

植物气味物质及其对人体作用的研究概况

郑 华¹, 李文彬², 金幼菊³, 金荷仙^{4,5}

(1. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所 昆明 650224; 2. 北京林业大学工学院, 100083; 3. 北京林业大学森林生物实验中心, 100083;
4. 浙江林学院园林学院 临安 311300; 5. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘 要:介绍了人类对植物气味的认识与利用研究状况;概述了对气味或挥发性有机化合物进行取样及化学结构鉴定的仪器分析技术;评论了植物气味物质对人体生理和心理的作用及其检测手段。

关键词:绿色植物; 气味; 生理心理效应

中图分类号:Q 945.79 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)06-0076-03

绿色植物是大自然赐予人类最宝贵的财富之一。除了生态功能,绿色植物保健功能的经济效益也不可低估。发达国家很早就倡导“森林浴”等健康生活方式^[1],并从中探寻到一定依据^[2]。森林与人类密切相关,除直接和间接影响外,精神生理的影响也极为重要,不可忽视^[3]。绿色植物散发的气息自古以来就与人类结下了不解之缘,而人类对植物气味的研究、开发和利用至今仍有许多不解之谜,这都有赖于物理、化学、医学、心理学和“气味学”等科学的相互促进。

1 对植物气味的认识

1.1 人类对植物气味的研究及利用回顾

人类了解植物气味并对其加以利用的历史源远流长。例如各文明古国的史料中都有香料植物的记载^[4]。不过,由于古代科技发展水平的局限,当时尚无法对植物气味的化学成分进行结构确定和类型分析,就这些物质对人体的作用也缺乏系统、全面的研究。

人类对植物气味知识的了解涉及多学科的发展。从植物生理学及生态学的观点看,植物挥发物与营养、物理和行为等信息流一起促进生态系统内生物间的相互联系以及物质和能量的流动,从而保证系统结构与功能的统一^[5]。从“绿色化学”和心理化学的方向看,绿色植物的气味能起到改善空气质量、愉悦人体身心的效应,对其加强研究开发与利用,不但符合化学产品“绿色化”的要求,而且为人类的环境与健康问题研究拓展了新的视野^[6,7]。从人居环境学和人类工效学的角度看,与人类共存的植物不但反映人居环境的好坏,同时又对人居环境产生影响^[8];人的生活和工作环境无时无刻不对身心健康和工作效率产生影响,其中气味等化学环境

因素经由呼吸、皮肤、眼睛接触或通过消化系统起作用^[9],其作用机制正随着生理、心理等科学的发展而逐渐明了。

目前,人们已开始认识到绿化植物选择与配置的合理与否,不但关系到城市景观的完美,而且直接影响人的身心健康,因此,提出了园林绿化树种的选择应注意若干原则,包括考虑植物的生物学特性与生态学规律、与园林绿地的功能相适应等,如行道树的选择应注重“落果少,不飞絮,无异香恶臭,不妨碍街道环境卫生”^[10]。然而大多数的城市绿化和生态建设实际上并未对植物气味及其影响引起足够的重视,要真正做到“以人为本”、落实植物“气味学”的原则,可以说还是任重道远。

1.2 植物气味的特点及对气味的常用划分标准

植物气味主要为挥发性有机化合物(Volatile Organic Compounds, VOCs),其中不少具有独特香味,或具有药用价值,对人体有益。因此,研究植物挥发性组分不仅对香料、食品工业、日用化妆品工业的生产有实用价值,而且对人类的天然保健研究也有重要意义。长期以来,人类借助对植物精油的研究,积累了有关植物挥发物近似成分的知识。研究表明,精油具有杀菌、刺激、放松等效应,能使人适度兴奋、减缓疲劳及产生松弛感等。近20年来,欧、美、日的科学家们采用各种方法,试图量化这些情绪效应^[11,12]。

植物的气味及其作用因物种而异,如丁香花散发的丁香酚比碳酸杀菌能力强5倍以上,能芳香健脑、预防某些传染病,桂花的香常唤起美好的记忆和联想,沁人心脾,使疲劳顿消……,“绿色香气”带给人的则是强烈的新鲜感,其化学成分、构造特征自20世纪30年代起已被逐步探明^[13]。由于气味组分复杂,难以完全掌握,因此,至今尚未形成统一的类型划分标准,而只有一些适于特定研究与应用的习惯分类。常见的香气类型划分法包括Rimmel分类法和Roberts分类法等,其中Rimmel分类法的18种类型几乎都有对应的植物香气,比较接近客观现实^[14],但也并非绝对的依据。

第一作者简介:郑华(1971-),男,工学博士,生物学博士后,副研究员,主要从事园林植物与人体健康关系的研究。

通讯作者:金荷仙(1964-),女,博士,副教授,主要从事园林植物造景及园林植物与人体健康关系的研究,Email: zgyt-jhx@263.net。

收稿日期:2007-01-18

2 植物气味物质的化学结构研究方法

当挥发性组分中的各化合物成分均处于气相中时,它们之间几乎不存在相互干扰作用,彼此相对独立,这为植物气味分析提供了较理想的基础,因为植物气味多为 VOCs。如植物性天然香料,其香气中所含的有机化合物主要为 4 大类:萜类化合物、芳香族化合物、脂肪族化合物和含氮含硫化合物,作为“绿色香气”主要成分的叶醇(顺式-3-己烯醇)和叶醛(2-己烯醛)可归属其中的脂肪族化合物^[14]。

2.1 植物气味的取样(Sampling)技术

气味分析可采用便携式取样检测或高效取样后再进行仪器分析检测,实验室常用后者。取样技术包括样品的捕集(capture)与浓缩(condensation)技术^[15]。

2.1.1 样品的捕集 吸附捕集能大量取样并多次分析,可避免或减少因操作失误引起的缺憾。但它也有两大缺点,一是富集的挥发性组分与取样器之间可能发生化学反应,故所采气样必须稳定性好;二是此法不能使气体浓度增大,因而要求被分析组分具有足够的浓度(高于最低检测限)。中国在 20 世纪 90 年代初以前尚无商品化的气相采样装置,当时有关城市空气中的多环芳烃气相采集分析是借助可吸入颗粒自动采样器的改进装置完成^[16]。到 20 世纪 90 年代后期,已能用密闭式气味吸附装置对多种剪切自植物体的枝叶或花朵等新鲜(非活体)材料的释放物进行样品捕集^[17]。近 10 年来,国际上还相继出现了固相微萃取、液空法、毛细管吸附剂法等日益先进的气味捕集法^[18]。2001 年以来,针对活体植物挥发物的无损伤动态吸附取样技术也开始在国内出现^[19]。

2.1.2 浓缩技术 由于各种气味具有不同的检测限(阈值),故仅凭嗅觉感官无法在任何情况下都能辨别某种气味,而将气体浓缩则完全可以满足最低检测限。浓缩可使容器内的气体分子数增加而不影响气体中各组分的相对浓度,经浓缩的气体有利于 GC 等分析工作。常用浓缩材料及技术主要包括:多孔性聚合物、活性炭、聚氨酯泡沫、低温冷冻技术、气体碰撞器、经处理的介质(如对某种特定基团或分子具有亲合性并经溶液浸泡的光纤、纤维滤膜、多孔性聚合物等介质)^[15]。

2.2 植物气味的实验室分析技术

目前,国际上有关芳香气味的的评价研究已从香味与其结构的关系、香气的分析辨别技术到香气的应用及气味评价的术语等方面逐渐规范化、系统化^[20]。气味的分析检测技术主要涉及化学法、仪器法、电子鼻法等。

2.2.1 化学检测 气味物质经过适当处理,可采用滴定法、有机蒸汽分析计、监控法和吸收管法等进行基本的物质结构确定^[15]。

2.2.2 仪器检测 因植物气味多为 VOCs,故非常适于 GC 或 GC-MS 分析等检测^[15]。经典 GC、GC-MS 及其扩展方法不胜枚举,如 GC-FID、GC-FTIR、GC-FTIR-MS 等均可用于植物提取物及精油的分析^[21]。环境中的各种气味对人来说虽然“薰莸不同器”,但从仪器分析的角度

看并无技术上的根本差别,因此,恶臭的仪器分析法也在相当程度上适用于植物气味分析检测^[22]。

2.2.3 电子鼻及其它气味检测装置的应用 电子鼻及其衍生装置生物电子鼻等属于便携式仿生嗅觉感应器,能将不同气味物质的化学信号转变成相应的检测信号,现已用于香料、食品、日化、环保等领域的已知气味成分检测。此外,金属氧化物半导体、半导体聚合物、水晶振动物子、感应膜等对特定挥发物具有优良吸附性及感应性的器具已用于各行业的气味分析检测^[23]。

3 植物气味对人体影响的评价

人置身于绿色植物的氛围中,视、听、嗅、味、触等五感的反应就成为调节身心和谐的主要因素,这在日本等发达国家和地区非常受重视。而以森林为主的绿色环境与人们的嗅、味、触觉相关可能比视、听觉相关更加丰富^[24]。要评价植物气味对人的影响绝非易事,但经过长期不懈的努力,人类对自己的生理结构和心理状态业已取得一个又一个突破性的认识,对于五大感觉中的视、听、触觉研究都取得了极大成效。所以,研究步伐相对滞后的味觉、嗅觉就成为焦点,尤其嗅觉受心理影响的程度比味觉更加复杂,并且是唯一直接接触及脑部的知觉,因而其机理研究倍受关注^[4]。在这方面,日本已从生物学、温泉气象医学、嗅觉味觉科学、精神与神经科学、香料科学、化妆品科学和地球环境科学等领域出发,有针对性地探讨了植物芳香使人身心愉悦的奥秘,其代表性研究如下。

谷田貝光克(东京大学)的研究:20 世纪 80 年代研究了植物精油挥发程度对试验动物生活状况的影响,发现叶油气味浓度与自然状态下森林中的萜类挥发物浓度相当时,鼠的运动量最大,并同摄食量、摄水量和体重之间形成最佳协调关系,浓度过高或过低对运动量的作用都会影响摄食量、摄水量和体重^[25]。在与人相关的植物气味研究领域,探讨了松树纯林地内的挥发性物质使人产生舒适感的类型,了解到不同性别、年龄的都市人和山村人对树木气味的喜好有差异,且随浓度增大产生更为显著的变化趋势差异^[26]。90 年代还研究了木质环境及植物精油等气味对人的血压、脉搏、心率、R-R 间隔、脑波、副交感神经等的影响效应^[1, 27]。

宫崎良文(森林综合研究所)的研究:强调人体“官能评价”,从生理和心理两方面综合评价香气对人的影响,生理评价指标涉及自律神经系统(副交感神经和交感神经系统,如瞳孔光反射、指尖脉波、末梢皮肤温、血压、R-R 间隔等)、内分泌系统、脑波与脑血流量变化、疲劳与作业绩效关系等,心理评价手段有语义区分法(semantic differential method, SD 法)、心境状态剖图法(profile of mood states, POMS 法)等^[12 13]。基于人对植物精油、木材香气等产生不同程度舒适感的研究规律,进行感觉指标的客观性量化,对香味确立了相关评价术语^[28],初探了不同性别被测者吸入精油后的多种心理感受变化,并研究了木材及自然空间给予人的五感舒适性^[29 30],将生理人类学与森林科学紧密结合,是目前人

与植物气味关系研究领域较全面的。

烟中顯和(东亚大学)的研究: 20世纪70年代和80年代陆续发现多种“绿色香气”物质。在研究“绿色气味”对人的影响时, 主要探讨了叶醇、叶醛等物质对人体嗅觉神经、内分泌系统、自律神经系统和免疫系统的影响, 发现“绿色香气”感通过嗅觉系统进入视床下部和边缘叶前底部, 可对内分泌、免疫、自律神经等系统的生理调节作用和心理反应产生影响, 即: 绿色植物香气通过嗅觉系统, 对室旁核产生某种神经性或液性的影响, 抑制某些与负荷相关激素的生成和分泌, 使内分泌、自律神经和免疫等系统产生相应的调节, 减少负荷(环境的压抑)对人体造成的影响, 从而提高免疫系统的活性; 关于叶醇和叶醛使人产生强烈的新鲜感, 其原因是这两种物质均可降低人的 α -脑波振幅值, 而且两物质混合在一起时比它们分别单独作用更为显著, 可使 α -脑波幅值降低更多。 α -脑波幅值的大小是与令人紧张的气氛成正相关的, “绿色香气”对这一幅值的降低作用, 无疑减少了人的压抑感, 故而给人以恬静、舒爽的意境^[31]。

随着当代人体生理测量技术和脑科学研究的发展, 用自然科学解释植物气味对人的影响逐渐现实。目前各国在此领域的研究仍有空白, 特别是天然活体植物挥发物取样分析及其人体生理心理指标测定的综合研究还未能有效全面开展。

4 小结

人类对植物气味的认识和开发利用虽历史悠久, 却永无止境。全面研究绿色植物对人的影响具有重要意义。在有关香料挥发性气味等研究的基础上进一步探讨绿色植物气味对人的影响, 不但十分必要, 而且切实可行。目前, 国内虽有少数研究进行了城市绿化树种的挥发物检测^[32], 但其采样技术存在局限, 分析手段过于单一, 检出物质数量偏少, 且未探讨气味物质对人体的作用, 因此需要进行更深入的研究。

现代仪器分析技术及各门科学的迅猛发展, 为研究植物气味与人的关系提供了日益坚实的基础。国际先进水平的研究已初步探明“森林香气”是多种物质的复合香气, 由“绿色气味”(叶醇、叶醛等)以及枝叶与树干散发的混合香气(双萜烯类)在环境中协同释放而产生^[31], 其化学结构及形成过程已从生理学、生物化学、分子生物学等方面得以阐述。其分析评价方法及对生物的影响等研究多见于昆虫化学生态学领域, 在植物气味与人的官能评价研究中可资借鉴。

人类已逐渐认识到加强运用视觉以外的其它感觉、使五感协调发展的必要性。嗅觉作为大脑情感反应最快的知觉, 对情绪影响极大。当气味影响人的兴奋状态, 使脑电图(由脑波的频率、波幅、波形等因素决定)表现出不同的变化形式时, 脑内产生的特定激素增减直接影响人体细胞活力及免疫力高低, 并使抽象的思维通过激素变成物质化的效应, 对人的身心产生特殊影响^[33], 这在植物气味对人的作用研究中已得到证实。

21世纪是“香味世纪”, 是植物环境科学与人体生命

科学快速发展的世纪。科学工作者必将在更高层次上了解嗅觉, 为人类对植物气味的评价研究揭示崭新的未来。

参考文献

- [1] 谷田貝光克. フイトンチッドの効用(1)—快適! 森林浴の秘密を探る—[J]. ウッディエイジ, 1994, 42(492): 1-7.
- [2] 阿岸祐幸. 森林浴と健康保養地医学[J]. グリーン・エイジ, 1996(265): 31-37.
- [3] 郭寶章(譯). 森林影響學[M]. 臺北: 國立編譯館, 1983.
- [4] 林翔云. 闻香说味——漫谈奇妙的香味世界[M]. 上海: 上海科学普及出版社, 1999.
- [5] 黄振管, 曹广才, 姚高宽等. 植物环境与人类[M]. 北京: 气象出版社, 1999.
- [6] 朱清时. 化学的绿色化和绿色植物的化学转化[A]. 见: 绿色化学——第一届国际绿色化学高级研讨会文集[C]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1998, 9-14.
- [7] Moghissi A A. Psychodermatology[J]. Environment International, 1999, 25(5): 539-540.
- [8] 安光义, 王桂露, 韩建民. 人居环境学[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
- [9] 石金涛, 顾琴轩, 韩蒙. 安全人机工程[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1997.
- [10] 康慕谊. 城市生态学与城市环境[M]. 北京: 中国计量出版社, 1997.
- [11] 宮崎良文, 本橋豊, 小林茂雄. 精油の吸入による気分の変化(第1報)[J]. 木材学会誌, 1992, 38(10): 903-908.
- [12] 宮崎良文, 本橋豊, 小林茂雄. 精油の吸入による気分の変化(第2報)[J]. 木材学会誌, 1992, 38(10): 909-913.
- [13] 烟中顯和. みどりの香り—青葉アルコールの秘密—[M]. 東京: 中央公論社, 1988.
- [14] 何坚, 季儒英. 香料概论[M]. 北京: 中国石化出版社, 1993.
- [15] Rafson H J (ed.). Odor and VOC Control Handbook[M]. New York: McGraw-Hill, 1998.
- [16] 赵振华. 多环芳烃的环境健康化学[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993.
- [17] 龚铮午, 吴楚材. 鸡血藤花香气化学成分初步研究[J]. 林产化学与工业, 1998, 18(1): 65-68.
- [18] 栗野健一. 花の香気成分分析に関する最近の研究[J]. Fragrance Journal, 1999, (2): 28-32.
- [19] 郑华, 金幼菊, 周金星等. 活体珍珠梅挥发物释放的季节性及其对人体脑波影响的初探[J]. 林业科学研究, 2003, 16(3): 328-334.
- [20] 三原 智. 香気成分の分析とにおひ評價[J]. 化学工業, 1998, 49(9): 6066.
- [21] Linskens H F, Jackson J F (eds.). Plant Volatile Analysis[M]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1997.
- [22] 沈培明, 陈正夫, 张东平等. 恶臭的评价与分析[M]. 北京: 化学工业出版社化学与应用化学出版中心, 2005.
- [23] 相島鑑郎. におひ物質の測定[J]. ふんせき, 1999, (4): 297-306.
- [24] 周晓峰. 中国森林与生态环境[M]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [25] 谷田貝光克, 土師美恵子. 精油のマウスの運動量におよぼす影響とその揮散度について[J]. 木材学会誌, 1985, 31(5): 409-417.
- [26] 谷田貝光克, 大平辰朗, 雲林院源治. 林地からの揮発性他感物質による快適機能の向上技術[C]. 農林水産技術会議事務局 農林環境技術研究所, 昭和62年.
- [27] 谷田貝光克. 健康保養の場としての森林の働き[J]. グリーン・エイジ, 1998, (294): 15-19.
- [28] 宮崎良文. 官能評価の客観化[J]. ふんせき, 1993, (4): 247-252.
- [29] 宮崎良文. 木造住宅の心地よさ[J]. 森林科学, 2000, (29): 9-15.
- [30] 宮崎良文. 自然環境要素が人の快適性に及ぼす影響[J]. 生活と環境, 1999, 44(7): 37-42.
- [31] 烟中顯和. ヒトはなぜみどりの香りによってリフレッシュされるのか—解明進む嗅覚神経・内分泌系・自律神経系・免疫系に与える影響[J]. 化学と生物, 1999, 37(10): 644-646.
- [32] 张庆费, 庞名瑜, 姜义华等. 上海主要绿化树种的抑菌物质和芳香成分分析[J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9(2): 62-64.
- [33] 陈婉蓉. 环境与健康[M]. 南京: 南京师范大学出版社, 1998.