

黑龙江省富铁水稻种质资源筛选

李 琬^{1,2},王永力^{1,2},张国民¹

(1. 中国科学院 北方粳稻分子育种联合研究中心,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 黑龙江省农业科学院 博士后科研工作站,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:不同基因型水稻籽粒铁含量差异明显,筛选出富铁能力较强的水稻品种,对开发黑龙江省富铁水稻资源具有十分重要的意义。通过田间试验对黑龙江省水稻资源进行筛选。结果表明:相同条件下,黑龙江省水稻资源材料铁含量差异较大,变异区间在 2.85~7.69 mg·kg⁻¹,平均值为 4.62 mg·kg⁻¹,极大值与极小值的比值为 2.70。对黑龙江省 137 份种质资源籽粒铁含量进行频率分析,发现其整体分布呈单峰的正态分布,说明水稻籽粒铁含量是受多基因控制的数量性状遗传。

关键词:黑龙江省;水稻;富铁;微量元素

中图分类号:S511.024 文献标识码:A 文章编号:1002-2767(2016)07-0001-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.07.0001

铁是生物生长发育必需的微量元素,在新陈代谢过程中起着重要作用^[1]。虽然铁在人体内含量甚微,但它们构成体内重要的电子传递系统,参与激素等物质的生物合成,与人体健康关系密切。铁在人体生理防卫和免疫机能方面起着重要作用^[2],在人体内分布广泛,几乎存在所有组织中^[3],是物质氧化供能过程所需的多种化合物的组分,同时和某些生物酶活性有关^[4],缺铁会造成不同程度的贫血,人体铁缺乏症在全球范围内普遍存在,影响全世界亿万人的身体健康和生命质量^[5],据统计全世界有超过 30 亿人口面临铁锌缺乏的问题^[6-7]。

水稻(*Oryza sativa* L.)是人类主要的粮食作物,全世界约有一半以上的人口以稻米为主食,尤其是发展中国家^[8]。有研究指出引起人体内微量元素营养元素缺乏的最主要原因是以单一作物作为主要的食物来源^[9]。稻米为我国居民提供了大部分微量元素含量^[10],然而,有研究表明,植物性食品铁含量非常低,而且生物有效性也差,在加工过程中损失较大^[11]。有报道指出通过育种手段可以增加水稻体内铁元素的含量^[12],这就需要充分发掘优异水稻种质资源中富铁的材料,研究其遗传

特性,通过常规遗传育种和分子辅助育种手段培育出富含铁元素的水稻新品种,以期解决人类铁元素缺乏的现实问题。

本研究通过测定黑龙江省水稻种质资源中籽粒的铁含量,筛选出富铁水稻种质资源。同时分析不同积温带水稻种质资源籽粒铁含量的差异,以期黑龙江省不同积温带富铁水稻育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2015 年在哈尔滨市道外区黑龙江省农业科学院民主试验地水田区进行,该地区属中温带大陆性季风气候,年平均气温 3.5℃;年平均降雨量 530 mm,无霜期 136 d 左右,试验土壤为黑土型水稻土。

1.2 材料

黑龙江省水稻材料 137 份,其中第一积温带 32 份,第二积温带 53 份,第三积温带 26 份,第四积温带 26 份。

1.3 方法

采用随机区组排列,每份材料 2 次重复,5 m 行长,4 行区,小区面积 6 m²,水稻种子通过催芽、播种、移栽,根据寒地水稻高产栽培要求常规管理,成熟后随机选择 3 株,整株收获,人工脱粒,用糙米机脱壳后用精米机将糙米碾磨为精米,粉碎过 100 目筛,利用电感耦合等离子体质谱法测定铁含量。

2 结果与分析

由表 1 可知,从不同积温带分析,第一积温带水稻材料籽粒铁含量最高的是 W117,为 6.52 mg·kg⁻¹,铁含量最低的水稻材料是 W163,

收稿日期:2016-06-08
基金项目:黑龙江省自然科学基金面上资助项目(C2015028);哈尔滨市青年后备人才资助项目(2015RAQY044)
第一作者简介:李琬(1977-),女,黑龙江省齐齐哈尔市人,博士,助理研究员,从事水稻功能米研究。E-mail: hliwan@hotmail.com。
通讯作者:张国民(1972-),男,黑龙江省庆安县人,硕士,研究员,从事水稻遗传育种及稻瘟病防治等研究。E-mail: zgm_2290@163.com。

为 3.01 mg·kg⁻¹,最高是最低的 2.17 倍,第一积温带水稻铁含量平均值为 4.60 mg·kg⁻¹。铁含量最高的水稻材料出现在第二积温带,为 7.69 mg·kg⁻¹,同时第二积温带水稻材料 W50 的铁含量也达到了 7.36 mg·kg⁻¹,这 2 份材料均高

于第一积温带铁含量最高值 10% 以上。第三积温带水稻材料铁含量平均值最高,为 4.72 mg·kg⁻¹,其中 W3、W94、W170 的铁含量均在 7.00 mg·kg⁻¹ 以上。第四积温带水稻资源籽粒铁含量最高、最低值分别为 6.33、3.25 mg·kg⁻¹。

表 1 水稻种质资源材料籽粒铁含量

Table 1 Iron content of rice grains in rice germplasm resources

第一积温带 First accumulated temperature area		第二积温带 Second accumulated temperature area		第三积温带 Third accumulated temperature area		第四积温带 Fourth accumulated temperature area	
品种代号 Code of varieties	铁含量/ (mg·kg ⁻¹) Iron content	品种代号 Code of varieties	铁含量/ (mg·kg ⁻¹) Iron content	品种代号 Code of varieties	铁含量/ (mg·kg ⁻¹) Iron content	品种代号 Code of varieties	铁含量/ (mg·kg ⁻¹) Iron content
W12	4.17	W2	4.38	W3	7.38	W1	3.25
W24	5.14	W5	5.84	W4	3.37	W41	4.29
W30	4.49	W7	5.53	W6	4.91	W93	6.33
W36	4.45	W8	5.13	W25	6.33	W138	4.45
W91	4.50	W26	4.20	W94	7.29	W155	4.01
W92	4.46	W27	3.21	W105	3.89	W172	4.86
W106	4.66	W28	3.38	W131	5.33	W462	3.52
W111	6.27	W48	6.33	W140	4.94	W463	4.82
W112	4.95	W50	7.36	W141	5.37	W464	5.41
W113	4.17	W66	3.40	W142	4.24	W465	3.69
W114	3.51	W73	4.66	W143	4.69	W466	4.11
W115	4.82	W90	3.68	W144	3.87	W467	4.71
W116	3.34	W97	4.09	W147	4.50	W468	4.77
W117	6.52	W98	4.55	W158	3.47	W469	4.20
W118	3.60	W99	4.57	W159	4.54	W470	4.42
W122	5.21	W100	3.98	W162	3.10	W471	5.25
W123	4.66	W101	3.78	W170	7.13	W472	4.43
W128	3.34	W102	5.18	W171	3.98	W473	4.30
W129	4.24	W104	5.79	W187	4.20	W474	4.21
W132	5.08	W108	5.88	W190	3.81	W475	4.58
W149	4.98	W110	4.28	W206	3.53	W476	3.66
W150	5.18	W119	7.69	W452	4.41	W477	4.87
W152	5.55	W120	4.26	W454	4.72	W479	6.27
W153	4.01	W121	5.21	W455	3.39	W480	5.01
W161	5.52	W124	3.28	W457	6.16	W481	4.09
W163	3.01	W125	4.87	W458	4.14	W482	3.94
W167	4.19	W126	3.63				
W169	4.14	W127	4.31				
W186	5.40	W133	5.16				
W446	5.20	W134	4.14				
W450	3.87	W135	4.75				
W451	4.63	W136	4.66				
		W137	4.64				
		W139	4.70				
		W145	3.01				
		W146	4.16				
		W148	4.37				
		W151	4.92				
		W154	5.65				
		W156	5.05				
		W157	3.87				
		W160	3.76				
		W164	5.05				
		W166	4.59				
		W168	4.25				
		W173	4.77				
		W179	4.09				
		W449	5.46				
		W453	3.37				
		W456	4.68				
		W459	5.40				
		W460	4.82				
		W461	2.85				

由图 1 可知,137 份水稻种质资源材料籽粒铁含量整体呈单峰分布,铁含量低于 3.00 mg·kg⁻¹ 的品种占 0.73%,介于 3.00~4.00 mg·kg⁻¹ 的品种占 23.36%,介于 4.00~5.00 mg·kg⁻¹ 的品种占 48.16%,介于 5.00~6.00 mg·kg⁻¹ 的品种占 18.98%,介于 6.00~7.00 mg·kg⁻¹ 的品种占 5.11%,大于 7.00 mg·kg⁻¹ 的品种占 3.65%,铁含量集中分布在 3.00~6.00 mg·kg⁻¹。

由表 2 可知,黑龙江省 4 个积温带水稻资源籽粒铁含量平均值为第三积温带>第二积温带>第一积温带>第四积温带,变异系数的变化趋势与平均值相同。黑龙江省水稻资源材料铁含量差异较大,变异区间在 2.85~7.69 mg·kg⁻¹,平均值

为 4.62 mg·kg⁻¹,极大值与极小值的比值为 2.70。

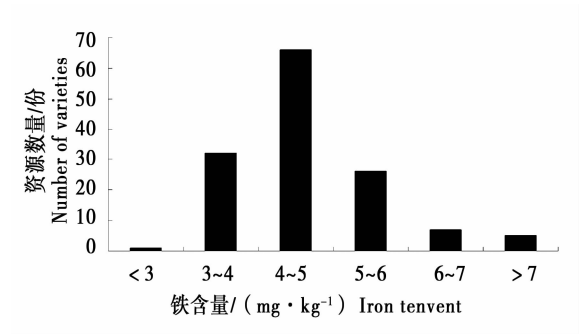


图 1 137 份水稻种质资源材料铁含量频率分布
Fig.1 Distribution of iron content in 137 rice varieties

表 2 水稻资源籽粒铁含量范围及变异系数

Table 2 Iron content range and coefficient of variation of rice varieties

积温带 Accumulated temperature area	含量范围/(mg·kg ⁻¹) Content range	平均值/(mg·kg ⁻¹) Average	标准差 Standard deviation	变异系数/% Variable coefficient
第一	3.01~6.52	4.60	0.81	17.60
第二	2.85~7.69	4.62	0.98	21.21
第三	3.92~7.29	4.72	1.23	26.06
第四	3.25~6.33	4.52	0.74	16.37

3 结论与讨论

近年来,国内外有关富铁水稻资源选育方面的研究较多,但研究大多集中糙米上,在黑龙江省水稻籽粒铁含量方面的研究未见报道。Gregorio 等^[13]对 1 138 份水稻种质资源的分析表明,糙米铁含量为 6.3~24.4 mg·kg⁻¹;Liang^[14]等对 56 份水稻品种糙米资源进行研究,结果显示,其铁含量为 9~45 mg·kg⁻¹,廖江林^[15]等研究表明,糙米中铁含量是精米的 3.0 倍,本研究铁含量变化范围 2.85~7.69 mg·kg⁻¹,与 Gregorio 等研究结果相近。本研究第三积温带变异系数为 26.06,表明不同的水稻品种因其基因差异其微量元素铁含量存在较大的差异。我国是亚洲栽培稻的发源地之一,水稻种质资源极其丰富,其中应该有不少未被人们发掘的富铁水稻种质,所以对于北方粳稻中富铁材料的筛选方面所做工作还远远不够。因此,要大幅度提高稻米的铁含量进而改善人体的营养健康仍然是一项十分艰巨的任务,也是未来研究的方向。

参考文献:

[1] 袁玲. 水稻籽粒铁锌生物强化农艺调控因子及其机理研究[D]. 杭州:浙江大学,2012.
[2] 佟建明. 饲料添加手册[M]. 北京:中国农业大学出版社,

2001;55-60.
[3] 王辉,张得雯,王瑞智,等. 宁夏富铁水稻种质资源筛选及籽粒铁的质量分数与粒形相关性分析[J]. 西北农业学报, 2014,23(9):50-55.
[4] 吕倩. 新型铁锌肥对水稻籽粒铁锌积累的影响[D]. 杭州: 浙江大学,2010.
[5] 毕超. 水稻中铁锌含量遗传育种研究进展[J]. 现代农业科技,2010(24):39-40.
[6] Underwood B A. Overcoming micronutrient deficiencies in developing countries: Is there a role for agriculture [J]. Food and Nutrition Bulletin,2000,21(4):356-360.
[7] Welch R M, Grahama R D. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective [J]. J Exp. Bot. ,2004,55(396):353-364.
[8] Fitzgerald M A, Mc Couch 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.
[9] Pinstrup-Andersen P. Improving human nutrition through agricultural research: Overview and objectives[J]. Food and Nutrition Bulletin,2000,21(4): 352-355.
[10] 谢新华,肖昕,李晓方,等. 稻米蛋白质的研究进展[J]. 广东农业科学,2003(6): 2-4.
[11] Welch R M, Graham R D. A new paradigm for world agriculture: meeting human needs productive, sustainable, nutritious[J]. Field Crops Research,1999,60(1-2): 1-10.
[12] 孙桂芳,杜明,慕永红,等. 水稻稻素营养研究进展[J]. 现代化农业,2013(3): 20-22.

耐冷玉米自交系的筛选

李 亮,高明波,袁海洋,于清涛,刘焕成
(哈尔滨市农业科学院,黑龙江 哈尔滨 150029)

摘要:耐冷玉米自交系是耐冷玉米品种选育的关键,为提供耐冷玉米品种的选育材料,以不同遗传背景的 100 份玉米自交系为试验材料,通过发芽期耐冷性筛选、幼苗期耐冷性筛选、低温下相对电导率测定、低温下抗氧化保护酶活性分析等试验,筛选得到相对耐冷性强的玉米自交系 4 份。

关键词:玉米;耐冷性;电导率;抗氧化保护酶

中图分类号:S513.034 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2016)07-0004-05 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2016.07.0004

低温冷害是严重影响植物生长发育的非生物逆境危害之一^[1-2]。玉米原产于南美洲地区,是一种喜温作物,对低温十分敏感。低温冷害可以影响玉米全生育期的生长,从而严重影响玉米的最终产量。玉米冷害主要分三种类型:延迟型冷害、障碍型冷害、混合型冷害。延迟型冷害发生在玉米营养生长阶段,可以导致玉米生长延缓、熟期拖后、籽粒水分过高造成玉米产量与品质的下降。障碍型冷害是玉米在生殖生长期突然遭受短时

间低温,使玉米生殖器官的生理功能受到破坏,影响生殖器官的生长,最终产生畸形穗等病态果实,进而影响作物产量。混合型冷害则是指一个生长季节先后遭受了延迟型冷害和障碍型冷害。由于近些年来天气变化不确定性增加,低温冷害发生频率增加,冷害类型趋于复杂。特别在我国的高纬度寒冷地区冷害发生频率逐年增加。在这些地区玉米产业是农业生产的重中之重,玉米种植面积不断扩大,低温冷害每年造成的玉米产量损失巨大,加大了玉米生产的风险。选择耐低温的玉米品种进行种植,是抵御低温冷害风险,降低损失最经济、有效的途径之一。因此,耐低温玉米品种在生产中需求迫切。耐冷玉米品种的选育工作迫在眉睫,耐冷玉米自交系又是耐冷玉米品种选育

收稿日期:2016-04-12
第一作者简介:李亮(1984-),男,黑龙江省哈尔滨市人,硕士,助理研究员,从事玉米育种与耐逆性相关研究。E-mail: dongming116@163.com。

[13] Gregorio G B, Senadhira D T, Graham R D. Improving iron and zinc value of rice for humannutrition[J]. Agriculture et development, 1999(23): 68-81

[14] Liang J F, Han B Z, Han L Z, et al. Iron, zinc and phytic acid content of selectedrice varieites from China[J]. J Sci

Food Agr, 2007, 87: 504-510.

[15] 廖江林,黄友生,黄国庆,等.改良爪哇稻米粒中铁与锌含量的测定与分析[J].西南农业大学学报:自然科学版, 2006, 28(6): 913-916

Selection of Iron Enriched Rice Germplasm Resources in Heilongjiang Province

LI Wan^{1,2}, WANG Yong-li^{1,2}, ZHANG Guo-min¹

(1. Rice Molecular Breeding In Northern Chinese Academy of Sciences Joint Research Centre, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Post-doctoral Research Workstation, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: Iron contentis different in different genotypes rice grain, screening out rich-iron rice varieties has great significance for the development of iron rich resources of rice in Heilongjiang province. The fields creening experiment of rice germplasm resources was conducted in Heilongjiang province. The results showed that iron content in rice resources was different, the variation range of iron content was 2. 85~7. 69 mg•kg⁻¹, the average was 4. 62 mg•kg⁻¹, the ratio of the maximum and minimum was 2. 70. Frequency distribution of 137 resources iron content was close to a unimodal normal distribution, which indicated that iron content of rice grains was controlled by multiple genes.

Keywords: Heilongjiang province; rice; iron-rich; microelement