

中图分类号: S532; TQ445.7 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2010)04-0230-04

MnSO₄ 叶面喷施对马铃薯产量形成的影响

马光恕, 廉 华, 林晓影, 王彦宏

(黑龙江八一农垦大学农学院, 黑龙江 大庆 163319)

摘 要: 以“克新 13 号”马铃薯品种为试验材料, 在现蕾期和块茎膨大期利用不同浓度的硫酸锰叶面喷施处理 2 次, 通过测定根系活力、叶绿素含量、光合速率和块茎产量的变化, 研究硫酸锰对产量形成的作用效果。结果表明: 适量硫酸锰(0.2%~0.5%)可有效提高马铃薯根系活力、叶绿素含量及光合速率, 促进光合产物积累, 从而有效提高马铃薯单株产量; 硫酸锰过量对产量形成会产生不利影响。

关键词: 马铃薯; 硫酸锰; 产量形成

Effect of Manganese Sulfate Application by Leaf Spraying on Potato Yield Formation

MA Guangshu, LIAN Hua, LIN Xiaoying, WANG Yanhong

(College of Agronomy, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing, Heilongjiang 163319, China)

Abstract: The root activity, leaf chlorophyll content, photosynthetic rate and tuber yield of cv. Kexin 13 were measured when the manganese sulfate was applied to it by leaf spray in different levels of concentration at the budding and the tuber bulking stages to study the effect of manganese sulfate on the yield formation. The results showed that appropriate levels (0.2%-0.5%) of manganese sulfate could effectively increase the root activity, leaf chlorophyll content and photosynthetic rate, and promote the accumulation of photosynthetic products, therefore, it could increase the potato tuber yield per plant effectively. However, too much manganese sulfate could produce negative effects on the formation of potato yield.

Key Words: potato; manganese sulfate; yield formation

随着种植业结构调整, 黑龙江省把马铃薯产业列为“两豆一奶”工程和“十五”期间食品工业的发展重点之一。为提高马铃薯产量, 在不断引进适宜品种的同时, 积极探索高产栽培方法是十分必要的。而提高单产、增强抗病性、增加耐贮性一直是提高马铃薯经济效益、降低生产成本的有效途径。

马铃薯的产量和品质除与品种、种薯质量、土壤性质、田间管理和环境条件等因素有关外, 还与田间施肥量关系极大^[1]。马铃薯各生育时期, 因生长发育阶段不同, 所需养分也不同, 施肥上以氮、磷肥为主, 但应适时适量增施中、微量元素, 配合利用叶面肥料, 充分协调其地上部与地下部之间的关

系, 这是马铃薯实现高产、优质的重要措施^[2]。

从 20 世纪 60 年代以来, 大量的田间试验证明, 锰肥对多种作物均有不同程度的增产效果^[3-4]。研究表明, 马铃薯对锰的缺乏极其敏感, 缺锰叶绿体的结构会被破坏解体, 而大量的锰又会造成植物锰毒害^[5], 锰营养的丰缺对马铃薯的生长发育、产量、品质有显著影响^[6]。

本试验利用不同浓度的硫酸锰溶液对马铃薯进行叶面喷施, 通过研究马铃薯块茎鲜重的变化规律及根系活力、叶绿素含量及光合速率的变化, 以期确定硫酸锰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。

收稿日期: 2010-04-26

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

作者简介: 马光恕(1969-), 男, 副教授, 主要从事马铃薯及蔬菜生理生态研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

马铃薯品种为克新 13 号。

试验地在大庆市开发区黑龙江八一农垦大学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 0~20 cm 耕层土壤基本农化状况: 碱解氮含量为 184.70 mg·kg⁻¹; 速效磷含量为 21.40 mg·kg⁻¹; 速效钾含量为 237.70 mg·kg⁻¹; 土壤有效锰含量为 38.32 mg·kg⁻¹; 土壤 pH 为 7.88; 土壤有机质含量为 3.12%。

1.2 试验方案

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 个处理, 另有一个清水对照, 各小区等行距种植, 行株距 65 cm × 24 cm, 每小区种植 5 行, 行长 10 m, 小区面积 32.5 m²。2009 年 5 月 5 日播种, 采用机械趟沟人工点播, 机械覆土镇压。6 月 5 日出全苗, 田间保苗率 100%, 田间管理如常规, 9 月 1 日收获。

试验共设置 5 个硫酸锰浓度, 分别为 0.05% (T₁)、0.2% (T₂)、0.5% (T₃)、1.0% (T₄)、1.5% (T₅), 以喷施清水为对照(CK)。现蕾期(约出苗后 35 d), 各处理按每平方米 60 mL 第 1 次喷施; 块茎膨大期(约出苗后 65 d), 按每平方米 75 mL 第 2 次喷施。选无风晴朗天气, 下午 5:00~5:30 喷施。

第 1 次喷施后 7 d 取样, 每 14 d 取样 1 次, 共取样 5 次。取样选在晴天上午 10:00~11:00 时, 每次每个小区取生长健壮且处于生育时期的植株 4

株。叶片选取植株顶部完全展开叶倒数第 4 片复叶(即从植株顶部第 1 片真叶往下数第 4 片)。

1.3 测定指标与方法

根系活力采用 α-萘胺法^[7], 叶绿素含量采用乙醇—丙酮混合提取法^[8], 光合速率采用 ECA 便携式光合测定仪(北京益康农业科技发展有限公司生产)测定。

1.4 数据统计分析

数据经整理后, 用 Excel 进行图表制作, 用 DPS 软件(Data Processing System)进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 硫酸锰叶喷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, 是反应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。由不同浓度硫酸锰对马铃薯根系活力的影响(表 1)可知: 处理后 7 d, T₂、T₃ 根系活力显著高于 CK、T₁、T₄、T₅; 处理后 21 d, T₃ 显著高于 T₅; 处理后 35 d, T₁、T₂、T₃ 根系活力显著高于 CK、T₄、T₅, T₄、T₅ 根系活力显著低于 CK; 处理后 49 d, T₂、T₃ 根系活力显著高于 CK、T₁、T₄、T₅; 处理后 63 d, T₁、T₂、T₃ 根系活力显著高于 CK, T₄、T₅ 根系活力显著低于 CK, 各处理间达显著水平。由此可见, 适量硫酸锰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 硫酸锰叶喷对马铃薯根系活力的影响 (μg·g⁻¹·h⁻¹ Fw)

Table 1 Effect of manganese sulfate by leaf spray on the potato root activity

时间 Time	处理 Treatment					
	CK	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
7 d	5.89±0.24 bC	6.04±0.36 bBC	6.76±0.34 aAB	7.15±0.61 aA	5.87±0.47 bC	5.85±0.08 bC
21 d	14.73±0.31 abA	15.51±0.29 abA	15.51±0.41 abA	16.61±0.69 aA	13.74±0.31 abA	12.45±0.69 bA
35 d	22.42±0.11 cC	25.80±0.59 bBC	27.53±0.37 bB	32.59±0.61 aA	18.21±0.30 dD	13.54±0.59 eE
49 d	19.71±0.43 bcC	20.66±0.52 bBC	22.08±0.45 aAB	23.33±0.57 aA	19.45±0.29 bcC	18.98±0.45 cC
63 d	8.13±0.13 dD	10.01±0.40 cC	12.14±0.20 bB	14.66±0.36 aA	7.47±0.36 eD	5.98±0.13 fE

注: 同一行中平均数后面不同大小写字母分别表示差异达 1% 和 5% 显著水平, 平均数后面数值为标准差, 下同。

Note: Means followed by different capital and small letters in the same row mean significant difference at 0.01 and 0.05 level, respectively. Number behind the means represent the standard deviation. The same as below.

2.2 硫酸锰叶喷对马铃薯总叶绿素含量的影响

叶绿素含量高低可以间接了解植株光合能力的大小, 各处理叶绿素含量变化基本呈双峰曲线变化, 峰值分别出现在处理后 21 d 和 49 d, 但是不同处理对马铃薯叶片中叶绿素含量的影响效果有所不同。

如表 2 所示, 处理后 7 d, T_1 、 T_5 叶绿素含量显著低于 CK, T_2 、 T_3 、 T_4 叶绿素含量与 CK 无显著性差异, 处理间无显著性差异; 处理后 21 d, T_3

叶绿素含量极显著高于 CK、 T_1 、 T_2 、 T_4 、 T_5 , T_4 叶绿素含量极显著低于 CK, T_1 、 T_5 叶绿素含量显著低于 CK, T_2 叶绿素含量与 CK 无显著性差异; 处理后 35 d, 各处理叶绿素含量与对照无显著性差异; 处理后 49 d, T_2 、 T_3 叶绿素含量极显著高于 CK, T_1 、 T_4 叶绿素含量显著高于 CK, T_5 叶绿素含量 CK 无显著性差异; 处理后 63 d, T_1 、 T_3 叶绿素含量极显著低于 CK, T_2 、 T_4 、 T_5 叶绿素含量与 CK 无显著性差异。

表 2 硫酸锰叶喷对马铃薯叶绿素含量的影响($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)

Table 2 Effect of manganese sulfate by leaf spray on the potato leaf chlorophyll content

时间 Time	处理 Treatment					
	CK	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
7 d	24.31±0.87 aA	21.05±1.48 bA	21.99±2.82 abA	22.18±1.84 abA	22.89±1.82 abA	20.82±0.37 bA
21 d	27.01±0.97 bB	23.99±0.56 cBC	27.37±1.94 bB	32.25±2.96 aA	22.55±0.31 cC	24.29±0.20 cBC
35 d	18.15±0.98 abcAB	17.66±1.48 bcAB	18.86±1.39 abAB	18.76±0.39 abAB	19.48±1.12 aA	16.68±0.56 cB
49 d	21.23±0.49 cB	23.36±1.14 abAB	24.51±1.42 aA	24.97±0.28 aA	23.19±0.97 abAB	22.49±0.97 bcAB
63 d	17.89±2.72 abAB	11.92±1.06 cC	15.81±1.81 bB	11.64±1.42 cC	19.51±0.81 aA	16.74±1.16 bAB

表 3 硫酸锰叶喷对马铃薯光合速率的影响($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

Table 3 Effect of manganese sulfate by leaf spray on the potato photosynthetic rate

时间 Time	处理 Treatment					
	CK	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
7 d	18.66±1.59 bB	18.70±0.55 bB	22.46±2.10 aA	23.22±3.76 aA	23.08±3.03 aA	20.74±1.24 abAB
21 d	22.80±1.97 bC	22.88±0.99 bC	26.84±0.83 aAB	27.98±2.16 aA	23.64±1.27 bBC	26.58±3.52 aABC
35 d	22.74±1.61 bB	29.94±5.29 aA	22.92±2.17 bB	23.76±2.05 bB	30.42±4.30 aA	22.82±1.55 bB
49 d	24.44±2.42 cB	28.46±4.51 abcAB	28.84±2.44 abcAB	30.96±5.76 abAB	24.84±3.93 bcAB	33.48±6.69 aA
63 d	24.94±3.45 aA	27.12±2.76 aA	26.68±5.59 aA	25.04±4.15 aA	30.70±4.67 aA	26.26±1.59 aA

表 4 硫酸锰叶喷对马铃薯单株产量的影响(g)

Table 4 Effect of manganese sulfate by leaf spray on the potato yield per plant

时间 Time	处理 Treatment					
	CK	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
7 d	21.63±2.30 dC	21.57±4.62 dC	26.83±3.26 bcBC	72.79±5.74 aA	28.57±2.19 bB	22.53±2.54 cdBC
21 d	133.30±11.48 aA	140.44±4.18 aA	141.53±4.46 aA	143.19±5.85 aA	106.12±1.17 bB	92.95±3.91 cB
35 d	175.61±7.76 cdB	181.33±6.86 cB	227.81±3.98 bA	255.58±5.63 aA	171.08±2.17 cdB	154.21±5.72 dB
49 d	403.06±6.26 bB	409.86±1.63 bB	411.99±3.90 bB	516.53±4.83 aA	388.08±15.40 bcB	355.97±10.30 cB
63 d	545.53±2.89 dD	577.67±3.09 cC	625.44±2.24 bB	678.01±3.57 aA	462.92±1.46 eE	439.22±2.27 fE

2.3 硫酸锰叶喷对马铃薯光合速率的影响

光合速率是用以说明同化物生产状况的最有利的光合指标。由表 3 所示, 不同处理光合速率变化略有不同, 对照光合速率变化表现先增加后降低趋势。处理后 7 d, T₂、T₃、T₄ 显著高于 CK; 处理后 21 d, T₂、T₃ 极显著高于 CK、T₁, T₅ 光合速率显著高于 CK、T₁、T₄; 处理后 35 d, T₁、T₄ 极显著高于 CK、T₂、T₃、T₅; 处理后 49 d, T₃、T₅ 显著高于 CK。

2.4 硫酸锰叶喷对马铃薯产量形成的影响

硫酸锰叶喷对马铃薯块茎鲜重的影响结果如表 4 所示, 处理后 7 d, T₃、T₄ 极显著高于 CK、T₁, T₂ 显著高于 CK、T₁; 处理后 21 d, T₄、T₅ 极显著低于 CK; 处理后 35 d, T₂、T₃ 极显著高于 CK、T₁、T₄、T₅; 处理后 49 d, T₃ 极显著高于 CK、T₁、T₂、T₄、T₅, T₅ 显著低于 CK; 处理后 63 d, T₁、T₂、T₃ 极显著高于 CK、T₄、T₅, T₄、T₅ 极显著低于 CK。

3 讨 论

适量硫酸锰(0.2%~0.5%)通过显著提高马铃薯根系活力、叶片叶绿素含量、光合速率, 提高根系吸收能力, 为植株建成提供必要的养分, 有利于光合产物的合成、运输与积累, 从而促进植株形态建成, 为产量的提高奠定基础; 过量硫酸锰(1.0%~1.5%)对上述指标表现出抑制效果, 对植株形态建成与光合生理产生了负面影响。

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。裴雪霞等^[9]研究表明, 在小麦生育后期喷施 0.1% 锰肥可提高千粒重、增加产量、改善品质。有关研究报告, 硫酸锰(0.01%~0.1%)浸种处理可以促进马铃薯的生长发育, 增强抗逆性, 提高产量和品质^[10]; 玉米施用锌、锰肥具有明显的增产效果, 平均每公顷增产

玉米 328.5 kg, 增产 6.4%^[11]; 施用氮、锌、锰肥均能使油菜产量得到明显提高, 并且三种肥料间存在着明显的正向交互作用^[12]; 钾、锌、锰肥的合理配合施用能使马铃薯产量明显提高, 品质得到显著改善^[13]。本研究表明, 适量硫酸锰叶喷对马铃薯产量形成具有显著的促进作用, 这与前人研究结果基本一致。

[参 考 文 献]

- [1] Khan L A, Deadman M L, Al-Habsi K A. Screening potato varieties for cultivation in arid regions: Effect of planting date on emergence of imported and locally-produced seed [J]. Journal of Scientific Research-Agricultural Sciences, 2001, 6: 41-46.
- [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.
- [3] Moussavi-Nik M Z. Dynamic of nutrient remobilization from seed of wheat genotypes during imbibition, germination and early growth[J]. Plant and Soil, 1997, 19(7): 271-280.
- [4] 王顺霞, 王峰, 左忠, 等. 宁夏干旱区玉米锌锰配肥产量效应研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(1): 103-105.
- [5] 孟锡福, 傅庆林, 丁晋林, 等. 微量元素对马铃薯产量和品质的影响[J]. 马铃薯杂志, 1999, 6(2): 99-101.
- [6] 李华, 毕如田, 程芳琴, 等. 钾锌锰配合施用对马铃薯产量和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2006(4): 46-50.
- [7] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 119-120.
- [8] 郝建军, 康宗利, 于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 107-109.
- [9] 裴雪霞, 王姣爱, 党建友, 等. 后期喷肥对强筋小麦临汾 138 产量和品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(6): 148-149.
- [10] 宋志荣. 施锰对马铃薯产量和品质的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(3): 222-223.
- [11] 田士明, 王梅芳, 张韶华, 等. 锌锰肥对玉米吸收氮磷钾及干物质积累的影响[J]. 土壤肥料, 1999(1): 44-45.
- [12] 张建平, 张永清. 氮、锌、锰肥配施对油菜产量影响研究[J]. 北方园艺, 2001(1): 15-17.
- [13] 李华, 毕如田, 程芳琴, 等. 钾锌锰配合施用对马铃薯产量和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2006(4): 46-50.

欢迎订阅 2010 年《中国马铃薯》杂志

《中国马铃薯》杂志是由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办的国内唯一的马铃薯专业科技期刊, 它以繁荣我国马铃薯事业为办刊宗旨。为增强期刊的学术性, 2010 年起栏目更改为遗传育种、栽培生理、土壤肥料、病虫防治、综述、简报、产业开发、品种介绍以及其他等栏目。

本刊国内外公开发刊, 双月刊, 大 16 开本, 每期定价 8.00 元, 全年 48.00 元, 哈尔滨市邮局发行, 全国各地邮局订阅, 邮发代号: 14-167。读者也可直接汇款至编辑部订阅。本刊承揽广告业务, 欢迎各界广为利用。

联系人: 陆忠诚(13936431480)、武新娟(13763434473)

通讯地址: 哈尔滨东北农业大学《中国马铃薯》编辑部 邮编: 150030 电话: 0451-55190003