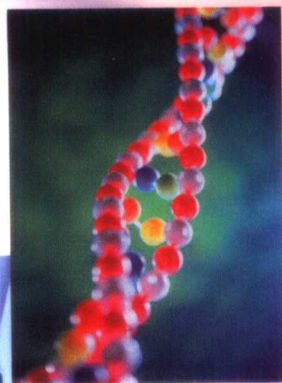
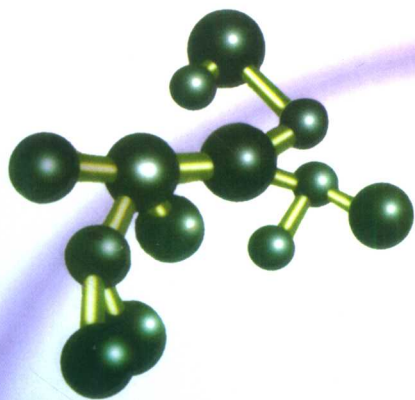


农林类高职高专基础课系列教材

有机及生物化学

第2版

刘修堂 褚有明 主编



中国林业出版社

农林类高职高专基础课系列教材

有机及生物化学

(第2版)

刘修堂 褚有明 主编

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

有机及生物化学 / 刘修堂, 褚有明主编. —2 版. —北京: 中国林业出版社,
2006. 2

农林类高职高专基础课系列教材

ISBN 7-5038-4012-9

I. 有… II. ①刘…②褚… III. ①有机化学-高等学校: 技术学校-教材②生物
化学-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①062②Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 004182 号

主 编 刘修堂 褚有明

副主编 司秀云 刘荣森 虎保成 孔繁伦

编 者 (以姓氏笔画为序)

马俊吉 孔繁伦 田爱琴 司秀云 刘修堂

刘荣森 毕艳春 苗延虹 虎保成 张中一

张孟琴 张泽根 陈建松 褚有明 娜仁格日乐

韩桂芹

审 稿 朱凤岗 包 宏 孙庆华

出版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail: forestbook@163.com 电话: 66162880

网址: www.cfph.com.cn

发行: 中国林业出版社

印刷: 北京北林印刷厂

版次: 2006 年 2 月第 2 版

印次: 2006 年 2 月第 1 次

开本: 787mm × 960mm 1/16

印张: 21.25

字数: 386 千字

印数: 1 ~ 3 000 册

定价: 29.50 元

农林类高职高专基础课系列教材《有机及生物化学》第1版自2003年1月出版以来,深受广大读者的欢迎,多数农林类高职院校都已使用。为了便于教学,我们还研制了配合该教材的电子教案、多媒体课件等助学、助教系统,使用院校普遍反映较好。3年来,许多关心该教材的读者从不同的角度提出了许多建设性的意见和建议,编者在此表示衷心感谢。

由于近几年高职教育的快速发展,农林类高职生的人数迅猛增加,其构成成分也日趋复杂,入校时的化学基础参差不齐,给教与学都带来了很多的不便。本次修订本着“必需、够用、适用、实用”的原则,除订正一些错误外,并降低了本教材的难度,加大了选修内容的比例,以适应各专业对化学知识的需求;还对个别章节进行了重新编写,本着对广大读者负责、打造精品教材的态度进行修订。

本次修订由刘修堂、褚有明负责定稿。山东农业大学的朱凤岗教授、南京林业大学的包宏教授审阅了全书,山东农业大学科技学院生物技术中心的孙庆华老师审校了本教材的生物化学基础部分内容;本教材在修订过程中,得到中国林业出版社、许多农林类普通高等院校、高职高专院校等单位的大力支持,在此一并致谢。

修订再版后的教材,虽然内容上有了很大的改进,但由于作者的水平有限,书中仍难免有遗漏和错误,欢迎广大师生一如既往地提出宝贵意见。

编者

2006年元月

自1998年我国高等教育体制改革以来,农、林高等职业教育有了迅猛的发展,改变了我国农、林高等教育、中高职教育严重失衡的状况。但在教材建设方面却与农、林高职教育的发展很不适应。现在大多数农林高职直接使用的本科、老专科教材或在其基础上进行删减,给师生的教与学带来不少困难,也不能充分体现高职教育的特色。鉴于此,我们根据全国第一次高职高专教育工作会议精神和山东、山西、内蒙古、陕西等农林院校以及甘肃、浙江、福建、河南、牡丹江、辽宁等农林类职业技术学院新制订的高职、高专各专业《化学教学大纲》,在大家充分、认真讨论的基础上,编写了《有机及生物化学》这本教材,供各农、林院校和高等职业技术学院的农林类高职、高专各专业使用。

国家对高等教育的体制进行了改革及调整,将高职、高专教育均定位于高等职业教育范畴,所以高职、高专的教材要充分体现高等职业教育的特点。根据高等职业教育的培养目标和其就业岗位及岗位群对化学知识的需求,该教材在编写时不过分强调学科知识的系统性和完整性,本着“必需、够用,服务于专业”的原则,以适当降低理论难度、强化实践技能培养、加强素质教育、创新思维和创新能力的培养为重点,在选材上尽量考虑专业的需求,体现农林类高职高专基础课教材的特色。同时注重了与新高中化学教材的衔接,并且融入了本学科及部分院校高职教学改革的最新研究成果。

本教材内容包括有机化学理论、生物化学基础两部分。本书突出应用,加强了实践性教学。有机化学理论部分共十五章,重点介绍有机化学的基础知识、基础理论,以官能团的教学为主线,阐明了各类有机化合物的结构与性质,鉴于高职、高专职业性强的特点,加大了与专业联系的力度,对反应机理以选讲列出,不作过高要求,立体化学的内容也仅以服务于专业为目的。与农林科学联系密切的三大营养物质、酶及有关次生物质与其他教材相比作了重点加强。鉴于高职、高专不设生物化学课程,植物生理的学时也很少,为了保持学生所学知识间的衔接,三大营养物质的代谢等生物化学的基础知识有了加强。而与无机化学相重复的如杂化轨道理论等内容本书不再赘述。每章后都附有针对性较强且

有一定难度的思考题和习题，以帮助学生巩固、思考并加深对课堂所学知识理解，培养其分析、解决实际问题的能力。本书在编排上吸收了国外教材的成功经验，融入了以人为本的设计理念，使该教材的易用性大大提高。

本教材在内容上分为三类：必讲、选讲（有*者）和阅读（有*者），以适应不同专业、不同层次的学生对有机及生物化学知识的要求。本教材约需 50~80 学时。

本教材的编写大纲经全国农林专科课程建设委员会副主任、山东农业大学王汉忠教授审阅，山东农业大学朱凤岗教授主审了该教材，并提出了许多宝贵的修改意见，在此一并致谢。

限于编者水平，教材中欠妥乃至错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2002 年 10 月

绪 论	(1)
一、有机化合物与有机化学	(1)
二、有机化合物的特点	(2)
三、有机化合物的分类和官能团	(4)
四、有机化学反应的类型	(6)
五、有机化学与农业科学的关系	(8)
第一章 饱和链烃	(9)
一、烷烃的分子结构	(9)
二、烷烃的构造异构	(10)
三、乙烷的构象	(12)
四、烷烃的命名	(12)
五、烷烃的物理性质	(14)
六、烷烃的化学性质	(16)
七、自然界的烷烃	(17)
思考题	(18)
习 题	(18)
第二章 不饱和链烃	(20)
第一节 烯烃和炔烃	(20)
一、乙烯和乙炔的分子结构	(20)
二、烯烃、炔烃的同分异构现象	(21)
三、烯烃、炔烃的命名	(22)
四、烯烃、炔烃的物理性质	(24)
五、烯烃、炔烃的化学性质	(26)
六、重要的烯烃、炔烃	(31)
第二节 共轭二烯烃	(32)
一、1, 3-丁二烯的结构	(33)
二、1, 3-丁二烯的化学性质	(33)
思考题	(34)
习 题	(34)

第三章 环 烃	(36)
*第一节 环烷烃	(36)
一、环烷烃的命名和顺反异构	(36)
二、环烷烃的分子结构和稳定性	(37)
三、环己烷的构象	(37)
四、环烷烃的物理性质	(39)
五、环烷烃的化学性质	(39)
*第二节 萜类化合物	(40)
一、单 萜	(41)
二、倍半萜	(43)
三、二 萜	(43)
四、四 萜	(43)
第三节 芳香烃	(44)
一、单环芳烃	(44)
二、单环芳烃的异构和命名	(45)
三、单环芳烃的物理性质	(46)
四、单环芳烃的化学性质	(47)
五、稠环芳烃	(51)
思考题	(53)
习 题	(53)
第四章 对映异构	(56)
第一节 物质的旋光性	(56)
一、偏振光和旋光性	(56)
二、旋光仪、旋光度和比旋光度	(57)
三、旋光性与分子结构的关系	(59)
第二节 对映异构	(61)
一、含有一个手性碳原子化合物的对映异构	(61)
二、含两个手性碳原子化合物的对映异构	(64)
第三节 构型命名	(66)
一、D、L命名法	(66)
*二、R、S构型命名法	(67)
思考题	(68)
习 题	(68)
第五章 卤 代 烃	(70)
一、卤代烃的分类和命名	(70)
二、卤代烃的物理性质	(72)

三、卤代烃的化学性质	(72)
四、重要的卤代烃	(81)
思考题	(86)
习 题	(86)
第六章 醇 酚 醚	(88)
第一节 醇	(88)
一、醇的结构、分类和命名	(88)
二、醇的物理性质	(90)
三、醇的化学性质	(92)
四、重要的醇	(95)
第二节 酚	(97)
一、酚的结构、分类和命名	(97)
二、酚的物理性质	(99)
三、酚的化学性质	(99)
四、重要的酚	(102)
第三节 醚	(104)
一、醚的结构、分类和命名	(104)
二、醚的物理性质	(105)
三、醚的化学性质	(105)
四、重要的醚	(107)
思考题	(108)
习 题	(109)
第七章 醛 酮 醌	(112)
第一节 醛和酮	(113)
一、醛、酮的结构、分类及命名	(113)
二、醛、酮的物理性质	(114)
三、醛、酮的化学性质	(115)
* 醛、酮羰基亲核加成反应历程	(116)
* 羟醛缩合的反应历程	(123)
四、重要的醛、酮	(125)
第二节 醌	(126)
一、醌的结构、分类和命名	(126)
二、醌的性质	(126)
三、重要的醌	(127)
思考题	(129)
习 题	(129)

第八章 羧酸 取代羧酸	(132)
第一节 羧酸	(132)
一、羧酸的结构、分类、命名	(132)
二、羧酸的物理性质	(134)
三、羧酸的化学性质	(136)
* 羧酸结构对其酸性的影响	(137)
四、重要的羧酸	(142)
第二节 取代羧酸	(144)
一、羟基酸、羧基酸的分类和命名	(144)
二、羟基酸的化学性质	(145)
三、重要的取代酸	(150)
思考题	(153)
习 题	(154)
第九章 羧酸衍生物	(156)
一、羧酸衍生物的分类、命名和结构	(156)
二、羧酸衍生物的物理性质	(158)
三、羧酸衍生物的化学性质	(159)
四、重要的羧酸衍生物	(164)
思考题	(167)
习 题	(168)
第十章 含氮、含磷有机化合物	(170)
第一节 胺	(170)
一、胺的结构、分类和命名	(170)
二、胺的物理性质	(172)
三、胺的化学性质	(173)
四、重要的胺	(177)
第二节 酰胺	(179)
一、酰胺的结构、分类和命名	(179)
二、酰胺的物理性质	(180)
三、酰胺的化学性质	(180)
四、重要的酰胺——尿素	(181)
* 第三节 含磷有机化合物	(182)
一、有机磷化合物的主要类型	(183)
二、有机磷农药	(183)
思考题	(185)
习 题	(185)

第十一章 杂环化合物和生物碱	(187)
第一节 杂环化合物	(187)
一、杂环化合物的分类和命名	(187)
二、吡咯及其衍生物	(189)
三、吡啶及其衍生物	(192)
四、吡啶及其衍生物	(194)
五、苯并吡喃及其衍生物	(195)
六、嘧啶及其衍生物	(196)
七、嘌呤及其衍生物	(197)
第二节 生物碱	(198)
一、烟 碱	(198)
二、茶碱和咖啡碱	(199)
三、秋水仙碱	(199)
思考题	(199)
习 题	(200)
第十二章 脂 类	(201)
第一节 油 脂	(201)
一、油脂的存在及功用	(201)
二、油脂的结构、分类和命名	(202)
三、油脂的物理性质	(205)
四、油脂的化学性质	(205)
第二节 类 脂	(208)
一、磷 脂	(209)
二、糖 脂	(211)
三、蜡	(212)
四、甾族化合物	(213)
* 第三节 乳化作用与表面活性剂	(216)
一、乳化作用	(216)
二、表面活性剂	(216)
思考题	(220)
习 题	(220)
第十三章 碳水化合物	(222)
第一节 碳水化合物概述	(222)
第二节 单 糖	(223)
一、单糖的分类	(223)
二、单糖的立体异构	(223)

三、单糖的变旋现象和环状结构	(225)
四、单糖的性质	(227)
五、单糖的衍生物	(232)
第三节 二糖	(234)
一、麦芽糖	(235)
二、纤维二糖	(235)
三、蔗糖	(236)
四、乳糖	(236)
五、海藻糖	(237)
第四节 多糖	(237)
一、淀粉	(238)
*二、糖原	(240)
三、纤维素	(241)
*四、半纤维素	(242)
*五、果胶质	(243)
*六、琼脂	(245)
思考题	(246)
习题	(246)
第十四章 蛋白质	(249)
第一节 氨基酸	(249)
一、氨基酸的分类和命名	(249)
二、 α -氨基酸的构型	(253)
三、氨基酸的物理性质	(253)
四、氨基酸的化学性质	(254)
第二节 蛋白质	(258)
一、肽	(258)
二、蛋白质的元素组成和分类	(260)
*三、蛋白质的分子结构	(261)
四、蛋白质的性质	(269)
思考题	(274)
习题	(275)
第十五章 核酸	(277)
第一节 核酸的分类和化学组成	(277)
一、核酸的分类	(277)
二、核酸的化学组成	(278)
第二节 核苷、核苷酸的结构和命名	(280)

一、核 苷	(280)
二、核苷酸	(281)
第三节 核酸的结构	(283)
一、核酸的一级结构	(283)
* 二、DNA 的双螺旋结构	(284)
* 三、RNA 的二级结构	(285)
* 四、基因密码	(286)
第四节 核酸的理化性质	(287)
一、物理性质	(287)
二、酸碱性	(287)
三、核酸的变性	(287)
四、核酸的降解	(288)
五、核酸的颜色反应	(289)
思考题	(289)
习 题	(290)
第十六章 酶	(291)
第一节 酶的概念、命名和分类	(291)
一、酶的概念	(291)
二、酶的命名	(292)
三、酶的分类	(292)
第二节 辅助因子	(292)
一、辅助因子概述	(292)
二、维生素	(293)
三、NAD 和 NADP	(296)
四、FMN 和 FAD	(298)
五、辅酶 A (CoA-SH 或 CoA)	(298)
第三节 酶的催化作用	(299)
一、酶的活性中心	(299)
二、酶促反应的特点	(300)
* 第十七章 三大营养物质的代谢	(302)
第一节 葡萄糖的分解代谢	(302)
一、糖酵解	(302)
二、三羧酸循环	(304)
第二节 蔗糖、淀粉和纤维素的代谢	(309)
一、蔗糖的合成和分解	(309)
二、淀粉的合成和分解	(310)

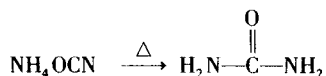
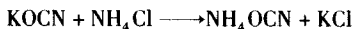
三、纤维素的合成和分解	(311)
第三节 脂肪的代谢	(312)
一、脂肪的合成	(312)
二、脂肪的分解	(314)
第四节 蛋白质的代谢	(315)
一、氨基酸的合成和分解	(315)
二、蛋白质的代谢	(318)
参考文献	(321)

教学要求

1. 了解有机化学、有机化合物,有机化学与农业的关系;
2. 熟悉有机化合物的特征、分类方法、有机化合物的官能团及有机反应的类型。

一、有机化合物与有机化学

18 世纪末,人们开始从动植物中提取一系列较纯的有机化合物,例如先后从葡萄汁中取得酒石酸,从柠檬汁中取得柠檬酸,从哺乳动物排泄的尿中取得尿素和尿酸,从酸牛奶中得到乳酸等。1675 年法国化学家勒莫(Lemery)把有生命的动植物体内分离得到的化合物称为有机物,而把来自于无生命的矿物中得到的物质称为无机物。有机物即“有生机之物”。瑞典化学家贝奇里斯(J. Berzelius)发现,无论是在元素组成上还是在性质上,有机物与无机物都有明显的不同。由于当时有机物只来源于动植物体中,所以当时人们认为只有动植物依靠其神秘的生命力才能创造出有机化合物,并以此区别于无机物。1828 年德国化学家武勒(F. Wöhler)将氰酸钾和氯化铵反应制得氰酸铵,并将氰酸铵加热制得了有机物尿素。



氰酸铵(无机物) 尿素(有机物)

这是人们第一次用无机物合成有机物。后来柯柏(H. Kolbe)又合成了醋酸,这就彻底打破了有机物由神秘生命力创造的学说。

后来通过对有机化合物的元素组成分析发现,有机化合物均含有碳元素,所以人们就把有机化合物定义为含碳的化合物。但有些含碳的化合物如一氧化碳、二氧化碳、二硫化碳、碳酸盐及氰化物等,由于它们的性质与无机化合物相似,因此习惯上仍把它们归于无机化合物。除了碳以外绝大多数的有机物都含有氢元素,有的还含有氧、硫、氮、磷、卤素等元素,所以也有人把有机化合物定义为碳氢化合物及其衍生物。因此,研究

碳氢化合物及其衍生物的组成、结构、性质、合成及其变化规律的科学,就称为有机化学。这样有机化合物和有机化学的“有机”二字,已不再反映其固有的涵义,只是由于习惯上的原因,至今沿用而已。

二、有机化合物的特点

有机化合物之所以与无机化合物不同,除历史原因之外,更重要的是由其结构和性质有着自身很明显的特性所决定的。

(一)数目庞大

截至1999年12月,美国化学文摘(CA)收录的从自然界得到和用人工合成的化合物数目已经达到2 230多万个,其中90%以上属于有机物,无机物虽由多达100多种元素组成,却不足总数的10%。而且新合成或新被发现的有机化合物还在与日俱增。

有机化合物之所以有如此庞大的数目,主要有两个原因:①碳原子在有机物中都是4价,既不容易失去也不容易得到电子,彼此间能自相以共价键结合,其键可以是单键,也可以是双键和叁键;其结合成的碳链可以是开链的,也可以是环状的;无论链状还是环状还能相互交联,更有支链和交叉链存在;有机化合物所含碳原子的个数可以很多,即使相对分子质量不大的分子,由于其原子间连接的次序、方式以及在空间的排列方式不同而导致的同分异构现象非常普遍。②碳原子不仅自身可以成键,还能与电负性较小的氢原子和电负性较大的氧、硫、氮、卤素等原子以及金属形成化学键。

虽然有机化合物的数目繁多,但组成有机化合物的元素种类并不多,绝大多数有机化合物仅有碳、氢、氧、氮四种元素组成。

(二)结构复杂

无机化合物多数只有几个原子组成,而有机化合物则复杂的多。如维生素B₁₂的分子式为C₆₃H₉₀O₁₄N₁₄PCo;沙海葵毒素的分子式为C₁₂₉H₂₂₁O₅₃N₃,即使知道了这400多个原子之间以怎样的次序结合,但仅仅由于原子在空间的取向不同就有可能形成 2×10^{21} 种立体异构体!这个数目几乎接近于阿佛加德罗常数,而其中只有一个才是该化合物的真正结构。

(三)熔点低

熔化是结晶的粒子从有规则排列变成无规则排列并呈现液体样流动特征的过程。当温度上升到粒子的热运动能克服晶体内粒子之间的作用力时,就出现了熔化现象,即达到了熔点。无机化合物的结晶是以离子为结构单位排列而成的,依靠正负离子间的静电引力互相吸引,这种静电引力很强,只有在极高的温度下,才能克服,因此,无机化合物的熔点一般很

高。而有机化合物组成晶体的单位是分子,分子之间的引力是比静电引力弱得多的分子间作用力,所以有机化合物的熔点一般都不高,大多在 300°C 以下。

(四)热稳定性差、易燃

有机化合物对热不稳定,受热易分解,有的甚至在常温下就能分解;有的虽在常温下稳定,但在受热时极易炭化而析出黑色的炭。

有机化合物含有碳、氢等可燃元素,故大部分的有机物可以燃烧,像石油、天然气等是我们重要的能源。有些有机物本身是气体,有些挥发性很大、闪点低,易发生火灾事故,使用时需注意消防安全。同时也可用此特性简单区别无机物与有机物,因大多数无机物不会燃烧,也不能烧尽,而有机物大多可以燃烧且燃烧完全不留或仅留有很少的残留物。

(五)难溶于水,易溶于有机溶剂

大多数的有机物难溶于水,这是因为水的极性很强,而有机物的极性一般很弱。水分子间有很强的氢键作用力,而大多数有机化合物之间的作用力是范德华力。有机化合物与水之间仅有很弱的吸引力,要拆开强的水分子之间的氢键力而取而代之以很弱的两种极性不同分子间的作用力是非常困难的。因此,有机化合物一般不易溶于水。但当有机化合物分子中含有能够与水形成氢键的羟基、羧基、氨基、磺酸基时,该有机物也可溶于水。经验表明,极性和结构相似的分子之间可以互溶,而极性不相似的分子之间一般不能互溶,这就是“相似相溶”规律。极性弱的有机化合物与非极性及弱极性有机溶剂如烃类、醚类等分子间作用力相似,因此是可以互溶的。

(六)反应慢,常有副反应发生

绝大多数有机化合物的反应都不快,反应完成需要几个至几十个小时是常事。为了加快反应的速率,常需对反应体系采取加热、加压、搅拌、加催化剂等手段,以促进反应的发生和尽早完成。

有机反应涉及到键的断裂和生成,但专一性的断键较难控制。反应时,有机分子中各个部位的原子都有可能受到影响,这就使得有机反应常常不是局限在人们想象的某一特定部位,即除主反应外常伴有副反应发生,反应得到的产物往往是混合物。因此,在写有机物化学反应方程式时,常常只写出主要产物,而且无需配平。随着人们对分子结构和化学反应过程的深入了解,通过控制反应条件,现已有一些有机反应的产物较为专一,产率可高达95%甚至100%。但毕竟这种反应还不多见。提高反应的速率和产率、遏制不需要的副反应,是有机化学研究人员一直为之努力的目标。