

水稻品质性状遗传参数的分析

朱碧岩 贾志宽

(农学系)

摘 要 对水稻10个主要品质性状进行了遗传力分析、遗传相关分析和主成分分析。结果表明:广义遗传力较高的性状有直链淀粉含量、粒形、粒长、垩白米率、糙米率和精米率。直链淀粉含量与垩白大小及垩白米率有较密切的正相关,与碱解值和碾米品质性状有较密切的负相关;整精米率与蛋白质含量、垩白大小、粒形和粒长有密切的负相关。主成分分析结果表明:第一主成分为整精米、直链淀粉因子,第二主成分为垩白因子,第三主成分为碱解值因子。认为整精米率、直链淀粉含量、垩白大小、垩白米率和碱解值为鉴定稻米品质的主要性状。

关键词 水稻, 品质性状, 遗传力, 遗传相关, 主成分分析, 选择

随着人们对稻米品质要求的不断提高,水稻品质育种在国内外育种工作中越来越受到重视。为了给育种工作提供理论依据,很必要对品质性状的遗传规律进行深入研究。有关这方面的工作,虽然国内外有所报道^[1-3],但研究的广度和深度十分有限。为了从理论上更深入地探讨稻米品质性状的遗传规律,本文着重对稻米的主要品质性状进行了遗传力、遗传相关和主成分分析,试图了解这些性状的遗传特点,性状间的内在联系及其对环境条件变化的反应。

1 材料与方法

1.1 材料与设计

试验于1986~1987年在西农农场二站进行。选用的籼型品种有西农8116,五山早粘,水晶米,广二矮104,南京11;粳型品种有新稻68-11,822,徐州80-7。并于4月5日~5月20日,每隔5日为一播期,共设置10个播期。品种与播期采用随机区组排列,重复2次,每品种每个小区直播5行,密度为 6×4 寸,每穴播10~20粒种子,前3期播后加盖塑料薄膜保温。

试验地肥力中等,前茬休闲,冬前翻耕,第二年机耕碎土后平整作畦。播前每板施腐熟肥25 kg(折1000 kg/亩),尿素0.35 kg(折14 kg/亩),磷酸二铵0.9 kg(折35.1 kg/亩)。直播后不再追肥,整个生育期间试验地保持湿润状态,不中耕,不晒田。

1.2 性状测定

(1) 碾米品质:随机称取100 g干净稻谷两份,于小型砻谷机脱壳,称量糙米重即为糙米率。同样重量稻谷两份,于精米机上碾磨,称量精米重即为精米率。从精米中挑出整精米,称重即为整精米率。

(2) 外观品质:随机取整粒精米100粒,测定其垩白米所占比率,为垩白米率。在

文稿收到日期:1989-10-16。

垩白米中随机取10粒,测定其垩白等级。垩白分为6个等级,1~6级的垩白面积分别为0, 0~2%, 2%~5%, 5%~10%, 10%~20%和>20%。

(3) 直链淀粉含量:采用国际水稻新提出的简易碘蓝比色法^[4,5]。

(4) 碱解值:采用 Little 等提出的稻米碱解值测定法^[4,5]。

蛋白质含量:用凯氏定氮法^[8]。

1.3 数学模型^[7,8]

(1) 方差协方差分析模型,见表1。

表1 方差协方差分析

变异来源	自由度	方差	期望方差 EMS	协方差	期望协方差 EMP
品种间	$v-1$	M_1	$\sigma_e^2 + R\sigma_{\epsilon p}^2 + RY\sigma_{\epsilon y}^2 + RP\sigma_{\epsilon p}^2 + RPY\sigma_{\epsilon y}^2$	CoV_1	$CoV_e + RCoV_{\epsilon p} + RPCoV_{\epsilon y} + RYCoV_{\epsilon p} + RPYCoV_{\epsilon y}$
品种×年份	$(v-1)(y-1)$	M_2	$\sigma_e^2 + R\sigma_{\epsilon p}^2 + RP\sigma_{\epsilon p}^2$	CoV_2	$CoV_e + RCoV_{\epsilon p} + RPCoV_{\epsilon y}$
品种×播期	$(v-1)(p-1)$	M_3	$\sigma_e^2 + R\sigma_{\epsilon y}^2 + RY\sigma_{\epsilon y}^2$	CoV_3	$CoV_e + RCoV_{\epsilon y} + RPCoV_{\epsilon p}$
品种×年份×播期	$(v-1)(y-1)(p-1)$	M_4	$\sigma_e^2 + R\sigma_{\epsilon p}^2 + RY\sigma_{\epsilon y}^2$	CoV_4	$CoV_e + RCoV_{\epsilon p} + RYCoV_{\epsilon y}$
误差	$py(R-1)(v-1)$	M_5	σ_e^2	CoV_e	CoV_e

注: v : 品种, y : 年份, p : 播期, R : 重复

$$\begin{aligned}\sigma_e^2 &= (1/RPY) [(M_1 + M_4) - (M_2 + M_3)] & \sigma_{\epsilon p}^2 &= (1/R)(M_4 - M_5) \\ \sigma_{\epsilon y}^2 &= (1/RY)(M_3 - M_4) & \sigma_{\epsilon y}^2 &= (1/RP)(M_2 - M_4) \\ \sigma_e^2 &= M_5 & \sigma_p^2 &= (\sigma_e^2 + \sigma_{\epsilon p}^2 + \sigma_{\epsilon y}^2 + \sigma_{\epsilon p}^2 + \sigma_{\epsilon y}^2 + \sigma_e^2)\end{aligned}$$

$$(2) \text{广义遗传力 } h^2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_p^2} \times 100\%$$

$$CoV_e = \frac{1}{RPY} [(CoV_1 + CoV_4) - (CoV_2 + CoV_3)]$$

(3) 根据遗传相关关系建立相关矩阵模型:

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{pmatrix}$$

根据相关矩阵模型进一步求出特征根 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ 及特征向量 $U_1, U_2, \dots, U_n$, 然后进行主成分分析。

2 结果与分析

2.1 性状方差及遗传力分析

根据上述的数学模型,对稻米的主要品质性状进行方差分析(见表2)。

对品种间方差作 F 检验,结果表明10个品质性状均达到极显著水平,说明所选品种

能提供丰富的遗传信息,品种间差异主要是由品种的遗传差异决定的。经对品种与年份,品种与播期及三者的互作进行检验,除粒形的品种 $\times$ 年份 $\times$ 播期的互作方差未达到显著水平外,其余的互作方差均达到显著或极显著水平,说明不同品种对环境条件变化的反应是有明显差异的。

表2 性状方差分析表

变异来源	自由度	直链淀粉含量	蛋白质含量	碱解值	垩白大小	垩白米率	糙米率	精米率	整精米率	粒形	粒长
品种间	7	952.363	61.341	75.361	97.135	26324.59	304.105	319.703	8975.316	25.448	29.133
品种 $\times$ 年份	7	3.790	4.032	3.658	3.765	543.263	1.986	4.369	196.542	0.524	0.041
品种 $\times$ 播期	63	1.285	0.945	0.439	0.893	56.826	1.379	2.071	89.451	0.023	0.074
品种 $\times$ 年份 $\times$ 播期	63	0.787	0.536	0.372	0.542	53.142	1.085	1.560	48.134	0.016	0.051
误差	140	0.625	0.173	0.125	0.401	7.835	0.639	0.625	11.529	0.007	0.013

根据上述的遗传力估算公式所得的各品质性状的广义遗传力值见表3。

表3 遗传力估算结果

性状	直链淀粉含量	蛋白质含量	碱解值	垩白大小	垩白米率	糙米率	精米率	整精米率	粒形	粒长
h^2	69.04	70.50	81.33	76.35	92.15	88.54	85.38	82.36	94.22	95.03

由表3可见,遗传力大小顺序为直链淀粉含量 $>$ 粒长 $>$ 粒形 $>$ 垩白米率 $>$ 糙米率 $>$ 精米率 $>$ 整精米率 $>$ 碱解值 $>$ 垩白大小 $>$ 蛋白质含量。这说明直链淀粉含量、粒形、粒长、垩白米率、糙米率和精米率这些性状相对比较稳定,环境条件的变化对其影响较小;而整精米率、碱解值、垩白大小和蛋白质含量这些性状易受环境条件变化的影响。所以在杂交育种中对直链淀粉含量等遗传力较高的性状早代进行选择,可以收到理想效果,而对整精米率等遗传力较低的性状则相反。

2.2 遗传相关系数分析

根据前述的数学模型,性状间遗传相关系数的估算结果见表4。

表4 性状间遗传相关系数

性状	蛋白质含量	碱解值	垩白大小	垩白米率	糙米率	精米率	整精米率	粒形	粒长	直链淀粉含量
蛋白质含量	1									
碱解值	-0.029 1	1								
垩白大小	0.487 8	-0.256 9	1							
垩白米率	0.386 5	-0.166 7	0.897 9	1						
糙米率	-0.814 2	-0.144 4	-0.082 7	-0.049 6	1					
精米率	-0.795 0	0.154 3	-0.457 9	-0.333 6	0.821 8	1				
整精米率	-0.817 1	0.226 8	-0.715 2	-0.464 7	0.432 9	0.663 8	1			
粒形	0.416 3	-0.414 0	-0.215 9	-0.249 2	-0.416 7	-0.411 6	-0.584 1	1		
粒长	0.382 3	-0.546 9	-0.182 5	-0.210 1	-0.394 5	-0.429 2	-0.625 8	0.826 7	1	
直链淀粉含量	0.451 3	-0.452 9	0.774 9	0.708 1	-0.433 2	-0.588 4	-0.442 9	0.314 6	0.231 6	1

性状间遗传相关分析的结果表明:直链淀粉含量与垩白大小和垩白米率有较密切的正相关,与碱解值和碾米品质性状有较密切的负相关;整精米率与蛋白质含量,垩白大

小, 垩白米率, 粒形和粒长有较明显的负相关。其它性状间的遗传相关关系见表4。

结合上述遗传力分析的结果, 把遗传相关关系作为间接选择的依据, 通过早代选择遗传力较高的直链淀粉含量、垩白米率、粒形、粒长等, 可以达到间接选择其它品质性状的效果。

2.3 主成分分析

根据表4的遗传相关矩阵, 计算出特征根 (λ_i) 和特征向量 (U_i), 从中选出3个特征根 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 及相应的特征向量, 结果见表5。

表5 主成分分析结果表

特 征 根 λ_i	4.802 7	2.484 3	1.550 3	
贡 献 率	48.037 1	24.843 5	15.502 6	分量来源
累计贡献率	48.037 1	72.880 6	88.383 2	
	0.349 3	0.211 9	0.202 4	直链淀粉含量
特	0.395 3	-0.019 5	-0.312 9	蛋白质含量
	-0.168 3	0.083 9	-0.682 7	碱解值
	0.290 7	0.485 3	0.115 4	垩白大小
征	0.238 5	0.503 9	0.106 7	垩白米率
	-0.313 8	0.174 7	0.474 2	糙米率
向	-0.395 0	0.037 5	0.233 7	精米率
	-0.406 6	-0.015 8	0.031 2	整精米率
量	0.254 9	-0.463 8	0.171 8	粒形
	0.259 3	-0.459 4	0.245 7	粒长
因子名称	整 精 米 直链淀粉	因子	因子	因子

从表5的结果可知, 第一主成分主要是蛋白质含量和直链淀粉含量与碾米品质性状间的相互制约, 高的蛋白质和直链淀粉含量将导致糙米率特别是整精米率的下降。由于整精米率是稻米极为重要的商品性状之一, 且高的整精米率与低的直链淀粉含量有利于提高商品品质和食味品质。所以, 可把第一主成分称为整精米、直链淀粉因子。对第二主成分贡献较大的是垩白米率和垩白大小, 所以把第二主成分称为垩白因子。对第三主成分贡献较大的是碱解值, 可把第三主成分称为碱解值因子。这三个主要成分的累计贡献率为88.3832%, 所以我们可以把整精米率、直链淀粉含量、垩白米率、垩白大小和碱解值作为稻米品质的主要性状。

3 结果与讨论

在稻米品质的10个主要性状中, 直链淀粉含量、粒形、粒长, 垩米率、糙米率和精米率的遗传力相对较高, 说明这些性状受环境变化的影响较小, 育种上可在早代对这些性状进行选择。

通过对性状遗传相关系数的分析, 并把遗传相关关系作为间接选择的依据, 早代选择低直链淀粉含量、低垩白度和中等偏长粒形的单株或类型可以收到较理想的效果。

根据对10个稻米主要品质性状的主成分分析, 认为整精米率、直链淀粉含量、垩白米率、垩白大小和碱解值是鉴定稻米品质的主要性状。

本研究得到了高茹嵩副教授的指导, 特此致谢。

参 考 文 献

- 1 何光存. 稻米品质和品质育种. 湖南农业科学, 1985 (2) : 35~38
- 2 夏仲炎, 王学栋. 籼稻品种商品品质性状的研究. 安徽农业科学, 1985 (2) : 31~36
- 3 李成荃. 论水稻品质育种. 安徽农业科学, 1985 (2) : 14~19
- 4 中华人民共和国农牧渔业部部颁标准 (NY122-86) 优质食用稻米. 1986
- 5 中国水稻所编. 稻米品质及其理化分析. 中国水稻所丛刊之二, 1985-08
- 6 中华人民共和国国家标准. 谷物、豆类作物种子粗蛋白质测定方法. GB. 2905-82
- 7 马育华编. 植物育种的数量遗传学基础. 江苏科技出版社, 1982, 338~444
- 8 袁志发编. 多元分析在农业上的应用. 西北农业大学研究生教材, 1985

An Analysis of Genetic Parameters of Rice

Qualitative Characters

Zhu Biyan Jia Zhikuan

(Agronomy Department)

Abstract Heritability, genetic correlation and principal components of 10 qualitative characters of rice were analysed. Results showed that the characters with high heritability are amylose content, seed shape, seed longness, chalkiness rate, brown rice rate and milled rice rate. Amylose content has a close positive correlation with chalkiness and chalkiness rate, and a close negative correlation with alkali spreading value and milled qualitative characters. The unbroken rice rate has a close negative correlation with protein content, chalkiness, seed shape and seed longness. The analytical results of principal components showed, first, the principal component was the unbroken rice and amylose content; secondly, chalkiness, and thirdly, alkali spreading value. Therefore, the milled rice rate, amylose content, magnitude of chalkiness, chalkiness rate and alkali spreading value are considered as the principal characters in identifying rice quality.

Key words paddy rice, qualitative character, heritability, genetic correlation, analysis of principal components, selection