

数系统,确定各效应峰任一时间的响应值(相对分子质量 M)与其零时间响应值(M₀)之比代替各效应成分浓度(C_i),求得各效应成分的主要动力学参数。并与指纹图谱联用,建立中心矩分析方法,从而求得中药及复方在一定条件下的总量统计矩(中心矩及偏差)药物动力学参数,达到中药复方微观各成分动力学参数与宏观总量动力学参数的统一,实现既能满意中医“整体观念”需要(总量统计矩动力学参数)又能为现代科学阐明(单个成分的房室、非房室模型、Michaelis-menten 非线性模型及药动力学参数)的中药复方药动学新方法;中药复方有效成分非房室模型统计矩分析方法。

References:

[1] Han G Z. *Pharmacokinetics of Traditional Chinese Herb* (中草药药代动力学) [M]. Beijing: China Medico-Pharmaceutical Science and Technology Publishing House, 1999.
 [2] Zhan Y, Zhnag X P, Qu Y, et al. Studies on the relationship between pharmacological effects and chemical ingredients, dosage of Danggui Shaoyao San (DSS) experimental studies of the proper proportin of DSS's ingredients to ameliorate impairments of learning and memory in Mi [J]. *Pharmacol Clin Chin Mater Med* (中药药理与临床), 1999, 15(1): 1-3.
 [3] He X, Shi C W, Li X, et al. The Pharmacokinetic study of baicaline in shuanghuanglin injection [J]. *Chin J New Drugs* (中国新药杂志), 1998, 7(2): 146-148.
 [4] Lu H Q, Zhang Z, Wei Y C, et al. Study on determining pharmacokinetics parameters Siwu Tang by pharmacological methods [J]. *Pharmacol Clin Chin Mater Med* (中药药理与临床), 1995, (1): 11-13.
 [5] Liu Y F, Zhao F M, Zhou Y S, et al. Study pharmacokinetic of analgesic effect of Xiaohuolu Pill [J]. *Chin Tradit Pat Med* (中成药), 1994, 16(3): 34-37.
 [6] Li N S. Determination of pharmacokinetic parameters with pharmacology [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 1985, 16(4): 17.
 [7] Zhao J J, Yu J H, Lu Y M. Study on pharmacokinetic of analgesic effect of three prescription as Tianmagouten Decoction [J]. *Pharmacol Clin Chin Mater Med* (中药药理与临

床), 1999, 15(3): 13-14.
 [8] Zhou L L, Li R, Wei M, et al. Correlation studies on pharmacokinetics of Dinggongteng Injection (*Erycibe obtusifolia* Benth.) between two methods [J]. *Chin Tradit Pat Med* (中成药), 1999, 21(9): 439.
 [9] Pan H, Wang J K, Wang Y T, et al. Toxic effect method assay pharmacokinetic parameter of Chuanxiong Rhizome Volatile Oi [J]. *Pharmacol Clin Chin Mater Med* (中药药理与临床), 1999, 15(1): 18.
 [10] Wang X F, Qin J, Yang C M. Bacterioassay of pharmacokinetic parameters of methyl hydroquinone on rabbits [J]. *Northwest Pharm J* (西北药学杂志), 1997, 12(2): 70-71.
 [11] Sheiner L B, Steiner J L. Pharmacokinetic/pharmacodynamic modeling in drug development [J]. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*, 2000, 40: 67.
 [12] Pang Z G, Wang B Q, Wang C Y. Distribution nd remainder of tetrahydropalmatine in rabbit viscera [J]. *Chin J Anal Chem* (分析化学), 1994, 22(6): 612-614.
 [13] Ren P, Huang X, Ma Y. A study on pharmacokinetic characteristic of tetramethylpyrazine affect to intestin bacterium in spleen insufficiency mice [J]. *Pharmacol Clin Chin Mater Med* (中药药理与临床), 1994, (2): 40.
 [14] Dost K, Davidson G. Development of a packed 7 column super critical fluid chromatography/atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometric technique for the analysis of atropine [J]. *J Biochem Biophys Methods*, 2000, 43 (1-3): 125.
 [15] Huang X, Ren P, Wang L L, et al. Effect of different decocting methods and compatible medicinal herbs on concentration of ferulic acid in decoctions [J]. *Chin Tradit Herb Drugs* (中草药), 2001, 32(5): 411-412.
 [16] Zhang Z, Yan Y F, Chen K J. Study on the pharmacokinetics of ferulic acid in canine serum after giving an intragastrical single dose of Xiongshao Capsules to a dog [J]. *J Beijing Univ Tradit Chin Med* (北京中医药大学学报), 2001, 24(1): 25-27.
 [17] Qin H L. Fine expression and analysis of total chemical characteristics of material foundation of traditional Chinese herbal medicines [J]. *World Sci Technol: Modern Tradit Chin Med* (世界科学技术: 中药现代化), 2002, 4(4): 12.

茴香精油及其成分影响因素的研究进展

何金明^{1,2}, 王羽梅^{2*}, 卓丽环¹, 肖艳辉², 郭 国³

(1. 东北林业大学园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150040; 2. 韶关学院英东生物工程学院, 广东 韶关 512005; 3. 内蒙古农业大学农学院, 内蒙古 呼和浩特 010018)

摘要:精油的量及其成分比例是评价茴香质量的最重要因素。影响茴香精油量及其成分的因素主要有: 1) 遗传因素: 茴香不同亚种与变种精油量及其成分不同; 2) 生理因素: 茴香不同器官及其不同发育阶段精油的量和成分组成不同; 3) 生态因素: 不同产地、不同水肥等栽培条件导致精油的量和其成分组成不同; 4) 贮藏因素: 贮藏时间和条件影响茴香精油量及其成分; 5) 提取工艺: 不同的提取方法乃至同一提取方法的不同参数组合, 影响茴香精油量及其成分组成。

关键词: 茴香; 精油; 影响因素

中图分类号: S6; R931.5

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2005)10-1586-04

收稿日期: 2004-12-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(30370151)

作者简介: 何金明(1973—), 男, 满族, 内蒙古开鲁县人, 韶关学院英东生物工程学院讲师, 硕士研究生, 现在东北林业大学园林学院攻读博士学位。主要从事芳香(药用)植物栽培、生理方面的研究。 E-mail: jmh-3183@163.com

* 通讯作者: 王羽梅

Advances in study on influence factor of essential oil and components in *Foeniculum vulgare*

HE Jin-ming^{1,2}, WANG Yu-mei², ZHUO Li-huan¹, XIAO Yan-hui², GUO Yuan³

(1. College of Gardens of Northeast Forest University, Harbin 150040, China; 2. College of Yingdong Bioengineering, Shaoguan University, Shaoguan 512005, China; 3. Agronomy College of Inner Mongolia Agriculture University, Hohhot 010018, China)

Key words: *Foeniculum vulgare* Mill.; essential oil; influence factor

茴香 *Foeniculum vulgare* Mill. 原产地中海,属于伞形科茴香属植物,分为 *ssp. vulgare* (或 *ssp. capillaceum*) 和 *ssp. piperitum* 2个亚种。前一亚种包括具有茴香籽气味的栽培和驯化的所有品种,变种很多,但其中最重要的是苦茴香 *F. vulgare* var. *vulgare* Mill.、甜茴香 *F. vulgare* var. *dulce* Mill. 和球茎茴香 *F. vulgare* var. *azoricum* Mill.; 后一亚种是多年生非栽培植物,只生长在野外^[1]。

茴香作为一种多用途(香料、药用、蔬菜)的芳香植物,世界各地广泛种植。世界年产茴香油30余吨,印度是茴香油的第一大出口国,年产油达20多吨,其次是德国,年生产量5~10 t。此外,西班牙、法国、意大利、中国等也有少量生产^[2]。茴香植株各部分均含有精油,其中以果实中量最高。茴香精油广泛用于医药学、化妆品和食品添加剂等方面。

茴香精油的量及其成分是衡量茴香质量的最重要指标。精油成分的量不同,直接影响精油的气味和风味,进而影响精油的商品价值。茴香精油的成分可分为两大类:单萜类化合物和苯丙烷类化合物。主要成分有产生茴芹气味的反式茴香脑、产生甜味的爱草脑和产生苦味的小茴香酮。

1 影响茴香精油量及其成分的因素

1.1 遗传因素:茴香精油的量主要是受遗传控制的,不同变种间果实精油一般在2%~8%,其中以苦茴香含油量为最高,甜茴香次之,意大利球茎茴香最低。

栽培亚种中甜茴香、球茎茴香和大多数苦茴香果实精油的主要成分都是反式茴香脑(占50%~90%),其次是小茴香酮(6%~30%)。而在西班牙^[3]、葡萄牙和以色列^[4]等地区自然野生的茴香变种中爱草脑是主要成分(占精油的50%~65%)。Barazani等的研究也表明在苦茴香的自然种群中存在着主要成分为爱草脑的化学型^[5]。Muckensturm等根据苦茴香主要化学成分的不同,将其分为3个化学型:即爱草脑化学型(chtye. estrgole)、爱草脑/茴香脑化学型(chtype. estrgole/anethole)和茴香脑化学型(chtyp. anethole)^[1]。其中栽培种的苦茴香多属于茴香脑化学型。对于 *ssp. piperitum* 亚种研究报道比较少,Dogan等分析发现来自土耳其的该亚种果实精油的主要成分为爱草脑,而Muckensturm等发现来自法国的该亚种叶中主要成分是水芹烯,并且没有爱草脑和反式茴香脑^[1]。*ssp. piperitum* 亚种中是否存在不同变种和化学型还不清楚。

茴香不同亚种、变种间精油的量及其成分存在明显的差异^[6]。利用这些差异有目的地选择、驯化高精油量、优质的茴香品种是完全可行的。

1.2 生理因素:茴香精油的量及其成分与茴香的器官和发育程度有关。茴香不同器官间比较研究表明,精油量在果实中最高,其次是花、花序梗,再次是叶、根、茎,其中二级花序梗精油量高于一级花序梗,叶片精油多于叶柄。另外,果实的精油量与其成熟度有关,Gleisberg和Hartrott指出,在果实成熟过程中,精油量呈先增后减的趋势。

茴香不同器官间主要成分的比例也不同。Akgül等对土耳其苦茴香不同部位挥发油成分比较的结果表明,叶、茎、花梗、花中精油的主要化学成分都是反式茴香脑,其次是 α -蒎烯和 α -水芹烯。而苦茴香和甜茴香根精油的主要成分是蒎烯、蒎烯脑(dillapiol),分别占到精油的82%和80%。Trenkle的研究结果表明苦茴香茎、叶中的单萜化合物相对比果实中的多,而茴香脑和小茴香酮则相反。Vottcro等指出花中的单萜成分比果实中的多,而苯丙烷类则相反,比果实中的高。Betts报道反式茴香脑和小茴香酮在甜茴香和苦茴香的所有发育阶段都存在,而且随着发育而增加。苦茴香果实成熟过程中(从幼嫩果到未成熟果),精油中没有新物质出现,但单萜类化合物的量降低,苯丙烷类化合物量增加,尤其表现在反式茴香脑、小茴香酮和爱草脑的增加和蒎烯的减少上。

1.3 生态因素:Arslan等的研究表明不同产地的茴香产油量在2.4%~3.1%。Aktül等分析了从15个不同地区获得的茴香果实中含有的精油量,变幅在1.7%~2.5%。我国10个不同产地苦茴香果实中精油量为1.55%~2.7%^[7]。

我国不同产地的苦茴香精油中的反式茴香脑的量在65%~78%^[7];但Arslan等则指出生长在安哥拉不同产地的甜茴香精油成分的量未有明显的差别,这是因为甜茴香精油成分的变异幅度比苦茴香小,这是因为安哥拉地域范围狭小,生态环境差异不大,尚不能定论。

Buntain等认为灌溉对反式茴香脑的量没有影响。Khan等通过氮肥和磷肥的不同配比及叶面施肥与否对精油量和成分的影响进行研究,发现茴香脑的量最适施肥区比最低标准施肥区低得多,中面喷施也降低了其量;而小茴香酮的量却因处理增加了。Mordy等认为,虽然复合N肥对甜茴香和球茎茴香膨大茎部的精油量无明显影响,但却明显影响了精油的主要成分——反式茴香脑。对于甜茴香而言,施用硫酸铵和硝酸铵使反式茴香脑增加了19%,而对于球茎茴香,反式茴香脑随N源变化表现非常小的变化。进一步研究表明,除对甜茴香施用硫酸铵和对球茎茴香施用尿素外,其他复合性氮肥都使小茴香酮量增加。只有施用有机肥能使茴香膨大的茎基部产生芳香和怡人味道^[8]。Ahmed等得出在施肥量

为 N:P₂O₅ 为 100:25, 密度是 45×30 cm 时, 茴香产油量和油质最好。王羽梅等研究发现高 Cl⁻ 和高 SO₄²⁻ 的营养液配方可使球茎茴香精油量和精油中的柠檬烯量明显增加^[9]。Singh 等报道, 茴香在 30% 的可交换钠的逆境环境中生长良好, 尽管其果实精油较正常土壤中的产量略低, 但可以明显提高精油的品质(茴香脑由 63.4% 提高到 75.18%, 小茴香酮由 12.1% 降低到 8.96%)^[10]。

以上结果表明栽培条件会影响到茴香精油量和质量, 但是, 这些研究结果都局限在条件与结果的表象上, 关于这些条件和这样的结果之间的内在联系或分析尚未见报道, 也就是栽培因子是通过什么方式来影响精油量和成分的? 器官和发育阶段的不同带来的精油量和成分的不同实质原因是什么? 产地、栽培密度、施肥量、施肥种类、离子比例又是通过什么影响精油形成的? 笔者认为解决这些问题应以主要精油成分的合成途径及其与栽培因子的关系作为切入点, 这些研究有待今后加强。

1.4 贮藏因素: 贮藏过程引起茴香精油和成分的变化, 是由于精油的挥发及其成分氧化所致。在室温不避光的条件下, 放置 3 个月后的茴香叶及花的精油与新鲜叶、花精油比较, 茴香醛及甲氧苯基丙酮量相对明显增加; 而反式茴香脑的量减少。将茴香干燥果实贮存一年后再提取精油, 其化学成分与刚采收的新鲜果实的精油相比, 没有明显的氧化现象。其原因可能是新鲜叶、花在贮藏过程中, 由于失水收缩导致贮藏精油的油管破裂, 致使小茴香精油暴露到空气中发生氧化反应(爱草脑氧化为茴香醛, 反式茴香脑氧化为甲氧苯基丙酮); 而茴香果皮致密, 使茴香果实中的精油成分相对稳定。贮藏条件对茴香精油量和成分影响的研究还很少, 关于茴香的贮藏条件、贮藏期间精油量及成分的变化等需要进一步研究。

1.5 提取工艺: 茴香精油的提取方法主要有超临界 CO₂ 萃取法、索氏提取法、蒸馏法、溶剂萃取法和微波辅助萃取法。不同的提取方法对茴香精油的量及其成分组成影响很大。超临界 CO₂ 萃取法、索氏提取法、水蒸气蒸馏法的产油率分别为 5.1%、4.6% 和 2.2%^[11], 而 Simándi 等的研究表明超临界 CO₂ 萃取的精油产率(10.0%), 远远高于水蒸气蒸馏法的精油产率(3.0%), 几乎和正己烷萃取的产率(10.6%)相当, 但低于乙醇萃取的产率^[12]。

超临界 CO₂ 萃取小茴香精油的主要成分为茴香脑和脂肪酸, 而水蒸气蒸馏及索氏提取物的主要成分为茴香脑。其中超临界 CO₂ 萃取法鉴定出的成分为 21 种, 水蒸气蒸馏法鉴定出的成分为 29 种。彭洪等的研究也得出相似的结论, 即小茴香的水蒸气蒸馏产物只含茴香脑、小茴香酮和爱草脑等易挥发性组分, 而超临界 CO₂ 萃取产物中不仅含有这些挥发性组分, 还含有一定的油脂和重质组分(如蜡质、色素)。后者相对分子质量较大, 挥发度较小, 因而在水蒸气蒸馏过程中难以蒸出^[13]。

在溶剂萃取法中使用的有机溶剂一般有无水乙醇、甲醇、醋酸乙酯、乙醚、己烷和戊烷等。杨晓泉等使用无水乙醇、

甲醇、醋酸乙酯、乙醚 4 种有机溶剂提取茴香种子精油, 精油产率为 5.08%~7.21%, 其中以甲醇提取率最高, 提取液的抗氧化效果也最好^[14]。虽然该研究没有直接分析精油的成分, 但抗氧化性的不同间接说明了精油成分的不同。溶剂萃取法一般适合于样品较少且精油量较低的部位精油的提取分析, 如根、茎、叶等^[15]。

王莉等首次运用微波技术从小茴香中提取挥发油, 结果表明提取速度显著加快, 收率提高^[16]。刘伟等报道小茴香精油得率随着微波功率的提高而提高, 400 W 时达最高, 在此功率下, 随着加热时间的增加, 精油得率不断提高, 40 min 时达最高^[16]。

文献中报道最多的茴香精油提取方法是超临界 CO₂ 萃取法和水蒸气蒸馏法。超临界 CO₂ 萃取法不同参数对提取效果影响也很大^[17]。Coelho 等的研究表明, 超临界 CO₂ 萃取法的最佳条件是: 9×10⁶ Pa 40℃; 分离: 第一分离罐 8×10⁶ Pa, -10℃; 第二分离罐 2×10⁶ Pa, -10℃, 150 min; CO₂ 流量 2.3 kg/h。增加 CO₂ 的流量可以增加萃取的速率, 缩短萃取时间, 但不影响精油的组成。此外, 果实粉碎程度几乎不影响精油量和组成^[18]。而 Yamini 等的研究表明, 3.5×10⁴ Pa, 55℃, 5% 甲醇和流动萃取 45 min 对反式茴香脑的提取具有更大的选择性, 精油中仅 9 种成分总量即达到精油总量的 99%, 而在水蒸气蒸馏法获得的精油中鉴定出 16 种成分^[19]。

水蒸气蒸馏法不同参数同样影响着茴香精油的提取效果。较低的料/水比率和较长的蒸馏时间导致精油量增加和颜色加深; 料/水比率对于成分影响很小, 而蒸馏时间对精油成分有明显的影响; 随着蒸馏时间的增长(6~12 h), 单萜量增加(6.19~8.4%), 而含氧单萜总量下降(由 16.80% 降至 11.94%), 苯丙烷类量增加(76.05%~79.47%), 小茴香酮量明显的降低(由 16.35% 降至 11.32%)^[20]。

种子的粉碎程度对水蒸气蒸馏法精油的产率和成分的量有显著的影响, 高粉碎度的样品精油的产率和精油中碳氢化合物的量较高, 氧化物的量较低; 料/水比率低的精油量高, 是因为小茴香酮、反式茴香脑和爱草脑的水溶解度较高。Stavros 等认为, 对茴香精油成分百分率影响显著程度依次为种子的粉碎程度、蒸馏时间和蒸馏速率。进一步研究表明, 在较大粒径的处理中发现的成分较多, 反式茴香脑是在粉碎最细的种子中量最高^[21]。

2 我国茴香研究和生产中存在的问题与展望

2.1 我国茴香生产的突出问题是精油量低: 我国茴香生产集中在甘肃、内蒙、山西、新疆、河北等北方各省, 面积在 1×10⁴ hm² 左右, 年产量在 2×10⁴ t 左右。我国生产的茴香果实主要用于调味品、中药和提取精油, 一部分出口到东南亚各国。我国栽培的茴香属于苦茴香变种。

我国栽培的苦茴香精油量在 1.55%~2.7%, 主要成分反式茴香脑的量在 65%~78%, 而欧洲不同变种茴香的精油量在 2%~8%。其中一些甜茴香精油中反式茴香脑的量一般在 80% 以上, 有的甚至高达 95%。相比之下, 我国茴香

存在着精油量低、品质不高(反式茴香脑的量低)的问题。在匈牙利^[22]、德国^[23]和埃及,不同起源的经驯化了的茴香变种的不同化学型可以在相同的条件下一起生长发育的结论表明,可以将原产欧洲的精油量和反式茴香脑的量均高的变种、品种和化学型引种到我国,筛选适应性好的进行推广,这样可以迅速改变我国茴香精油量低的问题。

2.2 有关茴香的育种、栽培及生理的研究滞后:我国是世界上茴香生产大国之一。但是在茴香的育种、栽培及生理学等方面的研究却非常少。茴香一直沿用传统品种,种子依然采用农家自种自采自留的方式。以提高茴香精油量和油质的引质、选种、育种等工作几乎空白。茴香精油量低、油质差是制约我国茴香出口的主要因素。我国北方大部分地区气候寒凉、光照强、温度低,又有种植茴香的传统和经验,因此,为提高我国茴香精油量和质量,进而扩大出口、增加农民收入,应该加大对茴香品种改良、栽培技术和生理生化代谢等方面的研究,特别是应加大对茴香精量和成分影响因素的研究。另外,作为次生代谢产物的茴香精油的成分的生化合成途径、酶学、基因及其调控方面的研究,基本上属于空白。利用这些手段提高茴香精油量和质量也是一个很好的方向。

3 结语

茴香既是人们喜好的风味蔬菜,又是用量很大的香料。我国华北和西北地区,茴香栽培历史悠久,经验丰富。我国茴香籽及茴香精油除了满足国内市场外,还远销东南亚各国。因此,茴香在我国具有广阔的发展空间。除了继续加大茴香籽的出口外,还应加强拓展茴香精油的国际市场,延长茴香产业链条。为此,必须加强提高茴香精油量和有效成分量的研究。

References:

- [1] Muckensturm B, Foechterlen D, Reduron J P, et al. Phytochemical and chemotaxonomic studies of *Foeniculum vulgare* [J]. *Biochem Syst Ecol*, 1997, 25(4): 353-358.
- [2] Ling G T. *Manual of Natural Food Additive* (天然食品添加剂手册) [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2000.
- [3] Garcia Jimenez N, Perez-Alonso M J, Velasco-Negueruela A. Chemical composition of fennel oil, *Foeniculum vulgare* Miller from Spain [J]. *J Essent Oil Res*, 2000, 12: 159-162.
- [4] Barazani O, Fait A, Cohen Y, et al. Chemical variation among indigenous populations of *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* in Israel [J]. *Planta Med*, 1999, 65: 486-489.
- [5] Barazani O, Cohen Y, Fait A, et al. Chemotypic differentiation in indigenous populations of *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* in Israel [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2002, 30: 721-731.
- [6] Elisabetta M. Comparison of the essential oils from ten *Foeniculum vulgare* Miller samples of fruits of different origin [J]. *Flavour Frag J*, 1999, 14: 379-382.
- [7] Wu M H, Nie L Y, Liu Y, et al. Study on chemical com-

- ponents of essential oil in fruits fennel from ten different areas by GC-MS [J]. *Chin J Pharm Anal* (药物分析杂志), 2001, 21(6): 415-418.
- [8] Atta-Aly M A. Fennel swollen base yield and quality as affected by variety and source of nitrogen fertilizer [J]. *Sci Horticult*, 2001, 88: 191-202.
- [9] Wang Y M, Ren A X, Pang C X, et al. The effects of anion on plant growth and quantity of essential oil *Foeniculum vulgare* Mill. [J]. *Plant Physiol Commun* (植物生理学通讯), 2002, 38(3): 270-273.
- [10] Singh P K, Chowdhury A R, Garg V K. Yield and analysis of essential oil of some spice crops grown in sodic soils [J]. *India Perfumer*, 2002, 46(1): 35-40.
- [11] Liu N, Yu D S, Dai N Q, et al. Composition comparison between *Foeniculum vulgare* oil obtained by supercritical CO₂ extraction and the other methods [J]. *Flavour Frag Cosme* (香料香精化妆品), 2002, 3: 19-21.
- [12] Simándi B, Deák A, Rónyai E. Supercritical carbon dioxide extraction and fractionation of fennel Oil [J]. *J Agric Food Chem*, 1999, 47: 1635-1640.
- [13] Peng H, Guo Z D, Zhang J C, et al. Composition of supercritical CO₂ fluid extraction product of *Foeniculum vulgare* seeds [J]. *Chin Pharm J* (中国药学杂志), 1997, 32(6): 337-339.
- [14] Yang X Q, Zhang S H, Gao J H, et al. Antioxidative properties of methanolic extracts from fennel (*Foeniculum vulgare* Miller) seeds [J]. *J Chin Cereals Oils Assoc*, 1998, 13(3): 37-40.
- [15] Wang L, Lu J J, Chen H W. Microwave technique of extracting naphtha from fennel fruit [J]. *Tianjin Pharm* (天津药学), 2001, 13(5): 33-34.
- [16] Liu W, Yi Q. The study of microwave technique of extracting essential oil of *Foeniculum vulgare*, *Boswellia carterii*, *Schizonepeta tenuifolia* [J]. *Chin Arch Tradit Chin Med* (中医药学刊), 2003, 21(3): 497-498.
- [17] Gao Y X, Simandi B. The basic study of fennel oil obtained by supercritical CO₂ extraction [J]. *China Food Addit* (中国食品添加剂), 1997(2): 8-11.
- [18] Coelho J A P, Perelra A P, Mendes R L, et al. Supercritical carbon dioxide extraction of *Foeniculum vulgare* volatile oil [J]. *Flavour Frag J*, 2003, 18: 316-319.
- [19] Yamini Y, Sefidkon F, Pourmortazavi S M. Comparison of essential oil composition of Iranian fennel (*Foeniculum vulgare*) obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods [J]. *Flavour Frag J*, 2002, 17: 345-348.
- [20] Mimica-Duki N C, Kujundzi S C, Sokovi M C, et al. Essential oil composition and antifungal activity of *Foeniculum vulgare* Mill. obtained by different distillation conditions [J]. *Phytother Res*, 2003, 17: 368-371.
- [21] Katsiotis S T. Study of different parameters influencing the composition of hydrodistilled sweet fennel oil [J]. *Flavour Frag J*, 1998, 4: 221-224.
- [22] Bernath J, Nemeth E, Kattaa A, et al. Morphological and chemical evaluation of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations of different origin [J]. *J Essent Oil Res*, 1996, 8: 247-253.
- [23] Kruger H, Hammer K. Chemotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) [J]. *J Essent Oil Res*, 1999, 11: 79-82.

更正:本刊今年第8期1273页所刊“常用兽药名称初探”一文作者叶明远的工作单位由浙江省宁波市第一人民医院更正为浙江省临海市第一人民医院。