

# 不同白肋烟品种烟碱转化株率及转化率株间分布

李超<sup>1</sup>, 谢子发<sup>2</sup>, 史宏志<sup>1</sup>, 刘国顺<sup>1</sup>, 王涛<sup>3</sup>,  
陈志华<sup>2</sup>, 马琳<sup>1</sup>, 杨兴有<sup>2</sup>, 鲁喜梅<sup>1</sup>

(1 河南农业大学 国家烟草栽培生理生化研究基地, 河南 郑州 450002;

2. 四川省达州市烟草科学研究所, 四川 达州 635000; 3. 四川省达州市烟草公司, 四川 达州 635000)

**摘要:** 采用气相色谱仪对我国不同产区白肋烟及四川省不同白肋烟品种调制后烟叶的生物碱组成和含量、烟碱转化株和烟碱转化率进行了测定分析。结果表明, 四川白肋烟烟碱转化率显著高于其他产区, 四川主栽品种宣汉-5 存在严重的烟碱转化问题, 其中种植面积较大的窄叶类型的转化株率高达 96.0%, 平均烟碱转化率为 34.8%。达白 1 号烟碱转化问题相对较小, 3 个地点的转化株率分别为 18.0%, 18.0% 和 52.0%, 平均烟碱转化率分别为 3.5%, 3.1% 和 14.3%, 在经过改良后, 有较高利用价值。鄂烟 1 号和 TN90 群体中也不同程度存在转化株。新配制的杂交种达白 3 号和达所 24 烟碱转化问题突出, 转化株率达 100%, 需要进行系统选择和改良。同一品种在不同地点烟碱转化表现出差异性。

**关键词:** 白肋烟; 品种; 烟碱; 降烟碱; 生物碱; 烟碱转化率

**中图分类号:** S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2008)04-0163-05

## Proportion of Nicotine Converters and Distribution of Conversion Rate in Plants of Different Burley Varieties

LI Chao<sup>1</sup>, XIE Zi-fa<sup>2</sup>, SHI Hong-zhi<sup>1</sup>, LIU Guo-shun<sup>1</sup>, WANG Tao<sup>3</sup>,  
CHEN Zhi-hua<sup>2</sup>, MA Lin<sup>1</sup>, YANG Xing-you<sup>2</sup>, LU Xi-mei<sup>1</sup>

(1. National Tobacco Cultivation and Physiology and Biochemistry Research Center,

Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Dazhou Tobacco Research Institute of Sichuan, Dazhou 635000, China; 3. Dazhou Tobacco Company, Dazhou 635000, China)

**Abstract:** Gas chromatography was used to analyze the alkaloid composition and content of air-cured burley leaves from different areas and varieties; the proportion of converters and the conversion rate were calculated. The results indicated that the nicotine conversion level in Sichuan burley tobacco was significantly higher than that in other producing areas. The leading variety Xuanhan-5 had serious problem of nicotine conversion, especially for the narrow-leaf type which is currently the most popular variety, with the proportion of converters of 96% and the average conversion rate of 34.8%. The broad leaf type Xuanhan-5 also had high conversion levels. Hybrid Dabai 1 had relatively less problem of nicotine conversion, the proportion of converters in 3 locations being 18.0%, 18.0% and 52.0%, respectively, and the average conversion rate being 3.5%, 3.1% and 14.3%, which can be used after screening and improvement. In the population of Eyan 1 and TN90, some converters were also found at different levels. The newly developed hybrids Dabai 3 and Dasuo 24 had serious problems of nicotine conversion, with a converter proportion of 100%, thus the systemic selections and improvements were required. The variation of nicotine conversion was found in different locations for the same variety.

**Key words:** Burley; Variety; Nicotine; Nicotinic; Alkaloid; Conversion rate

白肋烟是生产混合型卷烟的重要原料。优质白肋烟要求风格程度高, 香气量大, 香气质纯, 生理强度适宜, 杂气较少, 化学成分组成合理, 有害物质含

量低。国内外白肋烟普遍存在烟碱转化问题<sup>[1, 2]</sup>, 进入 21 世纪以来一直是国际烟草农业领域的研究热点<sup>[3]</sup>。烟碱转化是烟碱在烟碱去甲基酶的作用下

收稿日期: 2007-12-27

基金项目: 四川省烟草公司 2007 年科技项目

作者简介: 李超(1980-), 男, 河南正阳人, 在读硕士, 主要从事烟草栽培生理研究。

通讯作者: 史宏志(1963-), 男, 河南滑县人, 教授, 博士, 主要从事烟草栽培生理研究。

脱去甲基转变为降烟碱的生化过程,可导致烟叶烟碱含量的显著降低和降烟碱含量的异常增高。降烟碱是仲胺类生物碱,与叔胺类的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、酰基降烟碱和亚硝基降烟碱(NNN)<sup>[4-6]</sup>,这些物质的形成对烟叶的香吃味和安全性有重要的不利影响。随着烟碱转化程度的提高和降烟碱含量的增加,白肋烟风格程度显著降低,香气逐渐下降,香气量减少,烟气浓度变淡,生理强度下降,杂气增加,余味变劣,口腔残余加重<sup>[7]</sup>。因此,白肋烟群体中转化株的比例和转化程度直接影响白肋烟的香味品质 and 安全性。

烟碱转化是烟草发生返祖突变造成的,栽培烟草在烟叶衰老和调制过程中的烟碱转化是细胞色素P450类的 *CYP82E4* 基因显性表达的结果<sup>[8]</sup>,通过遗传改良手段去除转化株,严格选用非转化株材料进行繁育或制种,以及通过基因工程手段使烟碱去甲基基因沉默,并导入栽培品种是解决烟碱转化问题的有效途径<sup>[9]</sup>。

我国从20世纪开始烟碱转化研究,对我国不同类型烟草烟碱转化株比例和分布进行了分析测定,针对白肋烟主栽品种鄂烟1号烟碱转化株比例和烟碱转化率高的问题开展了一系列研究<sup>[2,10,11]</sup>,并通过亲本选择和改良选育出改良杂交种在生产上应用<sup>[12]</sup>。四川是我国白肋烟重要产区,具有生产优质白肋烟的潜力。但近些年来质量有所下降,表现为风格程度降低,香气量减少。为了深入认识白肋烟质量缺陷,对四川生产上现有品种的生物碱含量进行了系统分析测定,旨在明确不同品种生物碱组成的合理性,以及进行品种更新和改良的必要性,为恢复和发展四川白肋烟生产,打造国内优质白肋烟生产基地提供理论和技术支撑。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

试验材料取自2007年四川省达州市白肋烟主产区(宣汉、万源)和达州市烟科所(达县),品种包括达白1号、达白3号、宣汉-5、鄂烟1号、TN90、达所24。按常规方法进行育苗、移栽和田间管理,采用半整株晾制。斩株前随机选择60株进行编号,调制结束后分株取样,每株取上部第3片叶。2006年湖北恩施、四川达州、重庆万州、云南宾川及美国同等级中部叶混合样品由芜湖卷烟厂提供。

### 1.2 生物碱测定方法

样品在60℃下烘干后粉碎,过孔径0.45 mm

筛,称取0.1 g烟叶样品,用无水乙醚萃取,加0.5 mL 2 mol/L NaOH 湿润,再加5 mL 乙醚振荡1 h 提取生物碱;气相色谱仪为Agilent-6890,检测器为FID,具体操作和参数设定按Burton等<sup>[13]</sup>的方法进行。转移上清液1 mL于色谱瓶中,用气相色谱仪进行烟碱、降烟碱、假木碱碱和新烟草碱含量分析。烟碱转化能力用烟碱转化率表示,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:

烟碱转化率 = (降烟碱含量 / (烟碱含量 + 降烟碱含量)) × 100%

根据烟碱转化率将烟株分为非转化株(烟碱转化率 < 3%)、低转化株(烟碱转化率 3% ~ 20%)和高转化株(烟碱转化率 > 20%)。烟碱转化株率为转化株占总测定株数的比例。

## 2 结果与分析

### 2.1 四川白肋烟与其他产区白肋烟烟碱转化率比较

我国白肋烟生产比较集中,主要分布在湖北恩施、四川达州、重庆万州、云南宾川四地,对2006年不同产区白肋烟混合样品生物碱含量地测定结果表明,湖北和云南白肋烟烟碱含量高于美国白肋烟,而四川和重庆白肋烟却显著低于美国烟叶,尤其是四川白肋烟烟碱含量为2.22%,只有美国白肋烟的52%。降烟碱含量呈现相反的变化趋势,四川白肋烟降烟碱含量高达3.68%,是美国白肋烟的25.6倍。降烟碱是烟碱在烟碱去甲基酶的作用下脱去甲基形成的,烟叶中较高含量的降烟碱表明白肋烟群体中存在大量烟碱转化型烟株。分析表明,四川白肋烟的烟碱转化率高达62.4%,显著高于其他产区(图1),表明四川烟叶烟碱转化问题十分突出。

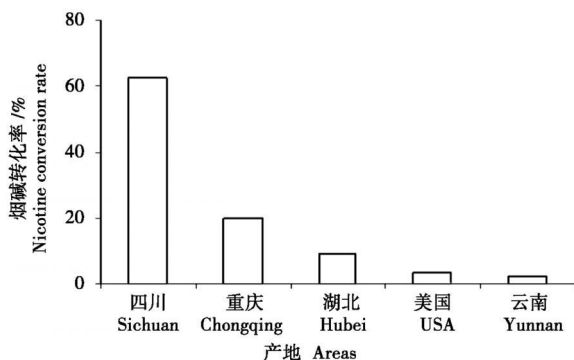


图1 不同产地白肋烟混合样品烟碱转化率比较(2006)

Fig. 1 Comparison of nicotine conversion rate in burley bulk samples from different areas

### 2.2 四川白肋烟不同品种烟碱转化率的株间分布

2.2.1 宣汉-5转化株的分布 宣汉-5是当地系统选育的常规品种,约占白肋烟总面积的90%,多年种植出现一些变异类型,主要有窄叶型和宽叶型2

种类型,以窄叶型为主,约占总面积的85%。宣汉-5为多叶型品种,与少叶型品种相比,单叶重低,身份偏薄,颜色偏淡,吸食品质较差,表现为风格程度较低,香气量偏少。对单株生物碱组成和含量的测定结果表明,窄叶型宣汉-5几乎所有单株的烟碱转化率均超过3%的转化株标准(图2),转化株率达到96.0%,其中高转化株率达76.0%,平均烟碱转化率达34.8%(表1);2个地点的宽叶型宣汉-5的转化株率分别高达100%和23.7%,其中高转化株率分别为3.3%和5.0%,平均烟碱转化率分别为12.3%和4.6%,图3为宣汉点不同烟株调制后烟叶烟碱转化率的分布情况。

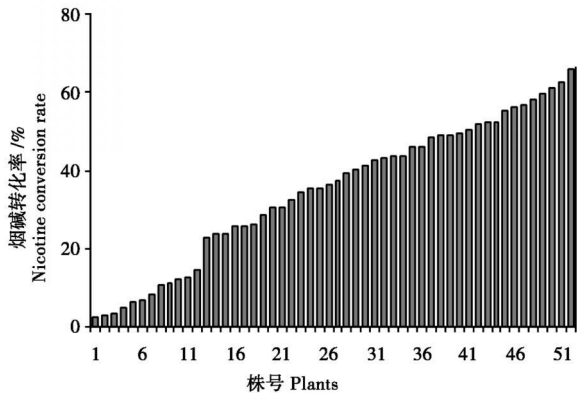


图2 窄叶型宣汉-5不同烟株调制后烟叶烟碱转化率分布

Fig. 2 Distribution of conversion rate for air-cured leaves of individual plants

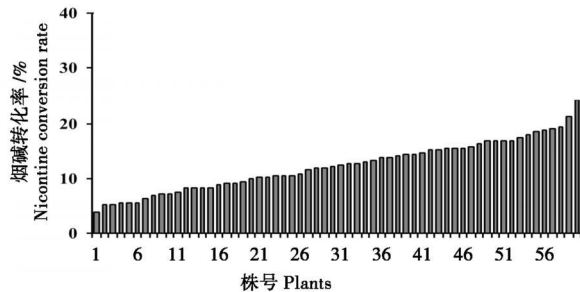


图3 宽叶型宣汉-5不同烟株调制后烟叶烟碱转化率分布

Fig. 3 Distribution of conversion rate for air-cured leaves of individual plants

2.2.2 达白1号转化株的分布 达白1号是四川省烟草公司达州烟草科研所育成的杂交种,母本是以MS104gr为雄性不育来源转育成的MSKY14,父本为达所26。该品种为少叶型,具有优良的农艺性状和质量潜力。分别对3个地点的达白1号调制后烟叶进行单株取样,测定生物碱含量。结果表明,达县和万源点的达白1号转化株率和转化程度较低,图4为达县点不同烟株调制后烟叶烟碱转化率分布情况。经计算,2个地点烟碱转化株率均为18.0%,其转化株绝大多数为低转化株,2个地点烟叶的平均

烟碱转化率分别为3.5%和3.1%(表1)。

另一地点(宣汉)的达白1号表现有所不同(图5),群体中出现比较多的转化株,而且转化程度也较高,总转化株率达52.0%,其中低转化株率28.0%,高转化株率24.0%,烟叶平均烟碱转化率14.3%。表明同一品种在不同地区烟碱转化性状存在显著差异。这种地域间的差异可能与种子来源有关,不同地区生态条件的差异也会对烟碱转化性状的表达程度造成一定影响<sup>[14]</sup>。

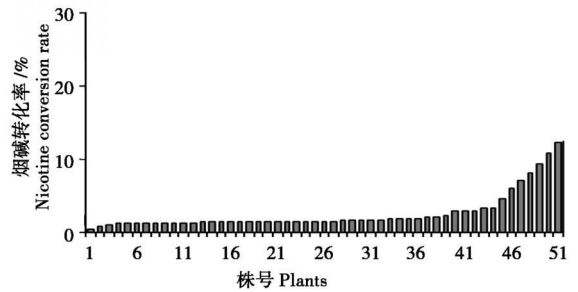


图4 达白1号(达县)不同烟株调制后烟叶烟碱转化率分布

Fig. 4 Distribution of conversion rate for air-cured leaves of individual plants

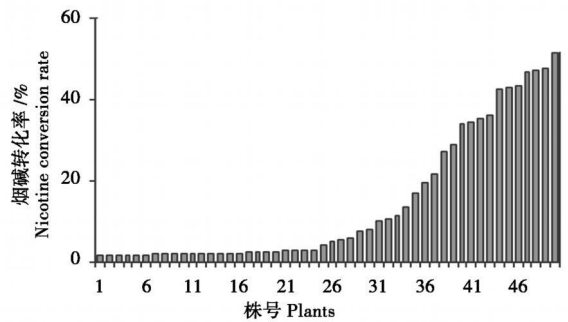


图5 达白1号(宣汉)不同烟株调制后烟叶烟碱转化率分布

Fig. 5 Distribution of conversion rate for air-cured leaves of individual plants

2.2.3 达白3号转化株的分布 达白3号是利用胞质雄性不育系培育的杂交种,母本为MSKY14,父本为达所27。对达白3号调制后烟叶进行单株采样,测定生物碱含量,计算烟碱转化率。从图6可知,达白3号烟碱转化问题十分突出,所测群体100%的烟株为转化株,而且转化率较高,其中,高转化株率达85%,群体平均烟碱转化率35%。因此,该品种生物碱组成极不合理,需要对其进行系统改良。

2.2.4 达所24转化株的分布 达所24为达州市烟科所选配的杂交种,处于试种阶段。对达所24调制叶生物碱含量进行定株测定,发现所测烟株均为转化株,烟碱转化率分布在12%~45%(图7)。计算结果表明,达所24高转化株率达到86%,平均烟碱转化率达到26.5%。因此,此品种在改良之前,

不宜进入下一步育种程序和在生产上进行应用。

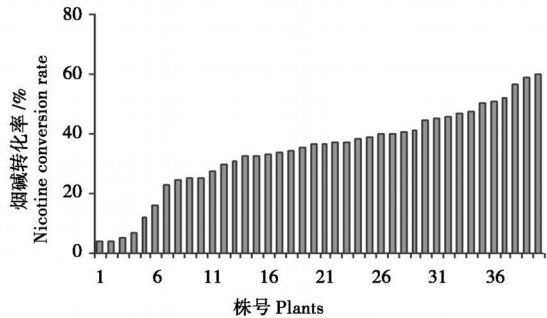


图 6 达白 3 号不同烟株调制后烟叶烟碱转化率分布

Fig. 6 Distribution of conversion rate for air-cured leaves of individual plants

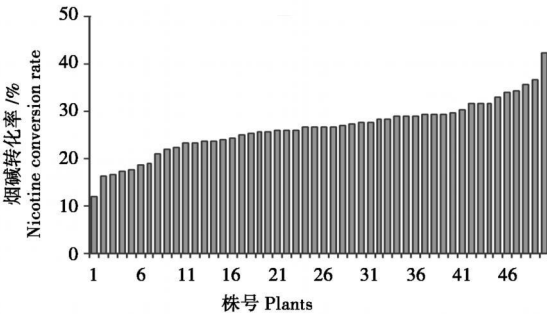


图 7 达所 24 不同烟株调制后烟叶烟碱转化率分布

Fig. 7 Distribution of conversion rate for air-cured leaves of individual plants

2.2.5 鄂烟 1 号烟碱转化株的分布 鄂烟 1 号是利用雄性不育性, 由 MSB21 与 B37 配置的杂交种, 主要集中在湖北产区, 四川有零星种植。分别在达县和宣汉取样, 测定鄂烟 1 号的生物碱含量和烟碱转化率, 如图 8 和图 9 所示, 两个地区的烟碱转化率明显不同, 达州取样的样品转化株比例和烟碱转化率较高, 总转化株率为 72.0%, 其中高转化株率 12.0%; 宣汉样品转化株较少, 总转化株率为 14.0%,

全部为低转化株。这种差异性也可能与种子来源和生态条件差异有关。

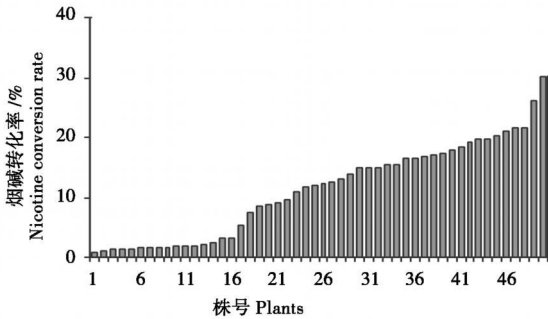


图 8 鄂烟 1 号(达县)不同烟株调制后烟叶烟碱转化率分布

Fig. 8 Distribution of conversion rate for air-cured leaves of individual plants

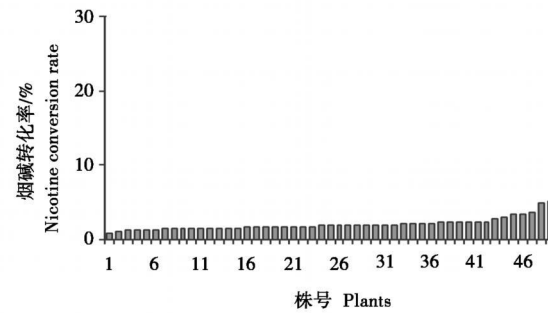


图 9 鄂烟 1 号(宣汉)不同烟株调制后烟叶烟碱转化率分布

Fig. 9 Distribution of conversion rate for air-cured leaves of individual plants

2.2.6 TN90 烟碱转化株的分布 TN90 是美国田纳西大学培育而成的新品种, 属于 TN86 的姊妹系, 1990 年在美国田纳西推广种植, 1992 年引入云南, 在四川零星种植。对 TN90 调制后烟叶进行分株采样, 测定生物碱含量。TN90 烟碱转化株相对较少, 总转化株率为 14.0%, 全部为低转化株, 平均烟碱转化率 2.5%(表 1)。

表 1 不同品种和地点白肋烟群体转化株率和平均烟碱转化率

Tab. 1 Proportion of converters and average nicotine conversion rate in burley from different varieties and locations

| 品种<br>Varieties       | 地点<br>Locations | 转化株率/ %<br>Proportion of converters |                           |                            | 非转化株率<br>/ %<br>Proportion<br>of non-converters | 平均烟碱转<br>化率/ %<br>Average nicotine<br>conversion rate |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---|---|
|                       |                 | 总转化株<br>Total<br>converters         | 低转化株<br>Low<br>converters | 高转化株<br>High<br>converters |   |   |
|                       |                 |                                     |                           |                            |   |   |
| 宣汉-5(窄叶)Xuanhan 5(NL) | 万源              | 96.0                                | 20.0                      | 76.0                       | 4.0   | 34.8  |
| 宣汉-5(宽叶)Xuanhan 5(BL) | 宣汉              | 100.0                               | 76.7                      | 3.3                        | 0.0   | 12.3  |
|                       | 宣汉              | 23.7                                | 18.7                      | 5.0                        | 76.3  | 4.6   |
|                       | 宣汉              | 52.0                                | 28.0                      | 24.0                       | 48.0  | 14.3  |
| 达白 1 号 Dabai 1        | 万源              | 18.0                                | 14.0                      | 4.0                        | 82.0  | 3.5   |
|                       | 达县              | 18.0                                | 18.0                      | 0.0                        | 82.0  | 3.1   |
|                       | 宣汉              | 52.0                                | 28.0                      | 24.0                       | 48.0  | 14.3  |
| 达白 3 号 Dabai 3        | 万源              | 100.0                               | 15.0                      | 85.0                       | 0.0   | 34.5  |
| 达所 24 Dasuo 24        | 万源              | 100.0                               | 14.0                      | 86.0                       | 0.0   | 26.5  |
| TN90                  | 万源              | 14.0                                | 14.0                      | 0.0                        | 86.0  | 3.0   |
| 鄂烟 1 号 Eyan 1         | 达县              | 72.0                                | 60.0                      | 12.0                       | 28.0  | 11.2  |
|                       | 万源              | 14.0                                | 14.0                      | 0.0                        | 86.0  | 2.5   |

### 3 结论与讨论

生物碱的组成和含量是衡量烟叶质量的重要指标。四川白肋烟普遍存在烟碱转化问题, 所测定的各个品种群体中均不同程度存在转化株, 导致烟碱转化率升高。其中宣汉-5 问题十分严重, 窄叶型品种转化株率接近 100%, 由于该品种在四川白肋烟生产中占主导地位, 因此, 对四川白肋烟整体质量水平影响极大。人们普遍认为, 四川白肋烟在风格程度、香气量等方面存在缺陷, 这与其烟碱转化株比例高, 生物碱组成不合理有直接联系。因此, 对此品种进行更新和改良是一种必然的选择。

达白 1 号具有较强的地区适应性, 质量潜力较大, 烟碱含量适宜且稳定性好, 可进行大面积推广应用。分析不同地点达白 1 号的烟碱转化性状, 发现群体中也存在转化株, 而且在个别地点转化株比例相当高, 说明对达白 1 号进行改良和纯化是必需的。杂交种制种中对亲本材料进行鉴定, 严格选用非转化株进行杂交是降低群体烟碱转化株的有效途径。鄂烟 1 号和 TN90 是比较成熟的品种, 在生物碱组成方面也不不同程度存在问题, 如鄂烟 1 号的表现不稳定, 在一些地方烟碱转化问题较大。达白 3 号和达所 24 是新配置的杂交组合, 由于烟碱转化问题严重, 需要进行亲本选择和改良。

同一品种在不同地区种植其生物碱含量和组成方面表现较大差异, 这与品种来源有一定关系, 目前国内在种子繁育和杂交种制种过程中尚不进行转化株的鉴别和清除, 因此制种烟株转化株的存在将不同程度地影响到种子的纯度。不同地区栽培和调制环境的差异也影响烟碱转化性状的表达<sup>[15]</sup>。

#### 参考文献:

- [ 1 ] Shi Hongzhi, Fannin F F, Burton H R, *et al.* Factors affecting nicotine to nomicotine conversion in burley tobacco[ C ]. 54th Tobacco Science Research Conference, Nashville, USA, 2000.
- [ 2 ] 史宏志, 李进平, 范艺宽, 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 (1): 25—30.
- [ 3 ] 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.
- [ 4 ] 史宏志, 张建勋. 烟草生物碱[ M ]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [ 5 ] 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.
- [ 6 ] Bush L P, Cui Mingwu, Shi Hongzhi, *et al.* Formation of tobacco-specific nitrosamines in air-cured tobacco[ J ]. Recent Advances in Tobacco Science, 2001, 27: 23—46.
- [ 7 ] 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(2): 9—14.
- [ 8 ] Siminszky B, Gavilano L, Bowen S W, *et al.* Conversion of Nicotine to Nomicotine in *Nicotiana tabacum* is Mediated by CYP82E4, a Cytochrome P450 Monooxygenase[ C ]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2005: 14919—14924.
- [ 9 ] Gavilano L B, Coleman L P, Burnley L, *et al.* Genetic engineering of *nicotiana tabacum* (L.) for Reduced Nornicotine Content[ J ]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(24): 9071—9078.
- [ 10 ] 史宏志, 于建军, 刘国顺, 等. 烟草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.
- [ 11 ] 史宏志, 凌爱芬, 刘国顺, 等. 白肋烟烟碱转化对烟叶中性和碱性香气成分含量的影响[ J ]. 华北农学报, 2007, 22(5): 43—46.
- [ 12 ] 史宏志, 李进平, 李宗平, 等. 遗传改良降低白肋烟杂交种烟碱转化率研究[ J ]. 中国农业科学, 2007, 40(1): 153—160.
- [ 13 ] Burton H R, Bush L P, Djordjevic M V. Influence of temperature and humidity on accumulation of tobacco-specific nitrosamines in stored burley tobacco [ J ]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1989, 37: 1372—1377.
- [ 14 ] Jack A M, Bush L P, Fannin F F, *et al.* Variability in nomicotine conversion: site or sampling? [ C ]. CORESTA Agronomy & Phytopathology Group Meeting, Bucharest, Romania, 2003.
- [ 15 ] 张保全. 烤烟烘烤过程中烟碱、去甲基烟碱的变化初探[ J ]. 河南农业科学, 2004(5): 18—20.