

烟叶打叶复烤

工艺技术与质量检验标准

实用手册

SHIYONGSHOUCE



YANYE

烟叶打叶复烤工艺技术与质量 检验标准实用手册

主编 李欣雨

(二)

银声音像出版社



第三篇
烟叶调制技术

第一章 烟叶调制的生物学基础

研究烟叶调制须从研究烟叶开始。烟叶是什么？从植物学角度看，烟叶是烟草的营养器官；从栽培学角度看，烟叶是收获的目的物；从调制学角度看，烟叶是一种复杂的加工对象。之所以说烟叶复杂，其重要理由之一，是烟叶死亡之前每时每刻都在进行错综复杂的生命活动，更不用说其他方面了。所以，研究烟叶首先要研究烟叶的生物学特点，特别是研究烟叶衰老、成熟的规律性和采后一系列生理、生化行为。在本章中，我们将从烟叶的基本形态开始，逐步了解烟叶的生物学特性，切入烟叶调制的内在本质。

第一节 烟叶的形态与结构

一、烟叶的外观形态

烟叶是一种扁平状的绿色器官，有正、背面之分，在植物学上属于腹背叶。从外观来看，烟叶由叶脉和叶肉所组成，有着完整的形态结构。但是，除黄花种外，多数种类的烟草叶片在植物学上属于不完全叶(图 3-1-1)。

烟叶的大小受烟草类型、品种和着生部位的影响，并与营养条件密切相关。通常，在水平方向上将叶面粗略地划分为叶尖部、叶中部和叶基部，将烟叶的周边称为叶缘，将叶基部两侧的翼延部分称为叶耳，甚至将叶片基部称为“叶柄”。由于烟叶的分化过程是从叶尖、叶缘开始的，相对而言，叶尖和叶缘的组织细胞生理年龄较老，叶片基部特别是中基两侧的局部组织生理年龄最为年轻。在生理年龄和温、光、水等生态因子的综合影响下，烟叶分段性状如厚度、成熟度等常有较大差异。

叶脉是烟叶水分、养分和同化产物的运输通道，也是叶体的骨架部分。它是由主脉、

支脉和细脉构成的网络体系。主脉(加工后称主筋或烟梗)粗大,占全叶鲜重的40%以上,调制后的主筋率达20%~30%,烤烟多在25%左右,白肋烟稍高于烤烟,香料烟则较低。主脉上的一级分支是支脉,亦叫侧脉,一般9~12对。支脉上的分支称为细脉。所有非叶脉部分通常称为叶肉。

生长期的烟叶富含叶绿素,外观呈绿色,但叶色深浅与烟草类型、品种及氮素营养水平密切相关。处于衰老期的烟叶,叶绿素逐渐分解,绿色逐渐消失,黄色逐渐显现。黄色的出现(生产上称为落黄)是烟叶衰老的主要表征,它与烟叶的成熟有着密切的联系。

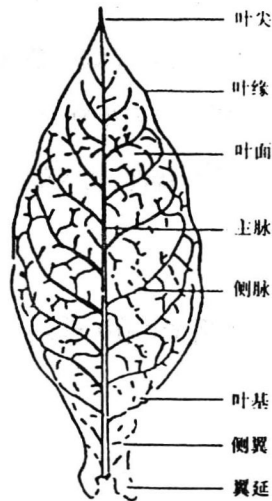


图3-1-1 烟草叶片(不完全叶)示意图

二、烟叶的解剖结构

这里所说的烟叶解剖结构是指叶片的切面结构。切片显示(图3-1-2),烟草叶片是由上表皮、栅栏组织、海绵组织和下表皮所构成的。

(一)表皮

烟叶表皮是由单层细胞紧密嵌合而成的。细胞内不含叶绿体,外壁有一层起保护作用的角质层,但不同品种、不同栽培条件以及不同叶龄的烟叶,角质层厚度差别明显。通常,上部叶角质层厚于下部叶,营养充足、光照良好的叶要厚于遮阴、脱肥叶,成熟叶厚于旺长叶。

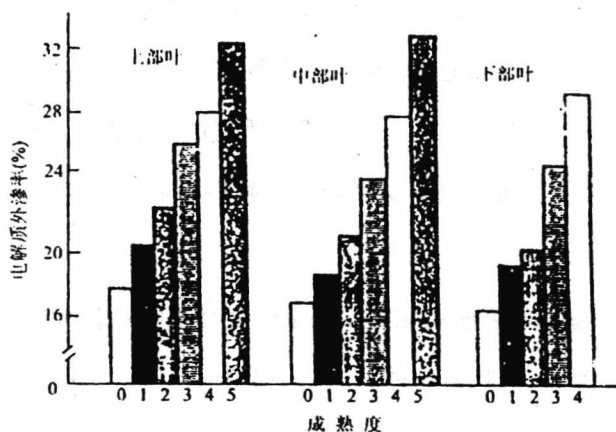


图 3-1-2 烟草叶片纵剖面显微结构

同一张叶片,正面的表皮谓之上表皮,背面的表皮叫做下表皮。上表皮角质层较厚,下表皮角质层较薄。角质层与烟叶失水速度相关联,角质层越厚,烟叶越难脱水。

烟叶表皮密布气孔器,起调节水分和气体交换作用。气孔器由两个肾形保卫细胞相对组成,能随环境变化相应开闭。气孔下方有一内隔腔室,使气孔具有很大的内表面。叶内水分先在气孔下腔变为水蒸气,然后才从气孔排出体外,烟叶与环境的气体交换也在气孔下腔进行,所以,气孔下腔极利于水分蒸发和气体交换。烟叶上表皮气孔较小,分布较稀;下表皮气孔较大,密度也较大,所以,下表皮的通透性明显大于上表皮。

烟叶表面密布着叶毛。叶毛有多种,如烤烟的叶面上有 3 种叶毛,即保护毛、腺毛和排水毛。保护毛多由 2~3 个细胞组成,末端有一尖梢,没有分泌功能。多数叶毛是腺毛。腺毛具有分泌功能,其分泌物主要是香精油、树脂和蜡质类物质(生产上将这些混合物称为“烟油”)。它们对烟叶的香气量和香气质具有很大影响。韩锦峰等人(1995)研究了烤烟的叶面分泌物,并定性了 15 种,包括醇类(4 种)、烃类(4 种)、酮类(2 种)、酯类(2 种)、酸类(2 种)、醛类(1 种)物质。众多的腺毛分泌物,多数是烟草香味物质的重要前体,有些成分还对昆虫产生趋避、拒食或毒害作用,使烟草具有一定的自我“防卫”能力。这使烟叶腺毛在烟草遗传学、栽培学和调制学研究上都具有重要意义。

烟叶腺毛是由毛基、毛柄和腺头组成的。毛基一般是一个细胞;毛柄常由 2~5 个筒状细胞所构成;腺头则由 1 个或若干个细胞组成,内含叶绿体和内质网,可进行光合作用

和物质运输。腺毛各部位都含有高尔基体,具有分泌作用,也具有吸收作用。《中国烟草栽培学》(1987)将烟叶腺毛分为短柄腺毛和长柄腺毛两种,并认为腺毛头有单列和双列之分。腺毛的组成结构不同,其分泌物的多少及其对烟叶香气的贡献也就不同。一般认为,其由大到小的顺序是:长柄多细胞腺头腺毛 > 长柄分枝腺头腺毛 > 短柄多细胞腺头腺毛 > 长柄单细胞腺头腺毛。

烟叶的香气还与叶表的腺毛密度密切相关。腺毛密度受遗传因素和农艺因素的双重影响。相对而言,香料烟 > 烤烟;少叶型品种 > 多叶型品种;小叶 > 大叶;上部叶 > 下部叶;叶中部 > 尖、基部;叶背面 > 叶正面。但有两点值得注意,一是腺毛密度和腺毛类型共同影响叶面分泌物的数量和质量;二是叶面腺毛的分泌活动与烟叶发育进程有关。例如,很小的幼叶的腺毛并不具备分泌功能。只有叶片生长至定型左右,腺头趋于成熟,才分泌出少量黄褐色物质。烟叶处于工艺成熟期,长柄腺毛的头柄连接处开始萎缩,头部分泌物明显增多。烟叶稍过熟,长柄腺毛的柄部萎缩,头部分泌物大量外溢,叶表粘性大增。如果叶片过熟,被雨水冲刷,腺头大量脱落。基于此,生产上往往强调结合腺毛脱落状况判断烟叶的成熟度。

(二)叶肉

上、下表皮之间是叶肉组织,经切片观察,它明显分为两层。贴近上表皮的叫栅栏组织,由长柱形薄壁细胞所组成。这些薄壁细胞垂直于上表皮作平行状排列,大多只有一层,形状规则,细胞间隙不发达。栅栏组织是烟叶体内富含叶绿体部分,是光合作用的重要场所。

位于栅栏组织和下表皮之间的是海绵组织。海绵组织由不规则的薄壁细胞作不规则排列所组成,间隙非常发达,一般为4~5层细胞,也有的为7~8层。海绵组织的这种结构对烟叶产、质量具有明显影响。研究(王宝华,1984)表明,海绵组织厚度与烟叶单叶重、总氮含量及石油醚提取物的多寡之间呈显著的正相关关系,与烟叶的烟碱和烟气总粒相物含量之间则表现为极显著的正相关。海绵组织叶绿体数量不及栅栏组织丰富,故烟叶背面颜色浅于正面。

海绵组织内部含有维管束(即叶脉组织)。较粗的维管束可明显地分辨出韧皮部和木

质部,维管束愈细,则结构愈趋简单。维管束是水分、养分和同化产物的主要运输通道,对调制过程中的水分代谢具有明显的影响。

第二节 烟叶的衰老与成熟

一、烟叶的衰老

衰老(senescence)是一个生理学的概念,是指生物器官或整个生物体生理功能的衰退过程。烟叶自形成至老死是一个连续不断的渐变过程。许多学者对不同类型烟草的叶片生长与发育进行过多方位的考察。王能如等人(1987)研究认为,烟叶生长发育的第一阶段属于扩大型代谢,光合作用产物主要作用于细胞分裂与扩展,即器官的建成;当叶面积基本定型时转为积累型代谢,完成干物质积累,达到生理成熟;生理成熟以后,合成能力渐渐下降,分解活动渐渐增强,表现为消耗型代谢和生活功能的衰退。

烟叶进入衰老期,合成能力不断下降,分解活动不断增强,烟叶重量逐渐降低。随着衰老程度的加深,烟叶组织渐渐依赖自身物质的分解与消耗来维持其生命活动。当干物质分解消耗至一定程度时,细胞自解,组织坏死,烟叶外观性状趋向异常。烟叶采收和烟叶调制都与烟叶衰老密切相关,掌握烟叶的衰老特性及其调节机制,对提高烟叶调制水平具有重要的意义。

(一)衰老过程中烟叶主要生理生化特性的变化

1. 光合特性的变化

光合作用和呼吸作用是植物体内物质和能量代谢的重要过程。韩锦峰等人(1990)研究表明,随着烟叶成熟度的提高,烟叶的净光合强度降低,呼吸强度增加(图3-1-3)。不同部位烟叶在成熟过程中,都存在一个光合强度和呼吸强度处于动态平衡的时候,其时间顺序是:下部叶最早,上部叶次之,中部叶最晚。但平衡点的高度是随叶片着生部位的升高而升高的。

2. 细胞膜透性的变化

衰老过程中烟叶细胞膜结构与功能发生了明显的改变。细胞膜的功能变化,可从膜透性上得到反映。图 3-1-4 描述的是不同成熟度鲜叶细胞膜透性的变化情况,由图可见,随着烟叶成熟度的提高,烟叶细胞膜透性明显增强。

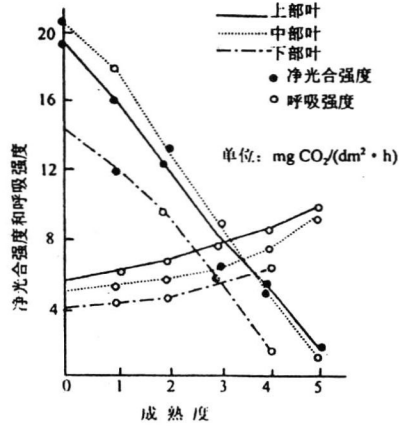


图 3-1-3 NC89 不同成熟度烟

叶净光合强度和
呼吸强度

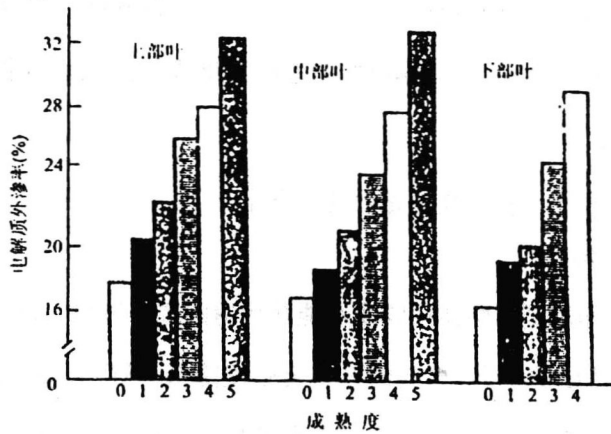


图 3-1-4 不同成熟度烟叶的细胞膜透性

3. 主要酶活性的变化

(1)硝酸还原酶的活性变化。硝酸还原酶(NR)属于底物诱导酶,只有 NO_3^- 存在时才表现出催化作用。有研究表明,随着烟叶发育成熟,烟叶中的 NR 活性迅速消退(图 3-1-5)

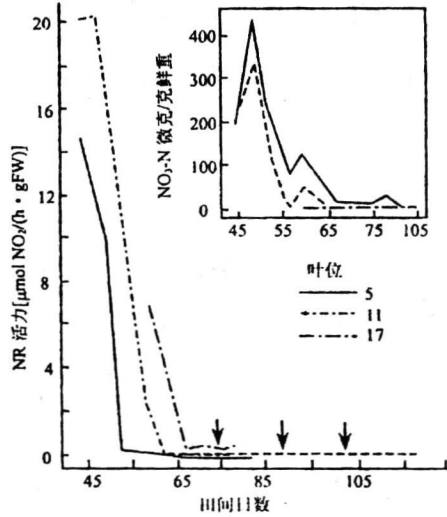


图 3-1-5 成熟过程中烟叶
NR 的活性变化

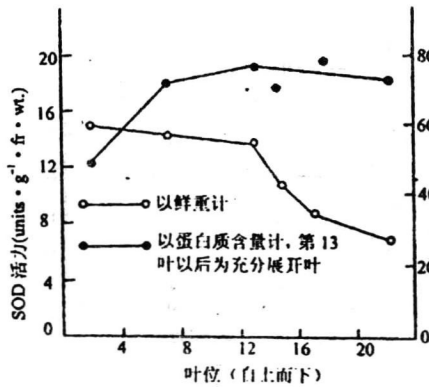


图 3-1-6 烟叶生长和衰老过程
中 SOD 的活性变化

(2)超氧化物歧化酶和过氧化氢酶的活性变化。随着烟叶的成熟与衰老,超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)的活性明显降低,细胞膜脂的过氧化作用加剧。丁德莎等以品种威斯康星 38 为材料,对不同部位(即不同衰老程度)烟叶的 SOD 和 CAT 活性及膜脂过氧化产物丙二醛(MDA)进行了测定,结果如图 3-1-6、图 3-1-7 和图 3-1-8 所示。由此推测,烟叶衰老可能是 SOD 和 CAT 的活性降低,膜脂过氧化作用加剧,导致膜系统损伤的结果。

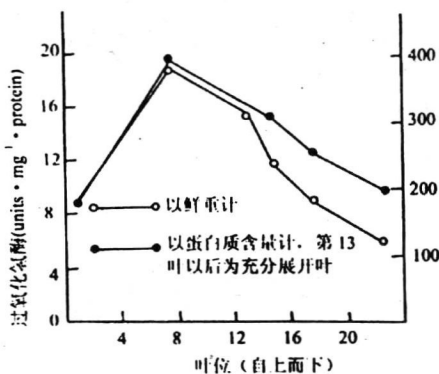


图 3-1-7 烟叶生长和衰老过程中 CAT 的活性变化

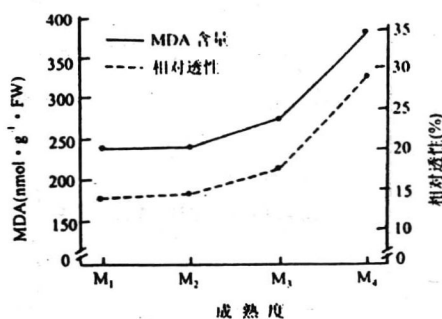


图 3-1-8 衰老成熟过程中烟叶 MDA 的含量变化

4. 核酸含量的变化

核酸是植物细胞中一类大分子物质,在烟草的生长发育中起着十分重要的作用。图 3-1-9 是烟叶成熟过程中核酸含量的测定结果。从图 3-1-9 可见,脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA)的含量均随烟叶成熟度的提高而降低。二者含量的减少,意味着基因组的复制和转录功能的下降和细胞的衰老;减少的速度加快,意味着烟叶进入了快速衰老期。

5. 乙烯释放量的变化

乙烯是植物体内一种内源激素,它与烟叶成熟及衰老过程中的许多生理生化代谢密切相关,其含量多少,是烟叶成熟与衰老的重要标志。测定结果(图 3-1-10)表明,烟叶成熟过程中乙烯释放量一直是增加的,但不同阶段的增加速度是不同的,总的趋势是呈“S”型曲线。

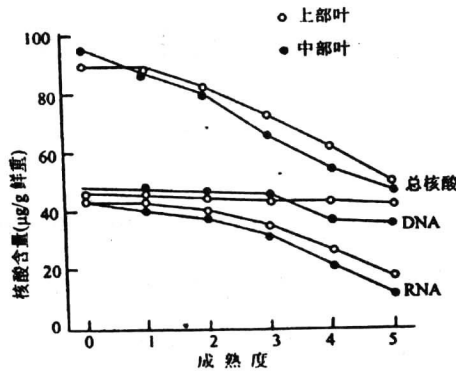


图 3-1-9 不同成熟度烟叶的核酸含量

(二) 烟叶衰老的调控

植物衰老机制非常复杂。目前,关于植物衰老机制有多种理论阐释,主要有四种观点。一种观点认为,植物体的衰老是由于营养器官中大量营养物质被输送到生殖器官,最终导致整个生理机能衰退的结果;又一种观点认为,植物的衰老是基因复制或转录差错造成的;第三种观点认为,衰老与自由基有关,自由基氧化能力极强,它们的积累无论对核酸、蛋白质还是脂类,都产生很大的破坏作用;第四种观点认为,植物衰老与植物体内激素系统失衡有关,表现为促进生长、延缓衰老的激素系统受抑,而加速衰老的激素体系不断强化的结果。

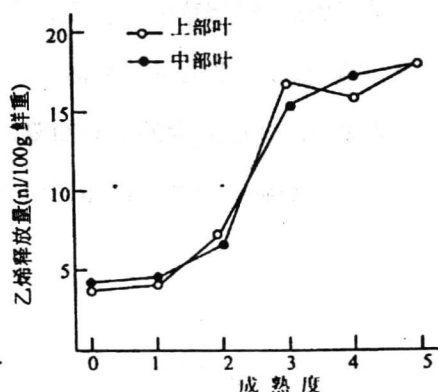


图 3-1-10 不同成熟度烟叶的乙烯释放量

上述关于烟叶衰老期间生理生化特性的变化,与这里所讲的四中观点都有密切联系。可见,对烟叶衰老的调节,除可进行遗传调节和营养调节以外,还可进行环境条件和植物激素调节。就烟叶调制而言,可从以下 3 个环节着手:

1. 采前调节

烟叶采收期是大田管理后期,所谓采前调节即大田后期管理调节,其目的是为获得成熟良好的烟叶群体。为此,要加强后期肥水管理和病虫害治理,必要时采用植物激素进行调节。对那些营养不良,易于早衰的烟田要早打顶,少留叶,适当补施叶面肥,必要时摘除早衰的下部叶,以改善烟田群体的通风透光条件,确保中、上部叶的正常衰老和成熟。对那些缓慢衰老、难以落黄的烟田,要迟打顶,多留叶,必要时施用乙烯利等促熟剂进行促熟,确保投入调制的烟叶具有良好的成熟度。

后期田管的另一着眼点是保证烟株群体的整齐度,以便获得衰老程度较为一致的烟叶群体,提高调制的整体质量。这就需要针对不同烟田、不同地段或不同个体来进行调节。

2. 采收调节

不同的采收时机,意味着不同的采收成熟度;不同的烟叶成熟度,则意味着烟叶衰老的不同程度。所以,从某种意义上讲,掌握烟叶采收成熟度就是对烟叶衰老程度的一种“机械”调控。有关内容将在后面逐步展开。

3. 采后调节

采后调节是一个非常耐人寻味的话题,可以说,调制期间烟叶死亡之前的一系列过程,就是烟叶逆境衰老过程,有关内容详见本章第二节。

采后调节的另一个方面,是针对新采收烟叶的衰老和成熟程度进行调制前的必要调节。例如,使用乙烯利催黄烘烤,就是一种调节技术。

二、烟叶的成熟

(一)烟叶成熟的基本概念

烟叶的成熟有三种概念。从生理学角度讲,它是指烟叶经过充分生长发育,在结构建成上达到了完备状态并进行了充分的干物质积累,谓之生理成熟。达到生理成熟的烟叶,不仅叶片充分扩展,而且叶片厚度和单叶重处在一生中的高峰状态。从农艺学角度讲,烟叶经过充分的生长发育以后,在生理生化诸方面都达到了调制工艺所要求的程度,叫做成熟。这时采摘,烟叶具有最大的调制潜力和最好的调制特性。烟叶成熟的概念还要拓展到商业领域,它是指农艺上成熟的烟叶经过调制,达到烟草商业(工业)对烟草产品质量所要求的程度。这在烟叶分级标准上有明确界定。

明确了烟叶成熟的概念,烟叶成熟度的内涵也就明确了。所谓烟叶成熟度,就是指烟叶所达到的成熟的程度。有不同的成熟含义,就有不同的成熟度含义,所以,有烟叶的生理成熟度、农艺成熟度和商业成熟度等多种说法。

烟叶的生理成熟度是农艺成熟度的生理基础,商业成熟度则是在农艺成熟度基础上经过人工调制的结果。本章着重研究的是烟叶的农艺成熟和农艺成熟度。

烟叶成熟度是一个评价性概念。成熟,则是一种评价基准。但要评价是否达到成熟要求,须对烟叶成熟度进行过程性评价或过程性判断。研究表明,营养充分和生态条件正常的情况下,鲜烟成熟的基本过程可用以下6个档次进行描述:

未熟(immature)。叶色鲜绿,叶面积尚未定型,没有调制价值。

欠熟(unripe)。叶面积已定型,但内含物不充实,叶色绿至浅绿,尚无明显成熟特征出现,调制价值很低。

尚熟(mature)。烟叶生长发育至生理成熟,叶片尖边已有成熟特征,叶体厚实,干重达

最大值。这时采收调制,烟叶产量最高,但化学成分尚不协调,烟叶质量不尽如人意。

成熟(ripe)。即农艺上达到成熟状态,此时采收调制,只要调制工艺合理,就能获得好的工业可用性,能够获得最大的经济效益。达到农艺成熟的烟叶,外观上具有明显的成熟表征,但不同烟草类型表现不同。

完熟(mellow)。是指烟叶在农艺上达到了最高成熟状态。从生产实际来看,一般只有上二棚烟叶有可能达到这种成熟档次,因为上二棚烟叶营养最为充实,在达到农艺成熟以后,往往还可进一步成熟,达到成熟的最高限度—处于接近过熟但又并未过熟的状态。完熟叶衰老程度较高,叶体明显变薄,干重明显下降,外观性状变差,但经合理调制以后,化学成分更加协调,内在品质更好。由于这种特点,完熟烟叶在国际市场上比较抢手。

过熟(over-ripe)。烟叶在达到成熟或完熟档次以后,如果不及时采收,将会过度衰老,进入过熟期。由于内含物大量消耗,叶重显著降低,叶面出现细胞自解、组织坏死现象,潜在价值大为降低,怎么调制都难得到好的产品质量。随着过熟程度的加重,烟叶产量越低,质量越差,甚至失去工业可用性。

(二)成熟过程中烟叶化学成分的变化

1. 碳水化合物的变化

碳水化合物是由碳、氢、氧3种元素构成的多羟基醛(醛糖)或多羟基酮(酮糖),或由最简单的醛糖(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,如淀粉和纤维素等。碳水化合物是绿色植物的主要光合产物,也是光合作用的初级产物。烟叶中其他复杂高分子化合物,大都是以小分子的碳水化合物为基本材料,与其他成分或元素进一步结合而成的。

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。单糖如葡萄糖和果糖,是最简单的糖。双糖有蔗糖和麦芽糖,是由两分子的单糖缩合而成的。多糖包括均一糖胶和不均一糖胶。均一糖胶是由若干相同的单糖分子缩合而成的,如淀粉、纤维素等。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,如果胶、半纤维素及糖苷等。

葡萄糖与果糖分子元素组成相同($C_6H_{12}O_6$),但结构不同,故化学性质也不同。前者

是己醛糖,后者是己酮糖,都能溶于水,都为可溶性糖,因为具有还原酒石酸铜的特性,都属于还原糖。双糖也是可溶性糖。麦芽糖由两个葡萄糖分子所组成,属于还原糖。蔗糖是由一个葡萄糖分子和一个果糖分子所组成,没有还原特性,是非还原性糖。烟叶中的多糖如淀粉、纤维素等一般不溶于水,无甜味,而且没有还原特性,但在酸性条件或酶的作用下可被水解为单糖。

纤维素是构成烟叶细胞组织与网络、骨架的基本物质,常与木质素、半纤维素等混合存在。它们的混重往往占烟叶干重的7%左右,烟气的吸味和粗糙度与之相关,它们的含量主要受遗传基础和栽培条件的影响。

烟叶中还含有单糖尾酸与其他物质结合而成的较高分子的多缩尾酸化合物。这种化合物是烟叶中的胶体物质的组成部分。果胶质含多缩尾酸,是典型的胶体物质,具有很强的亲水性。鲜烟叶含有10%~14%的果胶,它主要存在于烟叶组织的细胞壁和细胞之间,它对烟叶的物理特性如弹性、韧性、容湿性等具有较大影响。

淀粉是烟叶中的第一贮备物质,在成熟的鲜叶中,淀粉含量占干物质含量的10%~30%不等,在不同烟草类型中,烤烟鲜叶淀粉含量最高,通常达20%~30%,有时可达40%。从烟叶产品的质量要求看,大量淀粉的存在,既影响烟叶的燃烧性和耐贮性,也影响烟叶的香气、吃味和吸用的安全性。好在调制过程中有足够的时间让淀粉大量水解,转化为还原性糖类物质。除晾烟以外,适量的还原糖能赋予烟叶优美的香气与醇和的吃味,所以,对烤烟和香料烟而言,较局的鲜烟淀粉含量反而是调制烟叶品质的有利因素。

成熟过程中,烟叶碳水化合物的含量开始是随成熟度的提高而增加,至生理成熟期达到顶点。这时,它们可达全叶干重的40%~50%。其中,淀粉含量随着生理成熟不断积累,生理成熟时达到最大值,但是到了工艺成熟期则明显下降(表3-1-1);如果过熟,则显著减少。