

89-96

水稻, 稻米营养品质, 间接选择, 遗传改良

18981(13)

第11卷 第2期  
1996年9月

生物数学学报  
JOURNAL OF BIOMATHEMATICS

Vol. 11 No. 2  
Sept. 1996

## 稻米营养品质性状的间接选择和遗传改良

石春海

朱军

(浙江农业大学农学系, 杭州 310029)

S 511.032

### INDIRECT SELECTION AND GENETIC IMPROVEMENT FOR NUTRIENT QUALITY TRAITS IN *INDICA* RICE

Shi Chunhai      Zhu Jun

(Dept. of Agron., Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029)

**ABSTRACT** Genetic correlations analysis between nutrient traits of rice and other quality traits was conducted for the experiment of incomplete diallel crosses with nine cytoplasmic male sterile lines and five restorer lines in *Indica* rice, by using the genetic model for quantitative traits of seeds of cereal crops. The results showed that there existed significant genetic correlations including endosperm direct additive correlation ( $r_A$ ), endosperm direct dominance correlation ( $r_D$ ), cytoplasmic correlation ( $r_C$ ), maternal additive correlation ( $r_{Am}$ ), and maternal dominance correlation ( $r_{Dm}$ ) for most of the pairwise traits. Indirect selection were expected for the pairwise traits which had significant positive  $r_A$ ,  $r_{Am}$  and  $r_C$ , such as brown rice weight and lysine index. Except for the pairwise traits of brown rice width and nutrient quality traits, the simultaneous improvement were not available for the pairwise traits which the additive correlations were negative and cytoplasmic correlation was also negative or not significant, such as protein content and ratio of length to width. Since most of the cytoplasmic effects for the pairwise traits were significantly positive and had larger correlation coefficients, it was important for the cytoplasmic correlation which controlled the relationship of different quality traits of rice in genetic correlation. The pairwise traits which had significant dominance correlations, such as protein content and brown rice width, could be effectively applied in hybrid rice breeding.

**Key words** Additive and dominance correlations, cytoplasmic correlation, rice nu-

本研究由国家教委(跨世纪优秀人才专项基金)和浙江省科委资助  
收稿日期: 1995-11-04

石春海

trient quality, indirect selections, *Indica* rice

A

**摘要** 利用 9 个籼型不育系与 5 个籼型恢复系按不完全双列杂交方式配制杂交组合,采用胚乳遗传模型分析籼稻碾磨和外观品质与营养品质性状间的多种遗传相关。结果表明,籼稻稻米营养品质与其它一些品质性状间存在着较强的胚乳直接加性相关、胚乳直接显性相关、细胞质相关、母体加性相关和母体显性相关。糙米重与氨基酸指数等以正向加性相关和细胞质相关为主的成对性状,具有较好的间接选择效果。除了糙米宽与营养品质成对性状外,糙米长厚比与蛋白质含量等以负向加性相关为主、细胞质相关不明显或为负值的成对性状,将不易取得良好的同步改良效果。多数细胞质相关具有正向的较大相关系数,表明控制不同稻米品质性状表达的细胞质效应之间的相关是不可忽视的。糙米宽与蛋白质含量等以显性相关为主的成对性状则可以在杂交稻育种中加以应用。

**关键词** 加性和显性相关,细胞质相关,稻米营养品质,间接选择,籼稻  
**分类号** S511.21

随着人们对稻米品质要求的进一步提高,米质性状日益受到水稻育种家的重视。虽然以往的一些研究已经发现稻米品质性状间存在着一定的相关性,但一般只估算出表型相关系数或基因型相关和环境机误相关系数<sup>(1,2,4,7,15)</sup>。由于表现型相关中包含有环境机误相关,而基因型相关也是所有遗传效应总和的相关,在低世代中可能存在显性效应之间的相关性将对间接选择产生干扰作用,影响遗传改良的效果。

由于稻米的营养物质是由母体植株提供,胚乳性状的表现可能会受到胚乳三倍体核基因、细胞质基因以及母体植株二倍体核基因的影响<sup>(5,6,8-12,16-18)</sup>。因此可能会存在控制不同性状表现的各种遗传效应之间的相关性。利用莫惠栋提出的遗传模型<sup>(3)</sup>,可以分析出胚乳基因的直接加性和显性效应;利用 Foolad 和 Jone 提出的遗传模型<sup>(4)</sup>,也可估算种子数量性状的种子直接遗传效应、细胞质效应和母体植株遗传效应等。但这些遗传模型均尚未提出可以估算性状间各种遗传效应相关性的分析方法,因此目前国内外尚未发现关于这些相关性的报道。采用朱军等提出的遗传模型及相应的统计分析方法<sup>(13,18,19)</sup>,已经能够分析性状间各种遗传效应的协方差和相关系数。石春海和朱军(1992,1993,1994,1995)<sup>(8-10,12,17)</sup>的研究结果已发现籼稻稻米品质性状中存在明显的胚乳加性和显性、细胞质以及母体加性和显性等遗传效应。因此很有必要进一步分析性状之间的各种遗传相关,以进一步发现其相关性的遗传本质。本研究旨在进一步分析籼稻碾磨和外观品质与营养品质性状之间的遗传相关,明确这些稻米性状间的胚乳直接加性相关、胚乳直接显性相关、细胞质相关、母体加性相关和母体植株显性相关的遗传表现,为水稻品质性状的间接选择和遗传改良提供科学依据。

## 1 材料与方 法

1.1 试验材料 1993 年采用浙协 2 号 A、协青早 A、浙南 3 号 A、冈朝 1 号 A、印朝 1 号

A、二九青 A、V<sub>20</sub>A、作 5A、珍汕 97A 等 9 个籼型不育系与 T49、测早 2—2、26715、102 和 1391 等 5 个籼型恢复系配成不完全双列杂交(9×5)。1994 年早季在浙江农业大学实验农场种植亲本和 F<sub>1</sub>, 单本插, 各小区种 24 株, 行株距为 20×20cm, 3 次重复。成熟时各小区取中间 8 株亲本或 F<sub>1</sub> 植株上的 F<sub>2</sub> 种子以及当代杂交获得的 F<sub>1</sub> 种子, 测定稻米碾磨品质、外观品质和营养品质等性状。

1.2 统计分析 采用禾谷类作物种子胚乳遗传模型<sup>[13, 18, 19]</sup>进行统计分析, 用 MINQUE (0/1)法和 Jackknife 抽样方法, 利用亲本、F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 世代平均数估算稻米品质性状的方差分量以及成对性状之间协方差分量及其标准误。估算的遗传相关分别为控制两个稻米品质性状表现的胚乳直接加性效应之间的相关( $r_A = C_A / \sqrt{V_{A(X)} V_{A(Y)}}$ )、胚乳直接显性效应之间的相关( $r_D = C_D / \sqrt{V_{D(X)} V_{D(Y)}}$ )、细胞质效应之间的相关( $r_C = r_C / \sqrt{V_{C(X)} V_{C(Y)}}$ )、母体加性效应之间的相关( $r_{Am} = C_{Am} / \sqrt{V_{Am(X)} V_{Am(Y)}}$ )和母体显性效应之间的相关( $r_{Dm} = C_{Dm} / \sqrt{V_{Dm(X)} V_{Dm(Y)}}$ )。同时估算了控制成对性状表现的基因型之间的相关( $r_G = C_G / \sqrt{V_{G(X)} V_{G(Y)}}$ )。

全部试验数据由 C 语言编写的统计软件, 在 IBM 兼用微机机上运算分析。

## 2 结果与分析

表 1 和表 2 中基因型相关( $r_G$ )的分析结果表明, 稻米碾磨或外观品质与营养品质性状的基因型相关系数均较小, 其中仅整精米率与赖氨酸指数间的  $r_G$  达到极显著水平, 此外糙米率与蛋白质指数、整精米率与赖氨酸含量以及糙米长厚比与蛋白质含量间的  $r_G$  亦只达到 10% 显著水平。这一结果说明从基因型相关来看, 籼稻稻米营养品质与其它品质性状的遗传关系不很密切, 但进一步分析各种遗传相关性, 却可发现许多成对性状间存在着明显的加性、显性或细胞质相关。因此, 在了解基因型相关的基础上, 很有必要进一步分析控制成对性状各种遗传效应之间的相关性, 以进一步明确稻米品质性状间相关性的遗传本质。

2.1 稻米碾磨品质与营养品质的遗传相关分析 遗传相关分析结果表明(表 1), 除了糙米率或整精米率与稻米蛋白质含量间的胚乳加性相关( $r_A$ )和母体加性相关( $r_{Am}$ )不明显外, 其它碾磨品质与蛋白质含量的负向加性相关  $r_A$  和  $r_{Am}$  均已达到极显著水平, 这说明根据单粒种子的性状表现或根据母体植株上种子的总体表现对糙米重、精米重以及精米率进行正向选择均会明显降低稻米蛋白质含量。但研究结果发现成对性状间细胞质相关( $r_C$ )均为极显著正值, 表明控制碾磨品质与稻米蛋白质含量的细胞质效应间有着密切的关系, 细胞质效应有利于同时改良稻米蛋白质含量和碾磨品质, 尤其是糙米重或精米重与蛋白质含量间有着较大的相关系数正值, 同时改良的效果将更为明显。在显性相关上, 除了糙米率与蛋白质含量的胚乳直接显性相关( $r_D$ )和母体显性相关( $r_{Dm}$ )为不显著正值外, 其它成对性状间的  $r_D$  和  $r_{Dm}$  均表现为极显著的负值, 这说明在以利用显性效应为主的杂交稻育种中要同时提高碾磨品质以及稻米蛋白质含量尚有较大的困难。

表 1 稻米碾磨品质与营养品质性状的遗传相关系数

Table 1 Genetic correlation coefficients between nutrient and milling traits of rice

参数 (Parameter)	糙米重 (WBR)	精米重 (WMR)	糙米率 (BRR)	精米率 (MRR)	整精米率 (HMRR)
<u>蛋白质含量(PC%)</u>					
基因型相关( $r_G$ )	-0.047	-0.092	0.039	0.017	0.061
胚乳直接加性相关( $r_A$ )	-0.386**	-0.271**	0.060	-0.209**	0.000
胚乳直接显性相关( $r_D$ )	-0.408**	-0.338**	0.068	-0.258**	-0.334**
细胞质相关( $r_C$ )	0.950**	0.78**	0.313**	0.448**	0.412**
母体加性相关( $r_{Am}$ )	-0.175**	-0.091*	0.000	-0.277**	0.000
母体显性相关( $r_{Dm}$ )	-0.334**	-0.350**	0.027	-0.159**	-0.324**
<u>蛋白质指数(PI%)</u>					
基因型相关( $r_G$ )	-0.049	-0.056	0.122	0.044	-0.077
胚乳直接加性相关( $r_A$ )	-0.162**	-0.019	0.000	-0.120*	0.000
胚乳直接显性相关( $r_D$ )	-0.322**	-0.275**	0.031	-0.295**	-0.266**
细胞质相关( $r_C$ )	0.853**	0.792**	0.412**	0.402**	-0.103*
母体加性相关( $r_{Am}$ )	0.073	0.165**	0.000	-0.224**	0.000
母体显性相关( $r_{Dm}$ )	0.032	0.089	0.154**	-0.050	-0.234**
<u>赖氨酸含量(LC%)</u>					
基因型相关( $r_G$ )	-0.021	-0.046	0.012	0.002	-0.110
胚乳直接加性相关( $r_A$ )	-0.085	0.075	0.000	0.135*	0.000
胚乳直接显性相关( $r_D$ )	-0.221**	-0.283**	0.058	-0.189**	-0.291**
细胞质相关( $r_C$ )	0.752**	0.820**	0.173**	0.529**	-0.312**
母体加性相关( $r_{Am}$ )	-0.056	0.067	0.000	0.060	0.000
母体显性相关( $r_{Dm}$ )	-0.102	-0.044	0.140**	-0.108*	-0.251**
<u>赖氨酸指数(LI%)</u>					
基因型相关( $r_G$ )	-0.021	-0.016	0.063	0.022	-0.190**
胚乳直接加性相关( $r_A$ )	0.169**	0.314**	0.000	0.191**	0.000
胚乳直接显性相关( $r_D$ )	-0.156**	-0.229**	0.026	-0.155**	-0.197**
细胞质相关( $r_C$ )	0.660**	0.726**	0.247**	0.397**	-0.373**
母体加性相关( $r_{Am}$ )	0.168**	0.273**	0.000	0.083	0.000
母体显性相关( $r_{Dm}$ )	0.050	0.146**	0.163**	-0.043	-0.187**

$a_1$  \* 和 \*\* 分别为 5% 和 1% 显著水平 \* and \*\* were significant at 5% and 1%, respectively

在碾磨品质性状与稻米蛋白质指数的遗传相关(表 1)中,糙米重与蛋白质指数间的  $r_A$  以及精米率与蛋白质指数间的  $r_A$  和  $r_{Am}$  表现为显著负值,因此在提高糙米重或精米率的同时有可能明显降低稻米蛋白质指数;而精米重与蛋白质指数间的  $r_{Am}$  表现为极显著正值,两者有可能通过对母体植株的选择得到同步改良,细胞质相关表明除了整精米率与蛋白质指数间的  $r_C$  为显著负值外,其余成对性状间的  $r_C$  正值均已达极显著水平、且具有较

大的相关系数,有利于同步改良这些成对性状。显性相关分析表明,多数碾磨品质与稻米蛋白质指数的 $r_D$ 为极显著负值,故这种胚乳显性相关将不利于杂交稻育种中这些性状的同步改良。在母体显性相关上,糙米率或整精米率与稻米蛋白质指数的 $r_{Dm}$ 分别达到极显著的正值或负值,这说明在改良杂交水稻糙米率的同时能够提高蛋白质指数,但可能会降低整精米率。

赖氨酸是限制性氨基酸之一,在水稻育种中希望尽可能的提高稻米赖氨酸含量或赖氨酸指数,以提高稻米的营养价值。表1中细胞质相关( $r_C$ )估算结果说明,细胞质效应有利于在改良糙米重、精米重、糙米率和精米率的同时提高赖氨酸含量或赖氨酸指数,但会降低整精米率。在加性相关中,达到显著水平的正向胚乳直接加性相关( $r_A$ )表明,对糙米重和精米重的单粒选择可以同时改良赖氨酸指数,而精米率的提高亦可增加赖氨酸指数;正向的母体加性相关( $r_{Am}$ )也表明根据母体植株糙米重和精米重性状的总体表现进行选择能够同时改良赖氨酸指数。由于这些成对性状间的 $r_A$ 和 $r_{Am}$ 均为正值,间接改良的效果尤为明显。而精米率与赖氨酸含量性状间的 $r_A$ 为显著正值,说明控制这两个性状的胚乳加性效应可以同时增加精米率和赖氨酸含量。达到极显著水平的负向胚乳直接显性相关( $r_D$ )表明,在提高除糙米率之外的碾磨品质性状时可能会降低赖氨酸含量或赖氨酸指数,故胚乳显性相关不利于杂交稻育种中这些性状的同步改良。而达到极显著水平的 $r_{Dm}$ 则表明精米重和糙米率的提高可以明显增加赖氨酸指数,糙米率的增加亦可同时增加赖氨酸含量,但一些达到显著水平的 $r_{Dm}$ 负值则证实同步改良精米率、整精米率、赖氨酸含量和赖氨酸指数尚有一定的困难。

**2.2 稻米外观品质与营养品质的遗传相关分析** 稻米外观品质是一些比较容易直接鉴定的性状,了解其与营养品质的遗传相关性将有利于稻米营养品质的间接选择和遗传改良。从表2中可以看出,稻米外观品质与蛋白质含量或蛋白质指数的胚乳直接加性相关( $r_A$ )均表现为负值,母体加性相关( $r_{Am}$ )也多数为负值,且大多已达极显著水平,这表明在优质米育种中,对单粒稻米的选择或根据母体植株稻米的总体表现,均可能随着糙米长等外观品质性状的加大,而导致蛋白质含量或蛋白质指数的下降,其中仅糙米宽与蛋白质含量的 $r_A$ 极显著负值是有利于同时改良这两个品质性状,达到米粒细、蛋白质含量较高之目的。细胞质相关( $r_C$ )结果表明除了糙米长厚比与两个蛋白质性状以及糙米宽与蛋白质指数间的 $r_C$ 不明显外,其余成对性状间的 $r_C$ 均已达到极显著水平,且相关系数值也较大,均有利于优质米育种中进行间接选择,使这些性状得到同步改良。稻米外观品质与蛋白质含量间的显性相关( $r_D$ 和 $r_{Dm}$ )以极显著负相关为主,说明这些显性相关的作用将增加杂交稻育种中同时改良稻米外观品质和蛋白质含量的难度。而在稻米外观品质与蛋白质指数间的显性相关上,除了糙米宽与蛋白质指数间 $r_D$ 未达显著水平外,其它成对性状间的 $r_D$ 负值均已达到极显著水平,因此该胚乳直接显性相关将不利于这些杂交稻外观品质性状与蛋白质指数的同步改良;但糙米厚与蛋白质指数间的 $r_{Dm}$ 显著正值则是有利于同时提高这两个性状。

由于糙米长或糙米厚与赖氨酸指数性状间的加性相关( $r_A$ 和 $r_{Am}$ )均表现为正值(其中糙米长与赖氨酸指数之间的 $r_A$ 未达显著水平),因此选择糙米长度和厚度大的单粒或单株均可以提高稻米赖氨酸指数。糙米长或糙米长厚比与赖氨酸含量间的 $r_A$ 均为极显著

表 2 稻米外观品质与营养品质的遗传相关系数\*

Table 2 Genetic correlation coefficients between nutrient and exterior quality traits of rice

参数 (Parameter)	糙米长 (BRL)	糙米宽 (BRW)	糙米厚 (BRT)	长宽比 (RLW)	长厚比 (RLT)
<u>蛋白质含量(PC %)</u>					
基因型相关( $r_G$ )	-0.103	0.025	-0.015	-0.101	-0.113
胚乳直接加性相关( $r_A$ )	-0.401**	-0.176**	-0.320**	-0.312**	-0.240**
胚乳直接显性相关( $r_D$ )	-0.449**	-0.158**	-0.310**	-0.241**	-0.199**
细胞质相关( $r_C$ )	1.000**	-0.171**	0.755**	1.000**	0.000
母体加性相关( $r_{Am}$ )	-0.279**	0.004	-0.166**	-0.262**	0.293**
母体显性相关( $r_{Dm}$ )	-0.195**	-0.259**	-0.152**	0.003	-0.057
<u>蛋白质指数(PI %)</u>					
基因型相关( $r_G$ )	-0.087	0.013	-0.035	-0.086	-0.075
胚乳直接加性相关( $r_A$ )	-0.183**	-0.007	-0.057	-0.172*	-0.253**
胚乳直接显性相关( $r_D$ )	-0.434**	0.015	-0.324**	-0.356**	-0.165**
细胞质相关( $r_C$ )	0.870**	0.045	0.685**	0.651**	0.000
母体加性相关( $r_{Am}$ )	-0.033	-0.044	0.002*	0.013	-0.039
母体显性相关( $r_{Dm}$ )	0.015	-0.070	0.099**	0.076	-0.050**
<u>赖氨酸含量(LC %)</u>					
基因型相关( $r_G$ )	0.002	-0.075	-0.041	0.050	0.039
胚乳直接加性相关( $r_A$ )	-0.166**	0.300**	0.048	-0.388*	-0.351**
胚乳直接显性相关( $r_D$ )	-0.326**	-0.035	-0.061	-0.230**	-0.296**
细胞质相关( $r_C$ )	0.632**	0.145**	0.487**	0.372**	0.000
母体加性相关( $r_{Am}$ )	-0.030	-0.140*	-0.000	0.036	-0.030
母体显性相关( $r_{Dm}$ )	0.085	0.046	-0.028	-0.080	0.112**
<u>赖氨酸指数(LI %)</u>					
基因型相关( $r_G$ )	0.021	-0.076	-0.050	0.054	0.058
胚乳直接加性相关( $r_A$ )	0.076**	0.432**	0.269**	-0.202**	-0.290**
胚乳直接显性相关( $r_D$ )	-0.256**	0.084	-0.040	-0.263**	-0.236**
细胞质相关( $r_C$ )	0.515**	0.169**	0.453**	0.262**	0.000
母体加性相关( $r_{Am}$ )	0.161**	-0.146**	0.128*	0.234**	0.127*
母体显性相关( $r_{Dm}$ )	0.181**	0.095**	0.091*	0.131*	0.112*

\*、\* 和 \*\* 分别为 5% 和 1% 显著水平 \* and \*\* were significant at 5% and 1%, respectively.

负值、 $r_{Am}$  也表现为不显著的负值。此结果说明, 虽然选择糙米长度或长厚比小的种子能够提高稻米赖氨酸含量, 但要增加糙米长度或长厚比将不易改良赖氨酸含量, 这在以选择细长粒形稻米为主的优质米育种中需要加以注意。而其它外观品质性状与两个赖氨酸性状间的关系均具有反向的  $r_A$  和  $r_{Am}$ , 说明胚乳加性相关和母体加性相关对这些相关性表现

的贡献是不同的,需要分别采用单粒选择( $r_A$ 为正)或单株选择( $r_{Am}$ 为正)的育种方法才能收到较好间接选择效果。在细胞质相关中,除了糙米长厚比与赖氨酸含量或赖氨酸指数 $r_c$ 不明显外,其余成对性状间的 $r_c$ 正值均已经达到极显著水平,揭示了细胞质相关在这些性状间的相关性中也是很重要的,有利于间接选择的进行和同步改良。在已达显著水平的显性相关上,胚乳直接显性相关( $r_D$ )均为负值,这会增加杂交稻育种中同步改良糙米长、糙米长宽比或长厚比性状与赖氨酸含量或赖氨酸指数的困难;而母体显性相关( $r_{Dm}$ )大多数为正值,该相关性说明杂交稻育种中仍有可能同时增加糙米长厚比和赖氨酸含量,也有可能同时提高糙米长、糙米厚、糙米长宽比或长厚比性状和赖氨酸指数,但应注意这些成对性状的 $r_D$ 和 $r_{Dm}$ 作用相反,对杂交稻组合选配会产生一定的干扰。

### 3 讨论

基因型相关和环境机遇相关是作物性状之间表型相关的重要组成部分。基因型相关可以排除随机机遇的干扰,是度量两个性状基因型相关性的一个统计量,但由于这种基因型相关是两个性状间所有遗传效应相关的综合表现,因此仅根据基因型相关的大小进行间接选择有时还不能取得理想的效果。本研究采用禾谷类作物种子胚乳的遗传模型进行了相关分析,可进一步估算出胚乳直接加性相关、胚乳直接显性相关、细胞质相关、母体加性相关和母体显性相关等多种遗传相关系数。由于加性效应对选择是有效的,细胞质效应亦可通过母本得以传递,因此当育种的目标性状不易测定或遗传率较低,进行直接选择较难取得预期效果时,利用与其具有较高加性相关和细胞质相关的其它性状进行间接选择,则较易取得育种效果。其中以母体加性效应相关为主的成对性状,可以根据母体植株上稻米品质性状的总体表现进行间接选择即可取得较好的育种效果;而以胚乳直接加性效应相关为主的成对性状,由于种子基因型的分离,故需进行单粒选择才能获得较好效果。显性相关则是控制性状有关基因的显性效应相互作用而产生的相关性,杂交一代中表现尤为强烈,在杂交稻育种中可以加以利用,但这种显性相关会随着世代的递增和基因的纯合而消失,且会影响选择育种中早代间接选择的效果,故对于显性相关为主的成对性状应以高代选择为主。所以,进行各种遗传相关的分析更能明确性状间相关性的遗传本质,有利于了解各性状间的遗传规律和排除环境因素及显性相关对间接选择的影响,在稻米品质性状的间接选择时就可以取得更好的选择效果,这对于水稻等作物的选择育种具有一定的指导意义。

稻米品质性状的表现关系到米质的好坏,尽快培育出具有优良稻米品质的新品种是育种家的重要目标。目前,要在低世代分离过程中测定稻米的营养品质尚有一定的难度,具存在着工作量大和成本高等问题。因此,为了对水稻杂交后代的稻米营养品质进行更为有效的选择,除了利用直接选择的方法之外,在育种过程中还可以利用其它较易观测的稻米品质性状与营养品质成对性状间的相关性特别是各种加性相关进行间接选择,有利于提高稻米营养品质的遗传改良效果。本研究对籼稻稻米营养品质与其它米质性状的多种遗传相关进行了比较分析,结果证实稻米营养品质与碾磨或外观品质性状的基因型相关系数虽然不大,达到显著水平的成对性状很少,但仍可发现胚乳加性相关、胚乳显性相关、

细胞质相关、母体加性相关以及母体植株显性相关等遗传相关对稻米营养品质与其它品质性状间的关系影响很大,其中又以成对性状间的细胞质相关尤为明显,多数表现为显著正值,有利于成对性状的同步改良,也说明细胞质效应之间的相关性可以同时影响不同的稻米品质性状,故细胞质相关在遗传相关中的作用是不可忽视的.如果仅根据基因型相关系数的结果进行分析,将难以明确各遗传效应在成对性状相关性中的作用.因此,在了解基因型相关的基础上,很有必要进一步分析控制性状间相关性的各个遗传相关的表现,排除显性相关对选择育种的干扰,提高间接选择和同步改良稻米品质性状的效果.

### 参 考 文 献

- 1 李欣等.常见水稻品种稻米品质的研究.江苏农学院学报,1987,8(1):1—8
- 2 李成基.杂交梗稻品质性状的遗传研究.杂交水稻,1988,4:32—35
- 3 莫惠栋.胚乳性状的遗传模型和世代平均数.遗传学报,1989,16:111—117
- 4 周维全等.滇西南优质大米品质与微量元素的相关性的研究.西南农业学报,1990,3(3):23—26
- 5 易小平,陈芳远.粳型杂交水稻品质性状的细胞质遗传效应研究.1.稻米外观品质及氨基酸含量分析.广西农学院学报,1991,10(1):25—32
- 6 易小平,陈芳远.粳型杂交水稻稻米蒸煮品质、碾米品质和营养品质的细胞质遗传效应.中国水稻科学,1992,6(2):187—189
- 7 张名位等.黑米品质性状的相关性研究.广东农业科学,1993,5:32—35
- 8 石春海,朱军.籼型杂交稻碾磨品质的遗传分析.生物数学学报,1992,7(4):37—45
- 9 石春海,朱军.籼型杂交稻稻米外观品质的种子和母体遗传效应分析.北京农业大学学报,1993,19(增刊):68—74
- 10 石春海,朱军.籼稻稻米蒸煮品质的种子和母体遗传效应分析.中国水稻科学,1994,8(3):129—134
- 11 莫惠栋.谷类作物胚乳品质性状遗传研究.中国农业科学,1995,28(2):1—7
- 12 石春海,朱军.稻米营养品质的种子效应和母体效应的遗传分析.遗传学报,1995,22(5):372—379
- 13 朱军,许复华.胚乳性状的遗传模型及其分析方法.作物学报,1994,20(3):264—270
- 14 Foolad M R, Jones R A. Models to estimate maternally controlled genetic variation in quantitative seed characters. *Theor. Appl. Genet.*, 1992, 83: 360—366
- 15 Kaw R N, De Lu Cruz N M. Interrelations among physicochemical grain quality characters in rice. *J. Genet. & Breed.*, 1990, 44: 139—142
- 16 Pooni H S et al. A comprehensive model for disomically inherited maternal traits expressed in triploid tissues. *Heredity*, 1992, 69: 166—174
- 17 Shi C H and Zhu J. Genetic analysis of cytoplasmic and maternal effects for milling quality traits in indica rice. *Seed Science and Technology*, 1996 (in press)
- 18 Zhu J. Mixed model approaches for estimating genetic variances and covariances. *J. Biomath.*, 1992, 7(1): 1—11
- 19 Zhu J and B S. Analysis of cytoplasmic and maternal effects, I. Genetic models for triploid endosperm. *Theor. Appl. Genet.*, 1994, 89(2—3): 160—166