

# 旺长期干旱胁迫对白肋烟烟碱向降烟碱转化的影响

蔡联合<sup>1,2</sup>, 杨 军<sup>1</sup>, 尹启生<sup>1</sup>, 李玉娥<sup>1</sup>

1 中国烟草总公司郑州烟草研究院, 农业研究室, 郑州高新技术产业开发区枫杨街2号 450001;

2 广西中烟工业公司, 技术中心, 广西区柳州市学苑路9号 540005

**摘要:**通过控制旺长后期土壤水分含量,以研究干旱胁迫对白肋烟中烟碱向降烟碱转化的影响。结果表明,在晾制过程中,不同程度干旱处理导致 B37 高转化株烟碱转化率的变化存在差异,随烟叶着生叶位的升高烟碱转化率快速增长阶段向后延迟,B37 非转化株烟碱转化率整体均维持在较低水平,处理间差异不明显。轻度干旱有利于降低高转化株的降烟碱含量和烟叶(包括转化株与非转化株)的烟碱转化率,提高非转化株烟碱转化性状的稳定性。

**关键词:**白肋烟;干旱;烟碱转化率;转化株;非转化株

doi: 10.3969/j.issn.1004-5708.2009.03.013

中图分类号: S572.01 文献标识码: A 文章编号: 1004-5708(2009)03-0063-04

## Effect of drought stress on burley tobacco's nicotine conversion in fast growing period

CAI Lian-he<sup>1,2</sup>, YANG Jun<sup>1</sup>, YIN Qi-sheng<sup>1</sup>, LI Yu-er<sup>1</sup>

1 Zhengzhou Tobacco Research Institute of CNTC, Zhengzhou 450001, China;

2 Technology Center of Guangxi Cigarette Factory, China Tobacco Guangxi Industrial Corporation, Liuzhou 530001, China

**Abstract:** Effect of drought stress on burley tobacco's nicotine conversion was studied by controlling soil water content in fast growing period. Results showed that nicotine conversion in B37 converters was changing dissimilarly in different drought stress treatment, and the fast increasing phase of the percent of nicotine conversion (PNC) delayed when the leaf position ascended in air-curing stage. Nicotine conversion in B37's non-converters maintained at lower level and there was no distinct difference in all treatments. Moderate drought may help to decrease converter's nicotine content and tobacco leaves' (containing converter and non-converter) nicotine conversion, and hence increase the stability of nicotine conversion of non-converters.

**Key words:** burley tobacco; drought stress; percent of nicotine conversion; converter; non-converter

白肋烟是混合型卷烟的重要原料,在我国湖北、四川、重庆、云南等地均有种植。有研究表明,国内白肋烟生产中存在较为严重的烟碱转化问题,其中白肋烟主栽品种鄂烟1号(2003年)和鄂烟3号(2004年)总转化株的比例分别达到43.4%和44.2%<sup>[1]</sup>。降烟碱是仲胺类生物碱,与叔胺类生物碱烟碱相比,具有较大的不稳定性,很容易发生氧化、酰化和亚硝化反应,生成麦斯明、酰化降烟碱和N-亚硝基降烟(NNN),这些物质的生成严重影响着卷烟质量和吸食的安全性<sup>[2-3]</sup>。

水分是烟叶生产过程中的关键影响因子,其含量

丰缺将直接影响烟株的生长发育和烟叶的产质量<sup>[4-5]</sup>。在白肋烟种植过程中,土壤相对含水量的高低对烟株烟碱含量有重要影响<sup>[6]</sup>,烟碱是形成降烟碱的主要前体物,其含量高低对烟叶中降烟碱含量和烟碱转化率的变化具有一定影响。有研究认为,当烟碱基础含量超过2%时,转化株烟碱转化不完全,且随烟碱含量的升高烟碱转化率几乎呈线性下降趋势<sup>[7]</sup>。到目前为止,国内外关于土壤水分含量对白肋烟中烟碱转化率及降烟碱含量的影响还未见报道,本研究通过控制旺长中、后期土壤水分含量,以揭示旺长期干旱胁迫对白肋烟烟碱向降烟碱转化的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验选用经过3代连续挑选的B37高转化株(白花)和非转化株(红花)为材料。B37高转化株(白花)

作者简介:蔡联合,男,硕士,主要从事烟叶基地管理工作。

Tel: 0772-3161133, E-mail: Cailianhe12@163.com

基金项目:国家烟草专卖局资助项目[110200401013]烟碱转化及生物碱优化技术研究的内容之一。

收稿日期:2008-03-10

是从常规 B37 中分离出来的花色突变体,试验材料由中国烟草白肋烟试验站提供。试验采用盆栽,在郑州烟草研究院温室中进行,每盆装土 15Kg,以  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  5.2g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  7.9g 和  $\text{K}_2\text{SO}_4$  2.9g 做为肥料,一次性施入土壤。

### 1.2 试验设计

每个试验材料种植 90 株,在旺长中期(移栽后 40 天)用称重法控制土壤水分含量,共设置 3 个水分含量梯度,分别为严重干旱(土壤相对含水量为最大田间持水量的 40%)、轻度干旱(土壤相对含水量为最大田间持水量的 60%)和适宜水分(土壤相对含水量为最大田间持水量的 80%),土壤的最大田间持水量为 30.6%,烟株经过 20 d 控水后,恢复正常供水。

烟株成熟后采用整株砍收。在采收当天及晾制的前 3 周,每 7 天取一次样,同一处理每次取样 4 株,分别取 6、11 和 18 叶位烟叶;烟叶经 105℃ 杀青,60℃ 烘干后,用于烟碱、降烟碱含量测定。烟株晾制结束后,取 12 叶位烟叶,测定烟碱、降烟碱含量。

### 1.3 检测方法

烟叶经 60℃ 烘干后粉碎,每个样品称取 100 mg,加入 5 mL 三氯甲烷和 0.5 mL 2 mol/L 的 NaOH 溶液,振荡萃取 2h 后,过滤、测定烟碱、降烟碱含量。烟碱和降烟碱的测定采用 Agilent-6890N 气相色谱进行,检测器为 FID,具体操作和参数设定按 Burton 等<sup>[8]</sup>的方法进行,烟碱转化程度用烟碱转化率表示,即降烟碱含量占烟碱和降烟碱含量之和的百分比,可由下式计算得出:

$$\text{烟碱转化率}(\%) = \frac{\text{降烟碱含量}}{\text{烟碱含量} - \text{降烟碱含量}} \times 100$$

根据烟碱转化率的大小将烟株分为非转化株(烟碱转化率小于 5%)、低转化株(烟碱转化率 5% ~ 20%)和高转化株(烟碱转化率大于 20%)<sup>[9]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 干旱胁迫处理对晾制过程中烟碱转化率变化趋势的影响

白肋烟烟碱向降烟碱转化主要发生在晾制前期的变黄阶段,烟碱转化率和降烟碱含量在变黄末期可达最大值<sup>[9]</sup>。由表 1 可知,第 1 周晾制结束后,3 种水分处理条件下 B37 转化株下部叶的烟碱转化率均有较大幅度增加,其中以 80% 水分处理的增加最多;第 2 周晾制结束后,80%、40% 水分处理烟叶烟碱转化率的增加幅度较小,分别增加 6.74 和 1.62 百分点,此阶段 60% 水分处理烟叶的烟碱转化率仍迅速增长,增长量

为 18.34 百分点;晾制 3 周后,60%、40% 水分处理烟叶的烟碱转化率出现小幅度下降,2 种干旱处理烟叶的烟碱转化率不存在明显差异,而 80% 水分处理烟叶的烟碱转化率仍有少量增加,达最大值(65.34%)。晾制过程中,B37 非转化株烟叶的烟碱转化能力较弱,3 种水分处理下部叶的烟碱转化率均维持在较低水平,相互间差异不明显。

表 1 干旱处理对晾制过程 B37 下部叶烟碱转化率变化的影响 (%)

材料	干旱处理	1 d	7 d	14 d	21d
高转化株	80%	8.60	53.23	59.97	65.34
	60%	7.03	29.24	47.58	43.90
	40%	10.42	47.94	49.56	42.81
非转化株	80%	3.83	4.96	4.47	3.18
	60%	2.13	3.10	2.31	2.78
	40%	3.51	4.12	5.55	3.29

晾制 1 周后,3 种水分处理条件下 B37 转化株中部叶的烟碱转化率增加幅度均小于下部叶,相比较而言 40% 水分处理增加最大,达 26.83 百分点(见表 2);晾制 2 周后,60%、80% 水分处理烟叶烟碱转化率的增加幅度较大,分别提高 26.22 和 41.48 百分点,40% 水分处理烟叶烟碱转化率的增加幅度与第 1 周相比有所减少,在第 2 周晾制结束后,80% 水分处理烟叶烟碱转化率基本保持不变,其余 2 处理的仍有不同程度增加,在此期间,80% 水分处理烟叶的烟碱转化率最大(68.15%)、40% 水分处理的次之(58.5%)、60% 水分处理烟叶的烟碱转化率最小(50.57%)。在所检测的晾制过程中,B37 非转化株中部叶烟碱转化率的变化和下部叶类似,整体均维持在较低水平。

表 2 干旱处理对晾制过程 B37 中部叶烟碱转化率变化的影响 (%)

材料	干旱处理	1 d	7 d	14 d	21d
高转化株	80%	4.74	26.54	68.02	68.15
	60%	4.86	12.82	39.04	50.57
	40%	4.23	31.06	38.80	58.50
非转化株	80%	4.25	7.02	5.11	4.32
	60%	3.04	3.11	1.40	2.55
	40%	2.58	2.88	3.76	3.54

晾制 2 周后,3 种水分处理 B37 转化株上部叶的烟碱转化率增加幅度均较小,80%、60%、40% 水分处理烟叶的烟碱转化率分别为 21.95%、15.45% 和 20.95%(见表 3)。晾制第 3 周,3 种水分处理烟叶烟

碱转化率均有较大幅度的增加,其中 80% 水分处理烟叶的烟碱转化率增加最多,达 56.10 百分点。在晾制的前 3 周,3 种水分处理 B37 非转化株烟叶烟碱转化率的变化和中、下部烟叶类似,整体均维持在较低水平,相互间差异不明显。

表 3 干旱处理对晾制过程 B37 上部叶烟碱转化率变化的影响 (%)

材料	干旱处理	1 d	7 d	14 d	21d
高转化株	80%	3.70	14.66	21.95	78.05
	60%	5.37	12.23	15.45	43.64
	40%	3.42	18.39	20.95	67.64
非转化株	80%	4.21	6.19	5.13	3.42
	60%	4.34	2.88	4.10	3.43
	40%	3.00	2.89	3.00	3.29

综上,受土壤水分含量的影响,晾制过程中不同水分处理导致 B37 转化株烟碱转化率的变化存在一定差异,但晾制 3 周后三叶位均以 80% 水分处理烟叶的烟碱转化率最高。此外,比较晾制过程中不同叶位烟碱转化率的变化,可以发现随叶位的升高,不同水分处理烟叶烟碱转化率快速增加阶段均向后延迟。

## 2.2 干旱胁迫对 B37 烟碱、降烟碱含量及烟碱转化率的影响

晾制结束后,供试烟株均取 12 叶位的烟叶检测其烟碱转化率,结果见表 4、表 5。由表 4 可知,不同水分处理下 B37 转化株的烟碱、生物碱(烟碱 + 降烟碱)含量不存在显著性差异。60% 水分处理与其它 2 处理相比烟叶的降烟碱含量和烟碱转化率显著降低,其中烟碱转化率的差异达到极显著水平。因此,轻度干旱有利于降低 B37 转化株烟叶的降烟碱含量和烟碱转化率。

随干旱处理程度的增强,B37 非转化株的烟碱、生物碱(烟碱 + 降烟碱)含量显著增加,60%、40% 水分处理与 80% 水分处理相比,差异均达到极显著水平。3 种水分处理下非转化株烟叶的降烟碱含量均维持在较低水平,处理间不存在显著性差异。干旱处理后烟叶

的烟碱转化率显著性降低,60% 与 40% 水分处理相比不存在显著性差异。

表 4 干旱胁迫对 B37 转化株烟碱、降烟碱含量及烟碱转化率的影响 (%)

水分处理	烟碱	降烟碱	烟碱 + 降烟碱	烟碱转化率
80% 水分处理	0.55a	1.12a A	1.67a	70.87a A
60% 水分处理	0.65a	0.92b A	1.56a	59.91b B
40% 水分处理	0.48a	1.10a A	1.59a	72.08a A

注:差异显著性检验采用 LSD 检测,小写、大写字母分别表示  $\alpha = 0.05$  和  $\alpha = 0.01$  显著水平。

表 5 干旱胁迫对 B37 非转化株烟碱、降烟碱含量及烟碱转化率的影响 (%)

水分处理	烟碱	降烟碱	烟碱 + 降烟碱	烟碱转化率
80% 水分处理	1.05a A	0.08a	1.13a A	8.11a A
60% 水分处理	1.64b B	0.07a	1.71b B	3.96b B
40% 水分处理	1.97c B	0.09a	2.06c B	4.21b B

注:差异显著性检验采用 LSD 检测,小写、大写字母分别表示  $\alpha = 0.05$  和  $\alpha = 0.01$  显著水平。

## 2.3 不同水分处理下 B37 转化株的比例和分布

由表 6 可知,3 种水分处理 B37 转化株(白花)的烟碱转化性状较为稳定,晾制结束后所有供试烟株均为转化株。B37 非转化株(红花)与 B37 高转化(白花)相比,烟碱转化性状稳定性较差,尤其是 80% 水分处理,供试的 32 棵烟株中出现 15 株低转化株和 2 株高转化株,分别占烟株总量的 46.88% 和 6.25%;60% 水分处理烟碱转化性状稳定性相对较好,供试的 31 棵烟株中,只有 6 株由非转化株转变为低转化株,占试验烟株总量的 29.03%,试验烟株中没有出现高转化株;40% 水分处理下,供试的 30 棵烟株中低转化株出现了 8 株,高转化株出现了 1 株,分别占烟株总量的 26.67% 和 3.33%。据此可认为,轻度干旱处理有利于提高非转化 B37 烟碱转化性状的稳定性。

表 6 B37 不同水分处理下转化株的比例和分布

材料	处理	非转化株(PNC < 5)	低转化株(5 < PNC < 20)	高转化株(PNC > 20)	总转化株(PNC > 5)
高转化 B37(白花)	80%	0(0%)	0(0%)	29(100%)	29(100%)
	60%	0(0%)	0(0%)	29(100%)	29(100%)
	40%	0(0%)	0(0%)	29(100%)	29(100%)
非转化 B37(红花)	80%	15(46.88%)	15(46.88%)	2(6.25%)	17(53.13%)
	60%	2(80.65%)	0(19.35%)	0(0%)	0(19.35%)
	40%	2(70%)	8(26.67%)	1(3.33%)	9(30.00%)

注:PNC(Percent of Nicotine Conversion)表示烟碱转化率。

### 3 小结与讨论

1) 晾晒过程中不同水分处理高转化株烟叶烟碱转化率的变化存在差异, 晾晒3周后80%水分处理烟叶的烟碱转化率最高, 60%水分处理的较低。随烟叶着生部位的升高, 烟碱转化率快速增加阶段向后延迟。

2) B37转化株(白花)烟碱转化性状较为稳定, 3种水分处理下供试烟株均为转化株, 轻度干旱处理有利于降低转化株的降烟碱含量和烟碱转化率。B37非转化株烟碱转化性状的稳定性较差, 轻度干旱有助于提高其稳定性, 干旱处理有利于降低非转化株的烟碱转化率, 随干旱处理程度的增加, B37非转化株烟碱含量逐渐升高, 降烟碱含量无显著差异。

### 参考文献

[1] 史宏志, 李进平, 范芝宽, 等. 我国不同类型烟叶烟碱转化株的比例和转化程度分布[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(1): 25-30.

[2] 史宏志, Bush L P, Krauss. 烟碱向降烟碱转化对烟叶麦斯明和 TSNA 含量的影响[J]. 烟草科技, 2004(10): 27-30.

[3] 沃勒 G. R, 诺瓦茨基 E K. 生物碱的生物学及其在植株中的代谢作用[M]. 北京: 科学出版社, 1984: 89-12.

[4] 周翼衡. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 1996.

[5] 韩锦峰, 汪耀富. 干旱胁迫对烤烟化学成分和香气物质含量的影响[J]. 中国烟草, 1994(1): 35-38.

[6] 李进平, 陈振国, 李建平. 土壤水分条件对白肋烟产、质量的影响及白肋烟灌溉的土壤水分指标的研究[J]. 中国烟草学报, 2005, 11(2): 23-28.

[7] 史宏志, Bush L P, 王瑞华, 等. 烟草转化株烟碱含量对其向降烟碱转化程度的影响[J]. 中国烟草学报, 2004, 10(5): 28-33.

[8] Burton H R, Childs G H, Jr Anderson R A, et al. Changes in chemical composition of burley tobacco during senescence and curing. 3. Tobacco-specific nitrosamines[J]. J Agric Food Chem, 1989, 37: 426-430.

[9] 史宏志, 张建勋. 烟草生物碱[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.

## 《中国烟草科学》2009年第3期目次

·特色烟·

我国烤烟主体香味成分研究初报 ..... 王能如, 李章海, 王东胜, 等

不同基因型烤烟化学成分和致香物质间的相关和通径分析 ... 赵铭钦, 赵辉, 王文基, 等

大理州烤烟主要化学成分特征及其可用性分析 ..... 丁云生, 何悦, 曹金丽, 等

·生理生化·

不同生育期水分胁迫对烤烟生理特性及化学品质的影响 ..... 崔保伟, 陆引罡, 张振中, 等

·测试分析·

白豆蔻挥发油的 GC/MS 分析及在卷烟中的应用 ..... 张耀华, 郭国宁, 蔡冰, 等

·遗传育种·

白肋烟主要农艺性状的杂种优势及其遗传分析 ..... 王毅, 程君奇, 蔡长春, 等

·栽培技术·

遵义烟区南北生态区域的划分 ..... 厉福强, 梁永江, 陈杰

云南烤烟种植海拔与致香成分的相关性分析 ..... 常寿荣, 罗华元, 王玉, 等

·植物保护·

三生 - NN 与 NC89 接种 TMV 后防御酶活性变化研究 ..... 董小卫, 王放, 申莉莉, 等

·调制分级·

散叶密集烘烤烟叶外观与主要化学成分变化规律初探 ..... 谢已书, 姜均, 李国彬, 等

不同成熟度烟叶烘烤过程中生理生化变化研究 ..... 王传义, 孙福山, 王廷晓, 等

·吸烟与健康·

我国无公害烟叶生产的问题、优势及对策 ..... 李义强, 王凤龙, 龚道新

·烟草机械·

烟草对机械伤害的响应 ..... 刘华山, 田效园, 韩锦峰, 等

·工业利用·

湖南烤烟物理性状比较及聚类评价 ..... 邓小华, 陈冬林, 周翼衡, 等

降解木质素真菌在造纸法再造烟叶中的应用 ..... 段孟, 李仙, 李正勇, 等

·综述·

生物钾肥对烤烟产质量影响的研究进展 ..... 高华军, 林北森

·研究简报·

烟叶技术推广中信息服务模式的构建与应用 ..... 王丰, 丁伟