

茴香精油含量和质量影响因素的研究进展

何金明^{1,2} 王羽梅^{2*} 卓丽环¹ 郭园³

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

摘要: 从亚种与变种、生长与发育、栽培条件、产地和贮藏等方面对茴香精油含量和质量影响研究进展进行了综述, 并就中国茴香生产中存在的问题及未来研究方向进行了讨论。

关键词: 茴香; 精油; 含量; 质量

中图分类号: S 636.3; R 931.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2005) 02-0348-04

Studies on the Factors Effecting Essential Oil Content and Quality of Fennel

He Jingning^{1,2}, Wang Yumei^{2*}, Zhuo Lihuan¹, and Guo Yuan³

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

Abstract: Studies on content and quality of fennel essential oil were reviewed under the following headings: 1) Subspecies and variation; 2) Growth and development; 3) Cultivation conditions; 4) Original places; 5) Storage and discussions on problems existing in essential oil production and research

Key words: Fennel; Essential oil; Content; Quality

茴香 (*Foeniculum vulgare* Mill.) 原产地中海, 属于伞形科茴香属植物, 分 *ssp. vulgare* 和 *ssp. piperitum* 两个亚种。前一亚种包括栽培驯化的所有品种和野生种, 具有茴香籽气味, 变种很多, 其中最重要的是苦茴香 (*var. vulgare*)、甜茴香 (*var. dulce*) 和球茎茴香 (*var. azoricum*); 后一亚种为多年生非栽培植物^[1~3]。

茴香是一种多用途 (蔬菜、药用、香料) 的芳香植物, 世界各地广泛种植。茴香全株含有精油, 但提取精油以果实为主。茴香精油广泛用于医药、化妆品和食品添加剂^[4~7]。世界年产茴香精油 30 t 有余^[8]。印度是茴香精油的第一出口大国, 年产精油达 20 t, 其次德国年产量为 5~10 t^[9]。此外, 西班牙、法国、意大利、中国等有少量生产^[8]。

精油含量和成分是衡量茴香籽质量的重要指标。精油成分的相对含量直接影响精油的气味和风味, 进而影响精油价值。茴香精油成分可分为两大类: 单萜类化合物和苯丙烷类化合物, 主要成分为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等^[10]。

1 影响茴香精油含量和质量的因素

1.1 亚种与变种

茴香精油含量与成分主要是受遗传控制的, *ssp. vulgare* 亚种中苦茴香精油含量的变幅 (1.5%~8%) 较大, 甜茴香 (1.75%~3.1%) 和球茎茴香 (1.43%~1.74%) 精油含量变幅较小^[9, 11, 12]。在同一地区种植, 苦茴香果实精油含量较高 (2.22%), 甜茴香次之 (1.75%), 球茎茴香较低 (1.59%)^[9]。

收稿日期: 2004-06-29; 修回日期: 2004-11-29

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30370151)

*通讯作者 Author for correspondence

不同亚种、变种的野生和栽培的茴香果实精油成分存在明显的差异^[13]。甜茴香^[14~17]、球茎茴香^[18]和大多数苦茴香^[19~21]果实精油的主要成分是反式茴香脑(50%~90%)和小茴香酮(5%~30%)。一般认为,苦茴香精油含有相对较少的反式茴香脑(60%~70%)和相对较多的小茴香酮(10%以上);而甜茴香精油含有相对较多的反式茴香脑(80%~90%)和相对较少的小茴香酮(5%左右)^[9,12]。这是苦茴香和甜茴香具有不同气味的根本原因。另外还有主要成分是爱草脑(占精油含量的50%~65%)的野生苦茴香变种^[22~25]。根据精油主要化学成分的不同,苦茴香可分为3种化学型:即爱草脑化学型、爱草脑/茴香脑化学型和茴香脑化学型^[2]。栽培种的苦茴香多属于茴香脑化学型。对于 *ssp. piperitum* 亚种研究报道较少,Dogan等发现土耳其的该亚种果实精油的主要成分是爱草脑^[26],而 Muckensturm等发现法国的该亚种叶中主要成分是水芹烯,并无爱草脑和反式茴香脑^[2]。该亚种中是否也存在不同变种和化学型尚未见报道。

1.2 生长与发育

茴香精油含量及其成分与茴香器官及其发育程度有关。茴香不同器官间的比较研究表明,精油主要存在果实中,其次是花、花序梗,再次是叶、根、茎,其中二级花序梗高于一级花序梗,叶片高于叶柄^[11,27]。

茴香不同器官精油主要成分不同。苦茴香叶、茎、花梗中精油的主要化学成分均为反式茴香脑(29.70%~54.22%)、 α -蒎烯(13.30%~25.58%)和 α -水芹烯(10.72%~13.20%);花、果实精油第一主成分均为反式茴香脑(61.08%~64.71%),但第二主成分花为 α -蒎烯(11.27%),果实为小茴香酮(13.85%)^[28];苦茴香和甜茴香根部精油的主要成分是蒈烯(11.27%),分别为82%和80%^[7]。比较叶、茎、花梗、花、果实的精油成分,反式茴香脑和小茴香酮的相对含量呈增加趋势, α -蒎烯和 α -水芹烯的相对含量呈减少趋势^[28]。

在成熟过程中,茴香果实精油含量具有先增后减的趋势^[9]。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,且其相对含量随着发育而增加^[29]。苦茴香果实在成熟过程中,精油中没有新物质出现,但单萜类化合物含量降低,苯丙烷类化合物含量增加,尤其表现在反式茴香脑、小茴香酮和爱草脑含量的增加和蒎烯含量的减少上^[7]。

1.3 栽培条件

栽培条件如施肥量、施肥方式、氮源、矿质离子浓度等对茴香精油成分的相对含量具有一定影响。土壤施肥量的增加(由N 60 kg/hm² + P 27 kg/hm² 增到 N 90 kg/hm² + P 40 kg/hm²)促使苯丙烷类化合物含量增加,叶面施肥(N 20 kg/hm²、P 2 kg/hm²和N 20 kg/hm² + P 2 kg/hm²)促进单萜类化合物含量增加^[30]。甜茴香施用硫酸铵和硝酸铵使反式茴香脑相对含量增加19%,施用尿素时降低9%;而球茎茴香施用不同氮源对反式茴香脑相对含量影响不显著。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,其它复合性氮肥都使小茴香酮含量增加^[31]。高Cl⁻和高SO₄²⁻的营养液配方可使球茎茴香叶片的精油含量和精油中的柠檬烯含量明显增加^[32]。在30%可交换钠的逆境环境中,苦茴香生长良好;果实产量和精油含量较正常土壤中的略低,但精油的品质明显提高(反式茴香脑相对含量由63.4%提高到75.2%,小茴香酮相对含量由12.1%降低到9.0%)^[33]。株行距为45 cm × 30 cm,施肥量N P₂O₅为100 25 (kg/hm²)时,精油产量和质量最佳^[34]。灌溉对反式茴香脑的含量没有影响^[35]。

1.4 产地

不同产地的茴香精油含量和成分的差异,是由茴香生长的生态条件不同引起的。适应不同的生态条件使茴香产生不同的生态型和化学型。因此,产地因素对茴香精油含量及成分影响和上述亚种与变种因素一致。总体看来,在茴香的原产地地中海及其周边地区,茴香变种丰富,精油含量和成分相对含量变幅较大,而后引种的国家和地区则表现出变种单一,精油含量和成分相对含量变幅较小的趋势^[12,28,36]。我国引种茴香历史悠久,主栽品种均属苦茴香变种。我国10个不同产地茴香果实中精油

含量为 1.55% ~ 2.7%, 精油中反式茴香脑的相对含量在 65% ~ 78% 之间, 小茴香酮的相对含量在 1.5% ~ 12% 之间^[36]。

1.5 贮藏过程与条件

贮藏过程引起茴香精油含量和成分的变化, 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, 放置两个月后的小茴香叶及花的精油与新鲜叶、花精油相比, 茴香醛及甲氧苯基丙酮相对含量明显增加; 而反式茴香脑的相对含量减少。将干燥果实贮存 1 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^[37]。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含量和成分影响的研究还很少, 关于茴香的贮藏条件、贮藏期间精油含量及成分的变化等尚需进一步研究。

2 我国茴香生产和研究中存在的问题与展望

我国茴香播种面积约 10 000 hm², 主产区为甘肃、内蒙、山西等, 年产量 20 000 t 左右。主要用于食用香料 (约占 70% ~ 80%), 其余用于中药、提取精油和出口。我国栽培的茴香主要是苦茴香变种, 此外还有极少量作为蔬菜栽培的球茎茴香。

2.1 我国茴香生产的突出问题是精油含量低、质量差

与原产地相比, 我国茴香存在精油含量低、品质不高的问题, 严重制约了我国茴香籽和茴香精油的出口。匈牙利^[38]、德国^[39]和埃及^[40]对不同起源的茴香变种, 或同一变种的不同化学型能在同一条件下生长发育的研究结论表明, 可将精油含量和茴香脑相对含量均高的变种、品种或化学型引种到我国, 筛选出适应性较强的品种加以推广, 可迅速改变我国茴香精油含量低、质量差的问题。

2.2 有关茴香的育种、栽培及生理的研究滞后

我国是世界茴香第 3 生产大国。但在茴香的育种、栽培及生理学等方面的研究甚少。茴香一直沿用传统品种, 种子依然采用农家自种自留自采的方式。以提高茴香精油含量和质量为目的的引种、选种、育种等工作几乎为空白。另外, 在茴香精油成分的生化合成途径、酶学、基因及其调控方面也缺乏基本的研究。

2.3 展望

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。我们认为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, 为此, 必须加强提高茴香精油含量和质量的研究。

参考文献:

- 1 Jansen P C M. Spices, condiments and medicinal plants in Ethiopia, their taxonomy and agricultural significance. *Belmintia*, 1981 (12): 20 ~ 29
- 2 Muckensturm B, Foechterlen D, Reduron J P, Danton P, Hildenbrand M. Phytochemical and chemotaxonomic studies of *Foeniculum vulgare*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 1997, 25 (4): 353 ~ 358
- 3 Verghese J. Fennel in the kaleidoscope. *Indian Spices*, 1990, 27 (1): 14 ~ 19
- 4 Duke J A. Handbook of Medicinal Herbs. Boca Raton: CRC Press Inc., 1985. 198 ~ 199
- 5 Muenscher W C, Rice M A. Garden Spice and Wild Pot-herbs. New York: Cornell University Press, 1955. 62 ~ 65
- 6 Alber Puleo M. Fennel and anise as estrogenic agents. *Journal Ethnopharmacol*, 1980, 2: 337
- 7 Kraus A, Hammerschmidt F J. An investigation of fennel oils. *Dragoco Report*, 1980, (1): 3 ~ 12
- 8 凌关庭. 天然食品添加剂手册. 北京: 化学工业出版社, 2000. 322
Ling G T. Manual of natural food additive. Beijing: Chemical Industrial Press, 2000. 322 (in Chinese)
- 9 Marotti M, Piccaglia R. The influence of distillation condition on the essential oil composition of three varieties of *Foeniculum vulgare* Mill. *Journal Essential Oil Research*, 1992, 4: 569 ~ 576

- 10 Guillen M D, Manzanos M J. A contribution to study Spanish wild grown fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) as a source of flavor compounds. *Chemistry Mikrobiol Technologie Lebensmittel*, 1994, 16: 141 ~ 145
- 11 Paupardin C, Leddet C, Gautheret R. Hist-chemical investigation on fennel. Physiological connection between terpen's nature and histological structure of secretory apparatus (1). *Journal Japanese Botany*, 1990, 65 (2): 1 ~ 12
- 12 Arslan N, Bayrak A, Akgü A. The yield and components of essential oil in fennels of different origin (*Foeniculum vulgare* Mill.) grown in Ankara conditions. *Herbal Hungarica*, 1989, 28 (3): 27 ~ 31
- 13 Miraldi E. Comparison of the essential oils from ten *Foeniculum vulgare* Miller samples of fruits of different origin. *Flavour Fragrance Journal*, 1999, 14: 379 ~ 382
- 14 Karlens J, Svendsen A B, Chingova B, Zolotovitch G. Studies on the fruits of species and their essential oil. *Planta Medica*, 1969, (17): 283 ~ 293
- 15 Ashraf M, Bhattay M K. Studies essential oil of the Pakistani species of the family Umbelliferae. Part . *Foeniculum vulgare* Miller (fennel) seed oil. *Pakistan Journal Science Indagate Research*, 1975, 18: 236 ~ 240
- 16 Conan J Y. Essai de d éfinition d'un label Bourbon pour quelques huiles essentielles de la Réunion. *Rivista Italy*, 1977, 59: 544 ~ 549
- 17 Fujita S, Asami Y, Nozaki K. Miscellaneous contributions to the essential oils of the plants from various territories. Part XLVI. The constituents of the essential oils from *Foeniculum vulgare* Miller. *Nippon Nogei Kaishi*, 1980, (54): 765 ~ 767
- 18 Stahl E. Atherisches ol aus gemusefenchel untersuchungen zur zusammensetzung. *Deut Apothek Zeit*, 1982, (122): 2324 ~ 2326
- 19 Rothbacher H, Kraus A. Terpenkohlenwasserstoffe in Rumanischen fenchebl. *Phamazie*, 1970, 25: 566 ~ 567
- 20 Trenkle K. Neuere untersuchungen an fenchel (*Fieniculum vulgare* Mill.) 2. Mitteilug: Das atherischen ol von fruct, krant und wurzel fructifizierender pflanzen. *Phamazie*, 1972, 27: 319 ~ 324
- 21 Kraus A, Hammerschmidt F J. An investigation of fennel oils. *Dragoco Report*, 1980, 1: 3 ~ 12
- 22 Cavaleiro C M F, Roque O L, da Cunha A P. Contribution for the characterization of Portuguese fennel chemotypes. *Journal Essential Oil Research*, 1993, 5: 223 ~ 225
- 23 Garcia Jimenez N, Perez Alonso M J, Velasco Noguera A. Chemical composition of fennel oil, *Foeniculum vulgare* Miller from Spain. *Journal Essential Oil Research*, 2000, 12: 159 ~ 162
- 24 Barazani O, Fait A, Cohen Y, Diminshtein S, Ravid U, Putievsky E, Lewinsohn E, Friedman J. Chemical variation among indigenous populations of *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* in Israel. *Planta Medica*, 1999, 65 (5): 486 ~ 489
- 25 Barazani O, Cohen Y, Fait A, Diminshtein S, Dudaib N, Ravid U, Putievsky E, Friedman J. Chemotypic differentiation in indigenous populations of *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* in Israel. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2002, 30: 721 ~ 731
- 26 Dogan A, Bayrak A, Akgü A. Biber rezenesinin (*Foeniculum vulgare* Mill var *piperitum*) tohum ucucu yagl uzerrinde arastlma. *Ank Uni Zir Fak Yll*, 1984, 34: 314 ~ 319
- 27 Akgü A, Bayrak A. Comparative volatile oil composition of various parts from Turkish bitter fennel (*Foeniculum vulgare* var. *vulgare*). *Food Chemistry*, 1988, 30 (12): 319 ~ 324
- 28 Akgü A, Bayrak A. Volatile oil composition of Turkish bitter fennel. *Food Chemistry*, 1988, 30: 319 ~ 323
- 29 Betts T J. Anethole and fenchone in the developing fruit of *Foeniculum vulgare* Mill. *Journal Pharmacol Pharmaceutia*, 1968, 20: 469 ~ 472
- 30 Khan M M A, Azam Z M, Samiullah. Changes in the essential oil constituents of fennel (*Foeniculum vulgare*) as influenced by soil and foliar levels of N and P. *Canadian Journal of Plant Science*, 1999, 79 (4): 587 ~ 591
- 31 Mordy A, Atta A. Fennel swollen base yield and quality as affected by variety and source of nitrogen fertilizer. *Scientia Horticulturae*, 2001, 88: 191 ~ 202
- 32 王羽梅, 任安祥, 潘春香, 高野泰吉. 阴离子对球茎茴香生长和精油含量的影响. *植物生理学通讯*, 2002, 38 (3): 270 ~ 273
- Wang Y M, Ren A X, Pang C X, Takano T. The effects of anion on plant growth and quantity of essential oil *Foeniculum vulgare*. *Plant Physiology Communications*, 2002, 38 (3): 270 ~ 273 (in Chinese)
- 33 Singh P K, Chowdhury A R, Garg V K. Yield and analysis of essential oil of some spice crops grown in sodic soils. *India Perfumer*, 2002, 46 (1): 35 ~ 40
- 34 Ahmed A, Farooqi A A, Bojappa K M. Effect of nutrients and spacing on growth, yield and essential oil content in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Indian Perfumer*, 1988, 32: 301 ~ 305
- 35 Buntain M, Chung B. Effects of irrigation and nitrogen on the yield components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 1994, 34: 845 ~ 849
- 36 吴玖涵, 聂凌云, 刘云, 张雷, 魏立平. 气相色谱—质谱法分析不同产地小茴香药材挥发油成分. *药物分析杂志*, 2001, 21 (6): 415 ~ 418
- Wu M H, Nie L Y, Liu Y, Zhang L, Wei L P. Study on chemical components of essential oil in fruits fennel from ten different areas by GC/MS. *Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis*, 2001, 21 (6): 415 ~ 418 (in Chinese)
- 37 赵淑平, 丛浦珠, 权丽辉. 小茴香挥发油的质量研究. *中药材*, 1989, 12 (9): 31 ~ 32
- Zhao X P, Cong P Z, Quan L H. The quality study of fennel essential oil. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 1989, 12 (9): 31 ~ 32 (in Chinese)
- 38 Bemath J, Nemeth E, Kattaa A, Hethelyi E. Morphological and chemical evaluation of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations of different origin. *Journal Essential Oil Research*, 1996, 8: 247 ~ 253
- 39 Kruger H, Hammer K. Chemotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Journal Essential Oil Research*, 1999, 11: 79 ~ 82
- 40 Massoud H. Study on the essential oil in seeds of some fennel cultivars under Egyptian environmental conditions. *Planta Medica*, 1992, 58 (S1): 681