

## 半晾半烤对上部烟叶淀粉降解和相关酶活性及品质的影响

王文超, 贺帆, 徐成龙, 王涛, 石盼盼, 宫长荣\*

(河南农业大学 烟草学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:**以烤烟品种中烟 100 和云烟 87 的上部叶为材料, 研究不同晾黄时间(48、60、72 h)对烟叶烘烤过程中淀粉降解及淀粉酶和淀粉磷酸化酶活性的影响。结果表明: 与对照(常规烘烤)相比, 晾制处理的烟叶在烘烤过程中淀粉酶活性提前 12 h 达到第 1 次高峰, 适当延长了淀粉酶的有效活性时间; 与对照相比, 烘烤前期淀粉磷酸化酶活性有所降低, 在烘烤后期下降不明显, 其中, 晾黄 60 h 后烘烤烟叶的淀粉酶和淀粉磷酸化酶活性、淀粉降解量均较高, 烤后烟叶淀粉含量较低, 水溶性总糖、还原糖含量较高, 各种化学成分较为协调, 上部烟叶的可用性较高。

**关键词:** 烤烟; 晾制时间; 淀粉; 淀粉酶; 淀粉磷酸化酶; 品质

中图分类号: S572 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2012)02-0131-04

### Effect of partial drying and partial baking on starch degradation, on related enzymatic activities and on chemical composition of upper flue-cured tobacco leaves

WANG Wen-chao, HE Fan, XU Cheng-long, WANG Tao, SHI Pan-pan, GONG Chang-rong\*

(College of Tobacco Science, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** The upper leaves of flue-cured tobacco of tobacco cultivars Zhongyan 100 and Yunyan 87 were used to study the effect of different drying periods (48, 60, 72 h) on the activities of amylase and starch phosphorylase. Compared to the routine baking process, amylase activity of the leaves pretreated with air drying reached its first peak 12 h earlier during the baking process, which extended the life time of amylase; the starch phosphorylase activity in the early period of baking process decreased, but in the late period the decrease was not obvious. The leaves pretreated with 60 h of air drying had high activities of amylase and starch phosphorylase, high amylase degradation, and the amylase content was low while the contents of water-soluble total sugar and reducing sugar were high in these leaves, these cured upper leaves with balanced chemical components are considered highly applicable.

**Key words:** flue-cured tobacco; drying period; starch; amylase; starch phosphorylase; quality

淀粉是烟叶中最重要的基础有机化合物, 其含量的多少影响着烟叶的外观质量和内在品质<sup>[1-2]</sup>。

Weeks<sup>[3]</sup>认为, 烤后烟叶中残留的淀粉严重影响烟叶的外观和品质; 因此, 调制过程中要尽可能地使烟叶中的淀粉降解, 提高与其他化合物的协调性。

目前, 中国生产的上部烟叶淀粉含量多在5%以上, 有的甚至在10%以上, 高于对优质上部叶淀粉含

量的要求<sup>[4]</sup>, 烟叶糖碱比偏低, 叶片偏厚、组织结构紧密、烤后烟叶挂灰等杂色现象较多<sup>[5]</sup>。半晾半烤法是将烟叶晾至失水变黄, 再入烤房烘烤的调制方法。该方法能明显改善上部叶的外观质量, 消除烟叶青筋现象, 提高上等烟比例<sup>[6]</sup>。前人主要通过调控烘烤过程中环境的温度、湿度和烟叶内在的水分变化来影响淀粉酶和淀粉磷酸化酶的活性, 通过添加酶制

收稿日期: 2012-03-10

基金项目: 国家烟草专卖局资助项目(3300806156)

作者简介: 王文超(1985—), 男, 河南商丘人, 硕士研究生, 主要从事烟草调制研究, wangwenchaow@163.com; \*通信作者, gongchr009@126.com

剂等方式来达到降解淀粉含量的目的<sup>[7-8]</sup>。笔者研究半晾半烤法对烤烟淀粉降解及有关酶活性的影响,旨在为降低烤后上部烟叶淀粉含量、提高上部叶可用性提供参考依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

供试烤烟品种为中烟100和云烟87,由河南农业大学育种实验室提供。烘烤设备采用河南农业大学设计制造的电热式温湿自控烤烟箱。

### 1.2 试验设计

试验于2011年在河南农业大学科教示范园区进行。试验地土壤为潮土,pH 7.3,含有效氮5.05 mg/kg,有效磷10.1 mg/kg,速效钾106 mg/kg。田间管理按烤烟栽培生产技术规范进行。采摘成熟度、部位基本一致的上部烟叶(第17~19位叶)为试验材料。试验设半晾半烤法(T)和常规烘烤法(CK)2种处理,半晾半烤中晾制时间设48、60、72 h 3个水平,分别以T1、T2、T3表示。自烘烤开始后每隔12 h取10片烟叶,共取样9次。去除叶尖部和叶基部各1/3,留中间部分撕成小片,混匀,一份用于淀粉酶和淀粉磷酸化酶活性测定;另一份于烘箱内105℃杀青10~15 min,60℃下烘干,粉碎,过80 mm孔径筛,用于常规化学成分的测定。

为避免处理间的相互影响,每个处理单独放在一个烘箱里,均按照三段式烘烤<sup>[9]</sup>工艺烘烤。各处理重复3次。

### 1.3 测定项目及方法

淀粉酶活性采用文献[10]中的方法测定,在37℃、pH 5.6的条件下,以1 mg酶蛋白在10 min内分解可溶性淀粉产生1 mg麦芽糖为一个酶活性单位;淀粉磷酸化酶活性及酶蛋白采用文献[11]方法测定,在30℃、pH5.8条件下,以1 mg酶蛋白在10 min内反应生成1μg无机磷为1个酶活性单位;淀粉、还原糖、可溶性总糖、总氮、烟碱和蛋白质的含量采用文献[12]方法测定。

### 1.4 数据处理

采用Excel 2007进行数据处理及作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 烤烟烘烤过程中淀粉含量的变化

从图1、图2可以看出,烘烤96 h,T1、T2、T3、CK的云烟87淀粉相对降解量分别为83.65%、82.86%、82.11%、81.93%;中烟100淀粉相对降解量分别为85.41%、85.07%、84.39%、84.05%,2个品种的淀粉相对降解量T1、T2、T3处理均大于CK,可知晾黄处理能够降低上部叶淀粉含量。从图1可以看出,云烟87淀粉降解集中在烘烤的前36 h内,T1、T2、T3、CK处理36 h的烤烟淀粉的相对降解量分别为71.10%、65.71%、58.26%、68.22%,36~72 h降解缓慢,72 h后淀粉降解甚少。从图2可知,中烟100的淀粉降解集中在烘烤的前48 h,T1、T2、T3、CK处理48 h的烤烟淀粉相对降解量分别为72.24%、76.87%、62.45%、72.65%,48~72 h间降解缓慢,72 h后淀粉降解甚少。

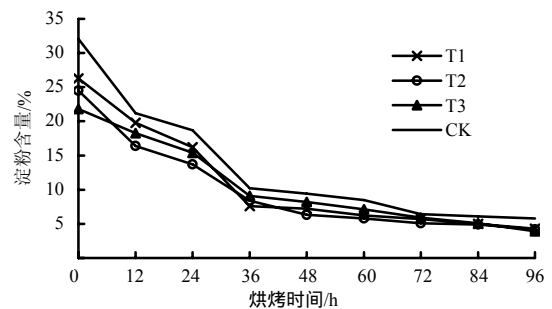


图1 不同烘烤时期云烟87烟叶的淀粉含量

Fig.1 Starch contents of Yunyan 87 leaves during baking process

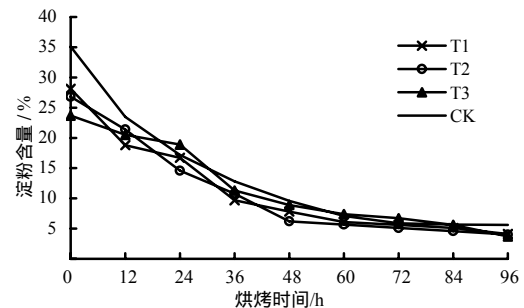


图2 不同烘烤时期中烟100烟叶的淀粉含量

Fig.2 Starch contents of Zhongyan 100 leaves during baking process

### 2.2 烤烟烘烤过程中淀粉酶活性的变化

从图3、图4可以看出,烘烤前鲜烟叶中的淀粉酶已经有一定的活性,烘烤前T1、T2、T3处理的烤烟淀粉酶活性比CK平均提高了30.65%、31.21%、

35.70%。烤前因各处理晾制时间长短不同，淀粉酶活性以T3处理最大，T1最小。由于烟叶受环境的温湿度限制，其酶活性均不高。随着烘烤进行，各处理烟叶酶活性都开始升高，T1、T2、T3处理的烟叶烘烤24 h，淀粉酶活性达到第1次高峰，而常规烘烤(CK)的烟叶烘烤36 h淀粉酶活性才达到第1次高峰；各处理在48 h达到低谷，而后酶活性又开始升高，各处理均在72 h达到第2次高峰，这是因为烘烤后期环境的相对湿度较低，烟叶所含水分大量散失，造成烟叶所处“逆境”加剧，从而调动烟叶内部酶活性来抵抗这种“逆境”。烘烤后期，在烟叶水分和所处环境温湿度限制下淀粉酶发生钝化，酶活性又迅速下降，且晾制处理烟叶的淀粉酶比对照的失活更快。

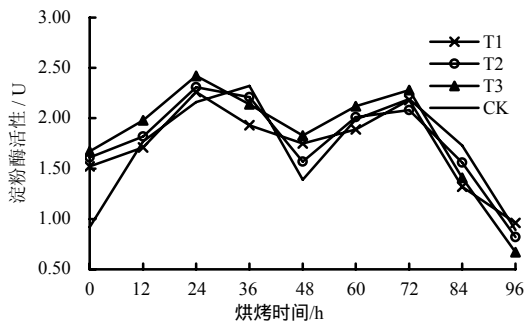


图 3 不同烘烤时期云烟 87 烟叶的淀粉酶活性

Fig.3 Amylase activities in Yunyan 87 leaves during baking process

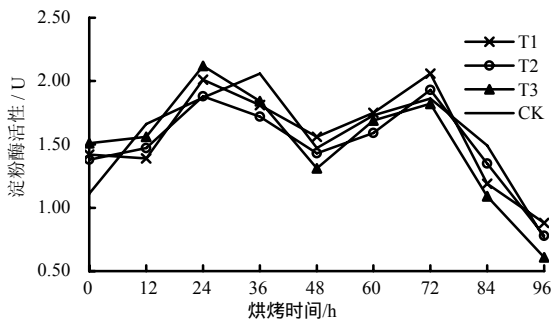


图 4 不同烘烤时期中烟 100 烟叶的淀粉酶活性

Fig.4 Amylase activities in Zhongyan 100 leaves during baking process

### 2.3 烤烟烘烤过程中淀粉磷酸化酶活性的变化

从图5、图6可以看出，烘烤前鲜烟叶的淀粉磷酸化酶活性较高，而经过晾制处理的烟叶在烤前活性有所降低。烘烤前T1、T2、T3处理烟叶的淀粉磷酸化酶活性比CK平均降低了40.01%、42.53%、

50.52%。在烘烤36 h 内，随着烘烤的进行，T1、T2、T3处理烟叶的淀粉磷酸化酶活性逐渐升高，CK处理烟叶的淀粉磷酸化酶活性则表现出先降低后升高的趋势，烘烤36 h各处理烟叶的淀粉磷酸化酶活性均达到第1次高峰，随后又开始降低，在60 h达到低谷，于72 h酶活性达到第2次高峰。烘烤后期，由于烘烤环境的改变，酶活性又迅速降低，但晾黄处理烟叶的酶活性降幅相对较小。晾制处理2个品种烟叶的酶活性变化趋势大致相同，而对照处理云烟87的淀粉磷酸化酶活性比中烟100在48 h后的变幅较小，这可能与烟叶品种的特性有关。

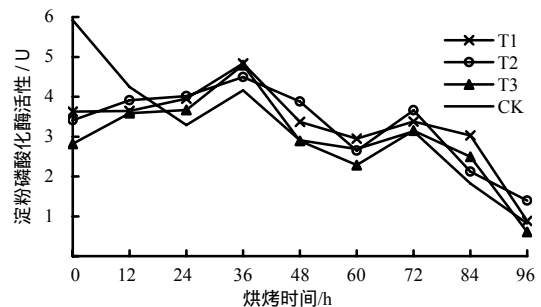


图 5 不同烘烤时期云烟 87 烟叶的淀粉磷酸化酶活性

Fig.5 Activities of starch phosphorylase in Yunyan 87 leaves during baking process

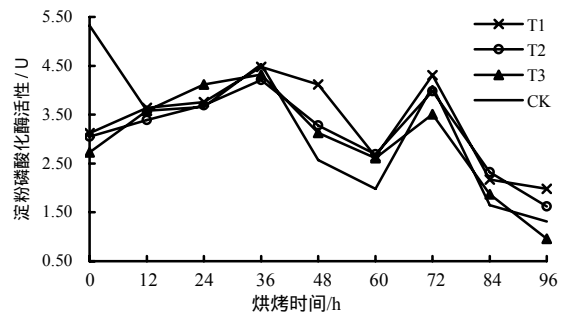


图 6 不同烘烤时期中烟 100 烟叶的淀粉磷酸化酶活性

Fig.6 Activities of starch phosphorylase in Zhongyan 100 leaves during baking process

### 2.4 烤后烟叶的化学成分分析

从表1可知，不同烘烤处理下2个烤烟品种烤后烟叶淀粉含量均表现为CK处理最高，T1其次，T3最小；总糖和还原糖含量均以CK处理较高，T1、T2与CK相近，T3最低；氮碱比和糖碱比均以T2处理的较高。综合分析可知，T2处理烟叶的烤后淀粉含量较低，水溶性总糖、还原糖含量较高，各种化学成分较为协调，上部烟叶的可用性较高。

表1 烤后烟叶各化学成分含量

Table 1 Chemical components in cured tobacco leaves

品种	处理	淀粉/%	总糖/%	还原糖/%	总氮/%	烟碱/%	蛋白质/%	总氮/烟碱	糖/碱	糖/氮
云烟87	T1	4.3	22.23	19.98	2.58	2.01	11.19	1.28	11.06	1.99
	T2	4.2	22.19	19.55	2.46	1.96	12.08	1.26	11.32	1.84
	T3	3.9	18.68	16.17	2.17	2.14	11.99	1.01	8.73	1.56
	CK	5.8	22.82	20.23	2.33	2.08	12.15	1.12	10.97	1.88
中烟100	T1	4.1	20.42	18.41	2.67	2.04	14.01	1.31	10.01	1.46
	T2	4.0	19.63	17.08	2.89	1.94	14.23	1.49	10.12	1.38
	T3	3.7	16.54	14.96	2.26	2.07	13.87	1.09	7.99	1.19
	CK	5.6	20.53	18.44	2.58	1.88	13.48	1.37	10.92	1.52

### 3 结论与讨论

本研究结果表明,半晾半烤法和常规烘烤法相比,烟叶淀粉酶与淀粉磷酸化酶活性都发生了变化,且主要发生在变黄期和定色前期。经过晾黄处理的烟叶发生呼吸作用后适度缩水和凋萎,从而激发了淀粉酶活性来满足自身生理的需要,所以烤前晾制处理烟叶的淀粉酶活性较对照升高,并且晾制处理的淀粉酶比对照提前12 h达到第1次高峰,随后缓慢下降,与对照同时在烘烤48 h达到低谷,这样就延长了淀粉酶的有效活性时间,从而增加了淀粉的降解时间,最终降低淀粉残留量。烘烤后期晾制处理比对照的酶失活更快一些,可能是因为晾制处理适当延长了烟叶的变黄期,烘烤前期使酶活性提前达到一个峰值,烘烤后期在相同的条件下酶活性降低速率要更快一些的缘故。晾制处理烟叶的淀粉磷酸化酶在烤前活性有所降低,可能是因为烟叶采摘后在晾制过程中水分的散失,导致淀粉磷酸化酶失去了适宜的环境所致。随着烘烤的进行,淀粉磷酸化酶活性逐渐升高,在36 h达到第1次高峰;而对照处理则表现为先降低后升高,在36 h达到高峰。晾制处理的烟叶在烘烤前期淀粉磷酸化酶活性处于较高有效时期的时间较短,这样在烘烤前期减弱了淀粉磷酸化酶对淀粉的降解,但是在烘烤后期晾制处理的烟叶淀粉磷酸化酶活性降幅相对于对照较小,又不至于影响烟叶最终的淀粉含量。

随着晾黄时间的增加,烟叶中的淀粉降解速率、降解量、淀粉酶活性均较高。由于低温晾制阶段对糖分的消耗较多,晾制处理烟叶的还原糖和总糖含量均随着晾制时间的延长而明显下降,明显低于中国初烤烟适宜含量标准,并且时间过长,挂灰烟叶的数量有所增加,程度加重<sup>[13]</sup>。本试验中,上部叶的调制质量总体上以晾制60 h再烘烤的最好,

即显著地降低了上部叶的淀粉含量,又改善了烟叶化学成分的协调性,提高了上部叶的可用性。

由于采用半晾半烤调制烟叶时,适当缩短了低温阶段的烘烤时间,减少了燃料的消耗<sup>[14]</sup>,这也是一项降低烘烤成本的措施,具有广泛的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 王晓宾,孙福山,王松峰,等.烤烟中淀粉的影响因素及其调控研究进展[J].中国烟草科学,2008,29(2):53-57.
- [2] 杨永霞,石冰瑾,崔红.不同海拔高度的烤烟淀粉合成动态研究[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2012,38(1):22-26.
- [3] Weeks W W. Chemistry of tobacco constituents influence flavor and aroma[J].Recent Advance of Tobacco Science, 1985(11):75-95.
- [4] 徐增汉,王能如,王东胜,等.半晾半烤法提高烤烟上部叶可用性的研究[J].浙江农业大学学报,2003(5):259-266.
- [5] 朱尊权.提高上部烟叶可用性是促“卷烟上水平”的重要措施[J].烟草科技,2010,31(6):5-9.
- [6] 黄锡才,韦谊,艾复清,等.半晾半烤法对烤后烟叶评吸质量的影响[J].现代农业科学,2009(1):91-95.
- [7] 宫长荣,袁红涛,陈江华.烘烤过程中环境湿度和烟叶水分与淀粉代谢动态[J].中国农业科学,2003,36(2):155-158.
- [8] 王怀珠,杨焕文,郭红英,等.淀粉类酶降解鲜烟叶中淀粉的研究[J].中国烟草科学,2005,26(2):37-43.
- [9] 宫长荣,周义和,杨焕文.烤烟三段式烘烤导论[M].北京:科学出版社,2006.
- [10] 邹琦.植物生理学测试技术[M].北京:中国农业出版社,1995.
- [11] 中国科学院上海植物生理所编.现代植物学试验指南[M].北京:科学出版社,1999.
- [12] 王瑞新,韩富根,杨素勤,等.烟草化学品质分析法[M].郑州:河南科学技术出版社,1998.
- [13] 徐增汉,王能如.半晾半烤法调制烤烟品种K326上部叶的研究[J].湖北农业科学,2003(3):112-116.
- [14] 徐增汉,王能如.调制烤烟上部叶的一种新方法研究初报[J].作物杂志,2002(5):83-87.

责任编辑:杨盛强