

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201408008

黄春燕, 罗文启, 王波, 等. 海南中南部地区旱稻(山兰稻)种质资源及保育模式[J]. 广西植物, 2015, 35(6):905—912

Huang CY, Luo WQ, Wang B, et al. Germplasm resource and conservative model of upland rice (Shanlan rice) in south-central Hainan[J]. Guihaia, 2015, 35(6):905—912

# 海南中南部地区旱稻(山兰稻)种质资源及保育模式

黄春燕<sup>2</sup>, 罗文启<sup>1</sup>, 王波<sup>2</sup>, 杨小波<sup>1\*</sup>

(1. 海南大学 热带作物种质资源保护与开发利用教育部重点实验, 海南大学, 海口 570228;

2. 琼中县农业技术推广服务中心种子站, 海南 琼中 572900)

**摘 要:** 山兰稻是一类适应性很强的旱稻品种, 对于开发节水性高产稻种具有重要意义。该研究调查了海南中南部地区山兰稻种质资源的组成, 并选种 5 个山兰稻品种开展其农艺性状和生产性状的研究, 以期了解山兰稻种质资源在该地区的分布及生产现状, 并进一步为其保护模式提供理论基础。结果表明: 调查共获得 38 份山兰稻种质资源, 含 25 个品种, 主要分布在保亭、琼中和五指山三个市县, 在现有的品种中约有 45.0% 在种植利用。因此, 山兰稻品种资源面临濒危, 亟需保护; 这 25 个品种可分为籼稻和粳稻 2 个类型, 共聚成 6 个类群, 不同区域间的种质资源具有亲缘性, 其中 3 个独立聚集的品种有明显区域性分布的特征; 5 个品种容易种植, 生产性状较一致, 其全生育期约为 138 d, 与历史栽培记录时间一致, 遗传特性稳定, 单位产量为 2.0~2.8 t·hm<sup>-2</sup>, 平均产量为 2.4 t·hm<sup>-2</sup>。综上说明保护山兰稻品种的成本和技术难度不高, 但其育种和栽培技术还需要进一步研究, 种质资源的开发模式应结合生态保护、品种保育、社会需求等多角度进行综合考虑。

**关键词:** 海南; 旱稻(山兰稻); 种质资源; 品种性状; 保育

**中图分类号:** Q948.12    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-3142(2015)06-0905-08

## Germplasm resource and conservative model of upland rice (Shanlan rice) in south-central Hainan

HUANG Chun-Yan<sup>2</sup>, LUO Wen-Qi<sup>1</sup>, WANG Bo<sup>2</sup>, YANG Xiao-Bo<sup>1\*</sup>

(1. Key Laboratory of Production and Development Utilization of Tropical Crop Germplasm Resource, Hainan University, Haikou 570228, China; 2. Seed Station of Agro Technical Extension and Service Center of Qiongzong, Qiongzong 572900, China)

**Abstract:** Shanlan rice is one of the varieties of upland rice with high ecological adaptability, and is of great economic importance due to its high yielding capacity as well as less water needs. In order to get a better understanding of the current distribution patterns and utilization status of shanlan rice with respect to its germplasm resource and to develop a theoretical basis for the conservation of shanlan rice, an extensive survey was carried out in south-central Hainan Province. Five shanlan rice cultivars were selected to test their agronomic and production traits in Qiongzong County, Hainan Province. The results were as follows: a total of 38 copies of shanlan rice germplasm resources containing 25 cultivars, were documented from south-central part of Hainan, most of which were distributed in Wuzhishan and Baoting County, with 18 and 11 cultivars respectively. Currently Shanlan rice germplasm had merely a utilization rate of 45%, and was at the risk of getting extinct and hence there is an urgent need of conservation. The field experiments showed that shanlan rice was highly adaptive and all five cultivars were not only easy to grow but also exhibited stable production traits, reflecting its stable genetic character. The total growth period of shanlan rice was approxi-

收稿日期: 2014-10-05    修回日期: 2015-03-27

**基金项目:** 国家中医药行业科研专项(201207002-03); 海南省第二次全国重点保护植物资源调查项目(HD-KYH-2013099)。

**作者简介:** 黄春燕(1964-), 女, 海南琼中人, 农艺师, 研究方向为农业技术及推广, (E-mail) hcy6788@163.com。

**通讯作者:** 杨小波, 博士, 教授, 研究方向为植物资源与生态, (E-mail) yanfengxb@163.com

mately 138 d, which was consistent with its historical records. Shanlan rice was relatively low yielding, with a specific yield of  $2.0\text{--}2.8\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ , with a mean yield of  $2.36\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ . Clustering analysis showed that the 25 cultivars could mainly be divided into two types, *i.e.* glutinous and indica rice. The two types could be further classified into six categories, exhibiting abundant traits and diverse germplasm. Cultivars collected from different regions had genetic relationships, but species with peculiar traits showed a regional distribution. The conservation of these shanlan rice germplasm resource is needed which may not need lot of investment, and research works should be focused on the breeding and cultivation techniques to enhance the yield of Shanlan rice. The present paper suggests some development and exploitation approaches of Shanlan rice should be combined with ecological protection, resource conservation as well as social needs.

**Key words:** Hainan; upland rice (Shanlan rice); germplasm resource; cultivars' characteristics; conservation

旱稻是一类可适应干旱平地、坡地栽培的稻种,仅靠自然降雨就可满足其生长需求,并对降雨量有广泛的适应性,在年降雨量为  $1\ 000\sim 4\ 500\text{ mm}$  的地区均适宜栽培。旱稻生长的海拔可达  $2\ 000\text{ m}$ , 具有很强的生态适应性 (Arrau deau, 1995; Chang *et al.*, 1974)。此外,旱稻抗贫瘠能力强,并具有一定的耐盐碱性。虽然旱稻在环境适应性方面具有很多优良性状,但其单位产量低,并且受栽培环境的影响大。如在拉丁美洲地区,旱稻的单位产量为  $1.0\sim 4.0\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,在亚洲为  $0.5\sim 1.5\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,而在非洲约为  $0.5\text{ t}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,整体都偏低。在全球稻作总产量中,旱稻的年产量仅占  $5.0\%$ ,但仍能满足全球  $1\ 000$  万人口的粮食需求,具有鲜明的区域特色 (Phool *et al.*, 1986)。旱稻的地理分布很广,其主要栽培地为亚洲、非洲及拉丁美洲。全球旱稻栽培面积约为  $20\text{ 万 km}^2$ ,而亚洲的栽培面积约占  $60.0\%$ ,其产量约占世界旱稻总产量的  $66.7\%$ ,是世界旱稻的重要生产区。孟加拉国、柬埔寨、中国、缅甸、印度、印尼、泰国是亚洲旱稻的主要生产国,这些国家的旱稻生产对世界旱稻的生产和贸易有很大影响 (Surajit *et al.*, 2004)。中国的旱稻种质资源丰富,拥有  $3\ 100$  多份的旱稻种质资源,占中国地方品种的  $61.2\%$ ,并主要分布在云南、贵州和海南等地 (王官远等, 1992)。我国著名的水稻研究专家丁颖根据地理条件、生态分布将旱稻品种分为三大类型:一是东北品种,多属粳型,米质优良,产量潜力高而稳定,但抗旱性稍差;二是华北品种,也多属粳型,与东北品种比较相似;三是南方品种,抗旱性强,适应性广,但丰产性差,米质稍差 (薛全义等, 2002)。

“种山兰”亦称为“砍山”、“砍山兰”,是一种在山上采用刀耕火种方式种植旱稻的原始农业耕作方法,用这种方法种植的旱稻,也称“山兰稻” (郑成木等, 1998)。海南的山兰稻种质资源丰富,王官远等

(1992)对海南稻种资源的考察结果表明,在  $425$  份旱稻种质资源中,山兰稻在  $80.0\%$  以上,是旱稻种质的重要组成部分。节水型农业是全球农业发展的一个热点,而在发展节水型农业的各种技术路线中,筛选和培育抗旱作物品种是最佳选择之一,并日益受到育种专家的重视 (林兆平等, 1987)。山兰稻作为热带山地旱稻稻种,生态适应性广泛,且具有抗旱性好,耐盐碱等优良农艺性状,但同时有易倒伏、光合效率低、产量低的弱点,而杂交水稻产量高但抗旱性差,若能将两者杂交培育出抗旱高产的新品种,将对农业的发展起着巨大的作用 (Chang *et al.*, 1974)。但由于种植山兰稻采取的是刀耕火种的方式,对生态环境有较大破坏,并且产量低,在海南已禁止种植。目前仅少数民族的农户在房前屋后有小规模种植或储藏,使山兰稻种质资源面临逐年减少、快速消失的风险。同时,土地利用方式的改变,经济的进一步发展,都将导致品种失传率的增高和作物遗传多样性的减小 (黄昭奋等, 2005)。生产方式的改变使海南稻种资源及大量地方品种资源的消失,而这些资源的消失是不能用任何现代技术手段可以创造恢复的 (孟卫东等, 2004)。山兰稻作为适应性很强的旱稻品种,并对开发节水性高产稻种具有重大意义,因此,很有必要在海南山兰稻集中分布区开展其种质资源的分布和生产利用现状的调查,同时对不同山兰稻品种间的农艺性状及生产性状进行比较,筛选出生育期适中、优质高产的稻作品种进行保护性栽培或育种研究,对海南山兰稻种质资源的保护和品种的利用具有现实意义。

## 1 研究区域与实验地概况

### 1.1 研究区域

海南岛处于高温、多雨的热带季风气候区,境内

最高海拔 1 867 m;具有明显的干湿季,年均气温为 23~25 °C,年降雨量 1 500~2 500 mm,相对湿度超过 86% (马荣华等,2001)。稻种资源调查区域位于海南中南部地区,包括琼中县、五指山市、保亭县和三亚市,该地区森林资源丰富,是海南少数民族集中居住区域,也是海南山兰稻的主要分布区域,刀耕火种曾经是该区域农民一种主要的农业经营方式。其中琼中县位于海南岛中部,是典型的内陆县,年均气温为 22.5 °C,年均降雨量为 2 444 mm,为海南降雨量最多的县;五指山市位于海南岛中南部腹地,境内以丘陵、山地为主,群山环绕,偶有低洼小型盆地,年均气温 22.6 °C,年均降雨量 1 690 mm;保亭县位于海南岛南部内陆,五指山南麓,属丘陵山区地带,年均气温 20.7~24.5 °C,年均降雨量 1 575~2 324 mm;三亚市位于海南岛南端,是海南省南部政治、经济、文化中心和交通、通讯枢纽,长夏无冬,年均气温为 20 °C,年均降雨量为 1 279.5 mm。海南中南部地区的经济以农业为主栽培的粮食作物以水稻、木薯、番薯、玉米为主,经济作物主要有茶叶、橡胶、槟榔、胡椒、甘蔗、花生、绿橙、香蕉、菠萝、芒果等(王学萍,2008)。

## 1.2 实验样地概况

山兰稻种植试验选用水稻田、坡耕地、橡胶园和槟榔园 4 种类型。其中,水稻田、坡耕地试验地位于琼中县营根镇大朗村(109°49'28.91" E, 18°53'57.83" N,海拔 315 m);橡胶园种植地位于琼中县长征镇岸山村什枹岭(109°51'57.102" E, 18°38'29.341" N,海拔 358 m);槟榔园种植地位于琼中县上安乡什暗村亲冲营坡(109°50'11.266" E, 18°51'31.644" N,海拔为 374 m),4 种试验地的土壤均为沙壤土,地力中上。坡耕地试验样地为天然次生林砍伐后开垦的耕地,周边的植被主要由桉(*Eucalyptus robusta*)、白楸(*Mallotus paniculatus*)、山麻树(*Commersonia bartramia*)、苦楝(*Melia azedarach*)、红背山麻秆(*Alchornea treviioides*)、对叶榕(*Ficus hispida*)、粽叶芦(*Thysanolaena latifolia*)等组成。

## 2 材料与方 法

### 2.1 种质资源调查

运用参与性农村评估法 PRA (Participatory

Rural Appraisal)开展山兰稻种质资源的调查(郭辉军等,2000;张芙蓉,2004),即通过走访农户,对村民进行问卷调查、农户自愿参与的方法调查山兰稻的种类、分布、栽培面积、品种来源、产量等;参照郑殿升等(2007)的方法对山兰稻进行实地采集、定位、拍摄;通过询问当地的农技员及有生产经验的农民了解山兰稻的品质、用途及保存,最后对农户提供的山兰稻信息进行分类鉴定并获得其品种组成。由于收集的大多山兰稻品种已不再种植,因此不能全面获取品种的性状,针对本研究所选定的外壳颜色,米粒颜色,有无芒以及稻米的籼粳性 4 个性状,对每个性状赋值后运用 Spass 17.0 软件对获得品种进行聚类分析,以进一步明确品种间的亲缘性。

### 2.2 保育与开发模式研究方法与材料

种植试验地分为裸露坡地、槟榔园、橡胶园和水稻田 4 种类型。其中,橡胶园种植面积为 0.33 hm<sup>2</sup>,裸露坡地为 0.33 hm<sup>2</sup>,水稻田为 0.67 hm<sup>2</sup>,槟榔园为 2.53 hm<sup>2</sup>。4 种试验地种植面积总共为 3.67 hm<sup>2</sup>。试验分别于 2011 年 6 月在橡胶园地种植 0.20 hm<sup>2</sup>黄杆山兰(红山兰),1.33 hm<sup>2</sup>排香山兰(粳);2012 年 7 月在裸露坡地种植 0.13 hm<sup>2</sup>山兰(粳)稻、水稻田种植 0.67 hm<sup>2</sup>黄杆山兰(红粳)稻、槟榔园分别种植 0.53 hm<sup>2</sup>芒乌丝山兰(红粳)稻和 2.00 hm<sup>2</sup>无芒乌丝山兰(红粳)稻。

播种:用传统的带铁锥木棍凿穴播种;播种量为 1 999.8 kg·hm<sup>-2</sup>。水田种植地排水后起畦播种,凿穴播种时每穴放稻粒 7~9 粒,播种后不回土。

种植规格:橡胶园中的黄杆山兰(红粳)稻株的种植行距为 23.0 cm×23.0 cm,排香山兰(粳)稻株的行距 22.0 cm×18.6 cm;裸露坡地中的山兰(粳)稻株行距 26.5 cm×28.0 cm;水稻田中的黄杆山兰(红粳)稻株行距 22.0 cm×25.0 cm;槟榔园中的有芒乌丝山兰(红粳)稻株行距 24.4 cm×24.7 cm,无芒乌丝山兰(红粳)稻株行距 22.0 cm×25.0 cm。

田间管理:在山兰稻播种前 40 d,用“草甘磷”(52.5 kg·hm<sup>-2</sup>)进行田间除草,1 个月后施用“克无踪”和“乙草胺”(4.5 kg+12.7 kg·hm<sup>-2</sup>)除草,除草 10 d 后进行播种。播种 20 d 后,在山兰稻苗分蘖初期,施用“克无踪”除草剂除净田间的杂草,用量为 1.5 kg·hm<sup>-2</sup>,除草后 10 d,用西洋牌复合肥进行第一次追肥,施用量为 1 125.0 kg·hm<sup>-2</sup>,间隔 14 d 后进行第二次追肥,施用量为 1 125.0 kg·hm<sup>-2</sup>。

| 表 1 海南中南部地区山兰稻品种种质资源                                                      |                                  |                                                                         |                           |                                |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Table 1 Germplasm resource of Shanlan upland rice in south-central Hainan |                                  |                                                                         |                           |                                |
| 序号<br>No.                                                                 | 品种<br>Cultivar                   | 主要性状<br>Main trait                                                      | 梗稻/籼稻<br>Indica/Glutinous | 分布区<br>Distribution region     |
| 1                                                                         | 山兰红米<br>Red Shanlan rice         | 红壳,有芒,米黄色<br>Husk brownish,awned,grain yellowish                        | 籼稻<br>Glutinous           | 三亚,保亭<br>Sanya,Baoting         |
| 2                                                                         | 山兰红米<br>Red Shanlan rice         | 红壳,大粒,有长芒,米白色<br>Husk reddish,awn longish,grain biggish and whiteish    | 籼稻<br>Glutinous           | 三亚<br>Sanya                    |
| 3                                                                         | 黄秆山兰<br>Yellow Stem Shanlan rice | 壳蜡黄,黄秆,无芒,米红色<br>Husk sallowish,stem yellowish awnless,grain reddish    | 籼稻<br>Glutinous           | 琼中<br>Qiongzhang               |
| 4                                                                         | 乌丝山兰<br>Wushi Shanlan rice       | 有芒,乌丝,米红色<br>Awn darkish,grain reddish                                  | 籼稻<br>Glutinous           | 琼中,五指山<br>Qiongzhang,Wuzhishan |
| 5                                                                         | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 黄秆,米红色<br>Stem yellowish,grain reddish                                  | 籼稻<br>Glutinous           | 保亭,琼中<br>Baoting,Qiongzhang    |
| 6                                                                         | 鸡台<br>Ji tai                     | 壳微红,粒长,无芒,米白色<br>Husk light reddish,grain longish,awnless,grain whitish | 籼稻<br>Glutinous           | 保亭<br>Baoting                  |
| 7                                                                         | 教个<br>Jiao ge                    | 壳红带黑,无芒,米白色<br>Husk brownish,awnless,grain whitish                      | 梗稻<br>Indica              | 保亭,琼中<br>Baoting,Qiongzhang    |
| 8                                                                         | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 壳似飞机,无芒,米白色<br>Husk as plane ,awnless,grain whitish                     | 梗稻<br>Indica              | 保亭<br>Baoting                  |
| 9                                                                         | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 壳微红,无芒,粒长,米白色<br>Husk light reddish,awnless,grain whitish and longish   | 籼稻<br>Glutinous           | 保亭<br>Baoting                  |
| 10                                                                        | 教亨<br>Jiao ting                  | 壳红,无芒,米白,高秆<br>Husk reddish,awnless,grain whitish,stem longish          | 梗稻<br>Indica              | 保亭<br>Baoting                  |
| 11                                                                        | 没来洗<br>Mei lai xi                | 壳白,有长芒,米红色<br>Husk whitish,awn longish,grain reddish                    | 梗稻<br>Indica              | 保亭<br>Baoting                  |
| 12                                                                        | 南立<br>Nan li                     | 壳白,粒长,无芒,米红色<br>Husk whitish,awnless,grain longish and reddish          | 梗稻<br>Indica              | 保亭<br>Baoting                  |
| 13                                                                        | 占亲<br>Zhan qin                   | 壳白,无芒,米白色,质优<br>Husk whitish,awnless,grain whitish,good quality         | 梗稻<br>Indica              | 保亭<br>Baoting                  |
| 14                                                                        | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 无芒,米白色<br>Awnless,grain whitish                                         | 梗稻<br>Indica              | 五指山,保亭<br>Wuzhishan,Baoting    |
| 15                                                                        | 坡尖<br>Po jian                    | 无芒,米红色<br>Awnless,grain reddish                                         | 梗稻<br>Indica              | 五指山<br>Wuzhishan               |
| 16                                                                        | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 无芒,米香,米白色<br>Awnless,grain fragrant and witish                          | 籼稻<br>Glutinous           | 五指山<br>Wuzhishan               |
| 17                                                                        | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 黄芒,米红色<br>Awn yellowish,grain reddish                                   | 籼稻<br>Glutinous           | 五指山<br>Wuzhishan               |
| 18                                                                        | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 黄芒,米香<br>Awn yellowish,grain fragrant                                   | 梗稻<br>Indica              | 五指山<br>Wuzhishan               |
| 19                                                                        | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 黄芒,米香<br>Awn yellowish,grain fragrant                                   | 籼稻<br>Glutinous           | 五指山<br>Wuzhishan               |
| 20                                                                        | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 黑芒,米香,米白色<br>Awn yellowish,grain fragrant                               | 梗稻<br>Indica              | 五指山<br>Wuzhishan               |
| 21                                                                        | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 黑壳,黑芒,米红色<br>Husk darkish,awn darkish,grain reddish                     | 籼稻<br>Glutinous           | 五指山<br>Wuzhishan               |
| 22                                                                        | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 红芒,米香,米白色<br>Awn reddish, grain fragrant and whitish                    | 籼稻<br>Glutinous           | 五指山<br>Wuzhishan               |
| 23                                                                        | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 白芒,米香,米白色<br>Awn whitish,grain fragrant and whitish                     | 籼稻<br>Glutinous           | 五指山<br>Wuzhishan               |
| 24                                                                        | 门昂<br>Men'ang                    | 壳浅黄,无芒,米白色<br>Husk light yellowish, awnless, grain whiteish             | 梗稻<br>Indica              | 琼中<br>Qiongzhang               |
| 25                                                                        | 山兰稻<br>Shanlan rice              | 壳蜡黄,无芒,米紫红<br>Husk sallowish,awnless,grain purplish                     | 梗稻<br>Indica              | 琼中<br>Qiongzhang               |

### 3 结果与分析

#### 3.1 海南山兰稻品种种质资源

对研究区域山兰稻种质资源的调查表明:海南中南部地区山兰稻稻种资源丰富,调查共记录了 38 份山兰稻种质资源,其中在五指山发现 11 份;三亚

2 份;琼中 7 份;保亭 18 份,品种记载最多的市县为保亭县,有 18 个品种,现存 11 个品种,其次为五指山市,现存 11 个品种。38 份稻种资源共计 25 个品种(表 1),其中五指山有 11 个;三亚有 2 个;琼中有 7 个;保亭有 11 个。山兰稻品种的失传率较大,如调查中发现,保亭县记载分布有 28 个山兰稻品种,而本次调查只发现 11 个品种,有 17 个品种在该县



失传,而目前仅有 5 个品种用于生产栽培,品种利用率为 45.4%,剩余品种多是农户作为种质来保存。

3.2 海南山兰稻不同品种农艺性状聚类分析

聚类分析结果显示,25 个山兰稻品种共聚成 6 类(图 1),其中 1 号、18 号、25 号 3 个品种独自成为一个类群(I、V、VI),而其余 22 个品种共聚成 3 类(Ⅳ、Ⅱ、Ⅲ)(表 2)。从聚成的 6 个类型中可发现,25 个山兰稻品种先根据稻米的籼粳性聚成籼稻(I、Ⅱ、Ⅲ)和粳稻(Ⅳ、V、Ⅵ)两大类;Ⅱ、V、Ⅵ三个类型因为性状独特而独立聚成一支,如 1 号为籼稻品种,但独具有黄色的米粒,而 25 号和 18 号糯稻品种分别具有紫色米粒和黄芒的特殊性状,说明谷壳的颜色以及稻芒两个性状均影响品种的聚集度,同时也体现出 25 个山兰稻品种性状丰富,种质多样的特点。针对品种的分布区域,发现不同区域间的山兰稻品种也聚集成同一类群,如Ⅱ、Ⅲ两个类群中,均含有分布于不同地区的品种,表明不同区域间山兰稻的种质具有亲缘性,但 3 个独立成群的品种分布的范围较小,表现出区域性分布的特点。

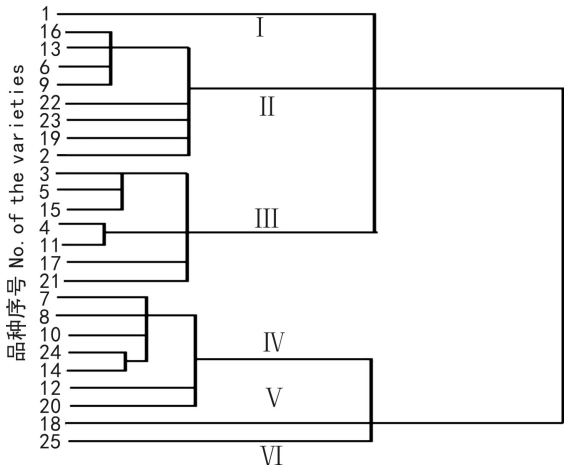


图 1 山兰稻品种的综合性状聚类图  
Fig. 1 Dendrogram of Shanlan cultivars classified by cluster analysis

3.3 海南山兰稻不同品种农艺性状比较分析

表 2 结果表明,供试山兰稻品种播种 5 d 后开始出苗,10 d 后可齐苗。不同品种、不同试验地中单位面积苗数无明显差异;其中山兰(粳)稻平均每

表 2 山兰稻品种性状聚类分析  
Table 2 Analyse of the clustered cultivars of Shanlan rice

| 类别<br>Category | 品种<br>Cultivar       | 分布区域<br>Distribution region               | 共有/特有性状<br>Common trait/Peculiar trait |
|----------------|----------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|
| I              | 1                    | 琼中<br>Qiongzhong                          | 米黄色<br>Grain yellowish                 |
| Ⅱ              | 16,13,6,9,22,23,19,2 | 三亚,保亭<br>Sanya,baoting                    | 籼稻,米白色<br>Glutinous,grain whitish      |
| Ⅲ              | 7,8,10,24,14,12,20   | 琼中,保亭,五指山<br>Qiongzhong,Baoting,Wuzhishan | 粳稻,米白色<br>Indica,grain whitish         |
| Ⅳ              | 3,5,15,4,11,21,17    | 琼中,保亭,五指山<br>Qiongzhong,Baoting,Wuzhishan | 籼稻,米红色<br>Glutinous,grain reddish      |
| V              | 18                   | 琼中<br>Qiongzhong                          | 粳稻,有黄芒<br>Indica,awn yellowish         |
| Ⅵ              | 25                   | 保亭<br>Baoting                             | 粳稻,米紫色<br>Indica,grain purplish        |

穴 5.0 株,每 1 hm<sup>2</sup> 为 75.0 万株;黄杆山兰(红粳)稻每穴平均 3.4 株,每 1 hm<sup>2</sup> 为 75.0 万株;有芒乌丝山兰(红粳)稻每穴平均 3.5 株,每 1 hm<sup>2</sup> 为 78.0 万株;无芒乌丝山兰(红粳)稻平均每穴 3.7 株,每 1 hm<sup>2</sup> 为 61.5 万株。

供试山兰稻品种均表现出易倒伏的性状;在株型性状上,黄杆山兰(红粳)稻、山兰(粳)稻、无芒乌丝山兰(红粳)稻 3 个品种株型集中,而排香山兰(粳)稻、有芒乌丝山兰(红粳)稻的株型分散。从表 2 中可发现,5 个品种,在 4 种栽培环境下的全生育期相似,均为 138 d 左右山兰稻的成株平均株高为 138.4 cm;不同品种间的生长周期较均一但每穴出

苗数有差异,其中在橡胶园和坡耕地种植的山兰稻有较高的每穴出苗率,而在水稻田、槟榔园中较低。

3.4 海南山兰稻不同品种的生产性状分析

供试的 5 个山兰稻品种的稻穗长度较均一;其最高成穗率为 53.0%,最低为 49.0%(表 4);无芒乌丝山兰(红粳)稻的结实率最高,达 91.4%,而山兰(粳)稻的结实率最低,为 76.6%,其余三个品种的结实率相近。无芒乌丝山兰(红粳)稻的千粒重最大,为 31 g,而排香山兰(粳)稻的最低,为 27 g。不同品种间的单位产量则有较大差异,其中山兰(粳)稻的最高,达 2.8 t·hm<sup>-2</sup>,而黄杆山兰(红粳)稻和排香山兰(粳)稻的最低,均为 2.0 t·hm<sup>-2</sup>;最高单位产

表 3 海南山兰稻供试品种的生长性状比较分析  
Table 3 Comparson of growth traits between tested cultivars

| 品种<br>Cultivar | 试验地<br>Experimental site | 每穴出苗数<br>Emergence number per hill | 出苗数<br>Number of seedings<br>(plant · hm <sup>-2</sup> ) | 全生育期<br>Whole growing period<br>(d) | 株高<br>Plant height<br>(cm) | 株型<br>Plant type | 叶色<br>Leaf color | 抗倒伏性<br>Lodging resistant |
|----------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| 1              | 橡胶园                      | 5.0                                | 750 600                                                  | 138.0                               | 156.0                      | 紧凑               | 青绿               | 一般                        |
|                | Rubber plantation        |                                    |                                                          |                                     |                            | Compact          | Green            | Moderate                  |
| 1              | 水稻田                      | 3.4                                | 615 000                                                  | 137.0                               | 134.0                      | 一般               | 青绿               | 差                         |
|                | Paddy field              |                                    |                                                          |                                     |                            | Moderate         | Green            | Poor                      |
| 2              | 橡胶园                      | 5.9                                | 885 000                                                  | 138.0                               | 123.6                      | 分散               | 青绿               | 差                         |
|                | Rubber plantation        |                                    |                                                          |                                     |                            | Dispersed        | Green            | Poor                      |
| 3              | 坡耕地                      | 5.0                                | 660 000                                                  | 138.0                               | 130.0                      | 紧凑               | 青绿               | 一般                        |
|                | Upland                   |                                    |                                                          |                                     |                            | Compact          | Green            | Moderate                  |
| 4              | 槟榔园                      | 3.5                                | 780 000                                                  | 137.0                               | 130.0                      | 分散               | 浓绿               | 差                         |
|                | Areca plantation         |                                    |                                                          |                                     |                            | Dispersed        | Deep green       | Poor                      |
| 5              | 槟榔园                      | 3.7                                | 615 000                                                  | 135.0                               | 145.0                      | 集中               | 青绿               | 差                         |
|                | Areca plantation         |                                    |                                                          |                                     |                            | Compact          | Green            | Poor                      |

注：1. 黄秆山兰(红籼)稻；2. 排香山兰(粳)稻；3. 山兰(粳)稻；4. 有芒乌丝山兰(红籼)稻；5. 无芒乌丝山兰(红籼)稻。  
Note: 1. Yellow Stem Shanlan (Red Glutinous) Rice; 2. Paixiang Shanlan (Indica) Rice; 3. Sahanlan (Indica) Rice; 4. Awned Wushi Shanlan (Red Glutinous) Rice; 5. Awnless Wushi Shanlan (Red Glutinous) Rice.

表 4 海南山兰稻供试品种表现的生产性状比较分析  
Table 4 Comparison of production traits between tested cultivars

| 品种<br>Cultivar | 稻穗性状 Panicle traits      |                                                           |                          | 每穗粒数<br>Grain number<br>per panicle | 实穗<br>Filled grains | 结实率<br>Seed setting<br>rate<br>(%) | 千粒重<br>1 000-grain<br>weight<br>(g) | 产量<br>Yield<br>(t · hm <sup>-2</sup> ) |
|----------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
|                | 穗长<br>Ear length<br>(cm) | 有效穗<br>Effective panicle<br>(panicle · hm <sup>-2</sup> ) | 成穗率<br>Spike rate<br>(%) |                                     |                     |                                    |                                     |                                        |
| 1              | 26.8                     | 88 000                                                    | 53.0                     | 141.0                               | 108.0               | 76.6                               | 31.0                                | 2.8                                    |
| 2              | 24.0                     | 106 000                                                   | 54.0                     | 84.0                                | 70.0                | 83.3                               | 27.0                                | 2.0                                    |
| 3              | 26.5                     | 119 000                                                   | 49.0                     | 81.0                                | 68.0                | 84.0                               | 29.5                                | 2.3                                    |
| 4              | 23.6                     | 111 000                                                   | 52.0                     | 93.0                                | 85.0                | 91.4                               | 31.5                                | 2.7                                    |
| 5              | 24.0                     | 121 000                                                   | 50.0                     | 84.0                                | 108.0               | 83.3                               | 27.0                                | 2.0                                    |

注：1. 山兰(粳)稻；2. 黄秆山兰(红籼)稻；3. 有芒乌丝山兰(红籼)稻；4. 无芒乌丝山兰(红籼)；5. 排香山兰(粳)稻。  
Note: 1. Shanlan (Indica) Rice; 2. Yellow Stem Shanlan (Red Glutinous) Rice; 3. Awned Wushi Shanlan (Red Glutinous) Rice; 4. Awnless Wushi Shanlan (Red Glutinous) Rice; 5. Paixiang Shanlan (Indica) Rice.

表 5 5 种山兰稻品种 4 种栽培场地的产量比较分析  
Table 5 Comparision of yield among 5 cultivars  
cultivated in 4 different habitats

| 品种<br>Cultivar | 试验地<br>Experimental site | 结实率<br>Seed setting<br>rate (%) | 千粒重<br>1 000-grain<br>weight<br>(g) | 产量<br>Yield<br>(t · hm <sup>-2</sup> ) |
|----------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
| 1              | 坡地                       | 76.6                            | 31.0                                | 2.8                                    |
|                | Upland                   |                                 |                                     |                                        |
| 2              | 橡胶园                      | 72.0                            | 26.3                                | 1.8                                    |
|                | Rubber plantation        |                                 |                                     |                                        |
| 2              | 水田                       | 83.3                            | 27.0                                | 2.2                                    |
|                | Paddy field              |                                 |                                     |                                        |
| 3              | 橡胶园                      | 81.6                            | 24.9                                | 1.4                                    |
|                | Rubber plantation        |                                 |                                     |                                        |
| 4              | 槟榔园                      | 84.0                            | 29.5                                | 2.3                                    |
|                | Areca plantation         |                                 |                                     |                                        |
| 5              | 槟榔园                      | 91.4                            | 31.5                                | 2.7                                    |
|                | Areca plantation         |                                 |                                     |                                        |

注：1. 山兰(粳)稻；2. 黄秆山兰(红籼)稻；3. 排香山兰(粳)稻；4. 有芒乌丝山兰(红籼)稻；5. 无芒乌丝山兰(红籼)稻。  
Note: 1. Sahanlan (Indica) Rice; 2. Yellow Stem Shanlan (Red Glutinous) Rice; 3. Paixiang Shanlan (Indica) Rice; 4. Awned Wushi Shanlan (Red Glutinous) Rice; 5. Awnless Wushi Shanlan (Red Glutinous) Rice.

量比最低单位产量高出 40.0%。品种间单位产量的差异可能与品种的抗逆、抗病害性以及稻穗的落粒性有关。

3.5 山兰稻不同品种与不同栽培方法下产量比较分析

5 个品种在对应的坡地、槟榔园、水稻田、槟榔园中 4 种栽培环境中均能正常生长结实,表明山兰稻对栽培环境有较广泛的适应性。

在坡地上种植的山兰(粳)稻的单位产量为 2.8 t · hm<sup>-2</sup>;在槟榔园地栽培的有芒乌丝山兰(红籼)稻和无芒乌丝山兰(红籼)稻产量分别为 2.3 t · hm<sup>-2</sup>和 2.7 t · hm<sup>-2</sup>(表 5);两个品种的产量有一定差异;在橡胶园地栽培的排香山兰(红籼)稻的单位产量最低,为 1.4 t · hm<sup>-2</sup>。

在水田中栽培的黄秆山兰(红籼)稻的单位产量比在橡胶园种植条件下高出 0.4 t,说明栽培环境对山兰稻的单位产量具有一定影响。

## 4 讨论

### 4.1 山兰稻品种资源的保存

据 1954 年的统计,海南山兰稻栽培面积达 2.4 万  $\text{hm}^2$ ,而到 1990 年仅有 0.44 万  $\text{hm}^2$ (阮崇武等, 1994)。自海南禁止种植山兰稻以来,山兰稻,仅在山区少数农户有小规模种植,导致山兰稻品种不断减少,甚至面临消失的风险。本次在海南中南部地区共调查到 25 个山兰稻品种,而海南历史记载最多时有 31 个品种,种质资源极为丰富(阮崇武等, 1994),从品种数量上看,山兰稻品种数量呈减少趋势,品种流失速率较快。在调查中还发现,仅保亭县的一个村,半个世纪以来已有 17 个品种失传,而现存的 11 个品种中,仅有 5 个用于栽培生产,种植比例偏低,其余品种只作为种质资源保存在农户家中。但传统种植方法是用于干燥器皿贮藏,再隔年种植繁殖更新,而在海南高温湿的气候环境下,这种保存方法不仅耗费大,还容易造成种质的混杂和损失(孟卫东等, 2004)。因此,如何保存现有山兰稻品种资源,减少其失传的风险,是一项迫切的任务。

### 4.2 山兰稻品种资源的多样性

聚类分析的结果表明,调查的 25 个山兰稻品种共聚成 6 类,其中有 3 个类群只含一个品种,但均表现出较为独特的性状,如具有黄色或紫色的米粒,具有很高的开发价值;而同一类群中不同品种间的稻壳颜色,稻芒性状均有差别,体现出山兰稻品种种质多样的特点。山兰稻品种的籼粳性、米粒颜色等性状是聚集分类的主要依据。郑成木等(1997)的研究表明,海南山兰稻种质资源中,属偏籼型的种质占 15.0%,偏粳型的占 75.0%,粳型的占 10.0%,而在本研究调查的 25 个品种中,有 16 个属籼稻,9 个品种属粳稻,偏籼种质占 64.0%,这似乎与郑成本等(1997)的研究结果不一致,其原因可能与农户长期对山兰稻品种的选育有关。因为传统的“砍山兰”种植方式在生产过程中不施肥、只除 2 次草,一些不适应这种种植方式的稻种可能被黎族先民抛弃。同时,黎族农民对山兰稻的品质要求很高,如籼稻产量高并且抗性强,适宜较大规模种植,而粳米产量较低,难以满足作为主食的需求(袁楠楠等, 2013)。聚类分析的结果表明不同区域间的山兰稻品种也聚集成群,表明不同区域间的山兰稻的种质间存在亲缘关系,但 3 个独立成群的品种,又表现区域性分布

的特点。

### 4.3 种植试验及产量的比较

从生长性状中可发现,5 个山兰稻品种在 4 种栽培环境下,其全生育期为 138 d 左右,这与传统的刀耕火种种植条件下接近(阮崇武等, 1994),说明山兰稻遗传稳定性良好,并且对栽培环境的适应力强。亚洲地区早稻的单位产量为  $0.5 \sim 1.5 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ (Surajit *et al.*, 2004),而本研究中山兰稻的单位产量约为  $2.4 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,高于亚洲地区平均产量。这可能是由于供试的品种是经过长期筛选后保留下来的,具有相对高产的性状。而其实在适宜栽培条件下,早稻也能实现高产,如在尼日利亚的种植试验表明,早稻的产量可达  $5.4 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ (Abifarin *et al.*, 1972);在菲律宾可达  $7 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ (Datta *et al.*, 1972),而在秘鲁可达  $7.2 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ (Kang *et al.*, 1973),说明早稻的生产性状除与品种的遗传特性有关外,也和栽培环境有密切关系,同时也体现了山兰稻对优良稻作品种的选育有很大意义。

### 4.4 资源保育和利用模式问题

海南拥有丰富的山兰稻品种资源,但自禁止种植以来,山兰稻的种植面积不断缩小(叶凡等, 2009)。同时,经济的快速发展,也会使品种失传率增高,导致作物遗传多样性减小(黄昭奋等, 2005)。海南山兰稻种质资源多样性正面临不断降低的风险。因此有必要对山兰稻种质资源调查保育和开发模式进行探讨。(1)从资源管理方面,应进一步开展全省山兰稻品种的收集工作,整合海南山兰稻的品种数量和分布信息,为进一步开展山兰稻研究准备基础资料。(2)从山兰稻开发利用角度来说,可利用海南优越的光热资源,结合海南中南部果蔬种植产业,开发一套合理的套作、间作模式。这样不仅提高了土地利用效率,还能满足山兰稻的社会需求。(3)从资源保护和品种更新的角度出发,建议政府专项拨款,对种植山兰稻农户采取直补的方式,扶持农户在海南适宜地区实行小块种植模式,保证山兰稻种质资源的更新。也可以采取科研单位与农户合作研究对策,积极开发优质山兰稻新品种,实现山兰稻种质资源的优化。

## 5 结论

(1)海南中南部地区共调查发现 25 个山兰稻品种,并分为籼稻、粳稻两大类型,共包含 6 个类群,不

同区域的品种存在亲缘性;相比历史记载,有近 10 个品种失传;山兰稻种植规模逐渐减少,其品种资源利用率较低,并面临不断减少和失传的风险,亟需采取保育措施。(2)山兰稻生态适应性较强,在坡地、槟榔园、橡胶园和水稻田 4 种耕地中均可正常生产,且容易种植,其全生育期为 138 d 左右,成株株高约为 138.4 cm,单位产量为  $2.0 \sim 2.8 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,平均产量为  $2.4 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,遗传特性稳定。(3)种植山兰稻的成本和难度不高,但应加强开展育种和栽培技术的研究,以提高产量,同时需制定合理的资源保育及开发的模式,结合生态保护、品种保育、社会需求等因素对山兰稻资源进行保护性利用。

## 参考文献:

- Abifarin AO, Chabrolin R, *et al.* 1972. Upland rice improvement in West Africa[C]. Los Baños: Philippines: International Rice Research Institute, Rice Breeding: 625—635
- Arrauadeau MA. 1995. Upland Rice: challenges and opportunities in a less favorable ecosystem[J]. *Geodournal*, **35**(3): 325—328
- Chang TT, Loresto GCT, *et al.* 1974. Screening rice germplasm for drought resistance[J]. *SABRAO J*, **6**(1): 9—16
- Datta DE, Datta SK, Beachell HM. 1972. Varietal Response to Some Factors Affecting Production of Upland Rice[C]. Los Baños: Philippines: International Rice Research Institute, Rice Breeding: 685—700
- Guo HJ (郭辉军), Christine P, Fu YN (付永能), *et al.* 2000. Agrobiodiversity assessment and *In-situ* conservation(农业生物多样性评价与就地保护)[J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究): 27—41
- Huang ZF (黄昭奋), Li RB (黎瑞波), Mai QF (麦全法). 2005. The Relationship between agrobiodiversity and socially economic development in Hainan and its protective strategy(海南农业生物多样性与社会经济发展水平关系研究)[J]. *Chin J Tropil Agric* (热带农业科学), **25**(2): 25—28
- Kang BT. 1973. Soil fertility problems in West Africa in relation to rice production[C]//Paper presented at the seminar on rice-soil fertility and fertilizer use: 22—27
- Lin ZP (林兆平), Wang ZX (王正询), Pan KQ (潘坤清). 1987. Distribution of chromosome number in nucleolus of rice cultivars (水稻栽培品种的核仁组成区染色体数目的分布)[J]. *Hereditas* (遗传), **9**(5): 4—8
- Ma RH (马荣华), Jia JH (贾建华), Hu MC (胡孟春), *et al.* 2001. The analysis of vegetation changes in Hainan Island based on RS and GIS(基于 RS 与 GIS 方法的海南植被变化分析)[J]. *J Beijing For Univ* (北京林业大学学报), **23**(1): 7—10
- Meng WD (孟卫东), Wang XN (王效宁). 2004. Studies and protection of rice germplasm in Hainan(海南稻种资源的研究与保护)[J]. *Chin J Trop Agric* (热带农业科学), **24**(4): 49—52
- Phool Chand Gupta, O' Toole JC. 1986. Upland Rice: A Global Perspective[C]. Los Baños: Philippines: International Rice Research Institute
- Ruan CW (阮崇武), Wang XF (汪啸风), Wang HH (王厚宏), *et al.* 1994. Determination of Hainan Province(海南省志)[M]. Hainan(海南): Hainan Publishing Company(海南出版公司): 112—114
- Surajit K, Datta DE. 2004. Upland Rice Around the World[C]. Los Baños: Philippines: International Rice Research Institute. Major research in upland rice: 2—7
- Wang GY (王官远), Chen QQ (陈秦琼), Huang D (黄丹). 1992. Observational study on the rice gerplasm resources in Hainan. Collected works of observational study of germplasm resources on Hainan island(海南稻种种质资源考察研究.海南岛作物种质资源考察文集)[C]. Beijing(北京): Agriculture Press(农业出版社): 13—19
- Wang XP (王学萍). 2004. Li ethnic group in China(中国黎族)[M]. Beijing(北京): National Publishing House(民族出版社)
- Xue QY (薛全义), Jin Y (荆宇), Hua YF (华玉凡). 2002. Preliminary study on the production and development of upland rice in China(略论我国旱稻的生产及发展)[J]. *J Liaoning Agric Vocat-Techn Coll* (辽宁农业职业技术学院学报), **4**(2): 1—3
- Ye F (叶凡). 2009. The study on the characteristics of agricultural plant diversity of six villages in south central of Hainan island (海南中南部三个市县六个自然村农业植物多样性特点研究)[D]. Hainan(海南): Hainan university(海南大学)
- Zhang FR (张芙蓉). 2004. Measures to arouse the enthusiasm of villagers' participation of biodiversity conservation(调动村民参与生物多样性保护的对策)[J]. *For & Soc J* (林业与社会), **12**(3): 46—48
- Zheng CM (郑成木), Chen H (陈辉), Huang DY (黄东益), *et al.* 1997. Study on the agronomic traits and properties of drought-resistant physiology of Shanlan rice in Hainan(海南山兰稻农艺特性与抗旱生理特性研究)[J]. *Chin J Trop Crops* (热带作物学报), **18**(2): 85—89
- Zheng CM (郑成木), Huang DY (黄东益), Chen H (陈辉), *et al.* 1998. Study on the germplasm consanguinity and application of crossbreeding of Shanlan rice in Hainan(海南山兰稻种质亲缘与杂交育种利用的研究)[J]. *Chin J Trop Crops* (热带作物学报), **19**(2): 74—81
- Zheng DS (郑殿升), Liu X (刘旭), Lu XX (卢新雄), *et al.* 2007. Technical Regulations for the Collection of Crop Germplasm Resources(农作物种质资源收集技术规程)[M]. Beijing(北京): China Agriculture Press(中国农业出版社): 1—57
- 中国农业科学院. 1986. Chinese Rice(中国稻作学)[M]. Beijing(北京): Agriculture Press(农业出版社): 34—45