

## 不同基因型烤烟旺长期的植物学性状和光合特性

武圣江<sup>1</sup>, 何忠矿<sup>2</sup>, 杨秀祥<sup>3</sup>, 陈晓明<sup>4</sup>, 叶建军<sup>4</sup>, 曹高燊<sup>5</sup>, 潘文杰<sup>1</sup>, 谢已书<sup>1\*</sup>

(1.贵州省烟草科学研究院, 贵州 贵阳 550081; 2.毕节学院化学工程学院, 贵州 毕节 551700; 3.中国烟草总公司贵州省公司, 贵州 贵阳 550004; 4.贵州省烟草公司遵义市公司, 贵州 遵义 563000; 5.天津农学院农学与资源环境学院, 天津 300384)

**摘要:** 为了进一步探讨烤烟生长特性, 研究了不同基因型烤烟(K326、毕纳 1 号、韭菜坪 2 号、贵烟 2 号和南江 3 号)旺长期(移栽后 50、65、80 d)的植物学性状和光合参数的变化。结果表明: 毕纳 1 号、贵烟 2 号和 K326 大田旺长期的植物学性状较好, 生物量较大; 移栽后 50 d 和 65 d, 不同基因型烤烟 *SPAD* 值差异显著, 移栽后 80 d, 不同基因型间(除南江 3 号)*SPAD* 值差异均不显著, 且叶绿素相对含量有所降低; 大田旺长期, 南江 3 号、毕纳 1 号和 K326 叶绿素相对含量较高, 韭菜坪 2 号和贵烟 2 号叶绿素相对含量较低, 毕纳 1 号、K326 和南江 3 号光合特性较好; 韭菜坪 2 号的植物学性状和光合特性相对较差, 贵烟 2 号光合特性指标一般。

**关键词:** 烤烟; 基因型; 旺长期; 植物学性状; 光合特性

中图分类号: S572.01

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2014)04-0353-05

## Botanical properties and photosynthetic characteristics of different genotypes of flue-cured tobacco in rapid growth stage

WU Sheng-jiang<sup>1</sup>, HE Zhong-kuang<sup>2</sup>, YANG Xiu-xiang<sup>3</sup>, CHEN Xiao-ming<sup>4</sup>,

YE Jian-jun<sup>4</sup>, CAO Gao-yi<sup>5</sup>, PAN Wen-jie<sup>1</sup>, XIE Yi-shu<sup>1\*</sup>

(1.Guizhou Academy of Tobacco Science, Guiyang 550081, China; 2.College of Chemical Engineering of Bijie University, Bijie, Guizhou 551700, China; 3.Guizhou Provincial Tobacco Company of China National Tobacco Corporation, Guiyang 550004, China; 4.Zunyi Tobacco Company of Guizhou Province, Zunyi, Guizhou 563000, China; 5.College of Agronomy and Resources and Environment, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** To further explore the growth characteristics of flue-cured tobacco, the changes of botanical properties and photosynthetic characteristics in different genotypes of flue-cured tobacco (K326, Bina1, Jiucaiping2, Guiyan2 and Nanjiang3) during rapid growth stage were investigated. The results indicated that Bina1, Guiyan2 and K326 had good botanical properties in rapid growth phase, especially for plant dry matter. The *SPAD* value of different flue-cured tobacco genotypes was significantly different at 50 d and 65 d after transplanting, but not significantly different at 80 d (except for Nanjiang3) and relative content of chlorophyll was decreased. In the rapid growth stage, Nanjiang3, Bina1 and K326 had higher relative chlorophyll content, but that of Jiucaiping2 and Guiyan2 were lower. At the same time, photosynthetic character parameters of Bina1 and K326 and Nanjiang3 were better. Jiucaiping2 had worse botanical properties and photosynthetic characteristics, but with easy curing potential above the medium level meanwhile Guiyan2 had medium level photosynthetic character parameters, with easy curing potential much better.

**Key words:** flue-cured tobacco; genotypes; rapid growth phase; botanical properties; photosynthetic characteristics

烟株的生长发育和生理生化特征与其光合特性及植物学性状密切相关<sup>[1-3]</sup>。旺长期是烤烟生长发育和干物质积累的关键时期,对烟叶产质量起决定性作用<sup>[4-5]</sup>。研究烤烟旺长期植物学性状与光合特性是开展烤烟生产管理工作的前提和必要条件,对判断烟株生长发育状况和指导品种选育具有重要意义<sup>[4-7]</sup>。以往已对旺长期烤烟需水特点<sup>[8]</sup>、生理生化<sup>[9-10]</sup>、气孔和非气孔限制<sup>[5]</sup>、细胞气体交换<sup>[11]</sup>、生长发育和光合生理<sup>[4,7,11]</sup>等进行了研究。为了更好地了解大田旺长期烤烟的生长特性,笔者在贵州省井窖式移栽模式下,对不同基因型烤烟大田旺长期的植物学性状及光合特性进行了研究,以期对贵州特色烤烟生产提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

试验于2013年在贵州省烟草科学研究院开阳龙岗试验基地进行。烟田土壤肥力中等。供试烤烟品种为K326、毕纳1号、韭菜坪2号、贵2号烟和南江3号,种子由贵州省烟草科学研究院良种繁育中心提供。试验地面积为1 hm<sup>2</sup>,小区面积0.067 hm<sup>2</sup>。试验为单因素5水平(5个基因型烤烟)随机区组设计,3次重复。1月9日当天全部完成育苗播种工作,烟苗达到移栽标准后,按照贵州井窖式移栽技术于4月10号移栽,行距120 cm,株距50 cm,规范化栽培管理。烟苗移栽后约35 d为团棵期,之后进入旺长期。大田移栽80 d前后,烟株下部叶进入成熟期,而烟株最大叶片(中部叶)仍在旺长期,95 d时烟株中部叶基本进入成熟期。烟株的植物学性状观测和光合特性测定为团棵期后15、30和45 d,即在大田移栽后50、65和80 d进行。

### 1.2 测定项目及方法

测定烟株株高、茎围、最大腰叶长、最大腰叶宽、叶片数等植物学性状,重复10次以上。叶片数以叶长大于2 cm计为1片。取代表性烟株3株,将根、茎、叶分开,105℃杀青15 min,80℃烘干称重,测定叶干重、茎干重、根干重,重复3

次。叶绿素相对含量采用SPAD叶绿素仪测定,测定时取位于烟株中部烟叶,第3~4叶脉间,重复10次以上。取烟株中部烟叶,第3~4叶脉间,采用LI640光合仪测定光合特征参数,选择晴天10:00至11:00进行,流量设置为0.30 L/min,光合有效辐射设置为1000 μmol/m·s,温度控制在(28±2)℃。每个处理选取3~5株受光良好的中部叶片,测定叶片净光合速率( $P_n$ )、蒸腾速率( $T_r$ )、气孔导度( $G_s$ )和胞间CO<sub>2</sub>浓度( $C_i$ )等,每株重复5~10次。

### 1.3 数据处理

应用SPSS16.0进行单因素方差分析;采用最小显著差法和邓肯新复极差检验法比较不同处理在 $\alpha=0.01$ 和 $\alpha=0.05$ 水平上的差异显著性。

## 2 结果

### 2.1 不同基因型烤烟旺长期的植物学性状

由表1可以看出,移栽后50 d,不同基因型烤烟的株高、茎围、最大腰叶长(宽)和叶片数差异显著,但叶、根和茎干重差异不显著,贵烟2号、毕纳1号、K326和南江3号的植物学性状相对较好,韭菜坪2号的植物学性状均较一般。移栽后65 d,不同基因型烤烟的株高、茎围、最大腰叶长、最大腰叶宽、叶片数和茎干重差异显著,但叶和根干重差异不显著,贵烟2号、毕纳1号、K326和南江3号的植物学性状相对较好,韭菜坪2号的植物学性状均较一般,不同基因型间植物学性状优势指标出现交替现象,移栽后80 d,不同基因型烤烟的株高、茎围、最大腰叶长、最大腰叶宽、叶片数、叶干重、根干重和茎干重等植物学性状差异显著,毕纳1号、贵烟2号、K326和南江3号的植物学性状相对较好,韭菜坪2号的植物学性状均较一般。综合来看,贵烟2号旺长期的植物学性状表现均较好;毕纳1号旺长中后期表现较好,尤其在移栽后80 d,其植物学性状优于其他基因型烤烟;其次是K326和南江3号,韭菜坪2号相对较差,这表明基因型对烤烟的植物学性状的表现具有决定的影响。

表 1 不同基因型烤烟旺长期的植物学性状

Table 1 Botanical properties of different flue-cured tobacco genotypes in the rapid growth stage									
移栽后 时间/d	基因型	株高/cm	茎围/cm	最大腰叶长/cm	最大腰叶宽/cm	叶片数/片	叶干重/g	根干重/g	茎干重/g
50	K326	(20.99±0.10)bBC	(7.74±0.00)abAB	(44.84±0.20)bB	(23.61±0.10)cBC	(19.3±0.10)aA	49.47±0.00	10.85±0.10	8.98±0.20
	毕纳 1 号	(24.15±0.10)aAB	(7.43±0.00)bB	(49.48±0.10)aAB	(23.27±0.10)cC	(19.70±0.00)aA	45.99±0.10	7.16±0.10	7.29±0.10
	韭菜坪 2 号	(18.66±0.20)bCD	(7.46±0.00)bB	(50.65±0.20)aA	(24.30±0.10)bcBC	(17.60±0.10)bB	51.14±0.20	7.13±0.20	9.00±0.70
	贵烟 2 号	(27.07±0.20)aA	(7.67±0.00)bAB	(52.62±0.20)aA	(26.32±0.10)abAB	(16.40±0.10)cB	63.00±0.10	10.08±0.10	7.89±0.50
	南江 3 号	(14.68±0.10)cD	(8.21±0.00)aA	(52.40±0.20)aA	(27.96±0.20)aA	(16.60±0.00)bcB	51.82±0.00	7.73±0.00	6.26±0.50
65	K326	(86.27±0.20)aA	(9.70±0.00)bcBC	(65.95±0.10)bB	(30.40±0.10)cC	(30.80±0.00)aA	121.85±0.40	33.05±0.80	(44.187±0.30)abA
	毕纳 1 号	(85.56±0.30)aA	(9.36±0.00)cC	(68.14±0.10)abAB	(30.97±0.10)cC	(30.70±0.00)aA	128.14±0.30	32.78±0.70	(45.12±0.20)abA
	韭菜坪 2 号	(59.18±0.30)bB	(10.17±0.00)abAB	(68.97±0.10)abAB	(34.37±0.10)bB	(26.30±0.00)bcBC	144.46±0.40	33.64±1.60	(38.01±0.10)bcAB
	贵烟 2 号	(82.75±0.10)aA	(9.52±0.00)aBC	(69.85±0.20)aAB	(31.69±0.10)cC	(26.90±0.00)bB	145.46±0.70	36.33±2.10	(53.22±0.50)aA
	南江 3 号	(44.86±0.20)cC	(10.56±0.00)aA	(70.15±0.20)aA	(38.28±0.10)aA	(25.70±0.00)cC	137.51±0.10	35.50±0.90	(26.18±0.20)cB
80	K326	(87.60±0.20)dCD	(11.10±0.00)bcB	(68.69±0.30)cD	(31.55±0.10)bB	(22.70±0.10)bB	(157.50±0.40)abA	(115.03±1.20)abAB	(66.47±2.00)bc
	毕纳 1 号	(114.30±0.20)bB	(11.23±0.00)bcB	(78.85±0.10)aA	(31.85±0.10)bB	(25.30±0.00)aA	(175.83±0.30)aA	(118.27±1.40)aA	(97.50±0.70)aAB
	韭菜坪 2 号	(84.50±0.20)dD	(11.42±0.00)bB	(70.66±0.20)bcCD	(32.38±0.20)bB	(20.00±0.10)cC	(133.50±1.30)bA	(89.00±3.80)cAB	(76.63±2.10)baBC
	贵烟 2 号	(129.80±0.50)aA	(10.88±0.00)cB	(77.39±0.20)aAB	(34.17±0.20)abAB	(22.50±0.10)bB	(152.33±2.70)abA	(94.31±4.50)bcAB	(99.29±2.40)aA
	南江 3 号	(93.37±0.40)cC	(12.26±0.00)aA	(73.27±0.10)bBC	(38.46±0.20)aA	(24.70±0.10)aA	(142.00±0.10)abA	(85.37±1.60)cB	(72.73±1.60)bBC

移栽后 80 d 叶片数小于 65 d 的, 主要由打底脚叶(3片)和打顶造成; 同列不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著; 同列不同大写字母表示在 1% 水平上差异显著。

2.2 不同基因型烤烟旺长期的光合特性

由表 2 可知, 移栽后 50 d, 毕纳 1 号和南江 3 号的光合特性较好, 其次是 K326, 韭菜坪 2 号和贵烟 2 号的光合指标相对较一般, 贵烟 2 号和韭菜坪 2 号 SPAD 值显著小于其他基因型烤烟。移栽后 65 d, K326 的光合参数最佳, 其次是南江 3 号和毕纳 1 号, 韭菜坪 2 号相对较差, 南江 3 号的 SPAD

值最大, 其次是毕纳 1 号和 K326, 贵烟 2 号和韭菜坪 2 号 SPAD 值相对较小。移栽后 80 d, 毕纳 1 号的光合参数最佳, 其次是南江 3 号、K326 和贵烟 2 号, 韭菜坪 2 号相对较一般, 南江 3 号的 SPAD 值最大, 其次是毕纳 1 号和 K326, 贵烟 2 号和韭菜坪 2 号值相对较小。综合来看, 不同基因型烤烟大田旺长期的光合参数差异显著, 并随生育进程延

表 2 不同基因型烤烟大田旺长期光合参数与 SPAD 值

Table 2 Photosynthetic characteristics and SPAD value of different flue-cured tobacco genotypes in the rapid growth stage						
移栽后时间/d	基因型	$Pn/(\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$	$Gs/(\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$	$Ci/(\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1})$	$Tr/(\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$	SPAD 值
50	K326	(13.34±0.22)abA	(4.11±1.19)abA	(347.07±4.13)abAB	(8.20±0.22)bAB	(42.61±0.10)aA
	毕纳 1 号	(14.45±0.50)aA	(2.26±0.21)bA	(343.10±1.14)bB	(9.32±0.23)aA	(42.39±0.10)aAB
	韭菜坪 2 号	(12.97±0.39)abA	(2.20±0.26)bA	(342.93±1.16)bB	(8.84±0.20)abA	(40.98±0.00)bBC
	贵烟 2 号	(12.20±0.60)bA	(3.55±0.96)abA	(352.87±1.30)aA	(7.04±0.32)cB	(40.42±0.10)bC
	南江 3 号	(14.10±0.58)aA	(6.63±2.21)aA	(346.30±0.32)bAB	(9.36±0.26)aA	(42.67±0.00)aA
65	K326	(15.67±0.37)aA	(1.46±0.19)aA	(366.10±2.08)aA	(7.15±0.14)aA	(42.16±0.10)bcB
	毕纳 1 号	(10.17±0.30)cC	(0.79±0.40)abcAB	(345.54±1.40)bB	(5.03±1.41)bAB	(42.63±0.00)bAB
	韭菜坪 2 号	(5.88±0.48)dD	(0.16±0.03)cB	(342.97±3.55)bB	(2.19±0.24)cB	(40.15±0.10)dC
	贵烟 2 号	(11.55±0.40)bcBC	(0.42±0.05)bcB	(346.56±3.13)bB	(4.28±0.40)bcAB	(41.22±0.00)cdBC
	南江 3 号	(13.16±0.96)baB	(1.00±0.16)abAB	(368.50±3.07)aA	(5.63±0.37)abAB	(43.89±0.10)aA
80	K326	(7.21±0.05)aAB	(0.17±0.02)baB	(211.61±0.37)bB	(2.43±0.17)bB	(36.64±0.10)bBC
	毕纳 1 号	(8.74±0.05)aA	(0.29±0.01)aA	(331.13±0.27)aA	(3.79±0.03)aA	(37.60±0.10)bB
	韭菜坪 2 号	(4.48±0.21)bB	(0.03±0.00)cB	(227.81±7.22)bB	(1.10±0.02)cC	(33.86±0.10)cCD
	贵烟 2 号	(7.10±0.30)aAB	(0.19±0.03)abAB	(324.94±11.80)aA	(2.29±0.33)bB	(32.01±0.20)cD
	南江 3 号	(7.67±1.41)aAB	(0.21±0.07)abA	(314.95±12.34)aA	(2.50±0.44)bB	(41.55±0.20)aA

同列不同小写字母表示在 5% 水平上差异显著, 同列不同大写字母表示在 1% 水平上差异显著。

长呈逐渐降低的趋势。毕纳 1 号、K326 和贵烟 2 号旺长期的光合特性指标均较高,韭菜坪 2 号旺长期中后期的光合指标相对较差,与其植物学性状表现较为一致。南江 3 号光合指标相对较好,但其旺长期的生物量积累较一般,从大田发育来看,相对于其他基因型烤烟,其发育相对迟缓。

### 3 讨 论

基因型决定了烤烟在田间的植物学性状表达,基因型差异导致了 K326、毕纳 1 号、南江 3 号、贵烟 2 号和韭菜坪 2 号之间植物学性状的显著差异<sup>[12-13]</sup>。试验结果表明,旺长期不同基因型烤烟的植物学性状差异显著,从株高、茎围、叶数、最大腰叶长和最大腰叶宽来看,毕纳 1 号和贵烟 2 号和 K326 相对较好;从生物产量方面来看,毕纳 1 号、贵烟 2 号和 K326 较好。从植物学性状各指标综合来看,毕纳 1 号、贵烟 2 号和 K326 的植物学性状较好,韭菜坪 2 号相对较差。不同基因型烤烟的植物学性状表现出明显的差异,一方面可能与烤烟品种的光合合成能力有关;另一方面可能与其自身干物质的消耗有关。

不同基因型烤烟表现出了不同的光合特征特性。叶片叶绿素 *SPAD* 值及 *SPAD* 值相对变化率与品种密切相关<sup>[14]</sup>。大田旺长期南江 3 号、毕纳 1 号和 K326 积累较多的叶绿素,而成熟期叶绿素通过降解等方式可转化为新植二烯等香气物质,对提高烟叶香气具有重要的意义<sup>[15-16]</sup>。叶绿素与光合作用密切相关,叶绿素含量高的烟草,对提高烟叶产量和品质具有重要意义。南江 3 号旺长期的生物量积累较少,成熟期的生物量较高,这可能与自身发育迟缓,干物质积累与消耗比例有关。K326 是烤烟主栽品种之一,其烤后烟叶具有香气质好,香气量足,吃味纯净等明显特征<sup>[17]</sup>,备受卷烟工业重视。这可能与旺长期叶绿素等物质的高积累有关,而南江 3 号和毕纳 1 号也是很有潜力的烤烟品种。韭菜坪 2 号和贵烟 2 号旺长期的叶绿素相对含量较低,成熟落黄明显。

烟草的光合特性与基因型密切相关,烟草优良品种必须具备光合速率高和光合性能好的特性<sup>[6]</sup>。*Pn* 值是反应叶片光合性能高低及衰老程度的重要

指标,*Tr*、*Gs*、*Ci* 也是光合作用和蒸腾作用的重要参数<sup>[2,18]</sup>。毕纳 1 号、南江 3 号和 K326 的光合特性较好,可以作为品种选育的良好材料,其次是贵烟 2 号。不同基因型烤烟旺长期 *Pn*、*Gs*、*Tr* 和 *Ci* 的表现规律基本一致,且各指标间呈显著正相关,与朱列书等<sup>[6]</sup>的研究略有差异。相对于韭菜坪 2 号和贵烟 2 号,毕纳 1 号、K326 和南江 3 号移栽后 80 d 成熟衰老比较慢,有利于生物产量的增加,但不利于提前采收。这与大田旺长期烟株长势是基本一致的。大田旺长期韭菜坪 2 号烟叶颜色较浅,叶片有灼伤;毕纳 1 号、K326 有气候斑,但颜色较深,长势旺;贵烟 2 号颜色略浅,有日灼现象,成熟度落黄明显,长势整齐;南江 3 号、韭菜坪 2 号耐旱性相对较差,但南江 3 号颜色较深,后劲充足。总之,从光合指标来看,毕纳 1 号、K326 和南江 3 号整体上较好,其次是贵烟 2 号,韭菜坪 2 号相对较差。

K326 是用 McNair225 杂交选育而成,中抗青枯病、黑胫病、根结线虫病,感病毒病,高感气候型斑点病,品质好,易烘烤<sup>[19]</sup>。毕纳 1 号是从云烟 85 变异株中系统选育出来的,其亲本云烟 85 具有优质、稳产、适应性广、抗逆力强、耐肥和易烘烤等优点,而云烟 85 的父本是 K326<sup>[20-21]</sup>。毕纳 1 号和 K326 有亲缘关系,二者在旺长期的植物学性状和生理特性具有较大的相似性。韭菜坪 2 号是从 Speight G28 品种变异株中系统选出来,其亲本 Speight G28 苗期及大田前期生长缓慢,中后期生长旺盛,烘烤变黄期短,高抗黑茎病、青枯病等<sup>[22]</sup>。本研究结果表明,韭菜坪 2 号与其亲本 Speight G28 在品种特性方面 also 具有很大的相似性,比如筋粗、矮秆等。目前,贵烟 2 号的亲本及系统选育过程尚没有明确的报道,但从品种特征特性方面看,与 K326、Speight G28 均有相似性。南江 3 号是从红花大金元变异株中系统选育出来的,其亲本红花大金元有效叶数偏少,感黑胫病、青枯病、赤星病,难烘烤,但品质佳<sup>[23]</sup>。南江 3 号与其亲本在旺长期叶绿素相对含量方面较为类似,叶片颜色较深,色素含量较高,光合作用强。从不同基因型烤烟亲缘关系方面分析,旺长期烤烟的植物学性状和光合特性与其亲本有很大相似性。

感谢贵州省烟草科学研究院韦克苏、李德仑、赵会纳、涂永高、姜均、李国彬、蔡斌、蔡凯等, 以及云南农业大学实习生韩志康在试验和撰稿过程给予的帮助。

#### 参考文献:

- [1] 裴军, 王文杰, 刘文涛, 等. 不同种类有机肥对中烟 100 农艺性状和产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(5): 34-37.
- [2] 孟显华, 符云鹏, 刘明, 等. 氮和钾施用量对烟草光合特性的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2009, 35(3): 260-263.
- [3] 王婵娟, 刘国顺, 张彩霞, 等. 烟叶生长发育过程中叶片光合特性及叶绿体超微结构的变化[J]. 江西农业大学学报, 2010, 32(2): 254-259.
- [4] 石盼盼, 宋朝鹏, 贺帆, 等. 不同光质对烤烟旺长期生长发育和光合特性的影响[J]. 山西农业科学, 2013, 41(1): 36-39, 56.
- [5] 孙国荣, 阎秀峰, 刘波, 等. 烤烟旺长期气孔和非气孔限制对水分胁迫的反应[J]. 植物研究, 2002, 22(2): 179-183.
- [6] 朱列书, 赵松义, 李伟. 烟草不同基因型的光合特性研究[J]. 中国烟草科学, 2006, 27(1): 5-7.
- [7] 赵光伟, 孙广玉, 阎秀峰, 等. 旺长期烤烟叶片主要光合生理指标分析[J]. 烟草科技, 2007(7): 62-64.
- [8] 辛钢, 赵光伟, 刘德玉, 等. 烤烟旺长期需水特点的研究[J]. 烟草科技, 2002(4): 39-42.
- [9] 刘鹏飞, 段宾宾, 赵铭钦, 等. 3 种农药对烤烟旺长期叶绿素含量及相关酶活性的影响[J]. 华北农学报, 2012, 27(3): 173-176.
- [10] 刘文俊, 邵孝侯, 刘玉青, 等. 节水灌溉条件下旺长期烤烟叶片细胞液质量分数的影响因素分析[J]. 水利水电科技进展, 2008, 28(5): 36-38, 57.
- [11] 朱英华, 屠乃美, 肖汉乾, 等. 硫对旺长期烤烟气体交换及叶绿素荧光的影响[J]. 热带作物学报, 2011, 32(11): 2113-2117.
- [12] 童治军, 焦芳婵, 吴兴富, 等. 烤烟 6 个农艺性状的 QTL 定位[J]. 作物学报, 2012, 38(8): 1407-1415.
- [13] 张兴伟, 王志德, 任民, 等. 烤烟几个重要植物学性状的遗传分析[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(5): 1-8.
- [14] 徐照丽, 杨彦明, 卢秀萍, 等. 不同烤烟品种叶绿素 SPAD 值的变化特征[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2010, 36(5): 499-501.
- [15] 武圣江, 宋朝鹏, 贺帆, 等. 密集烘烤过程中烟叶生理指标和物理特性及细胞超微结构变化[J]. 中国农业科学, 2011, 44(1): 125-132.
- [16] 徐明康, 王松峰, 俞世康, 等. 植烟海拔对烤烟红花大金元质体色素及其降解产物的影响[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(6): 43-46, 52.
- [17] 延边农科院烟草研究所. 烤烟 K326 和 NC89 新品种特征特性及配套栽培技术规范措施[J]. 延边农业科技, 1998(52): 12-18.
- [18] 李向东, 王晓云, 余松烈, 等. 花生叶片衰老过程中光合性能及细胞超微结构变化[J]. 中国农业科学, 2002, 35(4): 384-389.
- [19] 潘家华, 周尚勇, 李鸣, 等. 美国烤烟生产和品种的选育推广[J]. 中国烟草学报, 2006, 12(5): 59-65.
- [20] 喻奇伟, 翟欣, 姜远泽, 等. 毕纳 1 号烤烟新品系的选育及特征特性研究[J]. 江西农业学报, 2011, 23(9): 15-17.
- [21] 谭彩兰, 李永平, 王颖宽, 等. 烤烟新品种云烟 85 的选育及其特征特性[J]. 中国烟草科学, 1997(1): 7-10.
- [22] 谢如剑. G28 良种烤烟的特性及栽培管理技术[J]. 烟草科技, 1985(4): 33-34.
- [23] 李智勇, 韩晓红, 谭建, 等. 烤烟新品种南江 3 号的选育及其特征特性[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(4): 1-5.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维