

# 烟草的生产、生理和生物化学

左天觉 著 朱尊权 等 译

上海远东出版社

# 烟草的生产、生理和生物化学

左天觉 著  
朱尊权 等译



上海远东出版社

沪新登字114号

烟草的生产、生理和生物化学

左天觉 著

朱尊权 等译

上海远东出版社

(上海市冠生园路393号 邮政编码: 200233)

新华书店上海发行所发行 上海市联合科教文印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 32.25 字数780,000

1993年8月第一版 1993年8月第1次印刷

印数 1-3000

ISBN7-80514-839-2/G·21

平装定价: 24.00 元

精装定价: 28.00 元

## 本书译校者

|       | 译 者              | 校 者        |
|-------|------------------|------------|
| 序     | 朱尊权              |            |
| 第一章   | 朱尊权              | 孙瑞申        |
| 第二章   | 朱尊权              | 孙瑞申        |
| 第三章   | 骆启章、吴正举          | 戴 冕        |
| 第四章   | 宋志林              | 朱尊权        |
| 第五章   | 唐远驹              | 关国经、宋志林    |
| 第六章   | 宋志林              | 朱尊权        |
| 第七章   | 胡炳辉              | 孙瑞申、宋志林    |
| 第八章   | 胡炳辉              | 孙瑞申、宋志林    |
| 第九章   | 唐远驹              | 关国经、宋志林    |
| 第十章   | 朱尊权              | 孙瑞申        |
| 第十一章  | 病害：谈 文<br>虫害：贺钟麟 | 贺钟麟<br>何家泌 |
| 第十二章  | 马长力              | 韩景峰        |
| 第十三章  | 张崇范、张晨东          | 陈顺辉、骆启章    |
| 第十四章  | 李乃坚、戴 冕          | 周安靖、骆启章    |
| 第十五章  | 朱大恒              | 韩景峰        |
| 第十六章  | 马长力              | 纪小莉、韩景峰    |
| 第十七章  | 齐群纲              | 纪小莉、韩景峰    |
| 第十八章  | 王瑞新              | 韩景峰        |
| 第十九章  | 纪小莉              | 王瑞新、韩景峰    |
| 第二十章  | 马长力              | 纪小莉、韩景峰    |
| 第二十一章 | 孙瑞申              | 朱尊权        |
| 第二十二章 | 孙瑞申              | 朱尊权        |
| 第二十三章 | 刘立全              | 孙瑞申        |
| 第二十四章 | 刘立全              | 孙瑞申        |
| 第二十五章 | 谢剑平              | 孙瑞申        |
| 第二十六章 | 李 云              | 孙瑞申        |
| 第二十七章 | 赵明月              | 孙瑞申        |
| 第二十八章 | 江文伟              | 朱尊权        |
| 第二十九章 | 沈述静、吴晓芸          | 方宇澄        |
| 第三十章  | 方宇澄、黄 镇          | 孙瑞申        |
| 第三十一章 | 方宇澄              | 朱尊权        |
| 第三十二章 | 朱尊权              | 孙瑞申        |

## 译者的话

左天觉先生曾长期担任美国农业部烟草研究室负责人。退休后现仍担任美国农业部烟草方面的顾问，系国际烟草科学界知名人士之一。1971年曾著有《烟草生理学与生物化学》。近20年国际烟草科学进展迅速，应同行敦促和支持，再版扩大范围，新著定名《烟草生产，生理学和生物化学》，于1990年定稿，1991年7月正式发行。对世界烟草科研、生产、加工的高层次科技人员是很有参考价值的书籍。

左先生应聘为中国烟草总公司顾问，中国农业科学院名誉研究员。蒙他盛意于1990年即提供原稿，同意无偿由中国烟草学会译成中文出版，以期尽早与我国读者见面。

为了尽快完成翻译任务，力求忠于原文，学会发挥集体力量，组织有关院校专家教授按学科分为六部分，由孙瑞申、韩锦峰、方宇澄、骆启章、宋志林、朱尊权分工负责；再分头组织专家教授共30余人翻译和校审。初审稿集中后再由孙瑞申、朱尊权通篇校对通读，以解决译名统一等问题。译者审校者姓名列于每章之后。

文中许多人名、小地名、烟草野生种学名等，音译作用不大，一般保留原文，一些较新的学术名词尚无确切的译名均附原文，参考文献对进一步研究者很有帮助，故全文转载。

由于本书涉及学科甚广，又包括一些新技术发展，译者限于水平及时间，不妥之处难免，敬请读者指正。

本书发行得到中国烟草总公司和玉溪卷烟厂的赞助，在此表示感谢！

朱尊权

中国烟草学会副理事长

1991年8月15日

## 序 言

再过两年, 1992 年就是 Arawaks 第一次把烟草赠送给哥伦布的 500 周年, 也是烟草在文明世界成为商品生产的 400 周年。

烟草是被人类研究得最多的作物之一, 且是广泛用于基础理论和实用技术研究的工具。烟草科研所发表的丰富的科学著作都是有价值知识宝库的财富。1970 年当本人准备撰写《烟草生理学与生物化学》时, 收集到的有关文献约 9000 篇, 而从 1971 年到 1989 年所发表的有关烟草或与烟草有关的各种文献几乎达到 60000 篇。在这段时期里所产生的对烟草科学研究发生强烈兴趣的巨浪的原因可能是多方面的, 但主要归纳于两个范畴: 1. 对烟草和烟气的化学的和生物学的评价, 2. 生物工艺学、分子生物学、应力生理学等新学种的探索研究。

世界烟草总产量在最近几年仍在继续增长。这种增长主要是在发展中国家, 且是为了经济目标。有关烟草本身的研究工作, 特别是关于生产方面, 由于各种原因大大减少了。可以认为在这个时期及时地筛选有用的情报, 把数据加以摘要总结是符合需要的, 也是必要的。本专著仅限于生产, 生理学和生物化学范畴, 涉及这一时期所发表的文献数约占十分之一。尽管在这有限的范围内、而对情报及数据的选择和包容也是颇难决定的。此外, 在 1972 年的版本中显然的省略和国际间的重复是存在的。

由于我经常到世界各地烟产区活动, 有幸遇到许多烟草科技工作者, 他们常提出对新的烟草科技情报资料的需要。许多人探询我可否写出第二卷, 或者是 1972 年专著的再版。这些事实使我认识到写这本书的价值和必要性。

为了写这本书, 在过去的十年里, 我得到许多人从不同方面给予很大的帮助。不可能把所有曾经鼓励我、帮助我的人的姓名一一举出。但我必须感谢我的夫人吕幼仪, 她经常鼓励我把这项任务放在优先地位, 对我长期无规律的长时间工作给予体谅。有一部分文字是 1984 年应 Franz Adlkofer 的邀请为《烟草手册》而写的, 我想对他同意使用这部分早期资料表示感谢。

由于 Tom Osdene 明智的忠告, 菲立浦·莫瑞斯公司慷慨的资助, 使这本专著问世成为现实。在完成这项任务的全过程中 IDEALS 提供了工作地点和设施, 美国农业部——ARS 提供了设备, 还有烟草界的同事们提供了宝贵的文献和参考资料。

著者深深感谢 Larry Burk, Lowell Bush, James Chaplin, Layton Davis, Dale Hill, Dietrich Hoffmann, Joe Kuc, S.D. Kung, Tom Osdene, George Steffens 和朱尊权审阅了书稿, 并提出了宝贵意见; Werner Meudt 修订了几章; Lida Allen 和 Harry Dewey 花费大量劳动搜集和组织必要的文献; Brenda Beam, Frances Broke, Callie Li, Ruth Nash 和 Judy Yeh 为之打字和校订以及 Sandy Henry 的多才多艺的封套设计。最重要的我还想感谢 Bety

Downey 的热心和献身精神加以她优秀的技巧,使我完成这项任务较为容易。

在这篇序言结束之前,我要感激我的两位伟大的老师。C.O. Jensen 和 W.G. Frankenburg 他们曾经教导我以各种智能,在不同的环境下以烟草为工具如何去寻找真理。对现在或将来有机会读到这本书的科学家们,我有一点忠告:烟草的应用仅仅是开始——应予以重视。

左天觉

# 目 录

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 译者的话 .....                          | 1   |
| 序言 .....                            | 3   |
| 第一篇 概述——烟株、烟叶和烟气之间的相互关系 .....       | 1   |
| 第一章 烟株生长、烟叶的可用性和烟气特性之间的相关因素 .....   | 3   |
| 第二篇 历史 .....                        | 27  |
| 第二章 烟草的种植和贸易史 .....                 | 29  |
| 第三篇 植物学 .....                       | 33  |
| 第三章 烟草植株 .....                      | 35  |
| 第四篇 烟草生产 .....                      | 45  |
| 第四章 烟草的生产 .....                     | 47  |
| 第五章 种子和幼苗 .....                     | 53  |
| 第六章 土壤和肥料 .....                     | 60  |
| 第七章 行株距 .....                       | 65  |
| 第八章 大田发育、打顶和抹杈 .....                | 71  |
| 第九章 成熟、收获和调制 .....                  | 79  |
| 第十章 烟叶收获后的管理 .....                  | 92  |
| 第十一章 有害生物及其防治 .....                 | 99  |
| 第十二章 生长的化学控制剂 .....                 | 123 |
| 第五篇 遗传和繁殖 .....                     | 137 |
| 第十三章 烟草的遗传学 .....                   | 139 |
| 第十四章 植物繁殖技术 .....                   | 153 |
| 第六篇 生理和生物化学 .....                   | 171 |
| 第十五章 生长与发育 .....                    | 173 |
| 第十六章 矿物质营养——必需元素 .....              | 199 |
| 第十七章 植物营养——微量元素和重金属 .....           | 222 |
| 第十八章 放射性元素 .....                    | 264 |
| 第十九章 生理失调——无机养分 .....               | 272 |
| 第二十章 生理失调——遗传和环境 .....              | 286 |
| 第二十一章 有机代谢——生物碱 .....               | 306 |
| 第二十二章 有机代谢——烟草蛋白质 .....             | 353 |
| 第二十三章 有机代谢——碳水化合物 .....             | 367 |
| 第二十四章 有机代谢——有机酸类 .....              | 379 |
| 第二十五章 有机代谢——色素和多酚 .....             | 386 |
| 第二十六章 有机代谢——脂肪族化合物、植物甾醇及其他化合物 ..... | 412 |
| 第七篇 烟草的利用 .....                     | 431 |
| 第二十七章 化学性质 .....                    | 433 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第二十八章 烟叶的质量和可用性 .....          | 449 |
| 第二十九章 烟草的利用 .....              | 465 |
| 第八篇 烟草是尖端研究的工具 .....           | 475 |
| 第三十章 烟草是尖端研究的工具——生物工艺学.....    | 477 |
| 第三十一章 烟草作为尖端研究——抗逆境性研究的工具..... | 488 |
| 第九篇 面向未来的烟草生产和改进 .....         | 501 |
| 第三十二章 烟草当前和将来的形势 .....         | 503 |
| 附录 .....                       |     |

# 第一篇 概述

## 烟株、烟叶和烟气之间的相互关系



# 第一章 烟株生长、烟叶的可用性和 烟气特性之间的相关因素

烟草植株、烟叶和烟气所具有的变数都是息息相关的。本章的目的就是要强调一个概念，即烟草自种子发芽一直到最后形成烟气的整个过程中没有任何一步是可以孤立分割的。为了重视这一章，将要把《烟草科学近代进展》中有价值的情报资料总结择要予以叙述，因为它们与最终产品的可用性相关。“可用性”可以解释为消费者可接受的程度加上品质。

这里要讨论三个方面，包括：a. 烟株生长和田间管理；b. 烟叶的成分；c. 涉及烟叶配方与热解产物的烟气特性。了解这些根本性的关系对树立一个烟叶科学技术清晰的概念是至关重要的。烟草生产措施影响烟叶的物理和化学特性，这些特性又决定着烟气产物的性质。

烟草生产包括三个连续的阶段：即田间生长和管理，成熟度和采收及调制。每一阶段都具有同样的重要性。从烟叶可用性的观点来说，田间生长和管理对总变数的作用，其重要性只能占三分之一，烟叶适熟采收要占三分之一，适当的调制占另外的三分之一。这三个阶段中的任何一段的疏忽对烟叶的品质和可用性来说不是完全毁掉，也是严重损失。此外，烟叶出售前的准备工作对其质量也至关重要。

现代技术确保制造的卷烟的性能符合对各项主要烟气的需要，所要求提供的物质基础就是烟叶具备可接受的品质和良好的可用性。历史上，烟草的科研工作由选种开始，而后转向抗病育种，继而扩展到增加单产，改善品质，最后转到可用性。在 40 年代初期植物学家，特别是育种专家和植物病理学家是主要的烟草研究者。到 50 年代化学家开始介入。到 60 年代，特别是 1964 年以后各种专业的科学家都积极参与了对烟草的研究，其主要目标是改进产品的安全性和市场可接受性。在完全不同的范畴里把烟草植株当作典型工具进行生物工艺学，植物育种学，植物生理学，植物病理学和其他一些开拓性的科学研究。致使有关烟草的科学文献发展到平均每周 60 篇或更多些，不过关于烟草生产本身的研究报道近十年来却大大减少了。

自 1972 年《烟草的生理学和生物化学》问世以来，发表的有关烟草科学论文约计 65000 篇。没有必要，也不可能把过去 20 年来的文献全部加以综述。本章“概述”的目的是把一些关键性的情报归纳出来使科学界认识到烟草的价值，它不仅仅是一种作物和商品，更重要的还是科学进步中产生大量知识的一种重要的研究工具。

对每一细节将在下面有关章节内加以详论。本章仅提供少量例证以资说明。

## A. 植株生长和管理

植株的生长和发育决定于遗传因素，环境条件和栽培措施。

1. 遗传因素

通常栽培的烟草——红花烟 (*N. tabacum* L.) 是两个野生种 *N. sylvestris* × *N. tomentosiformis* 或者 *N. octophora* 的杂交后代。许多烟草的主要特性，特别是生物碱和其致香味成分都可以追踪到原生种<sup>〔18〕</sup>。例如研究 SC58 的脂肪酸和生物碱的遗传因素，其遗传关系见表 1.1<sup>〔36〕</sup>。对烟草香味、香气成分的关系，目前对其前身来源可以追踪到其祖先的野生种。降异戊间二烯类的前身是类胡萝卜素、赖百当类、西柏烯类。这些化合物在前面提到的三个野生种中都可以找到<sup>〔10、11、19〕</sup>。

在美国收集有 1500 个遗传因子不同的烟草品系。这些不同的品系在同一地点同样栽培条件下而它们的化学成分和产生的烟气成分有大范围的变异。表 1.2 显示它们在烤烟和白肋烟两种不同栽培条件下产生的差异<sup>〔2〕</sup>。表 1.3 列出烤烟和白肋烟各 5 个栽培品种，它们的 16 种化学成分的平均含量说明遗传因素不同所致的影响。遗传因素对烟叶质量的控制作用是早已被公认的<sup>〔29〕</sup>。不同品种或品系间的茄呢醇 (Solanesol)、甾醇类、脂肪酸类和类脂残留物含量的研究结果<sup>〔2〕</sup> 分别见下列表 1.4、1.5、1.6。以上所引用的结果清楚地证明，遗传因素的不同其化学成分的变异范围很大，这就给人们向所需要的方向发展提供了可利用的机会。

表 1.1 SC58 的遗传因子与脂肪酸和生物碱的相关性

| 遗传因子 | 生物碱(%) | 总脂肪酸 C14~20(mg / g) |
|------|--------|---------------------|
| aabb | 0.23   | 5.35                |
| aaBB | 1.50   | 3.75                |
| AAbb | 2.20   | 4.40                |
| AABB | 4.06   | 4.01                |

表 1.2 不同遗传因素的烟草在烤烟和白肋烟栽培条件下所产生的化学成分的变异  
(1500 个不同引种和栽培种)

| 化 学 成 分                        | 范 围         |
|--------------------------------|-------------|
| 烤烟栽培方式:                        |             |
| 焦油 / 支 (mg) <sup>①</sup> , 计算值 | 15.58~37.59 |
| 还原糖 (%)                        | 0.80~22.20  |
| 总氮 (%)                         | 2.30~ 5.25  |
| 总生物碱 (%)                       | 0.20~ 7.87  |
| 石油醚抽提物 (%)                     | 6.51~15.30  |
| 蜡类 (%)                         | 0.22~ 1.83  |
| 全纤维 (%)                        | 22.04~43.08 |
| 总酚类                            | 0.20~ 5.90  |
| 白肋烟栽培方式:                       |             |
| 硝基以氮计 (%)                      | 0.01~ 1.18  |
| 总氮 (%)                         | 2.15~ 4.85  |
| 总生物碱 (%)                       | 0.02~ 5.69  |
| 总挥发碱 (%)                       | 0.26~ 1.33  |

(续 表 1.2)

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 石油醚抽提物 (%)              | 1.11~ 7.93 |
| 纤维素 (%)                 | 3.44~15.14 |
| P (%)                   | 0.14~ 0.45 |
| K (%)                   | 1.05~ 5.40 |
| Ca (%)                  | 1.35~10.35 |
| 甾醇类 (mg/g) <sup>②</sup> | 1.17~ 4.39 |

①用复回归技术估算的焦油量;

②系 1500 个引种和栽培种中选出 75 个样品的数据。

表 1.3 10 个标准栽培品种的平均化学成分

(在 Reidsville, Ne)

| 化学成分<br>(%)   | 烤 烟         |                |       |              |              | 白 肋 烟      |              |           |           |             |
|---------------|-------------|----------------|-------|--------------|--------------|------------|--------------|-----------|-----------|-------------|
|               | VA.<br>Gold | Botom<br>Spec. | Hicks | Coker<br>139 | Coker<br>140 | VA.<br>B29 | Burley<br>49 | KY.<br>14 | KY.<br>12 | KY.<br>EX42 |
| 灰分            | 10.22       | 11.10          | 10.47 | 10.03        | 10.37        | 15.23      | 14.89        | 14.92     | 13.95     | 14.06       |
| 氯化物           | 0.34        | 0.52           | 0.50  | 0.42         | 0.33         | 0.66       | 0.85         | 0.67      | 0.65      | 0.53        |
| 水溶性灰分的碱度      | 4.2         | 5.4            | 6.0   | 4.9          | 4.2          | 5.9        | 5.8          | 5.4       | 5.7       | 6.0         |
| NO 按 N 计      | 0.088       | 0.092          | 0.099 | 0.085        | 0.080        | 0.111      | 0.112        | 0.108     | 0.092     | 0.120       |
| 水溶性酸          | 4.43        | 4.13           | 4.65  | 3.44         | 3.96         | 4.43       | 4.87         | 4.39      | 4.20      | 4.69        |
| pH 值          | 5.58        | 5.57           | 5.47  | 5.62         | 5.58         | 5.68       | 5.72         | 5.7       | 5.62      | 5.57        |
| $\alpha$ -氨基酸 | 0.36        | 0.41           | 0.30  | 0.30         | 0.38         | 0.71       | 0.70         | 0.69      | 0.66      | 0.74        |
| 总生物碱          | 3.48        | 2.93           | 3.72  | 1.99         | 1.87         | 3.97       | 4.35         | 4.34      | 2.86      | 3.91        |
| 全纤维           | 27.17       | 28.27          | 25.8  | 28.41        | 25.87        | 34.24      | 32.81        | 32.10     | 34.98     | 35.15       |
| 淀粉            | 0.62        | 0.63           | 0.61  | 1.20         | 0.79         | 0.16       | 0.37         | 0.37      | 0.19      | 0.22        |
| 还原糖           | 19.5        | 17.9           | 24.2  | 22.8         | 22.5         | 1.5        | 1.5          | 1.2       | 3.0       | 1.1         |
| 多酚类           | 3.22        | 2.95           | 3.35  | 2.47         | 2.95         | 1.32       | 1.22         | 1.13      | 1.75      | 1.35        |
| 总氮            | 2.57        | 2.07           | 2.12  | 1.71         | 1.97         | 4.05       | 3.08         | 3.13      | 3.30      | 4.19        |
| 蜡类            | 1.37        | 1.09           | 0.98  | 0.93         | 1.01         | 1.11       | 1.35         | 1.16      | 1.14      | 0.76        |
| 石油醚抽提物        | 8.03        | 7.47           | 7.92  | 7.51         | 7.70         | 7.60       | 8.49         | 8.04      | 8.10      | 7.73        |
| 产量            | 3136        | 3265           | 2188  | 3401         | 2590         | 2536       | 2114         | 2561      | 2851      | 2781        |

表 1.4 正常的绿色烤烟栽培品种与其浅黄色变种之间茄呢醇含量的比较

| 品种和变种     | 茄呢醇(%) |
|-----------|--------|
| Va 115    | 1.15   |
| 浅黄色变种     | 0.99   |
| Coker 139 | 1.11   |
| 浅黄色变种平均值  | 1.03   |
| NC 2326   | 1.34   |
| 浅黄色变种平均值  | 1.27   |
| NC95      | 1.30   |
| 浅黄色变种平均值  | 1.19   |

(续 表 1.4)

|                 |      |
|-----------------|------|
| Coker 187-Hicks | 1.21 |
| 浅黄色变种平均值        | 1.03 |
| 各栽培种平均值         | 1.22 |
| 各栽培种的变种平均值      | 1.10 |

注：黄色变种的平均值系选自各品种。

FH 表 1.5 烤烟部分栽培品种的甾醇类和生物碱总含量

| 品种              | 甾醇类(%) | 生物碱总量(%) |
|-----------------|--------|----------|
| Coker 319       | 0.313  | 2.24     |
| VA 115          | 0.263  | 2.60     |
| NC 95           | 0.259  | 2.72     |
| McNair 12       | 0.251  | 2.62     |
| Speight G-7     | 0.248  | 2.64     |
| Hicks Broadleaf | 0.241  | 2.69     |
| NC 2326         | 0.231  | 2.62     |
| McNair 30       | 0.224  | 2.53     |
| Reams 266       | 0.193  | 1.69     |
| Golden Wilt     | 0.172  | 2.75     |
| LSD(0.05)       | 0.020  | 0.21     |
| (0.01)          | 0.027  | 0.29     |

表 1.6 4 个烤烟栽培品种的脂肪酸和类脂残留物

| 品种名称       | 生物碱总量(%) | 脂肪酸(mg / g) | 类脂残留物(mg / g) |
|------------|----------|-------------|---------------|
| SC 58      | 3.58     | 5.7         | 81.6          |
| LN 38      | 0.10     | 7.2         | 81.1          |
| NC 95      | 2.87     | 5.7         | 72.5          |
| Coker 139  | 1.37     | 4.8         | 69.9          |
| LSD (0.05) | 0.28     | 0.5         | 2.2           |
| (0.01)     | 0.40     | 0.7         | 3.2           |

## 2. 烟叶着生部位

尽管在同一棵烟上生长的烟叶，其化学成分分布因着生部位不同而异，且具有一定模式<sup>(27)</sup>。例如总氮和烟碱含量随着部位上升而增多，但还原糖含量则是着生在中部的烟叶较多。如表 1.7，表 1.8 所示。

表 1.7 不同部位烟叶的烟碱平均含量

| 类型      | 着生部位   | 烟碱(%) |
|---------|--------|-------|
| 烤烟      | 下部 1/3 | 1.87  |
| 烤烟      | 中部 1/3 | 2.65  |
| 烤烟      | 上部 1/3 | 3.26  |
| 白肋烟     | 下部 1/3 | 2.14  |
| 白肋烟     | 中部 1/3 | 3.00  |
| 白肋烟     | 上部 1/3 | 3.65  |
| 东方烟     | 混合的    | 0.95  |
| 烟梗—烟草薄片 | 混合的    | 0.85  |

表 1.8 典型烤烟不同部位烟叶的化学成分

| 采收次数 | 总氮(%) | 氨基氮(%) | 烟碱(%) | 还原糖(%) | 水溶性灰分 * | pH   |
|------|-------|--------|-------|--------|---------|------|
| 7    | 2.31  | 0.262  | 3.89  | 9.8    | 5.15    | 5.07 |
| 6    | 2.21  | 0.168  | 3.35  | 15.5   | 4.97    | 5.10 |
| 5    | 1.78  | 0.102  | 2.47  | 20.3   | 4.21    | 5.16 |
| 4    | 1.55  | 0.084  | 1.82  | 22.7   | 3.75    | 5.22 |
| 3    | 1.48  | 0.092  | 1.53  | 20.6   | 3.42    | 5.30 |
| 2    | 1.69  | 0.134  | 1.40  | 16.3   | 3.42    | 5.35 |
| 1    | 1.77  | 0.184  | 1.28  | 10.6   | 3.47    | 5.52 |
| 加权平均 | 1.77  | 0.124  | 2.15  | 18.3   | 3.85    | 5.25 |

\* 中和 1g 烟草所需 0.1N NaOH 的 ml 数。

### 3. 植株密度和留叶数<sup>[38]</sup>

在给定的面积里增多烟叶总数将使烟叶的含氮量和生物碱量降低，或称之为稀释作用，如表 1.9、表 1.10 和表 1.11 所示。不过对于还原糖的含量并无显著影响，如表 1.12 所示。

表 1.9 烟 叶 数

| 每 英 亩 植 烟 数 | 每 株 留 叶 数 |        |        |
|-------------|-----------|--------|--------|
|             | 12        | 16     | 20     |
| 每 英 亩 烟 叶 数 |           |        |        |
| 4800        | 57600     | 76800  | 96000  |
| 6400        | 76800     | 102400 | 128000 |
| 8000        | 96000     | 128000 | 160000 |

1 英亩 = 6.0703 市亩 = 40.469 公亩——编注。

表 1.10 烟叶数和总氮量

| 每 英 亩 植 烟 数 | 每 株 留 叶 数 |      |      | 平均值  |
|-------------|-----------|------|------|------|
|             | 12        | 16   | 20   |      |
|             | 总 氮(%)    |      |      |      |
| 4800        | 2.16      | 2.12 | 1.86 | 2.05 |
| 6400        | 2.06      | 1.82 | 1.82 | 1.90 |
| 8000        | 1.96      | 2.11 | 1.75 | 1.94 |
| 平 均         | 2.06      | 2.02 | 1.81 |      |

表 1.11 烟叶数和生物碱

| 每 英 亩 植 烟 数 | 每 株 留 叶 数  |      |      | 平均   |
|-------------|------------|------|------|------|
|             | 12         | 16   | 20   |      |
|             | 总 生 物 碱(%) |      |      |      |
| 4800        | 3.10       | 2.59 | 1.88 | 2.51 |
| 6400        | 2.66       | 2.19 | 1.72 | 2.19 |
| 8000        | 2.38       | 2.16 | 1.60 | 2.04 |
| 平 均         | 2.71       | 2.30 | 1.72 |      |

表 1.12 烟叶数和还原糖

| 每 英 亩 植 烟 数 | 每 株 留 叶 数 |      |      | 平均   |
|-------------|-----------|------|------|------|
|             | 12        | 16   | 20   |      |
|             | 还 原 糖(%)  |      |      |      |
| 4800        | 16.2      | 18.4 | 21.0 | 18.6 |
| 6400        | 17.9      | 21.5 | 21.0 | 20.1 |
| 8000        | 19.9      | 20.0 | 22.6 | 20.8 |
| 平 均         | 18.0      | 20.0 | 21.6 |      |

尽管改变行距、每亩株数、每株留叶数，只要调整到每英亩的留叶总数为 120000 片，那么烟叶的总氮、生物碱和还原糖含量处于同一水平，其结果如表 1.13 所示。

表 1.13 每英亩留 120000 片烟叶时总氮、总生物碱和还原糖含量

| 行距(英寸) | 每英亩株数×每株留叶数  |             |             |             | 平均   |
|--------|--------------|-------------|-------------|-------------|------|
|        | 10000<br>×12 | 8000<br>×15 | 6667<br>×18 | 5714<br>×21 |      |
|        | 总氮(%)        |             |             |             |      |
| 42     | 2.12         | 2.10        | 2.12        | 2.11        | 2.11 |
| 48     | 2.11         | 2.10        | 2.08        | 2.11        | 2.10 |
| 54     | 2.12         | 2.06        | 2.08        | 2.10        | 2.09 |
| 平 均    | 2.12         | 2.09        | 2.09        | 2.11        |      |