

# 普通野生稻饲用特性初探

陈明霞<sup>1</sup> 和赵芬<sup>2</sup> 张建国<sup>2\*</sup>

(<sup>1</sup> 清远市农业技术推广站, 广东 清远 511540; <sup>2</sup> 华南农业大学, 广州 510642; 第一作者: 18607636093@163.com;

\* 通讯作者: zhangjg@scau.edu.cn)

**摘要:** 根据株高、产量、分蘖力从 141 份广东高州普通野生稻(*Oryza rufipogon* Griff.) 材料中初选出 20 个生态型, 分析其营养成分并对其作饲用稻的优劣进行综合排序。结果显示, GZW128 的隶属值居前, 粗蛋白产量最高, 综合饲用价值好, 可直接开发利用; GZW107 的粗蛋白含量最高, 为 17.33% DM; GZW128 的分蘖力和干物质量最高, 分别为 325 个和 68.33 g/株; GZW039 灰分最少, 为 11.70% DM; GZW110 粗纤维含量最低, 为 25.97% DM。上述野生稻均可作为后期全株饲料稻选育中相应性状改良的优质材料利用。

**关键词:** 普通野生稻; 饲用特性; 全株饲料稻

**中图分类号:** S511 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2016)04-0021-04

上世纪 90 年代, 青先国就提出了饲料稻(稻米饲用)的概念, 饲料稻的开发也得到了有关部门的高度重视和大力支持。国家科学技术委员会分别在 1994 年和 1996 年将其列入了科技重点攻关计划和“九五”重点科技攻关项目<sup>[1]</sup>。湖南、安徽及江西等地也针对饲料稻的选育及饲用价值进行了研究, 筛选出威优 56、湘早粳 24、湘早粳 32 和金早 47 等一批具有“三高”特性的优质饲用稻<sup>[2-3]</sup>。“十一五”期间, 华南农业大学卢永根院士主持国家自然科学基金委——广东省政府联合基金重点项目(2006~2010), 将水稻饲用新材料的开发列为主要研究内容之一, 对全株饲料稻的筛选及后期的加工利用进行了研究<sup>[6-9]</sup>。与此同时, 湖南农业大学及中国农业科学院北京畜牧兽医研究所也对全株饲料稻的青贮加工利用进行了深入研究<sup>[10-11]</sup>, 并取得一定成果。

在上世纪初我国就利用野生稻的优异特性进行水稻育种。20 世纪 30 年代, 丁颖将普通野生稻作为亲本育成了耐寒强的新品种中山 1 号, 并先后育成 86 个中山 1 号衍生品种<sup>[12]</sup>; 20 世纪 70 年代, 袁隆平又利用野生稻雄性不育的特性, 实现了籼型杂交水稻三系配套技术, 并成功利用野败选育三系技术配制出一批优良的杂交水稻组合<sup>[13]</sup>。目前, 生产上使用的杂交稻组合 95% 以上是由野败型或与野败型相类似的细胞质不育系配组而成, 产量、抗性和品质等指标都得到显著提升。从饲用价值方面考虑, 野生稻(*Oryza rufipogon* Griff.) 与现存栽培饲料稻相比更具优势, 其蕴藏着栽培稻不具有或已消失的优良特性, 如较强的抗逆性(耐寒、耐盐、耐旱和耐涝)、高抗病虫性(抗白叶枯病、稻瘟病、纹枯病、褐飞虱等)、高蛋白质含量、功能叶耐衰老、

生长优势强(分蘖力强、生长速度快、根系发达、再生能力强)和广亲和等<sup>[14-16]</sup>, 可直接开发作为全株饲料稻或为培育优质全株饲料稻提供优良种质资源。但迄今为止, 我国对普通野生稻饲用价值方面的研究较少, 仅对其饲用营养成分的相关基因进行了定位分析<sup>[17]</sup>。因此, 对普通野生稻进行饲用价值评价, 从中筛选可直接利用的生态型或具有优良特性的材料, 对促使其尽快应用于畜牧业生产具有重要的现实意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验材料选用来自于华南农业大学野生稻核心收集圃 141 个高州普通野生稻(编号为 GZW001~GZW141), 这些材料从广东省 6 个地点选取。每个品种种植 3 丛, 每丛 1 株, 3 次重复, 面积约 1 m<sup>2</sup>。调查各品种的株高、分蘖力和干物质量等农艺性状。从中选出产量较高的 20 个品种进行营养成分分析。

### 1.2 测定项目与方法

#### 1.2.1 农艺性状

**株高:** 以株丛中最高的单蘖长作为株高; **分蘖:** 调查从主茎基部分蘖节上发生的一级分蘖数; **干物质量:** 田间采集水稻后直接称重。随机抽取部分材料切短至 1~2 cm, 70℃、48 h 烘干后称重, 测定风干物质的质量, 并计算风干物质含量<sup>[18]</sup>。

收稿日期: 2016-01-13

**基金项目:** 国家自然科学基金委-广东省政府联合资助重点项目(U0631003)

表 1 普通野生稻的株高、分蘖及干物质量

项目	141 个生态型			20 个高产个体		
	株高(cm)	分蘖数(个)	干物质量(g/株)	株高(cm)	分蘖数(个)	干物质量(g/株)
平均值	90.2	139	27.10	91.0	208	46.04
最大值	115.0	325	68.33	102.5	325	68.33
最小值	62.0	21	4.90	75.0	114	25.18

表 2 高产普通野生稻的农艺性状及营养指标

编号	株高 (cm)	分蘖数 (个)	干物质量 (g/株)	粗蛋白含量 (%)	粗脂肪含量 (%)	粗纤维含量 (%)	粗灰分含量 (%)	无氮浸出物含量 (%)	隶属值	粗蛋白产量 (g/株)
GZW005	89.3 ab	234.3 abc	46.42 ab	13.48 abc	2.34 ab	26.65 c	13.80 ab	43.73 a	4.6886 <sup>7</sup>	6.26 <sup>14</sup>
GZW016	82.5 ab	185.5 abc	43.36 ab	13.49 bc	2.09 b	27.46 c	16.57 a	40.38 ab	2.8822 <sup>20</sup>	5.85 <sup>13</sup>
GZW028	101.5 a	138.5 bc	43.72 ab	12.20 bc	2.24 ab	34.13 a	12.23 ab	39.22 ab	3.3005 <sup>17</sup>	5.33 <sup>16</sup>
GZW029	97.3 a	168.7 bc	46.93 ab	14.36 abc	2.34 ab	28.81 abc	13.11 ab	41.38 a	4.4112 <sup>9</sup>	6.74 <sup>8</sup>
GZW030	102.5 a	173.5 abc	47.32 ab	15.31 ab	2.45 ab	28.86 abc	12.45 ab	40.92 a	5.0142 <sup>3</sup>	7.24 <sup>4</sup>
GZW037	91.0 ab	194.0 abc	33.82 ab	13.62 abc	2.35 ab	27.30 c	13.79 ab	41.93 a	4.0150 <sup>13</sup>	4.61 <sup>19</sup>
GZW039	90.0 ab	168.0 bc	44.40 ab	12.97 bc	2.13 b	34.12 a	11.70 b	39.07 ab	3.1547 <sup>18</sup>	5.76 <sup>14</sup>
GZW044	97.5 a	221.0 abc	44.30 ab	12.78 bc	2.56 ab	27.73 bc	13.38 ab	43.54 a	4.9454 <sup>4</sup>	5.66 <sup>15</sup>
GZW057	89.3 ab	114.0 c	25.18 b	12.57 ab	2.45 ab	28.16 abc	15.21 a	41.62 a	2.9114 <sup>19</sup>	3.17 <sup>20</sup>
GZW087	89.0 ab	203.7 abc	48.31 ab	13.08 bc	2.28 ab	28.78 abc	13.74 ab	42.12 a	3.9841 <sup>14</sup>	6.32 <sup>10</sup>
GZW099	98.0 a	264.7 abc	53.97 ab	13.32 abc	2.41 ab	30.05 abc	12.90 ab	41.33 a	4.8702 <sup>5</sup>	7.19 <sup>6</sup>
GZW102	92.5 ab	269.5 abc	45.86 ab	14.17 abc	2.52 ab	28.59 abc	12.66 ab	42.06 a	5.0866 <sup>1</sup>	6.50 <sup>9</sup>
GZW107	95.5 ab	257.0 abc	49.09 ab	17.33 a	2.89 a	30.97 abc	14.30 ab	34.51 b	4.6836 <sup>8</sup>	8.51 <sup>3</sup>
GZW110	86.0 ab	198.7 abc	37.39 ab	13.64 abc	2.26 ab	25.97 c	14.22 ab	43.95 a	4.1633 <sup>12</sup>	5.10 <sup>12</sup>
GZW125	75.0 b	256.0 abc	49.62 ab	14.52 ab	2.28 ab	26.70 c	13.95 ab	42.56 a	4.2683 <sup>10</sup>	7.20 <sup>5</sup>
GZW126	82.5 ab	137.5 bc	57.33 ab	15.44 ab	2.39 ab	26.85 c	14.03 ab	41.31 a	4.2588 <sup>11</sup>	8.85 <sup>2</sup>
GZW128	94.5 ab	325.0 a	68.33 a	14.72 abc	2.06 b	28.29 abc	14.18 ab	40.74 a	5.0357 <sup>2</sup>	10.06 <sup>1</sup>
GZW129	92.5 ab	261.5 abc	51.90 ab	13.03 bc	2.45 ab	27.86 bc	13.94 ab	42.72 a	4.8124 <sup>6</sup>	6.76 <sup>7</sup>
GZW130	93.5 ab	190.0 abc	40.60 ab	10.73 c	2.52 ab	28.10 abc	14.89 a	43.76 a	3.8785 <sup>15</sup>	4.36 <sup>18</sup>
GZW138	80.7 ab	194.3 abc	42.91 ab	13.97 abc	2.25 ab	27.89 bc	14.64 ab	41.25 a	3.4613 <sup>16</sup>	5.99 <sup>12</sup>

表中同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;表中同列数据后不同数字<sup>1~20</sup>表示该指标的大小排序。

### 1.2.2 营养成分

粗灰分采用灼烧法<sup>[18]</sup>;粗蛋白采用凯氏定氮法<sup>[19]</sup>(定氮仪 KDN-103F,上海纤检仪器有限公司);粗纤维采用滤袋法<sup>[17]</sup>;粗脂肪采用残余法<sup>[19]</sup>(SLF-06,杭州托普仪器有限公司);无氮浸出物采用差值法计算<sup>[18]</sup>, $NFE\% = 1 - (CA + CP + EE + CF)\%$ 。

### 1.2.3 隶属值

饲用价值综合评价应用含糊数学中的隶属值法,为各指标隶属值的和,以株高、分蘖、干重产量、粗脂肪等指标进行综合评价<sup>[20]</sup>。

隶属函数值计算公式: $R(X_i) = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$

式中  $X_i$  为指标测定值,  $X_{min}$ 、 $X_{max}$  为所有参试材料某一指标的最小值和最大值。

如果为负相关,则用反隶属函数进行转化,计算公式为: $R(X_i) = 1 - (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$ 。

### 1.3 数据处理

试验数据采用 Excel 和 SPSS 17.0 软件进行统计分析。不同水稻品种的农艺性状和营养特性分别使用

单因素方差分析,并用 Duncan 法对均值进行多重比较,采用 Pearson 相关性分析法分析性状间的关系。

## 2 结果与分析

### 2.1 普通野生稻的农艺性状

从表 1 可以看出,141 个普通野生稻间的株高在 62.0~115.0 cm 之间,分蘖数在 21~325 个之间,干物质量在 4.90~68.30 g/株之间,各品种间存在显著差异。从中筛出产量较高的 20 个品种,这些品种的株高在 75.0~102.5 cm 之间,分蘖数在 114~325 个之间,干物质量在 25.18~68.33 g/株之间,3 项指标相比所有参试品种的平均值均有提升,其中分蘖数和干物质量指标上升幅度较大。

### 2.2 高产普通野生稻的农艺性状和营养成分

#### 2.2.1 农艺性状

从表 2 可见,20 个高产普通野生稻中,GZW028、GZW029、GZW030、GZW044 和 GZW099 的株高显著高于 GZW125 ( $P < 0.05$ ),所有品种的株高均低于全株饲料稻丰优 22、渝香优 203、泰优 99 等<sup>[8]</sup>,但高于湘早粳

表3 普通野生稻各性状间的相关性分析

性状	株高	分蘖数	干物质量	粗蛋白含量	粗脂肪含量	粗纤维含量	粗灰分含量	无氮浸出物含量
株高	1.000							
分蘖数	0.033	1.000						
干物质量	0.088	0.612*	1.000					
粗蛋白含量	-0.075	0.277	0.425	1.000				
粗脂肪含量	0.342	0.092	-0.147	0.287	1.000			
粗纤维含量	0.498*	-0.182	0.045	-0.083	-0.009	1.000		
粗灰分含量	-0.527*	-0.020	-0.196	-0.037	-0.041	-0.589**	1.000	
无氮浸出物含量	-0.221	0.016	-0.173	-0.556**	-0.241	-0.654**	0.111	1.000

\*表示在 0.05 水平显著;\*\*表示在 0.01 水平显著。

32<sup>[4]</sup>、湘丰早 119 及湘早籼 24 等<sup>[11]</sup>。普通野生稻的分蘖数远高于现栽培全株饲料稻<sup>[4,8-9,11]</sup>,其中,GZW128 的分蘖数最多(325 个),与 GZW028、GZW029、GZW039、GZW057 及 GZW126 差异显著(P<0.05)。普通野生稻在产量上具有优势,GZW128 干物质量最高(69.33 g/株),显著高于丰优 22<sup>[9]</sup>,略高于湘早籼 24<sup>[11]</sup>(12.58 t/hm<sup>2</sup>,按南方水稻区域试验 2.0 万株/667 m<sup>2</sup>计,折合为 41.93 g/株;机插秧规格 30 cm×17 cm,按 1.3 万株/667 m<sup>2</sup>计,折合为 64.51 g/株);与仅收稻谷饲料稻的“三高”标准产量>550 kg/667 m<sup>2</sup>(机插秧,折合最高为 42.31 g/株)相比,更具优势。

### 2.2.2 营养成分

从表 2 可见,GZW107 粗蛋白含量最高(17.33%),显著高于 GZW016、GZW028、GZW039、GZW044、GZW087、GZW129 和 GZW130(P<0.05),初筛选的全部材料粗蛋白含量明显高于栽培用全株饲料稻(4.93%~7.03%)<sup>[8,10-11]</sup>。其中,粗蛋白含量除 GZW130(10.73%)低于“三高”标准(CP>12%)外,其他品种均超过该标准。初筛选 2 个品种的普通野生稻的粗脂肪含量在之前研究者<sup>[8,11]</sup>报道的栽培全株饲料稻范围内(1.27~2.96%),其中,GZW107 粗脂肪含量最高(2.89%),与 GZW016、GZW039 和 GZW128 差异显著(P<0.05)。普通野生稻的粗纤维含量范围为 25.97%~34.13%,略高于栽培饲料稻的记录(28.59%~32.49%)<sup>[8]</sup>,其中 GZW110 粗纤维含量最低,为 25.97%,初筛的 GZW005、GZW016、GZW037、GZW110、GZW125 和 GZW126 的粗纤维含量显著低于 GZW028 和 GZW039(P<0.05)。GZW039 的粗灰分含量最低(11.70%),显著低于 GZW016、GZW057 和 GZW0130(P<0.05),与其他品种差异不显著(P>0.05)。除 GZW107 的无氮浸出物含量较低外,其他品种间差异不显著(P>0.05)。

GZW102、GZW128 及 GZW030 的隶属值为前三,饲用价值较高。粗蛋白产量为评判饲草营养价值的重要指标<sup>[21]</sup>,而隶属值居前的 GZW102 和 GZW030 粗蛋

白产量表现一般,分别为 6.50 g/株和 7.24 g/株(排名第 9 和第 4),与排名第 1 的 GZW128(10.06 g/株)差距较大。可见,GZW128 是 20 个初筛生态型中饲用价值最好的个体。

### 2.3 各性状间的相关性分析

从表 3 可见,株高与粗纤维呈显著正相关(P<0.05),与粗灰分呈显著负相关(P<0.05),说明不同普通野生稻间随着株高的增加,粗纤维的含量显著增加,而粗灰分则显著降低;分蘖数与干物质量呈显著正相关(P<0.05);粗蛋白含量与无氮浸出物含量呈极显著负相关(P<0.01);粗纤维含量与粗灰分含量、无氮浸出物含量呈极显著负相关(P<0.01)。综上,在选择优势个体时,一定要选取具有一定株高、强分蘖力、高粗蛋白含量及较高干物质量的材料。

## 3 结论

普通野生稻 GZW128 的隶属值居前,粗蛋白产量最高,分蘖力远强于现栽培全株饲料稻品种,干物质量高于现栽培全株饲料稻或与其接近,表现优异,可直接开发作为全株饲料稻。

个别野生稻品种在某一饲料营养指标方面具有特殊优势,如 GZW128 的分蘖力高(325.0 个),GZW107 的粗蛋白含量高(17.3% DM),GZW039 灰分少(11.70% DM),GZW110 粗纤维含量低(25.97% DM),可作为后期全株饲料稻选育相应性状改良的优质材料。

致谢

感谢华南农业大学农学院刘向东教授提供高州野生稻材料及在种植管理中提供了宝贵建议。

### 参考文献

- [1] 青先国,戴魁根. 湖南高蛋白饲料稻开发的思考与实践[J]. 中国稻米,1998(3):28-32.
- [2] 唐启源,向远鸿,刘国华,等. 杂交饲料稻组合的筛选初步研究[J]. 杂交水稻,1999,14(5):4-6.
- [3] 唐启源,向远鸿,刘国华,等. 高蛋白饲料稻品种的筛选研究[J].

湖南农业大学学报:自然科学版,2002,28(4):279-282.

[4] 赵正洪,张世辉,周斌,等. 饲料稻新品种湘早籼 32 号的选育[J]. 湖南农业科学,2002(3):14.

[5] 谢黎虹,朱智伟,罗玉坤. 饲料稻特性及其开发技术[J]. 中国稻米,2003(1):24-25.

[6] 张建国,刘向东,曹致中,等. 饲料稻研究现状及发展前景[J]. 草业学报,2008,17(5):151-155.

[7] 范传广,刘秦华,张建国,等. 六个水稻品种饲用价值及青贮特性研究[J]. 草地学报,2009,17(4):495-499.

[8] 陈明霞,黄艳芳,崔卫东,等. 水稻茎、叶的营养含量及留茬高度对稻草营养品质的影响[J]. 草业学报,2012,21(1):285-290.

[9] 陈明霞,刘秦华,张建国. 饲料稻新材料的特性及添加物对其青贮品质的影响[J]. 草业学报,2011,20(5):201-206.

[10] 刘朝干. 不同处理对全株早籼饲料稻青贮品质的影响[D]. 长沙:湖南农业大学,2007.

[11] 张佩华. 饲料稻全株青贮及品质评定研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2008.

[12] 丁颖. 中国水稻栽培学[M]. 北京:农业出版社,1961:13-16.

[13] 林世成,闵绍楷. 中国水稻品种及其系谱[M]. 上海:上海科学技术出版社,1991:254-262.

[14] 张名学. 植物学[M]. 北京:中国林业出版社,2003.

[15] 范树国,张再君,刘林,等. 中国野生稻遗传资源的保护及其在育种中的利用[J]. 生物多样性,2000,8(2):198-207.

[16] 鄂志国,王磊. 野生稻有利基因的发掘和利用[J]. 遗传,2008,30(11):1397-1405.

[17] 范传广,张向前,张建国,等. 水稻饲料营养含量的 QTL 定位分析[J]. 草业学报,2010,19(4):142-148.

[18] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2003:46-75.

[19] 韩雅珊. 食品化学实验指导 [M]. 北京:北京农业大学出版社,1996:26-29.

[20] 魏永胜,梁宗锁,山仑,等. 利用隶属函数值法评价苜蓿抗旱性[J]. 草业科学,2005,22(6):33-36.

[21] 海涛,于辉,王秀清. 不同紫花苜蓿品种干草、粗蛋白产量及越冬率的灰色关联分析[J]. 饲料博览,2009(2):12-14.

### Study on Forage Characteristics of Common Wild Rice

CHEN Mingxia<sup>1</sup>, HE Zhaofen<sup>2</sup>, ZHANG Jianguo<sup>2\*</sup>

(<sup>1</sup> Qingyuan Agricultural Research and Extension Station, Qingyuan, Guangdong 511540, China; <sup>2</sup> South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China; 1st author: 18607636093@163.com; \*Corresponding author: zhangjg@scau.edu.cn)

**Abstract:** The plant height, tiller numbers and dry matter of common wild rice (*Oryza rufipogon* Griff.)drived from Gaozhou, Guangdong, were investigated and 20 types with good performance were selected for evaluating the nutrition quality. The results showed that GZW128 had higher membership values, the highest crude protein yield and better feeding value than other varieties, it could be directly utilized. GZW107, GZW128, GZW039 and GZW110 had some superior characteristics than others, which could be utilized as forage rice breeding materials in the future. GZW107 had the highest crude protein content. GZW128 had the strongest tillering ability and highest dry matter. GZW039 and GZW110 had the lowest crude ash content and crude fiber content respectively.

**Key words:** common wild rice; forage characteristics; whole crop rice

· 综合信息 ·

## 四川省 2015 年审定通过的水稻新品种(下)

审定编号 (川审稻)	品种名称	类型	选育单位	品种来源	全生育期 (d)	区试产量 (kg/667m <sup>2</sup> )	生试产量 (kg/667m <sup>2</sup> )
2015014	川谷优 908	籼型三系杂交稻	四川省农业科学院生物技术核技术研究所、四川农业大学水稻研究所、四川中科种业股份有限公司	川谷 A × 川航恢 908	147.9	550.01	565.91
2015015	绵优 5323	籼型三系杂交稻	四川省绵阳市农业科学研究院	绵 53A × 自绵恢 523	146.8	543.29	566.31
2015016	蜀优 727	籼型三系杂交稻	四川农业大学水稻研究所	蜀 8A × 成恢 727	145.0	546.51	566.75
2015017	川谷优 1800	籼型三系杂交稻	四川道明农业科技有限公司	川谷 A × 华恢 1800	150.6	555.35	558.61
2015018	天优 863	籼型三系杂交稻	四川泰隆农业科技有限公司、广东省农业科学院水稻研究所	天丰 A × 泰恢 863	144.1	518.09	576.97
2015019	五山丝苗	籼型常规稻	广东省农业科学院水稻研究所	茉莉丝苗 / 五山油占	142.1	535.05	537.66
2015020	谷优 3663	籼型三系杂交稻	四川省达州市农业科学研究所、福建省农业科学院水稻研究所	谷丰 A × 达恢 3663	142.4	555.69	555.93
2015021	冈 8 优 361	籼型三系杂交稻	四川华元博冠生物育种有限责任公司、四川农业大学水稻研究所、四川农大高科农业有限责任公司	冈 48A × 蜀恢 361	155.1	501.93	514.30
2015022	川作优 8727	籼型三系杂交稻	四川省农业科学院作物研究所、四川省瑞福祥种业有限公司	川作 8A × 成恢 727	150.3	499.26	527.91

(中稻宣)