

周长军. 黑龙江省西部干旱地区玉米主要农艺性状与产量的多元分析[J]. 黑龙江农业科学, 2020(4):15-21, 22.

黑龙江省西部干旱地区玉米主要农艺性状与产量的多元分析

周长军

(黑龙江省农业科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316)

摘要:为探讨黑龙江省西部干旱地区玉米新品种主要农艺性状的变异及其在产量构成中的作用,从而提高新品种培育的效率,以23个玉米品种为试验材料,对14个农艺性状进行了变异、相关、通径和主成分分析。结果表明:参试品种的14个农艺性状的遗传多样性丰富,变异系数在1.64%~99.59%;在相关分析中小区产量与单穗粒重($r=0.6641$)极显著正相关,与穗粗($r=0.5493$)、出籽率($r=0.4362$)呈显著正相关;通径分析中,穗粗对产量的直接通径系数最大(0.4382),其次是株高(0.4285)、出籽率(0.3071);主成分分析显示,将玉米的14个主要农艺性状简化为5个综合指标,其累积贡献率为76.57%,其中对产量贡献较大的因子为出籽率(0.784)和单穗粒重(0.733),在计算主成分综合得分中,QY13综合性状中得分最高,表现突出。综合分析表明,在黑龙江省西部干旱区穗粗、单穗粒重和出籽率是直接影响玉米产量的重要性状,同时应注意其他性状的关联。

关键词:农艺性状;变异系数;相关分析;通径分析

玉米作为中国三大粮食作物之一,在保障粮食安全上具有重要的作用,随着种植业结构调整耕地面积的逐年下降,玉米获得高产具有重要意义^[1],但玉米产量受地域、气候等自然条件的限制,因此筛选适宜本地区种植的玉米新品种尤为重要^[2]。

玉米杂交种的产量是由微效多基因控制的数量性状^[3],并且性状间既互相联系又相互制约,某一性状的改变会导致其他性状发生改变^[4-6],近年来,关于作物主要农艺性状和产量之间的关系及变化规律的研究已被广泛报道,但因研究地点、气候、材料等不同,试验结果也不尽相同^[7]。如王有芳等^[8]研究表明,穗粗性状对产量的正向影响效应最大,其次是穗长和千粒重;沈庆荣等^[9]研究表明玉米性状对产量的作用从大到小依次为秃尖度、出籽率、穗长、行粒数等;任洪雷等^[10]研究表明出籽率、百粒重、生育期、穗长和穗行数是影响玉米产量的主要因素;和风美等^[11]研究表明累计贡献率达85%的7个主成分包括产量因子、穗行数因子、穗粗因子、粒重因子、株高因子、茎粗因子、秃尖长因子;周旭梅等^[12]研究表明各性状对产量的直接贡献由大到小依次为百粒重、出籽率、

穗长、株高、穗行数、茎粗等。因此明确不同性状对产量的影响,对玉米高产育种有重要意义。

本研究为探索黑龙江省西部干旱地区玉米主要农艺性状对杂交玉米产量的影响,通过田间试验,对玉米杂交组合的主要农艺性状进行多元统计分析,探讨各农艺性状与产量的相关关系及各性状对产量的相对重要性,旨在为黑龙江省干旱地区玉米种质材料综合评价以及新品种选育提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为黑龙江省农业科学院大庆分院自育的22个优良玉米杂交组合,代号为QY1、QY2、QY3、QY4、QY5、QY6、QY7、QY8、QY9、QY10、QY11、QY12、QY13、QY14、QY15、QY16、QY17、QY18、QY19、QY20、QY21、QY22及对照(CK)先玉696,共计23个品种。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2019年在黑龙江省农业科学院大庆分院红旗泡试验基地进行,前茬为玉米,土壤为黑钙土,地势平坦、排灌方便、土壤肥力中等。试验采取随机区组设计,3次重复,小区面积20 m²,5行区,行长6 m,行距0.65 m,穴播每穴播种3粒,保苗密度67 500株·hm⁻²,四周设4行保护行。大田常规管理且措施一致。

收稿日期:2020-03-04

作者简介:周长军(1977-),男,硕士,助理研究员,从事作物育种研究。E-mail:andazhouchangjun@163.com。

1.2.2 测定项目及方法 参照《玉米种质资源描述规范和数据标准》^[13]:在玉米植株生长期,分别适时在田间调查记载生育日数 X(1)、株高 X(2)、穗位高 X(3)、大斑病 X(4)、倒伏率 X(5),在玉米植株成熟后,分别在每小区内连续取 10 个正常生长果穗,自然风干后,对其穗长 X(6)、穗粗 X(7)、秃尖长 X(8)、穗行数 X(9)、行粒数 X(10)、百粒重 X(11)、出籽率 X(12)、单穗粒重 X(13)等性状考种并记录,收获时,收取中间 3 行按照水分含量 14%折算产量,计为产量(Y)。

1.2.3 数据分析 采用 Microsoft Excel 2007 进行数据处理,利用 SPSS19.0 软件对测定数据进行方差分析、相关性分析、主成分分析、通径分析。

2 结果与分析

2.1 不同杂交组合产量的方差分析

由表 1 可知,23 个供试的玉米杂交组合小区产量在 10.60~15.20 kg,所有品种间产量差异较大,其中有 QY13 品种产量极显著高于先玉 696(CK)($P<0.01$),QY10 品种产量显著高于先玉 696(CK)($P<0.05$),有 11 个玉米品种产量不显著高于对照,有 9 个玉米品种的产量低于对照。其中 QY13 产量排名第 1,小区产量达 15.20 kg。比对照增产 19.3%,与其他排名前 8 位的品种间产量差异不显著,但均显著高于其余供试品种。QY10、QY6、QY5 产量排名分别为第 2、3、4 位,小区产量为 14.73、14.41、和 14.09 kg,且比对照都增产都超过 10%,但与 QY12、QY8、QY11、QY17 差异不显著,与排名 9~23 位的品种差异显著。产量排在最后的 QY19 的品种与其他所有品种产量均呈极显著差异($P<0.01$),且与对照相比减产 16.8%。

2.2 主要农艺性状的变异性比较

变异系数是衡量作物各个性状受环境条件影响发生变异程度的一个指标,变异系数大的性状说明从该群体中选出具有该性状优良个体的几率大,反之则小,因此可参考性状的变异情况进行选择^[14]。文中对 23 个品种(系)主要农艺性状进行变异性分析,由表 2 可知,14 个性状的变异系数最大的是倒伏率,变异系数为 99.59%;其次是秃尖长,变异系数为 44.35%;最小的是生育日数,变异系数为 1.64%,其整体表现为倒伏率>秃尖长>大斑病级>穗位高>行粒数>小区产量>百粒重>单穗粒重>株高>穗长>穗行数>出籽

率>穗粗>生育日数,变化在 1.64%~99.59%。其中倒伏率、秃尖长、大斑病级的变异系数均较大,说明同一性状在不同玉米品种间存在较大差异,但也受人为因素和环境影响较强,因此选择潜力较大,可以通过育种和栽培措施,使这些性状得到提高。其余性状的变异系数均在 1.64%~11.44%,其中出籽率、穗粗、生育日数变异系数最小,性状选择潜力小,受环境影响较弱。

表 1 供试品种小区产量方差分析

Table 1 Variance analysis on yield of tested varieties in plot

品种 Varieties	小区产量 Yield in plot/kg	比 CK 增产 More than CK/%	位次 Rank
QY13	15.20 aA	19.3	1
QY10	14.73 abAB	15.6	2
QY6	14.41 abcABC	13.1	3
QY5	14.09 abcdABCD	10.6	4
QY12	13.95 abcdABCD	9.5	5
QY8	13.93 abcdABCD	9.3	6
QY11	13.63 abcdeABCDE	7.0	7
QY17	13.51 abcdefABCDE	6.0	8
QY15	13.20 bcdefgABCDE	3.6	9
QY18	13.09 bcdefgABCDE	2.7	10
QY3	13.08 bcdefgABCDE	2.7	11
QY20	13.06 bcdefgABCDE	2.6	12
QY4	12.96 cdefgABCDE	1.7	13
先玉 696(CK)	12.74 cdefgBCDEF	-	14
QY22	12.58 defgBCDEF	-1.3	15
QY2	12.42 defgBCDEF	-2.5	16
QY7	12.40 defgBCDEF	-2.7	17
QY9	12.34 defgCDEF	-3.1	18
QY1	12.31 defgCDEF	-3.4	19
QY16	11.92 efghDEF	6.4	20
QY21	11.75 fghDEF	-7.8	21
QY14	11.58 ghEF	-9.1	22
QY19	10.60 hF	-16.8	23

注:同列中不同大小写字母表示差异显著($P<0.01$ 和 $P<0.05$)。

Note: Different capital and lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P < 0.01$ and $P < 0.05$).

表 2 各参试品种的农艺性状变异比较

Table 2 Comparison of the variation of agronomic characters of the tested varieties

性状 Characters	极小值 Minimum	极大值 Maximum	均值 Mean	标准差 Standard deviation	变异系数 Coefficient of variation/%
生育日数/d	130.00	140.00	137.70	2.27	1.64
株高/cm	257.00	326.00	294.48	17.28	5.87
穗位高/cm	89.00	145.00	115.35	13.19	11.44
倒伏率/%	0	18.30	5.54	5.52	99.59
大斑病级	3.00	5.00	3.70	0.97	26.35
穗长/cm	17.20	21.30	19.25	1.02	5.27
穗粗/cm	4.80	5.40	5.10	0.15	2.98
秃尖长/cm	0	3.60	1.95	0.86	44.35
穗行数	14.10	17.20	15.49	0.72	4.66
行粒数	29.00	41.00	36.26	3.21	8.85
百粒重/g	31.70	43.90	38.77	3.08	7.94
出籽率/%	71.80	84.60	77.63	2.73	3.51
单穗粒重/g	175.20	228.80	204.88	13.38	6.53
小区产量/kg	10.60	15.20	13.00	1.08	8.32

2.3 主要农艺性状与产量的相关分析

2.3.1 相关性分析 由表 3(左下半部分)可知,各农艺性状与小区产量的相关系数由大到小依次为单穗粒重>穗粗>出籽率>株高>穗行数>生育日数>百粒重>穗长>行粒数>秃尖长>穗位高>大斑病级>倒伏率。小区产量与单穗粒重呈极显著正相关,相关系数为 0.664 1;与穗粗、出籽率呈显著正相关,相关系数为 0.549 3 和 0.436 2;其他性状中除倒伏率、穗位高、大斑病级和秃尖长与小区产量为负相关外,都与小区产量呈正相关,但不显著。

在各性状之间,单穗粒重与出籽率相关性较大($r=0.407 0$),与生育日数、穗粗、百粒重、株高等性状均有较大程度正相关;出籽率与行粒数、穗行数呈较大正相关;行粒数与穗长极显著正相关($r=0.547 2$);穗长与穗粗、秃尖长、穗行数有较大负相关;百粒重与大斑病呈极显著负相关($r=-0.554 3$)。相关分析结果表明在黑龙江省西部半干旱地区选育玉米杂交种时,应注重单穗粒重大、出籽率高、穗粗较大的品种,并且注意穗长、穗行数等性状间的相互影响和制约的关系。

2.3.2 偏相关分析 对农艺性状和产量进行偏相关分析表明(表 3 右上半部分),小区产量与穗粗呈显著正偏相关($r=0.502 9$),与出籽率、株高、单穗粒重、穗行数、穗长有较大正偏相关,但不

显著;单穗粒重与出籽率、穗长、穗粗有较大的正偏相关;出籽率与行粒数呈显著正偏相关($r=0.440 1$);穗粗与穗长显著负偏相关($-0.429 9$);穗长与行粒数极显著正偏相关($r=0.616 7$)。上述结果表明直接影响玉米产量的性状为穗粗(显著正偏相关),出籽率、单穗粒重(正向影响)等性状,也同时应考虑穗行数、穗长、百粒重、行粒数等性状通过单穗粒重和出籽率间接影响小区产量。在相关分析中生育日数与小区产量为正相关;在偏相关分析中为负相关,因此探究变量间真实关系有必要进行偏相关分析。

2.4 各农艺性状对产量影响的途径分析

对因变量产量(Y)进行正态分布检验发现:Shapiro-Wilk 统计量为 0.988($P>0.05$),因此产量性状服从正态分布,可以进行途径分析。为明确玉米 13 个农艺性状对产量的具体作用,直接途径系数越大,对小区产量直接影响越大。通过表 4 可以得出,株高及穗粗、穗长、单穗粒重等产量构成因子对产量都存在正向效应,而生育日数、穗位高、大斑病、倒伏率、秃尖长为负向效应。

穗粗的直接途径系数(0.438 2)最大,间接通过株高、穗行数、单穗粒重对产量的正向影响较大;其次是株高(0.428 5),其通过穗粗、单穗粒重间接对产量的影响较大;然后是出籽率(0.307 1),其通过单穗粒重间接对产量的影响较大;说明在

表3 主要农艺性状与产量的相关分析

Table 3 Correlation analysis of main agronomic characters and yield

项目 Items	生育日数 Growing days X(1)	株高 Plant height X(2)	穗位高 Ear height X(3)	倒伏率 Lodging rate X(4)	大斑病级 Leaf blight X(5)	穗长 Ear length X(6)	穗粗 Ear diameter X(7)	秃尖长 Long of bald tip X(8)	穗行数 Rows per ear X(9)	行粒数 Grains per row X(10)	百粒重 100-grain weight X(11)	出籽率 Seed yield X(12)	单穗粒重 Grain weight per ear X(13)	小区产量 Yield in plot Y
生育日数		0.1430	-0.0684	-0.0322	-0.2866	-0.0225	0.3040	-0.1948	-0.3958	-0.0376	-0.0001	0.0359	0.1534	-0.0704
株高	0.1317		0.7825 * *	-0.3165	0.3856	0.4595	0.1001	0.2484	0.2807	-0.4248	-0.2904	-0.0938	-0.1115	0.3816
穗位高	0.0676	0.6951 * *		0.7336 * *	-0.2774	-0.6141	-0.2954	-0.1660	-0.2072	0.4586 * *	0.4198 * *	0.0128	0.3204	-0.2072
倒伏率	-0.0378	0.4755 * *	0.7782 * *		-0.0881	0.5120 * *	0.4854 * *	-0.1045	0.1772	-0.0976	-0.4618 * *	-0.0902	-0.349	-0.1307
大斑病级	-0.3530	0.0388	-0.1258	0.0043		-0.1564	0.3072	-0.3929	-0.0927	0.4139	-0.3029	-0.0226	-0.0543	-0.2709
穗长	0.0837	0.2104	0.1792	0.3104	0.0016		-0.4299 * *	-0.0974	-0.1953	0.6167 **	0.2685	-0.3973	0.3354	0.1606
穗粗	0.4128	0.2965	-0.0144	0.0192	-0.0213	-0.1044		0.3594	-0.0169	0.0682	0.2245	-0.3137	0.2800	0.5029 * *
秃尖长	0.0868	-0.0756	-0.2392	-0.2249	-0.2250	-0.2593	0.2957		-0.1934	0.0631	-0.1006	0.0455	-0.0516	-0.2324
穗行数	-0.3129	0.2349	-0.0660	-0.0843	0.1124	-0.2777	0.1285	-0.0539		-0.1684	-0.0232	0.1938	-0.0244	0.1956
行粒数	-0.1012	0.1215	0.3446	0.3229	0.3175	0.5472 * *	0.1886	-0.3393	-0.2226		-0.1345	0.4401 * *	-0.078	0.1116
百粒重	0.3715	0.0213	0.1048	-0.1273	-0.5543 * *	0.1490	0.1903	0.0531	-0.2126	-0.1663		-0.2498	0.0215	0.1045
出籽率	-0.0916	-0.0120	-0.0762	-0.2885	0.1650	-0.1413	-0.0606	-0.1203	0.2975	0.3484	-0.2348		0.3158	0.3666
单穗粒重	0.3906	0.3028	0.1536	-0.1436	-0.1853	0.2418	0.3700	-0.0596	0.0321	0.2162	0.3249	0.4070		0.1990
小区产量	0.2578	0.3701	-0.0462	-0.2251	-0.0776	0.1436	0.5493 * *	-0.0073	0.3390	0.0773	0.1969	0.4362 * *	0.6641 * *	

注：* 表示显著相关(P<0.05)，* * 表示极显著相关(P<0.01)；左下角为简单相关系数，右上角为偏相关系数。

Note: * represents significant correlation (P<0.05), * * represents extremely significant correlation (P<0.01); the lower left corner is simple correlation coefficient, and the upper right corner is partial correlation coefficient.

表4 玉米小区产量的通径分析

Table 4 Path analysis of maize yield in plot

项目 Items	直接作用 Direct action	通过 x1 Pass x1	通过 x2 Pass x2	通过 x3 Pass x3	通过 x4 Pass x4	通过 x5 Pass x5	通过 x6 Pass x6	通过 x7 Pass x7	通过 x8 Pass x8	通过 x9 Pass x9	通过 x10 Pass x10	通过 x11 Pass x11	通过 x12 Pass x12	通过 x13 Pass x13
生育日数	-0.0450		0.0564	-0.0226	0.0059	0.0707	0.0124	0.1809	-0.0119	-0.0413	-0.0106	0.0282	-0.0281	0.0628
株高	0.4285	-0.0059		-0.2324	-0.0744	-0.0078	0.0313	0.1299	0.0104	0.0310	0.0128	0.0016	-0.0037	0.0487
穗位高	-0.3343	-0.0030	0.2978		-0.1217	0.0252	0.0266	-0.0063	0.0328	-0.0087	0.0362	0.0079	-0.0234	0.0247
倒伏率	-0.1564	0.0017	0.2038	-0.2601		-0.0009	0.0461	0.0084	0.0308	-0.0111	0.0339	-0.0097	-0.0886	-0.0231
大斑病级	-0.2002	0.0159	0.0166	0.0421	-0.0007		0.0002	-0.0093	0.0308	0.0148	0.0334	-0.042	0.0507	-0.0298
穗长	0.1486	-0.0038	0.0901	-0.0599	-0.0485	-0.0003		-0.0457	0.0355	-0.0367	0.0575	0.0113	-0.0434	0.0389
穗粗	0.4382	-0.0186	0.1271	0.0048	-0.0030	0.0043	-0.0155		-0.0405	0.0170	-0.0198	0.0144	-0.0186	0.0595
秃尖长	-0.1370	-0.0039	-0.0324	0.0800	0.0352	0.0451	-0.0385	0.1296		-0.0071	-0.0356	0.0040	-0.0369	-0.0096
穗行数	0.1321	0.0141	0.1007	0.0221	0.0132	-0.0225	-0.0413	0.0563	0.0074		-0.0234	-0.0161	0.0914	0.0052
行粒数	0.1050	0.0045	0.0521	-0.1152	-0.0505	-0.0636	0.0813	-0.0826	0.0465	-0.0294		-0.0126	0.1070	0.0348
百粒重	0.0758	-0.0167	0.0091	-0.0350	0.0199	0.1110	0.0221	0.0834	-0.0073	-0.0281	-0.0175		-0.0721	0.0523
出籽率	0.3071	0.0041	-0.0052	0.0255	0.0451	-0.0330	-0.0210	-0.0265	0.0165	0.0393	0.0366	-0.0178		0.0655
单穗粒重	0.1609	-0.0176	0.1298	-0.0514	0.0225	0.0371	0.0359	0.1621	0.0082	0.0042	0.0227	0.0246	0.1250	

育种过程中应重点关注这3个性状的选择,同时兼顾其他性状是提高玉米产量的重要途径。单穗粒重对小区产量的直接通径系数为0.1609,说明单穗粒重增加,小区产量增大。从间接通径系数

可知,单穗粒重通过穗粗(0.1621)、株高(0.1298)、出籽率(0.1250)的间接通径系数较大,说明单穗粒重通过出籽率、穗粗、株高对小区产量产生较大影响。通径分析的结果进一步印

证了,在黑龙江省西部半干旱地区穗粗、单穗粒重、出籽率是直接影响玉米产量的重要性状,同时一定范围内增加株高,有利于提高玉米产量。

2.5 玉米主要农艺性状与产量的主成分分析

对试验数据进行 Bartlett 球形度检验,结果显示卡方值=142.389,显著水平 $P=0.00046 < 0.05$,说明可以进行主成分分析。提取特征值大于1的前5个主成分(表5),第一至第五主成分的方差贡献率分别为21.351%、19.629%、16.067%、11.197%和7.608%,其概括了玉米农艺性状信息的76.57%。根据各主成分的特征向量和因子载荷分析,第一主成分特征值为2.989,决定第一主成分大小的主要是单穗粒重、株高、小区产量、穗位高、穗粗、穗长、倒伏率等因子,因子载荷分别为0.733、0.708、0.635、0.605、0.466、0.460和0.381,单穗粒重、小区产量反映玉米群

体产量,穗粗、穗长反映果穗性状间接影响产量,株高、穗位高为农艺性状,倒伏率反映品种抗逆性,因而第一主成分指向玉米的综合性状指标。第二主成分特征值为2.748,载荷较高的性状为倒伏率(-0.705),是影响玉米品种抗倒性的因子,故第二主成分可以解析为品种抗性。决定第三主成分主要是出籽率(0.784)和穗行数(0.580),反映的都是果穗性状,指向玉米品种的丰产性。第四主成分载荷较高的性状有株高(0.515)、穗行数(0.557),该主成分可理解为株高和果穗因子。第五主成分贡献最大的是大斑病级(0.524),其次是穗粗(0.496),其主要反映品种的抗病性,可理解为穗粗和抗病因子。由此可见对玉米品种综合评价及产量影响较大的性状指标为出籽率(0.784)、单穗粒重(0.733)、穗行数(0.580)、株高(0.515)、穗粗(0.496)。

表5 参试玉米品种各性状的主成分分析结果

Table 5 Principal component analysis results of all characters of maize varieties

性状 Characters	第一主成分 First principal component		第二主成分 Second principal component		第三主成分 Third principal component		第四主成分 Fourth principal component		第五主成分 Fifth principal component	
	特征值 Eigenvalue	因子荷载 Factor load	特征值 Eigenvalue	因子荷载 Factor load	特征值 Eigenvalue	因子荷载 Factor load	特征值 Eigenvalue	因子荷载 Factor load	特征值 Eigenvalue	因子荷载 Factor load
	生育日数	0.279	0.482	0.251	0.417	-0.247	-0.370	-0.133	-0.171	0.215
株高	0.410	0.708	-0.139	-0.231	0.042	0.062	0.399	0.515	0.009	0.009
穗位高	0.350	0.605	-0.337	-0.559	-0.151	-0.226	0.251	0.324	-0.210	-0.217
倒伏率	0.220	0.381	-0.425	-0.705	-0.199	-0.299	0.277	0.357	0.052	0.053
大斑病级	-0.129	-0.224	-0.239	-0.396	0.372	0.558	0.037	0.047	0.507	0.524
穗长	0.266	0.460	-0.237	-0.393	-0.079	-0.118	-0.375	-0.484	0.156	0.161
穗粗	0.270	0.466	0.305	0.506	0.015	0.022	0.272	0.352	0.480	0.496
秃尖长	-0.099	-0.171	0.298	0.494	-0.148	-0.222	0.196	0.253	0.328	0.338
穗行数	-0.005	-0.009	0.092	0.152	0.387	0.580	0.431	0.557	-0.334	-0.345
行粒数	0.209	0.361	-0.360	-0.597	0.200	0.301	-0.368	-0.475	0.155	0.160
百粒重	0.219	0.378	0.245	0.407	-0.340	-0.510	-0.183	-0.236	-0.321	-0.331
出籽率	0.085	0.147	0.069	0.114	0.523	0.784	-0.175	-0.227	-0.210	-0.216
单穗粒重	0.424	0.733	0.211	0.350	0.173	0.259	-0.210	-0.271	-0.066	-0.069
小区产量	0.368	0.635	0.284	0.471	0.316	0.474	-0.005	-0.006	0.020	0.021
特征值	2.989		2.748		2.249		1.668		1.065	
贡献率/%	21.351		19.629		16.067		11.917		7.608	
累计贡献率%	0.2135		0.4098		0.5705		0.6896		0.7657	

根据主成分分析结果,参考钱双宏等^[7]方法,计算各品种主成分得分及综合得分。由表6可知各品种综合得分排名前5位的依次为QY13、QY6、QY11、CK、QY17,与产量排名既有相同又存在差异,在产量排名前5位的品种为QY13、

QY10、QY6、QY5、QY12,产量排名第2位的QY10在综合各性状分析后下降至第6位,而在产量排名第7位的QY11上升至第3位,但在产量排名中前8位品种产量差异不显著($P < 0.05$)。而各玉米组合的综合得分可以显示出品

种综合性状的好坏,得分值越高,品种综合表现越好;相反,得分值越低,品种综合表现越差^[15]。因此无论产量还是参考综合性状 QY13 得分最高,

此品种株高、穗位高适中,大斑病轻,秃尖短,穗粗、单穗粒重大,出籽率高,综合表现最好。

表 6 不同玉米品种的主成分得分及综合评价

Table 6 Main component scores and comprehensive evaluation of different maize varieties

品种 Varieties	得分 Scores					综合得分 Comprehensive scores	排名 Ranking
	第一主成分 First principal component	第二主成分 Second principal component	第三主成分 Third principal component	第四主成分 Fourth principal component	第五主成分 Fourth principal component		
QY1	-2.06	0.79	-0.34	-1.20	-1.78	-0.618	19
QY2	-1.94	-0.63	0.99	-2.93	0.87	-0.664	20
QY3	2.25	-0.89	-2.62	1.19	-0.58	-0.017	13
QY4	-1.95	3.67	-2.38	0.96	1.32	0.135	11
QY5	0.72	0.53	1.31	-1.29	0.81	0.376	10
QY6	1.56	0.46	1.77	-0.64	-0.50	0.594	2
QY7	0.57	-1.70	-0.27	0.20	3.05	0.001	12
QY8	1.30	1.07	0.35	-0.19	-0.44	0.489	7
QY9	-1.47	-1.73	1.09	-0.63	-0.04	-0.555	18
QY10	0.63	1.62	1.42	-0.62	-1.05	0.525	6
QY11	1.74	-0.93	1.75	0.62	0.58	0.589	3
QY12	1.32	-0.48	0.97	-0.47	0.81	0.347	9
QY13	1.22	2.61	0.94	0.25	0.80	0.914	1
CK	-1.56	1.25	1.65	3.05	0.43	0.573	4
QY14	-3.53	-3.37	1.47	2.09	-0.65	-0.980	23
QY15	-1.63	1.13	-0.15	-0.65	-0.80	-0.289	16
QY16	-0.29	-0.88	-0.83	-0.14	-0.01	-0.385	17
QY17	1.67	1.36	-1.07	1.11	-0.41	0.554	5
QY18	0.46	1.06	1.19	0.51	-1.39	0.452	8
QY19	-1.46	0.16	-2.84	-1.59	-0.04	-0.929	22
QY20	2.50	-2.23	-1.22	-1.09	-0.48	-0.267	15
QY21	-1.77	-0.82	-1.78	0.37	0.33	-0.757	21
QY22	1.73	-2.05	-1.40	1.12	-0.82	-0.187	14

3 结论

玉米产量形成过程中,受环境条件和品种基因的共同作用,而基因中各相关因素对产量影响程度不一,形成主次差异,找出影响产量的主导因子^[7],将 22 个玉米组合的 14 个农艺性状进行多重分析。方差分析结果表明 23 个供试的玉米杂交组合小区产量在 10.6~15.2 kg,其中有 13 个品种产量均高于先玉 696(CK),其中 QY13 产量排名第 1,比对照增产 19.3%,14 个性状的变异系数在 1.64%~99.59%,变异系数最大的是倒伏率(99.59%),其次是秃尖长(44.35%)、大斑病级(26.35%),最小的是生育日数(1.64%),变异系数大的性状对环境变化敏感,育种时对其选择

潜力大,变异系数小的性状对环境变化反映弱,主要受遗传基因控制,选择潜力小。对于变异系数大的性状能够通过育种手段改良,使这些性状在一定程度上得到改善。这与倪正斌等^[16]、孟静娇等^[17]、李洪等^[18]的研究结果基本一致。

相关分析显示,秃尖长、穗位高、大斑病级、倒伏率与产量为负相关,其余性状与产量都为正相关,其中产量与单穗粒重(0.664 1)呈极显著正相关,与穗粗(0.549 3)、出籽率(0.436 2)呈显著正相关;偏相关分析中产量与穗粗(0.502 9)呈显著正偏相关,与出籽率、株高、单穗粒重、穗行数、穗长有较大正偏相关,其结果表明在黑龙江省西部半干旱地区单穗粒重、出籽率、穗粗可作为育种过

程中的重点性状,并且注意其他性状的制约。在相关的基础上为了明确各性状对产量影响的大小进行通径分析,结果显示株高及玉米穗粗、穗长、单穗粒重等产量构成因子对产量都存在正向效应,而穗位高、大斑病级、倒伏率、秃尖长为负向效应,其中穗粗的直接通径系数(0.438 2)最大,其次是株高(0.428 5),然后是出籽率(0.307 1),且三者都间接通过单株粒重对产量的正向影响较大,这与相关分析结果一致。通径分析的结果进一步印证了,在黑龙江省西部干旱地区穗粗、单穗粒重、出籽率是直接影响玉米产量的标识性状,同时应考虑在一定范围内增加株高,有利于提高玉米产量。

在表型性状对产量贡献大小的分析中,主成分分析是最行之有效的方法^[15,19],这种方法可以将多个农艺性状转化为少数几个因子进行分析评价产量和选育品种^[20-21]。本试验将23个玉米品种的主要农艺性状指标简化为5个综合指标(主成分),这5个主成分累计方差贡献率达76.57%,结果显示,对玉米品种综合评价及产量影响较大的性状指标为出籽率、单穗粒重、倒伏率、穗行数、株高、大斑病级和穗粗。其中产量构成因素主要在第三、四主成分上,而第一、二、五主成分为玉米的综合性状指标、抗倒性、抗病及穗粗因子。由此可以看出在玉米品种高产育种选择时,应注意以穗部性状为主的第三、四主成分,同时兼顾抗病及抗倒因子的影响。在计算各品种主成分得分及综合得分中,QY13在产量及参考综合性状中得分最高,综合表现突出。

综合多重分析结果可知,在黑龙江省西部干旱地区选育高产玉米品种时,在一定范围内增加株高的同时,应以单穗粒重、出籽率、穗粗为重点关注性状,同时考虑穗行数、行粒数、穗长、百粒重的协调发展,加强对玉米抗病性和抗倒性的选择和改良。

参考文献:

- [1] 高肖贤. 河北省北部山前平原区夏玉米高产高效制约因素及关键技术研究[D]. 保定:河北农业大学,2013.
- [2] 安治良. 夏玉米杂交种农艺性状与产量的相关与通径分

析[J]. 安徽农学通报,2018,24(17):34-35,43.

- [3] 刘纪麟. 玉米育种学[M]. 北京:中国农业出版社,2002.
- [4] 桑志勤,陈树宾,张占琴,等. 新疆中熟玉米区试品种产量和产量构成因素的分析[J]. 农业科技通讯,2018(1):52-56.
- [5] 鲁珊,毛彩云,陆建章,等. 玉米杂交种主要农艺性状的相关和通径分析[J]. 天津农业科学,2018,24(5):55-57.
- [6] Zhou Z Q,Zhuang C S,Lu X H,et al. Dissecting the genetic basis underlying combining ability of plant height related traits in maize[J]. Frontiers in Plant Science,2018,9:1117.
- [7] 钱双宏,蔡世昆,王序英,等. 18个玉米杂交组合主要农艺性状与产量的多元分析[J]. 天津农业科,2019,25(11):22-28.
- [8] 王有芳,李少勇,王凌汉. 玉米果穗性状的相关和通径分析[J]. 山东农业科学,2003(3):30-31.
- [9] 沈庆荣. 凤阳地区玉米杂交种产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 安徽农学通报,2019,25(23):84-87.
- [10] 任洪雷,李春霞,龚士琛,等. 利用SPSS实现玉米杂交种主要农艺性状与产量的相关和通径分析[J]. 作物杂志,2019(3):86-90.
- [11] 和风美,朱芮,朱永平,等. 超甜玉米自交系主要农艺性状与鲜穗产量的相关及通径分析[J]. 华北农学报,2014,29(S1):142-145.
- [12] 周旭梅,高旭东,何晶. 75个春玉米杂交组合主要农艺性状与产量的相关和通径分析[J]. 山东农业科学,2013,45(5):48-52.
- [13] 石云素. 玉米种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [14] 杨珍,李斌,赵军,等. 甜高粱主要农艺性状与产量相关和通径分析[J]. 中国糖料,2018(4):16-19.
- [15] 韩秉进,潘相文,金剑,等. 大豆农艺及产量性状的主成分分析[J]. 大豆科学,2008(1):67-73.
- [16] 倪正斌,朱俊凯,王陈燕,等. 22个玉米杂交组合农艺性状的主成分和动态聚类分析[J]. 大麦与谷类科学,2017,34(5):18-22,37.
- [17] 孟静娇,李琰聪,赵毕昆,等. 云南保山玉米品种联合体区域试验结果综合分析[J]. 南方农业学报,2017,48(10):1776-1781.
- [18] 李洪,王瑞军,王彧超,等. 玉米杂交组合主要农艺性状与产量的多重分析[J]. 中国农学通报,2018,34(22):31-36.
- [19] 要燕杰,高翔,吴丹,等. 小麦农艺性状与品质特性的多元分析与评价[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(1):38-47.
- [20] 张向前,刘景辉,齐冰洁,等. 燕麦种质资源主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2010,11(2):168-174.
- [21] 孔德伟,陈德全,周良强,等. 杂交水稻几个重要农艺及产量性状的主成分分析[J]. 中国农学通报,2005(8):117-119.

Multivariate Analysis on the Main Agronomic Traits and Yield of Maize in the Arid Area of Western Heilongjiang Province

ZHOU Chang-jun

(Daqing Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China)

何文平,王义波,刘东胜,等.玉米品种联创852选育及相关育种问题[J].黑龙江农业科学,2020(4):22-25.

玉米品种联创852选育及相关育种问题

何文平,王义波,刘东胜,王爱芬
(北京联创种业,北京100081)

摘要:为了解决近些年来玉米品种在生产中存在的耐密植不够、抗倒伏不够等问题,以CT69387和CT90107为亲本的联创852玉米品种通过了国家中熟组审定。该品种在产量、抗病性、抗倒性等各方面已经大幅超越“美系”品种。通过总结玉米联创852品种抗倒伏等育种实践经验,明确了今后玉米种质扩增、改良和创新的技术路线,以期避免遗传脆弱性风险。

关键词:玉米;联创852;品种特性;品种选育

玉米是我国重要的粮食、饲料及工业原料作物,在国民经济发展中具有重要的战略位置。从2010年开始我国成为玉米净进口国,供需矛盾日渐突出。在新品种的推广应用中玉米增产要素中发挥40%的作用,所以玉米新品种的选育和推广是玉米生产的核心技术。我国玉米品种每次更新换代都极大地提高了玉米的产量水平、丰富了种质资源和创新了玉米育种理论。以郑单958、先玉335为代表的玉米品种换代,将耐密性作为玉米育种目标的核心,精简栽培管理,适宜机械化作业。近些年来随着全球气候变暖,我国玉米主产区恶劣气候频发,随着城镇化和土地集约化经营的要求,以及日益突出的生物逆境和非生物逆境

胁迫,生产上对玉米品种的更新换代有了迫切的需求。我国种业在经历了郑单958带来的辉煌后,进入了品种选育的瓶颈期,后来“美系”品种以其单粒播种、丰产潜力大、籽粒长、出籽率高、脱水快、适应性广、适合机收等特点很好的解决了当前的生产矛盾,但“美系”品种也存在着抗倒伏、抗北方大斑病能力弱等问题,生产上需要进一步将改良创新。

联创852是玉米中熟杂交种,2017年通过国家品种审定委员会审定,编号为国审玉20176013。适宜在辽宁省东部山区、吉林省中熟区、黑龙江省第一积温带和内蒙古中东部等东北中熟区春玉米区种植。通过在生产上种植检验表明联创852是高产、抗倒伏、耐密植、适宜机械作业的玉米新品种,在“美系”种质的基础上有很大的提高。本文探讨了玉米联创852品种抗倒伏等育种实践经验,以为玉米种质扩增、改良和创新提供借鉴。

收稿日期:2019-12-06

第一作者:何文平(1971-),男,学士,农艺师,从事玉米育种研究。E-mail:heping9819@126.com。

Abstract: In order to explore the variation of main agronomic traits of new maize varieties in the arid area of Western Heilongjiang Province and its role in yield composition, so as to improve the efficiency of new variety cultivation. The variation, correlation, path and principal component analysis of 14 agronomic traits on 23 maize varieties were studied. The results showed that the genetic diversity of 14 agronomic traits of the tested varieties was rich, and the coefficient of variation was between 1.64% and 99.59%. In the correlation analysis, there was a significant positive correlation between plot yield and single ear grain weight ($r=0.6641$), and a significant positive correlation with ear diameter ($r=0.5493$), seed yield ($r=0.4362$). In the path analysis, the direct path coefficient of ear diameter (0.4382) to yield was the largest, followed by plant height (0.4285), seed yield (0.3071); The results of principal component analysis showed that the 14 main agronomic traits of maize were simplified into 5 comprehensive indexes, and the cumulative contribution rate was 76.57%, among which the factors contributing more to the yield were seed yield (0.784) and grain weight per ear (0.733). QY13 had the highest score and outstanding performance in calculating the comprehensive score of principal component. The comprehensive analysis shows that ear diameter, grain weight per ear and seed yield are important traits that directly affect corn yield in the arid area of Western Heilongjiang Province, and the correlation of other traits should be paid attention to.

Keywords: agronomic traits; coefficient of variation; correlation analysis; path analysis