

玉溪地区甜玉米主要农艺性状与鲜穗产量的灰色关联度分析

胡新洲¹, 安正云^{1*}, 杨进成¹, 沈祥宏¹, 张钟¹, 李红彦², 李艳兰¹, 张翠萍¹, 林姣姣¹, 刘坚坚¹, 易丽华³

(1. 玉溪市农业科学院, 云南玉溪 653100; 2. 玉溪市农田建设与土壤肥料工作站, 云南玉溪 653100; 3. 峨山县农业技术推广站, 云南峨山 653200)

摘要 [目的]探索甜玉米主要农艺性状对鲜穗产量的影响,为玉溪市优质高产甜玉米的选育和栽培提供理论依据。[方法]通过灰色关联度分析法分析甜玉米 11 个农艺性状与产量的关系。[结果]甜玉米农艺性状与鲜穗产量的关联度由大到小依次为单穗鲜重、行粒数、穗长、穗行数、株高、全株叶片数、穗粗、生育期、穗位高、雄穗分枝数、百粒重。其中,单穗鲜重、行粒数、穗长及穗行数是影响甜玉米鲜穗产量的主要因素,而百粒重对产量的影响较小。[结论]在鲜食甜玉米育种中,应注重对单穗鲜重、行粒数、穗长及穗行数的选择,以提高鲜食甜玉米的产量。

关键词 甜玉米;农艺性状;鲜穗产量;灰色关联度

中图分类号 S513 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)04-0034-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.04.010



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Grey Relational Analysis for Agronomic Traits and Fresh Ear Yield of Sweet Corn in Yuxi City

HU Xin-zhou, AN Zheng-yun, YANG Jin-cheng et al (Yuxi Academy of Agricultural Sciences, Yuxi, Yunnan 653100)

Abstract [Objective] To explore the influence of main agronomic characters on fresh ear yield of sweet corn, and to provide theoretical basis for breeding and cultivation of good quality and high yield sweet corn in Yuxi City. [Method] We analyzed the relationships between 11 agronomic traits and fresh ear yield of sweet corn by grey relational analysis. [Result] Fresh ear yield was closely related to fresh weigh per ear, kernel per row, spike length and rows per ear, and the next were plant height, leaf number of whole plant, ear diameter, growth period, ear height, tassel branch number and 100-grain weight. Among them, fresh weight per ear, kernel per row, spike length and rows per ear were the main factors affecting fresh ear yield of sweet corn, while 100-grain weight had less effect on yield. [Conclusion] In the breeding of fresh sweet corn, we should pay attention to the selection of fresh weigh per ear, kernel per row and spike length and rows per ear, so as to improve the yield of fresh sweet corn.

Key words Sweet corn; Agronomic trait; Fresh ear yield; Grey relation grade

甜玉米又称水果玉米、水果型菜玉米,果穗在乳熟期采收,口感鲜甜嫩脆,营养丰富,深受广大消费者喜爱。近年来,随着农业供给侧结构改革力度的加大,我国鲜食甜玉米种植面积不断扩大,其蔬菜、水果、粮食及饲料(果穗采摘后茎秆可作青贮饲料)“四位一体”的多功能价值对促进农业种植结构调整、增加农民收入、满足消费者需求具有重大意义,市场前景极其广阔。

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,可以针对某个因素与其他多个因素进行灰色关联分析,找出其中的主要因素^[1-2]。作为一种十分简便易学易用的新方法,灰色关联度分析具有十分广阔的应用领域,许多研究人员将灰色关联度分析法应用在棉花^[3]、油菜^[4-5]、花生^[6]、水稻^[7]、大豆^[8]、茄子^[9]等农作物上。自赵元增等^[10]和赵守光等^[11]将灰色关联度分析法运用到甜玉米后,多地的甜玉米工作者陆续对甜玉米产量与农艺性状进行了灰色关联度分析。

作为玉溪市重要的高原特色作物之一,甜玉米经过多年的持续发展成为玉溪市的优势特色作物,甜玉米在改善膳食结构和帮助该地区农民致富方面发挥了极其重要的作用。为了探寻玉溪地区影响甜玉米产量的主要因素,明确主要农艺性状在产量构成中的相对重要性,笔者采用灰色关联度分

析法分析甜玉米 11 个农艺性状与产量的关系,旨在为玉溪市优质高产鲜食甜玉米的选育及栽培品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验材料选取玉溪地区 4 个主栽甜玉米品种与广州仲恺农业工程学院提供的 4 个适合玉溪地区栽种的品种及组合,8 个参试品种(组合)分别为:①仲鲜甜 3 号、②仲甜 1 号、③M5×M55、④M114×M5、⑤5 号黄甜玉米、⑥改良库普拉、⑦先甜 90、⑧双色先蜜(CK)。

1.2 试验方法 试验于 2018 年 5 月—9 月在玉溪市红塔区研和街道贾井村委会玉溪市农业科学院研究基地进行。采取田间随机区组排列,3 次重复,每小区 20 m²,密度为 6 万株/hm²,调查 8 个品种(组合)的生育期、株高、穗位高、雄穗分支数、全株叶片数、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、单穗鲜重、百粒重及鲜穗产量。

1.3 数据分析方法 按照邓聚龙灰色系统理论^[1],将 8 个甜玉米品种(组合)的鲜穗产量和 11 个农艺性状视为 1 个系统,鲜穗产量作为参考数列 X_0 ,其余 11 个性状作为比较数列记作 $X_i (i=1,2,3,\dots,11)$,即生育期(X_1)、株高(X_2)、穗位高(X_3)、雄穗分支数(X_4)、全株叶片数(X_5)、穗长(X_6)、穗粗(X_7)、穗行数(X_8)、行粒数(X_9)、单穗鲜重(X_{10})、百粒重(X_{11})。

1.3.1 数据标准化。将数据进行标准化处理: $X'_i(k) = [X_i(k) - X_i] / S_i$, $X'_i(k)$ 为第 i 个性状的第 k 个品种的标准化均值; $X_i(k)$ 为各原始数据; X_i 为同一性状的平均值; S_i 为同一性状值的标准差。

1.3.2 计算参考数列和比较数列的绝对差值。参考数列和

基金项目 云南省 2018 年农业生产发展专项。
作者简介 胡新洲(1985—),男,湖北潜江人,农艺师,硕士,从事玉米育种及栽培技术应用研究。*通信作者,研究员,从事玉米育种及栽培技术应用研究。

收稿日期 2019-09-05

比较数列的绝对差值为: $\Delta_i(k) = |X'_0(k) - X'_i(k)|$, $\Delta_i(k)$ 为第 k 个品种的参考数列与第 i 个性状第 k 个品种差的绝对值,即参考数列与比较序列的差序列。

1.3.3 各性状与产量的灰色关联系数计算公式。灰色关联系数计算公式: $\xi_i(k) = (\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}) / [\Delta_i(k) + \rho \Delta_{\max}]$, Δ_{\min} 为绝对差值 $\Delta_i(k)$ 的最小值; Δ_{\max} 为绝对差值 $\Delta_i(k)$ 的最大值; ρ 为分辨系数, $0 < \rho < 1$, 一般取 $\rho = 0.5$ 。

1.3.4 各性状与产量的灰色关联度计算公式。灰色关联度计算公式为 $r_i = 1/\xi_i(k)$ 。

2 结果与分析

2.1 参试品种主要性状与鲜穗产量比较 由表 1 可知, 8 个甜玉米品种(组合)的平均鲜穗产量为 9 025.50 ~ 19 000.95 kg/hm², 其中 6 个品种较对照增产, 1 个品种较对

照减产。变异系数为 22.04%, 表明参试品种之间差异明显。与鲜穗产量相关的 11 个主要性状的变异系数由大到小的顺序依次是雄穗分支数、穗位高、单穗鲜重、全株叶片数、株高、行粒数、穗长、穗行数、生育期、百粒重、穗粗。变异系数越大, 则选择潜力就越大, 雄穗分支数、穗位高的变异系数远大于其他性状(表 2)。由此可见, 雄穗分支数、穗位高的遗传改良潜力很大, 而对穗粗进行遗传改良相对效应不明显。

2.2 鲜穗产量与主要性状的关联系数 按照公式算出鲜穗产量与各主要性状的绝对差值(表 3)。由表 3 可得 $\Delta_{\min} = 0.003 1$, $\Delta_{\max} = 2.659 9$ 。将绝对差值结果带入公式, 算出甜玉米鲜穗产量与主要农艺性状的关联系数(表 4)。研究结果表明, 同一品种不同农艺性状的关联系数不同, 而不同组合同一农艺性状的关联系数也存在差异。

表 1 不同甜玉米品种农艺性状及鲜穗产量的比较

Table 1 Comparison of agronomic traits and fresh ear yields of sweet corn varieties

品种代号 Variety code	X_1 d	X_2 cm	X_3 cm	X_4 个	X_5 叶	X_6 cm	X_7 cm	X_8 行	X_9 粒	X_{10} g	X_{11} g	X_0 kg/hm ²
①	96.00	252.60	82.60	16.40	12.20	18.20	4.90	15.50	35.20	302.10	35.60	18 125.85
②	98.00	250.40	85.80	14.20	12.00	17.90	4.80	14.60	33.40	267.80	33.10	16 067.40
③	98.00	244.60	115.00	12.60	11.80	18.10	4.90	15.20	34.30	285.30	33.50	17 134.20
④	96.00	260.80	96.40	11.00	11.20	17.50	4.70	14.70	33.60	297.80	34.20	17 867.55
⑤	98.00	265.80	115.60	9.20	13.80	17.20	4.80	15.20	33.40	258.90	32.70	15 534.15
⑥	84.00	170.60	40.40	5.50	7.80	13.20	4.50	12.20	24.30	150.40	31.20	9 025.50
⑦	98.00	267.20	110.80	12.00	12.20	17.80	5.20	16.70	35.40	294.00	32.50	19 000.95
⑧(CK)	84.00	181.40	40.60	5.20	8.80	15.40	4.70	12.80	28.20	192.30	36.30	11 900.55
平均值 Mean value	94.00	236.68	85.90	10.76	11.23	16.91	4.81	14.61	32.23	256.08	33.64	15 582.02
标准差 Standard deviation	6.23	38.34	30.69	3.96	1.97	1.75	0.20	1.46	3.91	55.46	1.68	3 434.53
变异系 Variable coefficient//%	6.63	16.20	35.73	36.77	17.52	10.32	4.22	10.00	12.13	21.66	4.98	22.04

表 2 数据标准化

Table 2 Data standardization

品种代号 Variety code	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_0
①	0.320 8	0.415 4	-0.107 5	1.424 5	0.495 8	0.737 6	0.430 8	0.607 3	0.761 3	0.829 9	1.170 5	0.740 7
②	0.641 7	0.358 0	-0.003 3	0.868 6	0.394 1	0.565 7	-0.061 5	-0.008 6	0.300 7	0.211 4	-0.320 6	0.141 3
③	0.641 7	0.206 7	0.948 2	0.464 3	0.292 4	0.680 3	0.430 8	0.402 0	0.531 0	0.526 9	-0.082 0	0.451 9
④	0.320 8	0.629 3	0.342 1	0.060 0	-0.012 7	0.336 6	-0.553 9	0.059 9	0.351 9	0.752 3	0.335 5	0.665 5
⑤	0.641 7	0.759 7	0.967 8	-0.394 8	1.309 3	0.164 7	-0.061 5	0.402 0	0.300 7	0.050 9	-0.559 1	-0.013 9
⑥	-1.604 2	-1.723 5	-1.482 6	-1.329 7	-1.741 5	-2.126 8	-1.538 6	-1.650 9	-2.028 0	-1.905 4	-1.453 8	-1.909 0
⑦	0.641 7	0.796 2	0.811 4	0.312 7	0.495 8	0.508 4	1.907 9	1.428 5	0.812 5	0.683 8	-0.678 4	0.995 5
⑧(CK)	-1.604 2	-1.441 8	-1.476 1	-1.405 5	-1.233 0	-0.866 5	-0.553 9	-1.240 3	-1.030 0	-1.149 9	1.588 0	-1.071 9

表 3 鲜穗产量与主要性状的绝对差值

Table 3 Absolute value differentials of fresh ear yield and main traits

品种代号 Variety code	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	Δ_5	Δ_6	Δ_7	Δ_8	Δ_9	Δ_{10}
①	0.419 8	0.325 3	0.848 2	0.683 8	0.244 9	0.003 1	0.309 8	0.133 3	0.020 6	0.089 2
②	0.500 4	0.216 7	0.144 6	0.727 3	0.252 7	0.424 4	0.202 9	0.149 9	0.159 4	0.070 1
③	0.189 8	0.245 2	0.496 3	0.012 4	0.159 6	0.228 4	0.021 1	0.049 9	0.079 1	0.075 0
④	0.344 6	0.036 2	0.323 3	0.605 4	0.678 2	0.328 9	1.219 4	0.605 6	0.313 6	0.086 9
⑤	0.655 6	0.773 6	0.981 7	0.380 9	1.323 2	0.178 6	0.047 6	0.416 0	0.314 6	0.064 9
⑥	0.304 8	0.185 5	0.426 3	0.579 3	0.167 5	0.217 8	0.370 4	0.258 1	0.119 0	0.003 6
⑦	0.353 8	0.199 2	0.184 1	0.682 8	0.499 7	0.487 0	0.912 5	0.433 0	0.183 0	0.311 6
⑧(CK)	0.532 3	0.369 9	0.404 2	0.333 6	0.161 1	0.205 4	0.518 0	0.168 4	0.041 9	0.078 0

表4 鲜穗产量与主要性状的关联系数

Table 4 Correlation coefficient between fresh ear yield and main agronomic traits

品种代号 Variety code	生育期 ξ_1 Growth period	株高 ξ_2 Plant height	穗位高 ξ_3 Ear height	雄穗分支数 ξ_4 Tassel branch number	全株叶片数 ξ_5 Leaf number of whole plant	穗长 ξ_6 Ear length	穗粗 ξ_7 Ear diameter	穗行数 ξ_8 Ear rows	行粒数 ξ_9 Kernels per row	单穗鲜重 ξ_{10} Fresh weigh per ear	百粒重 ξ_{11} 100-grain weight
①	0.761 8	0.805 3	0.612 0	0.662 0	0.846 4	1.000 0	0.812 9	0.911 0	0.987 0	0.939 3	0.757 5
②	0.728 3	0.861 9	0.904 0	0.648 0	0.842 3	0.759 8	0.869 7	0.900 8	0.895 1	0.952 1	0.743 9
③	0.877 2	0.846 3	0.729 9	0.993 1	0.894 9	0.855 4	0.986 6	0.966 1	0.946 1	0.948 8	0.715 2
④	0.796 0	0.975 8	0.806 3	0.688 8	0.663 8	0.803 6	0.522 9	0.688 7	0.811 1	0.940 9	0.803 1
⑤	0.671 4	0.633 7	0.576 6	0.779 2	0.502 4	0.883 6	0.967 7	0.763 5	0.810 6	0.955 7	0.710 9
⑥	0.815 4	0.879 6	0.759 0	0.698 2	0.890 2	0.861 2	0.784 0	0.839 4	0.920 0	0.999 6	0.746 7
⑦	0.791 7	0.871 7	0.880 5	0.662 3	0.728 6	0.733 6	0.594 5	0.756 1	0.881 1	0.812 0	0.443 8
⑧(CK)	0.715 8	0.784 2	0.768 7	0.801 3	0.894 0	0.868 2	0.721 4	0.889 7	0.971 7	0.946 8	0.334 1

表5 鲜穗产量与主要性状的关联度

Table 5 Correlation degree (ri) and ranking of fresh ear yield and main agronomic traits

农艺性状 Agronomic traits	r_i	排序 Rank
生育期 X_1 Growth period	0.769 7	8
株高 X_2 Plant height	0.832 3	5
穗位高 X_3 Ear height	0.754 6	9
雄穗分支数 X_4 Tassel branch number	0.741 6	10
全株叶片数 X_5 Leaf number of whole plant	0.782 8	6
穗长 X_6 Ear length	0.845 7	3
穗粗 X_7 Ear diameter	0.782 4	7
穗行数 X_8 Ear rows	0.839 4	4
行粒数 X_9 Kernels per row	0.902 8	2
单穗鲜重 X_{10} Fresh weigh per ear	0.936 9	1
百粒重 X_{11} 100-grain weight	0.656 9	11

2.3 鲜穗产量与主要性状的关联度 由表5可知,鲜穗产量和主要农艺性状的关联度排序为单穗鲜重>行粒数>穗长>穗行数>株高>全株叶片数>穗粗>生育期>穗位高>雄穗分支数>百粒重。按照灰色关联分析原则,关联度越大的关系越密切,关联度小的关系越疏远。在11个性状中,单穗鲜重($r=0.9369$)对甜玉米鲜穗产量的影响最大;其次是行粒数($r=0.9028$);再次是穗长($r=0.8457$);百粒重($r=0.6569$)与鲜穗产量的关联度最小,说明其对鲜穗产量的影响较小。因此,在甜玉米选育过程中应选择单穗鲜重较重、行粒数较多、穗长较长及穗行数较多的品种。

3 结论与讨论

在不同地域气候条件下,甜玉米鲜穗产量与主要农艺性状的关联度大小有较大差异,王俊花等^[12]对甜玉米主要农艺性状与产量的灰色关联度分析结果表明,穗粗、穗长和穗位叶宽对产量影响最大,秃尖长对产量影响较小;陈静等^[13]对甜玉米鲜穗产量的关联研究表明,株高、穗长和行粒数是影响甜玉米鲜穗产量的主要因素,而穗行数对产量的影响最小;陈荣丽等^[14]研究认为,穗粗、穗长和行粒数对甜玉米鲜穗产量的贡献最大,出苗—采收对产量的影响最小;张姿丽等^[15]研究表明,行粒数、穗粗和穗长对甜玉米鲜质量的影响最大,秃尖长对产量影响较小;蒋晓芳等^[16]研究认为,穗长、生育期、穗粗、秃尖长是影响鲜穗产量的主要因素,出籽率对产量的影响较小。灰色关联度分析是描述系统发展过程中

因素间变化大小、方向和速度等指标的相对性,其目的是找出系统因素间影响最大的因素,不同时间、地点、环境和品种等因素都可能造成主要因素的改变,应对不同环境条件和不同品种作具体分析,确定紧密关联性状,可以选定育种主要目标性状。

该研究与前人的研究结果部分吻合,但由于地域和品种不同又存在一定差异。研究结果表明,单穗鲜重、行粒数、穗长及穗行数是影响甜玉米鲜穗产量的主要因素,百粒重对鲜穗产量的影响最小。因此,在玉溪地区进行甜玉米选择时,应重视单穗鲜重、行粒数、穗长及穗行数的选择。在提高产量的同时,还应将甜玉米的风味、适口性、抗病性及抗逆性等重要指标考虑在内,实现产量与品质、抗性的同步改进,选育适合本地的高产优质及抗性强的甜玉米品种。

参考文献

- [1] 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,1988:39-74.
- [2] 雷铁栓,郭瑞林,王新海.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,1996:31-61.
- [3] 李绍伟,楚宗艳,吴超,等.棉花产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].农业科技通讯,2017(3):127-130.
- [4] 姚雪雁,关周博,田建华,等.高含油量甘蓝型油菜产量与农艺性状的灰色关联度分析[J].安徽农业科学,2015,43(16):6-7,10.
- [5] 倪正斌,孙红芹,万林生.甘蓝型油菜产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].浙江农业科学,2017,58(7):1146-1150.
- [6] 王允,张幸果,李贺敏,等.花生主要农艺性状和产量性状的相关性与灰色关联度分析[J].河南农业大学学报,2014,48(6):680-683,705.
- [7] 邹永红,谭建林.基于灰色关联度的DTOPSIS方法在水稻优选中的应用[J].安徽农业科学,2011,39(19):11421-11424.
- [8] 曹鹏鹏,田文铎.灰色关联度分析在江淮海夏大豆区试中的应用[J].安徽农业科学,2014,42(3):687-688.
- [9] 王倩,刘卫东,朱土农,等.茄子营养品质与主要农艺性状的灰色关联分析[J].江苏农业科学,2015,43(12):184-187.
- [10] 赵元增,牟琪,裴玉荣,等.甜玉米主要农艺性状的灰色关联度分析[J].吉林农业大学学报,1999,21(4):12-15,25.
- [11] 赵守光,宋占平.超甜玉米杂交种主要性状与青苞产量的灰色关联度分析[J].广东农业科学,1999(3):9-10.
- [12] 王俊花,邵林生,闫建宾,等.甜玉米主要农艺性状与产量和食用品质的灰色关联度分析[J].河北农业科学,2016,20(5):78-81.
- [13] 陈静,沈生元,谢庆春,等.甜玉米鲜穗产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].江苏农业科学,2017,45(10):48-51.
- [14] 陈荣丽,宋文兰,周胜,等.甜玉米鲜穗产量与农艺性状灰色关联度分析[J].种子,2018,37(9):92-95.
- [15] 张姿丽,蒋锋,刘鹏飞,等.鲜食甜玉米主要性状的灰色关联度、相关及通径分析[J].仲恺农业工程学院学报,2014,27(1):1-6.
- [16] 蒋晓芳,税红霞,卢庭启,等.糯玉米农艺性状与鲜穗产量灰色关联度分析[J].安徽农业科学,2016,44(2):64-66,70.