

2个水稻三系不育系开花习性和农艺性状的观察与研究

田芳慧¹, 胡秀明¹, 王书玉¹, 孙建权¹, 殷春渊¹, 王和乐¹, 马朝阳¹, 刘璐瑶², 刘贺梅^{1*}, 邵性宽¹, 胡胜利¹, 王东海¹, 杨京华¹, 李慧¹, 胡源³, 李勋³ (1. 河南省新乡市农业科学院, 河南新乡 453002; 2. 河南师范大学附属中学, 河南新乡 453002; 3. 河南省原阳县农业科学研究所, 河南原阳 453000)

摘要 为探明2个稳定三系不育系的特征特性, 对其开花习性和部分农艺性状进行调查分析, 并研究温、湿度对水稻日开花量的影响。结果表明: 所观察的2个不育系花期较集中, 开花高峰期都在12:00—13:00不育系新稻97200A开花历时9d, 开花第4天达到盛花期; 新稻03G43A开花历时11d, 开花第5天达到盛花期; 开花时的温度和相对湿度适宜, 有利于促进开花。农艺性状相关分析表明, 株高与穗长显著正相关, 与单株颖花数显著负相关, 相关系数分别为0.955、-0.271; 有效分蘖数与单株颖花数极显著正相关, 相关系数分别为0.914; 穗长与剑叶长和单穗颖花数极显著正相关, 相关系数分别为0.379、0.560; 剑叶长与单穗颖花数极显著正相关, 相关系数为0.397; 单穗颖花数与单数颖花数极显著正相关, 相关系数为0.347。

关键词 水稻不育系; 开花习性; 农艺性状; 温度; 湿度

中图分类号 S511 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)02-0059-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.02.016



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Observation and Analysis of Flowering Habits and Agronomic Characters of 2 Rice CMS Lines

TIAN Fang-hui, HU Xiu-ming, WANG Shu-yu et al (Xinxiang Academy of Agricultural Sciences in Henan Province, Xinxiang, Henan 453002)

Abstract In order to explore the characteristics of 2 rice CMS lines, we investigated and analyzed the flowering habits, growth duration and main agronomic characters. And the effects of temperature and relative humidity on the daily flowering amount of rice were studied. The results showed that the flowering period of 2 rice CMS lines was relatively concentrated, and the daily peak bloom occurred between 12:00 and 13:00. The flowering duration of Xindao 97200A was 9 d and reached its flowering stage on the fourth day; the flowering of Xindao 03G43A lasted 11 d and reached its flowering stage on the 5th day. Suitable temperature and relative humidity at the time of flowering could promote flowering. The correlation analysis of agronomic traits showed that plant height was significantly positively correlated with spike length, and significantly negatively correlated with spikelets per plant, and the correlation coefficients were 0.955 and -0.271, respectively. There was a significant positive correlation between the number of effective tillers and the number of spikelets per plant, and the correlation coefficient was 0.914. Spike length was significantly positively correlated with flag leaf length and spikelet number per ear, and correlation coefficients of 0.379 and 0.560, respectively. There was significant positive correlation between flag leaf length and spikelet number per ear, and the correlation coefficient was 0.397. The number of spikelets per ear and the number of spikelets per plant were significantly positively correlated, with the correlation coefficient of 0.347.

Key words Rice CMS lines; Flowering habits; Agronomic characters; Temperature; Humidity

近年来,随着物质生活水平的提高,人们对稻米的需求量、品质和食用卫生提出了更高要求。由于粳米品质较籼米好,因此粳稻的消费量逐渐上升,粳稻在河南省种植面积也越来越大^[1-2],但要从有限的耕地上获得更高的产量就必须提高单产^[3-4]。发展优质稻不能以牺牲产量为代价,要想高产与优质并重,杂交稻的选育和成功利用对水稻产量的提高起到了决定性作用,最好的策略是培育和推广高产、优质、抗病杂交水稻组合^[5-7]。

育种实践证明,只有好的不育系才能组配出产量高、米质优的杂交水稻组合。因此,不育系的选育在三系杂交水稻发展中起重要作用^[8]。培育新的不育系种质资源,研究其开花习性和农艺性状,了解其在育种中的利用价值为三系杂交稻的组配及制种提供重要的理论依据。河南省新乡市农业

科学院培育出的新粳优1号是一个高产、优质、抗性强、适应性广的新型三系杂交粳稻品种,2011年5月通过了河南省农作物品种审定委员会审定^[9],其亲本不育系材料有很大的研究价值。鉴于此,笔者以新乡市农业科学院水稻研究所培育的2个水稻不育系为试验材料,其中不育系新稻97200A为新粳稻1号的母本材料,对2个不育系的开花习性和农艺性状进行研究,以期为进一步改良不育系及配制杂交稻新组合、提高制种产量和质量提供依据^[10-11]。

1 材料与方法

1.1 试验材料 2个不育系材料均由新乡市农业科学院水稻研究所提供,其中不育系新稻97200A为新粳优1号的母本材料。不育系材料于2018年在河南省新乡市水稻育种基地进行种植。

1.2 试验方法 播种期为5月3日,长至5叶时按行株距27 cm×14 cm进行单株栽插,每个品种种植3行,每行13株左右,其他田间管理方法与一般大田相同。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 开花习性。 2个不育系各选择始穗期相同的主穗或大分蘖穗10个,定株定穗进行观察。自开花第1日起,每天08:00—16:00每隔1h记录1次开花量,每次观察记录数据

基金项目 河南省重大科技专项子课题“粳稻新品种选育”(14110011060); 河南省现代农业产业技术体系项目(S2012-04-G01)。

作者简介 田芳慧(1987—),女,河南原阳人,研究实习员,硕士,从事作物遗传育种和作物栽培等研究;胡秀明(1978—),男,河南邓州人,副研究员,硕士,从事水稻育种与高产栽培研究。田芳慧和胡秀明为共同第一作者。*通信作者,副研究员,从事水稻育种与高产栽培研究。

收稿日期 2019-07-31

后剪去已开颖花^[12-13],直至开花结束,统计开花期、日开花量和时开花量,并通过中国天气网记录开花期间当地每日每时的温度和相对湿度^[14]。

1.3.2 农艺性状。2个不育系随机标定10个单株,成熟后统计株高、有效分蘖数、穗长、剑叶长、单穗颖花数和单株颖花数^[8]。

1.4 数据处理 采用 Excel 2003 和 SPSS 22.0 软件进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不育系开花动态

2.1.1 总开花动态。研究不育系的总开花动态不仅利于推

算保持系播种时间,促进不育系和保持系花期相遇,而且利于准确掌握不育系花时高峰、适时赶粉,提高授粉效率^[15]。由图 1A 可知,不育系的始花期、花时范围、花时高峰、盛花期和花期均有差异。其中,新稻 97200A 比新稻 03G43A 早 1 d 开花,自开花第 4 日进入盛花期,且第 4、5、6 日开花量相当,无明显波峰,其花期较短,为 9 d;新稻 03G43A 自开花第 5 日进入盛花期,开花时间较长,达 11 d。综上所述,2 个不育系自开花第 4 日起才会陆续进入盛花期,因此新稻 97200A 开花第 4 天、新稻 03G43A 开花第 5 天起适当增加赶粉次数利于提高结实率。此外,2 个不育系均有闭颖不开花的现象,但其闭颖率都低于 1%,对组配及制种影响不大,可忽略不计^[14]。

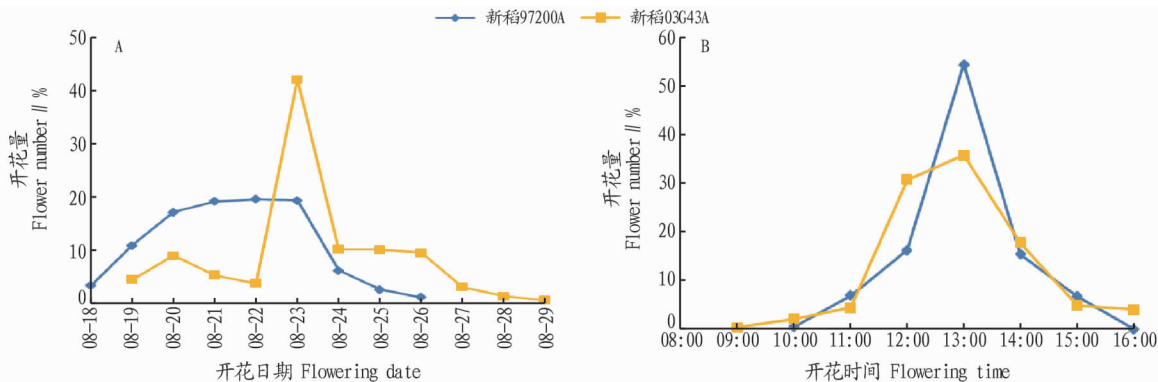


图 1 2 个水稻三系不育系的总开花(A)和日开花动态(B)比较

Fig.1 Comparison of the total flowers (A) and daily flowering dynamic (B) of 2 rice CMS lines

2.1.2 日开花动态。由图 1B 可知,2 个不育系均在 12:00—13:00 达到花时高峰。其中,新稻 03G43A 在 11:00—12:00 有一个次高峰,与高峰开花量相差不大,分别为 30.74%、35.79%;而新稻 97200A 无花时次高峰,在花时高峰开花量较大,达到了 54.45%。因此,不育系新稻 97200A 花时高峰在 12:00—13:00,在此期间进行赶粉制种效率较高;不育系新稻 03G43A 在 11:00—13:00 均可进行赶粉。

2.1.3 温、湿度对水稻日开花量的影响。由图 2 A 和 2 B 可

知,整个观察期内的日每时平均温度为 25.3~31.0℃,其中 08:00 时温度最低,14:00 时温度最高;每时平均相对湿度为 49.0%~69.7%,且随着温度持续上升,相对湿度不断下降,并于温度最高(14:00)时达到最低(49.0%)。结合图 1B 分析发现,2 个不育系在每日 12:00—13:00 花时高峰时,平均温度为 30.2~30.3℃,平均相对湿度为 49.3%~51.8%,均为开花时温、湿度的适宜值^[16-17]。由此可见,在田间自然环境中,适宜的温、湿度有利于促进水稻开花。

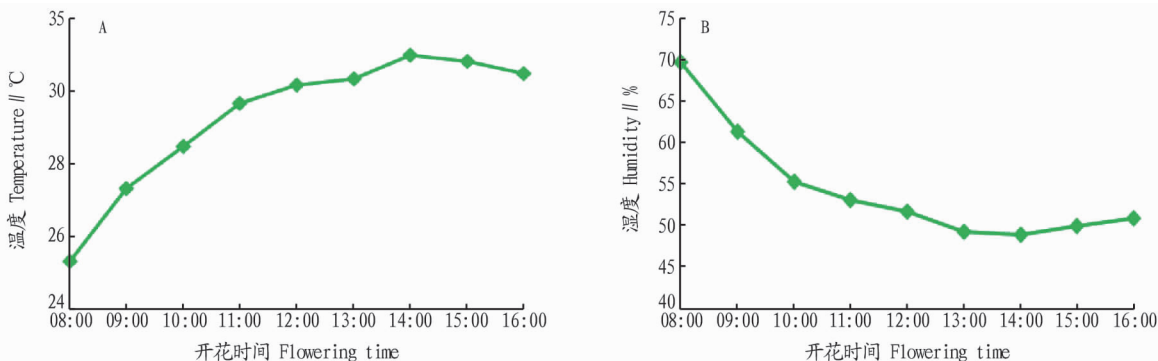


图 2 2 个水稻三系不育系整个花期平均温度(A)和湿度(B)的变化

Fig.2 Changes of the average temperature (A) and humidity (B) at flowering period of 2 rice CMS lines

由图 1 A 可知,不育系新稻 03G43A 在 8 月 23 日达到盛花期,在 8 月 21、22 日开花量本该上升,实际反而下降;结合图 3A 可知,在 8 月 23 日花时高峰时温度在 29.5℃左右,8 月 21、22 日温度分别为 32.5、27.5℃,因此可以认为在温度高于 32.5℃或低于 27.5℃时影响不育系新稻 03G43A 正常开

花;而不育系新稻 97200A 整个花期总开花动态无明显波峰波谷,说明不育系新稻 97200A 花时高峰对温度变化不敏感。结合图 3B 可知,2 个不育系花时高峰相对湿度在 43.5%~60.0%,相对于温度来说,相对湿度对日开花量的影响较小。

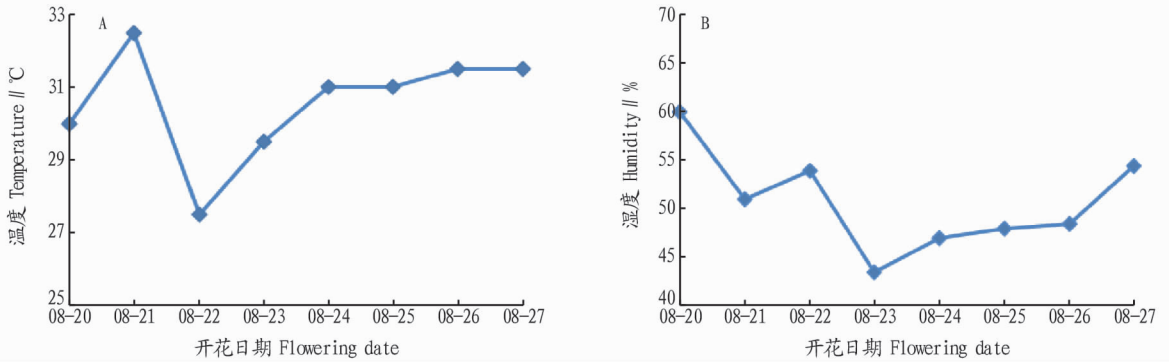


图3 2 个水稻三系不育系日开花高峰期温度(A)和湿度(B)的变化

Fig.3 Changes of temperature(A) and humidity(B) at daily flowering peak period of 2 rice CMS lines

2.2 2 个水稻三系不育系的田间农艺性状

2.2.1 农艺性状比较。三系杂交水稻种子源于不育系和恢复系的杂交,亲本中以不育系的遗传特性对杂交水稻的影响最大^[14]。因此,可以通过分析不育系的主要农艺性状进一步优化杂交水稻组合,以提高其产量和品质。

从表 1 可以看出,不育系新稻 97200A、新稻 03G43A 的平均株高分别为 88.02、93.01 cm,不育系新稻 03G43A 明显高于新稻 97200A。新稻 97200A 的有效分蘖数和单株颖花

数较多,分别为 10.40 个、1 578.75 朵,明显高于新稻 03G43A。新稻 97200A 的剑叶略长于新稻 03G43A;不育系新稻 97200A、新稻 03G43A 的穗长长度适中,新稻 03G43A 穗长略长于新稻 97200A,但新稻 97200A 单穗颖花数为 157.90 朵,明显高于新稻 03G43A,说明不育系新稻 97200A 的穗着粒密度较大,可能会降低内部颖花柱头接受花粉的概率,最终影响异交结实率。因此,在杂交水稻制种过程中,不育系新稻 03G43A 可能比新稻 97200A 更易于授粉,有利于异交结实。

表 1 2 个水稻三系不育系的农艺性状比较

Table 1 Comparison of the agronomic characters of 2 rice CMS lines

不育系名称 Sterile line name	株高 Plant height cm	有效分蘖数 Effective tiller number//个	穗长 Ear length cm	剑叶长 Sword leaf length//cm	单穗颖花数 Spikelets per spike//朵	单株颖花数 Spikelets per plant//朵
新稻 97200A Xindao 97200A	88.02	10.40	16.25	23.80	157.90	1 578.75
新稻 03G43A Xindao 03G43A	93.01	8.70	16.29	23.51	143.04	1 287.33

2.2.2 农艺性状的相关分析。由表 2 可知,2 个不育系的株高与穗长呈显著正相关、与单株颖花数呈显著负相关,相关系数分别为 0.955、-0.271;有效分蘖数与单株颖花数呈极显著正相关,相关系数为 0.914;穗长与剑叶长、单穗颖花数均呈极显著正相关,相关系数分别为 0.379、0.560;剑叶长与单

穗颖花数呈极显著正相关,相关系数为 0.397;单穗颖花数与单数颖花数极显著正相关,相关系数为 0.347。综上可知,在进行不育系选育时,应选择株高适宜的植株,有利于控制穗长;而适宜的穗长有利于增加单穗颖花数和剑叶长,从而提高不育系异交结实率,促进籽粒灌浆。

表 2 2 个水稻三系不育系农艺性状的相关分析

Table 2 Correlation analysis of the agronomic characters of 2 rice CMS lines

性状 Characters	株高 Plant height	有效分蘖数 Effective tillers	穗长 Ear length	剑叶长 Sword leaf length	单穗颖花数 Spikelets per spike	单株颖花数 Spikelets per plant
株高 Plant height	1.000					
有效分蘖数 Effective tillers	-0.156	1.000				
穗长 Ear length	0.955**	-0.267	1.000			
剑叶长 Sword leaf length	0.713	-0.294	0.379**	1.000		
单穗颖花数 Spikelets per spike	-0.162	0.058	0.560**	0.397**	1.000	
单株颖花数 Spikelets per plant	-0.271*	0.914**	0.036	0.012	0.347**	1.000

注: * 表示在 0.05 水平上显著相关; ** 表示在 0.01 水平上极显著相关

Note: * indicated significant correlation at 0.05 level; ** indicated extremely significant correlation at 0.01 level

3 结论与讨论

根据相关性分析得出,将不育系株高控制在适宜范围内能更好地协调异交结实相关性状。赶粉时,自穗顶端第 1 朵颖花开放,不育系新稻 97200A 开花第 4 天、新稻 03G43A 开花第 5 天起适当增加赶粉次数,赶粉时间尽量选择 12:00—13:00,有利于提高不育系异交结实率,省工省时效

率高,对不育系自身制种和杂交稻组配及制种均能起到事半功倍之效。

马启林等^[18]认为,适宜的温、湿度有利于水稻正常开花,这与该研究结果一致。但该研究中还发现,不育系新稻 97200A 日开花量与外界温、湿度相关性不大,开花第 4 日高温、第 5 日低温,开花量本该降低,但新稻 97200A 的开花量

却持续增加,不影响盛花期开花,且新稻 97200A 盛花期日开花量虽不大,但连续 3 d 基本都属于盛花期,之后快速减少,开花较集中,花期较短,说明花期的长短及集中度应该还与品种本身的生理特性^[19-20]、环境因子^[21]等其他因素有关,具体影响因素仍有待于进一步研究。同时,可进一步认为在开花期气候不稳定时,利用不育系新稻 97200A 进行杂交,可能会更好地克服因天气原因而导致的无法正常授粉。

2 个不育系各有优点,但也有可以进一步改进的空间。例如新稻 97200A 穗着粒密度较大,可能会降低异交结实率,可根据农艺性状相关性适当提升株高,从而有效促进穗长,适当降低单株颖花数,从而降低穗着粒密度,提高其异交结实率。因此,在进行不育系组配时,要充分考虑到其优点及不足,选择对应的保持系或恢复系取长补短。

该试验仅对 2 个新乡本地育成的三系不育系部分特征特性进行了观察分析,其异交结实率、配合力、产量、品质及抗病性有待继续研究。为增加数据可靠性,还应与国内外其他优良不育系进行多年、多点、定时观察比较分析,为不育系的改良提供更全面可靠的参考资料,从而选育出高产、优质、抗性好、适应性广及异交习性好的不育系新品种。

参考文献

- [1] 刘贺梅,王书玉,殷春渊,等.杂交粳稻新组合新梗优 1 号产量结构分析[J].河南科技学院学报,2012,40(1):15-19.
- [2] 林海,庞乾林,阮刘青,等.近 10 年我国审定通过的粳稻品种产量及品质性状分析[J].中国稻米,2011,17(2):1-5.
- [3] 姜秀英,沈枫,刘博,等.杂交粳稻新组合辽优 20 产量构成及相关农艺性状分析[J].辽宁农业科学,2008(1):8-10.
- [4] 吴茂力,吴万义,匡应龙.水稻品种绵香 576 产量结构分析及其高产栽培

- 培技术[J].种子,2010,29(12):108-109.
- [5] 吴院,吴浩远,李晖.水稻免耕直播生育特性及其关键技术[J].江西农业学报,2006,18(4):54-56.
- [6] 林强,梁康远,郑秀平,等.早籼杂交稻粒形和产量性状的遗传效应与杂种优势分析[J].福建农林大学学报(自然科学版),2009,38(4):337-341.
- [7] 沈家运.5 个质核互作型不育系的应用基础研究和新组合选育[D].武汉:华中农业大学,2009.
- [8] 林强,郑秀平,吴志源,等.杂交水稻三系不育系选育的实践与探讨[J].江西农业学报,2006,18(6):25-27.
- [9] 刘贺梅,王书玉,孙建权,等.杂交粳稻新组合新梗优 1 号的选育与栽培技术[J].中国稻米,2012,18(1):68-69.
- [10] 丁军,余显权.10 个新育水稻三系不育系特征特性观察[J].种子,2016,35(5):115-117.
- [11] 王金秀.水稻新质源细胞质雄性不育和光(温)敏核不育选系的繁殖制种特性研究[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [12] 宋昕蔚,林建荣,吴明国.矮败型广亲和粳稻不育系的遗传改良及生物学特性研究[J].中国水稻科学,2010,24(6):595-600.
- [13] 肖人鹏,唐永群,刘强明,等.高温伏旱下籼粳型水稻不育系的开花习性[J].南方农业学报,2017,48(11):1954-1960.
- [14] 杨润,余显权,周丽洁,等.5 个水稻三系不育系特征特性观察与分析[J].河南农业科学,2017,46(9):6-10,17.
- [15] 王先俱.印水型杂交粳稻恢复分子选择及生态适应性研究[D].昆明:云南农业大学,2013.
- [16] 吴克胜.田间温湿度对杂交水稻花时的影响[J].种子世界,1985(7):20.
- [17] 袁振兴.杂交水稻繁殖制种花时的温湿效应研究[J].杂交水稻,1988(2):19-21.
- [18] 马启林,胡达明,王维金.杂交水稻制种扬花期最适温湿互作配比研究[J].中国水稻科学,2001,15(1):41-45.
- [19] 蒋向辉,余显权,赵德刚,等.贵州地方耐冷水稻品种开花期耐冷的生理特性研究[J].广西农业科学,2005,36(1):6-10.
- [20] 王贺正,马均,李旭毅,等.水稻开花期一些生理生化特性与品种抗旱性的关系[J].中国农业科学,2007,40(2):399-404.
- [21] 符冠富.花期高温热害影响水稻颖花育性及同化物转运的机理研究[D].北京:中国农业科学院,2015:1-73.

(上接第 58 页)

域试验试点。

育种基地的选址应有助于提高品种选育的效率,需要具有较强的普遍代表性以及对品种较强的判别力。结合这 2 个因素,该研究将 13 个水稻区试点分为 4 类,其中 A 类试点普遍代表性、对品种的判别力都较强,其所在区域是长江中下游稻区育种基地选址的理想位置,分别为江苏盐城、湖北宜昌、安徽合肥和河南信阳试点。

4 结论

基地的选址对提高育种基地品种选育的效率至关重要,它不仅需要考虑地域代表性,以保证品种的选育符合相应区域的整体结果,同时还需要关注地域对品种的判别力,使品种间的个体差异得以充分体现。该研究结合长江中下游稻区国家区试点的代表性和其对品种的判别力分析,结果显示江苏盐城、湖北宜昌、安徽合肥和河南信阳试点所在的区域较适合建设育种基地。

参考文献

- [1] 徐加平,王学辉,周莉.云贵高原水稻育种试验基地规划探讨[J].中国稻米,2017,23(1):115-117.
- [2] HAMBLEN J, FISHER H M, RIDINGS H I. The choice of locality for plant breeding when selecting for high yield and general adaptation[J]. Euphytica, 1980, 29(1): 161-168.
- [3] 樊龙江,胡秉民,许德信.水稻区域试验点对品种判别能力估计方法的

- 研究[J].中国水稻科学,2000,14(1):58-60.
- [4] 樊龙江,胡秉民.作物区域试验点判别力估算方法的比较研究[J].生物数学学报,2000,15(2):175-179.
- [5] BROWN K D, SORRELLS M E, COFFMAN W R A method for classification and evaluation of testing environments[J]. Crop science, 1983, 23(5): 889-893.
- [6] GAUCH H G. Model selection and validation for yield trials with interception[J]. Biometrics, 1988, 44(3): 705-715.
- [7] 李辛村,张恩和,董孔军,等.用 AMMI 双标图分析糜子品种的产量稳定性及试点代表性[J].中国生态农业学报,2012,20(4):422-426.
- [8] 汪洲涛,苏炜华,阙友雄,等.应用 AMMI 和 HA-GGE 双标图分析甘蔗品种产量稳定性和试点代表性[J].中国生态农业学报,2016,24(6):790-800.
- [9] 王志强,刘声锋,郭守金,等.用 AMMI 双标图分析西瓜品种的产量稳定性及试点判别力[J].干旱地区农业研究,2013,31(4):89-93.
- [10] 杨仕华,程本义.应用 AMMI 模型评价水稻区试点对品种的判别力[J].江西农业大学学报,2000,22(4):479-481.
- [11] 杨仕华,胡小军.中国水稻新品种试验:2011 年南方稻区国家水稻品种试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2011.
- [12] 杨仕华,曾波.中国水稻新品种试验:2012 年南方稻区国家水稻品种试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2012.
- [13] 杨仕华,曾波.中国水稻新品种试验:2013 年南方稻区国家水稻品种试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2013.
- [14] 杨仕华,曾波.中国水稻新品种试验:2014 年南方稻区国家水稻品种试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2014.
- [15] 杨仕华,曾波.中国水稻新品种试验:2015 年南方稻区国家水稻品种试验汇总报告[M].北京:中国农业科学技术出版社,2015.
- [16] 张群远,孔繁玲,廖琴.作物品种区域试验的评价体系及评价方法[J].农业系统科学与综合研究,2000,16(2):81-86.
- [17] 陈双龙.福建省水稻品种区试点综合评价研究[J].福建农业学报,2005,20(1):1-5.