

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2018)02-0090-06

土壤肥料

微肥配施对河西绿洲加工型马铃薯的生长效应

祁复绒¹, 陈修斌^{2*}, 许耀照², 李翊华²

(1. 甘肃省经济作物技术推广站, 甘肃 兰州 730030; 2. 河西学院农业与生物技术学院, 甘肃 张掖 734000)

摘要: 为探讨锌、硼微肥配施在河西绿洲灌漠土加工型马铃薯生产上使用的最适浓度, 以马铃薯品种‘大西洋’为材料, 采用随机区组试验设计, 研究锌、硼微肥配施对加工型马铃薯生长效应的影响。试验设6个处理, 分别为A1: 清水(CK); A2: 0.05%硫酸锌+0.05%硼砂; A3: 0.10%硫酸锌+0.10%硼砂; A4: 0.15%硫酸锌+0.15%硼砂; A5: 0.20%硫酸锌+0.20%硼砂; A6: 0.25%硫酸锌+0.25%硼砂。结果表明, 采用A4处理的马铃薯植株在7月5日、7月20日、8月5日的光合速率最高, 分别为18.76, 27.83和16.32 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$; 各处理对光合速率、蒸腾速率、胞间 CO_2 浓度和气孔导度数值大小影响顺序为A4>A3>A5>A2>A6>A1; 同时A4处理的马铃薯在株高、茎粗、地上部干重、块茎平均重、单株块茎重和产量上明显优于其他处理, 分别为82.75 cm、18.61 mm、70 g、180 g、0.451 kg/株和35.25 t/hm²。因此, 锌、硼微肥配施最适浓度为0.15%硫酸锌+0.15%硼砂。

关键词: 微肥; 配施; 马铃薯; 生长效应; 产量; 河西绿洲

Effects of Combined Application of Trace Element Fertilizers on Growth of Processing Potatoes in Hexi Oasis

QI Furong¹, CHEN Xiubin^{2*}, XU Yaozhao², LI Yihua²

(1. Gansu Economic Crop Extension Station, Lanzhou, Gansu 730030, China;

2. College of Agriculture and Biotechnology, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China)

Abstract: The effects of zinc (Zn) and boron (B) fertilizer on potato growth were investigated in order to understand the optimal concentration of trace fertilizer spraying on processing potatoes in Hexi Oasis using 'Atlantic' as plant material in a randomized complete block design. Six treatments were set up, including A1 (water as control, CK), A2 (0.05% ZnSO_4 mixed with 0.05% borax), A3 (0.10% ZnSO_4 mixed with 0.10% borax), A4 (0.15% ZnSO_4 mixed with 0.15% borax), A5 (0.20% ZnSO_4 mixed with 0.20% borax) and A6 (0.25% ZnSO_4 mixed with 0.25% borax). Net photosynthetic rate of the potato plants treated by A4 was the highest on July 5, July 20 and August 5, being 18.76, 27.83 and 16.32 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, respectively. The order of effects on photosynthesis rate, transpiration rate, intercellular CO_2 concentration and stomatal conductance of each treatment was A4>A3>A5>A2>A6>A1. The potato treated by A4 was superior to other treatments in plant height, stem diameter, aboveground dry weight, average tuber weight, tuber weight per plant and yield, which were 82.75 cm, 18.61 mm, 70 g, 180 g, 0.451 kg/plant and 35.25 t/ha, respectively. Therefore, the optimal concentration of Zn and B fertilizer was 0.15% ZnSO_4 mixed with 0.15% borax.

Key Words: trace element fertilizer; combined application; potato; growth; yield; Hexi oasis

收稿日期: 2016-08-26

基金项目: 甘肃省科技支撑计划-农业类(144NKCA241)。

作者简介: 祁复绒(1983-), 女, 农艺师, 主要从事农作物栽培与生理方面研究。

*通信作者(Corresponding author): 陈修斌, 硕士, 教授, 主要从事园艺植物栽培方面研究, E-mail: chenxiubin2003@163.com。

张掖市地处河西走廊中部, 属温带大陆性气候, 境内地势平坦, 土地肥沃, 日照充足, 气候温和, 是典型的绿洲农业和大型灌溉农业区。近年来, 张掖市立足市情, 提出了打造“中国马铃薯及脱毒种薯繁育之都”的目标, 张掖市委、市政府制定了《张掖市加工型马铃薯产业发展规划》^[1], 加工型马铃薯在农业区的种植面积不断扩大, 截至2011年全市种植面积达2.76万hm²^[2], 马铃薯产业已成为推动农民增收、农业增效、农村发展的“助推器”。在传统生产中, 由于氮磷钾肥料的大量施用, 栽培作物从土壤中不断地带走大量的微量元素, 使得土壤中微量元素含量相对不足, 在加工型马铃薯生长田中常出现植株节间短, 顶端的叶片向上直立, 叶小, 叶面上有灰色至古铜色的不规则斑点, 叶缘向上卷曲。严重时, 叶柄及茎上出现褐色斑点; 或表现主茎和侧芽的生长点坏死, 侧芽生长迅速, 节间缩短, 全株呈矮丛状, 主茎基部有褐色斑点出现, 分枝多, 植株呈丛生状, 叶片变厚且上卷; 究其原因分别是植株缺锌和缺硼的表现。这些现象的发生, 已严重制约加工型马铃薯高产优质化生产。为此, 开展锌、硼微肥配施在加工型马铃薯生产上应用效应的研究, 以期为张掖市加工型马铃薯产业实现高效可持续发展提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在甘肃省张掖市甘州区梁家墩镇五号村二社, 土壤类型为暗灌漠土^[3], 海拔1465 m, 降水量129 mm, 蒸发量2047 mm, 年均气温7.50℃, 无霜期153 d, ≥10℃积温2892℃, 日照时间3200 h, 有机质18.57~23.38 g/kg, 碱解氮85.12~119.26 mg/kg, 速效磷8.67~19.43 mg/kg, 速效钾131.56~178.87 mg/kg, pH 8.12~8.31, 全盐2.23~3.89 g/kg, 容重1.12~1.34 g/cm³、总孔隙度45.54%~58.27%。

1.2 供试材料

供试马铃薯品种为“大西洋”, 锌肥和硼肥分别由硫酸锌(ZnSO₄·7H₂O, 锌23%)、硼砂(硼11.3%)提供。

1.3 试验设计与方法

试验设6个处理, 分别为A1: 清水(CK);

A2: 0.05%硫酸锌 + 0.05%硼砂; A3: 0.10%硫酸锌 + 0.10%硼砂; A4: 0.15%硫酸锌 + 0.15%硼砂; A5: 0.20%硫酸锌 + 0.20%硼砂; A6: 0.25%硫酸锌 + 0.25%硼砂。小区面积12 m², 播种86株, 采用田间随机区组设计, 每处理重复3次。在叶片生长期, 各处理采用叶面喷施方法, 分别于6月4日、6月11日和6月18日, 进行第1次、第2次和第3次喷施, 每次各小区喷施量为2.0 L。种植前土壤进行耕翻并一次性施足基肥, 所用肥料为尿素(N 46%)、过磷酸钙(P₂O₅ 16%)、硫酸钾(K₂O 50%), 用量分别为450, 525和375 kg/hm², 施足底肥。2014年4月19日进行播种, 起垄覆膜双行播种, 垄距100 cm, 株行距35 cm × 40 cm, 每小区1垄, 垄长12 m, 播种深度5~8 cm, 保苗数78000株/hm²。

1.4 测定项目

1.4.1 形态和光合指标测定

每处理随机选10株测定, 于马铃薯采收前的20 d, 测定株高、茎粗, 成熟期测定地上部干重^[4]。分别于7月5日、7月20日、8月5日, 每个处理随机选择6株, 每株选择向阳第3片真叶, 用英国Hansatech公司的TPS-2便携式光合仪, 参考李翊华等^[5]的方法测定光合指标。光合速率(Pn): 光合速率是单位面积叶片在单位时间内同化CO₂的量。蒸腾速率(Tr): 蒸腾速率是衡量植物对水分吸收和运输能力高低的重要指标。细胞间隙CO₂浓度(Ci): 其值的大小受到叶片周围空气的CO₂浓度、叶肉导度和叶肉细胞的光合活性等因素的影响。气孔导度(Gs): 气孔导度是气孔张开的程度, 影响光合作用, 呼吸作用及蒸腾作用。

1.4.2 产量测定

于9月25日按小区收获, 面积为12 m², 统计块茎重、单株块茎重和产量。

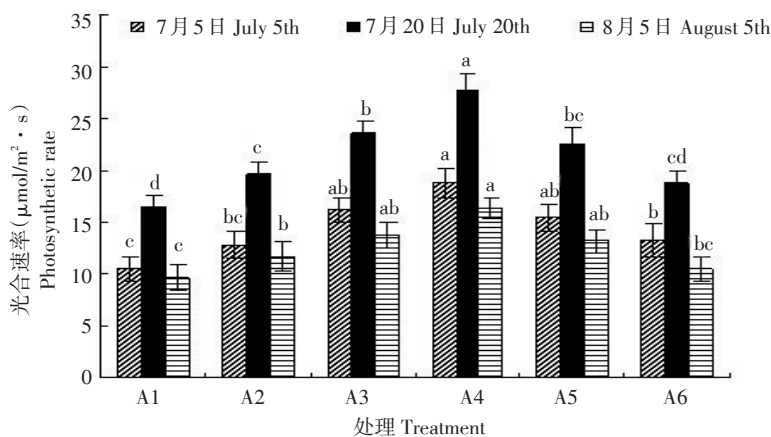
1.5 数据分析

采用DPS 9.50和Microsoft Excel 2003软件进行数据计算与分析, 采用Duncan's法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯光合速率和蒸腾速率的影响

从图1可以看出, 在7月5日、7月20日、8



误差线为标准差; 不同小写字母表示处理间差异达0.05显著水平。下同。

Error bar is standard deviation; different small letters indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

图1 不同处理对马铃薯光合速率影响

Figure 1 Effect of different treatments on potato photosynthetic rate

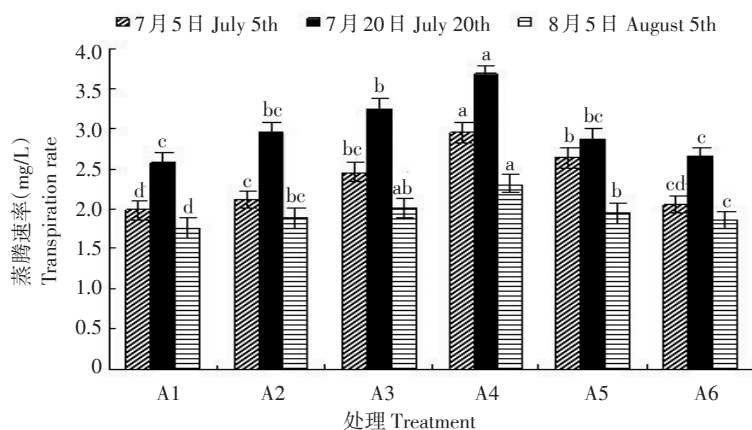


图2 不同处理对马铃薯蒸腾速率影响

Figure 2 Effect of different treatments on potato transpiration rate

月5日, 马铃薯叶片上喷施微肥的各处理, 其光合速率数据的变化呈现先增加后降低的趋势, 当锌、硼肥的浓度在0.15%时, 即采用A4处理(0.15%硫酸锌+0.15%硼砂)的马铃薯叶片光合速率最高, 在7月5日、7月20日、8月5日的光合速率分别为18.76, 27.83和16.32 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, 与处理A1(CK)相比分别增加8.18, 11.29和6.64 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, 马铃薯在7月5日、7月20日、8月5日, 各处理在不同测定时间的光合速率大小的顺序为7月20日>7月5日>8月5日, 这可能是由于马铃薯在7月20日, 植株保持较强的代谢

能力, 而到8月5日, 随着马铃薯生长中心由地上向地下的转移, 马铃薯地上叶片生长能力减弱所致。

马铃薯叶片蒸腾速率的变化与光合速率的变化相似(图2), 采用A4处理(0.15%硫酸锌+0.15%硼砂)的马铃薯叶片蒸腾速率最高, 在7月5日、7月20日、8月5日的值, 分别为2.95, 3.68和2.31 mg/L, 与处理A1(CK)相比分别增加0.97, 1.10和0.55 mg/L, 说明采用浓度为0.15%硫酸锌+0.15%硼砂的处理, 在促进马铃薯光合速率增强的同时, 也加速了植株叶片蒸腾速率的提

高, 因此叶片中水分代谢也保持在较高的水平。

2.2 不同处理对马铃薯叶片胞间 CO_2 浓度和气孔导度的影响

从图 3、4 可以看出, 马铃薯叶片在 7 月 5 日、7 月 20 日、8 月 5 日, 叶片胞间 CO_2 浓度和气孔导度的变化均随着叶面喷施微量元素肥料浓度的增加而增大, 当增大到一定值时, 又随着减小, 采用 A4 处理 (0.15% 硫酸锌 + 0.15% 硼砂) 的马铃薯叶片胞间 CO_2 浓度和气孔导度的值均表现最高, 在 7 月 5 日、7 月 20 日、8 月 5 日的叶片胞间 CO_2 浓度分别为 287.86, 312.46 和 276.58 $\text{mmol/m}^2 \cdot \text{s}$ 。

与处理 A1 (CK) 相比分别增加 56.35, 35.75 和 52.05 $\text{mmol/m}^2 \cdot \text{s}$, 而气孔导度分别为 235.46, 265.34 和 221.55 $\text{mmol/m}^2 \cdot \text{s}$, 与处理 A1 (CK) 相比分别增加 52.21, 41.87 和 56.34 $\text{mmol/m}^2 \cdot \text{s}$, 这说明适宜浓度的锌、硼微肥配施, 调节了植株生理代谢机能, 促进了光合作用的进行, 叶片气孔 CO_2 的出入量增大, 气孔的开展程度也随之增加, 从而导致叶片胞间 CO_2 浓度和气孔导度保持较高的水平; 而当锌、硼微肥配施浓度达到 0.20% 以上时, 随着植株光合作用的减弱, 叶片胞间 CO_2 浓度和气孔导度也随之下降。

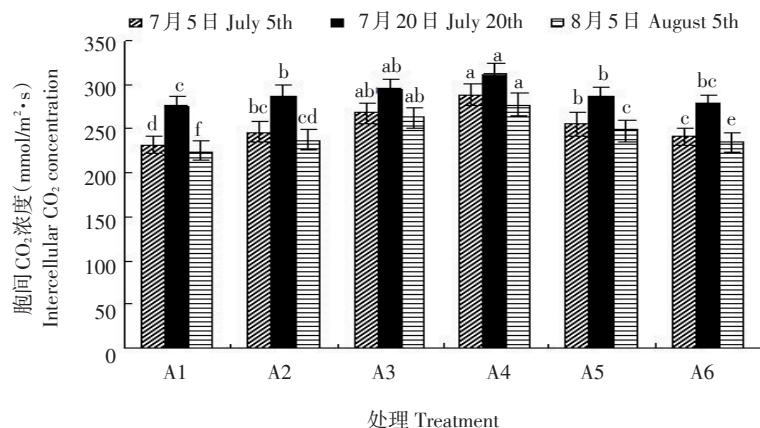


图3 不同处理对马铃薯胞间 CO_2 浓度影响

Figure 3 Effect of different treatments on potato intercellular CO_2 concentration

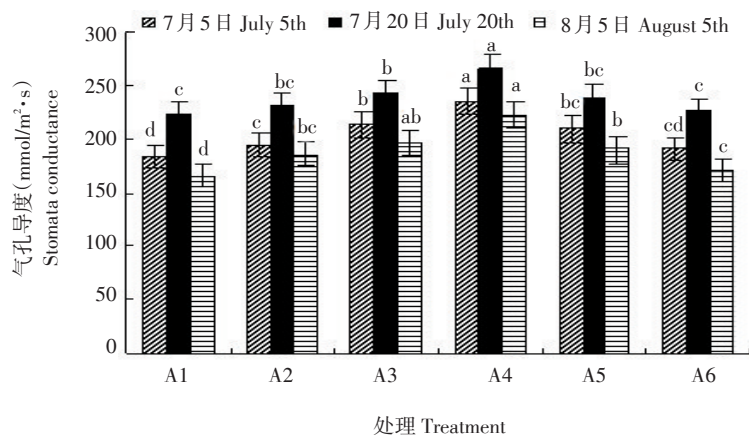


图4 不同处理对马铃薯气孔导度影响

Figure 4 Effect of different treatments on potato stomata conductance

表1 不同处理对马铃薯经济性状的影响
Table 1 Effects of different treatments on potato economic characteristics

处理 Treatment	株高(cm) Plant height	茎粗(mm) Stem diameter	地上部干重(g) Aboveground dry weight	块茎平均重(g) Tuber weight	单株块茎重(kg) Tuber yield per plant	产量(t/hm ²) Yield (t/ha)
A1(CK)	68.25 ± 3.02 d	13.57 ± 1.48 e	49 ± 1.89 d	142 ± 5.68 e	0.356 ± 0.031 e	27.75 ± 1.02 d
A2	71.63 ± 3.12 c	15.62 ± 1.56 d	51 ± 1.76 cd	147 ± 6.73 de	0.367 ± 0.042 cd	28.65 ± 1.43 cd
A3	75.27 ± 2.85 b	16.58 ± 2.20 bc	61 ± 2.98 b	170 ± 4.65 b	0.426 ± 0.013 b	33.30 ± 1.65 ab
A4	82.75 ± 2.21 a	18.61 ± 1.68 a	70 ± 3.16 a	180 ± 6.23 a	0.451 ± 0.021 a	35.25 ± 1.52 a
A5	78.54 ± 3.41 ab	17.86 ± 2.02 ab	54 ± 3.08 bc	158 ± 7.05 c	0.396 ± 0.017 bc	30.90 ± 1.38 b
A6	73.68 ± 2.44 bc	15.97 ± 1.98 cd	53 ± 2.43 bc	152 ± 6.83 cd	0.381 ± 0.022 c	29.70 ± 1.42 bc

注: 同列不同小写字母表示差异达0.05显著水平。

Note: Different small letters within the same column indicate significant difference at 0.05 level.

2.3 不同处理对马铃薯经济性状的影响

不同处理对马铃薯经济性状的影响见表1, 从表1可看出, 处理A4株高、茎粗、地上部干重、块茎平均重、单株块茎重和产量性状明显高于其他处理, 分别为82.75 cm、18.61 mm、70 g、180 g、0.451 kg/株和35.25 t/hm²; 与处理A1(对照)相比, 分别高出14.50 cm、5.04 mm、21 g、38 g、0.095 kg/株和7.5 t/hm²。在本试验条件下, 叶面喷施锌、硼微肥后, 各处理产量均较对照要高, 随着马铃薯叶面喷施锌、硼微肥浓度的增大, 产量随之增加, 当锌、硼微肥浓度达到0.20%以上时, 马铃薯产量又随着降低。

3 讨论

本研究表明, 采用A4处理(0.15%硫酸锌+0.15%硼砂)的马铃薯植株在7月5日、7月20日、8月5日的光合速率最高, 分别为18.76、27.83和16.32 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, 在不同测定时间的光合速率大小的顺序为7月20日>7月5日>8月5日, 明显高于其他处理, 叶片的蒸腾速率、胞间CO₂浓度和气孔导度等的变化与光合速率的变化相似, 各处理对光合速率、蒸腾速率、胞间CO₂浓度和气孔导度数值大小影响顺序为A4>A3>A5>A2>A6>A1; 同时A4处理的马铃薯在株高、茎粗、地上部干重、块茎平均重、单株块茎重和产量性状上明显高于其他处理, 分别为

82.75 cm、18.61 mm、70 g、180 g、0.451 kg/株和35.25 t/hm²; 这一研究结果, 可为指导本区加工型马铃薯产业实现高产优质化生产及农业增效、农民增收提供技术支撑。

本试验立足于河西绿洲灌漠土加工型马铃薯生产, 采用叶面喷施锌、硼微肥的方法, 研究了不同浓度锌、硼微肥对加工型马铃薯生理特性与产量影响, 结果发现, 马铃薯植株当锌、硼微肥喷施浓度均达到0.15%时, 其植株保持较强的生理代谢能力, 马铃薯的产量最高; 而当锌、硼微肥浓度达到0.20%以上时, 马铃薯产量又随着降低, 这与前人在钾肥对马铃薯产量影响的研究结果相一致^[6], 也与李比希^[7]的报酬递减规律的增产效果相符合。同时, 马铃薯增施微肥的各处理, 产量都不同程度有所提高, 这主要是由于在马铃薯叶片生长期, 喷施微肥后, 改善了叶片的营养状况, 提高了叶片光合势和代谢能力, 可以协调土壤中大量元素与微量元素的平衡关系, 有利于增强植株对营养元素的全面吸收^[8], 从而使马铃薯植株保持较高生理代谢水平, 光合效率增加, 促进了同化物质的合成与积累, 有效提高了马铃薯产量, 这一研究, 也与前人有关叶面喷施氨基酸微肥可有效提高蔬菜、水果产量与品质^[9-11]相吻合。本试验研究了相同浓度的锌、硼微肥配施对加工型马铃薯生长的影响, 而对不同浓度锌、硼微肥配施对马铃薯生长的效果尚需进一步的研究。

[参 考 文 献]

- [1] 秦嘉海, 李宏斌. 张掖市加工型马铃薯氮磷钾最佳施用量的研究[J]. 土壤, 2011, 43(4): 570-575.
- [2] 华军, 贾改秀, 韩顺斌. 关于张掖市马铃薯产业发展的思考[J]. 甘肃农业, 2011(2): 59-60.
- [3] 秦嘉海, 吕彪. 河西土壤与合理施肥[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2001.
- [4] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 92-146.
- [5] 李翊华, 张芬琴, 陈修斌, 等. 温室水肥耦合对甜椒生长和果期叶片光合特性的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(2): 415-421.
- [6] 闫芳, 张春梅, 秦嘉海, 等. 钾肥对加工型马铃薯增产效果和适宜用量的研究[J]. 中国马铃薯, 2013, 27(5): 298-301.
- [7] 李比希. 化学在农业和生理学上的应用[M]. 刘更别, 译. 北京: 中国农业出版社, 1983: 326-327.
- [8] 陈修斌, 刘华, 张文斌, 等. 河西绿洲茄子铁、锰、锌肥配施量化管理指标研究[J]. 土壤, 2014, 46(2): 281-284.
- [9] 李浩, 谢丽红, 田萍, 等. 猕猴桃叶面喷施氨基酸增产增收效果好[J]. 四川农业科技, 2009(1): 57.
- [10] 刘新彩, 陈永芳, 郑书旗, 等. 植物氨基酸液肥在温室草莓上应用试验[J]. 河北果树, 2009(1): 8-12.
- [11] 许慧萍, 岳锦苍. 氨基酸水溶性肥料在生菜上的肥效试验[J]. 云南农业科技, 2011(3): 18-20.

新书书讯

由中国农业出版社出版, 金光辉、王腾、吕文河撰写的《黑龙江省马铃薯晚疫病菌群体结构及抗病种质资源研究》一书于2016年11月正式出版发行, 该书针对黑龙江省马铃薯晚疫病发生发病规律, 明确菌群群体遗传结构, 以抗源鉴定研究为重点, 利用有效的抗源筛选方法鉴定出重要的马铃薯晚疫病抗源。该书是我国马铃薯晚疫病研究方面比较全面深入的专著, 值得马铃薯研究者和生产者拥有和珍藏。每本定价: 45元(包括邮费)。

有需购者请联系微信号: tudou772480099, 其微信名: 马铃薯书籍。