

灰色理论在水稻育种中的应用

谭可菲, 刘传增, 马 波, 胡继芳, 赵富阳

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为了提高水稻育种效率,应用灰色关联度分析法对水稻品种的主要农艺性状和单株产量进行分析。结果表明:农艺性状对单株产量的关联度从高到低依次为单株有效穗数>每穗实粒数>结实率>千粒重>穗粒数>株高>穗长。对单株产量影响最大的是单株有效穗数和每穗实粒数,因此,在水稻高产育种中,应注重对单株有效穗数、每穗实粒数、结实率和千粒重的选择。

关键词:灰色关联度;水稻;育种;农艺性状

中图分类号:S511 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)07-0001-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.07.0001

水稻产量是由单位面积上的穗数、每穗粒数、成粒率和粒重 4 个基本因素构成。育种工作者通常采用相关分析、通径分析和回归分析等统计方法对产量及各主要的农艺性状进行分析、比较,力求找到各农艺性状对产量影响的主次关系,这些方法已被证明是行之有效的,但却有一定的局限性^[1]。

应用灰色关联度分析法,对一个发展变化系统进行发展态势的量化比较,通过对随机序列的累加生成,使序列表现出较强的规律性,从而探索灰色系统的规律性,能够使各性状得到合理的评价,以明确各性状对产量作用的大小^[2],既能克服以往只采用单一的产量性状对品种评价的不足,又能考虑多个性状的变化^[3]。本文运用灰色关联度对水稻 7 个主要的农艺性状如株高、穗长、单株有效穗数、每穗实粒数、穗粒数、结实率和千粒重进行了关联度分析,为育种工作中各个性状的选择提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

参试材料包括 7 份水稻品种,试验中以代号命名:775、797、731、734、780、706 和 700。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院基地试验田进行。该地区年积温 2 500~2 700℃,年降雨量 350~450 mm。土壤有机质含量为 27.8 g·kg⁻¹,全氮 1.22 g·kg⁻¹,碱

解氮 113 mg·kg⁻¹,速效磷 26 mg·kg⁻¹,速效钾 117.4 mg·kg⁻¹。

采用旱育稀植栽培技术,插秧密度为 30.0 cm×13.3 cm,试验采取随机区组设计,3 次重复。

1.2.2 测定性状 水稻成熟后,取面积 30 m²水稻单独收获,分别调查记载各参试品种的株高、穗长、穗粒数、实粒数、有效穗数、千粒重等性状,分别进行室内考种,测产。

1.2.3 统计分析 参照邓聚龙创立的灰色系统理论与方法^[4],把所有参试品种的农艺性状看成是一个灰色系统,设置单株产量为参考数列 X_0 ,株高 X_1 ,单株有效穗 X_2 ,穗长 X_3 ,穗粒数 X_4 ,每穗实粒数 X_5 ,结实率 X_6 ,千粒重 X_7 。各农艺性状的平均值列于表 1。

无量纲化处理采用标准差法。按公式: $X_i(K)=[X_i'(K)-X_i]/S_i$,将原始数据标准化式中 $X_i(K)$ 为无量纲化结果, $X_i'(K)$ 为原始数据, X_i 为同一性状平均值, S_i 为同一性状标准差。

参考序列与比较序列绝对差值的计算,根据表 2 中的无量纲化值计算产量与其它性状因子的绝对差值,其计算公式为: $\Delta_i(K)=|X_0(K)-X_i(K)|$ 。 $X_0(K)$ 和 $X_i(K)$ 分别为单株粒重和农艺性状的标准化值。

根据灰色系统理论和方法计算各农艺性状与单株粒重的关联系数和关联度。

关联系数按照公式:

$$\xi_{ij} = \frac{\min \Delta_{ij} + P \max \Delta_{ij}}{\Delta_{ij} + P \max \Delta_{ij}}$$

式中, ξ_{ij} 为关联系数; $\min \Delta_{ij}$ 为两极最小差; $\max \Delta_{ij}$ 为两极最大差; P 为分辨系数,取 0.5。

收稿日期:2015-02-26

第一作者简介:谭可菲(1984-),女,黑龙江省齐齐哈尔市人,硕士,助理研究员,从事水稻育种与栽培研究。E-mail:tkfhj@163.com。

表 1 水稻品种的农艺性状及产量的平均值

Table 1 Average of the agronomic traits and yield of rice varieties

材料 Test material	株高/cm Plant height	单株有效穗数 Effective spike per plant	穗长/cm Spike length	穗粒数 Grain number per spike	每穗实粒数 Filled grains number per spike	结实率/% Setting percentage	千粒重/g 1 000-grain weight	单株产量/g Yield per plant
775	88.5	13.8	16.7	68.7	62.4	90.8	27.2	23.4
797	89.0	10.5	15.6	97.3	87.7	90.1	27.9	25.7
731	87.0	14.8	14.9	69.6	64.0	91.9	26.3	24.9
734	83.8	12.3	16.3	79.6	71.6	89.9	26.4	23.2
780	84.3	12.5	16.6	87.4	71.1	81.3	27.4	24.4
706	83.0	13.8	17.8	80.0	73.0	91.3	25.5	25.7
700	82.5	15.7	14.4	71.1	64.8	91.1	27.2	27.7
平均值 Average	85.4429	13.3429	16.0429	79.1000	70.6571	89.4857	26.8429	25.0000
标准差 SD	2.6788	1.7310	1.3874	10.4634	9.6328	4.2928	1.6307	2.0557

2 结果与分析

2. 根据无量纲化的结果,利用公式计算出各个品种的产量与各性状的绝对差值见表 3。

将原始数据进行无量纲化处理,其结果见表

表 2 水稻品种的农艺性状及产量的标准化结果

Table 2 The standardized results of yield and agronomic traits

材料 Test material	株高 Plant height	单株有效穗数 Effective spike per plant	穗长 Spike length	穗粒数 Grain number per spike	每穗实粒数 Filled grains number per spike	结实率 Setting percentage	千粒重 1 000-grain weight	单株产量 Yield per plant
775	1.1412	0.2641	0.4736	-0.9939	-0.8572	0.3062	0.2190	-0.7783
797	1.3279	-1.6423	-0.3192	1.7394	1.7693	0.14310	0.6483	0.3405
731	0.5813	0.8418	-0.8237	-0.9079	-0.6911	0.5624	-0.3329	-0.0487
734	-0.6133	-0.6025	0.1854	0.0478	0.0979	0.0965	-0.2716	-0.8756
780	-0.4266	-0.4869	0.4016	0.7932	0.0460	-1.9069	0.3417	-0.2919
706	-0.9119	0.2641	1.2665	0.0860	0.2432	0.4226	-0.8235	0.3405
700	-1.0986	1.3617	-1.1841	-0.7646	-0.6080	0.3760	0.2190	1.3134

表 3 水稻品种的农艺性状与产量的绝对差值

Table 3 The absolute dispersion of yield and agronomic traits

材料 Test material	株高 Plant height	单株有效穗数 Effective spike per plant	穗长 Spike length	穗粒数 Grain number per spike	每穗实粒数 Filledl grains number per spike	结实率 Setting percentage	千粒重 1 000-grain weight
775	1.9196	1.0424	1.2520	0.2156	0.0789	1.0845	0.9973
797	0.9874	1.9828	0.6597	1.3989	1.4287	0.1974	0.3078
731	0.6299	0.8904	0.7751	0.8593	0.6424	0.6111	0.2843
734	0.2623	0.2732	1.0610	0.9234	0.9735	0.9721	0.6040
780	0.1348	0.1951	0.6934	1.0851	0.3378	1.6150	0.6335
706	1.2524	0.0764	0.9260	0.2545	0.0973	0.0821	1.1640
700	2.4120	0.0483	2.4976	2.0780	1.9214	0.9374	1.0944

从表 3 的绝对差值表中找到最大值为 2.497 6,找到最小值为 0.076 4,利用公式进一步

的求出各性状与产量之间的关联系数及关联度(见表 4)。

表 4 水稻品种的农艺性状与产量的关联度分析

Table 4 Relational coefficient analysis on agronomic traits with yield

材料 Test material	株高 Plant height	单株有效穗数 Effective spike per plant	穗长 Spike length	穗粒数 Grain number per spike	每穗实粒数 Filled grains number per spike	结实率 Setting percentage	千粒重 1000-grain weight
775	0.4183	0.5784	0.5299	0.9049	0.9981	0.5680	0.5900
797	0.5926	0.4101	0.6944	0.5005	0.4950	0.9163	0.8513
731	0.7054	0.6195	0.6548	0.6286	0.7007	0.7125	0.8644
734	0.8770	0.8707	0.5737	0.6101	0.5963	0.5967	0.7152
780	0.9578	0.9178	0.6823	0.5678	0.8352	0.4627	0.7040
706	0.5298	1.0000	0.6093	0.8815	0.9845	0.9957	0.5492
700	0.3620	1.0217	0.3537	0.3983	0.4180	0.6062	0.5656
关联度 Correlation degree	0.6347	0.7740	0.5855	0.6417	0.7183	0.6940	0.6914
排序 Order	6	1	7	5	2	3	4

由表 4 可以看出,各农艺性状对单株产量的关联度从高到低依次为单株有效穗数>每穗实粒数>结实率>千粒重>穗粒数>株高>穗长。根据关联度分析的原理可知,关联度大的数列与参考数列的关系密切,而关联度小的数列则与参考数列关系疏远。因此,水稻农艺性状中产量对单株影响大小顺序依次为单株有效穗数>每穗实粒数>结实率>千粒重>穗粒数>株高>穗长。

3 结论与讨论

运用灰色关联度评价影响单株产量的因素是可行的,各因素对单株产量的关联度大小排序即为农艺性状对单株产量的影响大小,其关联度从高到低依次排序为单株有效穗数>每穗实粒数>结实率>千粒重>穗粒数>株高>穗长。根据关联度分析的原理可知,关联度大的数列与参考数列的关系密切,而关系度小的数列则与参考数列关系疏远。因此,水稻农艺性状中对单株产量影响大小顺序依次为单株有效穗数>每穗实粒数>结实率>千粒重>穗粒数>株高>穗长。因此,在育种工作中进行田间选择时,应尽量选择单株

有效穗多,结实率大,千粒重高的单株。

本研究结果表明,单株有效穗数、每穗实粒数、结实率、千粒重对水稻的关联度相对较大,即这几个农艺性状对产量构成的影响较大。然而,各农艺性状与产量的相关性易受外界环境、气候、栽培条件以及品种特性等多方面的影响,因此,在运用灰色关联度分析农艺性状对产量的影响时,这些主要的农艺性状的排序会发生一定的变化。因此,在水稻育种的实践工作中,既要考虑各种外界因素的限制影响性,还要考虑各个性状的统一协调发展,可以针对某一特定的农艺性状改进栽培措施,从而最大限度地发挥水稻自身的增产作用。

参考文献:

[1] 曹雄,张小虎,任小俊. 灰色理论系统在绿豆抗旱育种中的应用[J]. 国外农学-杂粮作物,1999,19(3):19-21.

[2] 王晓林,甄志高,段莹. 运用灰色系统理论对花生农艺性状重要性的评价[J]. 中国农学通报,2005,3(21):316-318.

[3] 张亚芝. 小豆产量与主要产量性状关系的研究[J]. 干旱地区农业研究,2004,22(1):94-96.

[4] 邓聚龙. 灰色系统与农业[J]. 山西农业科学,1985(6):29-33.

Branch Application About Grey Theory in Rice Breeding

TAN Ke-fei,LIU Chuan-zeng,MA Bo,HU Ji-fang,ZHAO Fu-yang

(Qiqihar Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar, Heilongjiang 161006)

Abstract: In order to improve the efficiency of rice breeding, the relationship between yield and main agronomic traits were analyzed by the method of grey correlative degree theory. The results showed that the correlation of main agronomic characters to yield per plant was effective spike per plant>grain number per spike > setting percentage>1 000-grain weight>the number of grains per spike>plant height>spike length. So in high-yield breeding, must pay more attention to the select of effective spike per plant, grain number per spike, setting percentage and 1000-grain weight.

Keywords: grey correlation degree; rice; breeding; agronomic characters