

# 微域环境及外源物质对苹果果实 5'-核苷酸酶活性的影响

张建光<sup>1</sup> 邸葆<sup>1</sup> 李英丽<sup>2</sup> 张健强<sup>1</sup> 孙建设<sup>1</sup> 刘玉芳<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 河北农业大学园艺学院, 保定 071001; <sup>2</sup> 河北农业大学理学院, 保定 071001)

**摘 要:** 果实所处的微域环境对果皮组织中 5'-核苷酸酶活性有很大影响。无论套袋与否, 均以树冠西南方位果实的酶活性最高。由于套袋提高了微域环境温度, 果实 5'-核苷酸酶活性均显著高于不套袋处理。不同类型果袋所形成的微域环境不同, 对果实 5'-核苷酸酶活性影响的效应各异。在一定范围内, 缓慢持续升温或起伏升温都有利于果实 5'-核苷酸酶活性的提高, 但如果升温时间太短, 或温差变化太大, 则不利于酶活性的提高。果实在 35、40 或 48 处理温度下, 高湿状态均有利于果实 5'-核苷酸酶活性的提高。4 种外源活性氧处理均使果实 5'-核苷酸酶活性显著下降, 而外源  $\text{CaCl}_2$  处理果实酶活性比对照提高了 55.39%。

**关键词:** 苹果; 微域环境; 外源物质; 果实; 5'-核苷酸酶; 酶活性

**中图分类号:** S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2005) 02-0191-06

## Effect of Microenvironments and Exogenous Substance Application on 5'-nucleotidase Activities in Apple Peel

Zhang Jianguang<sup>1</sup>, Di Bao<sup>1</sup>, Li Yingli<sup>2</sup>, Zhang Jianqiang<sup>1</sup>, Sun Jianshe<sup>1</sup>, and Liu Yufang<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China; <sup>2</sup> College of Science, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

**Abstract:** The present experiment was conducted to reveal the effect of microenvironments and exogenous substance application on 5'-nucleotidase activities in apple peel tissue. By means of enclosing apple fruits in bags, treating with exogenous active oxygen species and regulative agents or placing them under controlled conditions at different fruit temperatures or relative humidity, the 5'-nucleotidase activities were compared with the corresponding controls. The results indicated that, a considerable effect of microenvironments was found on 5'-nucleotidase activities in fruit peel tissue. The highest enzymatic activity appeared in fruits on southwest canopy, regardless of bagged or non-bagged fruits, significantly higher than those from any other exposures. Fruits with bags had a significantly higher 5'-nucleotidase activity than the exposed ones. A variation of enzymatic activities was observed in fruits enclosed with different types of bags, which were supposed to alter the microenvironments around them. Within a certain range, gradual or fluctuant rise of fruit temperatures could favor the increase of 5'-nucleotidase activities as a result of heat adaptation, whereas the activity would be inhibited if the temperature-rising period was too short or temperature differential was too huge. No matter what temperatures fruits were subjected to, high relative humidity was favorable to stimulating the 5'-nucleotidase activities, which might partly explain why fruit sunburn wouldn't happen in humid climates. Treatments with four kinds of exogenous active oxygen species could reduce the 5'-nucleotidase activities significantly but spraying with  $\text{CaCl}_2$  was able to enhance 5'-nucleotidase activities by 55.39%, reaching a significant level.

**Key words:** Apple; Microenvironment; Exogenous substance; Fruit; 5'-nucleotidase; Enzymatic activity

果实在生长发育过程中, 经常会受到自然温度、湿度和光照等环境因子胁迫的影响。套袋为果实

收稿日期: 2004-05-11; 修回日期: 2004-09-05

基金项目: 河北省自然科学基金资助项目 (303203); 河北农业大学回国留学人员科研启动基金资助项目 (2002-0915)

造成了特殊的微域环境,有时会加重温度等环境因子胁迫的强度<sup>[1,2]</sup>。已有研究表明:植物对温度等逆境的适应主要是在细胞膜<sup>[3]</sup>,所以,了解环境胁迫对细胞膜功能的影响具有重要的理论意义。5'-核苷酸酶(EC 3.1.3.5)属水解酶类,在植物细胞中主要分布在质膜上,目前已被广泛应用于农作物抗寒性研究中,并被作为质膜的标志酶<sup>[4,5]</sup>。然而,关于5'-核苷酸酶在果树上的研究甚少,该酶对高温、高湿、外源物质氧化胁迫的反应亦未见报道。本试验旨在探讨不同微域环境以及外源物质对5'-核苷酸酶活性的影响,以便为今后深入研究果实抗性机理及提高抗逆性的栽培技术提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地点与材料

试验在河北省保定市新市区北章果园和位于河北农业大学的农业部果树学科重点实验室进行。室内试验部分主要在2002年进行,田间试验部分主要在2003年进行。试材为12年生红富士苹果(*Malus domestica* Borkh 'Fuji'),砧木为八棱海棠(*M. micromalus* Mill)。栽植密度3 m × 5 m。结果树树势健壮,果园管理水平较高。选择光照条件良好、生长势一致、树势中庸、挂果适量且分布均匀的苹果树(株产45 kg左右)作为试材。

### 1.2 试验设计

1.2.1 树冠不同方位酶活性比较 选择试验树3株,在树冠上确定东南(SE)、东北(NE)、西南(SW)和西北(NW)4个方位,每个方位选择3个生长状况较为一致的果实,于5月下旬套双层纸袋,同时选择3个果实不套袋作为对照。7月中旬,于晴天上午8时开始,用JM222便携式数字温度探测仪选择各方位有代表性的果实,测定套袋和不套袋处理果实的表皮温度,间隔90 min。次日16时,分别采集试验树各方位的套袋和对照果实,带回实验室,立即削取阳面果皮(包括表皮及近表皮少部分组织,厚度大约为0.5~1 mm),放入-72℃冰箱中冷冻固定。

1.2.2 不同果袋类型对酶活性的影响 选择试验树3株。于5月下旬对树冠西南面果实进行随机套袋。设4种处理:(1)双层纸袋(代号DP):外袋为外黄内黑的木浆纸,内袋为红色蜡质半透明纸;(2)单层黑色纸袋(SP);(3)白色塑料膜袋(WF);(4)不套袋(对照,CK)。果袋规格为20 cm × 14.5 cm。于7月中旬,选择晴天下午,采集各处理果实样本,用于酶活性分析。

1.2.3 变温对酶活性的影响 8月中旬选择大小均匀、长势一致的果实,用保鲜膜包好,放在恒温水浴箱中。3种处理为,(1)渐进升温处理(T1):果实温度由25℃→30℃→40℃→48℃;(2)直接升温处理(T2):果实温度直接由25℃→48℃;(3)波动升温处理(T3):果实温度由25℃→45℃→25℃→48℃。T1和T3处理时间共计24 h。处理过程中,达到25、30、40或45℃温度点时,恒温4 h,达到最终温度(48℃)时,恒温20 min。剩余处理时间均摊在两点间温变过程中,如T1处理,每两点温度之间持续时间大约为3 h 53 min,也就是说在此时间内果实温度逐渐升到下个温度。直接升温处理时间为8 h,也就是在25℃恒温4 h后,再经3 h 40 min由25℃升至48℃,然后恒温20 min。

1.2.4 不同温度条件下空气相对湿度对酶活性的影响 8月中旬选择均匀一致的套袋离体果,置于DL-302A型调温调湿箱中。处理温度分别为35、40和48℃,相对湿度分别控制在60%和80%,处理时间为2 h,处理过程中用JM222便携式数字温度仪检测果实表面温度,当其达到设定温度开始计时。

1.2.5 不同种类外源活性氧对酶活性的影响 9月上旬采摘生长发育较为一致的套袋果实,用下列4种不同种类的外源活性氧发生剂处理。(1)使用碱性二亚硫酸钠作为 $\text{O}_2^-$ 源,处理浓度为50 mmol/L;(2)利用 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaClO}$ 反应作为 $^1\text{O}_2$ 源,混合反应液中 $\text{H}_2\text{O}_2$ 浓度为10 mmol/L,NaClO浓度为1 mmol/L;(3)使用30%  $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液作为 $\text{H}_2\text{O}_2$ 源,处理浓度为50 mmol/L;(4)利用Fenton反应系统( $\text{EDTA} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}_2\text{SO}_4$ )作为 $\cdot\text{OH}$ 源,混合反应液中EDTA、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{SO}_4$ 浓度分别为20、500、10 mmol/L。处理2 h,以清水为对照,然后在室温下静置4 h。

上述处理完毕后, 立即削取果皮, 冷冻固定。试验采用完全随机设计, 每处理 3 个果实, 3 次重复。

1.2.6 外源物质对酶活性的影响 选择试验树 15 株, 随机区组设计, 单株小区, 3 次重复。5 月下旬选择树冠西南方向生长状况较为一致的果实套袋。9 月 20 日摘袋后采用下列 4 种外源物质处理:

(1)  $\text{CaCl}_2$  (20 mmol/L); (2) DDC (二乙基二硫代氨基甲酸钠, 0.01 mol/L); (3) SBN (苯甲酸钠, 0.1 mol/L); (4) 维生素 C (抗坏血酸, 0.1 mol/L); (5) 清水 (对照)。于晴天上午 8 时喷药, 次日下午 16 时采样。

### 1.3 5'-核苷酸酶活性测定

参照潘杰等和李美如等的方法<sup>[6,7]</sup>, 取果实表皮组织 0.3 g, 用 3 mL 缓冲液 [Hepes-KOH 50 mmol/L (pH 7.5) +  $\text{KCl}$  25 mmol/L +  $\text{MgCl}_2$  5 mmol/L] 研磨。匀浆经一层纱布过滤后, 滤液在 15 000 g 离心 20 min。上清液为待测液。在试管中加入 0.5 mL 底物溶液和 1.0 mL 的酶反应液。酶反应液中含有 Hepes-KOH 30 mmol/L (pH 7.5),  $\text{MgCl}_2$  1 mmol/L, 5'-AMP 5 mmol/L 以及  $\text{NaMoO}_4$  5 mmol/L (作用是抑制非特异性磷酸酶的活性)。以不含 5'-AMP 酶反应液作为空白对照。在 30 °C 下反应 15 min 后, 加入 300  $\mu\text{L}$  20% 三氯乙酸终止反应。离心去沉淀后, 用钼蓝法测定上清液中无机磷含量。5'-核苷酸酶活性用每分钟每毫克蛋白所释放无机磷的微克数来表示 ( $\mu\text{g} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1} \text{protein}$ )。以考马斯亮蓝法测定蛋白质的含量。

## 2 结果与分析

### 2.1 树冠不同方位果实酶活性比较

树冠不同方位的果实所处的微域环境有很大的差异。从树冠不同方位果实 5'-核苷酸酶活性比较可以看出: 无论套袋还是对照, 西南方位果实的酶活性显著地高于其它方位果实, 其余各方位之间果实酶活性无显著性差异 (图 1)。这与作者曾测定的树冠西南面果实温度较高可能有一定关系<sup>[8,9]</sup>。此外, 各方位套袋果实 5'-核苷酸酶活性极显著地高于对照 (显著性未在图上标注), 可能是由于套袋果实温度较高 (仅以西南方位为例, 见图 2, 其他方位变化趋势相似), 由于热适应的结果, 诱导了 5'-核苷酸酶活性的提高。

### 2.2 不同类型果袋对酶活性的影响

不同果袋对于果皮组织 5'-核苷酸酶活性影响的效应有所不同。套袋果实酶活性均较高, 这似乎与套袋果具有较高的表面温度有一定联系。根据晴天对果实日表面最高温度的测定, 不同袋型果实温度的排列顺序依次为黑纸袋 (44.2 °C)、白色塑料膜袋 (44 °C)、双层纸袋 (43.8 °C)、对照 (41.6 °C), 这一结果与酶活性高低变化顺序大致吻合。不同果袋处理中, 以单层黑纸袋中果实 5'-核苷酸酶活性最高, 比对照提高了 436.12%, 达到极显著水平; 白色塑料膜袋与对照相比也达到显著水平, 但双层纸袋与对照之间不存在显著差异。

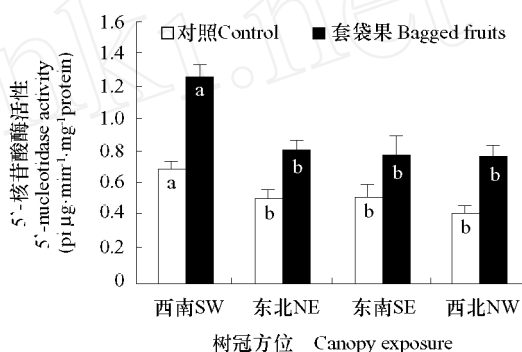


图 1 树冠不同方位对果皮组织 5'-核苷酸酶活性的影响

Fig 1 Effect of different canopy exposures on 5'-nucleotidase activities in fruit peel

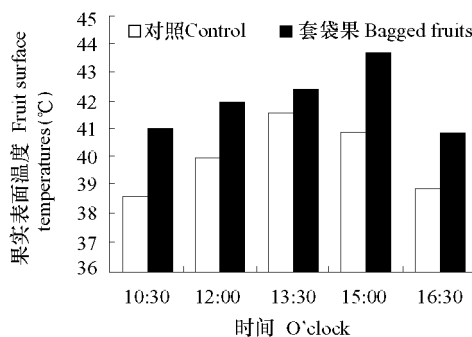


图 2 套袋与裸露果表面温度比较 (西南)

Fig 2 Comparison of fruit surface temperatures between bagged and exposed fruits (SW)

### 2.3 变温处理对酶活性的影响

变温处理对 5'-核苷酸酶活性有很大影响 (图 4)。对于渐进升温处理 (25 30 40 48), 由于果实温度是逐渐提高的, 有利于果实对高温的驯化, 所以, 5'-核苷酸酶活性最高。波动升温处理 (25 45 25 48), 虽然果实温度经历了高低起伏的变化过程, 但也能诱导 5'-核苷酸酶活性显著高于对照。而直接升温处理 (25 48) 虽然温度也是由低向高变化, 但升温时间短, 果实难以适应, 所以, 酶水平比对照略有升高, 但差异不显著。由此可见, 在一定范围内, 缓慢持续升温有利于果实对高温的适应, 但如果升温过程历时太短, 或温差变化太大, 则不利于酶活性的提高。

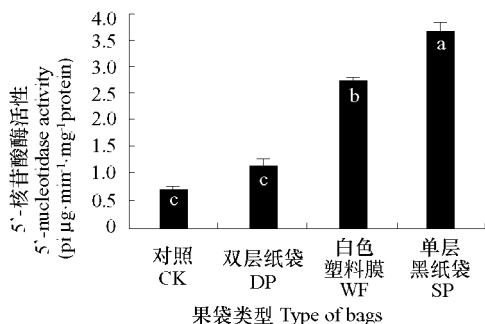


图 3 不同果袋类型对 5'-核苷酸酶活性的影响

Fig. 3 Effect of different types of bags on 5'-nucleotidase activities

### 2.4 空气相对湿度对酶活性的影响

不同空气相对湿度对 5'-核苷酸酶活性有一定影响 (图 5)。无论何种温度处理, 似乎高湿条件下果实 5'-核苷酸酶活性均高于低湿处理 (40 处理差异不显著)。同样湿度下, 果实温度不同时, 5'-核苷酸酶活性变化规律并不一致。例如, 在 80%湿度处理下, 果实温度保持在 35 与 40 时, 5'-核苷酸酶活性变化不大, 但当果实温度保持在 48 时, 5'-核苷酸酶活性急剧上升。然而, 在 60%湿度处理下, 果实温度在 35 和 40 时, 5'-核苷酸酶活性增加幅度较大, 而 40 与 48 相比, 增加幅度较小。说明低湿条件下, 酶活性对高温反应相对不敏感, 而在高湿条件下, 对低温反应相对不敏感。

### 2.5 不同外源活性氧处理对酶活性的影响

外源活性氧处理能够诱导果实内部氧化胁迫加剧。结果 (图 6) 表明, 不同外源活性氧处理对 5'-核苷酸酶活性有很大影响。4种外源活性氧处理均显著降低了果实 5'-核苷酸酶活性, 而 4种外源活性氧处理之间差异不显著。说明外源活性氧处理能够使细胞内部膜质过氧化作用加剧, 伤害细胞膜系统, 导致 5'-核苷酸酶活性降低。

### 2.6 不同外源物质处理对酶活性的影响

不同外源物质对 5'-核苷酸酶活性的影响有所不同 (图 7)。本试验所使用的 4种外源物质功能各异。DDC是 SOD抑制剂, SBN是自由基清除剂, 而维生素 C是抗氧化剂。本试验各处理中, 只有  $\text{CaCl}_2$  处理果皮 5'-核苷酸酶活性比对照提高了 55.39%, 达到了显著差异水平。外源 SBN和维生素 C

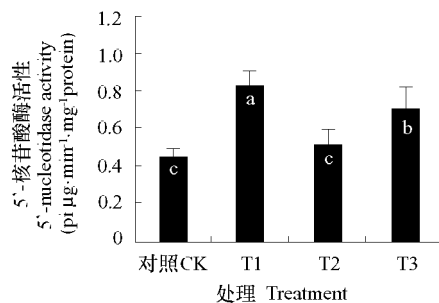


图 4 变温处理对 5'-核苷酸酶活性的影响

Fig. 4 Effect of temperature-rising modes on 5'-nucleotidase activities

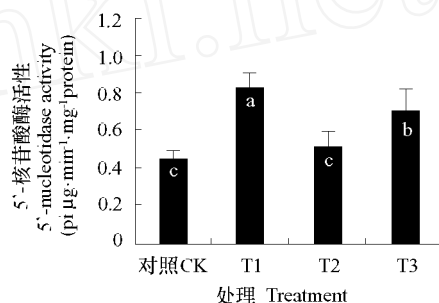


图 5 不同相对湿度对 5'-核苷酸酶活性的影响

35 和 48 下, 60%和 80%处理之间酶活性差异达到 1%显著水平, 40 处理二者之间没有显著差异。

Fig. 5 Effect of different humidity on 5'-nucleotidase activity  
The differences in enzymatic activities between 60% and 80% treatments at both 35 and 48 are significant at 1% level, but no significant difference is shown between them at 40.

处理也有提高 5'-核苷酸酶活性的趋势,比对照分别高出 23.79%和 31.60%。而外源 DDC处理具有降低 5'-核苷酸酶活性的趋势,这似乎与其功能相一致。试验表明,外源  $\text{CaCl}_2$ 处理能够增强 5'-核苷酸酶的活性,有利于提高细胞膜的稳定性,这与施钙能够增强细胞膜稳定性的报道相吻合<sup>[3]</sup>。

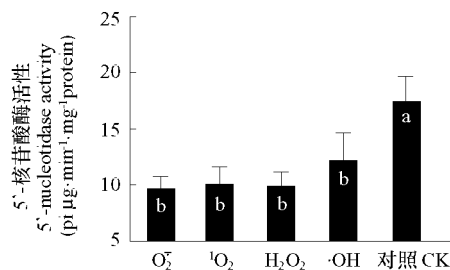


图 6 外源活性氧对 5'-核苷酸酶活性的影响

Fig 6 Effect of different exogenous active oxygen species on 5'-nucleotidase activity

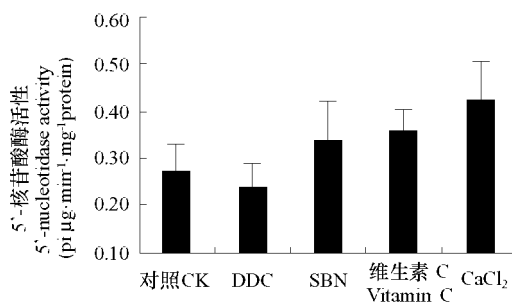


图 7 外源物质对 5'-核苷酸酶活性的影响

Fig 7 Effect of exogenous agents on 5'-nucleotidase activity

### 3 讨论

#### 3.1 微域环境对果实抗逆性形成的影响

5'-核苷酸酶主要分布在质膜上,与植物细胞的能量代谢、物质吸收和运输等过程有关,并在核酸的生物合成、RNA 分解及 ATP 代谢过程中起作用<sup>[5,10]</sup>。由此可见,5'-核苷酸酶的活性与细胞膜功能密切相关。研究表明,植物对温度等逆境胁迫的适应主要是在细胞膜上<sup>[3]</sup>,所以,5'-核苷酸酶可以作为反映细胞膜功能的灵敏指标。本试验观察到,改变果实微域环境后(如套袋处理、变温处理、不同湿度处理等),果实表皮组织 5'-核苷酸酶活性相应发生变化,而且变化规律似乎与环境胁迫程度有一定联系。一定范围内,随着果实温度的增高,湿度加大,5'-核苷酸酶活性相应提高。当然,上述酶活性变化究竟是果实热适应的结果还是对热胁迫的应急响应尚待进一步甄别。根据抗性生物学原理,热适应是在一定范围内进行的,超过一定范围,酶活性必然会受到抑制。所以,今后似应加强对 5'-核苷酸酶活性热适应“阈值温度”的研究,以期提出热适应驯化的最佳条件。从生产实践上看,近年来套袋栽培在不断普及,果实套袋后,果实温度、湿度、光照等生态条件都发生了很大变化,这必然会直接影响果实的生长发育特性及抗逆性。所以,深入研究不同微域环境对果实 5'-核苷酸酶影响及其与果实抗逆性的关系,具有重要的理论与实践意义。

#### 3.2 5'-核苷酸酶活性调控的意义

既然 5'-核苷酸酶活性与细胞膜功能乃至抗逆性直接相关<sup>[11,12]</sup>,那么,从某种意义上来说,在环境胁迫发生前,如果能通过适当途径提高 5'-核苷酸酶活性,则应有利于果实抗逆性的增强。本试验初步表明,通过改变果实的微域生长环境,人为干预果实对逆境的驯化过程(如温度、湿度等),则有助于提高果实 5'-核苷酸酶活性。经过定向驯化后,在胁迫逆境到来时,果实就有可能获得更强的抗性。当然,除了改变生态条件的途径外,施用外源物质也能够一定程度上提高或降低 5'-核苷酸酶的活性。这不为今后果实抗氧化胁迫研究提出了新的思路,而且为酶活性调控的应用提供了良好的前景。

#### 参考文献:

- 潘增光, 辛培刚. 不同套袋处理对苹果品质形成的影响及微域生境分析. 北方园艺, 1995, 101 (2): 21~22  
Pan Z G, Xin P G. Effect of bagging on apple fruit quality and analysis of ecological microenvironments. Northern Horticulture, 1995, 101 (2): 21~22 (in Chinese)
- Simpson J, Rom C R, Patterson M. Causes and possible controls of sunburn on apples. The Good Fruit Grower, 1988, 39 (2): 16~17
- 苏维埃. 植物对温度逆境的适应. 余叔文, 汤章城主编, 植物生理与分子生物学. 北京: 科学出版社, 2000. 731~732  
Su W A. Plant adaptation to temperature stress. Yu S W, Tang Z C ed, Plant physiology and molecular biochemistry. Beijing: Science

- Press, 2000. 731 ~ 732 (in Chinese)
- 4 王 红, 简令成, 张举仁. 低温逆境环境中水稻幼苗质膜 ATP酶和 5'-核苷酸酶活性的变化. 电子显微学报, 1994, (3): 190 ~ 195  
Wang H, Jian L C, Zhang J R. The activity changes of ATPase and 5'-nucleotidase in the cells of rice seedling under low temperature stress. Journal of Electromicroscopy, 1994, (3): 190 ~ 195 (in Chinese)
  - 5 陈善娜, 邹晓菊, 梁 斌. 水稻不同抗冷品种幼苗叶细胞膜系统的电镜观察. 植物生理学通讯, 1997, 33 (3): 191 ~ 194  
Chen S N, Zou X J, Liang B. Electromicroscope observation on membrane system of leane cells of some varieties of rice seedlings with different cold-resistance. Plant Physiology Communication, 1997, 33 (3): 191 ~ 194 (in Chinese)
  - 6 潘 杰, 孙龙华, 简令成. 不同抗冷性水稻质膜 5'-核苷酸酶活性的生化及细胞化学研究. 科学通报, 1992, 37 (7): 653 ~ 656  
Pan J, Sun L H, Jian L C. Study on biochemistry and cytochemistry of 5'-nucleotidase activity with different cold-resistant rice varieties. Science Bulltin, 1992, 37 (7): 653 ~ 656 (in Chinese)
  - 7 李美如, 刘鸿先, 王以柔. 低温对水稻幼苗叶片质膜 5'-核苷酸酶活性的影响. 植物生理学通讯, 1996, 32 (3): 195 ~ 197  
Li M R, Liu H X, Wang Y R. Effect of low temperature on the activity of 5'-nucleotidase in leaves plasmamemna of rice seedlings. Plant Physiology Communication, 1996, 32 (3): 195 ~ 197 (in Chinese)
  - 8 Zhang J G, Liu Y F, Sun J S, Schrader L. Daily maximum fruit surface temperatures in relation to main meteorological factors in apples. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23 (5): 850 ~ 855
  - 9 Zhang J G, Liu Y F, Sun J S, Schrader L. Characteristics of fruit surface temperature changes in apple trees under natural conditions. In: Su H R, Li Y N ed. Proceeding of international apple symposium. Tai'an: Journal of Shandong Agricultural University, 2002. 88 ~ 91
  - 10 陈善娜, 邹晓菊, 梁 斌. 二种不同抗冷性水稻品种剑叶 5'-核苷酸酶的细胞化学定位. 云南植物研究, 1996, 18 (4): 476 ~ 478  
Chen S N, Zou X J, Liang B. Cytological translocation of 5'-nucleotidase in leaf cells of two rice varieties with different cold-resistance. Acta Botanica Yunnanica, 1996, 18 (4): 476 ~ 478 (in Chinese)
  - 11 Yang S A, Endo K. Acclimation temperature affects activities of 5'-nucleotidase and acid phosphatase and lipid and fatty acid composition in cap muscle microsomes. Journal of Food Science, 1994, 59 (5): 1009 ~ 1012
  - 12 Eastwell K C, Stumpf P K. The presence of 5'-nucleotidase in Swiss chard chloroplasts *Beta vulgaris*, comparison of nucleotide metabolism in Swiss chard and spinach chloroplasts. Biochemical and Biophysical Research Communications, 1982, 108 (4): 1690 ~ 1694

**新书推荐****《中国果树病虫原色图谱》(第二版) 吕佩珂主编**

《中国果树病虫原色图谱》(第二版) 含彩版 144页, 彩色生态照片 1152幅, 文字 120万, 包括落叶果树病害 305种, 害虫 338种; 常绿及热带亚热带果树病害 195种, 害虫 160种, 全书介绍果树病虫害近千种, 较原图谱图片和病虫数量增加了 50%, 成为中国果树病虫识别与防治大全。该书图文并茂、内容新颖、信息量大, 既突出了无公害和生物防治, 也介绍了综合防治方法, 以适应入关后南北方生产无公害果品防治病虫害的需要。可供全国果树站、植保站、果林科技人员、广大果农、农资系统、农林院校师生参考。定价: 101元 (含邮资)。

**《中国蔬菜病虫原色图谱》(第三版·无公害)**

《中国蔬菜病虫原色图谱》第三版包括南北方瓜类、茄果类、豆类、葱蒜类、绿叶蔬菜类、多年生及水生蔬菜等病虫害 521种, 其中蔬菜病害 389种, 虫害 134种, 彩图 680幅、文字 55万, 该书图文并茂, 内容新颖。第三版防治方法定位在无公害蔬菜生产上, 除充实大量生物防治法外, 还介绍了综合防治技术和方法, 药剂防治中删去了蔬菜上不得使用 and 限制使用的农药, 重点选择使用全国农业技术推广服务中心推荐的无公害农药及高效、低毒、低残留的新品种, 以适应加入世贸组织后, 全国实施新阶段“菜篮子”工程生产无公害蔬菜的防治病虫害的需要。可供蔬菜站、植保站、农技站、农资系统、庄稼医院、农业院校师生、有关农业企业和科技人员参考。定价: 69元 (含邮资)。

购书者请汇款至北京中关村南大街 12号中国农科院蔬菜花卉所 《园艺学报》编辑部, 邮编 100081。