

黑龙江西部半干旱地区玉米产量与农艺性状灰色关联度分析

周长军

(黑龙江省农业科学院大庆分院,大庆 163316)

摘要:利用灰色关联度分析方法,对黑龙江省西部半干旱地区 13 个玉米品种的 12 个农艺性状与产量进行了分析与评价。结果表明:出籽率($r=0.7389$)与产量的关联度最大,其次是单穗粒重($r=0.7199$)和行粒数($r=0.7092$);关联度最小的是穗位高($r=0.598$);其他农艺性状与产量的关联度都介于 0.6~0.7 之间。说明出籽率、单穗粒重、行粒数对产量的影响最大;穗位高与产量的关系最远,相对于其他性状对玉米产量的影响最小。

关键词:产量;农艺性状;灰色关联度

玉米杂交种的产量是由微效多基因控制的数量性状^[1],在实际生产中,受到品种、土壤条件、气候和栽培方式等多种因素影响。在玉米的育种数据分析中,大部分研究使用回归分析、方差分析、主成分分析等,这些方法大都存在要求大样本量、样本要有较好的分布规律、计算工作量大、可能出现量化结果与定性分析结果不符等缺点^[2]。而灰色关联分析

计算简单,不需要数据服从一定的概率分布,数据有无规律均可,不会出现量化结果与定性分析不相符的现象,具有良好的稳定性^[3]。因此灰色关联度分析在玉米新品种筛选、区域试验和农艺性状相关性分析中得到越来越多的重视和应用^[4-6]。黑龙江省是全国粮食主产区,而黑龙江省西部又是黑龙江省玉米的主要产区。本文分析了 2019 年黑龙江省东

量表现尚可,但其脱水速率偏慢,收获时籽粒含水量偏高,导致机械收获时机械损失也偏高,一些籽粒由于含有较多水分而被打碎,不利于籽粒收获。瑞福尔 1 号虽然在 2015 年和 2016 年的产量都比较高,但是在 2017 年却大幅减产,主要原因是该品种易感北方炭疽病,连续 3 年在田间的自然发病级别达到 5 级,严重的叶部病害直接影响了产量,在北方炭疽病大爆发的年份,一旦种植该品种,会造成较大的损失。中农玉 6 号的熟期偏晚,吐丝期比德美亚 1 号晚 10d,因此该品种不适合本地区种植。

综合各项调查及测产数据,德美亚 1 号连续 4 年测产数据均最高,可见其产量的稳定性好,其他相关性状也比较稳定;熟期较早的有鑫科玉 1 号和克玉 16 两个品种,吐丝期均比德美亚 1 号早 5d;法尔利 1010 和院军 1 号的熟期与德美亚 1 号相当,并且产量也较高,建议将法尔利 1010 的种植密度由 8 万

株/hm²增加至 9 万株/hm²继续试验,一些品种可能会因为年季间的气候有差异,表现出一定的差异,因此仍需多年试验来验证,为高纬寒地筛选出高产、稳产、抗病、优质、早熟的玉米杂交种,指导当地农业生产。

参考文献

- [1] 陈海军. 黑龙江省北部玉米品种的综合性状评价. 中国种业, 2014 (3): 44-46
- [2] 张崎峰. 黑龙江省第四积温带玉米品种适应性鉴定. 中国种业, 2018 (3): 49-53
- [3] 张崎峰, 巩双印, 李金良, 陈海军, 陈凤芝, 张作锋, 蔡鑫鑫. 高纬寒地早熟玉米品种耐密性鉴定试验. 黑龙江农业科学, 2013 (6): 5-7
- [4] 李金良. 黑河地区玉米生产现状及育种对策. 黑龙江农业科学, 2012 (12): 137-139

(收稿日期: 2020-01-07)

华北中熟春玉米组联合体区试数据,数据对 13 个品种的 12 个农艺性状与玉米产量进行了关联度分析、排序,进而在育种工作中把握主要性状,使选育工作更加有的放矢,为该地区的玉米育种选择提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试玉米品种来源于 2019 年黑龙江省东华北中熟春玉米组 2 区联合体区试的参试组合,品种为 FH16、AH691、HYD9、AYH158、FH17、XY510、XY195、XY58、JA021、GYS602、JD627、XX11 及对照品种先玉 696,共计 13 个品种。

1.2 试验设计 试验于 2019 年在黑龙江省安达市良种场试验基地进行,基地海拔 150m,前茬为玉米秋起茬,土壤为黑钙土,地势平坦、土壤肥力中等。试验采取随机区组设计,重复 3 次,小区种植面积 20m²,行长 6m,5 行区,行距 0.67m。为确保出苗,播种时每穴 3 粒,等行株距种植。保苗密度 4500 株/667m²,四周设 4 行保护行。大田常规管理。

1.3 试验方法 试验调查参照《玉米种质资源描述规范和数据标准》^[7]:在玉米植株生长期,分别适时在田间调查记载生育日数、株高、穗位高、大斑病;玉米植株成熟后在每小区取连续 10 个正常生长果穗,自然风干后,对穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率、单穗粒重等性状考种并记录;收获时,收取中间 3 行,按照水分含量(14%)折算每 hm² 产量。

1.4 数据分析方法 按照邓聚龙^[8]灰色系统理论,将 12 个玉米农艺性状视为一个灰色系统,每一个性状指标看作灰色系统中的一个因素,即玉米产量为参考数列 X_0 ,其余 12 个性状为:生育日数 X_1 、株高 X_2 、穗位高 X_3 、大斑病 X_4 、穗长 X_5 、穗粗 X_6 、秃尖长 X_7 、穗行数 X_8 、行粒数 X_9 、百粒重 X_{10} 、出籽率 X_{11} 、单穗粒重 X_{12} 。

2 结果与分析

2.1 玉米产量的方差分析 13 个玉米品种的产量变幅在 8935.5~11319.0kg/hm² 之间,产量变化明显,其中产量最高的为 GYS602,最低的为 JA021,对照先玉 696 产量排第 10 位。排名前 9 位品种的产量与对照先玉 696 存在极显著差异(表 1),排名前 7 位的品种之间产量不存在显著差异。

表 1 方差分析表

品种	平均产量 (kg/hm ²)	5% 显著水平	1% 极显著水平	位次
GYS602	11319.0	a	A	1
XX11	11161.5	a	AB	2
JD627	10872.0	ab	ABC	3
AYH158	10725.0	ab	ABC	4
XY510	10666.5	abc	ABC	5
XY58	10510.5	abcd	ABC	6
HYD9	9915.0	abcde	ABC	7
AH691	9519.0	bcde	ABC	8
FH16	9471.0	bcde	ABC	9
先玉 696 (CK)	9220.5	cde	BC	10
XY195	9184.5	cde	BC	11
FH17	9090.0	de	C	12
JA021	8935.5	e	C	13

2.2 标准化处理数据 将参试玉米品种各农艺性状原始数据(表 2)进行标准化处理。由于各个性状的量纲不一致,无法进行比较,因此用标准差法对数据进行无量纲化处理,得到标准化处理结果。即用某一品种的某一性状的原始数据减去该性状的平均值,然后再除以该性状的标准差得到的结果就是标准化处理结果(表 3)。根据标准化处理结果,进一步求出产量与 12 个农艺性状的绝对差值(表 4),公式为: $\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)|$, $X_0(k)$ 为产量的标准化值, $X_i(k)$ 为各个农艺性状的标准化值。

灰色关联系数公式:

$$\zeta_i(k) = \frac{\min \min |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max \max |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max \max |X_0(k) - X_i(k)|}$$

式中, ρ 为分辨系数,取 0.5,可计算出各个农艺性状与产量的关联系数。本试验中, $\max \max |X_0(k) - X_i(k)| = 3.2146$, $|X_0(k) - X_i(k)| = 0.0097$,由关联度公式 $r_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^n \zeta_i(k)$ 得到该农艺性状与产量的关联度。

2.3 产量与各农艺性状的关联度 由表 5 可见,同一玉米品种不同农艺性状间的关联系数不同,同一农艺性状在不同品种之间的关联系数也不同。按照关联分析原则,农艺性状关联度大的数列与产量数列最为密切,关联度小的数列与产量数列关系较远。从表 6 中可以看出产量与 12 个农艺性状的关联度从大到小排列为:出籽率 > 单穗粒重 > 行粒数 > 百粒重 > 穗行数 > 秃尖长 > 株高 > 穗粗 > 穗长 > 大斑病 > 生育日数 > 穗位高。

表2 参试玉米品种的农艺性状

品种	生育日数 (d)	株高 (cm)	穗位高 (cm)	大斑病 (级)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	秃尖长 (cm)	穗行数	行粒数	百粒重 (g)	出籽率 (%)	单穗粒重 (g)	产量 (kg/hm ²)
GYS602	136	315	121	5	18.7	5.0	1.9	15.3	37.3	34.19	77.6	202.5	11319.0
XX11	137	264	102	3	21.9	5.1	2.6	15.8	39.1	41.26	79.8	208.9	11161.5
JD627	132	276	94	3	18.1	5.0	1.4	14.8	35.2	41.98	78.2	202.6	10872.0
AYH158	139	255	88	3	18.8	5.2	1.1	14.9	36.9	39.70	79.1	215.2	10725.0
XY510	134	261	100	5	20.6	4.9	2.1	14.6	38.1	40.85	78.2	198.8	10666.5
XY58	133	305	116	3	18.3	5.4	2.6	15.8	36.7	47.55	75.1	186.8	10510.5
HYD9	139	288	124	3	20.0	5.1	2.3	15.4	36.4	38.80	75.4	209.3	9915.0
AH691	138	277	104	3	19.1	5.3	3.0	15.2	31.5	45.30	76.2	199.5	9519.0
FH16	138	295	122	5	19.4	5.4	2.9	16.8	32.3	39.80	75.8	193.8	9471.0
先玉 696(CK)	136	327	146	3	20.3	5.1	1.4	14.8	37.6	37.90	76.7	189.0	9220.5
XY195	130	275	112	5	18.8	4.8	1.5	15.2	35.6	34.36	76.5	177.5	9184.5
FH17	139	283	124	5	19.9	5.0	1.8	15.1	37.3	41.20	76.6	189.6	9090.0
JA021	128	252	94	5	18.4	4.6	1.7	14.6	33.8	34.55	76.6	174.9	8935.5

表3 无量纲化数据

品种	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_0
GYS602	0.1903	1.4112	0.5966	1.0377	-0.6481	-0.3027	-0.2000	0.0759	0.5834	-1.3978	0.378	0.5305	1.4868
XX11	0.4653	-0.8059	-0.573	-0.8895	2.2824	0.1345	0.9376	0.8987	1.3818	0.3628	1.9224	1.0553	1.3030
JD627	-0.9094	-0.2843	-1.0654	-0.8895	-1.1975	-0.3027	-1.0126	-0.7468	-0.3480	0.5421	0.7992	0.5387	0.9650
AYH158	1.0151	-1.1972	-1.4348	-0.8895	-0.5565	0.5718	-1.5002	-0.5822	0.4060	-0.0257	1.4310	1.5718	0.7934
XY510	-0.3595	-0.9364	-0.6961	1.0377	1.0919	-0.7399	0.1250	-1.0758	0.9383	0.2607	0.7992	0.2271	0.7251
XY58	-0.6344	0.9765	0.2888	-0.8895	-1.0144	1.4462	0.9376	0.8987	0.3173	1.9292	-1.3770	-0.7569	0.5430
HYD9	1.0151	0.2374	0.7813	-0.8895	0.5424	0.1345	0.4501	0.2405	0.1842	-0.2498	-1.1664	1.0881	-0.1522
AH691	0.7402	-0.2408	-0.4498	-0.8895	-0.2818	1.0090	1.5877	-0.0886	-1.9891	1.3689	-0.6242	0.2845	-0.6145
FH16	0.7402	0.5418	0.6582	1.0377	-0.0070	1.4462	1.4252	2.5441	-1.6343	-0.0008	-0.8856	-0.1829	-0.6705
先玉 696(CK)	0.1903	1.9329	2.1356	-0.8895	0.8171	0.1345	-1.0126	-0.7468	0.7165	-0.4739	-0.2538	-0.5765	-0.9630
XY195	-1.4592	-0.3277	0.0426	1.0377	-0.5565	-1.1772	-0.8501	-0.0886	-0.1706	-1.3555	-0.3942	-1.5195	-1.0050
FH17	1.0151	0.0201	0.7813	1.0377	0.4508	-0.3027	-0.3626	-0.2531	0.5834	0.3479	-0.3240	-0.5273	-1.1153
JA021	-2.0090	-1.3276	-1.0654	1.0377	-0.9228	-2.0517	-0.5251	-1.0758	-0.9690	-1.3081	-0.3240	-1.7327	-1.2957

表4 产量标准化值与农艺性状标准化值的绝对差值

品种	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	Δ_5	Δ_6	Δ_7	Δ_8	Δ_9	Δ_{10}	Δ_{11}	Δ_{12}
GYS602	1.2965	0.0756	0.8902	0.4491	2.1349	1.7895	1.6868	1.4109	0.9034	2.8846	1.1088	0.9563
XX11	0.8377	2.1089	1.8760	2.1925	0.9794	1.1685	0.3654	0.4043	0.0788	0.9402	0.6194	0.2477
JD627	1.8744	1.2493	2.0304	1.8545	2.1626	1.2677	1.9776	1.7118	1.3130	0.4229	0.1658	0.4263
AYH158	0.2217	1.9906	2.2282	1.6829	1.3499	0.2216	2.2936	1.3756	0.3874	0.8191	0.6376	0.7784
XY510	1.0846	1.6615	1.4212	0.3126	0.3668	1.465	0.6001	1.8009	0.2132	0.4644	0.0741	0.4980
XY58	1.1774	0.4355	0.2542	1.4325	1.5574	0.9032	0.3946	0.3557	0.2257	1.3862	1.9200	1.2999
HYD9	1.1673	0.3896	0.9335	0.7373	0.6946	0.2867	0.6023	0.3927	0.3364	0.0976	1.0142	1.2403
AH691	1.3547	0.3737	0.1647	0.2750	0.3327	1.6235	2.2022	0.5259	1.3746	1.9834	0.0097	0.8990
FH16	1.4107	1.2123	1.3287	1.7082	0.6635	2.1167	2.0957	3.2146	0.9638	0.6697	0.2151	0.4876
先玉 696(CK)	1.1533	2.8959	3.0986	0.0735	1.7801	1.0975	0.0496	0.2162	1.6795	0.4891	0.7092	0.3865
XY195	0.4542	0.6773	1.0476	2.0427	0.4485	0.1722	0.1549	0.9164	0.8344	0.3505	0.6108	0.5145
FH17	2.1304	1.1354	1.8966	2.1530	1.5661	0.8126	0.7527	0.8622	1.6987	1.4632	0.7913	0.5880
JA021	0.7133	0.0319	0.2303	2.3334	0.3729	0.756	0.7706	0.2199	0.3267	0.0124	0.9717	0.4370

表5 玉米产量与主要农艺性状的关联系数

品种	ζ_1	ζ_2	ζ_3	ζ_4	ζ_5	ζ_6	ζ_7	ζ_8	ζ_9	ζ_{10}	ζ_{11}	ζ_{12}
GYS602	0.5568	0.9608	0.6474	0.7863	0.4321	0.4760	0.4909	0.5357	0.6440	0.3600	0.5953	0.6038
XX11	0.6613	0.4351	0.4642	0.4255	0.6251	0.5825	0.8197	0.8038	0.9590	0.6347	0.7262	0.8717
JD627	0.4644	0.5660	0.4445	0.4671	0.4289	0.5624	0.4511	0.4872	0.5537	0.7965	0.9119	0.7951
AYH158	0.8841	0.4494	0.4216	0.4915	0.5468	0.8841	0.4145	0.5421	0.8106	0.6664	0.7203	0.6778
XY510	0.6007	0.4947	0.5339	0.8422	0.8191	0.5263	0.7325	0.4744	0.8882	0.7805	0.9617	0.7680
XY58	0.5807	0.7916	0.8687	0.5319	0.5109	0.6441	0.8077	0.8237	0.8822	0.5402	0.4584	0.5562
HYD9	0.5828	0.8097	0.6364	0.6897	0.7025	0.8537	0.7318	0.8085	0.8319	0.9484	0.6168	0.5678
AH691	0.5459	0.8162	0.9125	0.8590	0.8335	0.5005	0.4245	0.7580	0.5423	0.4503	1.0000	0.6452
FH16	0.5358	0.5735	0.5507	0.4877	0.7121	0.4342	0.4367	0.3353	0.6289	0.7101	0.8873	0.7719
先玉 696 (CK)	0.5857	0.3590	0.3436	0.9620	0.4774	0.5978	0.9759	0.8868	0.4920	0.7713	0.6980	0.8110
XY195	0.7844	0.7078	0.6091	0.4430	0.7168	0.9087	0.9176	0.6407	0.6622	0.8259	0.7290	0.7621
FH17	0.4326	0.5896	0.4615	0.4300	0.5095	0.6682	0.6852	0.6548	0.4891	0.5266	0.6741	0.7366
JA021	0.6968	0.9865	0.8800	0.4103	0.8166	0.6842	0.6800	0.8850	0.8361	0.9983	0.6270	0.7910

表6 各性状与产量关联度及排序

品种	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
关联度	0.6086	0.6569	0.598	0.602	0.6255	0.6402	0.6591	0.6643	0.7092	0.693	0.7389	0.7199
排名	10	7	12	11	9	8	6	5	3	4	1	2

本试验中出籽率($\gamma=0.7389$)与产量的关联度最大,其次是单穗粒重($\gamma=0.7199$)和行粒数($\gamma=0.7092$),关联度都超过0.7;关联度最小的是穗位高($\gamma=0.5980$);其他农艺性状与产量的关联度均介于0.6~0.7之间。由此可以推测出籽率、单穗粒重、行粒数对产量的影响最大,穗位高与产量的关系最远,相对于其他性状对玉米产量的影响最小。

3 讨论

灰色关联分析是对一个发展变化系统进行动态量化比较的一种分析方法,在这个变化的系统中,某一性状对玉米产量影响的主要地位也是变化的,因此由于土壤条件、气候因素、栽培方式的不同得到的结果也不尽相同。税红霞等^[9]研究认为株高、百粒重、穗粗、穗位高、行粒数对玉米产量的影响较大;李春霞等^[10]研究发现生育期与产量的关联度最大;唐海涛等^[11]、韩学坤等^[12]、连晓荣等^[13]的试验结果表明,与玉米杂交种产量相关的性状是单穗粒重。安治良^[14]研究认为单穗粒重、百粒重、穗行数、出籽率、穗长对产量的影响较大。由此可以看出,不同地点、不同时间、不同环境和不同品种都可能造成产量的主导因素改变。

本研究认为出籽率与产量的关联度最大,其次是单穗粒重和行粒数,关联度最小的是穗位高,这与前人研究结果大致相同。因此在黑龙江省西部半干旱地区育种过程中,想要培育出产量高的玉米品种,需加强对出籽率、单穗粒重、行粒数的选择。

参考文献

- [1] 刘纪麟. 玉米育种学. 北京: 中国农业出版社, 2002
- [2] 冯绍宽. 灰色系统理论在农业科学中的应用及前景. 天津农业科学, 1990 (1): 36-39
- [3] 刘忠祥, 寇思荣, 何海军, 王晓娟, 周玉乾, 李志明, 杨彦忠. 玉米杂交组合产量与农艺性状的灰色关联度分析. 湖南农业科学, 2011 (17): 5-8
- [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. 中国农业科学, 1989, 22 (3): 22-27
- [5] 吴敏生, 戴景瑞. 灰色系统理论在玉米育种上的综合应用. 华北农学报, 1999, 14 (2): 30-35
- [6] 吴学忠, 潘国元, 邓培延, 王显立, 李建华. 黔西北山区旱坡地玉米主要性状研究. 杂粮作物, 2001, 21 (4): 8-10
- [7] 石云素. 玉米种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2006
- [8] 邓聚龙. 灰色系统与农业. 山西农业科学, 1985, 13 (5): 34-37
- [9] 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
- [10] 李春霞, 苏俊, 钟占贵, 龚士琛, 宋锡章, 张瑞英, 张坪. 玉米杂交种的产量与相关因素的灰色关联度分析. 玉米科学, 1996, 4 (1): 35-38
- [11] 唐海涛, 张彪, 林勇, 叶国成, 陈宛. 玉米杂交种主要农艺性状的灰色关联度分析. 西南农业学报, 2007, 20 (5): 912-916
- [12] 韩学坤, 薛国峰, 王会军, 张运锋, 陆秀春, 李昌元, 欧阳军, 罗仁斌, 樊应虎. 西南地区玉米产量与农艺性状的灰色关联度分析. 浙江农业科学, 2018, 59 (2): 212-214
- [13] 连晓荣, 陈苍. 高密植条件下玉米杂交种主要农艺性状与产量的灰色关联度分析. 甘肃农业科技, 2018 (3): 3-6
- [14] 安治良. 豫南地区夏玉米产量与农艺性状的灰色关联度分析. 安徽农业科学, 2018, 46 (24): 31-33, 44

(收稿日期: 2020-02-06)