

# 耐盐种质海稻 86 发芽糙米粉的工艺研究

陈其国<sup>1</sup> 韦淑亚<sup>1</sup> 成云峰<sup>2</sup> 胡洪森<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 武汉职业技术学院, 武汉 430074; <sup>2</sup> 武汉海稻国际生物科技有限公司, 武汉 430074; 第一作者: chenqiguo1008@126.com)

**摘 要:**以海稻 86 糙米为原料,通过正交试验,确定了海稻 86 糙米发芽的最佳工艺为:浸泡温度 30℃、浸泡时间 10 h、发芽温度 30℃、发芽时间 12 h,发芽率达到 97.3%;确定了海稻 86 发芽糙米粉复配的最佳工艺为:木糖醇 2.0%、低聚异麦芽糖 5.0%、蔗糖 3.0%、食用盐 1.0%,在此条件下获得的海稻 86 发芽糙米粉口感最佳。

**关键词:**海稻 86;发芽糙米粉;发芽率;发芽工艺

**中图分类号:**S511.09 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2018)06-0047-03

海稻 86 是原产于广东湛江遂溪海滩的野生稻,广东农学家陈日胜先生于 1986 年首次发现,穗顶长着长长的芒,米粒为红色,后经多年选择于 1991 年定型<sup>[1-2]</sup>。海稻 86 具有较高的渗透调节和抗氧化胁迫能力,从而在耐盐碱方面表现出比普通水稻更强的优势<sup>[3]</sup>。海稻 86 的米粒不仅富含淀粉膳食纤维、氨基酸、高蛋白、钙,还含有硒、锌、镁、铜、铁、钼、锰等微量元素,并且 64% 的营养成分高于传统水稻<sup>[4]</sup>。

人们日常食用的大米多是精米,易消化但营养价值远低于糙米。有研究表明,稻谷中 64 % 的营养元素集中于糙米的糊粉层和胚芽中<sup>[5]</sup>。但糙米口感粗糙、难吸收,直接食用受到限制。而通过发芽,即在适宜的水分、温度和氧气条件下,将糙米经吸水、萌芽、干燥等工序加工,得到由幼芽和带糠层胚乳组成的糙米制品后,粗纤维被酶解,食用性接近精白米但营养价值比精米大大提升<sup>[6]</sup>。

海稻 86 在耐盐碱方面表现优异,未来的商业化应用前景可期。但长期野生和耐盐的特性,使得其糙米发芽的工艺与普通稻米可能不一样。因此,针对海稻 86 发芽糙米的工艺研究在科研和应用方面都具有重要意义。本研究以海稻 86 糙米为材料,采取单因素和正交试验方法,探索海稻 86 糙米发芽的工艺,获得发芽率较高的工艺参数。同时,以海稻 86 发芽糙米为原料,添加木糖醇、低聚异麦芽糖、蔗糖和食用盐这 4 种成分,获得一种口感较好的配方,为海稻 86 糙米开发利用提供一定的基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

海稻 86 糙米:武汉海稻国际生物科技有限公司;

次氯酸钠:国药集团化学试剂有限公司;木糖醇:河南佳润生物科技有限公司;低聚异麦芽糖:山东百龙创园生物科技有限公司;蔗糖:广西上上糖业有限公司;食用盐:湖北盐业集团有限公司。

### 1.2 试验仪器与设备

EL204 型电子分析天平、SPX-150B-Z 型恒温培养箱、101-2AB 电热鼓风干燥箱、MITR-QMQX-2L 全方位行星磨机。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 海稻 86 发芽糙米的制备

取适量海稻 86 糙米,去除碎米,用超纯净水洗涤 3 次后置于消毒后的 100 mL 烧杯中,然后用 100 mg/L 的次氯酸钠溶液消毒 10 min,再用超纯净水洗涤 3 次,后加入适量的超纯净水没过海稻 86 糙米 1 cm 左右,置于恒温培养箱内浸泡一定时间。取出浸泡过的海稻 86 糙米,用超纯水清洗 3 次后置于铺有纱布的搪瓷盘中,然后放置在一定温度的生化培养箱中黑暗条件下培养发芽,每隔 4 h 喷洒 1 次超纯水,充分保持海稻 86 糙米的湿润状态,待芽长到 0.5~1.0 mm 时,即得海稻 86 发芽糙米。

#### 1.3.2 海稻 86 糙米发芽率的测定

取 30 g 左右的试验海稻 86 糙米进行计数,已发芽的海稻 86 糙米粒数占总粒数的百分率即为糙米发芽率。平行测定 3 次,取平均值。

#### 1.3.3 海稻 86 糙米发芽工艺条件优化

在前期单因素试验的基础上,对影响海稻 86 糙米

收稿日期:2018-09-22

基金项目:武汉职业技术学院横向课题(2017HK007)

表 1 海稻 86 糙米发芽工艺正交试验因素水平

水平	因素			
	浸泡温度(℃)	浸泡时间(h)	发芽温度(℃)	发芽时间(h)
	A	B	C	D
1	25	10	25	8
2	30	15	30	10
3	35	20	35	12

表 2 海稻 86 发芽糙米粉复配工艺正交试验因素水平

水平	因素			
	木糖醇(%)	低聚异麦芽糖(%)	蔗糖(%)	食用盐(%)
	A	B	C	D
1	1	2	3	0.5
2	2	3	5	1.0
3	3	5	7	1.5

表 3 海稻 86 糙米发芽工艺正交试验结果

试验 编号	因素				指标 发芽率 (%)
	浸泡温度	浸泡时间	发芽温度	发芽时间	
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	87.60
2	1	2	2	2	88.81
3	1	3	3	3	83.23
4	2	1	2	3	97.34
5	2	2	3	1	91.25
6	2	3	1	2	95.22
7	3	1	3	2	86.56
8	3	2	1	3	90.43
9	3	3	2	1	88.67
K1	86.55	90.50	91.08	89.17	
K2	94.60	90.16	91.61	90.20	
K3	88.55	89.04	87.01	90.33	
R	8.10	1.46	4.07	1.16	

发芽的主要因素:浸泡温度、浸泡时间、发芽温度和发芽时间,以发芽率为指标,采用正交试验  $L_9(3^4)$  来确定海稻 86 糙米发芽的最佳工艺条件,具体正交试验的因素水平见表 1。

1.3.4 海稻 86 发芽糙米粉的复配工艺优化

将海稻 86 发芽糙米置于蒸锅上,沸水蒸煮 1 h,然后置于 75℃热风干燥箱中烘干。对干燥后的海稻 86 发芽糙米用万能粉碎机进行粉碎,过 200 目筛,在前期单因素试验的基础上,以感官评定为指标,采用正交试验  $L_9(3^4)$  来考察木糖醇、低聚异麦芽糖、蔗糖、食用盐等因素对海稻 86 发芽糙米粉复配工艺条件的影响,具体正交试验的因素水平见表 2。

1.3.5 海稻 86 发芽糙米速溶粉的感官评定

称取上述工艺条件下获得的海稻 86 发芽糙米复

配速溶粉 25 g,加入 150 mL 温水冲泡,搅拌,然后从组织状态、口感、色泽、香味等方面进行评分,评定标准如下:

(1)优(90~100 分):糊状体均一,无抱团现象,没有任何颗粒物,口感爽滑,色泽自然,风味柔和,有纯正的米香味。

(2)良(80~89 分):糊状体较均一,有少量颗粒物,咀嚼性稍差,色泽自然,整体有较强的香味。

(3)中(70~79 分):糊状体不均一,有少量抱团现象,缺乏咀嚼感,甜味或咸味较重,风味不协调,缺乏米香味。

(4)差(60~69 分):糊状体很不均一,抱团现象严重,风味严重失调。

2 结果与分析

2.1 海稻 86 糙米发芽最佳工艺条件优化结果

以浸泡温度、浸泡时间、发芽温度和发芽时间为因素,以发芽率为观测指标,海稻 86 糙米发芽最佳工艺条件的正交试验结果见表 3。

由表 3 可以看出,影响海稻 86 糙米发芽因素的顺序是  $A > C > B > D$ ,即浸泡的温度影响最大,其次是发芽的温度,影响较弱的是浸泡时间,最弱的是发芽的时间。海稻 86 糙米发芽最佳工艺条件  $A2B1C2D3$ ,即浸泡温度 30℃、浸泡时间 10 h、发芽温度 30℃、发芽时间 12 h 的条件下,发芽率达到 97.34%。

本实验获得的海稻 86 糙米发芽工艺与其他研究者报道的糙米发芽工艺条件并不完全相同,如康文瀚等<sup>[7]</sup>研究指出,糙米在浸泡温度 30℃、浸泡时间 24 h、发芽温度 35℃、发芽时间 28 h 的条件下,发芽率最高;谢洁<sup>[8]</sup>以博优 903 糙米为原料,获得其发芽率最优的最佳条件为浸泡温度 30℃、浸泡时间 8 h、发芽温度 30℃、发芽时间 30 h。

2.2 海稻 86 发芽糙米粉的复配工艺优化结果

以木糖醇、低聚异麦芽糖、蔗糖、食用盐为因素,以感官评定为指标,海稻 86 发芽糙米粉复配最佳工艺条件的正交试验结果见表 4。

由表 4 可以看出,影响海稻 86 发芽糙米粉因素的顺序是  $D > C > A > B$ ,即食用盐的影响最大,其次是蔗糖,影响较弱的是木糖醇,最弱的是低聚异麦芽糖。海稻 86 发芽糙米粉复配最佳工艺条件为  $A2B3C1D2$ ,即木糖醇 2.0%、低聚异麦芽糖 5.0%、蔗糖 3.0%、食用盐 1.0%。

表 4 海稻 86 糙米发芽工艺正交试验结果

试验 编号	因素				指标 感官评分
	木糖醇 A	低聚异麦芽糖 B	蔗糖 C	食用盐 D	
1	1	1	1	1	85.62
2	1	2	2	2	94.31
3	1	3	3	3	76.23
4	2	1	2	3	78.50
5	2	2	3	1	84.53
6	2	3	1	2	95.32
7	3	1	3	2	90.31
8	3	2	1	3	78.89
9	3	3	2	1	82.45
K1	85.39	84.81	86.61	84.20	
K2	86.12	85.91	85.09	93.31	
K3	83.88	84.67	83.69	77.87	
R	2.24	1.24	2.92	15.42	

3 结论

不同水稻品种的糙米,浸泡温度、浸泡时间、发芽温度、发芽时间等因素对发芽率的影响不一致。海稻 86 糙米经除杂、次氯酸钠溶液消毒后,最佳发芽工艺是:浸泡温度 30℃、浸泡时间 10 h、发芽温度 30℃、发芽时间 12 h。浸泡温度对海稻 86 糙米发芽的影响最大,其次是发芽温度,影响较弱的是浸泡时间,最弱的是发芽时间。

根据实验结果确定了海稻 86 发芽糙米粉复配最佳工艺条件为:木糖醇 2.0%、低聚异麦芽糖 5.0%、蔗糖 3.0%、食用盐 1.0%。在此条件下获得的海稻 86 发芽糙米粉糊状体均一,无抱团现象,口感爽滑,色泽自然,风味柔和,有纯正的米香味。

参考文献

[1] 陈俏媛,李斯琪,梁慧琳,等. 海稻 86 的栽培及价值[J]. 农技服务,2016,33(6):19.

[2] 凌启鸿. 盐碱地种稻有关问题的讨论[J]. 中国稻米,2018,24(4):1-2.

[3] 祝一文,赵方贵,成云峰,等. “海稻 86”耐盐碱胁迫生理机制的初步研究 [J]. 青岛农业大学学报:自然科学版,2018,35(1):32-39.

[4] Li K. Feeding China with sea-rice 86. ISIS Report. [http://www.i-sis.org.uk/Feeding\\_China\\_with\\_Sea-Rice.php](http://www.i-sis.org.uk/Feeding_China_with_Sea-Rice.php). Accessed 14 Jan 2014.

[5] 杨冰,王德华,张金连,等. 发芽糙米的应用研究及产业化开发概况[J]. 食品研究与开发,2017,38(6):218-211.

[6] 刘永乐. 稻米及其制品生产技术问答 [M]. 北京: 科学普及出版社,2010:230-231.

[7] 康文瀚,田洪磊,程卫东,等. 糙米发芽富集  $\gamma$ -氨基丁酸工艺优化的研究[J]. 食品工业,2016,37(5):78-82.

[8] 谢洁,周剑新,陈宁春. 发芽糙米的制备技术研究[J]. 轻工科技,2016(7):16-18.

Study on Techniques for Germination of Brown Rice of Salt Tolerant Germplasm Haidao 86

CHEN Qiguo<sup>1</sup>, WEI Shuya<sup>1</sup>, CHENG Yunfeng<sup>2</sup>, HU Hongshen<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Wuhan Polytechnic, Wuhan 430070, China; <sup>2</sup> Wuhan Ocean Rice International Biotech Co., Ltd, Wuhan 430074, China; 1st author: chen-qiguo1008@126.com)

**Abstract:** The best techniques for germination of brown rice of Haidao 86 was determined by orthogonal test, namely, soaking temperature 30℃, soaking time 10 h, germination temperature 30 °C, germination time 12 h. On this condition, the germination rate reached 97.3%. The optimum techniques for the compounding of germinated brown rice flour of Haidao 86 was determined by orthogonal experiment, namely, xylitol 2.0%, oligoisomaltose 5.0%, sucrose 3.0%, edible salt 1.0%. In this way, the taste of germinated brown rice flour of Haidao 86 was the best.

**Key words:** Haidao 86; germinated brown rice flour; germination percentage; germination technics