



云南软米在豫南稻区的品质性状检测与分析

彭波, 赵雨贺, 董超, 黄月茹, 冯佳华, 汤翠凤, 彭娟, 田夏雨, 孙艳芳, 黄雅琴, 汪全秀, 周伟, 阿新祥

引用本文:

彭波, 赵雨贺, 董超, 黄月茹, 冯佳华, 汤翠凤, 彭娟, 田夏雨, 孙艳芳, 黄雅琴, 汪全秀, 周伟, 阿新祥. 云南软米在豫南稻区的品质性状检测与分析[J]. 信阳师范学院学报自然科学版, 2021, 34(2): 186–194. doi: 10.3969/j.issn.1003–0972.2021.02.004

PENG Bo, ZHAO Yuhe, DONG Chao, HUANG Yueru, FENG Jiahua, TANG Cuifeng, PENG Juan, TIAN Xiayu, SUN Yanfang, HUANG Yaqin, WANG Quanxiu, ZHOU Wei, A Xinxiang. Detection and Analysis of the Quality Characters of Yunnan Soft Rice in South Henan Province[J]. *Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition)*, 2021, 34(2): 186–194. doi: 10.3969/j.issn.1003–0972.2021.02.004

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2021.02.004>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

豫南地区施氮量对优质食味粳稻品种南粳9108产量及品质的影响

Effects of Nitrogen Application on Yield and Quality of High Eating Quality Japonica Rice Varieties Nanjing9108 in Southern Henan

信阳师范学院学报自然科学版, 2020, 33(2): 220–225. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2020.02.008>

信阳地区特种稻种子氨基酸含量的检测分析

Detection and Analysis of Amino Acid Contents of Special Rice Seeds in Xinyang

信阳师范学院学报自然科学版, 2020, 33(1): 46–53. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2020.01.009>

水稻垩白性状的遗传研究进展

Progress in Genetic Research on Rice Chalkiness

信阳师范学院学报自然科学版, 2016, 29(2): 304–312. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2016.02.035>

河南省地方茶树种质资源表型性状遗传多样性研究

Diversity Analysis of Phenotypic Characteristics for Henan Local Tea Germplasm Resources

信阳师范学院学报自然科学版, 2018, 31(4): 578–585. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2018.04.013>

河南香稻品种主要代谢物质的检测与分析

Detection and Analysis of the Main Metabolites in Aromatic Rice Varieties from Henan

信阳师范学院学报自然科学版, 2019, 32(2): 207–213. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2019.02.007>

云南软米在豫南稻区的品质性状检测与分析

彭波^{1*}, 赵雨贺¹, 董超², 黄月茹¹, 冯佳华¹, 汤翠凤², 彭娟³,
田夏雨¹, 孙艳芳¹, 黄雅琴⁴, 汪全秀¹, 周伟¹, 阿新祥^{2*}

(1. 信阳师范学院 生命科学学院/大别山农业生物资源保护与利用研究院, 河南 信阳 464000;
2. 云南省农业科学院 生物技术与种质资源研究所/农业农村部云南稻种资源科学观测实验站, 云南 昆明 650205;
3. 信阳市植保植检站, 河南 信阳 464000; 4. 信阳农林学院 生物与制药工程学院, 河南 信阳 464000)

摘要:以豫南稻区引进的38份云南软米种质资源为试验材料,利用砻谷机、精米机和近红外谷物分析仪等仪器,结合生化和理化分析的技术方法,对云南软米在豫南稻区的外观品质、研磨加工品质、营养品质和蒸煮食味品质等主要性状进行了检测与分析。结果表明:供试软米的垩白率、垩白面积、垩白度、粒长、粒宽、长宽比、糙米率、精米率、整精米率、蛋白质含量、总氨基酸含量、总必需氨基酸含量、直链淀粉含量、食味值和糊化温度等品质性状存在丰富的变异类型,特别是软米中的总氨基酸含量、总必需氨基酸含量、垩白性状、粒型以及糊化温度等重要品质性状在软米水稻材料中的变异范围较大。

关键词:软米;品质性状;检测;种质资源

中图分类号:S184 文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Detection and Analysis of the Quality Characters of Yunnan Soft Rice in South Henan Province

PENG Bo^{1*}, ZHAO Yuhe¹, DONG Chao², HUANG Yueru¹, FENG Jiahua¹,
TANG Cuifeng², PENG Juan³, TIAN Xiayu¹, SUN Yanfang¹, HUANG Yaqin⁴,
WANG Quanxiu¹, ZHOU Wei¹, A Xinxiang^{2*}

(1. College of Life Sciences/Institute for Conservation and Utilization of Agro-bioresources in Dabie Mountains, Xinyang Normal University, Xinyang 464000, China;
2. Biotechnology and Germplasm Resources Institute/Scientific Observation Station for Rice Resource of Yunnan, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Yunnan Academy of Agricultural Sciences Kunming 650205, China;
3. Xinyang Station of Plant Protection and Inspection, Xinyang 464000, China; 4. College of Biological and Pharmaceutical Engineering, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang 464000, China)

Abstract: Taking the 38 Yunnan soft rice germplasm resources introduced from South Henan as experimental materials, the appearance quality, grinding quality, nutrition quality, cooking and eating quality of soft rice in South Henan were tested and analyzed by huller, rice polisher and near-infrared grain analyzer, combined with biochemical and physical-chemical analysis techniques. The results showed that there were rich variation types in chalkiness rate, chalkiness area, chalkiness degree, grain length, grain width, length width ratio, brown rice rate, milled rice rate, whole milled rice rate, protein content, total amino acid content, total essential amino acid content, amylose content, taste value and gelatinization temperature. In particular, the total amino acid content, the total essential amino acid content, chalkiness character, grain type and gelatinization temperature in soft rice varied widely.

Key words: soft rice; quality character; detection; germplasm resources

收稿日期:2020-02-08;修订日期:2020-12-25; *通信联系人, E-mail: pengbo@xynu.edu.cn; ahope2002@163.com

基金项目:国家自然科学基金项目(U2004141; U1604110; 31801332);国家重点研发计划项目(2016YFD0100101-10);河南省高等学校青年骨干教师培养计划项目(2019GGJS162);河南省重点科技攻关项目(192102110119);河南省高等学校重点科研项目(21A180001; 20B180013);河南省高等学校大学生创新训练计划项目(201910477004);信阳师范学院“南湖学者奖励计划”青年项目(2016054)

作者简介:彭波(1980—),男,河南信阳人,副教授,博士,主要从事水稻遗传育种研究。

0 引言

水稻(*Oryza sativa* L.)是世界上最重要的粮食作物之一,全球有超过一半的人口,我国有近三分之二的人口以稻米为主食^[1].稻米中含量最多的营养物质为淀粉(超过80%),根据淀粉结构与组成的不同,一般将淀粉分为直链淀粉与支链淀粉^[2].稻米中的直链淀粉含量若高于20%,其食味品质一般较差;直链淀粉含量在20%以下,其食味品质相对较好^[3].软米的直链淀粉含量偏低,蒸煮后的米饭柔软,具有冷不回生、膨化性好等特点,深受广大消费者青睐.随着人们生活水平的稳步提高,全球市场对稻米食味品质提出了更高的要求,但是目前市场上稻米品质整体形势不容乐观^[4-5].我国稻米品质问题主要体现在整精米率低、垩白现象严重、直链淀粉含量偏高、胶稠度偏低、食味品质较差等方面^[6-7].河南省是全国重要的粮食生产基地,豫南地区是河南省水稻的主产区,常年水稻种植面积占全省的80%以上.豫南稻区过去主要以籼稻种植为主,但籼稻稻米的直链淀粉含量大多超过20%,这是目前豫南稻区稻米品质整体偏低的重要原因.鉴于豫南稻区软米品种资源相对匮乏,市场软米缺口较大,从外地引进软米品种,并对其进行稻米品质性状的比较分析,对今后豫南稻区水稻新品种的选育,乃至豫南稻米品质的整体提升均具有重要的理论意义与应用价值.

软米水稻是从野生稻中经过不断人工选择而培育出的一种特殊类型的水稻,其稻米品质,特别是蒸煮食味品质与营养品质相对较好^[8].一般来讲,国内外将稻米品质主要分为4大类,即外观品质、蒸煮食味品质、营养品质与碾磨加工品质^[9].稻米的外观品质主要由垩白、透明度和粒型所决定,而垩白是最重要的外观品质性状,一般由垩白率、垩白面积和垩白度来衡量^[10].稻米的碾磨加工品质主要由糙米率、精米率和整精米率组成.稻米营养品质的优劣主要取决于蛋白质含量、氨基酸含量及维生素等微量营养物质含量的高低^[11].对处于发展中国家的人民而言,稻米往往是其最主要的营养物质来源,尤其是在东南亚地区,稻米为当地居民提供76%左右的能量,故稻米的营养品质与人类自身的健康紧密相关^[12-13].稻米的蒸煮食味品质主要由糊化温度、胶稠度和直链淀粉含量组成,同时稻米米粉的黏度和食味值也是反映其蒸煮食味品质的重要性状指标^[14].在稻米品质性状中,广大

消费者最为关注的是外观品质和蒸煮食味品质^[15],故这两个品质性状是稻米最重要的品质性状,与稻米的市场价值密切相关.

云南是世界上最大的稻种遗传和生态多样性中心之一,软米稻种资源丰富.云南软米水稻品种主要分布在文山、红河、保山、德宏和临沧等地州的11个县,海拔大多集中在800~1000 m^[16].云南软米水稻品种是由当地少数民族的选择与食用习惯,经过漫长特殊的自然选择与人工选育相互结合而形成,往往具有较严格的地域适应性,异地种植其优良品质性状往往难以保持.软米直链淀粉含量偏低,富含多种人体必需的营养成分,而且具有多种滋补效果,具有较高的营养价值和经济价值^[17].尽管不同品种的软米品质存在明显的差异,但其蒸煮食味品质与营养品质总体较好,深受广大消费者喜爱.因此,针对豫南稻区引进的38份云南软米种质资源材料的稻米品质性状进行检测,对其检测结果进行全面比较分析,可以为豫南优质软米的引进与大面积推广应用提供依据.

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试材料为豫南稻区引进的38份云南软米种质资源的水稻品种(表1),分别从云南省普洱市、西双版纳傣族自治州、德宏傣族景颇族自治州、保山市、红河哈尼族彝族自治州和楚雄彝族自治州等地市或自治州收集而来.

表1 软米水稻品种来源

Tab. 1 The source of soft rice varieties

编号	品种	来源	编号	品种	来源
1	毫八宛	西双版纳	20	梗农	普洱西盟
2	毫乃荒	德宏州	21	老鼠牙-2	红河元江
3	毫告贡成	西双版纳	22	云恢 290	红河元江
4	小百谷	临沧耿马	23	滇屯 502	红河元江
5	软白谷	临沧永德	24	楚梗 27	楚雄市
6	八宝谷	红河屏边	25	毫皮	德宏州
7	八宝香	德宏梁河	26	大糯	红河屏边
8	小香谷	临沧双江	27	香糯谷	红河屏边
9	白蚂蚱谷	红河元江	28	毫屁	省农科院
10	白优质	临沧双江	29	毫杰海	德宏瑞丽市
11	本地优	临沧双江	30	饵块谷	临沧镇康
12	黄板所	德宏潞西	31	八宝米	红河屏边
13	老缅谷	临沧沧源	32	毫安弄(灭)	德宏瑞丽市
14	老寨谷	德宏潞西	33	毫安旺灭绕	德宏瑞丽市
15	曼又谷	版纳景洪	34	毫安旺灭断	德宏瑞丽市
16	勐来香米	临沧沧源	35	毫安弄灭闷	德宏瑞丽市
17	七贵早	临沧永德	36	毫底拉号	德宏潞西
18	泰国软米	版纳景洪	37	毫安旺灭乃	德宏瑞丽市
19	天杂 58	保山腾冲	38	毫安类型	德宏瑞丽市

1.2 田间种植及管理

根据38份软米种质资源材料的水稻品种不同生育期,2019年分批次播种在信阳师范学院同一试验大田,确保这些云南软米资源材料在8月中旬开花,且开花后保持其灌浆成熟期的生长条件相对一致。每个软米水稻品种种植3行,每行12株,株行距为16.5 cm × 26.4 cm。38份软米水稻品种材料从播种、移栽到最后的种子成熟,均实行普通大田常规栽培与管理。

1.3 试验方法

软米水稻种子成熟收获后,经自然干燥,单株脱粒机(5TS-150A型)脱粒处理,在室温放置3个月,借助砻谷机、精米机、近红外谷物分析仪等仪器设备分别检测其品质性状。

1.3.1 主要外观品质性状的测定

随机挑取10粒饱满的软米水稻种子,首尾相连(或首尾并排),用电子游标卡尺测量其总长度,重复3次,平均值即为粒长(或粒宽)。按照国家标准GB/T17891—1999对垩白性状进行测定分析。用砻谷机将供试软米水稻种子研磨成糙米,后经精米机研磨为精米。从每个品种的精米中随机挑取100粒饱满的整精米,用日光灯照射,肉眼观察并计算垩白米粒的数量,重复3次,垩白米粒数除以100的平均值即为垩白率;从软米品种中随机挑选10粒垩白米粒,估算垩白部分占整个面积的百分比,重复3次,其平均值即为垩白面积。用“垩白度=垩白率×垩白面积”的公式来计算垩白度。

1.3.2 研磨加工品质的测定

研磨加工品质主要由糙米率、精米率和整精米率组成,供试软米的研磨加工品质按照农业部颁标准NY 147—1988进行^[18]。糙米率为糙米质量占样品总质量的百分比,精米率为精米质量占样品总质量的百分比,整精米率为整精米质量占样品总质量的百分比。

1.3.3 主要营养品质的测定

稻米中的蛋白质含量和氨基酸含量对稻米的营养品质具有决定性作用,将38份软米种质资源材料的水稻品种用近红外谷物分析仪检测其蛋白质含量和氨基酸含量。

1.3.4 蒸煮食味品质的测定

稻米的蒸煮食味品质主要由糊化温度和直链淀粉含量等性状指标来衡量。将38份软米的糊化温度按照农业部颁标准NY 147—1988进行检测^[18],即采用碱消值来间接检测云南软米稻米的

糊化温度,其中碱消值1~3级(糊化温度>74℃)为高糊化温度,4~5级(糊化温度在70~74℃)为中糊化温度,6~7级(糊化温度<70℃)为低糊化温度。近红外谷物分析仪检测其直链淀粉含量和食味值^[12]。

2 结果与分析

2.1 软米外观品质的检测与分析

2.1.1 软米品种粒型的检测

从云南软米在豫南稻区的品质性状检测的结果中可以发现,不同软米种质资源材料种子的粒长、粒宽和长宽比存在明显的差异(表2)。在供试的38份软米水稻品种的种子中,大糯的粒长最长(10.82 mm),楚梗27的粒长最短(6.47 mm);白蚂蚱谷的粒宽最窄(2.35 mm),八宝米的粒宽最宽(3.77 mm);滇屯502的长宽比最大(5.07),楚梗27的长宽比最小,仅为1.92(表2)。38份云南软米种质资源材料的粒型以细长为主,长宽比平均为3.21,属于细长型(>3.0)。因此,云南软米种质资源材料的粒型存在丰富的变异,这为今后细长型优质软米新品种的选育提供重要的软米种质资源。

表2 软米水稻品种的种子粒型测定结果

Tab. 2 The determination results of seed grain type of soft rice varieties

编号	品种	粒长/mm	粒宽/mm	长宽比
1	毫八宛	8.95±0.03	2.73±0.19	3.29±0.22
2	毫乃荒	8.08±0.34	3.27±0.04	2.47±0.08
3	毫告贡成	8.18±0.16	3.15±0.00	2.60±0.05
4	小百谷	7.90±0.09	3.20±0.00	2.47±0.03
5	软白谷	9.20±0.09	2.68±0.03	3.43±0.03
6	八宝谷	8.71±0.08	2.65±0.06	3.38±0.04
7	八宝香	8.93±0.42	3.38±0.31	2.65±0.13
8	小香谷	10.00±0.09	2.54±0.02	3.94±0.03
9	白蚂蚱谷	9.53±0.15	2.35±0.10	4.06±0.11
10	白优质	9.43±0.15	2.50±0.05	3.78±0.14
11	本地优	10.41±0.11	2.56±0.02	4.07±0.05
12	黄板所	10.69±0.18	2.63±0.06	4.06±0.15
13	老缅甸	10.02±0.09	2.83±0.02	3.54±0.03
14	老寨谷	8.00±0.10	2.80±0.10	2.86±0.12
15	曼叉谷	8.82±0.06	3.25±0.05	2.71±0.06
16	勐来香米	9.91±0.33	2.90±0.10	3.42±0.12
17	七贵早	7.67±0.26	2.28±0.06	3.36±0.16
18	泰国软米	9.72±0.76	2.87±0.24	3.39±0.08
19	天杂58	8.55±0.14	3.18±0.03	2.69±0.02
20	梗农	9.82±0.25	2.57±0.03	3.82±0.06
21	老鼠牙-2	9.62±0.12	2.78±0.06	3.46±0.10
22	云恢290	10.29±0.11	2.84±0.06	3.51±0.11

续表 2

编号	品种	粒长/mm	粒宽/mm	长宽比
23	滇屯 502	14.82±4.09	2.92±0.03	5.07±1.38
24	楚梗 27	6.47±0.08	3.37±0.08	1.92±0.03
25	毫皮	8.80±0.23	2.55±0.18	3.46±0.15
26	大糯	10.82±1.02	2.67±0.08	4.07±0.48
27	香糯谷	9.83±0.25	3.10±0.13	3.18±0.20
28	毫屁	8.73±0.18	2.72±0.13	3.22±0.11
29	毫杰海	9.10±0.13	2.97±0.13	3.07±0.09
30	饵块谷	8.05±0.13	3.10±0.05	2.60±0.07
31	八宝米	8.98±0.07	3.77±0.04	2.38±0.03
32	毫安弄(灭)	8.13±0.10	2.92±0.13	2.79±0.09
33	毫安旺天绕	8.23±0.05	3.02±0.08	2.73±0.08
34	毫安旺天断	8.35±0.09	3.20±0.05	2.61±0.05
35	毫安弄灭闷	9.37±0.17	3.02±0.03	3.10±0.05
36	毫底拉号	9.72±0.33	2.92±0.15	3.34±0.18
37	毫安旺天乃	9.19±0.20	3.03±0.08	3.04±0.10
38	毫安类型	8.18±0.12	2.88±0.08	2.84±0.03

2.1.2 软米品种的垩白性状检测

38 份云南软米种质资源稻米垩白性状的检测结果见图 1.不同软米水稻品种之间差异最大的垩白性状是垩白率,其次为垩白面积.供试云南软米种质资源稻米垩白率最高的是毫告贡成和香糯谷(达 100.0%),本地优软米的垩白率最低(2.0%);香糯谷的垩白面积(92.5%)和垩白度最高,毫安弄灭闷的垩白面积最低,仅 11.5%;本地优的垩白度最低,仅为 1.0%.值得注意的是,香糯谷的垩白率、垩白面积和垩白度均最高,即香糯谷软米水稻品种在垩白性状方面表现欠佳.同时,当软米的垩白面积最低时,其垩白度不一定最低.如毫安弄灭闷的垩白面积最低,但垩白度最低的品种却是本地优.因此,对于云南软米种质资源中稻米垩白率和垩白面积较低的品种,可以考虑作为亲本材料用于优质软米新品种的选育.

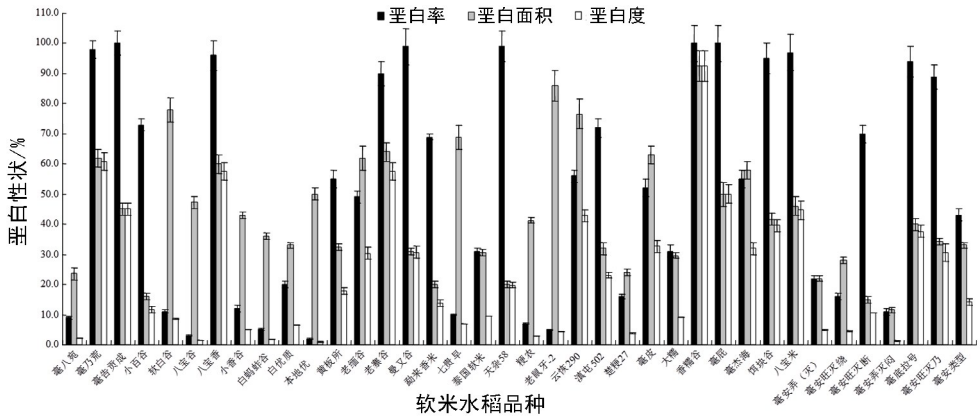


图 1 不同软米水稻品种的垩白性状检测结果

Fig. 1 Detection results of chalkiness characters of different soft rice varieties

2.2 软米研磨加工品质检测

38 份云南软米种质资源稻米研磨加工品质的检测结果见图 2.毫皮糙米率最高,达 79.9%;精米率最高的也是毫皮,达 77.6%,精米率最低的是老寨谷,仅 63.5%.有意思的是毫皮的糙米率最高,但其整精米率却不是最高的,整精米率最高的是毫乃荒,达 73.8%;黄板所的糙米率最低(66.6%),但其整精米率不是最低的,整精米率最低的是老寨谷.在供试的 38 个软米水稻品种中,只有毫皮的糙米率达到优质稻谷一级标准.整精米率中的黄板所、老缅谷、老寨谷、勐来香米、梗农、云恢 290、大糯、香糯谷、毫屁、毫安弄灭闷、毫底拉号均未达到优质稻谷一级标准,其余软米水稻品种(共计 27 种)均达到优质稻谷一级标准.

2.3 软米主要营养品质检测

2.3.1 软米蛋白质含量的检测

稻米蛋白质的含量不仅直接决定了稻米营养价值的高低,同时也会对稻米的食味品质产生影响.一般来说,蛋白质含量>9%,稻米的蒸煮食味品质下降.在豫南稻区同一种植区和同样的管理措施下,大糯精米中蛋白质含量最高(图 3),达 8.3%,其次是香糯谷、毫杰海、毫皮、毫安弄灭闷、毫八宛、小香谷、老缅谷、梗农、毫屁和老寨谷,而毫底拉号的蛋白质含量最低(7.1%),剩余软米水稻品种精米中的蛋白质含量位于 7.2%~7.8%.云南软米种质资源材料的精米蛋白质含量平均值 7.7%,变幅为 7.1%~8.3%.因此,38 种软米水稻品种精米蛋白质含量存在丰富的变异.

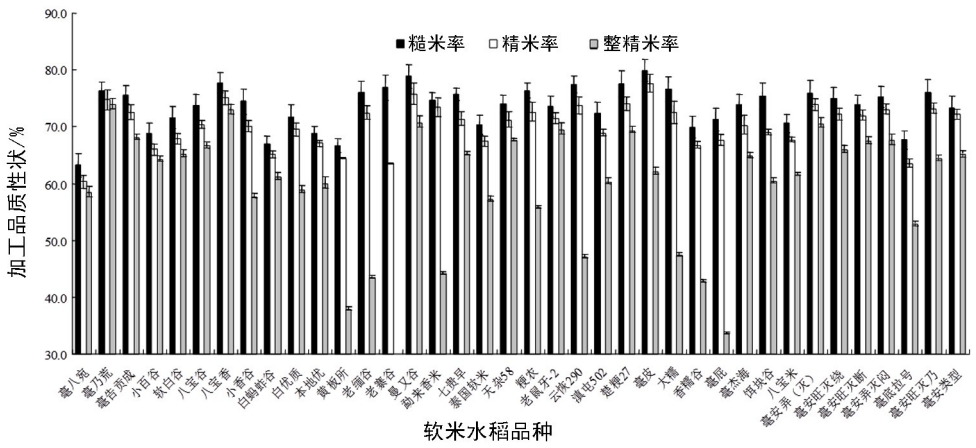


图 2 不同软米水稻品种加工品质的检测

Fig. 2 Detection results of processing quality character of different soft rice varieties

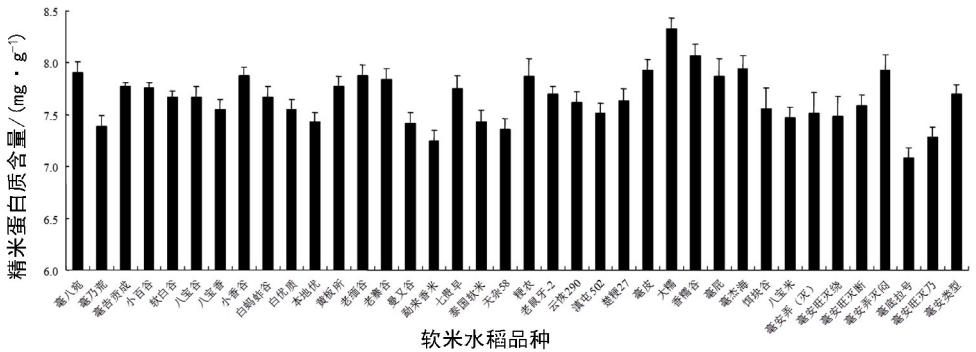


图 3 不同软米品种蛋白质含量的检测结果

Fig. 3 Detection results of protein content of different soft rice varieties

2.3.2 软米总氨基酸含量检测

根据供试 38 份云南软米种质资源稻米的总体氨基酸含量检测结果(图 4),发现不同软米总体氨基酸含量存在明显差异,其变化区间为 88.0~106.5 mg/g,供试软米总氨基酸含量最高的软米水稻品种是白蚂蚱谷,达到 106.5 mg/g,毫安类型、小白谷、老鼠牙-2、七贵早等水稻品种总氨基酸含

量也相对较高;总氨基酸含量最低的软米品种是老寨谷,仅为 88.0 mg/g.值得注意的是,毫乃荒、黄板所、毫屁、饵块谷等软米总氨基酸含量也比较低,其中白蚂蚱谷与老寨谷软米总氨基酸含量相差达到 18.55 mg/g.因此,云南软米中的总体氨基酸含量差异相对较大,这为今后筛选高营养品质的软米品种提供重要的种质资源材料.

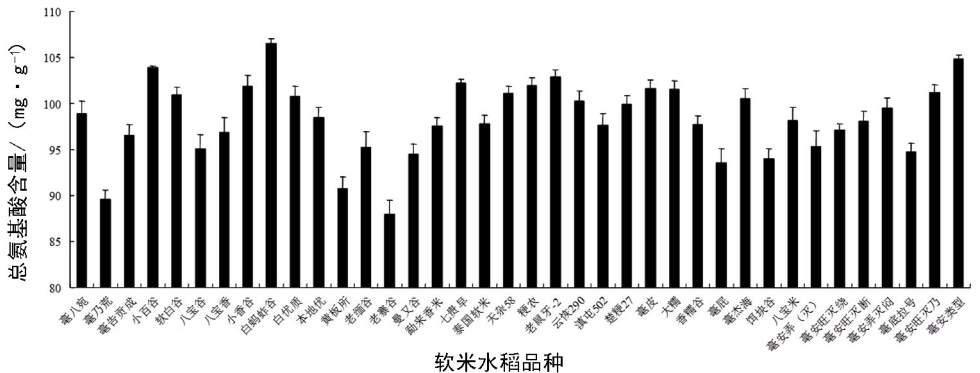


图 4 不同软米品种的总氨基酸含量的检测结果

Fig. 4 Determination results of the total amino acid content of different soft rice varieties

2.3.3 软米总必需氨基酸含量检测

稻米营养品质的高低,不仅与稻米中蛋白质含量的高低相关,还取决于各种氨基酸含量及相互平

衡状态,尤其是人体自身不能合成或合成速度不能满足人体需要的必需氨基酸含量.通过对 38 份云南软米中必需氨基酸含量的检测,发现其总必需氨

氨酸含量的变化区间是 26.3~31.0 mg/g(图 5).总的必需氨基酸含量最高的软米品种是勐来香米,其种子内总的必需氨基酸含量达到 31.0 mg/g,其次是大糯、毫安旺灭乃、毫皮、白蚂蚱谷等软米水稻品种.总的必需氨基酸含量最低的是毫屁(26.3 mg/g),且饵块谷、滇屯 502、毫安弄(灭)、毫乃荒等软米中总的必需氨基酸含量也相对较低.其中,异亮氨酸含量最高的是老寨谷,达 1.8 mg/g,最低的为毫安类型(1.6 mg/g);亮氨酸含量最高的是毫安类型,达 9.6 mg/g,最低的为毫屁(5.5 mg/g);赖氨酸含量最高的是老寨谷,达 4.9 mg/g,最低的为毫安类型(3.9 mg/g);甲硫氨酸含量最高的是勐来香

米,达 4.3 mg/g,最低的为白蚂蚱谷(1.8 mg/g);苯丙氨酸含量最高的是毫屁,达 9.0 mg/g,最低的为白蚂蚱谷(5.3 mg/g);苏氨酸含量最高的是毫乃荒,达 2.7 mg/g,最低的为毫安类型(1.0 mg/g);缬氨酸含量最高的是毫安类型,达 4.6 mg/g,最低的为毫屁(2.7 mg/g).上述检测结果表明,这 38 份软米中各类必需氨基酸含量及总的必需氨基酸含量存在丰富的差异,特别是必需氨基酸较高的勐来香米、大糯、毫安旺灭乃、毫皮、白蚂蚱谷等软米品种,其育种价值较高,可以考虑作为亲本材料用于优质软米新品种的遗传改良.

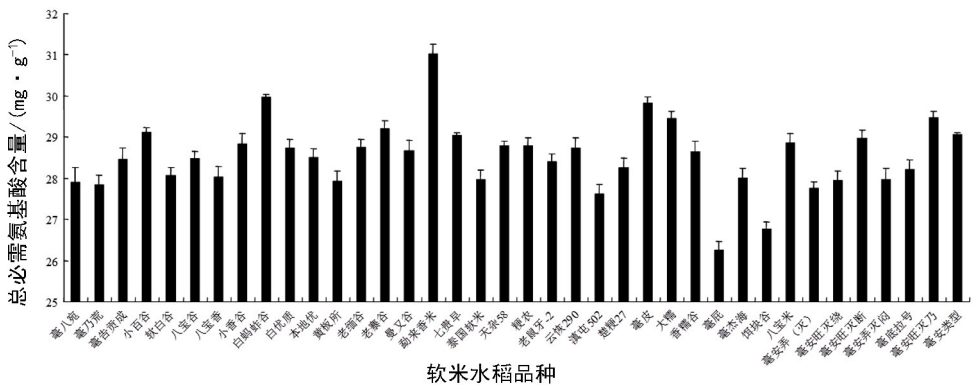


图 5 不同软米品种的总必需氨基酸含量的检测结果

Fig. 5 Determination results of total essential amino acid content of different soft rice varieties

2.4 软米主要蒸煮食味品质检测

2.4.1 软米直链淀粉含量与食味值的检测

稻米中最主要的成分是淀粉,而淀粉由 70%~80%的支链淀粉和 20%~30%的直链淀粉组成^[19].通过对供试 38 份云南软米中直链淀粉含量及食味值的检测,结果显示直链淀粉含量最高的是云恢 290,达 24.0%(图 6),直链淀粉含量最低的是毫安弄灭闷,仅 5.2%,其中 19 个云南软米的直链

淀粉含量低于 15.0%.针对云南软米种质资源的食味值检测结果发现,食味值的变幅范围较大,得分最高的是毫屁,为 99.1(图 7),八宝米的食味值得分最低(57.5);供试 38 份云南软米的食味值平均得分是 70.1,总体的食味值较好.因此,云南软米种质资源的直链淀粉和食味值在豫南稻区的变幅范围较大,这为豫南软米新品种的培育提供重要的种质材料.

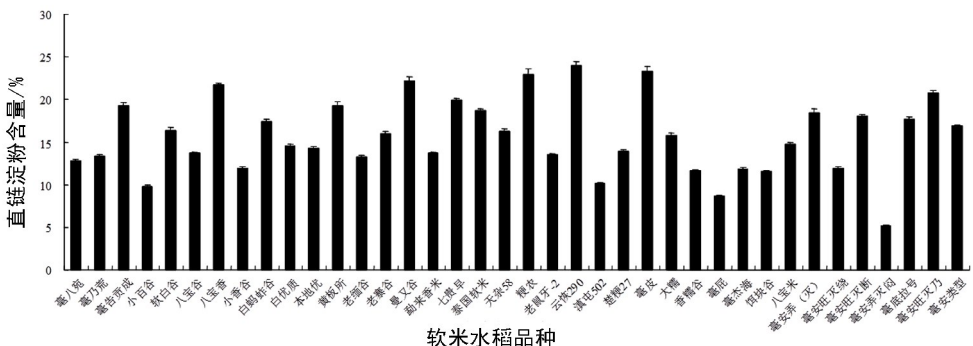


图 6 不同软米品种直链淀粉含量的检测结果

Fig. 6 Detection results of amylose content of different soft rice varieties

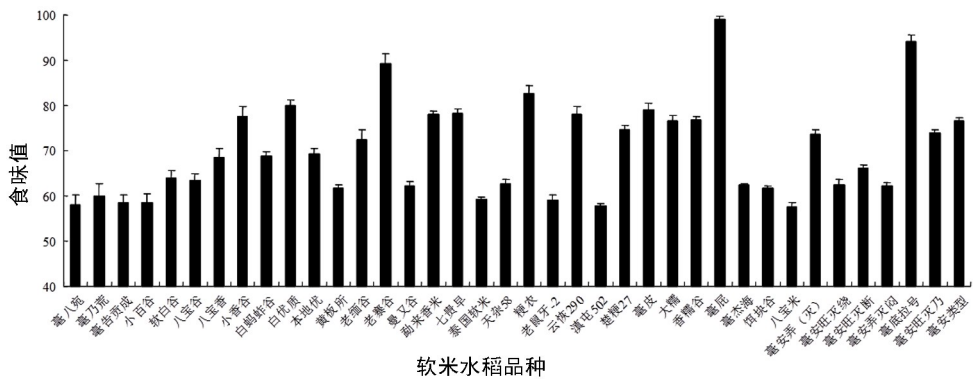


图7 不同软米品种食味值检测结果

Fig. 7 Determination results of taste value of different soft rice varieties

2.4.2 软米糊化温度的检测分析

糊化温度对稻米的蒸煮食味品质起重要的作用,它决定着软米的物理蒸煮特性,且直接影响煮饭时米粒的吸水率、膨胀和伸长程度,通常以碱消值来表示.在供试的38份软米水稻样品中,八宝香、白蚂蚱谷、勐来香米、七贵早、泰国软米、云恢290、滇屯502的碱消值较高,均为7.0级,属于低糊化温度类型;毫乃荒、小香谷、本地优质、毫皮、八宝米、毫安类型的碱消值较低,均为1.0级,属于高糊化温度类型;其余的软米水稻品种均为中糊化温度类型.即在供试的38份软米水稻品种中,有14份品种属于高糊化温度类型,10份品种属于中糊化温度类型,剩下的14份品种属于低糊化温度类型(图8).因此,云南软米种质资源材料稻米的糊化温度存在多种类型,这将为后期云南软米水稻品种在豫南稻区的推广应用提供了重要信息.

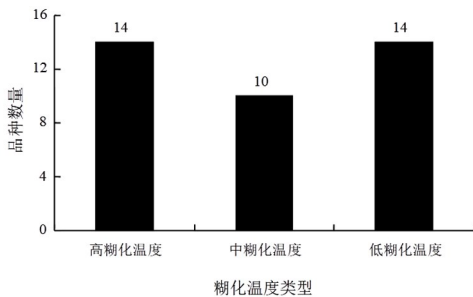


图8 不同软米品种的糊化温度类型统计结果

Fig. 8 Statistical results of gelatinization temperature types of different soft rice varieties

3 讨论

稻米的外观品质主要包括粒型和垩白性状,故垩白性状是影响稻米外观品质的重要因素之一,对稻米的蒸煮食味品质、研磨加工等品质性状产生重要影响,甚至会导致稻米产量的降低^[19-20].同时,垩

白是一个典型的数量性状,受多个遗传位点的控制,且易受外界环境的影响^[13].针对38份云南软米种质资源在豫南稻区的外观品质性状检测结果,可以明显发现供试软米细长类型的偏多,粒型(粒长、粒宽和长宽比)与垩白性状(垩白率、垩白面积和垩白度)存在丰富的变异类型(表2,图1),粒长介于6.47~10.82 nm之间,大多数品种属于细长类型的品种;垩白率介于2.0%~100.0%之间,垩白面积的变幅介于11.5%~92.5%之间.因此,云南软米种质资源中存在着较多细长类型且垩白率和垩白面积较低的水稻品种,这为后期豫南稻区细长类型优质水稻新品种的培育提供宝贵的遗传资源材料.

研磨加工品质的优劣与稻米最终的产量密切相关,特别是整精米率是评定稻米研磨加工品质的最主要性状指标.通过对38份云南软米种质资源在豫南稻区的研磨加工品质的检测结果进行分析,发现糙米率、精米率和整精米率在云南软米种质资源材料中的表现并没有必然的内在联系,即糙米率高的软米,其整精米率并不一定高,反之亦然.在供试软米水稻品种中,除了黄板所、老缅甸、老寨谷、勐来香米、粳农、云恢290、大糯、香糯谷、毫尼、毫安弄灭闷、毫底拉号未达到优质稻谷一级标准,其余的27种软米水稻品种均达到优质稻谷一级标准,即云南软米种质资源在豫南稻区的研磨加工品质总体较好,这为云南优质软米在豫南稻区的推广应用提供潜在的种质材料.

稻米营养品质优劣主要取决于稻米中的蛋白质与氨基酸的组成比例及其含量的高低.稻米蛋白质含量是稻米营养品质的重要指标,并与稻米蒸煮食味品质密切相关^[21-22].稻米中的蛋白质含量大于9%时,稻米的蒸煮食味品质往往不佳^[23-24].对38

份云南软米种质资源在豫南稻区的稻米蛋白质含量的检测结果进行分析,发现供试软米中蛋白质含量的变化区间为 7.1%~8.3%,在供试自然群体中的变异区间不大,暗示云南软米种质资源的蒸煮食味品质优良.在这 38 份软米水稻品种中,总体氨基酸含量的变化区间为 88.0~106.5 mg/g,总必需氨基酸含量的变化区间是 26.3~31.0 mg/g.根据合成蛋白质所需要的氨基酸比例,赖氨酸是禾本科作物第一限制性氨基酸,可以促进人体的生长发育,且能够增强人体的免疫力.在这 38 份软米水稻品种中,赖氨酸含量的变化区间为 3.9~4.9 mg/g.因此,对于这些软米中蛋白质含量、总氨基酸含量、必需氨基酸含量以及赖氨酸等含量较高的水稻材料,可以考虑作为高营养品质水稻新品种选育的育种骨干亲本材料.

直链淀粉含量、糊化温度和食味值等性状是稻米蒸煮食味品质高低重要的评价指标^[25-26].通过对 38 份云南软米种质资源在豫南稻区的稻米直链淀粉含量的检测,结果表明有 19 个云南软米的直链

淀粉含量低于 15.0%,总体直链淀粉含量存在变异范围较大;供试 38 份云南软米的食味值平均得分是 70.1,总体的食味值较好;糊化温度属于高、中和低三种类型的软米水稻品种分别有 14、10 和 14 个.上述结果说明:云南软米种质资源的直链淀粉、糊化温度和食味值在豫南稻区存在较多变异类型,这为蒸煮食味品质优良的水稻品质筛选与应用推广提供重要参考.

4 结论

供试的 38 个云南软米的外观品质、研磨加工品质、营养品质和蒸煮食味品质等性状存在明显的变异.特别是总氨基酸含量、总必需氨基酸含量、垩白性状、粒型以及糊化温度等重要的品质性状在软米水稻材料中的变异范围较大.因此,本研究结果为今后豫南稻区优质软米水稻新品种的培育提供了丰富的遗传育种资源,同时为云南优质软米种质水稻材料在豫南稻区大面积的应用推广提供重要的理论支持.

参考文献:

- [1] TIAN Z X, QIAN Q, LIU Q Q, et al. Allelic diversities in rice starch biosynthesis lead to a diverse array of rice eating and cooking qualities [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2009, 106(51): 21760-21765.
- [2] RITUDOMPHOL O, LUANGSAKUL N. Optimization of processing condition of instant rice to lower the glycemic index [J]. Journal of Food Science, 2019, 84(1): 101-110.
- [3] 陈智慧,王芳权,许扬,等.软米基因 *Wx-mp* 在部分梗稻品种资源中的分布[J].植物遗传资源学报,2019,20(4):975-981.
CHEN Zhihui, WANG Fangquan, XU Yang, et al. The distribution of low amylose content allele *Wx-mp* in japonica rice[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2019, 20(4): 975-981.
- [4] 彭波,何璐璐,田夏雨,等. *OxAAP6* 基因在不同氮肥条件下的表达分析及其对水稻籽粒营养品质的影响[J].西南农业学报,2019,32(9):1973-1979.
PENG Bo, HE Lulu, TIAN Xiayu, et al. Expression analysis of *OxAAP6* gene under different Nitrogen conditions and its effects on grain nutritional quality in rice[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2019, 32(9): 1973-1979.
- [5] 彭波,孔冬艳,王蓝迪,等.河南香稻品种主要代谢物质的检测与分析[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2019,32(2):207-213.
PENG Bo, KONG Dongyan, WANG Landi, et al. Detection and analysis of the main metabolites in aromatic rice varieties from Henan [J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition), 2019, 32(2): 207-213.
- [6] 杨勇,陆彦,郭淑青,等.籼稻背景下导入 *Wxⁱⁿ* 等位基因改良稻米食味和理化品质[J].作物学报,2019,45(11):1628-1637.
YANG Yong, LU Yan, GUO Shuqing, et al. Improvement of rice eating quality and physicochemical properties by intro-gression of *Wxⁱⁿ* allele in indica varieties [J]. Acta Agronomica Sinica, 2019, 45(11): 1628-1637.
- [7] 彭波,杨宁宁,何璐璐,等.播种期对豫南不同香稻品种胚乳垩白性状的影响[J].华北农学报,2019,34(4):122-129.
PENG Bo, YANG Ningning, HE Lulu, et al. Effect of sowing date on endosperm chalkiness character of different fragrant rice varieties in southern Henan[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 34(4): 122-129.
- [8] YING Z, CAI H, XIAO J, et al. Over-expression of aspartate aminotransferase genes in rice resulted in altered nitrogen metabolism and increased amino acid content in seeds[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2009, 118(7): 1381-1390.
- [9] PENG B, LI J, KONG D Y, et al. Genetic improvement of grain quality promoted by high and new technology in rice[J]. Journal of Agricultural Science, 2019, 11(1): 81-94.
- [10] 彭波,孙艳芳,韩秋,等.水稻种子蛋白质含量检测方法的比较分析[J].江苏农业科学,2018,46(4):22-28.
PENG Bo, SUN Yanfang, HAN Qiu, et al. Comparative analysis of the methods for the determination of protein content in rice seeds [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2018, 46(4): 22-28.

- [11] 彭波, 彭宇, 彭娟, 等. 水稻种子主要营养物质合成及调控研究与展望[J]. 热带作物学报, 2018, 39(6): 1241-1251.
PENG Bo, PENG Yu, PENG Juan, et al. Research advancement and prospects of main nutritious substances synthesis and regulation in rice seeds[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2018, 39(6): 1241-1251.
- [12] 彭波, 孙艳芳, 王灿, 等. 近红外光谱技术在主要粮食作物品质研究中的应用[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2017, 30(3): 509-516.
PENG Bo, SUN Yanfang, WANG Can, et al. Application research in the qualities of the major grain crops with near infrared spectroscopy[J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition), 2017, 30(3): 509-516.
- [13] PENG B, KONG D Y, TONDIYACOUBA N, et al. The arrangement of endosperm cells and development of starch granules are associated with the occurrence of grain chalkiness in japonica varieties[J]. Journal of Agricultural Science, 2018, 10(7): 156-166.
- [14] FITZGERALD M A, MCCOUCH S R, HALL R D. Not just a grain of rice: the quest for quality[J]. Trends in Plant Science, 2009, 14(3): 133-139.
- [15] 彭波, 黄新华, 何璐璐, 等. 信阳地区特种稻种子氨基酸含量的检测分析[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2020, 33(1): 46-53.
PENG Bo, HUANG Xinhua, HE Lulu, et al. Detection and analysis of amino acid contents of special rice seeds in Xinyang[J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition), 2020, 33(1): 46-53.
- [16] 曾亚文, 陈勇, 戴陆元, 等. 云南紫香软米资源的研究与利用[J]. 中国稻米, 1998, 4(2): 7-8.
ZENG Yawen, CHEN Yong, DAI Luyuan, et al. Study and utilization of soft rice resources in Yunnan[J]. China Rice, 1998, 4(2): 7-8.
- [17] 于梅梅, 陶权丹, 华杰, 等. 香软米水稻的研究进展[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(10): 11-15.
YU Meimei, TAO Quandan, HUA Jie, et al. Advances in rice research on fragrant soft rice[J]. Jiangsu Agricultural Science, 2019, 47(10): 11-15.
- [18] 中华人民共和国农业部. 米质测定方法: NY 147-1988[S]. 北京: 中国标准出版社, 1989.
The Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Determination of rice quality: NY 147-1988[S]. Beijing: China Standard Press, 1989.
- [19] 彭波, 于静波, 何璐璐, 等. 豫南香稻种质资源稻米氨基酸含量的检测与分析[J]. 西南农业学报, 2019, 32(7): 1524-1530.
PENG Bo, YU Jingbo, HE Lulu, et al. Detection and analysis of amino acid contents of fragrant rice germplasm resources in South of Henan province[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2019, 32(7): 1524-1530.
- [20] 黄发松, 孙宗修, 胡培松, 等. 食用稻米品质形成研究的现状和展望[J]. 中国水稻科学, 1998, 12(3): 172-176.
HUANG Fasong, SUN Zongxiu, HU Peisong, et al. Present situations and prospects for the research on rice grain quality forming [J]. Chinese Journal Rice Science, 1998, 12(3): 172-176.
- [21] 毛孝强, 余腾琼, 林谦, 等. 我国水稻品质性状数量遗传研究进展[J]. 云南农业大学学报, 2003, 18(2): 203-207.
MAO Xiaoqiang, YU Tengqiong, LIN Qian, et al. Study advances on quantitative inheritance of quality characters in rice in China [J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2003, 18(2): 203-207.
- [22] 彭波, 宋晓华, 段斌, 等. 不同播种期对日本“黄金晴”稻米品质性状的影响[J]. 西南农业学报, 2018, 31(9): 14-20.
PENG Bo, SONG Xiaohua, DUAN Bin, et al. Effects of different sowing dates on grain quality traits for Japan rice cultivar of 'Huangjinqing'[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2018, 31(9): 1772-1778.
- [23] 李茂, 宋红岩, 马梦璐. 浅谈大米食味值的影响因素及检测方法[J]. 现代农业研究, 2016(10): 68.
LI Mao, SONG Hongyan, MA Menglu, et al. A brief discussion on the influencing factors and detection methods of rice taste value [J]. Modern Agricultural Research, 2016(10): 68.
- [24] PENG B, WANG L Q, FAN C C, et al. Comparative mapping of chalkiness components in rice grain using five populations across two environments[J]. BMC Genetics, 2014, 15(49): 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2156-15-49>.
- [25] YEW G Y, THAM T C, SHOW P, et al. Unlocking the secret of bio-additive components in rubber compounding in processing quality nitrile glove[J]. Applied Biochemistry and Biotechnology, 2020, 191(1): 1-28.
- [26] KHLAIMONGKHON S, CHAKHONKAEN S, PITNGAM K, et al. Molecular markers and candidate genes for thermo-sensitive genic male sterile in rice[J]. Rice Science, 2019, 26(3): 147-156.

责任编辑:任长江