

水分胁迫诱导岭头单枞茶香气的形成研究

曹潘荣¹, 刘春燕², 刘克斌³, 余雄辉⁴

(1华南农业大学园艺学院, 广东 广州 510642; 2华南农业大学农学院, 广东 广州 510642;
3广东省惠州市农业局, 广东 惠州 516003; 4广东农垦上茗轩茶叶公司, 广东 广州 510507)

摘要: 采用广东主栽乌龙茶品种之一岭头单枞品种为研究材料, 通过水分胁迫处理茶树, 分析鲜叶芳香物质的变化。结果表明: 水分胁迫处理能明显增加芳香物质的种类, 土壤含水量(w)为10.56%的处理芳香物质种类最多, 共有58种; 土壤含水量(w)为19.59%的处理芳香物质种类最少; 随着水分胁迫加深, 芳樟醇及其氧化物等17种物质的含量增加, 而十四烷酸等12种物质则随着水分胁迫程度的加深而减少; 芳樟醇及其氧化物、 α -萜品醇、十四烷、10-甲基十九烷、十二醛等芳香物质, 在土壤含水量(w)为10.56%的处理达到高峰; 二十烷基环己烷、1-十六烯、1-脂肪醇只出现在土壤含水量(w)为14.84%和10.56%的处理中; 蓝桉醇、3,7,11-三甲基-1,6,10-十二碳三烯-3-醇、香叶醇物质只出现在土壤含水量(w)为10.56%和5.73%处理中; 土壤水分胁迫可抑制杜鹃花酸单甲酯等7种物质的合成; 不同程度的土壤水分胁迫能诱导形成不同种类的芳香物质的合成, 并随着水分胁迫程度的加深, 其诱导的芳香物质种类也增加。

关键词: 水分胁迫; 岭头单枞茶; 芳香物质; 鲜叶

中图分类号: S571.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-411X(2006)01-0017-04

Aromatic Constituents in Fresh Leaves of Lingtou

Dancong Tea as Induced by Drought Stress

CAO Pan-tong¹, LIU Chun-yan², LIU Ke-bin³, YU Xiong-hui⁴

(1 College of Horticulture, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China; 2 College of Agriculture, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China; 3 Guangdong Huizhou Agricultural Bureau, Huizhou 516003, China; 4 Guangdong Agro-reclamation Shangmingxuan Tea Company, Guangzhou 510507, China)

Abstract: Effect of the different drought stress on the aromatic constituents and relative contents in the fresh leaves of Lingtou Dancong tea plants was studied in this paper. Results showed that drought stress could evidently increase the kinds of aromatic component in fresh leaves. The largest number (58 kinds) of aromatic constituents was found under 10.56% (w) water stress among several treatments, while the fewest number was found under the absolute water content of 19.59% (w). The total amount of relative content of 17 kinds of aromatic constituents as Linalool etc., increased with drought stress, whereas 12 kinds of aromatic constituents as Tetradecanoic acid etc., decreased with drought stress. Linalool, Linalool oxide, Etradecane, 10-Methylnonadecane, Dodecanal showed highest contents under the absolute water content of 10.56% (w); Cyclohexane, 1-Hexadecene, 1-Tricosanol only was induced in the absolute water content of 10.56% and 5.73% (w), while drought stress could inhibit synthesis of 7 kinds of constituents as nonanedioic acid monomethyl ester, etc. The different drought stress could induce special aromatic constituents. The number of aromatic constituents in fresh leaves increased with drought stress.

Key words: drought stress; Lingtou Dancong tea; aromatic constituents; fresh leaves

收稿日期: 2005-10-13

作者简介: 曹潘荣(1963-), 男, 副教授, 博士研究生, E-mail: prcao@163.com

基金项目: 国家自然科学基金(30270912)

茶叶香气一直是国内外研究的热点之一^[1-2]。据报道,引种在2个不同地区的中国大叶种红茶,距离越远,香气差异越大^[3]。程启坤等^[4]报道,不同季节的鲜叶加工的茶叶香气成分有很大差异。Mahanta^[5]报道,高海拔的大吉岭高山茶挥发性芳香成分是平地茶的3倍。斯里兰卡“高香茶”的气候条件是受海洋季风和大陆季风的影响,有明显的干、湿交替气候特征^[6];高山茶香气高,是因为气压低,水分蒸发快^[7];适度、短时干旱的“夹秋旱”是形成中国祁门红茶特殊香味的气候特点^[8]。通常认为优越的环境有利于茶叶有效成分如氨基酸、多酚类等物质的形成和积累,对茶叶滋味较有利^[9-10],但对茶叶香气是否有利,还没有完全搞清楚。近年来研究证明,许多植物受环境胁迫,产生某些次生物质以加强对逆境的适应力^[11-15]。茶叶独特香味的形成,可能是在一种特殊的环境条件下诱导形成的,而并不一定是在茶树生长最适条件下形成的。本研究采用广东主栽乌龙茶品种之一岭头单枞品种为研究材料,通过不同水分胁迫茶树,分析鲜叶芳香物质成分的变化,探讨茶树芳香物质的形成和累积与水分变化的关系,试图揭示外界环境胁迫因子对岭头单枞茶鲜叶芳香物质成分的形成机制。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料为广东省主要栽培茶树品种——岭头单枞品种鲜叶。

水分胁迫鲜叶:将盆栽3年生岭头单枞茶树,在初夏有部分新梢生长到一芽三四叶时,置于塑料大棚中,经过9 d不同程度水分胁迫后,采摘一芽三四叶新梢。

1.2 试验方法

1.2.1 水分胁迫试验 水分胁迫试验用红壤盆栽茶树,设3个处理,1个对照。T1处理:土壤含水量(w)为14.84%;T2处理:土壤含水量(w)为10.56%;T3处理:土壤含水量(w)为5.73%;每处理为3盆,每盆2株,3次重复,对照(CK)每天浇水,其平均土壤含水量(w)为19.59%。分别测定各处理鲜叶香气物质成分。

1.2.2 香气精油的制备 称取磨碎样品25 g置于SDE装置1 000 mL的圆底烧瓶中,加入500 mL煮沸的双蒸水,用套式恒温加热器保持微沸。萃取瓶中加入50 mL纯化的无水乙醚,水浴50℃加热,提取1 h。提取液用5 g无水硫酸钠干燥,浓缩至0.2 mL左右放入带塞的磨口玻璃试管中,所得的香精油用于香气组分分析。

气组分分析。

用Finnigan TRACE GC-MS进行香气组分分析。

1.2.3 色谱条件 80℃保持5 min,以3℃/min升至180℃,再以5℃/min升至220℃保留30 min。进样口温度280℃;连接口温度280℃。

1.2.4 色谱柱 DB-5 30 m × 0.25 mm;氮气1.0 mL/min。

1.2.5 质谱条件 EI电源,轰击电压70 eV。

2 结果与分析

由表1可知,在不同程度水分胁迫处理中共检测出的芳香物质成分有81种,其中T2处理的芳香物质种类最多,共有58种,CK芳香物质种类最少,只有41种。随着水分的降低,醇类由7种增加至14种;酮类由4种增加至6种,酯类由13种下降至11种;烷类由10种增加至16种,烯类由2种增加至5种,酸类和醛类各增加2种。

结果还表明,芳樟醇及其氧化物、 α -萜品醇、十四烷、甲基十九烷、十二醛、癸酸甲酯、2-乙基-3-甲基-4-(2-甲基丙基)-2-环戊烯-1-酮、十六烷、2,6,10,14-四甲基十六烷、邻苯二甲酸丁酯、茉莉酮、法呢烯、6,10,14-三甲基-2-十五烷酮、亚油酸甲酯、橙花叔醇、亚麻酸甲酯等17种芳香物质的相对含量随着水分的降低而增加,其中,芳樟醇及其氧化物、 α -萜品醇、十四烷、甲基十九烷、十二醛等芳香物质,在T2处理达到高峰;而2,6,10-三甲基十二烷、十五烷、3,7,11,15-四甲基-2-十六碳烯-1-醇、十四烷酸、十四烷酸乙酯、十六烷酸甲酯、十六烷酸乙酯、2-(氧代十八烷基)乙醇、法尼基丙酮等9种物质的含量则随着水分的下降而减少;这一结果说明土壤水分胁迫能促进或降低某些芳香物质的合成和积累。

在3种处理中,苯并噻唑、杜鹃花酸单甲酯、7-壬酸甲酯、十五烷酸甲酯、2,6,10,15-四甲基庚癸烷、硬脂醇、二十烷酸甲酯等7种物质只出现在CK中,3种处理均未检出,说明土壤水分胁迫可抑制这类物质成分的合成。十三烷、2,6,10,14-四甲基十五烷、2-(2-萘基)-2-丁烯、十六碳烯-1-醇、十四醛、3-甲基十五烷、3-2-甲基-1-十六醇、十八烷、二十一烷、二十二烷、3-癸酮、亚油酸乙酯、十八烯酸乙酯物质则只出现在3种处理中;二十烷基环己烷、1-十六烯、1-脂肪醇只出现在T1和T2处理中;蓝桉醇、3,7,11-三甲基-1,6,10-十二碳三烯-3-醇、香叶醇物质只出现在T2和T3中。2,6,10,14-四甲基十五烷、1-脂肪醇、新植二烯等物质在T1处理中含量最高;1,2,3,4-四氢-5,8-二甲基-1-辛基萘、2-十九酮、十五烷酸、2-甲基十

表1 不同程度水分胁迫鲜叶芳香物质组成及相对含量¹⁾

Tab.1 Aomatic constituents and relative contents of fresh leaves by different treatment

序号 no.	化学成分 chemical constituents	CK	T1	T2	T3	序号 no.	化学成分 chemical constituents	CK	T1	T2	T3
1	芳樟醇	5.44	5.26	7.64	6.10	42	十五烷酸甲酯	0.77			
2	α-萜品醇	1.01	1.31	1.37	0.61	43	十四酸异丙内酯	1.12	1.40	1.76	1.67
3	苯并噻唑	4.61				44	新植二烯	5.91	6.22	4.25	3.39
4	法呢烯	0.18	0.23	0.42	0.65	45	6,10,14-三甲基-2-十五烷酮	1.16	1.61	1.60	1.82
5	2,3,7-三甲基辛烷	0.84	1.12	1.77		46	邻苯二甲酸-(2-甲基丙基)酯	0.79	1.03	1.11	1.22
6	十三烷		3.24	4.08	4.02	47	十五烷酸		0.67		
7	1,2,3,4-四氢-5,8-二甲基-1-辛基萘		3.34			48	十六烷酸	7.75	6.97	4.90	3.48
8	十四烷	3.35	3.92	4.34	3.19	49	十六烷酸甲酯	2.85	0.90	0.81	0.44
9	10-甲基十九烷	0.41	0.53	0.92	0.56	50	十六烷酸乙酯	2.38	2.65	2.15	0.91
10	2,6,10,14-四甲基十五烷		1.97	1.78	0.69	51	十六酸-2,3-二羟基丙酯				0.12
11	2,6,10-三甲基十二烷	2.80	0.79	0.50		52	十八烷		1.43	1.46	2.59
12	十五烷	16.97	5.58	3.39	2.54	53	1-十九烯				0.32
13	十二醛	0.40	0.66	0.84	0.72	54	二十一烷		2.70	3.83	2.69
14	2-(2-萘基)-2-丁烯		1.34	1.42	1.83	55	香叶醇			0.37	1.87
15	6,10-二甲基-5,9-十一碳二烯-2-酮				1.94	56	顺式-茉莉酮		1.47	3.41	3.73
16	癸酸甲酯	0.58	1.15	1.33	1.82	57	3-癸酮		0.15	0.87	1.54
17	十七烷	2.05	2.40	2.72	2.61	58	亚油酸甲酯	0.50	0.79	0.91	1.92
18	双环(4,2,1)-1-壬酮				1.44	59	2-(氧代十八烷基)乙醇	0.15	0.26	0.33	
19	2-乙基-3-甲基-4-(2'-甲基丙基)-2-环戊烯-1-酮	1.29	1.64	1.84	2.64	60	法尼基丙酮	0.60	0.31	0.22	
20	二十烷基环己烷		0.43	0.67		61	2-甲基十六醛		0.63		
21	橙花叔醇	1.16	1.28	1.53	1.82	62	1-脂肪醇		5.86	3.30	
22	杜鹃花酸单甲酯	1.37				63	异植物醇	0.68	0.34	0.31	
23	7-壬酸甲酯	1.24				64	邻苯二甲酸丁酯	0.70	0.83	0.89	1.47
24	3,7,11,15-四甲基-2-十六碳烯-1-醇	11.82	10.41	4.86	3.66	65	硬脂醇	1.65			
25	3,7,11-三甲基-1,6,10-十二碳三烯-3-醇			1.07	2.19	66	亚油酸乙酯		0.81	1.02	1.30
26	2-十九酮		0.73			67	十八烯酸乙酯		0.40	0.75	0.68
27	蓝桉醇			0.50	1.55	68	亚麻酸甲酯	0.76	1.32	1.62	2.13
28	芳樟醇氧化物	3.84	4.21	4.60	4.01	69	2,6,10,15-四甲基庚癸烷	1.54			
29	十六烷	2.39	2.60	3.90	4.13	70	二十烷酸甲酯	1.86			
30	十六碳烯-1-醇		0.34	0.52	0.91	71	9-十八碳烯酸	2.54	1.63	1.26	1.03
31	1-十六烯		0.49	0.61		72	十八烯酸	0.26	0.36	0.97	1.49
32	十六烷基腈				1.34	73	二十五烷				3.77
33	十四烷酸	1.40	0.75	0.75	0.47	74	1-十二硫醇			0.68	
34	十四烷酸乙酯	0.50	0.29	0.25		75	十六碳二烯酸甲酯			0.74	
35	十四醛		0.22	0.86	0.78	76	7,3',4'-三甲基氧基槲皮素			0.68	
36	3-甲基十五烷		0.49	0.25	0.79	77	异薄荷醇			0.55	
37	2-甲基-1-十六醇		0.30	0.78	1.65	78	2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇二异丁酸酯				0.63
38	2-甲基-1-十六烯			0.43		79	1-十六烷基十烷基环己烷				0.53
39	异十七醇				0.84	80	蜂花烷				0.86
40	1-二十碳醇				0.73	81	1-三十七醇				0.69
41	2,6,10,14-四甲基十六烷	0.63	0.77	0.93	1.04		合计	98.45	98.53	98.42	98.62

1) CK:土壤含水量(w)为19.59%,T1:土壤含水量(w)为14.84%,T2:土壤含水量(w)为10.56%,T3:土壤含水量(w)为5.73%;表中相对含量为各组峰面积占总峰面积的百分比

六醛等4种物质在T1中独有. 2-甲基-1-十六烯、1-十二硫醇、异薄荷醇、十六碳二烯酸甲酯、7,3,4-三甲基氧基槲皮素等5种物质在T2中独有. 6,10-二甲基-5,9-十一碳二烯-2-酮、双环(4,2,1)-1-壬酮、十六烷基腈、异十七醇、1-二十碳醇、十六酸-2,3-二羟基丙酯、1-十九烯、二十五烷、2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇二异丁酸酯、1-十六烷基十烷基环己烷、蜂花烷、1-三十七醇等13种物质只出现在T3中,这些结果说明,不同程度的土壤水分胁迫能诱导形成不同种类的芳香物质的合成,并随着水分胁迫程度的增加,其诱导的芳香物质种类也相应增加.

3 讨论

环境条件对茶树体内的芳香物质合成有直接关系. 据程启坤^[4]等报道,春茶含有较高清香型的戊烯醇、己烯醇等物质,夏茶则低,秋茶含有带花果香气的苯乙醇、苯乙醛等物质;据王华夫等^[16]报道,键合态单萜烯醇总量春茶高于夏茶;乌龙茶中的冬茶(雪片)和秋茶,香高浓郁,而夏茶则低淡. 季节性差异主要是气象要素差异,即光照、温度、湿度等因子的不同. 本研究证实,在低湿度条件下,有多种芳香物质的相对含量发生变化,而且能诱导多种类芳香物质的形成.

茶叶香气是由不同种类芳香物质的组成比例和浓度决定的^[17],因此,只要芳香物质种类或相对含量改变,都会影响茶叶的香气. 某些对茶叶香味贡献大的物质变化较大,有可能对茶叶香气的形成起关键性作用,甚至形成特殊风味. 因此,适度的干旱会改变芳香物质组成和相对含量,可能使香气物质成分更为协调,更适合于香气的表现. 秋冬茶香气高浓,低湿度胁迫是其形成的重要因子之一.

本研究10.56%及5.73%含水量(*w*)处理所形成的物质,是茶树处于胁迫状态下诱导形成的,茶树在这种水分胁迫诱导下形成的芳香物质,有可能形成独特的茶叶香气. 当水分下降到一定程度,某些物质已减少到最低,甚至消失,这也不一定就对茶叶香气不利,但当胁迫强度过大(湿度太低)或干旱胁迫持续时间过长,会影响正常的生理机能,甚至出现代谢紊乱,造成茶叶有效物质下降,必将降低茶叶综合品质. 因此,水分的胁迫诱导机制应该是在适度低湿度条件和一定的时间内,才能诱导形成有效芳香物质,有可能提高茶叶香气或形成独特的茶叶香型. 本

研究表明,适度干旱胁迫有利于单枞茶香气的提高.

参考文献:

- [1] 王登良,魏新林,张灵枝. 做青温度对岭头单枞茶香气成分的影响[J]. 茶叶科学,2002,22(1):30-33.
- [2] 汪德滋. 茶叶香气的研究与应用浅见[J]. 广东茶叶,1998(1):18-20.
- [3] 竹尾忠一,衣笠仁,游小清. 云南地区茶芽化学组成成分[J]. 游小清,摘译. 茶叶文摘,1990,4(5):11.
- [4] 程启坤,姚国坤,沈培和,等. 茶叶优质原理与技术[M]. 上海:上海科学技术出版社,1985:30-41.
- [5] MAHANTA P K, BARUAH S, OWUOR P O. Flavour volatiles of assam CTC black teas manufactured from different plucking standards and orthodox teas manufactured from different altitudes of Darjeeling[J]. J Sci Food Agric, 1988,45(4):317-324.
- [6] OWUOR P O, OBAGA S O, OTHIENO C O. The effects of altitude on the chemical composition of black tea[J]. J Sci Food Agric,1990, 50(1):9-17.
- [7] 谢庆梓. 栽茶致富技术[M]. 北京:气象出版社,1993:42-56.
- [8] 李荣林. 世界三大高香红茶产地地理条件的比较[J]. 桑蚕茶叶通讯,1998(1):1-4.
- [9] 童启庆,骆耀平. 茶树栽培学[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2000:74-87.
- [10] 曹潘荣,刘鲜明,高飞谍,等. 微域环境对单枞茶新梢生长与品质的影响[J]. 华南农业大学学报,2002,23(4):5-7.
- [11] AGRAWAL A A. Induced responses to herbivory and increased plant performance[J]. Science,1998,279:1 201-1 202.
- [12] DICKE M. Local and systemic production of volatile herbivore-induced terpenoids: their role in plant-herbivore mutualism[J]. Plant Physiol,1993,74:2 077-2 084.
- [13] 曹潘荣,骆世明. 茶园的他感作用研究[J]. 华南农业大学学报,1994,15(2):129-133.
- [14] 曹潘荣,骆世明. 茶树自毒作用的研究[J]. 广东茶叶,1996(2):9-11.
- [15] 曹潘荣,骆世明. 苦丁茶的他感作用研究[J]. 华南农业大学学报,1997,18(2):129-133.
- [16] 王华夫,游小清. 祁门红茶单萜烯醇形态转变研究[J]. 中国茶叶,1996(6):22-23.
- [17] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2003:108-116.

【责任编辑 柴 焰】