

源于大蒜花苞的生长素对蒜薹伸长的促进作用

叶梅荣^{1,2} 甘立军¹ 夏凯^{1*}

(¹南京农业大学生命科学学院, 江苏南京 210095; ²安徽科技学院生命科学学院, 安徽凤阳 233100)

摘要: 研究源于大蒜花苞的生长素对蒜薹伸长生长的影响。结果表明: 切去大蒜花苞 (去顶) 明显抑制蒜薹的伸长生长, 说明蒜薹的伸长受其上部的花苞控制。去顶后, 在切口位置分别施用吲哚乙酸 (IAA) 和赤霉素 (GA₃), 均能提高去顶蒜薹的伸长率; 外源 IAA 和 GA₃ 也能促进离体蒜薹切段的伸长; 在上述过程中 IAA 的促进作用高于 GA₃。在不去顶的花苞基部施用生长素极性运输抑制剂 2, 3, 5-三碘苯甲酸 (2, 3, 5-triiodobenzoic acid, TBA), 降低了下部蒜薹的伸长率; TBA 也能抑制离体蒜薹切段的伸长。内源激素分析表明, 去顶后蒜薹中 IAA 和 GA₁₊₃ 含量急剧下降, 为正常留花苞蒜薹的 14.00% 和 13.76%, 表明花苞是维持蒜薹中高水平的 IAA 和活性 GA 所必需的。外源 IAA 处理显著增加去顶蒜薹和离体蒜薹切段 GA₁₊₃ 的含量。说明来自花苞的 IAA 能维持蒜薹中活性 GA 的水平, 由此共同发挥出调控蒜薹伸长的作用。

关键词: 大蒜; 吲哚乙酸; 赤霉素; 蒜薹

中图分类号: S 633.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2006) 06-1241-05

Auxin Derived from Inflorescence Dominates Garlic Bolt Elongation in *Allium sativum*

Ye Meirong^{1,2}, Gan Lijun¹, and Xia Kai^{1*}

(¹College of Life Sciences, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China; ²College of Life Science, Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100, China)

Abstract: We studied the effect of auxin derived from inflorescence on garlic bolt elongation in *Allium sativum* L. The decapitation (removing inflorescence) induced the decrease of garlic bolt elongation, indicating that garlic bolt elongation was controlled by the inflorescence. After decapitation, application of exogenous either IAA or GA₃ at the excised site increased garlic bolt elongation rate significantly. Again, both exogenous IAA and GA₃ promoted elongation of excised garlic bolt segments. IAA showed a stronger promotion effect than GA₃ in these processes. Application of 2, 3, 5-triiodobenzoic acid (TBA), a polar auxin transport inhibitor, at the base of inflorescence decreased garlic bolt elongation rate. TBA also inhibited elongation of excised garlic bolt segments. Assay of plant hormones revealed that decapitation reduced both endogenous IAA and GA₁₊₃ content in garlic bolt to a level of 14.00% and 13.76% of the un-decapitated control, respectively, which indicated that inflorescence should be important to maintain high level of IAA and active GA in garlic bolt. Applied IAA increased GA₁₊₃ content in both decapitated garlic bolt and excised garlic bolt segments dramatically. All together, these data suggest that IAA derived from inflorescence dominate garlic bolt elongation by maintaining content of active GA in garlic bolt.

Key words: *Allium sativum* L.; Indole-3-acetic acid (IAA); Gibberellin (GA₃); Garlic bolt

大蒜 (*Allium sativum* L.) 蒜薹和鳞茎的生长受内源激素水平的调控, 但对其作用的内在规律尚欠系统研究。李亚男等^[1]报道, 在大蒜鳞茎膨大初期喷施脱落酸, 能明显促进蒜薹的伸长。袁灵恩等^[2]在大蒜 6 叶期喷施 10 ~ 20 μL · L⁻¹ 多效唑能提高蒜薹和鳞茎产量。在大蒜鳞茎开始膨大时叶面喷施茉莉酸甲酯可明显促进鳞茎膨大^[3], 大蒜鳞茎膨大和内源水杨酸 (SA) 含量有关, 外源喷施水杨酸对鳞茎膨大有强烈促进作用^[4]。

收稿日期: 2005-12-05; 修回日期: 2006-04-11

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: zhish@njau.edu.cn)

生长素 (auxin) 和赤霉素 (gibberellin, GA) 都促进茎伸长, 两者之间相互作用的研究一直受到关注。早期理论认为 GA 可促进生长素含量的增加^[5], 近来 Ross 等^[6]发现在豌豆茎伸长的节间, 生长素通过促进活性 GA (即 GA₁) 的生物合成、并抑制其失活来维持高水平的 GA₁, 从而促进茎节的伸长。我们也发现, 去除大蒜花苞后, 蒜薹的伸长生长明显受到抑制。因此本文探讨花苞和蒜薹之间生长素和活性 GA 的作用关系。在理论上以期探索不同器官间不同激素信号分子互作, 从而调控发育过程, 同时也为生产实践中提高大蒜蒜薹的产量提供化学调控的依据。

1 材料与方方法

供试大蒜材料为‘成都二水早’, 蒜瓣用自来水浸种 24 h 后, 于 2004 年 9 月底定植大田中, 进行常规栽培管理。吲哚乙酸 (IAA) 和赤霉素 (GA₃) 购自美国 Sigma 公司, 2, 3, 5-三碘苯甲酸 (2, 3, 5-triiodobenzoic acid, TBA) 购自上海试剂一厂。以去离子水为对照。

选择从蒜薹叶鞘顶端到花苞基部长为 8~10 cm、生长一致的大蒜植株, 该时期蒜薹正值快速伸长期。去顶处理: 用刀片切去花苞, 在顶端立即套上 1.5 mL Eppendorf 管, 管底部的脱脂棉内含有各种处理溶液, 每 12 h 换液 1 次; 外源 TBA 处理: 将浸过 TBA 溶液的脱脂棉环绕在紧靠花苞下方的蒜薹上, 脱脂棉外侧覆盖以封口膜, 以防水分蒸发。每 12 h 换液 1 次。

离体蒜薹处理: 选取从蒜薹叶鞘顶端到花苞基部长为 2~4 cm、生长一致的大蒜植株, 切取基部幼嫩的 10 cm 切段 (预备试验中该部位伸长量最大), 放在长 15 cm 的塑料盒里, 加入 50 mL 1/15 mol·L⁻¹ PBS (pH 6.24) 配置的各种处理液。置于 20~23 恒温培养箱中, 每 12 h 换液 1 次。

取各处理的蒜薹和花苞样品 500 mg 左右, 测定 IAA 和 GA₁₊₃ 的含量^[7~9]。每个处理测定 3 个样品, 每个样品 3 次重复。蒜薹 (切段) 的净伸长率 (%) = [(处理后长度 - 处理前长度) / 处理前长度] × 100。每处理 10 株, 重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 去顶对大蒜蒜薹伸长的抑制效应

切去花苞 (去顶) 对蒜薹伸长影响的时间曲线见图 1。去顶明显降低蒜薹的净伸长率, 去顶 24 h 后蒜薹净伸长率为 16.09%, 显著低于留花苞的蒜薹净伸长率 (26.77%)。此效应随着时间的延长更加明显, 去顶后 48 h 的蒜薹净伸长率仅为留花苞蒜薹的 50%。上述结果说明大蒜蒜薹的伸长受控于花苞, 揭示花苞可能向蒜薹提供了控制伸长的某种 (些) 成分。

2.2 去顶对蒜薹内源 IAA 和 GA₁₊₃ 含量的影响

表 1 的结果显示, 去顶 48 h 后, 蒜薹内源 IAA 含量急剧下降, 为留顶蒜薹的 14.00%; 去顶后蒜薹内源 GA₁₊₃ 水平也大幅度降低, 仅为留顶蒜薹的 13.76%; 提示花苞是维持蒜薹中高 IAA 和 GA₁₊₃ 水平所必需的。此外, 花苞中的 IAA 含量是蒜薹中的 3.93 倍, 而花苞中 GA₁₊₃ 含量比蒜薹中高出 26.15%; 提示花苞可能是 IAA 的主要合成部位, 通过极性运输提供给蒜薹, 这符合 IAA 具有顶端分生组织合成且极性向下运输的特

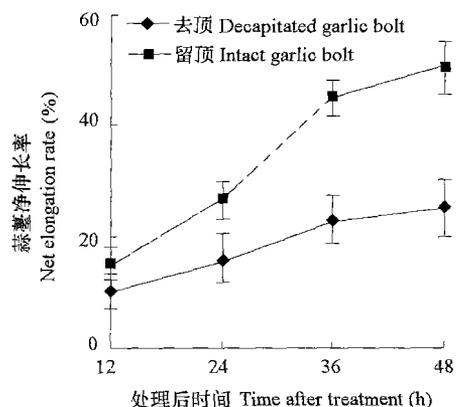


图 1 去顶对蒜薹伸长生长影响的时间效应

1 Time course of garlic bolt elongation after decapitation

表 1 去顶、留顶蒜薹和花苞中 IAA 和 GA₁₊₃ 的含量

Table 1 IAA and GA₁₊₃ content in decapitated and intact garlic

bolt and inflorescence		(pmol · g ⁻¹ FM)	
处理 Treatment	IAA	GA ₁₊₃	
去顶蒜薹 Decapitated	51.7 ± 23.37	283.2 ± 35.2	
留顶蒜薹 Intact	369.6 ± 64.5	2 057.6 ± 173.2	
花苞 Inflorescence	1 452.7 ± 154.7	2 595.4 ± 156.4	

点⁽¹⁰⁾；蒜薹中 GA_{1+3} 可能是来自于花苞的输送，也可能是蒜薹自身所合成。

2.3 IAA 和 GA_3 处理对去顶蒜薹伸长的恢复效应

去顶后，在切口处施用外源系列浓度 IAA 处理 48 h 后，对去顶蒜薹净伸长率的影响见表 2。与对照处理的蒜薹净伸长率仅为 21.53% 相比，所用 3 种浓度的 IAA 均促进去顶蒜薹伸长率，其中以 250 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ IAA 的效应最显著，其使去顶蒜薹净伸长率达到 53.73%，持平或略超过留顶蒜薹的

净伸长率 (50.18%)。该结果说明，外源生长素具有替代花苞，维持去顶蒜薹伸长的作用。提示在蒜薹正常伸长过程中，来自于花苞的 IAA 是一个重要的控制因子。

同样去顶后，在切口处施用外源系列浓度 GA_3 处理 48 h 后，与对照处理的蒜薹净伸长率相比， GA_3 150 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时才显示出促进去顶蒜薹伸长的作用，使去顶蒜薹净伸长率达到对照的 1.35 倍，但仍明显低于留顶蒜薹的净伸长率。也说明从切口处施用外源 GA_3 不能完全恢复去顶的效应，来自花苞的活性 GA 可能不是控制下部蒜薹伸长的关键因子。高 (750 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)、低 (30 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 浓度 GA_3 处理对去顶蒜薹的伸长无显著影响。

2.4 TIBA 对蒜薹伸长的抑制效应

在花苞基部施用 300 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ TIBA，处理后 48 h 明显抑制了蒜薹的伸长生长，其净伸长率为未处理蒜薹的 71.64% (表 3)。该结果说明，抑制花苞中 IAA 向蒜薹的极性运输，即可降低蒜薹的伸长生长，进一步揭示了源自于顶部 (花苞) 的 IAA 是蒜薹伸长的主控因子。

2.5 外源 IAA、 GA_3 和 TIBA 对离体蒜薹切段伸长的效应

如表 3 所示，取大蒜蒜薹基部 10 cm 切段，浸于 IAA、 GA_3 和 TIBA 溶液 48 h。与对照 (PBS 溶

表 3 花苞基部施用 TIBA 48 h 后对大蒜蒜薹伸长和离体切段伸长的效应

Table 3 Effect of TIBA treated at the base of inflorescence on garlic bolt elongation for 48 h (%)

处理 Treatment ($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	蒜薹净伸长率 Net elongation rate	处理 Treatment ($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	切段的净伸长率 Net elongation rate of segments
去顶 Decapitation + H ₂ O	18.30 ± 2.91	对照 Control	18.00 ± 2.47
去顶 Decapitation + IAA 250	46.40 ± 4.22	IAA 10	40.20 ± 3.31
去顶 Decapitation + GA_3 150	27.12 ± 4.86	GA_3 30	25.00 ± 2.39
留顶 Intact plant + TIBA 300	31.76 ± 4.19	TIBA 200	14.10 ± 3.12
留顶植株 Intact plant	44.33 ± 3.88		

液处理) 蒜薹切段净伸长率仅为 18.0% 相比，

IAA 和 GA_3 均增加了蒜薹切段的净伸长率，分别达到 40.2% 和 25.0%。IAA 促进蒜薹切段伸长的效应显著大于 GA_3 。TIBA 则抑制了蒜薹切段的伸长，净伸长率仅为 14.1%。离体蒜薹切段试验的结果印证了上述整体植株的试验结果。

2.6 外源 IAA 和 GA_3 处理对蒜薹内源 IAA 和 GA_{1+3} 水平的影响

去顶后，在切口部位施用 IAA 和 GA_3 48 h 后，对下部蒜薹内源 IAA 和 GA_{1+3} 的含量进行分析，结果见图 2。与对照 (去顶后切口部位用去离子水处理) 相比，外源 IAA 处理不仅使蒜薹内

表 2 IAA、 GA_3 处理 48 h 后去顶蒜薹的净伸长率

Table 2 Net elongation rate of decapitated garlic bolt treated with

IAA and GA_3 for 48 h (%)			
IAA ($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	净伸长率 Net elongation rate	GA_3 ($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	净伸长率 Net elongation rate
0	21.53 ± 4.66	0	22.83 ± 3.83
10	40.58 ± 4.35	30	23.45 ± 3.01
50	43.86 ± 5.74	150	30.70 ± 3.47
250	53.73 ± 5.15	750	26.64 ± 2.13
留顶植株 Intact plant	50.18 ± 5.47	留顶植株 Intact plant	51.28 ± 4.08

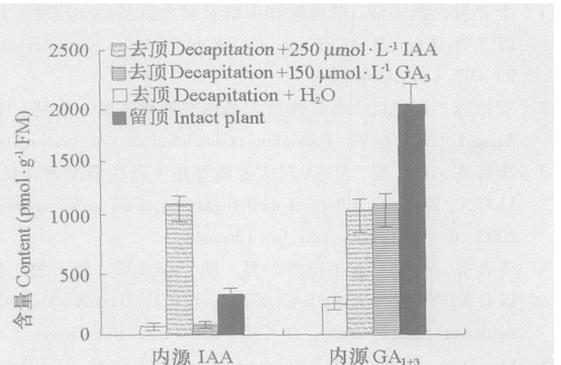


图 2 蒜薹切口处施用外源 IAA 和 GA_3 48 h 后内源 IAA 和 GA_{1+3} 含量的变化

Fig 2 Effect of exogenous IAA and GA_3 supplied at the excised site on content of endogenous IAA and GA_{1+3} in garlic bolt for 48 h

源 IAA 含量增加 19.87 倍 (也高于不去顶的蒜薹), 而且使内源 GA_{1+3} 的含量增加到对照的 3.86 倍。结果表明, 切口处饲喂的 IAA 能极性向下运输到蒜薹内, 并引起蒜薹内活性 GA 的水平升高, 暗示顶源生长素能促进下部蒜薹中活性赤霉素的生物合成和 (或) 维持其活性。

另一方面, 在切口部位施用外源 GA_3 对内源 IAA 没有影响, 但使内源 GA_{1+3} 含量增加到对照的 4 倍。这可能是外源 GA_3 虽然能促进去顶蒜薹的伸长, 但其效应却低于外源 IAA 的原因。

3 讨论

Haga 等^[11]对豌豆节间和玉米胚芽鞘的研究发现, 去顶或在顶端正下方使用 IAA 极性运输抑制剂萘基邻氨基苯甲酸 (N-1-naphthylphthalamic acid, NPA), 会抑制豌豆节间和玉米胚芽鞘伸长; 而直接在去顶部位施加外源 IAA, 能恢复豌豆节间和玉米胚芽鞘伸长, 揭示了在顶端分生组织合成, 并按极性运输下运到胚芽鞘或节间的 IAA 是维持豌豆节间或胚芽鞘正常伸长生长的必需因子。Jouve 等^[12]对拟南芥研究也得到同样的结果。同样在本试验中, 去顶后显著降低蒜薹的伸长生长, 且蒜薹中 IAA 含量急剧下降, 外源施用 IAA 恢复蒜薹的正常伸长; 此外, 在花苞下方外源 TBA 处理来抑制 IAA 的极性运输, 也能抑制蒜薹的伸长; 表明来源于花苞的 IAA 是控制蒜薹伸长的主控因子。

对烟草^[13]、豌豆^[6]和大麦^[14]进行的深入研究发现, 顶源 IAA 能维持下部节间伸长的原因之一在于, IAA 能够促进节间 GA_1 (生理活性 GA) 的合成, 催化 GA_{20} 生成 GA_1 的酶由 *PsGA3ox1* 基因 (又叫 *LE*) 编码, 该酶催化赤霉素的活化步骤, 即使 GA_{20} 分子的 3 位羟基化转变为具生理活性的 GA_1 ^[15]; 并且在大麦中该酶还催化 GA_5 到 GA_3 的转化^[14]。原因之二在于 IAA 抑制 GA_1 的失活降解, 即 GA_1 向 GA_8 的转化, 催化这步失活途径的酶是由基因 *GA2ox1* 编码^[16]。因此, IAA 通过这种双重效应使节间能持续合成活性 GA, 并维持其水平恒定, 以满足其伸长生长的需要^[17]。本试验对蒜薹的研究也表明, IAA 处理明显增加 GA_{1+3} 含量, GA_3 处理对 IAA 含量影响不大, 提示其他植物中 IAA 和活性 GA 在控制伸长中的相互关系在大蒜中同样存在。至于在蒜薹伸长过程中, IAA 是促进 GA_{1+3} 合成还是抑制其失活, 是一个值得研究的问题。

本试验揭示的 IAA 和活性 GA 在蒜薹伸长生长中的相互作用在蒜薹生产中具有参考价值。目前在生产中, 为了提高蒜薹的提早抽薹和提高蒜薹的产量, 在蒜薹快速伸长前普遍大量喷施 GA_3 , 部分地区 GA_3 高达 $300 \sim 600 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。根据本研究结果, 在 GA_3 的溶液中配合一定量的生长素, 则有可能在降低 GA_3 用量的同时达到显著增产; 并可减轻因使用 GA_3 过量导致的小蒜头的副作用。

参考文献:

- 1 李亚男, 程大清. 脱落酸和赤霉素对大蒜某些生理特性的影响. 湖北农学院学报, 1996, 16 (2): 93~97
Li Y N, Chen D Q. Effects of ABA and GA_3 on physiological characteristics of garlic. Journal of Hubei Agricultural College, 1996, 16 (2): 93~97 (in Chinese)
- 2 袁灵恩, 李光武. 多效唑对大蒜增产效果试验. 农药, 1994, 33 (5): 58
Yuan L E, Li G W. Promotion of paclobutrazol on production of garlic. Pesticide, 1994, 33 (5): 58 (in Chinese)
- 3 李春香, 周 燮. MeJA 对大蒜鳞茎膨大及内源激素含量的影响. 生命科学研究, 2002, 6 (2): 183~185
Li C X, Zhou X. Effect of methyl jasmonate on bulb expansion and endogenous plant hormone in *Allium sativum* L. Life Science Research, 2002, 6 (2): 183~185 (in Chinese)
- 4 李春香, 杨 军, 王树才, 夏 凯, 李式军, 周 燮. 水杨酸在大蒜鳞茎膨大中的作用. 园艺学报, 2000, 27 (3): 220~222
Li C X, Yang J, Wang S C, Xia K, Li S J, Zhou X. The role of salicylic acid in the swelling of garlic (*Allium sativum* L.) bulb. Acta Horticulturae Sinica, 2000, 27 (3): 220~222 (in Chinese)
- 5 Law D M, Davies P J. Comparative indole-3-acetic acid levels in the slender pea and other pea phenotypes. Plant Physiology, 1990, 193: 1539~1543
- 6 Ross J J, O'Neill D P, Smith J J, Kerckhoffs L H J, Elliot R C. Evidence that auxin promotes gibberellin A_1 biosynthesis in pea. The Plant Journal, 2000, 21 (6): 547~552
- 7 吴颂如, 陈婉芬, 周 燮. 酶联免疫法 (ELISA) 测定内源植物激素. 植物生理学通讯, 1988 (5): 53~57

- Wu S R, Chen W F, Zhou X. Enzyme linked immunosorbent assay for endogenous plant hormones. *Plant Physiology Communications*, 1988 (5): 53 ~ 57 (in Chinese)
- 8 Chen J G, Zhao H Y, Zhou X. Changes in levels of endogenous hormones in azalea from apical dominance. *Journal of Horticultural Science*, 1997, 72: 583 ~ 591
- 9 郑志富, 周 燮. 识别未衍生化的 13-羟化-GAs 及其葡萄糖苷的单克隆抗体. *植物学报*, 1995, 37 (10): 761 ~ 769
Zheng Z F, Zhou X. A monoclonal antibody recognizing nonderivative 13-hydroxy gibberellin and their glucosides. *Acta Botanica Sinica*, 1995, 37 (10): 761 ~ 769 (in Chinese)
- 10 Blakeslee J J, Peer W A, Murphy A S. Auxin transport. *Current Opinion in Plant Biology*, 2005, 8 (5): 494 ~ 500
- 11 Haga K, Lino M. Auxin-growth relationships in maize coleoptiles and pea internodes and control by auxin of the tissue sensitivity to auxin. *Plant Physiology*, 1998, 117: 1473 ~ 1486
- 12 Jouve L, Gaspar T, Kevers C, Greppin H, Delgi Agosti R. Involvement of indole-3-acetic acid in the circadian growth of the first internode of *A. rubidopsis*. *Planta*, 1999, 209: 136 ~ 142
- 13 Wolbang C M, Ross J J. Auxin promotes gibberellin biosynthesis in decapitated tobacco plants. *Planta*, 2001, 214: 153 ~ 157
- 14 Wolbang C M, Chandler P M, Smith J J, Ross J J. Auxin from the developing inflorescence is required for the biosynthesis of active gibberellins in barley stems. *Plant Physiology*, 2004, 134: 769 ~ 776
- 15 Sherriff L J, McKay M J, Ross J J, Reid J B, Willis C L. Decapitation reduces the metabolism of gibberellin A₂₀ to gibberellin A₁ in *Pisum sativum* L., decreasing the Le/le difference. *Plant Physiology*, 1994, 104: 277 ~ 280
- 16 Lester D R, Ross J J, Smith J J, Elliott R C, Reid J B. Gibberellin 2-oxidation and the *SLN* gene of *Pisum sativum*. *The Plant Journal*, 1999, 19: 65 ~ 73
- 17 Ross J J, O'Neill D P. New interactions between classical plant hormones. *Trends in Plant Science*, 2001, 6: 2 ~ 4

木瓜芳香物质固相微萃取 GC - MS分析

刘拉平 史亚歌 岳田利 赵锁芳* (西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西杨凌 712100)

Analysis of Aromatic Components in *Chaenomeles sinensis* (Thouin) Koehne by SPME - GC - MS

Liu Laping, Shi Yage, Yue Tianli, and Zhao Suolao* (College of Food Science and Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

关键词: 木瓜; 芳香物质; 固相微萃取; GC - MS分析

中图分类号: S 661.6 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2006) 06-1245-02

木瓜 [*Chaenomeles sinensis* (Thouin) Koehne] 新鲜果实所特有的芳香物质组成研究较少。固相微萃取方法 (SPME) 对园艺产品挥发性成分分析^[1,2]有着广泛的应用前景。为了阐明木瓜芳香物质化学组成及合理开发利用木瓜资源, 本试验采用固相微萃取技术并结合 GC - MS法对木瓜挥发性芳香物质进行了分析研究。

光皮木瓜 (*C. sinensis*) 2005年 10月分别取自陕西杨凌及陕西白河, 新鲜成熟果实, 冷藏保存。

手动固相微萃取 (SPME) 进样器, 100 μ m PDMS萃取头 (美国 Supelco公司), 使用前先将萃取头在气相色谱仪的进样口 250 老化 30 min, 取 2~3个木瓜置于密封的纸箱中, 室温平衡 1 h。将老化微萃取器直接插在纸箱上, 吸附 1 h后插入气相色谱仪进样口, 于 250 解析 2 min。GC - MS分析条件: TRACE DSQ GC - MS联用仪 (美国 Finnigan公司), DB-WAX (30 m \times 0.25 mm \times 1.0 μ m) 弹性石英毛细管柱, 程序升温 60 , 保持 2.5 min, 以 4 /min升至 210 , 保持 5 min; 进样口 250 ; 传输线 230 ; 载气 He, 流速 1.0 mL/min; 不分流进样。电离方式 EI, 70 eV; 离子源温度 250 , 质量扫描范围 10~400 amu; 发射电流 100 μ A, 检测电压 1.4 kV。各组分经过 NIST02标准谱库检索及资料分析^[3], 按面积归一化法计算含量。

根据 SPME - GC - MS分析, 从两种产地木瓜中共分离鉴定 54种主要组分 (表 1), 所鉴定出的化合物含量分别占其提取物总量的 87.57%及 84.95%。

两种木瓜芳香物质构成种类基本相同, 都以萜烯类物质及酯类、内酯类化合物为主, 这与其它果实芳香物质构成类型^[3,4]基本类似, 但木瓜中 -法呢烯以及较长链的辛酸酯、己酸酯、丁酸酯、癸 (烯) 酸酯等酯类物质含量较高, 这说明 -法呢烯、辛酸酯、己酸酯等物质对于构成木瓜特征香气具有重要作用; 同时, 受生长环境条件及栽培管理措施等因素影响, 取自不同产地的两种木瓜中芳香物质含量分布存在明显差异。

收稿日期: 2006 - 03 - 12; 修回日期: 2006 - 07 - 14

*通讯作者 Author for correspondence (E-mail: lp-sx@163.com)