

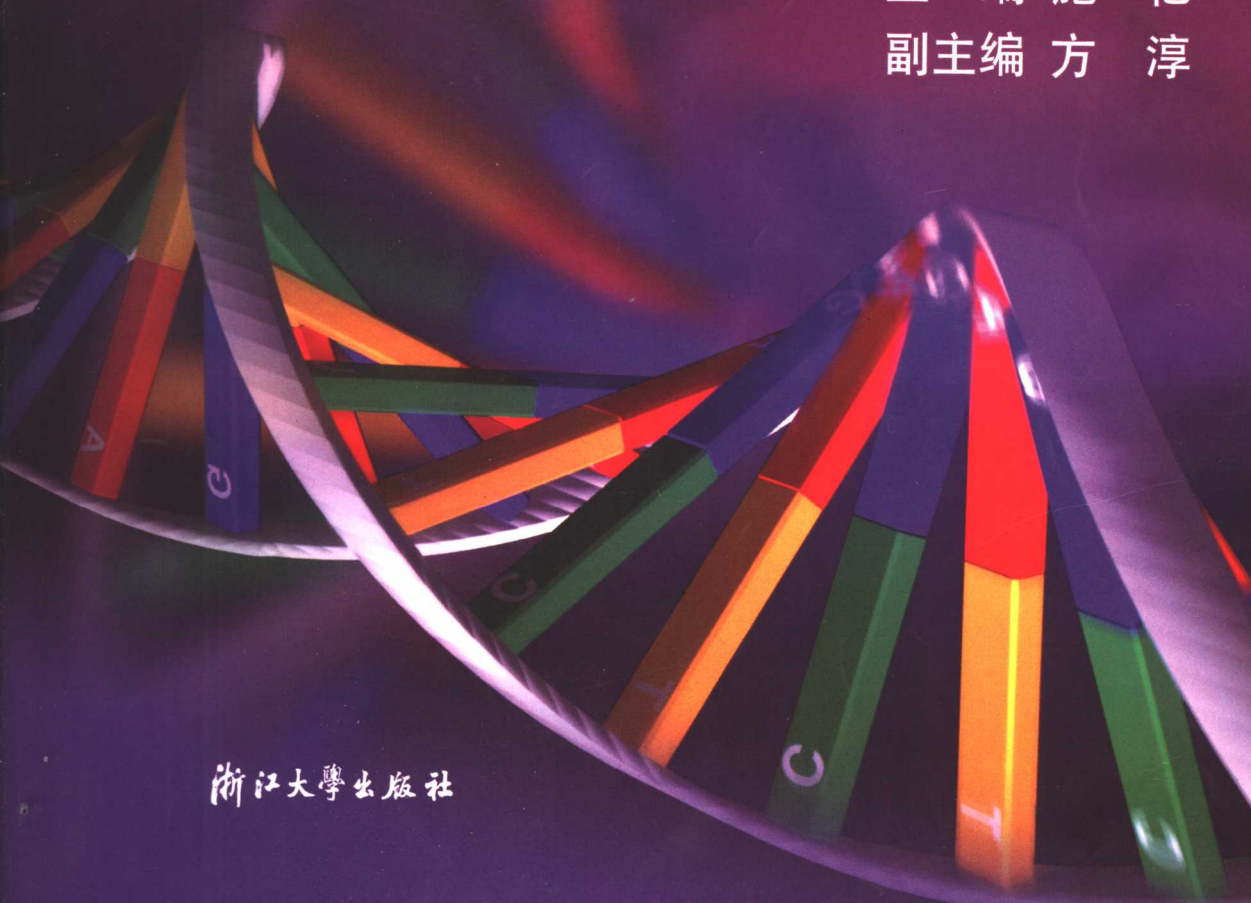
国际生物奥赛金牌教练精心打造

高中生物竞赛 培 优 教程

主 编 施 忆

副主编 方 淳

浙江大學出版社



高中生物竞赛培优教程

主 编	施 忆			
副主编	方 淳			
编 委	杨 欣	周 红	金永生	
	胡晓华	秦中苗	顾 来	
	曹冬林	龚荣星		

浙 江 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

高中生物竞赛培优教程 / 施忆主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2003. 9

ISBN 7-308-03468-2

I. 高... II. 施... III. 生物课—高中—教学参考资料 N. G634. 913

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 084903 号

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

责任编辑 沈国明

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 德清县第二印刷厂

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 36

字 数 850 千字

版 印 次 2003 年 9 月第 1 版 2006 年 2 月第 8 次印刷

印 数 33001—37000

书 号 ISBN 7-308-03468-2/G · 638

定 价 40.00 元

前 言

生命科学的迅猛发展,使之成为当代的前沿学科之一,一方面生命科学正在向揭开生命和奥秘一步一步迈进,从更深层次上挑战人的价值观和世界观,另一方面,生命科学的研究成果也在迅速地转化为造福于人类生存与发展的物质产品,极大地提高了人们的生活水平和质量。正是在这样的背景下,当今生物课程的教育价值也越来越为人们所正视。我们认为,在中学开展生物学科奥林匹克竞赛活动迎合了生命科学发展的需要,其宗旨是促进更多青少年认识和了解生命科学,激发他们对生命科学的兴趣,在普及的基础上,通过竞赛的形式,为优秀青少年的脱颖而出创造条件。

编写本书的目的是为参加竞赛的学生提供有针对性的培训教程。尽管任何竞赛成绩的取得都具有偶然性,然而,从偶然性中能总结出许多必然性的因素:科学的方法、艰苦的努力、良好的师生合作和一本好的教程。这些可能是所有为竞赛付出心血的人的所感所悟。在编写本书中,我们有一种强烈意识,就是将这些所感所悟提炼出来,使之成为可汲取的经验,转化为可操作的方法。本书分为基础篇、演练篇、实验篇、模拟篇。基础篇依据 IBO 的考试细目,侧重于理论解读,为学生打下必要的理论基础;演练篇总结了国内外生物竞赛的实例,提高学生的知识迁移、应用和拓展的能力;实验篇旨在加强学生的生物实验基本技能与方法训练,并精选了 IBO 相关的典型实验;模拟篇再现了国内外竞赛的形式和内容,帮助学生熟悉生物竞赛,做到心中有数。我们寄希望于这样的篇章结构设计,能使竞赛培训更为科学化、系统化,从而进一步提高培训活动的效益。

本书由施忆进行内容设计,参加本书编写的有杭州第十四中学方淳、杭州第二中学顾来、杭州第二中学金永生、杭州高级中学秦中苗、杭州学军中学周红、杭州余杭高级中学杨欣、桐乡高级中学曹冬林、衢州第二中学龚荣星、台州中学胡晓华,以及浙江省教育厅教研室施忆,最后由施忆、方淳统稿。

在本书长达一年多的编写过程中,得到了省内外众多专家、学者的大力支持和鼎力相助,在此谨向他们表示衷心感谢。

本书付梓之际,得知杭州市第十四中学孟琳燕同学在方淳老师的悉心指导下获第十四届国际中学生生物学奥林匹克竞赛金牌,全体编写人员及浙江大学出版社同行们向他们表示祝贺。

限于水平,书中错误和疏漏之处在所难免,恳请读者指正,以利于我们进一步改进和完善。

编 者
2003 年 7 月

目 录

第一篇 基础篇

第一章 细胞生物学	(3)
考点解读	(3)
知识阐释	(5)
第一节 细胞的化学成分	(5)
第二节 细胞器	(25)
第三节 细胞代谢	(38)
第四节 DNA、RNA 和蛋白质的生物合成	(49)
第五节 物质通过膜的转运	(54)
第六节 有丝分裂和减数分裂	(56)
第七节 微生物学和生物技术	(59)
基础训练	(64)
第二章 植物解剖和生理	(71)
考点解读	(71)
知识阐释	(73)
第一节 植物组织的结构和功能	(73)
第二节 光合作用、呼吸作用和气体交换	(75)
第三节 水分代谢和矿质代谢	(81)
第四节 生长和发育	(91)
第五节 生殖	(94)
基础训练	(106)
第三章 动物解剖和生理(重点是脊椎动物)	(113)
考点解读	(113)
知识阐释	(115)
第一节 动物组织和器官的结构和功能	(115)
第二节 消化和营养	(116)
第三节 呼吸作用	(124)
第四节 血液循环	(133)
第五节 排泄	(142)
第六节 调节	(145)

第七节 生殖和发育	(162)
第八节 免疫	(170)
基础训练	(176)
第四章 动物行为学	(185)
考点解读	(185)
知识阐释	(185)
第一节 行为的体系	(185)
第二节 行为的原因	(186)
第三节 行为的类型	(188)
基础训练	(197)
第五章 遗传学与进化	(202)
考点解读	(202)
知识阐释	(204)
第一节 变异	(204)
第二节 孟德尔遗传	(208)
第三节 多等位性、重组、伴性遗传	(217)
第四节 基因频率和哈迪-温伯格定律	(223)
第五节 进化的机制	(229)
第六节 生命的起源	(240)
基础训练	(241)
第六章 生态学	(251)
考点解读	(251)
知识阐释	(253)
第一节 生态因素	(253)
第二节 种群	(261)
第三节 生物群落	(264)
第四节 生态系统	(268)
基础训练	(277)
第七章 生物系统学	(285)
考点解读	(285)
知识阐释	(287)
第一节 无脊椎动物	(287)
第二节 脊索动物	(304)
第三节 植物分类	(317)
基础训练	(332)

第二篇 演练篇

第一章 细胞生物学	(339)
-----------------	-------

知识网络	(339)
疑难剖析	(345)
例题精讲	(348)
提高训练	(352)
第二章 植物解剖和生理	(359)
知识网络	(359)
疑难剖析	(360)
例题精讲	(362)
提高训练	(367)
第三章 动物解剖和生理	(378)
知识网络	(378)
疑难剖析	(383)
例题精讲	(389)
提高训练	(392)
第四章 动物行为学	(403)
知识网络	(403)
疑难剖析	(404)
例题精讲	(409)
提高训练	(412)
第五章 遗传学与进化	(418)
知识网络	(418)
疑难剖析	(421)
例题精讲	(424)
提高训练	(428)
第六章 生态学	(440)
知识网络	(440)
疑难剖析	(440)
例题精讲	(442)
提高训练	(445)
第七章 生物系统学	(456)
知识网络	(456)
疑难剖析	(458)
例题精讲	(459)
提高训练	(461)

第三篇 实验篇

第一章 生物实验的基本技术	(469)
第二章 动物实验选编	(476)

第三章 植物实验选编	(496)
------------------	-------

第四篇 模拟篇

各级生物学竞赛的特点分析及趋势预测	(513)
模拟试卷一	(532)
模拟试卷二	(541)
模拟试卷三	(551)
参考答案	(561)

第一篇 基础篇

第一章 细胞生物学

【考点解读】

细胞生物学是研究细胞的结构、功能、生活史以及生命活动本质和规律的科学,是生物科学的主要分支之一,也是生命科学和分子生物学研究的基础。本章包括细胞的化学成分,细胞器,细胞代谢,DNA、RNA和蛋白质的生物合成,物质通过膜的运输,有丝分裂和减数分裂,微生物学和生物技术等部分。根据IBO考纲细目和近几年来试题的要求,以下从知识条目和能力要求两方面定出具体目标。

章节	知识条目	能力要求		
		识记	理解	应用
化学成分	1. 糖类 ① 单糖 ② 寡糖 ③ 多糖	○ ○	○	
	2. 脂类 ① 三酰甘油 ② 磷脂 ③ 类固醇 ④ 萜类 ⑤ 蜡	○ ○ ○	○ ○	
	3. 蛋白质 ① 氨基酸 ② 蛋白质的结构 ③ 蛋白质的理化性质 ④ 蛋白质的分类		○ ○ ○	○
	4. 酶类 ① 酶的化学结构 ② 酶的作用机理 ③ 影响酶催化反应的因素 ④ 酶的分类	○	○ ○	○
	5. 核酸 ① 核酸的组成成分 ② DNA的结构 ③ RNA的结构和功能 ④ 核酸的性质	○	○ ○	○

续表

章节	知识条目	能力要求		
		识记	理解	应用
化学成分	6. 其他重要化合物 ① ADP 和 ATP ② NAD^+ 和 NADH 、 NADP^+ 和 NADPH		○ ○	
细胞器	1. 细胞核 ① 核膜 ② 核基质(核透明质) ③ 染色质和染色体 ④ 核仁	○ ○	○ ○	
	2. 细胞质 ① 细胞膜 ② 细胞质基质(透明质) ③ 线粒体 ④ 内质网 ⑤ 核糖体 ⑥ 高尔基体 ⑦ 溶酶体 ⑧ 液泡 ⑨ 微体 ⑩ 质体(前质体、白色体、有色体、叶绿体) ⑪ 细胞骨架	○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○
	3. 细胞壁		○	
	1. 糖的异化作用 ① 糖的有氧异化(有氧呼吸) ② 糖的无氧异化(无氧呼吸)			○ ○
细胞代谢	2. 脂肪和蛋白质的异化 ① 脂肪的异化 ② 蛋白质的异化		○ ○	
	3. 光合作用 ① 原初反应 ② 电子传递和光合磷酸化 ③ 碳的同化(卡尔文循环)		○ ○ ○	
DNA、RNA 和蛋白质的生物合成	1. DNA 的生物合成(复制) 2. RNA 的生物合成(转录) 3. 蛋白质的生物合成(翻译)		○ ○ ○	
物质通过膜的转运	1. 扩散 2. 渗透 3. 主动运输 4. 内吞作用与外排作用		○ ○ ○ ○	

续表

章 节	知识条目	能力要求		
		识记	理解	应用
有丝分裂和减数分裂	1. 有丝分裂 ① 细胞周期概述 ② 分裂间期 ③ 有丝分裂过程	○	○ ○ ○	
	2. 减数分裂 ① 减数分裂过程 ② 减数分裂和有丝分裂的区别 ③ 减数分裂的发生时间 ④ 减数分裂丰富基因组合	○ ○	○ ○	
微生物学和生物技术	1. 微生物学 ① 原核细胞的形态结构 ② 微生物代谢	○		○
	2. 生物技术 ① 发酵工程 ② 基因工程	○	○	

【知识阐释】

第一节 细胞的化学成分

尽管自然界细胞形态多样,功能各异,但其化学成分基本相似,主要包括:糖类、脂类、蛋白质、核酸、酶类等。

一、糖类

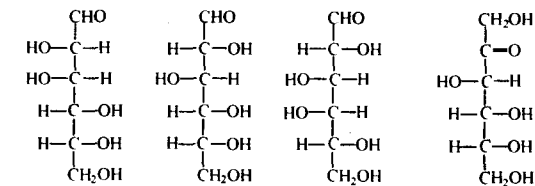
糖类是多羟基醛、多羟基酮的总称,一般可用 $C_m(H_2O)_n$ 化学通式表示。由于一些糖分子中氢和氧原子数之比往往是 2:1,与水结构相似,故又把糖类称为碳水化合物。糖是生命活动的主要能源,又是重要的中间代谢物,还有些糖是构成生物大分子,如核酸和糖蛋白的成分,因而具有重要意义。糖类化合物按其组成可分为单糖、寡糖、多糖。如果糖类化合物中尚含有非糖物质部分,则称为糖复合物,例如糖蛋白、蛋白多糖、糖脂和脂多糖等。

(一) 单糖

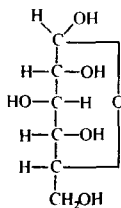
单糖是最简单的糖,不能被水解为更小的单位。单糖通常含有 3~7 个碳原子,分别称为丙糖、丁糖、戊糖、己糖和庚糖。天然存在的单糖一般都是 D-构型。单糖分子既可以开链形式存在,也可以环式结构形式存在。在环式结构中如果第一位碳原子上的羟基与第二位碳原子的羟基在环的同一面,称为 α -型;如果羟基是在环的两面,称 β -型。

重要的单糖有以下几种:

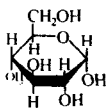
1. 丙糖 如甘油醛(醛糖)和二羟丙酮(酮糖)。它们的磷酸酯是细胞呼吸和光合作用中



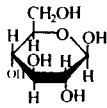
L-葡萄糖(醛糖) D-葡萄糖(醛糖) D-半乳糖(醛糖) D-果糖(酮糖)



D-葡萄糖结构



α -D-葡萄糖透视式



β -D-葡萄糖透视式

重要的中间代谢物。

2. 戊糖 戊糖中最重要的有核糖(醛糖)、脱氧核糖(醛糖)和核酮糖(酮糖)。核糖和脱氧核糖是核酸的重要成分,核酮糖是重要的中间代谢物。

3. 己糖 葡萄糖、果糖和半乳糖等都是己糖。所有己糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$, 但结构式不同, 互为同分异构体。葡萄糖是植物光合作用的产物, 也是细胞的重要能源物质之一。

(二) 寡糖

由少数几个(2~6个)单糖缩合而成的糖称为寡糖。最多的寡糖是双糖,如麦芽糖、蔗糖、纤维二糖、乳糖。

1. 麦芽糖 麦芽糖是由一个 α -D-葡萄糖半缩醛羟基与另一分子 α -D-葡萄糖 C₄ 上的醇羟基缩合脱去一分子水, 通过 α -1, 4-糖苷键结合而成。麦芽糖是淀粉的基本单位, 淀粉水解即产生麦芽糖, 所以麦芽糖通常只存在于淀粉水解的组织, 如麦芽中。

2.蔗糖 一分子 α -D-葡萄糖和一分子 β -D-果糖缩合脱水即成蔗糖。甘蔗、甜菜、胡萝卜以及香蕉、菠萝等水果中都富含蔗糖。

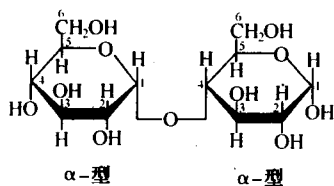
3. 乳糖 乳糖由一分子 β -D-半乳糖和一分子 α -D-葡萄糖通过 β -1,4-糖苷键结合而成。乳糖主要存在于哺乳动物乳汁中。

4. 纤维二糖 纤维二糖是纤维素的基本结构单位,由 2 分子的 β -D-葡萄糖通过 β -1,4-糖苷键结合而成。

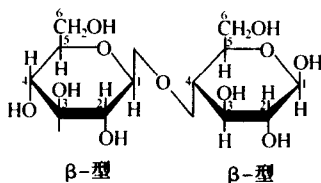
(三) 多糖

自然界数量最大的糖类是多糖。多糖是由很多单糖分子缩合脱水而成的分支或不分支的长链分子。常见的多糖有：淀粉、纤维素、糖原、几丁质和黏多糖等。

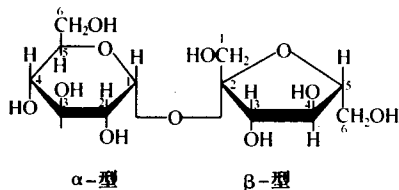
1. 淀粉 天然淀粉由直链淀粉与支链淀粉组成。直链淀粉是 α -D-葡萄糖基以 α -1,4-糖苷键连接的多糖链。支链淀粉分子中除有 α -1,4-糖苷键的糖链外,还有 α -1,6-糖苷键连接的分支。淀粉与碘有呈色反应,直链淀粉为蓝色,支链淀粉为紫红色。在稀酸或酶的作用下,淀粉水解:淀粉 $\rightarrow$ 糊精 $\rightarrow$ 麦芽糖 $\rightarrow$ α -D-葡萄糖。糊精是淀粉水解的最初产物,随着水解,糖分子逐渐变小,它与碘作用分别呈红色、黄色、无色。这个反应可用于淀粉水解过程的检验。



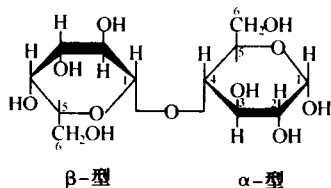
麦芽糖



纤维二糖



蔗糖



乳糖

2. 糖原 糖原是动物组织中贮存的多糖, 又称动物淀粉。糖原也是 α -D-葡萄糖基以 α -1,4-糖苷键连接而成的, 但糖原的分支比支链淀粉多。糖原遇碘作用呈红褐色。

3. 纤维素 纤维素是一种线性的由 β -D-葡萄糖基以 β -1,4-糖苷键连接的没有分支的同多糖。纤维素是植物细胞壁的主要组成成分。

4. 几丁质(甲壳素) 昆虫和甲壳类外骨骼的主要成分为几丁质, 是 N-乙酰-D-氨基葡萄糖以 β -1,4-糖苷键缩合成的同多糖。

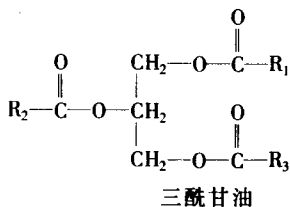
二、脂类

脂类是生物体内一类重要的有机化合物。它们有一个共同的物理性质, 就是不溶于水, 但能溶于非极性有机溶剂(如氯仿、乙醚、丙酮等)。脂类的组成元素主要有 C、H、O, 但 O 元素含量低, C、H 元素含量高, 彻底氧化后可以放出更多能量。此外, 有的脂类还含有 P 和 N。生物体内常见的具有重要生理功能的脂类主要有三酰甘油、磷脂、类固醇、萜类、蜡等。

1. 三酰甘油

三酰甘油也称脂肪, 是由 1 分子甘油和 3 分子脂肪酸结合而成的酯。

右边结构式中 R_1 、 R_2 、 R_3 是脂肪酸的烃基链, 构成三酰甘油的脂肪酸可分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸。饱和脂肪酸碳氢链上没有双键, 如软脂酸、硬脂酸, 其熔点高。不饱和脂肪酸的碳氢链上含有不饱和双键, 如油酸含 1 个双键, 亚油酸含 2 个双键, 亚麻酸含 3 个双键,



三酰甘油

因此熔点较低。动物脂肪大多富含饱和脂肪酸, 在室温下为固态, 植物油含大量油酸和亚油酸, 在室温下为液态。对于哺乳动物和人, 亚油酸和亚麻酸不能自己合成, 只能从外界摄取, 称为必需脂肪酸。

2. 磷脂

磷脂又称甘油磷脂, 此类化合物是甘油的第三个羟基被磷酸所酯化, 而其他两个羟基被脂肪酸酯化。磷脂酸是最简单的磷脂, 是其他复杂磷脂的中间产物。若磷脂酸分子中的 H

为胆碱、胆胺、丝氨酸所取代,则分别成为卵磷脂、脑磷脂、丝氨酸磷脂等。磷脂分子由于有磷酸及与之相连的含氮化合物,因而是有极性的分子:它的有磷酸一端为极性的头,是亲水的,它的2个脂肪酸链为非极性的尾,是疏水的。如将磷脂放在水面上,磷脂分子都将以亲水的头和水面相接,而倒立在水面上,成一单分子层。如将磷脂放入水中,磷脂分子则会形成单分子微团,各分子的极性头位于微团的表面而与水接触,非极性的疏水端则藏在微团中心。

3. 类固醇

类固醇分子的基本结构是环戊烷多氢菲。最熟知的类固醇是在环戊烷多氢菲上连有一个碳氢链的胆固醇。胆固醇是动物膜和神经髓鞘的主要成分,与膜的透性有关。性激素、维生素D和肾上腺皮质激素都属于类固醇。

4. 萜类

萜类是由不同数目的异戊二烯连接而成的分子。维生素A(视黄醇)、维生素E、维生素K、类胡萝卜素都是萜类。 β -类胡萝卜素裂解就成2个维生素A,维生素A可氧化成视黄醛,对动物感光活动有重要作用。

5. 蜡

蜡是由高碳脂肪酸和高碳醇或固醇所形成的脂,它存在于皮肤、毛皮、羽毛、树叶、昆虫外骨骼中,起保护作用。

三、蛋白质

蛋白质是细胞和生物体的重要组成成分,通常占细胞干重的一半以上。蛋白质主要由C、H、O、N四种元素组成,其中氮的含量在各种蛋白质中比较接近,平均为16%,因此用凯氏(Kjeldahl)法定氮测定蛋白质含量时,受检物质中含蛋白质量为氮含量的6.25倍。蛋白质是高分子化合物,其基本组成单位是氨基酸。

(一)氨基酸

1. 氨基酸的结构

天然存在于蛋白质中的氨基酸共有20种,各种氨基酸(除脯氨酸)在结构上的一个共同特点是,在与羧基相连的碳原子(α -碳原子)上都有一个氨基,因而称为 α -氨基酸,它们的不同之处在于侧链,即R基的不同。除甘氨酸外,所有氨基酸分子中的 α -碳原子都是不对称的,有L型和D型之分。在天然蛋白质中存在的氨基酸都是L- α -氨基酸。



2. 氨基酸的分类

根据R基团极性不同,氨基酸可分为:非极性氨基酸(9种);极性不带电荷氨基酸(6种);极性带负电荷氨基酸(2种);极性带正电荷氨基酸(3种)。如表1-1-1所示。

表 1-1-1 氨基酸分类表

极性 状况	带电荷 状况	氨基酸 名称	缩写符号 (三字母)	化学结构式
极 性 氨 基 酸	不 带 电 荷	丝氨酸	Ser	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
		苏氨酸	Thr	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$
		天冬酰胺	Asn	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
		谷氨酰胺	Gln	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
		酪氨酸	Tyr	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
		半胱氨酸**	Cys	$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
极 性 氨 基 酸	带负电荷	天冬氨酸	Asp	$\begin{array}{c} ^-\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
		谷氨酸	Glu	$\begin{array}{c} ^-\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
	带正电荷	组氨酸	His	$\begin{array}{c} \text{HC}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \quad \quad \\ \text{HN}^+ \quad \text{NH} \quad \text{NH}_3^+ \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH} \end{array}$
		赖氨酸	Lys	$\text{NH}_3^+-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^-$ $ $ NH_3^+
		精氨酸	Arg	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \quad \quad \quad \\ \text{NH}_2^+ \quad \quad \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$