

不同玉米品种对镉的富集特征研究

宋 晟

正安县农业农村局, 贵州 遵义 563400

摘要:通过室外盆栽试验,探讨玉米吸收镉(Cd)和土壤镉形态之间的关系。以10个玉米品种为研究对象,在全镉质量分数为2.735 mg/kg的土壤中培养玉米,测定玉米干质量、镉含量,采用方差分析和主成分分析法研究不同玉米品种对于镉元素累积呈现出显著。结果表明了玉米的根、茎、叶等转运镉的能力存在一定差异 $P<0.05$ 。结论铜玉3号玉米对镉的富集和转运能力较强,属于镉高累积玉米品种,在镉污染土壤上种植玉米的优选品种。

关键词:玉米;富集;镉形态;试验

中图分类号:S513

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.02.027

1 试验目的

针对镉(Cd)中轻度污染旱地,在常规耕作条件下,以正安县主栽玉米品种为对象,研究不同玉米品种对镉的富集特征,筛选出适宜在正安县种植的镉低累积玉米品种。

2 试验实施

2.1 试验地点

试验地块海拔高度1060~1080 m之间,常年

平均温度16℃左右,且满足交通便利、易于展示、农户配合意识较强、土壤耕层深厚疏松、肥力均一等条件。

基础土样采集:在试验地块采用梅花形布点法,采集土壤样品4个,样品量1 kg左右(折合为风干重),将土壤风干后装入有详细标识标签的塑料袋中保存,测定土壤镉、汞、砷、铅、铬、镉、pH值,经检测结果分析,镉平均含量为2.735 mg/kg, pH为7.56,详见表1。按《轻中度污染耕地安全利用与治理修复推荐技术名录》(2019年版)要求,对此地块开展玉米品种筛选试验^[1]。

表1 玉米品种筛选试验前期采样

送样编号	质量分数(mg/kg)					pH值	综合
	As	Cd	Cr	Hg	Pb		
LD003	14.5	2.85	129	0.211	32.6	7.56	2
LD003-1		2.86				7.56	2
LD003-2		2.64				7.56	2
LD003-3		2.59				7.56	2

2.2 供试玉米品种

选择适宜正安县种植的玉米品种10个,品种名称详见表2。

表2 玉米品种筛选供试品种名称

序号	品种名称	自编号	供应商
1	贵农玉898	YM01	本地采购
2	金福玉66	YM02	
3	先玉1171	YM03	
4	雅玉988	YM04	
5	裕单171	YM05	
6	金福玉808	YM06	
7	北玉1521	YM07	
8	大爱11	YM08	
9	铜玉3号	YM09	
10	五谷8220	YM10	

2.3 试验设计

本次试验每个玉米品种作为1个处理,计10个处理,每个处理设置3个重复,共30个试验小区。

2.4 试验小区划定

首先,小区划分前整地;为保证拟建立小区试验的地块土壤重金属含量、肥力水平等条件基本均一,在试验开始前采用旋耕机多次(2~3次)旋耕的方式,尽可能消除试验地块内部土壤条件的差异,并尽可能保证地面平整^[2]。

其次,划定试验区域;先在地间一角定桩定点,通过拉绳方式确定第1条直线边界,应用“勾股定理”划出直角后确定第2、3、4条边界,确保试验区域方正,并在周边区域留足保护行(50 cm),保护行与试验区域之间空1~2行(列)。

最后,小区数量及布置;根据试验处理数量,设置3次重复,确定试验小区数量,即共30个小区,综

合考虑划定的试验区域面积和形状,尽可能采取长方形小区形状,小区面积 9 m² (2 m×4.5 m),以一个重复为一个区组,区组内部各处理(品种)随机排列。每小区栽 3 行,每行 6 窝,留双株。为保证试验的安全和精确性,在试验田周围种植多行保护行^[3]。

3 玉米种植及管理

玉米品种筛选试验实施时间于 2021 年 3 月至 2021 年 9 月。

3.1 移栽及底肥施用

4 月 17 开始移栽,同一时间施基肥:每亩施复合肥 40 kg+生物有机肥 150 kg,控制人为误差,移栽密度 8 500 窝,每小区栽 9 行、17 窝,共 153 株。

3.2 查看玉米生长情况

5 月 8 日查看试验区玉米生长情况、是否达到追肥时间。

3.3 追肥

5 月 25 日、6 月 20 日、7 月 13 日 3 次追肥:复合肥(40 kg/亩)+尿素(15 kg/亩)施用于相应小区。

3.4 病虫害防治

6 月 18 日农业局带队观察有无病虫害、观察玉米长势、对受到病虫害的农作物及时上措施。

3.5 人工除草

6 月 22 日组织农户进行除草。

4 样品采集

水稻成熟时,小区内随机采取 5 个点,5 点水稻混合后装网袋,确保每袋稻谷干重量 500 g 左右,共计玉米样品 30 个,检测水稻镉、汞、砷、铅、铬、硒、锗 7 个指标等。

所有检测机构须保藏所有送检的水稻样品、土壤样品,直至项目结束。

采样、流转、检测过程及规范详见布点方案,这

里不做详细阐述,本小区试验采样为农产品土样协同采样,且每个试验小区(包括空白对照小区)分别采集水稻样 1 个,共计采集水稻样 30 个^[4]。

5 试验结果分析

5.1 成本分析

结合玉米种子购买单价和亩用量分析,玉米品种筛选实施成本最低有 3 种(贵农玉 898、铜玉 3 号、裕单 171),都为 52.5 元/亩;最高的 1 种(五谷 8220),为 90 元/亩。

实际成本排名:(贵农玉 898、铜玉 3 号、裕单 171)<(北玉 1521、大爱 11、金福玉 66、金福玉 808)<雅玉 988<先玉 1171<五谷 8220,详见表 3。

表 3 玉米品种筛选成本分析

种植品种	单价 (元/kg)	亩用量 (kg)	投入品成本 (元/亩)	成本 排名
五谷 8220	60	1.5	90	1
先玉 1171	55	1.5	82.5	2
雅玉 988	50	1.5	75	3
北玉 1521	40	1.5	60	4
大爱 11	40	1.5	60	4
金福玉 66	40	1.5	60	4
金福玉 808	40	1.5	60	4
贵农玉 898	35	1.5	52.5	5
铜玉 3 号	35	1.5	52.5	5
裕单 171	35	1.5	52.5	5

5.2 产量分析

玉米品种筛选小区试验共计选择品种 10 种,亩产量最高的品种为五谷 8220,为 615.35 kg;亩产量最低的为铜玉 3 号,为 411.05 kg;亩产量最高值较最低值相差 204.3 kg;亩产量平均值为 512.187 kg,详细产量排名见表 4。

表 4 玉米品种筛选小区试验产量分析表

处理名	出田鲜果穗重(kg)	水分速测仪测定含水率(%)	折亩产(kg)	产量排名
五谷 8220	36.45	26.90	615.35	1
大爱 11	37.74	26.80	602.45	2
金福玉 808	34.8	27.10	542.73	3
裕单 171	33.75	26.90	527.58	4
先玉 1171	34.5	27.10	522.69	5
贵农玉 898	32.91	26.90	499.76	6
北玉 1521	29.28	27.30	479.68	7
金福玉 66	29.07	26.70	464.58	8
雅玉 988	29.91	27.10	456	9
铜玉 3 号	26.64	26.70	411.05	10

5.3 降镉效果

在 30 个实施玉米品种筛选措施点位中,玉米籽粒中 Cd 含量在 0.013~0.55 mg/kg 之间,品种筛选措施玉米中 Cd 含量正态分布见图 1。

玉米小区试验品种筛选共计选择品种 10 种,分别为北玉 1521、大爱 11、贵农玉 898、金福玉 66、金福玉 808、铜玉 3 号、五谷 8220、先玉 1171、雅玉 988、裕单 171,超标的只有铜玉 3 号三个重复 Cd 均超标^[5],其他地块重金属含量均未超标,三个重复镉含量最低值品种为贵农玉 898,详见表 5。

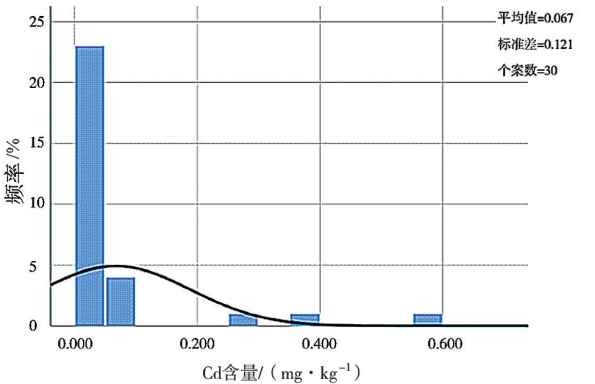


图 1 品种筛选玉米中镉(Cd)含量正态分布图

表 5 品种筛选不同品种玉米检测数据分析表 mg/kg

对应措施	重复	镉	汞	砷	铅	铬	硒	锆	综合
北玉 1521	I	0.05	ND	0.006	ND	ND	0.04	ND	1
北玉 1521	Ⅲ	0.058	ND	0.002	ND	ND	0.02	ND	1
北玉 1521	II	0.034	ND	0.002	ND	ND	0.01	ND	1
平均值		0.047	ND	0.003	ND	ND	0.023	ND	
大爱 11	I	0.046	ND	0.003	ND	ND	0.04	ND	1
大爱 11	Ⅲ	0.034	ND	0.001	ND	ND	0.02	ND	1
大爱 11	II	0.043	ND	0.001	ND	ND	0.02	ND	1
平均值		0.041	ND	0.002	ND	ND	0.027	ND	
贵农玉 898	I	0.014	ND	0.002	ND	ND	0.03	ND	1
贵农玉 898	Ⅲ	0.014	ND	0.001	ND	ND	0.02	ND	1
贵农玉 898	II	0.02	ND	0.002	ND	ND	0.02	ND	1
平均值		0.016	ND	0.002	ND	ND	0.023	ND	
金福玉 66	I	0.018	ND	0.005	ND	ND	0.04	ND	1
金福玉 66	Ⅲ	0.019	ND	0.002	ND	ND	0.03	ND	1
金福玉 66	II	0.017	ND	0.003	ND	ND	0.02	ND	1
平均值		0.018	ND	0.003	ND	ND	0.030	ND	
金福玉 808	I	0.022	ND	0.003	ND	ND	0.02	ND	1
金福玉 808	Ⅲ	0.013	ND	0.002	ND	ND	0.03	ND	1
金福玉 808	II	0.018	ND	0.002	ND	ND	0.02	ND	1
平均值		0.018	ND	0.002	ND	ND	0.023	ND	
铜玉 3 号	I	0.55	ND	0.005	ND	ND	0.04	ND	3
铜玉 3 号	Ⅲ	0.28	ND	0.002	ND	ND	0.02	ND	3
铜玉 3 号	II	0.388	ND	0.002	ND	ND	0.01	ND	3
平均值		0.406	ND	0.003	ND	ND	0.023	ND	
五谷 8220	I	0.042	ND	0.002	ND	ND	0.07	ND	1
五谷 8220	Ⅲ	0.022	ND	ND	ND	ND	0.02	ND	1
五谷 8220	II	0.035	ND	0.002	ND	ND	0.01	ND	1
平均值		0.033	ND	0.002	ND	ND	0.033	ND	
先玉 1171	I	0.023	ND	0.004	ND	ND	0.03	ND	1
先玉 1171	Ⅲ	0.024	ND	0.003	ND	ND	ND	ND	1
先玉 1171	II	0.063	ND	0.002	ND	ND	0.02	ND	1
平均值		0.037	ND	0.003	ND	ND	0.025	ND	
雅玉 988	I	0.023	ND	0.005	ND	ND	0.06	ND	1
雅玉 988	Ⅲ	0.019	ND	0.004	ND	ND	0.01	ND	1
雅玉 988	II	0.014	ND	0.002	ND	ND	0.02	ND	1
平均值		0.019	ND	0.004	ND	ND	0.030	ND	
裕单 171	I	0.015	ND	0.002	ND	ND	0.03	ND	1
裕单 171	Ⅲ	0.013	ND	0.002	ND	ND	0.02	ND	1
裕单 171	II	0.081	ND	0.001	ND	ND	0.01	ND	1
平均值		0.036	ND	0.002	ND	ND	0.020	ND	

注:ND 表示检测结果低于方法最低检出限(未检出)。

5.4 方差分析

利用方差分析,从表 6 可以看出:不同玉米品种对于镉元素累积呈现出显著性($P<0.05$),具体分

析可知:不同玉米品种对于镉元素累积呈现出 0.01 水平显著性($F=20.606, P=0$)。

表 6 玉米品种筛选小区试验方差分析

分析项	项	样本量	平均值	标准差	<i>F</i>	<i>P</i>
镉(mg/kg)	五谷 8220	3	0.03	0.01	20.606	0**
	先玉 1171	3	0.04	0.02		
	北玉 1521	3	0.05	0.01		
	大爱 11	3	0.04	0.01		
	裕单 171	3	0.04	0.04		
	贵农玉 898	3	0.02	0		
	金福玉 66	3	0.02	0		
	金福玉 808	3	0.02	0		
	铜玉 3 号	3	0.41	0.14		
	雅玉 988	3	0.02	0		
	总计	30	0.07	0.12		

* $P<0.05$, ** $P<0.01$ 。

根据平均值判断结果为:铜玉 3 号>北玉 1521 >大爱 11>先玉 1171>裕单 171>五谷 8220>雅

玉 988>金福玉 808=金福玉 66>贵农玉 898,详见图 2。

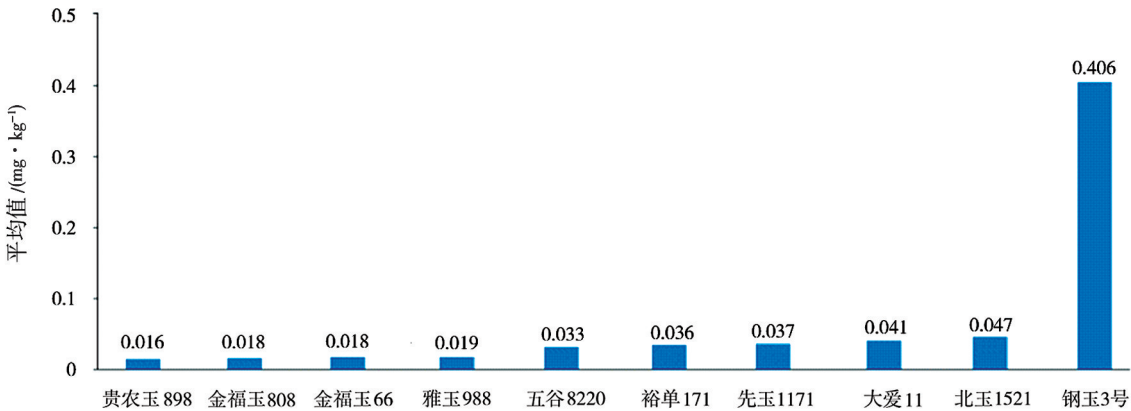


图 2 不同玉米品种对镉(Cd)元素积累的影响

5.5 综合分析

从镉含量分析来看,北玉 1521、大爱 11、贵农玉 898、金福玉 66、金福玉 808、铜玉 3 号、五谷 8220、先玉 1171、雅玉 988、裕单 171 都是低镉吸收作物,铜玉 3 号为高镉吸收作物^[6]。

参考文献:

[1] 秦榕璘,李元,祖艳群,等.不同基因型玉米品种对 Pb 的富集特征[J].农业资源与环境学报,2016,33(3): 268-275.

[2] 董欣欣.不同玉米品种对土壤重金属镉积累富集特性研究[J].中国农业文摘—农业工程,2022,34(4): 22-26.

[3] 邓婷,卢维盛,吴家龙,等.不同玉米品种对土壤镉富集

和转运的差异研究[J].华南农业大学学报,2019,40 (4):33-39.

[4] 肖亚涛,王德哲,李世欣,等.不同 Cd 质量分数处理下两玉米品种植株 Cd 分布、富集和转运特性[J].灌溉排水学报,2023,42(6):45-52.

[5] 樊玉,庄重,赵丽洁,等.不同玉米品种苗期对镉及营养元素的吸收转运特性[J].农业环境科学学报,2023,42 (4):744-753.

[6] 张宁,陶荣浩,张慧敏,等.不同玉米品种对镉积累和转运差异研究[J].农业资源与环境学报,2022,39(6): 1208-1216.

作者简介:宋 晟,男,1965 年生,高级农艺师。研究方向为土壤肥料。