

## 豫南地区夏玉米产量和农艺性状的灰色关联度分析

安治良 (河南金苑种业股份有限公司, 河南郑州 450001)

**摘要** [目的]分析豫南地区夏玉米产量与农艺性状的灰色关联度。[方法]对2016年豫南地区3个地点9个玉米新品种的10个农艺性状与产量的关系进行灰色关联度分析。[结果]豫南地区对夏玉米产量影响较大的农艺性状依次是单穗粒重、百粒重、穗行数、出籽率、穗长、穗位高,而株高、秃尖长、倒伏率3个性状对产量的影响则因地区或品种的不同而有所差异。[结论]该研究为豫南地区新品种评价与筛选提供理论依据。

**关键词** 灰色关联度分析; 玉米; 产量; 农艺性状

中图分类号 S513 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)24-0031-03

## Grey Correlation Analysis on Yield and Agronomic Traits of Summer Maize in Southern Henan Province

AN Zhi-liang (Henan Jinyuan Seeds Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450001)

**Abstract** [Objective] To analyze the grey correlation degree of yield and agronomic traits of summer maize in southern Henan Province. [Method] The relationship between yield and 10 agronomic traits of 9 new maize varieties in 3 localities of southern Henan Province in 2016 was studied by grey relation analysis. [Result] Contribution rates of agronomic characters to maize yield from maximum to minimum were in the order of grain weight per spike, 100-kernel weight, ear row number, seed producing rate, ear length, ear height; while the impacts of plant height, bare top length and lodging rate on grain yield varied due to different areas or varieties. [Conclusion] This research provided theoretical basis for the evaluation and screening of new varieties in southern Henan Province.

**Key words** Grey correlative analysis; Maize; Yield; Agronomic characters

玉米新品种选育过程复杂,选育过程中的品种评价均以产量为基础,辅以其他一些性状指标进行综合评估。目前,评价作物产量与性状关系主要采用方差分析、决定系数分析、回归分析、通径分析等方法。这些方法各有利弊,其中灰色系统理论中的关联度分析法计算简单易行,评价全面合理,能够使品种(系)所有改善指标得到综合评价,由定性描述变为定量分析,最终确定优劣,结果更可信,依据性更强<sup>[1-3]</sup>。因具有所需样本小、方法简便、信息量大等优点<sup>[4]</sup>,灰色失联度分析在作物育种、品种鉴定和筛选等方面得到较广泛的探索和应用<sup>[5-6]</sup>。鉴于此,笔者采用灰色关联度分析法,对豫南地区玉米筛选试验中主要参试品种的产量与穗长、秃尖长、穗行数、单穗粒重、百粒重、出籽率、株高、穗位高、倒伏率等农艺性状进行分析,以期对豫南地区玉米新品种的评估与筛选提供理论参考。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 供试材料为JY01、JY02、JY03、JY04、JY05、JY06、JY07、JY08和JY09共9个玉米新品种和对照品种郑单958(CK)。

**1.2 试验设计** 试验按完全随机区组设计,3次重复,小区面积12 m<sup>2</sup>,4行区,收获中间2行测产,行长5.0 m,行距0.6 m,种植密度为7.5×10<sup>4</sup>株/hm<sup>2</sup>。底肥均为复合肥(N:P:K=26:8:8)600 kg/hm<sup>2</sup>。试验于2016年在西华试验点、宁陵试验点、遂平试验点同时进行,前茬作物均为小麦。

**1.3 调查项目** 调查穗长、秃尖长、穗行数、单穗粒重、百粒重、株高、穗位高、出籽率、倒伏率、产量共10个性状。

**1.4 数据处理** 由于各评价指标的量化值所在区间不完全相同,因此对各评价价值分别依据公式(1)进行标准化处理。

$$X'_i(K) = [X_i(K) - \bar{X}] / S_i \quad (1)$$

式中, $X'_i(K)$ 为标准化后的处理值, $X_i(K)$ 为各性状的原始数据, $\bar{X}$ 为同一性状的平均值, $S_i$ 为同一性状的标准差。

得到标准化值后,分别依据公式(2)求关联系数。

$$\xi_i = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{|X_0(k) - X_i(k)| + \rho \Delta_{\max}} \quad (2)$$

式中, $\xi_i$ 为关联系数, $\Delta_{\min}$ 为最小绝对差, $\Delta_{\max}$ 为最大绝对差, $|x_0(k) - x_i(k)|$ 为各点绝对差,一般分辨系数 $\rho$ 取0.5。

$$\gamma_i = \frac{1}{N} \sum \xi_i \quad (3)$$

式中, $\gamma_i$ 为关联度。

## 2 结果与分析

**2.1 评价矩阵的构建** 通过统计、抽样等方法对9个待评价组合的穗长、秃尖长、穗行数等10个性状的指标数据进行测定,得到各试验点的原始评价价值。由表1可知,在西华试验点表现较好的有JY01、JY02、JY09,倒伏严重的有JY04、JY06;在宁陵试验点表现较好的有JY02、JY05、JY08;在遂平试验点表现较好的有JY02、JY03和JY08,倒伏严重的有JY04和JY06。3个试验点的试验结果显示,JY02和JY08直接入选下一年的试验,JY04和JY06存在严重的倒伏风险,可以淘汰。

**2.2 关联系数计算** 根据公式(1)对各评价价值进行标准化处理,依据数据计算参考量与比较量的绝对差值,根据公式(2)求得不同试验点各品种性状的关联系数。由表2可知,西华试验点JY07的穗长与产量之间的关联系数最大,为0.998;JY04的倒伏率与产量之间的关联系数最小,为0.339。宁陵试验点JY09的单穗粒重与产量之间的关联系数最大,为1.000;JY06的秃尖长与产量之间的关联系数最小,为0.335。遂平试验点JY05的穗行数与产量之间的关联系数最大,为0.996;JY06的倒伏率与产量之间的关联系数最小,为

0.337。3个试验点的试验结果显示,各品种的不同性状在不同试验点与产量之间的关联系数各不相同。

**2.3 各性状与产量关联度** 由表2和公式(3)计算产量与各性状的灰色关联度,并将3个试验点的结果汇总,详见表3。

表1 不同试验点夏玉米产量与农艺性状比较

Table 1 Comparison of yield and agronomic characters of summer maize in different test sites

试验点 Test site	品种/组合 Variety/ combination	株高 Plant height cm	穗位 Ear height cm	倒伏率 Lodging rate %	穗长 Ear length cm	秃尖长 Bare top length cm	穗行数 Ear row number cm	单穗粒重 Grain weight per spike g	百粒重 100-kernel weight g	出籽率 Seed producing rate//%	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>
西华	JY01	270	97	2.0	15.9	1.4	16.8	159.9	33.5	83.7	9 439.5
Xihua	JY02	270	103	9.0	17.1	1.3	18.0	164.9	33.3	84.1	9 556.5
	JY03	285	85	2.0	17.6	1.7	16.0	171.5	34.4	83.6	9 267.0
	JY04	280	100	25.0	18.8	1.5	16.4	146.1	30.9	83.0	3 850.5
	JY05	250	90	8.0	17.9	1.8	16.3	155.3	34.6	82.4	9 291.0
	JY06	265	90	22.0	18.0	1.3	14.4	135.6	30.6	82.0	5 592.0
	JY07	250	88	18.0	16.8	1.6	15.2	156.4	34.1	83.5	5 988.0
	JY08	235	77	3.0	17.7	1.3	15.1	139.6	31.4	85.2	9 322.5
	JY09	265	100	3.0	19.1	0.8	15.5	161.4	30.4	81.0	9 943.5
	CK	240	108	15.0	17.9	1.1	14.9	163.8	33.8	82.1	8 488.5
宁陵 Ningling	JY01	264	110	0.0	16.2	1.1	17.0	151.2	33.7	82.3	11 772.0
	JY02	279	93	1.8	16.2	1.5	16.9	149.4	33.5	83.6	11 887.5
	JY03	273	100	2.2	17.9	1.0	14.6	155.7	34.4	85.0	11 715.0
	JY04	270	103	0.4	18.8	0.8	16.0	156.3	30.9	83.6	10 360.5
	JY05	258	117	0.4	16.4	1.0	16.2	142.3	33.9	80.3	12 252.0
	JY06	273	104	0.4	15.9	1.4	14.0	123.3	31.5	80.8	8 218.5
	JY07	266	98	0.0	17.2	1.5	14.6	147.6	34.2	80.3	10 798.5
	JY08	237	100	0.4	16.9	0.7	15.4	132.7	31.5	82.1	11 863.5
	JY09	253	94	0.0	18.3	0.8	15.8	156.6	32.5	77.7	11 748.0
CK	238	104	1.4	17.1	0.5	14.4	177.9	34.1	79.2	11 143.5	
遂平 Suiping	JY01	276	88	9.1	17.0	1.4	16.6	166.8	33.9	83.5	9 748.5
	JY02	287	96	6.7	16.7	1.7	18.0	167.2	33.0	81.9	9 847.5
	JY03	259	97	7.6	18.8	0.9	14.8	168.8	34.6	87.1	10 839.0
	JY04	283	102	21.0	18.9	0.9	16.3	148.0	31.1	85.2	5 809.5
	JY05	274	122	11.1	17.3	1.3	16.4	151.5	33.5	80.4	9 808.5
	JY06	301	93	37.4	17.0	1.7	14.5	137.6	30.6	81.2	6 394.5
	JY07	287	91	23.4	18.3	1.7	15.5	151.8	34.6	82.3	8 119.5
	JY08	241	86	6.6	17.6	0.5	15.5	134.9	30.5	86.5	9 874.5
	JY09	269	97	0.7	18.8	0.7	15.9	170.0	31.8	83.0	9 820.5
CK	232	93	9.6	18.3	0.5	15.3	158.2	33.5	80.8	8 853.0	

表2 不同试验点夏玉米各性状的关联系数

Table 2 Correlation coefficient of each trait of summer maize in different test sites

试验点 Test site	品种/组合 Variety/ combination	株高 Plant height	穗位 Ear height	倒伏率 Lodging rate	穗长 Ear length	秃尖长 Bare top length cm	穗行数 Ear row number	单穗粒重 Grain weight per spike	百粒重 100-kernel weight	出籽率 Seed producing rate
西华 Xihua	JY01	0.963	0.871	0.534	0.422	0.772	0.898	0.890	0.932	0.948
	JY02	0.936	0.881	0.681	0.588	0.663	0.590	0.955	0.856	0.937
	JY03	0.685	0.557	0.547	0.749	0.788	0.822	0.699	0.814	0.949
	JY04	0.373	0.414	0.339	0.368	0.438	0.428	0.616	0.676	0.491
	JY05	0.605	0.661	0.684	0.858	0.691	0.935	0.769	0.777	0.630
	JY06	0.572	0.715	0.431	0.554	0.681	0.914	0.782	0.973	0.863
	JY07	0.864	0.846	0.508	0.998	0.520	0.848	0.641	0.508	0.577
	JY08	0.465	0.441	0.562	0.775	0.690	0.592	0.489	0.581	0.619
	JY09	0.752	0.906	0.516	0.749	0.395	0.608	0.846	0.454	0.419
CK	0.564	0.590	0.874	0.994	0.623	0.634	0.788	0.811	0.657	
宁陵 Ningling	JY01	0.857	0.760	0.568	0.557	0.894	0.660	0.830	0.995	0.930

接下表

续表 2

试验点 Test site	品种/组合 Variety/ combination	株高 Plant height	穗位 Ear height	倒伏率 Lodging rate	穗长 Ear length	秃尖长 Bare top length cm	穗行数 Ear row number	单穗粒重 Grain weight per spike	百粒重 100-kernel weight	出籽率 Seed producing rate
	JY02	0.740	0.485	0.694	0.540	0.709	0.711	0.752	0.890	0.843
	JY03	0.833	0.698	0.563	0.835	0.793	0.580	0.992	0.749	0.616
	JY04	0.578	0.695	0.865	0.421	0.963	0.604	0.606	0.646	0.523
	JY05	0.614	0.611	0.576	0.525	0.660	0.885	0.563	0.878	0.554
	JY06	0.349	0.394	0.460	0.586	0.335	0.621	0.710	0.568	0.448
	JY07	0.733	0.867	0.772	0.801	0.519	0.776	0.901	0.593	0.898
	JY08	0.443	0.665	0.645	0.701	0.544	0.730	0.511	0.507	0.855
	JY09	0.632	0.521	0.572	0.705	0.589	0.907	1.000	0.676	0.449
	CK	0.533	0.874	0.649	0.975	0.545	0.641	0.476	0.677	0.644
遂平	JY01	0.884	0.588	0.683	0.556	0.989	0.912	0.844	0.896	0.842
Suiping	JY02	0.923	0.761	0.620	0.496	0.768	0.556	0.855	0.839	0.634
	JY03	0.527	0.633	0.532	0.975	0.540	0.461	0.944	1.000	0.804
	JY04	0.439	0.441	0.425	0.381	0.577	0.454	0.597	0.692	0.412
	JY05	0.834	0.492	0.723	0.613	0.915	0.996	0.695	0.987	0.527
	JY06	0.395	0.621	0.337	0.799	0.415	0.932	0.942	0.915	0.741
	JY07	0.611	0.978	0.577	0.662	0.539	0.958	0.916	0.535	0.958
	JY08	0.493	0.542	0.616	0.683	0.506	0.669	0.467	0.492	0.705
	JY09	0.754	0.798	0.528	0.783	0.574	0.788	0.774	0.632	0.757
	CK	0.520	0.868	0.871	0.784	0.607	0.786	0.894	0.787	0.665

由表 3 可知,西华试验点各农艺性状对产量的贡献从大到小依次为单穗粒重、百粒重、穗行数、出籽率、穗长、穗位高、株高、秃尖长、倒伏率;宁陵试验点各农艺性状对产量的贡献从大到小依次为单穗粒重、百粒重、穗行数、出籽率、穗长、穗位高、秃尖长、倒伏率、株高;遂平试验点各农艺性状对

产量的贡献从大到小依次为单穗粒重、百粒重、穗行数、出籽率、穗长、穗位高、秃尖长、株高、倒伏率;3 个试验点中,前 6 项农艺性状(单穗粒重、百粒重、穗行数、出籽率、穗长、穗位高)对产量的贡献一致,而后 3 项(株高、秃尖长、倒伏率)的贡献略有差异。

表 3 不同试验点夏玉米产量和农艺性状的灰色关联度

Table 3 Grey correlation degree of yield and agronomic traits of summer maize in different test sites

性状 Trait	西华 Xihua		宁陵 Ningling		遂平 Suiping	
	关联度 Correlation degree	关联序 Relational sequence	关联度 Correlation degree	关联序 Relational sequence	关联度 Correlation degree	关联序 Relational sequence
单穗粒重 Grain weight per spike	0.748	1	0.734	1	0.793	1
百粒重 100-kernel weight	0.738	2	0.718	2	0.778	2
穗行数 Ear row number	0.727	3	0.712	3	0.751	3
出籽率 Seed producing rate	0.709	4	0.676	4	0.705	4
穗长 Ear length	0.706	5	0.665	5	0.673	5
穗位 Ear height	0.688	6	0.657	6	0.672	6
株高 Plant height	0.678	7	0.631	9	0.638	8
秃尖长 Bare top length	0.626	8	0.655	7	0.643	7
倒伏率 Lodging rate	0.568	9	0.637	8	0.591	9

### 3 结论与讨论

试验结果显示,在豫南地区 3 个试验点中对夏玉米产量贡献较大的均为单穗粒重、百粒重、穗行数、出籽率、穗长、穗位高共 6 个穗部相关性状,而株高、秃尖长、倒伏率 3 个性状在不同试验点对产量的影响各不相同。综合来看,在豫南地区穗部性状对夏玉米产量的贡献较大,从高到低依次为单穗粒重>百粒重>穗行数>出籽率>穗长>穗位高,株高、秃尖长、倒伏率等对产量的贡献可能因地区环境或品种的不同而有所差异。因此,在品种选育过程中要注意选择单穗粒重和百

粒重较高、穗行数较多的品种。

该试验中单穗粒重、百粒重、穗行数、出籽率、穗长对产量的贡献较大,而穗位高、株高、秃尖长、倒伏率对夏玉米产量的贡献较小。李清超等<sup>[7]</sup>研究表明,8 个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;王丽华等<sup>[8]</sup>的研究认为,主要农艺性状与产量的关联度由高到低依次为百粒重、穗长、行粒数、叶片数、雄穗分枝数、穗柄长度、穗粗、秃尖、穗位高、行粒数、株

(下转第 44 页)

2.4 不同品种(组合)哈密瓜品质比较 由表5可知,10个品种中“西州密二十五号”“华蜜0526”的品种肉质松脆、糖

度高、口感好。“424434”“新雪里红”肉质松脆,但边糖相对一般、口感较好。其他品种品质一般。

表5 不同哈密瓜品种(组合)品质比较

Table 5 Comparison of the quality of different Hami melon varieties (combinations)

编号 Code	品种(组 合)名称 Variety (combination) name	单果重 Weight per fruit kg	果实 Fruit		种腔 Cavity		皮厚 Peel thickness cm	肉厚 Flesh thickness cm	可溶性固形物含量 Soluble solid content/%	
			纵径 Vertical diameter cm	横径 Transverse diameter cm	纵径 Vertical diameter cm	横径 Transverse diameter cm			中部 Middle	边部 Edge
1	424434	1.62	19.03	12.97	13.90	6.33	0.57	2.87	14.73	7.60
2	482478	1.55	19.32	12.73	13.12	5.94	0.49	2.96	13.42	6.72
3	明月	1.19	14.17	12.80	8.50	4.23	0.70	3.27	16.37	7.10
4	KR1326	1.25	19.00	11.47	14.53	5.33	0.53	2.93	11.13	7.50
5	KR1327	1.49	18.93	12.50	13.97	6.03	0.60	2.73	10.93	6.67
6	KR1328	1.10	15.00	11.73	10.83	6.27	0.53	2.07	13.30	9.53
7	新雪里红	1.56	19.67	12.67	14.10	6.00	0.63	2.90	13.83	6.43
8	雪里红	1.64	19.85	13.00	14.10	5.75	0.55	3.00	13.15	6.45
9	华蜜0526	1.40	17.45	12.25	11.75	4.85	0.70	3.00	14.30	9.40
10	西州密二十五号	1.28	16.55	12.33	12.18	6.43	0.65	2.45	15.53	10.23

### 3 小结

供试的10个品种都具有各自的特点。其中“西州密二十五号”“华蜜0526”2个品种长势较好,成熟后肉质松脆、中心糖度和边糖都比较高,且香甜爽口、口味极佳、产量相对较高,均属优质高产品种,适合在上海地区春季种植。“新雪里红”品种虽然品质较好,但成熟期较长,可以进一步示范;“424434”组合品质较好,产量较高,可以小面积示范;“明月”外观漂亮、产量较高、品质较好,可以进一步示范。

### 参考文献

[1] 吴明珠,伊鸿平,冯炯鑫,等.哈密瓜南移东进生态育种与有机生态型无

土栽培技术研究[J].中国工程科学,2000,2(8):83-88.

[2] 伊鸿平,吴明珠,冯炯鑫,等.中国新疆哈密瓜资源与品种改良研究进展[J].园艺学报,2013,40(9):1779-1786.

[3] 童爱萍.秋季哈密瓜品种比较试验[J].现代农业科技,2009(9):15-16.

[4] 刘雪兰,曾雄,邓德江,等.北京地区引进哈密瓜品种比较试验[J].北京农业,2008(18):4-7.

[5] 解燕,陈菲,李伟,等.高陵哈密瓜品种引进比较试验[J].西北园艺,2014(5):48-50.

[6] 刘雪兰,宗静,张雪梅.北京地区厚皮甜瓜春季大棚栽培品种比较试验[J].中国瓜菜,2010,23(3):34-36.

[7] 褚金芳.哈密瓜品种秋季比较试验简报[J].上海农业科技,2010(5):88-89.

[8] 叶立华,顾掌根,李斌,等.浙江春季大棚厚皮甜瓜品种比较试验[J].长江蔬菜,2012(24):30-32.

(上接第33页)

高;这些研究均表明穗部性状对玉米产量的贡献较大,穗位高、株高等其他农艺性状对玉米产量的贡献较小,与该试验研究结果相符。伊丽侠等<sup>[9]</sup>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;孙峰成等<sup>[10]</sup>指出与产量密切相关的农艺性状有出籽率、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;周得宝等<sup>[11]</sup>认为淮北市夏玉米产量与各农艺性状的灰色关联度由大到小依次为秃尖长、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。该试验研究结果与以上结论有所差异,这可能是由试验品种、试验区域以及当年气象条件的差异引起的,具体原因还有待进一步考证。

### 参考文献

[1] 邓聚龙.灰色系统与农业[J].山西农业科学,1985(5):34-37.

[2] 郭瑞林.作物灰色育种学[M].北京:中国农业科技出版社,1995.

[3] 康忠宝,钱家崇.灰色系统理论关联分析方法在农作物品种试验上的应用[J].种子世界,1999(1):18-20.

[4] 刘录祥,孙其信,王士芸.灰色系统理论应用于作物新品种综合评估初探[J].中国农业科学,1989,22(3):22-27.

[5] 王士强,胡银岗,余奎军,等.小麦抗旱相关农艺性状和生理生化性状的灰色关联度分析[J].中国农业科学,2007,40(11):2452-2459.

[6] 汪宝卿,张礼凤,慈敦伟,等.黄淮海地区夏大豆农艺性状与产量的相关性及其灰色关联度分析[J].山东农业科学,2010(3):20-25.

[7] 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.

[8] 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.

[9] 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):30-34.

[10] 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.

[11] 周得宝,王娟,王五洲,等.夏玉米品系(种)的产量比较及主要农艺性状的关联度分析[J].安徽农业科学,2017,45(26):48-51,78.

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”。