

# 光合细菌改善新型烟草品质的初步研究

魏克强<sup>1\*</sup> 杨俊仙<sup>2</sup> 魏治中<sup>3</sup>

(1. 山西大学生命科学与技术学院 太原 030006)

(2. 山西大学经济与工商管理学院 太原 030006)

(3. 山西农业大学农学院 太谷 030801)

**摘要:** 试验研究了喷施光合细菌菌液对新型烟草品质的影响。化学成分分析结果表明, 在苗期和大田以 1: 200 的比例对烟叶叶面喷施光合细菌菌液, 对新型烟草内在化学成分的含量及其谐调性具有显著的影响, 尤其能够同时降低烟碱和增加钾的含量。评吸结果显示, 香味独特, 余味纯净, 劲头适中, 更加呈现出新型烟草所具有的品质特征。

**关键词:** 光合细菌, 新型烟草, 化学成分, 烟碱, 钾

## Effects of Photosynthetic Bacteria on Quality of New-type Tobacco

WEI Ke-Qiang<sup>1\*</sup> YANG Jun-Xian<sup>2</sup> WEI Zhi-Zhong<sup>3</sup>

(1. School of Life Science and Technology, Shanxi University, Taiyuan 030006)

(2. School of Economics and Business Administration, Shanxi University, Taiyuan 030006)

(3. College of Agriculture, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801)

**Abstract:** The effects of photosynthetic bacteria (PSB) on quality of new-type tobacco were studied. Analysis results show that PSB notably impact chemical components in tobacco leaves and make them more harmonious, especially the content of nicotine is decreased and meanwhile potassium is increased when PSB liquid is sprayed to the tobacco leaves at the ratio of 1:200. And the smoking quality of the new-type tobacco leaves treated is much better than the control.

**Keywords:** Photosynthetic bacteria, New-type tobacco, Chemical components, Nicotine, Potassium

吸烟有害健康, 随着消费者对自身健康和环保意识的增强, 自 20 世纪 50 年代以来, 世界烟草行业一直致力于研制低焦油、低烟碱和其他有害成分少的卷烟产品, 不断提高吸烟的安全性。为缓解吸烟与健康的矛盾, 从育种的角度培育含有医药成分的

新型烟草品种, 卷制出低毒少害的成品是有效的途径之一。我国利用罗勒(*Ocimum basilicum* L.)、紫苏(*Perilla frutescens* L.)等药用植物与普通烟草(*Nicotiana glauca* L.)进行科、属间远缘杂交, 选育出罗勒烟、紫苏烟、曼陀罗烟等 6 个类型 18 个系列的新

基金项目: 国家烟草专卖局重点科技项目(No.110199901005); 山西省科技产业化环境建设项目(No.2006071033); 山西大学引进博士科研启动基金(2005)

\* 通讯作者: Tel: 0351-7111407; E-mail: kqwei88@sohu.com

收稿日期: 2007-06-11; 接受日期: 2007-07-26

型烟草(药烟)品种(系)<sup>[1]</sup>。药烟的外部形态与普通烟草类同,但具有双亲的特征特性,烟叶中既含有烟草的成分,又含有有益的药用植物成分,能产生独特的香气,有一定的保健作用<sup>[2]</sup>。

烟叶内在化学成分及其协调性是衡量烟叶质量的重要因素,其中,烟碱和钾含量的高低直接影响烟叶的可用性和安全性,对卷烟品质起重要的作用,迄今烟叶中烟碱含量高钾含量低的问题成为进一步提高烟叶质量的主要限制因素。目前,利用微生物技术来改善品质、降解有害成分是烟草行业的热点研究课题。研究发现,光合细菌(Photosynthetic Bacteria, PSB)是一类特殊的微生物菌群,在蔬菜、粮食作物以及烟草等经济作物的生产上均具有一定应用价值<sup>[3, 4]</sup>。本试验通过在苗期和大田对药烟叶面喷施光合细菌菌液,应用分析烤烟内在化学成分和评吸相结合的方法,研究其对药烟品质的影响,为药烟的合理利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 PSB 菌液: 含 *Rhodospirillum*、*Rhodopseudomonas*、*Rhodobacter*、*Chromatium* 和 *Chlorobium* 等菌株,由山西大学光合细菌研究室分离鉴定保藏,经培养后菌液含菌数达  $5 \times 10^{12}$  个/L。

1.1.2 新型烟草品种: 罗勒烟、紫苏烟,由山西农业大学药烟育种研究室提供。

### 1.2 试验设计

试验于 2005 年 4~8 月在山西农业大学试验田进行,试验土壤为沙质粘壤土,其理化性状为: pH 为 7.9~8.1,有机质含量 21.6 g/kg,全氮 0.168%,全磷 0.078%,碱解氮 49.88 mg/kg,速效磷 18.84 mg/kg,速效钾 168.66 mg/kg。每个品种设 2 个处理,各品种处理间水肥条件和栽培管理措施一致: (1) 试验组,均匀喷施 1:200 稀释的 PSB 菌液; (2) 对照组(CK),未喷施 PSB 菌液。试验从烟苗假植开始,假植缓苗 1 周后,在苗床内先对所有烟苗喷施尿素,3d 后试验组喷施菌液,每隔 1 周喷施 1 次,重复 3 次。烟苗成

苗后移栽大田,试验采用随机区组排列,每个处理为 1 个小区,小区面积为 66.7 m<sup>2</sup>,行距 1.2 m,株距 0.5 m,每小区栽烟 110 株,外设保护行,重复 3 次,共 12 个小区。待烟苗还苗后在处理组烟叶的正反面均匀喷施菌液,每隔 10 d 喷施 1 次,重复 5 次。

### 1.3 烟叶品质的测定

1.3.1 化学成分的测定: 成熟期分叶位采收烘烤后,各处理按文献[2]的分级标准取中部叶(2 级) 0.5 kg,分析烟叶内在化学成分<sup>[5]</sup>: 总糖采用蒽酮比色法、还原糖采用苦味酸比色法、烟碱采用紫外分光光度法、总氮采用凯氏定氮法、氯离子采用莫尔法、钾离子采用火焰光度计法,并计算出蛋白质、糖碱比、还原糖碱比、钾氯比、氮碱比和施木克值等各项指标。

1.3.2 内在质量评吸: 另取各处理中部叶(2 级)2.5 kg,烟丝均衡水分后,用手工卷烟器卷制成单料烟,由漯河卷烟厂技术中心组织 7 位专家按 GB5606.4—1996 的方法进行评吸,烟叶的感官评吸包含 6 项指标: 光泽、香气、协调、杂气、刺激性和余味等。

### 1.4 统计方法

用 SPSS 11.5 统计软件对每个处理取 3 次重复的平均值进行方差分析,  $P < 0.05$  为差异有显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 光合细菌对药烟烟叶化学成分的影响

分析结果表明,喷施光合细菌对不同品种药烟烟叶内在化学成分的含量均有一定影响(见表 1)。罗勒烟总糖、还原糖、氯和钾的含量分别提高了 24.7% ( $P < 0.05$ )、25.47% ( $P < 0.05$ )、29.11% ( $P < 0.05$ )和 4.41%,蛋白质、总氮和烟碱的含量分别降低了 6.6%、7.07%和 15.63% ( $P < 0.05$ )。试验组紫苏烟与对照组比较,总糖、还原糖和钾的含量分别提高了 130% ( $P < 0.05$ )、145% ( $P < 0.05$ )和 3.93%,蛋白质、总氮、烟碱和氯的含量分别降低了 24.49% ( $P < 0.05$ )、24.16% ( $P < 0.05$ )、6.14%和 21.11% ( $P < 0.05$ )。可见,光合细菌对不同品种药烟的总糖、还原糖和钾的含量均有提高作用,对蛋白质、总氮和烟碱的含量均有降低作用。

表 1 光合细菌对药烟烟叶内在化学成分的影响  
Table 1 Effects of photosynthetic bacteria on chemical components in new-type tobacco

处理 Treatment	总糖 (%) Total sugar	还原糖 (%) Reducing sugar	蛋白质 (%) Protein	总氮 (%) Total nitro- gen	烟碱 (%) Nicotine	氯 (%) Cl <sup>-</sup>	钾 (%) K
罗勒烟 ( <i>Ocimum bailicum</i> L. X <i>Nicotiana tobacum</i> L.)	6.31±0.10*	6.01±0.04*	20.79±0.47	3.42±0.08	3.24±0.00*	2.04±0.03*	2.37±0.04
对照(CK)	5.06±0.22	4.79±0.29	22.26±0.66	3.68±0.11	3.84±0.03	1.58±0.03	2.27±0.04
紫苏烟 ( <i>Perilla frutescens</i> L. X <i>Nicotiana tobacum</i> L.)	7.52±0.16*	7.24±0.22*	18.04±0.66*	2.95±0.11*	2.14±0.00	2.28±0.01*	2.91±0.06
对照 (CK)	3.27±0.11	2.96±0.16	23.89±0.54	3.89±0.09	2.28±0.03	2.89±0.10	2.80±0.15

\*表示  $P<0.05$  水平显著性差异(下同)。  
\* Significantly different at  $P < 0.05$  (The same is in below).

光合细菌可以影响烟叶内在化学成分的含量,从而对各种化学成分之间的协调比例关系也产生了一定的影响。结果显示(见表 2), 试验组罗勒烟与对照组比较, 糖碱比、还原糖碱比、施木克值和氮碱比值分别提高了 47.73% ( $P < 0.05$ )、48.8% ( $P < 0.05$ )、30.43% ( $P < 0.05$ )和 10.42%, 而钾氯比值降低了 17.14% ( $P < 0.05$ )。喷施光合细菌后紫苏烟的

糖碱比、还原糖碱比和施木克值升高了 1.4 ~ 2 倍, 钾氯比值升高了 30.93% ( $P < 0.05$ ), 氮碱比值降低了 19.3% ( $P < 0.05$ )。不同品种的药烟可能对光合细菌菌液的吸收能力不同, 导致对烟叶内在化学成分及其协调性的影响程度存在一定差异, 对紫苏烟的影响尤为显著, 但都能够降低烟碱和增加钾的含量。

表 2 药烟喷施光合细菌烟叶内在化学成分综合分析结果  
Table 2 Analysis of the results from chemical components in new-type tobacco after spraying photosynthetic bacteria liquid

处理 Treatment	糖/碱 Total sugar/Nicotine	还原糖/碱 Reducing sugar/ Nicotine	施木克值 Total sugar/ Protein	氮/碱 Total nitrogen / Nicotine	钾/氯 K/ Cl <sup>-</sup>
罗勒烟 ( <i>Ocimum bailicum</i> L. X <i>Nicotiana tobacum</i> L.)	1.95±0.03*	1.86±0.01*	0.30±0.01*	1.06±0.02	1.16±0.01*
对照 (CK)	1.32±0.05	1.25±0.07	0.23±0.01	0.96±0.02	1.40±0.01
紫苏烟 ( <i>Perilla frutescens</i> L. X <i>Nicotiana tobacum</i> L.)	3.51±0.08*	3.38±0.10*	0.42±0.01*	1.38±0.05*	1.27±0.03*
对照 (CK)	1.44±0.04	1.30±0.05	0.14±0.00	1.71±0.01	0.97±0.08

2.2 药烟烟丝的评吸结果

评吸结果显示, 喷施光合细菌后药烟在香气、谐调、余味、杂气及刺激性等方面与对照相比均发生了变化, 处理组的烟叶香气提高, 杂气减少, 刺激性降低, 余味更加舒适, 烟叶品质得到进一步的改善, 更加呈现出药烟所具有的香气细腻柔和、口感纯正舒适、余味甜润丰满、药物香气流畅的品质特征(见表 3)。

3 讨论

药烟是烟草中新的种质资源, 即含有烟草的化学成分, 又含有普通烟草所没有的医药成分和香料化学成分, 如紫苏烟含有  $\beta$ -丁香烯、芳樟醇、香叶烯等, 罗勒烟含有植物醇、金合欢烯、香蒿酮等, 与其他烟草品种比较还具有含糖量低, 中、高烟碱等特性。从传统的烟草化学成分指标来看, 药烟与烤

表 3 喷施光合细菌药烟烟丝的评吸结果  
Table 3 Smoking results of new-type tobacco after spraying photosynthetic bacteria liquid

处理 Treatment	光泽 Gloss 6	香气 Aroma 36	谐调 Moderation 6	杂气 Odor 16	刺激性 Irritation 16	余味 Lingering smell 20	总得分 Total score 100
罗勒烟							
<i>Ocimum bailicum</i> L. X <i>Nicotiana tobacum</i> L.	5.50	32.53	5.21	13.67	14.20	16.68	87.79
对照 CK	5.00	32.35	4.93	13.46	14.00	16.24	86.98
紫苏烟							
<i>Perilla frutescens</i> L. X <i>Nicotiana tobacum</i> L.	5.50	32.53	5.25	13.65	14.20	16.82	87.95
对照 CK	5.00	32.27	4.91	13.33	14.00	16.32	85.83

烟相比存在着一定差异<sup>[2]</sup>。烟叶是满足人们吸食需要的特殊商品，其感官特征是烟叶品质优劣最直接、最权威和最客观的反映。评吸结果表明，药烟香味独特，余味纯净，劲头适中，表现出各种成分比较谐调的特性，这可能是燃烧后两种类型的物质相互起作用的结果。对于如何以化学成分指标来评定药烟的品质，目前还在深入研究中。

通常烟叶品质取决于在其成熟过程中所形成和积累的主要化学物质的含量与比例，其中，烟碱和钾含量的高低直接影响烟叶的可用性。烟碱既是一种精神药品也是一种环境有毒物质，含量过高会增加烟气的刺激性，影响卷烟吸味，安全性差；钾素能够改善烟叶的燃烧性，减少烟气中有害物质和焦油的释放量，提高烟制品的安全性<sup>[6, 7]</sup>。但迄今我国烟草生产中烟碱含量高钾含量低的问题仍然没有解决。

烟碱是高毒性的吡啶化合物，大部分是以有机酸(如柠檬酸和苹果酸)盐的状态存在，能够降解烟碱的微生物相当少。在烟株、土壤和陈化烟叶中存在一些具有特异酶系统的细菌、酵母菌和真菌，能够有效地代谢降解烟碱，细菌主要有恶臭假单胞杆菌(*Pseudomonas putida*)、纤维单胞菌(*Cellulomonas* sp.)、烟草节杆菌(*Arthrobacter nicotianae*)、球形节杆菌(*Arthrobacter globiformilis*)、噬烟碱节杆菌(*Arthrobacter nicotinovorans*)、氧化节杆菌(*Arthrobacter oxydans*)等；真菌主要有刺孢小克银汉霉菌(*Cunninghamella echinulata*)、石膏样小孢子菌(*Microsporum gypseum*)和丝核薄膜革菌(*Pellicularia filamentosa*)等<sup>[8, 9]</sup>。这些微生物多数能以烟碱作为唯一碳氮源进行生长，沿着 3 种不同的

途径代谢烟碱：节杆菌属细菌中存在的吡啶途径(pyridine pathway)，以假单胞菌属细菌为代表的吡咯途径(pyrrlidine pathway)和存在于真菌中的脱甲基途径(Me pathway)<sup>[10]</sup>。微生物代谢烟碱的机理非常复杂，目前只有噬烟碱节杆菌和球形节杆菌降烟碱的代谢过程研究的比较清楚<sup>[11, 12]</sup>。研究发现，光合细菌具有的独特生理学特性，能显著降解焦化废水中难以降解的吡啶类等有机物<sup>[13]</sup>。

烟草对钾素的需求量较大，钾素几乎参与了烟草生长发育过程中的所有物质和能量代谢过程，对烟草内在化学成分具有极其重要的影响。一般认为烤烟烟叶正常的含钾量为 2%~8%，优质烤烟烟叶含钾量应大于 2.5%，美国、津巴布韦的烟叶含钾量多在 4%~6%，而我国烟叶平均含钾量仅为 1.80%<sup>[14]</sup>。烟叶含钾量受土壤供钾水平、烟株对钾的吸收、运输和积累能力等多种因素的影响，目前，在我国的烟草生产中对抑制烟叶钾含量大幅度提高的障碍因素始终没能搞清。从规范烟草栽培品种、培育钾高效基因型、改善土壤环境条件和施肥技术等途径显著提高烟叶含钾量的效果还很有限<sup>[15]</sup>。本研究发现，喷施光合细菌对药烟同时具有降碱和增钾的作用，对普通烟草是否也具有类似的作用还需进一步证实。

微生物的一些次生代谢产物，在农业生产中是作物的生长刺激素，在幼苗期可以刺激作物的生长发育，在成熟期能够提高作物的品质。研究表明，烟草叶面的微生物类群具有多样性，主要包括细菌、霉菌、放线菌和酵母菌，其中细菌占绝对优势，达到 90%~99%，并且芽孢杆菌和芽孢梭菌占烟叶表面微生物种类数量的 90%左右<sup>[16]</sup>。通过喷施光合细菌

可能会改变烟叶表面微生物群态结构,减少有害微生物,增加有益微生物,微生物通过分泌酶或其他代谢物并以烟叶内的蛋白质、糖等化学物质为底物来改善烟叶品质<sup>[17,18]</sup>。光合细菌能产生许多促生长因子、维生素、辅酶 Q 和光合色素等,以及一些未知的生理活性物质,可以激活植物细胞的活性,提高光合作用的能力,增进土壤的肥力,改善植物的营养条件<sup>[3,4]</sup>。光合细菌改善药烟品质的作用可能是上述综合作用的结果,通过直接或间接的方式发挥作用,其确切机制还需要进一步的研究。

## 参 考 文 献

- [1] 2003 年度国家烟草专卖局科学技术进步奖获奖项目简介( )。烟草科技, 2004, 12: 40-42.
- [2] 魏治中. 药烟栽培技术. 北京: 金盾出版社, 2002, pp. 184-185.
- [3] 熊琦, 冯安吉, 刘继彪, 等. 光合细菌促菠菜生长机理初探. 应用与环境生物学报, 1999, 5(5): 194-196.
- [4] 吴小平. 光合细菌在烟草上的应用. 福建农业大学学报, 1999, 28(4): 471-473.
- [5] 肖协忠. 烟草化学. 北京: 中国农业出版社, 1997, pp. 47~52, pp. 162-205.
- [6] 李梅云. 烟碱的微生物降解研究进展. 微生物学杂志, 2006, 26(3): 94-97.
- [7] 王 闯, 符云鹏, 艾永峰. 土壤特性与烟叶品质的关系. 安徽农业科学, 2005, 33(5): 862-863, 866.
- [8] 袁勇军, 陆兆新, 黄丽金, 等. 烟碱降解细菌的分离、鉴定及其降解性能的初步研究. 微生物学报, 2005, 45(2): 181-184.
- [9] 王书宁, 杜毅, 陈洪, 等. 微生物代谢尼古丁研究进展. 中国生物工程杂志, 2004, 24(7): 50-54.
- [10] Eberhardt, Hans-Jochen. The biological degradation of nicotine by nicotinophilic microorganisms. *Beitr Tabakforsch Int*, 1995, 16 (3): 119-129.
- [11] Brandsch R, Baitsch D, Sandu C, *et al*. Igloi gene cluster on pAO1 of *Arthrobacter nicotinovorans* involved in degradation of the plant alkaloid nicotine: cloning, purification and characterization of 2, 6-dihydroxypyridine 3-hydroxylase. *J Bacterial*, 2001, 183: 5262-5267.
- [12] Kasaki, Maeda, Uchida. Microbial degradation of nicotine-1'-N-oxide degradation products. *Agri Biol Chem*, 1977, 42 (8): 1445-1460.
- [13] 李香兰. 固定化光合细菌处理焦化废水中难降解有机物成分的鉴定. 光谱实验室, 2003, 20(3): 427-428.
- [14] 李登武, 王冬梅, 贺学礼. 丛枝菌根真菌对烟草钾素吸收的研究. 应用生态学报, 2003, 14(10): 1719-1722.
- [15] 介晓磊, 化党领, 谭金芳, 等. 中国烟草钾营养研究现状分析(I)-烟草钾营养的各学科研究进展. 中国农学通报, 2005, 21(10): 212-217.
- [16] 刘 萍, 张广民, 郑小嘎, 等. 烟叶表面微生物及其应用. 微生物学通报, 2003, 30(6): 105-110.
- [17] 徐 洁, 张修国, 张天宇, 等. 微生物真菌菌剂对烟叶品质的影响. 西南农业大学学报 (自然科学版), 2005, 27(2): 163-169.
- [18] 郑小嘎, 张修国, 张天宇, 等. 真菌菌剂改善烟叶品质的初步研究. 微生物学通报, 2003, 30(6): 10-13.

## 稿件规范化与标准化

### 论文中统计学符号书写规则

统计学符号一般用斜体。本刊常用统计学符号介绍如下, 希望作者参照执行。

样本的算术平均数用英文小写  $\bar{x}$ , 不用大写  $\bar{X}$ , 也不用  $Mean$ 。标准差用英文小写  $s$ , 不用  $SD$ 。标准误用英文小写  $s_{\bar{x}}$ , 不用  $SE$ 。 $t$  检验用英文小写  $t$ 。 $F$  检验用英文大写  $F$ 。卡方检验用希文小写  $\chi^2$ 。相关系数用英文小写  $r$ 。样本数用英文小写  $n$ 。概率用英文大写  $P$ 。