

不同晾制处理对烤后烟叶致香物质的影响

石盼盼¹, 宋朝鹏¹, 赵华武², 刘晓迪¹, 史龙飞¹, 李俊丽¹, 彭再欣², 宫长荣¹

(1 河南农业大学 烟草学院, 河南 郑州 450002; 2 曲靖市烟草公司罗平分公司, 云南 曲靖 655800)

摘要:采用河南农业大学自行设计的电热式温湿度自控烤箱,研究了烤烟先晾制再烘烤对烟叶致香物质的影响.结果表明,烟叶晾制48 h再进行烘烤,烟叶中的主要中性致香物如 β -大马酮、香叶基丙酮、巨豆三烯酮总量、苯甲醇、糠醛分别比对照提高了37.56%、13.96%、60.40%、22.22%、90.97%;酸性致香物中对烟叶香气起重要作用的苹果酸和柠檬酸分别提高了15.52%和55.2%,而亚油酸含量降低了308.51%、油酸和亚麻酸总含量降低了305.04%.

关键词:烤烟; 晾制; 烘烤; 致香物质

中图分类号:S572

文献标志码:A

文章编号:1001-411X(2013)03-0320-04

Effects of Different Air-Curing Treatments on Aroma Constituents of Tobacco Leaves

SHI Panpan¹, SONG Zhaopeng¹, ZHAO Huawu², LIU Xiaodi¹, SHI Longfei¹,
LI Junli¹, PENG Zaixin², GONG Changrong¹

(1 Tobacco Institute of Henan Agriculture University, Zhengzhou 450002, China;

2 Tobacco Companies of Qujing City with LuoPing Branch, Qujing 655800, China)

Abstract: Effects of different air-curing treatments on aroma constituents of tobacco leaves were studied by using the electric-heated flue-curing barn designed and made by Henan Agriculture University. The results showed that tobacco air-curing 48 h then baking could increase the contents of main neutral aroma constituents such as β -damascenone, gerany lacetone, a giant buan three diluted ketone benzene, methanol, furfural by 37.56%, 13.96%, 60.40%, 22.22%, 90.97% respectively, and the contents of malic acid and citric acid by 15.52% and 55.2% respectively, while the content of linoleic acid, linoleic acid and linoleinc acid could be reduced by 308.51% and 305.04% respectively.

Key words: flue-curing tobacco; air-curing; baking; aroma constituents

烟叶品质受诸多因素影响,除田间生长过程中受生态因素影响外,另一个重要影响因素是调制.相关研究表明,烟叶致香成分组分和含量变化随调制方式的不同而发生变化^[1-3].香气物质是衡量烟叶质量和可用性的重要因素,烟草品质优劣主要取决于烟叶中的香味^[4].近年来,烤烟烘烤工艺^[5]已经成熟,并在生产中得到了广泛应用,有关烤烟烘烤过程中的生理生化变化及烤后烟叶品质影响因素研究很多^[6-9],但对于烤烟先晾制再烘烤烟叶品质的研究鲜

有报道,尤其是对中部叶的研究.本试验以K326中部叶为试验材料,通过不同晾制处理,研究与烤烟品质直接相关的致香物含量变化,在节能烘烤基础上探索对烟叶品质最有利的晾制烘烤方法.

1 材料与方法

1.1 材料

烤烟品种为K326,由河南农业大学育种实验室提供.试验田土地为黄壤土,土壤肥力中等.土壤碱

解氮为 $53.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效磷为 $11.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 速效钾为 $108.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. 烘烤设备采用河南农业大学设计的电热式温湿度自控烤烟箱。

1.2 试验设计

试验在河南农业大学科教示范园进行,于5月3日移栽,种植行距为120 cm、株距为50 cm. 烟叶田间管理均按优质烟叶生产技术规范进行,以中部叶第2烤(9~11叶位)为试验材料,烟叶成熟均匀一致时进行采烤。

按晾制时间不同设4个处理,即烟叶成熟采摘编杆后分别晾制0、18、36、48 h进行烘烤并分别记为CK、T1、T2和T3,每个处理重复3次. 为避免各个处理间相互影响,每个处理单独放1个烤箱. 根据烟叶变黄情况,适当缩短烟叶在变黄期烘烤时间(晾制0、18、36 h的处理分别缩短6、12、16 h),各处理在定色前期干球温度为 $45 \sim 48^\circ\text{C}$,湿球温度控制在 $(38 \pm 0.5)^\circ\text{C}$,稳温24 h;定色后期干球温度为 $54 \sim 55^\circ\text{C}$,湿球温度控制在 $(39 \pm 0.5)^\circ\text{C}$,稳温18 h. 干筋前期干球温度为 $55 \sim 60^\circ\text{C}$,湿球温度为 $(40 \pm 0.5)^\circ\text{C}$,稳温12 h;干筋后期为 60°C 开始至烘烤结束,干球温度自 60°C 开始以 $1^\circ\text{C}/\text{h}$ 逐渐升到 68°C ,干球温度每升高 3°C 稳温2 h左右,湿球温度控制在 $(40 \pm 0.5)^\circ\text{C}$,不超过 41°C . 各处理均置于自然通风环境中,避免日光照射,保持相对湿度90%左右.

烘烤结束后,取各个处理中橘三(C3F)2 kg,烘干后粉碎过60 mm筛,用于致香物成分测定分析.

1.3 测定项目及方法

1.3.1 中性致香物测定 物质的提取及定性定量分析采用HPLC5890-5972气质联用仪. 样品前处理方法:烤后烟叶粉末状样品→水蒸气蒸馏→二氯甲烷萃取(10 g烟叶+1 g柠檬酸+350 mL蒸馏水+0.5 mL内标于500 mL圆底烧瓶中,再加60 mL二氯甲烷于另一250 mL圆底烧瓶中,60 °C水浴加热250 mL圆底烧瓶,用同时蒸馏萃取仪蒸馏萃取.)→无水硫酸钠干燥有机相→60 °C水浴浓缩至1 mL左右即得烟叶的精油. 经前处理制备得到的分析样品由GC/MS鉴定结果和NIST库检索定性.

GC/MS分析条件如下: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 °C;传输线温度280 °C;离子源温度177 °C. 升温程序:50 °C,2 min后,以每分钟上升2 °C的速度升至120 °C,5 min后再以每分钟上升2 °C的速度升至240 °C,30 min. 分流比为1:15,进样量为2 μL;电离能70 eV;质量数范围50~500 amu;MS谱库NIST02;采用内法定量.

1.3.2 酸性致香物的测定 参照赵铭钦等^[10]的方

法进行测定.

2 结果与分析

2.1 不同处理对烟叶中性致香物含量的影响

经GC/MS定性分析,共检测出中性致香物28种,其中类胡萝卜素类降解产物16种、苯丙氨酸类降解产物4种、棕色化反应类降解产物6种、类西柏烷类降解产物1种及新植二烯.

2.1.1 烟叶类胡萝卜素类降解产物 类胡萝卜素是烟叶中重要的香气前体物,其降解物是烤烟的重要致香物,对烤烟的香气贡献最大,是形成烤烟高雅、清新、细腻的主要成分. 由表1可知,类胡萝卜素降解物总质量分数表现为晾制48 h处理(T3)>晾制36 h处理(T2)>晾制18 h处理(T1)>直接烘烤处理(CK),其中T3处理较T1和CK分别增加了34.18%和36.45%;β-大马酮和法尼基丙酮的质量分数较高,β-大马酮质量分数以T3处理最高,T1处理最低,法尼基丙酮质量分数以T3处理最高,CK最低.

表1 不同处理对烟叶类胡萝卜素类降解产物质量分数的影响¹⁾

Tab. 1 Effects of different treatments on products of cured tobacco

类胡萝卜素降解物	T1	T2	T3	CK
6-甲基-5-庚烯-2-酮	1.24	2.09	1.19	1.05
6-甲基-5-庚烯-2-醇	0.76	0.55	0.65	0.88
β-大马酮	19.14	21.24	28.09	20.42
香叶基丙酮	2.76	2.26	3.51	3.08
氧化异氟尔酮	0.17	0.20	0.20	0.22
二氢猕猴桃内酯	0.35	0.57	0.73	0.48
巨豆三烯酮1	0.96	1.30	1.37	1.14
巨豆三烯酮2	2.67	3.15	4.80	3.30
巨豆三烯酮3	0.72	0.94	1.19	0.78
巨豆三烯酮4	4.61	5.89	6.02	4.31
3-羟基-β-二氢大马酮	1.85	4.16	2.41	0.60
法尼基丙酮	12.80	13.39	14.51	10.34
4-乙烯基-2-甲氧基苯酚	0.11	0.11	0.24	0.20
β-紫罗兰酮	0.40	0.26	0.84	0.47
芳樟醇	3.14	2.6	3.76	3.63
螺岩兰草酮	0.73	0.93	0.81	0.63
总计	52.42	59.64	70.34	51.55

1) CK、T1、T2、T3 分别表示烟叶晾制0、18、36、48 h进行烘烤.

2.1.2 烟叶苯丙氨酸类降解产物 从表2看出,不同处理中所测苯丙氨酸类降解物总质量分数以T3处理最高,其他依次为T2、T1和CK,其中T3处理较CK增幅达53.51%,这表明晾制烘烤在一定程度上

能提高烟叶苯丙氨酸类降解产物的含量。

2.1.3 烟叶棕色化反应类降解产物 由表3知,糠醛、5-甲基糠醛质量分数以T3处理最高,康醇、2-乙酰呋喃质量分数以T1处理最高,2-乙酰基吡咯质量分数以T2处理最高;棕色化反应类降解产物总质量分数表现为T3处理(41.62 μg/g)>T2处理(35.85 μg/g)>T1处理(33.12 μg/g)>CK(22.52 μg/g).说明T3处理烟叶内含物降解充分,适合进行棕色化反应。

表2 不同处理对烟叶苯丙氨酸类降解产物质量分数的影响

Tab. 2 Effects of different treatments on products of phenylalanine of cured tobacco

μg/g

t _{晾制} /h	苯甲醇	苯甲醛	苯乙醛	苯乙醇	总计
18(T1)	9.33	1.33	3.23	3.18	17.07
36(T2)	8.08	1.46	3.51	6.11	19.16
48(T3)	8.69	1.87	7.77	4.18	22.52
0(CK)	7.11	1.11	4.31	2.15	14.67

表3 不同处理对烟叶棕色化反应类降解产物质量分数的影响

Tab. 3 Effects of different treatments on products of browning reaction of cured tobacco

μg/g

t _{晾制} /h	糠醛	康醇	2-乙酰呋喃	5-甲基糠醛	3,4-二甲基-2,5-呋喃	2-乙酰基吡咯	总计
18(T1)	27.87	2.36	0.62	0.73	1.20	0.34	33.12
36(T2)	31.54	1.33	0.51	0.80	1.20	0.47	35.85
48(T3)	37.01	1.65	0.59	0.87	1.12	0.38	41.62
0(CK)	19.38	0.89	0.46	0.78	0.82	0.18	22.52

2.1.4 烟叶类西柏烷类降解产物 不同处理所测烟叶类西柏烷类降解物只有茄酮,茄酮质量分数以T3处理(48.08 μg/g)最高,其他依次是CK(42.81 μg/g)、T2处理(42.28 μg/g)、T1处理(35.29 μg/g)。

2.1.5 烟叶新植二烯 由表4可知,各处理烟叶中新植二烯质量分数表现为T3处理(842.55 μg/g)>T2处理(727.11 μg/g)>CK(639.25 μg/g)>T1处理(569.68 μg/g),各处理新植二烯在致香物总量占比表现为T1处理(24.20%)>T3处理(21.66%)>T2处理(21.58%)>CK(20.57%).新植二烯质量分数以T3处理最高,T1处理含量最低,但是新植二烯在致香物总量占比以T1处理最大,说明T3处理增加了其他致香物的绝对含量。

表4 不同处理对烟叶叶绿素降解产物质量分数的影响

Tab. 4 Effects of different treatments on products of chlorophyll degradation of cured tobacco

μg/g

t _{晾制} /h	新植二烯	中性致香物	占比 ¹⁾ /%
18(T1)	569.68	707.58	24.20
36(T2)	727.11	884.04	21.58
48(T3)	842.55	1025.11	21.66
0(CK)	639.25	770.8	20.57

1)指新植二烯占致香物总量比例。

2.2 不同处理对烟叶酸性致香成分含量的影响

由表5可知,非挥发有机酸占酸性致香成分比例最大,其中,苹果酸和柠檬酸含量最高,这2种成分以T3处理含量最多,高级饱和脂肪酸中软脂酸含量以CK和T3处理含量较多,而高级不饱和脂肪酸中亚油酸、油酸和亚麻酸含量均以T3处理含量最

低,CK含量最高.有机酸质量分数总量表现为T3处理(73.14 mg/g)>CK(68.35 mg/g)>T1处理(63.20 mg/g)>T2处理(62.33 mg/g).这说明T3处理在一定程度上能提高烟叶酸性香气成分含量。

表5 不同处理对烟叶酸性香气成分物质质量分数的影响¹⁾

Tab. 5 Effects of different treatments on the content of acid aroma constituents of cured tobacco

mg/g

类别 ²⁾	成分	T1	T2	T3	CK
I	乙二酸	6.93	8.40	5.20	8.04
	丙二酸	2.69	2.05	1.91	2.38
	Y-戊酮酸	0.29	0.22	0.55	0.64
	丁二酸	0.16	0.19	0.20	0.19
	苹果酸	27.41	28.85	32.59	28.21
	柠檬酸	20.13	14.18	25.36	16.34
	异柠檬酸	0.40	0.32	0.40	0.37
	小计	58.02	54.20	66.21	56.17
II	十四酸	0.05	0.15	0.02	0.12
	软脂酸	1.11	0.68	2.54	2.57
	十七碳酸	0.04	0.09	0.04	0.08
	十八酸	0.22	0.13	0.59	0.45
	二十酸	0.05	0.07	0.05	0.06
	小计	1.47	1.12	3.24	3.28
III	亚油酸	0.85	1.98	0.47	1.92
	油酸和亚麻酸	1.82	4.12	1.19	4.82
	小计	2.67	6.10	1.67	6.74
	IV	富马酸	0.07	0.08	0.08
IV	2,4-庚二烯酸	0.97	0.83	1.94	2.07
	总计	63.20	62.33	73.14	68.35

1)CK、T1、T2、T3分别表示烟叶晾制0、18、36、48 h进行烘烤;2)I:非挥发有机酸,II:高级饱和脂肪酸,III:高级不饱和脂肪酸,IV:其他。

3 讨论与结论

香气是评价烟叶品质的主要指标,烟叶的各种致香物质组分含量、比例及相互作用决定烟叶的香气品质和香气量。相关研究表明,烤烟致香物形成主要在烘烤的变黄期和定色期,到干筋后期烟叶的香气物质可能分解,因此变黄期、定色期的烘烤环境对烟叶香吃味的形成具有主导作用^[11]。烘烤过程中,烟叶变黄期和定色期在水和酶的作用下烟叶内部发生一系列生理生化变化,此时,烘烤温湿度决定着烟叶内部生理生化变化进程、各种大分子生物转化程度和烟叶香气质量的形成,因此这2个时期烟叶内部代谢是否顺利进行,直接影响烟叶品质^[12-15],烟叶在变黄期和定色期失水速度过快或过慢均会导致烟叶香吃味严重降低^[3]。本研究结果表明,不同晾制处理对烟叶中香气物质含量影响很大,T3处理(晾制48 h进行烘烤)烟叶中中性香气成分总量和新植二烯含量最高,其中对烟叶香气有重要影响的 β -大马酮、香叶基丙酮、苯甲醇、糠醛等含量较高。

本研究所测酸性致香成分包括非挥发有机酸、高级饱和脂肪酸、高级不饱和脂肪酸和其他酸类。非挥发有机酸可改变烟草pH,平衡烟气,使烟叶吸味醇和,减少刺激性,增加烟气浓度,间接改善烟气香吃味,提高烟叶品质^[16]。高级饱和脂肪酸可赋予烟气腊味、脂味及柔和气味,高级不饱和脂肪酸可增加烟气刺激性和粗糙感,所以在一定范围内高级饱和脂肪酸的含量稍高和高级不饱和脂肪酸的含量稍低有利于优质烟叶的形成^[17]。本研究结果表明,酸性致香物中对烟叶香气起重要作用的苹果酸和柠檬酸含量均以T3处理最高,而亚油酸、油酸和亚麻酸含量均以T3处理最低。同时,烟叶在晾制过程中处于低温慢速变黄过程,烟叶失水适宜,可促进烟叶内致香前体物质的分解转化和各种致香物的形成,这与刘碧荣等^[18]的研究结果一致。另外,T3处理的烟叶进入烤箱烘烤的时间最短,烟叶高温变黄用时的缩短起到节能作用。

参考文献:

[1] 宫长荣,汪耀富,赵铭钦,等.烘烤过程中烟叶香气成分变化的研究[J].烟草科技,1995(5):31-33.

- [2] 宫长荣,汪耀富,赵铭钦,等.烟叶烘烤中变黄和定色条件对香气特征的影响[J].华北农学报,1996,11(3):106-111.
- [3] 日本烟草调制的研究:烤烟烘烤条件与香气吃味的关系[J].茆寅生,译.中国烟草,1986(2):40-42.
- [4] 周坤,周清明,胡晓三,等.烤烟香气物质研究进展[J].中国烟草科学,2008,29(2):58-61.
- [5] 杨立均,宫长荣.烤烟三段式烘烤操作技术[J].烟草科技,2003(7):46-48.
- [6] 宫长荣,宋朝鹏,许自成,等.烤烟调制过程中微波处理对烟草特有亚硝胺含量的影响[J].云南农业大学学报,2006,21(4):534-536.
- [7] 宫长荣,毋丽丽,袁红涛,等.烘烤过程中变黄条件对烤烟淀粉代谢的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2009,37(1):117-121.
- [8] 宫长荣,王晓剑,马京民,等.烘烤过程中烟叶的水分动态与生理变化关系的研究[J].河南农业大学学报,2000,34(9):229-231.
- [9] 李常军,宫长荣,陈江华,等.烘烤湿度条件对烟叶氮代谢的影响[J].华北农学报,2001,16(2):141-144.
- [10] 赵铭钦,陈红华,刘国顺,等.增施不同有机物质对烤烟烟叶香气质量的影响[J].华北农学报,2007,22(5):51-55.
- [11] 史宏志,刘国顺.烟草香味学[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [12] 吴中华,窦国孝,赵瑜,等.不同调制方法对烤烟淀粉含量及香吃味的研究[J].云南烟草,2004(2):17-24.
- [13] 宫长荣,李艳梅,李常军.烘烤过程中烟叶脂氧合酶活性与膜脂过氧化的关系[J].中国烟草学报,2000,6(1):39-41.
- [14] 王怀珠,杨焕文,郭红英,等.不同烘烤条件下烟叶淀粉降解酶活性变化[J].河南农业科学,2005(6):30-33.
- [15] 李常军,宫长荣,周义和,等.烤烟烘烤过程中变黄温度对氮素代谢的影响[J].中国烟草学报,2001,7(2):31-35.
- [16] 彭艳,周冀衡,樊再斗,等.不同烟区和烟田烤烟挥发和半挥发性有机酸含量的差异分析[J].中国烟草学报,2010,16(5):19-23.
- [17] 周正红,高孔荣,张水华.烟草中化学成分对卷烟香味品质的影响及研究进展[J].烟草科技,1996(7):222-251.
- [18] 刘碧荣,徐彦军,杨志华.提高我国烤烟香吃味的主要技术研究概述[J].山地农业生物学报,2006,25(2):171-176.

【责任编辑 周志红】