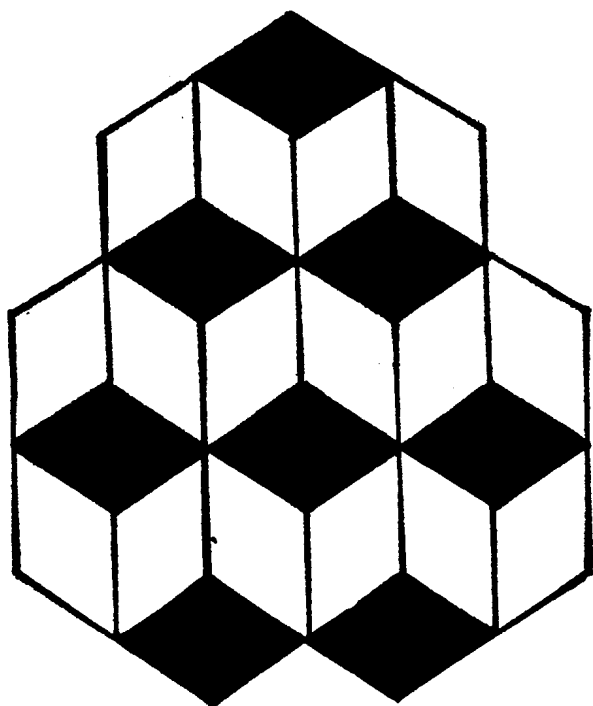


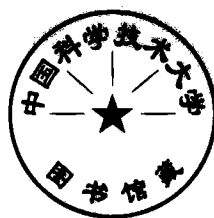
# 烟草化学基本知识

钟庆辉 编



# 烟草化学基本知识

钟庆辉 编



轻工业出版社

## 内 容 提 要

本书主要介绍烟草化学方面的基础知识，即烟草的化学组成、性质及其变化规律。可供从事烟草生产的工人、技术人员学习参考，也可作轻工业院校烟草专业的教材。

### 烟草化学基本知识

钟庆辉 编

\*

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

\*

787×1082毫米 1/32 印张：5 1/2 字数：112千字

1985年12月第一版第一次印刷

印数：1—3,000 定价：1.00元

统一书号：15042·1976

## 前 言

烟草作为一种特殊食品，已有五百多年的历史。但是，对于烟草本质展开深刻研究，却还是近几十年来，由于“吸烟与健康”问题的提出，才倾注于空前的兴趣。“吸烟有损于健康”，现在看来已是公论。然而，烟草工作者们并不因此而却步，而是以极大的热情深入地对烟草进行研究，揭示烟草的本质特性，以期有效地改革烟草生产，使烟草及其制品变得对人体健康更少害处，使吸烟更具安全性，让烟草能更好地为人类服务。

揭示烟草的本质，即研究烟草的化学组成、性质及其变化规律的课题，就是烟草化学研究的任务。本书编写的目的也就是向读者介绍烟草化学方面的基础知识。

本书共分七章。第一章介绍烟叶的主要化学组成和性质，重点讲烟叶成分与吸食品质的关系。第二章讲烟叶成长过程中化学成分的积累规律。第三、第五两章讲烟叶加工(干制和发酵)过程中化学成分的变化。由于这些变化主要是由于烟草酶活动的结果，所以专门列入一章(即第四章)介绍酶的一般性质和烟草酶的特性。研究烟草的终极目的是为了获得尽可能理想的烟叶和生产出完美的烟草制品供人消费，所以，本书在第六章中着重讨论烟叶的物理化学性质和提供一些卷烟生产的实际经验。最后一章介绍卷烟工厂实验室检验烟叶、半成品和成品的方法。

本书编写的目的是向从事烟草生产的工人和技术人员介

绍烟草化学方面的初步知识，供他们在工作中作参考，以期能有点滴进益。

但是，由于编者知识水平有限，本书中谬误之处必定不少，欢迎读者批评、<sup>②</sup>指正。

本书在编写过程中得到张逸宾工程师和邱鹤亭工程师的热情鼓励、支持和具体指导，最后由邱鹤亭工程师修改定稿。编者在此向他们表示深切敬意。

# 目 录

前言	( 1 )
第一章 烟草的化学组成	( 1 )
第一节 碳水化合物	( 1 )
第二节 含氮化合物	( 5 )
第三节 有机酸	( 15 )
第四节 苷和多酚	( 16 )
第五节 脂肪、挥发油和树脂物	( 20 )
第六节 灰分元素	( 21 )
第二章 烟叶的成熟和它的主要化学成分的变化	( 24 )
第一节 烟叶的干物质积累和容湿性	( 26 )
第二节 碳水化合物的变化	( 29 )
第三节 含氮化合物的变化	( 33 )
第四节 有机酸的变化	( 35 )
第五节 某些元素对叶片中物质积累的影响	( 38 )
第三章 干制过程中烟叶化学成分的变化	( 41 )
第一节 干制的空气温度和湿度	( 43 )
第二节 烟叶干物质和水分的变化	( 45 )
第三节 碳水化合物的变化	( 47 )
第四节 含氮化合物的变化	( 48 )
第五节 有机酸的变化	( 50 )
第六节 灰分元素的变化	( 51 )
第七节 烟叶色泽	( 52 )

第八节	凋萎阶段呼吸作用的实质·····	( 53 )
<b>第四章</b>	<b>酶·····</b>	<b>( 56 )</b>
第一节	酶与一般催化剂的比较·····	( 57 )
第二节	酶作用的特点·····	( 58 )
第三节	酶的命名和分类·····	( 59 )
第四节	烟草酶类·····	( 60 )
第五节	酶的提制和测定·····	( 66 )
<b>第五章</b>	<b>发酵过程中烟叶化学成分的变化·····</b>	<b>( 68 )</b>
第一节	烟叶发酵的机制·····	( 69 )
第二节	烟叶化学成分的变化·····	( 71 )
<b>第六章</b>	<b>卷烟生产的物理化学基础·····</b>	<b>( 81 )</b>
第一节	烟叶的物理性质·····	( 81 )
第二节	卷烟生产过程中烟草化学成分的变化·····	( 102 )
第三节	卷烟配方的实质·····	( 106 )
第四节	卷烟的质量指标·····	( 110 )
第五节	烟草的烟气·····	( 119 )
第六节	卷烟烟质的改进·····	( 124 )
<b>第七章</b>	<b>卷烟生产内在质量检验·····</b>	<b>( 137 )</b>
第一节	烟草水分的测定·····	( 137 )
第二节	烟草化学成分分析·····	( 140 )
第三节	烟气分析·····	( 153 )

# 第一章 烟草的化学组成

地球上无数高等植物。从现象看,各种植物千姿百态,但是,根据化学分析的结果,则发现所有高等植物的基本体积都主要是由碳、氢、氧和氮四种元素构成的。烟草是高等植物之林中的一种。它的基本体积也主要是由碳、氢、氧和氮四种元素构成的。这些元素在烟草中以不同比例、不同方式相互结合形成许许多多各具不同化学性质的化合物。烟草的物理、化学性质就是由这些化合物存在的状况和含量多少决定的。烟草中所含的化学成分很复杂,为了叙述方便,按它们的元素组成状况,可分为六大类:(1)碳水化合物;(2)含氮化合物;(3)有机酸;(4)苷和多酚物;(5)脂肪、挥发油和树脂物;(6)灰分元素。

## 第一节 碳水化合物

碳水化合物是由碳、氢、氧三种元素构成的多羟基醛或多羟基酮,或者是由最简单的醛糖(葡萄糖)或酮糖(果糖)进一步聚合或缩合而成的高分子化合物。烟草中所含的可溶性糖、淀粉和纤维素等,都是碳水化合物。碳水化合物是绿色植物光合作用的重要产物。烟草植物发生光合作用的初步产物,就是碳水化合物。烟草中其他复杂高分子化合物,大都是由这种简单分子的碳水化合物为基本材料,再与其他元素进一步化合而成的。

在碳水化合物组分中,按其分子结构中含基本单位糖分



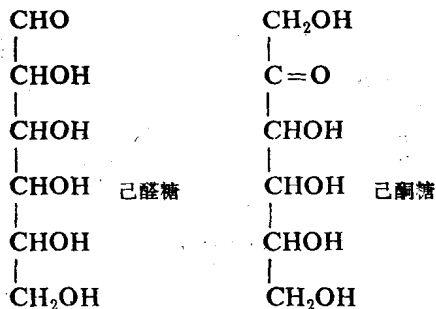
子数目不同，可分为单糖、双糖和多糖。单糖是构成各种糖分子的基本单位，它不能被进一步水解为更简单的糖。双糖是由两分子单糖缩合而成的糖，它经水解可得到两分子单糖。

多糖包括均一与不均一两种糖胶。均一糖胶是由若干个相同单糖分子缩合而成的糖，它经水解后可得到若干个相同的单糖分子。如淀粉和纤维素是均一糖胶，它经完全水解后可得到葡萄糖。不均一糖胶，是由若干个不同的单糖和糖的衍生物缩合而成的糖，它经完全水解后得到若干个不相同的单糖和糖的衍生物，如果胶、半纤维素及糖苷等。

### (一) 单糖

葡萄糖和果糖是碳水化合物中最简单的化合物，通常称为单糖。它们是构成复杂高分子碳水化合物的原始物质。它们有同一分子式： $C_6H_{12}O_6$ 。但是，它们的分子结构却不相同。葡萄糖分子结构中含醛基(-CHO)，并且在分子中含有六个碳原子，所以又称为己醛糖；果糖分子结构中含酮基( $\triangleleft C=O$ )，分子中也含六个碳原子，所以称它为己酮糖。

己醛糖与己酮糖的分子结构式如下：

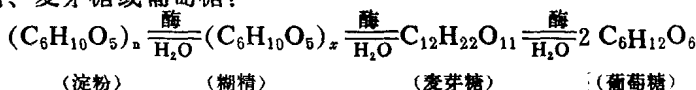


由于葡萄糖和果糖分子结构不同，它们的化学性质也有差异。葡萄糖可被溴水氧化成葡萄糖酸；



纤维素等。这些化合物是由很多单糖分子缩合而成的，通常称之为多糖。多糖与单糖、双糖不同，它们一般不溶于水，无甜味，而且没有还原特性。但是，在酸性条件下或酶催化时，可被水解为单糖。

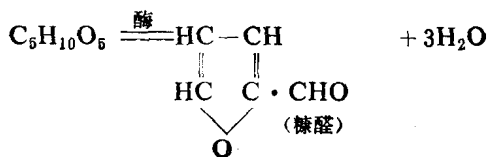
(1) 淀粉：淀粉是烟草植物光合作用的最初产物。它也作为一种贮备物质积存于烟草植物中。新采收下来的烟叶含淀粉很多，在完全成熟的烟叶中一般含淀粉 10~30%，高的可达 40% 之多。但是，当烟叶采收下来后，其中的淀粉便迅速消失。经过干制和发酵后的烟叶含淀粉极少。因为在干制和发酵加工过程中，由于酶的催化作用，淀粉被转化为糊精、麦芽糖或葡萄糖：



(2) 纤维素：纤维素是构成烟草细胞组织和网络、骨架的基本物质。它通常和木质素、半纤维素等混合在一起。半纤维素是介于淀粉和纤维素之间的多糖。纤维素在烟叶中含量不大，一般为 11% 左右。半纤维素在烟叶中含量更少，通常为 2% 左右。

(3) 多缩戊糖：多缩戊糖是由多个戊糖缩合而成的大分子化合物。烟叶中含戊糖不少，尤其是在低级烟叶中，含戊糖较多。但是，戊糖对于烟质的影响还不明确。

戊糖经失水缩合而成多缩戊糖。多缩戊糖经酶催化又可转变为戊糖。戊糖性质较不安定，易水解而变为糠醛：



所以，在烟叶发酵房内，经常能感觉到糠醛气味。这就是因为在发酵过程中烟叶中的戊糖在酶催化下发生自体失水而产生糠醛。

(4) 多缩尾酸化合物：烟叶中除含有上述各种碳水化合物外，尚含有单糖尾酸与其他物质结合而成为较高分子的化合物。烟叶中通常含有 10~20% 多缩尾酸。它对于烟叶的物理性能影响极大。多缩尾酸化合物是烟叶中胶体物质的组成部分。例如，烟叶中的果胶质，就包含有多缩尾酸。烟叶中的果胶质是亲水性胶体物质，在某种程度上，果胶质决定着烟叶的弹性、韧性和容湿性等物理性能。烟叶中通常含有 12% 左右的果胶质。烟叶含水多时显得柔软而无弹力，韧性大；含水较少时发脆、易碎，这都是果胶质所表现的典型物理性质。烟叶中果胶质含量随烟叶等级下降而增加。但是，果胶质对于烟叶吸食品质的关系也还不十分明确。

值得注意的是果胶质结构中含有甲醇。甲醇是剧毒物质，成年人吸入 8 克甲醇可引起双目失明；如果吸入 100 克，可导致生命危险。吸烟时，进入烟气中的甲醇几乎全部能被器官吸收。

但是，果胶质易于水解而发生部分解体。烟叶发酵过程中，其果胶质在酶催化下发生水解，甲醇将被除去。经发酵的烟叶，果胶质含量减少，特别是甲醇含量明显下降。由此也可表明，烟叶发酵对于改善烟质的重要意义。

## 第二节 含氮化合物

烟草植物从土壤中吸收各种无机化合氮（主要是硝酸盐和铵盐）。这些物质在烟草根系中或叶片中被还原为“ $-NH_2$ ”的状态，然后经过同化作用形成烟叶中的各种含氮化合物。

烟叶中含有许多含氮化合物。其中主要的有：蛋白质、氨基酸和酰胺化合物、氨，烟草生物硷。

### (一) 蛋白质

蛋白质是烟草植物体的主要营养物质之一。它是构成烟草体内组织的基本材料，也是烟草成长过程中维持肌体活力的主要物质基础。

蛋白质与碳水化合物和脂肪相同，都主要含碳、氢、氧三种元素。但是，所有蛋白质都含氮元素，并且多数蛋白质含氮元素都很接近，为15~17.6%，平均为16%，所以，在实验室，通常都是以测得样品中氮元素含量除以16%来换算出样品中的蛋白质含量。

烟叶中一般含有5~15%蛋白质。新鲜烟叶含蛋白质往往可达15%以上。现代科学家们正在研究从新鲜烟叶中提取可供人类食用的蛋白质。

不同品种的烟叶，其蛋白质含量大不相同，而且，同一烟株上不同部位的叶片，蛋白质含量也有很大差别。见表

1：

表 1 不同部位叶片蛋白质含量

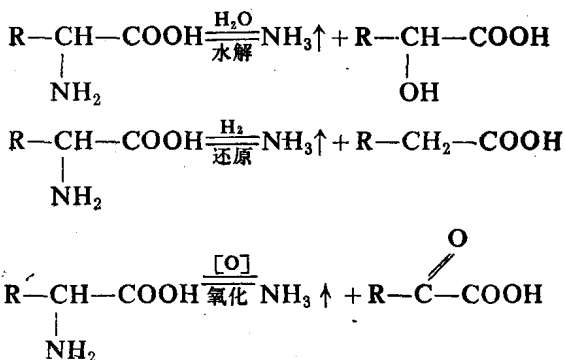
株中部位	名 称	含 量 (%)		
		贵定(烤烟)	南雄(晒烟)	新昌(晒烟)
顶 叶		13.31	8.06	10.56
腰 叶		7.63	6.06	7.06
脚 叶		9.94	6.69	5.94

上表数值表明，同烟株中的叶片，随部位从下而上蛋白质含量增加，顶叶含蛋白质最多。

从商品等级来看，烟叶中蛋白质含量随烟叶等级下降而增加。从日常经验可知，蛋白质经燃烧后会产生令人厌恶的臭气。因此，烟叶中含蛋白质过多就会使烟气质量变劣。由此可见，与碳水化合物相反，烟叶中蛋白质含量过高是不受欢迎的。

## (二) 氨基酸和酰胺

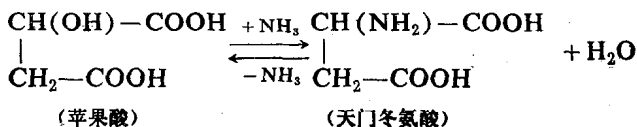
氨基酸经水解、还原或氧化作用可产生氨：

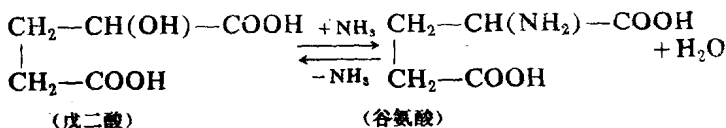


上述反应由左向右进行叫去氨作用；从右向左进行，即由有机酸和氨结合成为氨基酸，叫传递作用。

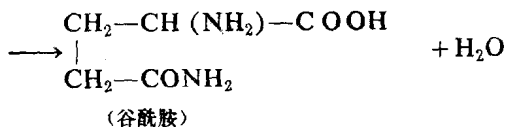
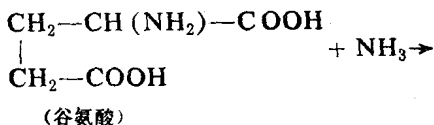
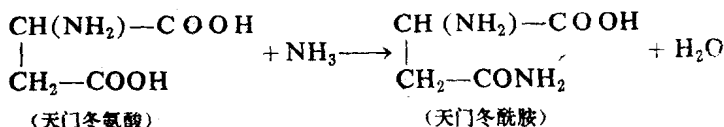
烟草中的氨基酸，一部分可能就是由这种传递作用的第一次产物；另一部分则可能是由蛋白质在酶催化下发生分解的产物。

烟草中发现的氨基酸主要是含两个羧基的氨基酸，如天门冬氨酸和谷氨酸等。下面把烟草中存在的天门冬氨酸和谷氨酸与相应的有机酸之间的关系式用化学方程表示：





氨基酸因为表现有酸性，它能进一步与氨结合而成为酰胺化合物。如，天门冬氨酸和谷氨酸进一步与氨结合形成天门冬酰胺和谷酰胺：



烟草含氨基酸不多，烟叶中通常含有0.5%左右的氨基酸。但是，在评定烟质时，氨基酸及其衍生物的作用却不可忽视。因为这些物质经燃烧会产生氨。氨对于烟气质量起着重要的影响。

### (三) 氨

新鲜烟叶中含氨极少。但是，烟叶收获后经过干制加工和发酵，氨量不断增加。很显然，这些氨是由烟叶中的蛋白质、氨基酸和酰胺等含氮化合物经酶催化分解产生的。卷烟用烟叶一般含有0.15%左右的氨。烟叶中氨的绝对含量不大，但它对吸食品质的影响却不小。吸烟时，由于燃烧或干馏的作用，氨受热挥发几乎全部进入烟气中。烟气中含游离

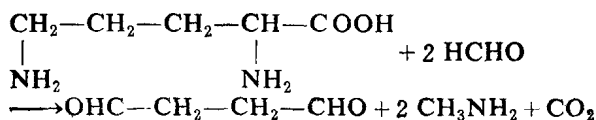
态氮过高，会产生一种辛辣的吸味感觉，令人难受。但是，一般认为，烟草中含适量氮也是必要的，特别是对于含碳水化合物过高的烟叶，烟气酸度大，这时，氮的存在就可弥补烟气酸度，增加吸味强度，使人感到烟气丰满厚实。

#### (四) 烟草生物硷

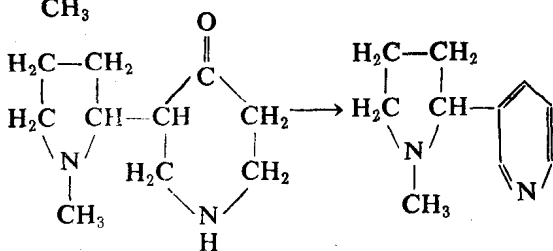
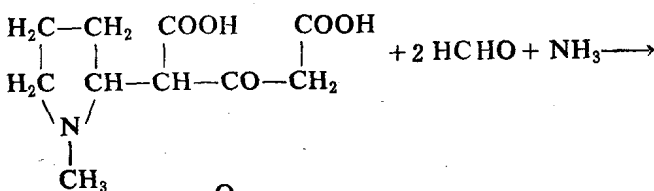
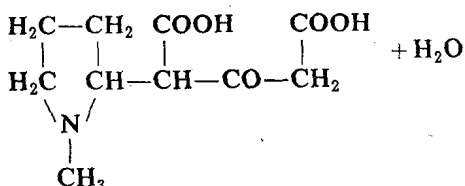
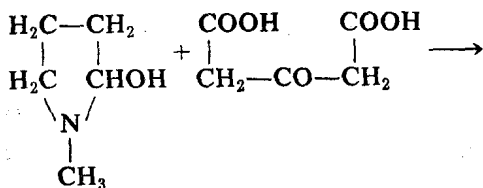
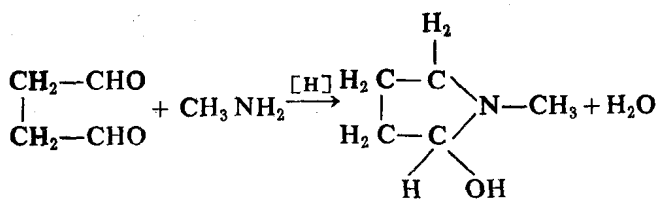
烟草中含有一种重要的含氮化合物。这种化合物有类似硷的性质，被称为烟草生物硷。各种烟草含烟草生物硷量差别很大，低的只含 0.5% 以下，含量大的可达 10% 以上。烟草生物硷的存在，是烟草有别于其他植物的主要标志。不含烟草生物硷的烟草植物，如果不从植物学观点论，就不能称为烟草。

已经证明，烟草种子中不含烟草生物硷。烟草生物硷只是当烟草种子发芽后，根系已经形成，烟草生物硷才在根部不断产生，然后从根部经茎输送到叶片和其他部分。这个现象，已通过嫁接方法予以证实：把西红柿的茎移到烟草根部，结果在这棵植株上结出的西红柿便发现有烟硷存在；反过来，将烟草的茎移植到西红柿根上，在这棵植株上长成的烟叶就不含烟硷。

但是，烟硷在烟草体内如何形成？学者们对这个问题所论不一，直至目前仍未获得解决。大多数学者认为烟硷形成必与蛋白质及氨基酸有关，可能就是从蛋白质组成的基本单元合成所得。例如：以二氨基戊酸和甲醛以及戊二酮酸缩合，便有下列反应进行式：







(烟碱)

上述由氨基酸类衍变为烟草生物碱的过程，已经为许多