

双向均值与灰度关联分析法筛选适宜德州种植的玉米新品种

崔慧妮, 郭智慧, 郭良海, 郭建军, 高建胜, 李拥军, 董国豪* (德州农业科学研究院, 山东德州 253015)

摘要 [目的]筛选出高产、稳产、综合性状优良、后期玉米籽粒脱水快、适宜机械收获的玉米品种。[方法]通过利用双向均值法和灰度关联分析法对 35 个玉米新品种的产量及农艺性状进行分析与综合性评价。[结果]DH815、隆平 208、滑玉 168、秋乐 218、邦玉 359 和农星 2209 这 6 个品种的产量与综合评价均较高, 可以进行大面积的试验示范, 从而在德州地区推广。[结论]该研究为农民选择合适的种植品种、降低种植风险提供理论依据。

关键词 玉米; 双向均值法; 灰度关联分析法; 筛选
中图分类号 S 513 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)19-0029-03

Screening of New Maize Varieties Suitable for Planting in Dezhou Based on Bidirectional Mean Method and Gray Correlation Analysis

CUI Hui-ni, GUO Zhi-hui, GUO Liang-hai et al (Dezhou Academy of Agricultural Sciences, Dezhou, Shandong 253015)

Key words [Objective] To screen out the maize varieties with high yield, stable yield and good comprehensive characters and quick dehydration of maize grain in the later period, which was suitable for mechanical harvesting. [Method] The yields and agronomic traits of 35 new maize varieties were analyzed and comprehensively evaluated by means of two-way means and gray correlation analysis. [Result] The yield and comprehensive evaluation of 6 cultivars including DH815, Longping208, Huayu168, Qiule218, Bangyu359 and Nongxing2209 were all high, which could be used for large-scale demonstration tests and be popularized in Dezhou Area. [Conclusion] This research helped farmers to choose proper planting varieties and to reduce the planting risk.

Abstract Maize; Bidirectional mean method; Gray correlation analysis; Screening

目前,玉米是世界上产量最高的谷类粮食作物、重要的饲料及工业原料,在国民经济中具有举足轻重的战略地位^[1-2]。发展玉米生产对增加农民收入、促进德州市经济的发展、保障全市的粮食安全具有重要意义^[3-4]。近年来,德州市玉米播种面积不断增加,到 2016 年种植面积达 51 万 hm² 左右,占全市粮食总面积的 48.7% 左右,总产占全市粮食总产量的 51.3% 左右。同时,随着品种审定办法的改革,大量玉米新品种涌入市场,玉米种植品种出现品种“井

喷”现象,但缺乏稳产、高产的主推品种。为解决这一问题,该试验利用双向均值分析法和灰度关联分析法^[5-7],对近 3 年通过国家和山东省审定的以及待审的 35 个玉米新品种进行品种比较试验,筛选出了适合德州地区玉米大面积推广种植的稳产、高产、多抗的 6 个玉米新品种,为农民选择合适的种植品种、降低种植风险提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料 参试品种共 35 个(表 1)。

表 1 参试玉米品种
Table 1 Tested varieties of maize

序号 Code	品种名称 Variety name	审定号 Accreditation number	序号 Code	品种名称 Variety name	审定号 Accreditation number	序号 Code	品种名称 Variety name	审定号 Accreditation number
1	隆平 208	国审玉 2016601	13	NK971	国审玉 2014016	25	华良 78	鲁农审 2015007 号
2	裕丰 303	国审号 2015010	14	连胜 2018	鲁审玉 20160001	26	济玉 901	鲁农审 2014001 号
3	登海 685	国审号 2015011	15	科诺 21	鲁审玉 20160002	27	士海 916	鲁农审 2014002 号
4	滑玉 168	国审号 2015012	16	金阳光 9 号	鲁审玉 20160005	28	荷玉 127	鲁农审 2014005 号
5	伟科 966	国审号 2015013	17	NK718	鲁审玉 20160006	29	农星 2209	鲁农审 2014007 号
6	农华 816	国审号 2015016	18	鲁单 1201	鲁审玉 20160007	30	DH815	登海种业实验站
7	郑单 1002	国审号 2015017	19	青农 11	鲁农审 2015001	31	聊玉 1310	聊城试验站
8	豫单 606	国审号 2015018	20	机玉 3 号	鲁农审 2015002	32	鲁宁 776	济宁试验站
9	东科 301	国审号 2015053	21	德发 5 号	鲁农审 2015003	33	潍玉 8 号	潍坊试验站
10	中单 856	国审号 2015054	22	农星 207	鲁农审 2015004	34	鲁单 9152	山东省农业科学院玉米所
11	秋乐 218	国审号 2015055	23	荷玉 157	鲁农审 2015005	35	早粒 1 号	石家庄试验站推荐
12	大成 168	国审玉 2014015	24	邦玉 359	鲁农审 2015006			

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计。试验于 2017 年在德州市农业科学研究

基金项目 国家玉米产业技术体系(CARS-02-66);山东省现代农业产业技术体系玉米创新团队(SDAIT-02-19)。

作者简介 崔慧妮(1988—),女,山东临沂人,农艺师,硕士,从事玉米育种与栽培方面的研究。* 通讯作者,高级农艺师,从事玉米育种与栽培方面的研究。

收稿日期 2018-03-23

院试验基地进行。田间采用随机区组排列,3 次重复。每小区面积 18 m²,5 行区,行长 6.0 m,行距 0.6 m,种植密度为 7.5 万株/hm²。

1.2.2 栽培措施与田间管理。该试验地平整,肥力中等、均匀,灌排方便。前茬作物为小麦。试验于 6 月 10 日精细点播,6 月 29 日定苗,9 月 27 日收获,生长期 105 d。播种后浇

蒙头水,苗前喷施除草剂防杂草,5 叶期追施玉米缓释肥 N-P₂O₅-K₂O 含量比例 28-6-10,用量 600 kg/hm²,其他田间管理同大田。

1.3 试验分析方法 双向均值法:利用 Excel 进行数据分析灰色关联分析法^[8-9],利用袁喜祖^[5]的灰色关联分析原理,视所有品种为一灰色系统,各性状为系统中的 1 个因素。首先对品种各性状值进行无量化处理,可以采用上限性测度、适中性测度、下限性测度。以各性状的测度值构成的数列为参数 X_0 ,以筛选品种各项性状指标构成的数列作为比较数列 $X_i(i=1,2,\cdots,m)$,其中 m 筛选品种数;各性状用 K 表示($K=1,2,\cdots,n$),其中 n 为性状数。进行量化后比较,由两者相似程度来判断关联程度(r_i)。

关联系数:

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (1)$$

式中, $\xi_i(k)$ 为 X_0 与 X_i 在第 k 个指标上的关联系数; ρ 为分辨系数,取值范围 0~1,通常取 0.5; $\Delta_i = |X_0(k) - X_i(k)|$ 为 X_0 数列与 X_i 数列在第 k 点的绝对值; $\min_i \min_k |X_0(k) - X_i(k)|$ 为所有绝对值差的最小值, $\max_i \max_k |X_0(k) - X_i(k)|$ 为所有绝对值差的最大值; r_i 为比较数列 X_0 与参考数列 X_i 的关联度即新品种各性状差序列值与最优序列值之间的达标指数。计算过程中 ωK 为各关联系数的权重^[7,10]; n 为性状指数($n=385$)。

1.4 数据分析 利用 Excel 对考察数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 双向均值分析 通过进行籽粒收获含水率与产量双向平均值分析,结果表明在第四象限(产量大于平均值且收获时籽粒含水率低于平均值)的有 7 个品种,分别是秋乐 218, 荷玉 157,邦玉 359,滑玉 168,农星 2209,德发 5 号,科诺 21; 其中秋乐 218 产量最高,且收获时籽粒含水率最低。

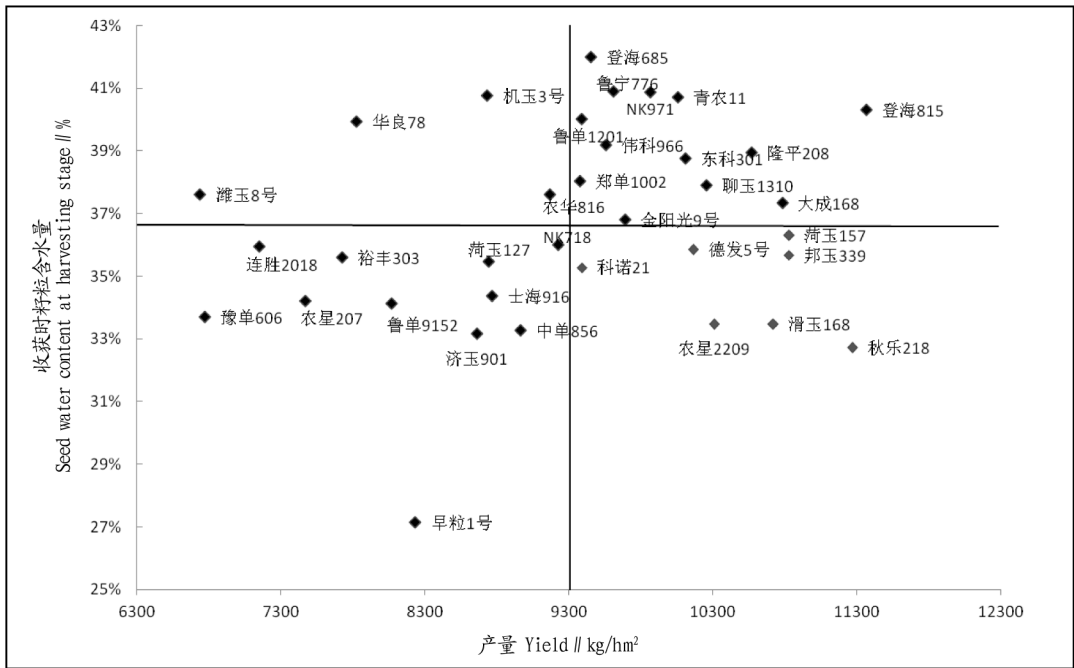


图 1 收获时籽粒含水量与产量双向均值分析结果

Fig. 1 Results of two-way mean analysis of yield and grain moisture at harvesting stage

2.2 灰色综合评判 根据灰度关联分析的原理,综合评估关联度越大的品种越接近理想品种,则该品种综合性能越优良^[11]。从表 3 可看出,综合评价排名前 10 位的品种分别是邦玉 359($r=0.6296$)、DH815($r=0.6167$)、NK971($r=0.5970$)、伟科 966($r=0.5882$)、隆平 208($r=0.5880$)、滑玉 168($r=0.5875$)、秋乐 218($r=0.5817$)、鲁宁 776($r=0.5786$)、东科 301($r=0.5743$)、农星 2209($r=0.5705$)。对各品种产量进行排序,可以看出产量位居前 10 的品种有 DH815、秋乐 218、荷玉 157、邦玉 359、大成 168、滑玉 168、隆平 208、农星 2209、聊玉 1310、德发 5 号。

综合评价和产量排序的趋势大体一致。在 2 组排序的前 10 位中,有 6 个品种出现重复。DH815 在综合评价中排

第二位,产量排第一位;从表 2 可以看出,DH815 综合性状表现较好,但收获时籽粒含水量很高。邦玉 359 在综合评价中排第一位,产量排第 4 位;其穗长、穗粗、穗粒重等综合性状在 35 个品种中表现较好,产量偏低是由于百粒重相对较低。隆平 208 在综合评价中排第五位,产量排第七位,其综合表现也比较优秀,但其收获时籽粒含水量较高,生育期较长。滑玉 168 在综合评价中排第六位,产量排第六位;其穗长、穗粗等综合性状均表现较好,且百粒重较高。秋乐 218 在综合评价中排第七位,产量排第二位,产量较高,秃顶、穗行数、行粒数等综合性状表现一般。农星 2209 在综合评价中排第十位,产量排第八位。综上所述,产量较高的品种不一定性状综合评判优,也就是说高产品种不一定是稳产型品种^[12]。

表 2 不同玉米品种各性状的比较

Table 2 Comparison of different traits of different maize cultivars

序号 Code	品种名称 Variety name	穗长 Ear length cm	穗粗 Ear width cm	秃顶长 Bald tip length cm	穗行数 Ear rows	行粒数 Grains per row	出籽率 Seed rate %	百粒重 100-grain weight g	株高 Plant height m	穗位高 Ear height m	空秆率 Empty bar rate %	收获时籽粒含水量 Grain moisture at harvest %
1	隆平 208	14.54	5.29	0.52	15.0	27.8	89.16	36.15	2.97	1.22	1.23	38.93
2	裕丰 303	15.40	4.88	1.18	15.2	27.1	88.68	38.10	2.97	0.85	13.75	35.59
3	登海 685	17.86	5.08	1.72	15.4	30.2	85.81	39.01	2.96	1.02	6.17	41.97
4	滑玉 168	17.03	5.09	0.23	17.2	30.9	88.35	41.85	3.29	1.00	3.70	33.47
5	伟科 966	16.98	5.33	1.42	16.2	30.7	88.11	42.65	2.89	1.25	1.23	39.16
6	农华 816	18.85	4.91	1.08	14.8	36.4	89.55	33.91	2.92	0.93	6.17	37.60
7	郑单 1002	16.22	5.12	1.10	15.2	29.1	88.76	39.13	2.69	1.07	2.47	38.03
8	豫单 606	17.43	5.22	1.32	16.8	30.9	88.18	35.20	3.28	1.16	13.58	33.70
9	东科 301	15.40	5.45	0.80	14.6	26.1	88.27	38.95	2.90	1.11	2.47	38.74
10	中单 856	16.91	5.20	1.08	16.8	31.7	89.73	36.21	2.96	0.98	3.70	33.27
11	秋乐 218	17.68	4.95	1.90	15.8	31.6	87.98	36.80	3.23	1.15	3.70	32.72
12	大成 168	16.67	5.08	0.70	14.2	30.3	88.46	42.59	2.63	1.00	3.70	37.33
13	NK971	16.98	5.20	1.03	16.6	31.8	93.64	36.92	2.88	1.09	5.00	40.85
14	连胜 2018	17.51	4.60	0.41	13.6	30.0	88.31	38.44	2.68	0.85	8.64	35.93
15	科诺 21	17.26	4.88	1.21	15.6	28.3	87.57	43.65	2.96	0.99	8.64	35.28
16	金阳光 9 号	17.87	4.77	1.21	12.8	36.8	89.62	38.48	2.92	1.27	10.13	36.80
17	NK718	15.48	5.16	2.31	16.2	27.3	91.76	36.69	2.98	0.98	6.17	35.98
18	鲁单 1201	17.65	5.16	1.69	16.2	32.7	88.33	43.90	3.38	1.37	4.94	40.01
19	青农 11	17.42	4.78	1.45	15.6	33.9	88.83	34.41	2.69	0.83	1.23	40.71
20	机玉 3 号	17.72	5.27	1.53	15.8	30.9	87.85	34.73	2.79	1.17	11.11	40.75
21	德发 5 号	16.37	5.08	1.06	15.5	31.6	88.46	40.12	3.09	1.16	6.25	35.85
22	农星 207	16.99	4.88	1.37	15.2	28.7	85.71	39.59	3.38	1.26	8.64	34.20
23	荷玉 157	15.33	5.25	1.48	16.4	30.8	90.16	37.27	2.86	1.24	1.27	36.30
24	邦玉 359	18.11	5.18	0.49	16.8	38.1	90.38	34.39	3.09	1.35	2.50	35.68
25	华良 78	18.13	5.16	1.49	16.2	32.2	86.67	39.51	3.43	1.30	18.52	39.92
26	济玉 901	17.31	4.92	2.07	16.2	27.6	87.43	39.37	3.25	1.04	12.66	33.15
27	士海 916	15.99	4.98	1.34	15.8	30.9	87.78	38.78	3.33	1.42	6.33	34.36
28	荷玉 127	15.91	4.94	1.10	14.0	30.7	91.46	36.81	3.19	1.40	8.75	35.46
29	农星 2209	16.67	4.84	1.13	15.0	35.7	90.12	40.87	2.89	1.29	1.27	33.47
30	DH815	17.70	5.26	1.63	17.8	32.8	89.18	37.60	3.23	1.20	7.41	40.30
31	聊玉 1310	16.65	5.04	0.54	14.0	29.4	87.78	40.90	2.71	1.06	2.46	37.88
32	鲁宁 776	14.68	5.38	1.32	17.6	25.5	86.19	37.73	3.10	1.10	4.94	40.88
33	潍玉 8 号	15.63	5.08	1.29	14.2	26.5	88.96	47.47	2.98	1.21	22.22	37.59
34	鲁单 9152	15.12	4.82	0.87	17.8	29.6	90.45	33.29	3.04	1.05	11.25	34.12
35	早粒 1 号	17.94	4.58	0.73	14.8	31.0	86.59	37.20	3.05	1.05	9.88	27.14

表 3 各品种灰色综合评判与产量比较

Table 3 Comparison of grey comprehensive evaluation results and yield of different maize varieties

序号 Code	品种名称 Variety name	评价值 Evaluation value	评价值位次 Rank	产量 Yield kg/hm ²	产量位次 Rank	序号 Code	品种名称 Variety name	评价值 Evaluation value	评价值位次 Rank	产量 Yield kg/hm ²	产量位次 Rank
1	隆平 208	0.588 0	5	10 568.70	7	19	青农 11	0.505 9	23	10 056.00	12
2	裕丰 303	0.455 2	30	7 726.80	31	20	机玉 3 号	0.522 7	20	8 734.50	26
3	登海 685	0.522 5	21	9 456.15	17	21	德发 5 号	0.563 6	11	10 161.60	10
4	滑玉 168	0.587 5	6	10 716.60	6	22	农星 207	0.438 4	33	7 471.80	32
5	伟科 966	0.588 2	4	9 559.20	16	23	荷玉 157	0.408 9	35	10 828.35	3
6	农华 816	0.541 0	15	9 166.65	22	24	邦玉 359	0.629 6	1	10 827.00	4
7	郑单 1002	0.494 3	27	9 379.50	20	25	华良 78	0.477 1	29	7 828.20	30
8	豫单 606	0.528 9	17	6 772.95	34	26	济玉 901	0.486 5	28	8 662.50	27
9	东科 301	0.574 3	9	10 109.70	11	27	士海 916	0.441 5	32	8 769.60	24
10	中单 856	0.548 9	14	8 964.30	23	28	荷玉 127	0.452 9	31	8 741.25	25
11	秋乐 218	0.581 7	7	11 267.25	2	29	农星 2209	0.570 5	10	10 307.70	8
12	大成 168	0.497 3	26	10 782.90	5	30	DH815	0.616 7	2	11 368.65	1
13	NK971	0.597 0	3	9 863.25	13	31	聊玉 1310	0.501 8	24	10 255.50	9
14	连胜 2018	0.420 8	34	7 153.80	33	32	鲁宁 776	0.578 6	8	9 610.50	15
15	科诺 21	0.519 3	22	9 389.25	18	33	潍玉 8 号	0.529 1	16	6 739.95	35
16	金阳光 9 号	0.522 8	19	9 692.55	14	34	鲁单 9152	0.556 0	13	8 072.55	29
17	NK718	0.528 2	18	9 226.35	21	35	早粒 1 号	0.557 5	12	8 234.40	28
18	鲁单 1201	0.499 7	25	9 388.80	19						

表 5 精确管理试验经济效益
Table 5 The economic benefit of precise management test

处理 Treatment	地区 Area	产量 Yield t/hm ²	产值 Output value 万元/hm ²	化肥成本 Fertilizer cost 万元/hm ²	净效益 Net benefit 元/hm ²
精确方案 Precise scheme	吴江	9.92	2.98	0.26	2.72
	太仓	9.58	2.87	0.22	2.65
	平均	9.75	2.92	0.24	2.69
农户方案 Farmers scheme	吴江	9.13	2.74	0.28	2.46
	太仓	8.72	2.62	0.28	2.34
	平均	8.93	2.68	0.28	2.40
平均增量 Average increment		0.82	0.25	-0.04	0.29
平均增幅 Average growth/%		9.19	9.19	-15.21	12.05

3 结论

精确方案主要是根据品种特性和土壤肥力特征来设计,能够在施用量较常规方案和农户方案均少的情况下,累积最多的干物质重量,也直观反映在产量结果中,精确方案水稻的平均产量达 9.75 t/hm²,较常规方案和农户方案分别高 0.28 和 0.82 t/hm²;而产量的优势和肥料施用量的减少,直接带来经济收益的增加,平均增效超过 2 800 元/hm²,体现其节本增效的优点,对于当地种植业发展具有前瞻指导性意义。

就试验而言,水稻精确管理技术能够达到节本增效的基本目标,但考虑其推广应用必须建立成套的生长监测诊断软硬件体系,硬件设备的投入成本是亟待解决的问题;而就苏州地区而言,机插秧是目前水稻种植的主要方式,而如何将水稻精确管理技术从在田期延伸到育秧期,促进其更紧密的

结合,还有待于进一步研究。

参考文献

[1] 吴福观,林忠成,许露生,等. 基于模型的水稻精确管理技术研究[J]. 江苏农业科学,2012,40(9):71-73.
[2] 曹静. 精确农作管理模型与决策支持系统的研究[D]. 南京:南京农业大学,2008.
[3] 张光桃,陈志斌,王大圣,等. 江都水稻精确栽培管理系统的开发与应用[J]. 扬州职业大学学报,2015,19(4):56-59.
[4] 陈志亮. 基于模型与 GIS 的水稻精确管理处方生成技术研究[D]. 南京:南京农业大学,2011.
[5] 刘小军,曹静,李艳大,等. 水稻水分精确管理的知识模型研究[J]. 中国农业科学,2010,43(8):1571-1576.
[6] 凌启鸿,张洪程,丁艳锋,等. 水稻高产技术的新发展——精确定量栽培[J]. 中国稻米,2005(1):3-7.
[7] 扬州大学. 水稻丰产定量栽培技术及其应用[Z]. 2016.
[8] 于林惠,李刚华,徐晶晶,等. 基于高产示范方的机插水稻群体特征研究[J]. 中国水稻科学,2012,26(4):451-456.
[9] 杨惠杰,李义珍,杨仁崔,等. 超高产水稻的干物质生产特性研究[J]. 中国水稻科学,2001,15(4):265-270.

(上接第 31 页)

3 结论与讨论

利用 2 种分析方法进行筛选,结果大体趋势一致。双向均值法是利用了 2 项性状数据(产量和收获时籽粒含水量),结果直观明了、针对性较强,但只对 2 组指标进行了比较相对有些片面。灰度关联分析是建立在各品种的植株、果穗等多个性状的定量分析基础上综合评判的,克服了仅对单一指标进行比较的弊端,其评判结果更严谨、更准确,对农业生产更有利。

DH815、邦玉 359、滑玉 168、秋乐 218、隆平 208 和农星 2209 共 6 个品种的综合评价与产量排序都较高,说明其农艺性状和产量均比较优秀,属于高产、稳产、优质品种,因此可以进行大面积的试验示范,从而在德州地区推广。此外,在双向均值法中,DH815 和隆平 208 出现在第二象限,产量均大于平均值,但收获时籽粒含水量较高、生育期较长,所以这 2 个品种可以适时晚收。

近两年德州地区在玉米拔节后出现高温热害现象,对生殖生长,特别是对雌雄穗的发育产生较大影响,个别品种出现空秆、“香蕉穗”“超短裙”“大花脸”“阴阳面”等畸形穗现

象,严重影响产量。因此,建议今后加大对耐高温热害品种的筛选及选育力度。

参考文献

[1] 崔莹,董雪,葛立群. 中国玉米种业市场现状和发展研究[J]. 园艺与种苗,2016(2):75-78.
[2] FAYAZ F,MARDI M,AGHAEI M,et al. Phenotypic diversity analysis of grain yield and yellow pigment content in germplasm collected from Iranian durum wheat (*Triticum turgidum* L.) landraces[J]. Archives of agronomy and soil science,2013,59(10):1339-1357.
[3] 刘洋,侯廷荣,郭新平,等. 山东省玉米产业发展现状与对策分析[J]. 山东农业大学学报(社会科学版),2017,19(2):24-30.
[4] 朱峰,孙兆明,李树超. 山东省玉米生产现状与发展对策分析[J]. 农业科技通讯,2015(3):6-9,12.
[5] 袁喜祖. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京:科学出版社,1991.
[6] 郭瑞林. 作物灰色育种学[M]. 北京:中国农业出版社,1995.
[7] 邓聚龙. 灰色系统与农业[J]. 山西农业科学,1985(5):34-37.
[8] 王兴亮,单艳,陆顺生,等. 灰色关联度分析在隆阳区玉米新品种综合评价中的应用[J]. 耕作与栽培,2014(3):7-9,12.
[9] 贾新文,王翠玲,郑永青,等. 玉米区域试验新品种的方差分析与灰色综合评判的比较研究[J]. 中国种业,2009(S1):49-51.
[10] 盖钧镒. 试验统计方法[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
[11] 王秀萍,张国新,鲁雪林,等. 灰色关联度分析法综合评价水稻新品系[J]. 中国农学通报,2006,22(8):557-559.
[12] 王黎明,唐道廷,刘必善,等. 灰色关联度分析在湖北省玉米杂交种综合评价中的应用[J]. 湖北农业科学,2008,47(4):390-393.