

## 烤烟主要农艺性状与产量产值的关系研究

殷英<sup>1</sup>, 张玉<sup>2</sup>, 余祥文<sup>1</sup>, 王勇<sup>3</sup>, 杨爱国<sup>2</sup>, 常爱霞<sup>2</sup>, 罗成刚<sup>2\*</sup>, 李卫华<sup>2</sup>, 冯丽<sup>2</sup>

(1.四川省烟草技术中心, 四川 西昌 615000; 2.中国农业科学院烟草研究所, 烟草遗传改良与生物技术重点开放实验室, 青岛 266101; 3.四川省烟草公司凉山州公司, 四川 西昌 615000)

**摘要:** 在烤烟种植密度、单株叶数相对固定的条件下, 调查了烤烟农艺性状与产量产值的关系。以 24 个烤烟品种(系)为试验材料, 采用相关性、灰色关联度两种方法分析了株高、茎围、平均叶面积、中上等烟比例和单叶重对产量产值的影响, 并对试验材料的农艺性状进行了聚类分析。结果显示, 单叶重、中上等烟比例、株高、茎围、平均叶面积与烤烟产量产值呈正相关; 对烤烟产量影响最大的是单叶重, 达极显著水平; 对烤烟产值起主要作用的是中上等烟比例和单叶重; 聚类分析将 24 个供试材料分为 3 类, 其中 4008、4017 两个品系的产量产值及主要参考数量性状平均值最高, 生产潜力较大。

**关键词:** 烤烟; 数量性状; 相关分析; 灰色关联度; 聚类分析

中图分类号: S572.03

文章编号: 1007-5119 (2012) 06-0018-05

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2012.06.004

## Relationships among Main Agronomic Attributes and Yields and Output Value of Flue-cured Tobacco

YIN Ying<sup>1</sup>, ZHANG Yu<sup>2</sup>, YU Xiangwen<sup>1</sup>, WANG Yong<sup>3</sup>, YANG Aiguo<sup>2</sup>, CHANG Aixia<sup>2</sup>, LUO Chenggang<sup>2\*</sup>  
LI Weihua<sup>2</sup>, FENG Li<sup>2</sup>

(1. Tobacco Technology Center of Sichuan Province, Xichang, Sichuan 615000, China; 2. Key Laboratory of Tobacco Genetic Improvement and Biotechnology of CAAS, Tobacco Research Institute of CAAS, Qingdao 266101, China; 3. Liangshan Tobacco Company of Sichuan Province, Xichang, Sichuan 615000, China)

**Abstract:** In order to study the relationship among main agronomic attributes and yields and output value of flue-cured tobacco under present production conditions, correlation and grey correlation analyses were used to analyze the influence of agronomic attributes, such as plant height, stem circumference, average leaf area, proportion of superior to middle grade tobacco, single leaf weight, on yields and output value. Furthermore, 24 varieties were clustered by cluster analysis. The results showed that single leaf weight, proportion of superior to middle grade tobacco, plant height, stem circumference, average leaf area were positively correlated with yield and output value of tobacco; the single leaf weight had the greatest impact on yield of tobacco with high significant positive correlation. The proportion of superior to middle grade tobacco and single leaf weight played important parts on the output value of tobacco. Through cluster analysis, test varieties were divided into three groups. The second group which contained varieties 4008 and 4017 had the highest production potential.

**Keywords:** flue-cured tobacco; quantitative trait; correlation analysis; grey correlation; cluster analysis

品种是烟叶生产的基础, 是影响烟叶产量和产值的重要内在因素<sup>[1]</sup>。育种研究和实践表明, 烤烟品种的产量和品质存在一定的负相关关系<sup>[2]</sup>, 在当前卷烟工业追求烟叶质量而农业生产更偏重于追求产量产值的状况下, 如何实现在优质的前提下尽量提高烟叶的产量产值是生产的关键, 也是育种工

作者关注的方向。由于品种的中上等烟比例等主要经济性状及产值在一定程度上反映了烟叶的品质, 而品种的农艺、植物学等主要数量性状与烟叶的产量存在一定的相关关系, 所以在实际育种工作中, 这些主要数量性状成为品种选育的主要参考指标。明确农艺、植物、经济学等主要数量性状指标与产

基金项目: 四川省烟草专卖局项目(201101004); “烟草行业烟草遗传育种重点实验室”开放课题(TB201006)

作者简介: 殷英, 高级农艺师, 硕士, 主要从事烟草科研和管理工作。E-mail: ytt97@sina.com。\*通信作者, E-mail: ctsqz@vip.tom.com

收稿日期: 2011-12-27

修回日期: 2012-03-20

量产值的关系,对优良烤烟品种的选育具有重要意义。前人已有很多关于这方面的研究报道,但是由于选取的参考性状、试验处理、栽培措施等不同,所得出的研究结论不完全一致。牛佩兰等<sup>[3]</sup>和 Lalitha<sup>[4]</sup>研究发现产量与株高、叶数、叶长存在较高的正相关,而 Pandeya 等<sup>[5]</sup>发现产量与株高几乎无相关性;孟祥东等<sup>[6]</sup>研究发现,与烤烟产量关系最为密切的是叶数,而徐兴阳等<sup>[7]</sup>的研究结果表明,烤烟的产量主要决定于最大腰叶长、株高和节距,并指出与烤烟产值关系最密切的是单叶重、最大腰叶长和株高;冯连军等<sup>[8]</sup>对7个主要农艺、经济性状与产值进行了灰色关联度分析,发现与烤烟产值关系较为密切的是中上等烟比例、上部叶开片度和株高。

在当前烤烟生产中,各产地都制定了生产技术规范,单位面积株数和单株留叶数都相对固定。因此,株高、茎围、平均叶面积、中上等烟比例、单叶重等主要农艺、经济性状成为了影响烤烟产量产值的重要因素,对其与烤烟产量产值的关系进行研究,明确主次关系,对于制定育种目标,加快育种进程,提高育种效率具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于2011年在四川省西昌市大兴乡新民村进行。土壤类型为凉山地区典型土壤紫砂土,肥力中等,无严重病史。所选品种(系)是中国农业科学院烟草研究所的23个自育品系以及当地主栽品种云烟87(表1),各品种(系)性状都已经基本稳定。

### 1.2 试验方法

所有材料按小区种植,小区随机排列,栽培密度为120 cm×50 cm,每小区120株。试验田的田间管理按照《西昌市优质烟叶生产技术规程》要求执行。选取的烤烟数量性状包括:打顶株高( $x_1$ )、茎围( $x_2$ )、平均叶面积( $x_3$ ),本研究平均叶面积为底脚叶面积、下二棚叶面积、腰叶面积、上二棚

叶面积、顶叶面积的平均值)、单叶重( $x_4$ )、中上等烟比例( $x_5$ )、产量( $y_1$ )、产值( $y_2$ )。分别于打顶后10 d按照“全国烤烟良种区试实施方案”中对烟草品种特征特性的记载标准,测量各品种(系)的农艺性状,每个材料测量10株。烤后烟叶按照42级分级,计算产量产值。

### 1.3 数据处理

用DPS统计软件对试验数据进行相关性分析、灰色关联度分析和聚类分析<sup>[9]</sup>。

## 2 结果

### 2.1 不同烤烟品种(系)的主要数量性状与产量产值

各品种(系)主要数量性状与产量产值见表1。按灰色系统理论要求,将24个烤烟品种(系)的产量产值及5个数量性状视为一个整体,即灰色系统。由于同一品种(系)的不同性状的单位不同,为保证各性状因素在关联度分析中具有等效性和同序性,本研究利用DPS软件对原始数据进行了标准化处理。

### 2.2 主要数量性状与烤烟产量产值间的相关性

对株高、茎围、平均叶面积、中上等烟比例、单叶重等性状与烤烟产量产值进行相关性分析,结果见表2。单叶重、株高、中上等烟比例与产量呈极显著正相关,平均叶面积与产量为显著正相关,茎围与产量的相关性不显著;在与产值的相关性分析中,单叶重、中上等烟比例、株高与产值的相关性达到了极显著正相关,平均叶面积、茎围与产值的相关性不显著。综合分析可知,各性状对烤烟产量和产值的相关性顺序基本一致,对烤烟产量产值影响较大的性状是单叶重、中上等烟比例和株高。

### 2.3 主要数量性状与烤烟产量产值间的灰色关联度分析

把株高、茎围、平均叶面积、单叶重、中上等烟比例、产量以及产值作为一个灰色系统进行灰色关联度分析,结果见表3。单叶重与烤烟产量的关联度最大,其次为茎围,往后依次为中上等烟比例、

表1 供试品种(系)各性状平均值

Table 1 Average value of each character for 24 varieties

品种(系)	$x_1$ (株高)/cm	$x_2$ (茎围)/cm	$x_3$ (平均叶面积)/cm <sup>2</sup>	$x_4$ (单叶重)/g	$x_5$ (中上等烟比例)/%	$y_1$ (产量)/(kg·hm <sup>-2</sup> )	$y_2$ (产值)/(元·hm <sup>-2</sup> )
4001	120.87	10.07	1243.58	8.51	68.40	2485.20	30783.75
4002	121.34	9.57	1265.46	9.37	74.83	2768.40	31680.00
4008	124.51	9.45	1038.33	9.35	90.81	2916.75	44473.80
4010	108.50	9.35	842.30	7.08	80.76	2407.20	34555.05
4014	92.03	9.38	981.46	6.60	80.70	2044.50	25311.30
4015	97.02	10.13	1064.81	8.59	87.57	2763.75	38252.55
4017	101.99	9.60	1041.34	9.72	93.29	2998.20	47596.50
4019	91.10	8.49	732.87	6.27	32.74	2099.70	19075.05
4021	92.32	9.33	779.27	7.52	65.81	2494.50	27222.37
4025	97.64	9.49	965.96	9.10	75.94	2551.80	34140.90
4026	100.38	9.26	930.01	6.41	60.55	1956.00	22469.25
4027	87.50	9.42	916.62	5.47	65.04	1561.20	18510.45
4030	94.82	10.23	1187.17	9.74	68.52	2620.65	34022.40
5003	85.93	8.68	780.12	6.35	41.87	2054.70	22026.00
5004	91.50	9.04	837.85	8.05	80.56	2429.40	34154.25
5005	108.41	8.71	853.25	7.83	75.57	2493.90	32655.75
5006	80.37	8.43	766.97	5.77	67.89	1913.25	24802.65
5007	85.17	8.90	745.56	7.00	75.15	2091.45	28219.20
5008	96.45	9.09	786.01	8.02	66.34	2382.45	30196.50
5009	101.09	8.39	761.73	6.88	69.81	2191.95	29878.95
5010	85.95	8.39	682.25	8.69	58.76	2580.15	30292.80
5011	105.80	8.75	777.96	8.72	86.72	2675.55	38535.60
5012	88.90	8.96	839.24	8.16	85.93	2194.35	32983.20
云烟 87	100.59	8.91	922.84	8.70	75.49	2671.50	39765.00

表2 各数量性状与产量产值的相关系数

Table 2 Correlation coefficient between quantitative traits and yields and output value

相关系数	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
$x_1$	1				
$x_2$	0.41*	1			
$x_3$	0.62**	0.85**	1		
$x_4$	0.52**	0.47*	0.54**	1	
$x_5$	0.38	0.39	0.34	0.53**	1
$y_1$	0.59**	0.37	0.42*	0.92**	0.52**
$y_2$	0.51**	0.33	0.35	0.83**	0.79**

注: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ 。

株高、平均叶面积。在与产值的关联度分析中,中上等烟比例与产值的关联度超过了单叶重,排在第一位,往后依次为株高、平均叶面积、茎围。分析原因可知,中上等烟比例可以显著地影响烟叶均价,从而使其对产值的间接影响大于单叶重。综合分析结果,在单株叶数相对固定的条件下,影响烤烟产量的关键因素是单叶重,影响产值的主要因素是中上等烟比例和单叶重。

## 2.4 聚类分析

采用最远距离法对 24 个品种(系)进行聚类分析(图 1),结果分为 3 大类(表 4)。第 I 类包括 4001、4002、5008、5010、5009、4021、5007、4010、4025、5004、4030、5005、5012、4015、5011、云烟 87 等 16 个品种(系),其主要特点是产量产值及主要参考数量性状值均处于中等水平;第 II 类包

表3 各数量性状与产量产值的关联度分析

Table 3 Grey correlation analysis of quantitative traits to yields and output value

数量性状	株高( $x_1$ )	茎围( $x_2$ )	平均叶面积( $x_3$ )	单叶重( $x_4$ )	中上等烟比例( $x_5$ )
与产量( $y_1$ )关联度	0.35	0.39	0.35	0.53	0.37
关联度排序	$x_4 > x_2 > x_5 > x_1 > x_3$				
与产值( $y_2$ )关联度	0.30	0.28	0.29	0.40	0.42
关联度排序	$x_5 > x_4 > x_1 > x_3 > x_2$				

括 4008、4017 两个品系，主要特点是产量产值及主要参考数量性状平均值最高；第 III 类包括 4014、5006、4026、5003、4019、4027 等 6 个品系，主要特点是产量产值及主要参考数量性状平均值最小。比较三种类型的品种（系），第 II 类具有较大的生产潜力，其数量性状特点可为新品种选育提供参考。进一步分析可知，聚类分析在一定程度上反映了烤烟产量产值与单叶重、株高、茎围、平均叶面积、中上等烟比例等性状的正相关性，进一步验证了相关性分析和关联度分析的结果，为试验材料的进一步选择提供了依据和参考。

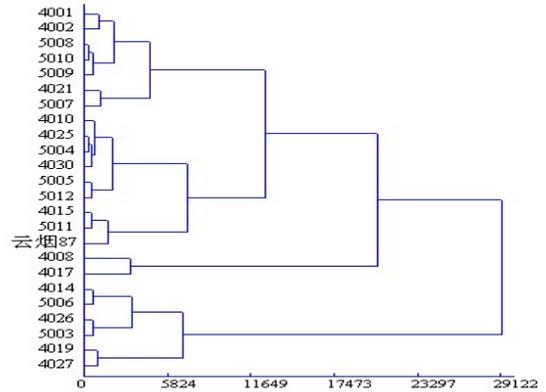


图 1 24 份烤烟品种（系）的聚类分析  
Fig. 1 Cluster analysis of 24 varieties

表 4 不同类型品种（系）的性状平均值

Table 4 Average value of each character for different clusters of 24 varieties

类型	株高/cm	茎围/cm	平均叶面积/cm <sup>2</sup>	单叶重/g	上中等烟比/%	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	产值/(元·hm <sup>-2</sup> )
I	99.20	9.20	903.41	8.19	74.64	2454.47	32 225.73
II	113.25	9.53	1039.84	9.54	92.05	2957.48	46 035.15
III	89.55	8.94	851.34	6.15	58.13	1938.23	22 032.45

### 3 讨 论

采用灰色关联度分析作物数量性状与产量产值的关系，可避免常规统计方法和数理统计方法就单个指标作定量分析和系统分析时所导致的缺憾，如相关分析、通径分析、回归分析等，能直观地表示出不同品种（系）各个性状的优劣程度，并对品种（系）的特性进行总体评价，为科学合理评价作物品种提供了一条新的途径<sup>[10-12]</sup>。宋志美等<sup>[13]</sup>研究表明，灰色关联度分析法对于烤烟品种性状综合评价应用性较强，较以往的方法更系统、简便易行。本研究中相关性分析和灰色关联度分析的结果略有差异，主要原因是两种方法所基于的系统理论不同，在数据较少或分布不典型时，灰色关联度分析的结果更可靠<sup>[14]</sup>。

烟叶产量的构成要素包括单位面积株数、单株有效叶数和单叶重等三大性状<sup>[2]</sup>。近年来，各烤烟产区都制定了生产技术规范，烟株留叶数基本控制在 20 片左右，导致实际留叶数的取值分布区间狭窄，相对固定。因此，本研究在种植密度已定、单株有效叶数差别不大的基础上进行分析，得出影响烤烟产量的关键因素为单叶重，符合预期结果。此结果与徐兴阳等<sup>[9]</sup>得出的单叶重不是决定烟叶产量

的主要因素结论完全不一致，可能是因其用来分析数据的统计理论基础不同，或者是参试的材料、生态环境、栽培措施以及分级标准等不同。本研究还得出，株高、茎围、平均叶面积、中上等烟比例等性状与烤烟产量均为正相关，是影响烟叶产量的有利性状，与传统的分析结果一致。

在相关性分析中，单叶重与产值的相关性最密切，达到了极显著水平，而在关联度分析中，中上等烟比例与产值的关联度最大，其次是单叶重、株高。由此可见中上等烟比例通过影响烟叶均价对产值的综合影响较大，也反应了中上等烟比例对提高烤烟产值的重要作用，此结果与冯连军等<sup>[8]</sup>的研究结果一致。徐兴阳等<sup>[7]</sup>在没考虑中上等烟比例的前提下，对单叶重、打顶株高、茎围、节距与产值进行了关联度分析，发现与烤烟产值关系最密切的是单叶重、最大腰叶长和株高，与本研究得出的结论相符合。根据实践经验，品种的易烤性对于提高中上等烟比例起重要作用，同时又受生态环境、栽培措施和烘烤技术的共同影响。因此，在当前烟叶生产条件下，烤烟育种应注重单叶重较高的品种，并兼顾株高、茎围、平均叶面积等有利性状的间接影响，同时改良品种烤性，提高烟叶的中上等烟比例，

使得在一定产量范围内保持烟叶品质,以达到适产优质的育种目标。

根据作物的农艺性状进行聚类分析,已经有了很多研究报道。申卓<sup>[15]</sup>通过对玉米理想株型的主要农艺性状进行分析得出,育种者可以根据农艺性状的特点进行有目的的选育,从而提高选育效率。宁尚辉<sup>[16]</sup>对15份烟草种质的农艺性状进行了聚类分析,为挑选烟草的核心种质提供了依据。本研究通过聚类分析进一步验证了相关性分析和灰色关联度分析的结果,说明了单叶重较大、中上等烟比例较高的品种(系),产量产值较好,并对其他性状进行了聚类,为试验材料的进一步选育提供了参考。同时表明,在四川凉山地区的生态条件下,4008和4017是很有潜力的两个品系,在下一步的选育过程中应重点关注。

## 4 结 论

在当前烟叶生产技术规范下,株高、茎围、平均叶面积、单叶重、中上等烟比例均是影响烤烟产量产值的有利性状,其中,单叶重和中上等烟比例是关键因素。因此,适产优质烤烟新品种的选育,一方面要注重单叶重的选择,同时兼顾株高、茎围、叶面积等有利性状的选择;另一方面要注重品种烤性的改良,提高中上等烟比例。

### 参考文献

- [1] 赵立红. 8份新引优质烤烟品种资源综评[J]. 中国农学通报, 2007, 23(5): 393-395.
- [2] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
- [3] 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(4): 4-5.

- [4] Lalitha D D, Lakshminarayana R, Atluri J B. Genetic variability and correlation studies on seed and other quantitative characters in *Nicotiana tabacum* L[J]. Tobacco Research, 2002, 28(2): 90-96.
- [5] Pandeya R S, Dirks V A, Poushinsky G. Quantitative genetic studies in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum*) [J]. Canadian Journal of Genetics and Cytology, 1983, 25: 336-345.
- [6] 孟祥东, 赵铭钦, 瞿永生, 等. 烤烟农艺性状与经济指标间的灰色关联度分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2009, 44(5): 67-71.
- [7] 徐兴阳, 欧阳进, 张俊文, 等. 烤烟品种数量性状与烟叶产量和产值灰色关联度分析[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(2): 23-26.
- [8] 冯连军, 朱列书, 杨亚, 等. 烤烟新品种主要数量性状与产量产值的灰色关联分析[J]. 作物研究, 2011, 25(1): 47-50.
- [9] 唐启义, 冯明光. DPS数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 1027-1052.
- [10] 严明建, 黄文章, 胡景涛, 等. 2个类型水稻组合主要性状的灰色关联分析[J]. 中国农学通报, 2011, 27(15): 44-47.
- [11] 汪宝卿, 王庆美, 张海燕, 等. 北方甘薯农艺性状与产量的相关性及其灰色关联度分析[J]. 青岛农业大学学报: 自然科学版, 2010, 27(4): 296-299.
- [12] 唐海涛, 张彪, 田玉秀, 等. 玉米杂交种穗部产量性状灰色关联度分析[J]. 中国种业, 2010(9): 70-73.
- [13] 宋志美, 刘乃雁, 王元英, 等. 灰色关联度法在烤烟品种重要性状综合评价中的运用[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(2): 17-23.
- [14] 袁嘉祖. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1991: 11-34.
- [15] 申卓, 桑立君, 徐涛, 等. 玉米理想株型的主要农艺性状分析[J]. 现代农业科技, 2009(7): 197-198.
- [16] 宁尚辉, 罗新斌, 徐坚强. 15份烤烟种质农艺性状的聚类分析[J]. 作物研究, 2009, 23(4): 254-256.