

# 生态及栽培因子对白肋烟烟碱转化的影响

李宗平, 李进平, 王昌军

(湖北省烟草研究所, 中国烟草白肋烟试验站, 武汉 430030)

**摘要:** 通过若干栽培、调制因子和不同海拔、光照条件对白肋烟烟碱转化影响的试验研究及生产取样调查发现, 在鄂西南烟区, 随着海拔高度的上升, 烟碱转化率呈下降趋势, 但海拔 1 000 m 左右烟碱转化率最低, 烟叶质量最好; 充足的光照能明显降低烟碱转化率; 适当增大株距有利于降低下部烟叶烟碱转化率, 适当增大行距有利于降低上部烟叶烟碱转化率; 上部烟叶烟碱转化率随着打顶时间的延迟呈上升趋势; 下部叶在现蕾初期一现蕾盛期打顶, 烟碱转化率有所上升, 初花期打顶烟碱转化率明显下降; 留叶数与烟碱转化率存在负相关关系, 适当增加留叶数有利于降低烟碱转化率。整株或半整株采收晾制的烟叶烟碱转化率较低, 摘叶晾制和摘叶划筋晾制的烟叶烟碱转化率较高。在白肋烟晾制阶段, 晾房保持在中等湿度水平对降低中下部烟叶烟碱转化率有利, 保持在相对湿度较高的水平对降低上部烟叶烟碱转化率有利。

**关键词:** 白肋烟; 海拔高度; 光照; 栽培因子; 烟碱转化

中图分类号: S41<sup>+1</sup>

文章编号: 1007-5119 (2010) 02-0054-05

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2010.02.013

## Effects of Ecological and Cultivation Factors on Nicotine Conversion in Burley Tobacco

LI Zongping, LI Jinping, WANG Changjun

(Tobacco Research Institute of Hubei Province, China Burley Tobacco Experimental Station, Wuhan 430030, China)

**Abstracts:** Effects of altitude, sunshine condition and some cultivation factors on nicotine conversion in burley tobacco were studied. Results showed that nicotine conversion rate declined as altitude increased in west Hubei and the best quality and lowest nicotine conversion rate appeared at 1000 m altitude. Plenteous sunshine could distinctly decrease nicotine conversion rate. The increasing plant space was in favor of decreasing nicotine conversion rate in low leaves and the increasing row space was in favor of decreasing nicotine conversion rate in upper leaves. The nicotine conversion rate in upper leaves increased as topping period delayed. The nicotine conversion rate slightly increased as topping from early bud to full bud period and declined from full bud to early flower period in lower leaves. The remaining leaf number was negatively correlated with nicotine conversion rate. The harvest way of stalk-cutting was in favor of decreasing nicotine conversion rate and the picking up opposite. Medium level of RH was in favor of decreasing nicotine conversion rate in middle and low leaves while higher RH, the upper leaves.

**Keywords:** burley tobacco; altitude; sunshine; cultivating factor; nicotine conversion

生物碱是烟草含有的一类重要化学成分, 主要包括烟碱 (93%)、降烟碱 (小于 3.5%)、新烟草碱 (微量) 和假木贼碱 (微量) 4 种。普通烟草属于烟碱积累型, 其烟碱含量占总生物碱含量的 93% 以上, 因此, 人们对烟碱的研究较早、也较多<sup>[1-4]</sup>。降烟碱含量低, 因而长期被忽视。直至 20 世纪 80 年代对降烟碱的研究才开始引起重视<sup>[2-7]</sup>。国内外学者普遍认为降烟碱对烟叶品质和人类健康存在着严

重的不利影响, 不仅导致香吃味的下降, 同时由于降烟碱易于在烟叶调制和调制后的陈化过程中发生氧化、亚硝化和酰化等生化反应, 形成许多不利成分, 如 TSNAs 中的 N-亚硝基降烟碱 (NNN) 和麦斯明, 因而影响烟叶的安全性<sup>[8-11]</sup>。烟碱转化性状属简单显性遗传, 由 Cs 和 Ct 2 个位点基因决定烟叶的降烟碱含量, 具有纯合双隐性基因型 (Ctctcs) 的烟草不具有烟碱去甲基能力。但在栽

基金项目: 国家烟草专卖局项目“烟草烟碱转化及生物碱优化技术研究” (110200401013)

作者简介: 李宗平, 男, 高级农艺师, 主要从事白肋烟育种及繁育工作。E-mail: LI63@163.com

收稿日期: 2008-07-28

修回日期: 2008-10-29

培品种的烟株群体中,一些烟株往往会因为基因突变,形成烟碱转化能力,导致烟碱含量显著降低,降烟碱含量相应增加<sup>[1-2]</sup>。美国对降烟碱的研究早而深入,现已将降烟碱作为考核新品种的主要指标,并制定了降烟碱含量不超过生物碱的15%的标准<sup>[1-2,7]</sup>。据研究,中国白肋烟普遍存在烟碱转化株比例、降烟碱含量和烟碱转化率过高的问题,直接导致了烟叶TSNAs含量增高和香味品质的下降<sup>[8-12]</sup>。

迄今为止,国内有关烟碱转化的研究不多,仅有的研究多集中在烟碱转化与品种、安全性及烟叶质量的关系等方面,生态、栽培因素对烟碱转化率

的影响研究鲜见报道。本研究旨在通过对白肋烟栽培、调制等因子的试验及不同海拔、光照条件的大面积生产调查,分析了解这些因子对烟株烟碱转化能力的影响,寻求控制烟碱转化、减降低烟碱含量的技术措施。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查和试验内容及设计

2004年按生态条件和栽培、调制因子进行了7项试验和调查,其处理内容、设计、地点和取样方法见表1。

表1 调查、试验内容与与方法  
Table 1 Method and content of investigation and experiment

类型	调查和试验代号及名称	调查和试验处理及设计	地点	取样时期	取样方法
1.生态因子调查	1.不同海拔高度对烟碱转化的影响	6个采样点为:1300m、1200m、1100m、1000m、900m、800m	建始县高坪镇、恩施市崔坝镇大面积生产区	中下部叶成熟期	每调查点取样100株,中部10~11叶位和上部20~21叶位各2片。
	2.不同光照条件对烟碱转化的影响	2个调查类型:相邻的林荫地、光照充足的平坦地			
2.栽培因子小区试验	3.不同打顶时期对烟碱转化的影响	蕾期、初花、盛花共3个处理,随机区组排列,3次重复。	恩施市科研基地	中上部叶成熟期	每处理取10株,每株中下叶10~11叶位、顶叶20~21叶位各2片。
	4.不同留叶数对烟碱转化的影响	22片、24片、26片3个处理			
	5.不同栽培密度对烟碱转化的影响	9个处理:1.0×0.4、1.0×0.45、1.0×0.5、1.1×0.4、1.1×0.45、1.1×0.5、1.2×0.4、1.2×0.45、1.2×0.50 m <sup>2</sup> ,随机区组排列,3次重复。			
3.晾制因子试验	6.不同晾制方式对烟碱转化的影响	摘叶、摘叶划筋、整株晾制3个处理,3次重复。	恩施市科研基地	中上部叶晾制结束期	每处理取10株,每株中下叶10~11叶位、顶叶20~21叶位各2片。
	7.不同晾制条件对烟碱转化的影响	晾制前3周设高、中、低湿度3个处理,3次重复。			

代号1-2为不同海拔、光照对烟碱转化率影响的大面积生产调查,品种鄂烟一号,栽培措施按当地栽培方式进行。代号3-6为小区试验,试验品种均为鄂烟一号,小区面积12 m<sup>2</sup>,种植20株,双行区,规格1.2×0.5 m<sup>2</sup>。所有植株定株编号挂牌。代号7为不同晾制条件对烟碱向降烟碱转化的影响试验,在恩施崔坝科研基地专用晾房内进行。设高湿、中湿和低湿3个处理,高湿即凋萎期相对湿度保持在80%~90%,变黄期、变褐期保持在75%~85%,干筋期45%~65%;中湿凋萎期相对湿度保持在75%~85%,变黄期、变褐期保持在70%~80%,干筋期40%~60%;低湿凋萎期相对湿度保持在70%~80%,变黄期、变褐期保持在65%~75%,干筋期35%~45%。

### 1.2 试验栽培措施

按土培两段育苗法育苗。按每15 kg/666.7 m<sup>2</sup>纯氮、m(N): m(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): m(K<sub>2</sub>O)=1:1:2,底肥为70%的氮肥、钾肥和100%磷肥。小垄覆膜移栽。移栽后35~40 d揭膜,施追肥,大培土。追肥为30%的氮、钾肥。正常成熟采收、晾制。

### 1.3 样品处理

除试验6~7为正常晾制样品外,其它调查和试验样品均为大田采集鲜样,按Shi等的诱导方法进行化学诱导<sup>[2,13]</sup>,以使具有烟碱转化能力的植株在早期表达烟碱转化性状,即摘取烟叶后,喷施2-氯乙基磷酸水溶液后保湿晾制,待烟叶变黄后(4 d),测定烟碱和降烟碱。

## 1.4 生物碱测定

在郑州烟草研究院采用气相色谱法进行,具体操作和参数设定按 Burton 等(1989)的方法<sup>[14]</sup>。烟碱转化能力用烟碱转化百分率表示,即降烟碱含量占烟碱和降烟碱含量之和的百分比<sup>[2]</sup>。根据烟碱转化率将烟株分为非转化株(小于 5%)、低转化株(5%~20%)和高转化株(大于 20%)。

## 2 结果

### 2.1 生态条件对烟碱转化率的影响

**2.1.1 海拔高度对烟碱转化率的影响** 海拔高度对烟碱转化率有一定影响,其中对上部叶的影响大于下部叶(图 1)。上部叶烟碱转化率除海拔 1 000 m 的最低外,其它采样点表现为随着海拔高度的上升几乎呈直线下降趋势。下部叶也以海拔 1 000 m 的最低,但不同海拔高度之间差异不大。在大约海拔 950 m 以下,上部叶烟碱转化率高于下部叶,在海拔 950 m 以上,则有相反趋势。

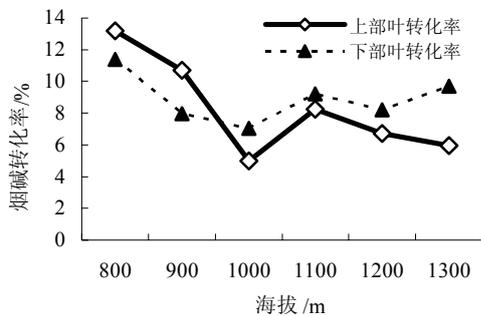


图 1 海拔高度对烟碱转化率的影响

Fig. 1 Effect of altitude on nicotine conversion

**2.1.2 光照条件对烟碱转化率的影响** 调查结果表明,在光照不足的林荫地,无论上部还是下部叶的烟碱转化率都高于阳光充足的地块,说明荫蔽条件有利于烟碱的转化(图 2)。

### 2.2 不同栽培因子对烟碱转化率的影响

**2.2.1 株、行距对烟碱转化率的影响** 试验结果表明,株距在 40~50 cm 的范围内,下部叶烟碱转化率随着株距增大而降低,上部叶烟碱转化率则随着株距增大仅稍有上升(图 3)。行距 100~120 cm 内,随行距的增大,上部叶烟碱转化率明显降低,下部叶仅有降低趋势(图 4)。说明株距主要影响下部叶烟碱转化,行距主要影响上部叶烟碱转化。下部叶烟碱转化率均明显高于上部叶。

**2.2.2 打顶时期对烟碱转化率的影响** 试验结果表明,打顶时间对上部叶烟碱转化率有较明显的影响,对下部叶的影响相对较小(图 5)。随打顶时间的延迟,上部叶烟碱转化率有较明显的上升;在现蕾初期至现蕾盛期打顶,下部叶烟碱转化率随打顶

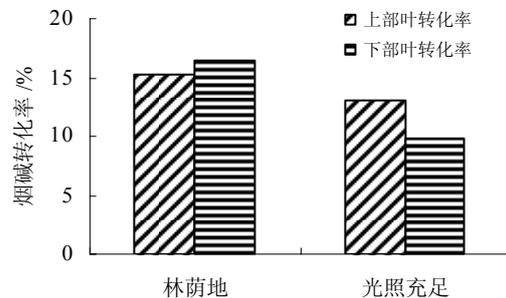


图 2 光照条件对烟碱转化率的影响

Fig. 2 Effect of sunlight on nicotine conversion

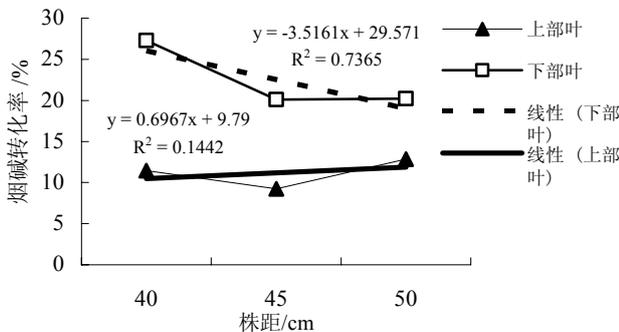


图 3 株距对烟碱转化率的影响

Fig. 3 Effect of plant space on nicotine conversion

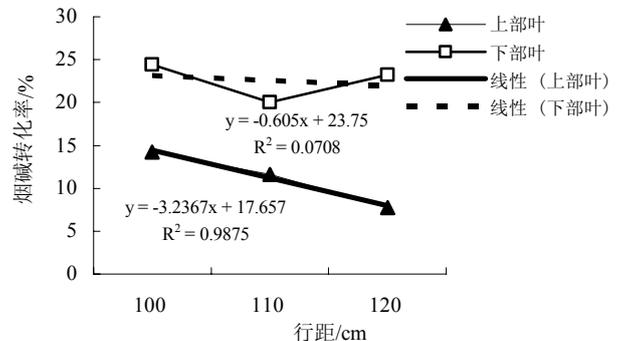


图 4 行距对烟碱转化率的影响

Fig. 4 Effect of row space on nicotine conversion

时间的延迟有所上升，但在现蕾盛期至初花期打顶，下部叶烟碱转化率下降。

2.2.3 留叶数对烟碱转化率的影响 试验结果如图 6 所示，无论是上部还是下部叶，烟碱转化率都随着留叶数的增加而降低。

### 2.3 不同采收晾制方式对烟碱转化率的影响

试验结果表明，3 种采收晾制方式对上部叶烟碱转化率影响较大，其中整株采收晾制的上部叶烟

碱转化率最低，摘叶划筋的最高；对下部叶的影响较小（图 7）。

### 2.4 晾制湿度对烟碱转化率的影响

3 种晾房湿度对上部叶烟碱转化率的影响较大，以中湿处理的烟碱转化率最高，高湿的最低；对下部叶的影响较小，表现出与上部叶相反的变化（图 8）。

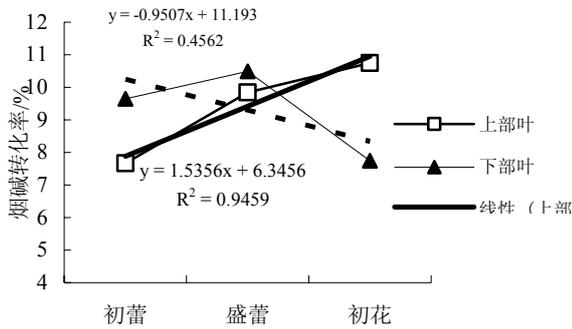


图 5 打顶时期对烟碱转化率的影响

Fig. 5 Effect of topping time on nicotine conversion

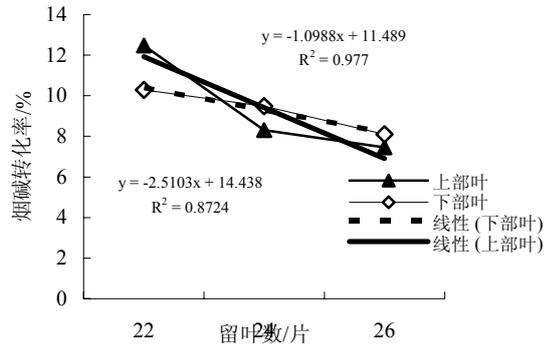


图 6 留叶数对烟碱转化率的影响

Fig. 6 Effect of remaining leaf number on nicotine conversion

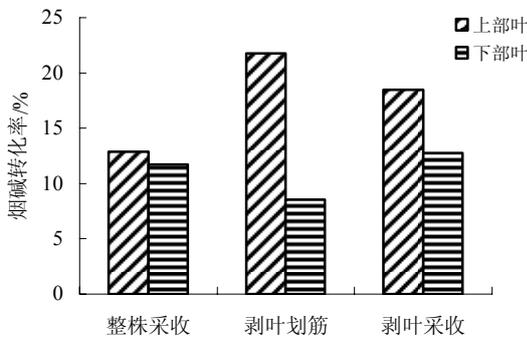


图 7 采收方式对烟碱转化率的影响

Fig. 7 Effect of harvest way on nicotine conversion

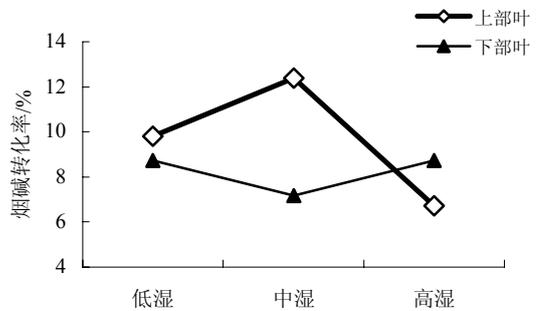


图 8 晾房湿度对烟碱转化率的影响

Fig. 8 Effect of barn humidity on nicotine conversion

## 3 小 结

(1) 恩施州是我国主要白肋烟产区，该区气候随海拔高度变化而明显变化，因此，烟叶质量也随海拔高度变化而迥异。本研究结果表明，海拔 1000 m 左右的烟叶烟碱转化率最低，烟叶质量最好，这从烟碱转化的角度印证了以前认为该区域是优质白肋烟最佳生产区的研究结论。随着海拔高度

的上升，上部叶烟碱转化率有较明显的下降趋势，而下部烟则变化不大。

(2) 光照条件对烟碱转化有明显的影 响，光照充足有利于降低烟碱转化率，而荫蔽条件则促进了烟碱转化。

(3) 在一定范围内，适当增大株距有利降低下部烟叶烟碱转化率，适当增大行距有利于降低上部叶烟碱转化率，说明调整烟株群体结构，改善光照条件有利于降低烟碱转化率。

(4) 上部叶随打顶时间延迟, 烟碱转化率呈上升趋势; 下部叶在现蕾初期—现蕾盛期打顶, 烟碱转化率有所上升, 但初花期时打顶烟碱转化率下降; 留叶数与烟碱转化率存在负相关关系, 适当增加留叶数有利于降低烟碱转化率。延迟打顶时间、增加留叶数都能减少上中部烟叶的开片程度, 烟株中下部叶光照条件得以改善, 从而降低了下部叶的烟碱转化率。

(5) 整株或半整株采收晾制是目前湖北省白肋烟的主要采收晾制方式, 同时也存在一定面积的摘叶采收和摘叶划筋晾制。本研究结果表明, 摘叶晾制和摘叶划筋晾制的烟叶烟碱转化率较高, 不利于优良品质的形成, 在生产中应逐步取消。

(6) 从控制烟碱转化的角度看, 在白肋烟晾制阶段, 保持适当的晾房湿度, 对降低烟碱转化率有利, 其中中下部叶应保持在中等湿度水平, 上部烟叶应保持在相对湿度较高的水平。

#### 参考文献

- [1] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 朱尊权等, 译. 上海: 上海远东出版社, 1993: 306-338.
- [2] 史宏志、张建勋. 烟草生物碱[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 7-151.
- [3] 沃勒 G R, 诺瓦茨基 E K. 生物碱的生物学及其在植物中的代谢作用[M]. 北京: 科学出版社, 1984: 89-127.
- [4] 解莹莹、王凌, 韩锦峰, 等. 烤烟中的烟碱和去甲基烟碱[J]. 中国烟草科学, 2004 (2): 38-41.
- [5] 史宏志. 烟草烟碱去甲基化研究进展[J]. 作物研究, 2006 (3): 276-280.
- [6] 李超, 史宏志, 刘国顺. 烟草烟碱转化及生物碱优化研究进展[J]. 河南农业科学, 2007 (6): 14-17.
- [7] Balazs, Siminszcky, Ralph E, et.al. 烟碱转化为去甲基烟碱的原理研究与遗传资源开发[J]. 中国烟草学报, 2006, 12 (4): 65-66.
- [8] 史宏志, Bush L P, J Wang, 等. 我国不同类型烟叶烟碱向降烟碱转化研究[J]. 中国烟草, 2001 (4): 6-8.
- [9] 史宏志, Bush L P, Krauss M. 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.
- [10] 史宏志, 黄元炯, 刘国顺, 等. 我国烟草和卷烟生物碱含量和组成比例分析[J]. 中国烟草学报, 2001, 7(2): 8-12.
- [11] 史宏志, 李进平, Bush L P, 等. 烟碱转化率与卷烟感官评吸品质和烟气 TSNA 含量的关系[J]. 中国烟草学报, 2005, 11 (2): 9-14.
- [12] 史宏志, 刘昉, LOWELL P BUSH. 白肋烟叶片、主脉及不同叶位间烟碱转化率的差异[J]. 河南农业大学学报, 2006, 40 (6): 593-596.
- [13] 史宏志, 于建军, 刘国顺, 等. 烟草烟碱转化株早期诱导鉴定的有效性研究[J]. 华北农学报, 2007, 22 (3): 71-75.
- [14] Burton H R, Bush L P, Djordjevic M V. Influence of temperature and humidity on the accumulation of tobacco-specific nitrosamines in stored burley tobacco[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1989, 37: 1372-1377.

(责任编辑 徐秋萍)