

浙江省早籼稻蒸煮品质的品种、地点、品种×地点互作效应研究*

郭银燕¹ 张云康² 胡明训³ 胡秉民¹ 陈昆荣⁴

(¹浙江农业大学, 浙江杭州, 310029; ²中国水稻研究所, 浙江杭州, 310006; ³浙江温州市农科所, 浙江温州, 325006; ⁴浙江省种子分公司, 浙江杭州, 310016)

提 要 以浙江省1995年早籼稻品种区域试验6个试点参试品种蒸煮品质测定结果为材料, 用多元分析法探讨了糊化温度、胶稠度、直链淀粉含量3个蒸煮品质的品种(基因型)效应、地点效应、品种×地点互作和蒸煮品质间的相关关系, 剖析了各效应的相对重要性。分析结果表明, 蒸煮品质的3个性状均以品种效应为主, 而且依次以直链淀粉含量的品种间变异最大, 胶稠度次之, 糊化温度最小; 环境对糊化温度有较大影响。相关分析显示, 蒸煮品质间有相关关系, 且完全来自遗传(品种)效应。

关键词 早籼稻; 蒸煮品质; 区域试验; 品种×地点互作; 多元分析

Analysis of Genotype and Site Effects and Genotype×Site Interaction for Cooking Qualities of Early Season Indica Rice Varieties in Zhejiang Province

Guo Yinyan¹ Zhang Yunkang² Hu Mingxun³ Hu Bingmin¹ Chen Kunrong⁴

(¹Zhejiang Agriculture University, Hongzhou, Zhejiang 310029; ²China National Rice Research Institute, Hongzhou Zhejiang 310006; ³Wen zhou Agriculture Institute, Wenzhou Zhejiang 325006; ⁴Seed Company of Zhejiang Province, Hongzhou Zhejiang 310016)

Abstract The genotype, test site, genotype×site interaction on gelatinization temperature, gel consistency and amylose content as well as correlations among grain cooking qualities were analyzed by using multivariate analysis method for the regional trial of early season indica rice varieties in Zhejiang Province. The relative importance of the effects were also estimated. The results showed that the 3 cooking qualities were predominantly conditioned by genotype effect, where amylose content had the biggest inter-variety variance and gelatinization temperature the least. There was a large environmental effect on gelatinization temperature. Results of correlation analysis indicated these cooking qualities were correlated with each other and such correlations were derived from genetic effect.

Key words Indica rice; Cooking quality; Regional trial; Variety×Site interaction; Multivariate analysis

蒸煮品质是稻米品质的重要指标, 直接关系到米饭的食味、柔软度和色泽。蒸煮品质的遗传研究较多^[1~7], 有关中国稻米蒸煮品质的现状已有分析^[5, 8~11], 灌浆期光、温、水等环境条件对稻米品质的影响也有报道^[5, 11, 12]。由于稻米品质是既受遗传控制又受环境影响的数量

* 浙江省自然科学基金、国家自然科学基金资助项目
收稿日期: 1998-01-12

性状, 研究不同环境下各基因型的表现, 探讨遗传、环境对稻米品质影响的相对重要性及基因型×环境交互作用, 有利于生产上采用相应米质改良措施。整精米率性状方面的研究已有报道^[13], 但蒸煮品质缺乏系统研究。

本文采用多元分析方法, 研究了浙江省早籼稻区试品种蒸煮品质品种(基因型)、地点、品种×地点交互效应及各效应内蒸煮品质间的相关性, 剖析了这些效应的相对重要性, 旨在为早籼稻蒸煮品质的改良提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以浙江省 1995 年早籼稻品种区域试验 13 个参试品种 V_1 (浙农 921)、 V_2 (G93-89)、 V_3 (中繁 25)、 V_4 (中早 5 号)、 V_5 (中 906)、 V_6 (浙 852, CK1)、 V_7 (中早 4 号)、 V_8 (辐 91-36)、 V_9 (杭 9224)、 V_{10} (中协软米)、 V_{11} (辐品 36)、 V_{12} (双丰 12)、 V_{13} (浙 733, CK2) 为试验材料, 在浙江省 15 个早籼稻区试点中, 选北部(L_1 , 嘉兴)、中部(L_2 , 诸暨)、南部(L_3 , 温州)、南部山区(L_4 , 龙泉)、中西部盆地(L_5 , 衢州)、东北部沿海(L_6 , 舟山) 6 个较有代表性的试验点。各试点均随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 13.3 m², 栽培管理如常规大田。适期收获后, 各选定试点均从第 I、II 两个区组中分别随机抽取参试品种若干样品, 装入尼龙丝袋晒种。待测材料在同一环境下贮藏 3 个月后, 由中国水稻所测定各样品 11 项稻米品质。本文就其中糊化温度、胶稠度和直链淀粉含量 3 个蒸煮品质性状进行分析。

1.2 统计分析方法

1.2.1 3 分量[糊化温度(X_1)碱值、胶稠度(X_2 , mm)和直链淀粉含量(X_3 , %)]的第 i 品种在第 j 试点第 k 区组的蒸煮品质模型为

$$X_{ijk} = \mu + B_k(j) + G_i + L_j + \eta_{ij} + e_{ijk} \\ (i = 1, 2 \cdots v; j = 1, 2 \cdots l; k = 1, 2 \cdots r); \quad (1)$$

且

$$\sum_i G_i = \sum_j L_j = \sum_k B_k(j) = 0 \\ \sum_i \eta_{ij} = \sum_j \eta_{ij} = 0 \\ e_{ijk} \sim N(0, \sum), \text{ 相互独立}$$

模型中各效应向量用观察值估计, 可得总平方——乘积和阵(SSP_T)的分解式

$$SSP_T = SSP_r + SS_G + SSP_L + SSP_\eta + SSP_e \quad (2)$$

相应自由度则为

$$Vlr - 1 = l(r - 1) + (V - 1) + (l - 1) + (V - 1) \\ \times (l - 1) + l(r - 1) \times (V - 1) \quad (3)$$

各效应 SSP 用简式计算^[11], 效应内 3 指标联合检验的 Wilks- Λ 统计量

$$\Lambda = \frac{|SSPe|}{|SSP_{\text{待测效应}} + SSPe|} \quad (4)$$

Λ 检验的自由度 = (3, Df_e, Df_{待测效应})^[14]。各 SSP 均为 3×3 矩阵, 计算常规方差分析中均方(MS), 进行单指标 F 检验^[15], 计算蒸煮品质(X_i 与 X_j)间相关系数, 并检验。

1.2.2 用地点项 $EMS = \sigma^2 + vr\sigma_L^2$ 、品种项 $EMS = \sigma^2 + lr\sigma_v^2$ 、品种×地点交互项 $EMS = \sigma^2 +$

$r_{\sigma^2_{\times L}}$ 和试验误差 $EMS = \sigma^2$, 估计各效应方差分量。对环境效应权重相对较大的品质性状, 用常规 SSR 法对这些性状进行各试点平均数多重比较。

2 结果与分析

2.1 蒸煮品质性状多元联合方差—协方差分析

3 个蒸煮品质按模型(1)分解的各变异来源的自由度、离均差平方—乘积和矩阵 SSP(对角线为平方和 SS, 上三角为蒸煮品质间乘积和 SP)、3 指标联合检验的 Wilks —— Λ 统计量、单指标各效应的均方和 F 检验, 以及三指标间两两相关系数见表 1。

表 1 蒸煮品质性状多元联合方差、协方差分析
Table 1 Multivariate analysis of variance and covariance for cooking qualities

变异来源 Sources	自由度 DF	平方—乘积和阵 SSP Matrix of SSP			Λ 统计量 Λ Stati.	均方 M. S.	单指标 F 检验 F test	相关系数阵 Matrix of correlation		
		χ_1	χ_2	χ_3						
区组 Blocks	6	0.060	1.197	-0.126	0.839					
			50.077	-7.019						
				2.197						
地点 Sites	5	15.099	-25.120	-0.329	0.006**	3.020	$F_1=129.921^{**}$	1	-0.142	-0.008
			2071.678	16.570		4.336	$F_2=32.429^{**}$		1	0.035
				109.948		21.990	$F_3=60.862^{**}$			1
品种 Varieties	12	44.696	1304.671	-389.016		3.725	$F_1=160.248^{**}$	1	0.878**	-0.967**
			49420.563	-11948.656	0.001**	4118.380	$F_2=322.335^{**}$		1	-0.893**
				3622.831		301.903	$F_3=835.594^{**}$			1
品种×地点 Var. × site	60	8.642	-10.031	-2.318		0.144	$F_1=6.197^{**}$	1	-0.054	-0.107
			4015.822	64.133		66.930	$F_2=5.239^{**}$		1	0.138
				54.097	0.010**	0.902	$F_3=2.495^{**}$			1
试验误差 Error	72	1.674	-2.697	0.802		0.023		1	-0.069	0.122
			919.923	-2.668		12.777			1	-0.017
				26.014		0.361				1
总变异 Total	155	70.170	1268.020	-390.986				1	0.637**	-0.756**
			56478.063	-11877.641					1	-0.809**
				3815.086						1

从表 1 可见, 区组的 Λ 值不显著, 表明三指标在同一地点的区组间均无差异, 因而区组间单指标 F 检验可省略; 地点(环境)效应、品种效应、品种×地点(环境)互作效应的 Λ 值均显著。进一步剖析单指标各效应显示, 地点间、品种间 3 个蒸煮品质性状均存在极显著差异, 而且均存在品种×地点交互作用。

再分析各变异来源蒸煮品质性状间的相关系数, 表 1 总变异项显示, 蒸煮品质 3 指标间均存在相关关系, 糊化温度(χ_1 碱化值愈低, 糊化温度愈高)与胶稠度(χ_2)负相关、糊化温度与直链淀粉含量(χ_3)正相关、胶稠度与直链淀粉含量负相关。剖析相关的原因发现, 相关完全来自遗传(品种)效应, 其它效应(环境、品种×环境、误差)均无相关关系。可见, 要改良早籼的综合食味, 应从打破性状连锁遗传关系入手, 广泛筛选综合蒸煮品质较佳的种质资源。

2.2 蒸煮品质性状各变异来源的方差分量估算及地点环境对蒸煮品质的影响

对蒸煮品质 3 个性状的地点、品种、品种×地点互作效应的相对重要性, 作了估算(表 2)。

从表 2 可见, 3 蒸煮品质均以品种变异为主, 表明蒸煮品质的改良首先应抓品种选育。但不同品种间蒸煮品质的变异, 以直链淀粉含量最大, 其次是胶稠度, 最低是糊化温度。表明品种选育对性状的改变以直链淀粉含量效果最明显, 其次是胶稠度。环境(地点)对糊化温度的影响明显, 而对直链淀粉含量和胶稠度影响较小。3 性状均存在品种×地点交互作用, 以糊化温度、胶稠度相对较大, 直链淀粉含量最小。

环境对糊化温度的影响较大, 结果见表 3。

表 2 蒸煮品质各变异来源的方差估算及相对权重分析

Table 2 Variance estimate for different sources of cooking qualities

来源 Source	糊化温度(碱值) Gela temperature		胶稠度(mm) Gel consistency		直链淀粉含量(%) Amylose content	
	方差估值 Var. estim.	权重(%) Weight	方差估值 Var. estim.	权重(%) Weight	方差估值 Var. estim.	权重(%) Weight
地点(σ^2) Site	0.1153	22.7	15.4446	3.9	0.8319	3.1
品种(σ^2) Varieties	0.3085	60.8	342.1336	86.1	25.1284	94.5
品种×地点(σ^2) Var. × site	0.0604	11.9	27.0768	6.8	0.2702	1.0
误差(σ^2) Error	0.0232	4.6	12.7767	3.2	0.3613	1.4

表 3 试点环境对参试品种糊化温度的影响(SSR 检验)

Table 3 Significant test for site effects of gel a temperature (SSR method)

编号 Code	试点 Site	平均数 Mean	显著性 Significance
L ₄	龙泉 Longquan	6.0385	a A
L ₃	温州 Wenzhou	5.6462	b B
L ₂	诸暨 Juji	5.3462	c C
L ₆	舟山 Zhousan	5.2154	d D
L ₁	嘉兴 Jiaxing	5.1962	d D
L ₅	衢州 Quzhou	5.1923	d D

表 3 显示, 浙江省早籼稻种植地点从南向北参试品种糊化温度有逐渐增高(碱化值逐渐降低)趋势, 以西南部山区(龙泉)糊化温度最低, 南部试点(温州)其次, 中北部(诸暨)再次, 北部试点(舟山、嘉兴)相对较高。衢州虽在中西部, 由于盆地环境, 其糊化温度与北部试点相仿。糊化温度这一南北趋势与李欣^[3]研究结果正好相反, 这是因为李欣研究的是中稻, 低温是影响种子充实度的重要因子, 表现出温度与糊化温度正相关, 因而种植地点向北推移, 参试品种糊化温度逐渐降低。本试验材为早籼稻, 高温是影响种子充实度的重要因子, 南部气温相对

较高, 早籼稻灌浆期相对缩短, 淀粉粒积累疏松, 因而糊化温度相对降低(碱值相对较高)。可见, 温度对稻米糊化温度影响, 早、中、晚稻有所区别。

3 小结与讨论

3.1 参照农业部《NY122—86 优质食用稻米》标准, 浙江省近期新选育早籼品种蒸煮品质仍有待改良, 胶稠度仍偏硬而直链淀粉含量仍偏高^[10]。从本文分析结果看, 3 个蒸煮品质均以品种效应最大, 尤其是直链淀粉含量和胶稠度品种效应占总变异的的比例均大于 86%, 糊化温度也达 60.8%。可见, 蒸煮品质的改良首先应抓品种选育。由于性状间有高度相关性, 使得蒸煮品质的改良有一定难度。从本文分析结果看, 蒸煮品质间相关主要来自遗传效应, 改良早籼综合食味, 应从突破性性状连锁遗传入手。

3.2 糊化温度以品种效应为主, 但环境(地点)效应也占总变异的 22.7%, 地点×品种效应也占总变异 11.9%。可见, 环境对该性状有相当的影响。品种对环境的反应有一定差异。因此, 品种区域试验中参试品种品质测定应有一定的试点数, 以保证品质评价的正确性。

参 考 文 献

- 1 汤圣祥. 中国水稻科学, 1991, 5(1): 25~28
- 2 石春海, 朱军. 中国水稻科学, 1994, 8(3): 129~134
- 3 莫惠栋等编. 谷物作物品质性状遗传研究进展. 南京: 江苏科学技术出版社, 1990. 42~53
- 4 黄超武, 李锐. 华南农业大学学报, 1990, 11(1): 23~29
- 5 熊振民等编. 中国水稻. 北京: 农业科技出版社. 164~176
- 6 Kumar I, G S Khush. Crop Sci, 1987, 27: 1167~1172
- 7 Mckenzie, J N Rutger. Crop Sci, 1983, 23: 306~313
- 8 汤圣祥. 中国农业科学, 1987, 20(5): 17~22
- 9 张文绪, 汤圣祥. 中国农业科学, 1981, 14(5): 32~39
- 10 郭银燕, 张云康, 王忠明等. 作物学报, 1997, 23(5): 573~579
- 11 黄发松, 胡培松. 优质稻米的研究与利用, 北京: 农业科技出版社. 1994
- 12 周德翼, 张嵩午, 高如嵩. 西北农业大学学报, 1994, 22(2): 6~10
- 13 Gravois K A, K A K Moldenhauer, P. C. Rohman, Crop Sci, 1991, 31: 907~911
- 14 张尧庭, 方开泰著. 多元统计分析引论, 北京: 科学出版社, 163~172
- 15 胡秉民, 耿旭著. 作物稳定性分析法, 北京: 科学出版社, 1993
- 16 王学友, 王松桂编. 实用多元统计分析, 上海: 上海科技出版社, 1990. 164~190