

# 氮素形态对烤烟成熟过程中抗坏血酸 — 谷胱甘肽循环的影响

宋朝鹏<sup>1</sup>, 王梦抒<sup>1</sup>, 梁瑞海<sup>2</sup>, 刘尚鹏<sup>2</sup>, 刘刚<sup>2</sup>, 官长荣<sup>1\*</sup>

(1. 河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002; 2. 江苏格瑞实业有限责任公司, 江苏 徐州 221140)

**摘要:** 探讨了氮素形态对烤烟成熟过程中抗坏血酸—谷胱甘肽循环系统的影响。结果表明, 烟叶自移栽后 60d 开始, 抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性和抗坏血酸(ASA)含量逐渐上升, 到 70~80d 达到最高峰, 随后稳定在一定的水平。3 种不同氮素形态处理的 APX 活性和 ASA 含量变化规律相似, 均随着硝态氮比例的增加而增大; 谷胱甘肽还原酶(GR)活性在移栽后 90d 达最大值, 此后逐渐下降, 谷胱甘肽(GSH)含量随着烟叶的成熟持续下降。烟叶成熟过程中各处理 GR 活性和 GSH 含量随着铵态氮比例的增加而增大。

**关键词:** 烤烟; 氮素形态; 抗坏血酸过氧化物酶; 抗坏血酸; 谷胱甘肽还原酶; 谷胱甘肽

**中图分类号:** 572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2007)08-0040-03

## Effects of Nitrogen Formation on the Ascorbic Acid glutathione Recycle System During the Maturity of Flue cured Tobacco

SONG Chao peng<sup>1</sup>, WANG Meng shu<sup>1</sup>, LIANG Rui hai<sup>2</sup>,  
LIU Shang peng<sup>2</sup>, LIU Gang<sup>2</sup>, GONG Chang rong<sup>1\*</sup>

(1. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. Green Industrial Limited Liability Company Jiangsu, Xuzhou 221140, China)

**Abstract:** The effects of nitrogen formation on the ascorbic acid(ASA) – glutathione(GSH) recycle system during the maturity of flue cured tobacco were studied. The results showed that the activity of APX and the content of ASA increased gradually from the plant was cultivated 60d later, and reached acme during 70 – 80d, then tended to stability. The change of the activity of APX was similar with the content of ASA during each treatment, which added with the increasing of the proportion of nitrogen N; the activity of GR reached peak when the plant was cultivated 90d later, then lowered, the content of GSH decreased all the time with the increasing maturity of tobacco leaf. The change of the activity of APX was similar with the content of ASA during each treatment, which added with the increasing of the proportion of ammonium N.

**Key words:** Flue cured tobacco; Nitrogen formation; Ascorbic acid peroxidase; Ascorbic acid; Glutathione reductase; Glutathione

植物在逆境中会产生大量的活性氧自由基, 为了防御活性氧的毒害作用, 植物体内存在 3 种主要

清除自由基伤害的途径。第 1 种是由过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶

收稿日期: 2007-03-02

基金项目: 国家烟草专卖局资助项目(110200302007)

作者简介: 宋朝鹏(1978-), 男, 河南邓州人, 助教, 硕士, 主要从事烟叶烘烤研究和教学工作。

通讯作者: 官长荣(1948-), 男, 河南荥阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事烟草调制与加工研究。

(POD)构成的抗氧化防御酶系统;第2种是由抗坏血酸(ASA)、谷胱甘肽(GSH)构成的ASA-GSH循环系统;第3种是DNA损伤修复系统。ASA-GSH循环系统可直接清除活性氧或通过产生非酶抗氧化剂降低细胞内活性氧水平<sup>[11]</sup>,抑制膜脂过氧化作用,减缓植物衰老<sup>[12]</sup>,增加烟叶自身防御功能。由于植物叶片叶绿体中缺乏CAT,在叶绿体中活性氧的清除主要依靠ASA-GSH循环系统完成。因此,在烟叶成熟过程中该系统的活性强弱和维持时间长短决定着叶片光合作用能力,并对色素的降解和转化有重要影响,而烤烟成熟过程中色素的降解和转化决定着烤烟采收的时机。本试验通过研究不同氮素形态配比对烤烟成熟过程中ASA-GSH循环系统的影响,讨论该系统在烟叶成熟过程中的生理意义,为阐明烟叶成熟机理,决策烤烟成熟采收时期提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

本试验于2005~2006年在襄城县王洛乡进行,供试品种为NC89,试验田土壤特性见表1。试验田施纯氮45.0 kg/hm<sup>2</sup>,N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=1:2:3.5;基肥与追肥比例分别为85%,15%;初花打顶,单株留叶22片。以中部叶为试验材料(第11~12位叶),从移栽后60 d开始取样,10 d取样1次。

表1 供试土壤的基本性质

pH	有机质 (g/kg)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
7.85	14.5	36.87	5.41	218.46

1.2 处理

本试验共设3个处理:T1:100%铵态氮;T2:50%硝态氮,50%铵态氮;T3:100%硝态氮。

1.3 测定项目和方法

抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性按Nakano<sup>[8]</sup>的方法测定,谷胱甘肽还原酶(GR)活性按Foyer<sup>[9]</sup>的方法测定。ASA含量和GSH含量参照Guri<sup>[10]</sup>的方法测定。

2 结果与分析

2.1 APX活性和ASA含量

APX是植物叶绿体中清除活性氧的关键酶<sup>[5,6]</sup>。由图1可知,APX活性在移栽后60 d到80 d内上升较快,80 d时达到最大值。各处理APX

活性变化表现为随着硝态氮比例的增加APX活性逐渐增大,即T3>T2>T1。移栽80 d后,处理T3的下降趋势较其他处理缓和,处理T2的APX活性迅速下降,处理T1在移栽后80 d到90 d烟叶的APX活性迅速下降,随后稳定在一定水平。在移栽后80 d时,各处理中T3的APX活性最大,处理T2次之,处理T1的酶活性最小。由图2可知,ASA含量变化规律和APX活性变化相似,ASA含量在移栽后70 d时达到最高峰,随后稳定在一定的水平。各处理ASA含量变化表现为随着硝态氮比例的增加ASA含量逐渐增大,即T3>T2>T1。

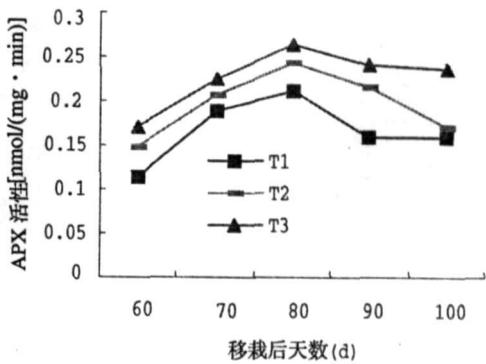


图1 氮素形态对烤烟成熟过程中APX活性的影响

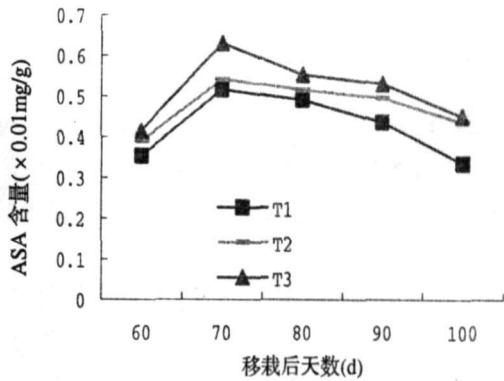


图2 氮素形态对烤烟成熟过程中ASA含量的影响

2.2 GR活性和GSH含量

GR是ASA-GSH循环系统的组成部分,其活性变化限制着ASA-GSH系统的运行速率<sup>[7]</sup>。由图3可知,GR活性随着烟叶的成熟而逐渐上升,在移栽后90 d达最大值。各处理GR活性变化表现为随着铵态氮比例的增加GR的活性逐渐增大,即T1>T2>T3。在移栽后90 d时,各处理间以T1的APX活性最大,处理T2次之,处理T3的酶活性最小。由图4可知,从移栽后60 d开始GSH含量随着烟叶的逐渐成熟持续下降,各处理的GSH含量均有较大幅度的下降。各处理GSH含量随着铵态

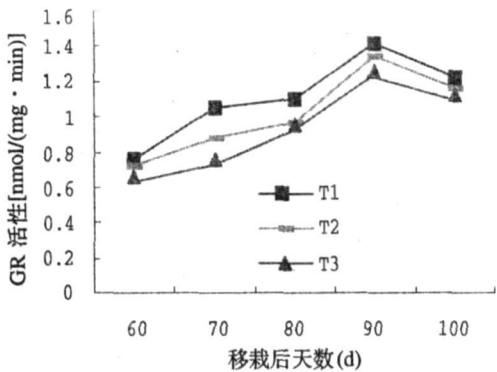


图 3 氮素形态对烤烟成熟过程中 GR 活性的影响

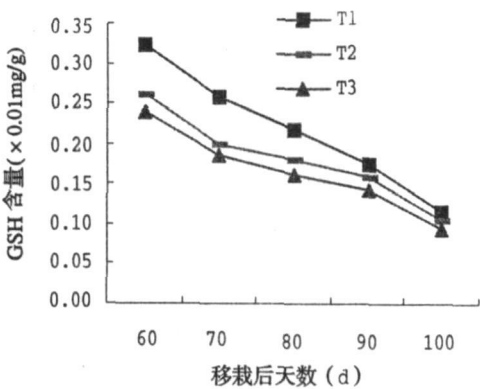


图 4 氮素形态对烤烟成熟过程中 GSH 含量的影响  
氮比例的增加而增加, 即 T1>T2>T3。

3 结论与讨论

抗坏血酸 – 谷胱甘肽循环系统是植物体内清除活性氧和自由基的重要途径<sup>[1]</sup>, 并可调控体内的氧化还原势使信号转导系统朝着有利于植物生长的方向进行<sup>[2, 3]</sup>。

由于叶绿体内活性氧的清除主要依靠 ASA – GSH 循环系统<sup>[1~4]</sup>, 因此, 在烟叶成熟过程中, 该系统的活性强弱和维持时间长短决定着叶片光合作用能力, 对色素的降解和转化有重要影响, 最终影响到烟叶落黄程度。本研究表明, 随着铵态氮用量的增多, GR 活性和 GSH 含量有所增加, APX 活性和 ASA 含量则随着硝态氮用量的增加而增加。其中, APX 活性和 ASA 含量在烟叶移栽后 60d 逐渐上升, 到 70~80d 时达到最大值, 随后稳定在一定的水平。烟叶成熟过程中, 各处理 APX 活性和 ASA 含量变化规律相似; GR 活性在移栽后 90d 达最大值, 此后稍有降低, 而 GSH 含量随着烟叶的成熟持续下降。各处理 GR 活性和 GSH 含量变化规律相似, 表现为随着铵态氮比例的增加而增大, 即 T1>T2>T3。

在烟叶成熟过程中, APX 和 GR 活性先升后降, 可能是植物适应体内活性氧积累的一种调节反应。GSH 含量持续降低, 说明此阶段烟株体内活性氧代谢开始失去平衡。如何通过对烟叶成熟过程中抗坏血酸 – 谷胱甘肽循环系统的深入研究, 确定烤烟成熟采收时期, 还需要进一步的探讨。

参考文献:

[ 1 ] Alscher R C, Donahue J L, Cramer C L. Reactive oxygen species and antioxidant relationships in green cells [ J ]. *Physiol Plant*, 1997, 100: 224 – 233.

[ 2 ] Mallick N, Mohn F H. Reactive oxygen species: response of algal cells [ J ]. *Plant Physiol*, 2000, 157: 183 – 193.

[ 3 ] Noctor G, Foyer C H. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control [ J ]. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 1998, 49: 249 – 279.

[ 4 ] Burton H R, Dye N K, Bush L P. Relationship between tobacco specific nitrosamines and nitrite from different air – cured tobacco varieties [ J ]. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 1994, 42: 2007 – 2011.

[ 5 ] Andersen R A, Fleming P D, Hamilton kemp T R. pH changes in smokeless tobacco undergoing nitrosation during prolonged storage: effects of moisture, temperature, and duration [ J ]. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 1993, 41: 968 – 972.

[ 6 ] MacKown C T, Douglas B, Bush L P. Tobacco specific nitrosamines: formation during processing of mid rib and lamina fines [ J ]. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 1988, 36: 1031 – 1035.

[ 7 ] Anna Wiernik, Alex Christakopoulos, Lennart Johansson. Effect of air curing on the chemical composition of tobacco [ J ]. *Recent Advance in Tobacco Science*, 1995, 21: 390 – 80.

[ 8 ] Nakano Y, Asada T. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts [ J ]. *Plant Cell Physiol*, 1981, 22: 867 – 880.

[ 9 ] Foyer G H, Halliwell B. The presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplasts: a proposed role in ascorbic acid metabolism [ J ]. *Plant*, 1976, 133: 21 – 25.

[ 10 ] Guri A. Variation in glutathione and ascorbic acid content among selected cultivars of *phseolus vulgaris* prior to and after exposure to ozone [ J ]. *Can J Plant Sci*, 1983, 63: 733 – 737.

[ 11 ] Noctor G, Foyer C H. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control [ J ]. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 1998, 49: 249 – 279.

[ 12 ] 张建光, 李英丽, 邱葆, 等. 外源物质处理对高温胁迫下苹果果实抗氧化能力的影响 [ J ]. *华北农学报*, 2004, 19( 3 ): 55 – 58.