



# 马铃薯试管苗茎叶过氧化物酶及根部脱氢酶活性分析\*

连 勇 东惠茹 杨宏福 金黎平 林 桓

(中国农业科学院蔬菜花卉研究所 北京 100081)

## 摘 要

以早熟品种“中薯2号”、中熟品种“克新3号”和中晚熟品种“金冠”为试验材料,进行了马铃薯试管苗茎叶过氧化物酶及根部脱氢酶活性分析。结果表明,品种间茎叶过氧化物酶及根部脱氢酶活性与品种熟性有关,早熟品种高于晚熟品种。试管苗徒长、叶片黄化及植株衰老,可使茎叶过氧化物酶活性增强。根部脱氢酶活性与试管苗生长势有关,根系发达,植株健壮,根部脱氢酶活性高。

**关键词** 马铃薯, 过氧化物酶, 脱氢酶

## 1 前 言

过氧化物酶活性能反映植物生长的生理状况,而根部脱氢酶活性,常用来表示植物根系的活力。马铃薯试管苗的生长情况直接影响着试管薯的形成及试管苗移栽成活率。健壮的试管苗能提高试管薯的结薯率及大小,提高试管苗的移栽成活率。在培养马铃薯脱毒试管苗过程中,常用一些植物生长延缓剂来促进壮苗的形成,而有关这些植物生长延缓剂对试管苗生理活性的影响则报道不多,通过研究分析马铃薯试管苗茎叶过氧化物酶及根部脱氢酶活性,有利于了解试管苗生长的生理基础,从而选择最佳培养条件。本试验通过对不同品种的马铃薯,在有不同

浓度的多效唑(MET)、比久(B9)、矮壮素(CCC)参与时,试管苗茎叶过氧化物酶及根部脱氢酶活性的分析,探讨试管苗生长发育的生理基础。

## 2 试验材料与方法

供试材料为:中薯2号、克新3号、金冠3个马铃薯品种的试管苗。基本培养基为MS。MET、B9、CCC处理浓度梯度为0、0.1、0.5、1、5、10 mg/L,培养温度25℃,光照时间16 h,光强2000 lx。

试管苗在含有各种浓度处理的MET、B9、CCC的培养基上,培养40 d。测茎叶中过氧化物酶及根部脱氢酶活性,同时测株

\* 国家自然科学基金资助项目

高、节间数及鲜重。茎叶过氧化物酶活性, 采用愈创木酚还原、双氧水氧化后于 440 nm 波长下测消光值, 求出酶活性, 酶活性以 1 min 内 1 g 茎叶鲜重, 反应时愈创木酚氧化物微克数表示, 单位  $\mu\text{g}/\text{g}\cdot\text{min}$ 。根部脱氢酶活性, 采用红四氮唑还原, 乙酸乙脂提取, 480 nm 波长下测其消光值, 求出酶活性, 酶活性以每小时每克根鲜重还原红四氮唑微克数表示, 单位  $\mu\text{g}/\text{g}\cdot\text{h}^{(1)}$ 。消光值采用 Uv-300 紫外可见分光光度计测定。

### 3 结果与分析

#### 3.1 茎叶过氧化物酶活性分析

供试 3 品种试管苗茎叶过氧化物酶活性

有极显著差异 (表 1~3)。酶活性与品种成熟性有关, 中薯 2 号试管苗茎叶过氧化物酶的活性最高, 综合平均值达 1738.068  $\mu\text{g}/\text{g}\cdot\text{min}$ 。金冠较低。

不同种类及不同浓度的生长延缓剂处理对马铃薯试管苗茎叶过氧化物酶活性的影响不同。CCC10 ppm 处理酶活性最高, MET 0.5 ppm 处理活性最低, 这在 3 个品种中一样。MET 的 3 个处理中, 0.1 和 1 ppm 处理试管苗茎叶过氧化物酶活性高于 0.5 ppm 处理, 0.1 ppm 对试管苗生长表现有促进作用, 植株呈徒长状, 酶的活性高, 1 ppm 处理使试管苗生长受到强烈抑制, 植株呈短缩型小老苗, 并出现药害症状, 20 d 后心叶黄化, 40 d 后渐死亡, 其茎叶过氧化物酶活性高的原因可能是由于试

表 1 马铃薯试管苗茎叶过氧化物酶活性

|              |     | 中薯 2 号 |                                               | 克新 3 号 |                                               | 金 冠  |                                               |
|--------------|-----|--------|-----------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------|------|-----------------------------------------------|
| 处 理          |     | 茎叶重    | 酶活性                                           | 茎叶重    | 酶活性                                           | 茎叶重  | 酶活性                                           |
|              |     | (g)    | ( $\mu\text{g} / \text{g} \cdot \text{min}$ ) | (g)    | ( $\mu\text{g} / \text{g} \cdot \text{min}$ ) | (g)  | ( $\mu\text{g} / \text{g} \cdot \text{min}$ ) |
| MET<br>(ppm) | 0.1 | 0.14   | 1804.733                                      | 0.16   | 945.799                                       | 0.10 | 540.999                                       |
|              | 0.5 | 0.11   | 1512.518                                      | 0.10   | 571.780                                       | 0.06 | 427.992                                       |
|              | 1   | 0.13   | 1921.535                                      | 0.10   | 722.737                                       | 0.05 | 539.312                                       |
| CCC<br>(ppm) | 1   | 0.12   | 1557.637                                      | 0.10   | 997.664                                       | 0.10 | 489.977                                       |
|              | 5   | 0.17   | 1652.090                                      | 0.12   | 869.477                                       | 0.07 | 719.786                                       |
|              | 10  | 0.13   | 2052.673                                      | 0.11   | 728.219                                       | 0.10 | 788.939                                       |
| B9<br>(ppm)  | 1   | 0.15   | 1694.678                                      | 0.11   | 1135.971                                      | 0.09 | 625.332                                       |
|              | 5   | 0.15   | 1680.342                                      | 0.21   | 824.359                                       | 0.09 | 674.667                                       |
|              | 10  | 0.14   | 1774.795                                      | 0.12   | 743.821                                       | 0.08 | 605.514                                       |
| CK           |     | 0.15   | 1729.677                                      | 0.12   | 812.974                                       | 0.08 | 546.480                                       |

表 2 品种间茎叶过氧化物酶活性方差分析

| 变因  | 自由度 | 平方和     | 方差       | F 值        |
|-----|-----|---------|----------|------------|
| 区组间 | 9   | 239530  | 26614.45 | 1.4276     |
| 处理间 | 2   | 7256258 | 36281.29 | 194.6178** |
| 机 误 | 18  | 335562  | 18642.33 |            |
| 总 和 | 29  | 7831350 |          |            |

表 3 品种间茎叶过氧化物酶活性的新复极差测验

| 处 理    | 平均值<br>( $\mu\text{g}/\text{g}\cdot\text{min}$ ) | 5%<br>显著水平 | 1%<br>显著水平 |
|--------|--------------------------------------------------|------------|------------|
| 中薯 2 号 | 1738.0680                                        | a          | A          |
| 克新 3 号 | 835.2800                                         | b          | B          |
| 金 冠    | 595.8998                                         | c          | C          |

注: 无相同字母者差异显著。

剂药害所致, 这与报道的感病植株过氧化物酶活性高可能出于同一原因<sup>(2)</sup>。CCC 和 B9 各浓度处理与对照茎叶过氧化物酶活性物显著差异, CCC 各处理随浓度提高试管苗节间缩短, 叶片黄化, 植株衰老<sup>(3)</sup>, 酶活性曾强, B9 各处理随浓度提高试管苗表现为茎粗, 叶片深绿, 植株呈健壮生长状, 茎叶过氧化物酶活性有降低趋势。

马铃薯试管苗茎叶过氧化物酶活性与植株生长及衰老情况有关, 植株徒长会使过氧

化物酶活性增高, B9 1 ppm、MET 0.1 ppm 处理属这类情况。植株叶片黄化及濒临死亡的植株茎叶过氧化物酶也高, CCC10 ppm、MET 1 ppm 属此。

### 3.2 根部脱氢酶活性分析

马铃薯试管苗根部脱氢酶与品种有关, 中薯 2 号试管苗根部脱氢酶最高, 且与其他两品种差异极显著 (表 4~6)。克新 3 号略高于金冠, 中薯 2 号平均根重高于克新 3 号及金冠, 说明脱氢酶分析与根系发育有关。

表 4 马铃薯试管苗根部脱氢酶活性

| 处 理          | 中薯 2 号 |           |                                                  | 克新 3 号    |                                                  | 金 冠       |                                                  |
|--------------|--------|-----------|--------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------|
|              |        | 根重<br>(g) | 酶活性<br>( $\mu\text{g}/\text{g}\cdot\text{min}$ ) | 根重<br>(g) | 酶活性<br>( $\mu\text{g}/\text{g}\cdot\text{min}$ ) | 根重<br>(g) | 酶活性<br>( $\mu\text{g}/\text{g}\cdot\text{min}$ ) |
| MET<br>(ppm) | 0.1    | 0.06      | 69.100                                           | 0.09      | 45.775                                           | 0.06      | 44.408                                           |
|              | 0.5    | 0.06      | 88.054                                           | 0.04      | 33.503                                           | 0.04      | 86.212                                           |
|              | 1      | 0.05      | 62.475                                           | 0.03      | 55.201                                           | 0.03      | 68.538                                           |
| CCC<br>(ppm) | 1      | 0.05      | 144.784                                          | 0.03      | 92.413                                           | 0.05      | 62.370                                           |
|              | 5      | 0.04      | 169.305                                          | 0.04      | 74.605                                           | 0.05      | 52.588                                           |
|              | 10     | 0.04      | 213.915                                          | 0.04      | 98.895                                           | 0.05      | 41.000                                           |
| B9<br>(ppm)  | 1      | 0.04      | 192.424                                          | 0.04      | 90.575                                           | 0.04      | 92.518                                           |
|              | 5      | 0.06      | 204.474                                          | 0.06      | 130.199                                          | 0.03      | 79.150                                           |
|              | 10     | 0.05      | 170.246                                          | 0.04      | 145.250                                          | 0.04      | 114.813                                          |
| CK           |        | 0.06      | 288.498                                          | 0.05      | 178.599                                          | 0.04      | 108.413                                          |

表 5 根部脱氢酶活性方差分析

| 变 因  | 自由度 | 平方和       | 方差       | F 值     |
|------|-----|-----------|----------|---------|
| 延缓剂间 | 9   | 48936.50  | 5437.39  | 4.48**  |
| 品种间  | 2   | 39979.81  | 19989.91 | 16.49** |
| 机 误  | 18  | 21826.94  | 1212.61  |         |
| 总 和  | 29  | 110743.30 |          |         |

表 6 品种间根部脱氢酶活性的  
新复极差测验

| 处 理    | 平均值<br>( $\mu\text{g}/\text{g}\cdot\text{min}$ ) | 5%<br>显著水平 | 1%<br>显著水平 |
|--------|--------------------------------------------------|------------|------------|
| 中薯 2 号 | 160.32                                           | a          | A          |
| 克新 3 号 | 94.50                                            | b          | B          |
| 金 冠    | 75.00                                            | b          | B          |

注: 具有相同字母者差异不显著。

不同种类及不同浓度的生长延缓剂处理对马铃薯试管苗根部脱氢酶活性的影响不同 (表 7)。3 种延缓剂处理以 B9 处理酶活性最强, 其中 B9 10~5 ppm 处理最高, 3 品种综合平均值为 137.941~143.436  $\mu\text{g}/\text{g}\cdot\text{h}$ , 显著高于 MET 1ppm、MET 0.1 ppm 处理, 植株生长健壮, 根系发达粗壮<sup>(3)</sup>。CCC 处理的试管苗根部脱氢酶活性居中。MET 处理对试管苗根系生长抑制最强, 因而根部脱氢酶活性较弱。这与茎叶过氧化物酶活性结果正好相映, 说明植株生长健壮, 根系发达根部脱氢酶活性就强, 反之则弱。各处理中以对照根部脱氢酶活性最高, 说明这 3 种延缓剂处理, 对马铃薯试管

表 7 不同种类植物生长延缓剂间根部  
脱氢酶活性的新复极差测验

| 处 理   |     | 平均值<br>( $\mu\text{g} / \text{g} \cdot \text{min}$ ) | 5%<br>显著水平 | 1%<br>显著水平 |
|-------|-----|------------------------------------------------------|------------|------------|
| CK    |     | 191.84                                               | a          | A          |
| B9    | 10  | 143.44                                               | ab         | AB         |
| (ppm) | 5   | 137.94                                               | abc        | AB         |
|       | 1   | 125.17                                               | abcd       | AB         |
| CCC   | 10  | 117.94                                               | bcd        | AB         |
| (ppm) | 1   | 99.86                                                | bcd        | AB         |
|       | 5   | 98.83                                                | bcd        | AB         |
| MET   | 0.5 | 69.26                                                | cd         | B          |
| (ppm) | 1   | 62.07                                                | d          | B          |
|       | 0.1 | 53.09                                                | d          | B          |

注: 具有相同字母者差异不显著。

苗根系生长均有抑制作用, 原因之一是抑制了试管苗根部脱氢酶活性。

### 参 考 文 献

- 1 X H 波顿诺克著, 荆家海, 丁钟荣译. 植物生理化学分析方法. 1981, 197~201
- 2 Jmes L 著, 宋艳茹译. 玉米中主要过氧化物酶多型现象. 植物生理生化译丛, 1980 (3): 152~160
- 3 连勇, 东会茹, 杨宏福等. 中国科协第二届青年学术年会, 园艺学论文集, 1995, 482~485

## ANALYSIS OF PEROXIDASE AND DEHYDROGENASE IN POTATO PLANTLETS *IN VITRO*

Lian Yong, Dong Huiru, Yang Hongfu, Jin Liping and Lin Huan

(Institute of Vegetables and Flowers, CAAS, Beijing 100081)

### ABSTRACT

Using Zhong-shu No2 (an early mature variety), Ke-xin No3 (a medium mature variety) and Jinguan (a late mature variety) as the experimental materials, we analyzed the activity of peroxidase (POD) in leaves and stems of plantlets *in vitro* and the dehydrogenase (DDN) in root system. The results showed that the activity of POD and DDN were correlated with the maturity. The activity of POD and DDN in early mature varieties was higher than the late ones. The activity of POD was higher when the plantlets were weak and yellow stain or senesce. The activity of DDN was related to the growth vigor of plantlets. The DDN content in roots was higher when plantlets were healthy and had strong root system.

**KEY WORDS:** potato, peroxidase, dchydrogenase