

驳枝对早花烟草成熟期间叶中叶绿素含量、硝酸还原酶和淀粉酶活性的影响

张金霖¹ 陈建军^{1,*} 吕永华² 陈永明³ 邓世媛¹

¹华南农业大学烟草研究室, 广州 510642; ²广东省烟叶生产购销公司, 广州 510610; ³广东省烟草南雄科学研究所, 广东南雄512400

提要 对早花烟草驳枝后, 其成熟期间中部和上部叶中叶绿素(Chl)含量和硝酸还原酶(NR)活性下降, 下部叶则增高, 成熟后期的上部叶中淀粉酶(AM)活性明显增强。经驳枝的烟草, 中、上部叶烘烤后叶中淀粉、氮和烟碱含量下降, 下部叶中的淀粉含量无明显变化。

关键词 烤烟早花; 驳枝; 叶绿素; 硝酸还原酶; 淀粉酶

Effects of Branching-after-topping on Chlorophyll Content and Nitrate Reductase and Amylase Activities of Early-flowering Tobacco Leaves during Ripening Period

ZHANG Jin-Lin¹, CHEN Jian-Jun^{1,*}, LÜ Yong-Hua², CHEN Yong-Ming³, DENG Shi-Yuan¹

¹Tobacco Laboratory, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; ²Guangdong Tobacco Leaf Production and Purchase-sale Corporation, Guangzhou 510610, China; ³Nanxiong Institute of Science of Guangdong Tobacco Leaf Production and Purchase-sale Corporation, Nanxiong, Guangdong 512400, China

Abstract The early-flowering tobacco was treated with branching-after-topping. The results showed that the chlorophyll (Chl) content and nitrate reductase (NR) activity in upper and middle leaves decreased, amylase (AM) activity at later ripening period increased; NR activity in lower leaves decreased. After branching-after-topping starch, N and nicotine contents decreased in upper and middle leaves, starch content was not affected in lower leaves.

Key words early-flowering tobacco; branching-after-topping; chlorophyll; nitrate reductase; amylase

烟草早花是指烟草植株还未达到正常生长应有的高度和叶数就现蕾开花的现象。发生早花的烟株, 由于过早地从营养生长期进入生殖生长期, 因而植株矮小, 叶数减少, 有效叶数仅有10~14片或更少(正常的烟株打顶后有18~22片有效叶), 产量和品质明显降低, 常给生产带来很大的损失。已有的研究认为, 环境胁迫造成烟株碳氮代谢的不协调可能是早花的原因(Rideout等1992; Hume等1995)。另外, 碳氮代谢强度和协调性对烟叶品质的形成也很重要(Ratnavathi和Nageswara 1992; 张新要等2004, 2005; 史宏志等1999; 叶协锋等2004)。在生产中, 烟株早花出现时, 应立即将其花序摘除, 在主茎上端保留1个腋芽培育烟杈以增加烟株上的留叶数, 这种技术称为驳枝。驳枝作为烟株早花后最基本和

最重要的一项补救措施, 其对烟草品质形成的影响很少报道。本文探讨烟株的驳枝留叶数对烟草(*Nicotiana tabacum* L.)成熟期间叶绿素(chlorophyll, Chl)含量、硝酸还原酶(nitrate reductase, NR)和淀粉酶(amylase, AM)活性以及烘烤后烟叶中化学成分的影响。

材料与amp;方法

试验材料为烟草(*Nicotiana tabacum* L.)品种‘K326’, 试验于2005年在广东烟草南雄科学研究所试验田进行。前茬为水稻。试验地土质为由紫

收稿 2006-06-28 修定 2006-11-16

资助 广东省烟草专卖局(公司)项目(粤烟科字200403)。

*通讯作者(E-mail: chenjianjun@scau.edu.cn, Tel: 020-85280202)。

色砂页岩发育而成的紫色土, 土壤 pH 7.40, 有机质 1.50%, 全氮 0.095%, 全磷 0.056%, 全钾 2.59%, 碱解氮 $84 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效磷 $6.7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效钾 $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。2月28日移栽, 烟株早花后于4月25日第1次打顶。

试验处理有: (1) 对照, 打顶不驳枝, 主茎留叶 15 片; (2) 主茎留叶 14 片, 驳枝留叶 6 片 (驳枝 6); (3) 主茎留叶 12 片, 驳枝留叶 8 片 (驳枝 8)。随机区组设计, 重复 3 次。其它管理措施按当地优质烤烟规范化生产进行。打顶后每 2 d 定点定位 (自下而上第 3、11、15 片叶代表下、中、上 3 个部位) 测定叶片长度, 以叶片长度恒定作为进入成熟期的起点, 开始取样测定。上午 9 时取样, 叶片用去离子水洗净, 棉布拭干, 去除主脉, 叶片用于酶活性和叶绿素含量测定, 共 6 次, 每周 1 次。第 5 次为工艺成熟期; 各部位烟叶成熟后用三段式烤烟法进行烘烤, 烤后烟叶放在 80°C 烘干下至恒重过 40 目筛作品质分析。

NR 活性测定用活体法 (邹琦 2000), AM 活性测定用 3, 5-二硝基水杨酸比色法 (邹琦 2000), 淀粉测定用蒽酮比色法 (邹琦 2000), Ch1 测定用乙醇丙酮法 (邹琦 2000), 烟碱测定用紫外分光光度法 (王瑞新 1994), 氮含量用凯氏自动定氮仪 (瑞士 FOSS 公司产) 测定。

实验结果

1 驳枝对Ch1含量的影响

表1显示: (1) 打顶后下部叶 Ch1 含量即下降, 但驳枝处理一直高于未驳枝的 (叶长度恒定后第 3 周时除外)。(2) 叶长度恒定后 1~2 周中部叶的 Ch1 含量稍有上升, 而后一直下降。工艺成熟期以前

未驳枝的高于驳枝的, 驳枝 6 稍高于驳枝 8; 至工艺成熟期时, 三者的差别逐渐趋于不明显。工艺成熟期后 1 周, 未驳枝的低于驳枝的, 这可能是未驳枝的上部叶过于肥大对中部叶遮荫造成的。(3) 上部叶的叶长度恒定时 Ch1 含量即下降。在各时期的 Ch1 含量表现为: 未驳枝的 > 驳枝 6 > 驳枝 8, 未驳枝的在工艺成熟时仍处于较高水平, 显示其光合作用旺盛, 从而延迟了上部叶的成熟。(4) 工艺成熟期的下部叶中 Ch1 含量 $> 0.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW), 中部叶中叶绿素含量约为 $0.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW), 上部叶中叶绿素含量 $< 0.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW), 这说明 $0.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW) 的叶绿素可能是烟叶采收的标准, 而且下部叶应在未完全成熟时采收, 中部叶应在适熟时采收, 上部叶应在过熟时采收。

2 驳枝对NR活性影响

图 1 表明: (1) 总体上看, 进入成熟期后下部叶和上部叶中 NR 活性都下降, 中部叶片从叶长度恒定后 3 周也开始呈现出相似的规律, 表明氮素同化代谢在成熟期减弱。(2) 下部叶中 NR 活性急剧下降 (2 周内平均下降 40%)。其中, 未驳枝的下降最快, 且一直低于驳枝的, 驳枝 6 又高于驳枝 8。(3) 中部叶中 NR 活性在叶长度恒定后迅速上升 (平均上升 43%), 较高活性保持约 1 周, 而后快速下降。未驳枝的 NR 活性高于驳枝的, 前期 (叶长度恒定后 1~3 周) 明显, 后期 (叶长度恒定后 3~5 周) 不明显。驳枝 8 和驳枝 6 无明显差别。(4) 上部叶中 NR 活性缓慢下降, 驳枝的低于未驳枝的; 前期 (叶长度恒定后 1~3 周) 驳枝 8 高于驳枝 6, 工艺成熟期前 1 周的驳枝 8 低于驳枝 6。成熟期驳枝的上部叶中 NR 活性明显下降; 驳枝留叶数增加的上部叶中 NR 活性下降增快。

表1 驳枝对各部位叶中Ch1含量影响

Table 1 Effect of branching-after-topping on Ch1 content in tobacco leaves

叶长度恒定 后时间 / 周	下部叶Ch1含量/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW)			中部叶Ch1含量/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW)			上部叶Ch1含量/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ (FW)		
	对照	驳枝6	驳枝8	对照	驳枝6	驳枝8	对照	驳枝6	驳枝8
1	1.52	1.54	1.67	1.72	1.56	1.46	2.07	1.90	1.72
2	1.22	1.24	1.31	1.76	1.57	1.51	1.91	1.67	0.54
3	0.95	0.85	0.95	1.31	1.18	1.14	1.19	1.03	0.87
4	0.79	0.84	0.92	1.05	0.97	0.93	0.85	0.62	0.56
5	0.55	0.56	0.67	0.51	0.53	0.50	0.44	0.21	0.20
6	0.36	0.53	0.34	0.34	0.45	0.43	0.28	0.20	0.18

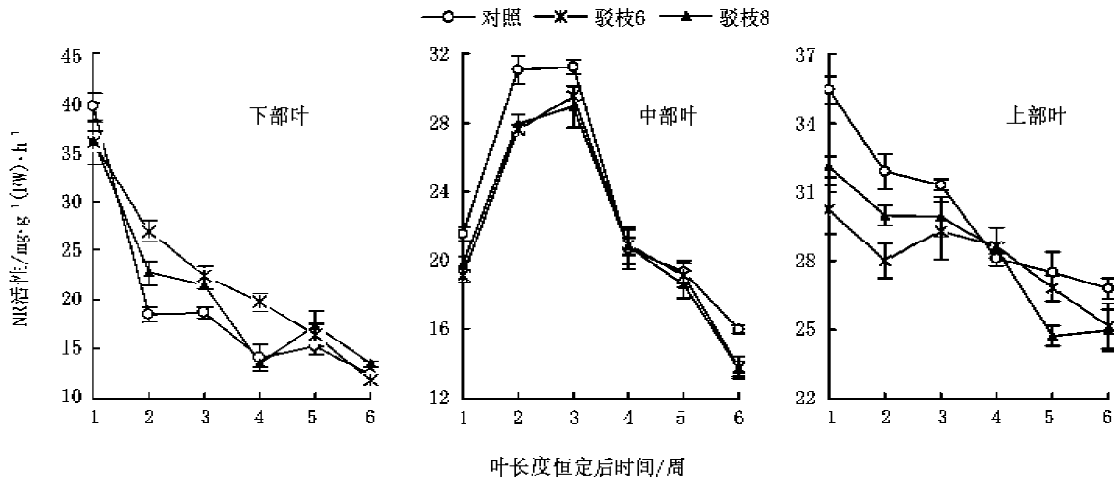


图1 驳枝对各部位叶中NR活性的影响

Fig. 1 Effect of branching-after-topping on NR activities in tobacco leaves

3 驳枝对 AM 活性的影响

淀粉作为细胞内容物之一可维持细胞的正常膨压, 其在 AM 的作用下水解为水溶性糖时即会引起细胞内的膨压下降, 叶片在形态上表现为茎叶夹角增大、叶片由脆硬变为质软而宜于烘烤。因此, 成熟期间较高的 AM 活性有利于淀粉分解和优质烟叶的形成。

图 2 显示, (1) 中部叶中 AM 活性大体上呈上升趋势, 成熟后期(叶长度恒定后 3~5 周)的下部叶和成熟前期(叶长度恒定后 1~3 周)的上部叶中 AM 活性也提高, 说明成熟期的淀粉代谢得到加强而且主要是分解代谢。(2) 下部叶中 AM 活性在前两

周先上升后下降, 变化幅度大; 而后缓慢上升, 驳枝 8 高于驳枝 6, 驳枝 6 和未驳枝的无显著差异。(3) 中部叶中 AM 活性成阶梯状上升, 在叶长度恒定后 2~4 周, 未驳枝的高于驳枝的; 工艺成熟期前后一周, 驳枝 8 高于未驳枝的和驳枝 6。(4) 成熟期间上部叶中 AM 活性呈单峰曲线, 未驳枝的 AM 活性在叶长度恒定后 1~3 周较高, 峰值出现比较枝的早 1 周, 而后迅速下降; 驳枝的峰值出现后下降慢, 叶长度恒定后 4~6 周末驳枝的低于驳枝 8 ($P < 0.01$) 和驳枝 6 ($P < 0.05$) 的。

4 驳枝对烤后烟叶化学成分的影响

烘烤后烟叶的化学成分是反应烟叶质量的一

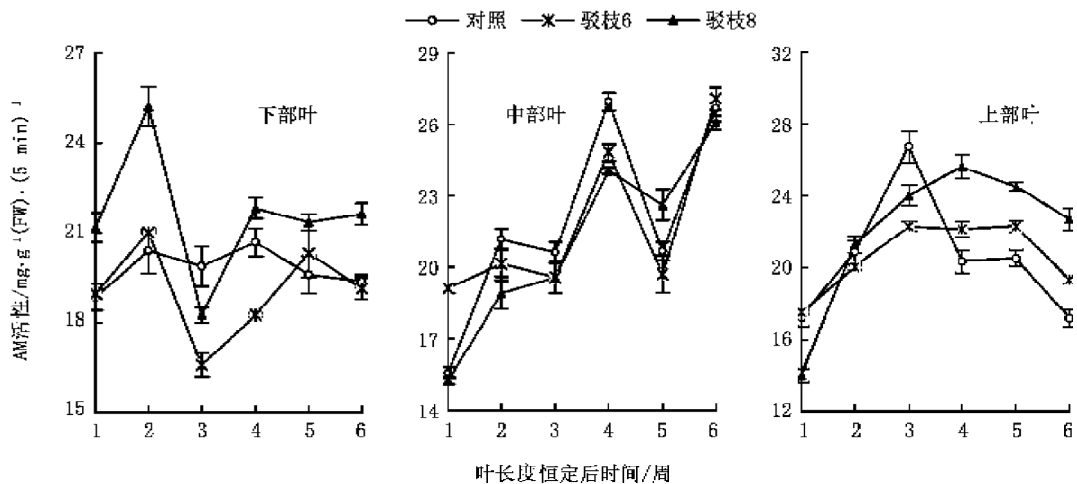


图2 驳枝对各部位叶中AM活性的影响

Fig. 2 Effect of branching-after-topping on amylase activities in tobacco leaves

一个重要方面(韩锦峰等 1996)。叶片中淀粉较多时, 燃烧时会产生焦糊气味; 烟碱含量过高, 刺激性强, 安全性降低。图 3 显示, 驳枝对下部叶中氮和淀粉含量无明显影响, 只是烟碱含量下降($P < 0.05$)。随着驳枝上留叶数的增多, 中部叶和上部叶中氮、烟碱和淀粉含量呈下降趋势, 上

部叶下降幅度相对较大。

讨 论

烟株上部叶中淀粉和烟碱含量高一直困扰着烟草生产业(陈顺辉等 2001; Karaivazoglou 等 2005)。同时, 下部叶片小而薄、内含物少也是

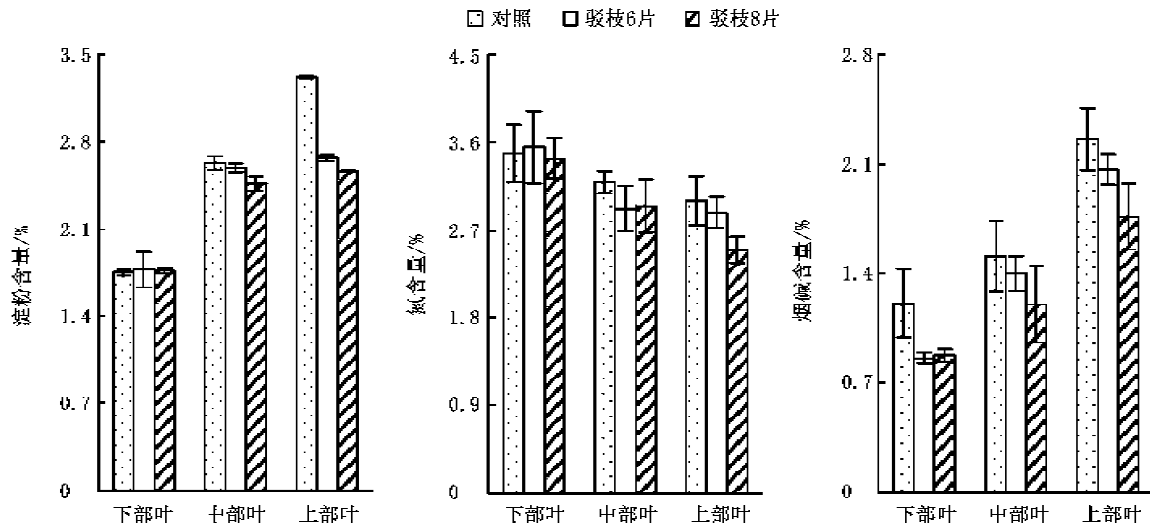


图3 驳枝对烟株叶中化学成分影响

Fig. 3 Effect of branching-after-topping on chemical components in tobacco leaves

一个问题。本文的研究结果表明, 驳枝对烟叶品质的形成是有益的, 可以降低中、上部叶中淀粉、烟碱和全氮的含量(图 3), 随着驳枝上保留叶数的增多和叶片着生部位的提高, 其作用加强。另从大田烟株的表现看, 驳枝的上部叶叶面积不降低(资料未列出), Ch1 可及时分解(表 1), 这样可有效避免其不能正常落黄而造成调制后烟叶的青杂气味。相反, 打顶不驳枝的上部叶片则过于肥厚, 其对下部叶片的遮荫过重, 以致下部叶片过早和过度消耗碳水化合物, 甚至变黄腐烂。因此, 从烟叶工业可用性角度来说, 我们认为驳枝 8 片可在烟草栽培中推广。

烟株叶片中 NR 和 AM 与烤烟品质形成有密切关系。一般认为, 在叶片成熟过程中 NR 活性变化呈单峰曲线, 但 AM 活性变化的报道并不一致(韩锦峰等 1996; 叶协锋等 2004; 张新要等 2004, 2005; 刘国顺等 2005)。从本文中驳枝对 NR 和 AM 的影响来说, 成熟期间 NR 活性下降(图 1),

AM 活性总体上都有一个上升阶段(图 2), 这暗示烟株对氮吸收减弱, 从而可能会减弱氮代谢, 而增强淀粉的分解。驳枝并不改变 NR 和 AM 活性的变化趋势, 但可提高成熟期间中部叶片和上部叶片中的 AM 活性, 削弱 NR 活性, 这表明驳枝可增强成熟期间中、上部位叶片中淀粉的分解, 而削弱其同化氮素的能力, 从而减少其淀粉、氮素和烟碱的积累。

另外, 在成熟期间驳枝烟株下部叶的 NR 活性较未驳枝的高, 而烘烤后烟叶中氮含量则比未驳枝的低, 据此推测下部叶中氮素主要是在打顶前的生长期同化的。还有一个值得注意的现象是, 下部叶片中氮含量较上部叶片中高, 而其烟碱含量却显著低于上部叶。这一结果与普遍认为的烟叶氮含量与烟碱含量呈正相关的观点(Krishna 等 2003)不同。烟碱是在根部合成的, 而后通过木质部向地上部叶和其他器官中运输。这说明根中合成的烟碱优先分配到上部叶中, 上部叶中氮

素较多来源于根中合成的烟碱而非叶片中NR对硝态氮的还原之果。至于为什么驳枝后上部叶中烟碱含量降低, 我们认为可能是因为驳枝造成木质部连续性受损, 从而阻碍了烟碱向上运输, 以致烟碱库和烟碱源之间的通道受阻, 最终影响根系烟碱的合成, 其中具体机制尚待探讨。

参考文献

- 陈顺辉, 黄一兰, 巫升鑫(2001). 我国烤烟生产发展几个问题的探讨. 中国烟草科学, (3): 34~37
- 韩锦峰, 史宏志, 官春云, 杨素琴, 薛超群, 谢德平, 王廷选, 付庆跃(1996). 不同施氮水平和氮素来源烟叶碳氮比及其与碳氮代谢的关系. 中国烟草学报, (1): 19~25
- 刘国顺, 李珊珊, 位辉琴, 杨兴有, 秦菲(2005). 不同浓度氯营养液对烤烟叶片生理特性的影响. 华北农学报, 20 (2): 72~75
- 史宏志, 韩锦峰, 赵鹏, 杨春英(1999). 不同氮量与氮源下烤烟淀粉酶和转化酶活性动态变化. 中国烟草科学, (3): 5~8
- 王瑞新(1994). 烟草化学品质分析法. 郑州: 河南科技出版社
- 叶协锋, 刘国顺, 郭战伟, 李雪利, 司辉, 王红锋(2004). 不同钾肥施用量对烤烟生长过程中几种酶活性的影响. 华北农学报, 19 (3): 88~91
- 张新要, 李天福, 刘卫群(2004). 配施饼肥对烤烟叶片含氮化合物代谢及酶活性的影响. 中国烟草科学, (3): 31~34
- 张新要, 刘卫群, 易建华, 李天福, 陈良存, 周文辉(2005). 红壤、水稻土上不同氮素形态对比对烤烟碳氮代谢关键酶活性的影响. 云南农业大学学报, 20 (2): 225~230
- 邹琦(2000). 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业出版社
- Hume L, Devine MD, Shirriff S (1995). The influence of temperature upon physiological processes in early flowering and late flowering strains of *Thlasparvense*. *Int Plant Sci*, 156 (4): 445~449
- Karaivazoglou NA, Papakosta DK, Divanidis S (2005). Effect of chloride in irrigation water and form of nitrogen fertilizer on flue-cured tobacco. *Field Crops Res*, (92): 61~74
- Krishna RSV, Kasturi KS, Presad RJAV (2003). Effect of nitrogen and level and time of topping on productivity and quality of FCV tobacco variety K326 (NLS4) grown in irrigated alfisols of Andhra Pradesh. *Tobacco Res*, 29 (2): 148~154
- Ratnavathi CV, Nageswara RK (1992). Nitrate reductase of tobacco in relation to age and nitrogen fertilization. *Tobacco Res*, 18 (1&2): 120~124
- Rideout JW, Raper jr CD, Miner GA (1992). Changes in ratio of soluble sugars and free aminotrogen in the apical meristem during floral transition of tobacco. *Int Plant Sci*, 153 (1): 78~88