

不同施肥和灌溉组合对烤烟化学成分和香气质量的影响^①

韩富根¹, 沈 铮¹, 李元实², 朴洪伟², 彭丽丽¹, 董祥洲¹, 王初亮¹

(1 河南农业大学国家烟草栽培生理生化研究基地, 郑州 450002;

2 吉林烟草工业有限责任公司, 吉林延吉 133001)

摘要: 以烤烟 (*Nicotiana tabacum* L.) 品种吉烟 9 号为材料, 通过田间试验研究了不同施肥和灌溉组合对烤烟化学成分、香气成分含量、组成及其作用机理的影响。结果表明, N:P₂O₅:K₂O 为 1:2:3 和限量灌溉组合使烟叶的糖碱比和氮碱比均较适宜, 蛋白质含量较低, 化学成分较为协调, 苯丙氨酸类、棕色化产物类和类胡萝卜素类致香物质含量较高, 改善了烟叶的综合品质, 表现为香气质纯净、香气量较足、杂气较少、刺激性较低、余味舒适、烟气浓度大、燃烧性好等, 能较好满足延边烟区烤烟的生长发育, 有利于提高烟叶香气质量。

关键词: 烤烟; 施肥; 灌溉; 化学成分; 香气质量

中图分类号: S572

施肥和灌溉是提高烤烟产量和质量两个主要措施, 也是烤烟研究中的重要内容。但近年来烤烟生产中施肥过量而浇水过度或不足现象较为普遍, 导致生产成本偏高, 烤烟产量和质量难以保证。已有的研究多集中在 N 肥形态和 N、P、K 施用比例或不同水分条件对烤烟生理及烟叶产量和常规化学成分的影响等方面^[1-6], 且灌溉方面的研究多以盆栽方法为主^[7-8], 而对烟叶香气质量影响的研究, 尤其是对大田条件下施肥和灌溉组合对烤烟化学成分和香气质量影响的研究报道甚少。本研究采用田间试验探讨了施肥和灌溉组合对烤烟化学成分和香气质量的影响, 旨在为烤烟稳产、高效栽培的肥水调控, 提高烟叶的香气质量提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2007 年在吉林省延边朝鲜族自治州汪清县荒坪洋村进行, 供试烤烟 (*Nicotiana tabacum* L.) 品种为吉烟 9 号, 土壤质地为砂壤土, 耕层土壤 pH 7.1, 土壤有机质 13.7 g/kg, 碱解氮 65.7 mg/kg, 有效 P (P₂O₅) 20.1 mg/kg, 有效 K (K₂O) 112.6 mg/kg。地势平坦, 灌溉便利, 前茬作物为烤烟。

试验采用裂区设计, 主区设 A1 为充分灌溉 (灌水量为 2700 m³/hm²), A2 为限量灌溉 (灌水量 1350 m³/hm²), A3 为不灌溉 3 个处理, 随机排列, 重复 3

次。副区 3 个处理, 分别是, B1, N:P₂O₅:K₂O = 1:2:4; B2, N:P₂O₅:K₂O = 1:2:3; B3, N:P₂O₅:K₂O = 1:1:2, 在主区内随机排列, 每个副区面积 133 m²。烟苗于 5 月 15 日移栽, 行距为 120 cm, 株距为 50 cm。N 肥用量 (即纯 N) 为 60 kg/hm², 其中 40% 的 N 素由芝麻饼肥 (含 N 58.1 g/kg) 提供, 全部饼肥、P 肥 (含 P₂O₅ 460 g/kg)、70% 的无机 N 肥和 K 肥 (含 K₂O 500 g/kg) 起垄时作基肥开沟施入, 20% 的无机 N 肥和 15% K 肥栽烟时作窝肥穴施, 剩余肥料在团棵期追施。灌溉处理在烟株旺长期进行。田间管理按规范化栽培措施进行。

1.2 测定方法

成熟期分叶位采收烟叶, 烘烤后取各处理 1 kg 的中部叶 (C3F) 进行分析。

(1) 常规化学成分: 总糖、还原糖、烟碱、总 N、蛋白质、K 和 Cl 的含量按照王瑞新等^[9]的方法测定。

(2) 中性致香物质: 苯丙氨酸类、棕色化产物类、类胡萝卜素类和类西柏烷类等致香物质含量采用 HP5890II-5972 气质联用仪 (美国安捷伦公司), 在河南农业大学国家烟草栽培生理生化研究基地实验室进行。在同时蒸馏萃取装置的一端接盛有 10 g 烟样、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, 该端烧瓶置于水浴温度为 60℃ 的恒温锅中加热, 同时蒸馏萃取 2.5 h

①基金项目: 吉林省烟草工业有限责任公司重大科技攻关项目 (JY2006012) 资助。

作者简介: 韩富根 (1953—), 男, 河南鄢陵人, 副教授, 主要从事烟草栽培生理生化研究。E-mail: hlsh118@163.com

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。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-5MS (30 m × 0.25 mm i.d. × 0.25 μm d.f.)；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 后以 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 25 ~ 500 amu；MS 谱库 NIST02；采用硝基苯内标法定量。

(3) 烟叶感官评吸评分指标：烤后烟叶经过回潮后，加工成 0.8 ~ 1.2 mm 宽的烟丝，制成单料烟，平衡水分后在吉林烟草工业有限责任公司技术中心进行评吸。打分采用百分制，评分标准如下：香气质（满分 20 分），香气量（满分 20 分），杂气（满分 10 分），刺激性（满分 10 分），劲头（满分 10 分），浓度（满分 10 分），余味（满分 10 分），燃烧性（满分 5 分），灰分（满分 5 分）。

1.3 数据处理

图表数据用 Excel 处理，数据的方差分析采用 SPSS13.0 分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥和灌溉组合对烤烟化学成分的影响

不同施肥和灌溉组合对烤烟化学成分有十分显著的影响。由表 1 看出，在相同灌溉条件下，N:P₂O₅:K₂O = 1:1:2 处理总糖和还原糖含量较高，烟碱和总 N 含量较低，而蛋白质含量则以 N:P₂O₅:K₂O = 1:2:3 处理较低，尤其限量灌溉时，其蛋白质含量仅 6.83%，显著低于其他处理。在相同 N:P₂O₅:K₂O 配比条件下，限量灌溉处理的总糖和还原糖含量较高，而烟碱、总 N 和蛋白质含量则较低。一般认为优质烟化学成分品质指标水溶性总糖与烟碱的比值接近于 10，总 N 与烟碱的比值接近 1 为佳^[10]。从烟叶水溶性总糖与烟碱比值和总 N 与烟碱比值来看，A1B2、A2B2、A3B2 和 A3B3 处理与优质烟较为接近，其两类比值分别为 10.79、12.91、11.47、12.25 和 0.71、0.82、0.78、0.85，其中 A2B2 烟叶蛋白质含量较低，K 与 Cl 的比值也较为适中，化学成分更为协调。

表 1 不同处理对烤烟化学成分的影响

Table 1 Effects of different treatments on chemical components of flue-cured tobacco

处理	总糖 (g/kg)	还原糖 (g/kg)	烟碱 (g/kg)	总 N (g/kg)	蛋白质 (g/kg)	Cl (g/kg)	K (g/kg)	总糖/烟碱	总 N/烟碱	K/Cl
A1B1	273.2 bc	167.3 c	31.8 a	19.2 a	85.7 b	1.9 b	18.0 b	8.59	0.60	9.47
A1B2	274.0 bc	183.9 bc	25.4 bc	18.0 bc	75.1 d	1.8 b	19.7 ab	10.79	0.71	10.94
A1B3	304.1 ab	250.0 a	21.5 cd	16.1 cd	78.5 c	2.0 b	19.5 ab	14.14	0.75	9.75
A2B1	278.1 bc	168.1 c	30.7 a	16.4 cd	79.3 c	2.5 ab	18.6 b	9.06	0.53	7.44
A2B2	278.8 bc	215.0 b	21.6 cd	17.7 bc	68.3 e	2.3 ab	17.0 c	12.91	0.82	7.39
A2B3	332.5 a	254.1 a	21.5 cd	15.2 d	74.6 d	1.9 b	14.6 d	15.47	0.80	7.68
A3B1	242.8 d	160.3 c	30.8 a	20.0 a	94.5 a	1.9 b	16.8 c	7.88	0.65	8.84
A3B2	268.3 c	187.4 bc	23.4 c	18.3 ab	89.1 ab	2.9 a	21.4 a	11.47	0.78	7.38
A3B3	286.3 b	196.3 b	21.6 cd	18.3 ab	91.4 a	3.3 a	22.6 a	12.25	0.85	6.85

注：同列不同字母表示差异达 $p < 0.05$ 显著水平，下同。

2.2 不同施肥和灌溉组合对烤烟致香物质含量的影响

2.2.1 烟叶致香物质含量 致香物质是烟叶燃吸过程中产生香气的基础，烟叶中致香物质含量高则香味充足，吃味醇和^[11]。在不同施肥和灌溉组合处理烟叶样品 (C3F) 中，共检测出 25 种对烟叶香气有较大影响的化合物 (表 2)，其中醛类 4 种、酮类 10 种、醇类 6 种、酯类 1 种、杂环类 3 种、烃类 1 种，含量较高的致香物质有新植二烯、茄酮、糠醛、β-大马酮、苯甲醇、巨豆三烯酮 2、巨豆三烯酮 4、法尼基丙酮等。

在相同灌溉条件下，除新植二烯外其余致香物质总量均以 N:P₂O₅:K₂O = 1:2:3 处理较高，尤其在限量灌溉条件下，有 14 种致香物质含量较高，包括苯甲醛、苯甲醇、吡啶、糠醛、糠醇、5-甲基-2-糠醛、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮、6-甲基-5-庚烯-2-酮、β-大马酮、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮 2、巨豆三烯酮 4、芳樟醇、法尼基丙酮等。在相同 N:P₂O₅:K₂O 配比条件下，除新植二烯外其余致香物质总量均以限量灌溉处理较高，尤其在 N:P₂O₅:K₂O = 1:2:3 配比条件

下, 苯甲醛、吡啶、糠醛、5-甲基-2-糠醛、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮、6-甲基-5-庚烯-2-酮、 β -大马酮、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮 4、芳樟醇、法尼基丙酮等 11 种致香物质含量较高。从表 2 还可看出, 各处理的

致香物质总量由高至低依次为: A1B2>A2B2>A1B1>A1B3>A3B1>A3B3>A2B1>A3B2>A2B3, 但 A2B2 处理除新植二烯外, 其余致香物质总量在所有处理中最高。

表 2 不同处理对烤烟致香物质含量的影响 ($\mu\text{g/g}$)

Table 2 Effects of different treatments on contents of aroma compounds of flue-cured tobacco

致香物质	处理								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
苯甲醛	1.26	0.79	0.72	0.91	1.81	0.81	0.75	1.07	0.50
苯甲醇	6.02	7.66	4.15	5.79	6.60	3.96	5.82	4.28	5.89
苯乙醛	2.88	2.57	1.91	2.27	2.88	4.79	2.41	4.89	2.88
吡啶	3.75	3.55	3.69	3.99	4.29	1.38	3.74	3.71	2.08
苯乙醇	0.90	0.52	0.90	0.61	0.41	0.62	1.48	1.05	0.28
糠醛	11.93	17.17	14.89	15.59	17.95	15.71	11.45	17.21	13.25
糠醇	0.92	1.39	1.68	1.00	1.59	1.56	1.89	1.84	1.39
乙酰基呋喃	0.38	0.30	0.17	0.29	0.39	0.90	0.16	0.75	0.19
5-甲基-2-糠醛	1.19	1.17	1.00	1.12	1.35	1.16	0.86	1.16	0.93
3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮	0.26	0.36	0.52	0.40	0.54	0.37	0.59	0.50	0.41
2-乙酰基吡咯	0.76	0.59	1.00	0.26	0.92	1.14	0.55	0.96	0.52
茄酮	94.31	90.70	93.96	111.97	91.33	95.87	103.78	98.60	87.07
6-甲基-5-庚烯-2-醇	0.24	0.23	0.25	0.26	0.22	0.13	0.29	0.28	0.12
6-甲基-5-庚烯-2-酮	0.32	0.23	0.38	0.35	0.39	0.33	0.38	0.37	0.28
β -大马酮	35.40	34.86	31.94	32.59	36.67	33.88	33.19	31.30	28.82
香叶基丙酮	1.77	1.31	2.12	2.51	2.15	2.52	1.67	2.60	1.97
二氢猕猴桃内酯	3.39	4.06	4.36	2.97	4.47	2.28	3.37	3.34	1.73
巨豆三烯酮 1	0.66	0.60	0.50	0.62	0.59	0.75	0.70	0.89	1.31
巨豆三烯酮 2	6.49	6.98	6.66	6.19	8.01	6.69	7.02	9.01	7.32
巨豆三烯酮 4	7.52	8.41	7.23	6.99	8.54	7.92	8.01	8.49	8.18
氧化异佛尔酮	0.14	0.24	0.13	0.19	0.14	0.10	0.17	0.16	0.09
3-氧化- α -紫罗兰醇	0.70	0.79	0.80	0.68	0.77	1.07	0.80	1.23	3.08
芳樟醇	1.56	1.04	1.37	1.52	1.58	0.89	1.51	1.44	1.37
法尼基丙酮	11.95	16.12	15.80	8.23	16.59	10.71	9.88	11.93	10.96
小计	194.70	201.64	196.13	207.30	210.18	196.54	200.47	207.06	180.62
新植二烯	2119.00	2702.00	2031.00	1682.00	2535.00	1327.00	1824.00	1660.00	1756.00
总量	2313.70	2903.64	2227.13	1889.30	2745.18	1523.54	2024.47	1867.06	1936.62

2.2.2 烟叶中不同种类致香物质含量 烟叶中不同的致香物质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。为了便于分析不同处理烤烟致香物质含量的差异, 把所测定的致香物质按烟叶香气前体物类型^[11], 可分为苯丙氨酸类、棕色化产物类、类西柏烷类、类胡萝卜素类等 4 大类。

苯丙氨酸类致香物质包括苯甲醇、苯乙醇、苯甲醛、苯乙醛等成分, 对烤烟的香气具有良好的影响,

尤其对烤烟的果香、清香贡献较大。不同施肥和灌溉组合相比较 (图 1), 烟叶中苯丙氨酸类致香物质含量表现为 A2B2>A1B2>A3B2>A1B1>A3B1>A2B1>A3B3>A2B3>A1B3, 但在相同 N:P₂O₅:K₂O 配比条件下各灌溉处理之间差异不显著, 表明灌溉对苯丙氨酸类致香物质含量影响不明显; 而在相同灌溉条件下, 苯丙氨酸类致香物质含量均以 N:P₂O₅:K₂O=1:2:3 处理较高, 表明该肥料配比对提高烟叶苯丙氨酸类致香物质含量贡献较大。

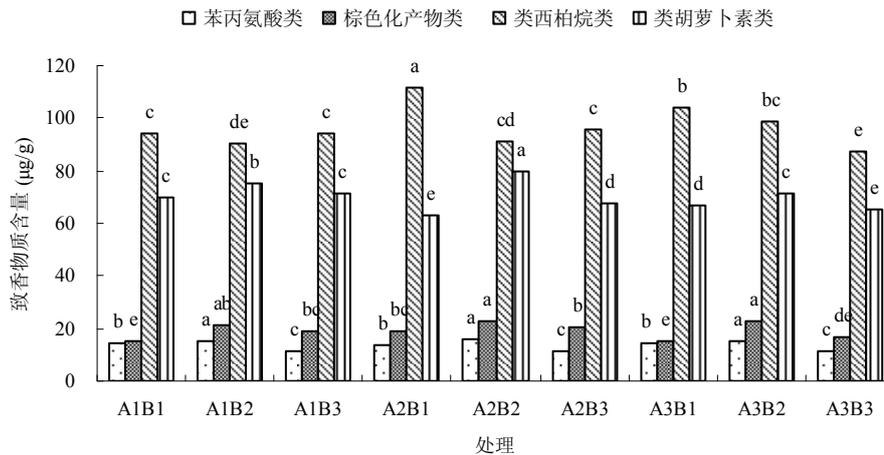


图 1 不同处理对烤烟中不同种类致香物质含量的影响

Fig.1 Effects of different treatments on contents of aroma compounds in different groups of flue-cured tobacco

棕色化产物类致香物质包括糠醛、糠醇、乙酰基呋喃、5-甲基-2-糠醛、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮、2-乙酰基吡咯等成分，其中多种物质具有特殊的香味，尤其是其中的呋喃、吡咯类物质，虽然含量低微，却对可可香味的形成至关重要^[11]。由图 1 可看出，在相同灌溉条件下，棕色化产物类致香物质含量均以 N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 2 : 3 处理较高；在相同 N : P₂O₅ : K₂O 配比条件下，限量灌溉处理棕色化产物类致香物质含量较高，A2B2 处理烟叶棕色化产物类致香物质总量较高，A3B2 处理烟叶次之，其他处理较低。表明限量灌溉和 N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 2 : 3 组合对提高烟叶中棕色化产物类致香物质含量有相互促进作用。

类西柏烷类致香物质主要指茄酮，它是烟叶中重要的香气前体物，通过一定的降解途径可形成多种醛、酮等致香成分^[11]。从图 1 可看出，A2B1 处理烟叶中类西柏烷类致香物质含量最高，且显著高于其他处理，表明限量灌溉和 N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 2 : 4 的组合可明显增加类西柏烷类致香物质含量。

类胡萝卜素类致香物质包括 6-甲基-5-庚烯-2-醇、6-甲基-5-庚烯-2-酮、β-大马酮、香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯、巨豆三烯酮的 3 种同分异构体、法尼基丙酮等，也是烟叶中重要香味物质的前体物，烟叶在醇化过程中，类胡萝卜素降解后，可生成一大类挥发性芳香化合物，其中相当一部分是重要的中性致香物质，对卷烟吸食品质有重要的影响^[11]。从图 1 可看出，在相同灌溉条件下，类胡萝卜素类致香物质含量均以 N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 2 : 3 处理较高，而在相同 N : P₂O₅ : K₂O 配比条件下，各灌溉处理之间差异显著。从图 1

还可看出，A2B2 处理烟叶类胡萝卜素类致香物质含量较高，表明限量灌溉和 N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 2 : 3 组合对烟叶类胡萝卜素类致香物质含量提高有较为明显的效果。

2.3 烟叶评吸结果分析

烟叶是满足人们吸食需要的特殊商品，其感官特征是烟叶品质优劣最直接和最客观的反映。经感官评吸（表 3），在相同 N : P₂O₅ : K₂O 配比条件下，限量灌溉处理评吸得分较高；在相同灌溉条件下，N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 2 : 3 处理得分较高。不同施肥和灌溉组合综合比较，以处理 A2B2 香气质纯净、香气量较足、杂气较少、刺激性较低、余味舒适、烟气浓度大、燃烧性好、总得分最高，处理 A1B2 次之，其他处理得分较低。

3 讨论

烟叶香吃味的好坏不是取决于某种成分的绝对含量，而是依赖于各种成分的比例是否协调^[12]。烟叶中水溶性总糖与烟碱的比值常被作为烟气强度和柔和性评价的基础，二者的平衡是形成均衡烟气的重要因素。糖含量过高，烟碱含量过低，烟气香味平淡、缺乏劲头；若糖含量过低，烟气劲头强烈，刺激性增大。本研究结果表明，N : P₂O₅ : K₂O = 1 : 2 : 3 和限量灌溉组合烟叶化学成分较为协调，并且蛋白质含量较低，K/Cl 比值也较为适宜，这对于降低烟叶杂气和刺激性，改善烟叶香气质量和燃烧性较为有利，从而有利于烟叶安全性的提高。

不同的施肥和灌溉组合导致了烟叶致香物质含量

表 3 不同处理烤烟评吸得分结果

Table 3 Effects of different treatments on sensory-evaluation of flue-cured tobacco

处理	香气质	香气量	杂气	刺激性	劲头	浓度	余味	燃烧性	灰分	总分
A1B1	13.5	13.0	6.0	7.0	7.5	7.0	7.5	4.5	4.3	70.3
A1B2	16.0	15.0	8.0	7.5	7.5	7.5	8.0	4.5	4.7	78.7
A1B3	15.0	14.5	6.5	6.5	7.0	7.5	7.0	4.7	4.5	73.2
A2B1	14.5	15.0	7.0	7.0	7.5	7.5	7.5	4.5	4.5	75.0
A2B2	16.5	16.0	8.5	8.0	8.5	7.5	8.5	4.8	4.8	83.1
A2B3	15.0	14.5	7.5	7.0	7.0	7.0	7.0	4.7	4.6	74.3
A3B1	13.5	13.0	7.0	6.5	7.0	7.0	7.0	4.4	4.5	69.9
A3B2	15.0	13.5	7.5	6.5	7.5	7.0	7.5	4.6	4.6	73.7
A3B3	13.0	12.0	6.0	6.0	6.5	7.0	7.0	4.5	4.5	66.5

的差异,本研究检测到的 25 种烟叶主要香气成分中,各处理烤后烟叶中新植二烯的含量都占绝对优势。苯丙氨酸类、棕色化产物类和类胡萝卜素类致香物质含量均以 $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$ 和限量灌溉组合较高,而类西柏烷类致香物质含量则以 $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:4$ 和限量灌溉组合较高,这可能与类西柏烷类致香物质在 $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:4$ 配比条件下形成较多有关,即与施 K 量增加有关。除此外, $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$ 和限量灌溉组合的新植二烯含量低于该肥料配比条件充分灌溉处理,导致其致香物质总量相对较低,一般认为新植二烯是叶绿素的降解产物, $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$ 和充分灌溉组合新植二烯含量较高,可能与其灌溉较足,烟株吸收利用 N 素形成叶绿素较多有关。这一方面表明施肥适宜 ($N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$),灌溉条件是影响致香物质形成的重要因素,即水分不足不利于致香物质的形成,而水分充足仅提高新植二烯含量;另一方面表明,水分适宜(限量灌溉),增加 K 肥用量仅提高烟叶类西柏烷类致香物质含量,这也进一步说明 $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$ 和限量灌溉组合不仅可以协调烟叶主要化学成分,还可以使致香物质的组成较为协调,其原因可能与该组合可使肥水协调供应烟株正常生长,烟叶发育良好有关^[13]。

不同施肥和灌溉组合对烟叶的香气质、香气量、杂气、刺激性、劲头影响较大,对浓度、余味、燃烧性和灰分影响较小。从各组合评吸得分可知, $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$ 和限量灌溉组合与 $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$ 和充分灌溉组合得分较高,尤其前者得分最高,其他组合得分较低。致香物质含量对香气的贡献不同,一些致香物质含量虽然不高,但可能是某些特征香气的重要来源, $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$ 和限量灌溉组合烟叶新植二烯和类西柏烷类致香物质含

量较低,但其苯丙氨酸类、棕色化产物类和类胡萝卜素类致香物质含量均明显高于其他处理,导致 $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$ 和限量灌溉组合烟叶除新植二烯外,其余致香物质总量均高于其他处理,尤其该组合烟叶中有 10 种致香物质含量明显高于其他组合,其中苯甲醛具有樱桃香和杏仁香,吡嗪能增加烟气的和顺感和花香,糠醛可增加烟气甜味、面包香和黄油香味,5-甲基-2-糠醛具甜、花香气息,6-甲基-5-庚烯-2-酮可平和烟气, β -大马酮增加烟气花香和浓度,二氢猕猴桃内酯增加烟气清凉爽味,巨豆三烯酮 4 增加烟气中的花香和木香特征,芳樟醇具有铃兰花香、木香香气,法尼基丙酮具有甜、青烤烟味,这些致香物质可赋予烟叶优良的香吃味,不少已用于烟草制品的加香中^[14]。 $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$ 和限量灌溉组合烟叶评吸质量高,尤其香气质纯净,香气量较足特征明显,可能与这些提高烟叶香气质量的致香物质含量较高有关。这一方面表明,烟叶化学成分和致香物质的组成、含量及各组分间的平衡协调是影响烟叶香气质量的核心,另一方面表明合理的灌溉量和 $N:P_2O_5:K_2O$ 配比是影响烟叶香气质量的重要因素。

4 结论

延边烟区主栽烤烟品种吉烟 9 号,在汪清特定生态条件下, $N:P_2O_5:K_2O = 1:2:3$ 和限量灌溉组合,既可在节约用水条件下利于肥效发挥,又可使烟叶主要化学成分和致香物质的组成较为协调,且提高了对烟叶香气有特殊贡献致香物质的含量,有助于提高烟叶香气质量。但具体的适宜肥料用量和灌溉水量的确定还需要进一步更系统的研究。

参考文献:

- [1] 张延春,陈治锋,龙怀玉,罗春燕.不同氮素形态及比例对烤

- 烟长势、产量及部分品质因素的影响. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(6): 787-792
- [2] Rao J, Ramachandram D, Babu MS. Effect of nitrogen and potassium levels on the yield and quality of flue-cured tobacco. Tobacco Research 1998, 24(1): 15-21
- [3] 熊艳, 李永梅, 尹增松, 孔令郁. 不同形态氮在土壤中的转化及对烤烟生长的影响. 植物营养与肥料学报, 2003, 9(4): 500-502
- [4] 汪耀富, 高华军, 刘国顺, 于建军, 韩富根. 氮、磷、钾肥配施对烤烟化学成分和致香物质含量的影响. 植物营养与肥料学报, 2006, 12 (1): 76-81
- [5] 汪耀富, 张福锁, 刘占卿. 灌水和过量施钾对烤烟养分含量及烟叶产量品质的影响. 河南农业大学学报, 2002, 36(3): 222-225
- [6] 汪耀富, 宋世旭, 杨亿军. 成熟期灌水对烤烟化学成分和致香物质含量的影响. 灌溉排水学报, 2007, 26 (3): 101-104
- [7] 颜合洪. 水分条件对烤烟主要化学成分的影响研究. 中国生态学报, 2005, 13(1): 101-103
- [8] 汪耀富, 韩锦峰, 林学梧. 烤烟生长前期对干旱胁迫的生理生化响应研究. 作物学报, 1996, 22(1): 117-122
- [9] 王瑞新, 韩富根, 杨素勤. 烟叶化学品质分析. 郑州: 河南科学技术出版社, 1990: 50-66
- [10] 王瑞新. 烟草化学. 北京: 中国农业出版社, 2003
- [11] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学. 北京: 中国农业出版社, 1998: 4-80
- [12] 金闻博, 戴亚, 横田拓, 金平正. 烟草化学. 北京: 清华大学出版社, 2000
- [13] 汪耀富, 孙德梅, 李群平, 刘占卿, 张世超. 有机肥与无机肥配施及灌水对烤烟养分含量及产量、品质的影响. 河南农业大学学报, 2003, 37(3): 238-239
- [14] 孙宝国, 何坚. 香精概论. 北京: 化学工业出版社, 1996

Effects of Different Combinations of Fertilization and Irrigation on Chemical Components and Aroma Quality of Flue-Cured Tobacco

HAN Fu-gen¹, SHEN Zheng¹, LI Yuan-shi², PIAO Hong-wei², PENG Li-li¹, DONG Xiang-zhou¹, WANG Chu-liang¹

(1 National Tobacco Cultivation and Physiology and Biochemistry Research Center, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;

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

Abstract: Field experiment was carried out in Yanbian to study the effects of different combinations of fertilization and irrigation on chemical components and aroma compounds of a tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) cultivar Jiyan 9. The results showed that N:P₂O₅:K₂O = 1:2:3 and limited irrigation could result in suitable ratios of total sugar/nicotine and of nitrogen/nicotine, lower protein content and higher aroma components contents of phenylalanines, browning reaction and carotenoids products, thus improved the comprehensive quality of tobacco in small odor and moderate irritation, comfortable lingering, mild smoke and good combustibility, which could satisfy the better growth of regional tobacco.

Key words: Flue-cured tobacco, Fertilization, Irrigation, Chemical components, Aroma quality