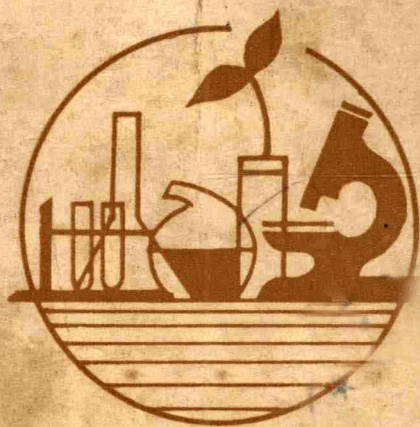


烟草 栽培生理

韩锦峰

王瑞新

刘国顺编著



农业出版社

烟草栽培生理

韩锦峰 王瑞新 刘国顺 编著

农业出版社

烟草栽培生理

韩锦峰 王瑞新 刘国顺 编著

* * *

责任编辑 李世君

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 8 印张 175 千字

1986 年 5 月第 1 版 1986 年 5 月北京第 1 次印刷

印数 1—3,200 册

统一书号 16144·3076 定价 1.40 元

前 言

吸烟对人体健康似乎没有多大好处，但已成为人们一种嗜好。在不少国家的国民经济总收入中，烟草占有相当的比重。

在我国，烟草生产不论对于人们的吸食需要来说，还是对于国民经济收入来说，也是必要的。当然，应适当加以控制。

既然如此，怎样使烟草生产优质稳产，还是应当认真研究的。烟草栽培方面的书籍已经出版了许多，但是，结合栽培措施，联系生产中的问题，从生理学角度比较详细地阐述烟草优质稳产的生理基础的书籍，目前还不多见。基于这一点，我们编写了这本《烟草栽培生理》。

本书的特点是烟草栽培和植物生理二者的有机结合。在内容安排上，第一、二两章阐述了烟草一生中各阶段生长发育规律及其与环境条件的关系和控制途径。第三至六章着重叙述了烟草的几个重要生理功能，如光合作用、呼吸作用、矿质代谢、水分代谢等等及其在内外条件影响下的变化规律。烟草生产的目的是获得优质烟叶，因此，对于与烟质有关系的烘烤调制过程的生理变化及烟叶的可用性也在第八章和第九章分别作了阐述。第十章简要介绍了烟叶及烟气中的有毒物质与健康方面的问题，这也是读者关心的问题之一。

本书的主要内容是以作者在河南农学院为烟草专业多年

讲授的《烟草生理》、《烟草品质的化学分析》讲义为基础的。由于编者水平有限，书中错误和不当之处，敬希读者批评指正。

1984年12月

目 录

前 言

第一章 烟草种子的萌发	1
一、烟草种子的形态和构造	1
(一) 形态特征	1
(二) 解剖特征	2
(三) 化学成分	2
(四) 休眠特点	3
二、烟草种子的萌发过程	4
(一) 萌发过程	4
(二) 萌发时的物质变化	5
(三) 萌发时的形态变化	8
三、种子萌发的外界条件	9
(一) 水分	9
(二) 温度	10
(三) 氧气	10
(四) 光照	11
四、种子处理	12
(一) 药剂处理	12
(二) 机械处理	13
(三) 变温处理	13
(四) 低频电流处理	14
第二章 烟草的生长发育	16
一、烟草幼苗和植株的生长	16

(一) 烟株及各部分的生长速度和大生长期	16
(二) 再生现象	20
二、烟草植株各部分生长的相关性	21
(一) 地下部和地上部的相关性	21
(二) 顶芽和侧芽、主根和侧根的相关性	21
三、影响生长的条件	23
(一) 外界条件对烟株生长的影响	23
(二) 烟草锻炼的生理基础及措施	28
(三) 烟叶底烘的生理原因及防止	30
四、植株的发育	32
(一) 温度和光照对开花的影响	32
(二) 早花原因的生理分析	33
五、植物激素及其对烟草生长发育的调节	35
(一) 植物激素的种类及其生理作用	35
(二) 从种子萌发到开花过程中激素的调节作用	46
第三章 烟草的水分代谢	48
一、水在烟草生命活动中的意义	48
二、烟草根系对水分的吸收	49
(一) 吸水动力	50
(二) 环境条件对根系吸水的影响	51
三、烟草的蒸腾作用	53
(一) 蒸腾作用部位和气孔运动	54
(二) 影响蒸腾作用的内外条件	56
四、水分代谢和烟草生产	59
(一) 干旱对烟草的危害	59
(二) 水分过多对烟草的危害	62
(三) 烟草植株的水分平衡与移栽	64
(四) 烟草合理灌溉的生理基础	65
第四章 烟草的矿质营养	71

一、烟草必需的营养元素及其生理作用	71
(一) 烟草生长必需的营养元素	71
(二) 烟草必需矿质元素的生理作用	73
(三) 缺少矿质营养对烟叶中有机成分的影响	85
二、烟草对矿质营养的吸收	88
(一) 吸收矿质营养的器官	88
(二) 根系吸收矿质元素的机理	88
(三) 影响根系吸收矿质营养的外界条件	90
三、施肥的生理基础	91
(一) 烟草对肥料的要求	91
(二) 各类化学肥料的生理作用	97
(三) 施肥的指标	99
(四) 根外追肥的作用	101
第五章 烟草的光合作用和优质稳产	103
一、烟叶的叶绿体色素	103
二、光合作用的过程	106
(一) 光能的吸收	106
(二) 光能转变为化学能	107
(三) 二氧化碳转化为碳水化合物	107
三、影响烟草光合作用的外界条件和内部因素	110
(一) 内部因素对光合强度的影响	110
(二) 外界条件对光合作用的影响	112
四、光合作用与烟草产量	118
(一) 光合性能的分析	118
(二) 烟草对光能的利用	125
(三) 提高光能利用率的途径	128
五、烟草优质稳产的群体结构	130
(一) 烟草的群体结构	130
(二) 合理密植能优质稳产的生理原因	139
第六章 烟草的呼吸作用	142

一、呼吸作用在烟草生命活动中的意义	142
二、呼吸作用的过程	145
(一) 有氧呼吸	146
(二) 无氧呼吸	151
三、呼吸作用与烟草生产	152
(一) 烟草栽培与呼吸作用	152
(二) 烟叶品质与呼吸作用	153
(三) 烟叶的调制与呼吸作用	153
(四) 烟叶的贮存与呼吸作用	154
第七章 烟株生长期间的有机物代谢	155
一、体内有机物的转化	155
(一) 碳水化合物	155
(二) 脂肪代谢	158
(三) 氨基酸和蛋白质代谢	161
(四) 烟碱	163
(五) 酚类物质	165
二、成熟期间烟叶化学成分的变化	170
(一) 碳水化合物	171
(二) 含氮化合物	174
(三) 烟碱	176
(五) 有机酸	179
(五) 挥发油和树脂	180
三、对烟叶质量影响较大的几项农业措施	180
(一) 施肥	180
(二) 打顶除杈	181
(三) 合理灌水	182
第八章 烟叶调制的过程与本质	184
一、调制过程中烟叶的生理与生物化学变化	184
(一) 烤烟烘烤过程中烟叶的生理、生化变化	184

(二) 晾、晒烟调制过程中的生理、生化变化	191
二、调制过程中烟叶的物质变化	192
(一) 烟叶中的化学物质组成	192
(二) 调制过程中的物质变化	193
第九章 烟叶的可用性	201
一、烟叶的品质要求	201
(一) 外观标准	203
(二) 物理特性	203
(三) 评吸鉴定	203
(四) 安全性	203
(五) 化学特性	203
二、烟叶的物理特性	206
(一) 叶的构造和大小	206
(二) 叶片的光谱学特点	207
(三) 叶片含水量	208
(四) 填充值	208
(五) 燃烧性	209
(六) 抗破损性	209
三、化学特性	209
(一) 烟草的一般化学成分	210
(二) 不同叶位的化学成分	212
(三) 单叶的化学成分	214
四、影响品质的因素	215
第十章 烟叶和烟气中的有害物质与人体健康	217
一、烟叶和烟气中对健康有害的物质	217
(一) 烟碱	217
(二) 焦油	217
(三) 亚硝胺	218
(四) 一氧化碳	218

(五) 农药残毒	218
二、烟叶和烟气中有害物质的含量水平	219
(一) 品种不同, 烟气成分不同	219
(二) 产地不同, 烟气成分不同	220
(三) 烟叶部位不同, 烟气成分不同	221
(四) 烟气成分与烟叶成分的关系	221
三、吸烟与健康	223
(一) 流行病学调查	224
(二) 生物学试验和病理学研究	226
(三) 支流烟气对人的影响	227
(四) 生产实践对烟气特征的影响	228
四、减少烟草毒害的途径	232
(一) 选育一定烟碱和焦油含量的新品种	232
(二) 通过栽培措施提高烟叶品质和燃烧性	233
(三) 改善调制方法	233
(四) 工业上改进	234
(五) 减少农药残毒	234
主要参考资料	235

第一章 烟草种子的萌发

烟草种子萌发的好坏，直接影响着烟草的生长发育，直至产量。因此要深入了解种子萌发过程的内在生理生化变化以及环境条件对它的影响，以便采取有效措施，使萌发的种子达到苗全、苗齐、苗匀、生长健壮，为优质稳产奠定基础。

一、烟草种子的形态和构造

(一) 形态特征

1. 烟草的种子非常小，长约 600—800 微米，宽 450—600 微米。一般种子为椭圆形。每个蒴果中有种子 2000—4000 粒，每株可结种子 150000 粒，一克种子一般有 12000—14000 粒（千粒重约 0.06—0.08 克）。因此，单粒种子中所含营养物质少，这就决定了烟草发芽出土不易，而且在土中的发芽过程不能持续太久，以免因种子中的营养过分消耗，在幼芽未伸出土面之前即由于营养耗尽而死亡，或幼芽生长不良。

2. 种子表面皱缩，凸凹不平，形成波状花纹，这些花纹是由种脐处发出的许多条种脉弯曲而成。因此，这种种皮具有很大的表面积，易于附着吸水，从而很容易在种子外面形成一层水膜，隔绝发芽时所需要的空气。

(二) 解剖特征

烟草种子由种皮、胚乳和胚三部分组成。种子的最外层是种皮，种皮从外向内还可分为四层：角质透明层、木质厚壁细胞层、薄壁细胞层、角质化细胞层。组成种皮的表皮细胞都有很厚、很硬的壁。往内是2—3层薄壁细胞，再内有一单层，是滋养组织。胚乳位于胚周围，是一层包括薄壁细胞和油细胞的许多密集细胞组。胚乳不多，一般是由2—4层多角形细胞组成，而且是种子上下两端层数较少，腹面较多。胚在种子的中央，子叶有3—4层细胞组成，上下下面都有一层表皮覆盖，子叶基部和两子叶之间是一群很小的圆形细胞，它们是茎的生长点——上胚轴（图1）。

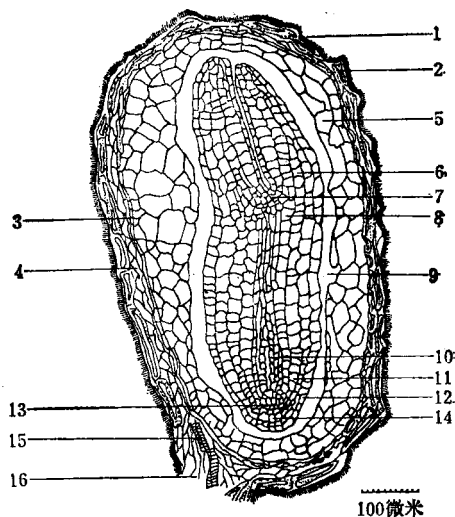


图1 烟草种子的构造

（引自《中国烟草栽培》，1963）

- 种皮：1.角质透明层 2.木质厚壁细胞层 3.薄壁细胞层 4.角质化细胞层
胚乳：5.胚乳薄壁组织
胚：6.子叶 7.胚芽生长点 8.胚轴 9.胚根 10.中柱原 11.皮层原 12.根被皮 13.胚根生长点 14.根冠 15.螺旋纹管胞 16.种脐

(三) 化学成分

烟草种子中的化学成分与其它作物种子不同。风干种子中约含油脂 37—45 %。其中 56.3—70.0 % 为亚麻油酸, 15—28 % 油酸, 少量的硬脂酸 (约 5.9 %) 和软脂酸 (约 9.8 %), 还发现有少量的固体酸 (solid acid) 和分子量比硬脂酸还大的酸类。蛋白质含量丰富, 约 23—28 %。蛋白质主要是球蛋白类型, 其成分中有 1.09 % 的组氨酸, 13.62 % 的精氨酸, 0.92 % 的赖氨酸、色氨酸、胱氨酸及酪氨酸等。烟草种子中糖类很少, 只有 3.5—4 %, 且多在胚珠中, 在幼苗胚轴中最先显现出来。灰分 3—4 %, 水分 6—8 %, 还有 10—15 % 的粗纤维及 10 % 的其它物质。种子中油和蛋白质含量高, 是烟草种子最突出的特点。在种子发芽时, 这类物质分解, 需要较多的氧气, 所以, 发芽过程中要注意创造这方面的条件, 以利发芽。催芽用的布袋和器皿用具强调不能有油, 就是为的不让油隔绝种子与空气接触的缘故。

种子中有没有尼古丁和吡啶物质, 一直是烟草工作者争论的问题之一。左天觉 (1956) 认为在成熟的烟草 (*N. tabacum* L.) 种子中没有吡啶化合物, 但发现了尼古丁酸 (136 ppm) 和尼古丁 (12 ppm), 而伊林 (Г. С. Ильин 等, 1959) 分析研究, 认为在成熟的粘毛烟草 (*N. glutinosa*) 种子中, 尼古丁为零。

(四) 休眠特点

一般说, 烟草种子成熟后要经过一定的后熟过程才能正常发芽, 这种现象叫休眠。据山东农学院和中国农业科学院烟草研究所测定, 果实未完全长大 (果大 $2/3$) 时完全没有发芽的能力。当果皮变青时种子有一定的发芽力, 果皮由青变黄时种子已有很高的发芽率, 刚成熟的种子采收后立即播种, 发芽率达 90 % 以上, 但一经干燥贮藏, 反而加深了休

眠，使种子发芽率降低。这可能是种子形成有抑制物质即脱落酸的原因。种子后熟的时间一般为0.5—1.5年，这样的种子发芽率最高，因此，生产上多用0.5—1年的种子。

烟草种子的寿命有一定的年限，种子年龄过长，发芽势和发芽率都大大降低，但试验证明，贮存条件适宜时，种子的发芽力可保存很久。例如，在密封的低温（温度低于1℃）和干燥容器中存放25年仍能发芽。在纸袋和布袋中存放，发芽力降低很快。但在冷藏条件下，最多也可存放15年仍保持有发芽力。一般说贮藏6—7年以上的种子已不能作种用了。种子贮存较久而发芽率降低的原因，一般认为是酶的破坏，贮藏物质消失，胚内蛋白质结构发生变化，有毒物质逐渐积累，胚细胞核逐渐变性等等。

二、烟草种子的萌发过程

种子经过后熟，在外界条件合适时即可萌发。

（一）萌发过程

烟籽发芽经历三个时期：

0—12h

1. 吸水膨胀期 烟草种子中，原来只含有6—8%的水分，但由于种子细胞成分中的蛋白质、拟脂以及细胞壁中的纤维素和果胶等物质的分子上具有亲水基团（如 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 等），因此，它们都是亲水胶体物质，一遇到水，就能大量吸水，水分子充塞于物质分子之间，增大了分子之间的距离，种子逐渐膨胀。在吸水后约12个小时，吸水达种子重量的31—32%，水分暂停进入，膨胀过程结束。

2. 光敏感期 在种子开始吸水后的12小时到24—26小时，水分吸收停止，碳水化合物以淀粉形式积聚在胚胎细胞

和根冠上。需光种子在这一时期需要接受光的刺激。24—36

3. 生长期 在种子开始吸水后的 24—36 小时, 水分的吸收过程重新恢复, 新陈代谢增强, 种子发芽, 幼苗生长。

在萌发过程中, 水分是非常重要的, 它使种子的特性发生了许多变化: 第一, 种子的透性大大提高, 有利于 O_2 的进入和 CO_2 的排出; 第二, 原生质逐渐变得活跃起来, 酶活性显著提高, 生理生化活动积极进行; 第三, 使种子内的呼吸作用大大增强, 而呼吸作用的提高, 正是种子萌发时的能量变化和物质变化的基础。

(二) 萌发时的物质变化

1. 萌发时的酶 萌发时种子中有机物质的分解与合成是由酶来促进的。

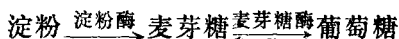
种子在萌发过程中, 贮藏物质、生活物质 (组成原生质的物质) 与骨架和保护物质都经历着一系列的分解、合成、再分解、再合成的复杂过程。这些过程的进行, 多由萌发种子自身产生的有机催化剂——酶来促进的。

酶和植株内的其它物质一样, 也是生活细胞新陈代谢的产物。它能加速和促进许多生化反应的进行, 因此叫催化剂, 又由于其成分是蛋白质等有机物质, 所以, 又称之为有机催化剂。

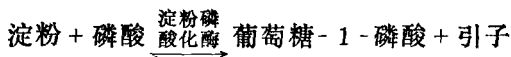
风干状态的种子, 由于细胞中的各种酶系统, 大多数呈结合态存在, 所以酶本身活性甚低。当吸水膨胀以后, 细胞原生质就会由凝胶变成溶胶, 原来完全处于结合状态的各种酶类, 便有秩序地展布在原生质的不同部位上, 而逐渐恢复了催化活性, 并在生命活动中产生更多的酶。在水与物质的界面上, 相互接触, 协调地催化着各种化学反应, 因而开始了旺盛的生命活动。

2. 萌发过程中主要有机物的转变 种子吸水膨胀以后，种子内贮藏的复杂有机物，在有关酶的作用下，逐渐分解为简单的可溶性物质，它们运到种子的胚部，再经转化以后，便可合成为细胞的生活物质和骨架物质。

(1) 碳水化合物的转化 烟草种子中，如前所述，糖含量很少。在萌发的初期最先被分解利用，其转变如下：



淀粉分解为麦芽糖直至葡萄糖的途径外，还有磷酸化酶的途径：



种子萌发时，不仅淀粉被分解，胚乳的细胞壁也变薄，这是因为细胞壁上的半纤维素，在细胞解糖酶的作用下，分解为其组成的戊糖和己糖。细胞解糖酶主要由胚生成。

上述这些变化所生成的戊糖和己糖，一方面可以作为种子萌发时呼吸作用的原料，使呼吸作用增强释放出的能量供种子萌发用，另一方面可以被运到胚部，用来合成新细胞的结构物质。

(2) 脂肪的转化 烟草种子中含有大量的脂肪。种子吸水膨胀后，脂肪在脂肪酶的作用下，分解成甘油和脂肪酸。甘油可直接氧化，继续转变生成糖，或供呼吸作用利用，产生能量，或供建成新细胞作原料物质利用。脂肪酸主要通过 β -氧化分解成乙酰辅酶A，再进入三羧酸循环（即呼吸作用）中，或氧化放出能量，或产生糖等物质供细胞利用：