

玉米联合体昭通试点 45 个参试品种产量和穗部性状表现及相关通径分析

张时军¹, 施吉嵘¹, 罗开勇¹, 陈选贵¹, 何雨焯², 李啟菊¹, 程金朋^{1*}

(1. 昭通市农业科学院, 云南昭通 657000; 2. 昭通卫生职业学院, 云南昭通 657000)

摘要 在昭通昭阳试验点, 对 2018—2021 年玉米联合体试验中 45 个参试品种的产量和穗部性状表现进行相关及通径分析。结果表明, 45 个参试品种的产量、出籽率、穗长、百粒重、行粒数等性状呈上升趋势, 穗粗、穗行数变化趋势不明显, 秃尖呈下降趋势。产量与穗部性状相关分析表明, 穗部性状对籽粒产量的相关系数依次为出籽率($r=0.405$)>穗粗($r=0.303$)>行粒数($r=0.287$)>穗长($r=0.237$)>百粒重($r=0.198$)>穗行数($r=0.081$)>秃尖长($r=-0.173$)。产量与穗部性状通径分析表明, 穗粗(0.412)>出籽率(0.402)>穗长(0.148)>百粒重(0.066)>行粒数(0.01)>穗行数(-0.078)>秃尖(-0.102)。

关键词 玉米新品种; 产量; 穗部性状; 相关分析; 通径分析

中图分类号 S513 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)24-0038-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.24.009



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Performance and Correlation Path Analysis of Yield and Ear Characters of 45 Maize Varieties in Zhaotong Maize Regional Trials
ZHANG Shi-jun, SHI Ji-rong, LUO Kai-yong et al (Zhaotong Academy of Agricultural Sciences, Zhaotong, Yunnan 657000)

Abstract The correlation and path analysis were conducted on the grain yield and ear traits of 45 maize varieties tested in the maize regional trials from 2018 to 2021 in Zhaoyang of Zhaotong. Results showed that the grain yield, kernel rate, ear length, 100-grain weight, kernels per row of the 45 tested varieties showed an upward trend, while the ear diameter and the ear rows did not change significantly, and the bare tip length showed a downward trend. Correlation analysis between grain yield and ear traits showed that the correlation coefficients of ear traits to grain yield were kernel rate ($r=0.405$)>ear diameter ($r=0.303$)>kernels per row ($r=0.287$)>ear length ($r=0.237$)>100-grain weight ($r=0.198$)>ear row ($r=0.081$)>bare tip length ($r=-0.173$). Path analysis of grain yield and ear traits showed that ear diameter (0.412)>kernel rate (0.402)>ear length (0.148)>100-grain weight (0.066)>kernels per row (0.010)>ear row (-0.078)>bare tip length (-0.102).

Key words New maize varieties; Yield; Ear traits; Correlation analysis; Path analysis

玉米是云南省种植面积第 1、总产量第 2 的粮食作物, 常年播种面积 186.67 万 hm^2 。昭通玉米常年播种面积 20.67 万 hm^2 , 与昭通气候类型相似地区曲靖、宣威玉米种植面积常年 32.00 万 hm^2 , 滇东北玉米种植面积占整个云南玉米种植面积 28.2%。因此, 考察联合体试验昭通点参试品种性状表现, 能够为昭通、曲靖、宣威等主要玉米产区新品种审定及推广提供重要依据^[1-3]。

玉米新品种联合体试验审定制度, 顺应玉米新的生产形势, 能够解决以往玉米审定制度中存在的问题, 满足玉米种业快速发展的需求^[4-7]。对 2018—2021 年联合体参试品种产量及相关穗部性状进行统计分析研究, 能够揭示各参试品种在产量及穗部性状的演变现状、取得的进步与存在的不足。产量与穗部性状的相关性及通径分析的结论与蒋辅燕等^[8-9]的研究结论不一致。鉴于此, 在昭通昭阳试验点对 2018—2021 年玉米联合体试验中 45 个参试品种的产量和穗部性状表现进行相关及通径分析, 以期对玉米新品种的选育提供理论参考依据。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 在 2018—2021 年云南省内联合体试验昭通试点中, 选取 15 组次 152 个参试品种中产量表现前 3 位的品种, 共计 45 个。

1.2 试验设计 根据云南省联合体试验要求, 采用随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 20 m^2 , 每小区 5 行, 行长 5.33 m, 行距 0.75 m, 密度 6 万株/ hm^2 。四周设立保护行。

1.3 测定项目 测定项目为玉米产量及穗部性状, 包括穗长、穗粗、穗行数、行粒数、出籽率、百粒重和秃尖长。

1.4 试验数据和分析方法 试验数据为昭通试点 2018—2021 年云南省内部分联合体(云南种业集团联合体、云南省农业科学院联合体、高原种业联合体)试验 15 组次。为避免参试品种质量参差不齐对结果的影响, 选取 15 组次 152 个参试品种中产量表现前 3 位(共计 45 个)品种的产量及穗部性状数据进行统计分析研究, 统计分析软件使用 WPS 2020 及 Spsspro 网页版^[10]。

2 结果与分析

2.1 玉米联合体试验不同品种产量比较 由表 1 可知, 152 个参试品种中, 较对照增产品种数为 117 个, 占比 77.0%。有 4 组试验参试品种较对照增产品种数为 100%, 增产品种数占比最低为 62.5%。参试品种平均产量为 10 659.8 kg/hm^2 , 试验对照平均产量 9 481.6 kg/hm^2 , 平均增产幅度为 12.4%。参试品种平均产量为 9 379.5~12 723.0 kg/hm^2 , 对照产量为 8 149.5~11 433.0 kg/hm^2 , 增产品种数占比变幅 62.5%~90.9%, 试验误差变异系数为 6.8%~13.4%。由此可知, 参试品种整体产量表现正常, 试验执行较好、基础数据可靠性较高。

2.2 45 个参试品种产量及穗部性状变化趋势 由图 1~4 可知, 45 个参试品种的产量、出籽率、穗长、百粒重、行粒数等性状呈上升趋势, 穗粗、穗行数变化趋势不明显, 秃尖呈下降趋

基金项目 云南省科学技术厅重大科技专项“绿色、高效玉米新品种选育及产业化示范”(202102AE090023)。

作者简介 张时军(1985—), 男, 云南镇雄人, 高级农艺师, 从事玉米新品种选育与推广研究。*通信作者, 高级农艺师, 硕士, 从事玉米新品种选育与推广研究。

收稿日期 2022-11-24

表 1 2018—2021 年玉米联合体试验不同品种产量比较

Table 1 Comparison of the yields of different maize varieties in complex tests in 2018—2021

| 年份 Year | 试验组数 Test group | 参试品种数 Variety number//个 | 平均产量 Average yield kg/hm ² | 对照产量 CK yield kg/hm ² | 较对照增 产品种数 Increased variety number compared with CK//个 | 增产品 种数占比 Percentage of increased variety number//% | 变异系数 Coefficient of variation//% |
|------------|--------------------|-------------------------------|---|--|--|--|--|
| 2018 | 2 | 12 | 10 137.0 | 9 222.0 | 9 | 75.0 | 7.9 |
| | | 7 | 10 441.5 | 9 318.0 | 5 | 71.4 | 10.5 |
| 2019 | 4 | 13 | 10 053.0 | 9 339.0 | 10 | 76.9 | 6.8 |
| | | 12 | 10 126.5 | 9 282.0 | 8 | 66.7 | 10.5 |
| | | 12 | 9 939.0 | 9 037.5 | 10 | 83.3 | 8.9 |
| | | 11 | 9 379.5 | 8 149.5 | 9 | 81.8 | 12.4 |
| 2020 | 5 | 11 | 11 320.5 | 8 892.0 | 10 | 90.9 | 8.7 |
| | | 8 | 11 820.0 | 10 032.0 | 7 | 90.9 | 8.6 |
| | | 7 | 12 027.0 | 9 999.0 | 6 | 90.9 | 11.5 |
| | | 11 | 10 375.5 | 11 433.0 | 8 | 72.7 | 9.1 |
| | | 11 | 10 132.5 | 9 168.0 | 9 | 81.8 | 9.4 |
| 2021 | 4 | 8 | 11 017.5 | 10 249.5 | 5 | 62.5 | 7.8 |
| | | 7 | 12 723.0 | 9 792.0 | 6 | 85.7 | 11.3 |
| | | 8 | 10 191.0 | 8 857.5 | 6 | 75.0 | 13.4 |
| | | 14 | 10 213.5 | 9 453.0 | 9 | 64.3 | 13.1 |

势。这说明 2018—2021 年 45 个参试品种的产量增长主要是由于基础材料穗长的增长导致行粒数增加,进而增加穗粒数;百粒重和出籽率的增加、秃尖的下降也是产量上升的主要影响因素。

2 可知,45 个参试品种产量及穗部性状变异系数中,秃尖长变异系数最大,为 75.0%;出籽率变异系数最小,为 2.7%。除秃尖长外,其余性状变异系数均小于 15.0%,说明秃尖长稳定性较差,仍然是一个选择潜力较大的指标。而产量变异系数为 8.3%,说明虽然 2018—2021 年总体产量呈上升趋势,但所有参试品种产量水平变异度小,各参试品种产量表现并不存在优势特别突出的品种。

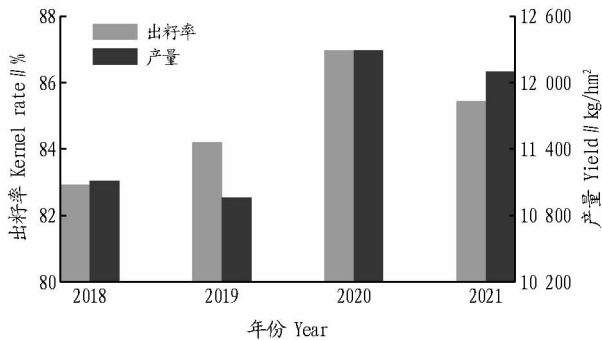


图 1 2018—2021 年 45 个参试品种产量及出籽率变化趋势

Fig. 1 Variation trend of yield and seed yield of 45 varieties tested from 2018 to 2021

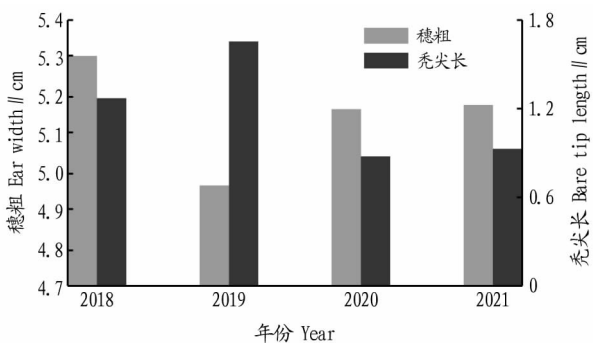


图 2 2018—2021 年 45 个参试品种穗粗及秃尖变化趋势

Fig. 2 Variation trend of ear diameter and bald tip of 45 tested varieties from 2018 to 2021

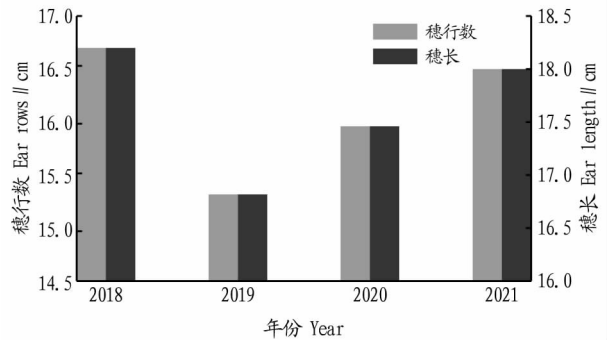


图 3 2018—2021 年 45 个参试品种穗行数及穗长变化趋势

Fig. 3 Variation trend of number of rows per ear and ear length of 45 varieties tested from 2018 to 2021

2.3 45 参试品种产量及主要穗部性状描述统计分析 由表

2.4 45 个参试品种产量与穗部性状相关性分析 对产量与穗部性状进行相关分析(表 3),结果表明穗部性状对籽粒产量的重要性由高到低依次为出籽率>穗粗>行粒数>穗长>百粒重>穗行数>秃尖长。产量与出籽率($r=0.405^{**}$)呈极显著正相关,与穗粗($r=0.303^{*}$)呈显著正相关;产量与行粒数($r=0.287$)、穗长($r=0.237$)、百粒重($r=0.198$)、穗行数($r=0.081$)呈正相关,但相关性不显著。产量与秃尖长($r=-0.173$)呈负相关,相关性不显著。各穗部性状间,穗长与行粒数($r=0.769^{**}$)、穗粗与穗行数($r=0.537^{**}$)呈极显著正相关,出籽率与行粒数($r=0.374^{*}$)呈显著正相关,秃尖长与

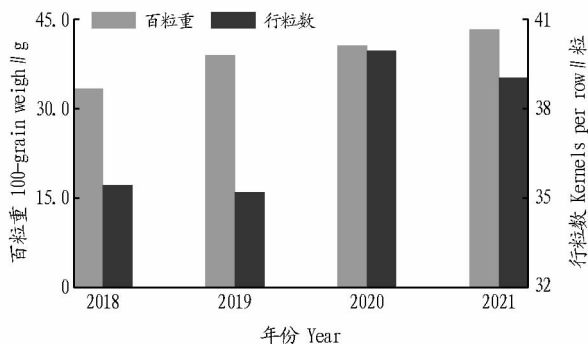


图4 2018—2021年45个参试品种百粒重及行粒数变化趋势

Fig.4 Variation trend of the 100-grain weight and grain number per row of 45 varieties tested from 2018 to 2021

行粒数($r=-0.365^*$)呈显著负相关。

2.5 45个参试品种主要穗部性状对产量的通径分析 从表4可以看出,不同穗部性状对产量的重要性依次为穗粗(0.412)>出籽率(0.402)>穗长(0.148)>百粒重(0.066)>行粒数(0.010)>穗行数(-0.078)>秃尖(-0.102)。其中,出籽率和穗粗对产量的通径系数较大且比较接近,说明在其他穗部性状稳定的情况下,增加穗粗和出籽率能够有效提高产量,属于关键性状。穗行数对产量的效应值为负,而穗粗对产量通径系数(0.412)及相关系数($r=0.303^*$)为正值,因此在穗粗一定的情况下,穗行数越多,玉米籽粒越小,产量反而会下降。秃尖通径系数及相关系数均为负值,对产量起负向作用,应注重对秃尖度的控制。

表2 2018—2021年玉米联合体试验不同品种产量及主要穗部性状比较

Table 2 Comparison of the yields and major ear characters of different maize varieties in complex tests in 2018–2021

| 项目 Item | 产量 Yield kg/hm ² | 穗长 Ear length cm | 穗粗 Ear diameter cm | 出籽率 Kernel rate // % | 穗行数 Ear rows // 行 | 秃尖长 Bare tip length // cm | 行粒数 Kernels per row // 粒 | 百粒重 100-grain weight // g |
|------------------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 最大值 Max. | 14 022.0 | 21.4 | 5.6 | 89.6 | 19.6 | 3.8 | 47.0 | 48.3 |
| 最小值 Min. | 9 900.0 | 15.3 | 4.6 | 80.6 | 12.2 | 0.1 | 30.3 | 25.3 |
| 平均值 Average | 11 728.5 | 17.8 | 5.1 | 85.3 | 16.0 | 1.1 | 37.8 | 39.7 |
| 标准差 Standard deviation | 64.91 | 1.30 | 0.24 | 2.27 | 1.62 | 0.86 | 4.22 | 4.79 |
| 变异系数 Coefficient of variation // % | 8.3 | 7.3 | 4.7 | 2.7 | 10.1 | 7.0 | 11.2 | 12.1 |

表3 45个参试品种主要穗部性状与产量的相关系数比较

Table 3 Correlation coefficients between main ears characters and yields of 45 varieties

| 变量 Variable | 产量 Yield | 穗长 Ear length | 穗粗 Ear diameter | 穗行数 Ear row | 出籽率 Ratio of kernel | 秃尖长 Bare tip length | 行粒数 Kernels per row | 百粒重 100-kernels weight |
|------------------------|----------|---------------|-----------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| 产量 Yield | 1.000 | | | | | | | |
| 穗长 Ear length | 0.237 | 1.000 | | | | | | |
| 穗粗 Ear diameter | 0.303* | -0.119 | 1.000 | | | | | |
| 穗行数 Ear rows | 0.081 | -0.010 | 0.537** | 1.000 | | | | |
| 出籽率 Ratio of kernel | 0.405** | 0.261 | -0.148 | -0.114 | 1.000 | | | |
| 秃尖长 Bare tip length | -0.173 | -0.210 | -0.105 | -0.014 | 0.034 | 1.000 | | |
| 行粒数 Kernels per row | 0.287 | 0.769** | -0.062 | 0.019 | 0.374* | -0.365* | 1.000 | |
| 百粒重 100-kernels weight | 0.198 | 0.039 | -0.009 | -0.256 | 0.240 | -0.129 | 0.034 | 1.000 |

注: *表示在0.05水平显著相关; **表示在0.01水平极显著相关。

Note: * indicated significant correlation at 0.05 level; ** indicated extremely significant correlation at 0.01 level.

表4 45个参试品种主要穗部性状对产量的通径分析

Table 4 Path analysis of main ear characters to yield of 45 varieties

| 项目 Item | 非标准化系数 Unstandardized coefficients | | 通径系数 Path coefficient | t值 t value | P值 P value | R ² |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|------------|----------------|
| | 回归系数 B | 标准差 Standard deviation | | | | |
| 变量 Variable | -887.320 | 424.864 | — | -2.088 | 0.044* | 0.35 |
| 出籽率 Kernel rate | 11.488 | 4.377 | 0.402 | 2.624 | 0.013* | |
| 穗粗 Ear diameter | 111.938 | 44.230 | 0.412 | 2.531 | 0.016* | |
| 穗长 Ear length | 7.419 | 10.545 | 0.148 | 0.704 | 0.486 | |
| 秃尖长 Bare tip length | -7.664 | 11.321 | -0.102 | -0.677 | 0.503 | |
| 穗行数 Ear rows | -3.113 | 6.621 | -0.078 | -0.470 | 0.641 | |
| 百粒重 100-kernel weight | 0.897 | 1.970 | 0.066 | 0.455 | 0.652 | |
| 行粒数 Kernels per row | 0.155 | 3.613 | 0.010 | 0.043 | 0.966 | |

注: *表示在0.05水平显著相关; **表示在0.01水平极显著相关。

Note: * indicated significant correlation at 0.05 level; ** indicated extremely significant correlation at 0.01 level.

及生理指标的影响,设置基质喷施及砧木子叶喷施2种不同处理方式。结果表明,在一定的浓度范围内,2种喷施方式均能增加嫁接西瓜幼苗的壮苗指数,其中砧木子叶喷施多效唑后幼苗壮苗指数更高,主要通过增加茎粗以及植株矮化来实现。植株一定程度的矮化增粗,有利于地上部分营养物质向根系运输,因此嫁接西瓜幼苗根系活力明显增加。基质喷施多效唑后显著降低了砧木下胚轴长度,但不同浓度多效唑对应的接穗下胚轴长度之间无显著差异,可能是相对于子叶喷施,基质喷施后砧木种子萌发过程中对多效唑更加敏感;而砧木子叶喷施多效唑可同时降低砧木和接穗下胚轴长度,壮苗效果更好。基质喷施多效唑后,砧木茎粗随着多效唑浓度的增加而增大,与空白对照相比,50 mg/L多效唑处理砧木茎粗增加了5.8%;基质喷施对接穗茎粗影响较小,其中多效唑浓度大于40 mg/L时嫁接幼苗茎粗显著降低,说明基质喷施多效唑处理造成砧木矮化,但也影响嫁接幼苗的正常生长。然而砧木子叶喷施多效唑可以明显增加砧木和接穗茎粗,同时使二者下胚轴长度降低,增加了嫁接西瓜幼苗的壮苗指数。基质喷施多效唑主要通过增加茎粗来提高壮苗指数,而砧木子叶喷施多效唑通过增加茎粗以及降低下胚轴长度来实现。总体来说,基质喷施的嫁接幼苗对多效唑更加敏感,而砧木子叶喷施多效唑的壮苗效果更好。

多效唑对嫁接西瓜幼苗生理指标也有一定程度影响。2

(上接第40页)

3 结论与讨论

3.1 产量穗部性状变化情况 对2018—2021年45个品种产量统计分析表明,参试品种产量呈上升趋势,说明参试单位育种水平有较为明显的进步。出籽率、穗长、百粒重、行粒数等性状呈上升趋势,穗粗、穗行数变化趋势不明显,秃尖长呈下降趋势。这说明产量增加的主要手段是通过提高出籽率和降低秃尖长,育种实践中在控制其他性状的基础上,通过提高出籽率,降低秃尖长同时提高稳定性,能够有效增加产量。而45个品种产量的变异系数较低,这主要是因为抽取了每组试验中产量排名前3位品种,同时也说明并没有产量表现非常优异的品种,育种对产量的贡献是一个循序渐进、较为漫长的过程。

3.2 主要穗部性状与产量的关系 该研究结果表明,穗粗、出籽率、百粒重、行粒数、穗长等穗部性状对产量的效应值为正,秃尖长对产量的效应值为负,这与吕莹莹等^[8]的研究成果基本一致。而穗行数对产量的效应值为负,可能原因是供试45个参试组合中,大部分品种穗粗较大、行粒数多,但籽粒较小、穗轴较粗,所以导致出籽率下降,进而影响了产量。

3.3 对育种工作建议 各穗部性状对产量的重要性由强到弱依次为穗粗(0.412) > 出籽率(0.402) > 穗长(0.148) > 百粒重(0.066) > 行粒数(0.01) > 穗行数(-0.078) > 秃尖长(-0.102),在田间测交组合观察时穗粗、穗长、秃尖长等性状

种喷施方式均可增加嫁接西瓜叶绿素相对含量、根系活力,也能提高脯氨酸含量、SOD活性,从而提高幼苗的抗逆性。综上所述,从形态指标和生理指标试验结果来看,基质喷施多效唑浓度为30 mg/L的处理对抑制嫁接西瓜幼苗徒长、培育壮苗有较好的效果;砧木子叶喷施适宜浓度为40 mg/L,且砧木子叶喷施多效唑对于嫁接西瓜幼苗壮苗效果更优。

参考文献

- [1] 吴月燕,高芳华,李雪娟,等.砧木多效唑浸种对苦瓜嫁接幼苗生长的影响[J].黑龙江农业科学,2019(12):78-81.
- [2] 赵立群,曹玲玲,台社红,等.不同植物生长调节剂对黄瓜幼苗生长发育的影响[J].长江蔬菜,2016(10):18-20.
- [3] 王林闯,孙玉东,赵建锋,等.不同浓度多效唑对辣椒苗期生长的影响[J].安徽农业科学,2016,44(34):14-15.
- [4] 王希波,梁欢,肖康飞,等.植物生长延缓剂对西瓜砧木和嫁接苗质量的影响[J].中国蔬菜,2016(2):35-39.
- [5] 殷文涛,陈海文,黄远,等.不同浓度多效唑处理对西瓜幼苗生长和生理的影响[J].中国瓜菜,2016,29(11):41-45.
- [6] 游鸯,汪天.多效唑作用及应用研究进展[J].亚热带植物科学,2013,42(4):361-366.
- [7] 钟希琼,林丽超,梁火娣.逆境下植物组织伤害程度测定方法:电导法的改进[J].生物学报,2003,20(1):45-63.
- [8] 张志勇,卜晶晶,王素芳,等.冠菌素对不同钾水平下TTC法测定的棉花根系活力的影响[J].植物生理学报,2015,51(5):695-701.
- [9] 潘百明,苏辉兰,梁昌祥,等.紫茄超氧化物歧化酶的提取及其活性测定[J].食品工业,2020,41(2):143-146.
- [10] BATES L S, WALDREN R P, TEARE I D. Rapid determination of free proline for water-stress studies[J]. Plant soil, 1973, 39(1):205-207.
- [11] 胡凯红,刘春花,王阳,等.不同供磷水平对核桃实生幼苗生长及生理特性的影响[J].中国果树,2021(5):38-43.

属于较直观性状,易于选择,因此要加强对穗长、秃尖长等考察。在考察穗粗、行粒数等性状时,一定要结合轴粗、籽粒大小、出籽率等性状进行综合考察,筛选综合表现较好的组合。出籽率变异系数小,对筛选组合参考价值很大,可以结合田间估算及室内考种综合判断,秃尖长直观,但变异系数大,是一个极不稳定性状,需要持续多年多点进行系统考察。

参考文献

- [1] 陶金焕,蔡林春,何绚丽,等.云南中海拔地区玉米联合体区域试验[J].农业工程技术,2021,41(35):21-22.
- [2] 陈荣祥.云南地区玉米育种技术要点与发展方向浅析[J].南方农业,2020,14(8):184,190.
- [3] 杨子姗,徐率,赵宛玲,等.云南玉米产业发展状况与制约因素[J].耕作与栽培,2022,42(5):63-67,71.
- [4] 袁志鹏,顾日良,王建华.从我国玉米品种审定制度变革看联合体制度[C]//中国作物学会,中国作物学会作物种子专业委员会.中国作物学会作物种子专业委员会2017年学术年会论文摘要集.北京:中国作物学会,中国作物学会作物种子专业委员会,2017:32-33.
- [5] 刘峰,段修安,肖静平.2018年云南玉米新品种科企联合体区域试验结果分析[J].农业科技通讯,2020(9):81-84.
- [6] 孙海潮,卢道文,张莹莹,等.黄淮海夏播区联合体国审玉米新品种综合性状分析[J].玉米科学,2022,30(2):21-28.
- [7] 周顺新.铁岭地区玉米杂交组合品质性状和穗部农艺性状与产量的关系分析[J].现代农业科技,2016(4):27,29.
- [8] 吕莹莹,张萌,沈丹丹,等.玉米区域试验品种产量与穗部性状的相关与通径分析[J].华北农学报,2017,32(S1):160-165.
- [9] 蒋辅燕,陈洪梅,张培高,等.28个玉米杂交组合产量及穗部性状研究[J].西南农业学报,2013,26(3):903-908.
- [10] 杜家菊,陈志伟.使用SPSS线性回归实现通径分析的方法[J].生物学通报,2010,45(2):4-6.