

种植密度和施钾量对烤烟中性致香物质含量的影响

张广富,赵铭钦,拓阳阳,韩富根,张 迪

(河南农业大学 烟草学院,国家烟草栽培生理生化基地,郑州 450002)

摘 要:以吉烟9号为试材,于2009年采用种植密度和施钾量二因素裂区试验设计,研究种植密度和施钾量对烤烟中性致香物质含量的影响。结果表明,种植密度和施钾量及其两者互作对中性致香物质总量均有极显著影响;类胡萝卜素降解产物、棕色化产物、西柏烷类降解产物、新植二烯和其他类物质及中性致香物质总量随着种植密度的增加呈递增的趋势,随着施钾量的增加呈先降后升的趋势;随着种植密度和施钾量的增加,苯丙氨酸类降解产物则呈先升后降的趋势。综合分析认为,选择A2B3处理,即种植密度15 100株/hm²,施钾量328.5 kg/hm²组合,群体结构较为合理,烟叶香气量较高,烟叶品质较优。

关键词:烤烟;种植密度;施钾量;中性致香物质

中图分类号:S572

文献标志码:A

文章编号:1004-1389(2011)02-0104-06

Effects of Plant Population and K Application Level on the Contents of Neutral Aroma Components in Flue-cured Tobacco

ZHANG Guangfu, ZHAO Mingqin, TUO Yangyang, HAN Fugen and ZHANG Di

(National Tobacco Cultivation & Physiology & Biochemistry Research Center,

Tobacco College of Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: During 2009, a field experiment was employed to study the relationship between the contents of potassium and neutral aroma components in flue-cured tobacco leaf under plant population and K application using the tobacco cultivar Jiyan No. 9 in Dunhua flue-cured tobacco producing area. Results showed that, both of the treatments, namely plant population and K application, and their interactions extremely significantly affected the contents of neutral aroma components in post-cured tobacco leaf. With the increase of plant population and the increase of potassium application rate, the contents of products degraded by carotene, products of browning reaction, products degraded by cembranes, neophytadiene and neutral aroma components increased and showed the tendency of decreased first and ascend later; With the increase of plant population and potassium application rate, the contents of phenylalanine showed an earlier raised and later decreased state. All the results suggested that structure of treatment A2B3 which was plant population 15100 trees/ha and K application 328.5 kg/ha on the quality of flue-cured tobacco leaf was reasonable and were higher on neutral aroma components contents of the flue-cured.

Key words: Flue-cured tobacco; Plant population; K application; Neutral aroma components

香气是评定烟叶及其制品品质的重要指标。烟叶香气不足是当前影响中国烟叶品质和商品价

值提高的主要因素之一^[1]。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

收稿日期:2010-06-12 修回日期:2010-11-25

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)。

第一作者:张广富,男,硕士,主要从事烟草化学与工程研究。E-mail:zgfl1413@yahoo.cn

通讯作者:赵铭钦,男,教授,博士,硕士研究生导师,主要从事烟草质量评价、烟草化学与香精香料、烟草生物发酵工程研究。
E-mail: zhaomingqin@126.com

量可以对烟叶质量进行比较客观、准确的评价^[2]。种植密度是协调烤烟群体与个体矛盾,平衡产量和质量关系的重要因素之一^[3],能够决定烤烟有效截光叶面积和影响群体光合效能,可从烟草生长的田间小气候、营养分配等多方面影响烟叶的产量与品质^[4-6]。近年来,关于灌水量、生态区、品种等对烤烟烟叶致香成分的研究^[7-10]较多,但关于种植密度和施钾量对香气的研究报道很少。为此,笔者研究种植密度和施钾量对烤烟中性致香物质含量的影响,以期为优质高香气特色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2009年在吉林省敦化市雁鸣湖镇杨木村进行。供试土壤为暗棕壤,质地为黏土,土层深厚。地势从北到南颇缓,为山脚下地形。田头有机井,排灌方便,前茬作物为大豆。供试品种为吉烟9号(当地主栽品种)。采取低起垄、深栽烟、二次培土的栽培措施,5月19日移栽,三角定苗。肥料为烟草专用肥 $m(N):m(P):m(K)=8:10:23$ 、硫酸钾 $w(K_2O)=52\%$ 和硝酸磷 $w(N)=26.5\%$, $w(P_2O_5)=11.5\%$,氮、磷、钾肥的70%开沟条施作基肥,30%作穴肥。其他管理同当地常规大田。

1.2 试验设计

采用裂区设计,设种植密度和施钾量2个因素,种植密度(A因素)为主处理,设3个水平,分别为A1:行株距1.2 m×0.5 m(16 500株/hm²),A2:1.2 m×0.55 m(15 100株/hm²),A3:1.2 m×0.6 m(13 500株/hm²);施钾(K₂O)量(B因素)为副处理,设3个水平B1:224.4 kg/hm²,B2(CK):276.45 kg/hm²,B3:328.5 kg/hm²; $m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)$ 分别为1:1.5:2.5、1:1.5:3、1:1.5:3.5。处理分别为A1B1、A1B2、A1B3、A2B1、A2B2、A2B3、A3B1、A3B2、A3B3,共9个处理,3次重复,随机排列,共27个小区,小区面积0.013 hm²,试验共用地0.12 hm²。7月22日打顶,各小区留叶数一致,均为18片。

1.3 测定项目与方法

烟叶采收时以小区为单位,置烟叶于气流下降式烤房内采用三段式烘烤工艺进行调制,按烤烟42级国标进行分级,各处理烟叶烘烤后选用中

橘三(C3F)样品,然后45℃烘干至恒量,粉碎,过80目筛,分别进行中性致香物质测定。

中性致香物质前处理 前处理采用“水蒸气蒸馏-二氯甲烷溶剂萃取”法。在500 mL圆底烧瓶中加入10 g烟样,1 g柠檬酸,0.5 mL内标,再加入350 mL蒸馏水,摇匀。同时安装蒸馏萃取装置,在装置的一端连接500 mL圆底烧瓶,使用恒温电热套进行加热,另一端连接装有40 mL二氯甲烷的250 mL圆底烧瓶,并置于60℃水浴中,同时打开通水阀,待样品开始沸腾并在蒸馏萃取装置中开始出现分层时时计。2.5 h后,收集250 mL圆底烧瓶中的有机相,加入10 g左右无水硫酸钠摇匀至溶液澄清,转移有机相到鸡心瓶,置于60℃水浴,浓缩有机相至0.5~1 mL即可。

中性致香物质测定定性定量条件 经前处理制备所得样品有机相,由GC/MS鉴定结果和NIST库检索定性。GC/MS定性条件,质谱仪:VG-70SE(英国VG公司);气相色谱仪:HP-5890安捷伦公司(原惠普公司);毛细管柱:OV-101(25 m×0.25 mm×0.25 μm);载气:He,气化室温度250℃,分离器温度250℃,离子源温度200℃,电子轰击电压70 eV。化学电离反应气体:异丁烷,注室温度50℃保持1 min,以5℃/min速度升到220℃保持10 min。载气流速0.8 mL/min,直接获得分子量及质谱片段图谱,由谱库及质谱解析规律,获得定性结果。

气相色谱定量条件,色谱仪HP-5890(日本岛津公司),检测器FID,载气He,毛细管柱OV101,FID温度250℃,气化室温度240℃,分流比1:25,柱温50℃保持2 min,以3℃/min速度升到170℃,保持30 min,之后以3℃/min速度升到220℃,各组分相对含量以其峰面积所占总峰面积的百分比表示。

1.4 数据分析

采用DPS6.55进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 烤后烟香气前体物质分类

香气物质的分类很多,本研究按香气前体物质进行分类,除新植二烯外,共分为类胡萝卜类、苯丙氨酸类、棕色化产物类、类西柏烷类等4类。所测定的27种香气成分中,类胡萝卜类13种,分别为β-大马酮、香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮1-4、3-羟基-β-二氢大马酮、法尼基丙酮、

6-甲基-5-庚烯-2-酮、6-甲基-5-庚烯-2-醇、氧化异佛尔酮、脱氢 β -紫罗兰酮等；苯丙氨酸类 4 种，分别为苯甲醛、苯甲醇、苯乙醛、苯乙醇；棕色化产物类 6 种，分别为糠醛、糠醇、2-乙酰呋喃、5-甲基糠醛、2-乙酰吡咯、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮；类西柏烷类 1 种，为茄酮；其他有 3 种，分别为 4-乙烯基-2-甲氧基苯酚、芳樟醇、螺岩兰草酮。

2.2 对烤后烟叶类胡萝卜素类香气物质含量的影响

通过对烟叶中类胡萝卜素降解产物含量的分析(表 1)表明,不同处理对类胡萝卜素类香气成分含量有极显著影响,以处理 A2B3 最大,其次是处理 A1B3,处理 A2B2 和 A3B2 最小,并且处理 A2B3 与 A1B1 的类胡萝卜素降解产物含量差异达到了显著水平,与处理 A1B2、A2B2 和 A3B2 的类胡萝卜素降解产物含量差异均达到了极显著水平,与其余处理的差异均不显著。类胡萝卜素降解产物含量随着施钾量的增加呈先下降再上升的趋势,随着种植密度增加呈递增的趋势。在所测定的类胡萝卜素降解产物中, β -大马酮、香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯和法尼基丙酮的含量明显高于其他香气物质成分,其中 β -大马酮、香叶基丙酮和二氢猕猴桃内酯均以处理 A2B3 最大。Weeks^[2]发现,在烟叶质量提高的同时,类胡萝卜素类降解产物的含量明显增加。类胡萝卜素降解产生的香味物质阈值相对较低,刺激性小,香气质较好,对烟叶香气贡献率大,是影响烟叶香气质和香气量的重要组分^[11]。因此,A2B3 处理对烟叶香气的贡献最大。

2.3 对烤后烟叶苯丙氨酸类香气物质含量的影响

方差分析表明,对苯丙氨酸类香气物质总量的影响,密度处理间达到了显著水平($F=4.152$, $P<0.05$),施钾量处理间达到了极显著水平($F=32.599$, $P<0.01$),两者互作也达到了极显著水平($F=17.701$, $P<0.01$)。由表 1 可知,随着种植密度增加,苯丙氨酸类总量呈先升高再降低的趋势,随着施钾量的增加则呈相反的趋势。苯丙氨酸类香气物质总量从高到低的处理依次为 A2B3、A1B3、A3B1、A1B1、A3B3、A2B1、A1B2、A3B2、A2B2。在所测定的 4 种苯丙氨酸类香气物质(除苯乙醛外)中,均以 A2B3 处理最大,其苯丙氨酸类总量显著高于其他处理,且与其他处理的差异均极显著;除 A2B3 处理外,A1B1 与其余

处理的苯丙氨酸类总量差异均不显著;各处理均以苯甲醇含量最大,苯乙醇次之,苯乙醛最低。苯甲醛(杏仁香、樱桃香、甜香)、苯乙醛(强烈花香、皂香)、苯甲醇(弱花香)、苯乙醇(玫瑰花香、坚果香等)等也是烟草中含量较丰富的香味成分^[12]。因此,种植密度和施钾量对苯丙氨酸类香气物质有明显的影 响,A2B3 处理丰富烤烟香气量和香气物质作用最为明显。

2.4 对烤后烟叶棕色化产物类香气物质含量的影响

由表 1 可知,种植密度对棕色化产物总量有显著影响,施钾量及密度与施钾量互作对棕色化产物总量有极显著影响;A2B3 与 A1B3 和 A3B1 处理的棕色化产物总量差异均不显著,但与其余处理(除与 A1B2 处理差异显著外)均有极显著差异。棕色化产物总量随着种植密度的增加而增加,随着施钾量的增加呈现先下降再升高的趋势。在所测定的棕色化产物中,各处理均以糠醛含量最大,2-乙酰吡咯次之。9 个处理棕色化产物总量表现为 A2B3>A1B3>A3B1>A1B2>A1B1>2B1>A3B3>A3B2>A2B2,以 A2B3 最大,A1B3 次之,A2B2 最小。这说明种植密度和施钾量对棕色化产物有显著的影响,A2B3 处理的烟叶品质较优。

2.5 对烤后烟叶类西柏烷类香气物质含量的影响

通过对类西柏烷类香气物质含量的分析(表 1)可知,不同处理间的类西柏烷类香气物质含量有一定的差异,A1 和 A3 的 3 个副处理的类西柏烷类香气物质含量差异均不显著,A2B2 与 A2B1 和 A2B3 处理的类西柏烷类香气物质含量差异显著,但 A2B1 和 A2B3 处理间差异不显著;A1B3 与 A2B2 和 A3B2 处理的类西柏烷类香气物质含量差异显著,但与其余处理差异均不显著,A2B2 和 A3B2 处理之间差异不显著。当种植密度增加时,西柏烷类降解产物递增;当施钾量增加时,类西柏烷类降解产物呈 V 型趋势。各处理类西柏烷类香气物质含量表现为处理 A1B3>A2B1>A1B1>A2B3>A3B1>A3B3>A1B2>A2B2>A3B2。说明种植密度和施钾量对类西柏烷类降解产物也有明显影响。

2.6 对烤后烟叶新植二烯和其他类别香气物质含量的影响

由表 1 可以看出,不同处理对新植二烯含量

表1 种植密度和施钾量对烤后烟叶中性致香物质的影响

Table 1 Effects of plant population and K application level on the contents of neutral aroma constituents in flue-cured tobacco leaf

指标 Index	处理 Treatment									μg/g
	A3B3	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	
β-大马酮 β-Damascenone	18.47 abcABC	18.97 abABC	20.72 abAB	22.95 aAB	15.63 bcBC	24.44 aA	19.37 abABC	12.40 cC	22.38 aAB	
香叶基丙酮 Neryl acetone	10.32 abAB	8.05 bcBC	10.69 abAB	11.09 abAB	4.77 cdCD	13.53 aA	10.37 abAB	3.32 dD	10.18 abAB	
二氢猕猴桃内酯 Benzofuranone	2.06 aA	2.27 aA	2.81 aA	2.41 aA	2.77 aA	3.31 aA	2.55 aA	3.31 aA	2.84 aA	
脱氢β-紫罗兰酮 Dehydrogenation-β-ionone	0.23 aA	0.18 abA	0.19 abA	0.21 abA	0.12 bA	0.24 aA	0.21 abA	0.12 bA	0.22 abA	
巨豆三烯酮1 Megastignone-1	0.23 bcdABC	0.15 cdBC	0.39 aA	0.37 abA	0.12 cdC	0.33 abA	0.30 abA	0.10 dC	0.27 abcABC	
巨豆三烯酮2 Megastignone-2	0.38 bcB	0.42 bcB	0.71 aA	0.54 abAB	0.49 bcAB	0.32 cB	0.44 bcB	0.41 bcB	0.43 bcB	
巨豆三烯酮3 Megastignone-3	0.73 abAB	0.36 bB	0.06 bB	0.38 bB	0.26 bB	0.50 bAB	1.33 aA	0.22 bB	0.40 bB	
巨豆三烯酮4 Megastignone-4	0.76 bcBC	0.60 bcBC	2.67 aA	1.54 bAB	0.34 cC	0.96 bcBC	1.27 bcBC	0.34 cBC	0.86 bcBC	
3-羟基β-大马酮 3-Hydroxyl-β-damascenone	0.52 bAB	0.44 bAB	1.72 aA	1.04 abAB	0.17 bB	0.98 abAB	0.61 abAB	0.10 bB	0.70 abAB	
法尼基丙酮 Farnesyl acetone	8.53 abA	8.51 abA	10.12 aA	7.73 bA	2.79 cB	9.56 abA	7.89 bA	2.91 cB	7.78 bA	
6-甲基-5-庚烯-2-酮 6-Me-5-heptene-2-dione	0.17 abcAB	0.18 abcAB	0.29 aA	0.15 bcAB	0.10 cB	0.16 bcAB	0.16 bcAB	0.10 bcB	0.23 abAB	
6-甲基-5-庚烯-2-醇 6-Me-5-heptene-2-ionol	0.36 abcAB	0.40 abcAB	0.33 bcA	0.34 bcAB	0.47 abAB	0.39 abcAB	0.31 cAB	0.52 aAB	0.34 bcB	
氧化异佛尔酮 Keto-isophorone	0.10 aA	0.11 aA	0.11 aA	0.11 aA	0.09 aA	0.08 aA	0.13 aA	tr	0.07 aA	
类胡萝卜素类总量 The total of carotenoid-catabolites	42.85 bcAB	40.64 cB	50.80 abAB	48.87 abcAB	28.12 dC	54.79 aA	44.96 abcAB	23.84 dC	46.70 abcAB	
新植二烯 Neophytadiene	557.42 bAB	460.57 bcBC	616.42 abAB	563.08 bAB	321.42 cC	720.53 aA	540.91 bAB	338.14 cC	549.02b AB	
苯甲醛 Benzaldehyde	1.59 aA	0.95 abAB	1.20 abAB	0.92 abAB	0.23 bB	1.60 aA	1.09 abAB	1.56 aA	0.99 abAB	
苯甲醇 Benzyl alcohol	3.71 bcdBC	2.25 cdBC	5.85 bB	3.19 bcdBC	0.91 bcdBC	13.19 aA	5.13 bcBC	1.29 dC	3.88 bcdBC	
苯乙醛 Phenylacetaldehyde	0.26 aA	0.44 aA	0.66 aA	0.48 aA	0.23 aA	0.25 aA	0.43 aA	0.11 aA	0.23 aA	
苯乙醇 Linalool	1.97 bcBC	0.94 cC	3.79 abAB	1.57 cBC	0.25 cC	4.75 aA	2.08 bcBC	0.33 cC	1.54 cBC	
苯丙氨酸总量 The total of Phenylalanine	7.52 bcdBC	4.58 cdBC	11.50 bB	6.15 bcdBC	1.62 dC	19.79 aA	8.72 bcBC	3.29 cdC	6.63 bcdBC	
糠醛 Furaldehyde	15.53 bcBCD	17.95 aABC	20.24 abAB	15.72 bcBCD	5.60 dD	28.31 aA	19.16 abABC	8.64 cdCD	13.34 bcdBCD	
糠醇 Furrulol	0.62 bcB	0.47 bcB	1.51 abAB	0.50 bcB	0.16 cB	2.27 aA	1.11 bcAB	0.59 bcB	0.78 bcB	
2-乙酰呋喃 Acetyl Furan	0.95 abAB	0.69 abcAB	1.11 aA	0.43 bcAB	0.19 cB	0.62 abcAB	0.69 abcAB	0.38 bcAB	0.56 abcAB	
5-甲基糠醛 5-Methy 2-Furfura	0.82 aA	0.60 abABC	0.58 abABC	0.48 bBC	0.40 bC	0.74 aAB	0.48 bBC	0.83 aA	0.61 abABC	
2-乙酰吡咯 Accepyrrol	6.20 abABC	6.36 abABC	8.55 aAB	6.79 abABC	2.92 bC	9.85 aA	6.64 abABC	3.73 bBC	7.12 abABC	
3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮 3,4-Dimethy-2,5-furanone	0.46 abA	0.41 abA	1.21 aA	0.27 abA	0.23 aA	0.33 abA	0.59 abA	0.31 abA	0.35 abA	
棕色化反应产物总量 The total of products of browning reaction	24.59 bcBCD	26.48 bcABC	33.20 abAB	24.20 bcBCD	9.50 dD	42.13 aA	28.67 abABC	14.47 cdCD	22.77 bcdBCD	
茄酮 Solanone	23.46 abcAB	17.97 abcAB	28.16 aA	26.66 abA	17.18 bcAB	22.47 abcAB	18.39 abcAB	13.40 cB	18.29 abcAB	
类西伯烷类总量 The total of cembratriendi-ol atabolites	23.46 abcAB	17.97 abcAB	28.16 aA	26.66 abA	17.18 bcAB	22.47 abcAB	18.39 abcAB	13.40 cB	18.29 abcAB	
4-乙烯基-2-甲氧基苯酚 4-Vinyl-2-methoxyphenol	0.04 bA	0.13 abA	0.20 aA	0.18 abA	0.14 abA	0.07 abA	0.16 abA	0.09 abA	0.05 abA	
芳樟醇 Linalool	1.08 abAB	0.83 bB	1.21 aA	0.83 bAB	0.80 bBC	0.81 bBC	0.90 abAB	0.44 cC	1.00 abAB	
螺岩兰草酮 Lo vetiver ketone	4.16 aA	3.51 abA	4.04 aA	1.81 abA	2.75 abA	2.54 abA	3.49 abA	0.75 bA	2.72 abA	
其他类总量 The total of others	5.28 aA	4.47 abAB	5.44 aA	2.82 abAB	3.69 abAB	3.41 abAB	4.56 aAB	1.28 bB	3.78 abAB	
香味物质总量 The total of neutral aroma components	663.58 bcAB	554.71 cdBC	747.18 abAB	671.79 bcAB	381.53 cC	863.12 aA	646.20 bcB	394.43 deC	648.86 bcB	

注:同行数据后不同小写字母表示处理间差异达到5%显著水平,大写字母不同表示处理间差异达到1%极显著水平。tr代表痕量。
Note: Different small letters indicate significant difference at 0.05 level, different capital letters indicate very significant difference at 0.01 level, the same as follow. tr; means trace.

有极显著的影响。随着种植密度的增加新植二烯含量呈递增的趋势,随着施钾量的增加新植二烯含量呈 V 型趋势。A1 的 3 个副处理、A3B1 和 A3B3、A1B3 和 A2B1、A1B3 和 A3B1 间的新植二烯含量差异均不显著;除处理 A1B3 外,A2B3 处理与其余处理的新植二烯含量差异均达到显著水平;A3B2 处理(除与 A1B2 和 A2B2 差异不显著外)与其余处理的新植二烯含量差异均达到了极显著水平。各处理新植二烯含量表现为处理 A2B3>A1B3>A2B1>A1B1>A3B3>A3B1>A1B2>A3B2>A2B2,以 A2B3 处理的新植二烯含量最大,A1B3 次之,A2B2 和 A3B2 处理最小,其余处理差异性不大。在所测定的其余 3 种香气物质中,螺岩兰草酮的含量较高,以 A1B1 处理最大,4-乙烯基-2-甲氧基苯酚和芳樟醇均以 A1B3 处理最大。A1 和 A2 的 3 个副处理间其他类物质总量差异均不显著,A3B1 与 A3B2 处理的其他类物质总量差异显著,但两者与 A3B3 处理间差异均不显著。A3B2 与 A1B1 和 A1B3 处理的其他类物质总量差异达到了极显著水平。其他类物质总量随着种植密度的增加而增加,随着施钾量的增加呈 V 型变化趋势。其他类香气物质总量表现为处理 A1B3>A1B1>A3B1>A1B2>A3B3>A2B2>A2B3>A2B1>A3B2。

2.7 对烤后烟叶中性致香物质总量的影响

由表 1 可见,种植密度和施钾量及两者互作对中性致香物质总量均有极显著影响。A1B2 与 A1B3、A3B2 与 A3B1 和 A3B3 处理的中性致香物质总量差异均达到了显著水平,但 A1B1 与 A1B2 和 A1B3、A3B1 和 A3B3 处理的差异均不显著;除 A1B3 处理外,A2B3 与其余处理的中性致香物质总量差异均达到了显著水平,且与 A1B2、A2B2、A3 的 3 个副处理间差异均达到极显著水平。随着种植密度和施钾量的增加,中性致香物质总量和新植二烯含量变化趋势一致,在 9 个处理中,也以 A2B3 处理最大,A1B3 处理次之,A2B2 和 A3B2 处理最小,其余处理差异性不大。因此,A2B3 处理烟叶香气量最高,烟叶品质较好。

3 结论与讨论

香气是评价烟叶内在质量的核心内容和重要指标之一^[13]。本试验结果表明,各处理类胡萝卜素降解产物、棕色化产物、新植二烯及中性致香物

质总量均以 15 100 株/hm² 和 328.5 kg/hm² 组合处理最大,其中中性致香物质总量达到了 863.12 μg/g,显著高于其他处理;类西柏烷类香气物质和其他类物质均以 16 500 株/hm² 和 328.5 kg/hm² 组合处理较大;在所测定的 27 种香气成分中,β-大马酮、香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯、脱氢 β-紫罗兰酮、苯甲醛、苯甲醇、苯乙醇、糠醛、糠醇、2-乙酰吡咯和新植二烯等 11 种成分均以 15 100 株/hm² 和 328.5 kg/hm² 组合处理最大,这说明在合理的种植密度下,增施钾肥能够提高大部分烟叶的香气物质。在所测定的香气成分中。新植二烯含量占绝对的优势,这与有关报道^[11,14]相同,新植二烯是烟草中一种重要的增香剂,它作为捕集烟叶气溶胶内香气物质的载体,具有使烟叶中其他挥发性香气物质、致香物质及添加的香气成分进入烟气的作用,并且还可进一步分解转化形成低分子香味成分植物呋喃,具有清香气味,从而因不同处理间新植二烯含量的差异导致中性致香成分总量的差异。

烟叶的致香成分是由特定的前体物质降解转化,这些物质同烟叶的光合作用、呼吸作用等密切联系^[1],种植密度能够决定烤烟有效截光叶面积和影响群体光合效能,而钾同烤烟体内许多代谢过程如光合作用、呼吸作用、碳水化合物、脂肪和蛋白质的合成都是密切相关的^[15]。本试验结果表明,种植密度和施钾量对烤烟香气物质含量有显著影响。随着种植密度的增加,类胡萝卜素降解产物、棕色化产物、西柏烷类降解产物、新植二烯和其他类物质及中性致香物质总量呈递增的趋势、苯丙氨酸类降解产物呈升高再降低的趋势;随着施钾量的增加,类胡萝卜素降解产物、棕色化产物、类西柏烷类降解产物、新植二烯和其他类物质及中性致香物质总量均呈 V 型趋势,而苯丙氨酸类总量则呈相反的趋势,总体以施钾量 328.5 kg/hm² 最大,因此,施钾量越多,烟叶香气量越高,与刘国顺等^[16]和叶协锋等^[17]研究结果基本一致。这可能是种植密度和施钾量通过调节光合作用等来影响致香物质形成的多少,具体原因还有待进一步研究。

综合分析,选择种植密度 15 100 株/hm²,施钾量 328.5 kg/hm² 组合烟叶香气量较高,烟叶品质较优,因此,在延边地区,选择 15 100 株/hm² 进行烟叶种植,配合增施钾肥,来提高烟叶的品质。

参考文献:

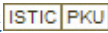
- [1] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [2] Weeks W W. Chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma[J]. Rec Adv Tob Sci, 1985(11): 175-200.
- [3] 王 瑞, 刘国顺, 倪国仕, 等. 种植密度对烤烟不同部位叶片光合特性及其同化物积累的影响[J]. 作物学报, 2009, 35(12): 2288-2295.
- [4] 党永华, 吴金娥, 杨 凯. 密度和施肥水平对超甜玉米“双元600”产量及群体指标与生态因子的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2003, 38(4): 427-431.
- [5] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 194-196.
- [6] 汪 丽, 刘 雷, 杨文钰, 等. 种植密度与施钾量对烤烟品质的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(增刊): 106-110.
- [7] 赵铭钦, 陈秋会, 赵明山, 等. 南阳地区生态条件对不同基因型烤烟品种烟叶化学成分和香气物质含量的影响[J]. 中国烟草学报, 2008, 14(1): 37-41.
- [8] 刘百战, 蔡继宝, 朱立军. 国内外部分白肋烟烟叶中非挥发性有机酸、高级脂肪酸、生物碱及 pH 值的对比分析[J]. 中国烟草学报, 2002, (2): 1-5.
- [9] 邸慧慧, 史宏志, 王廷晓, 等. 灌水量对烤烟中性香气成分含量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2009, 28(5): 128-130.
- [10] 赵铭钦, 陈秋会, 陈红华. 中外烤烟烟叶中挥发性香气物质的对比分析[J]. 华中农业大学学报, 2007, 26(6): 875-879.
- [11] 周冀衡, 杨虹琦, 林桂华, 等. 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, 2004, 30(1): 20-23.
- [12] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 134-141.
- [13] 赵铭钦, 刘金霞, 黄永成, 等. 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[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(9): 58-62.
- [14] 周冀衡, 王 勇, 邵 岩, 等. 产烟烟区烤烟质体色素及主要挥发性香气物质含量比较[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 31(2): 128-132.
- [15] 胡国松, 郑 伟, 王震东, 等. 烤烟营养原理[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 119-125.
- [16] 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.
- [17] 叶协峰, 朱海滨, 凌爱芬, 等. 不同钾肥对烤烟叶片钾和中性香气成分及非挥发性有机酸含量的影响研究[J]. 土壤通报, 2008, 39(2): 338-343.

(上接第 39 页)

参考文献:

- [1] 斯特劳. 猪病学[M]. 第 8 版. 刘文军, 张中秋, 沈建忠, 译. 北京: 中国农业大学出版社, 1998: 407-416.
- [2] 陈涛言. 兽医传染病学[M]. 第 5 版. 北京: 中国农业出版社, 2006: 264-265.
- [3] 蔡旭旺, 刘正飞, 陈焕春, 等. 副猪嗜血杆菌的分离培养和血清型鉴定[J]. 华中农业大学学报, 2005, 24: 55-58.
- [4] 陆承平. 兽医微生物学[M]. 第 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2004: 258-261.
- [5] 姚火春. 兽医微生物学实验指导[M]. 第 2 版. 北京: 中国农业出版社, 2002: 35-37.
- [6] 王天有, 刘保国, 赵恒章. 猪传染病现代诊断与防治技术[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2005: 54-58.
- [7] 高鹏程, 储岳峰, 赵 萍, 等. 副猪嗜血杆菌病原的分离鉴定与药敏试验[J]. 动物医学进展, 2007, 28(12): 27-29.
- [8] 王 磊. 副猪嗜血杆菌的病原学检测[D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [9] 尹秀凤, 张书霞, 王 艳, 等. 副猪嗜血杆菌人工感染猪的病理学观察[J]. 中国兽医学报, 2007, 27(1): 91-94.
- [10] 王金合, 王居强, 陈 益, 等. 副猪嗜血杆菌病原的分离鉴定与药敏试验[J]. 河南农业科学, 2006, (10): 104-106.
- [11] 李尚华, 刻根强, 王静梅. 副猪嗜血杆菌新疆株的分离及 PCR 鉴定[J]. 畜牧与兽医, 2009, 41(4): 71-73.
- [12] 王 艳, 夏万田, 柏坤桃. 副猪嗜血杆菌间接 ELISA 抗体检测方法的建立[J]. 畜牧与兽医, 2006, 38(3): 5-7.
- [13] 方泉明, 黄建珍, 黄冬艳. 副猪嗜血杆菌江西株的分离鉴定及药敏试验[J]. 中国畜牧兽医, 2009, 36(4): 161-163.
- [14] 仇微红, 张盼锋, 郭世宁. 副猪嗜血杆菌的分离鉴定及中药药敏试验[J]. 动物医学进展, 2009, 30(2): 53-55.

种植密度和施钾量对烤烟中性致香物质含量的影响

作者：[张广富](#)，[赵铭钦](#)，[拓阳阳](#)，[韩富根](#)，[张迪](#)，[ZHANG Guangfu](#)，[ZHAO Mingqin](#)，[TUO Yangyang](#)，[HAN Fugen](#)，[ZHANG Di](#)
作者单位：[河南农业大学](#)，[烟草学院](#)，[国家烟草栽培生理生化基地](#)，[郑州](#)，[450002](#)
刊名：[西北农业学报](#) 
英文刊名：[ACTA AGRICULTURAE BOREALI-OccIDENTALIS SINICA](#)
年，卷(期)：[2011](#)，[20](#) (2)
被引用次数：[4次](#)

参考文献(17条)

1. [史宏志](#); [刘国顺](#) [烟草香味学](#) 1998
2. [Weeks W W](#) [Chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma](#) 1985(11)
3. [王瑞](#); [刘国顺](#); [倪国仕](#) [种植密度对烤烟不同部位叶片光合特性及其同化物积累的影响](#) [期刊论文] - [作物学报](#) 2009(12)
4. [党永华](#); [吴金娥](#); [杨凯](#) [密度和施肥水平对超甜玉米“双元600”产量及群体指标与生态因子的影响](#) [期刊论文] - [甘肃农业大学学报](#) 2003(04)
5. [刘国顺](#) [烟草栽培学](#) 2003
6. [汪丽](#); [刘雷](#); [杨文钰](#) [种植密度与施钾量对烤烟品质的影响](#) [期刊论文] - [华北农学报](#) 2007(增刊)
7. [赵铭钦](#); [陈秋会](#); [赵明山](#) [南阳地区生态条件对不同基因型烤烟品种烟叶化学成分和香气物质含量的影响](#) [期刊论文] - [中国烟草学报](#) 2008(01)
8. [刘百战](#); [蔡继宝](#); [朱立军](#) [国内外部分白肋烟烟叶中非挥发性有机酸、高级脂肪酸、生物碱及pH值的对比分析](#) [期刊论文] - [中国烟草学报](#) 2002(02)
9. [邸慧慧](#); [史宏志](#); [王廷晓](#) [灌水量对烤烟中性香气成分含量的影响](#) [期刊论文] - [灌溉排水学报](#) 2009(05)
10. [赵铭钦](#); [陈秋会](#); [陈红华](#) [中外烤烟烟叶中挥发性香气物质的对比分析](#) [期刊论文] - [华中农业大学学报](#) 2007(06)
11. [周冀衡](#); [杨虹琦](#); [林桂华](#) [不同烤烟产区烟叶中主要挥发性香气物质的研究](#) [期刊论文] - [湖南农业大学学报\(自然科学版\)](#) 2004(01)
12. [王瑞新](#) [烟草化学](#) 2003
13. [赵铭钦](#); [刘金霞](#); [黄永成](#) [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](#) [期刊论文] - [西北农林科技大学学报\(自然科学版\)](#) 2007(09)
14. [周冀衡](#); [王勇](#); [邵岩](#) [产烟国部分烟区烤烟质体色素及主要挥发性香气物质含量比较](#) [期刊论文] - [湖南农业大学学报\(自然科学版\)](#) 2005(02)
15. [胡国松](#); [郑伟](#); [王震东](#) [烤烟营养原理](#) 2000
16. [刘国顺](#); [叶协峰](#); [王彦亭](#) [不同钾肥施用量对烟叶香气成分含量的影响](#) [期刊论文] - [中国烟草科学](#) 2004(04)
17. [叶协锋](#); [朱海滨](#); [凌爱芬](#) [不同钾肥对烤烟叶片钾和中性香气成分及非挥发性有机酸含量的影响研究](#) [期刊论文] - [土壤通报](#) 2008(02)

本文读者也读过(10条)

1. [贾燕超](#); [刘培玉](#); [杨铁钊](#); [张小全](#); [赵云波](#); [李占杰](#); [赵伟才](#); [JIA Yan-chao](#); [LIU Pei-yu](#); [YANG Tie-zhao](#); [ZHANG Xiao-quan](#); [ZHAO Yun-bo](#); [LI Zhan-jie](#); [ZHAO Wei-cai](#) [不同生态区烤烟基因型间烟叶基础香味物质的差异分析](#) [期刊论文] - [江西农业学报](#) 2011, 23(1)
2. [孟智勇](#); [张保占](#); [马浩波](#); [谢德平](#); [王红军](#) [密集烘烤变黄和定色阶段不同湿球温度对烤后烟叶品质的影响](#) [期刊论文]

文]-[种业导刊](#)2011(1)

3. [刘霞](#), [张毅](#), [刘国顺](#), [付劭怡](#), [凌爱芬](#), [Liu Xia](#), [Zhang Yi](#), [Liu Guoshun](#), [Fu Shaofi](#), [Ling Aifen](#) [施氮量对烤烟中性致香物质含量的影响](#)[期刊论文]-[中国农学通报](#)2008, 24(3)
4. [曾建敏](#), [王亚辉](#), [肖炳光](#), [曹忠祥](#), [ZENG Jian-min](#), [WANG Ya-hui](#), [XIAO Bing-guang](#), [CAO Zhong-xiang](#) [不同烤烟品种经济烘烤效率和叶片失水特性差异研究](#)[期刊论文]-[江西农业学报](#)2011, 23(1)
5. [孙建锋](#), [吴中华](#), [张振研](#), [毛建书](#), [武圣江](#), [SUN Jian-feng](#), [WU Zhong-hua](#), [ZHANG Zhen-yan](#), [MAO Jian-shu](#), [WU Sheng-jiang](#) [不同编烟方式对烤烟烘烤成本及经济性状的影响](#)[期刊论文]-[江西农业学报](#)2011, 23(1)
6. [李文卿](#), [陈顺辉](#), [李春俭](#), [柯玉琴](#), [LI Wen-qing](#), [CHEN Shun-hui](#), [LI Chun-jian](#), [KE Yu-qin](#) [不同施氮水平对烤后烟叶中性致香物质含量的影响](#)[期刊论文]-[中国烟草学报](#)2010, 16(6)
7. [叶协锋](#), [朱海滨](#), [喻奇伟](#), [崔树毅](#), [刘国顺](#) [钾肥运筹对烤烟叶片钾和香气成分含量影响研究](#)[会议论文]-2007
8. [何亚浩](#), [贺帆](#), [杨荣生](#), [孙建锋](#), [武圣江](#), [宫长荣](#), [HE Ya-hao](#), [HE Fan](#), [YANG Rong-sheng](#), [SUN Jian-feng](#), [WU Sheng-jiang](#), [GONG Chang-rong](#) [烤烟专业化烘烤的发展趋势](#)[期刊论文]-[江西农业学报](#)2011, 23(1)
9. [苏新国](#), [于丽平](#), [覃文](#), [王尔茂](#) [做青工艺对凤凰单枞乌龙茶呈香物质的影响](#)[会议论文]-2008
10. [李立丹](#), [刘国顺](#), [彭智良](#), [张双双](#), [Li Lidan](#), [Liu Guoshun](#), [Peng Zhiliang](#), [Zhang Shuangshuang](#) [水氮耦合对烤烟中性致香物质成分含量的影响](#)[期刊论文]-[中国农学通报](#)2009, 25(13)

引证文献(4条)

1. [敖金成](#), [王俊科](#), [罗华元](#), [郑武](#), [张晓龙](#) [腐殖酸肥对烤后烟叶内在品质的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2012(11)
2. [谢已书](#), [武圣江](#), [向章敏](#), [姜均](#), [李国彬](#), [卢贤仁](#) [不同基因型烤烟中性致香物质含量差异性分析](#)[期刊论文]-[广东农业科学](#) 2014(7)
3. [叶协锋](#), [李佳颖](#), [张腾](#), [孟琦](#), [王维超](#), [王英元](#), [孙永军](#), [于建军](#) [烤烟苯丙氨酸类致香物质与土壤理化性状的典型相关分析](#)[期刊论文]-[土壤](#) 2013(2)
4. [敖金成](#), [薛红芬](#), [刘世文](#), [罗华元](#), [郑武](#), [张晓龙](#) [石林烟区植烟土壤养分动态变化及施肥对策](#)[期刊论文]-[云南农业大学学报](#) 2012(6)

引用本文格式: [张广富](#), [赵铭钦](#), [拓阳阳](#), [韩富根](#), [张迪](#), [ZHANG Guangfu](#), [ZHAO Mingqin](#), [TUO Yangyang](#), [HAN Fugen](#), [ZHANG Di](#) [种植密度和施钾量对烤烟中性致香物质含量的影响](#)[期刊论文]-[西北农业学报](#) 2011(2)