

## 不同采收成熟度对烤烟香气质量的影响<sup>①</sup>

韩富根<sup>1</sup>, 彭丽丽<sup>1,2</sup>, 马永建<sup>3</sup>, 宋鹏飞<sup>1</sup>, 白海群<sup>1</sup>, 张凤侠<sup>1</sup>, 沈铮<sup>1</sup>, 王校辉<sup>1</sup>

(1 河南农业大学国家烟草栽培生理生化研究基地, 郑州 450002; 2 广东省中烟工业有限责任公司, 广州 510000;

3 襄城县烟草公司, 河南许昌 461700)

**摘要:** 采用大田试验, 分别对比了各部位不同成熟度鲜叶对初烤烟叶致香物质含量和评吸质量的影响。试验结果表明: 烟叶大田成熟标准以上中部烟叶 9~10 成黄、主脉全白, 下部烟叶 4~5 成黄、主脉开始变白为宜, 可改善烟叶香气质量, 提高其工业可用性。

**关键词:** 烤烟; 烟叶; 成熟度; 香气质量

**中图分类号:** S572

烟叶采收成熟度是确定烤后烟叶形成最终产品的重要因素, 也是烟叶质量的核心<sup>[1]</sup>, 充分成熟的烟叶不仅易于烘烤, 烤后烟叶外观质量高, 而且醇化效果好, 香气量足, 吃味好<sup>[2-3]</sup>。近年来, 我国对烟叶质量观念的定位有很大转变, 对烟叶成熟度重要性的认识也有很大提高, 但生产中采青现象仍时有发生, 这主要是由于烟农对烟叶成熟度把握不准确或对成熟度特征的认识不一致, 还有个别烟农对烟叶成熟度高会降低烤后单叶重有顾虑。烟叶较早采收, 其发育没有达到应有程度、潜在质量尚未充分形成, 会导致烤后烟叶香气质差, 香气量不足, 青杂气重。因而, 准确把握烟叶采收成熟度仍然是当前提高我国烟叶香气质量的关键措施。大量研究表明, 烤烟烟叶在成熟过程中因其生理代谢、细胞组织结构发生明显变化, 导致烟叶成熟外观特征和内含物充实程度明显不同, 从而影响烟叶外观等级质量、物理特性和化学成分含量及组成<sup>[4-11]</sup>。随着现代分析手段的提高, 人们对烟草香味物质的研究不断深入, Lloyd RA<sup>[12]</sup>首先对烤烟的挥发性成分进行了研究, 分离和鉴定出了一系列香味物质。王瑞新等<sup>[13]</sup>研究了不同成熟度的 NC89 中部烟叶香气成分的变化, 结果表明, 随着成熟度的提高, 十六碳酸、2,7,12-西柏三烯-4,6,11-三醇等成分含量逐步增加, 而 2-呋喃甲醛、苯甲醛、1-乙基环己烯、 $\beta$ -大马酮、巨豆三烯酮等成分的含量则随之下降。刘百战等<sup>[14]</sup>在对云南烤烟上部不同成熟度烟叶中的 14 种重要香味成分进行了比较, 发现成熟度好的(成熟-完熟)烟叶中的 9 种香味成分高于成熟度较差的(欠熟-尚

熟)烟叶。宣晓泉等<sup>[15]</sup>、朱忠等<sup>[16]</sup>、赵铭钦等<sup>[17]</sup>、韦凤杰等<sup>[18]</sup>也有类似的研究结论。但这些研究多偏重于不同成熟度烟叶的生理、细胞组织结构、化学成分组成变化和成熟度标准等方面, 烤烟成熟度与烟叶致香物质的关系又均为定量描述, 并且多是针对单一部位烟叶研究得出的结论, 而有关烤烟成熟度对烟叶香气质量的影响研究较少<sup>[19-20]</sup>, 加之不同部位烟叶所处的生态环境不同, 必将影响其致香物质的形成和香气质量。因此, 开展此项研究对于全面把握整株烟叶成熟采收十分重要。本研究在大田生产条件下, 以提高烤烟上、中、下 3 个部位烟叶香气质量为出发点, 揭示因不同部位鲜叶采收成熟度引起的初烤烟叶致香物质含量的差异及其与香气质量的关系, 旨在为完善优质烤烟技术体系, 生产高香气烟叶提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验设计

试验于 2006 年在河南省襄城县汾陈乡以主栽烤烟品种中烟 100 为材料, 选有代表性管理规范的烟田进行。土壤类型为潮土, 质地中壤。试验采收的下、中、上 3 个部位烟叶均按 4 个成熟档次划分, 各档次外观特征下部烟叶分别为 M0、M1、M2、M3; 中部烟叶分别为 M2、M3、M4、M5; 上部烟叶分别为 M3、M4、M5、M6。打顶后, 选定长势均匀一致的烟株, 各处理取相同叶位(即下部 4~6 叶位, 中部 8~10 叶位, 上部 15~17 叶位), 当烟叶达处理要求时, 采收标记烟叶, 选取颜色、叶片大小相对一致,

①基金项目: 河南省烟草专卖局科技项目(HYKJ200611)资助。

作者简介: 韩富根(1953—), 男, 河南鄢陵人, 副教授, 主要从事烟草栽培生理研究。E-mail: hlsh118@163.com

表 1 采收外观特征

Table 1 Harvested appearance characteristics of tobacco leaves

编号	外观特征
M0	叶面黄绿色, 4~5 成黄; 主脉开始变白
M1	叶面黄绿色, 5~6 成黄; 主脉变白 1/3 以上
M2	叶面黄绿色, 6~7 成黄; 主脉变白 1/2 以上
M3	叶面黄绿色, 7~8 成黄; 主脉变白 2/3 以上
M4	叶面浅黄色, 8~9 成黄; 主脉变白 3/4 以上
M5	叶面基本全黄, 9~10 成黄; 主脉全白
M6	叶面全黄; 主脉全白。有叶尖发白和焦尖现象

素质基本相同的烟叶各 6 竿, 采用三段式烘烤工艺进行烘烤。

为方便描述, 文中试验处理采用烟叶部位代码(下部—X, 中部—C, 上部—B)和成熟档次外观特征(表 1)组合表示: 上部烟叶—BM3、BM4、BM5、BM6; 中部烟叶—CM2、CM3、CM4、CM5; 下部烟叶—XM0、XM1、XM2、XM3。

## 1.2 测定项目与方法

烟叶烘烤后取各处理代表性的烟叶制成分析用样品, 用于中性致香物质的测定和感官评吸。

**1.2.1 中性致香物质提取及定性定量分析** 采用 HP5890II—5972 气质联用仪(美国安捷伦公司), 在河南农业大学国家烟草栽培生理生化基地实验室进行。在同时蒸馏萃取装置的一端接盛有 10 g 烟样、1g 柠檬酸、350 ml 蒸馏水和 0.5 ml 内标的 500 ml 圆底烧瓶, 使用恒温电热套进行加热; 装置的另一端接盛有 40 ml 二氯甲烷的 250 ml 圆底烧瓶, 该端烧瓶置于水浴温度为 60℃ 的恒温锅中加热, 同时蒸馏萃取 2.5 h 后加入 10 g 无水硫酸钠干燥有机相, 然后于 60℃ 水浴中浓缩至 1ml 左右即得。分析样品由 GC/MS 鉴定结果和 NIST 库检索定性。GC/MS 分析条件: 色谱柱: HP—5MS (30 m × 0.25 mm. i. d. × 0.25 μm d. f.); 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℃, 恒温 2 min 后, 以 2℃/min 的速度升至 120℃, 5 min 后 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 25~500 amu; MS 谱库 NIST02; 采用硝基苯内标法定量。

**1.2.2 单料烟样品的感官评吸** 由国家烟草栽培生理生化研究基地组织评吸委员会采用打分方式进行。

## 1.3 数据统计分析

所得数据采用 DPS 统计软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同成熟度对烤烟烟叶致香成分含量的影响

**2.1.1 烟叶致香成分含量** 不同部位不同成熟度烟叶比较, 在测定的 24 种致香成分(表 2)中, 上部 BM3 烟叶中仅 3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮 1 种致香成分含量较高; BM4 烟叶中苯甲醇、苯乙醛和茄酮 3 种致香成分含量较高; BM6 烟叶中糠醛、乙酰基呋喃 2 种致香成分含量较高; BM5 烟叶中除 BM3、BM4 和 BM6 烟叶中以上 6 种致香成分外, 其余 17 种致香成分含量均较高, 而 6-甲基-5-庚烯-2-酮含量与 BM3 和 BM6 相等。

中部 CM2 烟叶中 6-甲基-5-庚烯-2-酮、吲哚、苯乙醛和 2-乙酰基吡咯 4 种致香成分含量较高; CM3 烟叶中 5-甲基-2-糠醛、苯甲醇、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮和苯乙醇 4 种致香成分含量较高; CM5 烟叶中除 CM2 和 CM3 烟叶中以上 8 种致香成分外, 其余 16 种致香成分含量较高; CM4 烟叶中致香成分含量少数介于 CM2 和 CM3 或 CM3 和 CM5 之间, 多数含量较低。

下部 XM0 烟叶中糠醛、乙酰基呋喃、苯甲醛、苯乙醛、吲哚、香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮 4 种同分异构体、3-羟基-β-二氢大马酮、法尼基丙酮等 13 种致香成分含量均较高; XM2 烟叶中糠醇、6-甲基-5-庚烯-2-酮、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮、苯乙醇、β-大马酮 5 种致香成分含量较高; XM0 和 XM2 烟叶中 2-乙酰基吡咯、芳樟醇和新植二烯含量相等且前 2 种致香成分含量较高; XM3 烟叶中 5-甲基-2-糠醛、苯甲醇和新植二烯 3 种致香成分含量较高; XM1 烟叶中除茄酮含量较高, 其他致香成分含量多数介于 XM0 和 XM2 之间, 少数介于 XM2 和 XM3 之间。

从致香成分总量看, 上部 BM5 烟叶新植二烯及其以外致香成分含量均高, 因而其致香成分总量也高; 中部 CM3 和 CM5 烟叶新植二烯含量接近, 两者明显高于 CM2 和 CM4, 但 CM5 烟叶新植二烯以外致香成分含量明显较高, 因而 CM5 烟叶中致香物质总量最高; 下部 XM3 烟叶致香成分总量最高, 但新植二烯以外致香成分含量最低, 尽管 XM0 烟叶致香成分总量较 XM3 低, 但新植二烯以外致香成分含量最高。表明上部烟叶以 BM5、中部烟叶以 CM5 成熟特征采收既可提高致香成分总量, 又可提高新植二烯及其以外致香成分含量, 下部烟叶以 XM3 成熟特征采收可提高新植二烯和致香成分总量, 以 XM0 成熟特征采收可提高新植二烯以外致香成分含量。

表 2 不同成熟度烟叶致香成分含量 (μg/g)

Table 2 Contents of aroma components of tobacco leaves at different maturity

致香成分	BM3	BM4	BM5	BM6	CM2	CM3	CM4	CM5	XM0	XM1	XM2	XM3
糠醛	19.65	15.92	19.74	22.39	12.85	14.77	6.96	15.20	17.03	16.25	16.58	14.46
糠醇	3.18	2.30	3.60	3.58	2.11	2.10	0.30	2.87	1.72	1.19	1.97	1.55
乙酰基呋喃	0.85	0.74	0.79	0.95	0.66	0.62	0.23	0.67	0.78	0.54	0.62	0.68
苯甲醛	1.85	1.43	1.88	1.60	1.19	1.29	0.46	1.39	1.60	1.36	1.40	1.05
5-甲基-2-糠醛	1.00	0.65	1.78	1.25	0.89	1.00	0.69	0.81	1.31	0.81	1.31	1.86
6-甲基-5-庚烯-2-酮	0.30	0.22	0.30	0.30	0.36	0.24	0.20	0.24	0.37	0.24	0.41	0.36
苯甲醇	0.56	0.65	0.30	0.43	0.50	0.76	0.13	0.43	0.78	0.41	0.74	1.23
3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮)	7.18	4.90	1.78	6.73	6.15	8.00	3.26	6.88	10.71	11.03	13.09	10.28
苯乙醛	4.77	5.21	4.59	3.97	4.53	4.19	2.18	3.82	6.52	5.46	4.51	4.50
2-乙酰基吡咯	1.67	1.56	1.83	1.34	1.75	1.05	0.13	1.43	1.89	1.46	1.89	1.36
芳樟醇	1.89	2.08	2.32	1.60	2.05	1.62	1.09	2.39	1.44	1.22	1.44	0.77
苯乙醇	3.70	3.38	4.54	3.58	3.11	3.33	1.35	3.20	5.83	5.33	6.28	4.00
吡嗪	0.89	1.00	1.38	0.73	1.12	0.86	0.20	1.00	1.64	1.29	1.31	1.23
茄酮	30.46	31.59	30.64	27.83	38.99	38.82	28.85	62.50	25.28	27.69	27.53	18.33
β-大马酮	20.76	19.70	22.90	19.46	20.92	22.82	14.21	24.37	21.42	20.53	22.77	20.83
香叶基丙酮	3.03	3.30	4.15	3.49	3.83	3.81	3.13	4.73	3.90	3.05	3.86	2.91
二氢猕猴桃内酯	4.11	4.99	5.67	4.40	5.35	4.38	1.38	5.83	5.25	4.45	4.80	4.00
巨豆三烯酮 (4 种)	17.47	21.61	24.18	18.81	18.47	20.05	11.28	22.51	26.79	19.61	21.71	20.83
3-羟基-β-二氢大马酮	3.00	2.86	3.45	2.76	2.74	2.29	1.15	3.92	3.12	2.14	2.46	1.68
法尼基丙酮	14.69	15.49	19.15	15.14	13.38	16.86	12.63	19.64	16.99	13.10	13.75	15.42
小计	141.01	139.57	154.97	140.34	140.96	148.87	89.81	183.83	154.38	137.16	148.43	127.33
新植二烯	370.10	433.91	493.46	431.43	330.42	476.34	329.69	477.85	410.33	339.33	410.33	454.82
总计	511.11	573.49	648.43	571.77	471.37	625.20	419.50	661.68	564.70	476.49	558.76	582.15

注：巨豆三烯酮为 4 种同分异构体含量总计。

2.1.2 烟叶致香成分分类分析 香气物质有不同的分类方法，可归纳为按化学功能团分类、按香气前体物分类和按二者混合分类的方法。为便于分析说明，

本文采用按香气前体物分类方法（图 1），将致香物质分为苯丙氨酸类、棕色化产物类、类西柏烷类、类胡萝卜素类 4 类<sup>[21]</sup>。

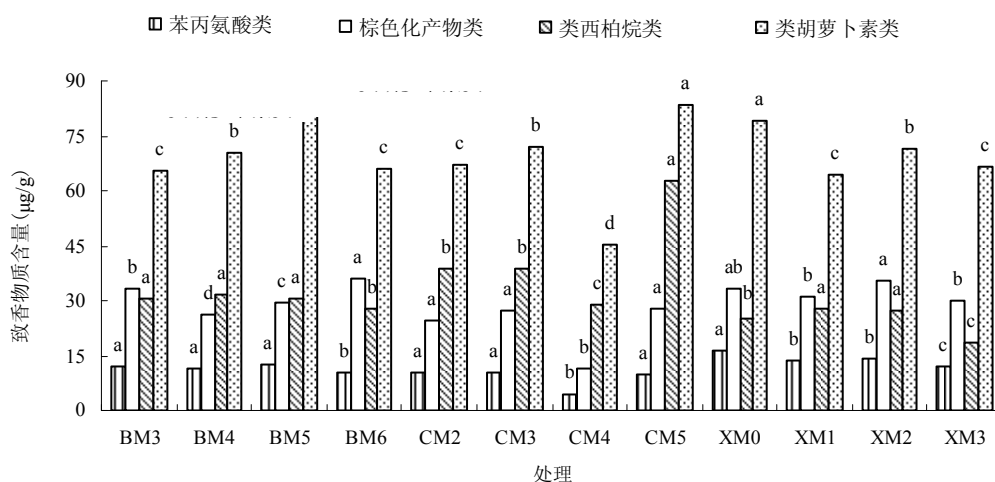


图 1 不同成熟度对烟叶不同种类致香成分含量的影响（图中小写字母不同表示同一部位不同处理间差异达到 $p < 0.05$ 显著水平）

Fig. 1 Effects of different maturity on contents of different kinds of aroma components

苯丙氨酸类致香成分包括苯甲醇、苯乙醇、苯甲醛、苯乙醛等成分。该类成分上部 BM5 烟叶中含量较高,显著高于 BM6,而与 BM3 和 BM4 烟叶差异均不显著;中部 CM2、CM3 和 CM5 烟叶中含量差异不显著,而均明显高于 CM4 烟叶;下部 XM0 烟叶中含量较高且与其他不同成熟特征烟叶差异均达显著水平。表明上部烟叶以 BM5、下部烟叶以 XM0 成熟特征采收可提高苯丙氨酸类致香成分含量,中部烟叶以 CM4 成熟特征采收则降低该类致香成分含量。

棕色化产物类致香成分包括糠醛、乙酰基呋喃、5-甲基-2-糠醛、2-乙酰基吡咯、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮、6-甲基-5-庚烯-2-酮等。该类致香成分上部 BM6 烟叶中含量显著高于 BM3、BM4 和 BM5;中部 CM3 和 CM5 烟叶中含量接近,与 CM2 相比,差异均不显著,但三者均显著高于 CM4;下部 XM2 烟叶中含量较高,但与 XM0 差异不显著,而显著高于 XM1 和 XM3。这表明上部烟叶以 BM6、中部烟叶以 CM3 和 CM5、下部烟叶以 XM2 成熟特征采收可以提高棕色化产物类致香成分含量。

类西柏烷类致香成分主要是茄酮。上部 BM4 烟叶中茄酮含量较高,与 BM3 和 BM5 差异不显著,但三者烟叶中茄酮含量均显著高于 BM6;中部 CM5 烟叶中茄酮含量最高,与其他不同成熟特征烟叶差异均达显著水平;下部 XM1 和 XM2 烟叶中茄酮含量接近,均显著高于 XM0 和 XM3。表明上部烟叶以 BM4、中

部烟叶以 CM5、下部烟叶以 XM1 和 XM2 成熟特征采收可提高类西柏烷类致香成分含量。

类胡萝卜素类致香成分包括  $\beta$ -大马酮、法尼基丙酮、香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮 4 种同分异构体、3-羟基- $\beta$ -二氢大马酮、芳樟醇等。该类致香成分上部以 BM5 烟叶中含量较高,与其他不同成熟特征烟叶差异均达显著水平;中部 CM5 烟叶中含量较高,显著高于 CM2、CM3 和 CM4;下部以 XM0 烟叶中含量较高,也显著高于其他不同成熟特征烟叶。表明上部烟叶以 BM5、中部烟叶以 CM5、下部烟叶以 XM0 成熟特征采收可提高类胡萝卜素类致香成分含量。

## 2.2 不同成熟度对烤烟烟叶评吸结果的影响

烟叶是满足人们吸食需要的特殊商品,其感官特征是烟叶品质优劣最直接和最客观的反映<sup>[22]</sup>。对不同成熟度烤后单料烟评吸结果(表 3)表明,不同成熟度对各部位烟叶香气量、香气质、杂气、刺激性、浓度、劲头和余味影响均较大,对燃烧性和灰分影响较小。根据评吸结果优劣可知,上部烟叶以 BM5 感官评吸质量分值最高, BM4 和 BM6 次之, BM3 最低;中部烟叶感官评吸分值在 3 个部位中相对较高,以 CM5 最高, CM3 和 CM4 居中, CM2 最低;下部烟叶较上、中部烟叶分值偏低,以 XM0 烟叶较好, XM1 和 XM2 次之, XM3 较差。评吸质量好的烟叶均表现出香气质好,香气量足,杂气轻,刺激性弱,烟气浓度大,余味干净、舒适的吸食特征。

表 3 不同成熟度对烤烟烟叶评吸结果的影响

Table 3 Effects of different maturity on sensory evaluation of flue-cured tobacco leaves

处理	香气量(20)	香气质(20)	杂气(10)	刺激性(10)	浓度(10)	劲头(10)	余味(10)	燃烧性(5)	灰色(5)	总分(100)
BM3	14.0	13.0	8.8	9.0	6.0	7.0	7.2	4.0	4.0	73.0
BM4	14.5	15.0	8.5	8.0	7.0	8.0	7.4	4.0	4.0	76.4
BM5	15.5	15.0	7.0	7.5	7.5	8.5	8.5	4.0	4.0	77.5
BM6	15.0	15.5	7.0	7.5	7.5	7.0	7.5	4.0	4.0	75.0
CM2	15.0	15.0	8.5	8.8	8.0	6.0	6.7	4.0	4.0	76.0
CM3	16.0	17.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.5	4.0	4.0	80.5
CM4	15.0	17.5	7.0	7.5	8.0	7.0	8.0	4.0	4.0	78.0
CM5	17.0	17.0	7.0	8.0	8.0	8.0	8.5	4.0	4.0	81.5
XM0	13.0	13.0	7.5	7.0	6.0	5.5	5.0	4.0	4.0	65.0
XM1	11.0	13.0	7.5	7.0	7.0	5.0	5.0	4.0	4.0	63.5
XM2	13.0	13.0	7.5	7.0	6.0	5.0	5.0	4.0	4.0	64.5
XM3	10.0	10.0	8.5	6.0	6.0	5.0	4.5	4.0	4.0	58.0

### 3 讨论

(1) 研究表明, 烟叶充分成熟是获得优良吸味品质和香味的最本质的要求<sup>[23]</sup>, 成熟烟叶可产生醇和舒适的香味, 而不成熟烟叶则青、杂、辛辣气味重<sup>[24]</sup>。在品种和栽培条件相同的情况下, 成熟度好的烟叶, 香气和香味都较理想<sup>[25]</sup>。生产实践证明, 提高烤烟烟叶成熟度是提高烟叶香气、香气量行之有效的措施<sup>[26]</sup>。本试验结果表明, 上部(B)、中部(C)烟叶以M5成熟特征, 下部(X)烟叶以M0成熟特征采收可有效提高大多数致香物质含量, 改善烟叶吸品质。这可能与上部BM5和中部CM5烟叶中致香成分总量最高, 尤其是分别有17种和16种致香成分含量较高, 下部XM0烟叶尽管致香成分总量相对较低, 但其新植二烯以外致香成分含量最高, 尤其是有13种致香成分含量较高有关。这些均是对烟叶香气有特殊贡献的致香成分(表2), 其中类胡萝卜素类致香物质香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮、3-羟基- $\beta$ -二氢大马酮、法尼基丙酮等均是上述烟叶中含量较高的致香成分, 分别与其他致香成分共同作用可赋予烟叶优良的香吃味<sup>[27]</sup>。这一方面表明, 致香成分的组成、含量以及它们之间的平衡协调是影响烟叶香气质量的核心, 另一方面表明, 准确把握烟叶成熟采收是提高烟叶香气质量的基础。

(2) 对致香成分分类分析结果表明, 上部BM5和下部XM0烟叶中苯丙氨酸类和类胡萝卜素类致香物质含量较高, 中部CM5烟叶中棕色化产物类、类西柏烷类和类胡萝卜素类致香物质含量较高, 即3个部位鲜叶按上述成熟档次采收其共同点均可提高初烤烟叶中类胡萝卜素类致香物质含量(图1), 并且其感官评吸香气质量较优。王瑞新等<sup>[28]</sup>对河南4个烤烟品种主要致香物质进行了定量分析, 其中类胡萝卜素降解的 $\beta$ -大马酮、巨豆三烯酮等为主要香气物质。马常力等<sup>[29]</sup>、洪涛等<sup>[30]</sup>、宫长荣等<sup>[31]</sup>研究得出相似结论, 这与本试验结果基本一致。表明河南烤烟香气质量特征与类胡萝卜素类致香物质关系密切。

(3) 值得指出的是: ①上部烟叶随着成熟度的提高, 致香成分总量、新植二烯含量升高, 当达到BM5成熟特征时其含量最高, 达到BM6时则下降, 显然这可能与烟叶此时已经过熟导致致香成分转化或降解过度有关。②下部烟叶随着成熟度的提高, 新植二烯含量先降低而后升高, 新植二烯以外致香成分则呈下降趋势, 这不仅与致香物质前体物的变化有关, 还可能与下部烟叶推迟采收引起的叶位较上烟叶与其争夺营

养和受光较差有关。③中部CM4烟叶中新植二烯和其他各类致香物质含量均较CM3和CM5低, 这与大田采收时香气物质积累量的多少有一定程度的关系; 邵惠芳等<sup>[32]</sup>对烤烟发育过程中香气成分的变化动态进行研究表明, 中部叶在成熟采收前新植二烯、苯丙氨酸类和类西柏烷类含量均有一定程度的降低, 之后又有大幅增加; 成熟采收前大田烟叶香气成分积累基础薄弱, 从而导致了烤后烟叶香气量偏低, 这和本试验结果较为一致; 这也从侧面表明不同部位烟叶成熟不仅与其品种特性有关, 同时与烟叶着生部位不同, 受生态和栽培等因素的影响程度有一定的关系, 由于上部和下部烟叶处在烟株的两端, 对生态和栽培等因素影响的反应敏感, 进而可能对中部烟叶成熟过程的某一时期产生不利影响。但关于其生理生化方面的解释, 仍需进一步研究。

### 4 结论

(1) 在襄城县特定生态条件下, 主栽烤烟品种中烟100的上、中部烟叶以叶面基本全黄, 9~10成黄, 主脉全白, 下部烟叶以叶面黄绿色, 4~5成黄, 主脉开始变白成熟特征为标准采收对烟叶致香物质的积累, 感官评吸香气质的改善, 香气量的增加较为有利, 可提高其工业可用性。

(2) 本试验在大田常规栽培管理条件下进行, 对明确各部位鲜叶成熟外观特征, 指导烤烟准确采收有重要的理论和实践意义。但同时应该指出, 即便同一烤烟品种, 其成熟度也会因时、因地、因栽培措施等不同而发生变化。因此, 准确把握烟叶成熟采收是提高烟叶香气质量的关键, 这一重要环节应认真对待。

### 参考文献:

- [1] 朱尊权. 论当前我国优质烟生产的技术导向. 烟草科技, 1994(1): 2-4
- [2] Weybrew JA, Wolts WG, Monroe RJ. Harvesting and curing flue-cured tobacco: The effects of ripeness at harvest and duration of yellowing on yield, physical characteristics, chemical composition, and smoker preference. NC Agric. Res. Tech. Bul. 275. NC State University, Raleigh, NC 27695, 1984
- [3] Moseley JM, Wolts WG, Carr JM, Weybrew JA. The relationship of maturity of the leaf at harvest and certain properties of the cured leaf of flue-cured tobacco. Tob. Sci., 1963, 7: 67-75
- [4] GopalA. Biochemical changes during maturation of flue-cured tobacco I. Changes in leaf pigments. Tobacco Res., 1979, 5: 113-117

- [5] 李跃武, 陈朝阳, 江豪, 李伙财, 王峰吉. 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. 福建农林大学学报, 2002, 31(1):16-21
- [6] Whitfield D. Changes in the chlorophylls and carotenoids of leaves of nicotine tabacum during senescence. *Phytochem.*, 1974, 13: 77-83
- [7] Suggs CW. Effects of tobacco ripeness at harvest on yield, value, leaf chemistry and curing burn utilization potential. *Tobacco Sci.*, 1986, 30:152-158
- [8] 贾琪光, 宫长荣. 烟叶生长发育过程中主要化学成分含量与成熟度关系的研究. *烟草科技*, 1988 (6):40-43
- [9] 韩锦峰, 宫长荣, 黄海棠, 王彦亭. 烤烟叶片成熟度的研究 I、烤烟叶片成熟和衰老过程中某些生理生化变化的研究. *中国烟草科学*, 1990 (1):9-13
- [10] LEE CW, JIN JE, HAN CS. Effect of leaf maturity on physico-chemical properties of leaf tobacco. *Korean Journal of Crop Science*, 1996, 41(2): 200-206
- [11] 王程栋, 王树声, 中国明, 梁晓芳, 陈爱国, 刘光亮, 高春亮, 孙建宏, 刘仕民. 不同成熟度烟草叶片细胞超微结构变化规律研究. *中国烟草科学*, 2007, 28(3):30-34
- [12] Lloyd RA. Flue-cured tobacco flavor. I. Essence and essential oil components. *Tobacco Sci.*, 1976, 20:43-51
- [13] 王瑞新, 马常力, 韩锦峰, 洪涛, 马聪. 烤烟香气物质成分与成熟度的关系. *烟草科技*, 1991(4):25-28
- [14] 刘百战, 洗可法. 不同部位、成熟度及颜色的云南烤烟中某些中性香味成分的分析研究. *中国烟草学报*, 1993 (3):46-53
- [15] 宣晓泉, 薄川云, 徐如彦, 张峻松. 不同成熟度烟叶中香味成分分析. *中国农学通报*, 2007, 23(2):98-102
- [16] 朱忠, 洗可法, 尚希勇. 中上部不同成熟度烤烟烟叶与主要化学成分和香味物质组成关系的研究. *中国烟草学报*, 2008, 14(1):6-12
- [17] 赵铭钦, 苏长涛, 姬小明, 王玉胜, 刘金霞, 李晓强, 陈秋会. 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. *华北农学报*, 2008, 23(3):146-150
- [18] 韦凤杰, 刘国顺, 杨永锋, 王芳, 李亚娟, 郭巧燕. 烤烟成熟过程中类胡萝卜素变化与其降解香气物质关系. *中国农业科学*, 2005, 38(9):1882-1889
- [19] 赵铭钦, 于建春, 程玉渊, 王玉胜. 烤烟烟叶成熟度与香气质量的关系. *中国农业大学学报*, 2005(3):10-14
- [20] 刘敬业, 李天福, 冉邦定, 陈苹. 成熟度、施肥量、留叶数与烟叶香吃味的关系. *昆明师范高等专科学校学报*, 1994, S1:104-105
- [21] 史宏志, 刘国顺. *烟草香味学*. 北京: 中国农业出版社, 1998
- [22] 武雪萍, 钟秀明, 秦艳青, 刘国顺, 杨超, 王恒旭. 不同种类饼肥与化肥配施对烟叶香气质量的影响. *中国农业科学*, 2006, 39(6):1196-1201
- [23] 左天觉. *烟草的生产、生理和生物化学*. 上海:远东出版社, 1991
- [24] A kehurst BC. *Tobacco*. New York: Humanities Press, 1981
- [25] 苏德成. *烟叶调制与分级*, 北京: 中国财政经济出版社, 2000
- [26] 朱尊权. 当前制约两烟质量提高的关键因素. *烟草科技*, 1998 (4):3-4
- [27] 孙宝国, 何坚. *香精概论*. 北京: 化学工业出版社, 1996
- [28] 王瑞新, 马常力, 韩锦峰, 王延亭. 烤烟不同品种香气物质成分的定量分析. *河南农业大学学报*, 1991 (1):151-154
- [29] 马常力, 韩锦峰, 王瑞新, 艾强, 陈淑珍. 烤烟香气物质成分及其在成熟期间的变化. *华北农学报*, 1992 (2): 92-97
- [30] 洪涛, 马娅萍, 孙守威, 马常力. 河南烤烟精油化学成分的研究. *分析测试通报*, 1992, 11(4): 64-65
- [31] 宫长荣, 汪耀富, 赵铭钦, 孙德梅. 烘烤过程中烟叶香气成份变化的研究. *烟草科技*, 1995 (5): 27, 31-33
- [32] 邵惠芳, 杨永锋, 刘国顺, 焦桂珍, 凌爱芬, 张胜. 烤烟发育过程中香气成分的变化动态研究. *河南农业大学学报*, 2007, 41 (4): 368-373

## Effects of Different Maturity on Aroma Quality of Flue-Cured Tobacco Leaves

HAN Fu-gen<sup>1</sup>, PENG Li-li<sup>1,2</sup>, MA Yong-jian<sup>3</sup>, SONG Peng-fei<sup>1</sup>, BAI Hai-qun<sup>1</sup>, ZHANG Feng-xia<sup>1</sup>, SHEN Zheng<sup>1</sup>, WANG Xiao-hui<sup>1</sup>  
(1 College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2 Tobacco Industrial Limited Company of Guangdong, Guangzhou 510000, China; 3 Xiangcheng Tobacco Company, Xuchang, Henan 461700, China)

**Abstract:** Field experiment was conducted to investigate the contents of neutral aroma components and the sensory evaluation quality of tobacco leaves at different stalk positions under different maturity. The results showed that the harvested upper and middle leaves with 90%-100% yellowing, and the lower leaves with 40%-50% yellowing were better for improving the aroma quality of tobacco leaves and increasing the industrial usability.

**Key words:** Flue-cured tobacco, Tobacco leaves, Maturity, Aroma quality