

研究快报

铅冶炼污染区小麦籽粒镉含量及低积累品种筛选

Grain Cd Concentrations of 100 Wheat (*Triticum aestivum* Linn)
Varieties and Strains Grown on Lead-smelting Contaminated
Soils and Screening for Low Cd Varieties邢维芹¹, 张红毅¹, Kirk G. Scheckel², 吴龙华³, 李会勇⁴, Aaron R. Betts²,
周 通³, 李向东⁴, 卢一富⁵, 田会阳¹, 李立平^{1*}(1.河南工业大学化学化工学院, 郑州 450001; 2.美国环保署国家风险管理研究实验室, 美国 俄亥俄州辛辛那提 45224;
3.中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008; 4.河南省农业科学院, 郑州 450002; 5.济源市环境科学研究所, 河南 济源 459000)

关键词: 小麦; 全麦粉; 镉; 品种; 积累

中图分类号: X56 文献标志码: A 文章编号: 1672-2043(2015)10-2039-02 doi:10.11654/jaes.2015.10.029

从已有研究看, 小麦属于对土壤重金属有较强积累能力的作物, 土壤重金属污染区易发生小麦籽粒镉超标现象^[1-4]。本研究选择 100 个小麦品种或品系(其中品种 88 个, 品系为 12 个), 在河南省西北部某铅污染农田中种植, 收获后测定籽粒镉含量, 以评判河南省铅冶炼污染区小麦籽粒镉积累现状并选出对镉积累程度较低的小麦品种。

田间试验于 2013 年 10 月到 2014 年 6 月间进行。研究区地形为山前平原, 海拔约 250 m, 年平均气温和降水量分别为 14.6 °C 和 600 mm, 土壤类型为潮褐土。试验地距离最近的铅冶炼企业直线距离为 5.6 km。试验前对试验地土壤多点采样(0~20 cm), 分析表明, 试验地土壤基本性状为: pH 7.90, Olsen-P 和碱解氮含量分别为 17.6 mg·kg⁻¹ 和 66.2 mg·kg⁻¹, 有机质含量为 12.1 g·kg⁻¹, 全镉含量范围为 0.897~1.52 mg·kg⁻¹, 平均值为 1.31 mg·kg⁻¹, 变异系数为 16.7%; 全铅含量范围为 131~252 mg·kg⁻¹, 平均值为 154 mg·kg⁻¹, 变异系数为 24.0%。DTPA 提取态镉和铅的变化范围分别为 0.731~1.09 mg·kg⁻¹ 和 24.7~47.2 mg·kg⁻¹, 平均值分别为 0.816 mg·kg⁻¹ 和 33.3 mg·kg⁻¹。试验共用 100 个小麦品种或品系, 每个品种或品系种植 3 个小区,

随机排列, 每个小区 17.04 m²。小麦成熟后从每个小区随机采取 3 点麦穗样品, 小麦籽粒清洗、烘干后粉碎获得全麦粉样品, 之后用 HNO₃/H₂O₂ 高压消解法消解, 溶液用原子吸收分光光度计 [Varian SpectrAA 220FS(火焰)、220Z(石墨炉)] 测定 Cd 含量, 采用国家标准物质 GBW10011 进行质量控制。

100 个小麦品种或品系小麦籽粒全麦粉镉含量的最小值为 0.147 mg·kg⁻¹, 最大值为 0.383 mg·kg⁻¹, 平均值为 0.246 mg·kg⁻¹, 标准差为 0.048 4 mg·kg⁻¹, 变异系数为 19.7%。数据分析表明, 不同品种之间籽粒镉含量差异达到 0.001 的显著水平。这表明, 所有 100 个品种或品系籽粒的镉含量均超过了国家标准 GB 2762—2012 的限量值(0.1 mg·kg⁻¹), 且不同品种或品系小麦籽粒对镉的积累能力存在较大的差异。对每个品种或品系的 3 个重复测定值求变异系数, 100 个品种或品系的变异系数的变化范围在 1.10%~22.1%, 平均值为 10.1%, 表明同一品种的重复之间镉含量差异较小。100 个小麦品种或品系籽粒镉含量的频数分布(图 1)分析表明, 籽粒镉含量的主要分布范围是 0.194~0.289 mg·kg⁻¹, 这一范围内的品种或品系占总数的 67%。

100 个品种或品系中, 籽粒镉含量小于 0.15 mg·kg⁻¹ 的品种或品系只有一个, 即洛麦 23, 含量为 0.147 mg·kg⁻¹, 另有 10 个品种或品系籽粒全麦粉镉含量与洛麦 23 的籽粒镉含量差异未达到 0.05 的显著水平,

收稿日期: 2015-07-05

基金项目: 国家自然科学基金(41471253)

作者简介: 邢维芹(1972—), 女, 博士, 副教授, 主要从事土壤重金属污染与修复研究。E-mail: xingwq@haut.edu.cn

* 通信作者: 李立平 E-mail: li_liping@yahoo.com

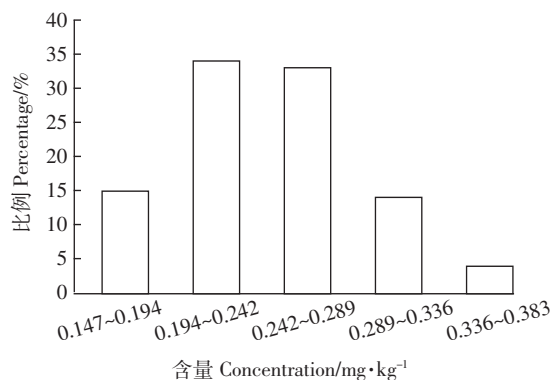


图1 100个小麦品种或品系籽粒全麦粉镉含量的频数分布
Figure 1 Frequency distribution of Cd concentrations in the whole grain flour of 100 wheat varieties or strains planted near a lead smelter in Henan Province

这10个品种或品系分别是洛早6号、新麦26、百农3217、08H277-18-7、平安7号、洛早8号、淮05155、西农979、洛麦24和花培1号。以上11个品种或品系属于籽粒镉含量较低的品种或品系,种植这些品种或品系,有利于降低居民通过食用小麦制品摄入镉的数量。试验品种或品系中,籽粒镉含量大于 $0.30\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的品种或品系(含量从低到高)有郑103、周麦23、华育198、花培3号、百农160、花培8号、新麦2111、郑119、周麦18、郑102、周麦11和FY189,这些品种或品系籽粒镉含量范围是 $0.301\sim 0.383\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,平均值为 $0.327\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,食用这些品种或品系籽粒可摄入较多的镉,因此具有较高的风险。方差分析表明,郑119、周麦18、郑102和周麦11这4个品种籽粒镉含量与FY189之间不存在显著差异($P>0.05$)。

研究表明,小麦麸皮中污染重金属的含量要高于面粉^[5-6],因此,本研究中小麦全麦粉的镉含量高于国家标准的限量值,但面粉中镉含量仍有可能低于该限量值。另外,本研究的结果表明,研究区小麦籽粒镉积累比较严重。小麦制品(面条、馒头等)是当

地居民一日三餐主要的主食,因此,有必要对当地居民通过食用小麦制品摄入镉的状况进行研究。小麦籽粒中污染元素含量受到环境因素的明显影响,因此,本研究选出的低镉积累品种的籽粒镉含量会受到土壤、管理等因素的影响,但一般地,不同品种的籽粒重金属含量排序在不同种植区域一般不会改变^[7]。

参考文献:

- [1] Boussen S, Soubrand M, Bril H, et al. Transfer of lead, zinc and cadmium from mine tailings to wheat (*Triticum aestivum*) in carbonated Mediterranean (Northern Tunisia) soils[J]. *Geoderma*, 2013, 192: 227-236.
- [2] Jamali M K, Kazi T G, Arain M B, et al. Heavy metal accumulation in different varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown in soil amended with domestic sewage sludge[J]. *J Hazard Mater*, 2009, 16(2): 1386-1391.
- [3] 孙亚芳, 王祖伟, 孟伟庆, 等. 天津污灌区小麦和水稻重金属的含量及健康风险评价[J]. 农业环境科学学报, 2015, 34(4): 679-685.
SUN Ya-fang, WANG Zu-wei, MENG Wei-qing, et al. Contents and health risk assessment of heavy metals in wheat and rice grown in Tianjin sewage irrigation area, China[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2015, 34(4): 679-685.
- [4] 季书勤, 郭瑞, 王汉芳, 等. 河南省主要小麦品种重金属污染评价及镉吸收规律研究[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(6): 154-157.
JI Shu-qin, GUO Rui, WANG Han-fang, et al. Estimate of pollution by heavy metals on wheat in Henan and the rule of cadmium absorption in wheat[J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2006, 26(6): 154-157.
- [5] Cheli F, Campagnoli A, Ventura A, et al. Effects of industrial processing on the distribution of deoxynivalenol, cadmium and lead in durum wheat milling fractions[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2010, 43(7): 1050-1057.
- [6] Sovrani V, Blandino M, Scarpino V, et al. Bioactive compound content, antioxidant activity, deoxynivalenol and heavy metal contamination of pearled wheat fractions[J]. *Food Chemistry*, 2012, 135(1): 39-46.
- [7] Grant C A, Clarke J M, Duguid S, et al. Selection and breeding of plant cultivars to minimize cadmium accumulation[J]. *Science of the Total Environment*, 2008, 390(2/3): 301-310.