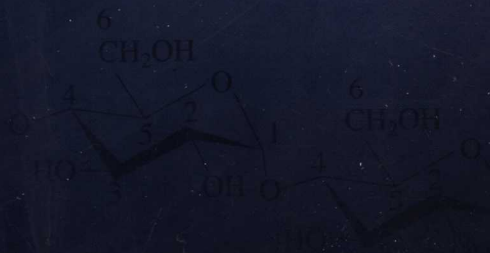


碳水化合物 功能材料

Functional Material of Carbohydrate

主编 何小维

副主编 黄 强 扶 雄 罗发兴 罗志刚



中国轻工业出版社

碳水化合物功能材料

何小维 主 编

黄 强 扶 雄 罗发兴 罗志刚 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

碳水化合物功能材料/何小维主编. —北京:中国轻工业出版社, 2007. 1

ISBN 978 - 7 - 5019 - 5753 - 8

I. 碳... II. 何... III. 碳水化合物 - 高分子材料
IV. TB324

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 142496 号

策划编辑: 李亦兵 李克力

责任编辑: 伊双双

责任终审: 唐是雯

封面设计: 刘 鹏

版式设计: 马金路

责任校对: 李 靖

责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印 刷: 利森达印务有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 33

字 数: 633 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5019 - 5753 - 8/TS · 3344

定 价: 58.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010 - 65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010 - 85119817 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

60970K1X101ZBW

《碳水化合物功能材料》编写人员

主 编：何小维

副 主 编：黄 强 扶 雄 罗发兴 罗志刚

编写人员：何小维 黄 强 陈 巍 闫 鹤

谢士其 薛新顺 王俊丽 徐丽霞

扶 雄 罗发兴 罗志刚 于淑娟

杨连生

序

碳水化合物是化工材料的重要来源,纤维素、甲壳素和淀粉的多种衍生物早已应用于生产纤维、塑料、薄膜、表面活性剂和化工药品等。近年来又有许多新的发展,有些产品的性质比来自石油或天然气碳氢化合物的同类产品还好。由碳水化合物发酵能生产许多种化工产品,再经化学反应能制造更多的有用产品。例如,酒精脱水成乙烯,为重要的塑料单体,可聚合成聚乙烯塑料,或转变成氯乙烯,生产聚氯乙烯塑料;酒精又可转变成乙醛、丙酮、丁二烯和其它化合物,再经化学反应能生成 100 多种化工产品。现时由碳氢化合物生产的化工产品,几乎都能利用碳水化合物为原料生产。

碳水化合物是人民生活中吃、穿、用的来源。许多碳水化合物的加工和利用已发展成很大的工业,如粮食、食品、淀粉、甘蔗糖、甜菜糖、淀粉糖、变性淀粉、生物降解材料、可降解手术缝合线、人造纤维、纤维素塑料等,这些工业产品都是人民生活所必需的物质。特别是近年的石油化工能源短缺危机严重影响到全世界工农业生产以及人们的正常生活,对于最丰富的有机资源——碳水化合物的研究、利用显得更加重要。

农作物、树木和其它植物每年合成大量的碳水化合物,实际的产量无法计算,不同的估计出入很大,有的估计高达每年 5 000 亿 t。这是人类最丰富的有机资源。农作物是每年种植,树木是每年生长,碳水化合物的来源是每年更生,取之不尽,用之不竭,属于无限的资源。并且随着科学技术的发展,产量不断增加。例如,各种农作物的单位面积产量因新品种和新技术的采用而不断提高,现代林业的生产趋向农业化,有计划地种植,有计划地砍伐,还要施肥,大大提高了产量。这种资源任何国家和地区都有,不受地区的限制。与矿产资源比较,这些都是重要的特点。矿产是有限的资源,不会生长,无论储存量多大,总是越用越少,最后总会用完。矿产资源的地区性差异很大,有的国家或地区有丰富的矿产,有的很少或根本没有。世界人口增长快,同时生活水平不断提高,对于吃、穿、用必需品的要求也不断提高。如何增产和更有效、合理地利用丰富的碳水化合物资源以生产满足生存需要的食品、纤维、燃料、化工材料等是摆在人类面前的重大任务。

华南理工大学碳水化合物研究室是我国最早从事碳水化合物技术研究的单位,是国家首批博士点。主要研究碳水化合物功能材料、碳水化合物化学与工艺等。近 30 年来,碳水化合物研究室共承担国家基金、国家重点攻关项目、广东省

基金及广东省重点攻关项目等科研课题 60 多项。“双酶法葡萄糖新工艺”及其关键设备“淀粉连续液化喷射器”的研究填补了国内空白,淀粉连续液化喷射器研制成果为国内首创;“淀粉连续液化喷射器”、“双酶法生产注射葡萄糖新工艺技术”、“果葡糖浆生产技术”、“交联淀粉新产品研制及其应用技术”、“木薯氧化淀粉系列的研制开发及 TOS - T37 的应用”、“肌醇生产新技术”、“麦芽糊精生产技术的研究与开发”、“木薯直接生产结晶葡萄糖和果葡糖浆生产技术的研究与开发”等 10 项成果先后获国家、省部级科技进步奖;发明专利 20 项。这些成果已先后在全国各地投入工业化大规模生产,累计新增产值上百亿元,利税 10 亿元,对我国淀粉及淀粉糖工业的发展做出了突出贡献。

本书的主编何小维博士等人一直从事碳水化合物和生物医疗材料的研究开发工作,近年来先后主持了多项国家基金、国家 863 项目、省市和企业委托的有关碳水化合物功能材料的研发项目,其中很多项目已实现了工业化生产,成绩喜人。该书的编著者是碳水化合物研究室的骨干教师,在碳水化合物材料、淀粉基高分子材料、生物医疗材料、高分子凝胶和药物等研究领域具有多年研究经验和较深的造诣。编著者把多年心血、知识集于大成,为碳水化合物科学研究和技术发展提供了理论基础,并且大大丰富了碳水化合物科学学科知识内容,在此本人深表欣慰。

该书在多年研究工作的基础上吸收国内外最新的研究成果完成,对碳水化合物在功能材料上的应用做了系统的总结和阐述,理论性和实践性较强,适合理论工作者、工程技术人员参考,也非常适合作为本科生、研究生的教材使用。

值此专著出版之际,乐以为序。

张力田

2006 年 9 月 18 日

前 言

碳水化合物是单糖、低聚糖和多糖的总称,它广泛存在于自然界,是含量最丰富的一类可再生生物资源。碳水化合物与脂肪和蛋白质并列为三大营养物,是为人体提供热能的主要营养素,此外,构成细胞膜的许多脂肪或蛋白质是以糖蛋白或糖酯类形式存在,低聚糖在细胞间信号传递中也起了重要的作用,并成为免疫系统控制和癌症治疗的最重要的线索之一。碳水化合物在人类的生理和病理中的作用可见一斑。

高分子碳水化合物(纤维素、淀粉、甲壳素等)是可再生资源,是许多化工材料的重要来源。碳水化合物作为一种可持续发展的资源,因其来源丰富而将会越来越显示其重要地位。地球上每年生长的植物所含纤维素高达千亿吨,超过了现有石油总储量,这是大自然给我们的一种既价廉而又取之不尽的可再生资源;此外,碳水化合物可以利用大自然去生产。人类赖以生存的世界是无数个层次不同的碳水化合物体系组成的和谐的统一体。碳水化合物对于人类的重要性绝不仅仅表现在衣、食、住、行这些有形的作用上,更是今后主要的可再生生物资源,在生物降解材料、纺织、造纸、食品化工、日用化工、医药、建筑、油田化学等工业领域将发挥越来越重要的作用。因此,要迎接今后石油危机、能源危机给高分子原料来源带来的挑战,重要出路之一在于对一些天然高分子碳水化合物的开发和利用。

加快碳水化合物功能材料的研究与应用是当前世界化学工业发展的重要趋势,化学工业发达国家更是先行一步,在这方面投入了大量人力物力,并取得了很大进展。我国在这方面虽然起步较晚,但随着化学工业产业结构的调整,加快碳水化合物功能材料的研究与生产,满足各种高技术产业的需要,已经成为我国化学工业发展的必然趋势。

本书共分八章,主要内容涉及三大碳水化合物——淀粉、纤维素、甲壳素等为基本原料制备碳水化合物高吸水材料、可生物降解材料、黏合材料、医用高分子材料、医用高分子药物、建筑材料、液晶材料等,力图吸引工程技术人员、教学和科技人员及研究生、大学生对碳水化合物功能材料的注意与浓厚兴趣,并使读者从中获得比较系统和全面的专业知识,及时掌握学科的发展动态,以推动本学科的研究和发展,促进碳水化合物资源的综合开发与利用。

本书是在国家自然科学基金“侧链含糖高分子凝胶的结构及其特性的研究(29774009)”,教育部留学回国人员基金“含糖类高分子凝胶材料的合成以及

结构及其特性的研究(教外司留[98]679)”,国家教委优秀青年教师基金“生物医学高分子材料的结构及生物特性的研究(教人司[1998]8号)”,国家教委科技司项目“医疗高分子凝胶的结构表征及特性的研究(教技司97.129号)”,广东省自然科学基金“生物医用高分子材料的合成与应用的研究”等课题研究成果的基础上完成的,在此对他们的资助表示感谢!

本书是在研究生课程“碳水化合物功能材料学”多年的教学经验的基础上完成的,非常适合高分子材料、天然资源综合利用、生物工程、天然药物等相关专业的本科生、研究生作为教材使用。此外,还可以作为企业工程技术人员和科研院校相关专业研究工作者和教师的参考书籍。

由于本书内容涉及高分子化学、材料、医药、食品等诸多学科知识,加上水平所限,在内容和取材上不免遗漏和谬误,抱着抛砖引玉的宗旨,恳请读者不吝指正。

编者

2006年9月于华南理工大学

目 录

第一章 绪论	1
第一节 碳水化合物的研究历史.....	1
第二节 碳水化合物的存在和分类.....	2
第三节 碳水化合物的重要作用.....	4
一、碳水化合物的生理作用	4
二、碳水化合物作为功能材料的重要作用	6
参考文献	19
第二章 碳水化合物功能材料化学和设计	22
第一节 碳水化合物的结构	22
一、单糖的构型	22
二、单糖的环形结构	23
三、多糖的结构	25
第二节 碳水化合物的化学反应性质	38
一、单糖的化学反应性质.....	38
二、多糖的化学反应性质.....	44
三、高分子的合成方法	46
四、纤维素的化学反应	47
五、淀粉的化学反应	62
六、甲壳素和壳聚糖的化学反应	77
第三节 碳水化合物功能材料设计	90
一、碳水化合物功能材料的合成原理	90
二、碳水化合物功能材料的设计原则	94
参考文献	95
第三章 碳水化合物高吸水性材料	96
第一节 碳水化合物高吸水性材料的合成	96
一、淀粉高吸水性材料	96
二、纤维素高吸水性材料的合成	114
三、其它碳水化合物类高吸水性材料	128
第二节 碳水化合物高吸水性材料的结构.....	133
一、超强吸水性树脂的吸水理论	133

二、凝胶的热力学理论	135
三、凝胶的相转变理论	136
四、高分子凝胶与水作用	138
五、淀粉高吸水性材料的结构	140
六、纤维素高吸水性材料的结构	143
七、壳聚糖及其衍生物高吸水性材料的结构	147
第三节 碳水化合物高吸水性材料的性质	148
一、吸收能力	148
二、保水能力	152
三、碳水化合物吸水材料的黏度和透水性	154
四、凝胶强度	155
五、稳定性	156
六、其它性能	158
第四节 碳水化合物高吸水性材料的应用	160
一、在农业中的应用	160
二、在医药卫生方面的应用	161
三、在美容化妆品方面的应用	165
四、在土木建筑方面的应用	165
五、在石油化工方面的应用	167
六、在食品工业方面的应用	169
七、在其它方面的应用	170
参考文献	175
第四章 碳水化合物可降解材料	182
第一节 碳水化合物可降解材料的合成	182
一、淀粉系列生物降解高分子材料	182
二、纤维素生物可降解材料	192
三、甲壳素类生物降解材料	198
第二节 碳水化合物可降解材料的特性	205
一、高分子材料的降解性	205
二、淀粉基生物降解高分子	207
三、纤维素基可降解高分子材料	211
四、壳聚糖及其衍生物	213
第三节 碳水化合物可降解材料的应用	215
一、淀粉类可生物降解高分子材料的应用	215
二、纤维素及其衍生物可降解材料的应用	222

三、壳聚糖及其衍生物的应用	225
参考文献	226
第五章 碳水化合物黏合材料	230
第一节 淀粉基胶黏剂	230
一、概述	230
二、淀粉基黏合剂的制备方法	232
三、淀粉基胶黏剂制备工程中的注意事项	239
四、淀粉基胶黏剂的测试	241
五、淀粉基胶黏剂的应用	244
第二节 纤维素及其衍生物黏合材料	251
一、概述	251
二、纤维素胶黏剂的制备	251
三、纤维素黏合剂的应用	253
四、纤维素衍生物黏合剂的发展前景	256
第三节 复合多糖类胶黏剂	257
一、阿拉伯树胶胶黏剂	257
二、桃胶胶黏剂	261
三、甲壳质	263
四、黄耆树胶及其它树胶	264
五、海藻酸钠	264
六、合成龙胶	265
参考文献	265
第六章 碳水化合物医用高分子材料	268
第一节 概述	268
一、碳水化合物医用高分子材料的分类	268
二、对碳水化合物医用高分子材料的基本要求	269
三、碳水化合物医用高分子材料的应用	270
四、碳水化合物医用高分子材料的生物相容性	270
五、碳水化合物医用高分子材料的生物学评价	272
六、碳水化合物医用材料的降解	279
第二节 甲壳素及其衍生物医用材料	280
一、甲壳素	280
二、甲壳素衍生物医用材料	284
三、其它	290
第三节 纤维素衍生物医用材料	293

一、纤维素资源·····	293
二、羧甲基纤维素医用材料·····	294
三、羟丙基甲基纤维素医用材料·····	296
四、乙基纤维素医用材料·····	299
五、其它纤维素衍生物医用材料·····	301
第四节 淀粉衍生物医用材料·····	304
一、淀粉资源·····	304
二、预糊化淀粉医用材料·····	305
三、羟乙基淀粉医用材料·····	306
四、淀粉微球医用材料·····	307
五、羧甲基淀粉医用材料·····	310
六、其它淀粉衍生物医用材料·····	312
第五节 聚乳酸及其衍生物医用材料·····	315
一、聚乳酸·····	315
二、聚乳酸类复合材料·····	326
参考文献·····	329
第七章 碳水化合物医用高分子药物·····	334
第一节 药用高分子的基本性质·····	335
一、对高分子药物的要求·····	335
二、高分子材料的毒性·····	336
三、高分子药物·····	337
第二节 碳水化合物药物及其应用·····	339
一、单糖及其衍生物药物·····	339
二、低聚糖及其衍生物药物·····	356
三、多糖及其衍生物药物·····	374
四、其它多糖·····	402
参考文献·····	405
第八章 其它碳水化合物功能材料·····	414
第一节 碳水化合物吸附材料·····	414
一、概述·····	414
二、淀粉基吸附材料·····	423
三、甲壳素、壳聚糖及其衍生物吸附材料·····	438
四、纤维素·····	456
第二节 建筑用碳水化合物功能材料·····	463
一、纤维素及其衍生物·····	464

二、淀粉及其衍生物	471
三、甲壳素及其衍生物	481
四、木质素及其衍生物	481
五、其它建筑用碳水化合物	486
六、展望	488
第三节 碳水化合物液晶材料	488
一、液晶高分子(LCP)	488
二、碳水化合物液晶材料	492
三、结束语	503
参考文献	504

第一章 绪 论

碳水化合物是多元羟基的醛、酮化合物以及它们的聚合物或衍生物,是糖类的总称。碳水化合物广泛存在于自然界,是含量最丰富的一类可再生生物资源。碳水化合物与脂肪和蛋白质并列为三大营养物,蛋白质构成酶和骨骼结构,脂肪构成细胞膜,而碳水化合物似乎并没有吸引太多的关注。然而,最近研究发现构成细胞膜的许多脂肪或蛋白质是以糖蛋白或糖酯类形式存在,而且低聚糖在细胞间信号传递中也起了重要的作用。另外,血型抗原也是血细胞膜表面上的糖。由于糖在 HIV 或其它致病源与血细胞结合过程中扮演了重要的角色,它成为免疫系统控制和癌症治疗的最重要的线索之一。此外,一些高分子碳水化合物,特别是纤维素、淀粉、壳聚糖等,它们在自然界储量巨大,是取之不尽用之不竭的可再生资源,将其经过改性处理后制成各种功能性材料,在生物降解材料、纺织、造纸、食品化工、日用化工、医药、建筑、油田化学等工业领域将发挥越来越重要的作用。

第一节 碳水化合物的研究历史

对碳水化合物分子的化学研究(分离、纯化、检测、结构、合成)和生物化学研究(结构与功能、体内代谢)始终是紧密交错在一起的。以 1843 年杜马斯(Dumas)提出糖类实验式,以及 19 世纪 80 年代费歇尔(Fischer)对单糖分子结构及化学合成所做的系统研究为标志,对碳水化合物的研究开始得很早。

1897 年布赫纳(Buchner)发现酵母无细胞提取液能将糖转变为酒精,使得糖酵解途径的研究成为最早引起人们注意的代谢途径研究之一。直到 20 世纪 30 年代,随着糖酵解途径的基本阐明,以葡萄糖、淀粉、糖原和纤维素为中心的糖的研究,一度被认为快到了尽头。甚至认为糖作为能源和结构支架,已经被研究得差不多了。而这时候对蛋白质的结构与功能的研究吸引了大多数研究者的注意力和兴趣;接着,对核酸的研究也扣人心弦,DNA 双螺旋结构的揭示就是最好的例证。对糖类的研究则经历了大约 30 年的相对沉寂。

到 20 世纪 60 年代中叶,在放射性同位素示踪技术帮助下进行的淋巴细胞归巢研究和血浆铜蓝蛋白半衰期研究,发现糖类分子不但担负着能源和结构支架的职能,而且还担负着细胞信息的职能。研究者开始对糖类刮目相看,研究的热情又渐渐高涨。研究目标已不再是葡萄糖、淀粉、糖原与纤维素,而主要是糖蛋白、糖脂、蛋白聚糖等复合糖化物(complex carbohydrate)或糖缀合物(glyco

conjugates)。研究的内容主要集中在揭示糖类分子作为信息分子,如何在细胞黏着、细胞信号、发育分化、免疫细胞成熟活化、生殖受精,以及共生寄生等一系列重要生命过程中,起着介导、调节的作用。经过 20 年左右的积累和酝酿,到 20 世纪 80 年代下半叶,对糖类分子的研究终于形成一个明显的新高潮。以英国牛津大学的德维克(R. Dwek)教授 1989 年在《生化年评》(*Annual Review of Biochemistry*)上的一篇综述为标志,前后几年内,糖生物学(glycobiology)、糖科学(glycoscience)、糖技术(glycotechnology)等新名词一再出现。

糖类分子在生物体内确实参与信息传递,但其实际情况远比人们初看起来的要复杂得多。单糖联成聚糖(glycan),比起氨基酸联成蛋白质,在分子结构上要复杂得多。氨基酸之间的相连,总是氨基和羧基结合为肽键,一级结构是线性的。单糖之间的相连,面临 α - β -构型、取代位置和分支等种种问题。早已有入计算过,3 种不同的氨基酸形成三肽,只可能有 6 种不同结构,而 3 种不同单糖形成三糖,则可能有数百种结构。人们早已知道,蛋白质分子具有明确而严格规定的氨基酸序列,由此决定了蛋白质分子的空间结构和功能活性;与此不同的是,即使连接在同一个蛋白质分子上同一个位置的糖链,也并不是整齐划一的,很难像描述蛋白质一级结构那样,把与蛋白质相连的糖链序列简单地说明清楚,这就是所谓的糖链结构的“微不均一性”。

从纯化学的角度来看,研究碳水化合物分子比起研究蛋白质或核酸分子,所面临的困难也要大得多。首先,从天然产物提纯得到纯糖聚合物是非常困难的,合成也是。因为糖包含许多能与单体成键的羟基,所以可合成的聚合物组合的可能性远多于蛋白质和核酸。而且,糖甚至能在其线形聚合物上伸出侧链,这让推断纯净的天然糖结构非常困难。此外,在糖合成中没有如核酸那样的蓝图,因而糖仅是包含由环境不同而产生的多种组分,保持相似的结构,很难得到相同结构的糖,而且也没有发展倍增技术。如果我们将核酸或蛋白质比作保持体形统一的动物,那么糖就是植物,有不同的枝叶和形状。

在典型的糖结构分析中,聚合物被强酸切割为单体,只有单体末端的糖以酶或温和的化学方法结晶化,这需要巨大的时间和精力。Oxford Glycosystem 的 RAAM 2000 是市面上唯一的自动化糖结构分析仪,但是它有众多限制且价格昂贵。另一方面,尽管有发展固相合成的尝试,不同于蛋白质或核酸,目前仍然没能产生标准方法,而且类似蛋白质或核酸的自动化糖结构分析和合成还有一段路要走。因此,这个领域的研究很有可能诞生新的诺贝尔奖得主。

第二节 碳水化合物的存在和分类

碳水化合物广泛分布于动物、植物、微生物体内,其中以植物界最多,占其干重

的 50% ~ 80% , 是绿色植物由二氧化碳和水经光合作用形成的。生物细胞内和血液里含有葡萄糖或由葡萄糖等单糖组成的多糖。人和动物的器官组织中含糖量不超过体内干重的 2% , 微生物体内含糖量占菌体干重的 10% ~ 30% 。它们以游离糖的形式, 或与蛋白质、脂类及其它配糖体结合成复合糖的形式存在, 通过生物氧化, 放出大量的能源, 以满足生命活动的需要。碳水化合物也能通过各种代谢途径转化为蛋白质和脂类物质等, 因此, 碳水化合物是生物体的重要碳源和能源。

目前, 在生物化学中常用糖类(saccharides)这个词作为碳水化合物的同义语。不过, 习惯上所谓糖(sugar)通常只指水溶性的单糖和低聚糖, 不包括多糖。一些重要碳水化合物的分类及其基本结构单位见表 1-1。

表 1-1

碳水化合物及其分类

单糖

丙糖: 甘油醛、二羟丙酮

丁糖: 赤藓糖、苏阿糖等

戊糖: D- / L- 核糖、核酮糖、木糖、木酮糖、阿拉伯糖等

己糖: 葡萄糖、果糖、半乳糖、甘露糖等

庚糖: 景天庚酮糖、葡萄糖庚酮糖、半乳庚四糖等

衍生糖: 脱氧糖(脱氧核糖、岩藻糖、鼠李糖)、氨基糖(葡萄糖胺半乳糖胺)、糖醇(甘露糖醇、木糖醇、肌糖醇等)、糖醛酸(葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸)、糖苷(葡萄糖苷、半乳糖苷、果糖苷)

低聚糖或寡糖(2 ~ 10 个糖单位)

二糖: 非还原糖: 蔗糖(葡萄糖 + 果糖), 海藻糖

还原糖: 麦芽糖(葡萄糖 + 葡萄糖), 乳糖(半乳糖 + 葡萄糖), 纤维二糖(葡萄糖 + 葡萄糖), 龙胆二糖(葡萄糖 + 葡萄糖), 蜜二糖(半乳糖 + 葡萄糖), 异麦芽糖(葡萄糖 + 葡萄糖)

三糖: 非还原糖: 棉子糖(半乳糖 + 葡萄糖 + 果糖), 龙胆三糖(2 个葡萄糖 + 果糖), 洋槐三糖(2 个鼠李糖 + 半乳糖)

还原糖: 麦芽三糖, 甘露三糖, 异麦芽三糖

四糖: 水苏糖(2 个半乳糖 + 葡萄糖 + 果糖, 非还原糖)

五糖: 毛蕊草糖(3 个半乳糖 + 葡萄糖 + 果糖)

六糖: 乳六糖

多糖(10 个糖单位以上)

均多糖(由同一糖单位组成)

直链: 链淀粉, 纤维素, 甲壳素, 木聚糖, 半乳聚糖, 甘露聚糖

支链: 糖原(葡萄糖聚合物), 糊精, 右旋糖苷

杂多糖(由不同糖单位组成)

半纤维素(葡萄糖, 果糖, 甘露糖, 半乳糖, 阿拉伯糖, 木糖, 鼠李糖, 糖醛酸)、阿拉伯树胶(半乳糖、葡萄糖、鼠李糖、阿拉伯糖)、菊糖(葡萄糖、果糖)、果胶(半乳糖醛酸的聚合物)、黏多糖(N-乙酸氨基糖、糖醛酸为单位的聚合物)、透明质酸(葡萄糖醛酸、N-乙酸氨基糖为单位的聚合物)

续表

其它

糖醛酸组成: 果胶酸, 藻朊酸

糖和糖醛酸组成: 果胶, 树胶

含氨基糖: 甲壳素[β -(1 $\rightarrow$ 4)-N-乙酰葡萄糖胺], 硫酸软骨素(葡萄糖醛酸、N-乙酰氨基半乳糖硫酸酯的聚合物), 肝素

糖蛋白: 糖与蛋白质复合物

木质素(苯丙烷衍生物的聚合物)

第三节 碳水化合物的重要作用

一、碳水化合物的生理作用

众所周知,碳水化合物,特别是葡萄糖,是供给动物代谢活动最有效的营养素。但碳水化合物的生理作用却似乎被人忽略。近年来,随着对碳水化合物认识的不断深入,人们开始重视其生理作用。1998年5月在德国召开的“98国际糖生物工程讨论会”上,将糖生物工程分成3个分支:①糖生物学:包括糖蛋白和糖脂合成的分子生物学,糖基转移酶的分子生物学,细胞内的通路和交叉受体,发育、分化和基因治疗,免疫学和神经生物学,寄主与病原体相互作用,糖基化与疾病等。②糖化学:包括化学合成,组合合成,酶法合成,分子相互作用和结构分析,数据库和网络等。③糖生物工程:包括发展糖医药的重组工具,表达系统,宿主和载体,宿主和细胞的糖基化工程,糖蛋白生产系统,生物工程工序,药理学和诊断等。

具体来说,碳水化合物在人和动物中扮演着重要的生理作用,具体表现在以下几方面。

(一) 糖决定了人的血型

人的主要血型是ABO式血型,主要有4种:A型、B型、AB型和O型,这是1900年兰德斯坦纳(K. Landsteiner)发现的。经过不少免疫学家,包括兰德斯坦纳和瓦特金(W. M. Watkins)等半个世纪的研究,1960年瓦特金确定了ABO(H)抗原决定基的糖链结构,发现H抗原有I型和II型之分。主链二糖是半乳糖以 β -(1 $\rightarrow$ 3)或 β -(1 $\rightarrow$ 4)键与N-乙酰葡萄糖胺连接而成,前者又叫N-乙酰新乳糖胺,后者称为N-乙酰乳糖胺。在半乳糖上都接上 α -(1 $\rightarrow$ 2)-岩藻糖就分别合成HI型和HII型三糖。再在H型三糖的半乳糖的3位上连接 α -(1 $\rightarrow$ 3)-半乳糖即成B型糖抗原。在同一位置上改为连接 α -(1 $\rightarrow$ 3)-N-乙酰半乳糖胺即成A型糖抗原。因此,A型和B型抗原仅有一个糖基的差别,仅差一个糖基就决定了血型。50年才解开了血型之谜,确定了永远不变的血型规律。除了ABO式血型外,还有路易斯(Lewis)血型Le。路易斯(Lewis)血型也有