

不同起垄方式与钾肥施用方法对烤烟中性致香物质含量的影响

赵铭钦¹, 刘金霞¹, 黄永成¹, 苏长涛¹, 刘国顺¹, 邵惠芳¹, 程玉渊², 胡焕兴²

(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 河南省烟草公司南阳市分公司, 河南 南阳 473061)

[摘 要] 为了给优质高香气烟叶生产提供技术支撑, 以河南南阳烤烟为试材, 共设 5 个处理: ①常规栽培方式 (CK); ②平栽二次培土成垄, 钾肥作基肥 1 次施入; ③平栽二次培土成垄, 钾肥分次施用 (钾肥 60 % 作基肥, 20 % 于团棵期追施, 20 % 于园顶期追施); ④低起垄二次培土成垄, 钾肥作基肥 1 次施入; ⑤低起垄二次培土成垄, 钾肥分次施用 (钾肥 60 % 作基肥, 20 % 于团棵期追施, 20 % 于园顶期追施), 研究起垄方式和钾肥使用方法对烟叶内中性致香物质含量的影响。结果表明: (1) 培土成垄和钾肥分次施用可以使烟叶中性致香物质总量增加, 各处理烟叶中类胡萝卜素类、苯丙氨酸类、棕色化产物、新植二烯等致香物质含量均较对照有很大提高, 其中以处理 ⑤最高, 其致香物质总量达到了 2 042.25 $\mu\text{g/g}$ 。(2) 钾肥施用方法相同, 低起垄培土成垄处理的烟叶中性致香物质总量高于平栽培土成垄处理; 起垄方式相同, 钾肥分次施用对致香物质总量的影响大于钾肥作基肥 1 次施入。综合分析认为, 各处理对烤烟烟叶内中性致香物质含量的影响由大到小依次为处理 ⑤> 处理 ③> 处理 ④> 处理 ②> 处理 ①。

[关键词] 烤烟; 起垄方式; 钾肥施用方法; 烟草香气成分

[中图分类号] S572

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2007)09-0058-05

Effects of different ridging mode and the methods of applying potassium fertilizer on the contents of aroma components in flue-cured tobacco

ZHAO Ming-qin¹, LIU Jin-xia¹, HUANG Yong-cheng¹, SU Chang-tao¹,
LIU Guo-shun¹, SHAO Hui-fang¹, CHENG Yu-yuan², HU Huan-xing²

(1 Agronomy college of He 'nan Agricultural University, National Tobacco Cultivation & Physiology & Biochemistry Research Centre, Zhengzhou, He 'nan 450002, China; 2 Tobacco Company of Nanyang, Nanyang, He 'nan 473061, China)

Abstract : In order to provide the technical support for producing high quality of aroma tobacco leaves, flue-cured tobacco in Nanyang was studied under 5 treatments: ①common cultivation (CK), ②ridging by double earthing up after flat planting, applying potassium fertilizer in a once-for-all method, ③ridging by double earthing up after flat planting, 60 % potassium fertilizer applied as basic fertilizer, and 20 % potassium fertilizer topdressing at resettling stage, and 20 % potassium fertilizer topdressing at dome stage fertilizer two times; ④ridging by double earthing up after low planting, applying potassium fertilizer in a once-for-all method; ⑤ridging by double earthing up after low planting, 60 % potassium fertilizer applied as basic fertilizer, 20 % potassium fertilizer topdressing at resettling stage, and 20 % potassium fertilizer topdressing at dome stage on the contents of neutral aroma components. Results showed that: (1) ridging by earthing up after planting and applying potassium fertilizer at different stages could increase the total content of neutral

†收稿日期 2006-08-21

[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, 主要从事烟草化学、烟草发酵与烟草加工工艺研究。

E-mail: mqzhao999 @tom. com

aroma componets. Compared with the common cultivation ,the contents of carotenoid ,phenylalanine ,products of browning reaction and neophytadiene were greatly increased in every treatment ,among which the treatment of ⑤ was the highest ,the total content reached 2 042. 25 $\mu\text{g/g}$; (2) with the same method of applying potassium fertilizer ,the total content of neutral aroma components in the treatment of ridging by low planting was higher than ridging by earthing up after flat planting ;by using the same ridging mode ,the total content of neutral aroma components in the treatment of applying potassium fertilizer twice was higher than applying potassium fertilizer in a once-for-all method. As far as the factors which influenced the total content of neutral aroma components were concerned , the order of the treatments was ⑤> ③> ④> ②> ①

Key words : flue-cured tobacco ;ridging mode ;the method of applying potassium fertilizer ;aroma components

烟草香气是指烟叶直接散发或燃烧时产生令人愉快的香味。烟叶致香物质含量与其香气质量密切相关,通过分析烟叶致香物质含量可以对烟叶质量进行比较客观、准确的评价^[1]。影响烤烟致香物质含量的因素很多,包括烤烟品种、肥料种类及用量、干旱胁迫、成熟度、海拔高度、烘烤过程等^[2]。烟叶香气不足是影响目前烟叶质量尤其是香气质量的主要因素之一。因此,提高烟叶的香气质量是当前烟叶生产中亟待解决的技术问题。有关增施钾肥对提高烤烟烟叶香气成分含量的研究已有报道^[3-4],但起垄方式和施钾肥相结合对烟叶致香成分含量的影响尚未见报道。为了进一步提高河南南阳烟区烟叶的香气质量水平,本试验研究了不同起垄方式和钾肥施用方法对烤烟烟叶香气成分含量的影响,以期为优质高香气烟叶生产提供理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于2005~2006年在河南省方城县赵河镇石寨村进行。土壤质地为砂壤土,土层深厚,土壤pH 7.3,有机质含量12.8 g/kg,碱解氮含量62.8 mg/kg,有效磷(P_2O_5)含量10.1 mg/kg,有效钾(K_2O)含量132.6 mg/kg。试区地势平坦,排灌方便,前茬作物为红薯。供试品种为云烟87。

1.2 试验设计

试验采用单因子完全随机区组设计,重复3次,小区面积66.7 m^2 ,区组设通道,四周设保护行。共设5个处理:①常规栽培方式(CK);②平栽二次培土成垄,钾肥作基肥1次施入;③平栽二次培土成垄,钾肥分次施用;④低起垄二次培土成垄,钾肥作基肥1次施入;⑤低起垄二次培土成垄,钾肥分次施用。

各处理均施土杂肥45 m^3/hm^2 ,芝麻饼肥375 kg/hm^2 ,纯N 45 kg/hm^2 、 P_2O_5 90 kg/hm^2 、 K_2O 135 kg/hm^2 ,肥料分别为硝酸铵、过磷酸钙、硝酸钾等。其中,土杂肥、芝麻饼肥、氮肥、磷肥作基肥条施;处理①、②、④钾肥作基肥1次施入,处理③和⑤的钾肥60%作为基肥,20%于团棵期追施,20%于园顶期追施。

各处理烟叶烘烤后选用中桔三烟叶样品进行香气成分分析。

1.3 中性致香物质的提取

中性香味物质提取及定性定量分析采用HP5890-5972气质连用仪^[5]。在同时蒸馏萃取装置的一端接盛有10 g烟样(过孔径0.246 mm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 $^{\circ}\text{C}$ 。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 $^{\circ}\text{C}$ 水浴中浓缩至1 mL左右即得烟叶精油。

1.4 中性致香物质含量定性和定量测定的条件

将1.3中处理制得的分析样品,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 $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μm);载气,He;流速,0.8 mL/min;进样口温度,250 $^{\circ}\text{C}$;传输线温度,280 $^{\circ}\text{C}$;离子源温度,177 $^{\circ}\text{C}$ 。升温程序:初温50 $^{\circ}\text{C}$,恒温2 min后,以2 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度升至120 $^{\circ}\text{C}$,5 min后2 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 的速度升至240 $^{\circ}\text{C}$,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^[6]。

2 结果与分析

烟叶香气成分是构成烟叶香吃味质量的重要因素,但烟叶香气成分的组成十分复杂。通过对各处理烤后烟叶的致香物质成分的 GC/MS 测定分析,

共检测出 29 种中性致香物质(表 1),其中类胡萝卜素类 11 种、类西柏烷类(茄酮)1 种、苯丙氨酸类 4 种、棕色化产物 6 种、其他类别的有 7 种。不同处理烟叶中各种中性致香物质含量大多数高于对照,只是不同处理之间中性致香物质含量有差异。

表 1 不同起垄方式与钾肥施用方法对烤后烟叶中性致香物质含量的影响

致香物质 Aroma composition	处理 Treatment				
	①	②	③	④	⑤
	μg/g				
巨豆三烯酮 1 Megastigmatrienone1	1.73	1.76	2.01	1.65	2.30
巨豆三烯酮 2 Megastigmatrienone2	6.62	7.58	8.38	8.37	7.47
巨豆三烯酮 3 Megastigmatrienone3	8.83	1.59	6.35	1.39	11.35
巨豆三烯酮 4 Megastigmatrienone4	12.30	13.92	15.00	14.10	12.53
二氢猕猴桃内酯 Dihydroactonlide	3.54	3.35	3.78	3.25	4.60
β-大马酮 β-Damascone	1.58	36.13	37.98	32.15	38.12
香叶基丙酮 Geranyl acetone	4.26	3.27	5.41	3.70	4.49
6-甲基-2-庚酮 6-Methyl-2-Heptanoicketone	1.42	0.63	1.22	0.62	1.59
6-甲基-5-庚烯-2-酮 6-Methyl-4H-5-Hepten-2-one	1.42	1.5	0.93	1.22	1.39
7,11,15-三甲基-3-亚甲基十六烷-1,6,10,14-四烯 7,11,15-Trimethy-3-Subunitsixteenalkane-1,6,10,14-fourAlkene	4.05	2.17	19.75	3.11	23.49
三羟基-β-二氢大马酮 Trihydroxyl-β-Damascone	4.26	3.04	4.76	3.92	4.49
类胡萝卜素类(总计) Carotenoid(toal)	50.01	75.42	105.57	73.48	111.82
茄酮 Solanone	93.05	78.41	99.02	89.50	106.23
类西柏烷类(总计) Cembratriendiol(total)	93.05	78.41	99.02	89.50	106.23
苯甲醛 Benzal dehyde	0.95	1.39	1.06	1.10	0.63
苯甲醇 Benzyl acolhol	12.53	12.86	14.06	12.30	17.98
苯乙醛 Beneeethyl aldehyde	2.47	1.39	2.43	2.05	2.66
苯乙醇 Beneethyl acolhol	2.53	4.05	5.73	3.63	4.19
苯丙氨酸类(总计) Phenylalanine(total)	18.48	19.71	23.28	19.08	25.46
糠醛 Furfural	3.10	18.50	15.14	20.97	23.54
糠醇 Furrulol	0.53	2.63	6.62	1.89	3.54
乙酰基呋喃 Acetyl-Furan	0.53	0.00	1.26	0.51	3.51
5-甲基-2-糠醛 5-Methy-2-Furfural	1.76	1.39	1.76	1.89	2.03
2,4-二甲基-2,5-二羟基-3-二氢呋喃酮 2,4-Methyl-2,5-Hydroxyl-3-Furanonel	0.77	1.41	1.27	1.42	1.08
2-乙酰基吡咯 2-Acetylpyrrol	1.23	1.39	0.95	0.95	1.01
棕色化产物(总计) Products of browing reaction(total)	7.93	25.34	26.99	27.63	34.72
新植二烯 Neophytadiene	1 265.85	1 351.50	1 576.75	1 549.57	1 762.25
吲哚 Indole	0.93	1.10	1.41	0.76	1.76
4-乙烯基-2-甲氧基苯酚 4-Acytyl-2-Methoxyphenol	1.59	2.94	5.00	2.52	3.04
2,4-戊二烯醛 2,4-Clutric Valeraldehyde	0.53	0.77	1.49	0.47	1.14
芳樟醇 Linalool	1.76	2.32	2.30	2.37	2.15
3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮 3,4-Methyl-2,5-Furanone	1.94	2.17	2.03	1.89	1.77
2-异丙基-5-酮基己醛 2-Isopropyl-5-ketone Hexaldehyde	1.41	1.24	1.76	1.89	1.14
其他类别(总计) Other content(total)	1 274.01	1 362.04	1 590.74	1 559.47	1 773.25
总计 Total	1 443.48	1 560.92	1 833.02	1 760.01	2 042.25

2.1 不同起垄方式与钾肥施用方法对烤后烟叶类胡萝卜素类香气物质含量的影响

类胡萝卜素类香气物质是构成烟叶香气质量的重要组分,其产生的香味域值相对较低,但对烟叶香气质量的贡献率较大^[7]。通过对烟叶中类胡萝卜素降解产物含量的分析(表 1)表明,各处理烟叶的类胡萝卜素类香气成分含量均高于对照,但提高幅度

有所不同,处理 ②处理 ③处理 ④处理 ⑤分别较对照增加了 50.81%,111.10%,46.93%,123.60%。在所测定的 11 种类胡萝卜素类香气物质中,巨豆三烯酮 1、巨豆三烯酮 3、二氢猕猴桃内酯、β-大马酮、6-甲基-2-庚酮、7,11,15-三甲基-3-亚甲基十六烷-1,6,10,14-四烯的含量均以处理 ⑤最高;巨豆三烯酮

2、巨豆三烯酮4、香叶基丙酮、三羟基 β -二氢大马酮的含量均以处理③最高;除对照外,其他处理的 β -大马酮含量均较高。

2.2 不同起垄方式与钾肥施用方法对烤后烟叶类西柏烷类香气物质含量的影响

类西柏烷类香气物质主要包括茄酮及其衍生物。茄酮是烟草中含量丰富的中性香气物质之一,赋予一种醛和酮的烟味^[8],它不但本身具有很好的香气,而且其降解转化产物,如茄醇、茄呢呋喃、降茄二酮等也是烟草中很重要的致香物质。对不同处理烟叶中西柏烷类各种成分含量的测定结果(表1)表明,烟叶中茄酮含量以处理⑤最高,其次是处理③,分别较对照增加了14.16%和6.42%;处理④高于处理②,但二者分别较对照降低了3.82%和15.73%。

2.3 不同起垄方式与钾肥施用方法对烤后烟叶苯丙氨酸类香气物质含量的影响

苯丙氨酸类香气物质对烤烟香气具有良好的影响,尤其是对烤烟的果香、清香贡献最大。在烤烟的挥发油中,最重要的化合物是苯甲醇和苯乙醇,它们可使烟气增加花香的香味^[8]。表1表明,与对照相比,各处理烟叶中苯丙氨酸类香气物质总含量均较高,处理②、处理③、处理④、处理⑤分别较对照增加了6.66%,25.97%,3.25%和37.77%。在所测定的4种苯丙氨酸类香气物质中,处理②烟叶中苯甲醛含量最高;处理⑤的苯甲醇和苯乙醛含量均最高,而苯甲醚含量最低;处理③的苯乙醇最高;4种苯丙氨酸类香气物质中,各处理均以苯甲醇含量最高。

2.4 不同起垄方式与钾肥施用方法对烤后烟叶棕色化产物含量的影响

棕色化产物中有许多都具有令人愉快的香气和吸味,它们对烟草香味质量的形成具有十分重要的影响。烟叶醇化后的坚果香、甜香等优美香气与这些化合物有密切的关系,尤其是其中的吡咯、呋喃类物质,虽然含量低微,但对可可香味的形成至关重要^[9]。由表1可知,不同起垄方式和钾肥使用处理后,烟叶中棕色化产物的含量分别较对照明显增加,处理②~⑤分别增加了17.41%,19.06%,19.70%和26.79 $\mu\text{g/g}$ 。烟叶中棕色化产物的积累程度明显不同,处理⑤的糠醛、乙酰基呋喃和5-甲基-2-糠醛含量明显高于其他处理;糠醇、2,4-二甲基-2,5-二羟基-3-二氢呋喃酮、2-乙酰基吡咯的含量分别以处理③、处理④和处理②较高;在测定的6种棕色化产物中,各处理的糠醛含量均最高。

2.5 不同起垄方式与钾肥施用方法对烤后烟叶新植二烯和其他类别香气物质含量的影响

新植二烯是烤烟中性致香物质中含量最高的成分,由于其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^[10]。表1表明,处理②~⑤烟叶中新植二烯含量均明显高于对照,分别较对照增加了85.65,310.90,283.72和496.40 $\mu\text{g/g}$,增加幅度分别达6.77%,24.56%,22.41%,39.21%。新植二烯含量的大幅度增加,对烟叶的香气质量的改善具有重要意义。在所测定的其余6种香气物质中,4-乙烯基-2-甲氧基苯酚和2,4-戊二烯醛含量均以处理③最高;处理④的芳樟醇和2-异丙基-5-酮基己醛含量均最高;吡啶和3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮含量分别以处理⑤、处理②最高。

2.6 不同起垄方式与钾肥施用方法对烤后烟叶中性致香物质总量的影响

从表1可以看出,各处理烟叶中的中性致香物质总量均高于对照,其中处理⑤最高,达2042.25 $\mu\text{g/g}$ 。处理⑤较处理③及处理④较处理②的中性致香物质总量分别增加了209.23和199.09 $\mu\text{g/g}$ 。表明钾肥施用方法相同,低起垄培土成垄处理的中性致香物质总量高于平栽培土成垄的处理。处理③较处理②及处理⑤较处理④的中性致香物质总量分别增加了272.10和282.24 $\mu\text{g/g}$ 。表明栽培方式相同时,各处理烟叶的中性致香物质含量因钾肥施用方法不同而异,钾肥分次施用对烟叶中性致香物质含量的影响要大于钾肥作基肥1次施入。综合分析,烟叶中性致香物质含量由大到小的顺序为处理⑤>处理③>处理④>处理②>处理①。

3 结论与讨论

(1)本试验结果表明,起垄方式和钾肥施用方法对烟叶香气有明显影响,各处理烟叶中性致香物质总量均高于对照,其中处理⑤最高,达到2042.25 $\mu\text{g/g}$,处理⑤的类胡萝卜素类、类西柏烷类、苯丙氨酸类、棕色化产物等含量最高;在所测定的29种中性致香物质中,巨豆三烯酮1、巨豆三烯酮3、二氢猕猴桃内酯 β -大马酮、6-甲基-2-庚酮、7,11,15-三甲基-3-亚甲基十六碳四烯、茄酮、苯甲醇、苯乙醛、糠醛、乙酰基呋喃、5-甲基-2-糠醛、新植二烯、吡啶等14种成分的含量均以处理⑤最高,这表明培土成垄,特别是低起垄二次培土成垄和分次施用钾肥能够提高烟叶的大多数中性致香物质的含量。在所测

定的 29 种主要中性致香物质中,各处理烤后烟叶中新植二烯含量均占绝对优势,这与有关报道相同^[7,11],而该种成分含量的不同导致了不同处理致香物质总量的差异。

(2) 本试验结果还表明,钾肥施用方法相同,与平栽二次培土成垄相比,低起垄二次培土成垄烟叶的中性致香物质总量相对较高,这对烟叶香气质量的改善具有重要的意义。范艺宽等^[12]研究表明,培土成垄,特别是二次培土成垄处理的烟叶香气较好。这可能因为起垄增加了耕作层,改善了土层结构,增强了烟株的根系活力和抗逆性,生长代谢旺盛所致。本研究中,起垄方式相同,分次施用钾肥能够提高烟叶中大多数中性致香物质含量,这可能是因为分次施用钾肥增强了烟株后期根系活力,有利于烟株均衡利用土壤养分,干物质积累较多,生长发育较协调,适时落黄成熟,从而提高了烟叶的香气含量。综合分析,烟叶中性致香物质总量由大到小的顺序为,处理 ⑤> 处理 ③> 处理 ④> 处理 ②> 处理 ①。

(3) 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。本试验结果表明,不同的起垄方式和钾肥使用方法对烟叶致香物质含量的影响作用明显,生产中采用培土成垄和调整钾肥的基肥、追肥比例,适当

增加追施钾肥的次数,对提高烟叶的香气物质含量具有积极作用。

[参考文献]

- [1] Weeks W W. Chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma[J]. Rec Adv Tob Sci, 1985(11): 175-200.
- [2] 薛超群,王广山,胡晨曦. 影响烤烟香气的农业因素[J]. 黑龙江烟草, 2004(4): 13-15.
- [3] 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(4): 1-4.
- [4] 张雪芹. 钾素营养对烤烟烟叶品质影响的研究进展[J]. 湖南环境生物职业技术学院学报, 2002, 8(3): 208-211.
- [5] 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.
- [6] 杨永峰,韦凤杰,刘国顺,等. 杀青前后烤烟叶片中性致香物质变化研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22(1): 64-67.
- [7] 周冀衡,杨虹琦,林桂华,等. 我国不同烤烟产区烟叶中主要挥发性香气物质的研究[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版, 2004(1): 20-23.
- [8] 史宏志,刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京:中国农业出版社, 1998.
- [9] 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的对比分析[J]. 中国农学通报, 2005, 21(5): 117-120.
- [10] Davis D L, Nielsen M T. 烟草生产、化学和技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2003.
- [11] 史宏志,韩锦峰,官春云. 烟叶香气前体物在成熟和调制过程中的变化[J]. 作物研究, 1999, 10(2): 22-25.
- [12] 范艺宽,韩锦峰,李社潮,等. 不同栽培方式对烤烟生长发育及产质的影响[J]. 中国烟草科学, 1998(4): 1-4.
- [13] 陈瑞泰. 中国烟草栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1987.