

西藏高海拔边境县青稞地方品种微量元素的 评价分析

黄海皎

(西藏自治区农牧科学院农业研究所 西藏 拉萨 850000)

摘要:青稞籽粒中微量元素的高低关乎人们饮食健康,为挖掘、利用高微量元素的资源材料,本研究对收集的249份地方品种进行了Ca, Fe, Zn和Se等4种微量元素的测定和分析。结果表明:249份供试材料间存在丰富的遗传变异,且4种微量元素间有显著的正相关。西藏吉隆县的BJX004材料、定日县的BJX046和BJX044共3份材料的4种微量元素含量较高,是很好的高微量元素育种材料。

关键词:青稞;微量元素;地方品种

中图分类号:S512.3

文献标志码:A

Evaluation and Analysis of Trace Element Content of Highland Barley Local Varieties in High Altitude Border County of Tibet

HUANG Haijiao

(Institute of Agricultural, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850000, China)

Abstract: The level of microelements in highland barley grain is related to people's dietary health. In order to excavate and utilize the resource materials with high trace elements, this study measured and analyzed the four trace elements of Ca, Fe, Zn and Se from 249 local varieties collected. The results show that: There were abundant genetic variation among 249 samples with significant positive correlation among the four trace elements. Bjx004, bjx046 and bjx044 from Jilong County, Dingri county have higher contents of four trace elements, which are good breeding materials for high trace elements.

Key Words: highland barley; trace Element; local varieties

20世纪以来,铁、锌等微量元素缺乏已成为全世界所面临的首要营养不良问题,全球大约有30%以上的人群已表现出Fe, Zn等微量元素的缺乏症状,该问题在亚非拉等发展中国家尤其突出^[1-3]。青稞是西藏种植面积最大,也是青藏高原历史悠久的区域民族特色作物^[4],是藏区农牧民的主要粮食作物。青稞富含多种矿物质、氨基酸等,藏族同胞之所以能在缺少瓜果蔬菜的高寒地区得以生存,与其常年食用青稞是分不开的^[5]。

西藏自治区地处青藏高原,平均海拔在4 000 m以上^[6],气候复杂多样,青稞种类资源十分丰富。

种质资源作为作物遗传改良和相关研究的物质基础,如何有效利用将直接影响现代农业育种的可持续发展^[7-8]。收集、鉴定这些基本资源,从中筛选出富含微量元素的青稞种质资源,对选育富含高矿物质的青稞品种具有重要意义。项目组从西藏15个高海拔边境县收集地方品种249份,并对籽粒的4种微量元素(Ca, Zn, Fe, Se)进行了检测分析,以期育种工作者提供有效材料。

1 材料与方法

1.1 供试材料

249份供试材料中,编号为BJX001至BJX245的219份种质资源是从中国农业科学院种质资源

收稿日期:2020-03-22

作者简介:黄海皎(1986-),男,助理研究员,主要从事种子资源搜集、鉴定、评价及保存研究,E-mail:442808261@qq.com。

库引进,编号BJX247至BJX278的30份材料是项目组于2018年7—10月在西藏高海拔边境县收集的,之后保存在西藏自治区农牧科学院农业研究所品质室资源库中。编号中BJX代表边境县,数字为序号。具体来源见表1。

表1 249份地方品种来源

| 序号 | 材料来源 | 份数 | 序号 | 材料来源 | 份数 |
|----|--------|----|----|------|----|
| 1 | 日喀则定结 | 39 | 9 | 山南隆子 | 7 |
| 2 | 日喀则定日 | 65 | 10 | 山南乃东 | 1 |
| 3 | 日喀则岗巴 | 18 | 11 | 山南措那 | 1 |
| 4 | 日喀则吉隆 | 19 | 12 | 阿里普兰 | 15 |
| 5 | 日喀则康马 | 35 | 13 | 阿里日土 | 9 |
| 6 | 日喀则亚东 | 16 | 14 | 阿里扎达 | 17 |
| 7 | 日喀则聂拉木 | 1 | 15 | 阿里噶尔 | 2 |
| 8 | 山南措美 | 4 | | | |

1.2 检测方法

试验于2019年在西藏自治区农牧科学院农业研究所进行。籽粒适时收获,人工脱粒并进行常规考种。取饱满籽粒,进行检测。每个品种称取100 g,粉碎,过80目筛,用于测定微量元素(Fe,Zn,Se)的含量。Fe,Zn,Se元素含量测定采用ICP-OES直接

测定^[9],Ca含量测定按照国标GB/T6437-2002的方法进行测定^[10-11]。

1.3 统计分析

利用Excel对试验数据进行整理,利用SPSS 23.0对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 249份地方品种籽粒中4种微量元素的含量

青稞籽粒中4种微量元素的含量见表2。从表2中可以看出,籽粒中4种微量元素差异明显,所检测的4种微量元素中Ca的含量最高,其次是Fe,Zn,含量最低的是Se。4种微量元素在不同地方品种间的差异也较大,其变异系数在18.05%和146.68%之间,其中Se的变异系数最大,为146.68%,这说明虽然青稞籽粒中Se元素含量最低,但是不同品种间的变化是最大的;其余3种微量元素的变幅也在10%以上,说明不同品种间的微量元素含量存在着丰富的变异,其变异顺序从高到低依次为Se,Fe,Zn,Ca。与王健胜等、程晓彬等研究结果相同^[12-13],4种微量元素的含量特征与不同微量元素极端单株间的差异表现基本相同,即极差值越大,微量元素的含量就越高,4种微量元素极差值从大到小顺序依次为Ca,Fe,Zn,Se。

表2 Ca,Fe,Zn,Se4种微量元素在249份地方青稞中的含量

| 微量元素 | 最小值/mg·kg ⁻¹ | 最大值/mg·kg ⁻¹ | 极差 | 均值/mg·kg ⁻¹ | 标准差(SD) | 变异系数/% |
|------|-------------------------|-------------------------|----------|------------------------|---------|--------|
| Ca | 697.85 | 1 720.51 | 1 022.66 | 1 055.86 | 190.56 | 18.05 |
| Zn | 21.88 | 109.25 | 87.37 | 48.76 | 14.28 | 29.29 |
| Fe | 67.48 | 393.63 | 326.15 | 127.56 | 45.26 | 35.48 |
| Se | 0.03 | 11.43 | 11.4 | 1.33 | 1.95 | 146.68 |

2.2 不同地区青稞籽粒中4种微量元素的含量

对不同地区青稞籽粒中检测4种微量元素的含量,从检测结果看,15个县青稞籽粒中Ca,Zn,Fe和Se等4种微量元素的最高含量分别为1 720.51,109.26,393.63和11.43 mg/kg,其中定日县BJX046和BJX044两个品种Ca,Se的含量最高,定结县

BJX152的Zn元素含量最高,康马县BJX082的Fe元素含量最高(图1、图2)。

试验结果看出,各县青稞籽粒中Ca,Zn,Fe和Se等4种微量元素的平均含量为1 080.87,50.75,127.45和1.02 mg/kg,变异系数为7.60%,15.92%,9.79%和65.69%。相对于Ca、Fe两种元素,Zn,Se

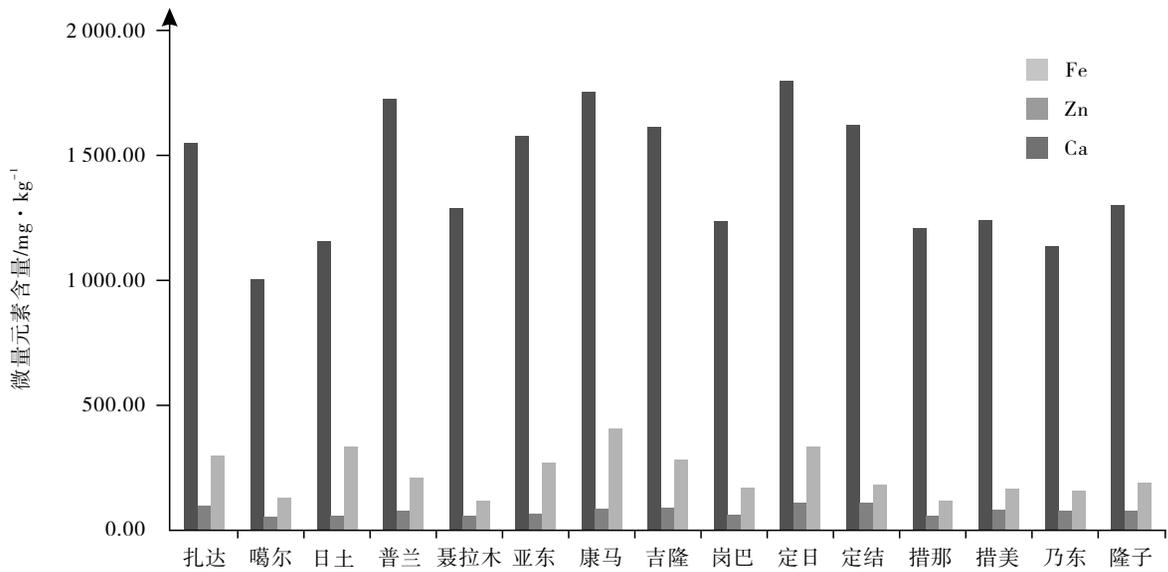


图1 各县青稞籽粒中微量元素含量

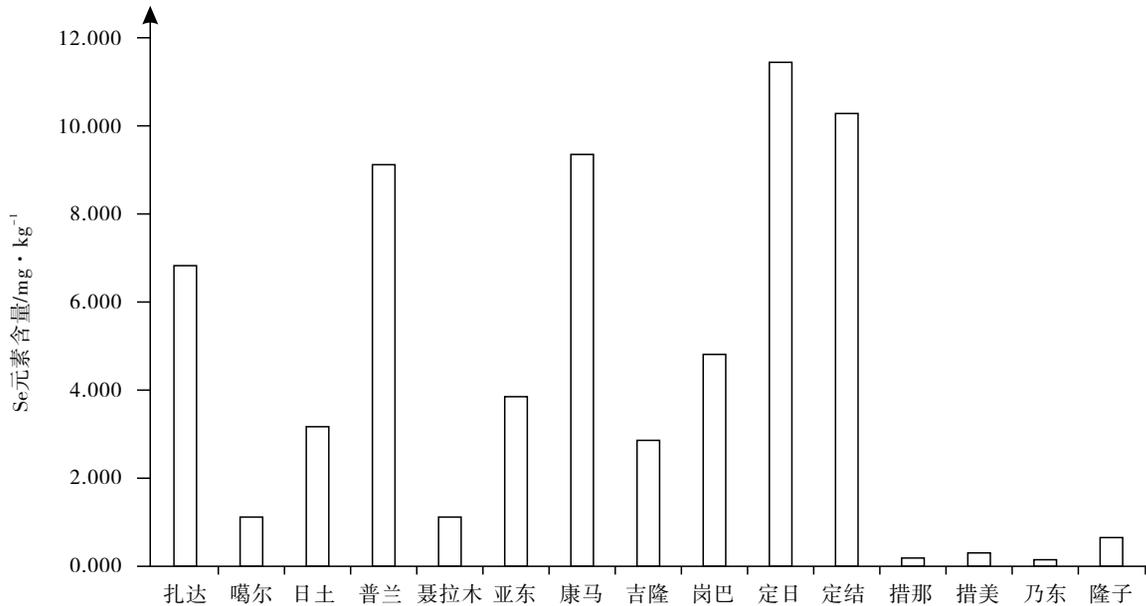


图2 各县青稞籽粒中Se元素含量

的变异系数明显要高,均达到了15%以上,这也暗示了Zn、Se两种元素可能具有更高的遗传多样性和更大的遗传变异(表3)。

表3 青稞籽粒中4种微量元素的整体含量状况

| 微量元素 | 最小值/ mg·kg ⁻¹ | 最大值/ mg·kg ⁻¹ | 极差 | 均值/ mg·kg ⁻¹ | 标准差 (SD) | 变异 系数/% |
|------|-----------------------------|-----------------------------|--------|----------------------------|-------------|------------|
| Ca | 931.40 | 1 230.82 | 299.42 | 1 080.87 | 82.13 | 7.60 |
| Zn | 39.70 | 71.83 | 32.13 | 50.75 | 8.07 | 15.92 |
| Fe | 109.56 | 152.38 | 42.82 | 127.45 | 12.47 | 9.79 |
| Se | 0.17 | 2.64 | 2.47 | 1.02 | 0.67 | 65.69 |

2.3 各县青稞籽粒中4种微量元素的分析比较

为了更直观地了解青稞籽粒中4种微量元素含量状况,笔者对表现突出的青稞种质资源进行了排序,见表4。从Ca元素含量状况看,排名前10的材料来自定日、定结、普兰,康马、亚东和吉隆,其中普兰的材料最多,占33.33%,且这些材料的Ca元素含量均超过了1 400 mg/kg。Zn元素含量最高的是定结县BJX152,其次是定日县、吉隆县,分别有3份材料的Zn元素含量较高。从Fe元素含量方面看,材料最多的是定日县,有3份材料,其次是吉隆和

康马县,分别有2份材料。Se元素含量最高的是定日县的BJX044。从整体看,吉隆县的BJX004材料Ca, Zn, Fe 3种微量元素含量均排名前10,定日县的BJX046和BJX044两份材料的4种微量元素含量也很高,是很好的高微量元素育种材料。

表4 排名前10的4种微量元素的种质资源信息

| 排名 | 编号 | Ca含量/ mg·kg ⁻¹ | 来源地 | 排名 | 编号 | Zn含量/ mg·kg ⁻¹ | 来源地 |
|----|--------|------------------------------|-----|----|--------|------------------------------|-----|
| 1 | BJX046 | 1 720.51 | 定日 | 1 | BJX152 | 109.25 | 定结 |
| 2 | BJX007 | 1 678.42 | 康马 | 2 | BJX046 | 104.41 | 定日 |
| 3 | BJX016 | 1 652.43 | 普兰 | 3 | BJX149 | 90.30 | 定日 |
| 4 | BJX068 | 1 556.90 | 定结 | 4 | BJX058 | 88.67 | 扎达 |
| 5 | BJX047 | 1 550.55 | 定结 | 5 | BJX003 | 88.18 | 吉隆 |
| 6 | BJX018 | 1 545.70 | 普兰 | 6 | BJX004 | 88.10 | 吉隆 |
| 7 | BJX004 | 1 542.86 | 吉隆 | 7 | BJX008 | 85.08 | 康马 |
| 8 | BJX036 | 1 536.40 | 普兰 | 8 | BJX005 | 83.67 | 吉隆 |
| 9 | BJX191 | 1 507.65 | 亚东 | 9 | BJX043 | 81.45 | 康马 |
| 10 | BJX065 | 1 498.44 | 定日 | 10 | BJX133 | 79.23 | 定日 |
| 排名 | 编号 | Fe含量/ mg·kg ⁻¹ | 来源地 | 排名 | 编号 | Se含量/ mg·kg ⁻¹ | 来源地 |
| 1 | BJX082 | 393.63 | 康马 | 1 | BJX044 | 11.429 | 定日 |
| 2 | BJX208 | 319.89 | 定日 | 2 | BJX090 | 10.302 | 定结 |
| 3 | BJX056 | 319.88 | 日土 | 3 | BJX022 | 9.313 | 康马 |
| 4 | BJX103 | 286.11 | 扎达 | 4 | BJX250 | 9.107 | 普兰 |
| 5 | BJX030 | 275.77 | 康马 | 5 | BJX105 | 8.778 | 定结 |
| 6 | BJX111 | 274.43 | 定日 | 6 | BJX040 | 8.583 | 普兰 |
| 7 | BJX041 | 270.74 | 吉隆 | 7 | BJX243 | 8.209 | 定日 |
| 8 | BJX044 | 258.69 | 定日 | 8 | BJX249 | 7.246 | 普兰 |
| 9 | BJX099 | 256.28 | 亚东 | 9 | BJX048 | 7.034 | 定结 |
| 10 | BJX004 | 238.10 | 吉隆 | 10 | BJX234 | 6.849 | 定日 |

2.4 籽粒中4种微量元素的含量的相关性分析

青稞供试材料4种微量元素的相关性分析见表5。由表5可见,青稞籽粒中Ca, Zn, Fe, Se等4种微量元素含量呈显著正相关, Ca元素与Zn, Fe, Se元素间呈极显著正相关, Zn与Fe, Fe与Se之间也呈显著或极显著正相关性, 这表明4种微量元素之间良好的协调性, 各微量元素有望同步提高。

表5 4种微量元素的含量的相关性分析

| 微量元素 | Ca | Zn | Fe | Se |
|------|----|---------|---------|---------|
| Ca | 1 | 0.691** | 0.371** | 0.183** |
| Zn | | 1 | 0.331** | 0.021 |
| Fe | | | 1 | 0.151* |
| Se | | | | 1 |

注:**表示相关性极显著相关($p \leq 0.01$), *表示相关性显著相关($p \leq 0.05$)。

3 结果与讨论

微量元素含量虽少但对维持人体健康起着非常重要的作用,如铁、铜、锌、锰等是体内许多酶的辅助因子,硒是甲状腺激素合成和代谢过程中的必需元素^[14-17]。人体内的微量元素主要靠植物性食物供给^[18],近些年,人们越来越重视微量元素缺乏的问题,食物中的微量元素和有效利用也越来越引起有关部门和地区的重视。青稞是西藏人民的主要粮食作物,其微量元素含量的测定分析及改良对藏族同胞的健康有着非常重要的作用^[19-20]。本研究对西藏15个边境县249份青稞种质资源进行了Ca, Zn, Fe和Se 4种微量元素的测定分析,研究发现,青稞籽粒中4种微量元素含量存在着丰富的遗传变异。青稞籽粒中Ca, Zn, Fe和Se的分布范围在697.85~1 720.51 mg/kg, 21.88~109.25 mg/kg, 67.48~393.63 mg/kg和0.03~11.43 mg/kg, 平均含量分别是1 080.87, 50.75, 127.45和1.02 mg/kg, 该结果与唐亚伟^[4]、谭大明等^[19]、张唐伟等^[20]研究成果存在一定的差异性,除Se元素外, Ca, Zn, Fe 3种元素含量的变幅范围和平均值均高于前人的研究成果。这可能与供试材料的来源地之间生态环境差异较大有关。生态环境的巨大差异导致了青稞种质资源具有丰富的遗传变异,而这种变异将为青稞高微量元素品种的选育提供重要的材料。

本研究发现,15个边境县不同青稞种质资源间微量元素的含量差异较大,且明显高于除西藏以外地区的大麦微量元素含量,这可能与土壤环境及长期自然选择相关。为了充分了解西藏地区青稞籽粒资源的微量元素详细信息,筛选出表现优异的

资源,为青稞育种专家选育品种提供资源材料。本研究还对表现突出的供试材料进行了排名,从结果看,微量元素排名前10的资源材料绝大部分来自定日、定结、吉隆、普兰和康马5县,这可能与不同地区土壤矿质元素含量的分布不同有关。

微量元素相关性分析将为青稞种质微量元素遗传改良提供有效信息^[12]。笔者发现,研究大多集中在Zn,Fe,Cu,Mn等元素,对Ca,Zn,Fe,Se的研究相对较少,本研究发现,Ca,Zn,Fe,Se间呈显著的正相关,这与唐亚伟^[4]、石荣丽等^[21]的研究结果一致,Ca与Zn,Fe间呈正相关;青稞籽粒中Ca,Zn,Fe 3种微量元素与Se呈正相关的结论,笔者尚未见到报道。微量元素间的这种正相关性说明同时提高4种微量元素的可行性,这种关系对提高和改良青稞籽粒中微量元素的含量极为有利。

参考文献:

- [1] 姬虎太,王敏,曹勇,等.硬粒小麦与野生二粒小麦籽粒铁、锌、硒元素质量分数的相关性分析[J].西北农业学报,2018,27(6):772-778.
- [2] 姜丽娜,蒿宝珍,张黛静,等.小麦籽粒Zn、Fe、Mn、Cu含量的基因型和环境差异及与产量关系的研究[J].中国生态农业学报,2010,18(5):982-987.
- [3] GRAHAM R D, WELCH R. Breeding for Staple Food Crops with High Micronutrient Density [C]. Working Papers on Agricultural Strategies for Micronutrients. Washington DC: International Food Policy Research Institute, 1996.
- [4] 唐亚伟.青稞籽粒微量元素含量研究[J].西藏农业科技,2015,37(4):20-23.
- [5] 张唐伟,余耀斌,拉琼.西藏不同青稞品种的品质差异分析[J].大麦与谷类科学,2017,34(1):28-32,41.
- [6] 拉巴穷达.日喀则地区青稞新品种藏青2000的种植表现及丰产栽培技术[J].现代农业科技,2018(3):33-34.
- [7] 赵孟良,王丽慧,任延靖,等.257份菊芋种质资源表型性状的遗传多样性[J].作物学报,2020,46(5):712-725.
- [8] 赵孟良,刘明池,钟启文,等.不同来源菊芋种质资源品质性状多样性分析[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2018,46(2):104-112.
- [9] 孟亚雄,孟祎林,汪军成,等.青稞遗传多样性及其农艺性状与SSR标记的关联分析[J].作物学报,2016,42(2):180-189.
- [10] 薛志忠,杨雅华,李海山,等.五十八份菊芋种质资源遗传多样性SRAP分析[J].北方园艺,2017(21):31-36.
- [11] 张赤红,张京.大麦品种资源遗传多样性的SSR标记评价[J].麦类作物学报,2008,28(2):214-219.
- [12] 王健胜,吴政卿,周正富,等.国内外小麦种质主要矿质元素含量的评价分析[J].分子植物育种,2018,16(22):7550-7557.
- [13] 程晓彬,陈安茹,李利娜,等.大麦茶及大麦籽粒微量元素含量分析[J].食品研究与开发,2017,38(1):123-125.
- [14] 陆艳琦.微量元素与人体健康[J].河南教育学院学报(自然科学版),2002,11(4):40-43.
- [15] 段玉梅.必需微量金属元素在人体中的作用及毒性[J].生物学通报,2004,39(6):25-26.
- [16] 葛亚龙,唐志华.微量元素与人体健康[J].饮料工业,2013,16(3):4-6.
- [17] 曹斌,潘志芬,尼玛扎西,等.青藏高原和国外裸大麦 γ -氨基丁酸的含量与分布[J].麦类作物学报,2010,30(3):555-559.
- [18] 唐珊珊,顾楠,潘志芬,等.青稞发芽过程中 β -葡聚糖含量变化及对麦芽品质的影响[J].应用与环境生物学报,2015,21(4):616-622.
- [19] 谭大明,谭海运,刘国一,等.西藏不同黑青稞品种的农艺性状和营养品质分析[J].麦类作物学报,2018,38(2):142-147.
- [20] 张唐伟,余永新,吴雪莲,等.不同生态环境下青稞的营养成分和矿质元素差异性分析[J].大麦与谷类科学,2020,37(1):6-9.
- [21] 石荣丽,邹春琴,芮玉奎,等.ICP-AES测定中国小麦微核心种质籽粒矿质养分含量[J].光谱学与光谱分析,2009,29(4):1104-1107.