

不同成熟度对烤后烟叶物理性状、化学成分和中性香气成分的影响

赵铭钦¹, 苏长涛¹, 姬小明¹, 王玉胜², 刘金霞¹, 李晓强¹, 陈秋会¹

(1. 河南农业大学 农学院, 国家烟草栽培生理生化研究基地, 河南 郑州 450002;

2. 广东中烟工业有限公司, 广东 广州 510145)

摘要: 研究了成熟度对烤后烟叶物理性状、化学成分以及中性致香物质含量的影响, 结果表明: 烟叶的填充值、叶片厚度、拉力, 以及抗张强度在中部叶的尚熟—适熟档次、上部叶的适熟—过熟档次达到最优值; 中部尚熟—适熟烟叶的糖含量高, 总氮、烟碱含量适宜, 各种化学比值协调, 而成熟不够或者过熟的烟叶, 其内在质量明显降低, 上部烟叶则以适熟—过熟时内在质量好, 化学比值协调; 中部叶中的大多数致香物质含量在烟叶充分成熟阶段达到最大值, 之后开始下降, 上部叶的大多数致香物质含量随着成熟度的增加持续增加, 最大值出现在过熟阶段。

关键词: 烤烟; 成熟度; 物理性状; 化学成分; 香气成分

中图分类号: S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2008)03-0146-05

Effects of Maturity on Physical Properties, Chemical Components and Content of Neutral Aroma Constituents in Flue-cured Tobacco

ZHAO Ming-qin¹, SU Chang-tao¹, JI Xiao-ming¹, WANG Yu-sheng², LIU Jin-xia¹,
LI Xiao-qiang¹, CHEN Qiu-hui¹

(1. Agronomy College of Henan Agricultural University, National Tobacco Cultivation
and Physiology Biochemistry Research Basic, Zhengzhou 450002, China;

2. Guangdong Tobacco Industry Co. Ltd., Guangzhou 510145, China)

Abstract: The effect of maturity on physical properties, chemical components and content of neutral aroma constituents in flue-cured tobacco leaves were studied. The results showed the optimum filling value, thickness of leaves, dragging force and tensile strength came from the middle leaves with proper maturity or yet-maturity, and the upper leaves with proper maturity or over-maturity. In the middle leaves with proper maturity or yet-maturity, the sugar content was high, and the contents of total N and nicotine were feasible. The inner quality of upper leaves with proper maturity or over-maturity was good, chemical components being harmonious. The contents of many neutral aroma constituents reached to their climax in middle leaves when properly matured, and then declined, while they kept increase in upper leaves, and reached to their climax till over-matured.

Key words: Flue-cured tobacco; Maturity; Physical properties; Chemical components; Neutral aroma constituents

20 世纪 80 年代以来, 世界烟叶主产国间烟叶质量竞争的核心是烟叶成熟度。影响烟叶质量和等级划分的诸多因素是以成熟度为核心, 以叶片结构和色度为重点^[1]。不同成熟度烟叶内含物积累的多少, 对调制后原烟产质量有重要影响^[2], 所以, 成熟度已成为国际烟叶市场上普遍采用的质量要素。迄

今为止, 人们对烤烟成熟度已经做了大量研究工作^[3-11], 对认识烟叶成熟度与化学特性以及内在质量的关系起到了重要作用。随着“四项技术, 一项开发”的推广, 我国烤烟生产水平逐年提高, 烟叶质量明显改善, 这就要求调整相关的栽培措施, 以适应烟叶生产的发展。本试验探讨了不同成熟度对烤后烟

收稿日期: 2007-07-03

基金项目: 国家烟草专卖局重大科技攻关项目 (110200401004)

作者简介: 赵铭钦 (1964-), 男, 河南新密人, 副教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事烟草化学方面研究。

叶的物理特性、化学成分以及致香物质的影响,旨在为优质烟的生产提供理论依据和技术参考。

1 材料和方法

1.1 试验设计

供试烤烟品种为云烟 87,试验设在南阳市方城县,种植密度为 16 500 株/hm²,单株留叶 18~22 片。取上、中 2 个部位的叶片,分别按以下成熟度处理采收。

未熟(M1):主脉 1/2 左右发白,支脉青,叶色淡绿;欠熟(M2):主脉全白,支脉大部分青,叶色黄绿,叶尖微下勾,茸毛较少脱落;尚熟(M3):主脉全白、发亮,支脉 2/3 发白,叶面黄色明显,茸毛部分脱落;适熟(M4):主脉全白、发亮,支脉 2/3 发白,叶面黄而均匀,枯尖焦边,茸毛较多脱落;过熟(M5):主脉、支脉全白、发亮,叶面黄泡变白,茸毛大部分脱落。

采收后采用三段式烘烤工艺进行烘烤,选取 C₃F、B₂F 烟叶样品用于物理性状测定、化学成分和致香物质分析。

1.2 测定方法

1.2.1 物理性状测定 叶片厚度用 BHZ-1 型薄片厚度计测定;抗张强度用 ZKW-3 烟草薄片抗张试验机测定;平衡含水率用平衡水分称重法测定;叶质重用打孔铝盒称重法测定;填充值用填充值仪(郑州烟草研究院自产)测定。

1.2.2 化学成分测定 总糖的测定用蒽酮比色法;还原糖的测定用 DNS 比色法;总氮的测定用过氧化氢-硫酸消化法;烟碱的测定用盐酸萃取,活性碳脱色法;钾离子的测定用湿法灰化-火焰光度法;氯离子的测定用莫尔法。

1.2.3 中性致香物测定 中性致香物质的提取:采用同时蒸馏萃取法。取 20 g 烟样和 80 mL 水加入烧瓶内加热,保持 N₂ 流速 45 mL/min,以二氯甲烷萃取馏分,萃取物在 N₂ 辅助下挥发,得致香物质。

中性致香物质的定性定量分析:提取的样品由 GC/MS 鉴定和 NIST 库检索定性。GC/MS 分析条件:色谱柱 HP-5 (60 m ×0.25 mm ×0.25 μm);载气 He;流速 0.8 mL/min;进样口温度 250 ;传输线温度 280 ;离子源温度 177 ;升温程序初温 50 ,2 min 后,以 2 /min 的速度升至 120 ,5 min 后以 2 /min 的速度升至 240 ,保持 30 min;分流比 1 15;进样量 2 μL;电离能 70 eV;质量数范围 50~500 amu;MS 谱库 NIST02;采用内标法定量。

2 结果与分析

2.1 不同成熟度对烤后烟叶物理性状的影响

“可用性”是评价烟叶工业使用价值的重要指标^[7],而物理特性又反映了烟叶可用性的优劣。由表 1 可知,中、上部烟的抗张强度和平衡含水率的变化趋势一致,都呈现先增加最后降低的倒“v”型变化趋势,最佳值都出现在处理 M4,这与烟叶成熟时期叶片内物质转化与代谢有直接的关系。烟叶厚度随干物质积累而增加,生理成熟时期达到最大值,尔后由于淀粉等的分解使厚度变薄。平衡含水率与烟叶的组织结构和化学成分密切相关。从组织结构来看,烟叶在生理成熟期和工艺成熟期之间的物质转化使其组织结构更疏松,从而使烟叶的平衡含水率较高。在一定范围内(平衡含水率小于 17%)烟叶的抗张强度随平衡含水率的上升而变大^[12],处理 M4 的烟叶平衡含水率较高,因而其抗张强度较大。

表 1 不同成熟度对烤后烟叶物理性状的影响

Tab.1 Effect of maturity on physical properties of flue-cured tobacco								
部位 Position	处理 Treatment	厚度 /mm Thickness	含梗率/% Stem concent	拉力/N Dragging force	抗张强度 /(g/cm ²) Tensile strength	平衡含水率/% Equilibrium moisture concent	叶质重/(g/m ²) Density of leaf fabric	填充值 /(cm ³ /g) Filling value
上部 Upper	M1	0.126	25.3	1.68	116.12	12.63	116	2.51
	M2	0.125	24.8	1.76	117.23	12.96	115	2.81
	M3	0.131	25.1	1.92	137.34	13.21	98	3.07
	M4	0.145	26.3	2.36	153.57	14.16	99	3.47
	M5	0.141	27.1	2.47	98.26	14.02	85	3.61
中部 Mid	M1	0.099	28.4	1.33	88.67	15.46	91	3.74
	M2	0.101	27.7	1.63	108.80	16.12	82	3.81
	M3	0.118	26.4	1.85	122.60	16.65	83	4.15
	M4	0.115	28.1	1.83	122.94	17.71	75	4.54
	M5	0.096	30.6	1.48	98.47	17.13	70	4.57

烟叶内的物质转化使其厚度有所下降,组织结构疏松,填充值持续上升。虽然处理 M5 的烟叶填充值最高,但其是以干物质的过度转化为代价的,不

利于烟叶整体质量的提高。随着烟叶成熟度的增加,各处理烟叶含梗率呈先减小后增加趋势,处理 M5 含梗率较其他处理稍高。单从含梗率这一指标

而言,上部叶的 M2、中部叶的 M3 两个处理较适宜。叶质重则由于干物质的分解而在烟叶成熟过程中呈减小趋势。

2.2 不同成熟度对烤后烟叶化学成分的影响

化学成分测定结果(表 2)表明:随着成熟度的提高,中、上部烟叶中总糖和还原糖的变化趋势基本一致,均随着成熟度的增加而增加,当到达某一最大值后开始下降,最大值出现在中部叶 M3 和上部叶 M4;氮素是影响烟株生长发育及烟叶质量最主要的

元素之一^[13],中、上部烟叶的总氮随成熟度提高而下降;烟碱含量随成熟度增加呈整体上升趋势,而 M5 较 M4 略有降低,这应与干物质分解有关。烟叶中钾含量的变化趋势与总糖和还原糖的变化趋势基本一致,最大值均出现在 M3,之后呈现下降趋势,可能与烟草生长后期钾素通过韧皮部由地上部向根部回流以及通过根系外排有直接的关系;氯含量随成熟度的提高略有增加。

表 2 不同成熟度对烤后烟叶化学成分的影响

Tab. 2 Effect of maturity on chemical components of flue-cured tobacco												
部位 Position	成熟度 Maturity	总糖 / % Total sugar	还原糖 / % Reducing sugar	烟碱 / % Nicot- ine	总氮 / % Total N	钾 / % K ⁺	氯 / % Cl ⁻	pH 值 pH	还原糖/ 总糖 Reducing sugar/ Total sugar	还原糖/ 烟碱 Reducing sugar/ Nicotine	总氮/ 烟碱 Total N/ Nicotine	钾/ 氯 K ⁺ / Cl ⁻
上部 Upper	M1	17.39	16.55	1.78	3.35	1.09	0.38	5.06	0.95	9.30	1.88	2.87
	M2	20.05	19.29	2.03	2.98	1.21	0.40	5.08	0.96	9.50	1.47	3.02
	M3	21.07	20.83	2.19	2.35	1.39	0.36	5.12	0.98	9.51	1.07	3.86
	M4	22.19	21.18	2.36	2.01	1.30	0.41	5.03	0.95	8.97	0.85	3.17
	M5	18.63	16.21	2.34	1.64	1.23	0.43	4.96	0.87	6.93	0.70	2.86
中部 Mid	M1	20.74	18.12	1.76	3.13	1.56	0.33	5.10	0.87	10.30	1.78	4.73
	M2	21.13	20.07	1.82	2.62	1.69	0.35	5.08	0.95	11.03	1.44	4.83
	M3	23.33	22.01	1.98	2.11	1.78	0.35	5.08	0.94	11.12	1.07	5.09
	M4	23.07	21.42	2.13	1.81	1.77	0.42	5.07	0.92	10.06	0.85	4.21
	M5	23.18	20.81	2.09	1.43	1.62	0.44	5.02	0.89	9.96	0.68	3.68

协调的化学成分比值使烟叶吃味醇和,劲头适中,吸食品质好。由表 2 可知,随着烟叶成熟度的提高,烟叶中的还原糖/总糖总体表现为先增后减,最大值在中部叶 M2,上部叶 M3;无论是上部叶还是中部叶,烟叶中总氮含量总的趋势是逐步下降的,而烟碱含量则有上升的趋势,所以总氮/烟碱一直是减小的;两个部位烟叶的还原糖/烟碱表现为前期增加,后又减小的趋势;中、上部叶的钾/氯都随着成熟度的提高而增加,到 M3 时开始下降。

2.3 成熟度对烤后烟叶中性致香物质含量的影响

依据烟叶香气前体物对所测定的中性致香物质进行了分类,除新植二烯外,分别为苯丙氨酸类、棕色化产物类、类西柏烷类、类胡萝卜素类等 4 类。

2.3.1 成熟度对烤后烟叶棕色化产物含量的影响

不同部位烟叶棕色化产物含量的变化趋势不一致。由图 1 可知:上部叶的棕色化产物含量随成熟度的增加而一直增加,过熟烟叶棕色化产物含量最高,达到 37.62 $\mu\text{g/g}$,较未熟叶高出 50.2%;而中部叶的棕色化产物含量随成熟度的增加先增加,在 M4 级时达到 45.27 $\mu\text{g/g}$,然后开始减少,过熟时下降了 15.9%。

2.3.2 成熟度对烤后烟叶苯丙氨酸类物质含量的影响 图 2 显示,中部叶的苯丙氨酸类含量总体表现为随成熟度的增加而先增后减,在 M4 达到最大

值 31.36 $\mu\text{g/g}$,然后开始下降;上部叶的苯丙氨酸类物质含量随成熟度的增加而先减小后增加,最大值 32.38 $\mu\text{g/g}$ 出现在 M5,较 M2 增加 23.2%。

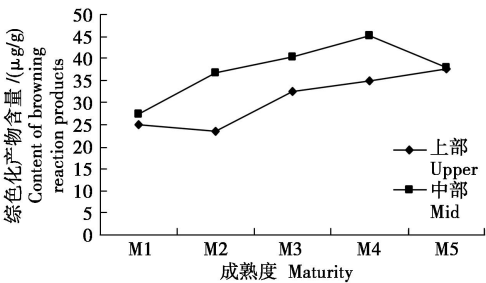


图 1 不同成熟度对烤烟棕色化产物含量的影响
Fig. 1 Effect of maturity on content of browning reaction products of flue-cured tobacco

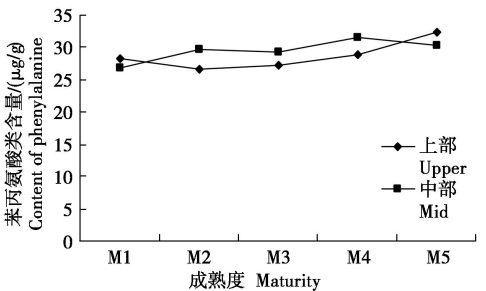


图 2 不同成熟度对烤烟苯丙氨酸类含量的影响
Fig. 2 Effect of maturity on content of phenylalanine of flue-cured tobacco

2.3.3 成熟度对烤后烟叶西柏烷类物质含量的影

响 由图 3 可知,西柏烷类总量随着成熟度的增加呈整体上升趋势,但不同部位的变化规律不同。中部叶的西柏烷类物质总量随着成熟度的增加而呈“S”型变化,最小值 $85.2 \mu\text{g/g}$ 出现在 M2,适熟时达到最大值 $99.73 \mu\text{g/g}$,尔后又开始下降;上部叶西柏烷类物质总量总体上随成熟度增加而增加,M5 时达到最高含量 $141.38 \mu\text{g/g}$,较 M1 升高 23.02% 。

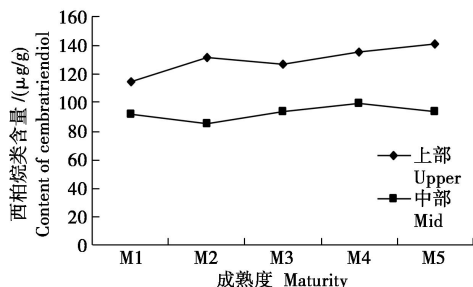


图 3 不同成熟度对烤烟西柏烷类含量的影响

Fig. 3 Effect of maturity on content of cembratriendiol of flue-cured tobacco

2.3.4 成熟度对烤后烟叶类胡萝卜素含量的影响 类胡萝卜素是烟叶中许多致香成分的前体物,其降解产物对烟叶的香味形成有着重要的作用^[14]。图 4 表明:中、上部烟叶的类胡萝卜素类总量的变化与苯丙氨酸类物质的总量的变化一致。在所测定的 12 种类胡萝卜素致香物质中,上部叶的类胡萝卜素类物质均是随着成熟度的增加而增加,处理 M1 和 M5 含量分别为 $82.22 \mu\text{g/g}$ 和 $130.29 \mu\text{g/g}$,M5 含量较 M1 增加了 58.5% ;中部叶的类胡萝卜素类物质含量随着成熟度的增加而先增加,从 M4 时开始减少。

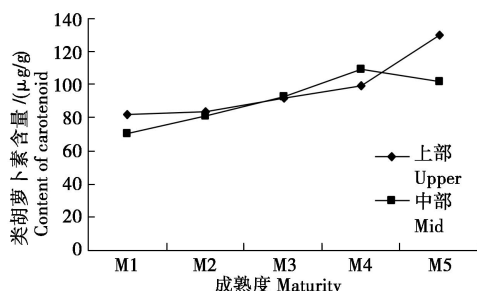


图 4 不同成熟度对烤烟类胡萝卜素含量的影响

Fig. 4 Effect of maturity on content of carotenoid of flue-cured tobacco

2.3.5 成熟度对烤后烟叶新植二烯含量的影响 新植二烯在调制和陈化期间的降解有利于香气的形成,具有减轻刺激性、柔和烟气、增强烟气细腻度的作用^[15],因而与烟气的品质密切相关。由图 5 可知,中、上部烟叶新植二烯含量均随着成熟度的增加而增加,中部叶处理 M5 较 M4 略低。两部位烟叶新植二烯含量最大值出现在中部叶的 M4 和上部叶的 M5,分别达到 $1523.10 \mu\text{g/g}$ 和 $1362.50 \mu\text{g/g}$,比相

同部位的 M1 烟叶含量分别高出 $503 \mu\text{g/g}$ 和 $245.4 \mu\text{g/g}$,增加幅度达到 49.3% 和 22.0% 。

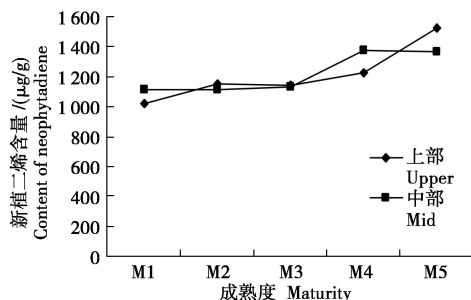


图 5 不同成熟度对烤烟新植二烯含量的影响

Fig. 5 Effect of maturity on content of neophytadiene of flue-cured tobacco

2.3.6 成熟度对烤后烟叶中性致香物质总量的影响 依据分析结果(图 6)可知,烟叶的致香物质总量随着成熟度的变化而变化。上部叶的致香物质总量总体上随着成熟度的增加而缓慢增加,而中部叶的致香物质总量随着成熟度的增加表现为先稳定后增加再减小的趋势,最大值出现在 M4。就中、上部烟叶的致香物质总量而言,上部叶高于中部叶。

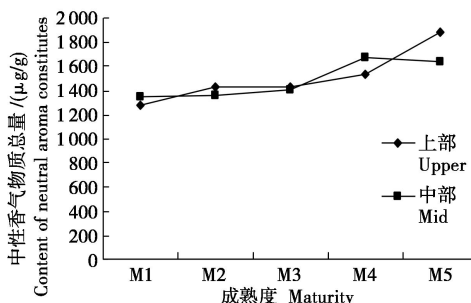


图 6 不同成熟度对烤烟中性香气物质总量的影响

Fig. 6 Effect of maturity on content of neutral aroma constituents

3 结论与讨论

试验结果表明,上部叶和中部叶物理性状的变化规律一致,在烟叶达到适熟以后,烟叶的厚度、抗张强度、平衡含水率、叶质重开始下降;而填充值则有不同程度的增加。不同部位烟叶干物质的积累总量不同,到达适熟时,中部叶干物质积累量适宜,烤后烟叶的物理特性最佳;而上部叶由于在适熟时的基础干物质含量较大,烤后烟叶的厚度过大,填充值稍低,适熟后的物质转化则有利于烟叶物理特性的提高。

试验结果表明,中、上部未熟烟叶总糖和还原糖含量较低,总氮和蛋白质含量较高,化学成分及其比值不协调;中部尚熟叶和成熟叶、上部适熟-过熟档次的烟叶含糖量增高,总氮、蛋白质和烟碱含量下降,各项比值趋于协调;随着成熟度的增加,烟叶内

在品质有所下降。但是由于上部叶淀粉、果胶质等物质含量过高,对烟叶品质造成了不利影响,适当推迟采收有利于这类物质的分解。

香气成分是评价烟叶质量的核心。就不同的部位烟叶而言,中性香气成分变化趋势不一致。中部叶的中性香气成分在成熟前期增加,适熟时达到最大值,尔后趋于下降;而上部叶各种致香物质含量随成熟度的增加而增加。烟叶中性香气成分总量的最大值出现在中部叶的适熟期和上部叶的过熟期。

综合分析烟叶的物理性状、化学成分及中性香气成分变化规律,认为中部叶在适熟时、上部叶则在适熟之后适当推迟采收。

参考文献:

- [1] 朱尊权. 论当前我国优质烟生产的技术导向[J]. 烟草科技, 1994(1): 2 - 4.
- [2] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海: 远东出版社, 1994.
- [3] 杨树勋. 准确判断烟叶采收成熟度初探[J]. 中国烟草科学, 2003(4): 34 - 36.
- [4] 韩锦锋, 汪耀富, 林学梧. 烤烟叶片成熟度与细胞膜脂过氧化及体内保护酶活性关系的研究[J]. 中国烟草学报, 1994, 2(1): 20 - 24.
- [5] 李佛琳, 赵春江, 刘良云, 等. 烤烟鲜烟叶成熟度的量化[J]. 烟草科技, 2007(1): 54 - 58.
- [6] NOLTE C R. Test tobacco leaf maturity by electronic conduction[C]. CORESTA, 1995: 2 - 9.
- [7] 朱尊权. 烟叶的可用性与卷烟的安全性[J]. 烟草科技, 2000(8): 3 - 6.
- [8] 李跃武, 陈朝阳, 江 豪, 等. 烤烟品种云烟 85 烟叶的成熟度/成熟度与叶片组织结构、叶色、化学成分的关系[J]. 福建农林大学学报, 2002, 31(1): 16 - 21.
- [9] 孙福山, 王丽卿. 烟叶成熟度及烘烤指标与烟叶质量关系的研究[J]. 中国烟草科学, 2002(3): 25 - 27.
- [10] 刘海轮, 张振平, 常 丽. 烤烟成熟采收标准与质量关系的研究[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2002, 30(2): 32 - 36.
- [11] 凌寿军. 推迟采收对烤烟淀粉含量及产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2001(4): 29 - 31.
- [12] 于建军. 卷烟工艺学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 20.
- [13] 刘华山, 韩锦峰, 曾 涛, 等. 烤烟喷施降碱增钾制剂的生理效应及对品质的影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(3): 46 - 49.
- [14] 汪耀富, 高华军, 刘国顺, 等. 不同基因型烤烟叶片致香物质含量对比分析[J]. 中国农学通报, 2005(5): 117 - 120.
- [15] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.