

蔡为铭. 应用灰色关联度分析法综合评价几个再生稻品种 [J]. 福建农业学报, 2012, 27 (4): 324-328.

CAI W-M. Evaluation of Ratoon Rice Varieties by Grey Incidence Analysis [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2012, 27 (4): 324-328.

## 应用灰色关联度分析法综合评价几个再生稻品种

蔡为铭

(福建省尤溪县良种生化研究所, 福建 尤溪 365116)

**摘 要:** 种植再生稻可以省工、省种、省肥, 获得较高的经济效益, 为进一步鉴定筛选优良的再生稻新品种, 应用灰色关联度分析法, 对 11 个再生稻品种头季稻及再生季稻的产量和主要经济性状进行关联分析。结果表明, II 优航 1 号的等权关联度和加权关联度均最大, 是目前最理想的再生稻品种; 其次是天优 3301 和 II 优明 86; II 优 1273、谷优明占和天优 673 这 3 个品种的加权关联度也较大, 均超过对照品种汕优 63, 也适宜做再生稻种植; 江优明 62 与两优航 2 号的关联度较小, 说明与目标品种相差甚远, 不是理想的再生稻品种。

**关键词:** 再生稻; 灰色关联度分析; 综合评价

**中图分类号:** S 511

**文献标识码:** A

### Evaluation of Ratoon Rice Varieties by Grey Incidence Analysis

CAI Wei-ming

(Youxi Biochemistry Research Institute, Youxi, Fujian 365116, China)

**Abstract:** Planting ratoon rice can save on labor, fertilizer and seeds resulting in a financial gain for the farmers. In this study, the yield and major economic characteristics of 11 ratoon rice varieties were evaluated using the grey incidence analysis. The results showed that II-Youhang 1 had the highest equal weighed incidence degree (EWID) as well as the weighed incidence degree (WID), and was considered the most desirable variety for rice ratooning among all. Two other varieties selected were Tianyou 3301 and II Youming 86 in that order. The varieties, II You 1273, Guyoumingzhan and Tianyou 673, had higher WIDs than the control (Shanyou 63). They could be used for ratooning as well. On the other hand, the WIDs of Jyouming 62 and Liangyouhang 2 were low, and therefore not recommended for the purpose.

**Key words:** Ratoon rice; grey incidence analysis; comprehensive evaluation

我国南方稻区再生稻较大规模发展始于 20 世纪 90 年代, 主要依赖于一批产量高、再生力强的杂交稻新品种的选育和大规模推广。在当前粮食结构调整中, 发展再生稻生产对综合解决粮食生产问题意义重大, 福建省尤溪县位于闽中, 近年来, 由于当地政府部门的重视与扶持, 在农技推广部门的积极引导和技术指导下, 当地农民已充分认识种植再生稻的重要意义。该县有海拔 600 m 以下稻田 1.44 万  $\text{hm}^2$ , 这类稻田均适宜种植再生稻<sup>[1]</sup>。推广再生稻的关键是选择高产、抗病、再生力强的优良品种, 优良的再生稻品种必须具有头季产量高和再生力强的“双高”特性<sup>[2]</sup>。已有研究表明, 头季

稻超高产的构成特点与单、双季稻超高产结构相似, 再生稻的产量与再生穗数的关系最密切<sup>[3]</sup>, 这些结果主要是通过相关和通径分析等传统统计方法得来的, 由于存在环境和抽样误差等因素的干扰, 有些统计结果并不十分准确, 况且计算过程也较繁杂。灰色关联度分析法是近年兴起的一种简便有效的分析方法, 尤其是在对作物品种的综合评判上得到广泛应用<sup>[4-6]</sup>, 但应用该方法对再生稻品种进行综合评价, 还鲜见报道。本研究采用这一方法对近年选育的 11 个再生稻新品种进行比较试验, 对试验结果进行综合评价, 旨在为生产上选择适宜的再生稻品种提供参考。

收稿日期: 2011-08-03 初稿; 2012-02-28 修改稿

作者简介: 蔡为铭 (1965-), 男, 高级农艺师, 主要从事水稻新品种繁育研究

基金项目: 福建省财政支持农业技术推广示范项目 (闽财 [农] 指 [2009] 188 号)

1 材料和方法

1.1 试验材料

本试验引进的再生稻品种为福建省农业科学院水稻研究所和三明市农业科学研究所选育并已审定的杂交中粳类型组合（表 1），以汕优 63 为对照品

种。

1.2 试验设计

试验采用随机区组设计，3 次重复，11 个品种共 33 个小区，每小区 6.67 m<sup>2</sup>，分别于头季稻和再生稻成熟时取样考种，并进行小区实割测产。

表 1 试验品种与目标品种各性状指标的平均值  
Table 1 Mean values on characteristics of tested and target varieties

品 种	头季稻					再生稻				
	有效穗/ (万·hm <sup>-2</sup> )	穗总 粒数	结实率 /%	千粒重 /g	产量/ (t·hm <sup>-2</sup> )	有效穗/ (万·hm <sup>-2</sup> )	穗总 粒数	结实率 /%	千粒重 /g	产量/ (t·hm <sup>-2</sup> )
目标品种	253.5	173.5	94.0	29.5	10.218	430.0	75.0	93.5	27.5	6.300
天优 673	240.2	165.5	87.6	29.1	8.789	425.5	69.5	90.2	27.3	5.014
两优航 2 号	241.5	158.9	86.5	28.0	7.686	420.2	60.1	85.6	26.2	4.617
天优 3301	251.8	163.2	85.2	28.8	9.135	426.3	72.5	89.3	26.5	5.312
泰优 3301	252.3	159.1	88.4	28.1	8.578	421.6	65.3	86.5	26.2	4.716
Ⅱ 优明 86	238.1	170.5	93.2	28.7	8.786	423.8	75.6	91.8	26.8	5.463
Ⅱ 优 1273	238.4	168.6	89.1	28.8	8.898	428.1	70.8	92.4	26.9	5.391
赣优明占	240.9	167.3	88.9	28.5	8.643	419.5	68.4	86.7	26.5	4.865
谷优明占	245.6	158.7	91.7	28.3	8.923	426.4	63.7	90.1	26.3	5.027
江优明 62	253.5	160.6	86.1	28.0	8.354	420.7	65.2	85.8	26.0	4.263
汕优 63	248.6	156.5	89.0	28.5	7.768	421.9	60.4	89.0	26.5	4.588
Ⅱ 优航 1 号	236.3	172.6	93.5	29.2	10.137	429.5	73.9	93.5	27.1	6.209

1.3 试验概况

试验在福建省尤溪县梅仙镇下堡村水稻新品种试验基地进行，海拔 150 m，试验田土壤类型为灰底砂壤土，肥力均匀，耕层土壤化验结果：pH 值 5.18，有机质 3.26%，全 N 1.40 g·kg<sup>-1</sup>，水解性 N 145 mg·kg<sup>-1</sup>，全 P 0.45 g·kg<sup>-1</sup>，有效 P 29 mg·kg<sup>-1</sup>，速效 K 171 mg·kg<sup>-1</sup>，缓效 K 78 mg·kg<sup>-1</sup>。育秧方式采用湿润育秧，3 月 8 日播种，4 月 9 日插秧，单本插植，氮肥选用尿素，磷肥选用过磷酸钙，钾肥选用氯化钾；氮肥的 40% 作基肥，50% 作分蘖肥，10% 于进入幼穗分化期施用，磷肥全部作基肥施用，钾肥的 50% 作基肥施用，30% 作分蘖肥施用，20% 作穗肥施用。试验过

程防治 2 次病虫害。

1.4 数据分析

试验于头季稻和再生季稻成熟时，按小区分别收割测产，收获前每小区连续选取 5 丛，进行取样考种，考查的主要性状为平均有效穗数、穗着粒数、结实率和千粒重。试验结果见表 1，所有数据应用灰色关联度分析法进行分析<sup>[7]</sup>，将所有参试品种视为 1 个灰色系统，各品种为系统中 1 个因素；以“目标品种”各项性状指标构成数列为参考数列  $x_0$ ，以供试品种各项性状指标构成的数列作为比较数列  $x_i$  ( $i=1, 2, \dots, 10$ )，进行量化后比较，由两者相似程度来判断关联程度 ( $R_i$ )。关联度的计算方法如下：

关联系数：
$$\zeta_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

等权关联度：
$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_i(k)$$

加权关联度：
$$r_i' = \sum_{k=1}^n w_k \zeta_i(k)$$

式中  $\zeta_i(k)$  为  $x_0$  到  $x_i$  在第  $k$  个指标上关联系数,  $\min_i |x_0(k) - x_i(k)|$  为二级最小差,  $\max_i |x_0(k) - x_i(k)|$  为二级最大差,  $\rho$  为分辨系数, 通常取 0.5;  $r_i$  为试验品种与目标品种的等权关联度,  $r_i'$  为试验品种与目标品种的加权关联度,  $w_k$  为各性状指标关联系数的权重,  $n$  为考查的性状个数, 本试验  $n=10$ 。

2 结果与分析

2.1 目标品种性状指标的确定

根据参试品种各性状指标以及生产应用再生稻品种的实际表现, 确定目标品种的相关性状指标。

2.2 数据的无量纲化处理

由于各性状量纲不一致, 故需在分析之前将原

始数据进行无量纲化处理, 常用的方法有初值化和均值化等, 本试验分析采用初值化, 即  $x_0$  数列 (目标品种) 分别去除试验数列 (试验新品种数列), 这样即得到一个无量纲化处理数据数列 (表 2)。

2.3 参试品种与目标品种的关联系数

首先求出  $x_0$  数列与  $x_i$  数列在第  $k$  点的绝对差值  $\triangle_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)| (i=1, 2, 3 \cdots 11, k=1, 2, 3 \cdots 10)$ , 将结果列于表 3, 从表 3 可知  $\min_i |x_0(k) - x_i(k)| = 0.000\ 0$ ,  $\max_i |x_0(k) - x_i(k)| = 0.323\ 3$ ,  $\rho = 0.5$ , 按 1.3 的关联系数与关联度计算方法, 即可求得参试品种与目标品种各性状的关联系数  $\zeta_i(k)$ , 结果列于表 4。

表 2 试验数据初值化处理结果  
Table 2 Initial test data

品 种	头季稻					再生稻				
	有效穗/ (万·hm <sup>-2</sup> )	穗总 粒数	结实率 /%	千粒重 /g	产量/ (t·hm <sup>-2</sup> )	有效穗/ (万·hm <sup>-2</sup> )	穗总 粒数	结实率 /%	千粒重 /g	产量/ (t·hm <sup>-2</sup> )
目标品种	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
天优 673	0.9475	0.9539	0.9319	0.9864	0.8601	0.9895	0.9267	0.9647	0.9927	0.7959
两优航 2 号	0.9527	0.9159	0.9202	0.9492	0.7522	0.9772	0.8013	0.9155	0.9527	0.7329
天优 3301	0.9933	0.9406	0.9064	0.9763	0.8940	0.9914	0.9667	0.9551	0.9636	0.8432
泰优 3301	0.9953	0.9170	0.9404	0.9525	0.8395	0.9805	0.8707	0.9251	0.9527	0.7486
Ⅱ 优明 86	0.9393	0.9827	0.9915	0.9729	0.8599	0.9856	1.0080	0.9818	0.9745	0.8671
Ⅱ 优 1273	0.9404	0.9718	0.9479	0.9763	0.8708	0.9956	0.9440	0.9882	0.9782	0.8557
赣优明占	0.9503	0.9643	0.9457	0.9661	0.8459	0.9756	0.9120	0.9273	0.9636	0.7722
谷优明占	0.9688	0.9147	0.9755	0.9593	0.8733	0.9916	0.8493	0.9636	0.9564	0.7979
江优明 62	1.0000	0.9256	0.9160	0.9492	0.8176	0.9784	0.8693	0.9176	0.9455	0.6767
汕优 63	0.9807	0.9020	0.9468	0.9661	0.7602	0.9812	0.8053	0.9519	0.9636	0.7283
Ⅱ 优航 1 号	0.9321	0.9948	0.9947	0.9898	0.9921	0.9988	0.9853	1.0000	0.9855	0.9856

表 3 参试品种与目标品种的绝对差值  
Table 3 Absolute differences between tested and target varieties

品 种	头季稻					再生稻				
	有效穗/ (万·hm <sup>-2</sup> )	穗总 粒数	结实率 /%	千粒重 /g	产量/ (t·hm <sup>-2</sup> )	有效穗/ (万·hm <sup>-2</sup> )	穗总 粒数	结实率 /%	千粒重 /g	产量/ (t·hm <sup>-2</sup> )
天优 673	0.0525	0.0461	0.0681	0.0136	0.1399	0.0105	0.0733	0.0353	0.0073	0.2041
两优航 2 号	0.0473	0.0841	0.0798	0.0508	0.2478	0.0228	0.1987	0.0845	0.0473	0.2671
天优 3301	0.0067	0.0594	0.0936	0.0237	0.106	0.0086	0.0333	0.0449	0.0364	0.1568
泰优 3301	0.0047	0.083	0.0596	0.0475	0.1605	0.0195	0.1293	0.0749	0.0473	0.2514
Ⅱ 优明 86	0.0607	0.0173	0.0085	0.0271	0.1401	0.0144	0.0080	0.0182	0.0255	0.1329
Ⅱ 优 1273	0.0596	0.0282	0.0521	0.0237	0.1292	0.0044	0.0560	0.0118	0.0218	0.1443
赣优明占	0.0497	0.0357	0.0543	0.0339	0.1541	0.0244	0.0880	0.0727	0.0364	0.2278

品 种	头季稻					再生稻				
	有效穗/ (万·hm <sup>-2</sup> )	穗总 粒数	结实率 /%	千粒重 /g	产量/ (t·hm <sup>-2</sup> )	有效穗/ (万·hm <sup>-2</sup> )	穗总 粒数	结实率 /%	千粒重 /g	产量/ (t·hm <sup>-2</sup> )
谷优明占	0.0312	0.0853	0.0245	0.0407	0.1267	0.0084	0.1507	0.0364	0.0436	0.2021
江优明 62	0.0000	0.0744	0.0840	0.0508	0.1824	0.0216	0.1307	0.0824	0.0545	0.3233
汕优 63	0.0193	0.0980	0.0532	0.0339	0.2398	0.0188	0.1947	0.0481	0.0364	0.2717
Ⅱ 优航 1 号	0.0679	0.0052	0.0053	0.0102	0.0079	0.0012	0.0147	0.0000	0.0145	0.0144
$w_k$	0.025	0.025	0.025	0.025	0.500	0.025	0.025	0.025	0.025	0.300

注： $w_k$  为赋予不同性状的权重。

表 4 参试品种与目标品种的关联系数  
Table 4 Incidence coefficients between tested and target varieties

品 种	头季稻					再生稻				
	有效穗/ (万·hm <sup>-2</sup> )	穗总 粒数	结实率 /%	千粒重 /g	产量/ (t·hm <sup>-2</sup> )	有效穗/ (万·hm <sup>-2</sup> )	穗总 粒数	结实率 /%	千粒重 /g	产量/ (t·hm <sup>-2</sup> )
天优 673	0.7548	0.7781	0.7036	0.9224	0.5361	0.9390	0.6880	0.8208	0.9568	0.4420
两优航 2 号	0.7736	0.6578	0.6695	0.7609	0.3948	0.8764	0.4486	0.6567	0.7736	0.3770
天优 3301	0.9602	0.7313	0.6333	0.8721	0.6040	0.9495	0.8292	0.7826	0.8162	0.5076
泰优 3301	0.9717	0.6607	0.7306	0.7729	0.5018	0.8924	0.5556	0.6834	0.7736	0.3914
Ⅱ 优明 86	0.7270	0.9033	0.9500	0.8564	0.5357	0.9182	0.9528	0.8988	0.8637	0.5488
Ⅱ 优 1273	0.7306	0.8515	0.7563	0.8721	0.5558	0.9435	0.7427	0.9320	0.8812	0.5284
赣优明占	0.7648	0.8191	0.7486	0.8266	0.5120	0.8689	0.6475	0.6898	0.8162	0.4151
谷优明占	0.8382	0.6546	0.8684	0.7987	0.5606	0.9506	0.5175	0.8162	0.7876	0.4444
江优明 62	1.0000	0.6848	0.6581	0.7609	0.4698	0.8821	0.5529	0.6624	0.7479	0.3333
汕优 63	0.8933	0.6226	0.7524	0.8266	0.4027	0.8958	0.4536	0.7707	0.8162	0.3730
Ⅱ 优航 1 号	0.7042	0.9688	0.9683	0.9406	0.9534	0.9926	0.9166	1.0000	0.9177	0.9182

2.4 关联度的计算

通过对参试品种与目标品种关联系数的计算，代入关联度计算公式，即可求得各参试品种与目标品种的等权关联度（ $r_i$ ）。这是视各性状同等重要条件下计算的结果，但根据实际情况分析，综合评

价再生稻的主要指标应是头季稻和再生季稻的产量水平，因此，应对不同性状指标赋予不同的权重，总和为 1，代入关联度计算公式，求得各参试品种与目标品种的加权关联度（表 5）。

表 5 参试品种与目标品种的关联度及排序  
Table 5 Incidence degrees and order among tested and target varieties

品 种	天优 673	两优 航 2 号	天优 3301	泰优 3301	Ⅱ 优 明 86	Ⅱ 优 1273	赣优 明占	谷优 明占	江优 明 62	汕优 63	Ⅱ 优 航 1 号
等权关联度	0.7542	0.6389	0.7686	0.6934	0.8155	0.7794	0.7109	0.7237	0.6752	0.6807	0.928
排序	5	11	4	8	2	3	7	6	10	9	1
加权关联度	0.5647	0.4509	0.6186	0.5193	0.6092	0.6042	0.5351	0.5694	0.4386	0.464	0.9374
排序	6	10	2	8	3	4	7	5	11	9	1

2.5 试验品种的综合评价

根据试验品种与目标品种的关联度计算结果，Ⅱ 优航 1 号的等权关联度和加权关联度均最大，说明该品种最接近目标品种，是目前最理想的再生稻

品种；其次是天优 3301 和Ⅱ 优明 86，其加权关联度分别为第 2 和第 3 位，也是很理想的再生稻品种；Ⅱ 优 1273、谷优明占和天优 673 这 3 个品种的加权关联度也较大，均超过对照品种汕优 63，

因此,这 3 个品种也适宜作再生稻种植。江优明 62 与两优航 2 号的关联度较小,说明与目标品种相差甚远,不是很理想的再生稻品种。

### 3 讨 论

3.1 本试验分析结果表明,Ⅱ优航 1 号、Ⅱ优明 86 和天优 3301 是最理想的再生稻品种,其中,Ⅱ优明 86 和Ⅱ优航 1 号均是农业部公告的超级稻品种,天优 3301 在国家区试中增产显著,已通过国家农作物品种审定。这 3 个品种作再生稻种植时,其头季稻的超高产特性表现是特别明显的,这一点已被生产实践所证明。张上守、卓传营等<sup>[1,8]</sup>对Ⅱ优明 86 和Ⅱ优航 1 号的再生力作细致研究,认为 2 个品种均具有强的再生能力,说明本试验分析结果与生产实际比较吻合。

3.2 卓传营对再生稻产量形成进行研究认为,作为再生稻品种,应当具有强的再生能力,再生腋芽的萌发能力要强,生长势强,从而能够保证再生季稻获得较高的产量<sup>[5]</sup>。本试验结果表明,将再生季稻的有效穗数赋予较大的权重,能够较好地体现出品种的再生性能。

3.3 本试验仅从产量及产量构成角度对参试品种

进行分析,而要对 1 个水稻品种进行更加全面的综合评价,还需对品种的品质、抗病性、抗逆性等诸多方面进行鉴定,才能更好反映 1 个品种的实际生产应用价值。

### 参考文献:

- [1] 张上守,卓传营,姜照伟,等. 超高产再生稻产量形成和栽培技术分析 [J]. 福建农业学报, 2003, 18 (1): 1—6.
- [2] 李义珍,黄育民,陈子聪,等. 再生稻丰产技术研究 [J]. 福建农业学报, 1991, 6 (1): 1—12.
- [3] 姜照伟,卓传营,林文,等. 再生稻产量构成因素分析 [J]. 福建稻麦科技, 2002, 20 (2): 8—9.
- [4] 张健,张兴瑞,晏庆九,等. 灰色关联度分析在玉米品种评价中的应用 [J]. 玉米科学, 2006, 14 (5): 58—61.
- [5] 丛万彪. 灰色关联度分析在水稻品种资源研究中的应用 [J]. 作物品种资源, 1999, (3): 15—17.
- [6] 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.
- [7] 郭瑞林. 作物灰色育种学 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995: 20—30.
- [8] 卓传营. Ⅱ优航 1 号作再生稻栽培的超高产特性及调控技术 [J]. 福建农业学报, 2006, 21 (2): 89—94.

(责任编辑:柯文辉)