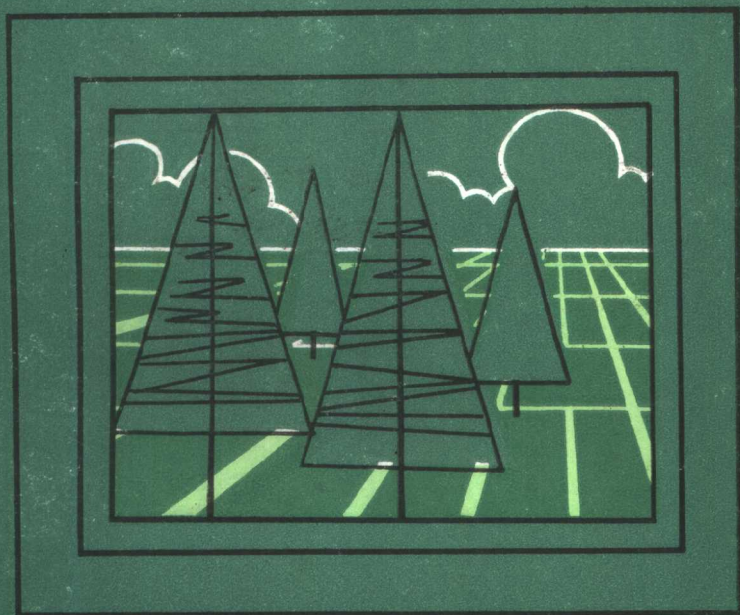


农业中学参考读本

农副产品加工工艺

《农副产品加工工艺》编写组



农业出版社

农业中学参考读本

农副产品加工工艺

《农副产品加工工艺》编写组

农业出版社

编写：程觉民 徐祖健 金其荣
赵玉莲 徐文琦

农业中学参考读本
农 副 产 品 加 工 工 艺
《农副产品加工工艺》编写组

农业出版社出版（北京朝内大街130号）
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 9.25 印张 190 千字
1985 年 3 月第 1 版 1985 年 3 月北京第 1 次印刷
印数 1—24,500 册

统一书号 16144·2940 定价 1.45 元

出版说明

根据中央关于改革中等教育结构，大力发展各种职业技术教育和农业中学的指示，为解决目前农业中学缺乏专业教材的问题，我们在教育部中专司和农牧渔业部教育司的赞助下，组织有关单位编写了这套《农业中学参考读本》。包括：《植物生理学基础》、《作物育种和良种繁育》、《肥料知识》、《土壤和耕作》、《作物病害》、《作物虫害》、《农药知识》、《作物栽培（水稻）》、《作物栽培（麦类）》、《作物栽培（油菜、大豆、花生、芝麻）》、《作物栽培（棉花）》、《大家畜饲养管理》、《小家畜饲养管理》、《家禽饲养管理》、《兽医知识》、《农副产品加工工艺》、《农村建筑》、《农村用电知识》等共十八册。

《农业中学参考读本》以介绍农业科学的基础理论和基本知识为主，还编写了工副业生产技术方面的内容，以适应农村中蓬勃出现的分工分业和发展商品生产的新情况。在编写上力求浅显易懂，注意系统性和实用性。由于各地情况不同，讲课时可结合具体要求增补内容。

本套读本供具有相当初中文化程度、没有生产实践经验的农业中学学生用，亦可供没有经过专业知识训练的农村干部、社员作培训和自学读本。

目 录

第一章 淀粉的基本知识	1
第一节 淀粉的物理性状	1
第二节 淀粉的化学结构	5
第三节 工业淀粉的原料	11
第二章 淀粉生产的基本方法	18
第一节 概述	18
第二节 原料预处理	19
第三节 原料的浸泡和破碎	27
第四节 分离胚芽、纤维和蛋白质	36
第五节 清洗、干燥和成品整理	46
第三章 主要的几种淀粉生产方法	54
第一节 甘薯淀粉的制造	54
第二节 玉米淀粉的制造	62
第三节 马铃薯淀粉的制造	69
第四节 木薯淀粉的制造	72
第五节 小麦淀粉的制造	74
第四章 淀粉糖的种类和性质	78
第一节 淀粉糖的种类	78
第二节 淀粉糖的性质	80
第三节 葡萄糖值	85
第五章 淀粉糖的基本生产技术	88
第一节 糖化	88
第二节 糖化液的精制	103
第三节 离子交换树脂精制	109

第四节	蒸发浓缩	112
第六章	葡萄糖的生产方法	118
第一节	含水葡萄糖	118
第二节	粗葡萄糖	123
第三节	全糖	124
第七章	淀粉糖浆的生产方法	127
第一节	中转化糖浆	127
第二节	麦芽糖浆和饴糖浆	130
第三节	果葡糖浆	135
第八章	微生物基本知识	142
第一节	微生物的共同特点	142
第二节	细菌	143
第三节	酵母菌	148
第四节	霉菌	154
第九章	微生物的营养和培养	163
第一节	微生物的营养要素	163
第二节	微生物如何吸收营养	166
第三节	微生物培养基	166
第四节	几种常用培养基	168
第五节	培养基灭菌	172
第六节	接种培养与分离	174
第七节	菌种保藏和复壮	177
第十章	酱油和酱类	182
第一节	概况	182
第二节	各种酱油生产方法的特点和流程	183
第三节	原料	189
第四节	原料处理	196
第五节	厚层通风制曲	207
第六节	固态低盐发酵	215
第七节	浸出	221

第八节	酱油的灭菌和防霉	223
第九节	酱油的质量规格	226
第十节	酱类	227
第十一章	食醋	232
第一节	食醋原料及麸曲制造	232
第二节	酒母制备	234
第三节	人工培养醋酸菌	236
第四节	固态发酵制醋	237
第五节	液体发酵制醋	246
第十二章	酒精的生产	253
第一节	淀粉质原料酒精的生产	253
第二节	糖蜜原料制酒精	269
第十三章	白酒和黄酒	275
第一节	白酒的制造	275
第二节	黄酒的酿造	283

第一章 淀粉的基本知识

碳水化合物是植物的主要成分，它在自然界分布很广。碳水化合物中以纤维素和淀粉为最多，它们都是由许多葡萄糖分子连接而成的高分子化合物。纤维素是植物组织中构成细胞壁的主要成分，而淀粉是植物生长营养所需的贮存物质。

植物生长成熟后，淀粉贮存在种子（如玉米、麦）、根（如甘薯、木薯）和块茎（如马铃薯）中。各种植物含淀粉的量，可因品种、气候、土壤以及其他生长条件的不同而不一样。

虽然各种原料制造的淀粉，它们的性状不尽相同，但一般淀粉所共有的物理性状和化学结构可以简要地叙述如下。

第一节 淀粉的物理性状

一、颗粒 淀粉在人们肉眼直接观察下，呈现白色粉末状。但在光学显微镜下观察，淀粉的形状和大小都是不相同的透明小颗粒。

淀粉颗粒的形状一般分为圆形、椭圆形（或卵形）和多角形三种（图 1—1，1—2，1—3）。例如玉米的淀粉颗粒有圆形或多角形二种；马铃薯和木薯的淀粉颗粒为椭圆形或圆

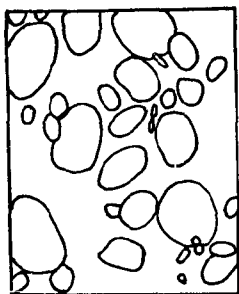


图 1—1 马铃薯淀粉颗粒

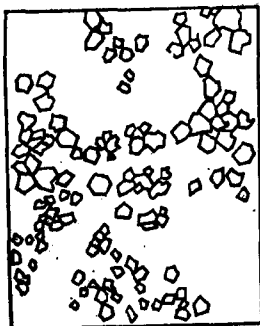


图 1—2 玉米淀粉颗粒

形；大米的淀粉颗粒为多角形等。因此我们可以应用显微镜观察淀粉颗粒来鉴别不同的品种。

淀粉颗粒的大小，对不同的品种来说，差别很大。在一般的淀粉中，以马铃薯淀粉颗粒最大，而大米淀粉颗粒最小。

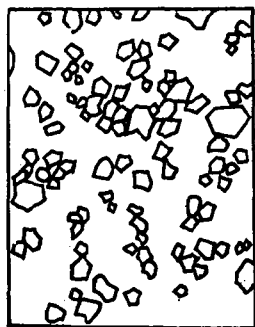


图 1—3 甘薯淀粉颗粒

在显微镜下仔细观察，有些淀粉颗粒呈现轮纹。马铃薯淀粉的轮纹最明显，呈螺旋形，木薯淀粉的轮纹也很清楚；玉米、麦和高粱淀粉是没有轮纹的。

二、水分含量 淀粉含有相当高的水分，不同品种淀粉的水分含量有差别。例如，玉米淀粉在一般情况下含水分约12%，马铃薯、甘薯淀粉含水分约20%。虽然它们含有相当

数量的水分，却不显潮湿而呈干燥的粉末状。

淀粉的水分含量受周围空气湿度的影响，在阴雨天气时，湿度大，淀粉容易吸收空气中的水汽而使水分含量增高；在干燥的气候时，湿度小，淀粉散失水分而使水分含量降低。

由于温度能够影响空气的湿度，也就间接地影响淀粉的水分含量。温度上升，则空气的相对湿度降低，引起淀粉散失水分；温度下降，则相对湿度升高，引起淀粉吸收水分。

三、糊化 将淀粉与冷水混和，并不断地搅拌形成乳状悬浮液，称为“淀粉乳”。若停止搅拌，则淀粉颗粒慢慢地下沉，这种现象是因为淀粉不溶解于冷水和它的比重（约1.6）较大而造成的。若将淀粉乳加热到一定温度时，颗粒开始膨胀，同时也消失了晶体结构。温度继续上升，淀粉颗粒继续膨胀，可达原体积的几倍到几十倍。因为淀粉颗粒的体积胀大后，互相接触，以致变成粘稠的糊状体，即使停止搅拌，淀粉颗粒也再不会沉淀。这个现象称为“糊化”，生成的粘稠状体称为“淀粉糊”。达到糊化现象的温度称为“糊化温度”。

各种淀粉的糊化温度也不相同。就是同一种淀粉的大小颗粒的糊化难易也不一样，较大的颗粒易糊化，而且能在较低的温度下进行。因此由于各个颗粒的糊化温度不一致，通常都是以糊化开始的温度和糊化完成的温度表示糊化温度。例如玉米淀粉为64—72℃；马铃薯淀粉为56—67℃；甘薯淀粉为70—76℃；木薯淀粉为59—70℃。

各种淀粉颗粒在糊化过程中膨胀的程度也不相同，例如马铃薯淀粉颗粒膨胀很大，木薯淀粉较小，玉米淀粉则更

小。

四、淀粉糊的性质 在应用淀粉为原料，生产淀粉糖或发酵产品时，几乎都有使淀粉糊化而变成淀粉糊的过程。所以淀粉糊的性质十分重要。不同品种的淀粉糊在许多性质方面存在差别，例如淀粉糊的透明度、热粘度的高低和热稳定性、胶粘性、凝沉性和冷却后生成凝胶体的性质等都能影响淀粉糊的用途。

淀粉糊的粘度，当糊化温度上升时增加很快，达到最高值以后，继续加热保持一定的温度，则粘度下降。若停止加热，任其冷却，粘度则又上升。热糊的粘度一般称为“热粘度”。当继续加热期间粘度下降的程度，称为粘度的热稳定性，下降幅度小，则表明热稳定性高。例如马铃薯淀粉能在较低的温度糊化，而且具有较高的热粘度、较低的热稳定性和冷粘度。

淀粉糊的另一个重要性质是在高速度搅拌的情况下，粘度会降低，搅拌的速度愈快，粘度降低的程度愈大，但对不同品种淀粉糊的影响程度并不一样。例如玉米淀粉糊的粘度降低较马铃薯淀粉糊要少一些。所以在工业生产中有些淀粉糊需要保持相当长时间的搅拌，或在用泵输送过程和遭受机械冲击，这些因素都会使粘度降低。

淀粉糊的清澄或混浊的程度，也因淀粉品种而不相同。玉米淀粉糊混浊不透明，木薯淀粉糊较透明，马铃薯淀粉糊很透明。影响淀粉糊透明度的因素，比较复杂，除淀粉本身的支链淀粉含量、凝沉（所谓凝沉，是指稀淀粉糊放置一定时间后会变混浊，最后沉淀。这种凝结沉淀现象，称为“凝沉”）性质外，还有浓度、酸碱度、其他的添加物料的影响，

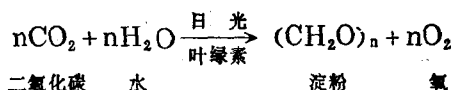
以及加热的情况和放置时间等。

此外，热淀粉糊冷却后，有的变成半固体状的凝胶体，例如玉米淀粉糊；有的则仍保持流动性，例如马铃薯和木薯淀粉糊。

总之，不同品种的淀粉糊之间，存在性质上的差异。在不同的用途中则需要利用不同的性质。所以应对各种淀粉糊有所了解，才能适当地运用。

第二节 淀粉的化学结构

淀粉是碳水化合物中的一种高分子化合物，组成的元素有碳 44.4%、氢 6.2%和氧 49.4%。淀粉的来源，依靠在植物体内天然合成。凡是绿色植物能利用日光的辐射能，吸收空气中的二氧化碳和水分，通过叶绿素的光合作用，生成葡萄糖，同时产生氧气。在植物体内，葡萄糖经过一系列的生物化学反应，最后生成淀粉，在植物的不同部位储存起来。这个历程的化学反应式简单地表示如下：



在 19 世纪初期已经了解淀粉是由葡萄糖组成的，以及淀粉经过水解又生成葡萄糖。所以淀粉的化学结构和葡萄糖的结构之间存在着密切的联系。为了说明淀粉的化学结构，先简单地介绍一下葡萄糖结构的基础知识。

一、葡萄糖的结构式 葡萄糖是由碳、氢和氧三种元素组成，分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。在碳水化合物（或糖类）中，由

于葡萄糖不能被水解成更简单的糖，故属于单糖类。它的分子结构式有两种形式（见图 1—4）。在结晶态时，葡萄糖分子内部形成环状结构化合物，而在水溶液中，则以环状和链状二种分子结构同时存在的状态。

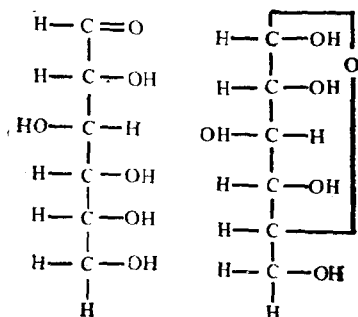


图 1—4 葡萄糖结构式

由于葡萄糖在水溶液中的链状分子结构含有游离醛基，当遇到适合的氧化剂（例费林试剂）作用时，则显示相应的还原性，所以说葡萄糖是典型的还原糖。

为了更清楚地表达环状结构式的立体结构概念，通常都写成六节环结构，而将相应的H和OH基分别写在环平面的上、下方（图 1—5 左式），甚至将成环的 5 个碳原子亦省略

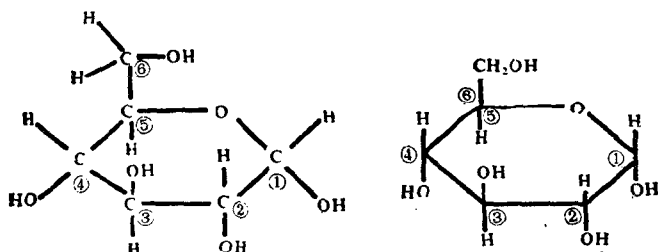


图 1—5 葡萄糖环状结构式

掉（图1—5右式）。

二、麦芽糖和糖苷键 由二个葡萄糖分子经过缩合失水反应生成的二糖，称为麦芽糖。它的分子式为 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，结构式（图1—6）。

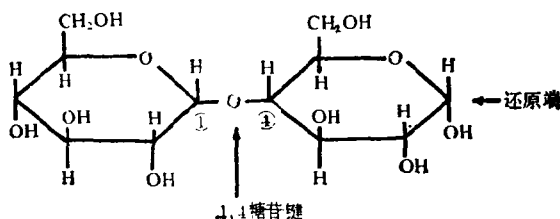


图1—6 麦芽糖结构式

在二个葡萄糖分子之间连接的键结构，称为“糖苷键”。麦芽糖分子中的糖苷键是由前一个葡萄糖分子 C_1 上的OH和后一个葡萄糖分子 C_4 上的OH之间缩合失去一分子水而形成的。这种连接方式的键结构称为“1, 4 糖苷键”或“1, 4 键”。

在无机酸或酶的催化作用下，一分子麦芽糖和一分子水反应又可以生成二分子葡萄糖，这个过程一般称为“水解”反应。麦芽糖的水解反应发生在1, 4键部位。

麦芽糖虽属二糖，但也是还原糖。因为麦芽糖的分子结构中后一个葡萄糖分子结构仍具有形成游离醛基的还原性。

三、淀粉的结构式 淀粉可以看作由许多个葡萄糖分子通过1, 4键重复连接起来的高分子化合物。根据葡萄糖缩合失水后，组成淀粉分子的葡萄糖单位为 $C_6H_{10}O_5$ ，所以淀粉的分子式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ， n 为一个不定数，表示淀粉分子是由许多个葡萄糖单位组成。为了与游离葡萄糖

($C_6H_{12}O_6$) 区别起见, 通常称 $C_6H_{10}O_5$ 为“葡萄糖单位”。

由三个和四个葡萄糖单位通过 1, 4 键连接的小分子糖分别称为麦芽三糖和麦芽四糖, 又以三个至六个葡萄糖单位聚合的糖称为低聚糖; 而七个以上葡萄糖单位聚合的几种糖称较大分子低聚糖; 糊精则是指分子大于低聚糖而小于淀粉的各种短链的葡萄糖单位聚合物。

植物中存在的淀粉分子结构形式有二种: 一种直链形式的称直链淀粉或链淀粉, 另一种具有叉支链形式的称支链淀粉或支淀粉。一般所指的淀粉大都是由这二种淀粉混合组成。

四、直链淀粉 直链淀粉是由葡萄糖单位通过 1, 4 糖苷键连接成直链状的大分子 (图 1-7)。直链淀粉没有一定的分子大小, 差别很大, 聚合的葡萄糖单位约在 100—6000 个之间, 一般为 300—800 个。若以葡萄糖单位分子量 162 乘聚合的个数, 则得直链淀粉的分子量。同一品种直链淀粉在分子大小方面也有很大差别, 不同品种的差别就更大。例如谷类直链淀粉的分子较小, 薯类的分子则较大。各种植物的淀粉中直链淀粉的含量不一样, 例如普通谷类和薯类的淀粉中直链淀粉在 17—27% 之间。天然的淀粉中除了个别的品种

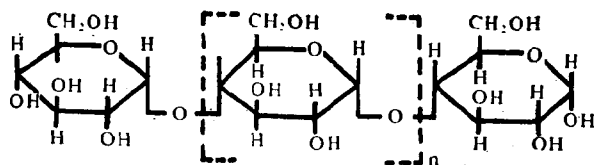


图 1-7 直链淀粉结构式

以外，绝大多数品种的直链淀粉含量并不是很高的，甚至象粘高粱的淀粉基本上不含直链淀粉。

直链淀粉分子结构中一个尾端葡萄糖单位与麦芽糖分子结构中一端相似。亦具有还原性，故称为还原尾端基，而另一端的葡萄糖单位没有还原性，称为非还原尾端基。

由于直链淀粉遇碘立即产生蓝色反应，至今这种显色试验仍被沿用作为鉴定淀粉的方法。不过，若加热至70℃左右，蓝色会消失，冷却后蓝色又可重现。所以这种呈现蓝色的作用并不是化学反应，而是由于直链淀粉“吸附”碘分子而产生的结果。吸附碘的颜色反应与直链淀粉的分子大小有关，聚合的葡萄糖单位在30—35个以上的分子才能呈蓝色，8—12个的分子呈红色，而4—6个的短直链分子则不显色。一般直链淀粉分子的葡萄糖单位在200个以上，所以遇碘均呈蓝色。

直链淀粉的凝沉性较强，然而凝沉速度和凝沉程度受分子大小、pH值、温度和盐类等因素影响，淀粉溶液很不稳定，在储存过程中发生凝沉现象时，使淀粉溶液逐渐地变成混浊，胶粘性降低，最后出现白色沉淀。所以凝沉性质对于淀粉的应用很有影响。例如米饭、面包等放置长久会变硬，淀粉糊放置后胶粘性降低。因此，酶法制造葡萄糖的生产过程中，玉米淀粉液化困难等现象都是受了凝沉性质的影响。

五、支链淀粉 支链淀粉分子是近似球形的庞大分子，聚合的葡萄糖单位约在1,000—3,000,000个之间，一般在6,000个以上，平均分子量约为1,000,000。支链淀粉是天然高分子化合物中最大的一种。

支链淀粉的结构除了在直链结构部分以1,4糖苷键连接

葡萄糖单位外，而在支叉结构部分是以 1, 6 糖苷键连接的（图 1—8）。

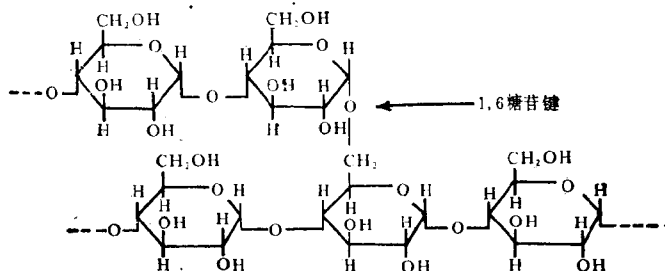


图 1—8 支链淀粉的支叉结构部分

支链淀粉包括 A、B 和 C 三种链结构，各链的尾端都具有一个非还原性端基（图 1—9）。A 链是外链，通过 1, 6 键与 B 链连接，B 链又通过 1, 6 键与 C 链连接，A 链和 B 链的数目相等。C 链是主链，每个支链淀粉分子只有一条 C 链。C 链的一端为非还原尾端基，另一端为还原尾端基。A 链和 B 链都没有还原尾端基，只有非还原尾端基。所以支链淀粉的还原性十分薄弱。

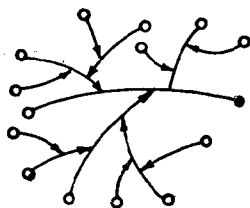


图 1—9 支链淀粉结构示意图

支链淀粉的分子量比直链淀粉大得多，因为一般支链淀粉的支叉侧链在 50 个以上，每条分支链大约由 23—27 个葡萄糖单位组成。

支链淀粉的一些性质与直链淀粉存在很大差别。支链淀粉易溶于水，生成稳定的溶液，具有很高的粘度。淀粉糊的