

稀土元素在玉米体内的吸收及富集状况研究

琚彤军 刘普灵 李雅琦 张梅花

(中国科学院 水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘要 利用仪器中子活化分析测定玉米不同生长期不同部位的单一稀土含量。结果表明:稀土元素在玉米植株体内主要是向结实及生命活动旺盛部位运转。玉米植株在生长各阶段对元素 La, Ce, Nd 的吸收最为敏感。这 3 种元素可能是作物体内活性物质的主要激活剂。

关键词 稀土元素 玉米 运转 含量

Study on Absorption and Accumulation of Rare-earth Element in Corn

Ju Tongjun Liu Puling Zhang Meihua

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and
Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, PRC)

Abstract The content of single rare-earth element at different stages and positions in corn were measured by INAA. The results show that rare-earth element absorbed by corn is mainly transported to the ripening and high living positions, corn absorbs La, Ce, Nd sensitively in each growing stage. The three elements are probably main active material in crops.

Keywords: rare-earth element; corn; transportation; content

试验证明稀土元素具有生理活性,能刺激作物生长^[1],"六五"期间国内广泛进行了稀土元素应用于农业生产的试验研究。合理施用稀土,确能不同程度提高农作物产量,但其作用机理尚不完全清楚,我们针对黄土高原区域性特点,进行了玉米对稀土元素的吸收、输送及分布研究。采集喷施稀土前后玉米植株不同生长阶段不同部位的样品,经处理后,利用中子活化分析,确定稀土元素在玉米不同生长期,植株不同部位的吸收、富集状况。以期获得稀土元素对作物影响作用的信息。

1 试验材料

1. 作物品种:陕单九号玉米。
2. 河南商丘产硝酸稀土,纯度为 38%。

2 试验及测定方法

2.1 试验方法

试验在中科院、水利部水保所试验小区进行,为了减少样品的分析量,采用苗期一次性全株定量喷施,喷施浓度为 380 mg/kg。在喷施后第 15 天采集苗期植株样品及对照样品,在结实期再采集一次,共两批样品供分析用。

2.2 样品分析

所采集样品首先用自来水洗净,在无离子水中浸泡 30min 后,仍用无离子水洗净、凉干,尔后按不同部位取样,在 80℃ 温度

表 1 质控样品的中子活化分析结果^[3] mg/kg

元素	INNA 检测线	黄土高原 土壤含量	BCR-1		NAG-1	
			分析值	保证值	分析值	保证值
La	<0.1	34.3	25.2±1.5	25.2±0.08	41.9±2.4	46
Ce	<0.1	63.2	53.1±2.5	53.7±0.8	95.1±5.9	94±7
Nd	1	31.2	31.3±1.2	28.7±0.6	39.8±4.9	44±3
Sm	0.01	5.47	7.09±0.59	6.58±0.17	7.62±0.75	7.8±0.9
Eu	0.001	1.15	2.12±0.07	1.96±0.05	1.60±0.16	1.6±0.2

下烘干称重,经过碳化、灰化等处理后,进行制样分析。样品稀土元素含量的中子活化分析方法,使用为土壤分析建立的活化分析程序^[2]。为了保证分析精度,在每批分析样品中加入国际通用的标准物质(SRMs)作为质控标样。表 1 列出了质控样的分析结果及中子活化分析法对有关稀土元素的检测线。为了便于比较,表中同时列出黄土高原土壤稀土元素含量。

由表 1 可以看出,中子活化分析对表中所列稀土元素有十分满意的精确度。

3 结果分析

玉米植株中稀土元素含量的分析结果如表 2、表 3 所示。需要指出的是表中所列值为灰分含量。

3.1 不同生长期对照样品中稀土元素含量分布

从表 2 对照样品分析结果看,土壤中稀土在苗期根部最为富集,其顺序为:根>叶>茎,植株根部稀土含量达 75%之多。各稀土元素在苗期玉米植株体内含量呈 Ce>La>Nd>Sm、Eu 排列。

表 2 玉米苗期植株稀土元素含量 mg/kg

处理	品种	分布部位	元 素 含 量					Σ	相对含量%
			La	Sm	Ce	Nd	Eu		
对照	陕单九	根	15.93	1.54	27.41	16.79	0.87	62.54	75.73
		茎	6.20	0.23	1.62	0	0.18	8.23	9.97
		叶	6.86	0.28	0.73	3.89	0.05	11.81	14.30
		Σ	28.99	2.05	29.76	20.68	1.10	82.58	
		相对含量%	35.11	2.48	36.04	25.04	1.33		
		根	15.83	1.11	29.26	3.40	0.82	50.42	31.83
喷施	陕单九	茎	4.41	0.26	0.78	4.33	0.13	9.64	6.09
		叶	29.73	0.85	56.57	11.00	0.20	98.35	62.09
		Σ	49.70	2.22	86.61	18.73	1.15	158.41	
		相对含量%	31.37	1.40	54.67	11.82	0.73		

表 3 为结实期对照样品分析结果,结实期植物根部稀土相对含量由苗期的 75%降至 32%,说明土壤中稀土元素在结实期玉米体内有了重新分布的迹象,从表 3 对照样品分析数据看,稀土元素可能向天花等结实或生长旺盛部位运移,但强度很弱。

3.2 喷施样品不同生长期稀土元素的含量

由表 2 分析结果看,喷施稀土后玉米苗期稀土元素主要集中在叶部,达到 62%,显而易见,这与喷施稀土有关,叶面表面积大,吸附稀土就多,说明苗期喷施稀土,主要残留在叶部。但植株根部稀土相对含量与对照相比有所降低,证明稀土元素在玉米苗期植株体内虽未进行大的运转、分布。但已有了较为明显的微弱运移。稀土元素在植株不同部位含量依次为:叶>根>茎。元素 Ce 在植株内含量最大,基本上是其它 4 种元素含量总和的 2 倍,远远大于 La 的含

量,由于玉米苗期对稀土的吸收、运转能力很微弱,故可推断,可能与喷施稀土的组成有关,即 $Ce > La > Nd > Sm, Eu$, 实验证明,此推断与实验结果相符,表 4 为所使用稀土的组成分析:

表 3 是结实期稀土元素含量的分析结果,可以看出样品中稀土元素在根部的相对含量明显降低,而叶、天花、棒上叶等部位含量增加,表明稀土在结实期植株体内进行了明显的吸收、运转及分布,尤以向天花部位运移最为显著。从表 3 还可看出,同苗期相似,结实期玉米植株主要是元素 La、Ce、Nd 的富集,元素 Ce 相对含量达到 60% 远大于对照样品中 Ce 的含量。可见,玉米植株在结实期对元素 Ce 的吸收比苗期要强。

表 3 玉米植株生长期稀土元素含量 mg/kg

处理	品种	分布部位	元 素 含 量						Σ	相对含量%
			La	Sm	Ce	Nd	Eu			
对照	陕单九	根	16.22	0.001	28.25	6.90	0.38	51.75	32.39	
		茎	6.42	0.71	1.48	3.82	0.32	12.75	7.98	
		叶	12.21	0.14	1.33	0	0.43	14.11	8.83	
		棒上叶	6.24	0.78	5.04	2.98	0.24	15.28	9.56	
		玉米花	6.76	1.07	8.23	1.64	0.21	17.91	11.21	
		天花	18.22	1.13	18.52	9.53	0.55	47.95	30.02	
		Σ	66.07	3.83	62.85	24.87	2.01	159.75		
		相对含量%	41.36	2.40	39.34	15.57	1.26			
		根	19.43	1.57	43.25	5.89	0.60	70.74	22.99	
		茎	6.18	0.51	3.11	1.27	0.27	11.34	3.69	
样品	陕单九	叶	25.71	0.76	53.29	5.34	0.27	85.37	27.74	
		棒上叶	13.59	0.67	20.74	0	0.26	35.26	11.46	
		玉米花	5.44	0	4.47	3.71	0.12	13.74	4.47	
		天花	28.59	1.16	61.19	0	0.31	91.25	29.66	
		Σ	98.84	4.67	186.05	16.21	1.83	307.7		
		相对含量%	32.15	1.52	60.46	5.27	0.006			

4 结 论

1. 土壤中稀土元素主要集中在作物根部,但很难被吸收、利用。这主要由于黄土高原土壤属于弱碱性氧化环境,土壤可溶态稀土含量很低^[4]

2. 喷施稀土后,苗期玉米植株中稀土元素的分布,与吸收部位有关,通过叶面吸收的稀土大部分积累在叶内,稀土元素在苗期植株各部位分布依次为:叶>根>茎。苗期玉米体内稀土运作缓慢,利用率不高,因此,苗期稀土的使用一般以低浓度,多次喷施为好。

在结实期植株体内,虽然根部、叶部稀土含量仍较大,但与对照相比已有降低,即已发生明显运移,其运转方向主要是向结实以及生命活动旺盛部位运转。说明结实期玉米植株对稀土的吸收已很敏感了。所以,在玉米结实期前喷施一次稀土效果为好。

3. 玉米植株对单一稀土的吸收,无论是在苗期或结实期,植株对元素 La、Ce、Nd 的吸收,尤其对元素 Ce 的吸收最为敏感,达到 98% 左右。而元素 Sm、Eu 则与土壤中背景值大致相同,说明元素 La、Ce、Nd 很可能是稀土元素在作物体内活性物质的主要激活剂。

参 考 文 献

- 1 李元芳,宁国赞等. 稀土对禾本科豆科牧草效应的研究. 稀土,1988;(5)
- 2 Tian JiunLiang et al. ,INAA detwrmination of major and trace elements in loess, palesol and precipitation layers in a pleistocente oless section, China. J. Radioanal. Nucl. Chem. ;1987;110(1),261~262
- 3 保证值引自 E. S. Gladney,1982 Compilation of Elemental Concentrations in Eleven United States Geological Survey Rock Standards in Geostandard Newsletter;Vol. VLL April 1983
- 4 田均良,彭祥林等著. 黄土高原土壤地球化学. 北京:科学出版社. 1994,74~75

表 4 喷施农用稀土中单一稀土元素的含量

元 素	La	Ce	Nd	Sm	Eu
mg/kg	62425.26	103151.1	31111.94	1233.9	2.51
百分浓度(%)	31.6	52.1	15.7	0.6	0.001