

## 玉米单株农艺性状与粒重的相关和通径分析

赵晓燕

(贵州省旱粮研究所, 贵州小河 550006)

**摘要:**以分别来自贵州本省及中国北方且粒型、株型不同的6个杂交玉米品种及2个玉米群体为研究材料,在乳熟期基于单株对株高、穗位高、茎粗及穗位叶面积进行调查,成熟后再对其单株粒重进行调查,并分析各农艺性状对粒重的相关性及贡献大小。相关分析结果表明:8个玉米材料的株高、穗位高与单株粒重的相关性在不同材料间有差异,而单株茎粗及穗位叶面积与粒重间的相关性全部达到了显著水平。通径分析结果表明:在对单株粒重的直接作用中,以茎粗最大且在不同品种间表现稳定;其次为株高与叶面积,穗位高的直接作用依品种不同而差异很大;穗位叶面积在茎粗对粒重的间接影响中贡献最大,而茎粗在穗位叶面积、株高及穗位高对粒重的间接作用中均发挥着最大或较大的正向作用;穗位叶面积与穗位高对粒重的间接贡献都大于直接贡献。

**关键词:**玉米;单株;农艺性状;粒重;相关;通径分析

中图分类号:S513

文献标志码:A

论文编号:2011-0390

### Correlation and Path Analysis between Maize Single Plant Agronomic Traits and Grain Weight

Zhao Xiaoyan

(Upland Crops Institute of Guizhou Province, Xiaohe Guizhou 550006)

**Abstract:** Not only ear traits but also stem and leaf traits play an important role in formation of maize single plant grain weight. Six maize single-cross hybrids of 'Qiandan 16', 'Guidan 8', 'Qianhuanuo', 'Denghai 11', 'Xianyu 335', 'Zhengdan 958' and two maize populations of 'Pingtanghuang', 'Zhongqun 11' were planted to study the correlation between maize agronomic traits and grain weight, and the effects of each agronomic trait on grain weight. Plant height, ear height, stem diameter and ear-leaf area were measured at the end of the growing period, and grain weight was measured after harvesting on the basis of single plant. The result showed that the stem diameter and ear-leaf area had significant correlations with grain weight in total materials while the correlations between the other traits and grain weight were unstable. In addition, stem diameter had the most stable and largest direct effects on grain weight; ear leaf area played the most important role in indirect effects of stem diameter to grain weight; stem diameter played the most important part in indirect effects of the other traits to grain weight.

**Key words:** maize; single plant; agronomic traits; grain weight; correlation; path analysis

### 0 引言

为了使玉米单产不断提高,人们对玉米农艺性状与产量的相关性进行过很多研究,但以往多集中在穗部性状或株型、生育期等方面,且往往着眼于群体进行。事实上,影响玉米产量的不仅仅是穗部性状或生育日数。如玉米的穗位叶既是最重要的光合器官,也

具有非常重要的输导功能<sup>[1]</sup>;而玉米茎不仅在产量形成中承担着输导功能,而且其贮存的养分对增加籽粒干物质也具有显著作用<sup>[1]</sup>,所以明确茎、叶性状对玉米产量的影响具有重要意义。此研究基于玉米单株,通过对株高、穗位高、穗位叶面积,尤其是人们较少关注的茎粗进行考察,旨在明确其与玉米单株粒重的相关

**作者简介:**赵晓燕,女,1974年出生,助理研究员,本科,学士,现从事国家玉米产业技术体系试验站相关工作。通信地址:550006 贵州省贵阳市小河区金竹镇贵州省农业科学院 贵州省旱粮研究所, Tel: 0851-3760096, E-mail: zhaoxiaoyanhl@163.com。

**收稿日期:**2011-02-18, **修回日期:**2011-05-07。

性及对粒重的贡献大小,为玉米栽培及育种工作提供参考依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验时间与地点

试验时间为2010年4月至10月。

试验地点为贵州省农科院旱粮所花溪区湖潮乡试验基地。海拔:1113 m,北纬:26°,东经106°。

### 1.2 试验材料与试验设计

以‘黔单16’、‘贵单8号’、‘先玉335’、‘登海11’、‘郑单958’、‘黔花糯’与贵州省农家种‘平塘黄包谷’,人工合成群体‘中群11’共6个单交种与2个群体为材料。为了明确玉米单株农艺性状与粒重是否具有普遍的相关性,针对不同材料的试验设计不同。

‘黔单16’:以3种密度为主处理、4种不同株行距配置方式为副处理,进行3次重复的裂区设计。小区为6行区,行长6 m,行距分别为:0.50 m、0.65 m、0.80 m、0.95 m。

‘贵单8号’:以2种密度为主处理、5种不同株行距配方式为副处理,进行3次重复的裂区设计。小区为6行区,行长6 m,行距分别为:0.50 m、0.67 m、0.80 m、0.83 m、1.00 m(0.80 m为对照)。

‘黔花糯’:以种衣剂包衣为处理,设空白对照的大区试验。行长11.5 m,9行区,行距0.8 m,行距为0.75 m。

‘先玉335’、‘登海11’、‘郑单958’:以3个品种、2种密度为处理进行3次重复的随机完全区组设计,小区为8行区、行长8 m,宽行距0.7 m,窄行距0.3 m。

‘平塘黄包谷’、‘中群11’:不同群体比较鉴定的随机完全区组设计,3次重复。小区为4行区,行长5 m,行距0.8 m。

以上所有管理皆为贵州省大田生产管理。

### 1.3 测定项目与方法

所有材料都在乳熟期随机选取15个单株对株高、穗位高、茎粗、穗位叶长度、穗位叶宽度进行基于单株的调查记载。

1.3.1 株高、穗位高的调查 分别在乳熟期测量从靠近植株的地面至雄穗顶端以及第一穗所在节的长度。

1.3.2 穗位叶长与宽的调查 以直尺测量穗位叶叶片基部至叶尖的长度为叶长;以与叶片中脉垂直的方式,测量叶片最宽处长度为穗位叶宽。穗位叶面积为长×宽×0.75。

1.3.3 茎粗的调查 在乳熟期以游标卡尺测量茎基露出地面第一完整节间的中部扁圆处。

1.3.4 粒重的调查 收获后,按照单穗脱粒,将籽粒充分

晒干后用精确度为1 g的电子称称重。

### 1.4 数据处理与统计分析

用Excel 2003进行数据计算,DPS进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同农艺性状与粒重的相关性分析

由表1可以看出:在不同材料采用不同的试验设计,且在所有处理中随机取样的情况下,茎粗、叶面积、叶宽与粒重的相关系数仍在所有材料上达到了显著或极显著正相关。

对于玉米单株来讲,茎不仅承担着“流”的功能,还具有重要的贮藏养分的作用,其转移到籽粒的干物质约占粒重的6.9%<sup>[2]</sup>;相较全株叶片而言,玉米穗位叶由于气孔密度大、多环叶肉细胞多及叶绿体超微结构复杂和叶绿素含量高<sup>[3-4]</sup>等特点,是最主要的“源”,同时全株叶片以穗位叶维管束为最多<sup>[5]</sup>,而叶片单位宽度内维管束数目多少和维管束粗度与物质运输能力有一定关系,所以穗位叶还承担着重要的“流”的功能。另有研究表明,玉米茎粗与穗位叶宽具有发育上的高度一致性<sup>[6]</sup>。所以在同样的遗传背景下,茎细则叶窄,不仅主要的光合源——穗位叶面积会下降,而且茎叶对有机物质的贮藏及运输能力也都将受阻,这样从“源”、“流”2个方面影响了“库”,使粒重下降,反之亦同。

在玉米生产中,如果遇到不利的水肥等环境条件,则茎秆细弱、同时穗位叶必然变窄,从而引起叶面积下降,这样最终会影响籽粒产量。所以说苗齐、苗匀、苗壮是丰产的基础;且有研究表明群体产量与整齐度有极显著的正相关<sup>[7-8]</sup>。笔者认为上述研究结果可以从理论上解释这一现象的内在原因,即茎与叶这两大重要的营养制造及运输器官,因茎粗与穗位叶宽在发育上的高度一致性给单株粒重带来了双重影响。

与之相反,株高、穗位高及穗位叶长对粒重的相关性却因材料不同而异。

### 2.2 不同农艺性状与粒重的通径分析

为了明确茎粗、株高、穗位高及叶面积对单株粒重的直接效应与间接效应,笔者进行通径分析。

2.2.1 直接通径系数 由表2可以看出:茎粗对所有品种单株粒重都具有较高的正向直接作用,其中最高值为0.8301,最低值为0.2782,总体来讲,在所有的性状中贡献最大;其余依次为:株高、叶面积、穗位高。对于后三者来说,它们对粒重的作用在不同品种上有所差异,但均以正向为主,其中穗位高的贡献最为不稳定,其最高直接通径系数为0.4355,最低为-0.3428。

2.2.2 间接通径系数 表3说明,在茎粗对粒重的间接作用中,叶面积发挥着较大的以正向为主的作用,最大

表1 不同材料农艺性状与粒重的相关系数

品种	粒重/株高	粒重/穗位高	粒重/茎粗	粒重/叶长	粒重/叶宽	粒重/叶面积
黔单16	0.716**	0.510*	0.854***	0.623**	0.824***	0.803***
贵单8号	0.437	0.644**	0.860***	0.519*	0.558*	0.830***
郑单958	0.681**	0.101	0.867***	0.685**	0.853***	0.841***
先玉335	0.572*	0.225	0.769***	0.290	0.850***	0.693**
登海11	0.523*	0.635**	0.948***	0.798***	0.913***	0.935***
黔花糯	0.190	-0.007	0.604*	0.226	0.584*	0.563*
平塘黄包谷	0.160	0.144	0.634**	0.135	0.746***	0.573*
中群11	0.729**	0.486	0.591*	0.569*	0.564*	0.633**

注：“\*”表示达到了0.05的显著水平，“\*\*”表示达到了0.01的显著水平，“\*\*\*”表示达到了0.001的显著水平。

表2 不同品种单株农艺性状对粒重的直接途径系数

品种名称	茎粗	株高	穗位高	叶面积
黔单16	0.8301	0.519	-0.0372	-0.1957
贵单8号	0.3117	-0.253	0.4355	0.5314
郑单958	0.4604	0.5166	-0.3428	0.1484
先玉335	0.2782	0.4389	0.2483	0.1883
登海11	0.4163	-0.0771	0.1522	0.4998
黔花糯	0.4349	0.3211	—	0.3179
平塘黄包谷	0.4529	0.1796	—	0.3539
中群11	0.3593	0.5527	0.0538	-0.0196
平均值	0.4430	0.2747	0.0850	0.2281
标准差	0.1701	0.3014	0.2657	0.2503
变异系数	0.3839	1.0971	3.1270	1.0976

注：表中“—”表示在获得该品种的最优回归方程时，此性状的引入使回归方程的方差不显著，所以进行途径分析时略去此一项。这里F临界值为0.05。下同。

表3 茎粗通过其他性状对粒重的间接途径系数

品种	通过株高	通过穗位高	通过叶面积	间接作用总和
黔单16	0.1903	-0.0189	-0.1835	-0.0121
贵单8号	-0.1472	0.2726	0.4230	0.5484
郑单958	0.3295	-0.0630	0.1400	0.4065
先玉335	0.1177	0.0355	0.1124	0.2656
登海11	-0.0409	0.0955	0.4768	0.5314
黔花糯	-0.0534	—	0.2225	0.1691
平塘黄包谷	0.0012	—	0.1801	0.1813
中群11	0.2359	0.0115	-0.0156	0.2318
平均值	0.0791	0.0555	0.1695	0.2903
标准差	0.1649	0.1189	0.2153	0.1928
变异系数	2.0839	2.1405	1.2708	0.6644

值为0.4768；株高及穗位高的作用较小，且在品种间的变异系数较大。

由表4看出：株高的间接作用总和因品种不同有较大差异，其中最高值为0.6901，最低值为-0.1307。相对而言，茎粗在株高的间接作用中贡献最大，且总体为正向。

表4 株高通过其他性状对粒重的间接途径系数

品种	通过茎粗	通过穗位高	通过叶面积	间接作用总和
黔单16	0.3043	-0.0164	-0.0904	0.1975
贵单8号	0.1814	0.296	0.2127	0.6901
郑单958	0.2936	-0.2209	0.092	0.1647
先玉335	0.0746	0.2218	0.1275	0.4239
登海11	0.2208	0.0929	0.2863	0.6000
黔花糯	-0.0724	—	-0.0583	-0.1307
平塘黄包谷	0.003	—	-0.0226	-0.0196
中群11	0.1533	0.0353	-0.0123	0.1763
平均值	0.1448	0.0681	0.0669	0.2628
标准差	0.1347	0.1833	0.1354	0.2874
变异系数	0.9300	2.6903	2.0256	1.0937

从表5可以看出：对于所有品种，茎粗在叶面积对粒重的间接影响中都起着重要的正向作用，其最大值为0.7782，最小值为0.1661；株高则次之，且品种间差异较大；而穗位高的作用可以忽略不记。结合表2可以得出：对叶面积来讲，它对于粒重的影响以间接为主，其间接途径系数也是最大的，达到了0.5214的总平均值。

由表6可以看出：穗位高对粒重的间接影响主要通过株高及茎粗而变得较大，其中茎粗的作用全部为正向。结合表2可以看出：除‘贵单8号’外，穗位高对粒重的间接作用都大于直接作用，而且均为正向，在品种间的稳定性也较直接作用大。

总之，在间接影响中，以叶面积与穗位高最大，且

表5 叶面积通过其他性状对粒重的间接通径系数

品种	通过茎粗	通过株高	通过穗位高	间接作用总和
黔单16	0.7782	0.2398	-0.0196	0.9984
贵单8号	0.2481	-0.1012	0.1519	0.2988
郑单958	0.4341	0.3202	-0.0617	0.6926
先玉335	0.1661	0.2971	0.1670	0.6302
登海11	0.3971	-0.0441	0.0818	0.4348
黔花糯	0.3044	-0.0589	—	0.2455
平塘黄包谷	0.2304	-0.0115	—	0.2189
中群11	0.2862	0.3457	0.0204	0.6523
平均值	0.3556	0.1234	0.0566	0.5214
标准差	0.1916	0.1934	0.0928	0.2700
变异系数	0.5389	1.5673	1.6378	0.5179

表6 穗位高通过其他性状对粒重的间接通径系数

品种	通过茎粗	通过株高	通过叶面积	间接作用总和
黔单16	0.4211	0.2290	-0.1031	0.5470
贵单8号	0.1951	-0.1719	0.1853	0.2085
郑单958	0.0846	0.3329	0.0267	0.4442
先玉335	0.0398	0.3921	0.1267	0.5586
登海11	0.2613	-0.0470	0.2685	0.4828
中群11	0.0765	0.3629	-0.0074	0.4320
平均值	0.1797	0.1830	0.0828	0.4455
标准差	0.1445	0.2364	0.1362	0.1272
变异系数	0.8041	1.2920	1.6453	0.2854

注:黔花糯及平塘黄包谷因穗位高的引入使最优回归方程方差不显著而未引入通径分析。这里 $F$ 值为0.05。

均为正向作用,不同品种间差异较小。其次为茎粗与株高,但是不同品种间的变异系数较大。在茎粗对粒重的间接影响中,叶面积发挥了最大作用,而在叶面积、株高及穗位高对粒重的间接影响中,茎粗均发挥了最大或较大作用。

### 3 结论

#### 3.1 玉米单株农艺性状与粒重的相关

在来源、粒型及株型皆有所不同的8个材料上,玉米单株茎粗及穗位叶面积皆与粒重表现出了显著正相关,而株高及穗位高与粒重的相关性则因品种不同而异。这是由于玉米穗位叶及茎在营养物质的制造、贮藏及运输中占有重要地位,且茎粗与穗位叶宽度在发育上的高度一致性给粒重带来了双重影响所致。在玉米生产中如因管理不善造成茎秆细弱,则必然同时伴随着穗位叶变窄,引起叶面积下降,在此双重作用下,单株产量就会遭受损失,所以培育壮苗、构建整齐群体

是获得玉米高产的关键要素。

#### 3.2 玉米单株农艺性状对粒重的作用途径

在对单株粒重的直接作用中,以茎粗最大且在不同品种间表现稳定;其次为株高与叶面积,穗位高的直接作用依品种不同而差异很大;穗位叶面积在茎粗对粒重的间接影响中贡献最大,而茎粗在叶面积、株高及穗位高对粒重的间接作用中均发挥着最大或较大的正向作用;穗位叶面积与穗位高对粒重的间接贡献都大于直接贡献。

#### 3.3 小结

玉米茎粗在单株粒重的形成中具有极其重要的意义,无论直接作用还是间接作用,或茎粗在其他性状对粒重的间接影响中所发挥的作用都不可忽略。其次是叶面积,不过其间接作用大于直接作用。就各性状对粒重的间接贡献来讲,叶面积与茎粗彼此对对方发挥了最大且最为稳定的作用。所以说玉米单株茎粗与穗位叶面积不仅各自对粒重形成发挥着重要的作用,而且由于二者之间在发育上的高度一致性,使其对粒重的影响得到了加强。

此外,株高对单株粒重有重要作用,但作用方式在不同品种间差异较大。穗位高对粒重的间接作用较大且稳定,直接作用较小且因品种不同差异较大。

### 4 讨论

关于玉米茎粗人们最多关注的是其与抗倒性的关系,而对粒重的贡献在过去似乎一直未引起人们的注意。即使在密度试验中,人们得出了随着密度增加,茎粗显著下降的结论<sup>[9-11]</sup>,同时也表明了随着密度增加产量会在一定范围内增加,但是茎粗与单株产量在这个过程中并未考虑在内,原因是群体产量的增加使人们忘了考虑单株产量会怎样变化,更很少有人去关注茎粗在其中的作用有多大。然而,在考虑群体变化的同时关注单株性状的变化,可以为确定最佳的群体密度或其他栽培措施,构建群体合理的动态平衡模式提供有效的依据。

茎粗与叶面积的变化在不同品种间表现出了较大的一致性,而株高与穗位高则不稳定。前人的研究中,株高与穗位高对粒重的影响有很多不尽相同的结论。如陈天青等<sup>[12]</sup>认为株高的影响大于穗位高,二者都大于穗长的影响,且都以间接作用为主;而李应权等<sup>[13]</sup>则认为穗位大于穗长大于株高;时成俏<sup>[14]</sup>、宫万明<sup>[15]</sup>等则认为穗长的影响大于株高,最小为穗位高。以上不尽一致的结论可能有以下原因:(1)株高、穗位高与粒重的相关性确实因遗传背景不同而异。(2)株高、穗位高对粒重的影响受环境或其他性状干扰较大,或者说它

们对粒重的影响不像茎粗与穗位叶面积那么直接而是更加复杂,具体的内在原因还需进一步研究。

### 参考文献

- [1] 郭庆法,王庆成,汪黎明.中国玉米栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,2004:73-77.
- [2] 胡昌浩,潘子龙.夏玉米同化产物积累与养分吸收分配规律的研究[J].中国农业科学,1982,15(01):56-64.
- [3] 王群瑛,胡昌浩.玉米不同叶位叶片叶绿体超微结构与光合性能的研究[J].植物学报,1988(2):146-150.
- [4] 左宝玉,李世仪,匡廷云,等.玉米不同层次叶片叶绿体的超微结构与叶绿素含量变化[J].作物学报,1987(3):213-219.
- [5] 王群瑛,胡昌浩.玉米不同叶位叶片的初步研究[J].作物学报,1986(4):273-280.
- [6] 赵晓燕.玉米穗位叶宽与茎粗的相关性初步分析[J].中国农学通报,2011.
- [7] 王俊生.玉米整齐度与产量性状的关系研究[J].黑龙江农业科学,2008(5):47-48.
- [8] 杨国虎,罗湘宁.小麦/玉米带种吨粮田模式中玉米茎粗整齐度与其经济性状的相关分析[J].甘肃农业科技,1999(4):15-16.
- [9] 童有才,张会南,左晓龙,等.不同宽窄行及播种密度对玉米弘大8号产量的影响[J].中国农学通报,2009(13):62-65.
- [10] 范玉红,陈春利,秦咏梅,等.不同密度对耐密型玉米新品种产量的影响[J].山东农业科学,2009(4):55-56.
- [11] 张洪生,赵明,吴沛波,等.种植密度对玉米茎秆和穗部性状的影响[J].玉米科学,2009(5):130-133.
- [12] 陈天青,鲜红,蔡一林,等.不同产量水平玉米的性状构成分析[J].西南师范大学学报:自然科学版,2007(1):87-90.
- [13] 李应权,徐东春,周文伟,等.河南省玉米杂交种产量与相关性状的灰色关联度分析[J].杂粮作物,1998(6):23-26.
- [14] 时成俏,覃永媛,黄安霞,等.秋玉米杂交种产量性状与产量的相关性分析[J].作物杂志,2007(6):57-59.
- [15] 宫万明,邓少华,何文安.玉米杂交种主要农艺性状的灰色关联度分析及综合评价[J].吉林农业大学学报,2005(1):7-10.