

化学教学参考资料
农村中等学校

农副产品综合利用

姜兆熊編

农村中等学校化学教学参考资料

农 副 产 品 綜 合 利 用

姜 兆 熊 編

上 海 教 育 出 版 社

一九六三年·上海

农村中等学校化学教学参考资料

农 副 产 品 综 合 利 用

姜兆熊 編

*

上海教育出版社出版

(上海永福路123号)

上海市书刊出版业营业登记证出 090 号

上海新华印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

*

开本：787×1092 1/32 印张：3 字数：67,000

1963年7月第1版 1963年7月第1次印刷

印数：1—3,500 本

統一書号：7150 · 1436

定 价：(八) 0.26 元

目 录

序言	1
緒論	2
第一篇 农副产品主要成分概論	5
第一章 糖类概述	5
糖的种类	5
单糖	7
二糖	10
多糖	12
演示实验	12
第二章 淀粉	13
淀粉的结构	14
淀粉的性质和用途	14
演示实验	18
第三章 纖維素、半纖維素及木质素	19
纖維素	20
半纖維素	23
木质素(木素)	26
植物原料中纖維素的分离	27
第四章 油脂	29
油脂的性质	31
从油料里提取油脂的几种方法	33
实验	35
第五章 蛋白质	36

蛋白质的主要性质·····	37
实验·····	39
第二篇 几种主要农副产品的综合利用 ·····	40
第一章 甘薯的综合利用 ·····	40
淀粉的制取·····	40
酒精的制造·····	42
甘薯的其他用途·····	46
副产物的利用·····	47
第二章 稻谷副产物的综合利用 ·····	47
稻草的综合利用·····	47
米糠的综合利用·····	52
稻壳的综合利用·····	53
第三章 棉籽的综合利用 ·····	59
棉籽榨油·····	60
棉籽壳的综合利用·····	62
第四章 玉米的综合利用 ·····	63
玉米芯的综合利用·····	63
玉米胚芽的综合利用·····	63
玉米穗包皮的利用·····	69
第五章 山区资源的综合利用 ·····	71
林木废料的综合利用·····	71
油茶果的综合利用·····	79
野生植物的利用·····	82
附录 学生实验 ·····	83
实验一 利用甘薯制取淀粉·····	86
实验二 稻草纤维的分离·····	86
实验三 从米糠里抽提油脂·····	87
实验四 棉籽壳干馏·····	89
实验五 从山苍子提取芳香油·····	90

序 言

为了适应农村中等学校教学上的需要,特編著本书,以供化学教师在教授农副产品加工利用时作参考。

本书共分两篇。第一篇是基础理論知識部分,闡述了农副产品中,淀粉、纖維素、油脂、蛋白质等几种主要成分的物理和化学特性,它們重要的化学反应和物理变化。第二篇介紹几种农副产品的綜合利用方法,作为第一篇理論知識的应用实例。农副产品的种类繁多,利用的方法也是多方面的,本书限于篇幅,只能选择介紹几种具有代表性的农副产品。从这几种农副产品的加工利用方法和第一篇的基本理論知識,可以推知其他类似农副产品的利用方法。

本书是为农村中等学校化学教学服务的,所以在内容和編排上是适应农村中等学校教学参考的要求的。第一篇所叙述的只是了解农副产品利用所必需的基础理論知識;在第二篇中所介紹的几种农副产品的綜合利用方法,着重于叙述加工的原理和路綫,其中的生产方法偏重于知識性方面,至于进行农副产品的实际加工生产,尚需参考更多的資料和专著,而不能依法泡制。

书里的实验可供老师指导学生課外实习活动参考用。

編者因限于水平,尤其对于教育工作更是缺乏經驗,故书中謬誤和不妥之处,在所难免。祈望教育工作者和广大讀者大力批評指正,不胜感激!

姜兆熊 1963年 南京

緒 論

物质的綜合利用，就是运用科学的原理，来最大限度地、最合理地使用資源，把原来无用的东西变成有用的，用处小的变成大的，只有一种用途的变成多种用途，做到物尽其用，沒有一点浪費。

物质为什么能够綜合利用呢？这是因为自然界中的資源，很少是由純粹的物质組成的，而都是复杂的混和物或化合物。尤其是植物資源，是由許多不同种类的复杂的有机物組成的。例如一棵水稻，一棵棉花或一棵大豆等，它們都包含有淀粉、纖維素、木质素、蛋白质、油脂等等复杂的有机化合物。因此，当一种資源加工时，除了得到主要的产品以外，还能产生一些副产物。如果认为剩下的副产物是无用的废物而丢弃，就会造成很大的浪費。其实从它們所含的成份来看都是很有用处的。例如，大豆榨油以后，剩下的豆餅絕不是废物，其中含有大量的蛋白质，可以把它加工制成味精或酿造酱油。再如棉花除利用它的棉絮以外，棉籽里的棉仁含有油脂，可以用来榨油；油餅里还有蛋白质，可以作飼料；就連棉籽的壳也是有用处的，因它含有大量多縮戊糖，可以用来制取糠醛。

我們知道，增产节约是建設社会主义的根本方針。在利用物质資源上，应包括綜合利用、合理使用、节约代用、回收重用以及废物利用等五个重要方面。而綜合利用是最全面、最彻底和最有效的方法，使有限的自然資源，發揮最大的利用价值，为社会增加更多的財富。

农副产品的综合利用,就是最合理、最充分和最有效地利用农产品加工时所形成的副产物、下脚和废料。当农作物加工时,除了获得主要的产品以外,许多副产物都是很有用处的。例如,当加工稻谷时,得到的主要产品是大米,而它的副产物是稻壳(簕糠)、米糠以及稻草等。合理地加工这些副产物,可以制得许多有用的产品。如稻壳可以制取糠醛、醋酸、焦油和糠炭等;稻壳也可以作为燃料,燃烧后的灰,还可用来制肥料。米糠可以提取食用油脂,在糠油里还可提取宝贵的糠腊;提取油脂后的米糠,可以用来酿酒,酒糟可以作饲料。稻草原来就是我国造纸的原料之一,如果开展综合利用,还可兼得酒和饲料等产品。如果开展木材加工后的废料的综合利用,可以获得酒精、饲料酵母、活性炭和糠醛等多种宝贵产品。12吨的木材废料(如锯屑),用来制造酒精,就相当于8吨麦子和24吨马铃薯。而综合利用的结果,还可以得到约400公斤的饲料酵母、800公斤的活性炭以及60公斤的糠醛。不但节约大量的粮食,而且可以得到饲养价值很高的饲料酵母,和一些化工原料。利用农林废料来生产饲料酵母,对于促进饲养事业的发展有着重要的作用。

我国广大的山区,蕴藏着极其丰富的野生植物资源,从这些资源,可取得大宗的淀粉、油脂、纤维以及其他化工原料。利用野生植物淀粉酿酒,可以节约大量粮食。野生植物油脂,不但为我们提供食用、工业用等油脂,其中芳香挥发油更是香料工业所不可缺少的原料。大量的野生植物纤维,为纺织工业和造纸工业开辟了广阔的原料来源。

进行农副产品的综合利用,必需因地制宜,与当地的农业生产和其他条件密切结合起来。加工时所需的设备和材料,也应当就地取材。并尽量利用风力、水力和畜力等动力来代替手工劳动。做到化钱少、化力少、产品多、成本低。很好地开展农副产品

的綜合利用，可以充實農業生產的內容，增加農副業生產的收入，並且支援了工業生產。當然，只有農業生產搞好了，才有可能提供大量的農副產品，這是開展綜合利用的前提和基礎。所以，開展農副產品的綜合利用工作，必須不誤農事，並且要更好地為大辦農業服務。

農村學校的學生既要懂得如何種好、管理好農作物，使農作物獲得好的收成；也要懂得如何利用好已得到的勞動果實，使它發揮最大的經濟效果。二者都有着重要的意義，本書的知識領域也就屬於後者，以作為農村中等學校化學教師在傳授有關知識和指導學生實踐時的參考。

第一篇 農副產品主要成分概論

農副產品的成分非常複雜，除了少量的無機物以外，大多是複雜的有機物質。我們日常吃的米、麥、山芋、玉米和蔬菜，穿的布、絲、綢，以及木制的家具等等，都是複雜的有機物質。它們的主要成分是糖類（碳水化合物）、脂肪和蛋白質等。這幾種物質，對於我們人類的生活關係非常密切，是每天所不可缺少的。為了使農副產品中的這些寶貴物質更好地為我們服務，必須了解它們的性能，掌握它們的變化規律，以便運用這些知識，來充分的利用它。

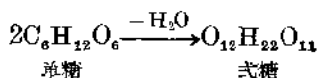
第一章 糖類概述

糖 的 種 類

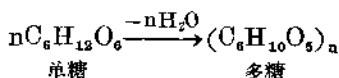
糖是自然界中分布很廣的有機物質，大多存在於植物體中，在植物中占有很重要的地位。棉花、木材、玉米杆、稻草等里的纖維素，種子里的淀粉，甘蔗、甜菜里的蔗糖，水果里的葡萄糖等等，都屬於糖類。這類物質是由碳、氫和氧三種元素組成的，在它們的分子里，氫與氧原子的比往往是2:1，跟水分子里氫、氧原子的比相同，它們的分子式通常以 $C_x(H_2O)_y$ 來表示。例如，葡萄糖的分子式是 $C_6H_{12}O_6$ ，即 $C_6(H_2O)_6$ ；蔗糖的分子式是 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，即 $O_{12}(H_2O)_{11}$ ；淀粉的分子式是 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，即 $[C_6(H_2O)_5]_n$ 。因此，人們往往把這類化合物叫作“碳水化合物”。

但实际上有些碳水化合物，如鼠李糖 $C_6H_{12}O_6$ 以及其他脱氧糖类，它们分子里氢与氧原子的比并非 2:1。也有几种物质并不是碳水化合物，但它们的分子里氢与氧原子的比恰恰是 2:1，例如甲醛 CH_2O 、醋酸 $C_2H_4O_2$ 等。因此，碳水化合物并不是一个恰当的名词。根据糖类的分子结构，它是一种多羟基的醛或酮。只是长期以来，人们已习惯把糖类叫做碳水化合物了。

糖主要可分为单糖、二糖以及多糖等类。单糖是构成二糖和多糖的基本单位，两个分子的单糖失水缩合成为二糖，如

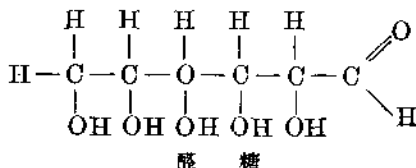


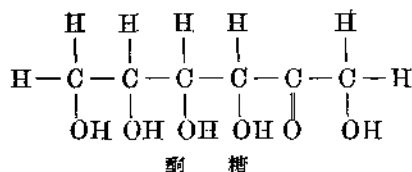
许多个分子的单糖，缩合成为多糖。如



与上述反应相反的过程，叫做水解。二糖水解后得到两个分子的单糖，同样，多糖水解后也得到了单糖。单糖是最简单的碳水化合物，它不能水解成为更简单的糖了。

根据分子里所含碳原子的多少，单糖又可以分为几类。具有五个碳原子的叫做戊糖；具有六个碳原子的叫做己糖。在这些糖的分子里都含有羰基。羰基处于分子的一端的糖，叫做醛糖；羰基处于分子的中间的糖，叫做酮糖。例如





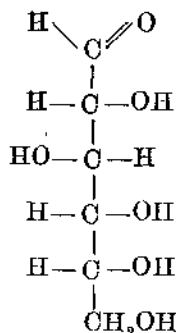
在农副产品里,糖类主要是以多糖的形式存在的。甘薯、玉米里的淀粉,稻草、麦秆、木材里的纖維素和半纖維素等,都属于多糖类。

单 糖

单糖是自然界中最简单的糖,它的分子式可以用 $\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_m$ 来代表, m 的值通常大于 2。根据 m 等于 3、4、5、6, 分别把这些糖叫做丙糖、丁糖、戊糖、己糖。前两种糖在自然界比较少见。

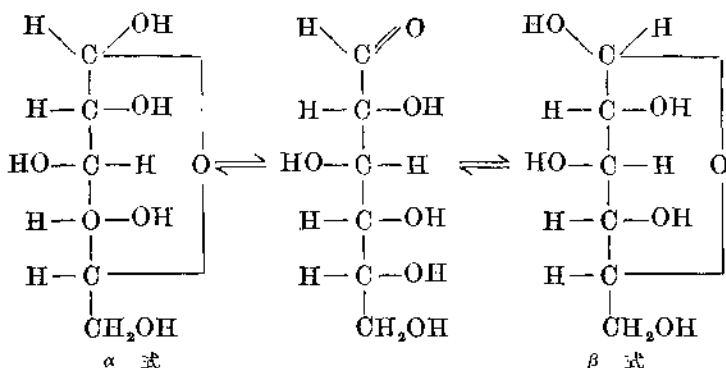
一、己糖

己糖的分子式是 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, 包括葡萄糖、甘露糖、半乳糖和果糖等。在自然界中分布最广而最重要的是葡萄糖。葡萄糖是一种无色的结晶,从水里结晶出来的含有一个分子的结晶水。葡萄糖的开链结构式如下:

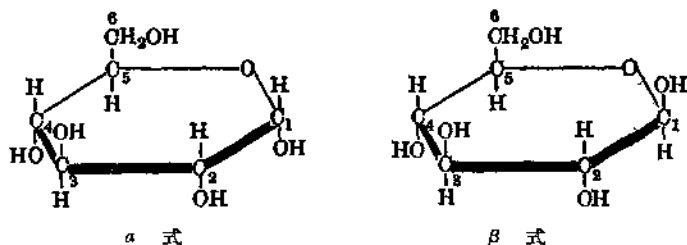


葡萄糖在水溶液里是成为环状结构的,所成的环状结构式

分 α 式和 β 式两种。在水溶液里，葡萄糖也可能存在开链结构（只是量很少，约0.1%），并且三者形成平衡状态。



如果把上述的葡萄糖环状结构式用六角形的环来表示，则具有下面的形状：



上式中环的平面与纸的平面成直角，H和OH 各在环平面的上方和下方。如果把纸的平面直立起来，则环的粗线部分在纸的前面，环的细线部分在纸的后面。 α 式与 β 式葡萄糖的区别就是第一个碳原子上的OH基在环的平面上的位置不同（即 α 式的OH基处在环的下面， β 式的OH处于环的上面）。

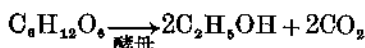
葡萄糖的几种主要性质：

1. 氧化作用 葡萄糖是一种醛糖，它有很强的还原性。当

葡萄糖溶液与一种深蓝色的非林试剂共同煮沸时，非林试剂里的二价铜被葡萄糖分子里的醛基还原成一价铜，即有砖红色的氧化亚铜沉淀产生。这个反应与一般醛的反应一样。

葡萄糖也可以被其他氧化剂如溴水、硝酸等氧化。

2. 发酵作用 葡萄糖在酵母的作用下可以发酵生成酒精(参看第 17 頁到 18 頁)，它的反应式如下：



葡萄糖与人类的关系非常密切。人体里的葡萄糖是淀粉在消化系统中分解变成的，然后通过肠壁渗透到血液中来。正常人的血液里，每 100 毫升约含葡萄糖 80—120 毫克。在血液循环过程中葡萄糖发生了氧化代谢作用并产生了热能。



人体能的主要来源就是依靠葡萄糖的氧化供给的。

在工业上，葡萄糖是由淀粉制造的，也可以用木材或其他含纤维素的原料来生产葡萄糖。

二、戊糖

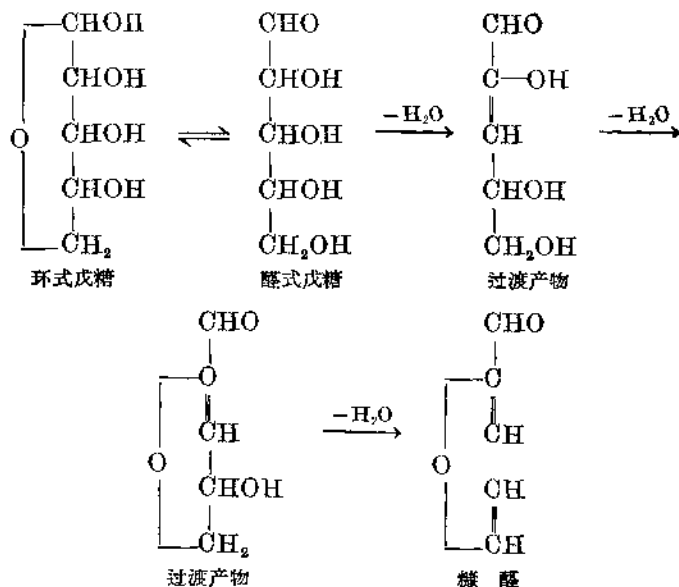
在自然界中的戊糖主要是木糖和阿拉伯糖，它们很少以游离状态存在，而大多成为多糖的形式或与其他物质结合而存在。戊糖的缩合体(多缩戊糖)是半纤维素的主要组成成分。

阿拉伯糖 阿拉伯糖分布在各种植物体内，是树胶、果胶和半纤维素的组成成分。

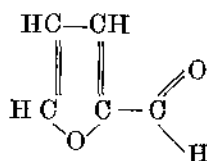
木糖 木糖也是组成植物树胶、半纤维素的成分之一，当木材、棉籽壳等用酸水解时可得到木糖。

戊糖的许多化学性质与己糖是相似的，所不同的是所有的戊糖都不能用酵母使其发酵，但可以作为培养酵母的营养剂(参看第三章)。此外，戊糖分子在酸的作用下能脱去三个分子的水

而生成糠醛^①。脱水反应过程如下：



一般把糠醛写成如下形状：



糠醛是有机合成很重要的原料。

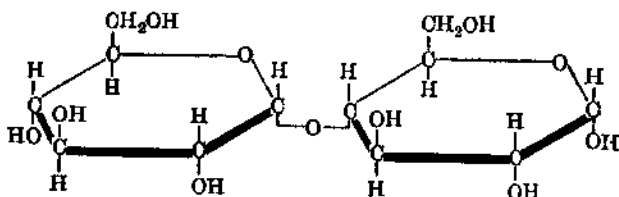
式糖

式糖是由两个分子的单糖缩合而成的，所以水解后能产生两个分子的单糖。重要的式糖有麦芽糖、纤维式糖等。

^① 糠醛的性质和用途，参看第 62 页到第 63 页。

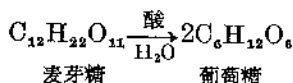
当谷类种子发芽时，种子中的淀粉被淀粉酶水解而产生麦芽糖。这种糖在大麦芽里含量特别多，所以叫做麦芽糖。我国很早就能制造麦芽糖，俗称飴糖。当我们咀嚼米饭或馒头时间较长时就感到有甜味，这种甜味是由淀粉水解变成的麦芽糖而来的。

麦芽糖分子结构的环状形式表示如下：

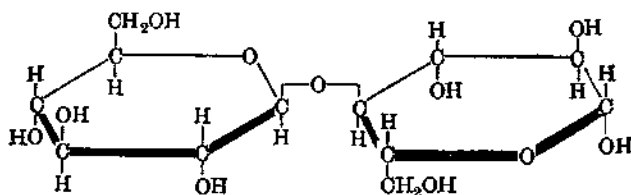


从麦芽糖的结构可见，它是由两个 α 型的葡萄糖分子以1,4 连接键组成的。

麦芽糖具有游离的醛基，所以它能使非林试剂还原而产生氧化亚铜沉淀；酵母能够把它发酵成酒精；在热的稀酸溶液里，麦芽糖能被水解成两个分子的葡萄糖。



纤维式糖是另一种式糖，它的结构式如下：



纤维式糖是纤维素水解的中间产物，它是由两个 β 型的葡萄糖分

子組合而成的。与麦芽糖一样，纖維式糖在酸的作用下水解后，也产生两个分子的葡萄糖。这两种式糖中葡萄糖分子的連接方式不同。多糖类中的淀粉是以麦芽糖的方式連接的，而纖維素則以纖維式糖的方式連接起来。虽然两者都是由葡萄糖所构成，但由于連接方式的不同，所以性质也就不同了。

多 糖

多糖是自然界中分布很广的物质，它們的分子結構一般是比較复杂的。有的多糖是由許多同一种单糖分子縮合而成的，如淀粉、纖維素等；有的多糖是由不同种类的单糖构成的，如半乳甘露糖胶、阿拉伯木糖胶等；也有由几种单糖与非糖物质构成的多糖，如果胶。

多糖是植物儲藏的营养料，又是构成植物骨架的材料，使植物有比較固定的形状。以下几章将專門介紹有关农副产品綜合利用的几种重要多糖的基本知識。

演 示 实 驗

第一項：

实验目的 了解葡萄糖的还原性。

实验步驟 取 0.1 克的葡萄糖（約半骨匙），放在小的三角烧瓶里，加入 5 毫升水，搖动烧瓶使葡萄糖溶解，然后加入 3 毫升的非林試液，加热煮沸，观察砖紅色沉淀的生成。

非林試液的配制方法

A 液：称取 34.6 克硫酸銅結晶 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)，溶解在水里，所得的溶液再用水稀释成 500 毫升。

B 液：称取 70 克氢氧化鈉和 173 克酒石酸鉀鈉，溶解在約 400 毫升的水里，所得的溶液再用水稀释成 500 毫升。