

# 装烟密度对密集烘烤过程中烟叶主要生理指标的影响

王松峰, 王爱华, 宋朝鹏, 王卫峰, 李少鹏, 官长荣<sup>\*</sup>  
(河南农业大学, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 采用河南农业大学设计的电热式温湿自控密集烤箱, 对不同装烟密度和变黄温度下烟叶的淀粉酶、过氧化物酶(POD)、抗坏血酸过氧化物酶(AAO)及叶绿素的动态变化作了探索性研究。结果表明: 整个烘烤过程中, 装烟密度为 55~65 kg/m<sup>3</sup> 的处理烟叶淀粉酶、过氧化物酶、抗坏血酸过氧化物酶的活性相对较高, 叶绿素含量最低。

**关键词:** 烤烟; 装烟密度; 密集烘烤; 生理指标

**中图分类号:** S572   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1004-3268(2005)05-0021-05

## Effects of Loading Density on Main Physiological Indices of Tobacco during Bulk Curing Process

WANG Song-feng, WANG Ai-hua, SONG Chao-peng,  
WANG Wei-feng, LI Shao-peng, GONG Chang-rong<sup>\*</sup>  
(Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** Dynamic changes of activity of amylase, POD, AAO and chlorophyll in tobacco leaf under the treatments of different loading density and yellowing temperature were studied during bulk curing process by using the electric-heated flue-curing box designed and made by Henan Agricultural University. The result indicated that activity of amylase, POD, AAO was higher comparatively and the content of chlorophyll was the lowest in the treatment of 55-65 kg/m<sup>3</sup> of loading density.

**Key words:** Flue-cured tobacco; Loading density; Bulk curing; Physiological indices

烟叶烘烤是烤烟生产中的一个重要环节, 其间发生的复杂的生理生化变化与环境温湿度密切相关<sup>[1]</sup>。烘烤温度影响主要酶类的活性和作用时间, 从而影响大分子物质的降解。有关烟叶烘烤过程中变黄温度对一些酶类活性及叶绿素等生理指标的影响, 以往做过许多研究<sup>[1-4]</sup>。但有关密集烘烤装烟密度对这些指标的影响和作用, 却鲜有报道。为此, 从装烟密度出发, 结合烘烤变黄温度, 对烘烤过程中一些主要生理指标变化进行了初步探讨, 旨在为完善密集烘烤工艺提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验设计

1.1.1 试验材料 试验于 2003~2004 年在河南省襄县进行, 供试烤烟品种为 NC89。试验田土质为砂质壤土, 土壤肥力中等。烟田规范化栽培, 以中部叶(第 11~13 位叶)为试验材料, 成熟采收, 采用河南农业大学自制的电热式温湿自控密集烤箱, 按三段式烘烤工艺烘烤。

1.1.2 试验设计 装烟密度设 4 个处理: A1: 45~

收稿日期: 2004-12-28

基金项目: 国家烟草专卖局资助项目(110200302007)

作者简介: 王松峰(1979-), 男, 河南许昌人, 在读硕士, 主要从事烟叶调制生理方面的研究

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。

E-mail: gongchr009@126.com

55 kg/m<sup>3</sup>; A2: 55 ~ 65 kg/m<sup>3</sup>; A3: 65 ~ 75 kg/m<sup>3</sup>; A4: 75 ~ 85 kg/m<sup>3</sup>。变黄温度设 2 个处理: B1: 高温变黄(烟叶变黄从 38 °C 开始, 逐渐升高到 42 °C 结束); B2: 低温拉长变黄(烟叶在 35 °C 有少部分发生变黄后即升温到 38 °C, 待烟叶变黄达到转火点时, 再延长变黄时间 12 h)。

1.1.3 样品制备 分别于开始烘烤以前(0 h)及烘烤开始后每隔 12h 取样, 切去叶尖和叶基部, 留叶中部部分用于淀粉酶、过氧化物酶(POD)、抗坏血酸过氧化物酶(AAO)活性和叶绿素含量的测定。

## 1.2 测定方法

淀粉酶活性采用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定<sup>[4,5]</sup>; POD 采用愈创木酚法测定<sup>[5]</sup>; AAO 采用滴定法测定<sup>[5]</sup>; 叶绿素采用分光光度法测定<sup>[5]</sup>。酶活性均以鲜样计算, 叶绿素采用干样计算。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同装烟密度对淀粉酶活性的影响

由图 1 可知, 随烘烤的进行, 4 个密度处理下, 烟叶淀粉酶活性均表现出相似的规律。高温变黄条件下, 在烘烤前 24 h, 淀粉酶活性呈逐渐升高趋势,

且在第 24 小时出现第 1 次高峰, 活性大小依次为 A2 > A4 > A3 > A1; 从 24 h 到 60 h 左右, 淀粉酶活性整体上表现下降趋势, 且各处理下降趋势基本一致, 都是在烘烤到 60 h 时出现第 1 次低点, 活性大小基本相等。A4 处理出现最低点的时间推迟至 72 h, 其淀粉酶活性较其他 3 个密度处理偏低。随后, 各密度处理的烟叶淀粉酶活性又逐渐升高, 至 84 h 时出现第 2 次高峰, 活性大小依次为, A1 > A4 > A3 > A2; 从 84 h 到 96 h 时, 4 个密度处理的淀粉酶又呈下降趋势, 且在 96 h 时活性大小基本相等。之后, 各处理的淀粉酶活性趋于平缓。低温变黄条件下, 0 ~ 24 h, 4 个密度处理烟叶淀粉酶活性均表现上升趋势, 在 24 h 出现第 1 次活性高点, 且活性大小基本相等。24 ~ 36 h 期间, 各处理淀粉酶均表现为下降趋势。A1 处理在 48 h 出现活性最低点, A2 处理在 60 h 出现活性最低点, A3、A4 在 36 h 出现最低点, 36 ~ 60 h 期间, 活性趋于平缓。至 72 h 时, A1、A2 均出现第 2 次活性高点, 而 A3、A4 第 2 次活性高点出现在 84 h。4 个装烟密度处理烟叶淀粉酶在烘烤 96 h 又同时达到一个低点, 且 A2 活性明显低于其他 3 个处理。96 h 后 4 个处理的淀粉酶

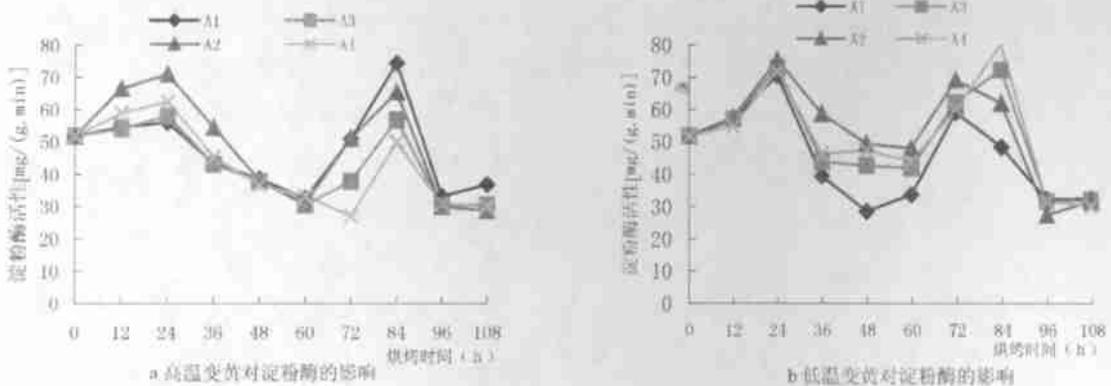


图 1 不同装烟密度下淀粉酶活性的变化

活性逐渐趋于平缓一致。

### 2.2 不同装烟密度对过氧化物酶活性的影响

过氧化物酶(EC1.11.1.7) 是一类以血红素为辅基的酶, 在生物中广泛存在, 具有不同的生物功能, 主要催化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和有机过氧化物, 加速多种有机物和无机物的氧化<sup>[6]</sup>, 清除活性氧, 也参与酚类物质的氧化。由图 2 可以看出, 不同处理烟叶在烘烤过程中, 过氧化物酶活性都呈下降趋势。高温变黄条件下, 0 ~ 12 h, 4 个处理烟叶过氧化物酶活性呈下降趋势, 且活性大小近似相等; 12 ~ 36 h, A2、A3 过氧化物酶活性下降趋势相似; A4 在此期间下降趋

于平缓; 36 ~ 96 h, 各处理过氧化物酶活性均表现为下降; 96 h 后, 各处理下降趋势趋于平缓。低温变黄条件下, 0 ~ 12 h, 4 个处理烟叶过氧化物酶下降趋势与高温变黄条件下相似; 12 ~ 36 h, 各处理过氧化物酶活性下降趋势趋于缓慢; 36 h, A1、A3 呈急剧下降至烘烤结束; 36 ~ 60 h, A2 趋于平缓; 60 h 后, A2 逐渐下降至烘烤结束。A4 在 36 ~ 72 h 时缓慢下降, 72 h 后急剧下降至烘烤结束。整体来看, 高温变黄条件下, 4 个密度处理 POD 活性差异不大, 低温变黄条件下各处理的 POD 活性表现有差异, 且以 A2 下降相对平缓。

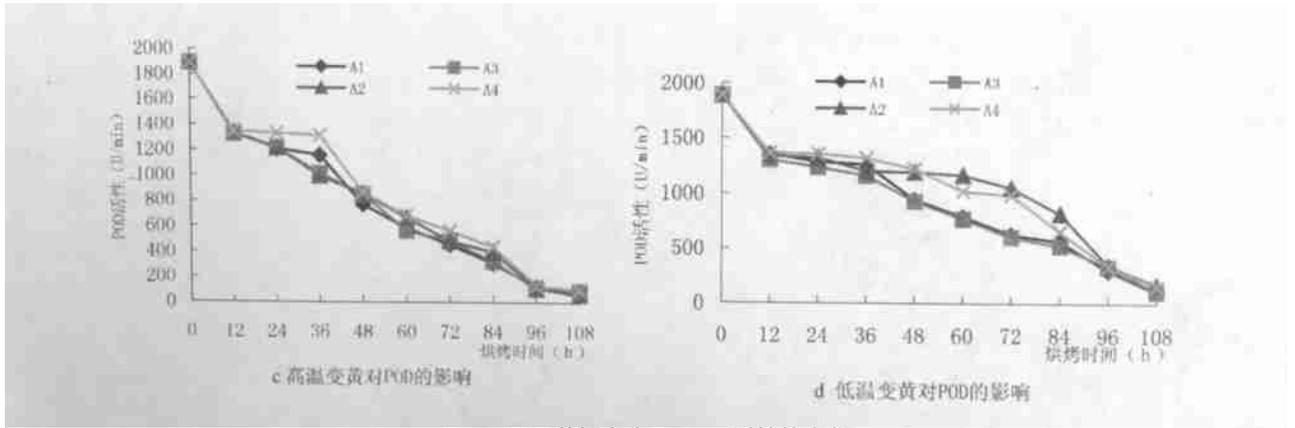


图2 不同装烟密度下POD活性的变化

2.3 不同装烟密度对抗坏血酸过氧化物酶活性的影响

抗坏血酸过氧化物酶被认为是叶绿体中清除H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的关键酶<sup>[7,8]</sup>。由图3可知,不同装烟密度处理都表现出先升后降的趋势,但峰值出现点不同。高温变黄条件下,0~36 h,各处理AAO活性上升,

之后缓慢下降,72 h后迅速下降,A2、A3高于A1、A4。低温变黄条件下,A1、A4曲线走势相似,数值上差异也不大,峰值均出现在36 h处;A2、A3中间有较多起伏,峰值最高点均出现在48 h处,且整个烘烤过程,抗坏血酸过氧化物酶活性表现为处理A2 > A3 > A4 > A1。

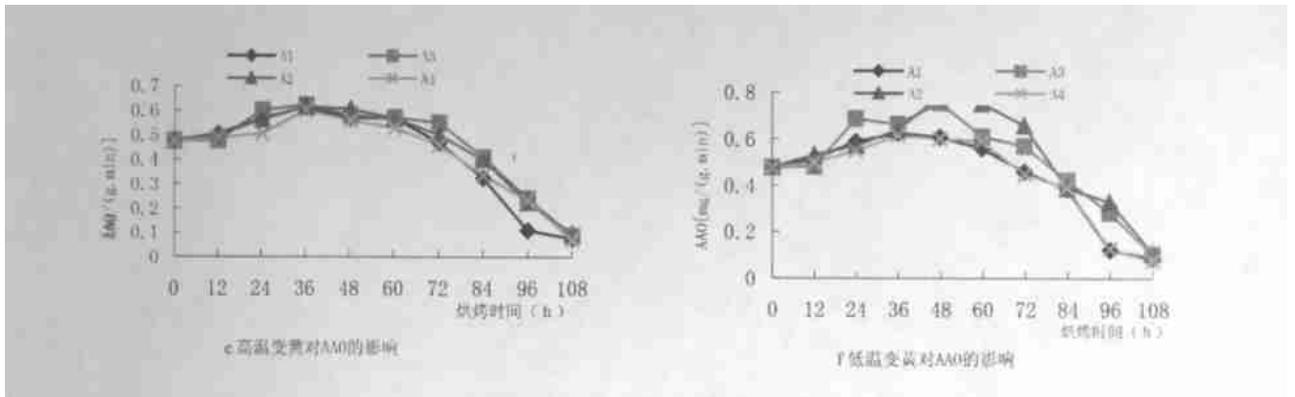


图3 不同装烟密度下AAO活性的变化

2.4 不同装烟密度对叶绿素降解的影响

由图4可知,整个烘烤过程中,烟叶叶绿素含量逐渐减少,说明叶绿素随着烘烤的进行而逐渐降解,变黄期降解量最大。高温变黄条件下,A2、A3、A4下降趋势基本一致,A1在0~36 h降解缓慢,36 h后,降解速度明显加快,48~60 h,4个密度处理叶

绿素下降速度相似,60 h后,高温变黄条件下,各处理叶绿素含量基本相同。低温变黄条件下,以A2、A3叶绿素降解量较大,A2处理,变黄期平均降解量占鲜烟叶含量的74.5%,A3为73.2%。烟叶变黄以后,叶绿素仍缓慢降解,直至干筋期时趋于稳定。

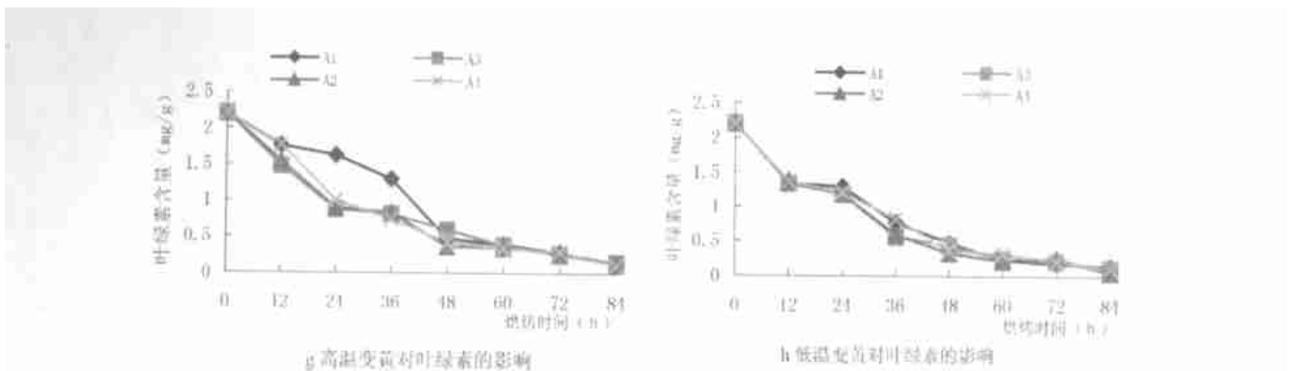


图4 不同装烟密度下叶绿素降解规律

## 2.5 不同装烟密度对各生理指标影响的方差分析

对不同装烟密度下整个烘烤过程中不同生理指标进行方差分析。结果表明(表 1), 不同密度处理的淀粉酶、过氧化物酶、抗坏血酸过氧化物酶活性和叶绿素含量的差异均达到 1% 显著水平。由表 2 可以看出, 淀粉酶活性, A2 最高, A2 与处理 A4、A3 和 A1 间的差异均达 5% 显著水平; 过氧化物酶活性,

A4 最高, 其次是 A2, 但两者间差异不显著, A4 和 A2 与处理 A1、A3 相比, 差异达到 5% 显著水平; 抗坏血酸过氧化物酶活性, A2 最高, 其次 A3, 但两者间差异未达到 5% 显著水平, A2 和 A3 与处理 A1、A4 间的差异达到 5% 显著水平; 不同装烟密度下, 处理 A1 的叶绿素含量最高, 与 A4、A3 和 A2 之间的差异均达 5% 显著水平。

表 1 各生理指标的方差分析

变异来源	df	淀粉酶		过氧化物酶		抗坏血酸过氧化物酶		叶绿素			
		MS	F	MS	F	MS	F	df	MS	F	
温度	1	55.4	39.01 **	1501	346.36	194.01 **	0.07	49.44 **	1	0.33	25.03 **
密度	3	10.75	7.57 **	184	496.34	23.84 **	0.06	38.66 **	3	0.15	11.49 **
时间	9	158.86	111.86 **	7207	228.44	931.36 **	0.8	548.12 **	7	12.65	966.07 **
机误	223	1.42		7	738.44		38	628	177	0.01	

表 2 对各生理指标的新复极差测验

密度	淀粉酶		过氧化物酶		抗坏血酸过氧化物酶		叶绿素	
	$\bar{x}$ [mg/(g·min)]	5%	$\bar{x}$ (U/min)	5%	$\bar{x}$ [mg/(g·min)]	5%	$\bar{x}$ (mg/g)	5%
A1	46.30	b	849.47	b	0.44	b	0.92	a
A2	51.00	a	924.86	a	0.49	a	0.80	b
A3	47.00	b	835.10	b	0.48	a	0.81	b
A4	47.25	b	947.92	a	0.43	b	0.84	b

## 3 结论与讨论

研究了密集烘烤过程中, 装烟密度和变黄温度对相关生理指标的影响, 结果表明: 不同变黄温度和装烟密度下, 随着烘烤的进行, 淀粉酶活性迅速升高, 24 h 达到一个高峰, 此后又逐渐下降, 在 84 h 又有一个峰值出现, 之后迅速下降, 96 h 后略有回升, 与宫长荣等<sup>[9]</sup>研究的规律基本相同。只是活性高低出现时间不太一样, 可能与烘烤的处理有关。装烟密度为 55~65 kg/m<sup>3</sup> 时, 无论高温变黄, 还是低温变黄, 淀粉酶活性在整个过程中表现最高, 说明淀粉降解相对比较充分, 烤后烟叶的淀粉含量相对较低。过氧化物酶活性在整个过程中呈逐渐下降趋势, 抗坏血酸过氧化物酶活性呈先升后降的趋势, 并且两者都以装烟密度为 55~65 kg/m<sup>3</sup> 的处理表现较高, 这可能是不同密度处理下, 烘烤环境的相对湿度也不同, 烘烤中烟叶的水分含量和失水干燥速度对过氧化物酶和抗坏血酸过氧化物酶活性的影响也不同所致。

叶绿素的降解不仅是烟叶变黄所必需的, 同时

叶绿素降解产物也对烟叶的香吃味起积极作用, 所以, 叶绿素降解状况, 同时也是烤后烟叶质量的反映。烘烤过程中, 0~36 h, 叶绿素进行快速降解, 变黄期末降解趋缓, 叶绿素含量基本稳定, 这和李雪震<sup>[10]</sup>等(1988)、Pantheop Chotinuchit(1987)研究基本一致。本试验结果表明, 不同密度处理表现出相似的规律性, 且以密度为 55~65 kg/m<sup>3</sup> 时叶绿素降解量较大。

综合各生理指标来看, 整个烘烤过程中, 装烟密度为 55~65 kg/m<sup>3</sup> 处理的淀粉酶和抗坏血酸过氧化物酶活性最高, 而叶绿素含量却最低, 由此可见, 在整个烘烤过程中, 密度 55~65 kg/m<sup>3</sup> 的处理对烟叶主要生理指标的影响及相关物质的转化表现最佳, 进而可以改善烤后烟叶的品质。

### 参考文献:

- [1] 宫长荣. 烟叶烘烤原理[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [2] 赵铭钦, 宫长荣. 不同烘烤条件下烟叶中有机物质含量变化的研究[J]. 河南农业大学学报, 1996, 30(3): 227-235.

# 河南省夏大豆 3 000 kg/hm<sup>2</sup> 栽培技术指标 与技术操作规程

苑保军<sup>1</sup>, 杨青春<sup>1</sup>, 耿臻<sup>1</sup>, 吕广伦<sup>1</sup>, 张东辉<sup>1</sup>, 王含<sup>2</sup>

(1. 周口市农业科学院, 河南 周口 466001; 2. 周口职业技术学院, 河南 周口 466001)

**摘要:** 根据河南省大豆生产情况和多年研究结果, 提出了以土壤、光温、品种、播期、群体结构、产量结构、水肥指标等为主要内容的夏大豆单产 3 000 kg/hm<sup>2</sup> 的高产栽培技术指标, 较详细介绍了实现上述指标操作规程。内容规范, 可操作性强, 供河南及淮北大豆产区参考。

**关键词:** 夏大豆; 高产; 栽培技术; 操作规程

**中图分类号:** S565.1   **文献标识码:** B   **文章编号:** 1004-3268(2005)05-0025-02

## 1 夏大豆 3 000 kg/hm<sup>2</sup> 栽培技术指标

### 1.1 土壤状况

大豆对土壤条件适应范围广, 对肥力要求不严。一般要求耕层深厚, 土壤容重 1.3~1.5 g/cm<sup>3</sup>, 土壤孔隙度 48% 以上, 有机质含量 13 g/kg 以上, 全氮 0.6 g/kg 以上, 碱解氮 60~80 mg/kg, 速效磷 29~35 mg/kg, 速效钾 80 mg/kg 以上, pH 值 6.5~7.5。

### 1.2 温度和光照

全生育期需 ≥13 °C 积温 1 800~2 250 °C, 全生育期所需光照时数为 870~1 000 h。

### 1.3 品种选择

选择适宜于当地的高产品种, 如周豆 11 号、豫豆 22 号、豫豆 25 号、豫豆 26 号、豫豆 29 号、周豆 12 号、郑 92116、中黄 17、蒙 9235 等, 种子纯度不低于 98%, 发芽率 85% 以上。

### 1.4 播种期

麦收后足墒早播, 以 6 月 5~20 日为适宜播期。

### 1.5 群体动态

1.5.1 群体结构 幼苗期, 留苗 21~24 万株/hm<sup>2</sup>; 分枝前, 其定苗密度 21~23 万株/hm<sup>2</sup>。

1.5.2 叶面积系数 苗期 0.3~0.4, 分枝期 1~1.6, 花荚期 4.5~5.5, 鼓粒期 3.8~4.5。

### 1.6 产量结构

1.6.1 产量结构 密度 21~23 万株/hm<sup>2</sup>, 单株有效荚 38~43 个, 单株粒重 15~18 g, 百粒重 20~22 g。

1.6.2 粒茎比 0.85~0.90。

### 1.7 养分指标

按生产 50 kg 大豆需氮素 2.5~3.0 kg, 五氧化二磷 0.5~1.8 kg, 氧化钾 0.6~4.3 kg 计算, 钼、硼、锌、铁、铜等微量元素不可少。氮、磷、钾比例为 3:1:3。

### 1.8 水分指标

每形成 1 kg 干物质需水 600~750 kg。夏大豆蒸腾系数为 309~1 000。

收稿日期: 2004-11-22

作者简介: 苑保军(1955-), 男, 河南商水人, 研究员, 主要从事大豆遗传育种研究。

[3] 杨立均, 宫长荣. 烘烤过程中烟叶叶绿素的降解及与化学成分的相关分析[J]. 中国烟草科学, 2002(2): 5-7.

[4] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.

[5] 白宝璋. 植物生理学测试技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1990.

[6] Dunford H B, Stillman J S. On the function and mechanism of peroxidase[J]. Coord Chem Rev, 1976, 19: 187-251.

[7] Asada K. Ascorbate peroxidase-a hydrogen peroxide-scavenging enzyme in plant[J]. Physiol Plant, 1992, 85: 235-241.

[8] Foyer G H, Halliwell B. The presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplasts. A proposal role in ascorbic acid metabolism[J]. Plant, 1976, 133: 21-25.

[9] 宫长荣, 袁洪涛. 烟叶在烘烤过程中淀粉降解与淀粉酶活性的研究[J]. 中国烟草科学, 2001(2): 9-11.

[10] 李雪震. 烤烟烟叶叶绿素与烟叶品质的关系[J]. 中国烟草科学, 1988(2): 23-27.