



教育部高等农林院校理科基础课程  
教学指导委员会推荐示范教材

# 有机化学

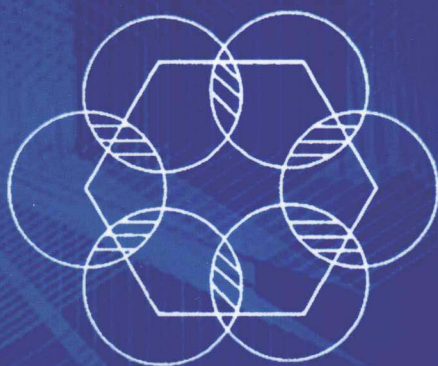
H

● 李楠 廖蓉苏 李斌 主编

Organic Chemistry

Organic Chemistry

Organic Chemistry



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE



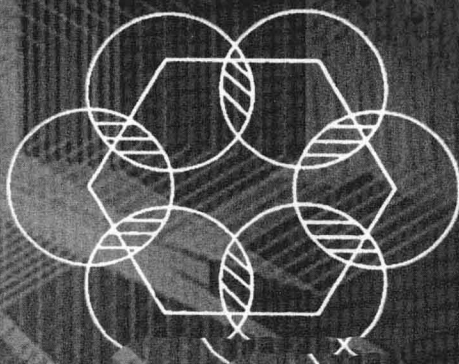
教育部高等农林院校理科基础课程  
教学指导委员会推荐示范教材

# 有机化学

062

H

● 李楠 廖蓉苏 李斌 主编



中国农业大学出版社

· 北京 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

有机化学/李楠,廖蓉苏,李斌主编. —北京:中国农业大学出版社,2010.8  
ISBN 978-7-81117-920-0

I. ①有… II. ①李…②廖…③李… III. ①有机化学 IV. ①O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 205922 号

书 名 有机化学

作 者 李 楠 廖蓉苏 李 斌 主编

策划编辑 魏秀云 董夫才

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

电 话 发行部 010-62731190,2620

编辑部 010-62732617,2618

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

经 销 新华书店

印 刷 北京鑫丰华彩印有限公司

版 次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

规 格 787×1 092 16 开本 24 印张 590 千字

印 数 1~4 000

定 价 38.00 元

责任编辑 陈 阳

责任校对 王晓凤 陈 莹

邮政编码 100193

读者服务部 010-62732336

出 版 部 010-62733440

e-mail:cbsszs@cau.edu.cn

图书如有质量问题本社发行部负责调换

## 编写委员会

主 编 李 楠 廖蓉苏 李 斌

副 主 编 (按姓氏笔画排序)

刘涌洲 肖玉梅 陈红艳 高 岩 章维华  
董先明

编 者 (按姓氏笔画排序)

马晓东 刘涌洲 许苗军 李 锐 李 斌  
李 楠 李晓丽 肖玉梅 陈红艳 高 岩  
章维华 董先明 廖蓉苏

**教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会  
推荐示范教材编审指导委员会**

**主 任** 江树人

**副主任** 杜忠复 程备久

**委 员** (按姓氏笔画排序)

王来生 王国栋 方炎明 李宝华 张文杰 张良云  
杨婉身 吴 坚 陈长水 林家栋 周训芳 周志强  
高孟宁 戚大伟 梁保松 曹 阳 焦群英 傅承新

**教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会  
推荐化学类示范教材编审指导委员会**

**主 任** 周志强

**委 员** (按姓氏笔画排序)

王 志 王俊儒 兰叶青 叶 非 刘文丛 李 斌  
陈长水 杜凤沛 周 杰 庞素娟 赵士铎 贾之慎  
廖蓉苏

# 出版说明

在教育部高教司农林医药处的关怀指导下,由教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会(以下简称“基础课教指委”)推荐的本科农林类专业数学、物理、化学基础课程系列示范性教材现在与广大师生见面了。这是近些年全国高等农林院校为贯彻落实“质量工程”有关精神,广大一线教师深化改革,积极探索加强基础、注重应用、提高能力、培养高素质本科人才的立项研究成果,是具体体现“基础课教指委”组织编制的相关课程教学基本要求的物化成果。其目的在于引导深化高等农林教育教学改革,推动各农林院校紧密联系教学实际和培养人才需求,创建具有特色的数理化精品课程和精品教材,大力提高教学质量。

课程教学基本要求是高等学校制定相应课程教学计划和教学大纲的基本依据,也是规范教学和检查教学质量的依据,同时还是编写课程教材的依据。“基础课教指委”在教育部高教司农林医药处的统一部署下,经过批准立项,于2007年底开始组织农林院校有关数学、物理、化学基础课程专家成立专题研究组,研究编制农林类专业相关基础课程的教学基本要求,经过多次研讨和广泛征求全国农林院校一线教师意见,于2009年4月完成教学基本要求的编制工作,由“基础课教指委”审定并报教育部农林医药处审批。

为了配合农林类专业数理化基础课程教学基本要求的试行,“基础课教指委”统一规划了名为“教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会推荐示范教材”(以下简称“推荐示范教材”)。“推荐示范教材”由“基础课教指委”统一组织编写出版,不仅确保教材的高质量,同时也使其具有比较鲜明的特色。

一、“推荐示范教材”与教学基本要求并行 教育部专门立项研究制定农林类专业理科基础课程教学基本要求,旨在总结农林类专业理科基础课程教育教学改革经验,规范农林类专业理科基础课程教学工作,全面提高教育教学质量。此次农林类专业数理化基础课程教学基本要求的研制,是迄今为止参与院校和教师最多、研讨最为深入、时间最长的一次教学研讨过程,使教学基本要求的制定具有扎实的基础,使其具有很强的针对性和指导性。通过“推荐示范教材”的使用推动教学基本要求的试行,既体现了“基础课教指委”对推行教学基本要求的决心,又体现了对“推荐示范教材”的重视。

**二、规范课程教学与突出农林特色兼备** 长期以来各高等农林院校数理化基础课程在教学计划安排和教学内容上存在着较大的趋同性和盲目性,课程定位不准,教学不够规范,必须科学地制定课程教学基本要求。同时由于农林学科的特点和专业培养目标、培养规格的不同,对相关数理化基础课程要求必须突出农林类专业特色。这次编制的相关课程教学基本要求最大限度地体现了各校在此方面的探索成果,“推荐示范教材”比较充分反映了农林类专业教学改革的新成果。

**三、教材内容拓展与考研统一要求接轨** 2008 年教育部实行了农学门类硕士研究生统一入学考试制度。这一制度的实行,促使农林类专业理科基础课程教学要求作必要的调整。“推荐示范教材”充分考虑了这一点,各门相关课程教材在内容上和深度上都密切配合这一考试制度的实行。

**四、多种辅助教材与课程基本教材相配** 为便于导教导学导考,我们以提供整体解决方案的模式,不仅提供课程主教材,还将逐步提供教学辅导书和教学课件等辅助教材,以丰富的教学资源充分满足教师 and 学生的需求,提高教学效果。

乘着即将编制国家级“十二五”规划教材建设项目之机,“基础课教指委”计划将“推荐示范教材”整体运行,以教材的高质量和新型高效的运行模式,力推本套教材列入“十二五”国家级规划教材项目。

“推荐示范教材”的编写和出版是一种尝试,赢得了许多院校和老师的参与和支持。在此,我们衷心地感谢积极参与的广大教师,同时真诚地希望有更多的读者参与到“推荐示范教材”的进一步建设中,为推进农林类专业理科基础课程教学改革,培养适应经济社会发展需要的基础扎实、能力强、素质高的专门人才做出更大贡献。

中国农业大学出版社

2009 年 8 月



本书是教育部高等农林院校理科基础课程教学指导委员会根据教育部高教司立项研制的《普通高等学校农林类专业数理化基础课程教学基本要求》(简称《教学基本要求》)而组织编写的,也是教指委推荐的示范教材之一。本教材适用于 60~80 学时课堂教学,可供生物科学类、动物生产类、植物生产类、草业科学类、森林资源类、环境生态类、食品科学类、资源与环境科学类、植物营养类、动物医学类、林产化工类专业选用。

本教材充分体现了参编教师的教学经验、教学成果和智慧,在内容的选取和安排上较以往的教材有所调整,除满足《教学基本要求》相关内容外,还针对已经开展的农学门类硕士研究生入学统一考试化学部分有关要求做了适度的补充。

本教材在绪论和烷烃之后按官能团分设章节,将有机化合物分子的立体异构和有机化合物结构波谱解析分别设立两章置于官能团各章前面,以便后面各章可以应用其知识。硫醇、硫酚、硫醚并入醇、酚、醚一章;含磷有机化合物与含氮有机化合物合设一章。各章均包含了与本章相关的有机化合物的基本理论和基本反应以及反应历程,并着重介绍了农林院校相关的专业课和专业基础课程涉及的有机化学基础知识。各章除编入了《教学基本要求》中的经典反应外,还尽量选择了一些适合的、较新的反应介绍给读者。

教材每章就本章知识点穿插了“阅读材料”,以不同字体编入一些近现代有机化学发展成果和介绍诺贝尔与部分获诺贝尔奖科学家的内容。这些“阅读材料”以扩大学生知识面为目的,有助于学生在了解有机化学领域杰出科学家及其研究成果的过程中加深对有机化学发展历史和有机化学对人类发展进程作用的理解和认识,提高学生学习有机化学的兴趣。

中国农业大学、北京林业大学、东北林业大学、南京农业大学、华南农业大学、山西农业大学、吉林农业大学参加了本教材的编写。中国农业大学出版社在教材的编写、出版过程中做了大量卓有成效的工作,使本教材的出版得以顺利进行。

由于编者水平所限,教材中一定存有不妥甚至错误之处,衷心希望广大读者批评指正。

编 者

2010 年 2 月 22 日

# C 目录

## CONTENTS

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第 1 章 绪论 .....               | 1  |
| 1.1 概述 .....                 | 1  |
| 1.1.1 有机化学的研究对象 .....        | 1  |
| 1.1.2 有机化合物的组成与结构特点 .....    | 2  |
| 1.1.3 有机化合物的物理与化学特性 .....    | 3  |
| 1.2 有机化合物中的化学键——共价键 .....    | 4  |
| 1.2.1 共价键的形成 .....           | 4  |
| 1.2.2 共价键的属性 .....           | 5  |
| 1.2.3 共价键的断裂方式 .....         | 6  |
| 1.2.4 杂化轨道 .....             | 6  |
| 1.3 有机化合物的书写方式和分类 .....      | 7  |
| 1.3.1 有机化合物的书写方式 .....       | 7  |
| 1.3.2 有机化合物的分类 .....         | 9  |
| 1.4 有机化合物分子间作用力 .....        | 11 |
| 1.4.1 偶极-偶极作用力 .....         | 11 |
| 1.4.2 范德华作用力 .....           | 11 |
| 1.4.3 氢键 .....               | 11 |
| 1.5 有机化学反应的主要类型 .....        | 12 |
| 1.5.1 按反应历程分类 .....          | 12 |
| 1.5.2 按反应物和产物之间的相互关系分类 ..... | 12 |
| 1.6 有机酸碱理论 .....             | 13 |
| 1.6.1 Bronsted 酸碱理论 .....    | 13 |
| 1.6.2 Lewis 酸碱理论 .....       | 14 |
| 习题 .....                     | 14 |
| 第 2 章 烷烃和环烷烃 .....           | 17 |
| 2.1 烷烃 .....                 | 17 |
| 2.1.1 烷烃的命名 .....            | 17 |

|            |                          |           |
|------------|--------------------------|-----------|
| 2.1.2      | 烷烃的同系列与异构 .....          | 20        |
| 2.1.3      | 烷烃的构型 .....              | 20        |
| 2.1.4      | 烷烃的构象 .....              | 22        |
| 2.1.5      | 物理性质 .....               | 25        |
| 2.1.6      | 化学性质 .....               | 27        |
| 2.2        | 环烷烃 .....                | 31        |
| 2.2.1      | 分类和命名 .....              | 31        |
| 2.2.2      | 环烷烃的稳定性和结构 .....         | 33        |
| 2.2.3      | 环己烷及其衍生物的构象 .....        | 34        |
| 2.2.4      | 物理性质 .....               | 37        |
| 2.2.5      | 化学性质 .....               | 38        |
|            | 习题 .....                 | 40        |
| <b>第3章</b> | <b>不饱和脂肪烃 .....</b>      | <b>42</b> |
| 3.1        | 烯烃 .....                 | 42        |
| 3.1.1      | 烯烃的结构 .....              | 42        |
| 3.1.2      | 烯烃的异构现象 .....            | 43        |
| 3.1.3      | 烯烃的命名 .....              | 44        |
| 3.1.4      | 烯烃的物理性质 .....            | 45        |
| 3.1.5      | 烯烃的化学性质 .....            | 46        |
| 3.1.6      | 亲电加成反应与诱导效应 .....        | 49        |
| 3.2        | 炔烃 .....                 | 52        |
| 3.2.1      | 炔烃的结构 .....              | 52        |
| 3.2.2      | 炔烃的命名 .....              | 53        |
| 3.2.3      | 炔烃的物理性质 .....            | 54        |
| 3.2.4      | 炔烃的化学性质 .....            | 54        |
| 3.3        | 二烯烃 .....                | 57        |
| 3.3.1      | 二烯烃的分类 .....             | 57        |
| 3.3.2      | 共轭二烯烃 .....              | 57        |
|            | 习题 .....                 | 61        |
| <b>第4章</b> | <b>有机化合物结构波谱解析 .....</b> | <b>64</b> |
| 4.1        | 紫外吸收光谱 .....             | 64        |
| 4.1.1      | 紫外光谱基础知识 .....           | 64        |
| 4.1.2      | 共轭体系类型 .....             | 66        |
| 4.1.3      | 紫外光谱的应用 .....            | 67        |
| 4.2        | 红外光谱 .....               | 70        |
| 4.2.1      | 红外光谱基础知识 .....           | 70        |
| 4.2.2      | 红外光谱图上几个重要的吸收区域 .....    | 71        |
| 4.2.3      | 红外光谱的解析与应用 .....         | 73        |

|            |                                     |            |
|------------|-------------------------------------|------------|
| 4.3        | 核磁共振波谱 .....                        | 73         |
| 4.3.1      | 核磁共振的基础知识 .....                     | 74         |
| 4.3.2      | 氢核磁共振谱( $^1\text{H}$ —NMR) .....    | 75         |
| 4.3.3      | 碳核磁共振谱( $^{13}\text{C}$ —NMR) ..... | 77         |
| 4.4        | 质谱 .....                            | 79         |
| 4.4.1      | 基础知识 .....                          | 79         |
| 4.4.2      | 质谱的解析与应用 .....                      | 80         |
| 4.5        | 波谱综合解析 .....                        | 82         |
| 4.5.1      | 波谱综合解析的一般程序 .....                   | 82         |
| 4.5.2      | 波谱综合解析实例 .....                      | 83         |
|            | 习题 .....                            | 85         |
| <b>第5章</b> | <b>芳香烃</b> .....                    | <b>88</b>  |
| 5.1        | 芳香烃分类 .....                         | 88         |
| 5.2        | 单环芳烃 .....                          | 89         |
| 5.2.1      | 苯的结构 .....                          | 89         |
| 5.2.2      | 取代苯的命名 .....                        | 90         |
| 5.2.3      | 芳香烃的物理性质 .....                      | 92         |
| 5.2.4      | 芳香烃的光谱特征 .....                      | 93         |
| 5.2.5      | 单环芳烃的化学性质 .....                     | 94         |
| 5.2.6      | 芳环亲电取代反应定位规律 .....                  | 100        |
| 5.3        | 稠环芳烃 .....                          | 104        |
| 5.3.1      | 萘 .....                             | 104        |
| 5.3.2      | 蒽和菲 .....                           | 106        |
| 5.4        | 非苯芳烃 .....                          | 107        |
| 5.4.1      | 芳香离子 .....                          | 108        |
| 5.4.2      | 轮烯 .....                            | 108        |
| 5.4.3      | 萘 .....                             | 109        |
|            | 习题 .....                            | 112        |
| <b>第6章</b> | <b>有机化合物分子的立体异构</b> .....           | <b>114</b> |
| 6.1        | 对映异构体和手性分子 .....                    | 114        |
| 6.2        | 光学活性 .....                          | 116        |
| 6.3        | 对映异构体构型的表示方法 .....                  | 118        |
| 6.3.1      | 对映异构体的书写方法 .....                    | 118        |
| 6.3.2      | 对映异构体的构型表示方法 .....                  | 120        |
| 6.4        | 含两个手性碳原子的化合物 .....                  | 122        |
| 6.4.1      | 含有两个不同手性碳原子的化合物 .....               | 122        |
| 6.4.2      | 含有两个相同手性碳原子的化合物 .....               | 122        |
| 6.5        | 不含手性碳原子的手性化合物 .....                 | 124        |

|            |                         |            |
|------------|-------------------------|------------|
| 6.6        | 环状化合物的立体异构现象 .....      | 126        |
| 6.7        | 外消旋化 .....              | 127        |
| 6.8        | 外消旋体的拆分 .....           | 128        |
|            | 习题 .....                | 131        |
| <b>第7章</b> | <b>卤代烃 .....</b>        | <b>133</b> |
| 7.1        | 卤代烷烃 .....              | 133        |
| 7.1.1      | 卤代烷烃的分类 .....           | 133        |
| 7.1.2      | 卤代烷烃的命名 .....           | 133        |
| 7.1.3      | 卤代烷烃的物理性质 .....         | 134        |
| 7.1.4      | 卤代烷烃的化学性质 .....         | 135        |
| 7.2        | 卤代烯烃和卤代芳烃 .....         | 147        |
| 7.2.1      | 卤代烯烃和卤代芳烃的分类 .....      | 147        |
| 7.2.2      | 卤代烯烃和卤代芳烃的系统命名法 .....   | 148        |
| 7.2.3      | 卤代烯烃和卤代芳烃的结构与反应活性 ..... | 149        |
|            | 习题 .....                | 151        |
| <b>第8章</b> | <b>醇、酚、醚 .....</b>      | <b>154</b> |
| 8.1        | 醇 .....                 | 154        |
| 8.1.1      | 醇的结构和分类 .....           | 154        |
| 8.1.2      | 醇的命名 .....              | 155        |
| 8.1.3      | 醇的物理性质 .....            | 156        |
| 8.1.4      | 醇的光谱特征 .....            | 158        |
| 8.1.5      | 醇的化学性质 .....            | 159        |
| 8.2        | 酚 .....                 | 166        |
| 8.2.1      | 酚的结构、分类和命名 .....        | 166        |
| 8.2.2      | 酚的物理性质和光谱性质 .....       | 167        |
| 8.2.3      | 酚的化学性质 .....            | 168        |
| 8.3        | 醚 .....                 | 171        |
| 8.3.1      | 醚的结构、分类和命名 .....        | 171        |
| 8.3.2      | 醚的物理性质 .....            | 172        |
| 8.3.3      | 醚的化学性质 .....            | 173        |
| 8.3.4      | 环醚 .....                | 175        |
| 8.4        | 硫醇、硫酚和硫醚 .....          | 178        |
| 8.4.1      | 硫醇和硫酚 .....             | 178        |
| 8.4.2      | 硫醚 .....                | 180        |
|            | 习题 .....                | 182        |
| <b>第9章</b> | <b>醛、酮、醌 .....</b>      | <b>184</b> |
| 9.1        | 醛与酮 .....               | 184        |
| 9.1.1      | 醛、酮的分类、命名 .....         | 184        |

|               |                       |            |
|---------------|-----------------------|------------|
| 9.1.2         | 醛、酮的结构 .....          | 186        |
| 9.1.3         | 醛、酮的物理性质 .....        | 186        |
| 9.1.4         | 醛、酮的光谱学性质 .....       | 187        |
| 9.1.5         | 醛、酮的化学性质 .....        | 188        |
| 9.1.6         | 亲核加成反应历程 .....        | 199        |
| 9.2           | 醌 .....               | 203        |
| 9.2.1         | 醌命名和结构 .....          | 203        |
| 9.2.2         | 醌的化学性质 .....          | 204        |
| 9.2.3         | 重要的醌 .....            | 205        |
|               | 习题 .....              | 205        |
| <b>第 10 章</b> | <b>羧酸及其衍生物</b> .....  | <b>208</b> |
| 10.1          | 羧酸 .....              | 208        |
| 10.1.1        | 羧酸的分类命名和结构 .....      | 208        |
| 10.1.2        | 羧基的结构 .....           | 210        |
| 10.1.3        | 羧酸的物理性质和光谱特征 .....    | 210        |
| 10.1.4        | 羧酸的化学性质 .....         | 213        |
| 10.2          | 羧酸的衍生物 .....          | 220        |
| 10.2.1        | 羧酸衍生物的分类、命名和结构 .....  | 220        |
| 10.2.2        | 羧酸衍生物的物理性质和光谱性质 ..... | 222        |
| 10.2.3        | 羧酸衍生物的化学性质 .....      | 224        |
| 10.3          | 碳酸衍生物 .....           | 228        |
| 10.3.1        | 光气 .....              | 228        |
| 10.3.2        | 碳酸酰胺 .....            | 229        |
| 10.3.3        | 氨基甲酸酯 .....           | 230        |
| 10.4          | 取代羧酸 .....            | 232        |
| 10.4.1        | 羟基羧酸 .....            | 233        |
| 10.4.2        | 羧基羧酸 .....            | 239        |
|               | 习题 .....              | 247        |
| <b>第 11 章</b> | <b>含氮、含磷化合物</b> ..... | <b>249</b> |
| 11.1          | 含氮化合物 .....           | 249        |
| 11.1.1        | 胺 .....               | 249        |
| 11.1.2        | 偶氮化合物和偶氮染料 .....      | 261        |
| 11.1.3        | 其他含氮化合物 .....         | 263        |
| 11.2          | 含磷化合物 .....           | 267        |
| 11.2.1        | 含磷化合物的分类 .....        | 267        |
| 11.2.2        | 含磷化合物的命名 .....        | 268        |
| 11.2.3        | 含磷化合物的结构 .....        | 269        |
|               | 习题 .....              | 271        |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>第 12 章 杂环化合物和生物碱</b> | 275 |
| 12.1 杂环化合物              | 275 |
| 12.1.1 杂环化合物的分类和命名      | 275 |
| 12.1.2 杂环化合物的结构         | 277 |
| 12.1.3 杂环化合物的物理性质       | 278 |
| 12.1.4 杂环化合物的化学性质       | 279 |
| 12.1.5 重要化合物与药物         | 284 |
| 12.2 生物碱                | 291 |
| 12.2.1 生物碱的一般性质         | 292 |
| 12.2.2 常见生物碱            | 293 |
| 习题                      | 296 |
| <b>第 13 章 糖与核酸</b>      | 298 |
| 13.1 单糖                 | 299 |
| 13.1.1 单糖的分类            | 299 |
| 13.1.2 单糖的环状结构          | 299 |
| 13.1.3 单糖的物理性质          | 305 |
| 13.1.4 单糖的化学性质          | 305 |
| 13.2 二糖                 | 313 |
| 13.2.1 还原性二糖            | 313 |
| 13.2.2 非还原性双糖           | 315 |
| 13.3 多糖                 | 316 |
| 13.3.1 淀粉               | 316 |
| 13.3.2 纤维素              | 317 |
| 13.4 核酸                 | 319 |
| 习题                      | 323 |
| <b>第 14 章 氨基酸、蛋白质</b>   | 326 |
| 14.1 $\alpha$ -氨基酸      | 326 |
| 14.1.1 概述               | 326 |
| 14.1.2 氨基酸的物理性质         | 329 |
| 14.1.3 氨基酸的化学性质         | 329 |
| 14.1.4 重要化合物与药物         | 334 |
| 14.2 蛋白质                | 335 |
| 14.2.1 蛋白质的结构           | 336 |
| 14.2.2 蛋白质的理化性质         | 341 |
| 14.2.3 蛋白质的分类           | 345 |
| 习题                      | 347 |
| <b>第 15 章 类脂化合物</b>     | 349 |
| 15.1 油脂与磷脂              | 349 |

|        |                |     |
|--------|----------------|-----|
| 15.1.1 | 油脂 .....       | 349 |
| 15.1.2 | 磷脂 .....       | 352 |
| 15.1.3 | 肥皂与表面活性剂 ..... | 353 |
| 15.2   | 蜡 .....        | 355 |
| 15.3   | 萜类与甾体化合物 ..... | 356 |
| 15.3.1 | 萜类化合物 .....    | 356 |
| 15.3.2 | 甾体化合物 .....    | 360 |
| 习题     | .....          | 363 |
| 参考文献   | .....          | 365 |

## 1.1 概 述

有机化学是农林院校大多数专业的重要基础课,本章对有机化学的发展及研究领域做一初步介绍,同时使学生认识学习这门课程的重要性,了解这门课程与后续课程以及专业研究工作的紧密联系。

### 1.1.1 有机化学的研究对象

有机化学是化学学科中的一个重要分支,其研究的内容与人类的生存、生活和生产,与自然界的一切生命活动有着密切的关系。有机化学的研究对象是有机化合物,有机化合物是人类时时处处都不能缺少的化学物质。人们食物中含有的多种化学成分如各种维生素、淀粉、氨基酸、蛋白质、油脂、膳食纤维等;人们穿着衣料的成分如纤维素(棉、麻类织物的成分)、蛋白质(丝绸类织物的成分)、各种合成纤维;治疗人类和畜禽疾病的各种药物;以及漂染用的染料;人类生活和生产必不可少的能源如各类烷烃;书报所用的纸张的主要成分纤维素;某些生产中需使用的炸药等,都是有机化合物或其聚合物。自然界中万物欣欣向荣,充满生机与活力,体现这些生机与活力的微观物质绝大多数也是有机化合物,它们出现在生物体代谢与生源合成的每一个环节,支撑着生命的延续和发展。

19 世纪初,化学家们把从矿物中得到的化学物质称作无机化合物(inorganic compound),把从有生命的动植物体内得到的化学物质称作有机化合物(organic compound)。有机化学的概念是 J. Berzelius 于 1806 年首先提出的。当时,化学家得到的有机化合物都是从动植物体中得到的,例如,从植物中提得色素作为染料,从动植物体内提取到各种香料和药物,从甘蔗中榨得蔗糖等。以 J. Berzelius 为代表的化学家们认为,有机化合物是在有生命的物体中通过一种特殊力量的作用才能产生的,他们称这种特殊的力量为“生命力”;“生命力论”在当时的化学界牢固地占据统治地位,限制了有机化学家们开拓有机合成的研究领域。当时的人们普遍认为,有机化合物只能从有生命的物体中获得,不可能从无生命的矿物

体中获得,也不可能通过人为合成获得。然而 1828 年,德国化学家 F. Wohler 在加热氰酸铵时无意中得到了尿素,这是人类首次在实验室里通过化学合成获得有机物。但是,这个合成结果在当时还不足以推翻“生命力论”学说。直到 19 世纪中期,其他的有机化合物陆续被合成出来,例如,1845 年 H. Kolbe 合成了醋酸,1854 年 M. Berthelot 合成了油脂,而后,在化学家的实验室中,越来越多的有机化合物相继经合成得到,“生命力论”学说也就逐渐被化学家们所抛弃。1850 年以后有机合成蓬勃发展,大量药物和染料通过合成面世。

有机化学是一门研究领域非常广泛的学科,其中包括从自然界的生物体中分离提取人类所需要的有机化合物,将它们纯化并对它们的结构和理化性质进行分析鉴定,对它们的生理活性进行测试;对有机化学的反应历程进行研究,探索反应中各种因素对反应历程的影响;对有机合成路线和条件进行研究,选择合适的小分子有机化合物或无机化合物为原料,通过一系列的反应制备结构比较复杂的、具有一定功能的目标化合物,在合成研究中要对反应条件、试剂进行探索和筛选;对有机化合物结构和功能的关系进行研究,探寻对已有化合物的结构进行改造的依据,合成更加有用的化合物。随着科学技术的发展,研究手段日臻完善,有机化学各个领域的研究工作均取得了大量成果。

有机化学也是生命科学研究的基础。现代的生命科学研究已经深入到分子水平,要对动植物各种生命现象的本质进行解释,对生命过程人为地进行调控,这就一定要了解生命现象中的一些最基本和最关键的物质,如核糖核酸(ribonucleic acid, RNA)和脱氧核糖核酸(deoxyribonucleic acid, DNA)、各种酶(enzyme)、蛋白质(protein)与活性多肽(polypeptide)、糖(sugar)、激素(hormone)、生命过程中的代谢(metabolize)产物等,这些生物分子都是有机化合物。进行生命科学研究若不了解这些生物分子,就不能从本质上认识各种生命现象,研究工作中出现了问题往往不能从根本上找到解决的方法,研究工作很难进入前沿领域,自然也就不可能获得高水平的研究成果。有机化学知识是农林科学工作者开展高水平研究工作必要的理论与实际操作基础,是知识结构的重要组成部分。

### 1.1.2 有机化合物的组成与结构特点

有机化合物与无机化合物在分子的元素组成、结构、理化性质上都存在很大的差异。

在元素组成上,所有的有机化合物分子中都含有碳元素(C),因此 L. Gmelin 在 1848 年将有机化合物定义为含碳的化合物,有些化学家也将有机化学称为碳化学。绝大多数有机化合物都含有氢元素(H),例如,只含有碳、氢两种元素的烷烃、烯烃等,含有其他元素的有机化合物基本上也都含有氢元素;此外,很多有机化合物含有氧(O)、氮(N)、硫(S)、磷(P)等元素,例如醇、醛、酮、羧酸类化合物都含有氧元素,自然界普遍存在的氨基酸、蛋白质含有氧、氮、硫等元素,核苷酸分子中还含有磷;有相当数量的有机化合物含有卤素(F、Cl、Br、I),其中包括大量人工合成的医药、农药,分子中引入了卤素原子增强了药物的生物活性。

碳是有机化合物中的基本元素,由碳构成了有机化合物的基本骨架。有机化合物中,碳原子是四价的,每个碳原子都可以和其他碳原子相连,形成碳链或碳环,碳链和碳环中的碳原子还可以和其他碳原子或上面提到的氧、氮、硫、磷、卤素等原子相连,形成各种不同碳骨架和不同类型及官能团的有机化合物。至今已经发现和获得的有机化合物数目已达 3 000