

硼砂叶面喷施处理对马铃薯产量形成的影响^①

廉华, 张超, 刘伟, 马光恕*, 王彦宏, 刘涛

(黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江大庆 163319)

Effects of Borax by Leaf Spraying on Potato Yield Formation

LIAN Hua, ZHANG Chao, LIU Wei, MA Guang-shu*, WANG Yan-hong, LIU Tao

(College of Agronomy, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

摘要: 以“克新13”马铃薯为试材, 采用不同浓度的硼砂叶面喷施, 通过测定马铃薯地上部干重、地下部干重、根系活力、叶绿素含量及产量等指标, 研究硼砂对马铃薯产量形成的作用效应。结果表明: 适量的硼砂叶面喷施能有效地提高根系活力、叶绿素含量, 促进马铃薯地上部和地下部干物质积累, 从而促进产量的形成。

关键词: 马铃薯; 硼砂; 叶面喷施; 产量形成

中图分类号: S532

马铃薯是世界第四大粮食作物, 2008年, 中国马铃薯种植面积为466.7万 hm^2 , 产量为6479万t, 平均产量为13.88 t/hm^2 ^[1]。黑龙江省是我国马铃薯的主产省份, 2006年黑龙江省马铃薯播种面积31.93万 hm^2 , 总产量405万t, 每公顷产量12.685t, 播种面积和产量均居全国第7位^[2]。同时, 马铃薯也是黑龙江省单位面积经济效益最高的农作物, 单位面积纯收益是小麦的4倍, 大豆、玉米的2倍, 水稻的1.26倍^[3], 马铃薯产业在黑龙江省农业结构调整和促进农民增收中占据重要的地位。

虽然硼是当今世界农业生产上普遍缺乏、应用最广的微量元素, 在许多地区及许多作物上施用硼肥已成为增加产量、提高品质的一种常规手段。但随着现代农业的发展, 农作物产量在逐渐增加, 农作物收获带走的硼素也随之增加; 同时, 生产中农民往往只注重施用大量元素肥料, 对微量元素肥料尤其是硼肥的重视程度不够, 造成大量元素和硼素的比例失调, 加重了土壤硼素的缺乏, 而生产中农田的硼素平衡主要来自于有机肥^[4]。

同时, 我国土壤全硼含量变化幅度较大, 从痕迹到500 mg/kg , 平均含量为64 mg/kg , 黑龙江省大部分

地区都属于低硼地区。土壤水溶性硼是植物可直接利用的有效硼。一般认为, 土壤缺硼的临界值为0.50 mg/kg , 水溶性硼含量低于0.50 mg/kg , 属于缺硼范围; 低于0.25 mg/kg 时, 属于严重缺硼范围, 施硼肥能明显增产。缺硼对马铃薯产量制约作用也日显突出。

本试验利用不同浓度的硼砂溶液对马铃薯进行叶面喷施, 通过研究马铃薯产量形成过程中地上与地下部干物质重量的变化规律以及对根系活力和叶绿素含量的影响, 以期确定硼砂对提高马铃薯产量的作用效应, 为马铃薯高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

马铃薯品种为“克新13号”(Kexin No. 13)。

1.2 试验方案

试验地在大庆市开发区黑龙江八一农垦大学植农学院马铃薯试验基地进行。前茬作物为玉米, 秋整地, 春起垄。土壤类型为草甸黑钙土, 测定0~20cm耕层土壤基本农化状况: 碱解氮184.7 mg/kg , 速效磷21.4 mg/kg , 速效钾237.7 mg/kg , 有效硼0.22 mg/kg , 土壤pH7.88, 有机质31.2 g/kg 。

①基金项目: 黑龙江省农垦总局“十一五”重点科技攻关项目(HNKXIV-06-03a1)资助。

* 通讯作者(yy6819184@126.com)

作者简介: 廉华(1970—), 女, 黑龙江密山人, 硕士, 教授, 主要从事作物生理生态研究。E-mail: yy6819184@126.com

田间布置采用随机区组设计,共 3 个区组即 3 次重复,每区组 5 个小区即 5 个处理,硼砂处理浓度分别为 T₁: 2 g/L、T₂: 4 g/L、T₃: 6 g/L、T₄: 10 g/L、CK: 以喷施清水为对照。小区内行株距 65 cm × 25 cm,小区面积 32.5 m²,播种密度 57 000 株/hm²。2009 年 5 月 5 日播种,播种时每小区一次性施入基肥尿素 245 g、磷酸二铵 490 g、硫酸钾 490 g,6 月 5 日出全苗,田间保苗率 100%,田间管理常规,9 月 1 日收获。出苗后 35 天,每处理按 60 ml/m² 第一次叶面喷施;出苗后 65 天,每处理按 75 ml/m² 第二次叶面喷施。喷施时选无风晴朗天气,下午 5:00—5:30 喷施。

第一次喷施后 7 天开始取样,每 7 天取样 1 次,直至成熟收获。取样选在晴天上午 10:00—11:00 时,每次每个区组取 4 株苗。带回室内洗净晾干,分器官称量鲜重。一半样品取各器官鲜样 100 g,立即用液氮固定待测。另一半样品取各器官鲜样 100 g,风干后于 80℃ 下烘干至恒重,测定干重后装袋备用。

1.3 测定指标与方法

地上部鲜样、地下部鲜样、块茎鲜样先用自来水冲洗 2~3 次,再用蒸馏水冲洗 2 次,用吸水纸吸干,采用恒温干燥法^[5]测定地上部干重与地下部干重。

根系活力采用 α -萘胺氧化法测定^[6];叶绿素采用乙醇-丙酮混合提取法测定^[7]。

1.4 数据统计分析

用 Excel 进行图表制作,用 DPS 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 硼砂叶面喷施对马铃薯地上部干重的影响

硼砂叶面喷施对马铃薯地上部干重的影响如图 1 所示。在试验期间,各施硼处理及 CK 地上部干重均呈上升趋势。利用 2~4 g/L 的硼砂进行叶面喷施可有效提高马铃薯地上部干重,有利于干物质的积累,促进植株的形态建成及光合产物的积累,为马铃薯产量的形成提供充足的物质基础。喷施硼砂 42 天后, T₁、T₂、T₃ 处理地上部干重分别比 CK 处理高出 15.48%、48.75% 和 7.88%,且差异均达显著水平 ($p < 0.05$)。

2.2 硼砂叶面喷施对马铃薯地下部干重的影响

硼砂叶面喷施对马铃薯地下部干重的影响如图 2 所示。在试验期间,各施硼处理及 CK 地上部干重呈上升趋势。各硼砂处理在一定程度上均有利于地下部干重的增加,其中,6 g/L 的硼砂处理效果最好。喷施硼砂 42 天后, T₁、T₂、T₃、T₄ 处理地下部干重分别比

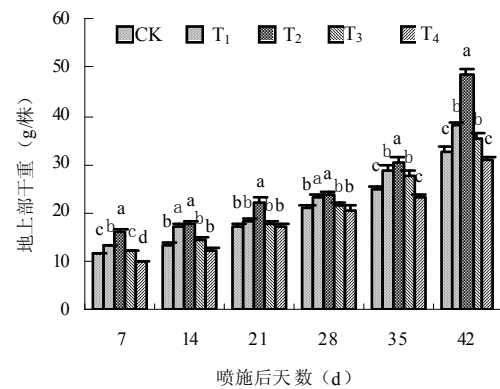


图 1 硼砂叶面喷施对马铃薯地上部干重的影响
(图中小写字母表示处理间差异达 $p < 0.05$ 显著水平,误差线是标准偏差,下同。)

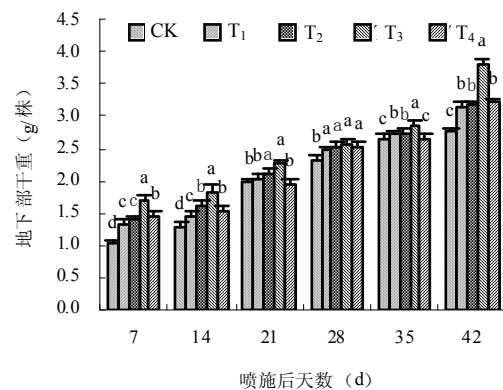


图 2 硼砂叶面喷施对马铃薯地下部干重的影响

CK 处理高出 14.18%、15.27%、38.55% 和 17.45%,且差异均达显著水平 ($p < 0.05$)。表明硼砂对根系及匍匐茎的生长与发育具有促进作用,从而增强对养分的吸收,为植株的建成与产量的形成奠定基础。

2.3 硼砂叶面喷施对马铃薯根系活力的影响

根系活力是衡量根系新陈代谢活动的强弱,是反映根系吸收能力的一项综合指标。根系特性及发育状况直接关系到马铃薯对土壤养分、水分的吸收,关系到营养物质的贮藏与转化。由表 1 所示,在试验期间,各施硼处理及 CK 的根系活力总体呈现先上升后下降的趋势。施硼处理后 7~42 天,各处理根系活力均极显著高于 CK,并且 T₃ 处理均极显著高于其他处理。由此可见,适量硼砂叶面喷施可提高马铃薯整个生育期的根系活力,进而提高根系吸收水分及矿质营养的作用,加大对土壤养分和水分吸收,为光合作用提供足够的养分和水分,利于产量的增加。

表1 硼砂叶面喷施对马铃薯根系活力的影响(以鲜重计, $\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})$)

处理	喷施后天数(d)					
	7	14	21	28	35	42
CK	5.62 ± 0.09 Dd	7.54 ± 0.11 Dd	12.57 ± 0.22 Ee	21.43 ± 0.40 Dd	23.53 ± 0.42 Dd	20.63 ± 0.17 Dd
T ₁	6.49 ± 0.15 BCb	8.66 ± 0.08 Cc	14.33 ± 0.11 Dd	28.45 ± 0.17 Cc	26.76 ± 0.12 Cc	21.46 ± 0.10 Cc
T ₂	6.66 ± 0.13 Bb	10.72 ± 0.17 Bb	16.77 ± 0.15 Bb	34.55 ± 0.39 Bb	28.40 ± 0.26 Bb	23.17 ± 0.09 Bb
T ₃	7.15 ± 0.04 Aa	13.63 ± 0.18 Aa	19.83 ± 0.08 Aa	38.36 ± 0.44 Aa	33.62 ± 0.18 Aa	25.76 ± 0.11 Aa
T ₄	6.30 ± 0.16 Cc	8.78 ± 0.08 Cc	15.77 ± 0.11 Cc	27.70 ± 0.23 Cc	26.54 ± 0.19 Cc	21.55 ± 0.11 Cc

注：同列不同大小写字母分别表示差异达 $p < 0.01$ 和 $p < 0.05$ 显著水平，下同。

2.4 硼砂叶面喷施对马铃薯叶绿素含量的影响

叶绿素含量高低可以间接反映植株光合能力的大小，由表2所示，在试验期间，各施硼处理及CK的叶绿素含量总体呈现先上升后下降的趋势。施硼处理

7~42天后，各处理叶绿素含量均显著高于CK，当硼砂浓度为6 g/L时，叶绿素含量达到最高值。表明硼砂有利于叶绿素含量的提高，增加光合产物的形成，有利于产量增加。

表2 硼砂叶面喷施对马铃薯叶绿素的影响(mg/g)

处理	喷施后天数(d)					
	7	14	21	28	35	42
CK	0.61 ± 0.07 Bc	0.82 ± 0.03 Cc	1.27 ± 0.01 Cc	1.84 ± 0.03 Cd	1.50 ± 0.02Dd	1.33 ± 0.02 Dd
T ₁	0.73 ± 0.06 ABabc	1.10 ± 0.09 Bb	1.25 ± 0.01 Cc	2.01 ± 0.09 Cc	1.59 ± 0.05 CDc	1.45 ± 0.04 Cc
T ₂	0.77 ± 0.02ABab	1.23 ± 0.02 ABa	1.47 ± 0.01 Bb	2.38 ± 0.01 ABab	1.74 ± 0.01Bb	1.65 ± 0.03 Bb
T ₃	0.84 ± 0.02 Aa	1.26 ± 0.02 Aa	1.66 ± 0.03 Aa	2.48 ± 0.02 Aa	1.85 ± 0.01 Aa	1.73 ± 0.01 Aa
T ₄	0.66 ± 0.03 Bbc	1.17 ± 0.01 Bab	1.45 ± 0.03 Bb	2.27 ± 0.02 Bb	1.70 ± 0.02BCb	1.64 ± 0.01 Bb

2.5 硼砂叶面喷施对马铃薯产量形成的影响

马铃薯块茎的形成受多种因素的影响如温度，光照等，其中微肥的影响起着十分重要的作用。在农业生产长期实践过程中，研究人员发现，在不同时期施用和施用不同浓度的微肥都会影响作物的发育，从而影响产量。硼砂叶喷处理对马铃薯产量

形成即块茎鲜重的影响如表3所示，在试验期间，各施硼处理及CK块茎鲜重呈现微弧形曲线上升的变化趋势。施硼处理7~42天后，各处理产量均极显著高于CK，并且T₃处理显著高于其他处理，表明适量的硼砂叶面喷施对产量形成具有促进作用。

表3 硼砂叶面喷施对马铃薯产量形成的影响(g/株)

处理	喷施后天数(d)					
	7	14	21	28	35	42
CK	62.42 ± 0.83 Dd	119.36 ± 1.76 Dd	177.66 ± 0.89 De	204.61 ± 3.28 Dd	265.50 ± 3.68 Ee	357.75 ± 3.86 Ee
T ₁	76.24 ± 0.63 Cc	145.59 ± 2.21 Cc	206.29 ± 3.13 Cc	249.80 ± 1.99 Cc	364.89 ± 3.94 Cc	436.08 ± 4.28 Cc
T ₂	89.67 ± 1.18 ABb	171.72 ± 1.89 Bb	267.70 ± 2.17 Bb	296.52 ± 1.00 Bb	451.92 ± 6.35 Bb	479.42 ± 2.49 Bb
T ₃	93.85 ± 1.67 Aa	178.69 ± 1.11 Aa	305.61 ± 3.93 Aa	345.77 ± 3.37 Aa	483.95 ± 3.28 Aa	565.84 ± 2.77 Aa
T ₄	88.45 ± 1.09 Bb	172.51 ± 1.10 ABb	197.73 ± 1.11 Cd	245.70 ± 2.20 Cc	334.14 ± 4.07 Dd	427.14 ± 5.04 Dd

3 结论

在黑龙江省低硼地区，合理施用硼肥是保证马铃薯提高产量的重要途径。本试验结果表明适量硼砂可有效提高地上部干重、地下部干重、根系活力与叶绿

素含量，有利于养分的吸收、光合能力的增强，促进光合产物的积累，进而促进产量的形成。在本试验条件下，当硼砂溶液浓度达到6 g/L时，马铃薯各生育时期根系活力、叶绿素含量及产量形成达到最高值，均

显著高于其他处理及对照, 当硼砂浓度高于 6 g/L 时, 作用效果有下降趋势。

参考文献:

- [1] 吕金庆, 许剑平, 杨金砖. 黑龙江省马铃薯生产机械化现状及发展趋势. 农机化研究, 2009(8): 239-241
- [2] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴 (1992—2007). 北京: 中国农业出版社, 1992-2007
- [3] 陈伊里, 屈冬玉. 马铃薯产业与东北振兴. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2005: 1-5
- [4] 林心雄, 文启孝, 钟霆, 吴顺龄. 太湖地区作物体内微量元素的分布及其再循环. 土壤, 1992(1): 9-13
- [5] 张永华. 食品分析实验. 北京: 化学工业出版社, 2006
- [6] 何钟佩. 农作物化学控制实验指导. 北京: 北京农业大学出版社, 1993: 23-26
- [7] 郝建军, 康宗利, 于洋. 植物生理学实验技术. 北京: 化学工业出版社, 2007: 107-109

欢迎订阅 2012 年《生态与农村环境学报》

《生态与农村环境学报》系环境保护部主管、环境保护部南京环境科学研究所主办的学术期刊, 是中文核心期刊 (GCJC), 中国科学引文数据库 (CSCD) 核心期刊, 中国学术期刊评价研究报告 (RCCSE) 核心期刊, 中国科技论文统计源期刊 (中国科技核心期刊), 被中国科技论文与引文数据库 (CSTPCD)、中文社会科学引文索引 (CSSCI)、中国学术期刊综合评价数据库 (CAJCED)、中国核心期刊 (遴选) 数据库、CA、CABI、BA、BP、BD、UPD、GeoBase、ZR、EM、Scopus、AGRIS、中国农业文摘、中国生物学文摘等国内外重要刊库收录。系全国优秀环境科技期刊, 江苏省优秀期刊, 中国期刊协会赠建全国百家期刊阅览室指定赠送期刊。

本刊宗旨: 及时报道生态与农村环境保护领域研究的动态、理论、方法与成果等。

主要栏目: 研究报告、研究简报、研究方法、专论与综述、学术讨论与建议、书刊评介、动态与信息。

主要内容: (1) 区域环境与发展, 包括生态环境变化与全球环境影响、区域生态环境风险评价、环境规划与管理、区域生态经济与生态安全等; (2) 自然保护与生态, 包括自然资源保护与利用, 生物多样性与外来物种入侵, 转基因生物环境安全与监控, 生态保护、生态工程与生态修复, 有机农业与农业生态等; (3) 污染控制与修复, 包括污染控制原理与技术、土壤污染与修复、水环境污染与修复、农业废物综合利用与资源化、农用化学品 (以及化学品) 风险评价与监控等。

主要读者对象: 从事生态学、环境科学、农学、林学、地学、资源科学等研究、教学、生产的科技人员, 相关专业的高等院校师生以及各级决策与管理人员。

本刊为双月刊, 逢单月 25 日出版, A4 开本, 每期定价 15.00 元, 全年定价 90.00 元, 公开发行, 国内邮发代号 28-114, 全国各地邮局均可订阅; 国外由中国国际图书贸易总公司 (北京 399 信箱) 负责发行, 国外发行代号 Q5688。如漏订, 可向本刊编辑部补订。

编辑部地址: 江苏省南京市蒋王庙街 8 号

邮政编码: 210042

电话: (025) 85287036, 85287052, 85287053

网址: <http://www.ere.ac.cn>

E-mail: ere@vip.163.com, bjb@nies.org