

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2016.04.002

不同微地形烟叶品质特征差异分析^①

李洪勋^{1,2}, 王龙昌¹, 冉春艳¹, 陈光宇¹,
潘文杰², 陈伟², 林叶春²

1. 西南大学农学与生物科技学院/三峡库区生态环境教育部重点实验室/南方山地农业教育部工程研究中心, 重庆 400716;
2. 贵州省烟草科学研究院, 贵阳 550081

摘要: 为了揭示不同微地形烟叶特色, 通过随机区组试验, 研究云贵高原山区坝地、坡地和台地 3 种微地形烟叶的品质特征差异。结果表明: 1) 坡地烟叶的香气类型为“中偏清”, 坝地和台地为“中间”香型; 主体香韵坡地烟叶表现为“显著”和“较显著”, 而坝地和台地烟叶为“较显著”和“尚显著”, 坡地烟叶的辅助香韵除了“木香”、“辛香”外, 还有“果香”成分。2) 中部叶评吸总分各微地形处理间差异有统计学意义。3) 中部烟叶致香物质质量分数由大到小为坡地烟叶, 坝地烟叶, 台地烟叶, 坡地烟叶和坝地烟叶分别比台地烟叶高出 46.56% 和 16.97%; 烤后烟叶含梗率由大到小为坝地烟叶, 台地烟叶, 坡地烟叶。4) 生育期烟叶蔗糖质量分数呈波浪形曲线, 在旺长期时质量分数达到最大值, 此时由大到小为台地烟叶, 坡地烟叶, 坝地烟叶; 生育期和烤后烟叶氯素质量分数由大到小均表现为坡地烟叶, 坝地烟叶, 台地烟叶, 上部烟叶和下部烟叶各处理差异有统计学意义($p < 0.05$), 而中部烟叶差异有统计学意义 $p < 0.01$ 。坡地烟叶感官质量较好、致香物质和氯素质量分数较高、含梗率较低、蔗糖质量分数总体较高, 因此其品质特征较优, 坝地烟叶次之, 台地烟叶最差。该研究结果为西南烟区不同微地形优质烟叶的生产及卷烟工业的品质需求提供理论参考。

关键词: 微地形; 烤烟; 品质特征; 差异

中图分类号: S181

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2016)04-0010-11

作物生长依赖于水土条件, 而其受气候条件影响外, 更受母岩、母质、地质、地貌等农业地质背景影响而衍生和变化^[1]。烤烟的生长发育与光、温、水、气、土等生态条件有关, 而这些生态因子的变化将影响烟草的正常生长, 从而影响到烟叶品质^[2]。为此, 地形作为农作物的一个影响生态因子, 它将影响到水、热和成土的再分配, 因此地形变化影响烤烟的根系分布和烟株生长发育, 进而影响到烤烟质量。

陈陆海等人指出, 地形对上部烟叶化学成分的影响不明显, 但对中部烟叶的总糖、还原糖、总氮质量分数以及下部烟叶总糖和还原糖质量分数影响较明显^[3]; 陈传孟等则认为, 随着海拔升高, 还原糖质量分数增加, 而烟碱质量分数则有所降低^[4]; 据报道, 种植在灌溉排水条件良好的丘陵地带的日本烟叶品质较好, 同样丘陵区也为美国最优的烤烟产地, 津巴布韦则把烤烟大多种植在多山高原^[5]; 另有报道, 以山坡地、山麓和丘陵地为生产优质烟草的地形地貌, 15°以下的丘陵地耕地为最适烟耕地, 平地次之, 洼地则最差, 山坡地烟叶质量则明显优于平原地区^[6]; 曹景林研究结果表明, 不同地形烟叶化学成分的趋势与外观质量表现基本一致, 这可能与相应地域的环境条件相关^[7]; 陈杰等人发现, 山坡阴面烟叶的两糖质量分数

① 收稿日期: 2015-10-26

基金项目: 国家自然科学基金项目(31271673); 国家烟草专卖局项目(Ts-02-20110015); 黔科合重大专项(2014-6015)。

作者简介: 李洪勋(1975-), 男, 山东菏泽人, 副研究员, 博士研究生, 主要从事烤烟栽培的研究。

通信作者: 王龙昌, 教授。

较阳坡烟叶高,烟碱质量分数较低,糖碱比较高,氮碱比更接近于 1^[8].黄爱缨等得出土壤-气候对烟叶化学品质的影响最大,而对烟草品种的影响最小^[9].

根据云贵高原山区烟地的地形特征,本研究按照坡位、坡度及海拔高低等因素把山区烟地划分为 3 个微地形单元:坝地、坡地和台地,由于各微地形烟叶其质量各具特色,找出其品质差异,为烤烟生产提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验区位于亚热带季风性湿润气候区,年平均日照时数 1 890 h,年日均温度 18.0 °C,年大于 10 °C 积温 2 660 °C,年平均降雨量 1 240.5 mm,其中常年烤烟生育期(5—9 月份)854.9 mm,占年总降雨量的 68.9%.

小区试验设置在贵州省凯里市大风洞乡龙井坝村,选择 3 种类型试验地,即坝地、坡地和台地,分别在其上栽烟.土壤类型均为黄壤,肥力中等,前作为玉米.供试烤烟品种为 k326,漂浮育苗;2014 年 4 月 26 日井窖式移栽,9 月 4 日全部烤烟采收结束;栽培密度每 666.7 m² 1 100 株,行距×株距为 1.1 m×0.55 m;非地膜覆盖;第一中心花开放时打顶;施纯氮量每 666.7 m² 6.5 kg,基肥配比 N:P₂O₅:K₂O 为 10:10:25,追肥配比 N:P₂O₅:K₂O 为 10:0:30,基追肥比例为 7:3,栽后 25 d 一次性追肥.未提及栽培管理措施同常规栽培.

1.2 试验设计

本试验为田间随机区组小区试验,设置 3 个试验处理,3 次重复,共计 9 个试验小区,每小区种植面积 333.33 m².每小区周围都设置保护行.

处理一:坝地烟叶,选择在山间平坝田地栽烟.

处理二:坡地烟叶,选择山腰坡地栽烟,地块与坝地的海拔高差 200 m 左右,坡度>15°.

处理三:台地烟叶,选择山腰平地栽烟,地块与坝地的海拔高差 200 m 左右,坡度<15°.

以上 3 个试验处理地域分布上为同一山脉或者小流域的微地形处理,即同一座山脉或者小流域的山间坝地、山腰坡地和山腰台地.

1.3 研究方法

1.3.1 烟叶感官评吸

样品前处理:取各微地形试验处理烤后烟叶 B₂F(上部二级桔黄烟叶),C₃F(中部三级桔黄烟叶),X₂F(下部二级桔黄烟叶)等 3 个烟叶等级样品,先用软毛刷刷净叶片上细土、灰尘和砂粒,将烟叶主筋和叶片分开,取样品数量 0.25 kg,切丝用.

切丝:将所选烟叶切成宽度为 0.6~1.5 mm,含水量为(13~15)%的烟丝备用.

卷制:每个样品卷制 20 支烟支进行感官质量评价.

烟支平衡水分:取烟支放入 KBF240 型调温调湿箱内,控制温度(22±2)°C,相对湿度(60±2)%的环境平衡 48 h,取出放于密闭容器中,待评吸.

单体烟的感官评吸方法:卷制长 70 mm,圆周 27.5 mm 的烟支,经过挑选、平衡水分后,由贵州中烟和贵州省烟草公司的评吸专家进行评吸鉴定.烟叶的感官评吸包含香气质、香气量、杂气量、刺激性、口感、余味、烟气细柔度、燃烧性、灰色、评吸总分等 10 项指标.评吸参照闰克玉等^[10]打分标准.

1.3.2 中性物质质量分数

将各微地形处理烤后烟叶的 B₂F,C₃F,X₂F 样品采用顶空固相微萃取结合 GC×GC-TOFMS 法进行中性致香物质检测.

试剂和仪器:

全二维飞行时间质谱仪(Zoex, ZX-1);固相微萃取仪(Supleco, PC-420D);纤维头(Supleco, PDMS-

DVB-CAR);带盖顶空瓶(Agilent, 22 mL);乙腈(Merck, HPLC);电子天平(梅特勒, AL-104)以及常用玻璃仪器及试剂.

GC×GC-TOFMS条件:

柱1:DB-5(30 m×0.25 mm, 1.00 μm);柱2:DB-wax(1.5 m×0.1 mm, 0.1 μm);程序升温:60 °C(持续2 min)~240 °C(持续12 min), 4 °C/min;进样口压力:30 psi(保持2 min)~48 psi(持续12 min), 0.4 psi/min;样品运行时间:63 min;进样口温度:250 °C;进样模式:不分流;吹扫时间:3.5 min;调制周期:6 s;持续周期:300 ms;热喷口:350 °C;冷喷口流速:18 L/min;热喷口压力:40 psi;质谱条件:离子源:EI, 70 eV;离子源温度:280 °C;传输线温度:280 °C;质量范围:45~450 m/z;分辨率:4 000, FWHM;采集速度:100 Hz.

前处理:

称取50.0 mg烟丝样品至20 mL顶空样品瓶,加入2.0 μL内标化合物,用顶空瓶盖将其密封.随后将顶空瓶放入固相微萃取加热装置,在70 °C环境下平衡30 min,利用固相微萃取纤维头(DVB/CAR/PDMS)吸附10 min,最后在250 °C进样口解析做全二维分析.

1.3.3 含梗率

参照YC/T31-1996^[11]进行烟叶样品前处理.随机抽取20片烟叶样品,平衡含水率到(16.5±0.5)%,将叶肉与主脉剥离,分别称其烟片和烟梗质量,计算其含梗率:含梗率=[烟梗质量/(叶肉质量+烟梗质量)]×100%.

1.3.4 蔗糖和氯质量分数

在移栽后30 d选定长势一致的烟株,自上而下选第6片功能叶挂牌.分别在烤烟的团棵期(P1, 5月31日)、旺长期(P2, 6月20日)、打顶期(P3, 7月1日)和成熟期(P4, 8月26日)等4个特征生育阶段各微地形处理取样测定烟叶的蔗糖质量分数和氯素质量分数;以及将各微地形处理烤后烟叶B₂F, C₃F, X₂F样品测定烟叶的氯素质量分数.

蔗糖质量分数(mg/g)采用蒽酮比色法^[12]测定,氯质量分数采用连续流动法^[13]测定.

1.4 数据处理及分析方法

采用Microsoft Excel软件进行数据处理,用SPSS数据分析系统中单因素随机区组统计分析进行数据分析,用DUNCAN法检测差异有否统计学意义.

2 结果与分析

2.1 烟叶感官评吸评价

通过评吸评委对微地形不同部位烟叶的香气质、香气量、杂气量、刺激性、口感、余味、烟气细柔度、燃烧性、灰色、香型、香韵等指标的感官评吸,评价结果及总分见表1.

不同部位各个微地形之间的评吸分值不同.总分、香气质、刺激性、口感、余味、烟气细柔度、燃烧性、灰色得分表现由大到小为坡地烟叶,坝地烟叶,台地烟叶;香气量为坝地烟叶,坡地烟叶,台地烟叶;杂气量为坡地烟叶最高,上部叶为台地烟叶优于坝地烟叶,中部叶为坝地烟叶优于台地烟叶,而下部叶为台地烟叶相近于坝地烟叶;坡地烟叶的香气类型为“中偏清”,坝地和台地为“中间”香型;主体香韵都为“干草香”和“正甜香”,坡地烟叶表现为“显著”和“较显著”,而坝地和台地烟叶表现为“较显著”和“尚显著”,坡地烟叶的辅助香韵除了“木香”、“辛香”外,还有“果香”成分.

2.2 烤后烟叶中性物质质量分数

烤烟是我国重要的经济作物之一,在国民经济中占有重要的战略地位.烤烟香气作为衡量其质量和可用性的重要指标,烟叶品质优劣固然在较大程度上取决于烟叶香味特征^[14].烟叶香气量、质、型是由多种香气成分的组成、质量分数、比例及其相互作用所影响的.烟叶香气物质主要是指挥发油等能从烟叶中散发出芳香气味的物质.大多数香气物质组分的质量分数为微量或极微量,但其对于烟叶香味有较大的影响^[15].烟叶等级(部位)对致香物质质量分数的综合影响最大,其他因素的影响则相对较弱^[16].

表 1 微地形各部位烟叶的评吸质量评价

项 目	部位处理	中 部			上 部			下 部			
		坝地烟叶	坡地烟叶	台地烟叶	坝地烟叶	坡地烟叶	台地烟叶	坝地烟叶	坡地烟叶	台地烟叶	
香气质		较好	好	较好	尚好	较好	尚好	尚好	尚好	尚好	
香气量		较足	较足	有	充足	较足	较足	有	有	有	
杂气量		微有	无	微有	有	微有	微有	有	微有	有	
刺激性		微有	无	微有	微有	微有	有	无	无	无	
口 感		较纯净	纯净	较纯净							
		舒适									
余 味		较好	好	较好							
烟气细柔度		较细柔	细柔	较细柔	较细柔	较细柔	较细柔	较细柔	较细柔	尚细柔	
燃烧性		较强	强	较强	较强	较强	较强	强	强	较强	
灰色		白	白	灰白	灰白	白	灰白	白	白	白	
总分		78.6	84.9	72	71.5	78.2	69	70.2	75.9	66.7	
烟香类型		中间	中偏清	中间	中间	中偏清	中间	中间	中偏清	中间	
香 韵	主体	类别 1	干草香								
		描述	较显著	显著	较显著	较显著	显著	较显著	较显著	显著	尚显著
	类别 2	正甜香	正甜香								
		描述	尚显著	较显著	较显著	较显著	较显著	尚显著	较显著	较显著	尚显著
	辅助	木香/	木香/辛	木香/	木香/	木香/辛	木香/	木香/	木香/	木香/	木香/
		辛香	香/果香	辛香	辛香	香/果香	辛香	辛香	辛香	辛香	辛香

本研究所测定出来的致香前体物质总计 70 种, 并按照有关的文献标准^[17-19]进行分类, 可以分为苯丙氨酸类、类胡萝卜素类、类西柏烷类、美拉德反应产物、生物碱类、叶绿素降解产物 6 大类, 见表 2。

表 2 微地形烟叶的致香物质种类

种 类	组 分	中 文 名 称
苯丙氨酸类降解产物	Benzaldehyde	苯甲醛
	Benzyl Alcohol	苯甲醇
	Benzeneacetaldehyde	苯乙醛
	Benzeneethanol	苯乙醇
类胡萝卜素类降解产物	5-Hepten-2-One,6-Methyl-	6-甲基-5-庚烯-2-醇
	1,6-Octadien-3-Ol,3,7-Dimethyl-	芳樟醇
	2,6,6-Trimethyl-1,3-Cyclohexadiene-1-Carbaldehyde	藏红花醛
	2,6,6-Trimethyl-1-Cyclohexene-1-Carbaldehyde	b-环柠檬醛
	2-Methoxy-4-Vinylphenol	4-乙炔基愈创木酚
	Î ² -Damascenone	β-大马酮
	Î ² -Damascone	β-二氢大马酮
	(E)-Geranyl Acetone	香叶基丙酮
	4-Hydroxy-Äÿ-ionone	4-羟基-β-紫罗兰酮
	Î ² -Ionone	β-紫罗兰醇
	Î ² -Ionol	β-紫罗兰酮
	1,3,7,7-Tetramethyl-9-oxo-2-oxabicyclo[4.4.0]dec-5-ene	1,3,7,7-四甲基-2-氧双环[4.4.0]癸-5-烯-9-酮
	2,3'-Dipyridyl	2,3'-联吡啶
	Dihydroactinidiolide	二氢猕猴桃内酯
	Megastigmatrienone	巨豆三烯酮 A
Megastigmatrienone	巨豆三烯酮 B	

续表2

种 类	组 分	中 文 名 称
	Megastigmatrienone	巨豆三烯酮 C
	Megastigmatrienone	巨豆三烯酮 D
	Megastigmatrienone	巨豆三烯酮 E
	3-Oxo- $\dot{\text{I}}$ -Ionol	3-氧代- α -紫罗兰醇
	Dodeca-1,6-dien-12-ol,6,10-dimethyl-	金合欢基丙酮
类西柏烷类降解产物	Solanone	茄酮
	Norsolanadione	降茄二酮
美拉德反应产物	2,3-Butanediol	2,3-丁二醇
	2,3-Butanediol	2,4-丁二醇
	2-Furancarboxaldehyde	糠醛
	2-Furanmethanol	糠醇
	2(3H)-Furanone,Dihydro-	二氢-2(3H)-呋喃酮
	Hexanoic Acid	己酸
	Octanal	辛醛
	2,4-Heptadienal,(E,E)-	2,4-庚二烯醛
	2,3-Dimethyl Maleic Anhydride	2,4-环戊烯-1,4-二酮
	2(5H)-Furanone,5-Ethyl-	5-乙基-2(5H)-呋喃酮
	2-Pyrrolidinone,1-methyl-	1-甲基-2-吡啶甲醛
	1-Hexanol,2-Ethyl-	2-乙基己醇
	1-(1H-pyrrol-2-yl)Ethanone	2-乙酰吡咯
	2-Furancarboxylic acid, tetrahydro-3-methyl-5-oxo-	4-吡啶甲醛
	Pyrazine,Tetramethyl-	四甲基吡嗪
	Phenol,2-Methoxy-	3-乙酰吡啶
	3,5-Heptadien-2-one,6-methyl,(E)-	6-甲基-3,5-庚二烯-2-酮
	Nonanal	壬醛
	2H-Pyrrol-2-one,1,5-dihydro-1-methyl-	1-甲基-四氢吡咯-2-酮
	2,6,6-Trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione	2,6,6-三甲基环己-2-烯-1,4-二酮
	4H-Pyran-4-one,2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-	6-甲基-3,5-二羟基-2,3-二氢-4H-吡喃-2-酮
	Acetic Acid,Phenylmethyl Ester	乙酸苯甲酯
	Trans-2-Undecen-1-ol	2,6,6-三甲基环己烷-1,4-二酮
	Ether,heptyl hexyl	5-丁基噻吩
	4-(1-Hydroxy-Ethyl) $\dot{\text{I}}$ Butanolactone	壬烯醇
	Pulegone	胡薄荷酮
	Decanal	葵醛
	Thiophene,2-butyltetrahydro-	2-丁基四氢噻吩
	1H-pyrrole-2,5-Dione,3-Ethyl-4-Methyl-	3-乙基-4-甲基-1H-吡咯-2,5-二酮
	Methyl 2-Methylpentanoate	愈创木酚
	2-Furancarboxylic acid, tetrahydro-3-methyl-5-oxo-	2,5-己二酮
	Cedrene	柏木烯
	Butylated Hydroxytoluene	二叔丁基对甲酚
	Cedran-8-ol	雪松醇

续表 2

种类	组 分	中文名称
生物碱类	Hexa-hydro-farnesol	2-甲基-十六醇
	Pyridine, 3-(1-methyl-2-pyrrolidinyl)-, (S)-	挥发烟碱
	2,2'-Bi-1H-Pyrrole, 1,1'-Dimethyl-	1,1'-二甲基-2,2'-双-1H-吡咯
	Myosmine	麦斯明
	1 ² -Nicotyrine	二烯烟碱
叶绿素降解产物	1,8(2H,5H)-Naphthalenedione, hexahydro-8a-methyl-, cis-	六氢化-8a-甲基-1,8-(2H,5H)-萘二酮
	2,2-Dimethylguanine	2,2-二甲基鸟嘌呤
	Neophytadiene	新值二烯
	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	植醇

上部烟叶致香物质质量分数比较(图 1,图 4),由大到小为坡地烟叶,台地烟叶,坝地烟叶,坡地烟叶比台地高出 3.75%,而坝地烟叶比台地低 18.72%。坝地烟叶的类胡萝卜素最高(1 089.98 ng/g),而坡地烟叶最低(924.66 ng/g);台地烟叶的苯丙氨酸类、类西柏烷类最大;其余都为坡地烟叶最大。美拉德反应产物、生物碱类质量分数各个微地形之间差异有统计学意义($p < 0.05$)。文内所有图形中,小写字母不同表示差异有统计学意义($p < 0.05$),大写字母不同表示差异有统计学意义($p < 0.01$)。

中部烟叶致香物质质量分数比较(图 2,图 4),由大到小为坡地烟叶,坝地烟叶,台地烟叶,坡地烟叶和坝地烟叶分别比台地烟叶高出 46.56%和 16.97%。坝地烟叶的苯丙氨酸类、类胡萝卜素、美拉德反应产物最低;台地烟叶的苯丙氨酸类、类胡萝卜素、美拉德反应产物最大;其余都为坡地烟叶最大,坝地烟叶居中。苯丙氨酸类、生物碱类质量分数、总量各个微地形之间差异有统计学意义($p < 0.01$)。

下部烟叶致香物质质量分数比较(图 3,图 4),由大到小为坡地烟叶,台地烟叶,坝地烟叶,坡地烟叶比台地高出 24.47%,而坝地烟叶比台地低 7.04%。台地烟叶的苯丙氨酸类、类西柏烷类最大,类胡萝卜素、生物碱类最小;其余都为坡地最大,坝地最小。生物碱类、叶绿素降解产物质量分数各个微地形之间差异有统计学意义($p < 0.05$)。

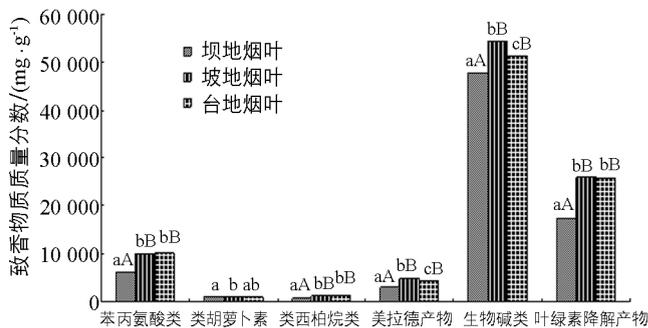


图 1 微地形处理上部烟叶致香物质质量分数

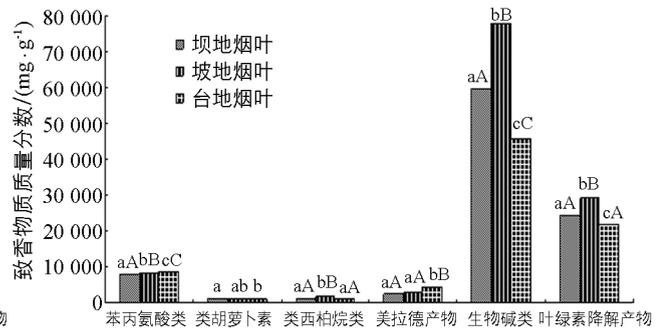


图 2 微地形处理中部烟叶致香物质质量分数

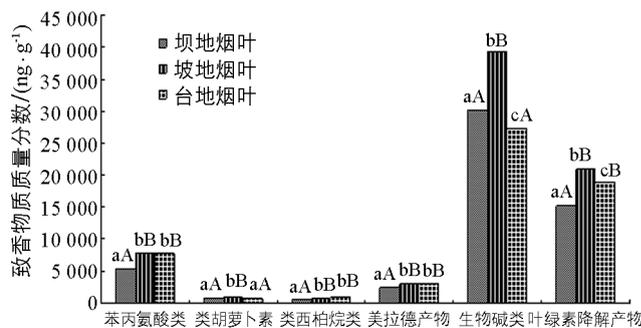


图 3 微地形处理下部烟叶致香物质质量分数

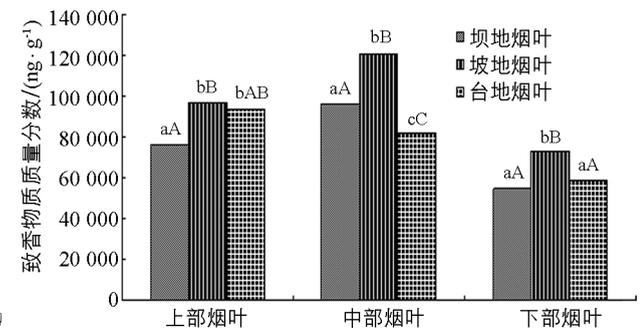


图 4 微地形处理烟叶致香物质总量

2.3 含梗率

含梗率的大小与烟叶内在品质密切相关,是体现卷烟性能的重要指标,直接影响卷烟工艺、产品风格、成本及其它经济指标^[20],因此烟叶含梗率成为目前烟叶品质评价的重要研究方面,一般来说烟叶含梗率越低其经济性状越优^[21].

烤后烟叶含梗率不同部位比较(图5),各个微地形处理烟叶由大到小均表现为下部叶,中部叶,上部叶;各个部位的不同微地形烟叶比较都为坝地烟叶,台地烟叶,坡地烟叶.多重比较分析结果表明,下部叶的坝地烟叶和台地烟叶、坝地烟叶和坡地烟叶差异有统计学意义($p < 0.01$)外,其余差异均无统计学意义.

2.4 蔗糖

蔗糖是高等植物光合的主要产物,即是碳运输的主要形式,也是“库”代谢的重要基质^[22].从图6可以看出,不同微地形处理烟叶蔗糖质量分数都呈波浪形曲线,团棵期较小,在旺长期时质量分数达到最大值,且由大到小为台地烟叶,坡地烟叶,坝地烟叶,打顶期又降低,在成熟期均呈现上升趋势.由于作物的反馈调节机制随之受到抑制,而同时蔗糖的积累又抑制了蔗糖的合成,所以蔗糖质量分数会下降,旺长期后质量分数迅速下降,在打顶期时达到最小值(和团棵期时水平相当),可以说团棵期和打顶期是蔗糖的合成转折点(坝地烟叶高于其他处理烟叶),此后又开始增加(打顶期后至成熟期),坝地烟叶高于其他烟叶,坝地烟叶增加较快.

多重比较分析结果表明,打顶期3种微地形烟叶的蔗糖质量分数之间差异达到统计学意义($p < 0.05$),其余时期差异均达到了统计学意义($p < 0.01$).

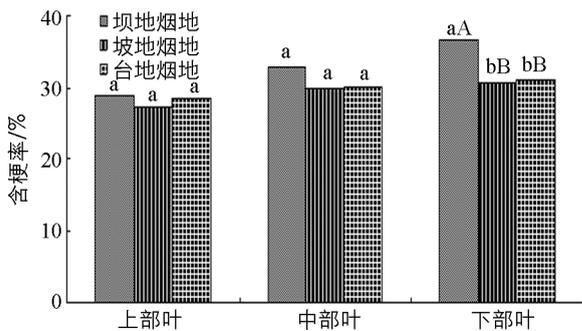


图5 不同微地形处理烤后烟叶含梗率

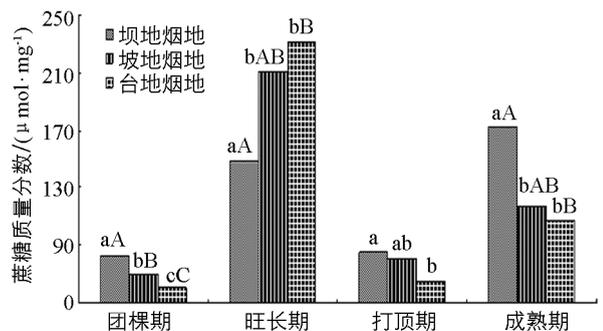


图6 不同微地形处理烟叶蔗糖质量分数动态变化

2.5 氯素质量分数

2.5.1 生育期烟叶生理样品氯素质量分数

生育期烟叶氯素质量分数各个微地形处理都表现为旺长期下降、打顶期又上升的波浪形趋势(图7),但是具体变化规律又有所不同.坝地烟叶氯素质量分数的“谷底”在打顶期,而坡地烟叶和台地烟叶在旺长期;生育期烟叶氯素质量分数比较,由大到小基本表现为坡地烟叶,坝地烟叶,台地烟叶;团棵期和打顶期各个微地形处理数值差别不大,旺长期坝地烟叶和坡地烟叶较台地增加的比例分别为26.24%和25.12%,成熟期对应的增加比例分别为14.88%和37.99%.多重比较分析结果表明,团棵期各个微地形处理烟叶氯素质量分数之间差异性总体上有统计学意义($p < 0.05$),其余时期总体上差异有统计学意义($p < 0.01$).

2.5.2 烤后烟叶氯素质量分数

3种微地形烤后烟叶的氯素质量分数都低于烟叶品质最佳的氯素质量分数范围(图8),坡地烟叶含氯量为0.25%,略低于最佳范围,坝地烟叶(0.14%)和台地烟叶(0.12%)是明显低于最佳范围;不同处理不同部位的烟叶氯素质量分数比较,其趋势与生育期生理样品相似,由大到小都表现为坡地烟叶,坝地烟叶,台地烟叶.坝地烟叶的上、中、下部叶片氯素质量分数比台地烟叶增加的比例分别为15.38%,16.67%和21.43%,坡地烟叶对应台地烟叶的增加比例为53.85%,108.33%和35.71%.多重比较分析结果表明,各

个微地形不同部位烟叶氯素质量分数之间显著性不同. 上部烟叶和下部烟叶各个微地形处理烟叶差异有统计学意义($p < 0.05$), 而中部烟叶差异有统计学意义($p < 0.01$).

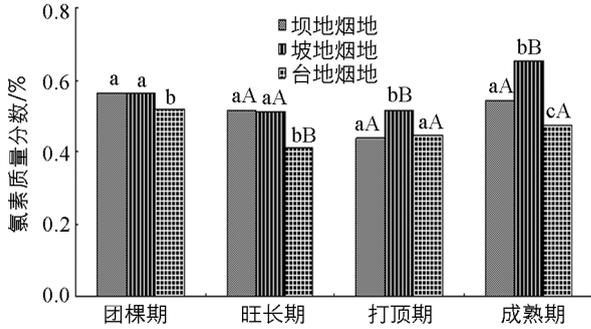


图 7 不同处理烟叶氯素质量分数动态变化

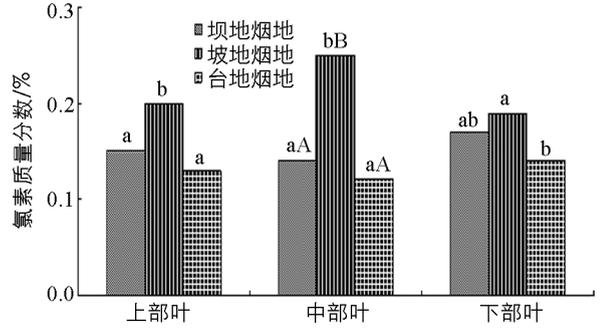


图 8 不同微地形处理烤后烟叶氯素质量分数

3 讨论

3.1 香气物质对烟叶品质的作用

烟叶中致香物质种类繁多, 而不同致香成分具有各自的化学结构和性质, 对人的嗅觉和味觉产生各异的刺激作用, 形成多样的感官反应, 对香气质、香气量和香型有不同程度的贡献率^[23].

类西柏烷类致香物质本身具有较好香气, 其降解转化产物如茄醇、茄二酮、茄呢味喃等为烤烟较重要的致香成分^[24]. 而茄酮自身具有香气, 可以转化成茄醇、降茄二酮、茄呢味喃等香味物质. 本研究表明, 对于中部叶的类西柏烷类致香物质质量分数, 由大到小为坡地烟叶, 台地烟叶, 坝地烟叶, 坡地烟叶比台地烟叶和坝地烟叶分别增加 71.66% 和 82.16%; 对于上部烟叶和下部烟叶的类西柏烷类致香物质质量分数, 坡地烟叶与台地烟叶相当, 都大于坝地烟叶, 其中坡地烟叶与台地烟叶比坝地烟叶分别增加 44.47% 和 43.68%.

叶绿体色素是影响烟叶品质、可用性的重要成分, 它不仅影响烤后烟叶的色泽, 其有关降解物也与烟叶香气质、香气量关系密切, 所以其降解物质量分数直接影响烟叶的香气风格和工业使用性^[25-27]. 新植二烯由叶绿素裂解形成, 其能增加烟叶吃味和香气, 本身具有一种弱的令人愉悦的气味, 通过降解转化形成其他低分子致香物质^[28]; 有研究表明新植二烯是烟叶中性挥发物中质量分数最大的组分, 即为捕集烟香气溶胶内香气物质的载体, 具有携带其他挥发性香气物质和添加香气成分进入烟气的效果^[29], 是烟叶彰显清香型特色的重要因素^[30]. 本研究表明, 不同部位烟叶, 都表现为坡地烟叶均大于台地烟叶和坝地烟叶, 对于上部、中部、下部烟叶, 坡地烟叶相比台地烟叶分别增加 0.89%, 35.54%, 11.67%, 坡地烟叶相比坝地烟叶分别增加 48.75%, 20.22%, 38.04%.

3.2 含梗率对烟叶品质的影响

国外优质烟叶含梗率表现为下部叶 30%~32%, 中部叶 27%~30%, 上部叶 25%~26%, 平均 27%~29%. 单叶质量下部叶 6~8 g, 中部叶 7~9 g, 上部叶 9~12 g, 平均 7~10 g 为宜. 单位叶面积质量下部叶 60~70 g/m², 中部叶 70~80 g/m², 上部叶 80~90 g/m², 平均 70~80 g/m²^[31]. 本研究结果显示, 坡地烟叶可以达到优质烟叶的范围, 坝地烟叶基本达到, 而台地烟叶略微有一点差距.

3.3 氯素质量分数对烟叶品质的影响

氯素不仅影响到烟叶的燃烧性, 即为烟叶品质的评价指标之一, 同时也是烤烟生长发育必需的微量营养元素. 优质烟叶含氯量最佳范围为 0.3%~0.6%^[32-39], 而贵州等西南烟区烟叶的含氯量偏低, 一般只有 0.08%~0.165%, 很大程度上低于优质烟叶的含氯标准, 这已成为贵州烟叶质量偏低的主要原因之一. 本试验的坡地烟叶含氯量为 0.25%, 略低于最佳范围, 坝地烟叶(0.14%)和台地烟叶(0.12%)的含氯量更

低,因此,合理施用氯化钾是提高贵州烤烟质量的有效措施之一。

3.4 蔗糖质量分数对烟叶品质的影响

蔗糖代谢关键酶的作用是影响烤烟蔗糖积累的重要因素。烤烟生长和发育中的蔗糖积累代谢不仅仅是单个酶在起作用的结果,而是几种酶综合作用的产物。烟叶中蔗糖浓度升高时,蔗糖酶、SS和SPS的活性都呈现上升趋势,烟叶蔗糖积累过程中,蔗糖酶、SS和SPS活性的变化趋势基本相同,几种蔗糖代谢关键酶有可能同时对烟叶糖积累产生影响,因此在研究糖积累机理时应考虑多种蔗糖代谢关键酶的综合作用。台地烟叶蔗糖积累较快,糖的积累又会抑制光合基因的表达,进而加速烟叶衰老,台地烟叶成熟应早于坝地和坡地烟叶。

蔗糖为高等植物光合产物运输的主要形式,其经韧皮部运输到需能源和碳源的组织细胞,为细胞的生长发育提供能源和碳源。SPS主要是催化植物的蔗糖生物合成,在光合细胞中酶活性较强^[40],对蔗糖的植物组织积累具有重要影响,所以随着SPS活性的升高,蔗糖质量分数也随之增加。

4 结 论

坝地烟叶的香气量得分虽然比坡地烟叶略大,但总分、香气质、刺激性、口感、余味、烟气细柔度、燃烧性、灰色得分由大到小都表现为坡地烟叶,坝地烟叶,台地烟叶,而且坡地烟叶的香气类型为“中偏清”、主体香韵为“显著”和“较显著”,因此坡地烟叶感官评吸总体好于坝地烟叶和台地烟叶。

致香物质质量分数中部烟叶由大到小为坡地烟叶,坝地烟叶,台地烟叶,坡地烟叶和坝地烟叶分别比台地高出46.56%和16.97%,上部烟叶、下部烟叶致香物质质量分数比较,由大到小为坡地烟叶,台地烟叶,坝地烟叶;烤后烟叶含梗率由大到小为坝地烟叶,台地烟叶,坡地烟叶,下部叶的坝地烟叶和台地烟叶、坝地烟叶和坡地烟叶差异有统计学意义($p < 0.01$)。

生育期和烤后烟叶氯素质量分数由大到小为坡地烟叶,坝地烟叶,台地烟叶;坝地烟叶的上、中、下部叶片氯素质量分数比台地烟叶增加的比例分别为15.38%,16.67%和21.43%,坡地烟叶对应台地烟叶的增加比例为53.85%,108.33%和35.71%;上部烟叶和下部烟叶各个微地形处理烟叶总体上差异有统计学意义($p < 0.05$),而中部烟叶差异有统计学意义($p < 0.01$)。

总之,坡地烟叶感官质量较好、致香物质和氯素质量分数较高、含梗率较低、蔗糖质量分数总体较高,因此其品质特征较优,坝地烟叶次之,台地烟叶最差。

参考文献:

- [1] 高琳,龙怀玉,刘鸣达,等. 农业地质背景与特色农作物品质相关性研究进展[J]. 土壤通报, 2011, 42(5): 1263-1267.
- [2] 尹永强,邓明军. 生态因子对烟草生长和品质的影响 [EB/OL]. [2012-05-08]. http://www.tobaccochina.com/tobacoleaf/roundup/update/20075/200751163015_253354.shtml.
- [3] 陈陆海,段志超,周清明,等. 地形条件对沾益县烟叶化学成分的影响 [J]. 湖南农业科学, 2012(15): 39-40, 47.
- [4] 陈传孟,陈继树,谷堂生,等. 南岭山区不同海拔烤烟品质研究 [J]. 中国烟草科学, 1997(4): 8-12.
- [5] AKEHURST B C. Tobacco (Tropical Agriculture Series) [M]. New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 1981: 15-16.
- [6] 云南省烟草科学研究所,中国烟草育种研究(南方)中心. 云南烟草栽培学 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [7] 曹景林,林国平,周应兵,等. 皖南不同地貌和不同类型土壤香料烟质量特征分析 [J]. 中国烟草科学, 2000, 21(3): 25-28.
- [8] 陈杰,夏小均,王秀龙. 微地形对黔北烤烟生长及产质量的影响 [J]. 贵州农业科学, 2013, 41(9): 82-85.
- [9] 黄爱缨,木志坚,蒋珍茂,等. 土壤-气候和烟草品种及其互作对云南昭通烟叶化学品质的影响 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(10): 55-63.

- [10] 阎克玉, 袁志永, 吴殿信, 等. 烤烟质量评价指标体系研究 [J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2001, 16(4): 57—61.
- [11] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品试样的制备和水分测定——烘箱法: YC/T 31-1996 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1996: 427—429.
- [12] 薛应龙. 植物生理学实验手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.
- [13] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品氮的测定——连续流动法: YC/T 162-2002 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2002: 415—419.
- [14] 李军萍. 影响烤烟香气物质综合因素的研究进展 [J]. 河北农业科学, 2009, 13(12): 56—59.
- [15] 王瑞新. 烟草化学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 84—205.
- [16] 黄爱纓, 木志坚, 蒋珍茂, 等. 土壤-气候、烟草品种及其互作和烟叶等级对烟叶致香物质质量分数的影响 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2015, 37(10): 22—29.
- [17] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 10—77.
- [18] 赵铭钦, 杨磊, 李元实, 等. 不同施氮水平对烤烟中性致香成分及评吸质量的影响 [J]. 云南农业大学学报, 2009, 24(1): 16—21.
- [19] 邵岩, 宋春满, 邓建华, 等. 云南与津巴布韦烤烟致香物质的相似性分析 [J]. 中国烟草学报, 2007, 13(4): 19—25.
- [20] 王玉军, 谢胜利, 邢淑华, 等. 烤烟叶片厚度与主要化学组成相关性研究 [J]. 中国烟草科学, 1997(1): 11—13.
- [21] 尹启生, 张艳玲, 薛超群, 等. 中国烤烟主要物理特性及其产区差异 [J]. 中国烟草学报, 2009, 15(4): 33—38.
- [22] FARRAR J, POLLOCK C, GALLAGHER J. Sucrose and the Integration of Metabolism in Vascular Plants [J]. Plant Science, 2000, 154(1): 1—11.
- [23] 王佩, 刘国顺, 李兰周, 等. 不同种类肥料对烤烟中性致香物质的影响 [J]. 土壤通报, 2010, 41(3): 678—682.
- [24] 何承刚, 曾旭波. 烤烟香气物质的影响因素及其代谢研究进展 [J]. 中国烟草科学, 2005, 26(2): 40—43.
- [25] 周冀衡, 王勇, 邵岩, 等. 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的比较 [J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2005, 31(2): 128—132.
- [26] 许自成, 张婷, 马国华, 等. 不同调控措施对烤烟质体色素及其降解产物的影响 [J]. 河南农业大学学报, 2006, 40(1): 15—17, 26.
- [27] 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, 1996, 10(2): 44—49.
- [28] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [29] 张永安, 王瑞强, 杨述元, 等. 生态因子与烤烟中性挥发性香气物质的关系研究 [J]. 安徽农业科学, 2006, 34(18): 4652—4654.
- [30] 黄永成, 宫长荣, 郭瑞, 等. 烤烟中色素与香味物质的关系研究进展 [J]. 河南农业科学, 2008, 37(2): 5—9.
- [31] 杨虹琦, 周冀衡, 李永平, 等. 云南不同产区主栽烤烟品种烟叶物理特性的分析 [J]. 中国烟草学报, 2008, 14(6): 30—36.
- [32] 曹志洪. 优质烤烟生产的土壤与施肥 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991: 236—251.
- [33] 秦松. 贵州植烟土壤氯素特征与含氯钾肥施用探讨 [J]. 西南农业大学学报, 2001, 23(5): 471—473.
- [34] 胡国松, 郑伟, 王震东, 等. 烤烟营养原理 [M]. 北京: 科学出版社, 2000: 247—252.
- [35] TSAI C R. The Uptake of Chloride by Flue-Cured tobacco in Taiwan. Bulletin of Taiwan Tobacco [M]. Institute, 1979(10): 39—46.
- [36] 江苏农学院. 植物生理学 [M]. 北京: 农业出版社, 1986: 115—142.
- [37] 何永良. 贵州烤烟施氮量的初步研究 [J]. 中国烟草, 1987(4): 24—29.
- [38] 张希杰, 王树声, 李念胜. 微量元素与烟叶内在品质的相关性 [J]. 烟草科技, 1988(3): 36—39.
- [39] 陈迅. 贵州烤烟土壤条件与优质烤烟的施肥 [M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1995.
- [40] 苏丽英, 吴勇, 於新建, 等. 水稻叶片蔗糖磷酸合成酶的一些特性 [J]. 植物生理学报, 1989, 15(2): 117—123.

A Comparative Study of the Quality Characteristics of Flue-Cured Tobacco Planted in Different Micro-Topographies

LI Hong-xun^{1,2}, WANG Long-chang¹, RAN Chun-yan¹,
CHEN Guang-yu¹, PAN Wen-jie², CHEN Wei², LIN Ye-chun²

1. School of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Key Laboratory of Eco-Environments in Three Gorges Reservoir Region, Ministry of Education, Engineering Research Center of South Upland Agriculture, Ministry of Education, Chongqing 400716, China;

2. Guizhou Academy of Tobacco Science, Guiyang 550081, China

Abstract: In order to provide a theoretical reference for tobacco-producing regions in different micro-topographies about tobacco quality production and quality requirements of the cigarette industry, a randomized block experiment was conducted, in which the characteristics of tobacco leaves planted in 3 kinds of micro-topographies (dam, sloping fields and platform) on the Yunnan-Guizhou Plateau were studied. The results showed that the aroma type for sloping tobacco was “middle but partial fragrance”, and that of dam tobacco and platform tobacco was “middle flavor”. The main aroma for sloping tobacco was “significant” and “more significant”, while that of dam tobacco and platform tobacco was “more significant” and “yet significant”, and auxiliary aroma included “fruit” component in addition to “woody” and “spicy” for sloping tobacco. Difference of smoking total scores was highly significant between middle leaves under different micro-topographies. The content of aroma substances for middle leaves was in the order of sloping tobacco > dam tobacco > platform tobacco; slope tobacco and dam tobacco was 46.56% and 16.97%, respectively, higher than platform tobacco for content of aroma substances. Stalk ratio of flue-cured tobacco appeared in the sequence of dam tobacco > platform tobacco > sloping tobacco. Sucrose content of tobacco leaf showed a wave-shaped curve and achieved the maximum in the period of vigorous growth, and its trend was platform tobacco > sloping tobacco > dam tobacco, which rose in the mature period. Chlorine content of tobacco during the growth periods and after curing was: sloping tobacco > dam tobacco > platform tobacco, and significant difference was found in the upper and lower tobacco leaves for different micro-topographies, but highly significant for middle tobacco leaves. Sloping tobacco had better quality characteristics than dam tobacco because of its better smoking quality, higher aroma compounds and chlorine content, and high sucrose content, while quality characteristics of the platform tobacco was the poorest.

Key words: micro-topography; flue-cured tobacco; quality characteristic; difference

责任编辑 周仁惠

