

福建省2000-2023年审定水稻品种基本特性分析

江川¹, 朱业宝¹, 陈立喆¹, 李清华¹, 张海峰², 王金英¹

(¹福建省农业科学院水稻研究所/福建省稻种质资源库, 福州 350018; ²福建省农业科学院农业生物资源研究所, 福州 350003)

摘要: 从国家水稻数据中心审定公告中提取2000-2023年间福建省审定水稻品种的主要农艺性状、稻瘟病抗性及稻米品质性状等数据进行统计分析, 揭示不同年份这些性状的演化趋势及品种的分布频次, 为今后福建省水稻新品种的选育提供思路和参考。结果表明, 24年间福建省共审定609个水稻品种, 按亚种类型分为籼稻593个、籼粳交14个、粳稻2个, 按育种方式分为杂交稻580个、常规稻29个。福建选育和种植的品种以籼稻为主, 三系杂交稻育种是福建育种的强项。609个品种的产量主要集中在450~650 kg/667 m², 随着年份的推进, 产量总体呈上升趋势; 4个产量构成性状年际间变化趋势为: 2000-2013年, 亩有效穗总体呈下降趋势, 每穗粒数、千粒重总体呈上升趋势, 2014-2023年, 亩有效穗、每穗粒数和千粒重总体比较平稳, 结实率年际间呈波动状态。产量与穗长、每穗粒数、结实率和千粒重呈极显著正相关, 与亩有效穗呈极显著负相关。稻瘟病抗性表现为中抗及以上的水稻品种有228个, 优质稻品种有310个; 6个稻米品质性状年际间呈波动状态, 2019-2023年审定的水稻品种整精米率、碱消值、胶稠度呈上升趋势, 垩白度、透明度呈下降趋势, 直链淀粉含量比较平稳, 稻米品质性状优质达标率逐步提高。

关键词: 福建省; 审定; 水稻品种

The Analysis of Basic Characteristics of Certified Rice Varieties in Fujian Province from 2000 to 2023

JIANG Chuan¹, ZHU Yebao¹, CHEN Lizhe¹, LI Qinghua¹, ZHANG Haifeng², WANG Jinying¹

(¹Rice Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences/The Fujian Provincial Germplasm Bank for Rice, Fuzhou 350018; ²Agricultural Bio-resources Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou 350003)

Abstract: The data on main agronomic traits, blast resistance, and rice quality of certified rice varieties in Fujian province from 2000 to 2023 were extracted from the certification announcements of the National Rice Data Center for statistical analysis. The results help to reveal the evolutionary trends of these traits and the distribution frequency of certified rice varieties in different years, and provide insights for developing new rice breeding in the future in Fujian province. The results showed that a total of 609 rice varieties were certified in Fujian province in the past 24 years. They were classified into 593 indica rice, 14 indica-japonica hybrids, 2 japonica rice by the subspecies, and 580 hybrid rice, 29 conventional rice by breeding method. The varieties bred and planted in Fujian were mainly indica rice. In Fujian province, three-line hybrid rice breeding is the strong point. The yields of these rice varieties mainly ranged from 450 to 650 kg/667 m², and appeared a general upward trend with the increase of years. The inter-annual trends of four yield components were as follows: in 2000-2013, the number of fertile panicles per unit area presented a downward trend, while spikelets per panicle and 1000-grain weight showed a general upward trend; but in 2014-2023, the number of fertile panicles per unit

收稿日期: 2024-09-24 网络出版日期: 2025-01-16

URL: <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20240924001>

第一作者主要从事水稻种质资源研究, E-mail: yenwenchun@yeah.net; 朱业宝为共同第一作者

通信作者: 王金英, 主要从事水稻种质资源研究, E-mail: wjy2233@126.com

张海峰, 主要从事作物种质资源研究, E-mail: 13600828002@126.com

基金项目: 福建省科技计划项目—省属公益类科研院所基本科研专项(2021R1023005); 5511 协同创新工程项目(XTCXGC2021019-SDS01, XTCXGC2021001)

Foundation projects: Fujian Provincial Science and Technology Plan Project - Fundamental Research Project of Provincial Public Welfare Research Institutes (2021R1023005); 5511 Collaborative Innovation Project(XTCXGC2021019-SDS01, XTCXGC2021001)

area, spikelets per panicle, 1000-grain weight remained stable in general; the seed setting rate fluctuated between years. Grain yield showed significantly positively correlated with panicle length, spikelets per panicle, seed setting rate, and 1000-grain weight, but had significantly negatively correlated with the number of fertile panicles per unit area. Among these 609 rice varieties, 228 varieties showed moderate to high resistant to blast, and 310 varieties were high quality rice. The six traits of rice quality displayed a fluctuating state with years. The certified rice varieties in 2019-2023 showed an upward trends of whole milled rice rate, alkali digestibility value, and gel consistency, and a downward trend of chalkiness, transparenance, and a stable trend of amylose content, and a gradually increase of the rate of achieving high-quality rice standards.

Key words: Fujian province; certification; rice varieties

福建省地处东南沿海地区,气候湿润,降雨充沛,适宜水稻生长。水稻是福建省种植面积最大的粮食作物,种植面积占全省粮食播种面积的71%以上,产量占粮食总产的77%以上,对福建省粮食的持续增产、保障粮食安全起到了重要作用^[1-2]。福建省种植水稻历史悠久,在距今3000多年前的夏朝就已经开始种植双季稻^[3]。我国古籍中记载福建省稻种资源丰富,有籼稻、粳稻、粘稻、糯稻、陆稻等,其中明朝何乔远《闽书》(16世纪末)描述了福建省的139个水稻品种,包括日梗、日术、日大冬、日早仔、日师早、六十月早、日龙凤早等^[4]。福建省水稻品种选育和推广的历史悠久。1948年仙游县农民育种家陆财从南特号突变系的后代中系统选育了陆财号水稻品种,1965年推广66.7万 hm^2 ^[5],成为华南多省的主推水稻品种。从1983年开始,福建省科委组织了由福建省农业科学院稻麦研究所牵头的全省地(市)农科所、厦大生物系等单位参加的“六五”“七五”“八五”“九五”四轮水稻育种协作攻关项目,先后选育出69个水稻品种(组合)投放于生产^[6]。在这期间,谢华安团队育成了中国稻作史上推广面积最大、推广时间最长的三系杂交水稻品种汕优63,累计推广5267万 hm^2 ,仅1990年面积就达680万 hm^2 ,占当年全国杂交水稻面积的42.8%^[7]。

近年来,受种植结构调整、种稻生产效益低等因素影响,福建省水稻播种面积和产量均有所下降,2022年水稻的播种面积和产量分别比2018年减少2.77%和2.49%^[2]。据中国统计年鉴2021^[8]数据统计,2020年福建省水稻播种面积为60.2万 hm^2 ,产量为391.7万t。为选育适合福建省种植的高产、优质、抗病水稻新品种,本研究对2000-2023年24年间福建省审定的水稻品种农艺性状、产量、抗病性和稻米品质特性进行统计分析,剖析其水稻品种特征特性,为今后福建省水稻新品种的选育提供思路 and 参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以2000-2023年福建省审定的609个水稻品种为研究材料,从国家水稻数据中心(<https://www.ricedata.cn/variety/>)审定公告中提取每个水稻品种的产量、亩有效穗、每穗粒数、结实率、千粒重、穗长、株高、稻瘟病抗性及其稻米品质性状数据进行分析。

1.2 数据分析

通过WPS 2019软件绘制产量区间、稻瘟病抗性以及优质稻与普通稻数量的柱状图,使用SPSS对产量性状进行相关性分析,利用Origin软件绘制2000-2023年福建省审定的609个水稻品种性状的箱线图。米质指标分级评价依据NY/T593-2013《食用稻水稻品种品质标准》^[9]进行。

2 结果与分析

2.1 审定水稻品种的基本概况

2000-2023年福建省共审定609个水稻品种。按亚种进行分类,籼稻593个,占97.37%;籼粳交14个,占2.30%;粳稻2个,占0.33%。按育种方式进行分类,杂交稻580个(三系446个,两系134个),占95.24%;常规稻29个,占4.76%。品种分类结果说明,福建省审定的水稻品种以籼稻为主,三系杂交稻育种是福建省育种的强项,常规稻育种较为薄弱。从育成品种来源情况看,福建省育种单位和种业企业育成的水稻品种有518个,占85.06%;由外省引进的水稻品种有91个,占14.94%。从选育单位看,育成水稻品种数排名前3的单位分别是:福建省农业科学院水稻研究所137个,占22.50%;福建农林大学68个,占11.17%;福建省南平市农业科学研究所50个,占8.21%。可见,福建省水稻育种主要是以福建省农业科学院水稻研究所牵头,全省地

(市)农科所、企业等单位参加。

分析不同年份福建省审定水稻品种的数量和类型(图1),结果显示2022年审定数量最多,有92个,2002年审定数量最少,仅4个;2016年审定水稻品种类型最丰富,有籼型常规稻、籼型两系杂交稻、

籼型三系杂交稻、籼粳交三系杂交稻和粳型常规稻等5种类型,而2002年审定水稻品种仅有籼型三系杂交稻类型。审定水稻品种数量和类型在不同年份间有波动,2019-2023年审定水稻品种数量明显增多。

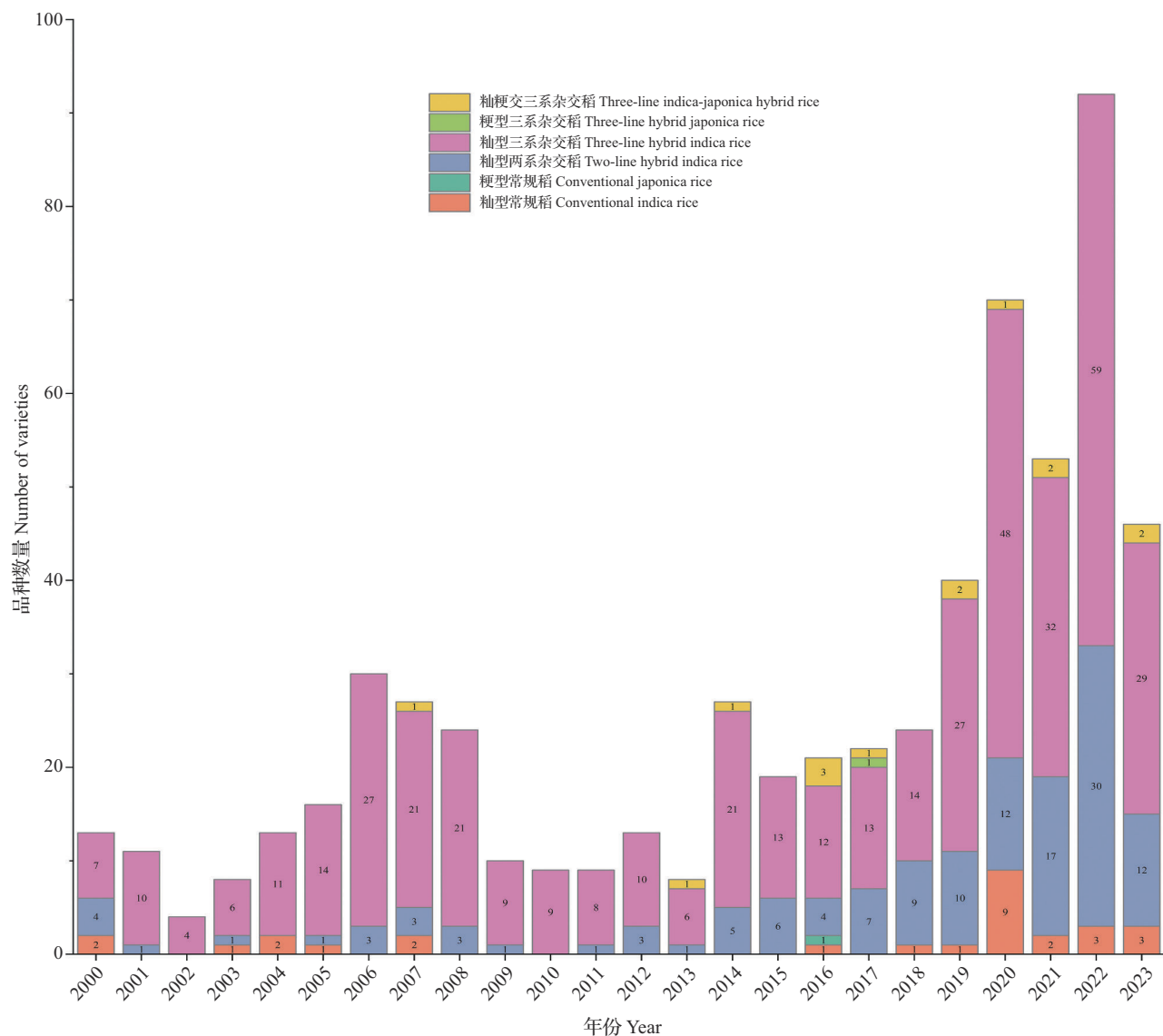


图1 2000-2023年福建省审定的水稻品种数量及类型

Fig. 1 The number and type of certified rice varieties in Fujian province in 2000-2023

2.2 产量变化分析

分析2000-2023年审定水稻品种各产量区间的品种数分布频次(图2),结果表明水稻产量范围为352.4~691.20 kg/667 m²,主要集中在450~650 kg/667 m²区间。产量低于400 kg/667 m²的品种有2个,为常规稻品种南厦060、连选18;产量超过650 kg/667 m²的品种有6个,均为杂交稻品种,包括元两优

676、两优8676、T两优186、红两优6号、禾两优676和甬优2640。同一年份审定的水稻品种,杂交稻的产量基本都高于常规稻,24年间审定的580个杂交稻品种的平均产量为545.84 kg/667 m²,29个常规稻平均产量为495.71 kg/667 m²,说明在福建省杂交稻具有较高产量优势。

分析不同年份审定的水稻品种产量演化趋势(图3)发现,随着时间推进,稻谷产量总体呈上升趋势,2023年达到历史最高峰(平均产量580.90 kg/667 m²),2004年之前每年平均产量均低于475 kg/

667 m²,2007年之后每年平均产量大多超过500 kg/667 m²,说明福建审定水稻品种的产量水平在逐步提高。

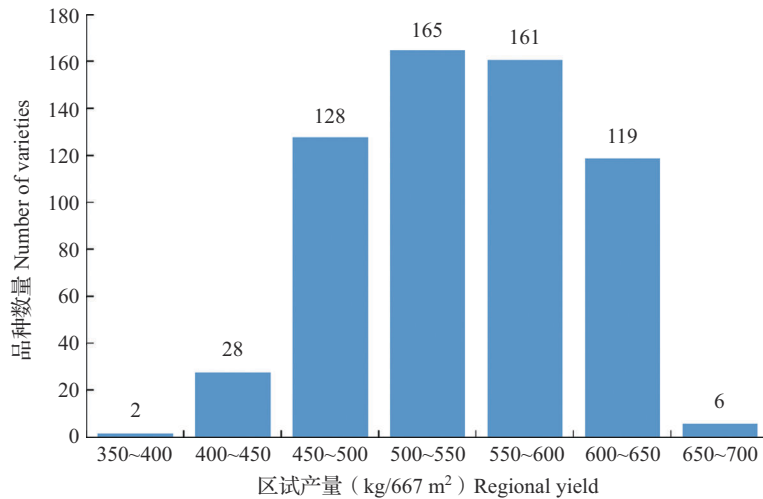


图2 2000-2023年审定水稻品种各产量区间的品种数分布频次

Fig. 2 Distribution frequency of various yield levels of certified rice varieties in Fujian province in 2000-2023

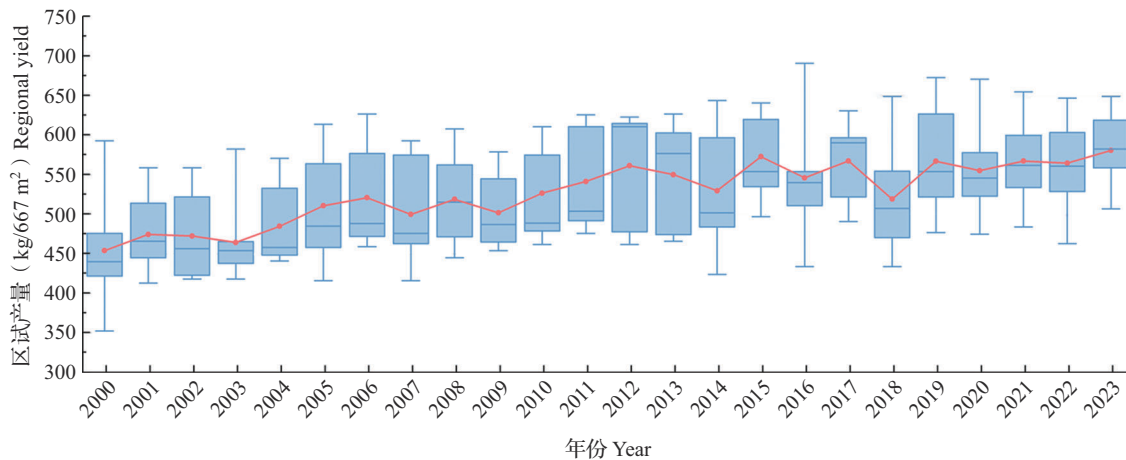


图3 2000-2023年福建省审定水稻品种产量随年份变化趋势

Fig. 3 Trend of grain yields with years for certified rice varieties in Fujian province in 2000-2023

2.3 产量构成因子分析

分析不同年份审定水稻品种的4个产量性状演化趋势(图4),结果显示每年亩有效穗主要集中在12.5~22.5万穗,每穗粒数主要集中在125~220粒/穗,结实率主要集中在77.5%~87.5%,千粒重主要集中在24.0~31.0 g。产量性状演化趋势为:2000-2013年平均亩有效穗总体呈逐步下降趋势,平均每穗粒数、平均千粒重总体呈逐步上升趋势,主要原因是2000-2013年福建省育种目标重点为超高产品种选育,主攻大穗、大粒型品种,大穗型品种具有有

效穗少、茎秆粗壮、抗倒伏、耐肥、田间群体不密闭、不易遭致病虫害等优点。2014-2023年,平均亩有效穗、平均每穗粒数和平均千粒重总体相对比较平稳,亩有效穗基本在15万~17万穗,平均每穗粒数基本在160~190粒,平均千粒重基本在26~29 g,平均结实率在80%~90%区间,表明各年份均具有较高的结实率。从箱线图位置、平均值、中位数等可见,2020-2023年福建省审定水稻品种的4个产量性状数据比较集中,年际间比较平稳。

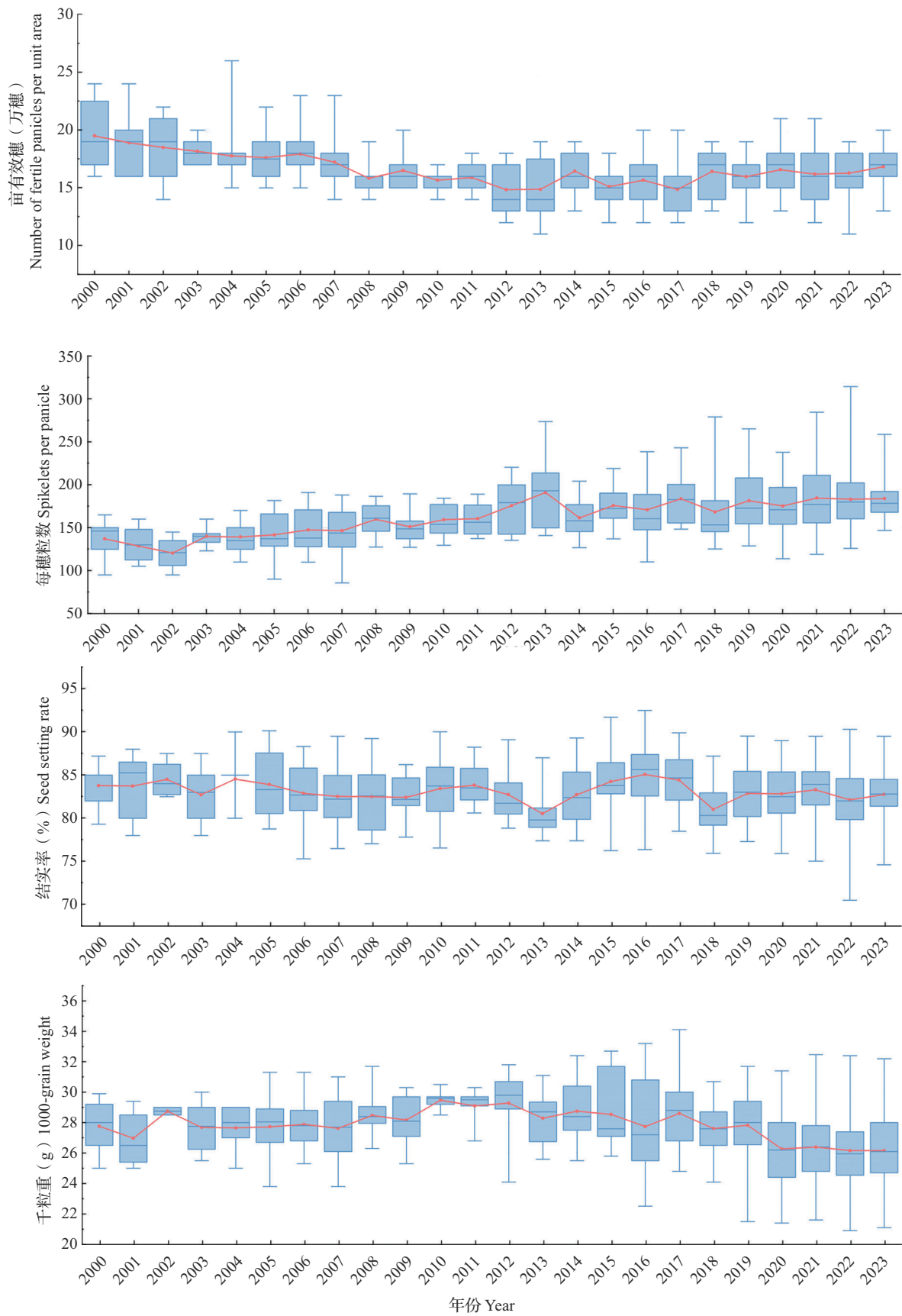


图4 2000-2023年福建省审定水稻品种产量性状随年份变化趋势

Fig. 4 Trend of yield traits with years for certified rice varieties in Fujian province in 2000-2023

2.4 产量性状相关分析

主要农艺性状相关分析结果(表1)表明,产量与穗长、每穗粒数、结实率和千粒重均呈极显著正相关,与亩有效穗呈极显著负相关;亩有效穗与穗长、每穗粒数、结实率和千粒重均呈极显著负相关;穗长与每穗粒数、千粒重均呈极显著正相关;每穗

粒数与千粒重呈极显著负相关。正相关系数最高的是产量与每穗粒数,负相关系数最高的是亩有效穗与每穗粒数。水稻产量由亩有效穗、每穗粒数、结实率和千粒重四大要素构成,福建省审定的水稻品种,尤其是杂交组合,普遍是通过大穗、大粒和提高结实率来实现高产。

表1 2000-2023年福建省审定水稻品种产量与各性状间相关系数

Table 1 Correlation coefficient between yield and various traits of certified rice varieties in Fujian province in 2000-2023

性状 Traits	产量 Yield	亩有效穗 Number of fertile panicles per unit area	穗长 Spike length	每穗粒数 Spikelets per panicle	结实率 Seed setting rate	千粒重 1000-grain weight
产量 Yield	1					
亩有效穗 Number of fertile panicles per unit area	-0.601**	1				
穗长 Spike length	0.454**	-0.620**	1			
每穗粒数 Spikelets per panicle	0.728**	-0.755**	0.421**	1		
结实率 Seed setting rate	0.316**	-0.114**	0.021	0.041	1	
千粒重 1000-grain weight	0.142**	-0.332**	0.430**	-0.125**	0.036	1

**表示在 $P<0.01$ 水平上极显著相关

** indicates extremely significant correlation at $P<0.01$ level

2.5 稻瘟病抗性分析

从2000-2023年福建省审定水稻品种稻瘟病各抗性级别的品种数(图5)可以看出,表现抗病(抗与中抗)的水稻品种有228个,占37.44%;感病(中感、感、高感)水稻品种有381个,占62.56%。审定的水稻品种主要表现为中抗稻瘟病、中感稻瘟病和感稻瘟病3种类型,共有546个,占89.66%,抗稻瘟病品种和高感稻瘟病品种较少,没有高抗水稻品种。

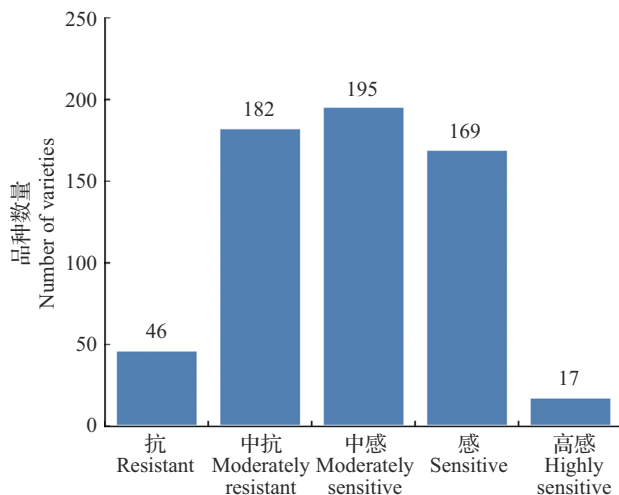


图5 2000-2023年审定水稻品种稻瘟病各抗性级别的品种数分布频次

Fig. 5 Distribution frequency of blast resistance levels of certified rice varieties in Fujian province in 2000-2023

分析2000-2023年审定水稻品种稻瘟病各抗性级别年际间的演化趋势(图6),结果表明,稻瘟病抗性水平在2000-2016年表现为感、中感的品种的比例比较大,2017-2023年表现抗、中抗的品种的比例比较大,如2007年抗、中抗的品种占14.81%,2023年抗、中抗的品种占52.17%。2019-2023年抗、中抗的品种比例稳定在50%左右。可见,近年来福建省审定水稻品种比较注重稻瘟病抗性水平。

2.6 稻米品质分析

对2000-2023年福建省审定水稻品种按照稻米的品质进行分类(图7),结果表明,普通稻米299个,占49.10%;优质稻米310个,占50.91%,优质稻品种数量超过一半。在优质稻中,一级优质稻53个,占全部审定品种的8.70%;二级优质稻124个,占全部审定品种的20.36%;三级优质数量133个,占全部审定品种的21.84%。2020-2023年审定水稻品种为优质稻的比例快速增长,2020年、2021年、2022年和2023年审定水稻品种中优质稻分别占75.71%、71.70%、86.96%和89.13%。

分析2000-2023年福建省审定水稻品种的6个稻米品质性状演化趋势(图8),结果显示6个稻米品质性状年际间呈波动状态。整精米率主要集中在40%~65%,2016年之前年际间波动幅度大;2017年

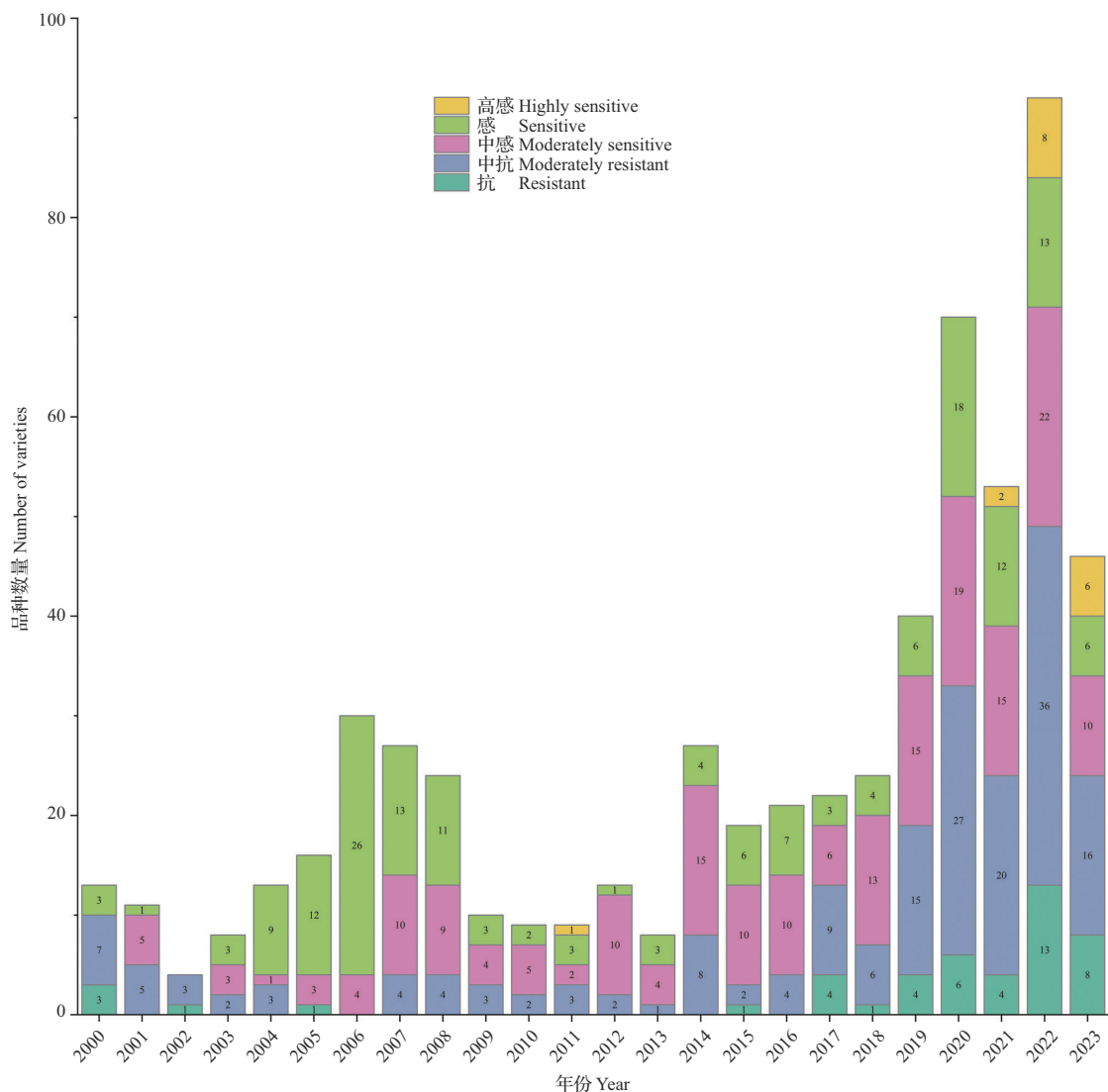


图6 2000-2023年福建省审定水稻品种稻瘟病各抗性级别的品种数量

Fig. 6 The number of certified rice varieties of different blast resistance levels in Fujian province in 2000-2023

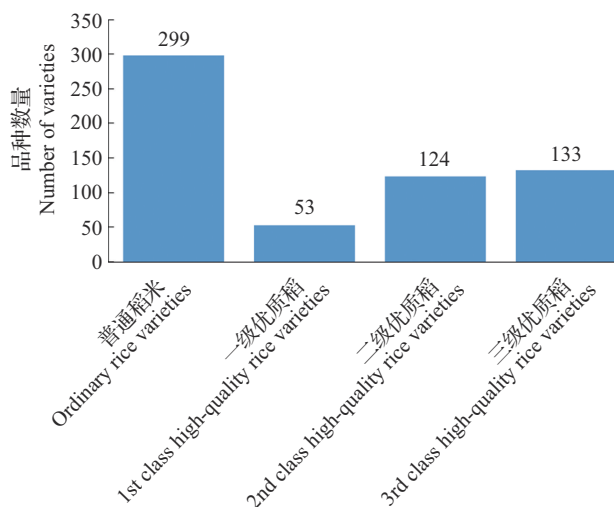
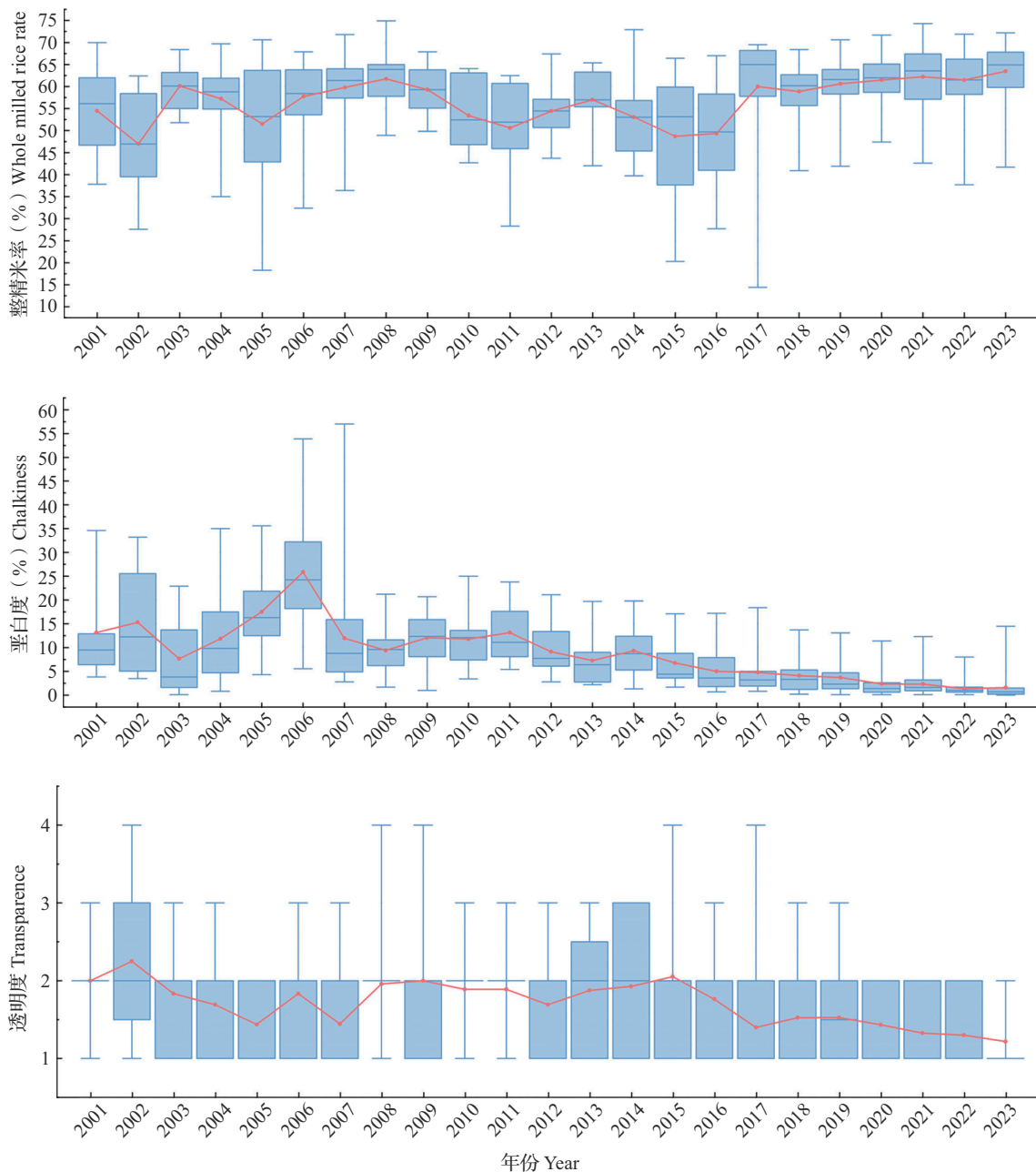


图7 2000-2023年福建省审定水稻品种优质稻与普通稻的品种数量

Fig. 7 The number of certified varieties of high-quality and ordinary rice in Fujian province in 2000-2023

后年际间波动幅度小,整精米率总体明显提高,每年平均值均大于55.00%。垩白度和透明度分别主要集中在0~32.5%和1~3级(糯稻不统计在内),2015年之前垩白度和透明度年际间波动幅度大,2016年之后总体呈下降趋势,且波动幅度小,稻米品质改良,特别是2019-2023年垩白度每年平均值小于5%、透明度每年平均值小于1.5级。碱消值主要集中在2~7级,年际间呈波动状态,2017年以后呈逐年上升的趋势,2019-2023年每年平均值大于5级。胶稠度主要集中在30~90 mm,2000-2011年年

际间波动幅度大,2011年之后年际间比较平稳,胶稠度整体在提高,每年平均值均大于70 mm。直链淀粉含量主要集中在12%~24%,2011年之前波动幅度小,比较平稳,2011-2018年总体呈下降趋势,2019年后比较平稳。综上所述,6个稻米品质性状年际间呈波动状态,2019-2023年审定的水稻品种整精米率、碱消值、胶稠度呈上升趋势,垩白度、透明度呈下降趋势,直链淀粉含量比较平稳,稻米品质性状优质达标率逐步提高。



(图8)

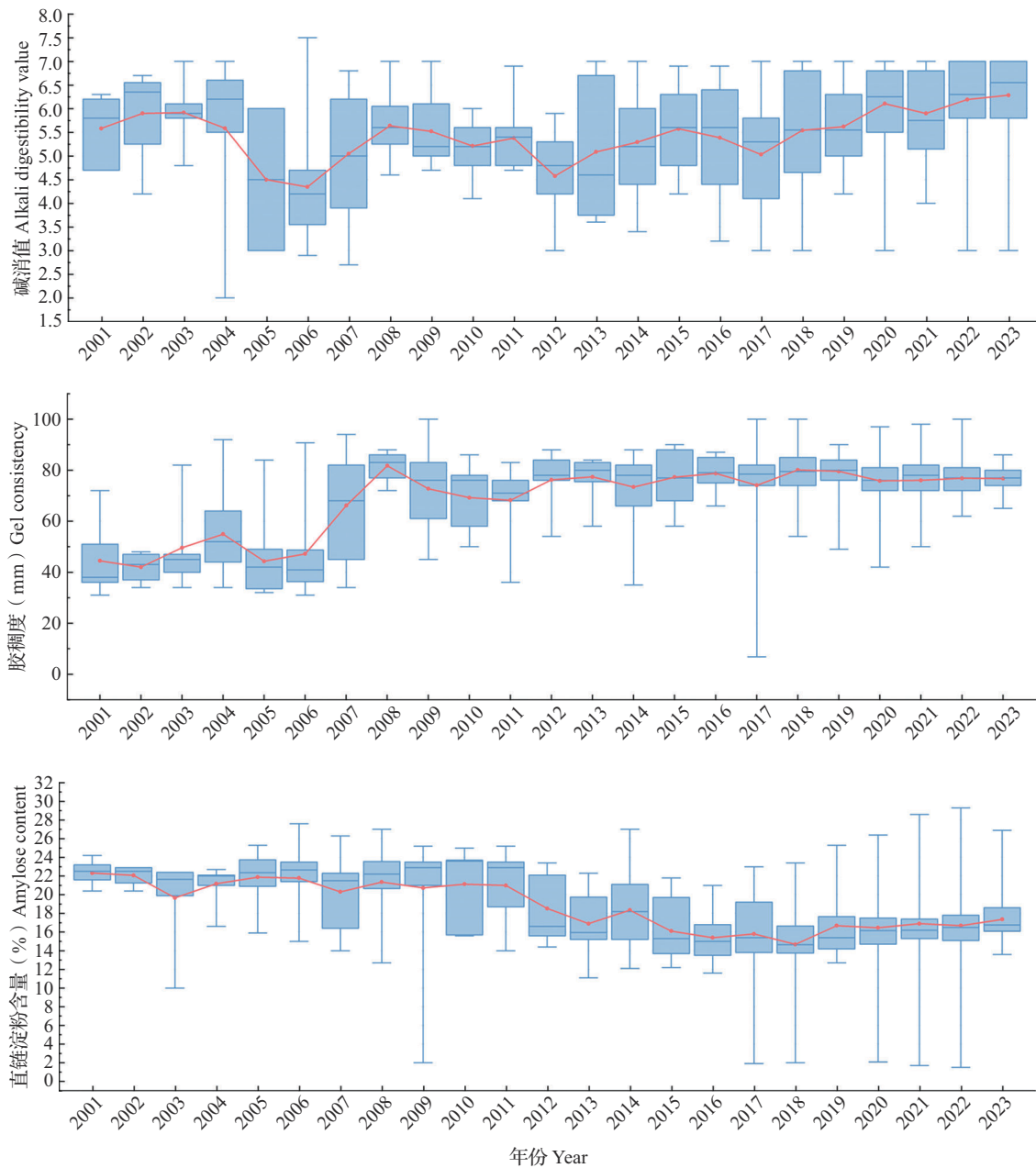


图8 2000-2023年福建省审定水稻品种品质性状随年份变化趋势

Fig. 8 Trend of quality traits with years in certified rice varieties in Fujian province in 2000-2023

3 讨论

3.1 加强粳稻品种选育

与籼稻相比,粳稻口感好、粘度高、营养价值丰富,因而越来越受到人们的青睐^[10-11],近年来,随着人们生活水平的提高,我国粳米的消费需求日益增长,在人均稻米年消费量不断下降的情况下,粳米年消费量反而增加,2015年全国粳米需求量达到500亿kg以上^[12]。全国粳米需求和粳稻种植面积逐年上升,南方稻区的“籼改粳”发展迅速,浙江、江苏、安徽、湖北等籼粳混栽稻区,粳稻种植比例大

幅提升;江西、湖南等籼稻区,粳稻种植面积也迅速扩大。福建、广东、广西、海南等4省是我国传统的籼稻生产区和优势区,也是籼米的主要消费区,适宜种植的粳稻品种较少^[13]。福建省粳稻育种处于弱势,没有生产上大面积利用的自主选育粳稻品种,生产上大面积推广的主导品种还是三系杂交籼稻。本研究表明2000-2023年福建省审定的水稻品种籼稻有593个,占97.37%;籼粳交14个,占2.30%;粳稻2个,占0.33%,其中籼粳交品种和粳稻水稻品种基本上都是外省引进审定。福建省选育和种植的水稻品种几乎都为籼稻,主要原因是粳稻育种力

量相对薄弱,研究经费相对不足,可利用的粳稻品种少,栽培技术尚不完善、病虫害防治不到位以及气象灾害发生频率高等。福建省与台湾省隔海相望,台湾省稻作史上主栽品种为籼稻,后改为粳稻,目前粳稻品种种植面积占水稻种植面积的90%,已成为典型的华南粳稻产区。福建省与台湾省稻作生态条件、气候特征极相似,从长远来看,完全可以通过有效的育种途径选育出适合福建省栽培特征和气候要求的粳稻新品种。

3.2 提高稻瘟病抗性水平

选育和种植抗稻瘟病水稻品种是防治稻瘟病最经济、有效和安全的措施。福建省稻瘟病生理小种多,包括7个群49个小种,变异大,是稻瘟病的高发区^[14]。20世纪80-90年代稻瘟病曾在福建省两次大爆发,2004年福建省稻瘟病在局部地区危害严重,从2005年开始提高水稻品种审定门槛,凡是高感稻瘟病品种一律不予审定^[15]。福建省主推品种稻瘟病抗性表现较差,2005-2009年推广面积达2万hm²以上的15个主推杂交稻水稻品种中,稻瘟病综合评价为中抗以上的水稻品种只有5个,占主推杂交稻水稻品种的33.33%^[16]。本研究通过分析2000-2023年福建省审定水稻品种稻瘟病抗性水平,结果表明24年间审定的609个水稻品种中表现为中抗及以上的水稻品种有228个,占37.44%,大部分水稻品种稻瘟病抗性差。近几年随着国家农作物品种审定政策改革,国家以及部分省份先后启用了水稻品种审定的绿色通道和联合体试验渠道,参试以及审定水稻品种数激增。通过审定的品种数量也持续快速增加,福建省审定的水稻品种数已经位居全国第三,由于适当放宽审定指标,2000-2023年间共审定的17个高感品种,2021-2023年就有16个。因此,今后修订水稻新品种的审定制度时,建议提高稻瘟病审定门槛,切实提高审定水稻品种的稻瘟病抗性水平,服务于水稻生产。

3.3 优质稻育种水平显著提高

随着中国经济的发展和人民生活水平的不断提高,稻米消费形势发生变化,稻米消费观念由过去的单纯的温饱型向质优、营养、绿色型转变,优质稻育种与生产也显得越来越重要^[17]。随着对优质米需求量增加,从2014年开始,为了提高优质稻品种审定通过率,适当降低了福建省优质稻区试产量增幅要求,优质稻品种更容易通过审定。福建省育种目标重点转向优质稻育种,育种家开始注重稻米品质研发,通过引进省外优质资源,加强优质亲本

的选育,经过几年技术贮备,近几年优质稻的比例快速增长。本研究中,2000-2023年审定的609个水稻品种中,优质稻有310个,超过一半的审定水稻品种为优质稻,尤其是2020-2023年审定水稻品种为优质稻的比例快速增长,2020年、2021年、2022年和2023年审定水稻品种中优质稻分别占75.71%、71.70%、86.96%和89.13%,说明福建省优质稻育种水平在快速提高。另外,本研究中590个籼稻水稻品种6个稻米品质性状优质达标率分别是透明度(90.34%)>胶稠度(86.10%)>整精米率(82.20%)>直链淀粉含量(75.08%)>碱消值(72.71%)>垩白度(58.98%),垩白度优质达标率最低,其次碱消值和直链淀粉含量也是限制优质达标率的品质指标,这与李清华等^[18]对福建省水稻新品种米质鉴定与评价结论一致。水稻品种综合优质达标率仍然有待提高,特别是一级优质稻数量极少,仅有53个,占8.98%。为了提高优质稻水平,垩白度、碱消值和直链淀粉含量的优质达标率是籼稻今后育种应该重点考虑提升的指标。

参考文献

- [1] 郑家团,游年顺,黄庭旭,赵明富,张水金,谢华安.福建省优质、高产、多抗杂交水稻选育研究进展.福建稻麦科技,2010,28(3):1-8
Zheng J T, You N S, Huang T X, Zhao M F, Zhang S J, Xie H A. Research progress on breeding good quality, high yielding and multi-resistant hybrid rice combinations in Fujian province. Fujian Science and Technology of Rice and Wheat, 2010, 28(3): 1-8
- [2] 林武.福建省水稻生产收益现状分析与对策建议.中国农技推广,2023,39(12):3-5
Lin W. Analysis of the current status of rice production profitability in Fujian province and policy recommendations. China Agricultural Technology Extension, 2023, 39(12): 3-5
- [3] 翁国华,郑家团.福建省水稻育种回顾.福建农业科技,2007(2):1-3
Weng G H, Zheng J T. Review of rice breeding in Fujian province. Fujian Agricultural Science and Technology, 2007(2): 1-3
- [4] 林亨芳,王金英,江川.福建稻种资源.北京:中国农业科技出版社,1993:360-370
Lin H F, Wang J Y, Jiang C. Rice germplasm resources in Fujian province. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1993: 360-370
- [5] 林世成,闵绍楷.中国水稻品种及其系谱.上海:上海科学技术出版社,1991:25-303
Lin S C, Min S K. Rice varieties and their pedigrees in China. Shanghai: Scientific & Technical Publishers, 1991: 25-303

- [6] 王乌齐,翁国华,涂祖荣.福建省水稻育种协作攻关的主要成就与策略.福建稻麦科技,2001,19(4):26-29
Wang W Q, Weng G H, Tu Z R. Achievements and strategies of collaborative rice breeding in Fujian province. Fujian Science and Technology of Rice and Wheat, 2001, 19(4): 26-29
- [7] 谢华安,郑家团,张受刚,林美娟.中国种植面积最大的水稻良种“汕优63”培育的理论与实践.福建省农科院学报,1996,11(4):1-6
Xie H A, Zheng J T, Zhang S G, Lin M J. Breeding theory and practice of “Shanyou 63”, the variety with the largest cultivated area in China. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 1996, 11(4): 1-6
- [8] 郭栋,荣文雅.中国统计年鉴-2021.北京:中国统计出版社,2021
Guo D, Rong W Y. China statistical yearbook-2021. Beijing: China Statistics Press, 2021
- [9] 中华人民共和国农业部. NY/T593-2013 食用稻品种品质.北京:中国标准出版社,2013
Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. NY/T593-2013 quality of rice varieties for consumption. Beijing: China Standards Press, 2013
- [10] 张洪程,张军,龚金龙,常勇,李敏,高辉,戴其根,霍中洋,许轲,魏海燕.“籼改粳”的生产优势及其形成机理.中国农业科学,2013,46(4):686-704
Zhang H C, Zhang J, Gong J L, Chang Y, Li M, Gao H, Dai Q G, Huo Z Y, Xu K, Wei H Y. The productive advantages and formation mechanisms of “Indica rice to Japonica rice”. *Scientia Agricultura Sinica*, 2013, 46(4): 686-704
- [11] 龚金龙,邢志鹏,胡雅杰,张洪程,戴其根,霍中洋,许轲,魏海燕,高辉.“籼改粳”的相对优势及生产发展对策.中国稻米,2013,19(5):1-6
Gong J L, Xing Z P, Hu Y J, Zhang H C, Dai Q G, Huo Z Y, Xu K, Wei H Y, Gao H. Comparative advantages and countermeasures for production development of “Indica rice to Japonica rice”. *China Rice*, 2013, 19(5): 1-6
- [12] 郭莹,李志瑛,翟荣荣,叶靖,王文娟,叶胜海,王健.浙江省粳稻品种的演替研究综述.浙江农业科学,2024,65(1):1-7
Guo Y, Li Z Y, Zhai R R, Ye J, Wang W P, Ye H S, Wang J. A review of succession studies on japonica rice varieties in Zhejiang province. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2024, 65(1): 1-7
- [13] 陈波,周年兵,郭保卫,黄大山,陈忠平,花劲,霍中洋,张洪程.南方稻区“籼改粳”研究进展.扬州大学学报:农业与生命科学版,2017,38(1):67-72
Chen B, Zhou N B, Guo B W, Huang D S, Chen Z P, Hua J, Huo Z Y, Zhang H C. Progress of “indica rice to japonica rice” in southern China. *Journal of Yangzhou University: Agricultural and Life Science Edition*, 2017, 38(1): 67-72
- [14] 张学博.1986-1987年福建省的稻瘟病菌生理小种.福建农业科学,1990(6):6-7
Zhang X B. Physiological races of rice blast fungus in Fujian province from 1986 to 1987. *Fujian Agricultural Science and Technology*, 1990(6): 6-7
- [15] 黄洪河,郑家团,郑长林.近五年福建省省级审定水稻主要米质指标和稻瘟病抗性分析.中国稻米,2009(1):18-20
Huang H H, Zheng J T, Zheng C L. Analysis of major rice quality indicators and blast resistance in Fujian province over the past five years. *China Rice*, 2009(1): 18-20
- [16] 黄庭旭,徐倩华.水稻高产栽培实用技术.福州:福建科技出版社,2009
Huang T X, Xu Q H. Practical techniques for high-yield rice cultivation. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 2009
- [17] 郑翔宇,李清华,肖承和.福建省2004—2013年中、晚籼稻品种的稻米品质分析与评价.福建稻麦科技,2013,31(4):29-31
Zheng X Y, Li Q H, Xiao C H. Analysis and evaluation of rice quality of medium and late indica rice varieties in Fujian province from 2004 to 2013. *Fujian Science and Technology of Rice and Wheat*, 2013, 31(4): 29-31
- [18] 李清华,郑长林.福建省水稻新品种米质鉴定与评价.福建稻麦科技,2024,42(1):33-37
Li Q H, Zheng C L. Rice quality identification and evaluation of new rice varieties in Fujian province. *Fujian Science and Technology of Rice and Wheat*, 2024, 42(1): 33-37