

## 云南高原粳稻品质特性分析

赵国珍, 蒋 聪, 邹 茜, 世 荣, 袁平荣, 苏振喜, 朱振华, 戴陆园

(云南省农业科学院粮食作物研究所, 昆明 650205)

**摘要:**采用表型主成分及聚类分析法,对76个云南高原粳稻的11个品质性状进行分析。结果表明:(1)直链淀粉含量的平均值达食用稻品种品质1级标准,糙米率、透明度、碱消值和胶稠度达2级标准,精米率达3级标准,其余品质性状的平均值均在3级以下。品种间变异最小的品质性状是糙米率和碱消值,变异最大的是垩白度,其次是垩白粒率。(2)稻米品质性状间存在复杂的相关关系。(3)在选出的6个影响云南稻米品质的主因子中,精米率、垩白粒率和垩白度因子对稻米品质的累积贡献率为49.6%。(4)76个云南粳稻聚为4类,其中第1类包括52个品种,表明遗传距离近,遗传基础狭窄。在今后的云南粳稻品质育种中,应降低垩白粒率和垩白度,提高精米率和整精米率,同时拓宽遗传基础。

**关键词:**云南高原粳稻;稻米品质性状;主成分分析;聚类分析

## Japonica Rice Grain Quality of Yunnan Plateau

ZHAO Guo-zhen, JIANG Cong, ZOU Qian, SHI Rong, YUAN Ping-rong,

SU Zhen-xi, ZHU Zhen-hua, DAI Lu-yuan

(Institute of Food Crops, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205)

**Abstract:** Eleven grain quality traits of 76 cultivars (lines) from Yunnan Provincial were analysed using the method of phenotypic principal component and cluster analysis. The results indicated that: (1) The mean of amylose content and milled rice rate met 1 and 3 level of edible rice grain quality standard, respectively. And those of brown rice rate, transparency, alkali digested value and gel consistency fit 2 level of that standard. Whereas those of other traits were below 3 level. Among variation coefficients of the grain quality traits, those of brown rice rate and alkali digested value were lowest, while that of chalky area was highest, and the follow was chalky rice rate. (2) There existed complex relationship among rice grain quality traits. (3) The cumulative contribution rate of milled rice rate, chalky rice rate and chalky area to grain quality was 49.6% among six principal component factors affecting grain quality traits. (4) 76 cultivars (lines) could be classified into four groups according to genetic distance. There were 52 cultivars in No. 1 groups, indicating near genetic distance and narrow genetic basis among most of the cultivars. In order to improve the grain quality of Yunnan japonica cultivars, chalky rice rate and chalky area should be reduced while milled rice rate and head rice rate are necessary increased. At the same time, it is also important to broaden the genetic basis in japonica rice breeding.

**Key words:** Japonica rice of Yunnan Plateau; Grain quality traits; Principal component analysis; Cluster analysis

稻米品质是一个综合性状,包括碾磨品质、外观品质、蒸煮和营养品质。目前,关于稻米品质性状及相关性分析的研究较多<sup>[1-6]</sup>,大多数是针对某个区域或某种类型的品种。云南高原粳稻区是我国乃至世界上最特殊的稻区之一,地理气候错综复杂,多年

的引种实践表明,外引种大都不适应该稻区种植,须靠自育解决云南的粳稻品种问题<sup>[7]</sup>。在品种选育过程中,为了实现粮食自求平衡,多年来,水稻育种目标以高产为主,对品质不够重视。随着人民生活水平的不断提高,对稻米品质的要求也越来越高。

收稿日期:2010-11-20 修回日期:2011-04-14

基金项目:云南省科技攻关项目(2010BB002);云南省技术创新人才培养资助项目(2008PY089)

作者简介:赵国珍,硕士,研究员,从事水稻遗传育种研究。E-mail: guozhenzhao@163.com

通讯作者:戴陆园,博士,研究员,从事水稻遗传育种研究。E-mail: Luyuandai@yahoo.com.cn

为了满足优质米市场的需求和提高稻米的市场竞争力,育种目标已由高产向优质转变<sup>[8-9]</sup>。但关于云南高原粳稻品种稻米品质性状方面的研究鲜有报道,为了掌握现有品种的稻米品质状况,加快高原粳稻品质育种进程,本研究对云南近期育成的粳稻新品种(系)进行稻米品质分析,并采用表型主成分及聚类分析,探讨稻米品质性状间的相关性和影响云南稻米品质的主成分因子,旨在为进一步选育优质水稻品种提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以 2005-2009 年云南省中部和中北部粳稻品种区域试验 76 个品种(系)为试验材料。其中,中部组粳稻品种 44 个,中北部组粳稻品种 32 个,分别由 14 个育种单位(部门)选育提供。

### 1.2 试验方法

2009 年,分别将中部组的 44 个和中北部组的 32 个粳稻品种(系)种植在楚雄州种子管理站和云南省农业科学院试验田,采用随机区组排列,3 次重复,小区面积 13.33m<sup>2</sup>,肥水管理按当地常规进行。成熟收割后,晒干扬净,储存 3 个月,各取 500g 种子送农业部稻米及制品质量监督检验测试中心(杭州)进行检测。

### 1.3 统计分析

用 Microsoft Excel 数据分析软件和 DPS 数据处理系统<sup>[10]</sup>进行数据的整理和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 稻米品质

76 个粳稻品种(系)11 项稻米品质性状的分析结果列于表 1。从稻米品质各性状的平均值看,直链淀粉含量达 NY/T593-2002《食用稻品种品质》1 级标准,糙米率、透明度、碱消值和胶稠度达 2 级标准,精米率达 3 级标准,其余品质性状均在 3 级以下。从变异系数看,品种间的糙米率和碱消值变异最小,变异系数分别为 2.14% 和 2.35%。品种间变异最大的品质性状是垩白度,其次是垩白粒率,变异系数分别为 89.43% 和 72.14%。从各品质性状达标的比例看,碱消值和直链淀粉含量达标率最高,所有品种都达 2 级以上标准,其次是透明度和糙米率几乎都达 3 级以上标准。参试品种中垩白粒率达 3 级以上标准的品种仅占 60.2%。从品种的各项品质性状达标情况看,没有 1 个品种达 1 级标准,达 2~3 级标准的品种仅占 34.2%,也就是说,近期育成的云南粳稻大多品质较差,仅有约 1/3 的品种稻米品质达 3 级以上标准。

表 1 稻米品质分析结果

Table 1 The result of grain quality

项目 Item	变幅 Range	平均 Mean	标准差 s	变异系数(%) CV	达 1 级比例 (%) Ratio of 1 grade	达 2 级比例 (%) Ratio of 2 grade	达 3 级比例 (%) Ratio of 3 grade	3 级以下 (%) Ratio of below 3 grade
糙米率(%) BR	76.3~86.9	83.18	1.78	2.14	32.9	43.4	22.4	1.3
精米率(%) MR	66.9~79.2	74.58	2.55	3.42	18.4	32.9	18.4	30.3
整精米率(%) HR	35.5~77.5	65.47	10.61	16.20	55.3	9.2	10.5	25.0
粒长(mm) GL	4.5~6.2	5.11	0.29	5.72	-	-	-	-
长宽比 LWR	1.6~2.5	1.84	0.16	8.46	-	-	-	-
垩白粒率(%) CR	2.0~96.0	31.38	22.64	72.14	18.4	23.4	18.4	39.8
垩白度(%) CA	0.1~13.3	3.54	3.17	89.43	23.4	36.8	15.8	24.0
透明度(级) TRA	1.0~3.0	1.78	0.62	34.89	32.9	56.6	10.5	0
碱消值(级) ADV	6.1~7.0	6.94	0.16	2.35	94.7	5.3	0	0
胶稠度(mm) GC	35.0~88.0	71.79	9.58	13.35	32.9	19.7	44.7	2.7
直链淀粉(%) AC	10.0~20.3	16.31	1.97	12.08	44.7	55.3	0	0
所有品质性状 Total grain quality					0	6.6	27.6	65.8

BR: Brown rice rate, MR: Milled rice rate, HR: Head rice rate, GL: Grain length, LWR: Length-width ratio, CR: Chalky rice rate, CA: Chalky area, TRA: Transparency, ADV: Alkali digested value, GC: Gel consistency, AC: Amylose content. The same as below

## 2.2 稻米品质性状间的相关性分析

稻米品质性状相关系数列于表2。由表2可知,碾磨品质中,糙米率与精米率、直链淀粉含量呈极显著正相关,相关系数分别为0.86和0.39,与其余品质性状相关不显著。精米率与整精米率、直链淀粉含量呈显著正相关,与粒长、垩白粒率、垩白度、透明度和胶稠度呈显著或极显著负相关。整精米率与粒长、长宽比、垩白度及透明度呈显著或极显著负相关,而与碱消值、直链淀粉含量呈极显著正相关。粒长与长宽比呈极显著正相关,说明在品种选育时选择长粒型的水稻品种,可增大子粒的长宽比,但会

降低稻米的精米率和整精米率。垩白粒率与垩白度呈极显著正相关,透明度与垩白粒率和垩白度呈极显著正相关,说明减小垩白粒率,可以达到减小垩白度、增加透明度和提高碾磨品质的目的。碱消值与透明度呈显著负相关,说明选择透明度好的品种,会使稻米的碱消值增加,米饭变硬。胶稠度与直链淀粉含量呈极显著负相关,说明选择直链淀粉含量较低的品种,可以增加胶稠度,提高稻米的食味品质,但会导致碾磨品质变差。由此看出,稻米品质性状间存在复杂的相关关系,品种选育时,不可片面追求某一性状,应考虑稻米的综合品质。

表2 稻米品质性状间的相关系数

Table 2 Correlation coefficient among some grain quality traits

品质性状 Characteristic	糙米率 (%)BR	精米率 (%)MR	整精米率 (%)HR	粒长 (mm)GL	长宽比 LWR	垩白粒率 (%)CR	垩白度 (%)CA	透明度 (级)TRA	碱消值 (级)ADV	胶稠度 (%)GC
精米率(%)MR	0.86**									
整精米率(%)HR	0.12	0.39**								
粒长(mm)GL	-0.10	-0.28*	-0.29*							
长宽比LWR	-0.07	-0.21	-0.28*	0.81**						
垩白粒率(%)CR	-0.11	-0.27*	-0.19	0.10	-0.20					
垩白度(%)CA	-0.13	-0.25*	-0.22*	0.12	-0.14	0.90**				
透明度(级)TRA	-0.17	-0.36**	-0.40**	0.08	0.01	0.53**	0.60**			
碱消值(级)ADV	-0.13	-0.04	0.26*	-0.04	-0.13	-0.06	-0.27*	-0.29*		
胶稠度(mm)GC	-0.10	-0.33**	0.06	0.13	0.09	0.11	-0.08	-0.06	0.08	
直链淀粉(%)AC	0.39**	0.50**	0.30**	-0.10	-0.14	0.02	0.14	-0.23*	-0.01	-0.41**

## 2.3 稻米品质性状的表型主成分分析

为了明确影响云南稻米品质的主成分因子,对以上11个稻米品质指标进行了表型主成分分析(表3、表4)。计算出相关矩阵的特征根和相应的特征向量,选取了前6个特征根,作为影响云南粳稻品质的主成分,它们对稻米品质的累计贡献率为90.8%。根据各个主成分相应的特征向量各分量的绝对值和符号,第1主成分主要影响稻米的碾磨品质(糙米率、精米率和整精米率的向量值分别为-0.329、-0.457、-0.333)和外观品质(垩白粒率、垩白度和透明度的向量值分别为0.336、0.345、0.385),可看作碾磨品质和外观品质的联合因子,即第1主成分越大,糙米率、精米率和整精米率越低,垩白粒率和垩白度越高,透明度越低,说明碾磨品质与外观品质有消长关系,品种选育时,选择垩白粒率和垩白度低、透明度好的品种,有利于提高稻米的碾磨品质;第2主成分主要影响垩白粒率和垩白

度(向量值分别为0.442、0.476),可看作外观品质因子,即第2主成分越大,垩白粒率越高,垩白度越大,而长宽比减小,说明选择长宽比较大的品种,有利于降低垩白粒率和垩白度;第3主成分主要影响长宽比和粒长(向量值分别为0.513、0.4720),可看作粒形因子,即第3主成分越大,粒长变长,长宽比变大,粒形变得细长;第4主成分主要影响整精米率和粒长(向量值分别为0.401、-0.400),可看作碾磨品质和粒形的联合因子,即第4主成分越大,粒长变短,整精米率增加,说明整精米率与粒长有消长关系,品种选育时应注重考虑粒形性状;第5主成分主要影响胶稠度(向量值为0.752),可看作蒸煮品质因子I,即第5主成分越大,胶稠度增加,米饭变软;第6主成分主要影响碱消值(向量值为0.682),可看作蒸煮品质因子II,其次为整精米率(向量值为-0.492),说明降低碱消值,有利于提高整精米率。

表 3 稻米品质性状表型的主成分特征向量

Table 3 Eigenvector of phenotypic principal components of grain quality traits

分量来源 Component source	向量值 Vector Value					
	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_6$
糙米率(%)BR	-0.329	0.211	0.371	-0.005	0.461	0.356
精米率(%)MR	-0.457	0.218	0.260	-0.007	0.200	0.171
整精米率(%)HR	-0.333	0.029	-0.250	0.401	0.062	-0.492
粒长(mm)GL	0.250	-0.276	0.472	-0.400	-0.024	0.026
长宽比 LWR	0.167	-0.392	0.513	0.167	-0.049	-0.073
垩白粒率(%)CR	0.336	0.422	-0.072	0.360	0.148	0.112
垩白度(%)CA	0.341	0.476	0.049	0.238	0.001	-0.102
透明度(级)TRA	0.385	0.280	0.045	-0.215	0.032	0.174
碱消值(级)ADV	-0.119	-0.178	-0.353	0.397	-0.246	0.682
胶稠度(mm)GC	0.138	-0.250	-0.233	0.234	0.752	-0.133
直链淀粉(%)AC	-0.269	0.317	0.2424	0.3423	-0.304	-0.2468

表 4 稻米品质性状表型主成分因子及主因子贡献率

Table 4 Phenotypic principal components factor of grain quality and its contribution rate

因子 Factor	向量值 Vector value	特征值 Eigenvalue	贡献率(%) Contribution rate	累计贡献率(%) Cumulative contribution rate
F1 精米率(%)ML	-0.457	3.2066	29.2	29.2
F2 垩白粒率(%)CR	0.422	2.2518	20.4	49.6
垩白度(%)CA	0.476			
F3 长宽比 LWR	0.513	1.7135	15.6	65.2
粒长(mm)GL	0.472			
F4 整精米率(%)HR	0.401	1.1188	10.2	75.4
粒长(mm)GL	-0.400			
F5 胶稠度(mm)GC	0.752	1.0028	9.1	84.5
F6 碱消值(级)ADV	0.682	0.6934	6.3	90.8

## 2.4 聚类分析

采用类平均法,对 76 个品种(系)进行聚类分析(图 1)。由图 1 看出,依不同的距离,76 个品种可以划分为不同的类群。取遗传距离  $D = 35$  将 76 个品种聚为 4 类,第 I 类包括云粳 29 号、云粳 18 号等 52 个品种,占供试品种的 68.4%。第 II 类包括岫粳 16 号、丽粳 10 号等 17 个品种,占供试品种的 22.4%。第 III 类包括楚恢 9 号、楚粳 32 号等 6 个品种,占供试品种的 7.9%。第 IV 类仅有 1 个品种为

凤稻 22 号。按聚类结果,将各类品种的 11 个品质性状的表型值进行平均列于表 5。结果表明,第 I 类品种稻米品质好,特别是碾磨品质和外观品质好;第 II 类品种稻米品质较好;第 III 类品种碾磨品质和外观品质一般,但直链淀粉含量较低,胶稠度较高,蒸煮品质较好;第 IV 类品种(凤稻 22 号)稻米品质最差。由此说明,绝大部分参试云南粳稻的遗传距离较近,遗传基础狭窄。

表 5 不同类别品种的稻米品质比较

Table 5 Comparison of the grain quality traits among different group cultivars

项目 Item	糙米率 (%)BR	精米率 (%)MR	整精米率 (%)HR	粒长 (mm)GL	长宽比 LWR	垩白粒率 (%)CR	垩白度 (%)CA	透明度 (级)TRA	碱消值 (级)ADV	胶稠度 (mm)GC	直链淀粉 (%)AC
第 I 类	83.9	76.2	68.7	4.97	1.79	19.3	2.16	1.57	6.97	67.3	17.2
第 II 类	83.0	73.8	61.4	5.19	1.85	47.6	5.71	2	6.91	73.9	16.1
第 III 类	82.6	72.7	64.1	5.11	1.75	82.5	9.62	2.33	7.0	79.3	15.8
第 IV 类	81.0	72.8	59.1	5.4	1.9	88.0	13.4	3.0	7.0	35.0	20.3

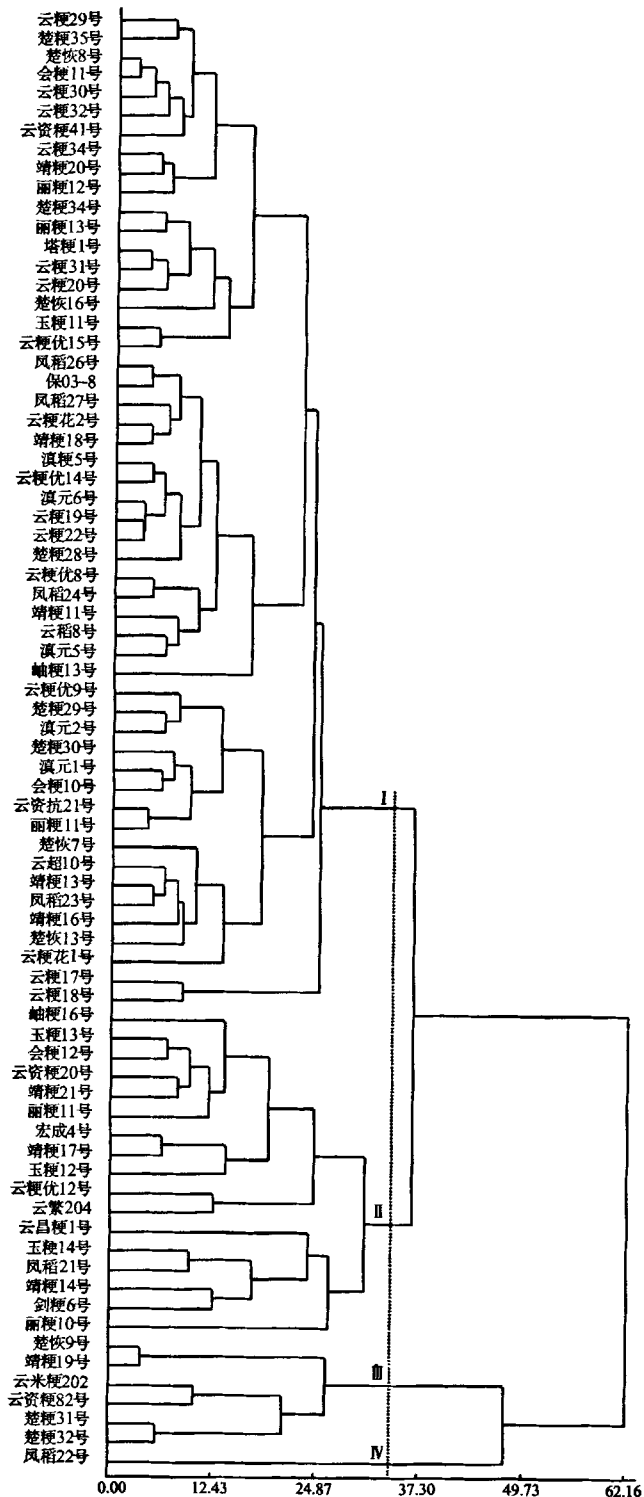


图1 基于稻米品质性状的聚类图  
Fig. 1 Dendrogram of cluster analysis  
based on grain quality traits

### 3 讨论

云南省粳稻品种区域试验是选拔全省粳稻区主栽品种的重要环节,因此,连续6年参试品种的稻米品质情况能够反映近期育成品种的品质。从参试的

76个粳稻品种(系)的品质分析结果看,垩白粒率未达食用优质米3级标准的品种所占比例最高,达39.8%,说明垩白粒率是影响云南粳稻品质达标的最主要因素。据报道<sup>[11-12]</sup>垩白粒率的遗传加性效应较显性效应重要,遗传力高,因此要选育垩白粒率低的优质品种,应在早代进行严格筛选。主成分分析结果表明,精米率、垩白粒率、垩白度、子粒的长宽比以及整精米率是影响云南粳稻品质的主要因素,在今后的品质育种中应特别注意降低垩白粒率和垩白度,提高精米率和整精米率,才有利于提高育成品种的稻米品质。参试的76个品种(系)中,楚梗28号的垩白粒率最低,仅为2%,精米率和整精米率也很高,分别为78.0%和77.5%,其次云梗19号的垩白粒率为6%,精米率和整精米率分别为75.8%和73.1%,并且这两个品种的其余品质性状均达《食用稻品种品质》1级或2级标准,在品质育种中可以作为优质亲本利用。

稻米品质性状间存在复杂的相关关系,一般认为粒长与垩白粒率、垩白度呈显著负相关。王丹英等<sup>[3]</sup>研究表明,粳稻的垩白粒率、垩白度与长宽比呈显著负相关,与粒长呈正相关关系;泷田正<sup>[13]</sup>研究认为,长粒米的腹白明显比短粒米多;杨联松等<sup>[14]</sup>研究指出,粒长与垩白粒率和垩白度没有显著相关性。本试验的相关分析和主成分分析均表明,粒长和长宽比与垩白粒率和垩白度没有显著相关性,但作为评价稻米外观品质指标的粒长、长宽比、垩白粒率、垩白度和透明度均与碾磨品质呈负相关,因此,通过选择垩白粒率和垩白度较低,透明度好,子粒长度中等的品种,可以达到提高碾磨品质的目的。但是,作为评价蒸煮品质重要指标的直链淀粉含量又与碾磨品质呈极显著正相关,也就是说碾磨品质好的品种,直链淀粉含量高,稻米的蒸煮品质差。因此,从水稻品质育种角度看,由于水稻品质性状间存在难以协调的遗传相关,每一个主成分的增大或减小都处于一种矛盾之中,尤其是在碾磨品质与食味品质的协调上。因此,在品种选育过程中,每一个主成分的值都应控制在适宜范围内,从而增加了水稻品质育种的难度。

由76个粳稻品种(系)的聚类结果看,绝大部分参试品种(系)遗传背景较近,这也是品质育种难以突破的重要原因。亲本选配是育种成败的关键,而亲本的遗传多样性是作物育种工作者十分关注的问题,因此,今后的水稻品质育种应引进和大力挖掘新的优质资源,利用多样性的遗传资源,拓宽云南粳稻的遗传基础,提高品质育种效率。

(下转 927 页)

本研究通过分析不同大豆主产区异黄酮极值比值发现异黄酮含量变化范围为 2.66 ~ 4.11。而刘广阳等<sup>[12]</sup>测定野生大豆种质中异黄酮极值比值范围在 10 左右,表明野生大豆相比栽培大豆具有更丰富的异黄酮遗传变异,因此可以利用栽培和野生大豆杂交的方法获得更丰富的异黄酮含量的遗传变异类型。

本研究发现来自南方大豆产区的种质平均异黄酮含量显著高于北方春大豆种质,这与孙君明等<sup>[8]</sup>研究结果相反,这可能由于本研究所选的 100 份来源广泛的大豆种质均是在同一地点种植的缘故,这有待进一步通过多年多点大样本认证。

致谢:感谢中国农业科学院作物科学研究所常汝镇研究员对本文大豆种质资源区域分类提出的宝贵意见。

#### 参考文献

- [1] Sarkar F H, Li Y W. Soy isoflavones and cancer prevention [J]. *Cancer Invest*, 2003, 21: 744-757
- [2] Clarkson T B. Soy, soy phytoestrogens and cardiovascular disease [J]. *J Nutr*, 2002, 132(S): 566-569
- [3] Setchell K D R, Lydeking-Olsen E. Dietary phytoestrogens and their effect on bone: Evidence from *in vitro* and *in vivo*, human observational, and dietary intervention studies [J]. *Am J Clin Nutr*, 2003, 78: 593-609
- [4] Coward L, Banes N C, Setchell K D R, et al. Genistein, daidzein and their  $\beta$ -glycoside conjugates; antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets [J]. *J Agric Food Chem*, 1993, 41: 1961-1967
- [5] Kudou S, Fleury Y, Welti D, et al. Malonyl isoflavone glycosides in soybean seeds [ *Glycine max* (L.) Merr. ] [J]. *Agric Biol Chem*, 1991, 55(9): 2227-2233
- [6] Kitamura K, Igita K, Kikuchi A, et al. Low isoflavone content in some early maturing cultivars, so called "Summer type soybean" in Japan [J]. *Breed*, 1991, 41: 651-654
- [7] Wang C Y, Sherrard M, Pagadala S, et al. Isoflavone content among maturity group 0 to II soybeans [J]. *J Am Oil Chem Soc*, 2000, 77: 483-487
- [8] 孙君明, 丁安林, 常汝镇. 中国大豆异黄酮含量的初步分析 [J]. *中国粮油学报*, 1995, 10(4): 51-54
- [9] 孙君明, 韩粉霞, 丁安林. 高效液相色谱 (HPLC) 技术鉴定中国南方大豆品种异黄酮主要组分 [J]. *植物遗传资源学报*, 2004, 5(3): 222-226
- [10] 林红, 来永才, 齐宁, 等. 黑龙江省野生大豆、栽培大豆高异黄酮种质资源筛选 [J]. *植物遗传资源学报*, 2005, 6(1): 53-55
- [11] 来永才, 李炜, 王庆祥, 等. 黑龙江省野生大豆高异黄酮新种质创新利用 I 异黄酮含量及与籽粒相关性状的初步分析 [J]. *大豆科学*, 2006, 25(4): 414-416
- [12] 刘广阳, 齐宁, 林红, 等. 黑龙江野生和栽培大豆异黄酮与其组分相关性分析 [J]. *植物遗传资源学报*, 2008, 9(3): 378-380
- [13] 孙君明, 丁安林, 沈黎明. 光照对大豆幼苗组织中异黄酮含量和分布的影响 [J]. *植物学报*, 1998, 40(11): 1015-1021
- [14] Lozovaya V V, Lygin A V, Ulanov A V, et al. Effect of temperature and soil moisture status during seed development on soybean seed isoflavone concentration and composition [J]. *Crop Sci*, 2005, 45: 1934-1940
- [15] Vyn T J, Yin X H, Bruulsema T W, et al. Potassium Fertilization Effects on Isoflavone Concentrations in Soybean [ *Glycine max* (L.) Merr. ] [J]. *J Agric Food Chem*, 2002, 50: 3501-3506
- [16] Eldridge A C, Kwolek W F. Soybean isoflavones; Effect of environment and variety on composition [J]. *J Agric Food Chem*, 1983, 31: 394-396
- [17] Hoeck J A, Fehr W R, Murphy P A, et al. Influence of genotype and environment on isoflavone contents of soybean [J]. *Crop Sci*, 2000, 40: 48-51
- [18] 孙君明, 丁安林. 大豆异黄酮含量及影响因素的评价 [J]. *中国粮油学报*, 1998, 13(2): 10-13
- [19] 邱丽娟, 曹永生, 常汝镇, 等. 中国大豆 ( *Glycine max* ) 核心种质构建 I. 取样方法研究 [J]. *中国农业科学*, 2003, 36(12): 1442-1449
- [20] 孙君明, 孙宝莉, 韩粉霞, 等. 快速检测大豆籽粒中十二种异黄酮组分的 HPLC 方法 [J]. *中国农业科学*, 2009, 42(7): 2491-2498
- [21] Jung W, Yu O, Lau S M, et al. Identification and expression of isoflavone synthases, the key enzyme for biosynthesis of isoflavones in legumes [J]. *Nature Biotech*, 2000, 18: 208-212

(上接第 920 页)

#### 参考文献

- [1] 郭银燕, 张云康, 杨作栋, 等. 浙江省早籼稻近期区试品种品质性状的综合分析 [J]. *中国水稻科学*, 1998, 12(3): 139-143
- [2] 赵国珍, 刘吉新, 李全衡, 等. 云南梗稻碾磨品质性状稳定性分析 [J]. *植物遗传资源学报*, 2009, 10(2): 272-277
- [3] 王丹英, 章秀福, 朱智伟, 等. 食用稻米品质性状间的相关性分析 [J]. *作物学报*, 2005, 31(8): 1086-1091
- [4] 曾亚文, 申时全, 徐绍忠, 等. 云南软米低直链含量及其相关性遗传分析 [J]. *植物遗传资源学报*, 2004, 5(1): 12-16
- [5] 鲍根良, 王俊敏, 富田桂, 等. 密穗水稻品种籽粒垩白性状改良研究 [J]. *植物遗传资源学报*, 2004, 5(4): 378-381
- [6] 蒋开锋, 郑家奎, 赵甘霖, 等. 四川省新育成杂交水稻组合的品质分析 [J]. *中国水稻科学*, 2004, 18(1): 80-82
- [7] 蒋志农. 云南稻作 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1995: 5-11
- [8] 赵国珍, 杨世准, 苏振喜, 等. 云南高原梗稻与韩国梗稻品质特性比较分析 [J]. *中国水稻科学*, 2008, 22(3): 331-334
- [9] 苏振喜, 赵国珍, 廖新华, 等. 云南梗型特色软米食味品质性状稳定性分析 [J]. *中国水稻科学*, 2010, 24(3): 320-324
- [10] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统 [M]. 北京: 科学出版社, 2002: 332-339, 367-373
- [11] 雷东阳, 谢放鸣, 徐建龙, 等. 稻米粒形和垩白度的 QTL 定位和上位性分析 [J]. *中国水稻科学*, 2008, 22(3): 225-260
- [12] 敖雁, 徐辰武, 莫惠栋. 籼型杂交种稻米品质性状的数量遗传分析 [J]. *遗传学报*, 2000, 27(8): 706-712
- [13] 浅田正. 水稻粒形特性与育种 [J]. *农业技术*, 1990, 44(6): 39-42
- [14] 杨联松, 白一松, 许传万, 等. 水稻粒形与稻米品质间相关性研究进展 [J]. *安徽农业科学*, 2001, 29(3): 312-316

## 云南高原粳稻品质特性分析

作者: [赵国珍](#), [蒋聪](#), [邹茜](#), [世荣](#), [袁平荣](#), [苏振喜](#), [朱振华](#), [戴陆园](#), [ZHAO Guo-zhen](#), [JIANG Cong](#), [ZOU Qian](#), [SHI Rong](#), [YUAN Ping-rong](#), [SU Zhen-xi](#), [ZHU Zhen-hua](#), [DAI Lu-yuan](#)

作者单位: [云南省农业科学院粮食作物研究所, 昆明, 650205](#)

刊名: [植物遗传资源学报](#) 

英文刊名: [Journal of Plant Genetic Resources](#)

年, 卷(期): 2011, 12(6)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zwyczyxb201106013.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201106013.aspx)