

不同施氮水平对烤烟中性致香成分 及评吸质量的影响*

赵铭钦¹, 杨磊¹, 李元实², 孙国伟², 韩富根¹

(1. 河南农业大学农学院, 河南 郑州 450002; 2. 吉林烟草工业有限责任公司, 吉林 延吉 133001)

摘要:以吉林敦化烤烟烟叶为试材, 采用气相色谱-质谱联用法(GC/MS)技术对2006~2007年5种施氮水平处理下烟叶中中性致香成分进行了定性定量分析, 并对其单料烟进行了感官评吸。结果表明, 随着施氮量的增加, 烟叶中中性致香物质成分的总含量是增加的, 到达中等施氮(纯氮90 kg/hm²)水平时, 烟叶香气物质成分总量积累达到高峰, 之后, 烟叶中总的中性致香成分含量随施氮量增加表现为明显下降趋势; 不同施氮水平相比较, 以中氮处理(处理③)烟叶中的中性致香成分总量最高, 其次是中低氮处理(处理②)和中高氮处理(处理④), 施氮不足(处理①)或过量(处理⑤), 烟叶香气质量均最差。进一步的评吸结果也表明, 烟叶感官质量的变化与香气物质成分含量的变化趋势是一致的。

关键词:施氮水平; 烤烟; 中性致香物质; 评吸

中图分类号: S 572.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X(2009)01-0016-06

Effect of Different Nitrogen Levels on Tobacco Neutral Aroma Components and Smoking Quality

ZHAO Ming-qin¹, YANG Lei¹, LI Yuan-shi², SUN Guo-wei², HAN Fu-gen¹

(1. Agronomy College, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

2. Tobacco Industrial Limited Company of Jilin, Yanji 133001, China)

Abstract: The neutral aroma components of flue-cured tobacco leaves, which were produced in Dunhua city of Jilin province from 2006 to 2007, were qualitatively and quantitatively analyzed with 5 treatments of nitrogen levels by gas chromatography mass spectrum (GC/MS), and the smoking quality of these leaves were evaluated. The results showed that the total contents of neutral aroma components increased with the nitrogen level increasing. The accumulation of neutral aroma components contents reached maximal under middle nitrogen level (90 kgN/hm²), and then the contents of neutral aroma components obviously decreased with the nitrogen level increasing. Compared different treatments, the total contents of neutral aroma components under middle nitrogen level (treatment ③) were maximal, the next were the middle and low nitrogen level (treatment ②) and the middle and high nitrogen level (treatment ④), the quality of tobacco aroma of less nitrogen level (treatment ①) and more nitrogen level (treatment ⑤) were the worst. The change of tobacco leaves sensory quality was the same as the changes of neutral aroma components content by smoking.

Key words: nitrogen level; flue-cured tobacco; neutral aroma components; sensory evaluation

收稿日期: 2007-11-05 修回日期: 2007-11-27

* 基金项目: 吉林烟草工业有限责任公司重大科技攻关项目(JY2006012)

作者简介: 赵铭钦(1964-), 男, 河南新密人, 副教授, 博士, 主要从事烟草质量评价、烟草化学与香精香料、烟草发酵与加工工艺研究。E-mail: mqzhao999@tom.com

氮素是烤烟最重要的营养元素, 合理的氮肥用量对提高烟叶产量和品质具有十分显著的作用^[1]。目前对烤烟施肥的研究多集中于氮肥形态和氮肥与其它元素配比对烟叶产量和常规化学成分的影响方面^[2~4], 而对烟叶致香物质含量和感官质量影响的研究较少。烤烟致香物质含量是衡量烟叶品质的重要因素之一, 烟叶的香气质和香气量与其致香物质含量呈正相关关系, 通过分析烟叶致香物质含量, 可以对烟叶的香气质量进行客观、准确的评价^[5]。因此, 本研究采用田间试验结合室内分析, 探讨了施氮水平对烤烟中性致香成分及评吸质量的影响, 旨在为延边地区合理施肥提高烤烟的香气质量提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设计

试验于2006~2007年在吉林省延边自治州敦化市雁鸣湖镇腰甸村进行, 供试验品种为当地烤烟品种龙江911, 前茬作物黄豆。试验田土壤肥力中等, 复合肥采用上海烟草专用肥, 饼肥采用当地腐熟芝麻饼肥, 全部饼肥和2/3的复合肥作基肥放入, 另外1/3的复合肥和50%的 K_2SO_4 栽烟时作窝肥施入, 所剩50% K_2SO_4 在团棵期追施, 移栽期5月16日, 种植密度120 cm行距, 50 cm株距, 密度16 500株/hm²。

试验共设5个处理, 分别为: 处理①纯氮45 kg/hm²; 处理②纯氮77.5 kg/hm²; 处理③纯氮90 kg/hm²; 处理④纯氮112.5 kg/hm²; 处理⑤纯氮135 kg/hm²。每个处理均按有机氮占40%, P_2O_5 105 kg/hm², K_2O 157.5 kg/hm²。大区试验, 不设重复, 每处理面积667 m²。

1.2 样品制备

成熟期分叶位采收, 采用三段式烘烤工艺进行调制, 按烤烟42级国标进行分级, 选取烟样等级为中桔三(C3F)。样品分为两部分, (A)烘干粉碎过60目筛子, 用于香气成分测定分析; (B)切丝后卷成单料烟, 送吉林烟草工业有限责任公司技术中心进行感官评吸。

1.3 烟叶致香物质测定

1.3.1 烟叶样品前处理方法

中性香味物质提取及定性定量分析采用HP5890-5972气质连用仪^[6]。在同时蒸馏萃取装置的一端接盛有10 g烟样(过60目筛)、1 g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, 该端烧瓶置于恒温水浴锅中加热, 水浴温度为60℃。同时蒸馏萃取2.5 h。萃取完成后, 加入10 g无水硫酸钠干燥有机相, 然后于60℃水浴中浓缩至1 mL左右即得烟叶精油。

1.3.2 香气物质测定定性定量条件

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: 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℃, 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50~500 amu; MS谱库NIST02; 采用内标法定量。

2 结果与分析

香气是评价烟叶内在质量最重要的指标之一。烟叶中致香成分十分复杂, 不同致香物质具有不同的化学结构和性质, 因而对人的嗅觉可以产生不同的刺激作用, 形成不同的嗅觉反应, 对烟叶香气的质、量、型有不同的贡献^[7]。为便于分析本试验致香物质含量的差异, 把所测定的致香物质按烟叶致香前体物进行分类。在检测出的32种中性致香成分中, 有苯丙氨酸类4种、棕色化产物类5种、萜烯类2种、类胡萝卜素类14种和其它类7种。

2.1 不同施氮水平对烟叶中苯丙氨酸类物质含量的影响

烟草中苯丙氨酸的代谢转化是影响烟草香味的重要过程之一, 其代谢产物如苯甲醇、苯乙醇都是烟草中的重要致香成分, 可使烟草增加类似花香的香味^[7]。表1所示为不同施氮水平烟叶中苯丙氨酸类物质含量的变化, 其中苯甲醇、苯乙醇是其主要的致香成分, 二者含量共占总量的75%以上, 其中各处理致香成分含量都有随施氮量增加呈现先增加后又下降的倒“V”字趋势, 说明中氮施肥水平(处理③)施氮水平对苯丙氨酸类致香成分的形成有利。

表 1 不同施氮水平对烟叶中苯丙氨酸类物质含量的影响

Tab. 1 Influence of different nitrogen levels on the contents of phenylalanine in tobacco leaves

μg/g

致香物质 aroma componen	处理① treatment ①	处理② treatment ②	处理③ treatment③	处理④ treatment④	处理⑤ treatment ⑤
苯甲醛 Benzaldehyde	0.99	1.39	1.48	1.28	0.59
苯甲醇 Benzalcohol	15.81	16.03	17.92	16	13.53
苯乙醛 Benzethyl aldehyde	3.97	4.11	5.39	4.05	3.54
苯乙醇 Benzethyl alcohol	7.33	6.53	7.48	9.09	7.2
苯丙氨酸类 (合计) Phenylalanine (total)	28.12	28.07	32.28	30.41	24.86

2.2 不同施氮水平对烟叶中类胡萝卜素含量的影响

类胡萝卜素是烟叶中重要的致香前体物, 烟叶经调制、醇化后 95% 的类胡萝卜素将分解形成不同的香味物质, 对烟叶的香气起着重要的作用^[8,9]。如表 2 所示, 不同施氮水平对烟叶中的类胡萝卜素

类香气成分含量的变化没有明显的增减规律, 但无论是从主要致香成分 (紫罗兰酮、大马酮、巨豆三烯酮、二氢猕猴桃内酯、香叶基丙酮、法尼基丙酮) 还是从类胡萝卜素类降解产物总量上来看, 均以中氮施肥水平 (处理③) 最高。

表 2 不同施氮水平对烟叶类胡萝卜素含量的影响

Tab. 2 Influence of different nitrogen levels on the contents of carotenoid in tobacco leaves

μg/g

致香物质 aroma componen	处理① treatment①	处理② treatment②	处理③ treatment③	处理④ treatment④	处理⑤ treatment⑤
6-甲基-2-庚酮 Methyl-2-Heptanoicketone	0.84	0.79	0.87	0.71	0.7
6-甲基-5-庚烯-2-酮 6-Methyl-4H-5-Hepten-2-one	tr	tr	tr	0.25	tr
β-大马酮 β-Damascone	23.72	26.5	29.75	21.73	24.76
假紫罗兰酮 Pseudoionone	17.94	16.21	17.57	13.88	15.36
香叶基丙酮 Geranyl acetone	2.06	1.51	2.00	1.56	1.88
β-紫罗兰酮 β-ionone	1.60	1.15	0.87	1.24	1.29
二氢猕猴桃内酯 Dihydroactionlide	3.82	2.9	3.92	2.41	2.04
巨豆三烯酮 1 Megastigmatrienone 1	2.14	1.39	1.65	1.10	1.61
巨豆三烯酮 2 Megastigmatrienone 2	9.70	6.66	8.18	4.51	7.79
巨豆三烯酮 3 Megastigmatrienone 3	2.44	1.82	2.35	1.6	2.09
巨豆三烯酮 4 Megastigmatrienone 4	8.77	8.59	12.2	6.11	10.10
三羟基-β-二氢大马酮 Trihydroxyl-β-Damascone	5.04	3.27	5.48	2.38	3.28
法尼基丙酮 Farnesylacetone	10.23	9.20	11.48	6.00	9.77
β-环柠檬醛 β-Damascon	0.76	0.61	0.7	0.57	0.59
类胡萝卜素类 (合计) Carotnoids (total)	88.3	80.59	90.02	64.04	81.25

注: tr 表示痕量, 以下同。

Note: "tr" means "trace", the same as below.

2.3 不同施氮水平对烟叶中棕色化反应产物含量的影响

氨基酸和糖类之间的非酶棕色化反应, 也称美拉德反应, 反应产生复杂的混合物。包括各种挥发性化合物和聚合的棕色物质, 以前又称为类

黑素。烤烟中这两类物质的含量特别显著, 其含量的多少与烤烟的特征性香味有一定关系^[10]。从表 3 可以看出, 糠醛、糠醇、呋喃是棕色化反应降解产物的主要致香成分, 随施氮量增加各处理组分变化较大, 其中处理④的糠醛含量达到 24.64 μg/g

比处理⑤的总棕色化反应产物含量量 21.32 $\mu\text{g/g}$ 还要高出 15.6%, 处理⑤纯氮 135 kg/hm^2 的单一

组分含量及总量明显小于其它处理; 说明过高的施氮量对棕色化反应产物起副作用。

表3 不同施氮水平对烟叶中棕色化反应产物含量的影响

Tab. 3 Influence of different nitrogen levels on the contents of the products of browning reaction in tobacco leaves $\mu\text{g/g}$

致香物质 aroma componen	处理① treatment①	处理② treatment②	处理③ treatment③	处理④ treatment④	处理⑤ treatment⑤
糠醛 Furfural	15.66	20.93	18.62	24.64	16.43
糠醇 Furrulol	2.98	3.45	4.26	3.62	2.9
乙酰基呋喃 Acetyl-Furan	0.38	0.42	0.26	0.46	tr
5-甲基-2-糠醛 5-Methyl-2-Furfural	1.60	1.33	1.57	2.09	1.07
2-乙酰基吡咯 Acepyrrol	1.68	1.03	1.48	1.35	0.91
棕色化反应产物 (合计) Products of browning reaction (total)	22.31	27.16	26.19	32.16	21.32

2.4 不同施氮水平对烟叶中其它萜烯类化合物含量的影响

类西柏烷类是烟草中一类主要的萜烯类化合物, 它的降解产物多数被认为是烟草香味的主要成分, 而茄酮则是类西柏烷类降解产物中十分重要的香气成分, 可以赋予烟草醇和的特殊香气^[7]。表4结果显示, 处理①、处理③、处理⑤茄酮含量较高但差异不显著, 处理②、处理④茄酮含量处较底水平, 施氮量梯度变化对茄酮含量影响不明显。

新植二烯是烤烟中性香气物质中含量最高的成分, 由于它可直接转移到烟气中, 并具有减轻刺激和柔和烟气的作用, 因而与烟气的品质密切相关^[11]。从分析测试结果(表5)可以看出, 各处理新植二烯含量变化较大, 从高到底的顺序依次为处理③>处理②>处理①>处理④>处理⑤, 其中处理③比处理④、处理⑤分别高出 21.3% 和 48.2%, 由此说明中氮施肥水平能显著增加新植二烯含量。

表4 不同施氮水平对烟叶中其它萜烯类化合物含量的影响

Tab. 4 Influence of different nitrogen levels on the contents of other terpenoids chemicals in tobacco leaves $\mu\text{g/g}$

致香物质 Aroma componen	处理① treatment①	处理② treatment②	处理③ treatment③	处理④ treatment④	处理⑤ treatment⑤
新植二烯 Neophytadiene	664.00	685.00	870.00	635.00	587.00
茄酮 Solanone	45.15	38.78	46.2	32.91	47.20
萜烯类物质 (合计) Terpenoids chemicals (total)	709.15	723.78	916.20	667.91	634.20

2.5 不同施氮水平对烟叶内中性香气物质总含量的影响

烟叶中总中性挥发致香物的含量一定程度上决定了其内在的香气水平。通过对不同施氮量处理的初烤烟叶总中性挥发致香物质含量比较(见表5)可以看出, 除了棕色化反应产物和其它类致香成分含量表现处理③略低于个别处理外, 苯

丙氨酸类、萜烯类、类胡萝卜素类致香成分含量均呈现处理③为最高, 达到 1 084.09 $\mu\text{g/g}$, 比最低处理⑤高出 27.6%; 处理②、处理①致香成分总量含量则略小于处理③, 但均高于处理⑤。可见施氮量的过高、过低都不利于其中性总致香物量的积累, 而中等施氮量中性总致香物的含量则相对较高。

表 5 不同施氮水平对烟叶中总挥发性香气物质含量的影响

Tab. 5 Influence of different nitrogen levels on the content of total neutral volatile aroma components in tobacco leaves $\mu\text{g/g}$

致香物质 aroma componen	处理① treatment①	处理② treatment②	处理③ treatment③	处理④ treatment④	处理⑤ treatment⑤
类胡萝卜素类 carotnoids	88. 3	80. 59	90. 02	64. 04	81. 25
苯丙氨酸类 phenylalanine	28. 12	28. 07	32. 28	30. 41	24. 86
棕色化反应产物 products of browning reaction	22. 31	27. 16	26. 19	32. 16	21. 32
萜烯类物质 terpenoids chemicals	709. 15	723. 78	916. 2	667. 91	634. 2
其它类 other specials	18. 03	17. 91	19. 40	15. 02	22. 50
香气物质总 total of aroma components	865. 91	877. 51	1084. 09	809. 54	784. 13

2.6 不同施氮水平对感官评吸质量的影响

通过感官评吸鉴定,可以直接、准确地评价出烟叶及其制品质量的优劣^[12]。通过对不同氮用量条件下烟叶感官质量的评吸结果(表6)表明,不同施氮量对烤烟烟叶香气量、杂气、刺激性、

劲头及余味影响较大,对香气质、燃烧性、灰色影响不明显。不同施氮水平相比较,以处理③香气量较足,杂气、刺激性减轻、劲头适中,余味舒适,总评居第1位,处理②、处理④次之,处理①、处理⑤表现较差,分别居第4位和第5位。

表 6 不同施氮水平对烤烟感官评吸质量的影响

Tab. 6 Influence of different nitrogen levels on sensory evaluation in flue-cured tobacco

处理 treatment	香气质 character of aroma	香气量 volume of aroma	杂气 offensive taste	刺激性 biting taste	劲头 strength	余味 residual taste	燃烧性 burning character	灰色 ash colour	位次 rank
1	中 medium	尚足 full ⁻	有 yes	略大 yes ⁺	适中 moderate	较舒适 more comfortable	中等 medium	灰 grey	4
2	中 medium	尚足 full ⁻	微有 lightest	略大 yes ⁺	适中 moderate	较舒适 more comfortable	中等 medium	灰 grey	2
3	中 medium	较足 full	较轻 lighter	有 yes	适中 moderate	舒适 comfortable	中等 medium	灰 grey	1
4	中 medium	较足 full	较轻 lighter	有 yes	较强 stronger	较舒适 more comfortable	中等 medium	灰 grey	3
5	中 medium	尚足 full ⁻	有 yes	略大 yes ⁺	较强 stronger	尚舒适 comfortable	中等 medium	灰 grey	5

注:由吉林烟草工业有限责任公司技术中心进行单料烟评吸。

Note: Sensory evaluation was carried out by Jilin tobacco industry limited liability company technology center.

3 结论与讨论

(1) 研究结果表明:不同施氮水平对烤烟烟叶中性致香成分含量有着明显的影响。中氮施肥水平(处理③)条件下,烟叶中香气物质积累最为丰富,总含量则处于理想水平;中低氮施肥水平(处理②)和中高氮施肥水平(处理④)次之,低氮施肥水平(处理①)或高氮施肥水平(处理⑤)条件下烟叶中致香物质成分总含量以及各组分含量最低。在本试验所定性定量分析的4大类

(丙氨酸类、棕色化产物类、萜烯类、类胡萝卜素类)致香前提物及其降解组分中,新植二烯、茄酮、紫罗兰酮、大马酮、巨豆三烯酮、糠醛、苯甲醇、苯乙醛、苯乙醇等所占含量比例相对较高,且对烟叶的香气质、香气量贡献较大,是烤烟的主要致香成分。

(2) 通过感官质量评吸结果表明,不同施氮水平对烤烟烟叶中香气量、杂气、刺激性、劲头及余味影响较大,对香气质、燃烧性、灰色影响不明显。根据评吸结果优劣对各个处理进行排序,

依次为处理③ > 处理② > 处理④ > 处理① > 处理⑤, 而且评吸结果与上述致香成分测定结果是十分吻合的。

(3) 综合(1)和(2)结果, 在当地以施 N 90 kg/hm² 烟叶质量最好, 过高过低均不利香气物质及评吸质量的提高。

(4) 香气是评价烟叶内在质量的核心内容和重要指标之一。烟叶致香成分众多, 每种香气成分含量极微, 而且各种致香成分间又相互作用, 所以烟叶香气质量是由多种香气成分的组成、含量、比例及相互作用所决定的^[13]。尽管影响烤烟香气的因素很多, 但对于同一烤烟品种而言, 选择适当的栽培措施来提高烟叶的香气含量将是烟叶生产中的重要技术途径。综上所述, 在中等施氮水平条件下(既纯氮 90 kg/hm²)对稳定提高延边敦化地区烟叶的致香物质含量及感官质量具有积极作用。

[参考文献]

- [1] 胡国松, 郑伟, 王震东, 等. 烤烟营养原理 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [2] 韩锦峰, 汪耀富, 钱晓刚, 等. 烟草栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [3] 潘艳华, 胡靖, 杨树明, 等. 土壤氮、磷、钾肥量比对烤烟产量品质的影响 [J]. 西南农业大学学报, 2000, 22 (2): 120 - 122.
- [4] 汪耀富, 高华军, 刘国顺, 等. 氮、磷、钾肥配施对烤烟化学成分和致香物质含量的影响 [J]. 植物营养学报, 2006, 12 (1): 76 - 81.
- [5] HAYATO H R. The quality estimation of different tobacco types examined by headspace vapor [D]. England: Papers presented at the Joint Meeting of Smoke and Technology Groups of CORESTA, 1998.
- [6] 张晓娟, 汪文杰, 顾会战, 等. 雪茄外包皮烟人工发酵过程中香气物质的变化 [J]. 中国烟草科学, 2006, (1): 1 - 4.
- [7] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [8] 刘国顺, 叶协峰, 王彦亭, 等. 不同钾肥施用量对烟叶香气成分含量的影响 [J]. 中国烟草科学, 2004, 25 (4): 1 - 4.
- [9] 韦凤杰, 刘国顺, 杨永峰, 等. 烤烟成熟过程中类胡萝卜素变化与其降解香气物质关系 [J]. 中国农业科学, 2005, 38 (9): 1882 - 1889.
- [10] 景延秋, 宫长荣, 高玉珍, 等. 烟草香味物质及其形成的前体物质研究进展 [J]. 湛江海洋大学学报, 2006, 26 (2): 96 - 97.
- [11] D LAYTEN DAVIS, MARK T NIELSEN. 烟草生产、化学和技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [12] 于建军. 烟草化学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [13] 陈瑞泰. 中国烟草栽培学 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987.