

早籼杂交稻新组合选育的综合分析方法

方良俊, 尹青女, 张建中

(湛江海洋大学 农学院, 广东 湛江 524088)

摘要: 对23个早籼杂交稻新组合的14个籽粒性状进行因子分析. 选取了5个公因子, 其方差累计贡献率为85.99%; 通过5个公因子作为综合指标的聚类分析, 其结果可分为6类; 并以23个组合的5个公因子选择指数, 求得每个杂交组合的综合选择指数, 结果表明, 根据综合选择指数的大小, 不但可作为决选杂交组合的依据, 而且可衡量决选的杂交组合达到理想组合的程度.

关键词: 早籼杂交稻; 籽粒性状; 因子分析; 综合选择指数

中图分类号: S511

文献标识码: A

文章编号: 1001-411X(2003)03-0005-04

早籼杂交稻的选育, 既要高产又要优质, 尤其是整精米率、垩白米率等性状的改良, 如何通过籽粒性状协调丰产和优质的关系, 是近年来杂交稻新组合选育的重要目标. 李成荃等^[1]进行了杂交粳稻品质性状的遗传研究; 梁庆平等^[2]对早籼杂交稻稻米加工品质与外观品质进行了相关分析; 通过因子分析方法, 研究水稻常规品种的产量性状或品质性状的报道较多^[3~9], 而殷延勃等^[9]通过利用因子分析方法, 研究了宁夏水稻农艺性状与品质性状间的关系, 以期找出影响宁夏水稻农艺性状与品质性状的主要因子; 区靖祥等^[7]、吴高岭等^[8]则结合因子分析和聚类分析方法分别研究了水稻和玉米品种. 早籼杂交稻籽粒的产量性状与品质性状的综合分析鲜见报道. 本研究主要是在因子分析的基础上, 进行聚类分析及综合选择指数分析, 以确定早籼杂交稻籽粒产量性状与品质性状间的关系, 找出影响杂交稻籽粒产量性状与品质性状的主要因子, 进一步探讨根据综合选择指数决选杂交稻组合的方法, 为育种工作者选育优质、高产的杂交稻强优组合提供参考依据.

1 材料与方法

1.1 供试材料

由湛江海洋大学农学院杂交稻研究室提供的1999年早造品比试验及区试的23个组合: 培杂825(N1)、培杂830(N2)、华杂982(N3)、明优15(N4)、海杂15(N5)、海杂青4(N6)、培杂8126(N7)、培杂620(N8)、海杂963(N9)、N29杂矮黄占(N10)、湛优62(N11)、明优961(N12)、湛优122(N13)、N47杂茂3(N14)、明优122(N15)、海杂茂3(N16)、湛优96

(N17)、湛优12(N18)、明优77(N19)、湛优红松(N20)、明优4408(N21)、优优601(N22)、青优62(N23). 1999年早造种植于湛江海洋大学农学院实验农场, 随机区组排列, 3次重复. 成熟后每小区随机取样3株考种.

1.2 籽粒性状的测定

测定了千粒质量、平均穗粒数和结实率. 材料贮藏3个月后, 按农业部部颁标准NY147-88米质测定方法, 测定糙米率、精米率、整精米率、垩白米率和垩白度, 用糙米测定粒长、粒宽、粒厚, 并计算长/宽比, 在糙米中目测鉴定青米率(糙米的果皮中残留有叶绿素而呈绿色的米的比率)、不完善米率(本文主要指畸形米和死米)及裂纹米率. 选取14个性状: 千粒质量(x1)、穗粒数(x2)、结实率(x3)、糙米率(x4)、精米率(x5)、整精米率(x6)、粒长(x7)、长/宽(x8)、粒厚(x9)、青米率(x10)、不完善米率(x11)、裂纹米率(x12)、垩白米率(x13)、垩白度(x14)等, 采用DPS数据处理系统对数据进行因子分析和聚类分析^[9]. 并计算综合选择指数.

1.3 综合选择指数分析方法

根据公因子的生物学意义, 确定因子得分的方向性. 其方向性的确定有3种: 因子得分数值越大越好, 如整精米率因子; 因子得分数值越小越好, 如垩白度因子; 数值适中为好. 因子得分的数值标准化, 即将各因子得分定义在0~1区间, 使各杂交组合的因子得分具有可加性.

将公因子的累计方差贡献率归一化后, 计算各公因子的权重, 综合选择指数(CSI)按下式计算:

$$CSI = 1/n \sum d_i I_i,$$

式中, d_i 为权重; I_i 为因子得分; n 为公因子数.

2 结果与分析

2.1 建立初始因子载荷阵

本试验测定了 23 个早籼杂交稻组合的 14 个籽粒性状, 用 DPS 数据处理软件计算了各性状的初始

因子载荷阵, 取前 5 个公因子(表 1), 累计方差贡献率达 85.99%. 从表 1 可知, 各性状的共同度均较高, 说明这 5 个公因子对 14 个性状有较好的代表性. 公因子的方差贡献率是衡量公因子相对重要性的指标, 表 1 的结果表明, 公因子 2 及公因子 1 的方差贡献率较大.

表 1 初始因子载荷阵及方差贡献率

Tab. 1 Original factor pattern and variance proportion

性状	公因子 1	公因子 2	公因子 3	公因子 4	公因子 5	共同度
character	factor 1	factor 2	factor 3	factor 4	factor 5	communality
x1	0.100	0.923	0.143	-0.018	-0.031	0.884
x2	-0.423	-0.708	0.005	0.345	0.117	0.812
x3	0.735	0.044	-0.275	0.171	-0.004	0.648
x4	0.217	-0.325	0.044	0.879	0.146	0.948
x5	0.374	0.146	-0.211	0.810	0.110	0.874
x6	0.244	-0.443	-0.124	0.113	0.810	0.941
x7	0.261	0.845	-0.044	0.210	-0.349	0.949
x8	0.392	0.546	-0.149	0.398	-0.467	0.851
x9	-0.129	0.833	0.141	-0.128	0.046	0.749
x10	-0.881	-0.127	-0.121	-0.223	-0.196	0.896
x11	-0.914	-0.113	0.143	-0.205	-0.147	0.932
x12	-0.261	-0.130	0.263	-0.437	-0.678	0.805
x13	-0.065	0.232	0.880	-0.179	-0.012	0.864
x14	-0.139	-0.017	0.914	0.035	-0.173	0.886
方差贡献 variation	2.918	3.484	1.916	2.125	1.597	
累计贡献 cumulative/ %	0.208	0.457	0.594	0.746	0.860	

2.2 籽粒性状的因子分析

采用方差极大旋转方法, 使因子载荷矩阵中各因子载荷值的总方差达到最大. 但在方差极大旋转过程中, 因子轴互相正交, 始终保持初始解中因子间不相关的特点. 然而在生物学等领域研究中, 斜交因子是普遍现象, 即相互影响的各种因素不太可能彼此无关, 事物变化的各种内在因素之间始终存在着错综复杂的联系. 这类问题的分析需要引入斜交因子解^[9]. 通过初始因子载荷阵, 求得斜交参考因子模式矩阵(表 2). 从表 2 中可知, 公因子 1 为青米率因子, 青米率与不完善米率关系极为密切, 在一定程度上影响结实率; 公因子 2 为千粒质量因子, 千粒质量为最大因子载荷值, 与粒厚、粒长关系密切, 且符号相同, 即千粒质量的增加主要是与粒厚和粒长的增加有关; 而穗粒数也有较大的因子载荷值, 符号相反, 说明千粒质量与粒数有一定的消长作用; 公因子 3 为垩白度因子, 垩白米率和垩白度有较大因子载荷值, 二者符号相同, 显然, 垩白米率的增加会促使垩白度的增加; 公因子 4 为出糙率, 出糙率具有最大因子载荷值, 其次为精米率, 二者符号相同, 表明出糙

率仅对精米率具有较大的促进作用; 公因子 5 为整精米率因子, 整精米率和裂纹米率有最大因子载荷值, 符号相反, 表明提高整精米率与减少裂纹米率关系密切, 也与适量减少长/宽比有一定的作用.

表 2 斜交参考因子模式矩阵

Tab. 2 Factor pattern matrix of promax rotation

性状	公因子 1	公因子 2	公因子 3	公因子 4	公因子 5
character	factor 1	factor 2	factor 3	factor 4	factor 5
x1	-0.055	0.982	0.120	-0.050	0.050
x2	-0.463	-0.572	0.037	0.500	0.053
x3	0.751	-0.143	-0.193	0.005	-0.014
x4	0.047	-0.250	0.213	0.978	0.096
x5	0.085	0.202	-0.086	0.809	0.096
x6	0.304	-0.228	-0.053	0.044	0.847
x7	0.043	0.751	-0.040	0.165	-0.320
x8	0.186	0.359	-0.102	0.353	-0.487
x9	-0.276	0.963	0.081	-0.132	0.132
x10	-0.984	0.004	-0.274	-0.093	-0.218
x11	-0.968	0.054	0.019	-0.023	-0.159
x12	-0.047	-0.391	0.196	-0.371	-0.734
x13	0.151	0.255	0.939	-0.049	0.032
x14	0.061	-0.034	1.006	0.233	-0.174

2.3 斜交参考因子得分

对 5 个公因子模式矩阵及杂交组合的各性状数据, 进一步计算斜交参考因子得分(表 3), 可将因子得分作为选择指数, 按不同因子模型选择杂交稻组合。据第 1 公因子得分, N3、N21 的青米率、不完善米率低, 穗粒结实率高, N11、N14 则反之; 据第 2 公因子得分, N23、N5 的千粒质量因子得分较高, N21、N20 则反之; 据第 3 公因子得分, N15、N5 较好, N19、N18 则较差; 据第 4 公因子, N16、N2 的糙米率因子得分高, N3、N21 较低; 在第 5 公因子得分中, N22、N3 较高, N18、N13 较低。

表 3 斜交参考因子得分

Tab. 3 Factor score of promax rotation

杂交组合 combination	$Y(i, 1)$	$Y(i, 2)$	$Y(i, 3)$	$Y(i, 4)$	$Y(i, 5)$
N1	0.918	-0.503	-0.572	0.537	0.591
N2	0.683	-1.847	0.205	1.590	-0.527
N3	2.006	-0.059	-0.372	-2.147	2.011
N4	-1.798	0.148	-0.346	0.869	-0.657
N5	-1.314	2.225	-1.616	0.070	0.841
N6	1.522	0.637	0.226	-1.224	-0.621
N7	-0.444	0.375	-1.393	0.752	0.373
N8	-0.382	0.589	-1.398	-0.589	-0.380
N9	1.569	0.651	0.089	-0.530	-0.672
N10	0.019	-1.451	-0.524	1.532	-0.010
N11	-2.621	0.577	-0.707	-0.178	-0.870
N12	0.450	-1.080	0.191	-1.331	-0.991
N13	-1.721	-0.326	1.078	1.452	-1.495
N14	-1.979	1.012	0.893	0.792	1.996
N15	-0.910	-0.497	-2.062	-1.566	-1.162
N16	-0.489	0.734	0.664	2.227	0.252
N17	0.675	0.144	1.151	0.501	1.207
N18	0.775	-0.914	1.423	0.426	-1.515
N19	1.432	-0.319	2.922	-0.076	0.506
N20	0.851	-2.026	-1.352	-0.834	-0.208
N21	1.918	-2.137	0.738	-1.729	-1.061
N22	-1.072	1.285	0.007	-1.357	2.560
N23	-0.084	2.731	0.804	0.812	-0.173

综上所述, 可以肯定 N18、N21 由于存在较多的缺点而淘汰, 但要决选优良杂交组合有必要作多因子的综合分析。

2.4 聚类分析

采用欧氏距离和最小距离法, 对因子得分聚类分析, 结果见图 1。如果在欧氏距离为 2.250 时分类, 可较为明显地将参试组合分为 6 类: I 类有 N3, II 类有 N22, III类有 N14, IV类有 N23, V类有 N16, VI类为其余的 18 个组合。采用欧氏距离进行系统聚类, 仅

是考虑了各组合因子得分的相似性, 但没有考虑方向性, 因而未能有效地反映杂交组合综合表现的优劣。

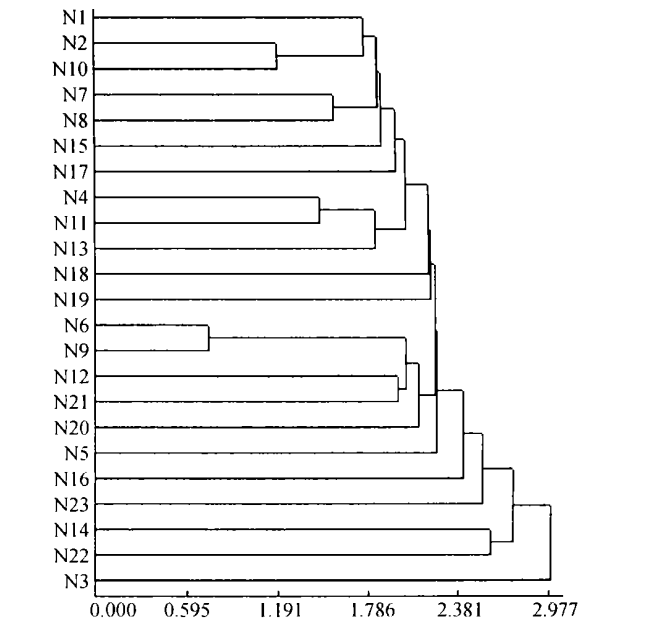


图 1 聚类分析结果

Fig. 1 Cluster analysis

2.5 综合选择指数分析

从表 2 中看出, 第 1、2、4、5 公因子的因子得分越大越好, 第 3 公因子的因子得分则越小越好。可将第 3 公因子的因子得分转换为越大越好, 即 $x' = 1 - x$ 。

进一步求得综合选择指数(综合因子得分)及杂交组合的排列名次, 其结果是: N23 (0.653)、N5 (0.639)、N16 (0.588)、N3 (0.586)、N7 (0.580)、N1 (0.571)、N9 (0.570)、N17 (0.560)、N22 (0.542)、N6 (0.534)、N14 (0.518)、N8 (0.517)、N10 (0.487)、N19 (0.470)、N2 (0.460)、N4 (0.433)、N20 (0.421)、N18 (0.402)、N15 (0.381)、N11 (0.378)、N12 (0.364)、N13 (0.360)、N21 (0.339)。综合选择指数在 0~1 区间, 表明综合选择指数越接近 1, 杂交组合的性状表现越理想, 选择该组合的效果好。本试验仅就 14 个籽粒性状分析, 供试组合最大的综合选择指数才达到 0.653, 说明供试组合的籽粒性状并不理想。

综合选择指数分析结果表明, 综合选择指数较高也即排列名次较前的杂交组合, 在聚类结果中并不一定聚成一类, 而是有可能在不同类别中。

3 结论与讨论

3.1 综合选择指数与聚类分析相结合决选优良杂交组合

因子分析是用有限个不可观测的潜在变量(公

因子)来解释原变量间的相关性或协方差关系,其生物学意义是一个新的综合性状^[5],公因子反映了各性状公共特性的一个综合指标^[8],可构成选择指数(因子得分),在育种上对综合性状的选择。

对参试组合(或品种)的综合评价,需要在因子分析基础上作进一步的综合分析。吴高岭等^[8]认为用公因子作为综合指标进行品种的聚类分析是可行的,而且比用单个分散的性状作聚类分析更有意义。在育种上,用类间品种比用类内品种配制的杂交组合具有杂种优势。但用单个分散的性状对杂交组合聚类则无多大意义,按公因子作为综合性状对杂交组合聚类,可将杂交组合聚类为少数不同类型,使综合分析简单明了。本文在欧氏距离为2.250时将参试组合分为6类。问题是在聚类中很难判断哪个杂交组合更为优胜。用各选择指数(因子得分)构成综合选择指数(综合因子得分),根据综合选择指数的高低可决选优良组合。往往在综合选择指数普遍不高的情况下,单凭综合选择指数决选组合也有困难。因此,采用综合选择指数与聚类分析相结合的方法,能更有效地决选优良组合。

3.2 籽粒性状在早籼杂交稻组合综合分析中的作用

目前,早籼杂交稻普遍存在高产而品质较差的问题。通过籽粒性状的选育,能较好地协调丰产与优质的关系。本研究选取的性状仅为14个籽粒产量性状和品质性状,这些性状虽不全面,但在育种中其资料来源容易取得,综合分析的结果也不失作为选育

强优组合的参考依据。在此基础上,若能增加更多的产量性状如小区产量、单株产量、有效穗数等;品质性状如直链淀粉含量、食味等以及抗病性状参与综合分析,则其结果更全面、可靠。

参考文献:

- [1] 李成荃,袁勤,程岩,等. 杂交粳稻品质性状的遗传研究[J]. 杂交水稻, 1988(4): 32—35.
- [2] 梁庆平,彭懿紫,莫永生. 早籼杂交稻米加工品质与外观品质的相关分析和改良途径[J]. 广西农业生物科学, 2001, 20(4): 236—239.
- [3] 赵镛洛,张云江,王继馨,等. 北方早粳稻米品质因子分析[J]. 作物学报, 2001, 27(4): 538—540.
- [4] 陈伟栋,顾信媛,陈志强. 华南水稻品种叶片及产量性状的因子分析[J]. 广东农业科学, 1995, 2: 7—10.
- [5] 陈伟栋,廖世模,陈志强,等. 因子分析法在水稻育种中应用的研究[J]. 华南农业大学学报, 1995, 16(3): 88—92.
- [6] 殷延勃,马洪文,荣韞琛,等. 宁夏水稻主要农艺和品质性状的因子分析[J]. 西北农业大学学报, 1999, 27(2): 38—41.
- [7] 区靖祥,伍时照,甄海,等. 华南地区籼稻米质综合评分和分类方法的研究[J]. 华南农业大学学报, 1997, 18(3): 1—6.
- [8] 吴高岭,徐尚忠. 玉米品种的因子分析和聚类分析[J]. 华中农业大学学报, 1997, 16(3): 244—248.
- [9] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997. 211—224.

Synthetic Analysis Method Used in Early *Indica* Hybrid Rice Breeding

FANG Liang-jun, YIN Qing-nü, ZHANG Jian-zhong

(Agricultural College, Zhanjiang Ocean Univ., Zhanjiang 524088, China)

Abstract: Factor analysis was performed for 14 grain characters of 23 early *indica* hybrids rice. The results indicated that the contribution of the first five factors to total variation of population studied accounted for over 85.99%. Using the first five factors for index, the 23 early indian hybrid rice combinations were grouped into 6 clusters by hierachical clustering method. According to the factor score of promax rotation, comprehensive selection index can be acquired from each hybrid rice combination. The results indicated that the comprehensive selection index, not only can serve as the foundation for deciding the hybrid combination, but also can measure the ideal combined degree that the deciding hybrid combination could be reached.

Key words: early *indica* hybrid rice; grain traits; factor analysis; comprehensive selection index

【责任编辑 周志红】