夏玉米品系(种)的产量比较及主要农艺性状的关联度分析

周得宝¹, 王娟², 王五洲³, 吴兰云¹, 徐茂林¹, 李明兵¹, 周言虎¹, 窦乐⁴ (1. 宿州市农业科学院, 安徽宿州 234000; 2. 安徽华成种业股份有限公司, 安徽宿州 234000; 3. 灵璧县农业委员会, 安徽宿州 234200; 4. 安徽省宿州市农业委员会, 安徽宿州 234000)

摘要 [目的]研究淮北地区夏玉米品系(种)的产量与主要农艺性状关联度。[方法]运用灰色关联度分析方法,研究14个夏玉米品系(种)的产量与10个主要农艺性状间关联的主次关系及各性状间的相互关联程度。[结果]有76.9%品系的产量显著高于对照郑单958;主要农艺性状与产量关联度大小依次为秃尖长、株高、穗行数、穗长、行粒数、穗位高、百粒重、倒伏倒折率、出籽率、穗粗。[结论]在育种实践中应尽可能选择秃尖短、株高中等偏上、穗行数较多和穗长较长的品系。

关键词 玉米;关联度分析;产量;农艺性状

中图分类号 S513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)26-0048-04

Comparison of Yield and Correlation Degree between Main Agronomic Traits of Summer Maize Lines(Varieties)

ZHOU De-bao¹, WANG Juan², WANG Wu-zhou³ et al (1. Suzhou Academy of Agricultural Sciences, Suzhou, Anhui 234000; 2. Anhui Huacheng Seed Industry Co., Ltd., Suzhou, Anhui 234000; 3. Lingbi County Agriculture Committee, Suzhou, Anhui 234200)

Abstract [Objective] The yield of summer maize and correlation degree of agronomic traits in Huaibei region were studied. [Method] Based on the grey relational analysis method, the relationship between the yield of 14 summer maize lines(varieties) and 10 main agronomic traits and the correlation between the traits were studied. [Result] The yield of 76.9% lines was significantly higher than that of control Zhengdan 958. The correlation degree order of main agronomic traits and yield was as follows: bare top length, plant height, ear row number, ear length, row grains, ear height, 100-seed weight, lodging and stem broken rates, seed-producing percentage, ear diameter. [Conclusion] In the breeding practice, we should choose the long lines of the bald tip shorter, plant height higher, ear rows more.

Key words Maize; Correlation degree analysis; Yield; Agronomic traits

玉米是重要的粮食作物、饲料作物和经济作物,在我国农业生产和国民经济发展中占有重要的地位。根据玉米种植结构调整规划,到2020年我国玉米种植面积将减少333万hm²。提高单产水平将是进一步增加玉米产量的重要途径。产量是一个复杂的数量性状,受多个性状因素共同影响,弄清各个因素对产量的影响,将对育种家选育优良品系有极大的参考价值。目前,评价作物产量与性状关系的方法大体上有方差分析、决定系数分析、回归分析、通径分析等,但各有优缺点。而灰色关联度分析法是研究作物多元性状相对重要性的良好方法^[1],该方法是在20世纪80年代提出的一种分析理论,能较好地反映事物的本质,具有所需样本小、方法简便、信息量大的优点。在玉米产量与性状的关系上,运用灰色关联度分析法进行分析此前报道较多并取得一定的结果。尹丽侠等^[2]研究认为行粒数、单位面积穗数、株高、出籽率与夏玉米产量关联度较大;魏锋等^[3]研究认为各性状与产量的关联度依次是穗粗、百粒重、行粒数、穗长、穗行数、倒伏倒折率、穗轴直径、出籽率、生育期、株高、穗位高、100 d籽粒含水量;李清超等^[4]研究表明各性状与产量的关联度大小依次为单穗粒重、株高、穗位高、穗行数、百粒重、秃尖、生育期、穗长;陈举林^[5]研究认为灰色关联度分析可作为品种区域试验中对参试品种进行综合评判的一种有效方法;王丽华等^[6]研究认为主要农艺性状与产量的关联度依次为百粒重、穗长、行粒数、叶片数、雄穗分枝数、穗柄长度、穗粗、秃顶、穗位高、行粒数、株高;孙峰成等^[7]研究认为与产量密切相关的农艺性状是出籽率、行粒数、穗粗、百粒质量、

株高等;与粗蛋白、粗脂肪、粗淀粉和赖氨酸含量等营养品质密切相关的农艺性状是穗粒数、百粒质量、行粒数、出籽率、穗行数。在保证适当株高的前提下,要注重选育出籽率、百粒质量较高品种。贾晓军等^[8]研究表明穗粗、叶片数、穗长、株高和穗行数与产量关联度较大。前人相关研究中,因试验区域生态条件、生产水平及所选用材料不同,造成结果不尽相同。可见,灰色关联度分析受气候、田间肥力、材料等多个因素制约,在实际中,必须针对特定环境作物品种进行研究。笔者利用灰色关联分析法对淮北地区夏玉米品系(种)的产量与其性状关联度进行分析,以期当地玉米品系(种)选择、栽培生产提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料 参试玉米品系(种)有SZ01、SZ02、SZ03、SZ04、SZ05、SZ06、SZ07、SZ08、SZ09、SZ10、SZ11、SZ12、SZ13和CK(郑单958)共14个。

1.2 试验设计 2016年6—10月将参试玉米品系(种)种植于安徽省宿州市紫芦湖良种繁殖场科研所试验田中,该田块地势平坦,耕层厚度26cm左右,土壤为砂姜黑土,肥力中等,有机质15.34g/kg、全氮0.76g/kg、有效磷7.7mg/kg、速效钾90mg/kg、碱解氮65mg/kg,pH7.6。采取随机区组排列,3次重复,5行区,行长6.67m,行距0.60m、株距0.22m,密度7.5万株/hm²,实收中间3行计产。

1.3 测定项目 田间性状调查:从每小区第1行第4棵开始连续测量10株正常生长植株;室内考种性状调查:从第1行第4棵开始连续取10个符合标准果穗测量,再以3次重复平均值进行数据分析。调查性状有株高、穗位高、倒伏倒折率、穗长、穗行数、秃尖长、百粒重、出籽率、行粒数、穗粗和小区产量。

作者简介 周得宝(1981—),男,安徽安庆人,助理研究员,从事农作物栽培与育种研究。

收稿日期 2017-06-23

1.4 分析方法

1.4.1 采用 Excel 和 DPS 7.05 进行数据处理和分析。根据灰色系统理论要求^[9-11],将 14 个参试品系(种)的 10 个农艺性状看作一个灰系统。在分析性状对产量的影响时,以产量为参考数列,记作 X_0 ,其他各性状为比较数列,记作株高(X_1)、穗位高(X_2)、倒伏倒折率(X_3)、穗长(X_4)、穗行数(X_5)、秃尖长(X_6)、百粒重(X_7)、出籽率(X_8)、行粒数(X_9)、穗粗(X_{10})。而在分析所有性状间的相互关系时,各性状分别作为参考数列和比较数列,即可构建出各个性状间的关联矩阵。

1.4.2 数据标准化。各个性状间存在单位不一致的情况,要对数据进行标准化(无量纲化)处理,公式 $X_i'(K) = [X_i(K) - \bar{X}] / S_i$,式中 $X_i'(K)$ 为标准化后的处理值; $X_i(K)$ 为各性状原始数据; $\bar{X}$ 为同一性状平均值; S_i 为同一性状标准差。

1.4.3 参考序列(产量)与比较序列(其他性状)的绝对差值。根据无量纲化值计算参考序列(产量)与比较序列(其他性状)的绝对差值,即绝对差值 $\Delta_i(K) = |X_i'(K) - X_0'(K)|$ 。

1.4.4 产量与各性状的关联系数。灰色关联系数 $\xi_i(K) =$

$(\Delta_{\min} + \rho\Delta_{\max}) / [\Delta_i(K) + \rho\Delta_{\max}]$ 。 $\Delta_{\min}$ 为绝对差值 $\Delta_i(K)$ 的最小值(0), $\Delta_{\max}$ 为绝对差值 $\Delta_i(K)$ 的最大值(3.892 9), ρ 为分辨系数, $0 < \rho < 1$, 一般取 $\rho = 0.5$ 。

1.4.5 10 个比较性状对产量的关联度和关联序。按公式 $\gamma_i = (1/N) \times \sum \xi_i(k)$ 计算,求得各比较数列与参考数列的关联度和关联序。

2 结果与分析

2.1 14 个玉米品系(种)产量分析 由表 1 可知,与 CK 相比产量达到极显著差异的有 9 个品系,分别是 SZ06、SZ02、SZ13、SZ09、SZ05、SZ03、SZ11、SZ08 和 SZ12,分别比 CK 增产 28.0%、25.0%、22.1%、13.4%、12.6%、11.9%、11.7%、10.6%、8.5%;SZ10 比 CK 增产 6.1%,差异达到显著水平;其他 3 个品系比 CK 产量低,但差异不显著。

方差分析结果表明,区组间 $P = 0.220 7 > 0.05$,区组间无差异,表明该次试验田间肥力较匀、排列合理、试验科学规范;处理间 $P = 0.000 1 < 0.01$,表明品系间产量差异达到极显著水平。

表 1 各品系(种)产量比较

Table 1 Comparison of yield of each line(variety)

品系(种) Line(variety)	小区产量 Plot yield//kg				产量 Yield//kg/hm ²	位次 Precedence	比 CK ± Compared with CK//%
	I	II	III	平均			
SZ01	11.67	11.07	11.34	11.36	9 467.1 eD	14	-4.1
SZ02	14.90	14.55	14.94	14.80	12 334.0 abA	2	25.0
SZ03	13.23	12.93	13.58	13.25	11 042.2 cB	6	11.9
SZ04	10.56	11.57	12.44	11.52	9 600.5 eD	13	-2.7
SZ05	13.36	12.99	13.65	13.33	11 108.9 cB	5	12.6
SZ06	15.10	15.10	15.25	15.15	12 625.6 aA	1	28.0
SZ07	11.78	11.59	12.03	11.80	9 833.8 eCD	12	-0.3
SZ08	13.25	12.98	13.05	13.09	10 908.9 cdB	8	10.6
SZ09	13.79	13.02	13.48	13.43	11 192.2 cB	4	13.4
SZ10	12.48	12.73	12.48	12.56	10 467.2 dBC	10	6.1
SZ11	13.04	13.37	13.25	13.22	11 017.2 cB	7	11.7
SZ12	12.99	12.84	12.71	12.85	10 708.9 cdB	9	8.5
SZ13	14.78	14.50	14.10	14.46	12 050.6 bA	3	22.1
CK	12.23	11.58	11.70	11.84	9 867.2 eCD	11	—

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$),同列数据后大写字母不同表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different small letters within the same column mean significant differences($P < 0.05$), different capital letters within the same column show extremely significant differences($P < 0.01$)

2.2 14 个玉米品系(种)主要农艺性状与产量的关联度分析 将 14 个品系(种)10 个农艺性状的平均值列于表 2,并对各性状数据进行标准化(无量纲化)处理(表 3)。根据无量纲化值计算参考序列(产量)与比较序列(其他性状)的绝对差值,结果见表 4。各品系(种)产量与各性状的关联系数见表 5。10 个比较性状对产量的关联度及关联序见表 6。从表 6 可以看出,淮北地区夏玉米产量与各农艺性状的灰色关联度大小依次为秃尖长、株高、穗行数、穗长、行粒数、穗位高、百粒重、倒伏倒折率、出籽率、穗粗。根据灰色关联度分析原则,灰色关联度大的比较序列与参考序列的关系密切,关联度小的比较序列与参考数列关系较远,说明与产量关联较紧密的农艺性状是秃尖长和株高,其次是穗行数、穗长、行粒数和穗位高,最后是百粒重、倒伏倒折率、出籽率和穗粗。

在新品系选育中,应注重秃尖短、株高中等偏上、穗行数较多和穗长较长的品系。

2.3 玉米品种(系)10 个主要农艺性状间关联度分析 由表 7 可知,株高与其他农艺性状的关联度从大到小为秃尖长、倒伏倒折率、百粒重、穗位高、穗长、穗行数、行粒数、穗粗、出籽率;穗位高与其他农艺性状的关联度从大到小为行粒数、穗行数、株高、倒伏倒折率、穗长、出籽率、百粒重、秃尖长、穗粗;倒伏倒折率与其他农艺性状的关联度从大到小为株高、行粒数、出籽率、穗位高、穗长、穗行数、穗粗、秃尖长、百粒重;穗长与其他农艺性状的关联度从大到小为株高、秃尖长、穗位高、行粒数、倒伏倒折率、穗行数、百粒重、出籽率、穗粗;穗行数与其他农艺性状的关联度大到小为穗位高、秃尖长、株高、倒伏倒折率、行粒数、穗长、穗粗、百粒重、出籽

表2 各品系(种)主要农艺性状的原始数值

Table 2 Original value of main agronomic traits of each line(variety)

品系(种) Line (variety)	株高 X_1 Plant height m	穗位高 X_2 Ear height m	倒伏倒折率 X_3 Lodging and stem broken rates//%	穗长 X_4 Ear length cm	穗行数 X_5 Ear row number	秃尖长 X_6 Bare top length//cm	百粒重 X_7 100-seed weight//g	出籽率 X_8 Seed- producing percentage %	行粒数 X_9 Row grains	穗粗 X_{10} Ear diameter cm	产量 X_0 Yield kg/hm ²
SZ01	2.95	1.03	7.5	19.4	15.6	1.2	37.9	87.8	31.4	5.2	9 467.10
SZ02	3.11	1.07	2.2	19.6	15.6	2.2	37.0	86.7	29.2	4.9	12 334.00
SZ03	3.12	1.05	27.5	18.7	15.2	2.0	28.5	86.4	34.0	4.8	11 042.20
SZ04	3.23	1.17	27.5	21.2	14.8	0.0	38.6	85.6	38.2	5.1	9 600.50
SZ05	2.85	1.15	3.3	20.8	16.8	1.4	30.7	89.5	35.6	5.2	11 108.90
SZ06	2.85	1.13	5.8	19.6	13.6	0.2	35.3	89.8	39.0	4.9	12 625.60
SZ07	2.65	1.00	0.0	18.6	14.4	0.0	35.2	90.7	32.8	5.0	9 833.80
SZ08	3.03	1.06	1.7	20.0	15.2	2.0	37.7	86.3	35.2	5.0	10 908.90
SZ09	2.85	0.95	5.0	19.2	14.8	1.2	37.5	85.6	30.8	5.2	11 192.20
SZ10	2.52	0.90	0.8	20.0	16.4	1.2	30.2	88.0	36.2	5.1	10 467.20
SZ11	2.84	0.98	1.7	20.7	15.2	2.2	35.0	85.7	30.2	5.1	11 017.20
SZ12	3.00	1.07	47.5	20.6	15.2	0.0	37.9	90.7	36.4	5.3	10 708.90
SZ13	3.13	1.10	3.0	21.3	15.6	3.8	37.7	86.7	30.2	5.0	12 050.60
CK	2.55	1.04	12.5	16.5	15.2	0.0	32.5	88.4	30.0	5.0	9 867.20

表3 各品系(种)主要农艺性状的标准化值

Table 3 Standardized value of main agronomic traits of each line(variety)

品系(种) Line (variety)	株高 X_1 Plant height	穗位高 X_2 Ear height	倒伏倒折率 X_3 Lodging and stem broken rates	穗长 X_4 Ear length	穗行数 X_5 Ear row number	秃尖长 X_6 Bare top length	百粒重 X_7 100-seed weight	出籽率 X_8 Seed- producing percentage	行粒数 X_9 Row grains	穗粗 X_{10} Ear diameter	产量 X_0 Yield
SZ01	0.202 2	-0.264 0	-0.209 2	-0.259 7	0.438 3	-0.037 7	0.833 2	0.050 1	-0.643 6	1.0214	-1.423 7
SZ02	0.932 6	0.264 0	-0.587 7	-0.101 6	0.438 3	0.841 6	0.563 3	-0.543 1	-1.313 3	-1.123 6	1.479 1
SZ03	0.978 3	-0.000 0	1.219 3	-0.813 0	-0.073 1	0.665 7	-1.985 6	-0.704 8	0.147 9	-1.838 6	0.171 2
SZ04	1.480 5	1.584 1	1.219 3	1.163 0	-0.584 4	-1.092 8	1.043 1	-1.136 2	1.426 3	0.306 4	-1.288 6
SZ05	-0.254 4	1.320 1	-0.509 1	0.846 9	1.972 4	0.138 2	-1.325 9	0.966 8	0.634 9	1.021 4	0.238 7
SZ06	-0.254 4	1.056 1	-0.330 6	-0.101 6	-2.118 5	-0.917 0	0.053 5	1.128 5	1.669 9	-1.123 6	1.774 4
SZ07	-1.167 4	-0.660 0	-0.744 8	-0.892 0	-1.095 8	-1.092 8	0.023 6	1.613 8	-0.217 4	-0.408 6	-1.052 4
SZ08	0.567 4	0.132 0	-0.623 4	0.214 5	-0.073 1	0.665 7	0.773 3	-0.758 8	0.513 1	-0.408 6	0.036 2
SZ09	-0.254 4	-1.320 1	-0.387 7	-0.417 8	-0.584 4	-0.037 7	0.713 3	-1.136 2	-0.826 2	1.021 4	0.323 0
SZ10	-1.760 9	-1.980 1	-0.687 7	0.214 5	1.461 0	-0.037 7	-1.475 8	0.157 9	0.817 5	0.306 4	-0.411 1
SZ11	-0.300 0	-0.924 1	-0.623 4	0.767 8	-0.073 1	0.841 6	-0.036 4	-1.082 3	-1.008 9	0.306 4	0.145 8
SZ12	0.430 4	0.264 0	2.647 7	0.688 8	-0.073 1	-1.092 8	0.833 2	1.613 8	0.878 4	1.736 4	-0.166 3
SZ13	1.023 9	0.660 0	-0.530 6	1.242 1	0.438 3	2.248 5	0.773 3	-0.543 1	-1.008 9	-0.408 6	1.192 2
CK	-1.623 9	-0.132 0	0.147 9	-2.551 9	-0.073 1	-1.092 8	-0.786 1	0.373 6	-1.069 8	-0.408 6	-1.018 6

表4 各品系(种)产量与各农艺性状的绝对差值

Table 4 Absolute difference between yield and agronomic traits of each line(variety)

品系(种) Line(variety)	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	Δ_5	Δ_6	Δ_7	Δ_8	Δ_9	Δ_{10}
SZ01	1.625 9	1.159 7	1.214 5	1.164 0	1.862 0	1.386 0	2.256 9	1.473 8	0.780 1	2.445 1
SZ02	0.546 5	1.215 1	2.066 8	1.580 8	1.040 8	0.637 5	0.915 8	2.022 2	2.792 4	2.602 7
SZ03	0.807 1	0.171 2	1.048 1	0.984 1	0.244 2	0.494 6	2.156 8	0.876 0	0.023 3	2.009 7
SZ04	2.769 1	2.872 7	2.507 9	2.451 6	0.704 2	0.195 8	2.331 8	0.152 4	2.715 0	1.595 0
SZ05	0.493 0	1.081 4	0.747 8	0.608 2	1.733 7	0.100 5	1.564 6	0.728 1	0.396 2	0.782 7
SZ06	2.028 8	0.718 3	2.105 0	1.876 0	3.892 9	2.691 4	1.720 9	0.645 9	0.104 5	2.898 0
SZ07	0.115 0	0.392 4	0.307 6	0.160 4	0.043 4	0.040 4	1.076 0	2.666 2	0.835 0	0.643 8
SZ08	0.531 2	0.095 8	0.659 6	0.178 4	0.109 2	0.629 6	0.737 1	0.795 0	0.477 0	0.444 8
SZ09	0.577 4	1.643 1	0.710 8	0.740 8	0.907 5	0.360 7	0.390 2	1.459 3	1.149 3	0.698 4
SZ10	1.349 8	1.569 1	0.276 6	0.625 6	1.872 1	0.373 4	1.064 8	0.569 0	1.228 6	0.717 5
SZ11	0.445 8	1.069 9	0.769 3	0.622 0	0.218 9	0.695 8	0.182 3	1.228 2	1.154 7	0.160 6
SZ12	0.596 8	0.430 3	2.814 0	0.855 1	0.093 3	0.926 5	0.999 6	1.780 2	1.044 7	1.902 8
SZ13	0.168 3	0.532 2	1.722 8	0.049 9	0.753 9	1.056 3	0.418 9	1.735 3	2.201 1	1.600 8
CK	0.605 4	0.886 6	1.166 5	1.533 3	0.945 5	0.074 3	0.232 5	1.392 2	0.051 2	0.610 0

表 5 各品系(种)产量与各农艺性状的关联系数

Table 5 The correlation coefficient between yield and agronomic traits of each line (variety)

品系(种) Line(variety)	ξ_1	ξ_2	ξ_3	ξ_4	ξ_5	ξ_6	ξ_7	ξ_8	ξ_9	ξ_{10}
SZ01	0.544 9	0.626 6	0.615 8	0.625 8	0.511 1	0.584 1	0.463 1	0.569 1	0.713 9	0.443 2
SZ02	0.780 8	0.615 7	0.485 0	0.551 8	0.651 6	0.753 3	0.680 0	0.490 5	0.410 7	0.427 9
SZ03	0.706 9	0.919 2	0.650 0	0.664 2	0.888 5	0.797 4	0.474 4	0.689 6	0.988 2	0.492 0
SZ04	0.412 8	0.403 9	0.437 0	0.442 6	0.734 3	0.908 6	0.455 0	0.927 4	0.417 6	0.549 6
SZ05	0.797 9	0.642 8	0.722 4	0.761 9	0.528 9	0.950 9	0.554 4	0.727 8	0.830 9	0.713 2
SZ06	0.489 6	0.730 4	0.480 4	0.509 2	0.333 3	0.419 7	0.530 8	0.750 8	0.949 0	0.401 8
SZ07	0.944 2	0.832 2	0.863 5	0.923 9	0.978 2	0.979 7	0.644 0	0.422 0	0.699 8	0.751 5
SZ08	0.785 6	0.953 1	0.746 9	0.916 0	0.946 9	0.755 6	0.725 3	0.710 0	0.803 2	0.814 0
SZ09	0.771 2	0.542 3	0.732 5	0.724 3	0.682 0	0.843 7	0.833 0	0.571 5	0.628 7	0.735 9
SZ10	0.590 5	0.553 7	0.875 6	0.756 8	0.509 7	0.839 0	0.646 4	0.773 8	0.613 0	0.730 7
SZ11	0.813 6	0.645 3	0.716 7	0.757 8	0.898 9	0.736 7	0.914 4	0.613 1	0.627 7	0.923 8
SZ12	0.765 3	0.819 0	0.408 9	0.694 8	0.954 3	0.677 5	0.660 7	0.522 3	0.650 7	0.505 7
SZ13	0.920 4	0.785 3	0.530 5	0.975 0	0.720 8	0.648 2	0.822 9	0.528 7	0.469 3	0.548 7
CK	0.762 8	0.687 1	0.625 3	0.559 4	0.673 1	0.963 2	0.893 3	0.583 0	0.974 4	0.761 4

表 6 产量与各农艺性状关联度及排序

Table 6 Correlation degree and ranking between yield and agronomic traits

性状 Traits	关联度 Correlation degree	位序 Ranking
秃尖长 Bare top length	0.775 5	1
株高 Plant height	0.720 5	2
穗行数 Ear row number	0.715 1	3
穗长 Ear length	0.704 5	4
行粒数 Row grains	0.698 4	5
穗位高 Ear height	0.696 9	6
百粒重 100-seed weight	0.664 1	7
倒伏倒折率 Lodging and stem broken rates	0.635 0	8
出籽率 Seed-producing percentage	0.634 3	9
穗粗 Ear diameter	0.628 5	10

率;秃尖长与其他农艺性状的关联度从大到小为株高、穗行

数、穗长、倒伏倒折率、行粒数、百粒重、穗位高、穗粗、出籽率;百粒重与其他农艺性状的关联度从大到小为株高、穗位高、穗粗、穗行数、倒伏倒折率、行粒数、穗长、秃尖长、出籽率;出籽率与其他农艺性状的关联度从大到小为倒伏倒折率、行粒数、穗位高、穗粗、穗行数、穗长、秃尖长、百粒重、株高;行粒数与其他农艺性状的关联度从大到小为穗位高、倒伏倒折率、出籽率、穗长、株高、穗行数、秃尖长、穗粗、百粒重;穗粗与其他农艺性状的关联度从大到小为倒伏倒折率、百粒重、出籽率、穗行数、行粒数、穗长、秃尖长、穗位高、株高。

由以上分析可以看出,株高同时与多个性状的关联度较大,说明株高是一个同时与多个性状相互影响的重要农艺性状。同时可以看出,玉米是一个有机的整体,性状间均存在相互影响,生产上兼顾各性状的协调发展,以最大限度地发挥玉米品种自身各因素的增产潜力。

表 7 各农艺性状间关联矩阵

Table 7 Correlation matrix of agronomic traits

性状 Traits	株高 Plant height	穗位高 Ear height	倒伏倒折率 Lodging and stem broken rates	穗长 Ear length	穗行数 Ear row number	秃尖长 Bare top length	百粒重 100-seed weight	出籽率 Seed- producing percentage	行粒数 Row grains	穗粗 Ear diameter
株高 Plant height	1.000 0	0.720 9	0.713 5	0.729 5	0.663 0	0.731 0	0.730 7	0.545 3	0.655 9	0.566 3
穗位高 Ear height	0.732 8	1.000 0	0.691 1	0.720 5	0.727 1	0.615 9	0.675 9	0.692 1	0.731 9	0.611 7
倒伏倒折率 Lodging and stem broken rates	0.738 6	0.706 4	1.000 0	0.710 6	0.653 4	0.651 6	0.657 7	0.715 8	0.691 6	0.693 0
穗长 Ear length	0.712 5	0.692 1	0.669 2	1.000 0	0.640 9	0.676 3	0.655 6	0.630 1	0.667 7	0.638 5
穗行数 Ear row number	0.697 5	0.746 0	0.661 3	0.697 6	1.000 0	0.704 5	0.660 2	0.662 5	0.655 1	0.681 5
秃尖长 Bare top length	0.754 7	0.633 8	0.651 6	0.721 4	0.696 8	1.000 0	0.649 6	0.616 4	0.641 2	0.634 0
百粒重 100-seed weight	0.734 8	0.667 5	0.631 1	0.679 0	0.628 3	0.623 6	1.000 0	0.552 1	0.629 5	0.683 3
出籽率 Seed-producing percentage	0.547 0	0.681 6	0.691 8	0.649 5	0.624 3	0.588 0	0.548 3	1.000 0	0.681 1	0.682 0
行粒数 Row grains	0.686 8	0.748 0	0.694 1	0.716 0	0.649 5	0.643 6	0.656 4	0.710 5	1.000 0	0.674 7
穗粗 Ear diameter	0.554 0	0.586 2	0.653 1	0.647 7	0.630 5	0.591 2	0.668 7	0.671 1	0.631 6	1.000 0

3 结论与讨论

从该次产量比较结果来看,有 76.9% 材料产量显著高于 CK(郑单 958),说明在玉米育种过程中,近几年取得了比较可喜的成绩,但新选材料能否大面积推广应用,还需要多年多点考察。

灰色关联度是灰色数学中的一种方法,其用来研究事物相互关联、相互作用的复杂因素的影响作用,确定影响事物的本质因素,使各种影响因素之间的“灰色”关系清晰化^[12]。该研究通过灰色关联度分析得出,秃尖长、株高、穗行数及穗

(下转第 78 页)

远超过其他品种能源的人均能源消费量,能源的消耗以化石燃料为主;南通市的能源消费以原煤和电力为主,原煤消耗量折算成生产性土地的人均能源消费最大,远远超过其他品种能源的人均能源消费量,能源的消耗以化石燃料为主;泰州市的能源消费以原煤和原油为主,原煤消耗量折算成生产性土地的人均能源消费最大,能源的消耗以化石燃料为主;盐城市的能源消费以原煤和电力为主,电力消耗量折算成生产性土地的人均能源消费最大,能源的消耗以化石燃料为主;淮安市的能源消费以原煤为主,原煤消耗量折算成生产性土地的人均能源消费最大,远远超过其他品种能源的人均能源消费量,能源的消耗以化石燃料为主。徐州市的能源消费以原煤、洗精煤和焦炭为主,原煤消耗量折算成生产性土地的人均能源消费最大,远远超过其他品种能源的人均能源消费量,能源的消耗以化石燃料为主;连云港市的能源消费以原煤、焦炭和原油为主,原煤消耗量折算成生产性土地的人均能源消费最大,能源的消耗以化石燃料为主;宿迁市的能源消费以原煤为主,原煤消耗量折算成生产性土地的人均能源消费最大,能源的消耗以化石燃料为主。

4 结论与建议

江苏省能源消费足迹总体呈现持续增长趋势,这在一定程度上加剧了江苏省能源短缺问题。然而,经济的发展又离

(上接第51页)

长与产量的关联度较大,其中李光发等^[13]研究表明与产量关联度较大的农艺性状有秃尖长和穗长,但在位次上有差别;株高与前人^[14]的研究报道一致;穗长与李春霞等^[15]的报道结果一致。说明灰色关联度分析在该研究中具有很好的应用价值。

玉米产量是受多种因素共同影响的复杂数量性状,不同生态区农艺性状对产量的贡献也是有差别的,而灰色关联分析法是一种能够将其他因素按照影响大小区分开来的一种方法。该研究分析表明,对产量影响关联度大小顺序为秃尖长、株高、穗行数、穗长、行粒数、穗位高、百粒重、倒伏倒折率、出籽率、穗粗。试验材料、试验地点及当年气象条件的差异,可能会造成不同研究存在一定的差异。

该研究分析表明,株高是一个极为敏感且重要的农艺性状,其中与倒伏倒折率、穗长、秃尖长和百粒重关联度第一,与产量关联度第二,与出籽率和穗粗关联度较小。在新品系选育工作中应选择秃尖短、株高中等偏上、穗行数较多和穗长较长的品系,协调源与库的关系,保证产量的增加。

参考文献

- [1] 孙海潮,王金红,郭安斌,等.灰色关联分析在玉米组合鉴定试验中的应用[J].玉米科学,2006,14(2):47-49.

不开能源的消费。江苏省是以煤为主的能源消费结构,其产业结构偏重,加剧了经济发展与能源消费、环境污染、生态破坏之间的矛盾,推动了能源消费足迹的持续增长。因此,为了解决上述矛盾,江苏省应当对其能源消费提出可持续发展对策:调整并优化产业结构,改变能源消费结构,减少煤炭消费;加大可再生能源的开发与应用;加强节能减排,提高能源利用率。

参考文献

- [1] 王锡贞.区域生态风险评价与管理[D].南京:南京农业大学,2011.
 [2] 张宇鹏.我国生态足迹区域差异比较研究[D].长春:吉林大学,2010.
 [3] 姚红,单霞.南通市2008年生态足迹计算分析研究[J].河北农业科学,2010,14(4):93-95.
 [4] 南京市统计局.南京统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2014.
 [5] 苏州市档案局.苏州年鉴[M].苏州:古吴轩出版社,2014.
 [6] 无锡市史志办公室.无锡年鉴[M].北京:方志出版社,2011.
 [7] 陈勇.《常州年鉴》(2000)出版[J].年鉴信息与研究,2000(3):12.
 [8] 镇江市史办公室.镇江年鉴(2013)(精)[M].北京:方志出版社,2013.
 [9] 扬州市地方志年鉴编纂委员会.扬州年鉴[M].北京:新华出版社,2012.
 [10] 南通市年鉴编纂委员会.南通年鉴[M].北京:方志出版社,2012.
 [11] 佚名.泰州统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2014.
 [12] 盐城市人民政府办公室.盐城年鉴[M].北京:方志出版社,2012.
 [13] 佚名.淮安统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2014.
 [14] 徐州市统计局.徐州统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2011.
 [15] 佚名.连云港统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2014.
 [16] 佚名.宿迁统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2014.

- [2] 尹丽侠,苏雪梅,冯国强,等.冀东地区夏玉米产量与农艺性状的灰色关联度分析[J].河北科技师范学院学报,2008,22(1):30-33.
 [3] 魏锋,马毅,洪德峰,等.基于灰色关联度分析的玉米新组合产量及相关性状评价[J].安徽农业科学,2016,44(32):12-16.
 [4] 李清超,马浪浪,文琼,等.玉米杂交组合主要农艺性状与产量的灰色关联度分析[J].中国农学通报,2015,31(30):74-78.
 [5] 陈举林.灰色关联分析在玉米杂交种综合评判中的应用研究[J].玉米科学,1994,2(3):22-24.
 [6] 王丽华,刘正,潘海山,等.10个玉米品种(系)的产量比较及主要农艺性状的关联度分析[J].中国农学通报,2013,29(15):103-107.
 [7] 孙峰成,冯勇,于卓,等.12个玉米群体的主要农艺性状与产量、品质的灰色关联度分析[J].华北农学报,2012,27(1):102-105.
 [8] 贾晓军,丁变红,张小伟,等.44个玉米杂交种产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].中国农学通报,2015,31(21):16-23.
 [9] 邓聚龙.农业系统灰色理论与方法[M].济南:山东科学技术出版社,1988.
 [10] 雷铁拴.灰色系统理论在农业上的应用[M].郑州:河南科学技术出版社,1996.
 [11] 郭瑞林.作物灰色育种学[M].北京:农业科技出版社,1985.
 [12] 孙芳芳.浅议灰色关联度分析方法及其应用[J].科技信息,2010(17):364-366.
 [13] 李光发,李忠南,王越人,等.玉米PH6WC组合与产量相关性的灰色关联分析[J].玉米科学,2013,21(6):45-48.
 [14] 岳尧海,周小辉,杨贤成,等.夏玉米产量性状与产量的灰色关联度分析[J].玉米科学,2004,12(4):21-22.
 [15] 李春霞,苏俊,钟占贵,等.玉米杂交种的产量与相关因素的灰色关联度分析[J].玉米科学,1996(1):35-38.

本刊提示 文稿题名下写清作者及其工作单位名称、邮政编码;第一页地脚注明第一作者简介,格式如下:“作者简介:姓名(出生年—),性别,籍贯,学历,职称或职务,研究方向”。