

## 不同株穗型水稻品种研究进展

党姝, 张振宇\*, 陈殿元, 元明浩 (吉林农业科技学院, 吉林吉林 132101)

**摘要** 水稻的重要形态特征包括株型和穗型, 对水稻的产量水平及群体结构有着重要的影响, 同时也是目前水稻育种与栽培工作研究的重点。从水稻株高和穗型的分类、株高的遗传基础、穗型对生理特性的影响、穗部性状对产量的影响及株穗型对品质的影响角度进行了综述, 分析了目前的研究状况, 为水稻丰产优质研究提供理论依据。

**关键词** 水稻; 株型; 穗型; 株高

中图分类号 S511 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)06-0014-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.06.005



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Research Progress of Different Plant-panicle Types of Rice Varieties

DANG Shu, ZHANG Zhen-yu, CHEN Dian-yuan et al (Jilin Agriculture Science and Technology College, Jilin, Jilin 132101)

**Abstract** The important morphological characteristics of rice include plant type and panicle type, which have an important impact on the yield level and population structure of rice. At the same time, it is also the focus of current research on rice breeding and cultivation. In this research, the classification of plant height and panicle type, the genetic basis of plant height, the effect of panicle type on physiological characteristics, the effect of panicle characteristics on yield and the effect of panicle type on quality of rice were reviewed, and the current research situation was analyzed in order to provide theoretical basis for the study of high yield and quality of rice.

**Key words** Rice; Plant type; Panicle type; Plant height

继矮化育种、杂种优势利用两大突破以后, 随着株型理论陆续发展, 水稻穗部形态已成为研究株型育种的重要内容。早在 1959 年, 日本的角田首先提出水稻株型概念<sup>[1]</sup>; 1968 年, 澳大利亚的 C.M. Donald 提出了农作物理想型的概念<sup>[2]</sup>。我国学者杨守仁等<sup>[3]</sup>将理想株型理论定义为: 以较大的生长量作为高产物质基础, 以耐肥抗倒保证水稻高产, 并注意保持适宜经济系数的综合性观点, 为水稻高产奠定了坚实的理论基础。笔者从水稻株高和穗型的分类、株高的遗传基础、穗型对生理特性的影响、穗部性状对产量的影响及株穗型对品质的影响角度进行了综述, 分析了目前的研究状况, 为水稻丰产优质研究提供理论依据。

#### 1 株高与穗型分类

株高和穗部性状是水稻株型的重要组成部分之一, 也是影响水稻产量和米质的两个重要因素。一般在生产上将株高分高秆、中秆、矮秆 3 种类型, 也有研究根据需要将株高细分为高秆、中秆、半矮秆和矮秆 4 种类型<sup>[4]</sup>。穗型包括穗的形态、长短、颈穗弯曲角度、轻重等, 可根据研究目的不同将水稻穗型按各种分类方法划分。马均等<sup>[5]</sup>按照单穗重量大小将穗型划分为轻穗型、中穗型及重穗型; 徐正进等<sup>[6]</sup>按穗颈角度分为直立穗型、半直立穗型和弯穗型; Yamamoto 等<sup>[7]</sup>按不同的着粒密度划分为紧穗型、半紧穗型、半散穗型和散穗型; 根据水稻穗部的分枝模式、一次枝梗开张角度和小穗密集程度, 可以将穗型分为密集型、中间型和散开型; 以

穗的长短又可分为长穗型和短穗型; 根据剑叶与穗的相对空间位置可分为禾上穗型和禾下穗型等。

#### 2 株高的遗传基础

株高属于数量性状, 目前对株高的研究一般表现在遗传规律及分子育种方面, 其遗传基础较复杂, 在遗传上受主效基因和微效多基因共同控制<sup>[8-10]</sup>。姚晓云等<sup>[11]</sup>通过对株高和穗长进行多环境 QTL 分析表明, 在 3 种环境条件下, 供试品种的株高和穗长存在显著差异, 在 RTLs 群体中, 株高和穗长存在较大幅度变异, 其双向超亲分离近似于正态分布, 从而得出株高和穗长都是数量性状并且均由多基因控制。贾小丽<sup>[12]</sup>对小穗小粒型品种和大穗大粒型品种在 2 个不同的环境下测定株高并进行 QTL 定位及环境互作分析, 结果表明水稻株高呈连续变异, 数量特征明显。姜树坤等<sup>[13]</sup>研究表明穗长和株高性状均为多基因控制的数量性状, 克隆与其相关的 QTL 对挖掘高产基因和培育高产品种具有重要意义。冯跃等<sup>[14]</sup>在不同施氮水平下对水稻株高与抽穗期的 QTL 分析比较结果表明, 控制水稻株高与抽穗期的 QTL 与施氮水平间存在互作效应, 具体体现在不同氮素供给环境下, 基因的表达有所差异。株高也是水稻倒伏的重要影响因子<sup>[15-16]</sup>, 大量研究结果表明, 株高与倒伏指数呈显著或极显著正相关<sup>[17-19]</sup>。但也有研究认为, 株高不一定是造成倒伏的直接原因<sup>[20]</sup>, 品种间差异决定了水稻抗倒性, 矮秆品种未必抗倒, 高秆品种也未必会发生倒伏现象<sup>[21]</sup>。

#### 3 穗型对生理特性的影响

水稻生理特性与穗型有着密切的联系。从光合特性分析, 在选择大穗的前提下, 适当增加穗部长度, 减小着粒密度, 从而提高灌浆质量; 同时选择光合特性强的材料, 为水稻灌浆提供更多的储藏物质, 用以减轻强、弱势间对光合物质的消耗<sup>[22]</sup>。杨守仁<sup>[23]</sup>指出, 弯曲穗型水稻品种田间通风透光率差是由于稻穗下垂, 不利于群体内光合生产且容易引起

**基金项目** 国家重点研发计划项目黑土稻区抗逆丰产增效关键技术研究与模式构建(2017YFD0300609); 国家重点研发计划项目北方水稻化肥农药减施技术集成研究与示范(2018YFD0200200); 博士启动基金优质食味水稻品种选育与种质创新(吉农院合字[2018]第 5006 号)。

**作者简介** 党姝(1983—), 女, 辽宁本溪人, 高级农艺师, 硕士, 从事水稻栽培研究。\*通信作者, 副教授, 博士, 从事水稻育种与栽培研究。

**收稿日期** 2018-11-12; **修回日期** 2018-11-26

倒伏发生;陈温福等<sup>[24]</sup>研究表明,穗型差异影响群体消光系数,直立穗型水稻品种群体冠层中上部光照条件较其他穗型品种有很大改善;徐正进<sup>[25]</sup>在水稻不同穗型群体冠层光分布的比较研究中指出,随着稻穗弯曲角度的增大,穗子产生的遮光效应会迅速增加,导致穗位以下的光照面积急剧减少,对群体光能利用造成严重不利影响。直立穗型水稻品种可以减小穗部的遮挡面积,自身的受光量又不受影响,进而可以提高冠层光合效率,可以作为株型改良的重要方向之一。从叶片叶绿素含量积累角度分析,不同穗型水稻生育后期叶片衰老速度不同,一方面,直立穗型品种叶片叶绿素含量明显高于弯曲穗型,并且叶绿素含量缓慢降低,有利于光合作用的进行;另一方面,直立穗型品种叶片中保护酶 SOD 活性高,可以迅速清除活性氧自由基,延缓叶片的衰老,而后期较低的 POD 活性同样可以减少自由基的产生<sup>[26]</sup>。从这些研究可以看出,直立穗型水稻品种的穗颈弯曲角度较小,遮光面积较小,利于通风透光从而提高群体光能利用率,而良好的光合作用又利于叶绿素含量的积累,使叶片延缓衰老,对水稻的生理特征有一定的促进作用。

#### 4 穗部性状对产量的影响

穗型对产量有着至关重要的影响。王伯伦等<sup>[27]</sup>以直立穗品种作为试材进行的肥密试验结果表明,适当稀播、少本插或扩大穴距,在保证穗数的前提下增加每穗成粒数,容易获得高产。同时指出直立穗型品种的产量潜力和实际产量在肥水充足条件下超过半直立穗型和弯曲穗型品种。秦志列等<sup>[28]</sup>认为直立穗型品种产量高而弯穗型品种产量低原因是直立穗型品种产量构成因素间较协调且处于较高水平,而弯穗型品种虽然每亩成穗数和每穗颖花数较高,但穗粒数和千粒重相对较低。孙占慧等<sup>[29]</sup>对辽宁省 13 个水稻品种进行穗部性状及产量结构分析表明,高产品种获取高产关键在于减少每株穗数、增加每穗粒数。郭玉春等<sup>[30]</sup>对 11 个新株型稻穗部性状进行了相关与通径分析认为,有效穗数和穗实粒数偏少限制了单株产量。在新株型水稻的育种改良中,应该减少千粒重,增加单株有效穗数和每穗实粒数,增加一次枝梗长度进而降低着粒密度。众多研究结果表明,穗部性状是构成产量因素的重要组成部分,而随着地域和品种特性的变化,产量构成因素也会相对改变,因此要根据不同的地域特点和品种特性差异,因地制宜地探寻高产机理和最优的产量构成因素组合,这样才可能达到水稻高产的目的。

#### 5 株穗型对品质的影响

稻米是我国人民的主要食粮。21 世纪以来,人们的生活水平有了大幅度提高,优质食味越来越被人们所重视。选用高产、优质品种,研究和应用其配套栽培技术,是水稻优质米生产的前提条件。然而目前栽培的高产品种绝大多数耐肥抗倒,但品质欠佳;而优质米品种一般茎秆细弱、容易倒伏,潜在生产力和实际生产力不如高产品种<sup>[31]</sup>。王伯伦等<sup>[31]</sup>对辽宁省常规水稻品种育种情况进行分析认为,直立、半直立、弯穗型品种的碾磨品质、糊化温度、蛋白质含量差异并不明显;直立穗型品种直链淀粉含量高于半直立和弯穗型品种;

歪白粒率、歪白度和透明度分析显示,半直立穗型品种的外观品质较好;综合评价为半直立穗型品种米质较好、产量较高。吕文彦等<sup>[32]</sup>研究表明,直立穗型品种米质表现不佳的重要原因之一是由于粒间米质表现不整齐所致。实际上这种现象可以归结为直立穗型品种由于生产量过大,导致源库之间形成较大的矛盾关系<sup>[33]</sup>,从而引起水稻弱勢颖花籽粒灌浆较差、结实率下降<sup>[32]</sup>。徐正进等<sup>[34]</sup>的研究表明,上部优势型的精米率、整精米率、歪白率和食味值优于中部优势型和下部优势型,也优于直立穗型、重穗型和密穗型,但是产量却是所用穗型中最低的,也就是上部优势型有利于改善品质。

#### 6 展望

随着水稻生产的发展,对株型的要求也在不断的提高。从水稻株型理论的提出到理想株型的实现,许多水稻研究者作出了大量的工作,同时也得出大量的结论:①株高属于数量性状,受多基因控制,与倒伏性是否相关目前没有定论,仍有待于进一步研究;②穗型是影响光垂直分布的重要因素,从生理和产量角度分析,直立穗型水稻品种穗部遮光面积小,有利于自身和其他器官的光合作用,同时直立穗型群体生态条件优越,表现在温度、光照、气体扩散和湿气等方面,因此结实期群体物质生产量和生长率高,生物产量明显高于弯穗型品种<sup>[29]</sup>;王伯伦等<sup>[35]</sup>指出,获得理想水稻新品种的关键在于理想株型与有利的活跃生理功能相结合,同时注重形态与功能的统一以及品种与环境的统一;③从品质方面分析,在优质米水稻育种中,筛选分蘖力中等偏强且株高等中等偏高的弯穗型品种<sup>[36]</sup>,或选育粒型较细长的品种可以降低歪白<sup>[37]</sup>。

随着人们生活水平的提高,对稻米的需求从单纯追求高产逐渐转向优质食味。高产与优质是育种工作的两个方向,两者相互矛盾、不可兼得。如何将高产与优质有效的结合起来一直是育种工作追求的目标。在株型与穗型上改良品种是水稻育种者的必要手段,也是协调产量与品质矛盾的重要途径。直立穗型水稻品种产量性状相对较优,而弯穗型品种品质性状相对较优,所以中间型半直立穗型水稻品种是目前解决高产与优质相结合的重要途径,也是未来发展水稻育种的重要方向之一。

#### 参考文献

- [1] TSUNODA S.A developmental analysis of yielding ability in varieties of field crop[J].Japan journal of breeding,1959,9(2/3):161-168.
- [2] DONALD C M.The breeding of crop ideotypes[J].Euphytica,1968,17(3):385-403.
- [3] 杨守仁,张龙步,王进民.水稻理想株形育种的理论和方法初论[J].中国农业科学,1984,17(3):6-13.
- [4] 党姝,王伯伦,张振宇,等.农艺性状及生理特性对不同株穗型水稻品种品质的影响[J].华中农业大学学报,2010,29(2):125-130.
- [5] 马均,马文波,周开达,等.水稻不同穗型品种穗颈节间组织与籽粒充实特性的研究[J].作物学报,2002,28(2):215-220.
- [6] 徐正进,陈温福,韩勇,等.辽宁水稻穗型分类及其与产量和品质的关系[J].作物学报,2007,33(9):1411-1418.
- [7] YAMAMOTO T I,HORISUE N,IKETA Y K.Rice breeding manual [M].Tokyo:Yokendo Ltd,1996:5-20.
- [8] LI Z K,PINSON S R M,STANSEL J W,et al.Identification of quantitative trait loci (QTLs)for heading date and plant height in cultivated rice (*Oryza sativa* L.)[J].Theor Appl Genet,1995,91(2):374-381.

- [14] 孙东发.植物雄性不育新释:变异基因假说(综述)[J].四川农业大学学报,1993,11(3):457-462.
- [15] CHILDERS W R, MCLENNAN H A. Inheritance studies of a completely male sterile character in *Medicago sativa* L. [J]. Can J Genet Cytol, 1960, 2(1):57-65.
- [16] SINSKA J. Evaluation of the combining abilities of pollen-sterile and pollen-fertile Lucerne genotypes [J]. Vedecke prace vyskumneho ustavu rastlinnej vyroby v piest' anoch, 1987, 21:5-15.
- [17] GAU M, OHKAWA Y, ISHIGE T. Mitochondrial DNA variation among alfalfa (*Medicago sativa* L. and *M. falcata* L.) cultivars and cytoplasmic male sterile Line [J]. Japanese grassland science, 1988, 34(3):149-156.
- [18] ANDO S, MASUDA S, TAKAHASHI C, et al. Intravarietal difference in mitochondrial DNAs of alfalfa [J]. Breeding science, 1995, 45:227-228.
- [19] OKUMURA K. 应用体细胞胚进行苜蓿无性系繁殖保存的研究[J]. 国外畜牧学-草原与牧草, 1997(3):44-45.
- [20] SHCHEREVA R, TSIKOVA E, KRULEVA M. Nuclear and cytoplasmic male sterility in Lucerne (*Medicago sativa* L.). I. Cytological studies [J]. Genetika-i-selektsiya, 1982, 15(6):426-431.
- [21] VIANDS D R, SUN P, BARNES D K, et al. Pollination control; mechanical and sterility [J]. Agronomy, 1988, 29:931-960.
- [22] 孙静. 苜蓿雄性不育系杂交后代育性鉴定[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2007.
- [23] 高霞. 苜蓿花药培养与雄性不育差异表达分析[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2012.
- [24] NIRMALA C, KAUL M L H. Male sterility in pea VI. Gene action duplicity [J]. Cytologia, 1994, 59(2):195-201.
- [25] BELLUCCI M, ROSCINI C, MARIANI A. Cytomixis in pollen mother cells of *Medicago sativa* L. [J]. J Heredity, 2003, 94(6):512-516.
- [26] TAVOLETTI S, PESARESI P, BARCACCIA G, et al. Mapping the *jp* (jumbo pollen) gene and QTLs involved in multinucleate microspore formation in diploid alfalfa [J]. Theor Appl Genet, 2000, 101:372-378.
- [27] 吴永敷. 苜蓿雄性不育系的选育[J]. 中国草原, 1980(2):37-38.
- [28] 吴永敷, 薇玲. 苜蓿花芽分化、小孢子发育及不育原因的研究[J]. 中国草原, 1986(6):21-26.
- [29] 石凤翎, 李红, 周丽梅, 等. 影响苜蓿雄性不育系杂交制种产量因素的分析[J]. 内蒙古农业大学学报, 2000, 21(1):85-90.
- [30] 高翠萍, 石凤翎, 蔡丽艳, 等. 苜蓿雄性不育系 Ms-4 回交早代雌蕊育性分析[J]. 种子, 2008, 27(1):26-29, 33.
- [31] 陈海玲. 苜蓿雄性不育系及其杂交组合的主要性状分析[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2010.
- [32] 陈海玲, 石凤翎, 徐军, 等. 苜蓿雄性不育系配合力和遗传力分析[J]. 草业科学, 2010, 27(10):64-68.
- [33] 高霞, 石凤翎, 伊凤艳, 等. 苜蓿雄性不育系花药愈伤形成及分化培养条件的研究[J]. 中国草地学报, 2012, 34(2):41-46.
- [34] 伊凤艳, 石凤翎, 高翠萍, 等. 苜蓿雄性不育株与可育株生理生化特性的比较[J]. 中国草地学报, 2014, 36(6):60-65.
- [35] 乌云塔娜, 石凤翎, 薛晓兰, 等. 苜蓿 SSR 遗传距离与杂种优势的相关性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(6):1237-1244.
- [36] 薛晓兰, 石凤翎, 乌云塔娜, 等. 10 个苜蓿杂交组合产量性状的杂种优势与配合力分析[J]. 草业科学, 2015(3):14-17.
- [37] 贾瑞. 不同紫花苜蓿杂交组合 F<sub>1</sub> 代的生物学性状及配合力分析[D]. 长春:吉林农业大学, 2015.
- [38] 贾瑞, 于洪柱, 徐博, 等. 苜蓿不同品种与雄性不育系 MS-GN 杂交 F<sub>1</sub> 代草产量和品质分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2015, 43(5):12-20.
- [39] 高翠萍, 孙川茹, 石凤翎, 等. 不同取样方法对苜蓿雄性不育系 Ms-4RNA 质量的影响[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2016, 37(4):73-76.
- [40] 陈海玲, 徐军, 石凤翎, 等. 苜蓿雄性不育系高产优质杂交组合筛选[J]. 中国草地学报, 2016, 38(1):7-13.
- [41] 乌云塔娜. 苜蓿雄性不育系杂交组配及花蕾转录组差异表达基因分析[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2017.
- [42] 张世超. 紫花苜蓿细胞质雄性不育恢复基因的初步定位研究[D]. 长春:吉林农业大学, 2017.
- [43] 高翠萍, 石凤翎, 伊凤艳, 等. 苜蓿雄性不育系 Ms-4SSH 文库构建及基因表达分析[J]. 西北植物学报, 2017, 37(4):665-672.
- [44] 王莹, 王英哲, 徐安凯, 等. 紫花苜蓿细胞质雄性不育系及其保持系花蕾的生理生化特性[J]. 中国草地学报, 2018, 40(1):24-28, 34.
- [45] 张世超, 王英哲, 金艳, 等. 紫花苜蓿细胞质雄性不育恢复基因的初步定位[J]. 草业科学, 2018, 35(5):1067-1071.
- [46] 乌云塔娜, 石凤翎, 薛晓兰, 等. 苜蓿雄性不育系杂交组配组合光合生理特性及杂种遗传力研究[J]. 草地学报, 2018, 26(3):741-747.

(上接第 15 页)

- [9] MEI H W, LUO L J, YING C S, et al. Gene actions of QTLs affecting several agronomic traits resolved in a recombinant inbred rice population and two testcross populations [J]. Theor Appl Genet, 2003, 107(1):89-101.
- [10] LI Z K, YU S B, LAFITTE H R, et al. QTL × environment interactions in rice: I. Heading date and plant height [J]. Theor Appl Genet, 2003, 108(1):141-153.
- [11] 姚晓云, 李清, 刘进, 等. 不同环境下水稻株高和穗长的 QTL 分析[J]. 中国农业科学, 2015, 48(3):407-414.
- [12] 贾小丽, 林文雄. 控制水稻株高的 QTL 定位及环境互作分析[J]. 中国农学通报, 2011, 27(21):18-21.
- [13] 姜树坤, 徐正进, 陈温福. 水稻 QTL 图位克隆的特征分析[J]. 遗传, 2008, 30(9):1121-1126.
- [14] 冯跃, 翟荣荣, 曹立勇, 等. 不同施氮水平下水稻株高与抽穗期的 QTL 比较分析[J]. 作物学报, 2011, 37(9):1525-1532.
- [15] 马均, 马文波, 田彦华, 等. 重穗型水稻植株抗倒伏能力的研究[J]. 作物学报, 2004, 30(2):143-148.
- [16] 郭玉华, 朱四光, 张龙步, 等. 不同栽培条件对水稻茎秆材料学特性的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2003, 34(1):4-7.
- [17] 李荣田, 姜廷波, 秋太权, 等. 水稻倒伏对产量影响及倒伏和株高关系的研究[J]. 黑龙江农业科学, 1996(1):13-17.
- [18] 杨惠杰, 杨仁崔, 李义珍, 等. 水稻茎秆性状与抗倒性的关系[J]. 福建农业学报, 2000, 15(2):1-7.
- [19] 孙旭初. 水稻茎秆抗倒性的研究[J]. 中国农业科学, 1987, 20(4):32-37.
- [20] 华泽田, 郝宪彬, 沈枫, 等. 东北地区超级杂交粳稻倒伏性状的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2003, 34(3):161-164.
- [21] 张忠旭, 陈温福, 杨振玉, 等. 水稻抗倒伏能力与茎秆物理性状的关系及其对产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1999, 30(2):81-85.
- [22] 程旺大, 张国平, 姚海根, 等. 密穗型水稻品种的籽粒灌浆特性研究[J]. 作物学报, 2003, 29(6):841-846.
- [23] 杨守仁. 水稻株形研究的进展[J]. 作物学报, 1982, 8(3):205-210.
- [24] 陈温福, 徐正进, 张龙步. 水稻理想株型的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 1989, 20(4):417-420.
- [25] 徐正进, 陈温福, 张龙步, 等. 水稻不同穗型群体冠层光分布的比较研究[J]. 中国农业科学, 1990, 23(4):10-16.
- [26] 李雪梅, 樊金娟, 徐正进. 不同穗型水稻品种灌浆期生理特性的差异[J]. 沈阳农业大学学报, 2003, 34(5):347-350.
- [27] 王伯伦, 王术, 李钦德, 等. 1949-2000 年辽宁省水稻育种情况分析[J]. 辽宁农业科学, 2002(5):5-8.
- [28] 秦志列, 王术, 王伯伦. 不同穗型水稻产量形成及干物质生产分析[J]. 中国农学通报, 2006, 22(4):181-184.
- [29] 孙占慧, 张树林, 徐正进. 辽宁省水稻产量构成因子的相关分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2003, 34(1):8-11.
- [30] 郭玉春, 梁康逢, 吴杏春, 等. 新株型水稻物质生产与产量形成的生理生态研究Ⅲ. 单株产量与穗部性状的相关和通径分析[J]. 遗传育种, 2002, 20(2):1-4.
- [31] 王伯伦, 李勇, 王术, 等. 水稻优质米品种配套栽培技术研究[J]. 垦殖与稻作, 1996(2):3-6.
- [32] 吕文彦, 邵国军, 曹萍, 等. 辽宁省水稻品质兼及品质与产量关系的研究Ⅲ. 不同穗型强势粒与弱勢粒稻米品质差异[J]. 辽宁农业科学, 2001(1):1-3.
- [33] 陈温福, 徐正进, 张龙步. 水稻超高产育种生理基础[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社, 1995:218-221.
- [34] 徐正进, 陈温福, 韩勇, 等. 辽宁省水稻穗型分类及其与产量和品质的关系[J]. 作物学报, 2007, 33(9):1411-1418.
- [35] “优质多抗高产高效北方粳稻新品种选育”课题组. 优质多抗高产高效北方粳稻新品种选育报告[J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 35(4):291-297.
- [36] 李勇, 王伯伦, 王术. 不同粳稻品种米质与形态性状关系的研究[J]. 辽宁农业科学, 1999(3):20-23.
- [37] 李国鹏, 郭建夫, 汤能, 等. 杂交水稻品质性状间及品质性状与农艺性状间相关性研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(35):11439-11440, 11443.