

# 种植密度与施氮量对江西紫色土烤烟产量及农艺性状的影响

唐先干<sup>1,2</sup>, 李祖章<sup>1,2</sup>, 胡启锋<sup>1,2</sup>, 翟晶<sup>3</sup>, 张启明<sup>3</sup>, 李立新<sup>3</sup>

(1.江西省农业科学院国家红壤改良工程技术研究中心,南昌 330200;2.江西省农业科学院土壤肥料与资源环境研究所,南昌 330200;3.江西省烟叶科学研究所,南昌 330025)

**摘要:**为了查明江西紫色土上种植模式与浓香型烟叶质量的关系,以江西省主栽烤烟品种 K326 为试验材料,研究种植密度与施氮量互作对烤烟产量及农艺性状的影响。结果发现,增施氮肥后株高显著增高、烟叶显著增宽、叶长/宽显著减小、烟叶鲜重/干重显著提高。当施氮量 142.5 kg/hm<sup>2</sup> 时,株距越小烟叶越宽,烟株密植能显著提高烟叶产量;但当施氮量 142.5 kg/hm<sup>2</sup> 时烟株稀植有利于上等烟比例的提高;当施氮量为 165 kg/hm<sup>2</sup> 时,烟株稀植有利于叶长与叶宽的增加,同时显著提高上等烟比例;当施氮量为 165 kg/hm<sup>2</sup>、株距为 0.5 m 时,烤烟产量与产值均最高。故建议今后紫色土烤烟种植模式为行距 1.2 m,株距 0.5 m、施氮量 165 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:**紫色土;烤烟;种植密度;施氮量;株距

中图分类号:S572.05

文章编号:1007-5119(2012)03-0047-05

DOI:10.3969/j.issn.1007-5119.2012.03.010

## Effects of Planting Density and Nitrogen Rate on Yield and Characters of Flue-cured Tobacco Planted in Purple Soil in Jiangxi Province

TANG Xiangnan<sup>1,2</sup>, LI Zuzhang<sup>1,2</sup>, HU Qifeng<sup>1,2</sup>, ZHAI Jing<sup>3</sup>, ZHANG Qiming<sup>3</sup>, LI Lixin<sup>3</sup>

(1. National Engineering and Technology Research Center for Red Soil Improvement, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 2. Soil & Fertilizer and Environmental & Resources Research Institute, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China; 3. Jiangxi Tobacco Research Institute, Nanchang 330025, China)

**Abstract:** In order to identify the relationship of planting pattern and the quality of strong aroma type tobacco in purple soil of Jiangxi province, a field experiment with a widely planted tobacco variety K326 in Jiangxi was conducted to study the effects of planting density and nitrogen rate on characteristics of tobacco in purple soil in Jiangxi. The results showed that as the nitrogen rate increased, the plant height, the leaf width and the ratio of fresh leaf weight to dry leaf weight increased significantly, while the ratio of leaf length to leaf width obviously decreased. When the nitrogen rate was less than 142.5 kg/ha, the less the plant spacing, the wider the leaf, higher density could increase tobacco yield, while thin planting significantly increased the percentage of high-quality tobacco leaf when the nitrogen application rate was more than 142.5 kg/ha. When the nitrogen application rate was 165 kg/ha, thin planting was greatly in favor of increasing the leaf length and leaf width and the percentage of high-quality tobacco leaf. When the plant spacing was 0.5 m and the nitrogen rate was 165 kg/ha, it could obtain the highest yield and economic benefit of tobacco. So it is suggested that the purple soil tobacco planting mode was row spacing 1.2 m, plant spacing 0.5 m and nitrogen application rate 165 kg/ha.

**Keywords:** purple soil; flue-cured tobacco; planting density; nitrogen rate; plant space

施氮量和种植密度是决定烤烟产质量的重要因素<sup>[1-3]</sup>,种植密度影响着作物有效截光叶面积、群体光合效能和田间气象。合理的密度能协调个体与群体的发展,在使个体烟株生长健壮的基础上,又能使群体获得较大发展,保证单位面积上有适当的

株数,充分利用光能资源和土地资源,达到适宜的产量目标。

有关种植密度和施氮量对烟草产量及内在品质影响的研究很多<sup>[4-16]</sup>,烟草适宜的种植密度和施氮量不仅仅与烟草品种紧密相关,海拔、气候、土

基金项目:江西省烟草专卖局科技项目“江西省浓香型特色优质烟叶开发与研究”(201101006);江西省烟草公司科技专项“紫色土资源规划利用及发展对策研究”(赣[2009]6号)

作者简介:唐先干,男,助研,主要从事作物栽培与植物营养研究。E-mail:tangxiangan707@126.com

收稿日期:2012-01-11

修回日期:2012-04-26

壤、栽培习惯等因素对种植密度也有较显著的影响,因此研究一定自然条件下适宜的种植密度和施肥量对生产具有很实际的指导意义。

江西省紫色土面积为 20.1 万  $\text{hm}^2$ ,占江西土壤总面积的 1.35%。紫色土由于通气性能较好,质地上轻下重,保水保肥性能较强,钾含量较高,有机质与氮含量较低,适宜烤烟生长,江西省浓香型特色优质烟叶的开发主要集中在紫色土上,以赣南地区信丰县紫色土上种植的烟叶最为典型。由于目前关于江西紫色土烤烟种植密度与施氮量互作研究还未见报道,本研究以探讨江西紫色土烤烟施氮量与种植密度互作对烟叶风格特色的影响,以期找出适应当地气候和土壤条件下的适宜种植密度,从而获取最佳经济产量和品质,为指导江西省紫色土烤烟生产提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点情况

试验在江西省赣州市信丰县大塘埠镇樟塘村进行,试验点气候温和,光照充足,热量丰富,雨量充沛,属中亚热带季风湿润气候,具有四季分明,春秋短夏冬长,冰雪期短,无霜期长,夏无酷暑冬无严寒等特点。信丰县紫色土所产烟叶是典型的浓香型特色优质烟叶。

### 1.2 供试品种与育苗方式

供试烤烟品种为 K326,包衣种漂浮育苗。

### 1.3 试验设计

本试验采取裂区设计,株距为主区,在固定行距为 1.2 m 的前提下,株距设 3 个水平:即株距 0.55、0.50、0.45 m、分别用  $M_{0.55m}$ 、 $M_{0.50m}$  和  $M_{0.45m}$  表示;氮用量为副区,在固定  $m(\text{N}):m(\text{P}_2\text{O}_5):m(\text{K}_2\text{O})=1:1:3$  不变的前提下,氮肥用量设 120、142.5、165  $\text{kg}/\text{hm}^2$  3 个水平,分别用  $N_{120}$ 、 $N_{142.5}$  和  $N_{165}$  表示。一共形成 9 个处理组合,3 次重复,小区面积 30~40  $\text{m}^2$  (3 行区),试验田四周设保护行。

烟苗达到 6 叶 1 心时移栽,采用地膜覆盖膜下小苗移栽方式。田间管理按照江西省优质烟生产技

术规范进行,同项操作均在同一天内完成。烘烤按照江西省密集烘烤技术规范进行。

### 1.4 肥料施用

肥料由大丰有机肥、烟草专用复合肥(8%N、10% $\text{P}_2\text{O}_5$ 、20% $\text{K}_2\text{O}$ )、硝酸钾( $\text{KNO}_3$ )、硫酸钾( $\text{K}_2\text{SO}_4$ )、过磷酸钙组成。各处理有机氮占总施氮量的 20%,硝态氮占氮肥总用量的 40%。有机肥和过磷酸钙全部做基肥,钾肥 60%做基肥、40%为追肥;硝态氮 40%基施、60%为追肥。基肥在移栽前 7 d 开沟条施,开沟深度 15~20 cm。追肥穴施于烟株旁(按根系伸展范围由近到远),穴深 10~18 cm,在移栽后第 7、18、30 d 分 3 次施下。

### 1.5 调查项目与方法

选择有代表性的 10 株烟株,采收前测量下部、中部和上部叶叶长和叶宽;采收完毕后,测量株高。以小区为单位采收烘烤并测产。以处理为单位进行分级,计算上等烟、上中等烟比例、均价及产值。

## 2 结果

### 2.1 主要农艺性状

在同一施氮量水平下,烤烟种植密度对株高的影响不是很明显(表 1)。随着施氮量的增加,烤烟株高越高,施氮量为 120、142.5 和 165  $\text{kg}/\text{hm}^2$  时平均株高分别为 72.1、73.8 和 76.6 cm。

当施氮量 142.5  $\text{kg}/\text{hm}^2$  时,施氮量与株距互作对叶长影响不明显(表 1),但施氮量增加到 165  $\text{kg}/\text{hm}^2$  时会促进叶长的增长,施氮量为 165  $\text{kg}/\text{hm}^2$

表 1 施氮量与株距互作条件下烤烟主要农艺性状  
Table 1 Effects of planting density and nitrogen rate on agronomic characters

处理	株高/cm	叶长/cm	叶宽/cm	叶长/叶宽
$M_{0.55m}N_{120}$	72.2bBC	50.3cdC	16.5eCD	3.06aA
$M_{0.50m}N_{120}$	66.6cC	46.5dC	15.9eD	2.94abcAB
$M_{0.45m}N_{120}$	76.1abAB	51.1cC	18.7cdBC	2.79cdeABC
$M_{0.55m}N_{142.5}$	73.6bABC	49.0cdC	16.4eCD	3.03abA
$M_{0.50m}N_{142.5}$	76.4abAB	49.3cdC	17.6deCD	2.83bcdABC
$M_{0.45m}N_{142.5}$	71.5bcBC	50.4cdC	20.4cB	2.51fD
$M_{0.55m}N_{165}$	72.3bBC	68.6aA	25.7aA	2.67defBCD
$M_{0.50m}N_{165}$	81.1aA	61.9bB	24.4abA	2.54fCD
$M_{0.45m}N_{165}$	76.5abAB	61.0bB	23.5bA	2.62efCD

注:同列内小写字母不同表示 5%显著差异;大写字母不同表示 1%极显著差异,下同。

时平均叶长为 63.8 cm，而施氮量 142.5 kg/hm<sup>2</sup> 时平均叶长仅为 49.4 cm。同时在施氮量 165 kg/hm<sup>2</sup>、株距 0.55 m 时的叶长比株距 0.50 m 时长 10%，表明在高氮 165 kg/hm<sup>2</sup> 水平下，烤烟稀植有利于叶长的增加。

从表 1 还可以看出，施氮量越高，烟叶越宽。当施氮量为 120、142.5 和 165 kg/hm<sup>2</sup> 时，平均叶宽分别为 17.0、18.1 和 24.5 cm。当施氮量 142.5 kg/hm<sup>2</sup> 时，植烟株距越小烟叶越宽，施氮量 165 kg/hm<sup>2</sup> 水平下，植烟株距越大烟叶越宽。

施氮量对烟叶长/宽影响显著，施氮量越高，长/宽越小（表 1）。如施氮量 165 kg/hm<sup>2</sup> 时平均叶长/宽为 2.61，比施氮量 142.5 kg/hm<sup>2</sup> 时低 6.9%，比施氮量 120 kg/hm<sup>2</sup> 时低 12.3%；在同一施氮量水平下，烤烟的叶长/宽随着株距的减少而降低，表明烤烟密植有利于减小叶长/宽比。

### 2.2 烟叶鲜干比

在图 1 中，烟叶鲜干比代表的是采摘鲜烟叶重与烘烤后干烟叶重之比。本次试验一共烘烤了 7 次，时间分别是 6 月 2 日、6 月 10 日、6 月 18 日、6 月 27 日、7 月 3 日、7 月 10 日、7 月 14 日。从图 1 可以看出，烤烟的鲜干比呈下降趋势，前期的烟叶鲜干比较大，后期采摘的烟叶鲜干比较小；在不同时期，施氮量 165 kg/hm<sup>2</sup> 水平下的烟叶鲜干比均高于施氮量 142.5 kg/hm<sup>2</sup>，表明施氮量越高烟叶含水量越多。

从图 2 看出，在同一株距条件下烟叶鲜干比随着施氮量的增加而增加，其中施氮量 165 kg/hm<sup>2</sup>

时烟叶鲜干比为 7.1，施氮量 142.5 kg/hm<sup>2</sup> 时烟叶鲜干比为 6.8，而施氮量 120 kg/hm<sup>2</sup> 时的烟叶鲜干比仅为 6.7。

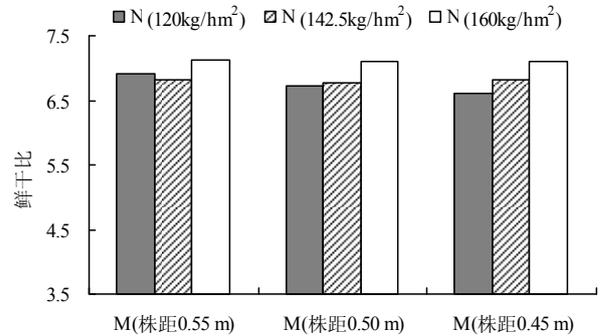


图 2 施氮量与株距互作对鲜干比的影响

Fig. 2 Effects of planting space and nitrogen rate on the ratio of fresh weight to dry weight

### 2.3 烤烟上等烟率、产量和产值

从图 3 中可以看出，施氮量 165 kg/hm<sup>2</sup> 时上等烟比率显著提高，为 50%~61%；而施氮量 142.5 kg/hm<sup>2</sup> 时上等烟率仅为 31%~48%；当施氮量 142.5 kg/hm<sup>2</sup> 时，上等烟率随着植烟株距的增加而增加，表明烤烟稀植有利于上等烟率的提高，这可能与烤烟稀植后烟叶更能吸收光合作用有关。

从表 2 可以得出，在施氮量 120 kg/hm<sup>2</sup> 水平下，当植烟株距为 0.45 m 时，产量最高为 2292 kg/hm<sup>2</sup>，比株距 0.50 m 时产量高 16.7%~23.5%，表明在施氮量较低的条件，烤烟密植能提高产量。在施氮量 142.5 kg/hm<sup>2</sup> 水平下，随着植烟株距的减少，产量随之增加了 8.5%~9.1%，表明在此氮肥水平下密植同样有利于产量的提高。在施氮量 165 kg/hm<sup>2</sup> 水

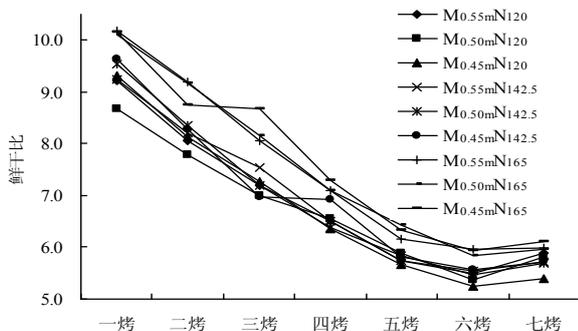


图 1 不同烘烤期烟叶的鲜/干比

Fig.1 The ratio of fresh weight to dry weight at various time

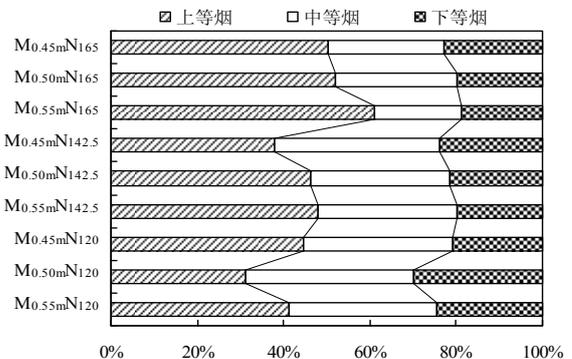


图 3 烤烟不同等级比例

Fig. 3 The proportion of different grades

表2 烤烟产量和主要经济性状  
Table 2 Yield and economic attributes

处理	产量/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	氮肥效 应/%	株距效 应/%	均价/ (元·kg <sup>-1</sup> )	产值/ (元·hm <sup>-2</sup> )
M <sub>0.55m</sub> N <sub>120</sub>	1964bc			15.1	29 628
M <sub>0.50m</sub> N <sub>120</sub>	1830c		-6.8	14.5	26 604
M <sub>0.45m</sub> N <sub>120</sub>	2292abc		16.7	15.5	35 542
M <sub>0.55m</sub> N <sub>142.5</sub>	2065abc	5.2		15.9	32 860
M <sub>0.50m</sub> N <sub>142.5</sub>	2241abc	22.4	8.5	15.5	34 831
M <sub>0.45m</sub> N <sub>142.5</sub>	2253abc	-1.7	9.1	15.1	34 057
M <sub>0.55m</sub> N <sub>165</sub>	2567abc	30.7		16.7	42 957
M <sub>0.50m</sub> N <sub>165</sub>	2776a	51.7	8.1	16.1	44 646
M <sub>0.45m</sub> N <sub>165</sub>	2633ab	14.9	2.6	16.0	42 171

平下,株距为0.5 m时产量最高为2776 kg/hm<sup>2</sup>,比株距0.55 m与0.45 m的产量高5.4%~8.1%,表明施氮量165 kg/hm<sup>2</sup>时植烟株距为0.5 m更有利于烤烟产量的增加。在同一株距条件,施氮量对烤烟起到了明显增产的作用,如施氮量165 kg/hm<sup>2</sup>时烤烟的平均产量比施氮量142.5 kg/hm<sup>2</sup>时显著增产21.6%~31.1%。

施氮量165 kg/hm<sup>2</sup>时上等烟比例较高,故烤烟均价也高,均价在16.0~16.7元/kg,其次是施氮量142.5 kg/hm<sup>2</sup>时的均价为15.1~15.9元/kg,施氮量120 kg/hm<sup>2</sup>时均价为14.5~15.5元/kg。烤烟产值也是随着施氮量的增加而增加,其中施氮量165 kg/hm<sup>2</sup>水平下烤烟平均产值最高为43 258元/hm<sup>2</sup>,其次是施氮量142.5 kg/hm<sup>2</sup>水平下烤烟平均产值为33 916元/hm<sup>2</sup>,施氮量120 kg/hm<sup>2</sup>时烤烟平均产值为30 591元/hm<sup>2</sup>。当氮肥用量为165 kg/hm<sup>2</sup>,株距为0.5 m水平时,烤烟产值最高为44 646元/hm<sup>2</sup>。

### 3 讨论

作物的种植密度在很大程度上影响作物群体结构,进而影响到作物群体的光能利用和干物质生产。种植密度决定群体的大小,而植株配置方式则决定群体的均匀性。作物群体结构的不适宜,会恶化作物光合生理机能,致使光合能力下降,影响作物产量<sup>[15,17]</sup>。本研究结果表明,当施氮量为165 kg/hm<sup>2</sup>时,烤烟稀植有利于叶长与叶宽的增加;当施氮量142.5 kg/hm<sup>2</sup>时,株距越小烟叶越宽。表明在紫色土上种植烤烟当施氮量大时,烟叶生长繁茂,为了更好地吸收利用光能,种植密度应适当减

小;施氮量小时,烟叶生长较差,应适当增加种植密度,依靠群体生产力提高单位面积产量<sup>[17]</sup>。

一般来说,作物群体的单位面积产量在一定范围内随密度的增加而成线性提高,达到一定密度时产量达到最高值,过后再增加密度,不仅不会使产量增加,反而使产量下降。本研究结果表明,施氮量为165 kg/hm<sup>2</sup>时,株距0.5 m较为合理,再增加或减小株距都会使产量下降;当施氮量142.5 kg/hm<sup>2</sup>时,株距越小产量越高,表明在低氮条件下烤烟适当密植能提高产量。

在一定范围内,施氮量是影响烤烟产量和品质的主要因素,种植密度是次要因素,施氮量效应大于密度效应。种植密度对上、中等烟比率、均价、产量及产值的影响均小于氮肥<sup>[18-19]</sup>。本试验的结果表明,随着施氮量的提高,烤烟的产量显著提高,同时上等烟率提高,当施氮量142.5 kg/hm<sup>2</sup>时,上等烟率随着株距的增加而增加,烤烟稀植有利于上等烟率的提高。

水分是烟叶组分中最活跃的组分之一。烟叶调制、复烤、发酵、制丝等加工过程都需要调节烟叶水分含量。在本研究中,种植密度对烟叶鲜干比影响较小,但烟叶鲜干比会随着施氮量的增加而增加,即烟叶的含水量随着施氮量的增加而增加。今后可进一步研究施氮量对烟叶含水量特征及烟叶烘烤工艺的影响。

### 4 结论

在江西紫色土上种植烤烟,施氮量越高,烤烟株高越高,烟叶越宽;在施氮量为165 kg/hm<sup>2</sup>时,烤烟稀植有利于叶长与叶宽的增加;当施氮量142.5 kg/hm<sup>2</sup>时,株距越小烟叶越宽;同时施氮量越高,叶长/宽越小,烤烟密植也有利于减小叶长/宽。施氮量越高烟叶含水量越多。施氮量为165 kg/hm<sup>2</sup>时上等烟率最高。当施氮量142.5 kg/hm<sup>2</sup>时烤烟稀植有利于上等烟比例的提高。施氮对烤烟有明显的增产作用,烤烟产值随着施氮量的增加而增加,当施氮量142.5 kg/hm<sup>2</sup>时,烤烟适当密植

能明显提高产量,但施氮量 165 kg/hm<sup>2</sup>、株距为 0.5m 时烤烟产量最高。

### 参考文献

- [1] 刘建军,符云鹏,李亚飞,等. 氮肥用量对香料烟香味成分及感官质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(2): 68-73.
- [2] 王正旭,陈明辉,申国明,等. 施氮量和留叶数对烤烟红花大金元产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(3): 76-79.
- [3] 张晨东,乔连镇,谭仲夏,等. 种植密度及施氮量对红土晒烟产量及品质的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(1): 138-143.
- [4] 韩锦峰,訾天镇,郭月清,等. 烤烟种植密度和留叶数对农艺性状及烟叶化学成分效应的初步研究[J]. 中国烟草, 1984(2): 4-9.
- [5] 吴云霞,杨林英,郑克宽. 烤烟主要化学成分含量及产量与种植密度、氮肥种类的关系[J]. 内蒙古农业科技, 1996(2): 9-11, 20.
- [6] 李洪勋. 不同施氮量和密度对烤烟产量和质量的影响[J]. 吉林农业科学, 2008, 33(3): 22-26.
- [7] 张建. 不同施氮量及栽培密度对烟叶质量的影响[J]. 贵州农业科学, 2008, 36(5): 59-62.
- [8] 黄莺,黄宁,冯勇刚,等. 不同氮肥用量·密度和留叶数对贵烟4号烟叶经济性状的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(2): 597-600.
- [9] 李良勇,邹喜明,黄松青,等. 不同栽培条件对烤烟农艺经济性状及烟碱含量的影响[J]. 江西农业学报, 2007, 19(3): 1-5.
- [10] 刘晶,苟正贵,陈颖. 密度和纯氮用量对烤烟总氮和烟碱含量的影响[J]. 山地农业生物学报, 2008, 27(3): 195-199.
- [11] 上官克攀,杨虹琦,罗桂森,等. 种植密度对烤烟生长和烟碱含量的影响[J]. 烟草科技, 2003(8): 42-45.
- [12] 张建忠,叶想青,李文卿,等. 施氮量对翠碧1号生长发育及烟叶质量风格的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(5): 63-67.
- [13] 马兴华,苑举民,荣凡番,等. 施氮对烤烟氮素积累、分配及土壤氮素矿化的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(1): 17-21.
- [14] 李文璧,朱凯,段凤云,等. 施氮量和种植密度对红花大金元烟田小气候和产值的影响[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(2): 27-32.
- [15] 肖艳松,李晓燕,李圣元,等. 种植密度对旱地烤烟生长发育及产量、质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(9): 3723-3724.
- [16] 杨隆飞,占朝琳,郑聪,等. 施氮量与种植密度互作对烤烟生长发育的影响[J]. 江西农业学报, 2011, 23(6): 46-48.
- [17] 董钻,沈秀英. 作物栽培学总论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [18] 张黎明,李云. 种植密度与施氮量对烤烟生长发育及产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(23): 12437-12438.
- [19] 刘洪祥,杨林波,何结望,等. 几个烤烟品种与施氮量等栽培因素对烟叶可用性的综合效用评价[J]. 中国烟草科学, 2004, 25(4): 41-45.

(上接第46页)

- [6] 郑湖南. 不同香气风格烤烟常规化学成分和香气物质的差异研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(31): 13700-13702, 13728.
- [7] 席元肖,魏春阳,宋纪真,等. 不同香型烤烟化学成分含量的差异[J]. 烟草科技, 2011(5): 29-33.
- [8] 杜咏梅;张建平;王树声,等. 主导烤烟香型风格及感官质量差异的主要化学指标分析[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(5): 7-12.
- [9] 张永安,郑湖南,周冀衡,等. 不同产区烤烟香气特征与化学成分的差异[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2007, 33(5): 568-571.
- [10] 常爱霞,张建平,杜咏梅,等. 烤烟香型相关化学成分主导的不同产区烟叶聚类分析[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(2): 14-16.
- [11] 杜咏梅,刘新民,王平等. 宣威产区烤烟香型风格及其主要化学指标适宜区间的研究[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(5): 13-18.
- [12] 肖协忠. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 1997: 47-58.
- [13] 胡国松,郑伟,王震东,等. 烤烟营养原理[M]. 北京: 科学出版社, 2000, 141-145.
- [14] 刘洪祥,陈刚,王洪云,等. 不同烤烟品种香型风格与多酚类化合物含量的差异性研究[C]/现代烟草农业学术论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008: 490-496.