

# Phenotypic Diversity of Important Agronomic Traits in Sichuan Sun-Cured Tobacco Local Variety

Shuhong Wei<sup>1\*</sup>, Guangyou Jiang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Key Laboratory of Southwest China Wildlife Resources Conservation, Ministry of Education, College of Life Science, China West Normal University, Nanchong Sichuan

<sup>2</sup>Chongqing Xiushan High School, Chongqing

Email: \*jygu-2005@163.com

Received: Mar. 17<sup>th</sup>, 2016; accepted: Apr. 8<sup>th</sup>, 2016; published: Apr. 12<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

In this study, 15 agronomic traits of 49 Sichuan sun-cured tobacco germplasm resources were analyzed. The purpose was to analyze the variation of agronomic traits and explore the traits controlling the yielding of sun-cured tobacco, wishing to provide important information for germplasm evaluation and innovation to select the high yielding sun-cured tobacco varieties. The results showed that variations in main agronomic traits of Sichuan sun-cured tobacco varieties were abundant and its coefficient of variation was ranging from 10.87% to 63.02%. Among the main agronomic traits, the per plant tobacco leaf weight had the most variation in related traits. Principal component analysis revealed that the top 3 principal components, mainly including plant type factors and leaf type factor had the variance cumulative contribution rate of 76.979%. All of the sun-cured germplasm can be classified into 3 clusters depending on the results of the cluster analysis. Materials in cluster V had the heavier per plant tobacco leaf weight with the smaller stem girth, the higher plant height, the larger distance between leaves and more leaf number. 9 varieties such as variety 2, 15, 17, 22, 43, 24, 38, 49 and 35 from cluster V with good characteristics were selected as breeding material.

## Keywords

Sun-Cured Tobacco, Agronomic Traits, Genetic Diversity, Local Variety, Principal Component Analysis

---

\*通讯作者。

# 四川晾晒烟地方品种资源主要农艺性状的表型多样性分析

魏淑红<sup>1\*</sup>, 姜光友<sup>2</sup>

<sup>1</sup>西华师范大学生命科学学院, 西南野生动植物资源保护教育部重点实验室, 四川 南充

<sup>2</sup>重庆市秀山高级中学校, 重庆

Email: \*jygu-2005@163.com

收稿日期: 2016年3月17日; 录用日期: 2016年4月8日; 发布日期: 2016年4月12日

## 摘要

为揭示四川晾晒烟农艺性状的变异特征, 探索晾晒烟产量形成的主要农艺性状, 为合理评价和挖掘现有晾晒烟种质资源提供参考, 本文对49份四川晾晒烟地方品种资源的15个农艺性状进行了分析。结果表明晾晒烟主要农艺性状遗传变异丰富, 变异系数达10.87%~63.02%, 其中单株烟叶重的变异系数最大。主成分分析筛选出总体方差累计贡献率达76.979%的前3个主成分, 主要是株型因子和叶形因子。聚类分析将49份供试材料分为5类, 类群V单株烟叶最重, 同时叶数较多, 植株较高, 茎围和节间距较大, 叶宽适中, 叶片较短。品种2、15、17、22、43、24、38、49、35 综合性状优良, 可作为育种材料利用。

## 关键词

晾晒烟, 农艺性状, 表型多样性, 地方品种, 主成分分析

## 1. 引言

晾晒烟是混合型卷烟和烤烟型卷烟的重要生产原料, 也是烟草杂交育种的重要种质资源[1]-[3]。四川是我国传统优质晾晒烟的主要产地之一, 有着丰富的晾晒烟种质资源[4]。然而, 长期以来大量晾晒烟种质资源散落于民间, 晾晒烟引种、栽培等都由各地烟农完成, 品种来源认识不清[5]。烟农往往选择产量高、叶片大、吃味好的1~2株留种, 这就造成许多综合性状优良的种质丢失[6]。目前, 四川传统晾晒烟产量下降, 分布地区迅速萎缩, 种质资源急剧减少, 许多优良的种质资源正在损失或者已经损失, 这使得收集并保护晾晒烟种质资源多样性的工作显得十分紧迫。因此, 广泛收集四川晾晒烟地方品种资源, 并进行种质资源的鉴定、分析、评价等研究, 对保护和利用四川晾晒烟地方品种资源有着重要的意义。

本试验对49份四川晾晒烟地方品种资源的农艺性状进行考察、分析和评价, 以期筛选出具有优良性状的种质资源, 挖掘出具有1个、多个或综合农艺性状优良的品种, 从而为烟草优良品种的选育提供基础资料。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 试验时间和地点

田间试验于2011年在四川省南充市顺庆区荆溪镇桑树坝村的烟草试验田进行。

## 2.2. 试验材料

以收集到的 49 份四川晾晒烟地方品种资源为材料(表 1)。将烟种子播种于大田内育苗, 次年 3 月当烟苗长至第 7 片真叶并开始抽芽时, 选择长势均一的烟苗进行移栽。田间试验采用随机区组设计, 设 3 个重复, 小区面积 4 m<sup>2</sup>, 株行距 0.2 m × 0.6 m。田间管理按常规方式进行。

## 2.3. 方法

### 2.3.1. 农艺性状考察

每品种每小区随机选取 5 株, 进行观察记载, 以 5 株平均值作为该小区实测值。于第一青果期测定调查株高、节间距、茎围, 于中部叶成熟期调查叶数、叶长和叶宽, 于收获期考察单株烟叶重。各农艺性状测量标准参照国家标准 YCT 142-1998 执行[7]。

### 2.3.2. 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据处理, 计算平均值、标准差和变异系数, 用 DPS 软件[8]进行相关统计分析。

## 3. 结果

### 3.1. 四川晾晒烟农艺性状的变异特征

由表 2 可见, 49 份晾晒烟地方品种间主要农艺性状差异明显, 变异范围广, 变异系数达 10.87%~63.02%, 平均变异系数为 23.1%。单株烟叶重的变异系数最大, 达到 63.02%, 说明品种间具有高离散程度。节间距的变异系数次之, 达到 26.46%, 叶长、叶宽、叶数、株高、茎围的变异幅度较小, 均低于平均变异系数, 这表明性状一致性较强, 变异范围不大。

### 3.2. 晾晒烟 7 个主要农艺性状的相关性分析

利用 DPS 软件, 对 49 份四川晾晒烟地方品种烟叶数(X1)、叶长(X2)等 7 个主要农艺性状进行简单相关分析(表 3), 结果表明, 株高(X4)与叶数(X1)呈显著正相关, 说明较高的植株着生的叶数较多, 在一定程度上影响烟叶产量。茎围(X5)与叶数(X1)极显著正相关, 表明茎秆粗大的植株可以提供更多叶片着生的位置和机会。节间距(X6)与单株烟叶重(Y1)显著正相关, 表明节间距(X6)的增长有助于叶片中干物质的积累。株高(X4)与单株烟叶重(Y1)显著正相关, 表明高大的植株有利于烟叶增重。节间距(X6)、叶宽(X3)与叶数(X1)表现出显著的负相关关系, 说明在一定范围内节间距越大、叶片越宽、茎着生的叶数越少。叶长(X2)、叶宽(X3)与单株烟叶重(Y1)表现不相关, 不相关的概率大于 0.05。但由于晾晒烟各农艺性状间也存在显著的相关关系, 因此, 仅根据各农艺性状与单株烟叶重的简单相关系数, 并不能从本质上揭示其内部的规律性关系。

### 3.3. 晾晒烟 7 个主要农艺性状主成分分析

根据数值大小选取前 3 个特征根, 其累计贡献率达到 76.979% (表 4), 这三个主成分包含了四川晾晒烟地方品种主要农艺性状的大部分遗传信息, 且特征值均大于 1, 因此可用其对影响四川晾晒烟单株烟叶重的综合性状进行选择。第一主成分的方差贡献率最大, 占 30.907%, 特征向量以节间距(X6)和株高(X4)较大, 且符号与单株烟叶重(Y1)一致, 说明植株高大有利于提高晾晒烟烟叶重, 可认为第一主成分为影响单株烟叶重的“株型因子”。主成分 2 的方差贡献率为 24.777%, 特征向量以茎围(X5)、叶数(X1)较大, 且符号与单株烟叶重(Y1)相同, 说明高大粗壮的植株是烟叶高产的表型, 第二主成分可大致概括为“株型叶形因子”。第三主成分的方差贡献率为 18.991%, 特征向量中载荷较高的因子为叶长(X2)和叶宽(X3),

**Table 1. The origin of 49 sun-cured tobacco local varieties**  
**表 1. 49 份晾晒烟地方品种资源**

编号	品种名称	来源	编号	品种名称	来源
1	蒲扇乌烟	南充市顺庆区桑树坝村	26	小青柳	眉山青神白果乡楼坊溪村
2	二柳叶	新都区斑竹园杨柳村七组	27	黑牛皮	眉山青神南城镇沙河村
3	大青柳	彭州升平镇广盛村	28	大青柳	眉山青神南城镇沙河村
4	黑牛皮	郫县唐昌镇兴盛乡	29	大青柳	乐山夹江县迎江乡群星村
5	青柳烟	彭州三界镇红家村	30	铁泡杆	乐山夹江县迎江乡群星村
6	柳烟	彭州三界镇红家村	31	白毛柳	乐山夹江县迎江乡群星村
7	州烟	都江堰市石羊镇天平村	32	黑牛皮	乐山夹江县南安乡丁字村
8	万源烟	什邡市师古乡大泉村	33	黑牛皮	乐山夹江县顺河乡山河村
9	莴笋烟	什邡市南泉瑞虹村	34	黑牛皮	乐山犍为县河口镇河口街
10	巴毛柳	什邡市南泉瑞虹村	35	白毛柳	乐山犍为县河口镇河口街
11	立耳子	绵竹市玉泉村	36	二柳叶	乐山犍为县孝姑镇永平村
12	护耳子	广汉高坪镇二龙村	37	海南烟	乐山犍为县孝姑镇八一村
13	二柳叶	眉山彭山县观音乡白庙村	38	蒲扇大烟	乐山犍为县孝姑镇八一村
14	黄毛柳宽叶子	眉山彭山县正华村	39	大青柳	乐山犍为县孝姑镇五一村
15	黄毛柳窄叶子	眉山彭山县正华村	40	黄毛柳	乐山犍为县孝姑镇五一村
16	二柳叶	眉山彭山县正华村	41	蒲扇大烟	乐山峨边县沙坪镇雪山村
17	红毛大烟	眉山市太和镇建国村	42	二柳叶	宜宾县泥溪镇加定村
18	黑牛皮	眉山市东坡区太和镇	43	青柳	宜宾县蕨溪镇宣华村
19	二柳叶	眉山市东坡区大石桥乡	44	二柳叶	宜宾南溪县罗龙镇机耕村
20	黑牛皮	眉山青神黑龙镇曹庙村	45	二柳叶	宜宾南溪县斐石乡麻柳村
21	白毛柳	眉山市东坡区江公村	46	二柳叶	泸州合江县密溪城关镇瓦房村
22	大青柳	眉山青神黑龙镇茅林村	47	柳烟	南充市嘉陵区李渡镇
23	蒲扇大烟	眉山青神黑龙镇茅林村	48	蒲扇大烟	什邡市
24	蒲扇大烟	眉山青神白果乡下瓮村	49	蒲扇大烟	乐山犍为县孝姑镇八一村
25	白毛柳	眉山青神白果乡下瓮村			

**Table 2. Seven agronomic traits of Sichuan sun-cured tobacco**  
**表 2. 四川晾晒烟主要农艺性状的表现特征**

性状	变化范围	平均值	标准差	变异系数
X1叶数	13.23~28.0	20.57	3.44	16.72
X2叶长(cm)	39.60~65.05	50.26	5.46	10.87
X3叶宽(cm)	13.96~30.93	21.77	4.28	19.57
X4株高(cm)	59.81~116.80	88.20	12.16	13.79
X5茎围(cm)	4.74~8.03	6.30	0.71	11.27
X6节间距(cm)	2.48~8.35	5.67	1.50	26.46
Y1单株烟叶重(g)	81.18~327.67	185.24	3.42	63.02
平均				23.1

**Table 3. Correlation of seven agronomic traits of sun-cured tobacco**  
**表 3. 晾晒烟 7 个主要农艺性状简单相关分析**

因子	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X2	0.128					
X3	-0.331*	0.103				
X4	0.287*	-0.381**	0.245			
X5	0.409**	0.361*	0.187	0.377**		
X6	-0.307*	-0.279	0.508**	0.538**	0.020	
Y1	0.080	-0.096	0.115	0.343*	0.011	0.349*

注: \*相关性在 0.05 水平; \*\*相关性在 0.01 水平。

**Table 4. Principal component analysis of the major agronomic traits in sun-cured tobacco**  
**表 4. 晾晒烟主要农艺性状的主成分分析**

性状	主成分1	主成分2	主成分3
X1	-0.172	0.818	-0.389
X2	-0.399	0.390	0.722
X3	0.629	-0.083	0.643
X4	0.775	0.409	-0.310
X5	0.187	0.833	0.310
X6	0.870	-0.191	0.100
Y1	0.432	0.098	-0.188
特征值(E)	2.163	1.737	1.329
贡献率(%)	30.907	24.777	18.991
累积贡献率(%)	32.631	55.684	76.979

且符号与单株烟叶重(Y1)相反,说明叶面积大并不利于烟叶增重。第三主成分可大致概括为“叶形因子”。

### 3.4. 聚类分析

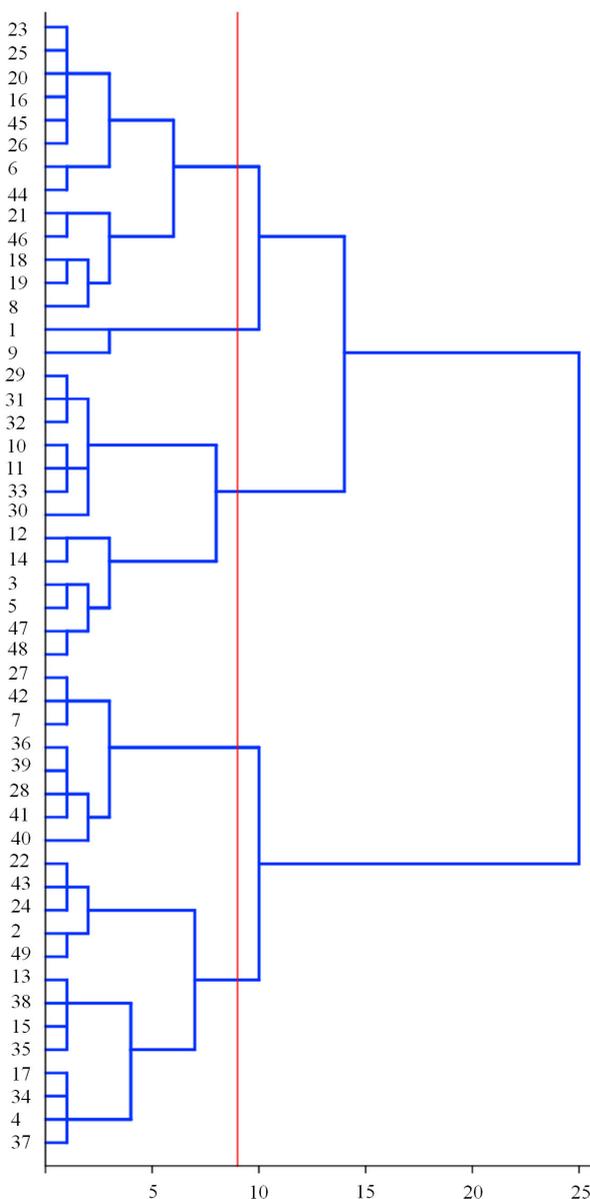
将 7 个主要农艺性状(株高、节间距、茎围、叶数、叶长和叶宽)采用欧氏距离,离差平方和进行系统聚类,结果见图 1。

在欧氏距离 9.0 处,49 个晾晒烟地方品种被分为 5 大类,第 I 类群包括 13 份种质,其中,眉山青神 4 份,眉山东坡 3 份,宜宾南溪 2 份,彭州、眉山彭山、十邳、泸州合江各 1 份。第 II 类群仅包括 2 份种质,分别来自南充和十邳。第 III 类群包括 13 份种质,其中乐山夹江 5 份,彭州 2 份,十邳 2 份,绵竹、广汉、眉山彭山和南充各 1 份。第 IV 类群包括 8 份种质,来自乐山犍为 4 份,乐山峨边 1 份,眉山青神 2 份,都江堰和宜宾各 1 份。第 V 类群包括 13 份种质。3 份来自眉山彭山,2 份来自眉山青神,5 份来自乐山犍为,新都、郫县和宜宾各 1 份。从聚类图也可以看出,个别晾晒烟如二柳叶 13 和 16,蒲扇大烟 23、24 品种名相同,来源也接近,但聚类距离较远,充分说明聚类结果与其地理来源没有严格的一致性。

从各类群的农艺性状看(表 5),类群 I 茎围最大,植株较高,叶数较多,叶片较长,叶宽和节间距适中,单株烟叶重较低。类群 II 单株烟叶重最低,同时植株矮小,茎围最小,节间距较小,叶数最少,叶片最长也最宽。类群 III 叶数最多,叶片长度、株高和茎围适中,叶宽和节间距趋于最小,单株烟叶重适

**Table 5.** Comparison of agronomic characters of sun-cured tobacco in five major clusters  
**表 5.5** 类群晾晒烟主要农艺性状平均表现

项目	叶数(cm)	叶长(cm)	叶宽(cm)	株高(cm)	茎围(cm)	节间距(cm)	单株烟叶重(g)
类群 I	21.81	53.70	22.68	86.77	6.99	5.42	149.07
类群 II	15.9	58.59	30.19	62.9	5.12	4.41	135.729
类群 III	22.63	50.13	16.99	83.78	5.98	4.27	177.85
类群 IV	17.88	45.88	23.91	93.28	5.90	7.65	152.50
类群 V	19.52	48.37	23.47	92.44	6.39	6.40	265.59
平均	19.55	51.33	23.45	83.84	6.08	5.63	176.15



**Figure 1.** The cluster map based on agronomic traits in sun-cured tobacco  
**图 1.** 四川晾晒烟农艺性状聚类图

中。类群 IV 植株最高, 节间距最大, 叶数较少, 叶片最短, 叶宽、茎围适中, 单株烟叶重较低。类群 V 单株烟叶最重, 叶数和叶宽适中, 叶片较短, 植株较高, 茎围较宽, 节间距较大。

## 4. 讨论

作物育种的进展和突破很大程度上依赖于优异种质资源发掘和利用[9]。四川晾晒烟距今已有 300 多年的种植历史[10]四川的地理和气候均较复杂, 在不同的土壤、气候和环境等多方面的综合影响下, 烟草的农艺性状会产生不同程度的变异, 从而影响其生长特性, 甚至影响烟草的经济价值。对晾晒烟农艺性状进行研究, 发掘优异基因资源, 对烟草遗传改良具有重要的意义。

变异系数反映的是性状遗传变异的相对大小, 变异系数愈大, 选得优良遗传型的潜力愈大[11]。从测定晾晒烟的 7 个主要农艺性状的变异系数看, 其变异范围达 10.87%~63.02%, 说明晾晒烟表现出丰富的遗传多样性。

相关性分析表明, 株高、节间距与单株烟叶重显著正相关, 同时株高与叶数、节间距、茎围显著正相关, 这与以往学者研究结果一致[12]-[14]。株高是影响烟草株型的重要农艺性状, 植株高大, 茎秆粗壮, 叶片繁茂, 植株通过光合作用积累更多的有机物质, 有利于产量的提高[15]。长期以来, 晾晒烟生产处于自发状态, 没有进行有意识的品种改良, 近年来, 晾晒烟作为发展混合型卷烟的重要原料越来越受到重视。然而相对烤烟, 晾晒烟植株较为矮小[16], 因此, 有必要选育一些高大粗壮品种类型, 以满足卷烟工业对此类原料的需求, 促进晾晒烟生产发展。烟草作为重要的经济作物, 叶片是收获器官, 叶片数直接控制着产量的高低[17]。本研究中, 叶数与单株烟叶重显著负相关, 可能的原因在于叶片过多, 叶面积系数过大, 尤其是中、下部叶片光照不足、通风不良, 从而导致光合产量下降, 呼吸消耗增加, 干物质积累不足[18]。申宴斌[19]等人研究发现单叶重随留叶数的增加而逐渐降低, 最高与最低相差 21.31%~34.95%。前人[20] [21]研究发现留叶数在 18~22 片之间植株的经济性状最好。王付峰[22]以云烟 87 为材料, 研究了留叶数对烤烟化学成分和农艺性状的影响, 发现留叶数对烟草的单叶重、产量、产值等均有显著影响, 因此筛选适宜叶数的烟草品种对烟草育种具有重要意义。本研究中, 叶数在 18~22 片之间的晾晒烟, 如品种 2、16、19、36、44、45, 品种 1, 品种 18、27, 品种 22、39、43, 品种 23、24、38、48、49, 品种 25, 品种 26, 品种 9, 品种 12, 品种 17, 品种 25、35 等是叶数较为适宜的种质。

本研究主成分分析表明, 影响四川晾晒烟单株烟叶重的第一主成分为株型因子, 因此, 育种时应首先考虑节间距、株高、茎围等株型因子。从聚类图可知, 49 份晾晒烟材料划分为各具特征的 5 类, 说明供试材料表现出一定的遗传多样性。第 II 类群仅有两份材料, 单株烟叶重最低, 植株弱小, 叶数最少, 叶片最长也最宽, 即叶面积最大, 而第 V 类群的种质单株烟叶最重, 株型因子以烟株较高, 茎围较宽, 节间距较大为主要特点, 叶形因子表现为叶数和叶宽适中, 叶片较短。比较类群 II 和类群 V 的聚类结果显示, 高大粗壮的烟株有利于烟叶产量形成, 叶数在一定程度上影响烟叶产量, 但并不是叶数越多, 叶面积越大越有利于烟叶增重。

49 份材料聚成 5 类, 但与地理分布没有严格的一致性, 产生这种现象的原因: 一是地区之间存在种质资源的交流; 二是不同地方品种来源地的小生境存在一定的遗传相似性; 此外, 许多民间晾晒烟品种资源来源不清。长期以来, 地方晾晒烟品种资源的选育和改良主要由烟农自行完成, 存在同名异种问题, 因此一些晾晒烟品种名相同, 来源相近, 但农艺性状聚类距离较远。“同名”是否“异种”, 还需要通过表型和分子生物学方法鉴定。

## 5. 结论

综上, 结合性状相关性分析、主成分分析和聚类分析, 以植株高大、节间距大、茎围较粗, 叶数在

18~22 片以及单株烟叶重较重为目的的育种选择亲本, 应从 V 类材料中进行筛选, 如品种 2、品种 15、品种 17、品种 22、43、品种 24、38、49、品种 35 是比较适宜的育种材料。

## 参考文献 (References)

- [1] 戴培刚, 罗成刚, 唐义芝, 等. 晒晾烟重要农艺性状遗传分析[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(2): 441-446.
- [2] 尹国英. 烟草种质资源遗传多样性和应用潜力分析以及核心 SSR 引物筛选[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2013.
- [3] 王宝华, 吴帼英, 刘宝法. 地方晾晒烟普查鉴定及利用的研究[J]. 中国烟草学报, 1992, 1(2): 45-54.
- [4] 刘雷, 高勇. 四川晾晒烟品种的光合特性分析[J]. 四川农业大学学报, 2010, 28(1): 41-45.
- [5] 龙腾, 刘雷, 黄玉碧. 四川部分晾晒烟种质遗传关系的 SRAP 分析[J]. 作物学报, 2009, 35(1): 173-178.
- [6] 陈真勇, 彭正松, 陈卫英. 四川晾晒烟的 ISSR 分析[J]. 西华师范大学学报: 自然科学版, 2012, 33(2): 154-160.
- [7] 国家烟草专卖局. YCT 142-1998 中华人民共和国烟草行业标准——烟草农艺性状调查方法[M]. 北京: 中国标准出版社, 1998: 3-6.
- [8] 唐启义. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及数据挖掘[M]. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 2010: 130-150.
- [9] 许美玲, 肖炳光. 80 份晒烟种质资源特征特性的鉴定及繁殖[J]. 中国农学通报, 2014, 30(4): 62-71.
- [10] 蒋予恩. 我国烟草资源概况[J]. 中国烟草, 1988, 10(1): 42-46.
- [11] 詹筱国, 李艳, 胡日生, 等. 晒烟种质资源主要性状的基因型差异[J]. 作物研究, 2009, 23(2): 111-114.
- [12] Lalitha, D.D., Lakshminarayana, R. and Atluri, J.B. (2002) Genetic Variability and Correlation Studies on Seed and Other Quantitative Characters in *Nicotiana tabacum* L. *Tobacco Research*, **28**, 90-96.
- [13] 卢秀萍, 肖炳光. 烤烟株高的发育遗传研究[J]. 中国烟草学报, 2006, 12(4): 31-33.
- [14] 牛佩兰, 刘洪祥, 刘伟. 烤烟几个主要数量性状相关遗传力的初步研究[J]. 中国烟草, 1984, 6(4): 4-5.
- [15] 王洋, 齐晓宁, 柏会子. 生态环境对作物光合作用和光能利用影响的研究进展[J]. 土壤与作物, 2012, 1(3): 129-133.
- [16] 陈学平. 烤烟与晒烟种质资源农艺性状的比较分析[J]. 中国烟草学报, 1992, 1(2): 29-36.
- [17] 陈杰, 杨静, 陈建军, 等. 烤烟种质资源形态学标记及 SSR 标记的多样性研究[J]. 华南农大学学报, 2013, 34(4): 450-457.
- [18] 王凯. 种植密度和留叶数对巫山烤烟光合特性和产质量的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 西南大学, 2014.
- [19] 申宴斌, 刘彦中, 马剑雄, 等. 不同留叶数对烤烟新品种 NC297 生长及产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(6): 57-60.
- [20] 黄一兰, 王瑞强, 王雪仁, 等. 打顶时间与留叶数对烤烟产质量及内在化学成分的影响[J]. 中国烟草科学, 2004, 25(4): 18-22.
- [21] 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.
- [22] 王付峰, 赵铭钦, 张学杰, 等. 种植密度和留叶数对烤烟农艺性状及品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2010, 26(3): 487-492.