

宜春市优质高产富硒低镉水稻品种筛选

谭陈菊, 张超, 雷雪芳* (江西富硒产业研究院, 江西宜春 336000)

摘要 以稻谷中硒含量为指标, 利用宜春天然富硒土壤优势, 筛选适应宜春地区种植的优质高产富硒水稻品种。结果表明, 供试的 26 个水稻品种均达富硒低镉标准, 其中黄华占、中百优华占、银两优 851、荃优 123、徽两优粤农丝苗、银丰优华占、晶两优 1468 等品种不仅米质优良, 而且富硒能力强。

关键词 水稻; 富硒; 品种筛选; 优质高产

中图分类号 S511 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)23-0035-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.23.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Screening of Selenium-rich and Low Cadmium Rice with High Quality and High Yield in Yichun City

TAN Chen-ju, ZHANG Chao, LEI Xue-fang (Se-rich Industry Research Institute of Jiangxi, Yichun, Jiangxi 336000)

Abstract Based on the advantage of natural selenium-rich soil in Yichun, using the selenium content in rice as the index, the varieties of high quality and high yield selenium-rich rice planted in Yichun area were selected. Results showed that all the 26 rice varieties met the selenium-rich and low-cadmium standard. Among them, Huanghuazhan, Zhongbaiyouhuazhan, Yinliangyou 851, Quanyou 123, Huiliangyouyue-nongsimiao, Yinfeng Youhuazhan and Jingliangyou 1468 showed both high-quality and strong selenium-rich ability.

Key words Rice; Selenium-rich; Variety screening; High quality and high yield

硒是人体必需的微量元素, 具有预防心血管病、抗肿瘤、抗病毒、抗衰老、提高免疫力等功效, 能有效预防克山病、大骨节病等的发生, 能明显提高人体免疫机能^[1-2]。由于人体内无法合成硒, 必须从外源性食物中获取, 而富硒农产品则是人们获取并补充硒元素的较好来源^[3]。水稻作为我国大部分地区的主食, 通过提高稻米硒含量, 从饮食方面增加人体摄硒量是一种比较理想的补硒途径^[4]。水稻属于非聚硒植物类型中含硒量低的种类, 但是水稻不同基因型之间差异极为显著, 如刘宪虎等^[5-6]分析不同水稻品种硒含量发现, 不同品种之间硒含量差异非常明显。蒋彬等^[7]对 239 份水稻种质的硒积累差异研究结果显示, 不同水稻基因型稻米中硒含量差异极为显著。因此, 筛选和利用富硒水稻种质资源提高稻米硒含量是可行的。笔者收集了国审或江西审定的 26 个水稻品种, 利用宜春天然富硒土壤种植进行筛选, 以筛选出适应宜春市种植的富硒水稻品种, 促进宜春市富硒水稻产业发展。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况 试验地在宜春市农业科学院试验基地进行, (114°23'E, 27°28'N), 海拔 128.5 m, 土壤为黏性土壤, 土壤基本理化性质如下: 有机质 13.70 g/kg, 矿质氮 84.00 mg/kg, 有效磷 4.40 mg/kg, 速效钾 225.00 mg/kg, 硒含量 0.51 mg/kg, 镉含量 0.58 mg/kg。

1.2 试验材料 26 个供试水稻品种均为近年通过国家审定或江西省审定且米质达国家《优质稻谷》标准或农业行业《食用稻品种品质》3 级及以上品种(表 1)。

1.3 试验设计 将 26 个水稻品种分成 3 个组, 采用随机区组排列, 3 次重复, 小区面积 13.3 m², 共设 54 个小区。按照

水稻正常栽培管理进行种植, 2020 年 5 月 18 日播种, 6 月 8 日移栽, 栽插规格 20 cm×27 cm。

1.4 样本采集 成熟后, 对各小区在田间采用五点法取植株样, 自然晾干后脱粒, 送检。

1.5 硒的测定 稻谷及土壤样本委托宜春发酵所检测硒含量。稻谷硒含量检测方法参照 GB 5009.93—2017 食品安全国家标准食品中硒的测定。稻谷镉含量检测方法参照 GB 5009.15—2014 食品安全国家标准食品中镉的测定。

1.6 数据统计与分析 采用 Stat 软件和 Excel 2010 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同水稻品种的硒含量比较 对 26 个品种米样硒含量进行检测, 结果见表 2。

中华人民共和国国家标准 GB/T 22499—2008 公布的富硒物质的标准为 0.04~3.00 mg/kg, 因此参试的 26 个水稻品种均达富硒标准, 平均硒含量最低的是隆香优华占, 为 0.077 mg/kg, 远高于全国平均值 0.03 mg/kg, 含量较高的是和两优 713 与丰两优一号, 均为 0.143 mg/kg, 由此可见天然富硒土壤上种植的水稻, 其稻米中硒含量明显增加。但不同的品种之间硒含量又存在差异。将同一组内不同水稻品种的硒含量进行新复极差比较, 可以看出有些品种之间硒含量存在显著或极显著的差异, 这也说明了不同基因型水稻对硒的吸收富集能力存在显著差异。

2.2 不同水稻品种的镉含量比较 稻米镉积累会影响食品安全, 为了更好地开发和利用富硒稻米, 达到安全、绿色、营养的目的, 该试验对参试的 26 个水稻品种镉含量也进行了测定, 结果见表 3。

根据中华人民共和国国家标准 GB 2762—2012 食品中污染物限量, 谷物的镉残留小于 0.20 mg/kg, 该试验参试的 26 个水稻品种稻谷镉含量均低于无公害水稻标准限量值。将同一组内不同水稻品种的镉含量进行新复极差比较, 可以

基金项目 宜春市重点研发项目。

作者简介 谭陈菊(1981—), 女, 湖北钟祥人, 高级农艺师, 硕士, 从事水稻遗传育种工作。* 通信作者, 研究员, 从事水稻育种工作。

收稿日期 2021-03-30

看出虽然不同品种之间镉含量存在差异,但是绝大部分品种间镉含量差异并不显著,这也说明了虽然不同水稻品种遗传背景不同,导致不同水稻品种对镉的吸收和积累也不尽相同,但遗传背景并非主要影响因素,水稻对镉的吸收还受到

土壤中镉含量以及土壤理化性质影响。Ye等^[8-10]研究认为,水稻对镉的吸收还受到土壤物理和化学条件、土壤酸碱度(pH)和土壤有机物质含量等影响。

表1 供试品种信息

Table 1 Information of tested varieties

编号 Code	品种名称 Variety name	审定年份 Approval year	米质 Rice quality	编号 Code	品种名称 Variety name	审定年份 Approval year	米质 Rice quality
1	野香优2号	赣 2018	国家《优质稻谷》标准2级	14	和两优713	国 2017	国家《优质稻谷》标准3级
2	惠两优7408	国 2016	国家《优质稻谷》标准2级	15	晶两优1212	国 2018	农业行业《食用稻品种品质》标准2级
3	H优518	国 2011	国家《优质稻谷》标准3级	16	益优918	赣 2012	国家《优质稻谷》标准2级
4	隆香优华占	赣 2017	国家《优质稻谷》标准2级	17	徽两优1133	国 2020	国家《优质稻谷》标准3级
5	中百优华占	赣 2014	国家《优质稻谷》标准1级	18	荃两优丝苗	国 2017	国家《优质稻谷》标准2级
6	荃早优406	国 2018	国家《优质稻谷》标准2级	19	荃优123	国 2017	国家《优质稻谷》标准2级
7	益优华占	赣 2014	国家《优质稻谷》标准2级	20	丰两优一号	国 2005	国家《优质稻谷》标准2级
8	晶两优1468	国 2017	国家《优质稻谷》标准2级	21	徽两优粤农丝苗	国 2019	农业行业《食用稻品种品质》标准2级
9	荃优华占	国 2017	国家《优质稻谷》标准2级	22	丰两优香1号	赣 2006	国家《优质稻谷》标准3级
10	晶两优534	国 2016	国家《优质稻谷》标准2级	23	银两优851	国 2019	农业行业《食用稻品种品质》标准1级
11	闽两优5466	国 2019	国家《优质稻谷》标准2级	24	粤禾丝苗	赣 2017	国家《优质稻谷》标准2级
12	隆晶优1212	国 2017	国家《优质稻谷》标准3级	25	银丰优华占	赣 2016	国家《优质稻谷》标准2级
13	富美占	赣 2018	国家《优质稻谷》标准3级	26	黄华占		国家《优质稻谷》标准2级

表2 供试水稻品种成熟期稻米硒含量的比较

Table 2 Comparison of Se content of tested rice varieties at mature stage

组别 Group	品种名称 Variety name	硒含量 Se content
1	晶两优1468 Jingliangyou 1468	0.113 aA
	黄华占 Huanghuazhan	0.101 abAB
	中百优华占 Zhongbaiyouhuazhan	0.099 abABC
	野香优2号 Yexiangyou 2	0.098 bABC
	益优华占 Yiyouhuazhan	0.097 bABC
	荃早优406 Quanzaoyou 406	0.090 bcBC
	惠两优7408 Huiliangyou 7408	0.090 bcBC
	H优518 H you 518	0.081 cBC
	隆香优华占 Longxiangyouhuazhan	0.077 cC
	和两优713 Heliangyou 713	0.143 aA
2	晶两优534 Jingliangyou 534	0.130 aAB
	晶两优1212 Jingliangyou 1212	0.110 bBC
	荃优华占 Quanyouhuazhan	0.107 bBC
	益优918 Yiyou 918	0.105 bcBC
	富美占 Fumeizhan	0.103 bcC
	隆晶优1212 Longjingyou 1212	0.101 bcC
	闽两优5466 Minliangyou 5466	0.087 cC
	丰两优一号 Fengliangyou 1	0.143 aA
	荃两优丝苗 Quanliangyousimiao	0.133 abAB
	丰两优香1号 Fengliangyouxiang 1	0.127 abcAB
3	徽两优1133 Huiliangyou 1133	0.120 bcAB
	荃优123 Quanyou 123	0.120 bcAB
	银两优851 Yinliangyou 851	0.120 bcAB
	银丰优华占 Yinfengyouhuazhan	0.120 bcAB
	粤禾丝苗 Yuehesimiao	0.118 bcAB
	徽两优粤农丝苗 Huiliangyouyuenongsimiao	0.107 cB

注:同列相同组别内不同小写字母表示在0.05水平差异显著;同列相同组别内不同大写字母表示在0.01水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column of the same group indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column of the same group indicated extremely significant differences at 0.01 level

表3 供试水稻品种成熟期稻米镉含量的比较

Table 3 Comparison of the Cd contents of tested rice varieties at mature stage

组别 Group	品种名称 Variety name	镉含量 Cd content
1	晶两优1468 Jingliangyou 1468	0.092 aA
	益优华占 Yiyouhuazhan	0.090 aA
	黄华占 Huanghuazhan	0.054 abA
	隆香优华占 Longxiangyouhuazhan	0.046 abA
	野香优2号 Yexiangyou 2	0.043 abA
	惠两优7408 Huiliangyou 7408	0.042 abA
	H优518 H you 518	0.036 abA
	荃早优406 Quanzaoyou 406	0.035 abA
	中百优华占 Zhongbaiyouhuazhan	0.030 bA
	晶两优1212 Jingliangyou 1212	0.183 aA
2	晶两优534 Jingliangyou 534	0.182 aA
	和两优713 Heliangyou 713	0.167 abA
	荃优华占 Quanyouhuazhan	0.117 abcA
	益优918 Yiyou 918	0.095 abcA
	闽两优5466 Minliangyou 5466	0.087 abcA
	富美占 Fumeizhan	0.070 bcA
	隆晶优1212 Longjingyou 1212	0.057 bcA
	荃两优丝苗 Quanliangyousimiao	0.191 aA
	徽两优1133 Huiliangyou 1133	0.152 abA
	粤禾丝苗 Yuehesimiao	0.149 abA
3	丰两优一号 Fengliangyou 1	0.145 abA
	丰两优香1号 Fengliangyouxiang 1	0.136 abA
	银丰优华占 Yinfengyouhuazhan	0.091 abA
	荃优123 Quanyou 123	0.079 abA
	银两优851 Yinliangyou 851	0.079 abA
	徽两优粤农丝苗 Huiliangyouyuenongsimiao	0.072 abA

注:同列相同组别内不同小写字母表示在0.05水平差异显著;同列相同组别内不同大写字母表示在0.01水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column of the same group indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column of the same group indicated extremely significant differences at 0.01 level

(下转第59页)

表 10 温州南部海域沉积物重金属的 E_r^i 和 RITable 10 E_r^i and RI of heavy metals in sediments in the southern seas of Wenzhou

站位 Station	E_r^i 元素 Element						RI	分级 Classification
	Cu	Pb	Zn	Cr	Hg	As		
1	7.224	1.677	1.363	0.291	6.522	4.861	21.938	低
2	7.272	1.825	1.354	0.282	6.087	5.193	22.013	低
3	7.842	2.812	1.398	0.312	10.000	5.343	27.707	低
4	8.080	3.305	1.439	0.309	10.000	5.024	28.157	低
5	7.034	2.985	1.304	0.320	9.130	4.608	25.381	低
6	8.365	2.985	1.464	0.291	6.087	4.717	23.909	低
7	7.082	3.799	1.528	0.258	6.957	4.723	24.347	低
8	7.414	2.121	1.489	0.332	7.826	4.627	23.809	低
9	8.603	2.195	1.275	0.368	7.391	5.096	24.928	低
10	8.222	2.837	1.346	0.315	9.565	5.367	27.652	低
11	7.319	2.541	1.292	0.338	7.826	5.139	24.455	低
12	7.272	1.875	1.410	0.261	8.261	5.434	24.513	低
13	6.939	1.801	1.233	0.323	9.130	5.627	25.053	低
平均 Average value	7.590	2.520	1.377	0.308	9.060	5.058	24.912	低

(3)潜在生态风险评价结果表明,重金属单因子生态风险指数由高到低依次为 Hg、Cu、As、Pb、Zn、Cr。重金属综合生态风险指数 RI 范围为 21.938~28.157,平均值 24.912,总体处于低生态风险水平。

参考文献

- [1] BASTAMI K D, BAGHERI H, KHEIRABADI V, et al. Distribution and ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments along south-east coast of the Caspian Sea[J]. Marine pollution bulletin, 2014, 81(1): 262-267.
- [2] 丰卫华, 陈立红, 宋伟华, 等. 象山港及其邻近海域表层沉积物中重金属的水平分布特征及其污染评价[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2016, 46(4): 71-78.
- [3] FORSTNER U, WITTMAN G T W. Metal contamination in aquatic environment [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1979: 197-270.
- [4] 叶敏强, 季相星, 李婷婷, 等. 江苏省近岸海域沉积物重金属分布及风险评价[J]. 污染防治技术, 2019, 32(2): 33-38.
- [5] MÜLLER G. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River [J]. GeoJournal, 1969, 2(3): 109-118.
- [6] HAN D M, CHENG J P, HU X F, et al. Spatial distribution, risk assessment and source identification of heavy metals in sediments of the Yangtze River Estuary, China[J]. Marine pollution bulletin, 2017, 115(1/2): 141-148.
- [7] 王菊英, 马德毅, 鲍永恩, 等. 黄海和东海海域沉积物的环境质量评价[J]. 海洋环境科学, 2003, 22(4): 21-24.
- [8] 徐争启, 倪师军, 虞先国, 等. 潜在生态危害指数法评价中重金属毒性

系数计算[J]. 环境科学与技术, 2008, 31(2): 112-115.

- [9] LU S Y, ZHU M Y. The background value of chemical elements in the Huanghai Sea sediment [J]. Acta oceanologica sinica, 1987, 6(4): 558-567.
- [10] 刘解答, 郭亮, 柯志新. 珠江口表层沉积物中重金属污染及生态风险评价[J]. 水生态学杂志, 2017, 38(1): 46-53.
- [11] 杨玉峰, 梁浩亮, 范开文, 等. 2016 年惠州海域表层沉积物重金属污染分析[J]. 海洋湖沼通报, 2018(3): 88-94.
- [12] 段一明, 张戈, 于大涛. 辽东湾西北部海域沉积物重金属含量分析及污染评价[J]. 海洋开发与管理, 2020, 37(1): 39-45.
- [13] 李铁军, 刘士忠, 郭远明, 等. 三门湾沉积物重金属污染及其潜在生态危害评价[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2011, 30(4): 318-321, 335.
- [14] 亚茵, 崔灵周, 王传花, 等. 乐清湾滩涂沉积物重金属含量垂向分布及污染评价[J]. 水土保持学报, 2015, 29(5): 299-303.
- [15] 李学杰. 广东大亚湾底质重金属分布特征与环境质量评价[J]. 中国地质, 2003, 30(4): 429-435.
- [16] 郭军辉, 殷月芬, 陈发荣, 等. 胶州湾表层沉积物重金属污染分布特征及其生态风险评价[J]. 环境污染与防治, 2012, 34(3): 13-21.
- [17] 李飞, 徐敏. 江苏港口海域沉积物重金属污染状况[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(9): 1275-1282.
- [18] 时运红, 李明远, 李波, 等. 深圳湾沉积物重金属污染时空分布特征[J]. 海洋环境科学, 2017, 36(2): 186-191, 208.
- [19] 张树刚, 吕宝强, 马志凯, 等. 温州附近岸海域沉积物中重金属生态风险评价[J]. 环境科学与技术, 2016, 39(S2): 437-443.

(上接第 36 页)

3 结论

该试验的目标是利用宜春天然富硒土壤, 筛选出适应宜春市种植的富硒水稻品种, 以促进宜春市富硒产业, 同时改善和提高人体的硒营养水平。研究表明, 供试的 26 个水稻品种均达富硒低镉标准, 综合来看, 从土壤中吸收和累积硒能力强的天然富硒低镉品种有黄华占、中百优华占、银两优 851、荃优 123、徽两优粤农丝苗、银丰优华占、晶两优 1468。

该研究利用田间天然富硒环境进行富硒水稻的筛选, 由于自然生产环境比较复杂, 很难保证水稻材料种植的完全均一性, 其结果的准确性较差; 要获得准确鉴定结果可能还需要进行多年多点筛选^[11]。因此, 该研究结果只能用于初步筛选, 如需高效准确地对水稻富硒能力进行鉴定并筛选出高富硒的水稻种质资源, 还需要结合分子手段进行定向选择。

参考文献

- [1] RAYMAN M P. The importance of selenium to human health[J]. Lancet,

2000, 356(9225): 233-241.

- [2] 关玉群, 朱磊, 王充, 等. 硒与人体健康[J]. 现代预防医学, 2003, 30(5): 700-702.
- [3] 张明刚. 富硒农业种植发展前景[J]. 农民致富之友, 2017(15): 54.
- [4] 吴得峰. 喷施硒肥对水稻产量及硒含量的影响[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(24): 108-110.
- [5] 刘宪虎, 许明子, 李范洙, 等. 黑稻育成品系的 20 种矿质元素的含量分析[J]. 延边大学农学学报, 1997, 19(4): 215-218.
- [6] 李正文, 张艳玲, 潘根兴, 等. 不同水稻品种籽粒 Cd、Cu 和 Se 的含量差异及其人类膳食摄入风险[J]. 环境科学, 2003, 24(3): 112-115.
- [7] 蒋彬. 水稻富硒基因型品种筛选[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2002, 30(S1): 152-156.
- [8] YE X X, LI H Y, MA Y B, et al. The bioaccumulation of Cd in rice grains in paddy soils as affected and predicted by soil properties[J]. Journal of soils and sediments, 2014, 14(8): 1407-1416.
- [9] ZHAO K L, ZHANG W W, ZHOU L, et al. Modeling transfer of heavy metals in soil-rice system and their risk assessment in paddy fields[J]. Environmental earth sciences, 2009, 59(3): 519-527.
- [10] ZENG F R, ALI S, ZHANG H T, et al. The influence of pH and organic matter content in paddy soil on heavy metal availability and their uptake by rice plants [J]. Environmental pollution, 2011, 159(1): 84-91.
- [11] 一种富硒水稻品种的筛选方法与流程 [EB/OL]. [2020-10-15]. <http://www.xjshu.com/zhuanti/01/201810433294.html>.