

烘烤温湿度对烟叶香气物质的影响

王 凌^{1,2,3}, 苗果园¹, 刘华山², 张保全⁴, 韩锦峰^{2*}, 魏跃伟¹

(1. 山西农业大学, 山西 太谷 030801; 2. 河南农业大学, 河南 郑州 450002;

3. 河南大学, 河南 开封 475001; 4. 杭州烟厂技术中心, 浙江 杭州 310000)

摘要: 对不同烘烤处理条件下致香物质积累进行研究, 结果表明: 变黄期低温、低湿有利于香气前体物质生成积累; 低温、低湿与高温、高湿相比, 烤后烟叶致香物质种类多, 许多重要的香气成分也只有在低温低湿下才能形成。温度、湿度对中性香气物质的影响比酸性、碱性更为明显。

关键词: 烟草; 温度; 湿度; 烘烤; 香气物质

中图分类号: S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2007)08-0036-04

Effects of Temperature and Moisture of Flue-curing on the Aroma in Tobacco Leaves

WANG Ling^{1,2,3}, MIAO Guo-yuan¹, LIU Hua-shang²,
ZHANG Bao-quan⁴, HAN Jin-feng^{2*}, WEI Yue-wei¹

(1. Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China;

2. Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

3. Henan University, Kaifeng 475001, China; 4. Hangzhou Tobacco Factory, Hangzhou 310000, China)

Abstract: The study on the aroma accumulation in different treatments showed that the low temperature and low humidity at the stage of yellowing was beneficial to the production and accumulation of aroma premises, compared with high temperature and high humidity. Many important aroma compositions were formed at the condition of low temperature and low humidity. The influence of temperature and humidity on neutral aroma matter was more obvious than on acid and alkalinescence.

Key words: Tobacco; Temperature; Moisture; Flue-curing; Aroma matter

香气是评价烟草质量的重要因素, 也是烟草品质的核心内容^[1]。优质烟叶要求在燃吸过程中产生的香气, 量大质纯, 吃味醇和。烟草香气品质的优劣是由遗传和环境因素共同决定的^[2], 遗传因素主要影响香气物质的性质和种类, 环境因素则主要影响香气物质的含量和比例。国内外在烟叶香气方面的研究已有不少^[3~10], 但有关不同温、湿度烘烤条件对烟叶香气的影响研究尚少见报道。本试验研究了香气在温、湿度共同作用下及不同烘烤条件下的动

态变化, 从而找出提高烟叶香气的途径, 为优质烟的烘烤提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试烤烟品种为 NC89。试验于 2002~2003 年在河南农业大学试验田进行, 土质为壤土, 肥力中等, 行距 110 cm, 株距 44 cm。每公顷施纯氮 52.5 kg, 其中 30% 为有机肥, 70% 为无机肥, 无机氮

收稿日期: 2007-04-16

基金项目: 河南省烟草专卖局科技攻关项目(HYJK200202)

作者简介: 王 凌(1956-), 女, 河南宁陵人, 副教授, 在读博士研究生, 主要从事管理和烟草栽培生理方面研究。

通讯作者: 韩锦峰(1934-), 男, 河南太康人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事烟草栽培生理研究。

比例为铵态氮、硝态氮各半,70%氮肥做基肥,30%做追肥,追肥于移栽后10d,20d分2次施入。 $N:P:K=1:1:5$ 。氮肥为尿素和硝酸铵,磷肥为过磷酸钙,钾肥为硫酸钾。

1.2 试验设计

取成熟中部叶(第10~13片)进行烘烤,试验共设4个处理,3次重复。①低温低湿变黄(干球温度 $35\sim 38^{\circ}\text{C}$,相对湿度72%);②低温高湿变黄(干球温度 $35\sim 38^{\circ}\text{C}$,相对湿度93%);③高温低湿变黄(干球温度 $8\sim 42^{\circ}\text{C}$,相对湿度72%);④高温高湿变黄(干球温度 $38\sim 42^{\circ}\text{C}$,相对湿度93%)。采用中湿定色,定色期缓慢升温, 54°C 使叶片全干,然后以 $1^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 升到 68°C ,直至主脉干燥。

1.3 样品制备

采用河南农业大学设计制造的电热式温湿度自控烤箱烘烤。所有样品切去叶尖和基部各1/3区域,留叶中间1/3区域于 105°C 杀青10min后, $60\sim 70^{\circ}\text{C}$ 烘干磨碎,过0.42mm筛保存,用于生理指标测定。致香物质样品前处理:①称取 C_3F 烟末25g,加入35mL水和适量的NaCl,放入烧瓶中,蒸馏2.5h,收集溜出液,得到60mL萃取液。②用20mL 15%的盐酸萃取3次,每次20mL,共60mL,再用20mL饱和NaCl洗涤,6g无水硫酸钠脱水, 60°C 水浴下浓缩至2mL,即为碱性香料分析样。③将剩余有机相用20mL 15%NaCl萃取3次。得水相60mL,再加入20%HCl调pH到1,再用 CH_2Cl_2 反萃取3次,与②同,得到的浓缩液为酸性香料分析样。④剩余的有机相用20mL饱和洗涤,6g无水硫酸钠脱水, 60°C 水浴下浓缩至2mL,即为中性香料分析样。

1.4 测定方法

香气物质含量采用GC/MS与微机联用进行定性、定量分析。

GC/MS定性分析条件:MS为VG-70SE(英国),GC为HP-5890(日本),毛细管柱为OV-101($25\text{m}\times 0.25\text{mm I.D. WCO T}$),载体 He ,汽化室温度 250°C ,离子源温度 220°C ,电子轰击电压20eV,化学电离反应气体为异丁烷,柱温 50°C 保持1min,以 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度升到 220°C 并保持10min,载气流量0.8mL/min,尾吹气25mL/min,直接获得分子离子及质谱片断图谱,由谱库、谱图及质谱解析规律得到定性结果。

GC定量条件:仪器为HP-5890,检测器为FID,载气 He ,毛细管柱OV-101,FID温度为 250°C ,汽化室温度 240°C ,分流比1:25,柱温

50°C ,保持2min以 $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 速度升温到 120°C 保持30min,然后升温到 220°C 。各成分相对含量以其峰值面积占总面积的百分比表示。

2 结果与分析

从表1看出,烤后烟叶共分离出66种香气物质成分,其中中性香气物质42种,酸性物质16种,碱性香气物质8种。

2.1 中性致香物质

中性致香物质如苯甲醇、苯乙酸、巨豆三烯酮、西柏三烯二醇、二氢猕猴桃内酯、茄酮、 β -大马酮、邻苯二甲酸二丁酯都是重要的烟草香气物质,对烟草感官香味贡献最大。低温低湿变黄与低温高湿变黄处理的中性香气物质含量,分别为49.455%,47.831%,高温高湿、高温低湿中性香性物质含量分别为36.721%,37.821%。低温低湿、低温高湿烘烤比高温高湿、高温低湿烘烤含量高的香气物质主要有:苯乙醇、2-呋喃甲醛、烟碱、巨豆-4,6(Z),8(Z)-三烯酮-3、巨豆-4,6(Z),8(E)-三烯酮-3、西柏三烯二醇、新植二烯、 β -紫罗兰酮、磷酸三丁酯、植醇、邻苯二甲酸二乙酯、二氢猕猴桃内酯、 β -大马酮、香叶基丙酮、二甲苯基甲醛、苯乙醛等。变黄期高温高湿、高温低湿烘烤含量高于低温低湿、低温高湿烘烤的物质有:芳樟醇、2,4-异丙基苯酚、巨豆-4,6(E),8(Z)-三烯酮-3、苯酚等。10类主要的香气物质(烟碱、苯甲醇、苯乙醇、巨豆三烯酮、西柏三烯二醇、二氢猕猴桃内酯、茄酮、 β -大马酮、邻苯二甲酸二丁酯、新植二烯)的总量,低温低湿变黄烘烤为30.14%,低温高湿变黄烘烤为28.179%,高温高湿变黄烘烤为21.111%,高温低湿变黄烘烤为23.239%。这说明低温烘烤有利于多种香气物质的形成,香气物质的含量增大,尤其是主要香气物质的含量增加更多,而高温高湿和高温低湿则会破坏部分香气物质。不论哪种烘烤条件,中性物质含量最高的为新植二烯、茄酮、烟碱、西柏三烯-4,6-二醇;含量最低的是 β -大马酮。新植二烯有弱的令人愉快的气味,能增进烟的吃味和香气,同时又通过降解转化形成致香成分。 β -大马酮具有清香风格,在低温变黄情况下,才由痕量发展为微量。变黄期温度一定的情况下,保持适当低的温度,有利于烟叶适当失水,有利于淀粉水解酶、蛋白酶活性的提高,有利于香气前提物的形成和积累。由此可知,对中性香气物质来说,变黄期低温低湿更有利于香气物质的形成和积累,4种烘烤条件对中性香气物质的

贡献表现为: 低温低湿> 低温高湿> 高温低湿> 高温高湿。

2.2 酸性致香物质

烟叶中的非挥发性酸虽然对烟气的香味没有明显的直接作用, 但可以调节烟叶的酸碱度, 使吃味醇和, 还可以增加烟气浓度, 因而间接影响烟气的香气, 在烟气中起平衡作用。不同烘烤条件下, 16 种酸占总峰面积为: 低温低湿 48.541%、低温高湿 43.272%、高温高湿 41.718%、高温低湿 45.84%。低温低湿、低温高湿烘烤中, 棕榈酸含量都高于高温低湿烘烤, 月桂酸低于高温高湿烘烤, 月桂酸同豆蔻酸一样与烟叶香吃味呈正相关。主要表现为烟叶香气量较大, 劲头适中, 余味舒适; 亚麻酸、亚油酸、棕榈酸是烤烟主要的致香成分之一, 能增加烟气的脂肪味、腊味并使之圆和^[10]。另外, 亚麻酸、2-十六碳烯基(一)丁二酸酐、1,2-二硫戊环-3-戊二酸、2-十二碳烯基丁二酸酐在高温烘烤中仅以痕量

存在, 可见对酸性物质而言, 低温低湿、低温高湿烘烤优于高温高湿、高温低湿烘烤。总之, 4 种烘烤条件对烟叶中酸性香气物质的贡献为: 低温低湿> 低温高湿> 高温低湿> 高温高湿。

2.3 碱性致香物质

碱性致香物质在卷烟抽吸过程中, 能与烟碱一起影响烟草制品的感官生理强度, 杂环类化合物如吡咯、呋喃等具有浓郁的烤香、坚果香和焦糖香, 对烟叶香味起着主要作用。碱性香料物质含量较少, 低温低湿为 2.021%、低湿高湿为 1.114%、高温高湿为 0.82%、高温低湿为 1.030%。致香物质含量表现为低温低湿、低温高湿优于高温高湿、高温低湿, 其中吡咯、呋喃、2,3-二吡啶、2-亚氨基-3-苯并噻唑灵只在低温低湿和低温高湿情况下出现, 高温高湿、高温低湿下只有痕量。高温高湿、高温低湿烘烤下香气含量高于低温低湿、低温高湿的有麦斯明, 其余的低于低温低湿、低温高湿烘烤; 就湿度

表 1 不同烘烤处理对烟叶主要致香物质含量的影响 (%)

类别	香气成分	变黄条件			
		低温低湿	低温高湿	高温高湿	高温低湿
中性	芳樟醇	0.185	0.175	0.414	0.361
	β- 苯乙醇	1.160	1.475	0.730	1.042
	2- 呋喃甲醛	1.330	1.215	0.680	1.140
	烟碱	3.095	2.440	2.062	2.130
	茄酮	2.990	2.940	1.140	1.253
	1- (2, 6, 6- 三甲基- 1, 3- 环己二烯,)- 2- 丁烯- 1- 酮	2.285	2.050	3.582	2.167
	2, 4- 二异丙基苯酚	0.495	0.420	0.620	0.540
	4- 甲基- 2, 6- 二丙基苯酚	0.501	0.485	0.780	0.830
	巨豆- 4, 6(Z), 8(Z)- 三烯酮- 3	0.445	0.494	0.381	0.360
	巨豆- 4, 6(Z), 8(E)- 三烯酮- 3	0.890	0.825	0.753	0.702
	巨豆- 4, 6(E), 8(Z)- 三烯酮- 3	0.770	0.660	0.776	0.883
	巨豆- 4, 6(E), 8(E)- 三烯酮- 3	0.990	0.935	0.781	0.590
	苯	1.220	0.945	1.602	1.060
	菲	0.865	0.786	0.611	0.790
	邻苯二甲酸二丁脂	0.985	1.045	1.052	1.052
	(1s, 2E, 4R, 6R, 7E, 11S)2, 7, 12- 西柏三烯- 4, 6- 二醇	3.710	3.025	2.950	2.903
	新植二烯	12.150	11.95	10.311	10.114
	苯甲醇	2.590	2.190	tr	2.060
	2, 3- 庚二烯醛	0.145	0.111	tr	0.211
	β- 紫罗兰酮	0.305	0.240	tr	tr
	磷酸三丁酯	0.440	0.420	tr	0.140
	植醇	2.520	2.520	tr	tr
	邻苯二甲酸二乙酯	0.460	0.340	0.242	0.352
	二氢猕猴桃内酯	0.340	0.185	0.193	0.150
	β- 大马酮	0.025	0.015	tr	tr
	香叶基丙酯	0.250	0.275	0.224	0.205
	二甲基苯甲醛	0.490	0.470	0.381	0.324
	苯乙醛	0.225	0.280	0.132	0.246
	甲基丁烯- 1- 酮	1.115	1.170	1.53	1.090
	苯酚	1.175	1.160	1.310	1.240
	5- 甲基- 乙糠醛	0.410	0.395	0.262	0.522
	1- (氢- 二乙酰基- 吡咯)乙醇	0.190	0.190	0.108	0.211
	1- (2, 6, 6- 三基)- 2- 丁烯- 1- 酮	0.190	2.175	1.450	0.622

续表 1 不同烘烤处理对烟叶主要致香物质含量的影响 (%)

类别	香气成分	变黄条件			
		低温低湿	低温高湿	高温高湿	高温低湿
酸 性	2-甲基-3-环己醇	0.215	0.285	tr	tr
	1,2-二羟-1,1,6-在甲基萘	0.275	0.280	0.231	0.180
	2,2-二甲基正丙基硫代苯	0.640	0.515	tr	tr
	2,3,6-三甲基-1,4-萘醌	0.675	0.645	tr	tr
	3,7,11-三甲基-2,6,10-十二烷三烯-1-醇	0.375	0.180	tr	0.110
	3-氨基苯甲醇	1.198	1.070	tr	0.901
	3,5-二乙丙基-9-羟基苯甲醛	0.305	0.205	0.320	0.360
	E-15-七烯醛	0.201	0.160	0.292	0.310
	9,12,18-十八三烯酸甲酯	0.635	0.490	0.821	0.670
	十三碳酯	0.080	0.090	tr	tr
	十七碳酸	tr	tr	tr	0.320
	十八碳酸	1.241	1.280	1.560	2.140
	苯甲酸	tr	0.325	tr	tr
	月桂酸	7.35	7.425	7.620	7.650
	豆蔻酸	6.725	6.312	5.420	9.600
	棕榈酸	8.710	8.98	8.428	7.160
	棕榈油酸	0.530	0.495	0.770	0.870
	硬脂酸	0.675	0.645	0.640	0.980
	油 酸	1.250	1.090	1.360	1.180
	亚油酸	4.325	4.130	5.320	3.040
碱 性	亚麻酸	0.280	0.160	tr	tr
	十二碳烯酸	13.160	10.720	10.900	12.900
	2-十六碳烯基(-)丁二酸酐	0.295	tr	tr	tr
	1,2-二硫戊环-3-戊二酸	2.695	1.620	tr	tr
	2-十二碳烯基(-)丁二酸酐	1.225	tr	tr	tr
	噻 唑	0.415	0.335	0.350	0.490
	降烟碱	0.130	0.120	0.180	0.260
	麦斯明	0.105	0.085	0.160	0.100
	咧 噪	0.185	0.180	0.13	0.180
	吡 咯	0.285	0.149	tr	tr
	味 喃	0.230	0.245	tr	tr
	2,3-二吡啶	0.376	tr	tr	tr
	2-亚氨基-3-苯并噻唑灵	0.295	tr	tr	tr

注: 各成分相对含量是 以其峰面积占总面积的百分数表示; tr 表示该成分仅以痕量存在

而言, 低湿烘烤略优于高湿烘烤。

3 结论与讨论

变黄期低温、低湿有利于香气前提物生成和积累, 低温、低湿条件下烘烤后烟叶香气成分与高温、高湿相比, 致香物质足、香气种类多, 许多重要的香气成分在低温低湿的情况下才能形成。温度、湿度对中性香气物质的影响比酸性、碱性更为明显。从香气物质的生成过程来看, 这些化合物主要是在主脉干燥的高温条件形成的, 而香气前提物如新植二烯、西柏三烯等的形成则取决于烟叶变黄时间的长短和温度的高低。低温变黄情况下烟叶变黄的时间较长, 有利于香气前提物形成和充分积累, 低湿情况下烟叶失水充分、适当, 淀粉水解, 蛋白酶活性高, 糖、氨基酸积累增加, 烤后香气量足、香气种类多。总之, 从香气物质的种类和致香物质含量以及一些对香气有重要贡献的物质来看, 变黄期的温度、湿度表现为低温低湿> 低温高湿> 高温低湿> 高温高湿。

参考文献:

[1] 闫克玉. 烟草化学[M] . 郑州: 郑州大学出版社, 2002:

99— 100.

[2] Smeeton B W. Genetic control of tobacco quality[J] . Rec Adv Tob Sci, 1987, 13: 3— 26.

[3] 史宏志, 韩锦峰. 烟叶香气前提物在成熟和调制过程中的变化[J] . 作物研究, 1996, 10(2): 22— 25.

[4] Forrest G, Vilcins G. Determination of bobacco carotenoids by resonance raman spectroscopy [J] . Agric Food Chem, 1979, 27: 609— 704.

[5] Davis D L. Waxes and lipids in leaf and their relationship to smoking quality[J] . Rec Adv Tob Sci, 1976, 4: 110— 113.

[6] Chortyk O T. Compartive studies on the brown pigments of tobacco[J] . Tob Sci, 1967, 11: 137— 139.

[7] Weybrew J A, Long R C. More on tobacco browning: the first pigment[J] . Tob Sci, 1970, 14: 167— 169.

[8] 宫长荣, 汪耀富. 不同成熟度和烘烤处理对烟叶中 C₁₂—C₂₀脂肪酸含量的影响 [J] . 河南农业大学学报, 1996, 30(1): 37— 40.

[9] 宫长荣, 汪耀富. 烟叶烘烤中变黄和定色条件对香气特征的影响[J] . 河南农业大学学报, 1996, 11(3): 106— 111.

[10] 韩锦峰, 马长力. 烤烟香气物质及品种、肥料类型对其影响的研究[J] . 作物学报, 1993, 19(3): 18— 22.