

天然高分子科学

陈嘉川 谢益民 李彦春 刘温霞 刘 玉 编著



科学出版社

www.sciencep.com

TB324
7449

天然高分子科学

陈嘉川 谢益民 李彦春 刘温霞 刘 玉 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书阐述了在工业领域应用较多的几种主要天然高分子材料的来源、结构、组成、性质与应用等。全书共分8章,包括绪论、纤维素、半纤维素、木素、天然橡胶、淀粉、蛋白质、甲壳素和壳聚糖。

本书可供轻化工程、纺织工程、林产化工、生物质资源化学和高分子材料等相关行业、专业的工程技术人员、教师和学生参考,也可作为轻化工程等专业本、专科生的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

天然高分子科学/陈嘉川等编著. —北京:科学出版社,2008
ISBN 978-7-03-020189-8

I. 天… II. 陈… III. 高分子材料 IV. TB324

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第169127号

责任编辑:王志欣 王国华 / 责任校对:陈玉凤
责任印制:刘士平 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年1月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2008年1月第一次印刷 印张:27 1/4

印数:1—3 000 字数:520 000

定价:55.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

前 言

天然高分子主要来源于动、植物，属可再生资源，数量十分庞大，取之不尽、用之不竭，是重要的工业原料。

造纸工业所用纸浆由纤维素和半纤维素组成，其伴生物是木素。纸浆来源于植物，包括木材和非木材。据统计，2006 年我国的纸浆消耗量已达 5992 万吨，预计今后几年还将持续增长。

纺织工业消耗大量的天然纤维，包括蛋白质纤维和纤维素纤维。毛、丝、棉、麻构成了天然纤维的主要部分，称为四大纤维。在我国，纺织工业原料的约 80% 来自天然纤维。

天然橡胶来自于天然产胶植物。天然橡胶因其具有很强的弹性和良好的绝缘性、可塑性、隔水隔气、抗拉和耐磨等特点，广泛地应用于工业、农业、国防、交通、运输、机械制造、医药卫生领域和日常生活等方面，其中轮胎的用量要占天然橡胶使用量的一半以上。

皮革和革制品工业大量应用蛋白质材料，也即胶原蛋白或称动物皮。天然皮革均由动物皮制成。虽然我们生活中最常见的是猪皮、牛皮、羊皮以及马皮，但实际上大多数动物皮都可以用于制革，只是牛皮、猪皮、羊皮和马皮的质量好且产量大，因而作为制革的主要原料。

淀粉/变性淀粉和甲壳素/壳聚糖越来越成为重要的化工原料。它们广泛应用于食品、化工、石油、纺织、医药、造纸等工业领域，其应用前景十分广阔。

本书作者长期从事上述领域的研究工作，在前人工作的基础上结合自己的研究成果，将与上述领域相关的内容编写成此书。其中，第 1 章绪论及第 2 章纤维素，由陈嘉川教授编写；第 3 章半纤维素，由刘玉副教授编写；第 4 章木素，由谢益民教授编写；第 5 章天然橡胶及第 7 章蛋白质，由李彦春教授编写；第 6 章淀粉及第 8 章甲壳素和壳聚糖，由刘温霞教授编写。杨桂花教授和王正顺副教授对本书的文字加工和图片绘制做了许多协助工作，在此一并致谢。

由于作者水平有限，不当之处在所难免，敬请各位读者批评指正。

作者

2007 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 天然高分子及其来源	1
1.1.1 天然高分子的含义	1
1.1.2 天然高分子的来源	1
1.2 植物纤维原料的组成与形态结构	9
1.2.1 化学组成	9
1.2.2 生物结构	11
1.2.3 纤维形态	21
1.3 动物纤维原料的组织构造	29
1.3.1 皮层的构造	29
1.3.2 毛及毛囊的构造	35
1.3.3 蚕丝	38
1.4 天然高分子材料	40
1.4.1 纸浆	40
1.4.2 纺织纤维	42
1.4.3 橡胶	49
1.4.4 皮革	50
1.4.5 原淀粉和变性淀粉	53
1.4.6 甲壳素	55
参考文献	56
第 2 章 纤维素	57
2.1 纤维素的化学结构	57
2.1.1 纤维素的化学结构式	57
2.1.2 纤维素的分子构象	58
2.2 纤维素的物理结构	59
2.2.1 纤维素单元晶胞的结晶变体	60
2.2.2 纤维素结晶变体的相互转化	65
2.2.3 纤维素的结晶结构理论	67
2.2.4 纤维素的结晶度及其测定方法	71
2.3 纤维素的化学性质	73

2.3.1 纤维素的反应性能	73
2.3.2 纤维素的水解降解反应	76
2.3.3 纤维素的氧化反应	80
2.3.4 纤维素的酯化反应	83
2.3.5 纤维素的醚化反应	87
2.3.6 纤维素的接枝与交联反应	90
2.4 纤维素的物理与物理化学性质	94
2.4.1 纤维素的多分散性	94
2.4.2 纤维素的吸着	102
2.4.3 纤维素的润胀与溶解	103
2.4.4 纤维素的电化学性质	107
2.4.5 纤维素的光、热和机械降解	108
2.4.6 纤维素的离子辐射降解	114
2.5 功能纤维素材料	115
2.5.1 吸附分离纤维素材料	116
2.5.2 膜分离纤维素材料	117
2.5.3 高吸水性纤维素材料	118
2.5.4 微晶纤维素材料	118
2.5.5 液晶纤维素材料	119
2.5.6 医用纤维素材料	120
参考文献	120
第3章 半纤维素	122
3.1 概述	122
3.1.1 半纤维素的含义	122
3.1.2 半纤维素的分布	122
3.1.3 半纤维素的命名	124
3.2 半纤维素的化学结构	125
3.2.1 半纤维素的分离	125
3.2.2 半纤维素结构的研究方法	133
3.2.3 半纤维素的化学结构式	139
3.2.4 半纤维素与其伴生物的化学连接	145
3.3 半纤维素的化学性质	149
3.3.1 半纤维素的酸性水解反应	149
3.3.2 半纤维素的碱性降解反应	149
3.3.3 半纤维素的化学改性	151
3.4 半纤维素的物理性质	152

3.4.1 半纤维素的溶解度	152
3.4.2 半纤维素的多分散性	153
3.4.3 半纤维素的分支度	154
3.5 半纤维素及其降解产物的利用	154
3.5.1 在食品工业中的应用	154
3.5.2 在生物和医药上的应用	155
3.5.3 降解产物制备低分子产品	156
3.5.4 在其他工业上的应用	159
3.6 果胶	159
参考文献	160
第4章 木素	161
4.1 木素在植物体内的分布及生物合成机理	161
4.1.1 木素的存在	161
4.1.2 木素的分类及其分布和组成的不均一性	163
4.1.3 木素的生物合成途径	164
4.2 木素的分离和精制	168
4.2.1 天然木素的提取	168
4.2.2 纸浆中木素的分离	169
4.2.3 制浆废液中木素的分离	172
4.2.4 木素-碳水化合物复合体的分离	173
4.3 木素的定量法	174
4.3.1 Klason 木素的测定	174
4.3.2 溶液中木素的测定	175
4.3.3 基于氧化剂消耗量的木素定量方法	178
4.4 木素的化学结构	179
4.4.1 木素结构单元的主要连接方式	179
4.4.2 木素官能团分析	183
4.4.3 化学分解法研究木素的化学结构	186
4.4.4 分光法研究木素的基本结构	195
4.4.5 木素结构的模型图	205
4.5 木素的物理性质	209
4.5.1 一般物理性质	209
4.5.2 木素的相对分子质量及木素分子的存在状态	211
4.5.3 木素的溶解性	213
4.5.4 木素的热性质	214
4.6 木素的化学性质	214

4.6.1 木素结构单元的化学反应性能	214
4.6.2 木素的亲核反应	216
4.6.3 木素的亲电取代反应	231
4.6.4 木素的氧化反应	235
4.6.5 木素的呈色反应	244
参考文献	249
第5章 天然橡胶	251
5.1 概述	251
5.1.1 天然橡胶概况	251
5.1.2 天然橡胶的历史	252
5.1.3 制胶方法及分类	252
5.1.4 天然橡胶的组成和结构	254
5.1.5 天然橡胶的配合	256
5.1.6 天然橡胶的加工	256
5.1.7 天然橡胶的用途	257
5.2 天然橡胶的物理状态	257
5.2.1 高弹态	257
5.2.2 玻璃态	258
5.2.3 黏流态	258
5.3 橡胶的品质指标	258
5.3.1 可塑度	258
5.3.2 门尼黏度	259
5.3.3 门尼焦烧	259
5.3.4 抗张强度、定伸强度、扯断伸长率和扯断永久变形	259
5.3.5 磨耗	261
5.3.6 弹性	261
5.3.7 耐低温性能	262
5.4 天然橡胶的性质和改性	262
5.4.1 物理力学性能	263
5.4.2 化学性质	264
5.4.3 天然橡胶的改性	265
参考文献	270
第6章 淀粉	272
6.1 淀粉的化学结构	272
6.1.1 淀粉的基本结构单元	272
6.1.2 糖基之间的连接键	273

6.1.3 直链淀粉与支链淀粉	273
6.2 淀粉的物理结构	275
6.2.1 直链淀粉与支链淀粉的分子结构	275
6.2.2 淀粉颗粒的分子结构	276
6.2.3 淀粉颗粒的环层结构	277
6.2.4 淀粉颗粒的形态和大小	278
6.3 淀粉的物理性质	279
6.3.1 淀粉的一般物理性质	279
6.3.2 淀粉的糊化	280
6.3.3 淀粉的回生或老化	282
6.4 淀粉的化学性质	284
6.4.1 淀粉的水解	284
6.4.2 淀粉的氧化反应	285
6.4.3 淀粉的酯化反应	288
6.4.4 淀粉的醚化反应	289
6.4.5 淀粉的接枝反应	291
6.5 变性淀粉的制备与应用	292
6.5.1 酸变性淀粉	292
6.5.2 酶转化淀粉	293
6.5.3 氧化淀粉	293
6.5.4 酯化淀粉	296
6.5.5 醚化淀粉	298
6.5.6 接枝淀粉	301
6.5.7 交联淀粉	303
参考文献	304
第7章 蛋白质	306
7.1 蛋白质化学基础	306
7.1.1 氨基酸及其性质	306
7.1.2 蛋白质的结构	320
7.1.3 蛋白质的分类	335
7.1.4 蛋白质的物理化学性质	337
7.1.5 蛋白质的分离纯化及相对分子质量测定	344
7.2 生皮蛋白质化学	355
7.2.1 胶原蛋白	355
7.2.2 弹性蛋白	371
7.2.3 角蛋白	373

7.3 蚕丝蛋白	380
7.3.1 丝蛋白的化学组成和结构	380
7.3.2 丝的物理机械性能	383
7.3.3 丝的化学性质	384
7.3.4 丝蛋白的用途	386
参考文献	387
第8章 甲壳素和壳聚糖	389
8.1 概述	389
8.2 甲壳素和壳聚糖的化学结构	390
8.2.1 甲壳素和壳聚糖的基本组成单元	390
8.2.2 甲壳素和壳聚糖的分子结构式	391
8.2.3 甲壳素和壳聚糖的基本结构单元	392
8.2.4 甲壳素和壳聚糖的聚合度	393
8.3 甲壳素和壳聚糖的化学性质	393
8.3.1 甲壳素和壳聚糖的碱化	393
8.3.2 甲壳素和壳聚糖的酰化反应	394
8.3.3 甲壳素和壳聚糖与含氧无机酸的酯化反应	396
8.3.4 甲壳素和壳聚糖的醚化反应	398
8.3.5 甲壳素和壳聚糖的 <i>N</i> -烷基化	401
8.3.6 甲壳素和壳聚糖的氧化	404
8.3.7 甲壳素和壳聚糖的水解	406
8.3.8 甲壳素和壳聚糖的交联	406
8.3.9 甲壳素和壳聚糖的接枝共聚	408
8.3.10 甲壳素和壳聚糖与酸的作用	409
8.3.11 甲壳素和壳聚糖对过渡金属离子的吸附	409
8.4 甲壳素和壳聚糖的物理性质	410
8.4.1 一般物理性质	410
8.4.2 甲壳素和壳聚糖的物理结构	411
8.4.3 溶解性和溶液稳定性	414
8.4.4 溶液黏度与相对分子质量	416
8.5 甲壳素和壳聚糖制备和利用	418
8.5.1 甲壳素和壳聚糖的制备原理	418
8.5.2 甲壳素和壳聚糖的制备工艺	420
8.5.3 甲壳素和壳聚糖的应用	421
参考文献	424

第1章 绪 论

1.1 天然高分子及其来源

1.1.1 天然高分子的含义

高分子分为天然高分子和人工合成高分子。纤维素、天然橡胶等都属于天然高分子。人工合成高分子主要包括化学纤维、合成橡胶和合成树脂(塑料),也称为三大合成材料。此外,大多数涂料和黏合剂的主要成分也是人工合成高分子。

天然高分子是生命起源和进化的基础。人类社会很早就利用天然高分子材料作为生活资料和生产资料,并掌握了其加工技术。如利用蚕丝、棉、毛织成织物,用竹、棉、麻造纸等,其中造纸术是我国古代的四大发明之一。另外,利用桐油与大漆等高分子材料作为油漆、涂料制作漆制品也是我国古代的传统技术。

在自然界,通过有机体自然生长而形成的高分子物质统称为天然高分子。有机体的生长是无限可重复的,因此,天然高分子资源是自然界中取之不尽、用之不竭的可再生资源。其次,天然高分子大都具有生物可降解性,因此天然高分子材料属于绿色材料。天然高分子的上述特点使其具有广阔的开发和应用前景。

实际上,天然高分子的种类很多。按物质属性可分为有机天然高分子、无机天然高分子和金属天然高分子,但通常所说的天然高分子往往专指有机天然高分子;按生物来源可分为植物天然高分子、动物天然高分子和微生物天然高分子等;按自然环境来源可分为陆地天然高分子和海洋天然高分子;等等。

本书将天然高分子的范围限定在工业应用领域,这类天然高分子主要是纤维素、半纤维素、木素、天然橡胶、淀粉、蛋白质和甲壳素/壳聚糖等。

1.1.2 天然高分子的来源

用作工业原料和材料的天然高分子主要来源于动物和植物。

1.1.2.1 纤维素的来源

纤维素是由许多D-葡萄糖基通过1,4- β -苷键连接而成的线状高分子化合物。植物通过光合作用,每年产生亿万吨的纤维素,因此植物纤维素迄今仍然是工业

纤维素的唯一来源。当然,这并不意味着只有植物界才有纤维素。例如,细菌纤维素已有较多的研究,动物纤维素已在某些海洋生物的外膜中被发现,据说宇宙空间中也有纤维素存在。但无论如何,在未来很长的一段时间内,植物纤维素仍最具研究和利用价值。

植物纤维素主要来源于木材,部分来源于非木材。

1. 木材

木材依其性状可分为两大类:针叶树材和阔叶树材。针叶树属种子植物门裸子植物亚门。多数针叶树是常绿树,其叶窄而锐尖,或小而呈鳞片状,常带香味。针叶树的花没有花瓣,雌花具色彩鲜明的鳞片,雄花带有花粉。多数针叶树的果实是毬果,由木质鳞片组成,成熟时为褐色。但松属类的针叶树具肉质鳞片,果实似浆果,如罗汉松、桧、南洋杉等。最常用的针叶树是松、柏、杉三科。

阔叶树属种子植物门被子植物亚门,也分为常绿树或落叶树,叶有单叶或复叶,以对生或互生两种方式排列,扁平而有明显细网状脉,叶形有很大的差异。阔叶树的花常是两性的,雌雄蕊同处一花,花有花瓣,且有香味。果实有多种类型,可能是浆果、蒴果、坚果或荚果等,有木质或肉质的果皮,表面具刺、粗糙或光滑,成熟时色彩多样。常用的阔叶树有杨树、桦树、桉树、椴树、相思树等。

针叶树材因其材质一般较松软,故又称为软木;阔叶树材因其材质一般较坚硬,故又称为硬木。当然,软木中也有较为坚硬的,硬木中也有较为松软的。

木材通过化学方法将其非纤维素成分去掉,即可获得纤维素,这些纤维素大都以纤维的形态存在。通常木材中的纤维素含量为50%左右。

2. 非木材

非木材包括草类(或称禾本科,如麦草、稻草、芦苇、竹子等)、韧皮类(麻类、桑皮、构皮、檀皮等)、种毛类(棉花)等。

草类植物种类较多,数量庞大,相当一部分属农业剩余物。一般该类植物纤维素含量在50%左右,接近木材。但由于该类植物纤维素分子及其纤维的不均一性,其利用价值远不如木材。

韧皮类主要是利用植物的皮作为纤维素材料,这部分原料数量相对有限,主要用作纺织纤维和高档造纸纤维原料。其纤维素含量为40%~80%。

棉花是棉属种子植物种子的表皮毛,属重要的植物纤维素资源。刚采摘的带种子的称为籽棉,经轧花机除去种子的称为皮棉,再经弹花机弹松的称为棉花。从轧花机分出的棉花种子,其表面仍残留许多短绒,可再经轧花机处理一次,得

到的短绒称为棉短绒。棉花的纤维素含量高达 95% 以上, 是自然界中纯度最高的纤维素纤维, 且质地柔软、强度大, 是重要的纺织原料。棉短绒可制成溶解浆, 作为人造纤维和纤维素衍生物的原料。棉短绒也是高档的造纸纤维原料。

3. 有关纤维素的名词、术语

纤维素因其分离、制备方法的不同而被赋予多个名称和含义。

1) 综纤维素

综纤维素是植物纤维原料除去抽出物和木素后所留下的部分, 亦即纤维素和半纤维素的总称。其制备方法有氯化法、亚氯酸钠法、二氧化氯法、过乙酸法等。

木素和糖类(碳水化合物)之间存在一定的化学连接, 因此, 所得到的综纤维素中通常含有少量的木素, 并且在制备过程中往往会有少量碳水化合物被溶出。

2) 克-贝纤维素

由英国人 Cross 和 Bevan 于 1880 年提出的分离纤维素的方法所制得的纤维素称为克-贝纤维素(或称为 C-B 纤维素)。该法用氯气处理润湿的无抽提物试样, 使其中的木素转化为氯化木素, 然后用亚硫酸及约 2% 亚硫酸钠溶液洗涤以溶出木素。

与上述综纤维素制备方法相比, 该方法在制备过程中溶出更多的半纤维素, 故同一原料的克-贝纤维素量低于其综纤维素量。

3) 硝酸-乙醇纤维素

法国人 Kurschner 和 Hoffer 提出, 用 20% 硝酸和 80% 乙醇的混合液, 在加热至沸腾的条件下处理无抽提物的植物纤维原料样品, 使其中的木素变为硝化木素, 并溶于乙醇之中, 所得残渣即为硝酸-乙醇纤维素。该方法测定纤维素含量时, 原料中大部分半纤维素水解, 并有部分纤维素被降解, 故同一原料的硝酸-乙醇纤维素量低于克-贝纤维素量, 性质也有所差异。

4) α -纤维素、 β -纤维素、 γ -纤维素和工业半纤维素

用 17.5% NaOH (或 24% KOH) 溶液在 20℃ 下处理综纤维素或漂白化学浆 45min, 将其中的非纤维素的碳水化合物大部分溶出, 留下的纤维素及抗碱的非纤维素碳水化合物, 称为综纤维素的 α -纤维素或化学浆的 α -纤维素。用漂白化学浆时, 在上述处理中所得到的溶解液, 用乙酸中和沉淀出来的部分, 称为 β -纤维素, 不沉淀部分称为 γ -纤维素。

在漂白化学浆中, α -纤维素包括纤维素及抗碱的半纤维素, β -纤维素为高度降解的纤维素及半纤维素, γ -纤维素全部为半纤维素。 β -纤维素及 γ -纤维素包含植物纤维原料制成漂白浆后留在浆中的天然半纤维素, 也有一部分是纤维素在制

浆过程的降解产物。习惯上,将 β -纤维素和 γ -纤维素合称为工业半纤维素,以示与天然半纤维素有别。

化学浆的 α -纤维素含量,对纤维素衍生物等生产过程及产品质量有很大影响。

1.1.2.2 半纤维素的来源

通常,将植物中由多种糖基、糖醛酸基所组成的带有支链的复合聚糖统称为半纤维素。半纤维素并非是一个十分准确的概念,但由于这一称谓由来已久,至今仍在沿用。植物中常见的糖基有木糖基、葡萄糖基、甘露糖基、半乳糖基、阿拉伯糖基、鼠李糖基等,此外,还含有糖醛酸基和乙酰基。有的半纤维素仅由一种单糖组成,如聚木糖、聚半乳糖或聚甘露糖,有的半纤维素由一种以上的单糖或糖醛酸组成。前者为同聚糖,后者为异聚糖。

草类植物半纤维素通常属于聚木糖类,即是一类以聚木糖为主链的带有支链的多聚糖,其中只有少数植物所包含的聚木糖(如西班牙草)是完全由失水木糖单元构成的均一聚糖,其他大多数的聚木糖都含有由一个或几个糖基组成的短支链。

阔叶木半纤维素的主要成分是聚4-O-甲基- α -D-吡喃式葡萄糖醛酸木糖,也有少量聚葡萄糖甘露糖。

针叶木中半纤维素主要由聚半乳糖葡萄糖甘露糖组成,也含有聚木糖类和可溶性聚阿拉伯糖半乳糖。针叶木半纤维素中聚木糖类主要是聚阿拉伯糖-4-O-甲基葡萄糖醛酸木糖。

植物组织中半纤维素的含量很高,仅次于纤维素。不同植物种类中所含半纤维素的量也各有不同,一般一年生草本植物半纤维素含量为25%~40%,木材为20%~35%。

1.1.2.3 木素的来源

木素是一种具有各向异性的三维空间结构的无定形芳香族天然高分子聚合物,其基本结构单元是苯基丙烷单元。木素广泛地存在于较高等的维管束植物门(羊齿植物、裸子植物、被子植物)中。特别在木本植物中,木素是木质部细胞壁的主要成分之一,在木材中,木素作为一种填充和黏结物质,在木材细胞壁中能以物理或化学的方式使纤维素纤维之间黏结和加固,增强木材的机械强度和抵抗微生物侵蚀的能力,使木本植物直立挺拔和不易腐朽。也就是说,木素的生理功能主要体现在以下几个方面:①维持纤维之间的黏结作用;②维持植物刚性,使之保持直立;③为植物体内输水通道包覆一层疏水外壳,保证水分从根部顺利送达花、叶等植物末梢;④抵抗病虫害侵害。

研究表明,植物中的木素都具有苯基丙烷单元的基本骨架,但其芳香核部分有所不同,根据数量的差别,大致有三种类型:愈创木基型木素、紫丁香基型木

素和对羟基苯基型木素。通常针叶木主要含愈创木基型木素，阔叶木含有愈创木基型木素和紫丁香基型木素，禾本科除愈创木基型木素和紫丁香基型木素之外还含有对羟基苯基型木素。

不同种类植物纤维原料中木素含量不同：一般以针叶木中木素含量为最高，为25%~35%；阔叶木次之，木素含量为20%~25%；木素含量较少的是禾本科植物，一般含木素15%~25%。有些原料如棉花纤维中，基本不含木素。植物原料中木素的含量随不同植物品种而有很大变化，即使是同一品种，在不同部位木素含量也有很大差异。

1.1.2.4 天然橡胶的来源

天然橡胶是一种以聚异戊二烯为主要成分的天然高分子化合物，分子式为 $(C_5H_8)_n$ ，主要成分为橡胶烃（聚异戊二烯），含量在90%以上，还含有少量的蛋白质、脂肪酸、糖分及灰分等。通常我们所说的天然橡胶，是指从巴西橡胶树上采集的天然胶乳，经过凝固、干燥等加工工序而制成的弹性固状物。

地球上能进行生物合成橡胶的植物不下400种，但具有采集价值的只有几种，其中主要是巴西橡胶树，这种树也称为三叶橡胶树，其次是银菊、橡胶草、杜仲等。

巴西橡胶树是一种热带地区生长的高大乔木，树干直径可达几十厘米，高达10~20m，树叶是三个为一支，也称为三叶橡胶树。这种树原产于亚马孙河流域，1876年英国人成功地把它移植在东南亚地区。1904年我国开始引植。中华人民共和国成立后在两广、海南、云南等地都有种植。

银菊是多年生灌木，主要生长在墨西哥的荒漠地区。银菊橡胶是以胶乳形式存在于植株的茎皮及根部，采用磨碎分离的方法提取银菊胶。

杜仲橡胶树生产的橡胶为反式聚异戊二烯，这种橡胶称为杜仲橡胶，与国外的古塔波胶、巴拉塔胶均属一类，也都是野生资源。

天然橡胶中的橡胶烃一般为92%~95%，而非橡胶烃占5%~8%。由于制法不同，产地不同乃至采胶季节不同，这些成分的比例可能有差异，但基本上都在上述范围以内。

含有的少量蛋白质可以促进橡胶的硫化，延缓老化。另外，蛋白质有较强的吸水性，可引起橡胶吸潮发霉、绝缘性下降，蛋白质还有增强生热性的缺点。

其中的丙酮抽出物是一些高级脂肪酸及固醇类物质，有一些可起天然防老剂和促进剂的作用，还有的能帮助粉状配合剂在混炼过程中分散并对生胶起软化的作用。

所含灰分中主要是磷酸镁和磷酸钙等盐类，有很少量的铜、锰、铁等金属化合物，因为这些变价金属离子能促进橡胶老化，所以应控制它们的含量。

干胶中的水分不超过 1%，在加工过程中可以挥发，但水分含量过多时，不但会使生胶在储存过程中易发霉，而且还会影响橡胶的加工，如混炼时配合剂易结团，压延、压出过程中易产生气泡，硫化过程中产生气泡或呈海绵状等。

1.1.2.5 淀粉的来源

淀粉，仅次于纤维素，是世界上第二大碳水化合物来源。作为一种天然的高分子多糖，它通过光合作用积累能量，并在新陈代谢中产生、释放能量，因此它是植物储存营养的一种形式。淀粉由 D-葡萄糖所组成，广泛分布于植物的种子、根、茎等部位。一般来说，大体上可分为谷物淀粉和薯类淀粉，代表性的有玉米淀粉、小麦淀粉、木薯淀粉和马铃薯淀粉等。

天然淀粉由直链淀粉和支链淀粉组成，大多数淀粉含直链淀粉 10%~12%，含支链淀粉 80%~90%。玉米淀粉含 27%直链淀粉；马铃薯淀粉含 20%直链淀粉（两者的其余部分均为支链淀粉）；糯米淀粉几乎全部是支链淀粉；有些豆类的淀粉则全是直链淀粉。直链淀粉又称可溶性淀粉，溶于热水后成胶体溶液，容易被人体消化。支链淀粉是一种具有支链结构的多糖，它不溶于热水。

玉米淀粉的主要供应国为美国、中国、巴西等。2005 年全球玉米淀粉产量为 5400 万 t，2006 年预计增长幅度会加大。其中变性淀粉及淀粉糖的大量投产及扩产是主要原因。2005 年我国玉米淀粉产量为 900 万 t，居世界第二位，但人均消费淀粉只有 7.2kg，仅仅是美国人均消费淀粉的 8%、欧盟的 32%。2006 年我国年产玉米淀粉量约 1050 万 t，增幅仍在 16%以上。从区域分布情况看，我国生产玉米淀粉的省份主要为吉林、山东、河北、河南，其产量占全国总产量的 70%以上，生产地域较为集中。

小麦加工淀粉，是综合利用小麦的一个重要内容。中国是世界上种植小麦面积最大的国家，也是小麦产量最大的国家。小麦种植面积最高达到 3000 万 hm^2 ，占世界小麦总种植面积的 13.3%，小麦产量达到 1.1 亿~1.2 亿 t，占世界总产量的 19%。中国的小麦主要产区在河南、山东与河北，这三个省占了全国产量的一半以上。而这三个省的人口，不足全国的 20%。在粮食未完全过关前，作为主要口粮的小麦，仍然主要限于直接食品，极少用于制造淀粉或其他用途。近年来，作为主粮的小麦，在主产区已经出现过剩，就全国来说，也已经是产大于销。因此，小麦淀粉的生产与深加工，将成为中国下一轮淀粉发展的热潮。

木薯淀粉主要产于广西。木薯又称树薯、树番薯、木番薯，属大戟科，木薯为学名。木薯是热带作物，原产于南美亚马孙河流域。我国于道光元年（即公元 1820 年）从南洋引种木薯。广西地处亚热带，荒坡荒山面积大，土地资源丰富，对发展木薯十分有利，种植面积约占全国的一半，木薯产业成为广西的支柱产业之一。木薯淀粉经济价值较高，用途很广，是食品、饲料、造纸、纺织、医药、

化工等工业的重要原料。

马铃薯淀粉也是比较优良的淀粉品种。马铃薯俗称土豆、洋山芋，因其外形酷似马铃薯而得名。马铃薯原产于南美的智利和秘鲁的安第斯山区，19世纪初传遍欧洲。目前马铃薯的栽培范围已遍布全世界，尤以气候寒冷、昼夜温差大的地区所产马铃薯的品质为佳。马铃薯是最适宜生产淀粉的植物之一，品质也可以做得很好。马铃薯淀粉的糊化温度为 $58\sim 65^{\circ}\text{C}$ ，峰值黏度可达 2000BU，支链淀粉含量约 80%。与其他品种的淀粉相比，马铃薯淀粉的优良品质和独特性能主要体现在高黏度、高聚合度（约 3000）、高含磷量、高白度以及较低的蛋白质和脂肪残留量等。目前，国内外对马铃薯淀粉的研究已取得长足进步，马铃薯变性淀粉的开发也已经进入到大范围、高层次的阶段，同时各种领域的需求也促使其更快、更深入地发展。

1.1.2.6 蛋白质的来源

这里所说的蛋白质是指具有工业利用价值的蛋白质材料，如胶原蛋白（动物皮等）和蛋白质纤维（羊毛、蚕丝等）。

胶原，英文名 collagen，源于希腊文，意思是“生成胶的产物”。现在胶原的科学定义是：细胞外基质（ECM）的结构蛋白质，分子中至少应该有一个结构域具有 α 链组成的三股螺旋构象（即胶原域）。胶原一般为白色、透明、无分支的原纤维，具有四级结构。胶原的单体是原胶原。原胶原分子为细长三股螺旋链，电镜下测得直径为 $15\times 10^{-10}\text{m}$ ，长约 $280\times 10^{-10}\text{m}$ ，呈棒状结构，相对分子质量近 300 000。

长时间以来，人们一直将胶原看作一种分子，实际上胶原涵盖了一类范围很宽的分子，其主要结构都是相同的三股螺旋构型。直到 20 世纪 70 年代，人们才逐渐认识到不同组织中遗传各异的胶原的多样性。迄今为止，已定义了 18 种在遗传学上是独特的胶原类型，包括 32 种具有各自遗传特征的多肽链。它们在组织内的分布具有一定的组织特异性，如肌腱中主要含有 I 型胶原，软骨中主要含有 II 型胶原，而血管壁、皮肤和各种软组织或器官的间质中却同时含有 I 型胶原和 III 型胶原，只是在不同的器官中，这两种胶原含量的比例不同。

胶原蛋白是动物体内含量最多、分布最广的蛋白质，主要分布在结缔组织中，对动物和人体皮肤、血管、骨骼、牙齿和软骨的形成十分重要，是这些结缔组织的主要物质基础。皮肤总重的 70% 为胶原蛋白，软骨中几乎都是胶原蛋白，正常骨骼中也含有 80% 的胶原蛋白（骨骼中，胶原蛋白的功能主要是利用其网状结构将钙、磷、矿物质等成分黏着，构成骨质）。

毛是动物（禽兽）身上长出的细长覆盖物，可用于纺织的称为毛纤维，有发毛（hair）和绒毛（wool）两种。发毛粗、硬、长；绒毛细而柔，很适合衣用。