

马铃薯叶面喷施稀土肥料效应研究

李佩华, 彭 徐

(西昌学院, 四川 西昌 615013)

摘要:为提高马铃薯单产及综合利用稀土矿废物,2011年开展了稀土对马铃薯增产效果的研究。试验表明:不同生育时期对马铃薯喷施不同剂量的稀土溶液有增产效果,并同时凉山州马铃薯主产区进行了控制性生产试验,其结果一致,马铃薯叶面喷施稀土可增产5%~10%;稀土在低浓度时对马铃薯品质有促进作用,高浓度时可产生抑制或毒害作用;马铃薯高产创建宜采取肥促化控、平衡施肥的技术措施,两次喷施与一次喷施稀土产量差异不明显;喷施稀土有助于增加植物叶绿素含量,提高光合速率,提高细胞间隙CO₂浓度、叶面指数,降低蒸腾速率、气孔导度和植物截获光强。

关键词:马铃薯;稀土;效应

中图分类号:S532

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)11-0044-04

马铃薯是世界上第三大粮食作物,具有高产、稳产、生育期短、适应性广、营养丰富、开发利用前景广阔等特点,稀土是化学元素周期表中的镧系元素及与其化学性质极为相似的钪(Sc)和钇(Y)共17种元素的总称,又名农乐益植素,实践证明稀土对多种作物具有明显的增产效果,20世纪70年代以来,我国学者系统而深入地开展了稀土元素在农业上的应用效应研究,对稀土作用机理的研究也取得了较大的进展^[1]。马铃薯及蔬菜中施用适量稀土对人安全无毒,也不致引起农田、水域污染,农用稀土的放射性远低于国家标准,可视为非放射性物质,食用安全^[1]。

西南山区是马铃薯的重要产区,川西南山地(凉山州)富含稀土矿资源,稀土矿废物侵入安宁河等,造成了水体富营养化,为了进一步探索提高马铃薯单产的途径及稀土矿废物的综合利用,开展了马铃薯根外喷施稀土的试验研究。试验包括两个内容,即不同生育时期施用不同剂量稀土对马铃薯增产效果的研究和马铃薯小面积喷施稀土控制性生产试验。

1 材料与方法

1.1 材料

马铃薯新品系 LX2-2(西昌学院选育)、农乐

稀土、SPAD-502 仪叶绿素测定仪、AccuPAR LP-80 冠层仪。

1.2 方法

1.2.1 不同生育时期不同剂量稀土对马铃薯增产效果的研究 试验于2011年在典型的高二半山农牧区凉山州普格县五道箐乡进行,试验地海拔高度 2 080 m, N27°13'~27°30', E102°26'~102°41', 周围无工业区。凉山州典型的高二半山农牧业区,是川西南及盆周山地十分具有代表性的马铃薯生产区,土壤类型为黄壤土,肥力中上,微酸性,前茬春玉米、秋荞,生长期月平均最高气温 23.6℃,最低气温 14.6℃,平均温度 19.2℃。生长期降雨量 712 mm,降雨次数多,主要分布在 6~7 月。初霜时间 11 月上旬,终霜时间 2 月中旬。

试验设 7 个处理,以喷施清水为对照(见表 1)。完全随机区组排列,重复 3 次,行长 5.33 m,行距 50 cm,株距 33 cm,5 行区,小区面积 13.33 m²,每穴播一个薯块。3 月 18 日播种,分别于 5 月 2 日、5 月 30 日和 6 月 21 日中耕锄草,理沟培土。基肥施氮肥 150 kg·hm⁻²,磷肥 375 kg·hm⁻²,钾肥 300 kg·hm⁻²,有机农家肥 22 500 kg·hm⁻²。

试验期间测定株高、茎粗;酶水解法测定马铃薯的淀粉含量;2,6-二氯酚酚滴定法测定维生素 C 含量;滴定法测定还原糖含量;凯氏(Kjeldahl)定氮法测定蛋白质含量;直接干燥法测定干物质含量。

收稿日期:2012-07-27

基金项目:四川省科技厅“十二五”马铃薯育种攻关资助项目;教育厅“十二五”育种专项合同资助项目

第一作者简介:李佩华(1975-),男,四川省成都市人,硕士,副研究员,从事马铃薯育种、良繁与栽培研究。E-mail: Lipeihua_2004@sina.com。

表 1 试验处理
Table 1 The test treatments

处理 Treatment	喷施时期与喷施量 Spraying stage and dose
1	现蕾期喷施稀土 450 g·hm ⁻² (兑水 750 kg·hm ⁻² ,下同)
2	开花期喷施稀土 450 g·hm ⁻²
3	现蕾期喷施稀土 750 g·hm ⁻²
4	开花期喷施稀土 750 g·hm ⁻²
5	现蕾和开花期各喷施稀土 450 g·hm ⁻²
6	现蕾和开花期各喷施稀土 750 g·hm ⁻²
7(CK)	喷施清水 750 kg·hm ⁻²

1.2.2 小面积喷施稀土控制性生产试验 选择 3 个点进行控制试验(面积 200 m² 以上),观察稀土的增产效果,其中普格县 400 m²,越西县、布拖县各 300 m²。

播种时用腐熟的牲畜肥 22 500 kg·hm⁻²、尿素 112.5 kg·hm⁻² 作底肥,中耕除草、培土、排水等措施与大田生产一致。开花初期用稀土

表 2 不同生育时期施用不同剂量稀土对马铃薯产量的影响

Table 2 The effect of rare earth on potato yield with different application at different growth stage

处理 Treatment	小区产量/kg Plot yield			小区平均产量/kg Average plot yield	较对照增产/% Increasing	折合产量/kg·hm ⁻² Yield
	I	II	III			
1	58.95	73.25	69.50	67.23	14.4	3361.5 aA
2	56.50	61.75	62.25	60.17	2.4	3008.5 aA
3	56.40	69.25	66.25	63.97	8.9	3198.5 aA
4	52.80	75.00	71.00	66.27	12.8	3313.5 aA
5	58.25	59.20	66.50	61.32	4.3	3066.0 aA
6	65.5	58.25	55.25	59.67	1.6	2983.5 aA
7(CK)	53.25	57.50	65.50	58.75	0	2937.5 aA

从各控制点的情况来看,喷施稀土具有普遍的增产效果,但增产幅度不大。越西县控制点净作增产 4.35%,套作增产 9.7%,普格县控制点增

450 g·hm⁻² 兑水 450 kg·hm⁻² 进行根外喷施,5~7 d 后的晴天上午用上述等量溶液再喷施一次。

2 结果与分析

2.1 稀土对马铃薯生长发育的影响

试验研究表明稀土拌种马铃薯有加速生长发育、促进营养生长的作用。一般结薯提前 3 d 左右,花期提早 1~7 d,生理成熟期提前 3~4 d,早结薯。施用稀土后,马铃薯植株性状与对照无明显差异。

2.2 稀土对马铃薯产量及产量性状的影响

从表 2 可看出,6 个喷施稀土的处理中 5 个增产 1 个减产。各处理平均增产 7.4%(增产 3 266.25 kg·hm⁻²),但是不同施用量、不同施用时期之间产量不存在规律性差异(见表 2);不同处理间薯块性状也不存在规律差异(见表 3)。田间小区试验表明,稀土对马铃薯均表现较稳定的增产效果,尤以现蕾期 450 g·hm⁻² 较低剂量、开花期 750 g·hm⁻² 较高剂量叶面喷施增产、增收效果最为显著。

产 10.34%,布拖县控制点增产 8.3%。这 3 个控制点平均增产 8.17%。

表 3 不同生育时期施用不同剂量稀土对马铃薯产量构成因素的影响

Table 3 The effect of rare earth on potato yield components with different application at different growth stage

处理 Treatment	株高/ cm Plant height	主茎粗/ cm Stem diameter	单株结薯/ 个 Tuber per plant	单株产量/ kg Yield per plant	特大 Especially large	各型薯块比例/% Each type potato proportion				次生薯率/ % Secondary potato rate	田间烂薯/ % Field rotten potato
						大 Large	中 Middle	小 Small	屑 Scrap		
1	45.35	1.1	11	0.62	0.45	17.73	17.73	47.27	16.36	0.45	0

续表 3

Continuing Table 3

处理 Treatment	株高/ cm Plant height	主茎粗/ cm Stem diameter	单株结薯/ 个 Tuber per plant	单株产量/ kg Yield per plant	各型薯块比例/% Each type potato proportion					次生薯率/ % Secondary potato rate	田间烂薯/ % Field rotten potato
					特大 Especially large	大 Large	中 Middle	小 Small	屑 Scrap		
2	44.2	1.03	13.50	0.575	0	11.48	11.48	55.19	21.85	2.22	1.48
3	45.1	1.09	12.50	0.695	0.80	14.80	17.20	53.20	13.60	0.40	1.20
4	47.1	1.03	12.80	0.68	0	14.84	14.84	56.64	14.06	0.39	1.56
5	48.4	1.00	12.80	0.6	0	12.50	15.23	55.86	16.02	0.78	2.34
6	49.1	1.07	11.45	0.6	0	14.41	23.14	51.53	14.41	0	0.44
7(CK)	46.8	1.04	11.45	0.6	0.29	15.40	16.05	50.33	17.65	0.59	2.50

2.3 稀土对马铃薯品质的影响

由表 4 可知,马铃薯现蕾期喷施 $450 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 稀土,较 CK 干物质含量、淀粉含量、维生素 C 含

量分别增加 4.2%、5.8%、 $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,蛋白质含量减少 $1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,还原糖含量不变。

表 4 不同生育时期施用不同剂量稀土对马铃薯品质的影响

Table 4 The effect of rare earth on potato quality with different application at different growth stage

处理 Treatment	干物质含量/% Dry matter content	淀粉含量/% Starch content	维生素 C 含量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Vitamin C content	还原糖含量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ Reducing sugar content	蛋白质含量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Protein content
1	22.3	16.5	157	3	21
2	22.1	16.3	155	3	20
3	21.5	15.7	154	3	20
4	21.9	16.1	153	3	21
5	21.6	15.9	153	3	20
6	21.1	15.4	150	4	19
7(CK)	21.4	15.6	151	3	22

2.4 稀土对马铃薯生理的影响

盛花期测定不同浓度稀土元素施用马铃薯较未施对照地下部根长和根数、平均累积冠层覆盖度指标普遍有增加,不同浓度稀土元素施用的马

铃薯较未施对照可增加叶片叶绿素含量、提高光合速率、提高细胞间隙 CO_2 浓度、叶面积指数,降低蒸腾速率、气孔导度、植物截获光强。

表 5 不同生育时期施用不同剂量稀土对马铃薯生理指标的影响

Table 5 The effect of rare earth on potato physiological indexes with different application at different growth stage

处理 Treatment	净光合 速率/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ Net photosynthesis	蒸腾 速率/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ Transpiration	气孔导度/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ Stomatal conductance	细胞间隙 CO_2 浓度/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ Intercellular CO_2 concentration	叶绿素 含量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Chlorophyll content	光照强度 (冠层外光强/ 植物截获光 强) Photosynthesis	叶面积 指数 Leaf index	根长/ mm Length of root	根数 Amount of root
1	20.2	13.6	0.05	386	52	1988/862	1.600	58	138
2	17.0	14.2	0.06	379	49	1286/547	1.170	49	117
3	18.8	14.5	0.05	378	49	1227/502	1.015	52	123
4	18.9	14.6	0.08	365	50	1727/665	1.353	44	114

续表 5

Continuing Table 5

处理 Treatment	净光合 速率/ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Net photosynthesis	蒸腾 速率/ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Transpiration	气孔导度/ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Stomatal conductance	细胞间隙 CO_2 浓度/ $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ Intercellular CO_2 concentration	叶绿素 含量/ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ Chlorophyll content	光照强度 (冠层外光强/ 植物截获光 强) Photosynthesis	叶面积 指数 Leaf index	根长/ mm Length of root	根数 Amount of root
5	16.8	14.5	0.06	380	44	2211/1123	1.350	46	96
6	16.8	15.2	0.06	358	42	1875/1299	0.853	46	105
7(CK)	16.7	15.1	0.08	358	43	1695/1211	0.688	43	99

3 结论与讨论

试验表明不同生育时期对马铃薯喷施不同剂量的稀土溶液有增产效果,并同时凉山州马铃薯主产区进行了控制性生产试验,其结果一致,马铃薯叶面喷施稀土可增产 5%~10%。稀土元素能改善马铃薯的商品品质、营养品质和加工品质,稀土元素在低浓度时对马铃薯产量及品质有促进作用,高浓度时可产生抑制或毒害作用。

马铃薯生产要获得高产,宜采取肥促化控、平衡施肥的技术措施^[2]。土壤和植物体内普遍含有稀土元素^[3],稀土并不能代替有机、无机或微量元素肥料,只有在其它各种营养元素供应充分,配比合理的条件下才能更好地发挥其作用。叶面喷施要掌握适宜的剂量或浓度,两次喷施与一次喷施差异不明显,稀土元素并不是植物生长必需的营养元素,但它可以促使植物体对营养元素的吸收与运转,提高有效营养元素的效果^[2]。

植物体干物质的积累来源于光合作用,而叶绿素在光合作用中对光能吸收、传递和转化起着重要作用,稀土生物效应的生理基础是增加叶片

叶绿素含量,提高光合能力。试验表明马铃薯喷施稀土对其生长有一定的刺激作用,有助于增加植物叶绿素含量,提高光合速率^[1,3-5]。马铃薯叶片喷施稀土后,氮代谢旺盛,地上部分生长较繁茂^[1-2]。

所开展的对马铃薯稀土农用研究工作是分散的、间断的、单学科的试验,不够深入、细致,喷施期间正值多雨,影响了试验效果,一些地区施用稀土后的增产效果不稳定,有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 高景昌,张元湖. 稀土在马铃薯上的应用进展[J]. 北方园艺,1997(4):54-55.
- [2] 门福义,刘梦云. 马铃薯栽培生理[M]. 北京:中国农业出版社,1995:172-209.
- [3] 李合生. 现代植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2010:71-104.
- [4] 徐福祥,乔海珍,王玉福,等. 马铃薯施用稀土微肥试验初报[J]. 马铃薯杂志,1993(3):171-172.
- [5] 熊炳昆,陈蓬. 稀土农林研究与应用[M]. 北京:冶金工业出版社,2000:1-410.

致谢:试验得到了普格县农业局、越西县农业局、布拖县农业局的大力支持!

Effect of Leaf Spraying Rare Earth Element on Yield of Potato

LI Pei-hua, PENG Xu

(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

Abstract: The effect of rare-earth element on yield of potato was studied in 2011 for the purpose of enhancing the potato per unit area yield and the comprehensive utilization rare earth ores waste. The result of field experiment showed that different amount of rare earth element spraying on potato could increase the yield at different periods. The experiment of little area acquired the same results at the same time. Rare-earth element could increase yield by 5% to 10%. Low concentration of rare-earth could promote potato quality, while the high concentrate had the suppression or poison function. The potato high production construction should adopt suitably fertilizer promotion and chemical control and the balance fertilizer application, there was no significant difference between twice application and once application of rare earth on potato yield. Spraying the rare earth was helpful to increase plant chlorophyll content, the photosynthesis speed, the intercellular CO_2 concentration and the leaf area index, reduce the transpiration speed, stomatal conductance and the plant interception luminous intensity.

Key words: potato; rare earth element; effect