

# 乙烯利对甘蔗分蘖期茎三种酶活性的影响及其与分蘖的关系

周传凤<sup>1,3</sup>, 李杨瑞<sup>1,2\*</sup>, 杨丽涛<sup>1</sup>

(1. 广西大学农学院, 南宁 530005; 2. 广西农业科学院, 南宁 530007; 3. 青岛农业大学生命科学院, 山东 青岛 266109)

**摘要:** 在分蘖前期喷施适宜浓度(100 mg/L)乙烯利提高了蔗茎的过氧化物酶活性和 IAA 氧化酶的活性。用 100 mg/L 乙烯利处理后, 两个品种根部的过氧化物酶和 IAA 氧化酶活性明显高于上部的活性, 并且比对照和 400 mg/L 乙烯利处理的效果明显。乙烯利处理后新台糖 16 号上部节间的酸性转化酶活性始终高于下部节间的酶活性, 其中 100 mg/L 乙烯利处理下部节间的明显低于对照的; 乙烯利处理后新台糖 22 号茎内的酸性转化酶活性也低于对照的, 但与对照的差异相对比新台糖 16 号的小。

**关键词:** 乙烯利; 分蘖; 过氧化物酶; 酸性转化酶; IAA 氧化酶

中图分类号: S566.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2007)04-0649-04

## Effects of ethephon sprayed at early tillering stage on the activities of peroxidase, IAA oxidase and acid invertase in sugarcane in correlation to tillering

ZHOU Chuan-Feng<sup>1,3</sup>, LI Yang-Rui<sup>1,2\*</sup>, YANG Li-Tao<sup>1</sup>

(1. College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530005, China; 2. Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China; 3. College of Life Sciences, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

**Abstract:** Foliar application of 100 mg/L ethephon at tillering stage increased the activities of IAA oxidase and peroxidase in sugarcane plant. It was obvious that the activities of IAA oxidase and peroxidase in top internodes were higher as compared with those in bottom internodes. The treatment with 100 mg/L ethephon was the most efficacious in all the treatments. For ROC16, after ethephon treatment, the acid invertase activity in the top internodes was higher than that in the bottom internodes from beginning to end, and the treatment with 100 mg/L ethephon recorded higher activity in the bottom internodes than that in the control. For ROC22, both the treatments with 100 mg/L and 400 mg/L ethephon recorded lower acid invertase activities in the bottom internodes than that in the control.

**Key words:** ethephon; tiller; peroxidase; acid invertase; IAA oxidase

甘蔗分蘖前期喷施乙烯利, 蔗叶和蔗茎过氧化物酶活性都有不同程度的提高(李杨瑞, 1990; 潘有强等, 1997; 姚瑞亮等, 1999), 而同时这一阶段蔗株的分蘖率都比对照高, 过氧化物酶可以氧化分解生长素(王水平等, 1985), 推测它通过调节生长素在植

株内的分配来促进分蘖的增加。甘蔗分蘖与 IAA 过氧化物酶活性的关系目前还无相关的研究报道。酸性转化酶是一个与甘蔗生长关系密切的酶类, 其活性与甘蔗生长呈正相关, 在甘蔗一生中酸性转化酶活性表现出明显的季节变化, 生长前中期活性较高,

收稿日期: 2005-12-16 修回日期: 2006-08-27

基金项目: 国家自然科学基金(39860039); 广西青年科学基金(9912014)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(39860039); Science Foundation for Young Scholars of Guangxi(9912014)]

作者简介: 周传凤(1974-), 女, 河南辉县市人, 硕士, 主要从事植物生化研究。

\* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: liyangrui40@hotmail.com)

而生长后期活性较低(王水平等,1985)。本研究的目的是探讨在甘蔗生长前期叶面喷施乙烯利促进分蘖发生的过程中过氧化物酶、酸性转化酶和 IAA 氧化酶活性的变化,试图找出他们之间的相关性,为提高蔗糖产量的研究提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试甘蔗品种

分蘖力较强的新台糖 16 号(ROC16,在文内图表中用“A”表示)和新台糖 22 号(ROC22,在文内图表中用“B”表示)。

### 1.2 供试药品

上海澎浦化工厂生产的乙烯利,有效成分 40%。

### 1.3 试验设计

试验在广西大学农学院试验农场中等肥力的土壤上进行。采用随机区组设计,主区为品种,设 ROC16 和 ROC 22 两个品种;副区为乙烯利叶面喷施,设三个不同浓度处理,即 0 mg/L,100 mg/L,400 mg/L,在文内图表中分别用“1”、“2”、“3”表示。设三次重复,每个小区处理为 5 行区,行长 5.5 m,行距 1.1 m,小区面积 30.25 m<sup>2</sup>。于 2003 年 2 月 27 日下种,下种量为 10.5 万芽/hm<sup>2</sup>,双芽苗。采用一般生产田管理措施。每公顷施用复合肥 750 kg 作基肥,磷肥和尿素分别为 450 kg。2003 年 5 月 16 日甘蔗分蘖初期进行乙烯利叶面喷施处理,对照喷清水,施用量以充分喷湿叶面但无水滴滴落为度。

### 1.4 取样

分别于 2003 年 5 月 24 日、6 月 2 日、6 月 7 日、6 月 11 日、6 月 18 日下午取样。各品种每处理选取有代表性的植株 5 株的茎,分别取上、下两部分节间(上部取茎尖以下第三个节间,下部取新生分蘖节间;在文内图表中分别用“S”、“X”表示)供酶活性测定用。

### 1.5 酶的提取

酶的提取参照姚瑞亮(2000)的方法,略作修改。

### 1.6 酶活性的测定

1.6.1 过氧化物酶 过氧化物酶活性的测定参照李杨瑞(1990)的方法。以  $\Delta OD_{470}/gFW \cdot min$  表示酶活性。

1.6.2 酸性转化酶 酸性转化酶活性的测定参照姚瑞亮(2000)的方法。以单位时间内生成的葡萄糖

量表示酶活性( $\mu gG/gFW \cdot h$ )。

1.6.3 IAA 氧化酶 IAA 氧化酶活性测定参照华东师范大学生物系植物生理教研组(1980)编的《植物生理学实验指导》和张志良(1990)的方法。以单位时间内分解 IAA 量表示酶活性( $\mu gIAA/gFW \cdot h$ )。

### 1.7 分蘖率、后期分蘖率

定期进行田间调查取得。

## 2 结果与分 析

### 2.1 乙烯利处理对分蘖率的影响

从图 1 可以看出,新台糖 16 号和新台糖 22 号 100 mg/L 乙烯利处理的分蘖率和后期分蘖率明显高于对照和 400 mg/L 处理的,并且以新台糖 22 号的高于新台糖 16 号的。

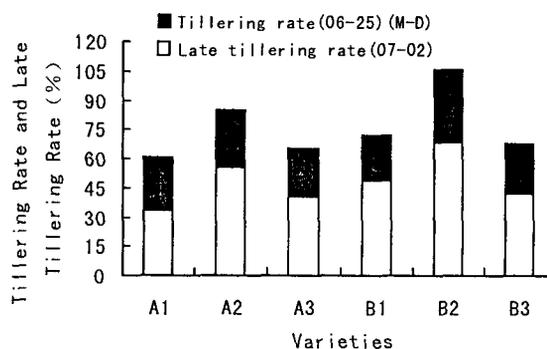


图 1 分蘖初期不同浓度乙烯利处理对甘蔗分蘖率及后期分蘖率的影响

Fig.1 Effect of different concentrations of ethephon at tillering stage on tillering rate and late tillering rate of sugarcane

### 2.2 乙烯利处理对过氧化物酶活性的影响

从图 2 看出,乙烯利喷施 1 周后,即 5 月 24 日第一次测过氧化物酶的活性时,两个品种下部节间活性不占优势;而 6 月 7 日新台糖 16 号除了 400 mg/L 乙烯利处理的不明显以外,其他处理均是下部节间活性高于上部节间,此种情况持续到分蘖期结束。6 月 7 日测定的新台糖 22 号下部节间活性继续升高直至超过上部节间,且保持到 6 月 18 日分蘖末期,说明乙烯利对过氧化物酶活性的影响因甘蔗品种而异,新台糖 22 号表现比新台糖 16 号略迟一些。从 6 月 7 日测定的结果看,新台糖 16 号 100 mg/L 乙烯利处理的下部节间酶活性高于对照和新台糖 22 号各处理的。从分蘖盛期到末期,两个甘蔗品种 100 mg/L 乙烯利处理的下部节间始终保持着

比对照高的活性,而 400 mg/L 乙烯利处理的活性低于对照。这说明适宜浓度的乙烯利处理能提高分

蘖期甘蔗基部节间的过氧化物酶活性,而上部节间效应不明显。

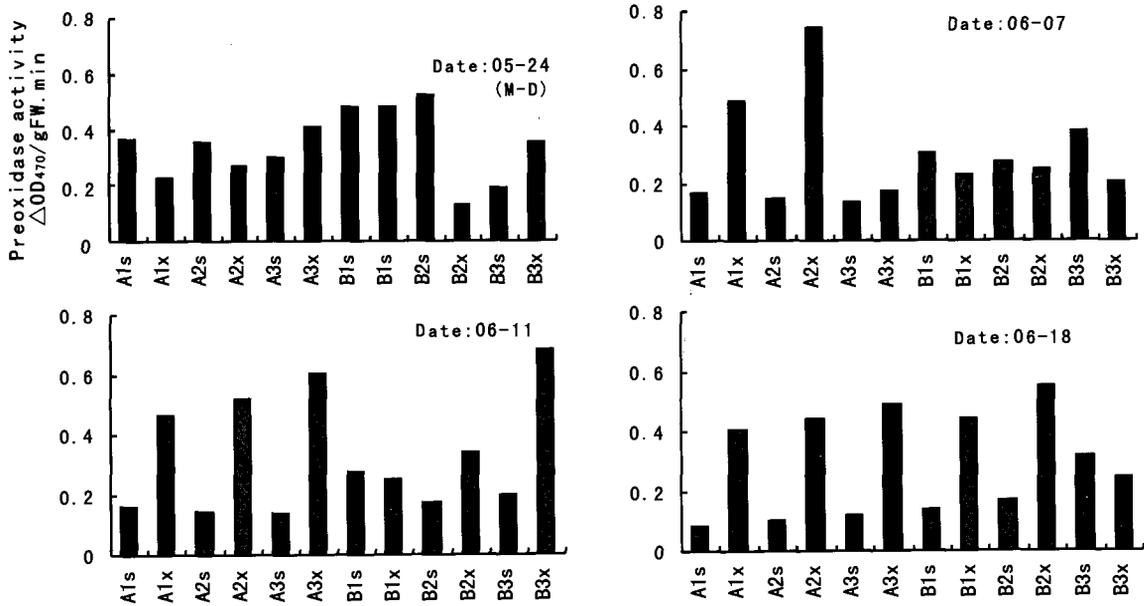


图 2 分蘖初期不同浓度乙烯利处理对甘蔗上部节间和下部节间过氧化物酶活性的影响  
Fig. 2 Effect of different concentrations of ethephon at tillering stage on peroxidase activity of top and base internodes of sugarcane

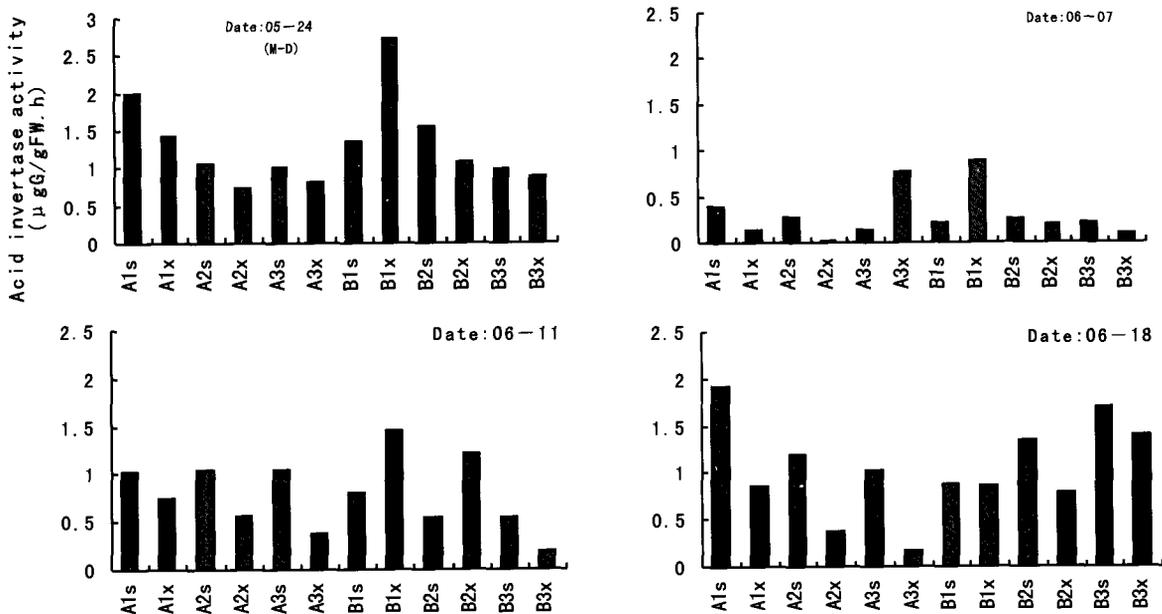


图 3 分蘖初期不同浓度乙烯利处理对甘蔗上部节间和下部节间酸性转化酶活性的影响  
Fig. 3 Effect of different concentrations of ethephon at tillering stage on acid invertase activity of top and base internodes of sugarcane

### 2.3 乙烯利处理对酸性转化酶活性的影响

从图 3 可以看出,乙烯利处理对甘蔗茎内酸性转化酶活性的影响因品种不同而异。新台糖 16 号乙烯利处理的上部节间酸性转化酶活性始终高于下部节间的活性,但无论上部和下部节间乙烯利处理

的酶活性始终低于对照,表现出明显的抑制效应。乙烯利处理后的新台糖 22 号则整体表现变化不大,除了 6 月 18 日分蘖末期的测定结果外,乙烯利处理后下部节间的酸性转化酶的活性始终低于对照的,说明乙烯利处理在整个分蘖盛期中都抑制了蔗茎的

酸性转化酶活性。

#### 2.4 乙烯利处理对 IAA 氧化酶活性的影响

由于 IAA 氧化酶活性在甘蔗生长初期比较弱, 所以从 6 月 7 日分蘖中期起才测出它的活性。从图 4 看出, 乙烯利处理对新台糖 22 号 IAA 氧化酶活性的影响要比对新台糖 16 号的大。且在分蘖后期

影响大, 在 6 月 18 日测定中, 新台糖 22 号下部节间的酶活性明显高于上部节间, 且 100 mg/L 乙烯利处理的下部节间酶活性高于对照和 400 mg/L 乙烯利处理的, 400 mg/L 乙烯利处理的则低于对照的。这可能与 100 mg/L 乙烯利处理的蔗株后期分蘖芽多有关。从图上还看出分蘖中后期新台糖 22 号的

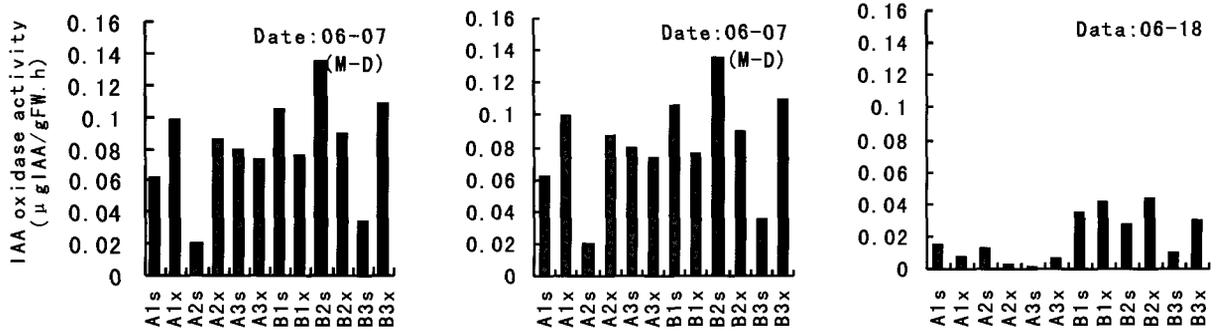


图 4 分蘖初期不同浓度乙烯利处理对甘蔗上部节间和下部节间 IAA 氧化酶活性的影响  
Fig. 4 Effect of different concentrations of ethephon at tillering stage on IAA oxidase activity of top and base internodes of sugarcane

IAA 氧化酶活性明显高于新台糖 16 号, 这可能是新台糖 22 号后期分蘖芽较新台糖 16 号多的重要原因之一。

### 3 讨论

酶在调节激素含量的分配上起关键性的作用。IAA 氧化酶和过氧化物酶的关系异常复杂, 有分工与协同作用(Pande 等, 1998; Rama 等, 1982a, b)。这两种酶的主要作用之一是通过氧化分解 IAA, 调节植物体内 IAA 的含量(董合忠等, 1999)。而蔗株分蘖和 CTK/IAA 比值是密切相关的。适宜浓度的乙烯利处理提高了蔗茎的过氧化物酶活性和 IAA 氧化酶的活性(李志刚等, 2002), 根部 IAA 氧化酶和过氧化物酶活性强, 使从茎端生长点经韧皮部运输过来的 IAA 氧化分解加速, 有利于 CTK/IAA 的值增大, 促进分蘖。在本研究中, 100 mg/L 乙烯利处理根部的 IAA 氧化酶和过氧化物酶活性比对照和 400 mg/L 乙烯利处理的活性强, 其分蘖也比对照和 400 mg/L 乙烯利处理的多。在本研究中, 分蘖前期喷施适宜浓度乙烯利(100 mg/L)能提高甘蔗茎下部的酸性转化酶活性, 利于下部侧芽生长, 增加分蘖。特别是 100 mg/L 乙烯利处理后的下部节间酸性转化酶的活性高于 400 mg/L 乙烯利的处理和对照, 与该处理较多分蘖的表现相一致。在本研

究中, 在分蘖后期, 新台糖 22 号经乙烯利处理后蔗株根部的过氧化物酶、IAA 氧化酶和酸性转化酶活性仍然比新台糖 16 号的三种酶活性高, 这可能与乙烯利处理后新台糖 22 号比新台糖 16 号的后期分蘖率高有直接的关系。

#### 参考文献:

- 华东师范大学生物系植物生理教研室. 1980. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社
- 姚瑞亮. 2000. 乙烯利调控甘蔗生长和对糖分积累的激素和酶生理基础研究[D]. 福州: 福建农业大学
- 张志良. 1990. 植物生理学实验指导[M]. 第 2 版. 北京: 高等教育出版社: 154
- Dong HZ(董合忠), Li WJ(李维江), Ren GJ(任桂杰). 1999. Changes of IAA content and activities of peroxidase during cotton floral bud initiation(棉花花芽分化过程中 IAA 含量与过氧化物酶活性变化趋势的研究)[J]. *Acta Gossypii Sin*(棉花学报), 11(6): 303-305
- Li YR(李杨瑞). 1990. A preliminary study on the activity of peroxidase in sugarcane tissues and its relationship with growth and technical maturing(甘蔗组织中过氧化物酶活性及其与生长和工艺成熟的关系初探)[J]. *J Guangxi Agric Coll*(广西农学院学报), 9(1): 13-18
- Li ZG(李志刚), Li YR(李杨瑞), Lin YK(林炎坤). 2002. Effects of foliar spray of etherphon on some enzyme activities in stem cells of sugarcane(生长前期喷施乙烯利对甘蔗茎细胞集中酶活性的影响)[J]. *Guihaia*(广西植物), 22(2): 177-180
- Pan YQ(潘有强), Lin YK(林炎坤), Li YR(李杨瑞). 1997. (下转第 536 页 Continue on page 536)

宽昭 47272;琼海:九曲江,钟义 4698;通什:海南东队 861;Philippine;Union Province,R. Lete 282.

本种常与其它几种一起,因子房 2 室,曾于 1833 年被 Choisy 建立为月光花属 (*Calonyction* Choisy), 1897 年也为 Hall. f. 所记载,但后来被列为番薯属 (*Ipomoea*) 的一个组 sect. *Calonyction* (Choisy) Griseb. (Fl. Brit. W. Ind. Isl. 466. 1864), 再后来又被列为亚属 *Ipomoea* subgen. *Calonyction* C. B. Clarke (in Hook. f. Fl. Brit. Ind. 4; 197. 1883); 而且在 1922 年, Hall. f. 又将其列为亚组 *Ipomoea* subsect. *Calonyction* (Choisy) Hall. f.。《中国植物志》英文版亦将其归入番薯属。形态上,本种两性器官伸出,花冠高脚碟状,花冠管狭圆柱状,萼片常具长芒,花梗棒状,与该属其它种可相区别。

本种常与金钟藤混生在一起,危害其他植物,或可单独缠绕其他植物使之死亡。

### 参考文献:

- 广东植物研究所. 1974. 海南植物志(Ⅲ)[M]. 北京:科学出版社,483
- 中国科学院植物研究所. 1985. 中国高等植物图鉴(第 3 卷)[M]. 北京:科学出版社
- 方瑞征,黄素华. 1979. 云南植物志(第 2 卷)[M]. 北京:科学出版社
- 方瑞征. 1999. 中国高等植物(第 9 卷)[M]. 青岛:青岛出版社
- 丘华兴. 2000. 广东植物志(第 4 卷)[M]. 广州:广东科技出版社,347
- 吴征镒,李锡文. 1965. 云南热带亚热带植物区系研究报告 [C]. 北京:科学出版社,1:109-113
- 吴征镒,黄素华. 1979. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,64(1):60-79
- 吴德邻,等. 1992. 中国种子植物科属词典[M]. 北京:科学出版社
- 侯宽昭. 1956. 广州植物志[M]. 北京:科学出版社,584
- 侯宽昭. 1985. 中国种子植物科属词典[M]. 北京:科学出版社
- Chen BH(陈炳辉), Wang RJ(王瑞江), Huang XX(黄向旭). 2005. *Merremia boissiana* (Gagnep.) van Oostroom—A new record to Guangdong Province[J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报),13(1):76-77
- Fang RC, Staples G W. 1999. Convolvulaceae[M]//Wu CY, Raven P H. Flora of China. Missouri Botanical Garden, USA, 16: 271-325
- Ferguson I K, et al. 1977. Pollen morphology in the genera *Merremia* and *Operculina* (Convolvulaceae) and its taxonomic significance[J]. *Kew Bulletin* 31(4):763-773
- Gagnepain F. 1915. *Ipomoea boissiana* Gagnep[M]//Lecomte, Not Syst, 3:141
- Gagnepain F, Courchet L D J. 1915. Convolvulaceae[M]//Lecomte ed Flore Gen Indo-Chine, 4:228-313
- Gagnepain F, Courchet L D J. 1915. *Ipomoea boissiana* Gagnep [M]//Lecomte, Fl Gen Indo-Chine, 4:463
- Mabberley D J. 1997. The plant-book; A portable dictionary of the vascular plants[M]. 2ed. London: Cambridge University Press
- Oostroom S J van. 1939. *Merremia boissiana* (Gagn.) van Ooststr., nov. comb.; var. *fulvopilosa* (Gagn.) van Ooststr. In: The Convolvulaceae of Malaysia II[J]. *Blumea*, 3(2):343-344
- Oostroom S J van. 1939. The Convolvulaceae of Malesia II[J]. *Blumea*, 3(2):267-371
- Oostroom S J van. 1940. The Convolvulaceae of Malesia III[J]. *Blumea*, 5:481-582
- Wang BS(王伯荪), Li MG(李鸣光), Liao WB(廖文波), et al. 2005. Geographical distribution of *Merremia boissiana* (金钟藤的地理分布)[J]. *Ecol Environ*(生态环境), 14(4):451-454
- Staples G W. 1992. The Identity of *Ipomoea staphylina* in Asia [J]. *Taiwania*, 41(3):185-186
- Wu CY. 1965. Convolvulaceae[M]//Wu CY, Li XW (eds). Yunnan tropical and subtropical floristics research report, 1:1-146
- Yang SZ, Staples G W. 1998. Convolvulaceae[M]//Taiwan; Editorial Committee of the Flora of Taiwan, 2ed. Vol. 4:341-384

(上接第 652 页 Continue from page 652)

- Effects of ethephon sprayed at tillering stage on the activities of dismutase, peroxidase and polyphenol oxidase in two sugarcane varieties(甘蔗分蘖期喷施乙烯利对两个甘蔗品种的三种保护酶活性的影响)[J]. *J Guangxi Agric Univ*(广西农业大学学报), 16(2):105-109
- Pande PC, Shukla DS. 1998. IAA oxidase and peroxidase activity during wheat grain development[J]. *Indian J Plant Physiol*, 1(3):162-170
- Rama RN, Naithani SC, Asdanwala RT, et al. 1982a. Change in indoleacetic acid oxidase and peroxidase activities during cotton fiber development[J]. *Z Pflanzenphysiol*, 106:157-165
- Rama RN, Naithani SC, Singh YD. 1982b. Physiological and bio-

- chemical changes associated with cotton fiber development II[J]. *Auzin Oxidising System Physiol Plant*, 55:204-208
- Wang SP(王水平), Shen ZY(沈曾佑), Zhang ZL(张志良). 1985. A study of elongation of the cotton fibre cell(棉纤维细胞伸长生长与过氧化物酶和 IAA 氧化酶的关系)[J]. *Acta Phytophysiol Sin*(植物生理学报), 11(4):409-417
- Yao RL(姚瑞亮), Li YR(李杨瑞), Lin YK(林炎坤). 1999. Peroxidase cytochemistry and effect of ethephon on the peroxidase activity in sugarcane internode(乙烯利对甘蔗节间过氧化物酶活性的影响及酶细胞化学)[J]. *J Guangxi Agric Bio Sci*(广西农业生物科学), 18(3):169-172