

不同年代早籼稻品种的植株形态及其演变研究

宋文卿^{1,2}, 张卫星¹, 于隆严², 邵国胜¹, 周蓉¹, 于永红¹, 朱智伟¹, 廖西元^{1*}

(1. 中国水稻研究所, 浙江 杭州 310006 2 江西农业大学 农学院, 江西 南昌 330045)

摘要:按亲缘关系追溯构建一套以不同年代主栽品种为骨干的早籼稻系谱材料, 在同一生态条件下种植, 研究不同年代早籼稻品种的植株形态性状变化及其发展演变特征, 并分析植株形态演变的主导因子。结果表明: 早籼稻品种在演变进程中, 植株形态性状变异较大, 品种间均达极显著差异, 从早期高秆品种到近期高产品种, 株高呈明显降低趋势; 冠层功能叶片的形态演变主要表现为叶长变短, 叶宽无多大变化, 最终叶面积下降, 这是矮化育种和株型育种的直观体现。植株形态演变的主导因子在于株高、叶长和叶面积, 因此认为早籼稻品种改良应保持现有株型配置的同时, 适当增加株高和叶长, 以提高冠层功能叶面积和改善株间通风透光条件, 促进生育后期光合产物的有效积累与合理分配。

关键词:水稻; 早籼稻品种; 植株形态; 演变特征; 主导因子

中图分类号: S511.01 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2010)06-1097-06

A Study on the Evolution of Plant Morphological Traits of Early Season Indica Rice Varieties Selected and Released during Different Ages

SONG Wen-qin^{1,2}, ZHANG Wei-xing¹, YU Long-yan², SHAO Guo-sheng¹, ZHOU Rong¹, YU Yong-hong¹, ZHU Zhi-wei¹, LIAO Xi-yuan^{1*}

(1. China National Rice Research Institute, Hangzhou, 310006, China 2. Agronomy College of Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract Thirty-five early season indica rice varieties were selected and released during different ages as experiment materials, which were cultivated under a same ecological condition in Hangzhou in 2009, the evolutionary characteristics of plant morphological traits were studied, and the dominant evolving factors were analyzed. The results showed that the variances of plant morphological traits among these rice varieties were extremely significant, from early tall cultivars to late high-yield cultivars, culm height declined obviously, the length and area of top several leaves became shorter and smaller while the width had no change, which put up the effect of dwarfism and plant-type breeding. The dominant evolving factors in the plant morphological traits of early season indica rice varieties were the evolutions of plant height, leaves length and area, therefore, more attention should be paid to increasing suitably plant height and leaf length but keeping correspondence with the present deplying of plant types in early season indica rice breeding, so as to extend top leaves

收稿日期: 2010-09-09 修回日期: 2010-10-26

基金项目: 国家水稻产业技术体系建设专项资金(2009-2012)和中央级公益性科研院所专项资金(CNRR I2009Q006-5)

作者简介: 宋文卿(1988-), 男, 研究实习生, 主要从事农作物生产理论与技术研究, E-mail mzxswxzdly@163.com;

* 通讯作者: 廖西元, 研究员。

area improve ventilation and sunlight transmission in the space among plants enhance efficient photosynthesis matter accumulation and reasonable distribution during the late growth stage

Key words rice; early season indica rice varieties; plant morphological traits; evolutionary characteristics; dominant factors

早籼稻品种改良与推广应用在我国水稻生产中具有独特的经济和社会意义,自 20 世纪 30 年代的高秆品种到现在的超级稻品种,我国早籼稻品种经历了多次更替,每次更替产量都得到较大提高,株型进一步优化,形态等农艺性状也发生了一些变化^[1-5]。分析不同年代早籼稻主栽品种植株形态及产量等农艺性状的演变规律,探讨进一步提高产量的有效途径,对预测品种的发展趋势、制定合理的育种目标、明确栽培的主攻方向以及指导水稻产业发展均有重要的理论与实践意义。目前,研究小麦、玉米等作物农艺性状演变已有大量报道^[6-9],水稻的相关研究多集中在株型改良、群体结构及产量形成等方面^[2-5,10-18],研究了不同生态条件下水稻品种改良进程中性状演变特征,提出了不同生态区以及中稻等生态型品种的改良途径,近年来也有针对早籼稻生态型品种的相关报道^[3-5]。本试验以当前主导品种(常规中熟早籼稻品种湘早籼 24 号)为溯源,按亲缘关系追溯品种系谱^[19],收集了华南双季稻区和长江中下游双季稻区不同年代推广应用的早籼稻品种,构建一套以不同年代主栽品种为骨干的早籼稻系谱材料,选择其中 35 份在同一生态条件下种植,研究了不同年代育成的代表性早籼稻品种在演变进程中的植株形态性状变化及其发展演变特征,并利用主成分分析法探讨植株形态演变的主导因子,旨在为早籼稻品种高产育种与栽培实践提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 供试品种

以构建的早籼稻系谱中 35 份材料为供试品种,每份材料的试验编号、亲本来源、选育单位(或个人)以及育成年代详见表 1^[19]。

1.2 试验设计

试验于 2009 年在中国水稻研究所杭州富阳试验基地进行。试验田前茬冬闲,耕作土壤肥力中上。整套系谱材料包括 35 个品种,早季直播栽培,每品种 12 行,每行 6 穴,点播,每穴播 4~5 粒种子,成苗后单本留苗,种植规格为 20 cm × 16.7 cm。每个品种为 1 个小区,小区面积 2 m × 1.3 m,四周种植保护行,随机区组设计,3 次重复。4 月 8 日播种,7 月 23—31 日收获,施肥、灌溉及病虫害防治等栽培管理措施按一般大田正常操作。

1.3 测定项目及方法

生长期观察记载生育进程和分蘖动态。于齐穗期按 5 点取样法选每小区代表性稻株 10 丛,用株高尺测量植株高度;并选取该丛代表性茎蘖 5 个,分别测定上部 3 片功能叶的叶长、叶宽,按长宽系数法计算冠层 3 片功能叶的面积,累加后算出高效叶面积。

1.4 数据分析处理

数据采用 Excel 软件计算各品种植株形态性状指标的平均值、标准差和变异系数,利用 SAS 统计软件进行方差分析、相关性分析和主成分分析等处理。

2 结果与分析

2.1 形态性状总变异分析

本试验条件下,整套系谱材料的植株形态性状变异幅度很大。其中:株高平均为 102.79 cm,变幅范围在 63.6~163.7 cm,变异系数为 0.48%~6.61%;冠层功能叶面积平均为 101.25 cm²,变幅在 46.1~161.2 cm²,变异系数为 1.07%~16.05%;剑叶的长、宽、面积平均分别为 29.17 cm、1.53 cm、34.06 cm²,变幅分别在 18.1~47.8 cm、1.23~1.84 cm、16.8~63.6 cm²,变异系数分别为 0.56%~14.44%、1.27%~8.76%、2.41%~17.80%;倒二叶的长、宽、面积平均分别为 38.92 cm、1.24 cm、36.55 cm²,变幅分别在 19.9~61.1 cm、1.04~1.44 cm、19.0~58.4 cm²,变异系数分别为 1.76%~10.96%、0.44%~8.65%、

2.87% ~ 16.78%; 倒三叶的长、宽、面积平均分别为 38.06 cm、1.06 cm、30.64 cm², 变幅分别在 15.9 ~ 61.2 cm、0.90 ~ 1.25 cm、13.3 ~ 52.1 cm², 变异系数分别为 0.56% ~ 11.87%、0.51% ~ 10.50%、1.33% ~ 16.91%。叶面积的变异最大, 其次是叶片长度和植株高度, 叶片宽度变异相对较小。方差分析显示, 35 个品种的 11 个植株形态指标在品种间均达极显著差异。

表 1 早籼稻系谱材料的品种名称、亲本来源及选育情况

Tab 1 Name, parents source and breeding basic information of early season indica rice varieties

编号 Index	材料名称 Material name	材料来源 Parents source	选育单位/选育人 Breeding agencies or person	育成年代 Breeding year
E ₂	R 24	R 8/IR127-2-2	国际水稻研究所	1971
E ₃	红梅早	珍珠矮/梅峰 7号	广东省新会市邓炎棠	1967
E ₄	科梅	IR 8/红梅早	原浙江农业大学	1973
E ₅	R 127	CP SLO 17/S GADIS	国际水稻研究所	1968
E ₆	珍汕 96	珍珠矮 11/汕矮选 4号	浙江省温州市农科所	1968
E ₇	R 36	R 2071	国际水稻研究所	1977
E ₈	广解 9号	广场矮 98/解放种	广东省农科院	1964
E ₉	R 8	IR 8- CROSS	国际水稻研究所	1967
E ₁₀	四梅 2号	R 24/科梅	原浙江农业大学	1977
E ₁₁	胜利籼	选占	原湖南省第二农事试验场	1936
E ₁₂	珍珠矮 11	矮仔占 4号/惠阳珍珠早	广东省农科院	1962
E ₁₃	广场矮 3784	矮仔占 4号/广场 13	广东省农科院	1959
E ₁₄	惠阳珍珠早	衍生加代方法不明	广东省农科院	1951
E ₁₆	HA 79317-4	R 36/广解 9	湖南省水稻研究所	1987
E ₁₇	广场 13	胜利籼/南特号	原广东省华南农科所	1953
E ₁₈	温选 10号	龙菲 313/珍汕 96	浙江省温州市农科所	1970
E ₁₉	低脚乌尖	衍生加代方法不明	中国	1940
E ₂₀	南特号	鄱阳早	江西省农科院	1934
E ₂₁	浙辐 802	四梅 2号	原浙江农业大学	1980
E ₂₂	陆财号	南特号	福建省仙游县陆财	1948
E ₂₃	湘早籼 7号	81-280/HA 79317-4	湖南省怀化市农科所	1990
E ₂₄	矮脚南特	南特 16	广东省潮阳县洪春利、洪群英	1956
E ₂₅	81-280	湘矮早 9号/竹莲矮	中国	1980
E ₂₆	矮南早	矮脚南特	浙江省农科院	1964
E ₂₇	湘早籼 1号	温选青/湘矮早 9号	湖南省农科院	1981
E ₂₈	南特 16	南特号	广东中山大学	1941
E ₂₉	矮仔占 4号	矮仔占	广西容县	1958
E ₃₀	温选青	温选 10号	浙江省温州市农科所	1974
E ₃₁	湘早籼 24	湘早籼 11号/湘早籼 7号	湖南省水稻研究所	1997
E ₃₂	莲塘早	赣农 3425/南特号	江西省农科院	1954
E ₃₃	龙菲 313	南杂矮/伽竹当	浙江省	1965
E ₃₅	湘矮早 9号	R 8/湘矮早 4号	湖南省农科院	1972
E ₃₆	竹莲矮	竹矮 4号/F3(莲塘早/矮南早 16号)	浙江省农科院	1973
E ₃₇	赣农 3425	上高早	江西省农科院	1935
E ₃₈	湘早籼 11	浙辐 802/湘早籼 1号	湖南省水稻研究所	1991

2.2 植株高度及其演变特征

由表 2 可以看出, 20 世纪 30-40 年代, 我国早籼稻品种选育尚处在地方农家品种评选与应用阶段, 主要是一些高秆品种, 株高在 110 cm 以上, 尤其是 30 年代的品种株高多为 150 cm 左右 (赣农 3425 的株高达到 163.69 cm); 到了 50-60 年代, 株高下降, 矮南早的株高甚至降到 63.63 cm, 矮化育种有所突破, 一些矮秆高产品种开始推广应用; 进入 70 年代以后, 早籼稻品种选育兼顾矮秆熟期配套和高抗品种更新, 矮化育种进程中广泛应用矮秆种质资源做育种亲本, 一些矮秆高产杂交早籼稻品种成功选育并在生产中推广应用, 株高进一步降低到 80~100 cm, 多数为 85~90 cm, 比 30 年代早期品种的株高下降了 40% 左右, 比 60 年代的品种下降约 22%~25%, 80-90 年代以后早籼稻品种株高降低程度缩小, 基本上在 85 cm 左右。

表 2 不同年代早籼稻品种齐穗期植株形态性状及其演变趋势

Tab 2 The evolution trend of plant morphological traits at heading stage of early season indica rice varieties selected and released during different ages

育种年代 Breeding ages	株高 Plant height	高效叶面积 Efficient leaves area	剑叶 Flag leaf			倒二叶 The second leaf from top			倒三叶 The third leaf from top		
			长 length	宽 width	面积 area	长 length	宽 width	面积 area	长 length	宽 width	面积 area
30年代	145.2	143.3	42.0	1.64	51.7	52.1	1.27	49.7	52.0	1.07	41.9
40年代	112.1	114.7	30.4	1.68	39.0	42.4	1.30	41.5	41.4	1.09	34.2
50年代	105.9	93.6	29.5	1.46	33.1	38.3	1.16	33.5	35.8	1.00	27.0
60年代	114.0	122.2	32.6	1.51	37.3	45.1	1.29	43.8	49.7	1.10	41.1
70年代	88.6	88.2	26.3	1.47	29.3	35.1	1.21	32.4	33.2	1.05	26.5
80年代	85.4	84.9	25.3	1.54	30.1	33.1	1.23	31.0	29.4	1.07	23.9
90年代	85.0	75.4	21.1	1.57	24.9	29.3	1.27	28.0	27.1	1.10	22.5

2.3 冠层叶片及其演变特征

由表 2 还可以看出, 随着不同年代的演进和早籼稻品种的遗传改良, 冠层 3 片功能叶的叶宽无明显变化, 叶长和叶面积的变化趋势一致, 总体呈现叶片变短, 叶面积下降。功能叶的总面积除 60 年代的品种有一定增加以外, 也总体呈下降趋势, 分别从 30 年代的早期高秆品种 143.3 cm² 下降到 50 年代的 93.6 cm², 60 年代增加到 122.2 cm², 随后下降到 70-90 年代的 88.2 cm²、84.9 cm²、75.4 cm², 从 30 年代早期品种到 90 年代近期品种, 高效叶面积下降了 47.37%。剑叶、倒二叶和倒三叶的叶长和叶面积变化趋势均与冠层功能叶总面积的变化趋势相类似, 其中剑叶下降幅度最大。从 30 年代早期品种到 90 年代近期品种, 剑叶的叶长和叶面积下降达到 49.71% 和 51.81%; 倒二叶的长度和面积分别下降了 43.78% 和 43.57%; 倒三叶的长度和面积分别下降了 47.91% 和 46.39%。不同年代早籼稻品种叶片宽度差异均不明显, 从 30 年代早期品种到 90 年代近期品种, 除剑叶宽略有下降 (4.39%) 以外, 倒二叶宽和倒三叶宽几乎无变化。说明早籼稻品种演变进程中, 冠层叶片形态演变主要是叶长变短, 叶宽无差异, 最终叶面积表现下降。

2.4 形态性状之间的相关性分析

由表 3 可以看出, 除倒二叶宽与株高、剑叶长之间, 以及倒三叶宽与株高、剑叶长、剑叶面积、倒二叶长之间的相关性较小以外; 剑叶宽与倒三叶长之间、倒三叶宽与倒三叶长之间的相关性显著; 其余形态性状之间的相关性均达到极显著。说明在早籼稻品种演变进程中, 植株形态性状演变来源主要在于株高、叶长和叶面积, 叶宽演变效应相对较低。

2.5 植株形态性状对早籼稻品种演变的贡献

为了明确在植株形态性状对早籼稻品种演变的贡献, 以 35 个品种 11 个植株形态性状进行主成分分析, 筛选早籼稻种植株形态演变进程中的主导因子。由表 4 可以看出, 取前两个主成分就能达到 91.43% 的方差累计贡献率, 其中第一主成分的表达式为 $Z_1 = 0.308X_1 + 0.312X_2 + 0.322X_4 + 0.334X_5 + 0.348X_7 + 0.328X_8 + 0.326X_{10} + 0.349X_{11}$, 包括株高、冠层 3 片叶的叶长和面积以及高效叶面积; 第

表 3 早籼稻系谱材料各品种植株形态性状之间的相关性分析

Tab 3 The correlation coefficients between each plant morphological traits of early season indica rice varieties

性状指标 Traits	株高 Plant height	剑叶 Flag leaf			倒二叶 The second leaf from top			倒三叶 The third leaf from top			高效叶面积 Efficient leaves area
		长 length	宽 width	面积 area	长 length	宽 width	面积 area	长 length	宽 width	面积 area	
株高 Plant height	1.000**										
剑叶长 Flag leaf length	0.905**	1.000**									
剑叶宽 Flag leaf width	0.460**	0.470*	1.000*								
剑叶面积 Flag leaf area	0.878**	0.966**	0.670*	1.000**							
倒二叶长 The 2 nd leaf length	0.912**	0.939**	0.506*	0.912**	1.000**						
倒二叶宽 The 2 nd leaf width	0.297	0.294	0.793*	0.445**	0.432**	1.000**					
倒二叶面积 The 2 nd leaf area	0.853**	0.876**	0.639*	0.895**	0.964**	0.649**	1.000**				
倒三叶长 The 3 rd leaf length	0.856**	0.822**	0.421*	0.783**	0.941**	0.515**	0.946**	1.000**			
倒三叶宽 The 3 rd leaf width	0.098	0.099	0.598*	0.224	0.235	0.923**	0.465*	0.373*	1.000**		
倒三叶面积 The 3 rd leaf area	0.772**	0.736**	0.493*	0.730**	0.876**	0.667**	0.938**	0.973**	0.569**	1.000**	
高效叶面积 Efficient leaves area	0.880**	0.908**	0.635**	0.925**	0.966**	0.615**	0.993**	0.945**	0.436**	0.932**	1.000**

二主成分的表达式为 $Z_2 = 0.339X_3 + 0.540X_6 + 0.609X_9$, 包括剑叶宽、倒二叶宽和倒三叶宽。结果表明, 在植株形态性状中, 对早籼稻品种演变的贡献主要来源于两个方面, 首先是株高、叶长和叶面积, 其次是叶宽。

表 4 早籼稻系谱材料各品种植株形态性状主成分分析

Tab 4 The principal component analysis for plant morphological traits of early season indica rice varieties

性状指标 Traits	PR N ₁	PR N ₂	PR N ₃	PR N ₄	PR N ₅	PR N ₆
株高 Plant height(X_1)	0.308	-0.271	0.060	-0.606	0.628	-0.241
剑叶长 Flag leaf length(X_2)	0.312	-0.280	0.172	0.492	0.213	-0.069
剑叶宽 Flag leaf width(X_3)	0.237	0.339	0.670	-0.352	-0.231	0.374
剑叶面积 Flag leaf area(X_4)	0.322	-0.151	0.370	0.344	0.137	0.137
倒二叶长 The 2 nd leaf length(X_5)	0.334	-0.187	-0.056	0.048	-0.326	-0.138
倒二叶宽 The 2 nd leaf width(X_6)	0.229	0.540	0.010	-0.034	-0.102	-0.657
倒二叶面积 The 2 nd leaf area(X_7)	0.348	-0.005	-0.068	0.066	-0.273	-0.288
倒三叶长 The 3 rd leaf length(X_8)	0.328	-0.092	-0.381	-0.202	-0.217	0.230
倒三叶宽 The 3 rd leaf width(X_9)	0.166	0.609	-0.217	0.271	0.495	0.225
倒三叶面积 The 3 rd leaf area(X_{10})	0.326	0.064	-0.425	-0.127	-0.039	0.369
高效叶面积 Efficient leaves area(X_{11})	0.349	-0.036	-0.032	0.107	-0.057	0.076

3 小结与讨论

本研究表明: 早籼稻品种演变进程中, 植株形态性状变异较大, 品种间均达极显著差异, 从早期高秆品种到近期高产品种, 株高呈明显降低趋势; 冠层功能叶片的形态演变主要表现为叶长变短, 叶宽无多大变化, 最终叶面积表现下降, 这是矮化育种和株型育种的客观体现。植株形态演变的主导因子在于株高、叶长和叶面积。以 11 个植株形态性状对 35 个品种分析的结果表现与不同年代早籼稻品种演变趋势及系谱来源有关, 是品种亲缘关系和演变特征的综合体现。纵观水稻育种的发展历程, 株型改良对水稻产量提高发挥了重要作用^[20]。其中矮化育种关键在于降低株高, 从而提高收获指数和增强抗倒性, 最终实现增产。王朋等^[11]研究表明, 江苏中稻的株高改良呈先下降后略上升的趋势。姚立生等^[18]研究表明, 随江苏中籼稻品种的演变, 植株呈高秆→矮秆→中矮秆→中秆的变化趋势。武志海等^[12]研究表明, 随品种的演变, 株高显著降低, 降幅为 14.96%。本研究显示, 早籼稻品种从 30 年代到 70 年代株高下降了 40% 左右, 进入 80-90 年代以后, 株高降低程度缩小。近年来理想株型育种是在矮化育种的基础上进一步改良株型, 改善群体结构和最适叶面积指数, 降低消光系数, 提高光能利用效率。杨建昌等^[13]研究表明, 江苏中稻品种改良最显著的特征是上 3 叶变得直挺, 提高了植株光合能力。王丹英

等^[10]研究表明,浙江晚粳稻演变进程中,近代品种的剑叶长、上 3 叶基角小于早代品种,倒三叶长、剑叶和倒三叶宽大于早代品种。万志兵等^[14]研究指出,新品种比老品种株高要低,倒二叶基角大,倒三叶基角和张角要小,倒三叶叶长要短。而袁隆平^[21]研究超级稻认为冠层 3 片叶要长,以增加光合面积。袁江等^[4-5]最近研究表明,早籼稻品种改良进程中,上部 3 片功能叶均变短,叶面积均有下降,叶宽无明显变化,功能叶有变厚的趋势,指出早籼稻品种改良主要通过叶片变短弥补了叶片较长而导致披垂的缺点,但叶片变短直接减少了光合面积。因此,早籼稻品种株形改良应在保持现有叶片配置的基础上,适当增加株高和叶长,以提高功能叶尤其是高效叶片的面积,改善株间通风透光条件,促进生育后期光合产物的有效积累与合理分配。

参考文献:

- [1]程式华,李建.现代中国水稻[M].北京:金盾出版社,2007:238
- [2]陈昆荣,张吕望,卢王印,等.浙江省早稻品种演变与产量发展的关系[J].浙江农业科学,1996,5:201-205
- [3]姚文辉,梁康迳,周以飞.我国南方稻区早籼品种产量及农艺性状的演变[J].福建稻麦科技,1998,16(1):10-12
- [4]袁江,王丹英,廖西元,等.早籼稻品种更替过程中农艺性状的演变特征[J].作物学报,2008,34(11):2041-2045
- [5]袁江,王丹英,丁艳锋,等.早籼稻品种遗传改良进程中株型的演变特征[J].中国水稻科学,2009,23(3):277-281
- [6]王士红,荆奇,戴廷波,等.不同年代冬小麦品种旗叶光合特性和产量的演变特征[J].应用生态学报,2008,19(6):1255-1260
- [7]Brancourt-Huélme M, Doussinault G, Lecomte C, et al. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992[J]. Crop Science, 2003, 43(1): 37-45
- [8]谢振江,李明顺,李新海,等.华北地区玉米杂交种农艺性状演变规律的研究[J].西北农业学报,2007,16(2):28-32
- [9]王空军,董树亭,胡昌浩,等.我国 1950s-1990s 推广的玉米品种叶片光合特性演进规律研究[J].植物生态学报,2001,25(2):247-251
- [10]王丹英,章秀福,李华,等.利用农垦 58 衍生系研究浙江省晚粳产量与植株形态的改良[J].中国农业科学,2007,40(12):2903-2909
- [11]王朋.中熟水稻品种株型与产量演进特点的研究[D].扬州:扬州大学,2007
- [12]武志海,徐克章,赵颖君,等.吉林省 47 年来粳稻品种遗传改良进程中某些农艺性状的变化[J].中国水稻科学,2007,21(5):507-512
- [13]杨建昌,王朋,刘立军,等.中籼水稻品种产量与株型演进特征研究[J].作物学报,2006,32(7):945-955
- [14]万志兵,洪德林,程海涛,等.粳稻新老品种株型性状比较[J].南京农业大学学报,2005,28(1):1-5
- [15]张文忠,徐正进,张龙步,等.直立穗型水稻品种演进状况分析[J].沈阳农业大学学报,2002,33(3):161-166
- [16]徐大勇,吉建安,朱庆森.江淮稻区水稻品种主要品质性状表现和农艺性状演变特点分析[J].中国农学通报,2004,20(4):137-141
- [17]Peng S, Laza R C, Visperas R M, et al. Grain yield of rice cultivars and lines developed in the Philippines since 1966[J]. Crop Science, 2000, 40(2): 307-314
- [18]姚立生,高恒广,杨立彬,等.江苏省五十年代以来中籼稻品种产量及有关性状的演变[J].江苏农业学报,1990,6(3):38-44
- [19]林世成,闵绍楷.中国水稻品种及系谱[M].上海:上海科学技术出版社,1991
- [20]马忠玉,吴永常.我国水稻品种遗传改进在增产中的贡献分析[J].中国水稻科学,2000,14(2):112-114
- [21]袁隆平.杂交水稻超高产育种[J].杂交水稻,1997,12(6):1-6