

土壤及气候对烤烟非挥发性 有机酸含量影响的效应分析

李强¹, 周冀衡^{1*}, 杨荣生², 张一扬¹, 解燕^{1,2}, 刘加红², 黄夸克², 张春¹

(1. 湖南农业大学 烟草科学与健康重点实验室 湖南 长沙 410128; 2. 云南省曲靖市烟草公司 云南 曲靖 655000)

摘要:选取曲靖烟区典型植烟生态区(罗平县和马龙县)进行客土置换种植烤烟的试验,研究气候和土壤对多元有机酸含量和高级脂肪酸的影响。结果表明:①罗平气候条件下多元有机酸含量显著高于马龙气候,马龙气候条件下烤烟各种高级脂肪酸总含量均极显著高于罗平气候条件下烤烟的高级脂肪酸总含量;罗平土壤条件下烤烟多元有机酸总含量高于马龙土壤条件烤烟的有机酸总含量,但差异不显著,罗平土壤条件下高级脂肪酸总含量显著高于马龙土壤下烤烟的高级脂肪酸总含量。②气候对烤烟总多元有机酸和总高级脂肪酸含量的影响为高度影响效应,土壤对烤烟总多元有机酸的影响为低度影响效应,对总高级脂肪酸含量的影响为中度影响效应,气候和土壤互作对烤烟多元有机酸和高级脂肪酸含量的影响为中度影响效应。气候、土壤、气候和土壤互作对烤烟多元有机酸含量总变异的贡献率分别为 54.44%、12.75% 和 32.81%,对高级脂肪酸含量总变异的贡献率为 48.84%、33.33% 和 17.83%。

关键词:烤烟; 气候; 土壤; 多元有机酸; 高级脂肪酸

中图分类号:S572 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2011)06-1043-07

Effects of Soil and Climate on Non-volatile Organic Acid Content in Flue-cured Tobacco Leaf

LI Qiang¹, ZHOU Ji-heng^{1*}, YANG Rong-sheng², ZHANG Yi-yang¹,
XIE Yan^{1,2}, LIU Jia-hong², HUANG Kua-ke², ZHANG Chun¹

(1. Key Lab of Tobacco Science & Health, Hunan Agriculture University, Changsha 410128, China; 2. Yunnan Provincial Tobacco Company Qujing Branch, Qujing 655000, China)

Abstract: In order to probe the effects of soil and climate on multiple organic acid and senior fatty acid contents in flue-cured tobacco, a soil-replacement experiment was carried out in two tobacco-growing areas (Luoping County and Malong County) under typical ecological conditions. The results indicated that, ① the multiple organic acid content in flue-cured tobacco under the climatic conditions in Luoping was significantly higher than that under Malong climatic conditions, the senior fatty acid content in flue-cured tobacco under the climatic conditions of Malong was significantly higher than that under the climatic condition in Luoping; the multiple organic acid content in flue-cured tobacco under the soil conditions in Luoping was higher than that in Malong, but not significant, the senior fatty acid content in flue-cured tobacco on the soil in Luoping was significantly higher than that in Malong. ② The effects of climate on multiple organic acid and senior fatty acid

收稿日期:2011-08-27 修回日期:2011-10-18

基金项目:国家烟草专卖局重大专项(110200902035)、国家烟草专卖局重大专项(110200801036)和湖南省研究生创新项目(CX2010B309)资助

作者简介:李强(1982—),男,博士,主要从事烟草科学与工程技术研究, E-mail: zqiangli@126.com; * 通讯作者:周冀衡 教授,博士生导师, E-mail: jhzhou2005@163.com。

content in flue-cured tobacco were large; the effects of soil on multiple organic acid content in flue-cured tobacco were small, the effects of soil on senior fatty acid content in flue-cured tobacco were medium; the effect of interaction of climate and soil on multiple organic acid and senior fatty acid content in flue-cured tobacco was medium; the variance contribution rates of soil, climate and their interaction to multiple organic acid content in flue-cured tobacco leaf were 54.44%, 12.75% and 32.81%, and to senior fatty acid content were 48.84%, 33.33% and 17.83%.

Key words: flue-cured tobacco; climate; soil; multiple organic acid; senior fatty acid

烟草中的非挥发性有机酸通常包括多元有机酸、高级脂肪酸、芳香族酸和脂环酸等,以多元有机酸和高级脂肪酸为主,其中多元有机酸以苹果酸、草酸和柠檬酸为主,高级脂肪酸以棕榈酸、亚油酸、油酸和硬脂酸为主^[1]。多元有机酸和高级脂肪酸虽然对烟草的香味没有明显的直接作用,但可以调节烟气的酸碱度,减轻烟草刺激性,使吸味醇和,增加烟气浓度,某些有机酸通过氧化还可形成香气成分,从而影响烟叶及其制品的质量^[2]。对于烟草多元有机酸和高级脂肪酸的研究主要集中在不同生态区域差异的比较^[3-4]、农艺措施及烘烤调制的影响^[5-8]、基因型差异^[9]等方面,而对于环境因素中的土壤因素和气候因素对烤烟多元有机酸和高级脂肪酸含量影响效应大小的研究则鲜见报道。鉴于此,本研究在曲靖烟区选取2个典型生态区进行客土试验,研究气候及土壤因素对烤烟主要多元有机酸和高级脂肪酸含量的影响强弱。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于2009年在曲靖市2个典型的植烟生态区进行,即马龙县旧县镇(25°06'27.5"N,103°37'18.3"E,海拔1960m)和罗平县罗雄镇(104°47'46.7" 北纬24°48'24.8" 海拔1700m)进行。烤烟品种为云烟87。供试土壤为红壤(马龙)和黄壤(罗平)土壤,主要养分含量见表1。气象资料由云南省曲靖市气象局提供(表2)。

1.2 试验设计

试验采用二因素随机区组设计,二因素分别为土壤因素和气候因素,即共4个处理:处理(1)在罗平的生态条件下使用马龙的土壤种植烤烟(PM);处理(2)在罗平的气候条件下使用罗平的土壤种植烤烟(PP);处理(3)在马龙的生态条件下使用罗平的土壤种植烤烟;处理(4)在马龙的气候条件下使用马龙的土壤种植烤烟(MM)。将两地的土壤相互置换种植烤烟,土壤置换在烟垄起好后进行,方法为:烟垄起好后,将垄体土壤和垄体下20cm土壤分别整体挖出,分开保存,分别回填至置换烟田相应小区,尽量不打乱土层,未置换的小区亦将土壤挖出,以同样的方法回填。试验设3次重复,株行距为1.2m×0.6m,每个小区植烟50株左右,周围设保护行。两地均使用漂浮苗,马龙试验点移栽日期4月29日,罗平试验点移栽日期5月8日,移栽后覆盖地膜。施纯N 90 kg/hm², $m(N):m(P_2O_5):m(K_2O) = 1:2:3$,底肥占70%,追肥占30%。其他栽培措施同一般烤烟栽培。盛花期打顶留叶20片,同时选择生长正常的烤烟挂牌标记第9至11叶位的烟叶为试验取样烤烟,按三段式烘烤工艺科学烘烤。

1.3 烤烟化学成分测定方法

收集调制后烤烟,去除主脉,于40℃下烘干,粉碎过40目筛,置于封口袋于干燥器中保存备用。化学成分分析检测方法分别为:多元有机酸和高级脂肪酸含量按杨虹琦^[3]的方法测定。

1.4 数据分析

以气候和土壤作为控制变量作有交互作用的双因素方差分析,当检定为显著性差异时,通过计算Cohen's f^2 (下文简称 f^2)来评价气候和土壤对烤烟各化学成分影响的重要性^[10-11]。当 $0.02 \leq f^2 < 0.15$ 表示低度影响效应, $0.15 \leq f^2 < 0.35$ 表示为中度影响效应, $f^2 \geq 0.35$ 为高度影响效应^[10];并通过计算偏 η^2 (η_p^2)比较气候和土壤对烤烟各化学成分变异的贡献率大小^[10-11]。数据分析均采用SPSS17.0统计软件完成^[12]。

2 结果分析

2.1 两试验点气候及土壤资料

罗平和马龙 2 个试验点气候因子存在较大差异(表 1)。就水湿因子而言,各生育时期降雨量以罗平试验点高于马龙试验点,大田期空气湿度也以罗平试验点较高;就温热因子而言,各生育期均温和大田期总积温以罗平试验点高于马龙试验点;大田日照时数以马龙试验点高于罗平试验点。罗平和马龙 2 个试验点主要养分存在一定差异(表 2)。土壤主要养分指标及 pH 值、水溶性氮均以罗平土壤较高。

表 1 烤烟大田生长期气候数据

Tab.1 Climatic data during the whole growth of tobacco

区县 County	降雨量/mm Precipitation			均温/°C Average temperature			大田期日照时数/h Total sunshine	积温/°C Accumulated Temperature	空气湿度/% Air humidity
	伸根期	旺长期	成熟期	伸根期	旺长期	成熟期			
罗平	160.95	314.78	697.82	19.48	20.81	20.72	712.45	3 603.20	82.47
马龙	102.88	186.58	390.01	17.16	18.32	18.18	791.78	3 078.53	76.70

表 2 主要土壤肥力指标数据

Tab.2 Data of main indices of soil fertility

土壤来源 Soil	土壤类型 Soil types	pH 值	有机质/ (g · kg ⁻¹)	全氮/ (g · kg ⁻¹)	全磷/ (g · kg ⁻¹)	全钾/ (g · kg ⁻¹)	碱解氮/ (mg · kg ⁻¹)	速效磷/ (mg · kg ⁻¹)	速效钾/ (mg · kg ⁻¹)	水溶性氮/ (mg · kg ⁻¹)
		pH Value	Organic matter	Total N	Total P	Total K	Alkali-hydrolyzable N	Available P	Available K	Water soluble N
罗平 Luoping	黄壤	5.88	44.47	2.08	1.50	15.03	171.76	69.88	327.30	28.13
马龙 Malong	红壤	5.45	31.08	1.52	0.79	12.41	86.96	23.17	77.30	22.52

2.2 不同气候及土壤下烤烟非挥发性有机酸含量的比较

2.2.1 不同气候间烤烟非挥发性有机酸含量比较 方差分析结果表明,烤烟多元有机酸含量在气候间均达到显著或极显著差异(表 3、表 6)。马龙气候条件下烤烟柠檬酸含量极显著高于罗平气候条件,罗平气候条件下草酸和苹果酸含量极显著高于马龙气候,两气候条件下各烤烟多元有机酸变异相当,变异系数均为 11.77 ~ 23.03,属中等强度变异;烤烟高级脂肪酸含量在气候间均达到极显著差异(表 3、表 7)。马龙气候条件下烤烟各种高级脂肪酸含量均极显著高于罗平气候条件下烤烟的高级脂肪酸含量,马龙气候条件下烤烟各高级脂肪酸含量变异属弱变异(变异系数均在 0 ~ 7.62),罗平气候条件下烤烟各高级脂肪酸含量变异中等强度变异(变异系数均在 17.54 ~ 27.10)。

表 3 不同气候间烤烟非挥发性有机酸含量比较

Tab.3 The non-volatile organic acid content of tobacco between different climate

气候类型 Climate types	统计量 Statistics	多元有机酸 Multiple organic acid				高级脂肪酸 Senior fatty acid				总计/ (mg · kg ⁻¹)	
		草酸/ (mg · kg ⁻¹)	苹果酸/ (mg · kg ⁻¹)	柠檬酸/ (mg · kg ⁻¹)	合计/ (mg · kg ⁻¹)	棕榈酸/ (mg · kg ⁻¹)	亚油酸/ (mg · kg ⁻¹)	油酸/ (mg · kg ⁻¹)	硬脂酸/ (μg · kg ⁻¹)		合计/ (mg · kg ⁻¹)
		Oxalic acid	Malic acid	Citric acid	Total	Palmitic acid	Linoleic acid	Oleic acid	Steric acid		Total
马龙	平均值	16.23	86.51	7.13	109.87	2.65	1.40	12.24	625.79	16.92	126.79
Malong	标准差	2.03	19.91	0.79	18.66	0.10	0.07	0.10	47.66	0.02	18.64
	变异系数	12.51	23.01	11.02	16.99	3.72	5.05	0.79	7.62	0.14	14.70
罗平	平均值	23.92	102.15	5.36	131.43	2.09	1.06	9.32	440.64	12.91	144.34
Luoping	标准差	2.82	16.55	0.61	19.98	0.43	0.29	2.45	77.30	3.24	23.22
	变异系数	11.77	16.21	11.43	15.20	20.57	27.10	26.24	17.54	25.10	16.09

2.2.2 不同土壤间烤烟非挥发性有机酸含量比较 方差分析结果表明,烤烟多元有机酸含量在土壤间有一定的差异,但除草酸含量差异达到显著水平外,其它多元有机酸含量差异不显著(表 4、表 6)。罗平土壤条件下烤烟草酸含量显著高于马龙土壤条件,马龙土壤条件下柠檬酸和苹果酸含量略高于罗平土壤,两气候条件下各烤烟多元有机酸变异相当,变异系数均为 8.95 ~ 31.45,属弱变异 ~ 中等强度变异;烤烟高级脂肪酸含量在土壤间除硬脂酸含量差异不显著外,其它高级脂肪酸在土壤间均达到显著差

异(表 4、表 7)。马龙土壤条件下烤烟棕榈酸、亚油酸和油酸含量显著高于罗平土壤条件,马龙土壤条件下烤烟各高级脂肪酸含量变异中等强度变异(变异系数均在 25.74 ~ 37.00),罗平气候条件下烤烟各高级脂肪酸含量属弱变异(变异系数均在 6.82 ~ 12.59)。

表 4 不同土壤间烤烟非挥发性有机酸含量比较

Tab. 4 The non-volatile organic acid content of tobacco between different soil

气候类型 Climate types	统计量 Statistics	多元有机酸 Multiple organic acid				高级脂肪酸 Senior fatty acid				总计/ (mg · kg ⁻¹)	
		草酸/ (mg · kg ⁻¹)	苹果酸/ (mg · kg ⁻¹)	柠檬酸/ (mg · kg ⁻¹)	合计/ (mg · kg ⁻¹)	棕榈酸/ (mg · kg ⁻¹)	亚油酸/ (mg · kg ⁻¹)	油酸/ (mg · kg ⁻¹)	硬脂酸/ (μg · kg ⁻¹)		合计/ (mg · kg ⁻¹)
		Oxalic acid	Malic acid	Citric acid	Total	Palmitic acid	Linoleic acid	Oleic acid	Steric acid		Total
马龙 Malong	平均值	18.36	95.52	6.30	120.18	2.18	1.10	9.95	522.74	13.76	133.94
	标准差	5.04	17.17	1.95	16.08	0.56	0.35	3.34	193.40	4.44	18.52
	变异系数	27.46	17.97	30.95	13.38	25.74	31.90	33.52	37.00	32.29	13.83
罗平 Luoping	平均值	21.79	93.14	6.18	121.12	2.56	1.35	11.61	543.70	16.07	137.19
	标准差	5.83	29.29	0.55	34.57	0.23	0.14	0.79	68.44	1.23	33.34
	变异系数	26.75	31.45	8.95	28.54	9.01	10.06	6.82	12.59	7.64	24.30

2.3 烤烟非挥发性有机酸含量的变异规律

对于每一项非挥发性有机酸含量,分别以土壤间的变幅和试验点内平均变异系数表示由土壤决定的变异,用气候间的变幅和土壤内平均变异系数表示由气候引起的变异。由表 3 可见,烤烟各试验点内烤烟非挥发性有机酸含量平均变异系数小于土壤内平均变异系数;烤烟非挥发性有机酸含量在土壤间变幅亦均小于气候间变幅。初步说明气候因素对烤烟非挥发性有机酸含量的影响效应大于土壤因素的影响效应。

表 5 不同气候及土壤条件下烤烟非挥发性有机酸的变异规律

Tab. 5 Variance of non-volatile organic acid of tobacco of different climate and soil

化学成分 Chemical components	土壤决定的变异 Variation from soil		气候决定的变异 Variation from climates		结论 Conclusion
	土壤间变幅 Variance breadth among soils	试验点内变异系数/% Coefficient of variation in locations	气候间变幅 Variance breadth among climates	土壤内变异系数/% Coefficient of variation in soils	
	草酸/(mg · g ⁻¹) Oxalic acid	18.36 ~ 21.79	12.14	16.23 ~ 23.92	
苹果酸/(mg · g ⁻¹) Malic acid	93.14 ~ 95.52	19.61	86.51 ~ 102.15	24.71	C > S
柠檬酸/(mg · g ⁻¹) Citric acid	6.18 ~ 6.30	11.21	5.36 ~ 7.13	19.95	C > S
多元有机酸/(mg · g ⁻¹) Multiple organic acid	120.18 ~ 121.12	16.10	109.87 ~ 131.43	20.96	C > S
棕榈酸/(mg · g ⁻¹) Palmitic acid	2.18 ~ 2.56	12.15	2.09 ~ 2.65	17.38	C > S
亚油酸/(mg · g ⁻¹) Linoleic acid	1.10 ~ 1.35	16.08	1.06 ~ 1.40	20.98	C > S
油酸/(mg · g ⁻¹) Oleic acid	9.95 ~ 11.61	13.52	9.32 ~ 12.24	20.17	C > S
硬脂酸/(μg · g ⁻¹) Steric acid	522.74 ~ 543.70	12.58	440.64 ~ 625.79	24.80	C > S
总高级脂肪酸/(mg · g ⁻¹) Total senior fatty acid	13.76 ~ 16.07	12.62	12.91 ~ 16.92	19.97	C > S
总有机酸/(mg · g ⁻¹) Total organic acid Content	133.94 ~ 137.19	15.40	126.79 ~ 144.34	19.06	C > S

S: 土壤效应 Soil effect; C: 气候效应 Climate effect.

2.4 气候及土壤因素对烤烟多元有机酸含量影响的效应分析

以气候和土壤作为控制变量作有交互作用的双因素方差分析,结果显示(表 6)影响烤烟草酸含量因素的方差分析校正模型成立($F = 13.80, P = 0.002$),气候对草酸含量的影响为高度影响效应($f^2 = 2.29$)、土壤对草酸含量的影响为中度影响效应($f^2 = 0.16$)、气候与土壤互作对草酸含量的影响为低度影响效应($f^2 = 0.00$);气候、土壤、气候与土壤互作的偏 E_{η}^2 分别为 0.81、0.46 和 0.02,将其转化为百分数后可得到气候、土壤及其互作对草酸含量总变异的贡献率为 62.79%、35.66% 和 1.55%。

影响烤烟苹果酸含量因素的方差分析校正模型成立($F = 8.19, P = 0.008$);影响烤烟苹果酸含量的因素分别为气候与土壤互作(高度影响效应)、气候(中度影响效应)、土壤(低度影响效应),其 f^2 分别

为 1.21、0.25 和 0.00; 气候与土壤互作、气候、土壤的偏 Eta^2 分别为 0.69、0.45、和 0.02, 将其转化为百分数后可得到气候与土壤互作、气候、土壤对苹果酸含量总变异的贡献率为 59.48%、38.79% 和 1.72%。影响烤烟柠檬酸含量因素的方差分析校正模型成立 ($F = 8.43$, $P = 0.007$); 影响烤烟柠檬酸含量的因素分别为气候(高度影响效应)、气候土壤互作(中度影响效应)、土壤(中度影响效应), 其 f^2 分别为 1.36、0.22、和 0.00; 气候、气候与土壤互作、土壤的偏 Eta^2 分别为 0.71、0.43 和 0.01, 将其转化为百分数后可得到气候、土壤及其互作、土壤对柠檬酸含量总变异的贡献率为 61.74%、37.39% 和 0.87%。

计算气候、土壤及其互作的对烤烟 3 种多元有机酸含量变异贡献率的平均值, 其值分别为 54.44%、12.75% 和 32.81%。表明气候对烤烟化学成分的影响较大, 气候对烤烟 3 种多元有机酸含量的总变异贡献率为 54.44%, 土壤为 12.75%、气候与土壤互作为 32.81%。

表 6 气候和土壤对烤烟多元有机酸含量影响的双因素方差分析

Tab. 6 Tests of between-subjects effects of soil and climate on multiple organic acid content of tobacco leaf

化学成分 Chemical components	变异来源 source of variation	平方和 Sum of squares	自由度 df	均方 Mean square	F 值 F-value	P 值 P-value	偏 Eta^2 Partial Eta^2	Cohen's f^2
草酸/(mg·g ⁻¹) Oxalic acid	校正模型	213.46	3	71.15	13.80	0.002	0.84	
	气候	177.29	1	177.29	34.39	0.000	0.81	2.29
	土壤	35.24	1	35.24	6.84	0.031	0.46	0.16
	气候*土壤	0.93	1	0.93	0.18	0.683	0.02	0.00
苹果酸/(mg·g ⁻¹) Malic acid	校正模型	2745.26	3	915.09	8.19	0.008	0.75	
	气候	734.30	1	734.30	6.57	0.033	0.45	0.25
	土壤	16.87	1	16.87	0.15	0.708	0.02	0.00
	气候*土壤	1994.08	1	1994.08	17.84	0.003	0.69	1.21
柠檬酸/(mg·g ⁻¹) Citric acid	校正模型	12.39	3	4.13	8.43	0.007	0.76	
	气候	9.41	1	9.41	19.21	0.002	0.71	1.36
	土壤	0.05	1	0.05	0.09	0.769	0.01	0.00
	气候*土壤	2.93	1	2.93	5.98	0.040	0.43	0.22
总多元有机酸/(mg·g ⁻¹) Total multiple organic acid	校正模型	3637.68	3	1212.56	6.66	0.014	0.71	
	气候	1394.86	1	1394.86	7.66	0.024	0.49	0.38
	土壤	2.62	1	2.62	0.01	0.908	0.00	0.00
	气候*土壤	2240.20	1	2240.20	12.31	0.008	0.61	0.79

2.5 气候及土壤因素对烤烟高级脂肪酸含量影响的效应分析

以气候和土壤作为控制变量作有交互作用的双因素方差分析, 结果显示(表 7) 影响烤烟棕榈酸含量因素的方差分析校正模型成立 ($F = 7.23$, $P = 0.011$)。影响烤烟棕榈酸含量的因素分别为气候(高度影响效应)、土壤(中度影响效应)、气候与土壤互作(低度影响效应), 其 f^2 分别为 0.82、0.25、和 0.09; 气候、土壤、气候与土壤互作的偏 Eta^2 分别为 0.63、0.43 和 0.23, 将其转化为百分数后可得到气候、土壤、气候与土壤互作对棕榈酸含量总变异的贡献率为 48.84%、33.33% 和 17.83%。

影响烤烟亚油酸含量因素的方差分析校正模型成立 ($F = 10.77$, $P = 0.003$)。影响烤烟亚油酸含量的因素分别为气候(高度影响效应)、土壤(中度影响效应)、气候与土壤互作(低度影响效应), 其 f^2 分别为 0.86、0.33、和 0.10; 气候、土壤、气候与土壤互作的偏 Eta^2 分别为 0.70、0.56 和 0.31, 将其转化为百分数后可得到气候、土壤、气候与土壤互作对亚油酸含量总变异的贡献率为 44.59%、35.67% 和 19.75%。

影响烤烟油酸含量因素的方差分析校正模型成立 ($F = 9.89$, $P = 0.005$)。影响烤烟油酸含量的因素分别为气候(高度影响效应)、气候土壤互作(中度影响效应)、土壤(中度影响效应), 其 f^2 分别为 0.86、0.21、和 0.18; 气候、气候与土壤互作、土壤的偏 Eta^2 分别为 0.69、0.45 和 0.41, 将其转化为百分数后可得到气候、土壤及其互作、土壤对油酸含量总变异的贡献率为 44.52%、29.03% 和 26.45%。

影响烤烟硬脂酸含量因素的方差分析校正模型成立 ($F = 9.89$, $P = 0.005$)。影响烤烟硬脂酸含量的因素分别为气候(高度影响效应)、气候土壤互作(中度影响效应)、土壤(中度影响效应), 其 f^2 分别为 1.92、0.18 和 0.01; 气候、气候与土壤互作、土壤的偏 Eta^2 分别为 0.78、0.45 和 0.04, 将其转化为百分数后可得到气候、气候与土壤互作、土壤对硬脂酸含量总变异的贡献率为 61.42%、35.43% 和 3.15%。

计算气候、土壤及其互作的对烤烟 4 高级脂肪酸含量变异贡献率的平均值, 其值分别为 49.84%、

24.65% 和 25.51%。表明气候对烤烟 4 高级脂肪酸影响效应较大,气候对烤烟 4 高级脂肪酸含量的总变异贡献率为 49.84%,土壤为 24.65%、气候与土壤互作为 25.51%。

表 7 气候和土壤对烤高级脂肪酸含量影响的双因素方差分析

Tab.7 Tests of between-subjects effects of soil and climate on senior fatty acid content of tobacco leaf

化学成分 Chemical components	变异来源 Source of variation	平方和 Sum of squares	自由度 df	均方 Mean square	F 值 F - value	P 值 P - value	偏 Eta ² Partial Eta ²	Cohen's f ²
棕榈酸/(mg·g ⁻¹) Palmitic acid	校正模型	1.53	3	0.51	7.23	0.011	0.73	
	气候	0.94	1	0.94	13.39	0.006	0.63	0.82
	土壤	0.42	1	0.42	5.96	0.041	0.43	0.25
	气候*土壤	0.16	1	0.16	2.34	0.164	0.23	0.09
亚油酸/(mg·g ⁻¹) linoleic acid	校正模型	0.62	3	0.21	10.77	0.003	0.80	
	气候	0.36	1	0.36	18.68	0.003	0.70	0.86
	土壤	0.19	1	0.19	10.00	0.013	0.56	0.33
	气候*土壤	0.07	1	0.07	3.64	0.093	0.31	0.10
油酸/(mg·g ⁻¹) Oleic acid	校正模型	43.55	3	14.52	9.89	0.005	0.79	
	气候	25.56	1	25.56	17.41	0.003	0.69	0.86
	土壤	8.28	1	8.28	5.64	0.045	0.41	0.18
	气候*土壤	9.71	1	9.71	6.61	0.033	0.45	0.21
硬脂酸/(μg·g ⁻¹) Steric acid	校正模型	0.13	3	0.04	11.77	0.003	0.82	
	气候	0.10	1	0.10	28.47	0.001	0.78	1.92
	土壤	0.00	1	0.00	0.36	0.563	0.04	0.01
	气候*土壤	0.02	1	0.02	6.48	0.034	0.45	0.18
总高级脂肪酸/(mg·g ⁻¹) Total senior fatty acid	校正模型	79.71	3	26.57	9.47	0.005	0.78	
	气候	48.22	1	48.22	17.19	0.003	0.68	0.89
	土壤	15.98	1	15.98	5.70	0.044	0.42	0.19
	气候*土壤	15.51	1	15.51	5.53	0.047	0.41	0.18

3 结论与讨论

本研究采用客土置换试验,研究了不同气候和土壤条件下烤烟非挥发性有机酸含量的差异,以及气候和土壤对烤烟非挥发性有机酸含量的影响效应,主要结论如下:

(1) 马龙气候条件下烤烟柠檬酸含量极显著高于罗平气候条件,罗平气候条件下草酸和苹果酸含量极显著高于马龙气候;马龙气候条件下烤烟各种高级脂肪酸含量均极显著高于罗平气候条件下烤烟的高级脂肪酸含量。罗平土壤条件下烤烟草酸含量显著高于马龙土壤条件,马龙土壤条件下柠檬酸和苹果酸含量略高于罗平土壤;马龙土壤条件下烤烟棕榈酸、亚油酸和油酸含量显著高于罗平土壤条件。

(2) 变异系数和方差分析的结果均表明,气候和土壤对烤烟总多元有机酸和总高级脂肪酸含量均有一定影响,但气候和土壤对烤烟不同多元有机酸和高级脂肪酸含量影响效应不一,气候对烤烟总多元有机酸和总高级脂肪酸含量的影响为高度影响效应,土壤对烤烟总多元有机酸的影响为低度影响效应,对总高级脂肪酸含量的影响为中度影响效应,气候和土壤互作对烤烟多元有机酸和高级脂肪酸含量的影响为中度影响效应。气候、土壤、气候和土壤互作对烤烟多元有机酸含量总变异的贡献率分别为 54.44%、12.75% 和 32.81%,对高级脂肪酸含量总变异的贡献率为分别为 48.84%、33.33% 和 17.83%。因此可初步判断影响烤烟多元有机酸和高级脂肪酸含量的主导生态因素是气候,土壤的影响效应相对较小,但不可因此否定施肥量、施肥方式以及土壤改良对多元有机酸和高级脂肪酸含量的贡献。

对于烤烟常规化学成分与生态条件中气候因子和土壤因子的关系的研究较多^[13-14],而关于烤烟的多元有机酸和高级脂肪酸含量的研究主要集中在不同生态区域内烤烟多元有机酸和高级脂肪酸含量的差异的比较^[3-4],关于烤烟的多元有机酸和高级脂肪酸含量的影响因素研究较少。本研究侧重于分析比较气候和土壤对多元有机酸和高级脂肪酸含量影响效应的大小,结果表明影响曲靖烤烟多元有机酸和高级脂肪酸含量的主导生态因子是气候,土壤的影响效应虽较小,但不可忽视。本研究结果对指导烟叶生产和烟草种植区域划分以及卷烟企业原料基地的选择与布局具有一定参考价值。

参考文献:

- [1]周冀衡,朱晓平,王彦亭,等.烟草生理与生物化学[M].合肥:中国科学技术大学出版社,1996:493-494.
- [2]Weeks W W. Chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma[J]. Rec Adv Tob Sci,1985,26(11):175-200.
- [3]杨虹琦,周冀衡,杨述元,等.不同纬度烟区烤烟叶中主要非挥发性有机酸的研究[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2005,31(3):281-284.
- [4]杨虹琦,周冀衡,郭紫明,等.湖南不同烤烟中非挥发性有机酸含量的差异[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2006,32(4):44-47.
- [5]武雪萍,刘国顺,朱凯,等.施用有机酸对烟草生理特性及烟叶化学成分的影响[J].中国烟草学报,2003,9(2):23-271.
- [6]韩锦峰,史宏志,王彦亭,等.不同氮量和氮源的烟叶高级脂肪酸含量及其与香吃味的关系[J].作物学报,1998,24(1):125-128.
- [7]韩锦峰,朱大恒,官春云.烟叶自然陈化过程中高级脂肪酸及有关生化特性动态变化的研究[J].中国烟草学报,1998,4(1):9-14.
- [8]官长荣,汪耀富,赵铭钦,等.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]卢秀萍,许仪,许自成,等.不同烤烟基因型非挥发性有机酸和高级脂肪酸含量的变异分析[J].中国烟草学报,2007,13(3):47-51.
- [10]Randall R. Robey. Reporting point and interval estimates of effect-size for planned contrasts: fixed within effect analyses of variance[J]. Journal of Fluency Disorders,2004,29(3):307-341.
- [11]Cohen, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences[M]. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates,1988: 121-135.
- [12]郝黎仁,攀元,郝哲欧,等.SPSS实用统计分析[M].北京:中国水利水电出版社,2002:155-179.
- [13]戴冕.我国主产烟区若干气象因素与烤烟化学成分关系的研究[J].中国烟草学报,2000,6(1):27-34.
- [14]孙公,杨树林.土壤养分与烤烟化学成分含量间的关系[J].烟草科技,2008,51(8):85-89.