

文章编号: 1005-0906(2007)06-0032-05

四川省常用玉米自交系“棒三叶” 农艺性状聚类分析

唐海涛, 张 彪, 康继伟, 叶国成, 李远春

(四川省农科院作物所 / 国家玉米改良分中心, 成都 610066)

摘 要: 根据玉米棒三叶的 6 个农艺性状对四川省常用自交系进行了聚类分析。结果表明, 四川省常用玉米自交系中有许多优异资源, 但以棒三叶呈较宽叶片、较大面积、较紧凑型 and 较大叶面积、低叶绿素含量中间型为主, 未出现较长叶片、较大叶面积、较紧凑型 and 较大叶面积、高叶绿素含量、较紧凑型。说明在理想株型育种中, 还需进一步挖掘玉米基因资源, 在考虑配合力遗传的同时加强基因重组, 培育不断接近理想株型的优异玉米自交系资源。

关键词: 玉米; 自交系; 棒三叶; 种质资源; 农艺性状; 聚类分析

中图分类号: S513.024

文献标识码: A

Cluster Analysis for Agronomic Characters of Three Ear-Leaves in Inbred Lines of Maize in Sichuan Province

TANG Hai-tao, ZHANG Biao, KANG Ji-wei, et al.

(Chengdu National corn Improvement Sub-center, Crop Institute, Sichuan Academy
of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China)

Abstract: According to six agronomic characters of three ear-leaves in inbred lines used extensively in Sichuan province were used to systemic cluster analysis. The results indicated that there are plenty of excellent inbred lines with such three ear-leaves as wider leaves, larger area, compacter type and median concentration of chlorophyll. But such types combining with longer leaves; larger area, compacter type and high concentration of chlorophyll are in badly shortage. So it suggested that we should do more works on looking for excellent gene source in maize and breeding more inbred lines with ideal three ear-leaves type while considering the heredity of combining ability and genetic re-combination.

Key words: Maize; Inbred lines; Three ear-leaves; Resources; Agronomic character; Cluster analysis

赵久然、孙世贤提出超级玉米应具备的理想株型是紧凑型、小雄穗、开叶距、坚茎秆、大根系。超级玉米的提出, 进一步强调了理想株型育种的重要性。赵可夫、苏祯禄、任和平等指出, 玉米叶片的有效光合层是穗位叶和结实雌穗上下节的叶片, 这 3 叶对玉米干物质的积累非常重要。白永新等认为玉米棒三叶对子粒产量的贡献占 70% 左右。本文用聚类分析法对四川省常用玉米自交系棒三叶农艺性状进行

分类, 为玉米株型育种提供依据, 提高育种效率。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验材料于 2006 年种植于四川省农科院农业试验场(成都), 选用其中测试条件与生长发育状态相近的 48 个自交系(表 1)进行分析。种植方式为双行区, 行长 5 m, 行株距配置为 75 cm × 30 cm。每小区随机取 5 株调查棒三叶叶面积、叶肉厚度、叶片干重、叶绿素含量、比叶重和叶向值, 以 5 株平均值作为统计单位。叶绿素含量的测定利用美国产 SPAD502 型叶绿素测定仪进行; 叶向值的测定按 Pepper 提出的方法计算。

1.2 统计方法

收稿日期: 2007-05-26

基金项目: 四川省农科院青年科技基金项目(2005-01)

作者简介: 唐海涛(1975-), 男, 助理研究员, 硕士, 从事玉米遗传育种研究工作。Tel: 028-84504255 13308052781

E-mail: tanghaitao255@163.com

利用 SPSS 统计分析软件下的 Ward 聚类方法，行聚类分析并生成树状图。将数据进行标准化后对供试材料的 6 个农艺性状进

表 1 玉米自交系的资源和代号
Table 1 Resources and the code of inbred lines in maize in the experiment

代 号	自交系	代 号	自交系	代 号	自交系	代 号	自交系
Code	Inbred lines	Code	Inbred lines	Code	Inbred lines	Code	Inbred lines
1	黄早四	13	沈 141	25	P138	37	F19
2	掖 107	14	冲 72	26	178	38	4003
3	5003	15	郑 22	27	18599	39	齐 205
4	478	16	丹 598	28	S28	40	205-1-1
5	郑 58	17	海 9-21	29	S37	41	3237
6	昌 72	18	DH65232	30	5022	42	3732
7	综 3	19	DH40	31	48-2	43	7327
8	综 31	20	543	32	金黄 96C	44	288
9	330	21	811	33	成 687	45	GK347
10	黄 C	22	E026	34	S7913	46	6895
11	丹 340	23	东 101	35	698-3	47	273
12	铁 7922	24	齐 319	36	275	48	1572

2 结果与分析

2.1 玉米自交系棒三叶单一农艺性状的聚类

以棒三叶单一农艺性状对四川省常用玉米自交系进行聚类,表 2 列出了长宽比、叶面积、叶向值、叶绿素含量、叶肉厚度和比叶重等性状的聚类结果。

(1)按照棒三叶长宽比分成 4 个类群,即细长型(类 1)、较长型(类 2)、较宽型(类 3)和宽短型(类 4)。目前四川省常用玉米自交系棒三叶大部分为较宽及宽短型,两者占总数的 68.7%,细长及较长型仅占 33.4%。

(2)按棒三叶叶面积分成大叶面积型(类 1)、较大叶面积型(类 2)、较小叶面积型(类 3)和小叶面积型等 4 个类群。棒三叶叶面积差异较大,最高与最低之间相差接近 1 倍。其中以叶面积较小及小型为主(68.7%),大叶面积与较大叶面积型较少(33.4%)。

(3)按棒三叶叶向值分成 5 个类群,包括紧凑型、较紧凑型、中间型、较平展型、平展型等。其中以中间型最多(31.2%);其次是紧凑型(25.0%),较紧凑

型和较平展型均占总数的 20.8%;平展型仅占 2.1%。说明四川省的常用玉米自交系资源中不但棒三叶叶向值呈中间型居多,而且棒三叶叶向值为紧凑及较紧凑型等资源(45.8%)占据了较大比例。

(4)按叶绿素含量分成 4 个类群,即高叶绿素含量型(35.4%)、较高叶绿素含量型(16.7%)、较低叶绿素含量型(33.3%)和低叶绿素含量型(14.6%)。目前四川省常用玉米自交系中高叶绿素含量类型比例最多,低叶绿素含量类型比例少,适应多云雾、寡日照气候的育种要求。

(5)按叶肉厚度分成厚叶肉型、较厚叶肉型、中等叶肉厚度型、较薄叶肉型、薄叶肉型等 5 个类群。在 5 个类群中以中等厚度类型居多(35.4%),薄叶肉型(27.1%)也有较大比例。

(6)按比叶重分成 5 个类群,主要有高比叶重型、较高比叶重型、中等比叶重型、较低比叶重型和低比叶重型。在比叶重类型的分布中,除高比叶重型(6.3%)较少外,其他几个类型的数量大致相当,均在 20%左右。

表 2 四川省常用玉米自交系棒三叶单一农艺性状聚类分析
Table 2 Cluster analysis for single agronomic character of inbred lines used extensively in Sichuan province

类 群	自交系数代号	自交系数	频率(%)	类平均	变 幅
Cluster	Code of inbred lines	Number of inbred lines	Frequency	Mean of cluster	Range
长宽比					
1、细长型	19、27、29	3	6.3	10.5	10.1 ~ 11.0
2、较长型	3、5、10、17、22、24、31、34、36、38、39、44、48	13	27.1	9.0	8.4 ~ 9.6
3、较宽型	8、9、11、12、14、20、25、26、33、35、37、41、43、45、47	16	33.3	7.6	7.3 ~ 8.1
4、宽短型	1、2、4、6、7、13、15、16、18、21、23、28、30、32、40、42、46	17	35.4	6.6	4.8 ~ 7.2

续表 2 Continued 2

类 群 Cluster	自交系代号 Code of inbred lines	自交系数 Number of inbred lines	频率(%) Frequency	类平均 Mean of cluster	变 幅 Range
叶面积					
1、大叶面积型	9、21、29、35、37、40	6	12.5	626.8	579.3 ~ 673.1
2、较大叶面积型	16、20、25、32 ~ 34、42、45、48	9	18.8	538.9	520.2 ~ 552.6
3、较小叶面积型	8、11 ~ 13、15、17、18、22 ~ 24、27、28、31、38、39、43、47	17	35.4	491.5	452.7 ~ 512.2
4、小叶面积型	1 ~ 7、10、14、19、26、30、36、41、44、46	16	33.3	405.0	369.6 ~ 435.0
叶向值					
1、紧凑型	2、5、6、10 ~ 12、16、17、19、23、26、46	12	25.0	57.0	53.1 ~ 60.0
2、较紧凑型	3、13、15、21、22、24、28、30、35、39	10	20.8	49.2	49.8 ~ 51.7
3、中间型	7 ~ 9、14、20、27、29、31、32、36 ~ 38、44、45、47	15	31.2	45.4	43.1 ~ 48.3
4、较平展型	1、4、18、25、33、34、40、42、43、48	10	20.8	38.7	34.9 ~ 41.7
5、平展型	41	1	2.1	23.1	
叶绿素含量					
1、高叶绿素含量型	4、6、7、10、11、13、14、24、28、33、35 ~ 37、39、40、42、47	17	35.4	55.9	50.3 ~ 64.0
2、较高叶绿素含量型	3、8、9、15、17、19、23、38	8	16.7	46.4	44.9 ~ 48.2
3、较低叶绿素含量型	1、2、5、16、18、20、27、29 ~ 32、34、41、43、44、48	16	33.3	36.8	32.8 ~ 42.5
4、低叶绿素含量型	12、21、22、25、26、45、46	7	14.6	27.6	24.0 ~ 29.8
叶肉厚度					
1、厚叶肉型	28	1	2.1	0.275	
2、较厚叶肉型	9、10、13、14、19、23、24、27	8	16.7	0.233	0.221 ~ 0.247
3、中等叶肉厚度型	3 ~ 7、11、15 ~ 18、20、21、25、29、34、42、43	17	35.4	0.188	0.177 ~ 0.211
4、较薄叶肉型	12、30 ~ 33、35、37、39、41	9	18.8	0.166	0.159 ~ 0.171
5、薄叶肉型	1、2、8、22、26、36、39、40、44 ~ 48	13	27.1	0.139	0.118 ~ 0.156
比叶重					
1、高比叶重型	13、24、28	3	6.3	0.83	0.80 ~ 0.85
2、较高比叶重型	4、19、17、34、40、23、39、38、31、37、43、18、27	13	27.1	0.73	0.69 ~ 0.76
3、中等比叶重型	22、42、16、35、33、36、11、10、41、32	10	20.8	0.66	0.63 ~ 0.69
4、较低比叶重型	9、20、5、47、14、45、21、30、29、46、25、3	12	25.0	0.59	0.54 ~ 0.61
5、低比叶重型	2、6、44、48、8、12、15、7、26、1	10	20.8	0.45	0.35 ~ 0.50

2.2 玉米自交系棒三叶两个农艺性状的聚类

分别以棒三叶的叶面积与叶绿素含量和叶向值与叶绿素含量对四川省常用玉米自交系进行了聚类，表 3 列出了两组棒三叶两个农艺性状的聚类结果。

(1)根据棒三叶叶面积与叶绿素含量两个性状可将四川省常用玉米自交系分成 8 个类群。其中类 1 和类 2 为大叶面积、高或低叶绿素含量型；类 3 为较大叶面积、较低叶绿素含量型；类 4 和类 5 为较小叶面积、高或较高叶绿素含量型；类 6 ~ 8 为小叶面积、较低或低叶绿素含量型。可见四川省常用玉米自交系以较大叶面积、较低叶绿素含量型(22.9%)居多；大叶面积、低叶绿素含量型(8.3%)最少；大叶面积、高叶绿素含量类型(4.2%)和小叶面积、低叶绿素含量类型(8.3%)较少；其它几类均在 15%左右。

(2)以叶绿素含量和叶向值两个性状分为 9 个类群。其中 1 ~ 4 类为高叶绿素含量、紧凑或较紧凑或中间或较平展型；5 ~ 8 为较低叶绿素含量、紧凑

或中间或较平展或平展型；第 9 类为低叶绿素含量、紧凑型。在这 9 个类群中，高叶绿素含量、紧凑型(6.3%)或较紧凑型(18.8%)或中间型(14.6%)较多，共占总数的 39.7%。说明在四川省常用玉米自交系中，种质资源同时较为满足叶绿素含量与叶向值两个棒三叶农艺性状理想株型育种的要求。

2.3 玉米自交系棒三叶 3 个农艺性状的聚类

分别以棒三叶的长宽比、叶面积与叶向值和叶面积、叶向值与叶绿素含量对四川省常用玉米自交系进行了聚类，表 4 列出了两组棒三叶 3 个农艺性状的聚类结果。

(1)按长宽比、叶面积与叶向值分为 7 个类群，包括较长叶片、较大叶面积、较平展型，较长叶片、小叶面积、紧凑型，较长叶片、小叶面积、中间型，较宽叶片、较大叶面积、较紧凑型，宽短叶片、小叶面积、紧凑型，宽短叶片、较大叶面积、较平展型，宽短叶片、小叶面积、较平展型。其中较宽叶片、较大面积较、紧

凑型(22.9%)最多,宽短叶片、较大叶面积、较平展型 (18.8%)其次,其他几种类型较少。

表 3 四川省常用玉米自交系棒三叶两个农艺性状聚类分析

Table 3 Cluster analysis for double agronomic characters of inbred lines used extensively in Sichuan province

类 群 Cluster	自交系代号 Code of inbred lines	自交系数 Number of inbred lines	频率(%) Frequency	x1	x1 变幅 x1 range	x2	x2 变幅 x2 range
叶面积(x1)和叶绿素含量(x2)的聚类							
1、大叶面积、高叶绿素含量型	9、35、37、40	4	8.3	617.1	579.3 ~ 660.8	55.9	47.3 ~ 61.9
2、大叶面积、低叶绿素含量型	21、29	2	4.2	646.2	619.3 ~ 673.1	31.5	28.3 ~ 34.8
3、较大叶面积、较低叶绿素含量型	16、18、20、25、27、31、32、34、43、45、48	11	22.9	528.8	507.3 ~ 551.2	35.2	29.5 ~ 42.5
4、较小叶面积、高叶绿素含量型	11、13、28、33、42、47	6	12.5	504.7	474.4 ~ 552.6	55.0	53.2 ~ 56.5
5、较小叶面积、较高叶绿素含量	8、15、17、23、38、39、	6	12.5	496.1	464.3 ~ 509.6	47.3	45.6 ~ 50.3
6、小叶面积、高叶绿素含量型	4、6、7、10、14、24、36	7	14.6	417.3	390.6 ~ 453.4	56.2	51.8 ~ 64.0
7、小叶面积、较低叶绿素含量型	1 ~ 3、5、19、30、41、44	8	16.7	397.6	369.6 ~ 423.6	39.7	33.1 ~ 45.5
8、小叶面积、低叶绿素含量型	12、22、26、46	4	8.3	440.3	407.9 ~ 476.6	26.5	24.0 ~ 28.7
叶绿素含量(x1)和叶向值(x2)的聚类							
1、高叶绿素含量、紧凑型	6、10、11	3	6.3	58.1	55.5 ~ 61.8	58.3	57.6 ~ 59.9
2、高叶绿素含量、较紧凑型	3、9、13、15、23、24、28、35、39	9	18.8	50.8	45.5 ~ 56.5	50.9	48.1 ~ 53.5
3、高叶绿素含量、中间型	7、8、14、36、38、42、47	7	14.6	51.5	45.9 ~ 55.1	44.5	41.7 ~ 46.8
4、高叶绿素含量、较平展型	4、33、37、40	4	8.3	59.4	53.2 ~ 64.0	49.5	44.9 ~ 55.0
5、较低叶绿素含量、紧凑型	2、5、16、17、19、30	6	12.5	40.3	36.7 ~ 46.7	56.9	51.3 ~ 60.0
6、较低叶绿素含量、中间型	20、25、27、29、31、32、44、45	8	16.7	34.1	29.5 ~ 39.6	44.9	41.7 ~ 48.3
7、较低叶绿素含量、较平展型	1、18、34、43、48	5	10.4	38.6	34.3 ~ 42.5	48.3	34.9 ~ 39.9
8、较低叶绿素含量、平展型	41	1	2.1	33.1		23.1	
9、低叶绿素含量、紧凑型	12、21、22、26、46	5	10.4	26.8	24.0 ~ 28.7	53.2	49.8 ~ 56.7

表 4 四川省常用玉米自交系棒三叶 3 个农艺性状聚类分析

Table 4 Cluster analysis for three agronomic characters of inbred lines used extensively in Sichuan province

类 群 Cluster	自交系代号 Code of inbred lines	自交系数 Number of inbred lines	频率(%) Frequency	x1	x2	x3
长宽比(x1)、叶面积(x2)和叶向值(x3)的聚类						
1、较长叶片、较大叶面积、较平展型	27、29、31、34、38、48	6	12.5	9.7	538.9	42.2
2、较长叶片、小叶面积、紧凑型	3、5、10、17、19	5	10.5	9.2	399.1	57.0
3、较长叶片、小叶面积、中间型	22、24、36、39、44	5	10.4	8.8	444.9	41.0
4、较宽叶片、较大叶面积、较紧凑型	9、13、15、16、20、21、23、28、35、37、45	11	22.9	7.3	559.8	49.8
5、宽短叶片、小叶面积、紧凑型	2、6、11、12、26、30、46	7	14.6	6.7	436.3	56.3
6、宽短叶片、较大叶面积、较平展型	8、18、25、32、33、40、42、43、47	9	18.8	7.2	526.5	40.7
7、宽短叶片、小叶面积、较平展型	1、4、7、14、41	5	10.4	7.0	408.5	38.5
叶面积(x1)、叶绿素含量(x2)和叶向值(x3)的聚类						
1、大叶面积、高叶绿素含量、紧凑型	9、33、35、37、40	5	10.4	604.2	55.3	43.2
2、较大叶面积、较低叶绿素含量、中间型	18、20、21、25、27、29、31、32、34、43、45、48	12	25.0	549.1	34.5	43.0
3、较小叶面积、较高叶绿素含量、紧凑型	15、16、23、39	4	8.3	508.0	45.2	42.9
4、较小叶面积、高叶绿素含量、中间型	8、13、24、28、38、42、47	7	14.6	493.0	52.4	46.4
5、小叶面积、高叶绿素含量、紧凑型	6、10、11、17	4	8.3	441.2	55.3	58.7
6、小叶面积、高叶绿素含量、中间型	4、7、14、36	4	8.3	411.5	55.5	44.5
7、小叶面积、较低叶绿素含量、较紧凑型	1 ~ 3、5、19、30、44	7	14.6	394.5	40.6	41.8
8、小叶面积、低叶绿素含量、紧凑型	12、22、26、46	4	8.3	440.3	26.5	44.1
9、小叶面积、低叶绿素含量、平展型	41	1	2.1	419.5	33.1	23.1

(2)以叶面积、叶向值与叶绿素含量分为 9 个类群(图 1)。包括大叶面积、高叶绿素含量、紧凑型,较大叶面积、较低叶绿素含量、中间型,较小叶面积、较高叶绿素含量、紧凑型,较小叶面积、高叶绿素含量、中间型,小叶面积、高叶绿素含量、紧凑型,小叶面积、高叶绿素含量、中间型,小叶面积、较低叶绿素含

量、较紧凑型,小叶面积、低叶绿素含量、紧凑型,小叶面积、低叶绿素含量、平展型。虽然在四川省玉米自交系种质资源中以较大叶面积、低叶绿素含量、中间型(25.0%)比例最大,但大叶面积、高叶绿素含量、紧凑型也达到了 10.4%的比例。

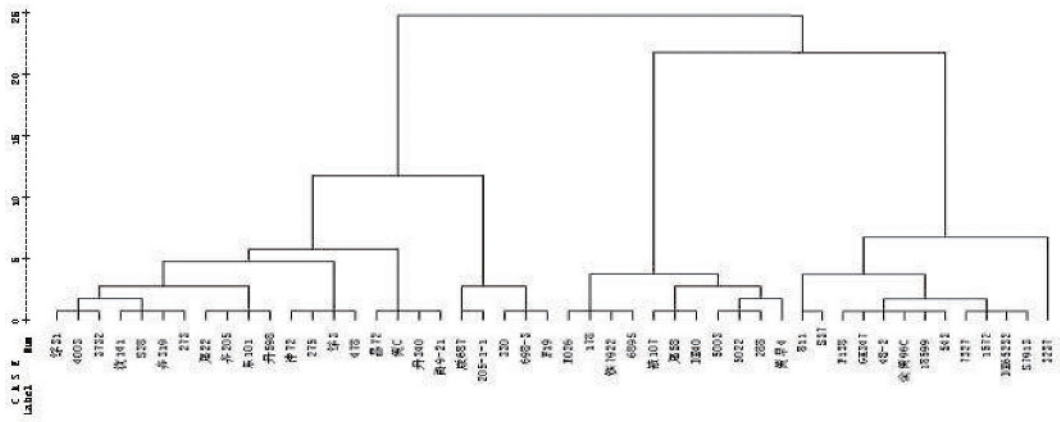


图 1 四川省常用玉米自交系棒三叶叶面积、叶向值与叶绿素含量的聚类

Fig.1 Dendrogram of agronomic characters of inbred lines used extensively in Sichuan province

3 讨 论

四川省常用玉米自交系中有许多自交系较为符合理想株型育种的要求。如在以棒三叶单一农艺性状分类中,以叶向值聚类时较为符合理想株型育种的紧凑型、较紧凑型 and 中间型资源占 77%;以叶绿素含量聚类,较为符合理想株型育种的高叶绿素含量和较高叶绿素含量型资源也超过了半数;以叶肉厚度聚类时,较为符合理想株型育种的厚叶肉型、较厚叶肉型和中等叶肉厚度型资源占 54.2%;在以棒三叶两个农艺性状聚类时,高叶绿素含量、紧凑或较紧凑和中间型资源占总数的 39.7%。在以棒三叶 3 个农艺性状聚类时大叶面积、高叶绿素含量、紧凑型也达到了 10.4%的比例。

将常用自交系按照棒三叶部分农艺性状进行聚类,可将大多数自交系快速分类。利用单一性状或较少性状分类,方法简便,结果清晰明了,有利于在理想株型育种时直接利用自交系资源。但单一性状聚类稳定性较差,而利用较多性状分类,可以比较全面反映自交系的综合性状和利用价值。但性状间的相互作用和交叉影响使类间模糊。因此在对自交系性

状进行聚类分析时,聚类性状个数在 3 个左右为宜。

参考文献:

[1] 赵久然,孙世贤.对超级玉米育种目标及技术路线的再思考[J].玉米科学,2007,15(1):21-23,28.
[2] 赵可夫.玉米抽雄后不同叶位叶对子粒产量的影响及其光合性能[J].作物学报,1981,7(4):259-265.
[3] 苏祯禄,等.河南玉米[M].北京,中国农业科技出版社,1994.
[4] 任和平,等.玉米植株性状与产量的关系[J].河南农学院学报,1981,1:43-48.
[5] 白永新,等.玉米高配合力亲本自交系、杂交种棒三叶的性状分析及叶面积的相关性研究[J].玉米科学,1999,7(2):24-26.
[6] 彭云承,等.10个玉米自交系的聚类分析[J].杂粮作物,2004,24(3):127-129.
[7] 印志同,等.玉米自交系性状的聚类分析[J].西南农业学报,2004,17(5):563-566.
[8] 周玉芝,等.河北省玉米品种农艺性状聚类分析[J].玉米科学,2005,13(4):56-59.
[9] 史桂荣.不同性状对玉米种质优势类群划分结果的影响[J].玉米科学,2001,9(2):38-40.
[10] Pepper G E, Pearce R B, Moc k J J. Leaf orientation and yield of maize[J]. Crop Sci., 1977, 17: 883-886.
[11] 赵 明,等.我国常用玉米自交系光合特性的聚类分析[J].作物学报,1999,25(6):733-741.

(责任编辑:朴红梅)