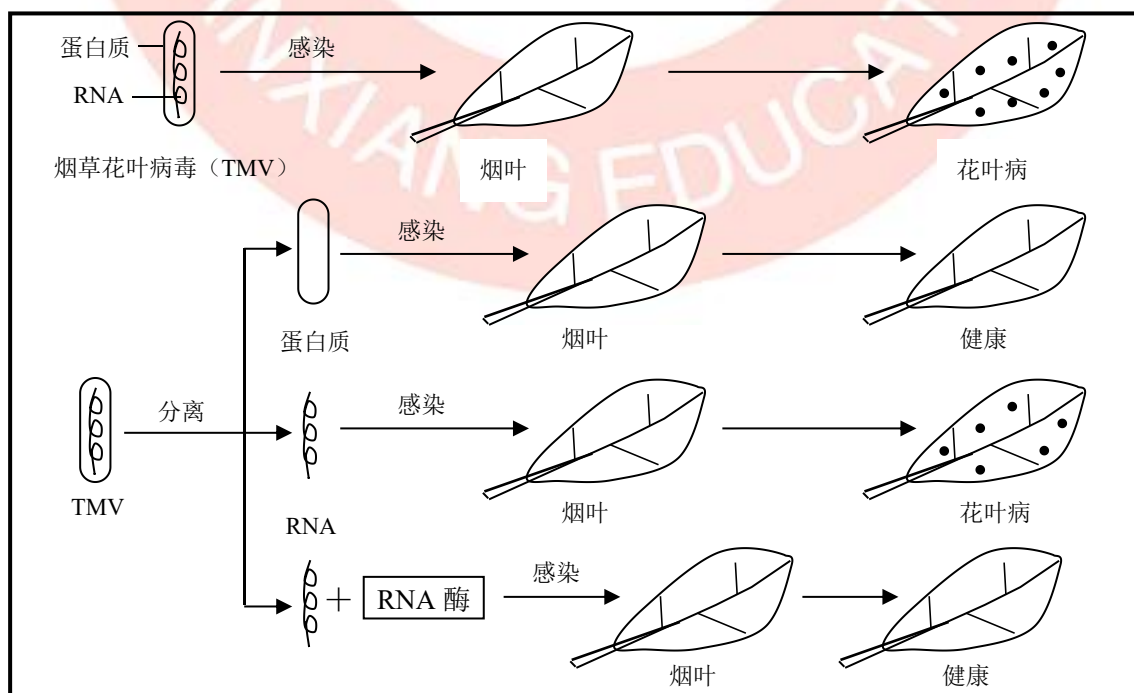
5.1 证明 DNA 是遗传物质的实验 (1) ——肺炎双球菌的转化实验



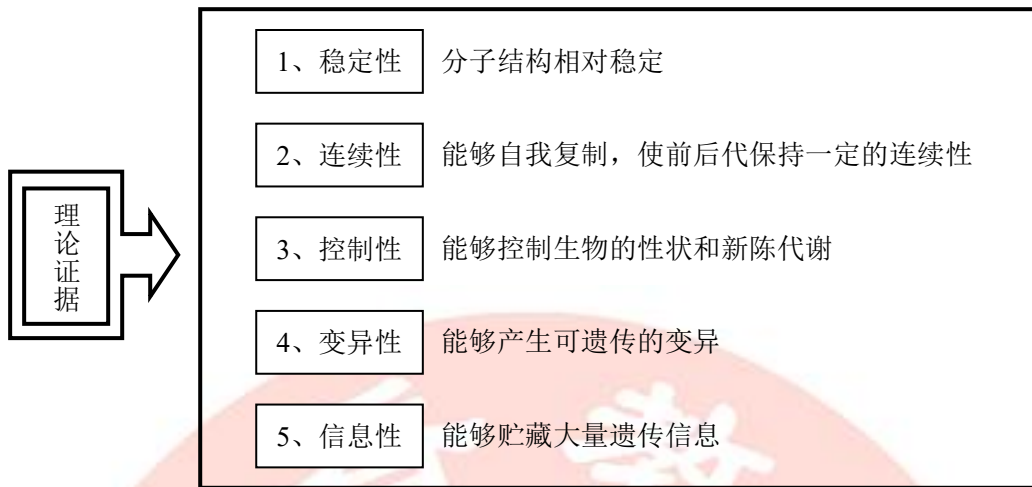
5.2 证明 DNA 是遗传物质的实验 (2) —— T₂ 噬菌体感染细菌实验



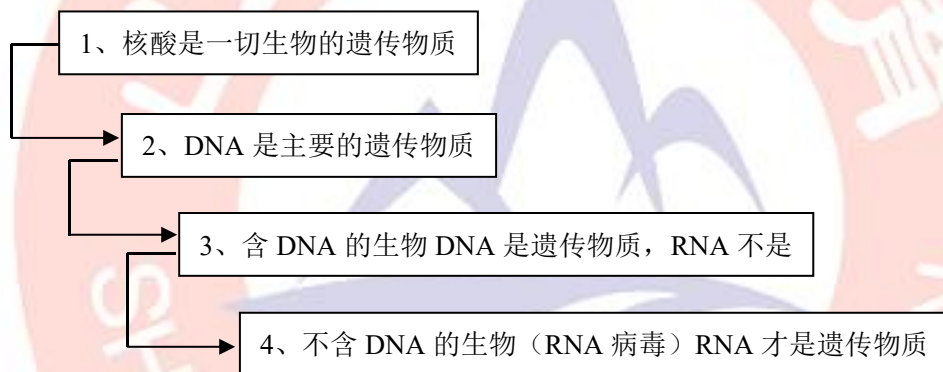
5.3 证明 RNA 是遗传物质的实验——烟草花叶病毒的感染实验



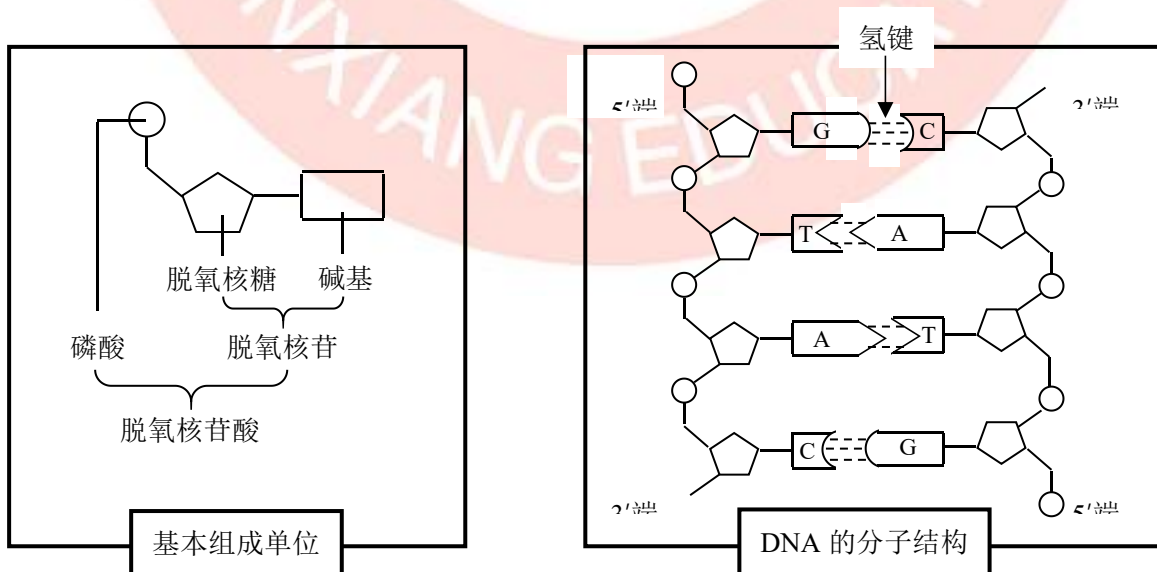
5.4 DNA 是遗传物质的理论证据（遗传物质的必备条件）

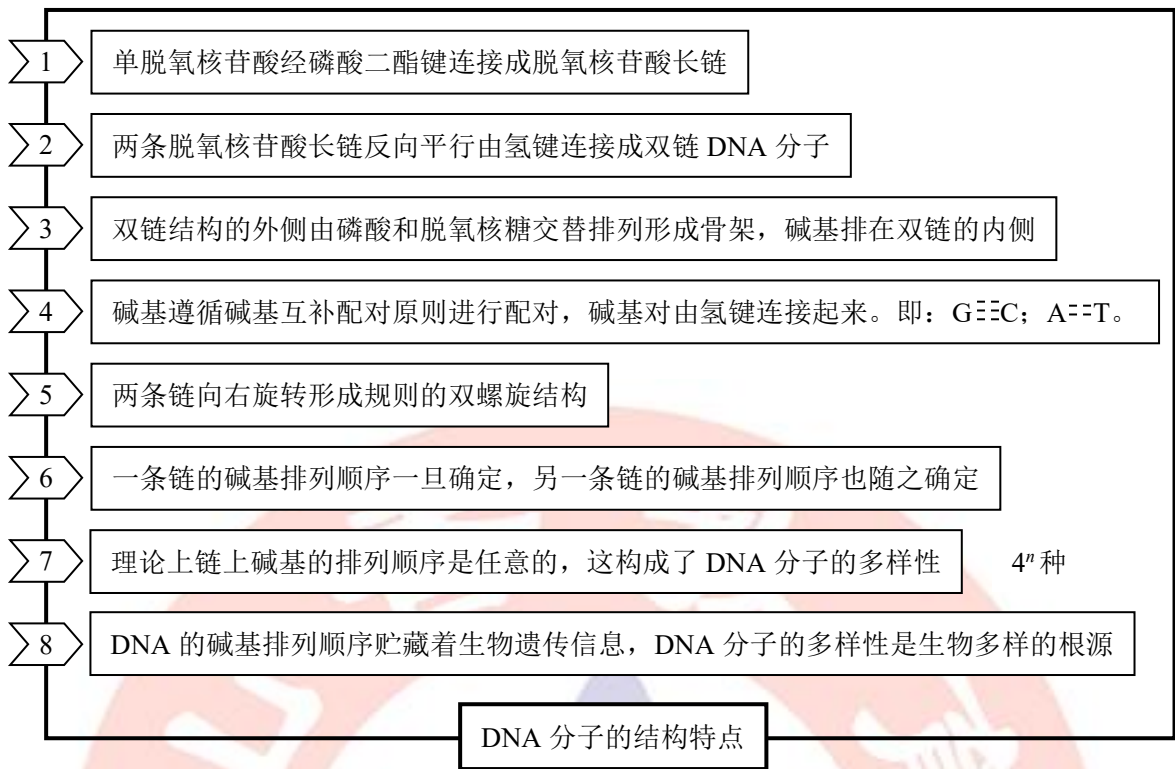


5.5 核酸是生物的遗传物质

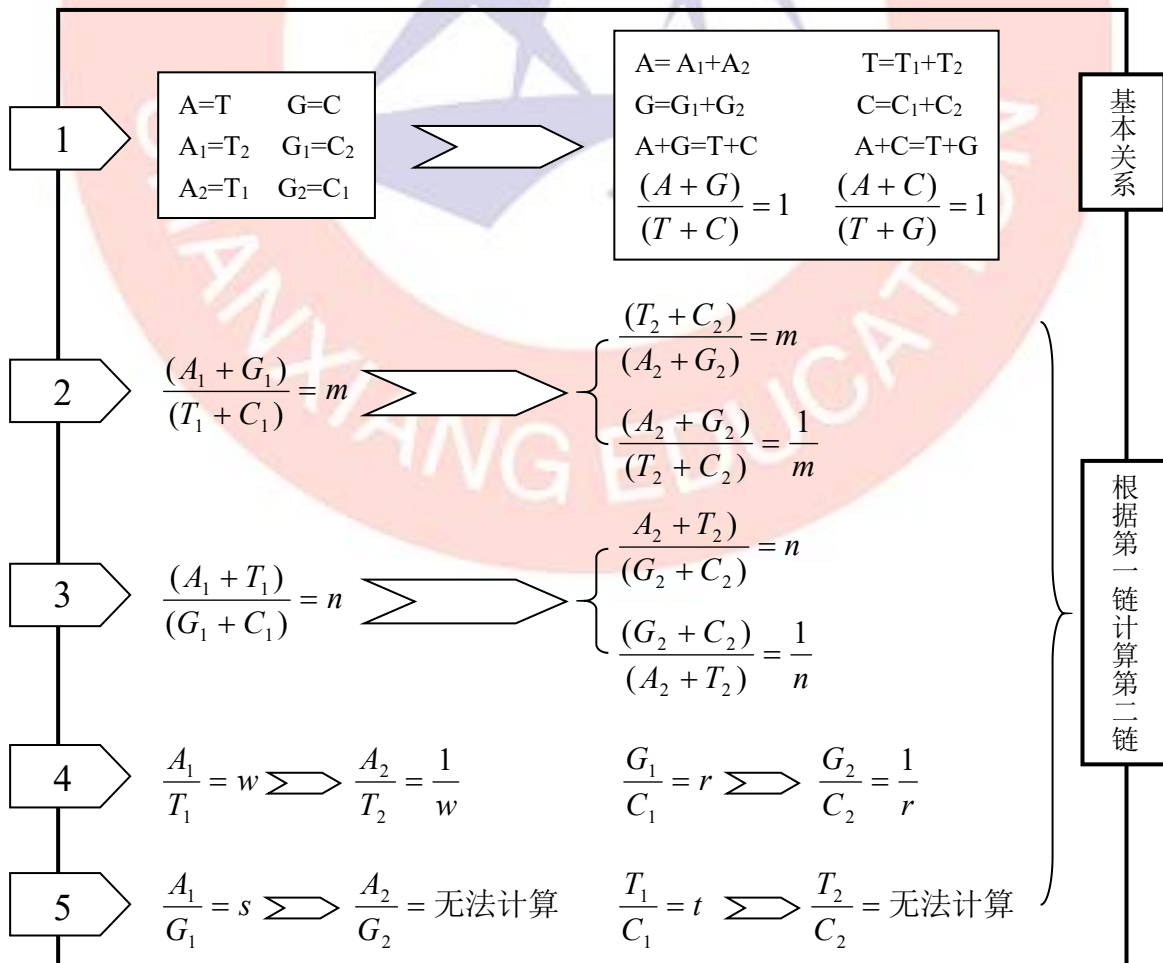


5.6 DNA 的组成单位、分子结构和结构特点

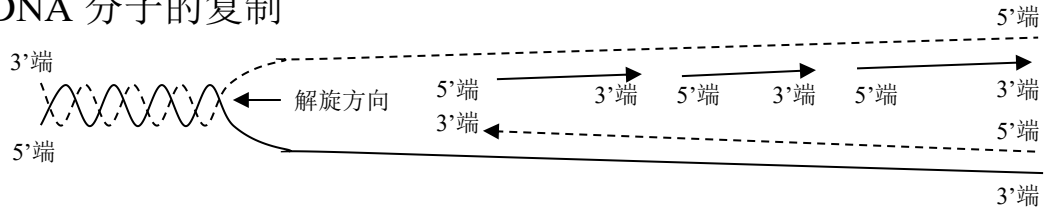




5.7 由碱基互补配对原则引起的碱基间关系

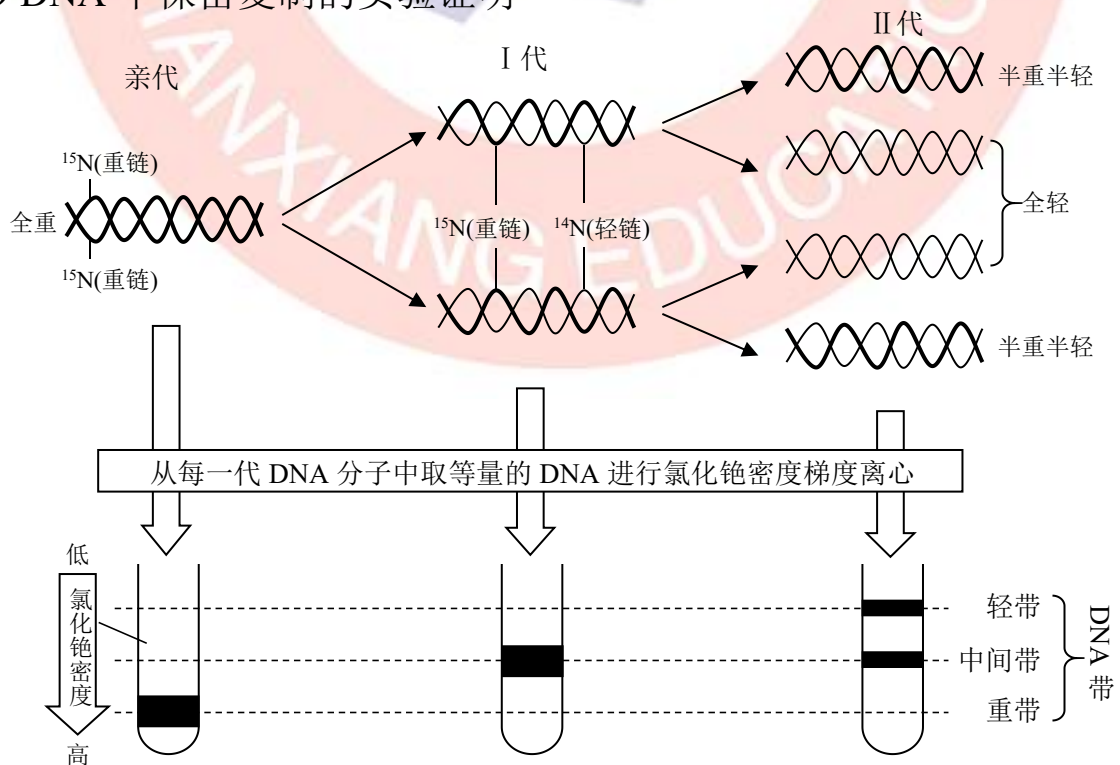


5.8 DNA 分子的复制

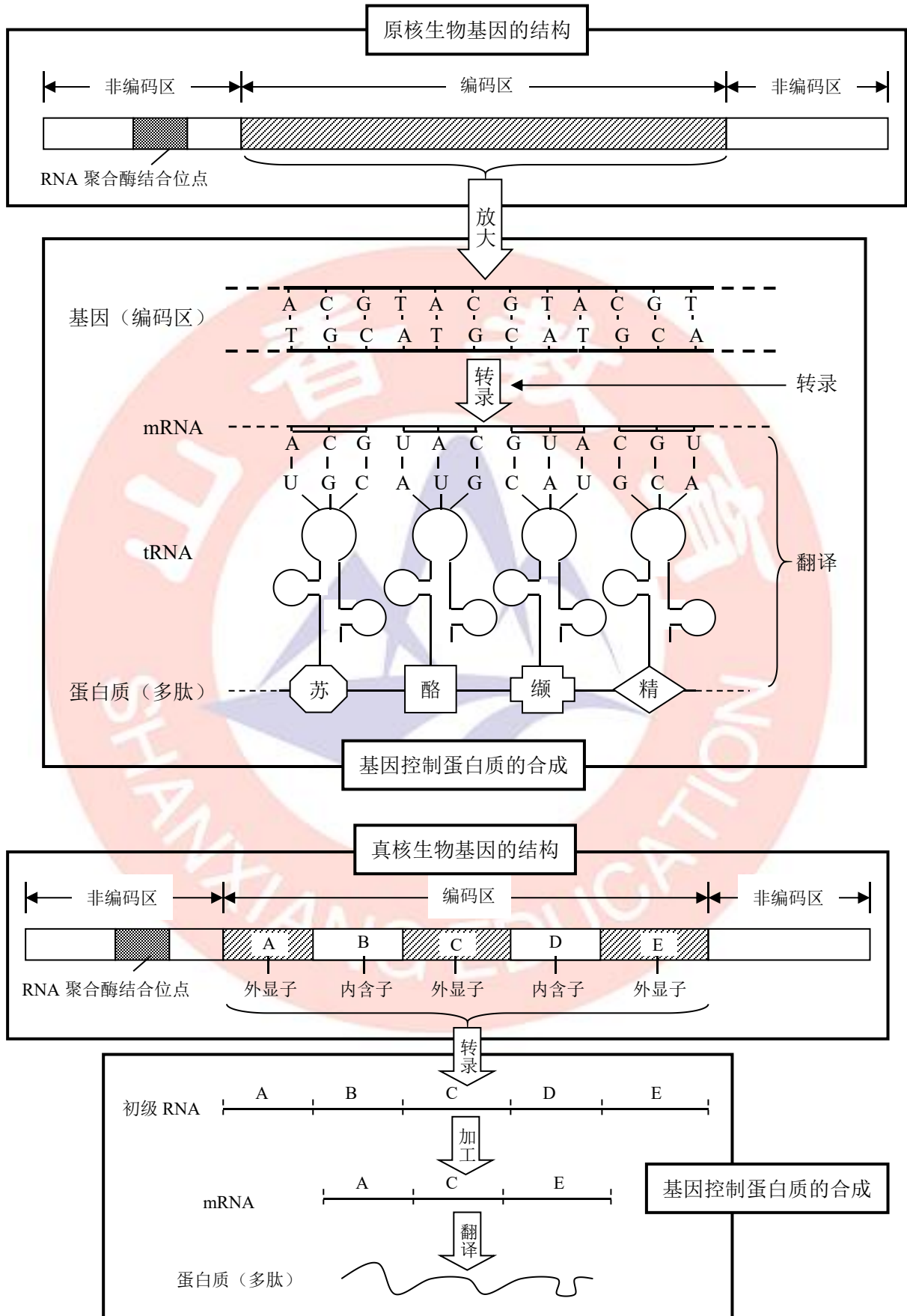


	亲代 (0代)	1代	2代	n 代
复制 (半保留复制)			
子代 DNA 分子中含亲代链的比例		1	1/2	$1/2^{n-1}$
子代 DNA 链中含亲代链的比例		1/2	1/4	$1/2^n$

5.9 DNA 半保留复制的实验证明



5.10 基因的结构及控制蛋白质的合成



5.11 染色体组与基因组比较

		概念	示例
染色体组		正常配子中的全部染色体数称为一个染色体组，用 N 表示	果蝇：N=4
基因组	概念	某生物 DNA 分子所携带的全部遗传信息叫基因组。包括核基因组和质基因组（线粒体基因组和叶绿体基因组）	人：23+1+线粒体 DNA
	单倍体基因组	有性别生物：N+1（N 个 DNA+1 个性染色体 DNA 组成） 无性别生物：N（N 个 DNA 分子组成）	人：23+1 玉米：10
	原核生物基因组	一个 DNA 分子组成（或加上质粒 DNA）	细菌 DNA
	线粒体基因组	线粒体中一个 DNA 分子所携带的遗传信息（见后述）	线粒体 DNA
	叶绿体基因组	叶绿体中一个 DNA 分子所携带的遗传信息	叶绿体 DNA
区别与联系		染色体组由正常配子中的染色体数目构成，只包含一条性染色体 基因组由一半常染色体、两条性染色体和细胞质中的 DNA 分子组成	

5.12 人类基因组研究

5.12.1 人类基因组计划（HGP）大事记

人类基因组计划大事记	1985 年	美国科学家诺贝尔奖获得者杜伯克首先提出了人类基因组计划（HGP）
	1990 年 10 月 1 日	经美国国会批准美国 HGP 正式启动，预计投资 30 亿美元，历时 15 年，在 2005 年完成。先后共有美、英、日、法、德、中六国参加，分别承担了其中 54%、33%、7%、2.8%、2.2%和 1%的研究工作。
	1998 年 5 月	全球最大的 DNA 自动测序仪厂家在美国马里兰州罗克威尔设立了 Celera（塞莱拉）基因组学公司，声称在 3 年内完成人类基因组的序列测定，另外有一些私营机构也涉足这一领域，目的都是为了申请专利，垄断人类基因信息资源。至此形成公私两大阵营。
	1998 年 10 月	人类基因组计划的公立阵营宣布提前于 2001 年完成人类基因组的工作草图，整个终图的完成期将从 2005 提前到 2003 年。
	1999 年 9 月	我国搭上基因组研究的末班车，加入该计划并负责 3 号染色体上 3000 万个碱基对的测序工作，成为参与人类基因组计划唯一的发展中国家。这 1%的测序任务，带给中国的利益是长远的，我们不仅因此可以分享整个计划的成果，拥有相关事务的发言权，而且建立了自己的研究队伍，技术水平走在了世界的前列。
	2000 年 3 月 14 日	美国总统克林顿和英国首相贝理雅发表联合声明，呼吁将人类基因组研究成果公开，以便世界各国的科学家都能自由地使用这些成果。
	2000 年 4 月底	中国科学家按照国际人类基因组计划的部署，完成了百分之一人类基因组的“工作框架图”。
	2000 年 6 月 26 日	美国白宫召开会议，宣布人类基因组“工作框架图”完成。
	2001 年 2 月 15 日	人类基因组计划公立阵营在当日出版的《自然》杂志公布人类基因组测序草图。
	2001 年 2 月 16 日	塞莱拉公司在当日出版的《科学》杂志上公布人类基因组测序草图。
2006 年 5 月 18 日	美国和英国科学家在英国《自然》杂志网络版上发表了人类最后一个染色体—1 号染色体的基因测序。科学家不止一次宣布人类基因组计划完工，但推出的均不是全本，这一次杀青的“生命之书”更为精确，覆盖了人类基因组的 99.99%。历时 16 年的人类基因组计划书写完了最后一个章节。	

5.12.2 人类基因组计划（HGP）的主要内容

主要内容	遗传图	<p>又称连锁图，它是以具有遗传多态性（在一个遗传位点上具有一个以上的等位基因，在群体中的出现频率皆高于1%）的遗传标记为“路标”，以遗传学距离（在减数分裂事件中两个位点之间进行交换、重组的百分率，1%的重组率称为1cM(厘摩)）为图距的基因组图。遗传图的建立为基因识别和完成基因定位创造了条件。</p> <p>意义：6000多个遗传标记已经能够把人的基因组分成6000多个区域，使得连锁分析法可以找到某一致病的或表现型的基因与某一标记邻近（紧密连锁）的证据，这样可把这一基因定位于这一已知区域，再对基因进行分离和研究。对于疾病而言，找基因和分析基因是个关键。</p>
	物理图	<p>物理图是指有关构成基因组的全部基因的排列和间距的信息，它是通过对构成基因组的DNA分子进行测定而绘制的。绘制物理图的目的是把有关基因的遗传信息及其在每条染色体上的相对位置线性而系统地排列出来。DNA物理图是指DNA链的限制性酶切片段的排列顺序，即酶切片段在DNA链上的定位。因限制性内切酶在DNA链上的切口是以特异序列为基础的，核苷酸序列不同的DNA，经酶切后就会产生不同长度的DNA片段，由此而构成独特的酶切图。因此，DNA物理图是DNA分子结构的特征之一。DNA是很大的分子，由限制酶产生的用于测序反应的DNA片段只是其中的极小部分，这些片段在DNA链中所处的位置关系是应该首先解决的问题，故DNA物理图谱是顺序测定的基础，也可理解为指导DNA测序的蓝图。广义地说，DNA测序从物理图制作开始，它是测序工作的第一步。</p>
	序列图	<p>随着遗传图和物理图的完成，测序就成为重中之重的工作。DNA序列分析技术是一个包括制备DNA片段及碱基分析、DNA信息翻译的多阶段的过程。通过测序得到基因组的序列图。</p>
	转录图 (基因图)	<p>基因图是在识别基因组所包含的蛋白质编码序列的基础上绘制的结合有关基因序列、位置及表达模式等信息的图谱。在人类基因组中鉴别出占具2%~5%长度的全部基因的位置、结构与功能，最主要的方法是通过基因的表达产物mRNA反追到染色体的位置。</p> <p>其原理是：所有生物性状和疾病都是由结构或功能蛋白质决定的，而已知的所有蛋白质都是由mRNA编码的，这样可以把mRNA通过反转录酶合成cDNA或称作EST的部分的cDNA片段，也可根据mRNA的信息人工合成cDNA或cDNA片段，然后，再用这种稳定的cDNA或EST作为“探针”进行分子杂交，鉴别出与转录有关的基因。基因图谱的意义是：在于它能有效地反应在正常或受控条件中表达的全基因的时空图。通过这张图可以了解某一基因在不同时间不同组织、不同水平的表达；也可以了解一种组织中不同时间、不同基因中不同水平的表达，还可以了解某一特定时间、不同组织中的不同基因不同水平的表达。</p>

5.12.3 人类与其他物种的基因组比较（大约）

物种	碱基对数量	基因数量	物种	碱基对数量	基因数量
徽浆菌	580,000	500	酿酒酵母	12,000,000	5,538
肺炎双球菌	2,200,000	2,300	黑腹果蝇	180,000,000	13,350
流感嗜血杆菌	4,600,000	1,700	家鼠	2,500,000,000	29,000
大肠杆菌	4,600,000	4,400	人类	3,000,000,000	27,000

5.12.4 人类基因组 24 条染色体上的基因数目和申请的专利数目（截止 2006 年）

染色体编号	基因数目	专利数目	染色体编号	基因数目	专利数目
1 号	3,141	504	13 号	477	97
2 号	1,776	330	14 号	821	155
3 号	1,445	307	15 号	915	141
4 号	1,023	215	16 号	1,139	192
5 号	1,261	254	17 号	1,471	313
6 号	1,401	225	18 号	408	74
7 号	1,410	232	19 号	1,715	270
8 号	952	208	20 号	762	178
9 号	1,086	233	21 号	357	66
10 号	1,042	170	22 号	106	657
11 号	1,626	312	X	1,090	200
12 号	1,347	252	Y	144	14
合计	17,510	3,242	合计	9,405	2,357
累 计				26,915	5,599

【说明】目前人们对于基因资源是否应该登记专利仍有争议。由于学术研究并非营利性，因此通常不受这些专利所拘束。此外由于美国政府近年来将专利申请条件提高，因此与 DNA 有关的专利许可，在 2001 年之后已逐渐减少。

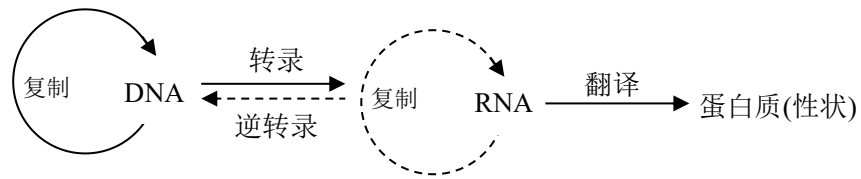
5.12.5 人类基因组研究的意义与展望

- 1 对于各种疾病尤其是对各种遗传病的诊断、治疗具有划时代的意义
- 2 对于深入了解基因表达的调控机制、细胞的生长、分化和个体发育的机制以及生物进化等也具有重要意义
- 3 推动生物高新技术的发展，并产生巨大的经济效应

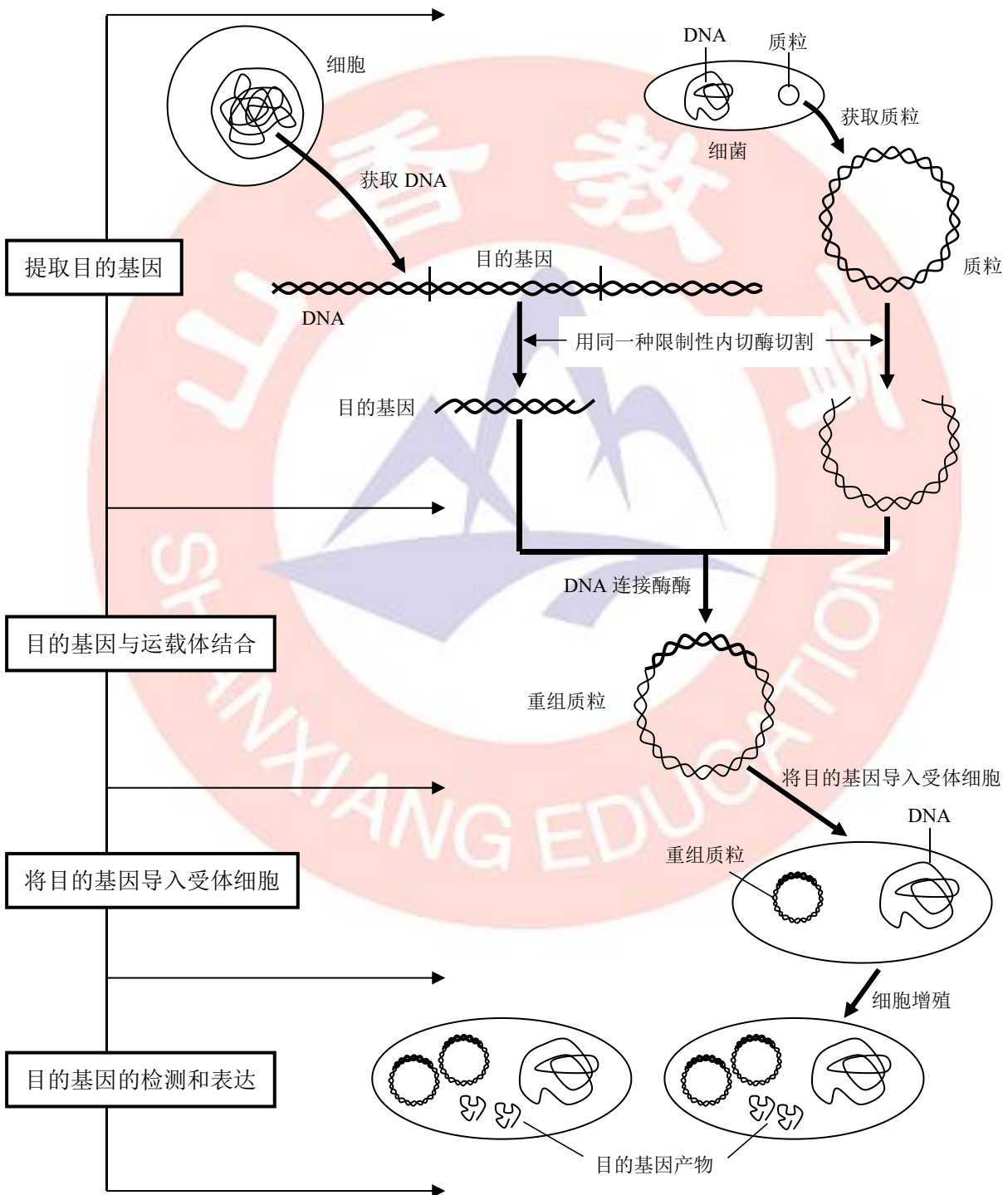
你知道吗

在人体全部 22 对常染色体中，1 号染色体包含的基因数量最多，达 3141 个，是平均水平的两倍，共有超过 2.23 亿个碱基对，破译难度也最大。一个由 150 名英国和美国科学家组成的团队历时 10 年，才完成了 1 号染色体的测序工作。

5.13 遗传的中心法则



5.14 基因工程的基本内容



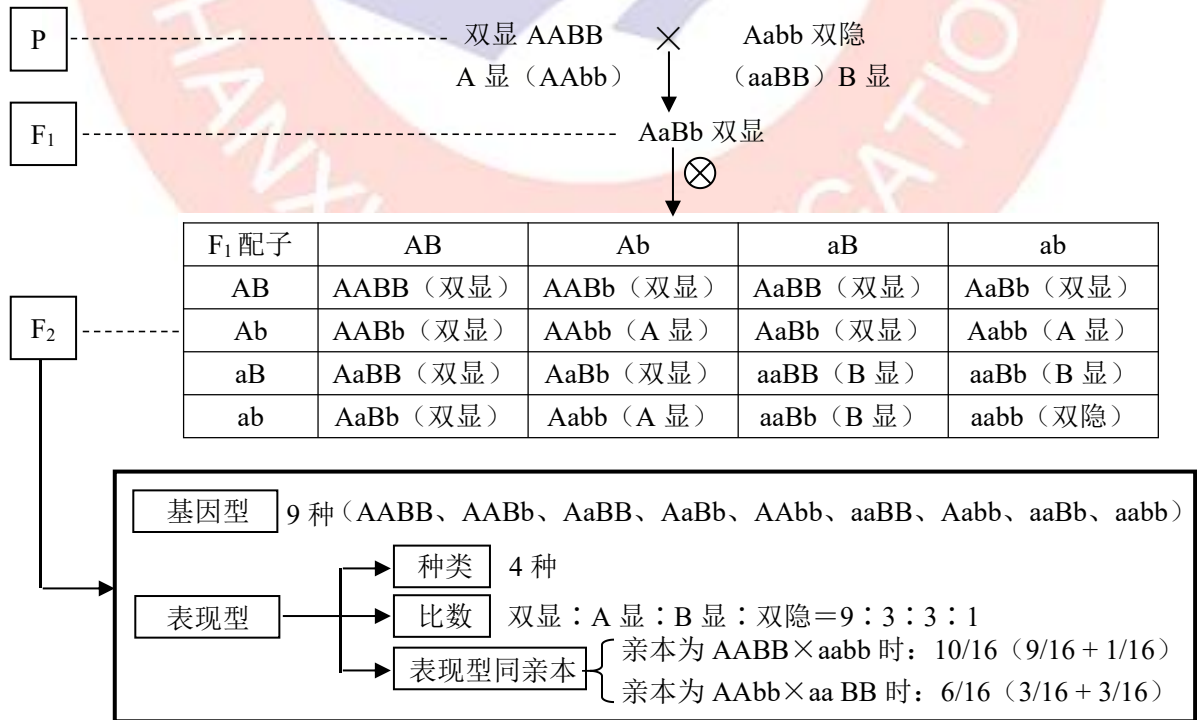
5.15 基因分离定律中亲本的可能组合及其比数

亲本组合	AA×AA	AA×Aa	AA×aa	Aa×Aa	Aa×aa	aa×aa
基因型比	AA 1	AA Aa 1 : 1	Aa 1	AA Aa aa 1 : 2 : 1	Aa aa 1 : 1	aa 1
表现型比	显性 1	显性 1	显性 1	显性：隐性 3 : 1	显性：隐性 1 : 1	隐性 1

5.16 基因分离定律的特殊形式

特殊形式	亲本组合	子代的基因型比	子代的表现型比
(一般形式)	Aa×Aa	AA : Aa : aa=1 : 2 : 1	显性：隐性=3 : 1
显性相对性	Aa×Aa	AA : Aa : aa=1 : 2 : 1	显性：相对显性：隐性=1 : 2 : 1
并显性 (MN 血型)	L ^M L ^N ×L ^M L ^N	L ^M L ^M : L ^M L ^N : L ^N L ^N =1 : 2 : 1	显性①：并显性：显性②=1 : 2 : 1
复等位基因遗传	物种中存在三个以上等位基因，而每一个体只含两个等位基因或两个相同的基因，基因之间存在显隐关系或其它关系。如 ABO 血型的遗传：I ^A 、I ^B 对 i 为显性，I ^A 对 I ^B 并显性。		
显性纯合致死	Aa×Aa	Aa : aa=2 : 1	显性：隐性=2 : 1
隐性纯合致死	Aa×Aa	AA : Aa=1 : 2	显性
单性隐性配子致死	Aa×Aa	AA : Aa=1 : 1	显性
单性显性配子致死	Aa×Aa	Aa : aa = 1 : 1	显性：隐性=1 : 1
伴性遗传	基因在性染色体上，子代表现型与性别有关，形式多样，在后面有专题讨论。		
X 上的致死效应	见专题 5.23 (P53)		

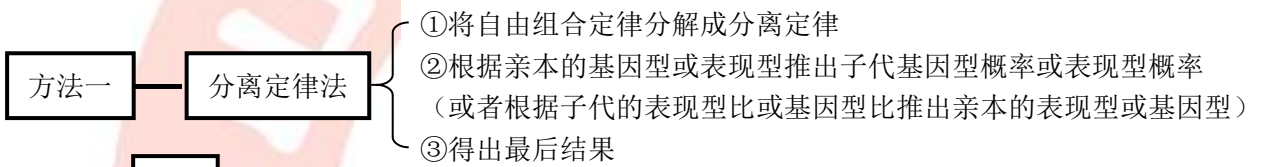
5.17 基因自由组合定律的一般特点



5.18 遗传定律中各种参数的变化规律

遗传定律	亲本中包含的相对性状对数	F ₁			F ₂			遗传定律的实质
		包含等位基因的对数	产生的配子数	配子的组合数	表现型数	基因型数	性状分离比	
分离定律	1	1	2	4	2	3	(3:1)	F ₁ 在减数分裂形成配子时,等位基因随同源染色体的分开而分离。
自由组合定律	2	2	4	16	4	9	(3:1) ²	F ₁ 在减数分裂形成配子时,等位基因随同源染色体分离的同时,非同源染色体上的非等位基因进行自由组合。
	3	3	8	64	8	27	(3:1) ³	
	4	4	16	256	16	81	(3:1) ⁴	
	
	<i>n</i>	<i>n</i>	2 ^{<i>n</i>}	4 ^{<i>n</i>}	2 ^{<i>n</i>}	3 ^{<i>n</i>}	(3:1) ^{<i>n</i>}	

5.19 自由组合遗传题的快速解法



例 1 基因型为 AaBb (甲) 和 Aabb (乙) 的亲本杂交, 求子代中同亲本的基因型和表现型的概率

解

①分解成分离规律的杂交组合

$$\begin{array}{c} \text{AaBb} \times \text{Aabb} \\ \swarrow \quad \searrow \\ \text{Aa} \times \text{Aa} \quad \text{Bb} \times \text{bb} \end{array}$$

②推出各组合的基因型概率和表现型概率

$$\begin{array}{ccc} \text{1/4AA} & \text{1/2Aa} & \text{1/4aa} \\ \hline \text{3/4A 显} & & \text{1/4a 隐} \end{array} \quad \begin{array}{cc} \text{1/2Bb} & \text{1/2bb} \\ \hline \text{1/2B 显} & \text{1/2b 隐} \end{array}$$

③计算结果:

i 子代基因型为 AaBb (同亲本甲) 的概率是: $1/2\text{Aa} \times 1/2\text{Bb} = 1/4$
子代基因型为 Aabb (同亲本乙) 的概率是: $1/2\text{Aa} \times 1/2\text{bb} = 1/4$
子代基因型同亲本的概率是: $1/4 + 1/4 = 1/2$

ii 子代表现型同亲本的概率是:
 $(3/4\text{A 显} \times 1/2\text{B 显}) + (3/4\text{A 显} \times 1/2\text{b 隐}) = 3/4$

例 2 用绿圆豌豆与黄圆豌豆进行杂交, 得到子代四种豌豆: 黄圆 196, 黄皱 67, 绿圆 189, 绿皱 61。写出亲本的基因型。(已知黄受 Y、圆受 R 控制)

解

①分解成分离定律的子代表现型

子代表现型比: 黄 (196+67) : 绿 (189+61) = 1 : 1

②推出亲本的基因型

亲代基因型: Yy × yy

圆 (196+189) : 皱 (67+61) = 3 : 1

亲代基因型: Rr × Rr

③得出结果 ⇨ 亲本绿圆豌豆的基因型是 yyRr, 黄圆豌豆的基因型是 YyRr

方法二

基因式法

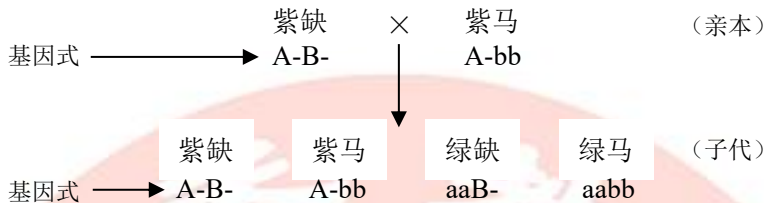
- ①根据亲本和子代的表现型写出亲本和子代的基因式
- ②根据基因式推出基因型
- (此方法只适于亲本和子代表现型已知且显隐关系已知时)

示例

番茄的紫茎(A)对绿茎(a), 缺刻叶(B)对马铃薯叶(b)均为显性。亲本紫缺番茄与紫马番茄杂交, 子代出现了紫缺、紫马、绿缺、绿马四种番茄。求亲本的基因型和子代的表现型比。

解

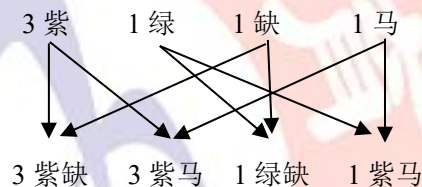
①根据亲本和子代的表现型写出亲本和子代的基因式(如图)。



②根据基因式推出亲本基因型。

由于子代中有隐性个体出现, 因此亲本的基因型是 AaBb (紫缺) 和 Aabb (紫马)。

③利用分离定律法推出子代表现型比(如图)。



方法三

逆推法

- ①因为子代的表现型比之和就是子代的组合数, 所以根据子代的组合数可推出亲本产生的可能的配子种数。
- ②根据亲本可能的配子种数可推出亲本可能的基因型。再根据亲本相关信息最后确定亲本的基因型或表现型。

示例

番茄的紫茎(A)对绿茎(a), 缺刻叶(B)对马铃薯叶(b)均为显性。亲本紫缺番茄与绿缺番茄杂交, 子代出现了3紫缺、1紫马、3绿缺、1绿马四种番茄。求亲本的基因型。

解

①推出亲本产生的可能的配子种数

由题意可知, 子代的表现型比之和为(3+1+3+1), 8种组合数, 由此可知亲本产生的配子种类为: 一个亲本产生4种配子, 另一亲本产生2种配子(因为只能是4种配子与2种配子的组合才有8种组合数, 因为一方产生8种配子, 另一方产生1种配子的组合不可能)。

②推出亲本的基因型

要产生4种配子, 基因型必为 AaBb (双显性)。所以亲本紫缺的基因型为 AaBb。

另一亲本只产生2种配子, 因为表现型为绿缺, 那么基因为 aaBb。验证不错。

注

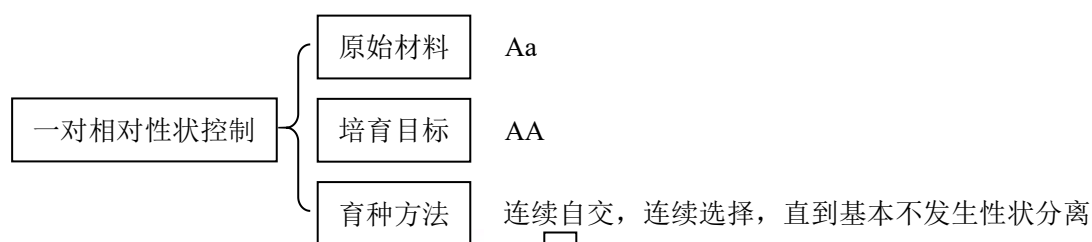
- ①熟练运用三种方法可以进行口算心算, 大大提高解题速度。
- ②三种方法中“分离定律法”最适用, 适合各种情况。提倡使用该方法。
- ③后两种方法的应用需要一定条件, 有一定局限性。

5.20 自由组合定律中基因的相互作用

作用类型	特点	举例			
加强作用	<p>互补作用</p> <p>只有一种显性基因或无显性基因时表现为某一亲本的性状，两种显性基因同时存在时（纯合或杂合）共同决定新性状。 F₂ 表现为 9 : 7</p>	<p>香豌豆 P (白花)CCdd × ccDD(白花)</p> <p>↓</p> <p>F₁ CcDd(紫花)</p> <p>↓</p> <p>F₂ C-D-(紫花) C-dd(白花) ccD-(白花) ccdd(白花)</p> <p>9/16 3/16 3/16 1/16</p>			
	<p>累加作用</p> <p>两种显性基因同时存在时产生一种新性状，单独存在时表现相同性状，没有显性基因时表现为隐性性状。 F₂ 表现为 9 : 6 : 1</p>	<p>南瓜 P (球形)AAbb × aaBB(球形)</p> <p>↓</p> <p>F₁ AaBb(扁盘形)</p> <p>↓</p> <p>F₂ A-B-(扁盘) A-bb(球形) aaB-(球形) aabb(长形)</p> <p>9/16 3/16 3/16 1/16</p>			
	<p>重叠作用</p> <p>不同对基因对表现型产生相同影响，有两种显性基因时与只有一种显性基因时表现型相同。没有显性基因时表现为隐性性状。 F₂ 表现为 15 : 1</p>	<p>荠菜 P (三角形果)EEFF × eeff(卵形果)</p> <p>↓</p> <p>F₁ EeFf(三角形果)</p> <p>↓</p> <p>F₂ E-F-(三角) E-ff(三角) eeF-(三角) eeff(卵形)</p> <p>9/16 3/16 3/16 1/16</p>			
抑制作用	<p>显性上位</p> <p>一种显性基因抑制了另一种显性基因的表现。 F₂ 表现为 12 : 3 : 1 右例中 I 基因抑制 B 基因的表现。I 决定白色，B 决定黑色，但有 I 时黑色被抑制</p>	<p>狗 P (白色)BBII × bbii(褐色)</p> <p>↓</p> <p>F₁ BbIi(白色)</p> <p>↓</p> <p>F₂ B-I-(白色) bbI-(白色) B-ii(黑色) bbii(褐色)</p> <p>9/16 3/16 3/16 1/16</p>			
	<p>隐性上位</p> <p>一对基因中的隐性基因对另一对基因起抑制作用。 F₂ 表现为 9 : 3 : 4 右例中 c 纯合时，抑制了 R 和 r 的表现。</p>	<p>家鼠 P (黑色)RRCC × rrcc(白色)</p> <p>↓</p> <p>F₁ RrCc(黑色)</p> <p>↓</p> <p>F₂ R-C-(黑色) rrC-(浅黄) R-cc(白色) rrcc(白色)</p> <p>9/16 3/16 3/16 1/16</p>			
	<p>抑制效应</p> <p>显性基因抑制了另一对基因的显性效应，但该基因本身并不决定性状。 F₂ 表现为 13 : 3 右例中 C 决定黑色，c 决定白色。I 为抑制基因，抑制了 C 基因的表现。</p>	<p>家鸡 P (白色莱杭)IICC × iicc(白色温德)</p> <p>↓</p> <p>F₁ IiCc(白色)</p> <p>↓</p> <p>F₂ I-C-(白色) I-cc(白色) iiC-(黑色) iicc(白色)</p> <p>9/16 3/16 3/16 1/16</p>			
作用类型	F ₂ 表现型比	作用类型	F ₂ 表现型比	作用类型	F ₂ 表现型比
互补作用	9 : 7	重叠作用	15 : 1	隐性上位	9 : 3 : 4
累加作用	9 : 6 : 1	显性上位	12 : 3 : 1	抑制效应	13 : 3

5.21 杂交育种

5.21.1 培育显性基因 (A) 控制的优良品种



自交代数	自交过程 (原理)	杂合体	纯合体
0	Aa	1	0
1	$\frac{1}{4}AA$ $\frac{1}{2}Aa$ $\frac{1}{4}aa$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
2	$\frac{1}{4}AA$ $\frac{1}{8}AA$ $\frac{1}{4}Aa$ $\frac{1}{8}aa$ $\frac{1}{4}aa$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$
3	$\frac{1}{4}AA$ $\frac{1}{8}AA$ $\frac{1}{16}AA$ $\frac{1}{8}Aa$ $\frac{1}{16}aa$ $\frac{1}{8}aa$ $\frac{1}{4}aa$	$\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$
4	$\frac{1}{4}AA$ $\frac{1}{8}AA$ $\frac{1}{16}AA$ $\frac{1}{32}AA$ $\frac{1}{16}Aa$ $\frac{1}{32}aa$ $\frac{1}{16}aa$ $\frac{1}{8}aa$ $\frac{1}{4}aa$	$\frac{1}{16}$	$\frac{15}{16}$
⋮	⋮	⋮	⋮
n	$\frac{1 - \frac{1}{2^n}}{2} AA$ $\frac{1}{2^n} Aa$ $\frac{1 - \frac{1}{2^n}}{2} aa$	$\frac{1}{2^n}$	$1 - \frac{1}{2^n}$

(每代保留并种植) (每代淘汰直到几乎不出现)

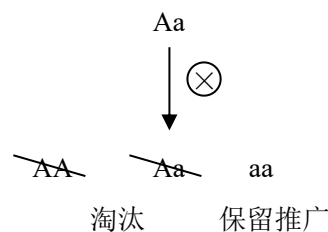
多对相对性状控制 方法同上。纯合更加困难, 育种难度大

后代纯合的速率 取决于等位基因的对数和自交的代数

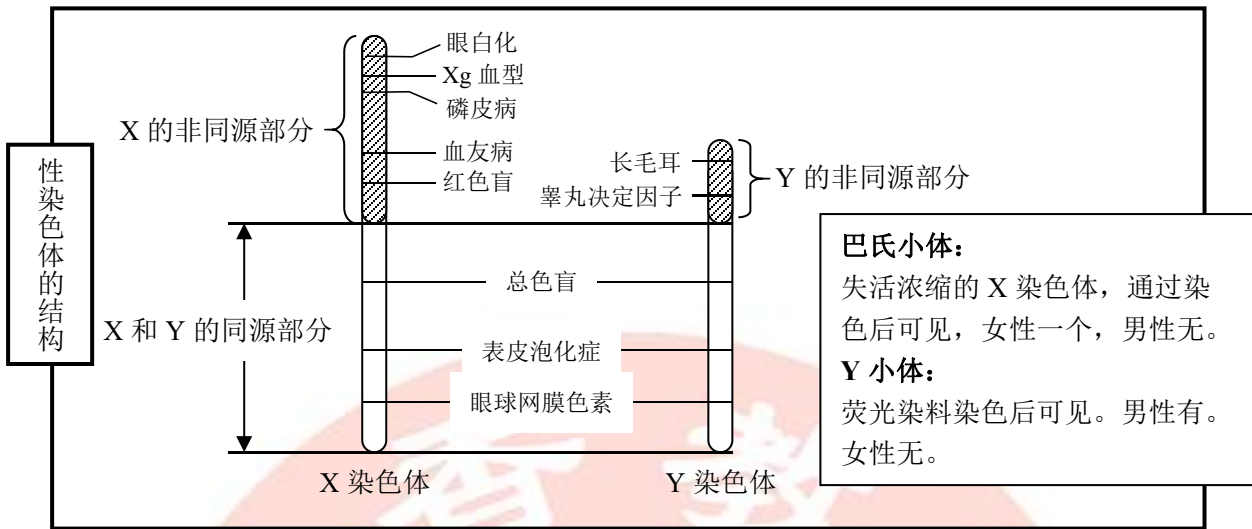
公式 $x\% = \left(\frac{2^n - 1}{2^n}\right)^r \times 100\%$ (n 表示自交的代数; r 表示等位基因对数)

5.21.2 培育隐性基因 (a) 控制的优良品种

原始材料	Aa
培育目标	aa
育种方法	自交, 选择 aa



5.22 人类的 X 染色体与 Y 染色体



性染色体的起源

性染色体由常染色体进化而来，随着进化的深入，同源部分越来越少，或者 Y 染色体逐渐缩短，最后消失。如蝗虫中雄蝗 $2N=23 (XO)$ ，雌蝗 $2N=24 (XX)$ 。因此 X 和 Y 染色体越原始，同源区段就越长，非同源区段就越短。据研究，人类 Y 染色体产生之初含有基因约 1400 个，现在只剩下 45 个基因。再经 1500 万年人类的 Y 染色体将彻底消失。

5.23 人类性别畸型及其原因

性染色体组型		卵细胞	正常		异常	
			X	Y	XX	O
精子	正常	X	XX (正常)	XXX (超雌)	XO (卵巢退化)	
		Y	XY (正常)	XXY (睾丸退化)	YO (不能存活)	
异常	同源染色体不分离	XY	XXY (睾丸退化)	XXXY (同上)	XY (正常)	
	姐妹染色单体不分离	XX	XXX (超雌)	XXXX (超雌)	XX (正常)	
		YY	XYY (多数不育)	XXYY (未见)	YY (不能存活)	
	①同源染色体不分离 ②姐妹染色单体不分离	O	XO (卵巢退化)	XX (正常)	OO (不能存活)	

5.24 性别分化与环境的关系

原理因素	性激素(内部环境)的影响	温度(外部环境)的影响
示例	<p>①鸡的性反转 (必修本 P₉₄)</p> <p>②非洲蛙(<i>Xenopus</i>)性反转实验。</p> <p>ZZ(幼体)♂ $\xrightarrow{\text{雌激素}}$ ZZ(成体)♀</p> <p>ZZ♀ × ZZ♂ $\xrightarrow{\text{生殖}}$ ZZ♂</p>	<p>某些 XY 型性别决定的蛙类：</p> <p>受精卵 $\xrightarrow[发育]{20^\circ\text{C}}$ $\left\{ \begin{array}{l} 1/2 \text{ ♀ 蛙 (XX)} \\ 1/2 \text{ ♂ 蛙 (XY)} \end{array} \right.$</p> <p>受精卵 $\xrightarrow[发育]{30^\circ\text{C}}$ 全部 ♂ 蛙 (1/2XX, 1/2XY)</p>

5.25 伴性遗传的特点

说明：这里讨论致病基因的遗传。隐性遗传表示隐性基因致病，显性遗传表示显性基因致病。

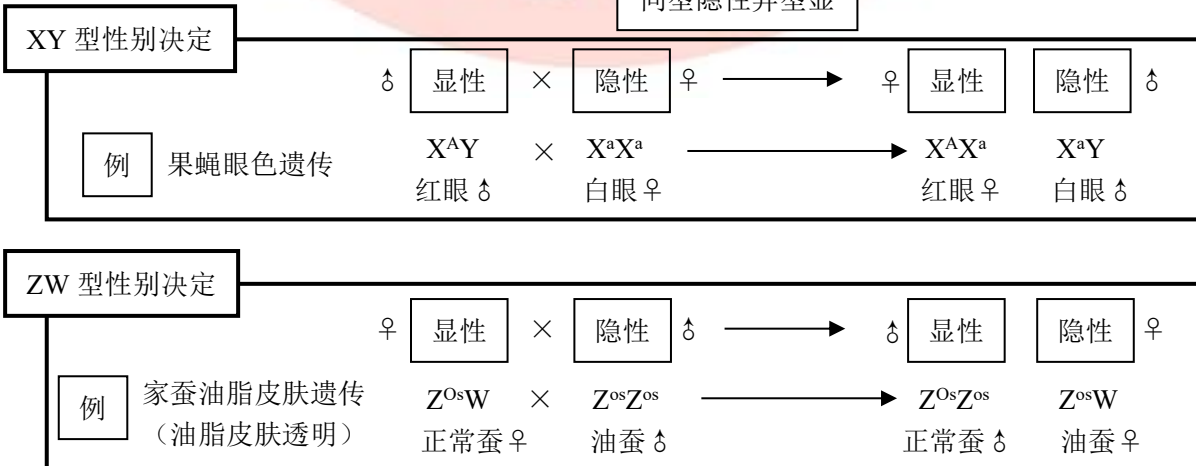
		特点	示例
伴 X 遗传	隐性遗传	①交叉遗传：父传女，母传子。 ②男（雄）性患者多于女（雌）性患者。 ③男（雄）性患者的致病基因均由母亲传递。 ④男（雄）性患者的女儿均为携带者。 ⑤近亲婚配发病率高。	$\begin{array}{ccc} X^aY \times X^AX^A & & X^AY \times X^AX^a \\ \text{患者} \downarrow & & \downarrow \text{携带者} \\ X^AX^a & X^AY & X^AX^A & X^AX^a & X^AY & X^aY \\ \text{携带者} & & & & & \text{患者} \end{array}$
	显性遗传	①患者双亲中至少一个是患者。 ②女（雌）性患者多于男（雄）性患者。 ③女（雌）性患者的子女患病机会均等。 ④男（雄）性患者的女儿全部患病。 ⑤未患病者的后代不会患病（真实遗传）。	$\begin{array}{ccc} X^aY \times X^AX^a & & X^AY \times X^aX^a \\ \downarrow \text{患者} & & \downarrow \text{患者} \\ X^AX^a & X^aX^a & X^AY & X^aY & X^AX^a & X^aY \\ \text{患者} & & \text{患者} & & \text{患者} & \end{array}$
伴 Y 遗传		①不同源时基因无显隐性关系。 ②基因只能由父亲传给儿子并表现出来。 ③具家族同源性，用于刑事侦探和亲子鉴定。	果蝇硬毛遗传(与 X 染色体同源): $(短硬毛)X^bY^B \times X^bX^b(\text{正常硬毛})$ \downarrow $(短硬毛)X^bX^b \quad X^aY^B(\text{正常硬毛})$

5.26 伴性遗传中的致死效应

X 染色体上隐性基因花粉(雄配子)致死	X 染色体上隐性基因雄性个体致死
剪秋罗植物叶型遗传: 宽叶♀ $X^BX^B \times X^bY \delta$ 窄叶 $\begin{array}{ccc} X^B & X^b & Y \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ X^BY & X^bY & Y \\ \text{宽叶} \delta & \text{死亡} & \end{array}$ (特点：无窄叶雌株)	$\begin{array}{ccc} X^AX^a & \times & X^AY \\ \text{正常} \text{♀} & & \text{正常} \delta \\ \downarrow & & \\ X^AX^A & X^AX^a & X^AY & X^aY \\ \text{正常} \text{♀} & \text{正常} \text{♀} & \text{正常} \delta & \text{死亡} \delta \end{array}$

5.27 通过性状识别性别的杂交设计

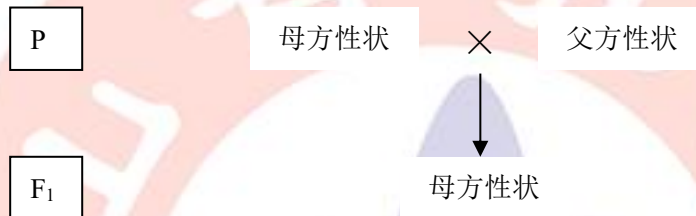
性别区分并不难
同型隐性异型显



5.28 人类常染色体遗传病与伴 X 遗传病的比较

		常染色体遗传病	X 染色体遗传病
显性遗传 (显性基因致病)	遵循的定律	分离定律	
	致病基因位置	常染色体	X 染色体
	发病概率	男女均等	女性多于男性
	判断方法	无特殊的判断方法, 根据相关特点判断	
隐性遗传 (隐性基因致病)	遵循的定律	分离定律	
	致病基因位置	常染色体	X 染色体
	发病概率	男女均等	男性多于女性
	判断方法	①父母正常有女儿患病时, 一定是常染色体隐性遗传 ②根据相关特点判断	

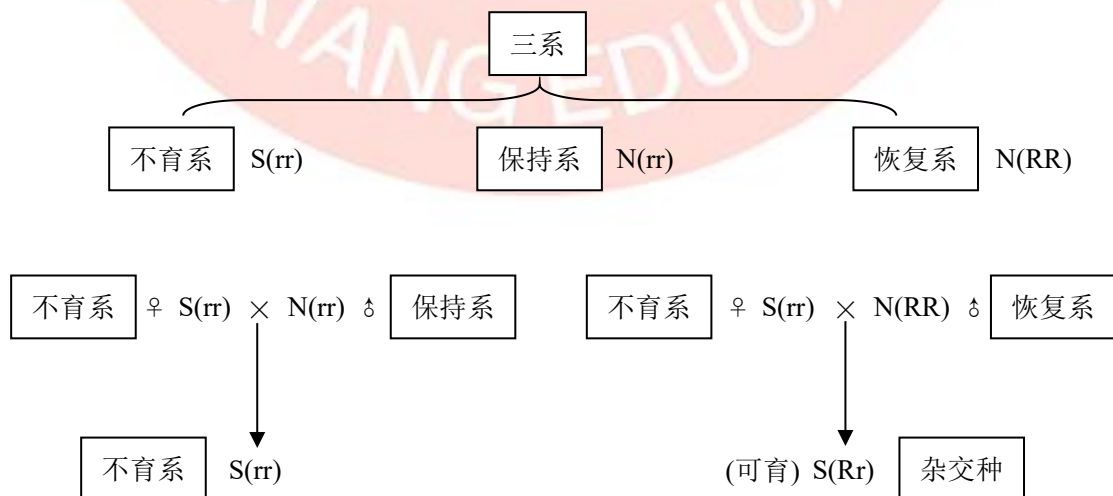
5.29 细胞质遗传的一般形式



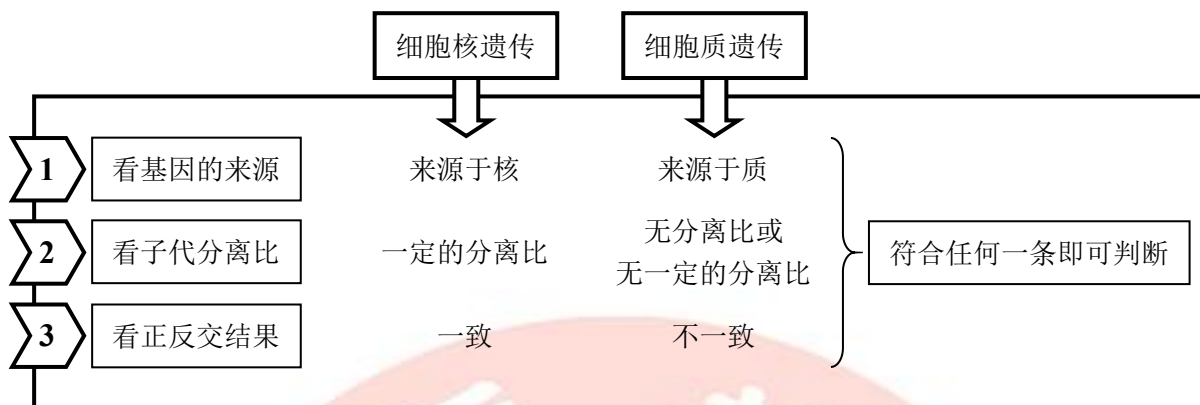
5.30 核质互作雄性不育遗传情况表

细胞核基因 (r 不育)	表现型		
	RR	Rr	rr
细胞质基因			
正常基因 N	(N)RR 可育	N(Rr) (可育)	N(rr) (可育)
不育基因 S	S(RR) (可育)	S(Rr) (可育)	S(rr) (不育)

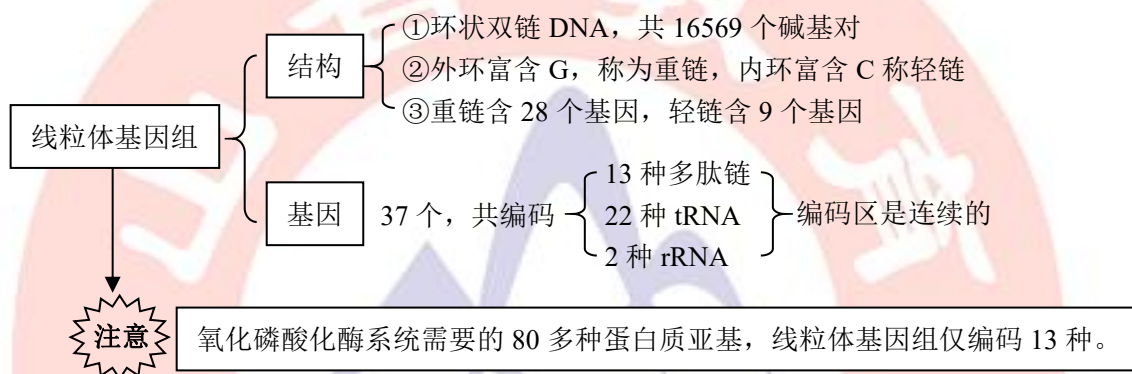
5.31 植物的三系配套杂交(选学)



5.32 判断核、质遗传的方法



5.33 人类线粒体基因组



5.34 细胞核遗传与细胞质遗传的比较

	细胞核遗传	细胞质遗传
遗传本质	基因位于细胞核的染色体上	基因位于细胞质的线粒体和叶绿体
基因存在形式	成对存在	单个存在
基因的传递方式	父母双方传递	仅由母方传递
遗传特点	孟德尔遗传	母系遗传
子代表现型	由显隐性关系决定	完全由母方决定(大多表现母方性状)
显隐性关系	有	没有
子代分离比	有一定的分离比	无一定的分离比(可能出现分离)
正反交结果	相同(伴性遗传时可有例外)	不同
配子中基因的分配方式	减半均分	随机分配
基因突变	频率低，不一定表现出来	频率高，突变的一定要表现出来
遗传信息传递方式	中心法则	
遗传自主性	全自主	半自主(受核基因控制)
转录翻译系统	各自独立	
转录场所	细胞核	线粒体和叶绿体
翻译场所	细胞质中的核糖体	线粒体和叶绿体中的核糖体
对性状的控制	控制全部性状	仅控制线粒体和叶绿体的少量性状

5.35 细胞质遗传与伴性遗传的比较

	细胞质遗传		伴性遗传	
	母系遗传		伴 X 遗传	伴 Y 遗传
遗传方式	母系遗传		孟德尔遗传(分离定律)	只在雄性个体中传递
基因位置	线粒体上 叶绿体上		X 染色体上	Y 染色体上
正反交结果	不一致。示例：紫茉莉枝条叶色遗传 		不一致。示例：果蝇眼色遗传 	
遗传特点	株色母亲传给子女		父亲传给女儿，母亲传给子女	
应用	确定母子、母女关系		遗传咨询、遗传病预防	

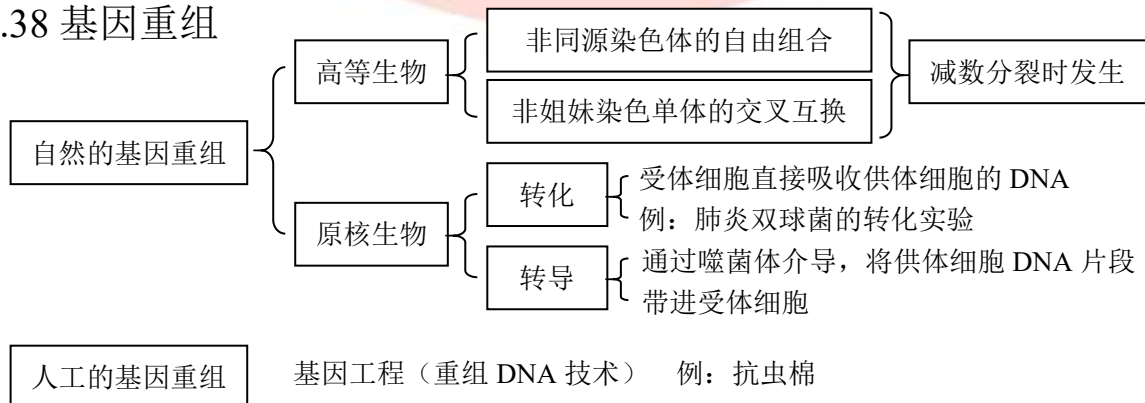
5.36 生物变异的类型

	可遗传的变异				不遗传的变异
	基因变异		染色体变异		
	基因突变	基因重组	结构变异	数目变异	
变异的本质	基因结构改变	基因重新组合	染色体结构异常	染色体数目异常	环境改变 (遗传物质不改变)
遗传情况	按一定方式遗传和表现				不遗传
鉴别方法	观察、杂交、测交		观察、染色体检查		改变环境条件
意义	产生新基因，为基因重组和进化提供素材	产生新基因型产生新品种	关系人类遗传健康	关系人类遗传健康。植物多倍体能改良植物性状。	改变环境条件，也能影响性状
应用价值	诱变育种	遗传病筛查 杂交育种	遗传病筛查 遗传健康	遗传病筛查 单倍体育种 多倍体育种	改变环境条件，获得优质高产。
联系					

5.37 基因突变

基因突变	本质	碱基对替换	点突变。一对碱基被另一对碱基取代	
		碱基对增添	移码突变。插入点处编码碱基后移；缺失点处编码碱基前移	
		碱基对缺失		
	发生时期	细胞分裂（有丝分裂、减数分裂）的 DNA 复制时		
	类型	体细胞突变	发生在胚胎发育过程中，发生的越晚对个体影响越晚（小）。	
		配子突变	发生在配子形成时，影响个体的一生。	
	突变因素	生理因素	辐射 激光 温度	
		化学因素	秋水仙素 亚硝酸 碱基类似物	
		生物因素	病毒 某些细菌	
	特点	普遍性	小致病毒大到人类均发生基因突变。分自然突变和人工诱变。	
		随机性	随机发生，在个体发育的整个阶段都可发生。	
		低频性	高等生物的突变频率在 10^{-5} — 10^{-8} 之间	
		有害性	大多有害，少量有利，有的突变是中性的。 生物的长期进化中已形成了对环境的适应，再突变一般有害。	
		不定向性（多向性）	<p>产生等位基因或复等位基因 } $A \rightleftharpoons a$</p> <p>产生非等位基因 } $B \rightleftharpoons b_1$</p> <p>显性突变：$A \rightarrow a$</p> <p>隐性突变：$a \rightarrow A$</p> <p>回复突变：$A \rightleftharpoons a$</p>	
	突变后果	点突变	同义突变	突变前后密码子同义。蛋白质结构不变。
			错义突变	编码的氨基酸改变，一种氨基酸被另一种氨基酸取代
			无义突变	突变后的密码子为终止码。使合成提前终止。
	移码突变	引起一系列氨基酸的改变。导致肽链延长或缩短或无法终止。		
	表现形式	形态突变型	外形改变：人类白化、果蝇白眼、葡萄无籽……	
		致死突变型	引起个体死亡或配子死亡：植物的白化等	
条件致死型		在一定条件下致死： T_4 噬菌体温敏型在 25°C 时存活， 42°C 时死亡		
生化突变型		无形态效应，但生化功能改变：微生物的营养缺陷型		
应用	自然突变的应用	利用白化动物培育白化新品种；利用芽突变培育无籽品种等。		
	诱变育种	概念：利用理化因素处理植物或微生物，产生突变，选育新品种 特点：供试材料多，有用突变少，有盲目性，适于植物和微生物		

5.38 基因重组



5.39 基因突变与基因重组的比较

	基因突变	基因重组
发生后的结果	形成新基因（等位基因或复等位基因）	形成新的基因型
发生的时期	减数分裂或有丝分裂时的DNA复制时	减数分裂的第一次分裂时
本质原因	碱基对的改变(替换、增添、缺失)	非姐妹染色单体的交叉互换 同源染色体的分离
特点	低频性、偶然性、多向性、无规律	高发性、必然性、多样性、有规律
关系	基因突变为基因重组提供材料	基因重组使突变的基因以多种形式传递

5.40 染色体结构变异

	缺失	重复	倒位	易位
图示				
效应	人类的猫叫综合征（5号染色体部分缺失）	果蝇的棒眼（小眼数目减少。X染色体某一区段重复）	一般无效应，但是大段倒位导致不育	一般无效应，但杂合子易位常伴有不同程度的不育

5.41 染色体数目变异

类别	名称	染色体组	构成	事例	
个别染色体数目增减 (非整倍体)	单体	2N-1	AA-1 (abcd) (abc)	唐氏综合征 (XO)	
	双单体	2N-1-1	AA-1, AA-1 (abc-) (ab-d)		
	缺体	2N-2 (1)	AA-1, AA-1 (abc-) (abc-)		
	三体	2N+1	AA+1 (abcd) (abcd) (d)	21 三体综合征	
	四体	2N+2 (1)	AA+1, AA+1 (abcd) (abcd) (dd)		
	双三体	2N+1+1	AA+1, AA+1 (abcd) (abcd) (cd)		
染色体数目成倍增减 (整倍体)	单倍体	1 或多个	1 个 (abcd) 或多个 (abcd)	蜜蜂的雄蜂	
	二倍体	2N	AA (abcd) (abcd)	人 果蝇 豌豆	
	多倍体	同源三倍体	3N	AAA (abcd) (abcd) (abcd)	香蕉 三倍体西瓜
		同源四倍体	4N	AAAA 4 个 (abcd)	蔓陀罗
		异源四倍体	4N	AABB 2 个 (abcd) 2 个 (opqr)	棉花 烟草 油菜
		异源六倍体	6N	AABBCC { 2 个 (abcd) 2 个 (opqr) 2 个 (wxyz)	普通小麦
异源八倍体	8N	AAAABBBB { 4 个 (abcd) 4 个 (wxyz)	异源八倍体小黑麦		

说明：大写字母表示染色体组，小写字母表示染色体。这里假定每个染色体组含有4个染色体。

5.42 四倍体 (AAaa) 的自交分析

亲本 显性 AAaa × AAaa 显性

配子	1AA	4Aa	1aa	
1AA	1AAAA 显	4AAAA 显	1Aaaa 显	隐性：显性=35：1
4Aa	4AAAA 显	16Aaaa 显	4Aaaa 显	
1aa	1Aaaa 显	4Aaaa 显	1aaaa 隐	

5.43 三体 (AAa) 的自交分析

亲本 显性 AAa × AAa 显性

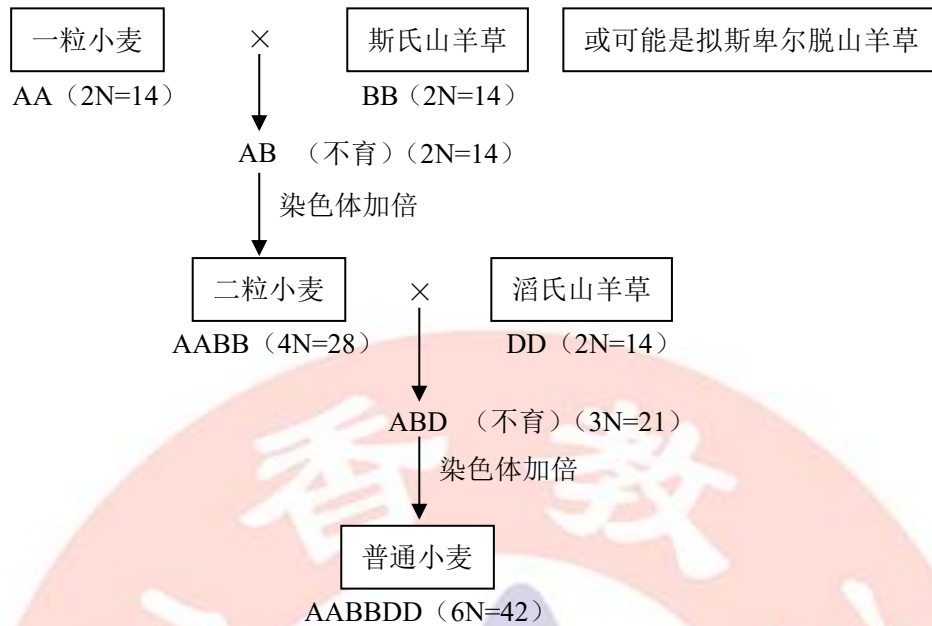
子代	卵 \ 精子	1AA	2Aa	2A	1a	
	2A	2AAA 显	4Aaa 显	4AA 显	2Aa 显	隐性：显性=17：1
	1a	1Aaa 显	2Aaa 显	2Aa 显	1aaa 隐	

注：AA 精子和 Aa 精不育或不能参与受精

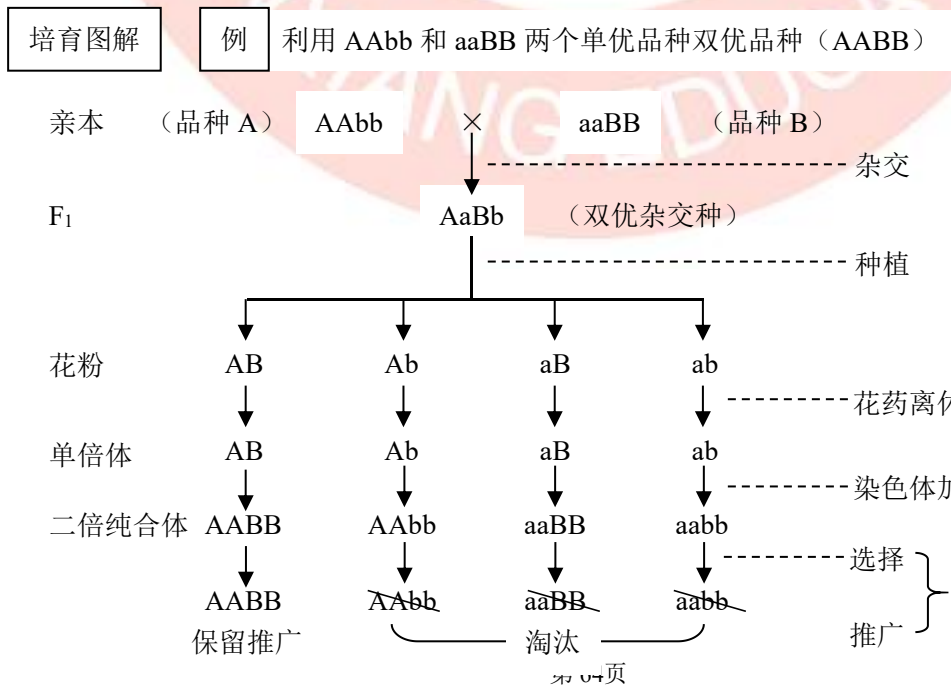
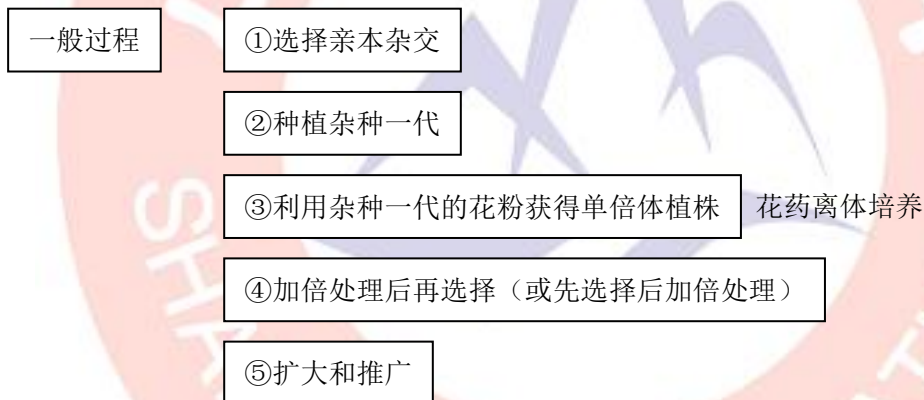
5.44 染色体变异的几个概念的比较

	概念	特点	形成过程	事例
染色体组	一个正常配子所含的染色体数叫一个染色体组，用 N 表示。	不含同源染色体，含有一整套完整的基因	减数分裂	果蝇 N=4
单倍体	体细胞中含有本物种配子染色体数的个体	①可能含一个或几个染色体组 ②二倍体和奇数多倍体的单倍体高度不育 ③偶数多倍体的单倍体可育	单性生殖 (可自然形成和通过花药离体培养形成)	雄蜂 N=16 单倍体水稻 N=12 (或 2N=24)
同源多倍体	具有三个以上相同染色体组的个体	①茎秆粗壮，叶、果实和种子变大 ②糖类、蛋白质含量多 ③生长变慢，成熟推迟，育性降低	①由染色体加倍形成 ②由已加倍的多倍体与原来的二倍体杂交形成	①四倍体西瓜 4N=44 ②三倍体西瓜 3N=33
异源多倍体	两个或两个以上物种杂交后经染色体加倍后形成的个体	远缘杂交 具有两个物种的特性	先种间杂交后染色体加倍 (自然或人工)	普通小麦 6N=42 小黑麦 (8N=56)

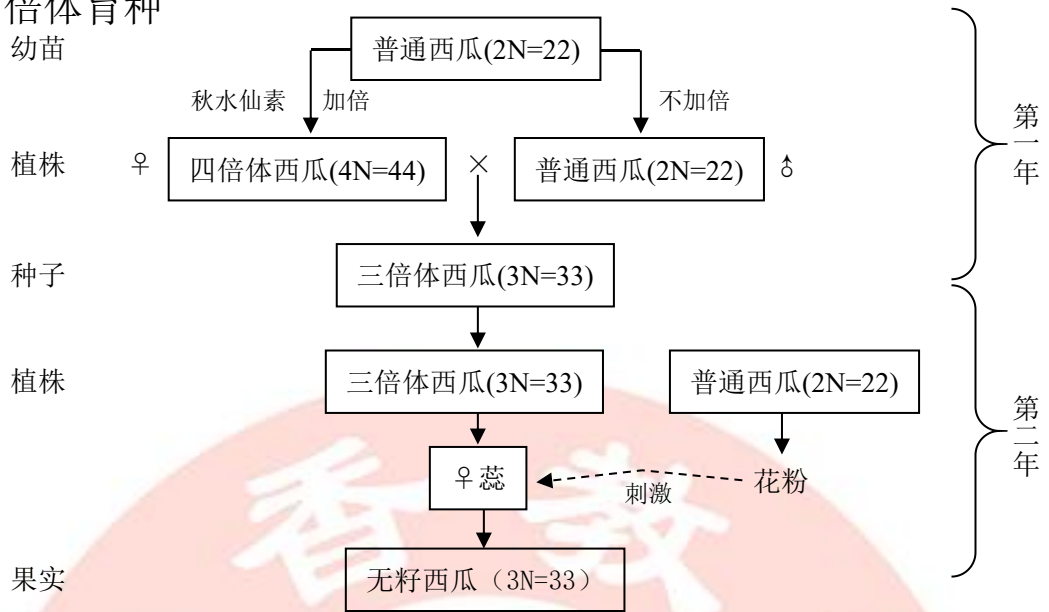
5.45 普通小麦（异源六倍体）的自然形成途径



5.46 单倍体育种



5.47 多倍体育种



5.48 利用遗传学原理的育种总结

育种类型		原理	方法	优点	缺点
基因育种	杂交育种	基因的分离	连续自交与选择	实现优良组合 丰富优良品种	育种年限长 不易发现优良性状
	基因工程育种	基因的重组	转基因 改造原来基因	定向、打破隔离 定向改造	可能有生态危机 结果难料
	诱变育种	基因突变	诱变与选择	提高突变率	供试材料多
染色体育种	单倍体育种	染色体数目变异	花药离体培养 秋水仙素处理	性状纯合快 缩短育种年限	需先杂交 技术复杂
	多倍体育种		秋水仙素处理	器官大, 营养多	发育迟缓结实率低
细胞工程育种		细胞融合 细胞全能性	细胞融合 植物组织培养	打破种间隔离 创造新物种	结果难料

5.49 人类的遗传病

分类		病列	特点
基因遗传病	单基因遗传病	显性遗传病	并指 软骨发育不全 抗 VD 佝偻病(X)
		隐性遗传病	白化 血友病(X) 先天性聋哑 苯丙酮尿症 进行性肌营养不良(X)
	多基因遗传病	唇裂 无脑儿 原发性高血压 青少年型糖尿病 家庭性肥胖	家庭聚集现象 易受环境影响
染色体遗传病	结构异常	缺失	猫叫综合征(5号染色体部分缺失)
	数目异常	常染色体病	个别减少 单体 缺体
			个别增多 21三体 13三体
	性染色体病	个别减少	特纳氏综合征(XO)
个别增多		XXY XXX XXXY	
细胞质遗传病		线粒体肌病	后果严重(死胎 流产) 性别异常 不孕不育 母系遗传

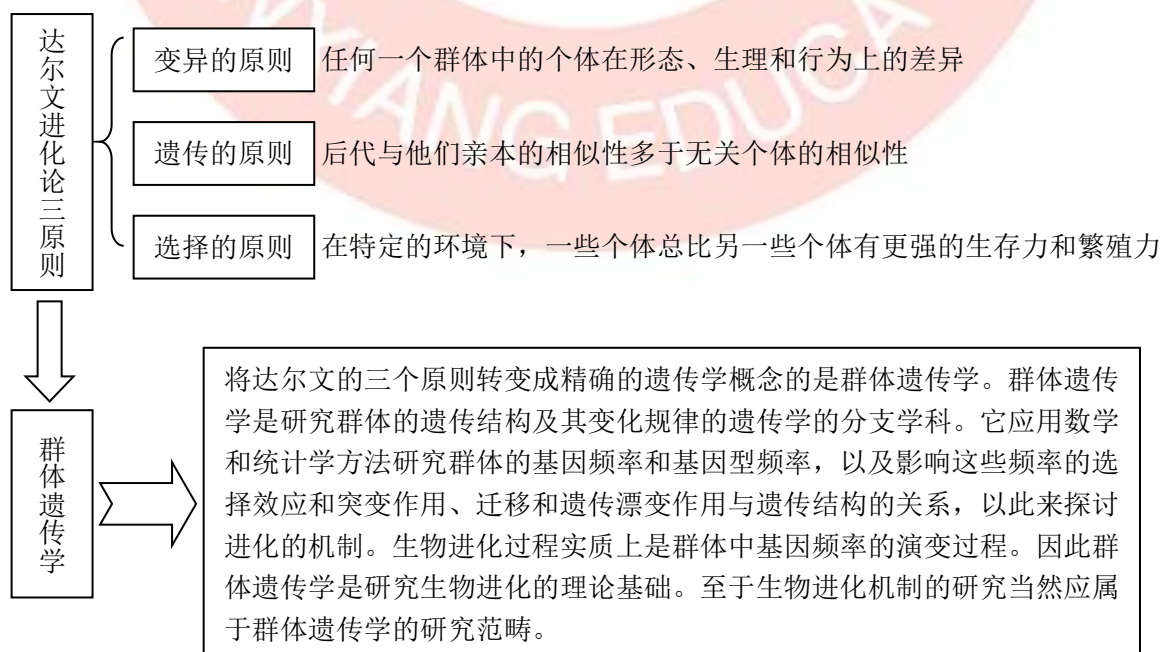
5.50 人类遗传病的预防(优生)

措施	原理	方法
禁止近亲结婚	减少隐性基因纯合的概率	直系血亲和三代以内旁系血亲禁婚（法律约束）
进行遗传咨询	利用遗传学原理进行生育指导	①了解家庭病史 ②分析传递方式 ③推算发病风险 ④提出防治对策
提倡适龄生育	减少突变的发生	避免低龄（<20岁）生育和高龄（>40岁）生育
实施产前诊断	查找胎儿的遗传缺陷	基因检测、染色体检查和其他孕期检查

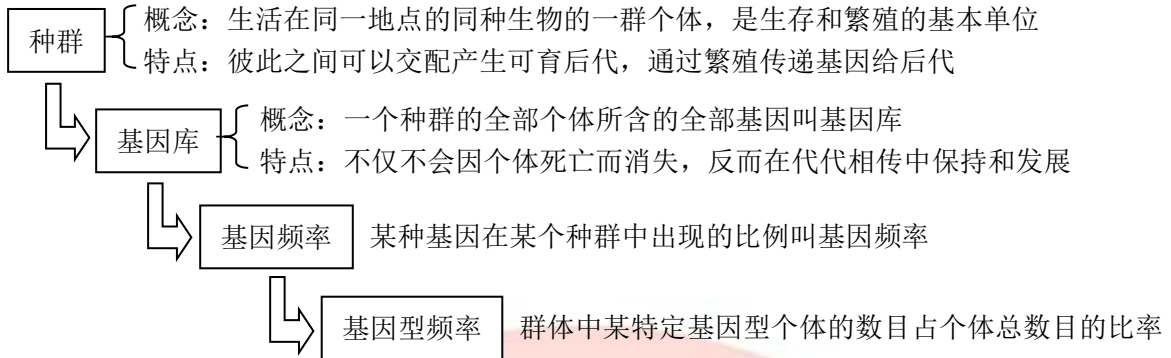
5.51 自然选择学说与现代进化理论的比较

	自然选择学说	现代进化理论
主要内容	①过度繁殖：为自然选择提供更多材料，引起和加剧生存斗争。 ②生存斗争：繁殖过剩导致生存危机。是自然选择的过程，是生物进化的动力。 ③遗传变异：变异普遍而不定向，好的变异可通过遗传积累和放大。 ④适者生存：适者生存不适者淘汰，决定了进化的方向。	①种群是生物进化的单位：种群是生物存在的基本单位，是“不死”的，基因库在种群中传递和保存。 ②生物进化的实质是种群基因频率的改变 ③突变和基因重组产生进化的原材料 ④自然选择决定进化的方向 ⑤隔离导致物种形成
核心观点	①自然选择过程是适者生存不适者被淘汰的过程 ②变异是不定向的，自然选择是定向的 ③自然选择过程是一个长期、缓慢和连续的过程	①生物进化是种群的进化。种群是进化的单位 ②进化的实质是改变种群基因频率 ③突变和基因重组、自然选择与隔离是生物进化的三个基本环节
意义	①能科学地解释生物进化的原因 ②能科学地解释生物的多样性和适应性 ③为现代生物进化理论奠定了理论基础	①科学地解释了自然选择的作用对象是种群不是个体 ②从分子水平上去揭示生物进化的本质

5.52 达尔文进化理论三个原则与群体遗传学



5.53 种群、基因库、基因频率、基因型频率



5.54 常染色体上基因频率和基因型频率的计算与关系

设 有 N 个个体的群体中有 A 和 a 一对等位基因在常染色体上遗传，其可能的基因型有三种： AA 、 Aa 、 aa ，如果群体有 $n_1AA+n_2Aa+n_3aa$ 个个体，则 $n_1+n_2+n_3=N$ 。于是

基因型频率 {

$$\begin{cases} AA & D = \frac{n_1}{N} & \dots\dots\dots ① \\ Aa & H = \frac{n_2}{N} & \dots\dots\dots ② \\ aa & R = \frac{n_3}{N} & \dots\dots\dots ③ \end{cases}$$

而 $D+H+R=1$ ，由于 AA 个体有两个 A 基因， Aa 个体只有 1 个 A 基因； aa 个体有两个 a 基因， Aa 个体只有 1 个 a 基因。因而

基因频率=配子频率 {

$$\begin{cases} A & p = \frac{2n_1 + n_2}{2N} = D + \frac{1}{2}H & \dots\dots\dots ④ \\ a & q = \frac{2n_3 + n_2}{2N} = R + \frac{1}{2}H & \dots\dots\dots ⑤ \end{cases}$$

而 $p+q=1$ 。公式④、⑤表示基因频率与基因型频率间的关系。

基因频率与基因型频率的关系

例 中国汉族人中 PTC（笨硫脲）偿味能力分布如下表（ T 对 t 不完全显性）

表现型	基因型	人数	基因型频率	基因	
				T	t
完全偿味者	TT	(n_1) 490	(D)0.49	980	
偿味杂合体(弱)	Tt	(n_2) 420	(H)0.42	420	420
味盲	tt	(n_3) 90	(R)0.09		180
合计		1000	1	1400	600

则 T 基因的频率为

$$p = \frac{1400}{2000} = 0.7 \quad \text{或} \quad p = D + \frac{1}{2}H = 0.49 + \frac{1}{2} \cdot 0.42 = 0.7$$

t 基因的频率为

$$q = \frac{600}{2000} = 0.3 \quad \text{或} \quad q = R + \frac{1}{2}H = 0.09 + \frac{1}{2} \cdot 0.42 = 0.3$$

5.55 遗传平衡定律

- 如果一个群体满足以下条件：
- ①个体数量足够大
 - ②交配是随机的
 - ③没有突变、迁移和遗传漂变
 - ④没有新基因加入
 - ⑤没有自然选择

那么这个群体中的各等位基因频率和基因型频率在一代一代的遗传中保持平衡（不变）。这就是遗传平衡定律。

例 如果某群体中最初的基因型频率是 $YY(D) = 0.10$, $Yy(H) = 0.20$, $yy(R) = 0.70$ 。

则这个群体的配子频率(配子频率)是

$$Y(p) = 0.10 + \frac{1}{2} \times 0.20 = 0.20$$

$$y(q) = 0.70 + \frac{1}{2} \times 0.20 = 0.80$$

于是，下一代的基因型频率是

	卵细胞	0.20Y(p)	0.80y(q)
精子			
	0.20Y(p)	0.04YY	0.16Yy
	0.80y(q)	0.16Yy	0.64yy

即子代的基因型频率是 $YY=p^2=0.04$ $Yy=2pq=2 \times 0.16=0.32$ $yy=q^2=0.64$

由此可知，该代的基因频率是

$$Y(p) = 0.04 + \frac{1}{2} \times 0.32 = 0.20$$

$$y(q) = 0.64 + \frac{1}{2} \times 0.32 = 0.80$$

与上代的基因频率达到平衡。可以计算，下代的基因型频率与上代相等，即

$$YY=p^2=0.04 \quad Yy=2pq=2 \times 0.16=0.32 \quad yy=q^2=0.64$$

至此，基因型频率也达到平衡。

综上所述，对于一个大的群体中的等位基因 A 和 a，当 A 基因频率为 p ，a 基因频率为 q 时，

有 $p + q = 1$

这个群体的基因型频率是①

$AA = p^2$ ②

$Aa = 2pq$ ③

$aa = q^2$ ④

于是有 $p^2 + 2pq + q^2 = (p + q)^2 = 1$ ⑤

5.56 性染色体上基因频率和基因型频率的计算

如果一对等位基因 A、a 位于 X 染色体上，在随机交配的条件下，达到平衡时，有

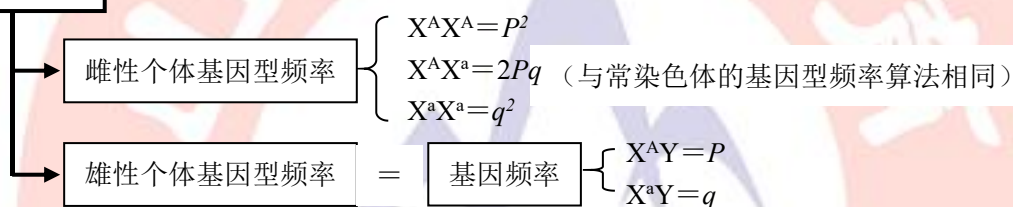
	雄性个体		雌性个体		
基因型	X^A	X^a	$X^A X^A$	$X^A X^a$	$X^a X^a$
基因型频率	p	q	P^2	$2pq$	q^2
基因频率	p	q	p	q	
基因型频率特点	$p+q=1$		$p^2+2pq+q^2=1$		

由此可知，

基因频率 = 雄性个体的基因频率 = 雌性个体的基因频率 即

$$p = p_X = p_{XX} \quad q = q_X = q_{XX} \quad (\text{式中 } X \text{ 表示雄性, } XX \text{ 表示雌性})$$

基因型频率 分别计算



例 在人群中调查发现男性色盲患者是 7%，求 (1) 色盲基因 (X^a) 和它的等位基因 (X^A) 的频率。

(2) 女性的基因型频率。(3) 下一代的基因频率。

解：(1) 求基因频率：

X^a 基因的频率：

$$q = \text{男性个体的基因型频率} = \text{男性个体的表现型频率} = \text{女性个体的 } X^a \text{ 基因频率} = 7\% = 0.07$$

X^A 基因的频率：

$$p = 1 - q = 1 - 0.07 = 0.93$$

(2) 求女性的基因型频率：

$$X^A X^A = p^2 = 0.93 \times 0.93 = 0.8649$$

$$X^A X^a = 2pq = 2 \times 0.93 \times 0.07 = 0.1302$$

$$X^a X^a = q^2 = 0.07 \times 0.07 = 0.0049$$

(3) 求下一代的基因频率

下一代的基因频率 = 上一代的女性中基因的频率，即

$$X^A = 0.8649 + \frac{1}{2} \times 0.1302 = 0.93$$

$$X^a = 0.0049 + \frac{1}{2} \times 0.1302 = 0.07$$

几个特点

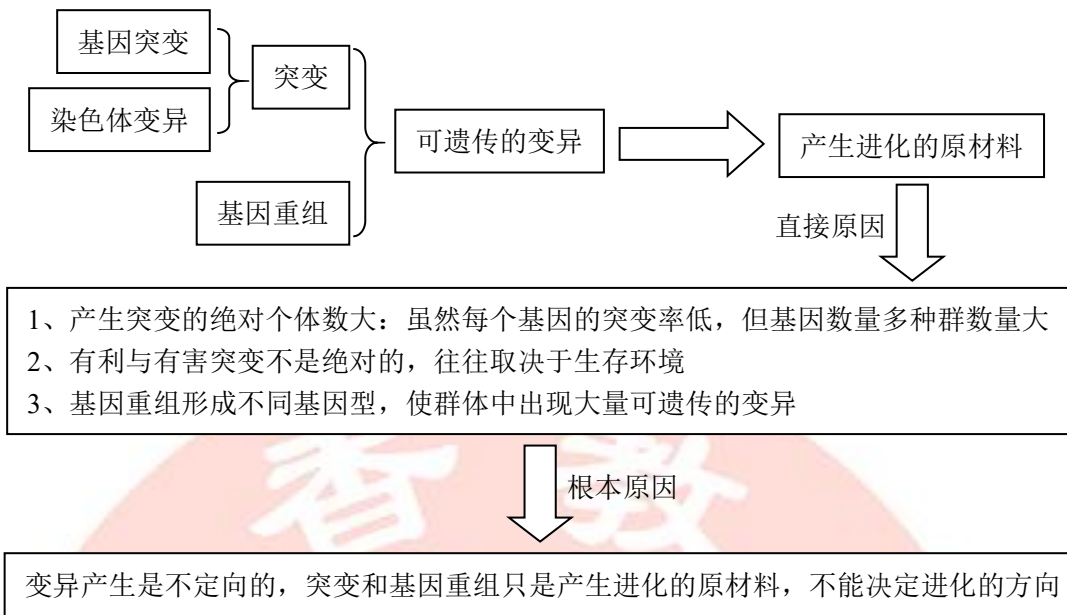
① 伴 X 基因有 2/3 存在于雌性个体，1/3 存在于雄性个体中 (雌性为 XX，雄性为 XY)

② 伴 X 隐性遗传病的男患者：女患者 = $q : q^2$ ，当男性发病率为 1 时，女性发病率为 q (男多于女)

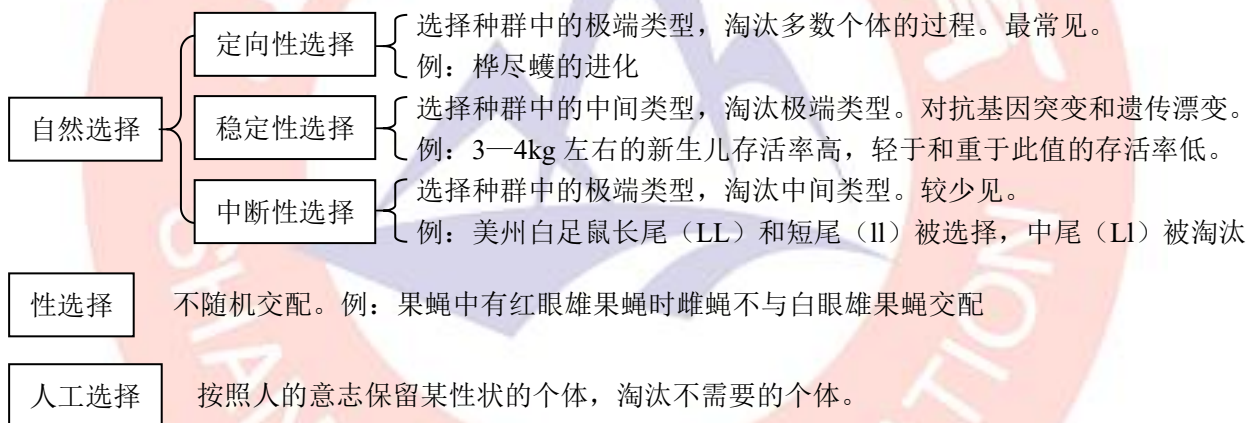
③ 伴 X 显性遗传病的男患者：女患者 = $p : (p^2 + 2pq) = 1 : (1 + q)$ (女多于男)

(当男性发病率为 $p=1$ 时，女性发病率为 $(p+2q) = (1-q+2q) = (1+q)$)

5.57 突变和基因重组产生进化的原材料



5.58 选择的类型



5.59 自然选择决定生物进化的方向

自然选择改变了生物种群的基因频率，从而决定了生物进化的方向

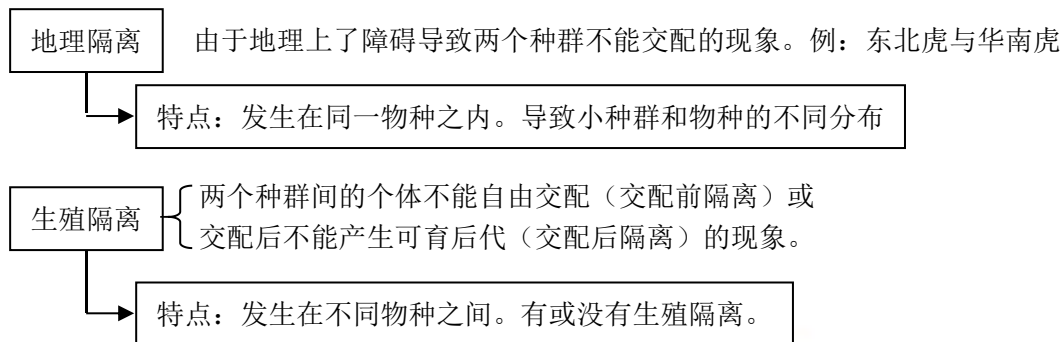
5.60 改变生物种群基因频率的因素

因素	突变、选择（包括自然选择、性选择和人工选择）、遗传漂变、迁移
主要因素	自然选择

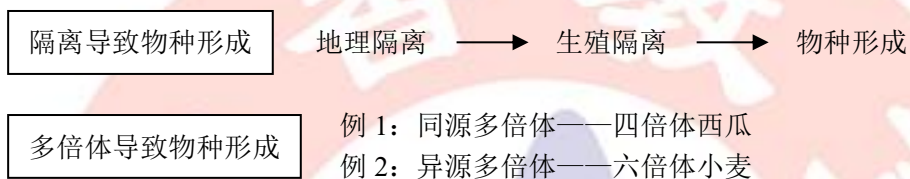
5.61 突变与选择的关系



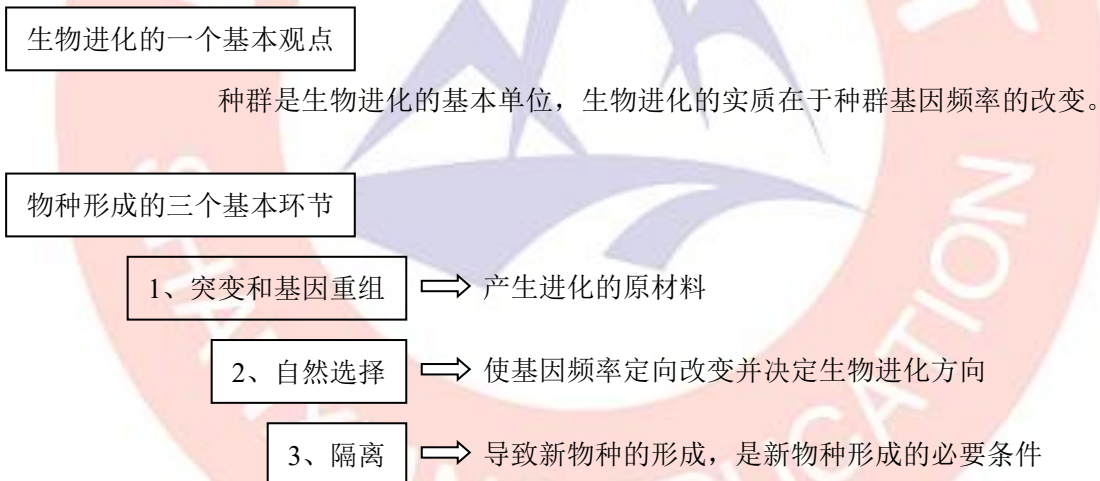
5.62 隔离的类型



5.62 物种形成的方式



5.63 现代生物进化理论的核心



第六单元 生物与环境

6.1 生态因子的组成



6.2 非生物因子的作用

光对植物的影响

光	影响
光质（波长）	影响光合作用：绿光为生理无效光 影响光合产生：红光有利于糖类合成；蓝光有利于蛋白质合成 影响生长发育：红光能促进种子和孢子的萌发，红外光抑制种子萌发
光强	阳生植物：要求全日照，光补偿点高，耐高温干旱。玉米 阴生植物：光补偿点低，呼吸和蒸腾弱。人参 黄连 耐阴植物：介于两者之间，全日照下生长最好，也能在阴生环境生长。山毛榉
日照长度	长日照植物：每天日照时间在 14—17h 以上才开花的植物。日照越长，开花越早。 北方体系植物：小麦 油菜 萝卜
	短日照植物：每天需要一段昼短（少于 12h 不少于 8h）夜长的时间才开花的植物。 暗期越长，开花越早。水稻 大豆 玉米 烟草 棉花及热带、亚热带植物春秋季节开花的植物多属此类
	中间性植物：对日照没有要求，只要其他条件适合均可开花。黄瓜 番茄 四季豆

光对动物的影响

影响	事例
影响热能代谢	晒太阳取暖。极地昆虫体色多黑色：吸收太阳辐射，防止紫外线杀伤
影响生长发育	对生长发育有促进或抑制作用：蛙卵在有光时正常发育。光抑制黑暗昆虫以育。
影响动物行为	昼行性动物 夜行性动物。趋光性 光死亡（蚯蚓）
影响动物繁殖	银灰狐在白昼延长时开始交配。延长光照时间改变动物繁殖时间：黑鼬提前繁殖。
影响生活节律	鱼类洄游 鸟类迁徙 鸟类换羽 哺乳类脱毛
影响动物分布	水生动物的垂直分布：随透光深度和光照长度不同而不同

温度对生物的影响

影响	事例
影响生长发育	3—43℃ 范围内小麦种子才能萌发。18—20℃ 时猪增重最快。温度增高蒸腾加快。
影响生物繁殖	低温影响抽穗扬花。水温至少 18℃ 时鲤鱼才产卵。30℃ 时全民育成雄蛙。
影响生物分布	影响生物的水平分布和垂直分布（往往是各种因子综合作用的结果）
影响动物行为	休眠 迁移

水分对生物的影响

影响	事例
影响生长发育	萎蔫 水稻烂根。土壤含水量影响根系发育
影响生物生殖	靠水传粉授精：苔藓、青蛙。水稻灌浆期遇雨季减产
影响生物分布	沙漠动植物必需耐干旱

以水为主导因子的植物生态类型

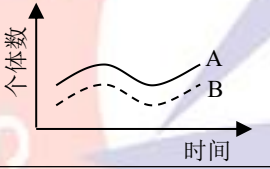
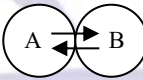
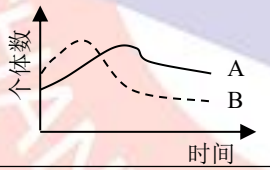
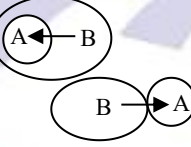
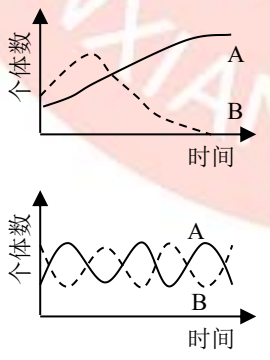
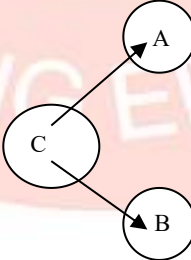
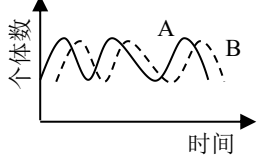
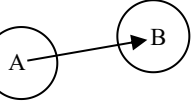
水生植物 沉水植物 浮水植物 挺水植物

湿生植物 水稻 地衣 苔藓

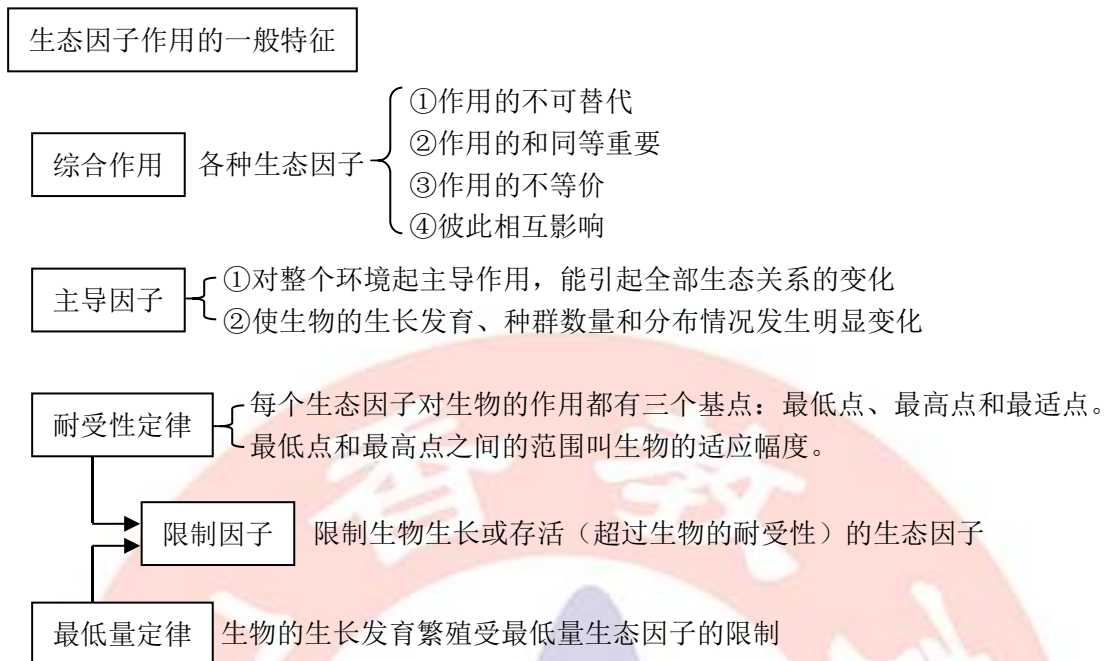
中生植物 介于湿生与旱生之间：森林植物 大多数农作物

旱生植物 耐受土壤和大气干旱：多浆植物：仙人掌；少浆植物：骆驼刺

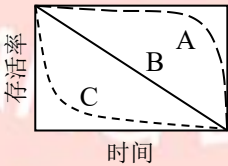
6.2 生物种间关系比较

种间关系	相互作用	能量关系	特点	事例
互利共生			共同生活,彼此有利。 离开后彼此或一方不能生存。	地衣 大豆与根瘤菌 白蚁与鞭毛虫 蚂蚁与蚜虫
寄生			共同生活,一方有利, 一方有害。 离开后寄生生物不能生存。	蛔虫与人 噬菌体与细菌 虱子与人 菟丝子与大豆
竞争			生活环境相同。 大多数情况下,和平 共处,形成各自的生 态位(生态灶)。 如果两个物种在时间 和空间上完全重叠, 会导致一种生存一种 死亡(上图)。	牛与羊 庄稼与杂草 大草履虫与小草 履虫
捕食			一种生物以另一种生 物为食。数量消长上 呈现“跟随”现象。	猫与老鼠 牛与草 狼与羊
其他关系	共栖(寄居蟹与海葵) 传播(蜜蜂传粉)	抑制(青霉菌与细菌) 腐生(分解者与死亡生物为食)		

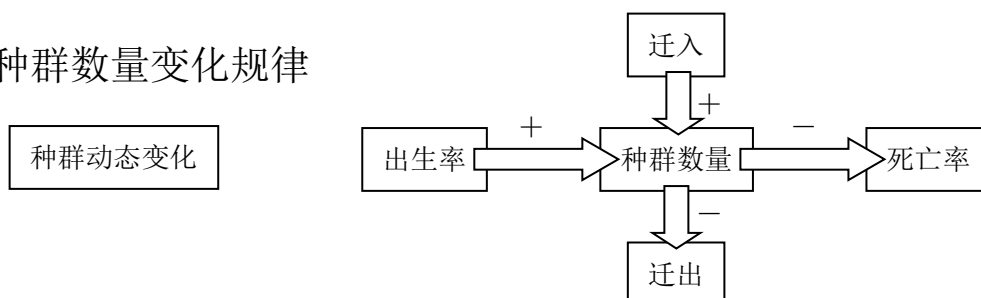
6.2 生态因子作用的一般特征

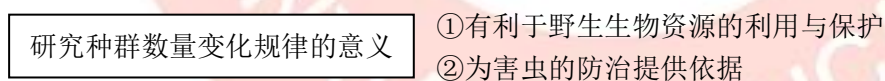
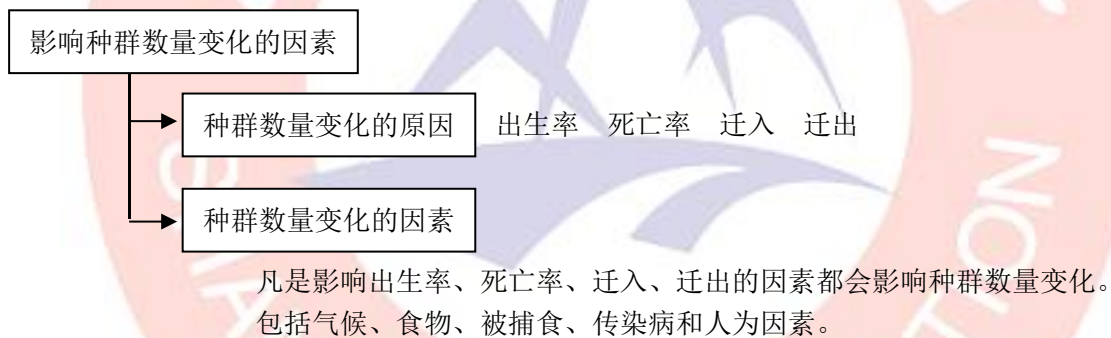
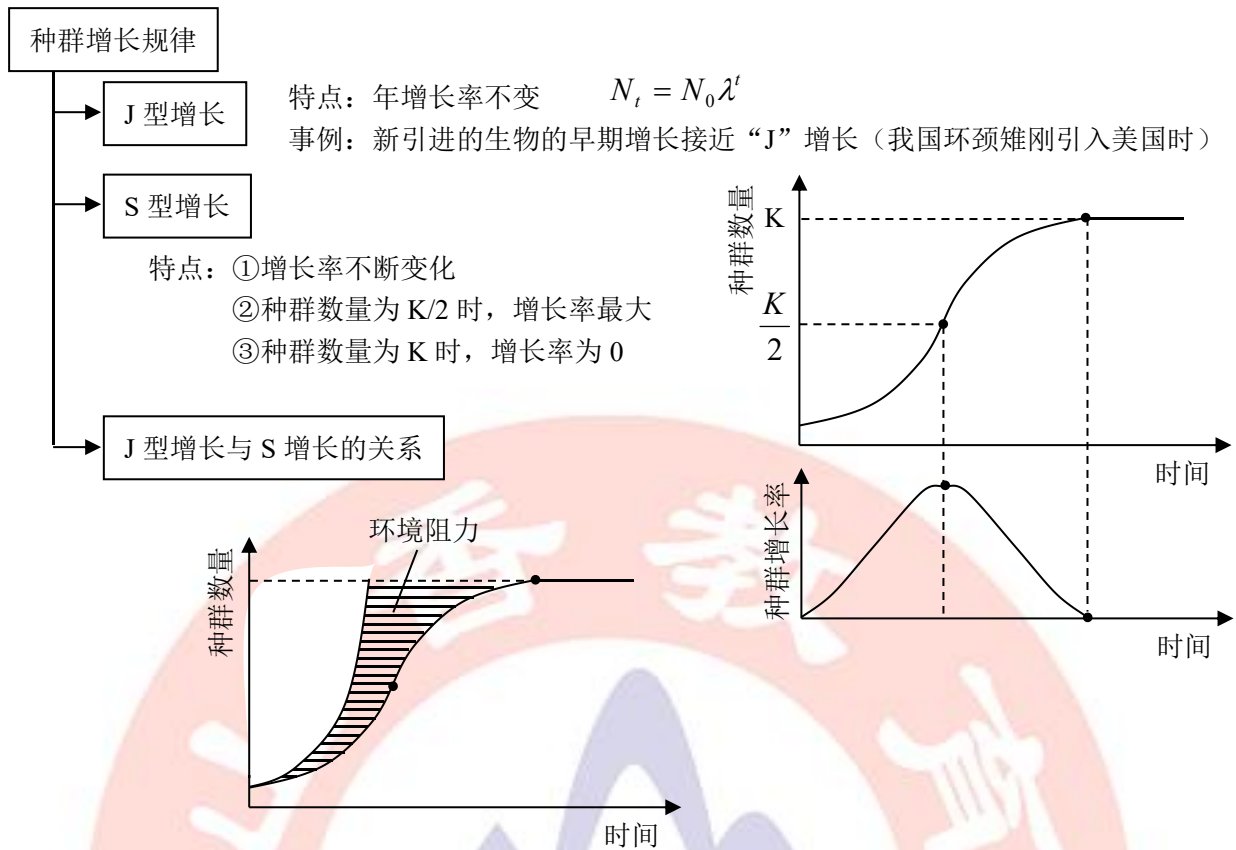


6.3 种群的一般特征

种群特征	主要内容
种群密度	概念：单位空间内的某种群的个体数 调查方法： <ul style="list-style-type: none"> ①标志重捕法 $\text{种群密度} = \frac{\text{第一次捕获数} \times \text{第二次捕获数}}{\text{标志后重新捕获数}}$ ②随机取样法 取样→计数→计算 $\text{种群密度} = \text{各样方中数量的均值}$
出生率与死亡率	$\text{出生率} = \frac{\text{年出生个体数}}{\text{年平均个体数}}$ $\text{出生率} = \frac{\text{年出生个体数}}{\text{年平均个体数}}$ $\text{增长率} = \text{出生率} - \text{死亡率}$ 存活曲线 <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>A类生物：农作物 人类 大型哺乳类</p> <p>B类生物：水螅 一些鸟类</p> <p>C类生物：青蛙 鱼类 草本植物</p> </div> </div>
年龄组成	增长型 稳定型 衰退型
性别比例	雌雄比等于1 大于1 小于1
迁移	迁入 迁出

6.4 种群数量变化规律





6.5 群落的概念及结构

概念 在一定的自然区域内，相互之间有直接或间接关系的各种生物的总和，叫生物群落。

垂直结构 垂直方向上，生物群落的分层状态叫垂直结构。

原因 不同生物对不同生态环境有不同的要求和适应性，导致不同生态习性的生物处于不同的层次。

水平结构 水平方向上，不同地段的不同种群生物分布的状态叫水平结构。

原因 环境因素在不同地段的不一致性，导致不同生物在不同地段的分布差异。

6.6 生态系统的概念及分类

概念 生物群落与它的无机环境相互作用而形成的统一整体，叫生态系统。

分类

分类原则	类 型	
按无机因子分	陆地生态系统	森林生态系统 草原生态系统 沙漠生态系统
		城市生态系统 农田生态系统 矿区生态系统
	水域生态系统	海洋生态系统
		淡水生态系统
河流生态系统		
池塘生态系统		
按形成过程分	自然生态系统	原始森林 未污染海洋
	半自然生态系统	放牧的草原 采伐的森林
	人工生态系统	城市 农田 村庄

6.7 生态系统的成分

成分		构成	作用（主要生理过程）	营养方式
非生物成分	非生物的物质和能量	光、热、水、土、气	为生物提供物质和能量	
生物成分	生产者	绿色植物、光合细菌、化能合成细菌	将无机物转变成有机物（光合作用 化能合成作用）	自养型
	消费者	动物、寄生微生物、根瘤菌	消费有机物（呼吸作用）	异养型
	分解者	腐生微生物、蛔虫	分解动植物遗体（呼吸作用）	

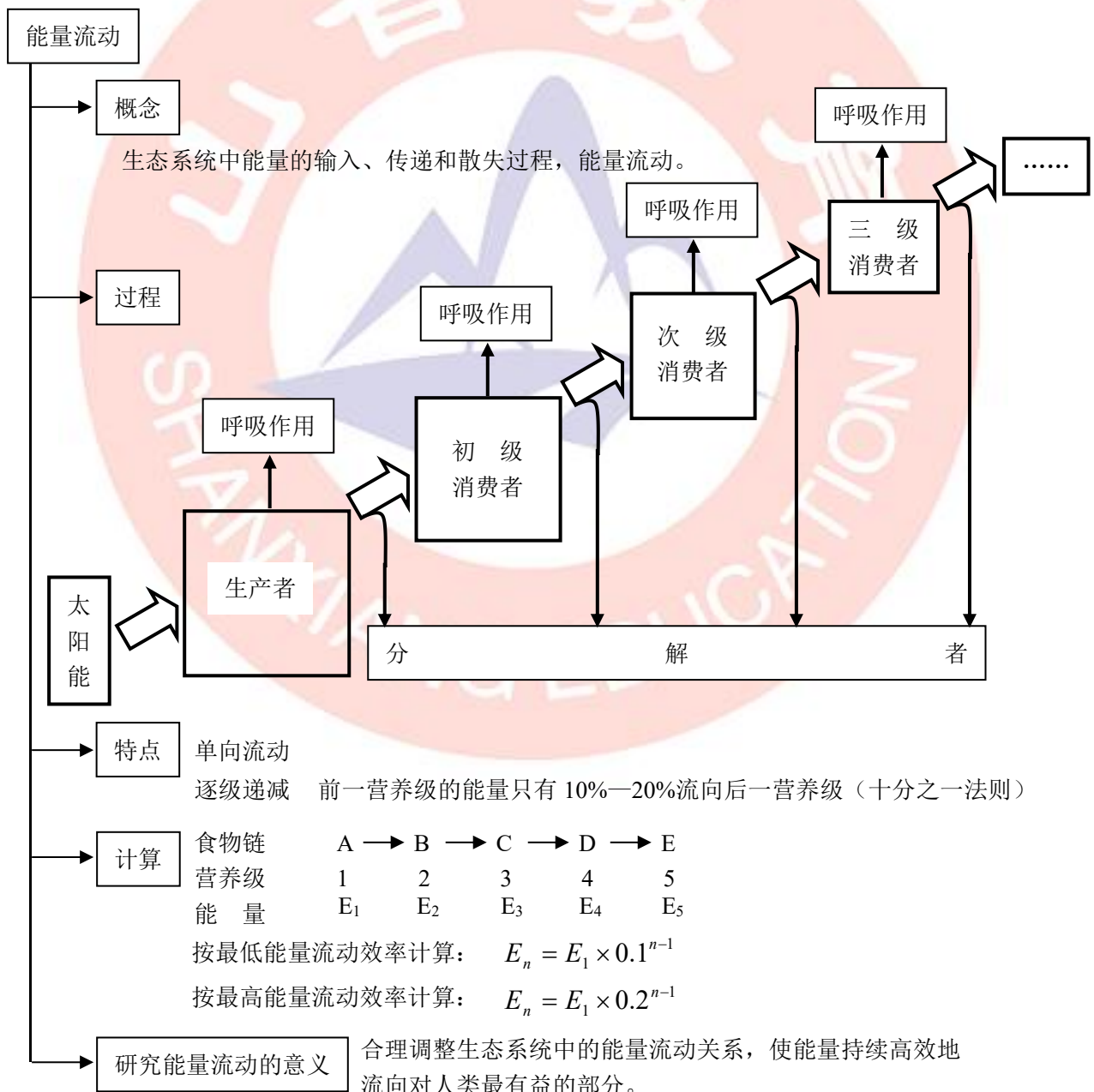
6.7 典型生态系统的特点比较

生态系统类型	主要的环境因素	主要生产者	主要消费者	特点及作用
森林生态系统	水 温度 土壤	主要是乔木	树栖哺乳类、鸟类等	结构复杂 具有多种生态功能
草原生态系统	限制因素：水	主要是草本植物	奔跑类	种群和群落变化剧烈 畜牧基地 调节气候 防止风沙
海洋生态系统	水、盐等	微小的浮游植物	微小的浮游动物到大型哺乳动物极其多样	结构复杂 资源丰富 调节全球气候
湿地生态系统	水	水生、陆生植物	鸟类、昆虫、水生动物	生态类型多样 动植物资源丰富 防洪抗旱
农田生态系统	人	农作物	农业害虫	人的作用很关键 群落结构单一
城市生态系统	人	草地、绿化带	人	能量生产不足 对其他生态系统产生强烈干扰

6.8 生态系统的营养结构

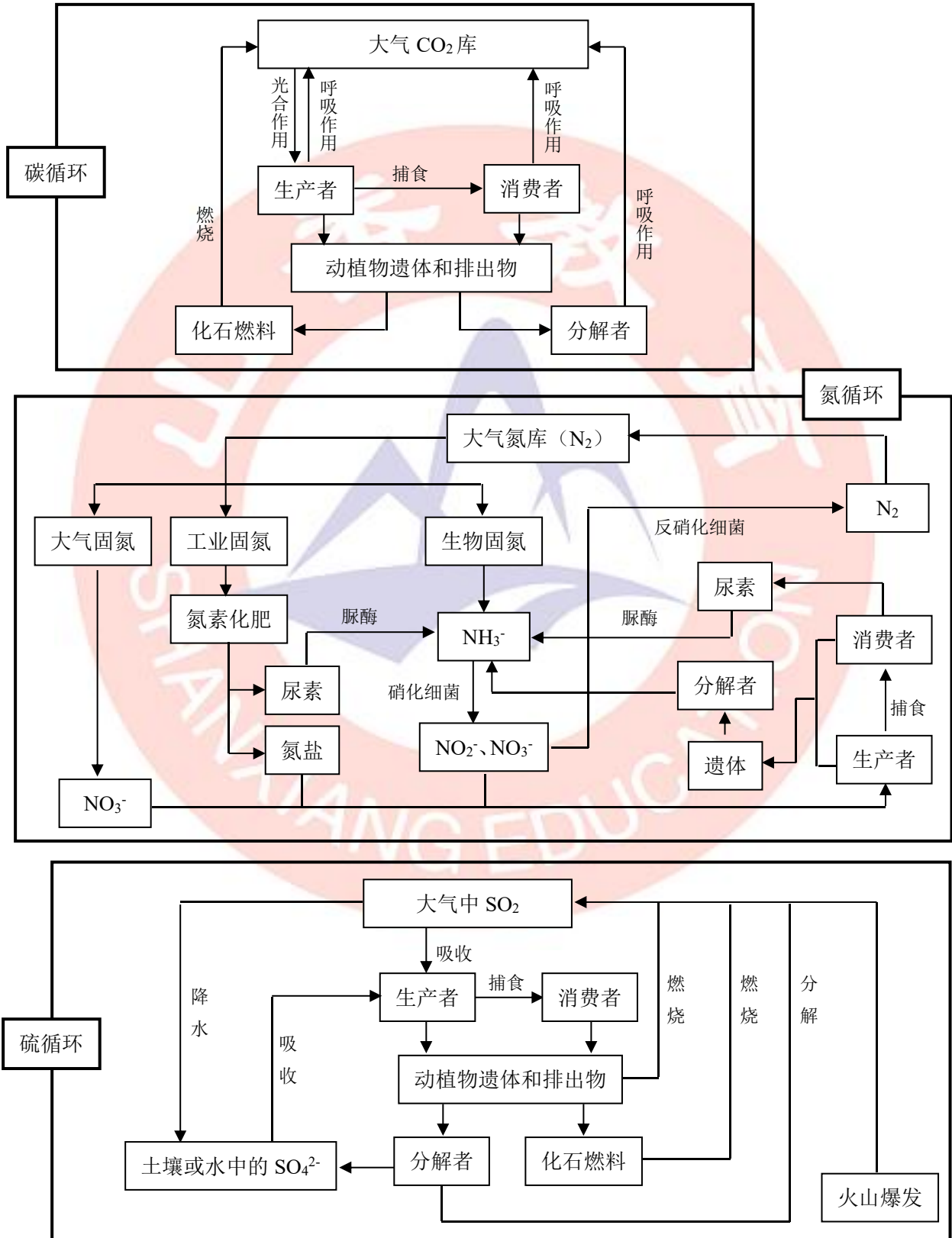
食物链	生产者→初级消费者→次级消费者→三级消费者→…… 营养级 I II III IV (一般不超过五级)
食物链	由食物链构成的网状结构
特点	由食物（营养）关系连接起来的生物组成层次
作用	是生态系统中物质循环和能量流动的渠道

6.8 生态系统的能量流动

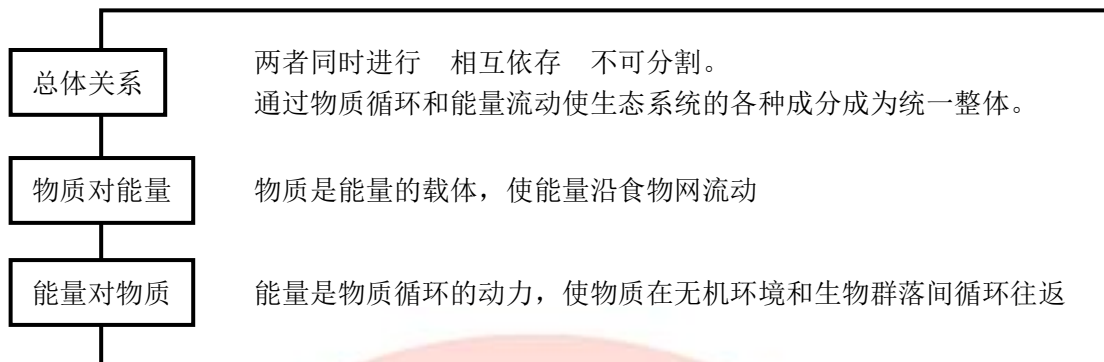


6.9 生态系统的物质循环

- 概念** 在生态系统中，构成生物体的化学元素不断地进行着从无机环境到生物群落，又从生物群落回到无机环境的循环过程。这个过程就是生态系统的物质循环。
- 特点** { 广大的空间：全球（生物圈）
漫长的时间：经历地质过程



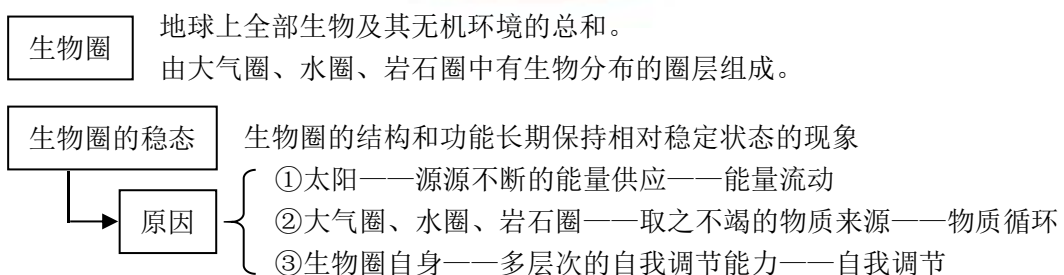
6.10 能量流动和物质循环的关系



6.11 生态系统的稳定性



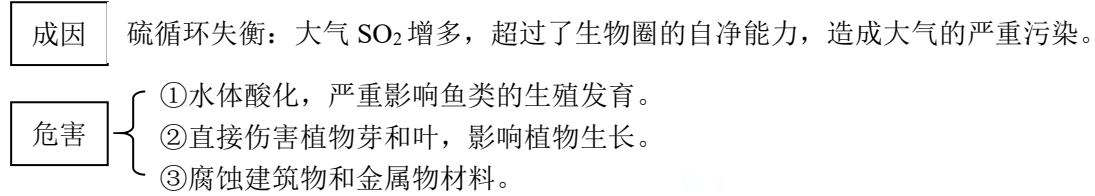
6.12 生物圈及其稳态



6.12 全球环境问题

土地沙漠化 森林植被破坏 生物多样性锐减 全球气温上升 臭氧层损耗 酸雨

6.12 酸雨的成因与危害



6.13 生物多样性

