

不同鲜食糯玉米品种主要农艺性状 灰色关联度分析

黄晓琴

(广西农业科学院玉林分院 / 玉林市农业科学院, 玉林 537000)

摘要: 为了明确不同鲜食糯玉米品种主要农艺性状与产量的关系,应用灰色关联度分析法对46个鲜食糯玉米主要农艺性状进行灰色关联度分析。结果表明,鲜食糯玉米品种的鲜穗产量 $9507.0\sim 13069.5\text{kg}/\text{hm}^2$,出苗至采收期75~81d,株高176~246cm,穗位高56~100cm,穗长15.4~20.6cm,穗粗4.5~5.2cm,秃尖长0.4~1.7cm,穗行数12.2~17.5行,行粒数33~42粒,百粒重28.2~46.1g;各农艺学性状变异系数1.67%~38.03%,其中秃尖长变异系数最大,出苗至采收期的变异系数最小。不同鲜食糯玉米品种10个性状之间变异系数大小排名依次为:秃尖长>穗位高>百粒重>株高>穗行数>鲜穗产量>穗长>行粒数>穗粗>出苗至采收期。主要农艺性状对产量的关联度排序为穗长(0.7892)>百粒重(0.7513)>穗位高(0.7502)>株高(0.7424)>出苗至采收期(0.7378)>秃尖长(0.7280)>穗粗(0.7200)>行粒数(0.7129)>穗行数(0.6974)。说明鲜食糯玉米产量育种应选用穗长、粒数重、穗位高和株高适宜的种质资源进行选育利用,同时需要重视鲜食糯玉米的采收期。

关键词: 鲜食糯玉米;农艺性状;产量;灰色关联度分析

Grey Correlation Analysis of Main Agronomic Characters of Different Fresh Waxy Corn Varieties

HUANG Xiao-qin

(Yulin Branch of Guangxi Academy of Agricultural Sciences/Yulin Academy of Agricultural Sciences, Yulin 537000)

玉米(*Zea mays* L.)作为我国主要的粮食作物之一,是我国粮食稳产和增产的重要支柱。我国玉米生产包括籽粒玉米、青贮玉米及鲜食玉米^[1]。我

国鲜食玉米年种植面积近130万 hm^2 ,其中,糯玉米种植面积占总面积的60%以上,是鲜食玉米的主力军^[2]。糯玉米起源于我国,它是美洲玉米传入我国

[4] 张祯勇,高明文,徐国伦,肖启银,陈代全,贾炜汉,杨道勇. 基于R语言的GGE双标图在玉米品种区域试验中的应用. 中国农学通报, 2014, 30(34): 238-243

[5] 梁黔云,李清超,吴瑞,文琼,孙开利,罗仕文,马俊,吴显,田井平. GGE双标图在玉米品种区域实验中的应用. 中国农学通报, 2014, 30(6): 224-228

[6] 吕泽文,张友君,钟育海,李求文,秦光才,杨险峰,龙艳. 区域试验玉米品种(系)产量稳定性和适应性的GGE双标图分析. 湖北农业科学, 2014, 53(15): 3487-3491

[7] 许乃银. 基于GGE模型的棉花品种生态区划分与试验环境评价. 南京:南京农业大学, 2012

[8] Yan W, Hunt L A, Sheng Q L, Szlavnic Z. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on GGE biplot. Crop Science,

2000, 40: 596-605

[9] Yan W K. Crop variety trials: data management and analysis. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2014

[10] 许乃银,荣义华,李健,付永红,梅汉成. GGE双标图在陆地棉高产稳产和适应性分析中的应用——以长江流域棉区国审棉花新品种‘鄂杂棉30’为例. 中国生态农业学报, 2017, 25(6): 884-892

[11] 严威凯,盛庆来,胡跃高, L A Hunt. GGE叠图法—分析品种×环境互作模式的理想方法. 作物学报, 2001(1): 21-28

[12] 王大为,王延波,常程,张书萍,孙甲. 多主成分玉米区域试验数据的GGE双标图分析. 山西农业大学学报(自然科学版), 2021, 41(1): 30-39

(收稿日期: 2022-11-22)

后因自然选择而发生基因突变,被育种家发现后,人工选育产生的新型糯质种质类型^[3]。作为特用型的糯玉米,相比普通玉米,其支链淀粉含量高达95%以上,支链淀粉黏滞性强、透明度高,是良好的食品加工、纺织、造纸等的重要原料。其富含多种氨基酸、维生素,口感软糯,适口性极好,清香满口。糯、甜玉米是2种特殊的玉米类型,具有比普通玉米更独特的风味,表现出与普通玉米不同的营养成分、籽粒构造、食用风味和加工品质等特点。近年来,随着国家供给侧结构性改革,鲜食玉米生产在提高粮食生产能力,调整种植业产业结构,加快国家农业化进程,改善人们饮食结构以及提高我国农业效益,使农民实现增收等方面发挥了重要作用,其重要地位已逐渐显现。由于鲜食糯玉米生育期短、产量高、经济效益显著,农民的种植积极性高,在广西鲜食玉米产业受到政府的高度重视,广西壮族自治区人民政府在2019年《关于加快推进广西现代特色农业高质量发展的指导意见(桂政发〔2019〕7号)》文件中明确提出要大力发展特色鲜食玉米,把广西打造成“中国南方鲜食玉米之都”。鲜食糯玉米作为鲜食玉米的主力军,目前已成为广西特色农业、效益农业和农业产业化发展的新亮点。因此,深入开展鲜食糯玉米农艺学研究对提高种植效益,进一步促进广西鲜食玉米大面积推广种植和专业化生产具有重要意义。本研究通过对2021年广西春播不同鲜食糯玉米品种试验等相关数据进行灰色关联度分析,评价新选育的鲜食糯玉米主要农艺性状与产量的关系,以期为我国鲜食糯玉米品种选育提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料和试验地概况

选取参加2021年广西鲜食糯玉米品种区域试验中的46个鲜食糯玉米品种为研究对象,分别是桂糯529、阳光晶糯662、桂糯239、瑞甜糯301、青白糯2号、桂甜糯118、庆远糯661、香白糯1号、都香雪糯、桂甜糯536、金香糯380、禾甜糯520、浙彩糯520、澳甜糯65、金糯1915、壮香糯9号、瑞甜糯305、万香糯199、荔香糯591、桂糯969、桂花甜糯537、中硕糯919、天成香甜糯264、嘉甜糯1号、理想66、常香花甜糯、桂农玉香糯、柳糯202、溢香甜糯2号、迪脆甜糯605、嘉甜糯616、桂甜糯626、脆晶甜糯508、都甜糯6号、东甜糯100、桂甜糯241、昊糯3号、桂糯538、澳早61、阳光100甜糯、

珍甜雪糯916、灵甜糯300、鲜甜糯918、晶美甜糯1号、绿海甜糯5号、彩甜糯8号。共布置7个试验点,分别位于南宁市、柳州市、玉林市、贵港市、桂林市、北海市和宜州市,试验点基本信息见表1。

表1 试验点基本概况

| 序号 | 城市 | 试验点 | 经纬度 | 海拔(m) |
|----|-----|--------|-------------------|-------|
| 1 | 南宁市 | 江南区明阳 | 22°12'N, 107°19'E | 90.0 |
| 2 | 柳州市 | 柳北区沙塘镇 | 23°54'N, 108°50'E | 99.1 |
| 3 | 玉林市 | 玉州区仁厚镇 | 22°64'N, 110°14'E | 78.0 |
| 4 | 贵港市 | 港北区港城镇 | 23°13'N, 109°71'E | 50.0 |
| 5 | 桂林市 | 雁山区雁山镇 | 25°07'N, 110°2'E | 170.0 |
| 6 | 北海市 | 银海区平阳镇 | 21°27'N, 108°51'E | 3.5 |
| 7 | 宜州市 | 洛西镇 | 24°23'N, 108°43'E | 147.0 |

1.2 试验设计

试验采用间比法,6行区,不设重复,小区面积24m²,密度为3200株/667m²。实收中间4行(面积16m²)计算产量。四周用相同品种作保护行。选择的试验地块均能排灌方便,肥力较好且均匀。在田间管理上,各试点均施足基肥,并能根据当地的自然条件及时追肥、灌水、治虫等。根据灰色理论等方法将46个试验品种试验视为1个灰色系统,设置产量为参考数列X₀,出苗至采收期为X₁,株高为X₂,穗位高为X₃,穗长为X₄,穗粗为X₅,秃尖长为X₆,穗行数为X₇,行粒数为X₈,百粒重为X₉。相应的10个农艺性状测定方法见表2。

1.3 数据统计与分析

1.3.1 原始数据的无量纲化

对测定农艺性状相对应的原始数据进行无量纲的标准处理,采用标准差法,按公式 $x_i(K) = [x_i'(k) - x_i] / S_i$ 将原始数据标准化。

1.3.2 参考序列与比较序列绝对差值的计算

参考序列与比较序列绝对差值为: $\Delta i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|$,其中 $x_0(k)$ 和 $x_i(k)$ 为产量和各农艺学性状的标准值。

1.3.3 各农艺学性状与产量的灰色 $\Delta i(k)$ 关联系数

各农艺学性状和产量的灰色关联系数 $\zeta_i(k)$ 由以下公式计算,式中 ρ 为分辨系数,通常取0.5。

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

1.3.4 各农艺学性状与产量的灰色关联度

$r(x_0, x_i)$ 称为 x_0, x_i 的灰色关联度,记为 r_i 。计算公式为:

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_i(k)$$

2 结果与分析

2.1 不同鲜食糯玉米品种的主要农艺性状变异特征

对试验所获得的性状数据进行整理,分别计算不同鲜食糯玉米品种的不同农艺性状与产量的平均值,并对不同鲜食糯玉米品种的最大值、最小值和变异系数进行统计分析。由表3可知,46个鲜食糯玉米品种的鲜穗产量 9507.0~13069.5kg/hm²,

出苗至采收期 75~81d,株高 176~246cm,穗位高 56~100cm,穗长 15.4~20.6cm,穗粗 4.5~5.2cm,秃尖长 0.4~1.7cm,穗行数 12.2~17.5 行,行粒数 33~42 粒,百粒重 28.2~46.1g;各农艺学性状变异系数 1.67%~38.03%,其中秃尖长变异系数最大,出苗至采收期的变异系数最小。46个不同鲜食糯玉米品种 10个性状之间变异系数大小排名依次为:秃尖长>穗位高>百粒重>株高>穗行数>鲜穗产量>穗长>行粒数>穗粗>出苗至采收期。

表2 主要农艺性状测定方法

| 性状 | 测定方法 | 计量单位 |
|--------------|---|--------------------|
| 出苗至采收期 X_1 | 计算玉米出苗至鲜穗采收期的总天数,取整数 | d |
| 株高 X_2 | 在乳熟期选有代表性的玉米植株 10~20 株,从地面量至雄穗顶端的高度,求其平均值,取整数 | cm |
| 穗位高 X_3 | 与测株高同时进行。从地面量至第一果穗着生节的高度,求其平均值,取整数 | cm |
| 穗长 X_4 | 测量穗基部至穗顶端长度,求其平均值,留 1 位小数 | cm |
| 穗粗 X_5 | 将取样玉米果穗头、尾相间排成一行,量果穗中间的直径,求其平均值,留 1 位小数 | cm |
| 秃尖长 X_6 | 测量玉米果穗顶端不结实部分的长度,求其平均值,留 1 位小数 | cm |
| 穗行数 X_7 | 计数玉米果穗中部的籽粒行数,求其平均值,留 1 位小数 | 行 |
| 行粒数 X_8 | 对玉米果穗每穗对称数 2 行再除以 2,为每行粒数,然后求其平均值,留整数 | 粒 |
| 百粒重 X_9 | 取玉米鲜籽粒 100 粒称重,重复 2 次,求其平均数,留 1 位小数 | g |
| 产量 X_{10} | 随机选取小区玉米样品约 2.5kg,剥去苞叶后称得鲜穗重,然后折算成小区鲜穗重,小区产量折算成产量,留 1 位小数 | kg/hm ² |

表3 2021年春播不同鲜食糯玉米品种主要农艺性状与产量

| 品种 | 出苗至采收期 (d) | 株高 (cm) | 穗位高 (cm) | 穗长 (cm) | 穗粗 (cm) | 秃尖长 (cm) | 穗行数 | 行粒数 | 百粒重 (g) | 鲜穗产量 (kg/hm ²) |
|----------|------------|---------|----------|---------|---------|----------|------|-----|---------|----------------------------|
| 桂糯 529 | 80 | 212 | 94 | 18.9 | 4.9 | 0.7 | 14.4 | 40 | 35.4 | 11001.0 |
| 阳光晶糯 662 | 77 | 207 | 79 | 18.3 | 5.0 | 1.1 | 14.4 | 36 | 33.2 | 11737.5 |
| 桂糯 239 | 78 | 229 | 99 | 16.5 | 4.8 | 1.0 | 17.3 | 37 | 29.0 | 10132.5 |
| 瑞甜糯 301 | 80 | 190 | 88 | 16.5 | 5.1 | 1.2 | 14.3 | 35 | 34.8 | 10537.5 |
| 青白糯 2号 | 78 | 212 | 68 | 15.8 | 4.8 | 0.5 | 16.6 | 35 | 29.3 | 9507.0 |
| 桂甜糯 118 | 80 | 220 | 92 | 17.3 | 5.0 | 1.6 | 17.5 | 36 | 28.2 | 11644.5 |
| 庆远糯 661 | 79 | 220 | 87 | 18.2 | 5.0 | 0.7 | 14.1 | 36 | 36.4 | 11901.0 |
| 香白糯 1号 | 80 | 241 | 98 | 18.1 | 4.9 | 1.5 | 13.2 | 39 | 36.3 | 12094.5 |
| 都香雪糯 | 78 | 214 | 83 | 18.0 | 5.2 | 1.5 | 15.5 | 35 | 33.3 | 10470.0 |
| 桂甜糯 536 | 78 | 198 | 75 | 18.4 | 4.9 | 1.7 | 14.9 | 35 | 38.7 | 11526.0 |
| 金香糯 380 | 80 | 231 | 89 | 18.6 | 5.0 | 1.0 | 14.0 | 37 | 36.8 | 12195.0 |
| 禾甜糯 520 | 80 | 210 | 78 | 17.6 | 5.1 | 1.5 | 14.4 | 37 | 36.5 | 11332.5 |
| 浙彩糯 520 | 79 | 207 | 84 | 17.2 | 5.1 | 0.9 | 16.7 | 33 | 37.6 | 11988.0 |
| 澳甜糯 65 | 76 | 177 | 58 | 18.3 | 5.0 | 0.7 | 14.7 | 36 | 35.1 | 11619.0 |

表3(续)

| 品种 | 出苗至采收期 (d) | 株高 (cm) | 穗位高 (cm) | 穗长 (cm) | 穗粗 (cm) | 秃尖长 (cm) | 穗行数 | 行粒数 | 百粒重 (g) | 鲜穗产量 (kg/hm ²) |
|-----------|---------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------|------|------------|-------------------------------|
| 金糯 1915 | 79 | 192 | 72 | 18.8 | 5.2 | 1.1 | 14.1 | 36 | 39.5 | 11538.0 |
| 壮香糯 9号 | 77 | 221 | 84 | 17.8 | 4.8 | 0.8 | 15.7 | 37 | 30.5 | 10450.5 |
| 瑞甜糯 305 | 78 | 194 | 77 | 19.1 | 5.1 | 1.0 | 15.8 | 37 | 33.4 | 11400.0 |
| 万香糯 199 | 79 | 211 | 80 | 17.6 | 4.8 | 0.6 | 15.0 | 37 | 36.2 | 10701.0 |
| 荔香糯 591 | 80 | 246 | 96 | 18.5 | 5.0 | 1.0 | 14.3 | 34 | 37.5 | 12256.5 |
| 桂糯 969 | 78 | 232 | 82 | 18.3 | 4.9 | 0.8 | 17.0 | 38 | 30.4 | 11875.5 |
| 桂花甜糯 537 | 77 | 186 | 70 | 18.9 | 5.0 | 1.7 | 14.1 | 36 | 35.2 | 12075.0 |
| 中硕糯 919 | 78 | 178 | 67 | 19.1 | 5.2 | 1.2 | 16.2 | 35 | 34.3 | 10594.5 |
| 天成香甜糯 264 | 79 | 233 | 85 | 19.6 | 4.8 | 0.4 | 15.0 | 34 | 38.2 | 11638.5 |
| 嘉甜糯 1号 | 78 | 204 | 83 | 16.8 | 4.8 | 0.7 | 14.2 | 37 | 34.7 | 10995.0 |
| 理想 66 | 76 | 181 | 61 | 18.0 | 5.0 | 1.0 | 14.2 | 35 | 37.8 | 11394.0 |
| 常香花甜糯 | 78 | 194 | 69 | 16.5 | 5.0 | 0.8 | 13.7 | 34 | 36.6 | 10263.0 |
| 桂农玉香糯 | 79 | 213 | 84 | 20.3 | 4.7 | 0.8 | 15.9 | 37 | 34.7 | 11544.0 |
| 柳糯 202 | 80 | 199 | 71 | 18.8 | 5.0 | 1.0 | 15.6 | 35 | 36.9 | 10920.0 |
| 溢香甜糯 2号 | 78 | 202 | 72 | 17.4 | 5.0 | 0.5 | 13.9 | 37 | 33.8 | 10612.5 |
| 迪脆甜糯 605 | 78 | 193 | 82 | 17.4 | 5.0 | 0.8 | 14.1 | 38 | 39.9 | 11376.0 |
| 嘉甜糯 616 | 80 | 235 | 100 | 19.5 | 4.9 | 1.2 | 15.0 | 40 | 36.7 | 12132.0 |
| 桂甜糯 626 | 79 | 212 | 78 | 18.6 | 4.7 | 0.6 | 16.1 | 36 | 32.7 | 11263.5 |
| 脆晶甜糯 508 | 78 | 196 | 67 | 16.8 | 4.5 | 0.5 | 12.8 | 37 | 34.1 | 9763.5 |
| 都甜糯 6号 | 78 | 182 | 74 | 16.5 | 4.9 | 0.6 | 14.6 | 37 | 34.5 | 10819.5 |
| 东甜糯 100 | 78 | 207 | 71 | 17.0 | 4.9 | 0.4 | 15.7 | 37 | 33.3 | 10912.5 |
| 桂甜糯 241 | 78 | 187 | 66 | 15.4 | 5.1 | 0.6 | 14.6 | 35 | 34.0 | 10113.0 |
| 昊糯 3号 | 80 | 220 | 91 | 17.7 | 5.0 | 1.6 | 16.3 | 33 | 35.9 | 11532.0 |
| 桂糯 538 | 80 | 218 | 78 | 20.5 | 4.8 | 1.2 | 13.6 | 42 | 39.4 | 12270.0 |
| 澳早 61 | 75 | 176 | 60 | 18.3 | 5.0 | 0.7 | 13.9 | 34 | 39.9 | 10957.5 |
| 阳光 100 甜糯 | 78 | 188 | 72 | 17.5 | 4.8 | 1.0 | 14.2 | 38 | 35.5 | 11301.0 |
| 珍甜雪糯 916 | 79 | 192 | 75 | 17.2 | 4.9 | 1.2 | 15.7 | 38 | 31.1 | 10732.5 |
| 灵甜糯 300 | 78 | 185 | 59 | 17.7 | 5.2 | 0.5 | 14.7 | 37 | 38.7 | 11307.0 |
| 鲜甜糯 918 | 77 | 178 | 56 | 18.7 | 5.2 | 0.7 | 12.2 | 36 | 46.1 | 11376.0 |
| 晶美甜糯 1号 | 81 | 198 | 69 | 17.3 | 5.0 | 0.8 | 14.1 | 37 | 36.9 | 10995.0 |
| 绿海甜糯 5号 | 78 | 205 | 78 | 17.7 | 5.1 | 1.4 | 15.6 | 34 | 33.8 | 11587.5 |
| 彩甜糯 8号 | 76 | 209 | 75 | 20.6 | 4.9 | 0.9 | 13.4 | 35 | 41.9 | 13069.5 |
| 最大值 | 81 | 246 | 100 | 20.6 | 5.2 | 1.7 | 17.5 | 42 | 46.1 | 13069.5 |
| 最小值 | 75 | 176 | 56 | 15.4 | 4.5 | 0.4 | 12.2 | 33 | 28.2 | 9507.0 |
| 平均值 | 78.4 | 205.1 | 77.7 | 18.0 | 5.0 | 1.0 | 14.9 | 36.3 | 35.5 | 11249.0 |
| 标准差 | 1.31 | 18.17 | 11.19 | 1.14 | 0.15 | 0.36 | 1.18 | 1.82 | 3.41 | 724.27 |
| 变异系数(%) | 1.67 | 8.86 | 14.39 | 6.35 | 3.03 | 38.03 | 7.92 | 5.02 | 9.58 | 6.44 |

2.2 不同鲜食糯玉米品种主要农艺性状与产量的灰色关联度分析 根据灰色系统理论和方法,由于各个性状计量单位(量纲)不同,需要对各农艺学性状原始数据进行无量纲化处理。参考序列与比较序列绝对差值按照公式进行计算, $X_0(k)$ 和 $X_i(k)$ 为产量和农艺学性状的标准值。从表4中可以看出,

关联度排序为穗长(0.7892) > 百粒重(0.7513) > 穗位高(0.7502) > 株高(0.7424) > 出苗至采收期(0.7378) > 秃尖长(0.7280) > 穗粗(0.7200) > 行粒数(0.7129) > 穗行数(0.6974)。该试验中与产量密切相关的农艺学性状有穗长、百粒重、穗位高、株高、出苗至采收期,关联度最大值为0.7892。

表4 2021年春播不同鲜食糯玉米品种农艺性状及产量关联系数和关联度

| 品种 | 出苗至采收期 (d) | 株高 (cm) | 穗位高 (cm) | 穗长 (cm) | 穗粗 (cm) | 秃尖长 (cm) | 穗行数 | 行粒数 | 百粒重 (g) |
|-----------|---------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|--------|--------|------------|
| 桂糯 529 | 0.5881 | 0.7529 | 0.5498 | 0.6587 | 0.9860 | 0.8634 | 0.9819 | 0.4807 | 0.8798 |
| 阳光晶糯 662 | 0.5535 | 0.7942 | 0.7967 | 0.8451 | 0.8516 | 0.8952 | 0.6743 | 0.7231 | 0.6172 |
| 桂糯 239 | 0.6447 | 0.4341 | 0.3890 | 0.9036 | 0.8155 | 0.5663 | 0.3771 | 0.5328 | 0.8539 |
| 瑞甜糯 301 | 0.5018 | 0.9368 | 0.5358 | 0.8728 | 0.5307 | 0.5671 | 0.8116 | 0.8924 | 0.7416 |
| 青白糯 2号 | 0.5139 | 0.4404 | 0.5884 | 0.8187 | 0.6170 | 0.6543 | 0.3604 | 0.5648 | 0.7932 |
| 桂甜糯 118 | 0.7724 | 0.8901 | 0.7511 | 0.6560 | 0.8963 | 0.6366 | 0.5631 | 0.7551 | 0.4480 |
| 庆远糯 661 | 0.8245 | 0.9658 | 0.9693 | 0.7539 | 0.7828 | 0.5794 | 0.5873 | 0.6729 | 0.7728 |
| 香白糯 1号 | 0.9894 | 0.7312 | 0.7737 | 0.6718 | 0.5869 | 0.8616 | 0.4600 | 0.8770 | 0.6995 |
| 都香雪糯 | 0.7472 | 0.5836 | 0.5866 | 0.6696 | 0.4482 | 0.4576 | 0.5745 | 0.8597 | 0.8405 |
| 桂甜糯 536 | 0.7548 | 0.7396 | 0.7781 | 0.9902 | 0.7433 | 0.5643 | 0.8654 | 0.6667 | 0.8013 |
| 金香糯 380 | 0.9527 | 0.9499 | 0.8807 | 0.7397 | 0.6836 | 0.6527 | 0.5190 | 0.7037 | 0.7013 |
| 禾甜糯 520 | 0.6705 | 0.9356 | 0.9610 | 0.8281 | 0.7232 | 0.6093 | 0.8146 | 0.8928 | 0.9302 |
| 浙彩糯 520 | 0.7888 | 0.7056 | 0.8271 | 0.5615 | 0.9729 | 0.6545 | 0.8008 | 0.4363 | 0.8418 |
| 澳甜糯 65 | 0.4806 | 0.5158 | 0.4907 | 0.9021 | 0.9095 | 0.6460 | 0.7741 | 0.7644 | 0.7749 |
| 金糯 1915 | 0.9870 | 0.6621 | 0.7066 | 0.8776 | 0.6420 | 0.9942 | 0.6786 | 0.7955 | 0.7420 |
| 壮香糯 9号 | 0.9979 | 0.5258 | 0.5689 | 0.7014 | 0.9751 | 0.7619 | 0.5463 | 0.5965 | 0.8543 |
| 瑞甜糯 305 | 0.8030 | 0.7283 | 0.8897 | 0.7427 | 0.7462 | 0.9703 | 0.7872 | 0.9281 | 0.7244 |
| 万香糯 199 | 0.6489 | 0.6701 | 0.6961 | 0.8419 | 0.8854 | 0.9129 | 0.7139 | 0.6586 | 0.6978 |
| 荔香糯 591 | 0.9187 | 0.7189 | 0.9020 | 0.6989 | 0.6659 | 0.6366 | 0.5408 | 0.4522 | 0.7295 |
| 桂糯 969 | 0.6471 | 0.7816 | 0.8198 | 0.7872 | 0.6386 | 0.6316 | 0.6963 | 0.9728 | 0.4801 |
| 桂花甜糯 537 | 0.4951 | 0.5000 | 0.5448 | 0.8648 | 0.7209 | 0.7014 | 0.5518 | 0.6266 | 0.6391 |
| 中硕糯 919 | 0.7938 | 0.7891 | 0.9764 | 0.5392 | 0.4645 | 0.5789 | 0.5171 | 0.9219 | 0.8029 |
| 天成香甜糯 264 | 0.9549 | 0.6877 | 0.9530 | 0.7165 | 0.5811 | 0.5156 | 0.8420 | 0.5490 | 0.9009 |
| 嘉甜糯 1号 | 0.9929 | 0.8843 | 0.7280 | 0.7608 | 0.7605 | 0.8662 | 0.9155 | 0.7502 | 0.9556 |
| 理想 66 | 0.5158 | 0.5896 | 0.5638 | 0.9204 | 0.9621 | 0.9739 | 0.7440 | 0.7059 | 0.8261 |
| 常香花甜糯 | 0.6808 | 0.7456 | 0.7914 | 0.9762 | 0.5705 | 0.6989 | 0.8530 | 0.9585 | 0.5672 |
| 桂农玉香糯 | 0.9907 | 0.9893 | 0.9363 | 0.5763 | 0.5087 | 0.7276 | 0.8208 | 0.9897 | 0.7711 |
| 柳糯 202 | 0.5709 | 0.9502 | 0.9379 | 0.6539 | 0.7472 | 0.7879 | 0.6687 | 0.8947 | 0.7200 |
| 溢香甜糯 2号 | 0.8010 | 0.7565 | 0.8579 | 0.8594 | 0.6526 | 0.8576 | 0.9713 | 0.6352 | 0.8569 |
| 迪脆甜糯 605 | 0.8129 | 0.7230 | 0.9154 | 0.7605 | 0.9517 | 0.7884 | 0.7291 | 0.7446 | 0.6651 |

表4(续)

| 品种 | 出苗至采收期 (d) | 株高 (cm) | 穗位高 (cm) | 穗长 (cm) | 穗粗 (cm) | 秃尖长 (cm) | 穗行数 | 行粒数 | 百粒重 (g) |
|-----------|---------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|--------|--------|------------|
| 嘉甜糯 616 | 0.9901 | 0.8382 | 0.7405 | 0.9574 | 0.5788 | 0.8068 | 0.6671 | 0.7315 | 0.7145 |
| 桂甜糯 626 | 0.8429 | 0.8601 | 1.0000 | 0.8113 | 0.5590 | 0.6895 | 0.6789 | 0.9226 | 0.7203 |
| 脆晶甜糯 508 | 0.5605 | 0.5860 | 0.6680 | 0.6852 | 0.6889 | 0.7318 | 0.8787 | 0.4740 | 0.5738 |
| 都甜糯 6号 | 0.8946 | 0.7642 | 0.8955 | 0.7555 | 0.9113 | 0.8546 | 0.8542 | 0.6927 | 0.8847 |
| 东甜糯 100 | 0.9441 | 0.7947 | 0.9421 | 0.8457 | 0.9628 | 0.6749 | 0.6498 | 0.7220 | 0.9205 |
| 桂甜糯 241 | 0.6396 | 0.7938 | 0.8093 | 0.7589 | 0.4647 | 0.7858 | 0.6187 | 0.7203 | 0.6627 |
| 吴糯 3号 | 0.7323 | 0.8373 | 0.7345 | 0.7731 | 0.9572 | 0.6091 | 0.7240 | 0.4988 | 0.8862 |
| 桂糯 538 | 0.9116 | 0.7585 | 0.6128 | 0.7368 | 0.4719 | 0.7539 | 0.4696 | 0.5615 | 0.8893 |
| 澳早 61 | 0.4970 | 0.6466 | 0.6498 | 0.7658 | 0.7606 | 0.8844 | 0.8438 | 0.7185 | 0.5657 |
| 阳光 100 甜糯 | 0.8454 | 0.6842 | 0.7901 | 0.8145 | 0.6632 | 0.9719 | 0.7780 | 0.7192 | 0.9650 |
| 珍甜雪糯 916 | 0.6573 | 0.9977 | 0.8248 | 0.9920 | 0.8679 | 0.6096 | 0.6051 | 0.5718 | 0.7887 |
| 灵甜糯 300 | 0.8427 | 0.6491 | 0.5555 | 0.8684 | 0.5871 | 0.6234 | 0.9132 | 0.8802 | 0.7214 |
| 鲜甜糯 918 | 0.6334 | 0.5681 | 0.5086 | 0.8322 | 0.6025 | 0.7170 | 0.4742 | 0.8659 | 0.4282 |
| 晶美甜糯 1号 | 0.4871 | 0.9832 | 0.8367 | 0.8972 | 0.7745 | 0.9728 | 0.8841 | 0.7502 | 0.7454 |
| 绿海甜糯 5号 | 0.7333 | 0.8232 | 0.8324 | 0.7527 | 0.8184 | 0.7386 | 0.9307 | 0.5589 | 0.6920 |
| 彩甜糯 8号 | 0.3338 | 0.4880 | 0.4427 | 0.9056 | 0.4312 | 0.4525 | 0.3688 | 0.4043 | 0.7732 |
| 关联度 | 0.7378 | 0.7424 | 0.7502 | 0.7892 | 0.7200 | 0.7280 | 0.6974 | 0.7129 | 0.7513 |
| 排序 | 5 | 4 | 3 | 1 | 7 | 6 | 9 | 8 | 2 |

这表明不同鲜食糯玉米品种产量的关键因素是穗长、百粒重、穗位高。因此,在综合考虑主要农艺性状的前提下,对鲜食糯玉米品种的选育和筛选应注重对穗长、百粒重和穗位高性状的选择。

3 讨论

灰色关联度分析法能够对多个品种、多个性状进行综合分析,已经在水稻^[4]、莠苣^[5]、小麦^[6]等其他农作物上进行广泛研究,目前在玉米品种评价上也有较多报道。陈静等^[7]通过对江苏省47个甜玉米进行灰色关联度分析指出影响甜玉米鲜穗产量的主要因素为株高、穗长和行粒数,而穗行数对鲜穗产量影响最小。李宁等^[8]利用灰色关联度分析法对9个鲜食糯玉米品种进行分析后指出穗长和生育期对产量的影响最大。岑庆宋等^[9]对25个优质鲜食玉米产量的灰色关联分析表明穗粗、百粒重、穗长对鲜穗产量影响较大。王俊花等^[10]研究表明对甜玉米鲜穗产量影响最大的为穗长和穗粗。蒋晓芳

等^[11]对四川省鲜食糯玉米关联分析认为影响鲜穗产量的主要因素为穗长,在鲜食糯玉米选育过程中可将穗长、生育期、穗粗和秃尖长作为主要目标性状。而税红霞等^[12]则认为玉米产量的提高需要重视株高、百粒重、穗粗等农艺性状的选择。本研究中不同糯玉米品种与产量关系最密切的农艺性状为穗长,这与王俊花等^[10]、李宁等^[8]等研究结论基本相同。因此在对鲜食糯玉米进行选择时应重点考虑对穗长、百粒重、穗位高、株高的选择,协调农艺性状发展以达到高产。

同时,不同的气候环境、栽培方式如种植密度^[13]、施肥量、播期等会影响糯玉米品种的农艺性状,这对分析结果也能造成一定的影响。本研究中只对10个性状进行分析研究,抗性等其他产量相关性状的灰色关联度分析,仍有待今后进一步的研究。

致谢:玉林市农业科学院周传猛农艺师给予论文指导和帮助,在此致谢。

(下转第105页)

直径偏低,全生育期、株高、主穗长和产量均处于中间水平,为小粒型品种,可通过增大群体来应用于生产,后续应着重对粒型进行改良。第Ⅲ类全生育期最长,籽粒直径最大,且产量表现较好,株高、主穗长和千粒重在供试的30份材料中均表现最高,具有较大的应用前景,可作为高产品种进一步筛选利用,后续应着重稳定其优良性状。第Ⅳ类全生育期、株高、主穗长和籽粒直径均最低,产量表现较差,不适合应用于生产,可作为特异种质资源进行筛选育种。考虑到江苏沿海地区7月进入梅雨季节,而藜麦在成熟期易出现倒伏和穗发芽等现象,应将矮秆和早熟作为筛选江苏沿海地区种植藜麦的重要指标。鉴于此,本研究认为第Ⅰ类品种更适合作为江苏沿海盐碱地种植的藜麦品种。

30份藜麦种质资源在江苏沿海盐碱地种植结果表明,株高和主穗长是影响藜麦产量的关键因素,其中主穗长起直接促进作用,株高则是通过主穗长起间接促进作用。聚类分析和主成分分析表明第Ⅰ类材料更适宜在江苏沿海盐碱地种植。试验结果受试验材料、试验地点和栽培措施影响存在不同程度差异,有待下一步研究探索,以期藜麦高产优质种质资源选育提供理论参考。

参考文献

[1]Didier B, Daniel B, Carlos N. State of the art report on quinoa around the

(上接第99页)

参考文献

- [1] 赵久然,王帅,李明,吕慧颖,王道文,葛毅强,魏珣,杨维才. 玉米育种行业创新现状与发展趋势. 植物遗传资源学报,2018,19(3): 435-446
- [2] 赵久然,卢柏山,史亚兴,徐丽. 我国糯玉米育种及产业发展动态. 玉米科学,2016,24(4): 67-71
- [3] 范瑞,陈永欣,董立红,翟广谦,李文和,阮福林. 黑果皮糯玉米的营养保健功能及食品开发利用. 农产品加工,2020(13): 66-68,72
- [4] 黄晓琴,周传猛,梁琳,李科冰,陈海凤,肖荣华. 不同香型优质常规稻品种主要农艺性状灰色关联度分析. 中国种业,2021(9): 62-66
- [5] 曹彩红,田雅楠,赵立群,祝宇,何秉青,曹玲玲. 结球莴苣产量与主要农艺性状的相关性及灰色关联度分析. 中国种业,2022(8): 110-115
- [6] 杜晓宇,李顺成,韩玉林,王丽娜,吕永军,李楠楠,邹少奎,张倩,黄峰. 基于灰色关联度法的黄淮南片小麦新品种综合评判. 中国种业,2021(1): 64-68
- [7] 陈静,沈生元,谢庆春,袁建华,管晓春. 甜玉米鲜穗产量与主要农艺性状的灰色关联度分析. 江苏农业科学,2017,45(10): 48-51
- [8] 李宁,谢文锦,王国东. 鲜食糯玉米主要农艺性状灰色关联度分析

world in 2013. Roma (Italy): FAO & CIRAD,2015

- [2] 王正友,赵伟. 联合国粮农组织: 2012年全球粮食展望. 中国粮食经济,2012(8): 36-38
- [3] 蒋云,杰布,唐力为,张洁,赵丽华,郭元林,贡布扎西,林长彬,宣朴. 四川藜麦种植前景分析. 四川农业科技,2019(2): 47-49
- [4] 任贵兴,杨修仕,么杨. 中国藜麦产业现状. 作物杂志,2015(5): 1-5
- [5] 魏志敏,李顺国,和剑涵,裴美燕,吕玮. 藜麦规模化发展现状及建议. 世界热带农业信息,2021(2): 56-57
- [6] 黄杰,刘文瑜,吕玮,魏玉明,金茜,杨发荣. 38份藜麦种质资源农艺性状与产量的关系分析. 甘肃农业科技,2018(12): 72-75
- [7] 袁加红,刘正杰,吴慧琳,毛自朝,林春. 111份藜麦种质资源农艺性状分析. 云南农业大学学报(自然科学版),2020,35(4): 572-580,650
- [8] Bhargava A, Shukla S, Ohri D. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa(*Chenopodium quinoa* Willd.). Field Crops Research,2007,101(1): 104-116
- [9] 龚学臣. 试验统计方法及SPSS应用. 北京:科学出版社,2014
- [10] 陈翠萍,闫殿海,左皓南,高森,张书苗,刘洋. 青海47份藜麦种质资源农艺性状分析. 青海大学学报,2021,39(4): 18-25
- [11] 杨正菊,蔡志全,翟凤强. 多个藜麦种质在滇中地区的产量及主要农艺性状评价. 现代农业科技,2021(20): 33-39,41
- [12] 王思宇,左文博,朱凯莉,郭慧敏,邢宝,郭雨晴,包玉英,杨修仕,任贵兴. 71份藜麦种质资源的农艺性状及营养品质分析与评价. 作物杂志,2022(3): 63-72
- [13] 张亚萍,王致和,张秀华,马金慧,钱昊旻,张英英,张肖凌. 14个藜麦品种(系)在祁连山区的农艺性状表现及其与产量的关系分析. 山东农业科学,2021,53(8): 17-21
- [14] 王艳青,李勇军,李春花,卢文洁,孙道旺,尹桂芳,洪波,王莉花. 藜麦主要农艺性状与单株产量的相关和通径分析. 作物杂志,2019(6): 156-161

(收稿日期:2022-11-14)

及品种评价. 农业科技通讯,2022(5): 68-70

- [9] 岑庆宋,韦德斌,费永红,钟维,向英. 右江河谷鲜食玉米优质新品种鲜穗产量与主要农艺性状的灰色关联度分析. 广西农学报,2019,34(6): 4-7,18
- [10] 王俊花,邵林生,闫建宾,王瑞钢,庞旭,梁海英,张雪彪,张沛敏,韦峰. 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. 河北农业科学,2016,20(5): 78-81
- [11] 蒋晓芳,税红霞,卢庭启,王秀全,何丹,张华. 糯玉米农艺性状与鲜穗产量灰色关联度分析. 安徽农业科学,2016,44(2): 64-66,70
- [12] 税红霞,王秀全,何丹,张华,卢庭启,蒋晓芳,庞启华. 西南区玉米新品种主要农艺性状与产量的灰色关联度分析. 耕作与栽培,2015(5): 4-6
- [13] 蒋紫薇,刘桂宇,安昊云,石薇,常生华,张程,贾倩民,侯扶江. 种植密度与施氮对玉米/秣食豆间作系统饲草产量、品质和氮肥利用的影响. 草业学报,2022,31(7): 157-171

(收稿日期:2022-11-02)