

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2017)06-0335-06

土壤肥料

## 5-氨基乙酰丙酸(ALA)在马铃薯上的应用

张忠福<sup>1</sup>, 程红玉<sup>2\*</sup>, 王俊科<sup>3</sup>

(1. 山丹县农业技术推广中心, 甘肃 山丹 734100; 2. 河西学院农业与生物技术学院, 甘肃 张掖 734000;

3. 甘肃省应用真菌工程实验室, 甘肃 张掖 734000)

**摘要:** 以马铃薯品种‘大西洋’为材料, 研究外源5-氨基乙酰丙酸(ALA)对马铃薯生长和产量的影响, 探讨ALA的最佳施用浓度和时期。结果表明, 当ALA浓度 $\leq 200$  mg/L时, 对马铃薯生育期、植株性状、块茎性状及产量均无明显影响; 当ALA浓度增加到300 mg/L时, 产量大幅度提高, 其中以浓度600 mg/L在现蕾期喷施产量最高, 达到46 384 kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:** 5-氨基乙酰丙酸(ALA); 马铃薯; 产量

## Application of 5-aminolevulinic Acid (ALA) to Potato

ZHANG Zhongfu<sup>1</sup>, CHENG Hongyu<sup>2\*</sup>, WANG Junke<sup>3</sup>

(1. Shandan Agricultural Technique Extension Center, Shandan, Gansu 734100, China; 2. College of Agriculture and Biotechnology, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China; 3. Gansu Applied Fungal Engineering Laboratory, Zhangye, Gansu 734000, China)

**Abstract:** 5-aminolevulinic acid (ALA) was studied for its effects on potato growth and yield in order to understand optimal concentration and application time using the variety 'Atlantic' as plant material. No obvious impacts were found for growth period, plant traits, tuber traits and yields of potatoes when ALA was applied at a concentration of  $\leq 200$  mg/L. However, when ALA was applied at 300 mg/L or more, yield was increased dramatically. Yield reached up to 46 384 kg/ha when applied at the concentration 600 mg/L and bud flower stage.

**Key Words:** 5-aminolevulinic acid; potato; yield

5-氨基乙酰丙酸(5-aminolevulinic acid, ALA)是一种氧和氮的碳氢化合物, 是所有卟啉化合物的共同前体, 与光合作用和呼吸作用有关、是植物体内天然存在的、植物生命活动必须的、代谢活跃的生理活性物质<sup>[1]</sup>。其可以通过生物途径合成<sup>[2-5]</sup>, 也可以人工化学合成<sup>[6]</sup>, 其无毒副作用, 易分解、无残留<sup>[7]</sup>。宋世清和郭世荣<sup>[8]</sup>对其生理作用及其在农业生产中的应用作了综述。目前,

ALA已被国内多家科研单位人工合成并生产, 作为一种叶面肥广泛用于温室番茄<sup>[9]</sup>、黄瓜<sup>[9]</sup>、草莓<sup>[10]</sup>等作物上, 但有关外源ALA对马铃薯生长发育和产量影响效果, 国内还未见报道。本试验以马铃薯为材料, 研究外源ALA对马铃薯生长和产量的影响, 探讨ALA在生产中最佳施用浓度和时期, 以期ALA在马铃薯生产中的推广应用提供理论依据和实践指导。

收稿日期: 2016-02-02

基金项目: 甘肃省2016年粮食绿色高产高效创建项目[甘农牧发(2016)165号]。

作者简介: 张忠福(1970-), 男, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作。

\*通信作者(Corresponding author): 程红玉, 讲师, 主要从事作物高产高效栽培技术研究, E-mail: chenghy722@126.com。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于2013年4~9月在河西学院农业与生物技术学院教学与科研示范园进行。当地海拔1 420 m, 日照时数2 986~3 088 h, 无霜期150~170 d, 年均气温7.6 °C, 试验地土质为粘壤土, 前茬作物玉米, 地势平坦、肥力一致, 灌溉条件便利。试验地土壤基础肥力: 有机质8.525 g/kg, 全氮0.584 g/kg, 速效氮168.5 mg/kg, 速效磷38.41 mg/kg, 速效钾89.67 mg/kg。

### 1.2 试验材料

参试马铃薯品种为‘大西洋’, 选用脱毒种薯, 符合国家良种质量标准, 由甘肃省张掖市万向德农马铃薯公司提供。

5-氨基乙酰丙酸(ALA)液体肥料由甘肃省应用真菌工程实验室提供。

### 1.3 试验方法

试验采用裂区设计, 以ALA施药浓度(A<sub>1</sub> 0 mg/L(CK)、A<sub>2</sub> 100 mg/L、A<sub>3</sub> 200 mg/L、A<sub>4</sub> 300 mg/L、A<sub>5</sub> 400 mg/L、A<sub>6</sub> 600 mg/L)为主区, 以喷药时期(B<sub>1</sub> 苗期(苗出齐后15 d左右)、B<sub>2</sub> 现蕾期、B<sub>3</sub> 初花期)为副区, 共18个处理, 3次重复, 小区面积16.5 m<sup>2</sup> (5 m×3.3 m), 对照喷清水; 各处理小区整地时施腐熟的农家肥30 t/hm<sup>2</sup>, 纯氮300 kg/hm<sup>2</sup>、五氧化二磷210 kg/hm<sup>2</sup>、氧化钾150 kg/hm<sup>2</sup>。氮肥60%用作基肥, 40%用作追肥, 磷肥和钾肥一次性作为基肥施入。

采用地膜覆盖单垄双行定植方法: 垄宽70 cm、垄高25 cm、沟宽40 cm, 每垄种2行, 垄上行距30 cm、株距25 cm, 密度6.67万株/hm<sup>2</sup>, 地膜采用幅宽100 cm、厚度0.008 mm的农用薄膜。ALA叶面喷施, 施液量为每次3 000 L/hm<sup>2</sup>, 每个处理按相应浓度, 3个生育时期各喷药2次, 每次间隔20 d。由于ALA具有挥发性, 选择在晴朗天气傍晚时喷施, 其他管理同大田。

### 1.4 测定项目与方法

生育时期及生育期记载: 观测每个处理的生育期和生育时期<sup>[1]</sup>(播种期、出苗期、现蕾期、初花期、盛花期、成熟期、收获期)。

田间生长发育性状观测记载: 在块茎增长期

(25/07)每小区随机选取植株3株, 测定株高、地上主茎数、地上和地下鲜重。

产量及农艺性状测定: 马铃薯收获期每小区随机取10株, 测定单株结薯数、单株薯块重、平均薯块重和商品薯率<sup>[12]</sup>; 每小区单独收获, 计产。

### 1.5 数据处理与统计分析

试验结果以测定的平均值表示; 试验数据的统计分析采用Excel 2007和DPS 7.05软件处理(新复极差法)。

## 2 结果与分析

### 2.1 ALA对马铃薯生育期的影响

由表1可以看出, 不同浓度ALA和喷药时期对马铃薯生育期和生育时期产生不同的影响。0 mg/L(CK)、100 mg/L(A<sub>2</sub>)、200 mg/L(A<sub>3</sub>)3个浓度水平下在苗期、现蕾期、开花期分别喷药对生育期没有影响, 9个处理生育期均为99 d。但当ALA浓度增加到300 mg/L(A<sub>4</sub>)、400 mg/L(A<sub>5</sub>)、600 mg/L(A<sub>6</sub>)浓度水平时, 马铃薯生育期延迟, 并且随着喷药时间的推迟, 生育期延迟。在600 mg/L(A<sub>6</sub>)浓度水平下, 苗期、现蕾期、开花期3个喷药时期, 生育期分别较对照延迟8, 9和11 d。不同浓度ALA对马铃薯生育时期的影响表现出同样的趋势, 当浓度增加到300 mg/L(A<sub>4</sub>)时会延迟马铃薯现蕾期、开花期和成熟期, 其中以A<sub>6</sub>B<sub>3</sub>处理最为明显。以上分析得出, 低浓度的ALA对马铃薯生育期和生育时期无影响, 但当浓度增加到300 mg/L时会延迟马铃薯生育期及生育时期, 且随着喷药时间的推迟效果越明显。

### 2.2 ALA对马铃薯植株性状的影响

由表2可以看出, ALA能够促进马铃薯植株的生长。随着ALA浓度的升高, 株高增高。0 mg/L(CK)、100 mg/L(A<sub>2</sub>)、200 mg/L(A<sub>3</sub>)、300 mg/L(A<sub>4</sub>)、400 mg/L(A<sub>5</sub>)、600 mg/L(A<sub>6</sub>)6个浓度水平下, 同在苗期喷施, 株高分别较对照(A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> 41.1 cm)增高1.2, 1.6, 2.5, 3.6和8.7 cm。在同一浓度下, 喷药越早, 株高增高越明显, 如在600 mg/L浓度下, 苗期、现蕾期、开花期3个处理, 株高分别为49.8, 48.5和42.9 cm。ALA对植株地上鲜重和干重的影响表现出与株高同样的趋势。随着ALA浓度的升高, 地上鲜重和干重逐渐增加, 且在同一浓

表1 ALA对马铃薯生育期的影响

Table 1 Effects of ALA application on growth stage of potato

| 处理<br>Treatment               | 播种期(D/M)<br>Sowing | 出苗期(D/M)<br>Emergence | 现蕾期(D/M)<br>Bud flower | 开花期(D/M)<br>Flowering | 成熟期(D/M)<br>Maturity | 收获期(D/M)<br>Harvesting | 生育期(d)<br>Growth duration |
|-------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|
| A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> | 06/04              | 15/05                 | 26/05                  | 20/06                 | 22/08                | 04/09                  | 99                        |
| A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> | 06/04              | 15/05                 | 26/05                  | 20/06                 | 22/08                | 04/09                  | 99                        |
| A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> | 06/04              | 15/05                 | 26/05                  | 20/06                 | 22/08                | 04/09                  | 99                        |
| A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 06/04              | 15/05                 | 26/05                  | 20/06                 | 22/08                | 04/09                  | 99                        |
| A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> | 06/04              | 15/05                 | 26/05                  | 20/06                 | 22/08                | 04/09                  | 99                        |
| A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> | 06/04              | 15/05                 | 26/05                  | 20/06                 | 22/08                | 04/09                  | 99                        |
| A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> | 06/04              | 15/05                 | 26/05                  | 20/06                 | 22/08                | 04/09                  | 99                        |
| A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> | 06/04              | 15/05                 | 26/05                  | 20/06                 | 22/08                | 04/09                  | 99                        |
| A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> | 06/04              | 15/05                 | 26/05                  | 20/06                 | 22/08                | 04/09                  | 99                        |
| A <sub>4</sub> B <sub>1</sub> | 06/04              | 15/05                 | 26/05                  | 20/06                 | 22/08                | 04/09                  | 99                        |
| A <sub>4</sub> B <sub>2</sub> | 06/04              | 15/05                 | 27/05                  | 21/06                 | 23/08                | 04/09                  | 100                       |
| A <sub>4</sub> B <sub>3</sub> | 06/04              | 15/05                 | 29/05                  | 23/06                 | 25/08                | 04/09                  | 102                       |
| A <sub>5</sub> B <sub>1</sub> | 06/04              | 15/05                 | 01/06                  | 26/06                 | 28/08                | 04/09                  | 105                       |
| A <sub>5</sub> B <sub>2</sub> | 06/04              | 15/05                 | 02/06                  | 26/06                 | 29/08                | 04/09                  | 106                       |
| A <sub>5</sub> B <sub>3</sub> | 06/04              | 15/05                 | 04/06                  | 28/06                 | 31/08                | 04/09                  | 108                       |
| A <sub>6</sub> B <sub>1</sub> | 06/04              | 15/05                 | 03/06                  | 27/06                 | 30/08                | 04/09                  | 107                       |
| A <sub>6</sub> B <sub>2</sub> | 06/04              | 15/05                 | 04/06                  | 28/06                 | 31/08                | 04/09                  | 108                       |
| A <sub>6</sub> B <sub>3</sub> | 06/04              | 15/05                 | 06/06                  | 30/06                 | 02/09                | 04/09                  | 110                       |

注: 3次重复取平均值。

Note: Value is an average over three replications.

表2 ALA对马铃薯植株性状的影响

Table 2 Effects of ALA application on plant traits of potato

| 处理<br>Treatment               | 株高(cm)<br>Plant height | 主茎数(个)<br>Main stem number (No.) | 地上部分鲜重(g/株)<br>Aboveground fresh weight (g/plant) | 地上部分干重(g/株)<br>Aboveground dry weight (g/plant) | 地下部分鲜重(g/株)<br>Underground fresh weight (g/plant) |
|-------------------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> | 41.1                   | 1.4                              | 238.6                                             | 22.9                                            | 361.1                                             |
| A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> | 40.9                   | 1.5                              | 237.2                                             | 22.8                                            | 358.3                                             |
| A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> | 41.5                   | 1.4                              | 236.9                                             | 22.7                                            | 363.6                                             |
| A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 42.3                   | 1.5                              | 241.0                                             | 23.1                                            | 359.7                                             |
| A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> | 41.8                   | 1.4                              | 240.5                                             | 23.1                                            | 359.2                                             |
| A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> | 41.0                   | 1.5                              | 239.8                                             | 23.0                                            | 359.0                                             |
| A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> | 42.7                   | 1.4                              | 243.5                                             | 23.4                                            | 364.1                                             |
| A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> | 41.6                   | 1.5                              | 241.2                                             | 23.2                                            | 364.7                                             |
| A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> | 41.4                   | 1.5                              | 240.4                                             | 23.1                                            | 367.5                                             |
| A <sub>4</sub> B <sub>1</sub> | 43.6                   | 1.4                              | 255.7                                             | 24.5                                            | 407.3                                             |
| A <sub>4</sub> B <sub>2</sub> | 42.3                   | 1.4                              | 250.2                                             | 24.0                                            | 409.2                                             |
| A <sub>4</sub> B <sub>3</sub> | 40.5                   | 1.4                              | 249.1                                             | 23.9                                            | 425.7                                             |
| A <sub>5</sub> B <sub>1</sub> | 44.7                   | 1.4                              | 260.3                                             | 25.0                                            | 449.4                                             |
| A <sub>5</sub> B <sub>2</sub> | 43.2                   | 1.4                              | 258.4                                             | 24.8                                            | 467.5                                             |
| A <sub>5</sub> B <sub>3</sub> | 41.6                   | 1.5                              | 255.9                                             | 24.6                                            | 477.6                                             |
| A <sub>6</sub> B <sub>1</sub> | 49.8                   | 1.5                              | 287.5                                             | 27.6                                            | 489.2                                             |
| A <sub>6</sub> B <sub>2</sub> | 48.5                   | 1.4                              | 282.6                                             | 27.1                                            | 498.4                                             |
| A <sub>6</sub> B <sub>3</sub> | 42.9                   | 1.4                              | 277.2                                             | 26.6                                            | 499.8                                             |

注: 地下部分鲜重包括根重和块茎重。

Note: Underground fresh weight includes root and tuber weights.

度下, 喷药越早, 增重越明显。其中  $A_6B_1$  处理最高, 地上单株鲜重达到 287.5 g, 地上单株干重达到 27.6 g。ALA 对地下鲜重的影响表现为低浓度 ( $\leq 200$  mg/L) 时影响不大, 单株地下鲜重变动在 358.3~367.5 g。但当浓度增加到 300 mg/L 水平时, 地下鲜重明显增加, 且随着喷药时期的推迟, 增重越明显。 $A_4B_3$ 、 $A_5B_3$ 、 $A_6B_3$  3 个处理地下鲜重分别为 425.7、477.6 和 499.8 g, 较  $A_1B_3$  (363.6 g) 增加 17.08%、31.4% 和 37.5%。

### 2.3 ALA 对马铃薯块茎性状的影响

由表 3 可以看出, 喷施 ALA 能够促进马铃薯

块茎的生长。当 ALA 浓度增加到 300 mg/L ( $A_4$ ) 时, 能够提高马铃薯单株结薯数和单株薯块重。 $A_4B_3$ 、 $A_5B_3$ 、 $A_6B_3$  单株薯块重分别为 437.3、488.9 和 510.9 g, 较  $A_1B_3$  (375.1 g) 分别增加 62.2、113.8 和 135.8 g。ALA 还能够促进结大薯及商品薯率。ALA 浓度由 0 mg/L 增加到 600 mg/L 时, 单株  $< 50$  g 薯块重由 100.1 g 降低到 12.3 g,  $> 200$  g 薯块重由 47.2 g 增加到 188.3 g。商品薯率由 73.1% 增加到 96.7%, 且同一浓度水平, 喷施越晚, 商品薯率越高, 600 mg/L 浓度下, 苗期、现蕾期、开花期喷施商品薯率分别为 94.1%、95.4% 和 96.7%。

表 3 ALA 对马铃薯块茎性状的影响

Table 3 Effects of ALA application on tuber traits of potato

| 处理<br>Treatment | 单株结薯数(个)<br>Tuber number per plant<br>(No.) | 单株薯块重(g)<br>Tuber weight<br>per plant | 平均单薯重(g)<br>Mean tuber weight | 块茎大小分布(g) Tuber size distribution |          |           |           | 商品薯率(%)<br>Marketable tuber<br>percentage |
|-----------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------|-----------|-----------|-------------------------------------------|
|                 |                                             |                                       |                               | $< 50$ g                          | 50~100 g | 101~200 g | $> 200$ g |                                           |
| $A_1B_1$        | 3.2                                         | 372.6                                 | 116.4                         | 100.1                             | 135.5    | 89.5      | 47.5      | 73.1                                      |
| $A_1B_2$        | 2.2                                         | 370.3                                 | 168.3                         | 99.4                              | 132.3    | 91.4      | 47.2      | 73.2                                      |
| $A_1B_3$        | 2.3                                         | 375.1                                 | 163.1                         | 98.6                              | 130.8    | 97.6      | 48.1      | 73.7                                      |
| $A_2B_1$        | 2.3                                         | 371.4                                 | 161.5                         | 98.7                              | 126.6    | 99.1      | 47.0      | 73.4                                      |
| $A_2B_2$        | 2.4                                         | 370.5                                 | 154.4                         | 99.0                              | 122.7    | 100.6     | 48.2      | 73.3                                      |
| $A_2B_3$        | 2.6                                         | 370.9                                 | 142.7                         | 97.9                              | 114.5    | 110.0     | 48.5      | 73.6                                      |
| $A_3B_1$        | 2.4                                         | 375.5                                 | 156.5                         | 85.8                              | 127.4    | 113.1     | 49.2      | 77.2                                      |
| $A_3B_2$        | 2.7                                         | 376.0                                 | 139.3                         | 87.1                              | 124.7    | 114.7     | 49.5      | 76.8                                      |
| $A_3B_3$        | 2.8                                         | 378.9                                 | 135.3                         | 86.3                              | 129.4    | 113.9     | 49.3      | 77.2                                      |
| $A_4B_1$        | 3.0                                         | 418.8                                 | 139.6                         | 80.4                              | 135.7    | 143.8     | 58.9      | 80.8                                      |
| $A_4B_2$        | 3.2                                         | 420.5                                 | 131.4                         | 74.8                              | 128.7    | 145.5     | 71.5      | 82.2                                      |
| $A_4B_3$        | 3.3                                         | 437.3                                 | 132.5                         | 41.1                              | 100.3    | 177.5     | 118.4     | 90.6                                      |
| $A_5B_1$        | 3.3                                         | 460.6                                 | 139.6                         | 38.2                              | 95.1     | 185.4     | 141.9     | 91.7                                      |
| $A_5B_2$        | 3.5                                         | 479.4                                 | 137.0                         | 36.4                              | 92.3     | 186.6     | 164.1     | 92.4                                      |
| $A_5B_3$        | 3.6                                         | 488.9                                 | 135.8                         | 31.8                              | 90.6     | 188.1     | 178.4     | 93.5                                      |
| $A_6B_1$        | 3.5                                         | 500.5                                 | 143.0                         | 29.5                              | 88.4     | 199.7     | 182.9     | 94.1                                      |
| $A_6B_2$        | 3.7                                         | 510.2                                 | 137.9                         | 23.5                              | 98.4     | 210.0     | 188.3     | 95.4                                      |
| $A_6B_3$        | 3.8                                         | 510.9                                 | 134.4                         | 12.3                              | 106.7    | 206.7     | 185.2     | 96.7                                      |

### 2.4 ALA 对马铃薯产量的影响

通过对马铃薯块茎产量分析(表 4), 喷施一定浓度的 ALA 可以有效提高马铃薯产量。100 mg/L

( $A_2$ ) 和 200 mg/L ( $A_3$ ) 浓度处理增产效果不明显, 但当 ALA 浓度增加到 300 mg/L ( $A_4$ ) 时, 产量大幅度提高,  $A_4B_1$ 、 $A_4B_2$ 、 $A_4B_3$  产量分别为 37 596、38 485 和

表4 ALA对马铃薯产量的影响  
Table 4 Effects of ALA application on yield of potato

| 处理<br>Treatment               | 小区产量(kg/16.5m <sup>2</sup> ) Plot yield |      |      |            | 折合产量(kg/hm <sup>2</sup> )<br>Equivalent yield (kg/ha) |
|-------------------------------|-----------------------------------------|------|------|------------|-------------------------------------------------------|
|                               | I                                       | II   | III  | 平均 Average |                                                       |
| A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> | 55.9                                    | 53.5 | 56.8 | 55.4       | 33 576 eE                                             |
| A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> | 54.4                                    | 57.5 | 55.2 | 55.7       | 33 758 eE                                             |
| A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> | 56.8                                    | 56.0 | 53.3 | 55.4       | 33 556 eE                                             |
| A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> | 55.2                                    | 54.0 | 58.6 | 55.9       | 33 899 eE                                             |
| A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> | 56.1                                    | 57.2 | 54.7 | 56.0       | 33 939 eE                                             |
| A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> | 57.9                                    | 52.9 | 54.8 | 55.2       | 33 455 eE                                             |
| A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> | 54.1                                    | 53.6 | 57.4 | 55.0       | 33 354 eE                                             |
| A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> | 58.1                                    | 54.8 | 57.1 | 56.7       | 34 343 eE                                             |
| A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> | 56.3                                    | 55.5 | 55.9 | 55.9       | 33 879 eE                                             |
| A <sub>4</sub> B <sub>1</sub> | 64.1                                    | 62.8 | 59.2 | 62.0       | 37 596 dD                                             |
| A <sub>4</sub> B <sub>2</sub> | 60.6                                    | 62.6 | 67.3 | 63.5       | 38 485 dD                                             |
| A <sub>4</sub> B <sub>3</sub> | 66.9                                    | 67.3 | 61.4 | 65.2       | 39 515 dCD                                            |
| A <sub>5</sub> B <sub>1</sub> | 67.7                                    | 67.5 | 70.8 | 68.7       | 41 616 cBC                                            |
| A <sub>5</sub> B <sub>2</sub> | 73.3                                    | 73.4 | 69.9 | 72.2       | 43 758 bAB                                            |
| A <sub>5</sub> B <sub>3</sub> | 74.1                                    | 71.8 | 71.8 | 72.6       | 43 980 bAB                                            |
| A <sub>6</sub> B <sub>1</sub> | 71.3                                    | 72.2 | 74.4 | 72.6       | 44 020 bAB                                            |
| A <sub>6</sub> B <sub>2</sub> | 77.3                                    | 78.9 | 73.4 | 76.5       | 46 384 aA                                             |
| A <sub>6</sub> B <sub>3</sub> | 75.9                                    | 75.7 | 76.8 | 76.1       | 46 141 aA                                             |

注: 不同大小写字母表示差异达0.01和0.05水平显著。

Note: Different capital and small letters indicate significant difference at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

39 515 kg/hm<sup>2</sup>, 400 mg/L(A<sub>5</sub>)浓度3个时期产量分别为41 616, 43 758和43 980 kg/hm<sup>2</sup>。600 mg/L(A<sub>6</sub>)浓度3个时期产量分别为44 020, 46 384和46 141 kg/hm<sup>2</sup>。其中以A<sub>6</sub>B<sub>2</sub>处理产量最高。通过方差分析得出, 0, 100和200 mg/L浓度3个喷施时期, 9个处理间并没有达到显著性差异, A<sub>6</sub>B<sub>2</sub>与A<sub>6</sub>B<sub>3</sub>2个处理间未达到显著性差异, 但A<sub>6</sub>B<sub>2</sub>处理与其他处理均达到显著性差异。

### 3 讨 论

ALA作为一种多功能植物生长调节剂, 可以促进作物生长, 提高品质, 增加产量, 对植物的生长及增产效果取决于ALA的施用浓度、施用时期及作物种类<sup>[13]</sup>。

结果表明, 当ALA浓度≤200 mg/L时, 对马铃薯生育期、生长性状、经济形状及产量均无明显影响; 当浓度增加到300 mg/L, 增产效果显现; 当浓度在300~600 mg/L时, 产量随着浓度的增大而增加, 且喷药的时期越早增产效果越明显, 当在现蕾期喷施600 mg/L浓度的ALA时产量最高, 产量为46 384 kg/hm<sup>2</sup>。

喷施一定浓度ALA增产的主要原因是喷施后可以提高作物叶绿素相对含量, 有利于光合作用, 延长生育期, 促进植株营养生长和干物质积累, 从而提高了单株结薯数、单株薯块重、商品薯率。但该试验只做了‘大西洋’一个品种, 且为一年试验结果, 今后将增加马铃薯试验品种继续验证。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 徐铭, 徐福利. 5-氨基乙酰丙酸对日光温室番茄生长发育和产量品质的影响 [J]. 西北农林科技大学学报, 2008, 36(9): 128-132.
- [2] 刘秀艳, 叶敏, 徐向阳. 产生5-氨基乙酰丙酸(ALA)光合细菌生物学研究进展 [J]. 生物工程进展, 2000, 20(5): 67-71.
- [3] 刘秀艳, 徐向阳, 陈蔚青. 光合细菌产生5-氨基乙酰丙酸(ALA)的研究 [J]. 浙江大学学报: 理学版, 2002, 29(3): 336-340.
- [4] 郭进魁, 毕玉蓉, 李红玉, 等. 外源Narciclasine对黄化植物中5-氨基乙酰丙酸生物合成的抑制作用及其与6-BA和ABA作用的关系 [J]. 植物生理学报, 2000, 26(5): 437-440.
- [5] 付士凯, 李伟华, 时建刚. 5-氨基乙酰丙酸的应用及合成方法 [J]. 山东化工, 2003, 32(3): 24-27.
- [6] 张淑婷, 周强. 植物生长调节剂5-ALA的全化学合成 [J]. 农药, 2002, 41(7): 43-46.
- [7] 徐铭, 徐福利. 5-氨基乙酰丙酸对日光温室番茄生长发育和产量品质的影响 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(9): 129-132.
- [8] 宋世清, 郭世荣. 5-氨基乙酰丙酸的生理作用及其在农业生产中的应用(综述) [J]. 河北科技师范学院学报, 2004, 18(2): 54-57.
- [9] 刘玉梅, 艾希珍, 于贤昌. 5-氨基乙酰丙酸对亚适宜温光条件下黄瓜幼苗光合特性的影响 [J]. 园艺学报, 2010, 37(1): 65-71.
- [10] 刘卫琴, 康琅, 汪良驹. ALA对草莓光合作用的影响及其与抗氧化酶的关系 [J]. 西北植物学报, 2006, 26(1): 57-62.
- [11] 金光辉, 刘继环, 司喆, 等. 淀粉加工型马铃薯种质资源的引进与评价 [J]. 中国马铃薯, 2010, 24(5): 271-274.
- [12] 程红玉, 刘小花, 张俐, 等. 张掖市淀粉加工型马铃薯品种比较试验 [J]. 中国马铃薯, 2014, 28(1): 10-13.
- [13] 俞建良, 郭孝孝, 熊结青, 等. 5-氨基乙酰丙酸(ALA)的应用研究进展 [J]. 化学与生物工程, 2015, 32(9): 10-15.

## 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。