园 艺 学 报 2011，38（6）：1185－1190 http：// www. ahs. ac. cn
Acta Horticulturae Sinica E-mail：yuanyixuebao@126.com

东北百里香组培再生体系的建立

王 玲*，杨丽鹏，张秀珍，马喜娟
（东北林业大学园林学院，哈尔滨 150040）

摘 要：以中国特有地被植物东北百里香为试材，研究了植物生长调节剂组合对腋芽萌发和茎段、叶片外植体愈伤诱导和不定芽分化的影响。结果表明：百里香茎段腋芽可直接诱导萌发，在 MS + 6-BA 0.5 mg · L^{-1} + NAA 0.1 mg · L^{-1} 培养基上萌发率最高，达 74%，在 MS + 6-BA 0.5 mg · L^{-1} + NAA 0.1 mg · L^{-1} 的培养基上增殖倍数为 36.43。由茎段萌发的组培苗在 1/2MS + IBA 0.5 mg · L^{-1} 的培养基中 20 d 后生根率 100%，移栽成活率 76.7%。继代培养中叶片外植体可以诱导出愈伤组织，但是不能进一步分化成苗。茎段愈伤诱导的最适培养基为 MS + 6-BA 0.5 mg · L^{-1} + 2,4-D 1.0 mg · L^{-1}，再分化培养基为 MS + 6-BA（0.1 ～ 1.0）mg · L^{-1} + GA_3（0.1 ～ 0.5）mg · L^{-1}，分化率为 33.3%。

关键词：东北百里香；再生体系；植物生长调节剂
中图分类号：S 685 **文献标识码**：A **文章编号**：0513-353X（2011）06-1185-06

The Establishment of the Adventitious Bud Regeneration System of *Thymus mandschuricus*

WANG Ling*，YANG Li-peng，ZHANG Xiu-zhen，and Ma Xi-juan
（*The College of Landscape Architecture*，*Northeast Forestry University*，*Harbin* 150040，*China*）

Abstract：Understand the effect of different combinations of plant growth regulators on bud germination，callus growth induction of stem and leaves，and the regeneration of adventitious buds，by using different tissues of *Thymus mandschuricus* Ronn.，an endemic ground-cover species of China，as explants. The research results indicated that the axillary buds of *Th. mandschuricus* can directly germinate in MS + 6-BA 0.5 mg · L^{-1} + NAA 0.1 mg · L^{-1} and the germination rate was 74%. The proliferation of axillary buds on MS medium containing 0.5 mg · L^{-1} 6-BA and 0.01 mg · L^{-1} NAA was achieved to 36.43. The best medium for rooting was 1/2MS + IBA 0.5 mg · L^{-1}. The rooting ratio was 100%. The survival rate reaches 76.7%. Callus can be inducted through the leaf in subculture but can not develop further. The optimizing medium for pedicels explants inducing callus is MS + 6-BA 0.5 mg · L^{-1} + 2,4-D 1.0 mg · L^{-1} and inducing multiple buds is MS + 6-BA（0.1－1.0）mg · L^{-1} + GA_3（0.1－0.5）mg · L^{-1} with the buds induction frequency of 33.3%.

Key words：*Thymus mandschuricus*；adventitious bud regeneration system；plant growth regulator

东北百里香（*Thymus mandschuricus* Ronn.）为百里香属（*Thymus*）矮生木本地被植物，为中国

收稿日期：2011－04－06；**修回日期**：2011－06－07
基金项目：国家自然科学基金项目（30872062）；中央高校基本科研业务费专项（DL09CA10）；黑龙江省自然科学基金项目（C200811）；哈尔滨市科技攻关项目（2008AA6CN090）；东北林业大学研究生科技创新项目
* E-mail：wanglingyaoyao@yahoo.com.cn

特有种（中国科学院中国植物志编辑委员会，1978），仅分布在黑龙江省帽儿山山顶。东北百里香株形良好，耐干旱，耐践踏，免修剪，作为城市观花和芳香地被植物，其应用前景广阔，可以用作观赏地被、芳香疗养功能地被、护坡地被等。但原本有限的资源由于人为干扰破坏，现存数量急剧减少，为了有效保护和利用该资源，快速有效的繁殖方法研究非常必要（王玲和苏含英，2008）。

目前对百里香属植物的研究主要集中在百里香的精油提取、抗菌作用（张继 等，2004；张知侠，2004；Rasooli et al.，2006；邓盾，2009；Toro-Sánchez et al.，2010）、化感作用（侯维，2007；Shati & Elsaid，2009）、药用价值（王全林，1998）、萜类成分提取（Vasilenko et al.，1978）等方面。关于百里香属植物的组织培养和快繁技术研究虽已有一些报道（赵庆臻 等，2002；沙红，2004；魏艳等，2007；李晓东 等，2009），但繁殖系数不高，有待进一步优化。

本研究的目的是建立东北百里香有效的组织培养再生体系，保护有限的野生资源，为园林推广应用供应大量的种苗，并为进一步开展百里香属植物的基因转化、品种改良等工作奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料及外植体处理

供试的东北百里香取自东北林业大学园林学院苗圃，于 2009 年 6 月在晴天的上午或中午使用消毒过的剪刀采集带腋芽的茎段，在洗衣粉水中浸泡 15 min，自来水冲洗 1～2 h 后，置于超净工作台上，用 75%的酒精浸泡 10～30 s，无菌水冲洗 4～6 遍，然后加入 2%的次氯酸钠或 1%升汞，杀菌 5～20 min，无菌水冲洗 4～6 遍，用无菌滤纸吸干材料表面水分，切割成 1～1.5 cm 长的茎段。

1.2 茎段腋芽萌发诱导

将带有腋芽的茎段接入到（1）初代培养基 + 6-BA（0.1、0.3、0.5、0.8、1.0、1.5 和 2.0）$mg \cdot L^{-1}$ 组合；（2）MS、6-BA（0.01、0.05、0.1、0.3、0.5 和 1.0）$mg \cdot L^{-1}$ + NAA 0.1 $mg \cdot L^{-1}$ 组合的培养基上。每处理接种 30 个外植体，重复 3 次，10 d 左右观察各培养基中腋芽的萌发程度。

1.3 叶片及茎段愈伤组织的诱导及不定芽的分化

无菌叶片切割成约 0.5 cm^2 的小块远轴面朝下，无菌茎段切割成 0.5 cm 小段，接种到由 6-BA 和组合的愈伤组织诱导培养基上，每处理接种 30 个外植体，重复 3 次，30 d 后统计愈伤组织诱导率并记录生长状况。再将生长状态良好，颜色浅绿色，较透明，质地疏松的胚性愈伤组织转接到不同组合的培养基上，叶片愈伤组织分化培养基组合分别为：6-BA 和 NAA；6-BA 和 GA_3；6-BA、GA_3 和 IBA 以及 6-BA 和 GA_3 的组合。茎段愈伤组织分化培养基组合为 6-BA 和 2,4-D。每处理接种 50 个外植体，重复 3 次，30 d 后统计不定芽分化率并记录生长情况。

1.4 生根与移栽

茎段腋芽萌发形成的再生苗在锥形瓶中长到 2 cm 左右时转入 1/2MS 培养基以及 1/2MS + IAA 0.1、0.5、1.0 $mg \cdot L^{-1}$ 和 1/2MS + IBA 0.1、0.5、1.0 $mg \cdot L^{-1}$ 的生根培养基上。

当根长 2～3 cm 时进行移栽。移栽前先在组培室半开封口膜放置 1 d，再去掉封口膜放置 1 d，然后用镊子小心取出小苗，用自来水冲去附着在根上的培养基，放入装有自来水的三角瓶中培养 2 d，炼苗结束后将小苗移栽到已灭菌的蛭石中，浸透水后放入人工气候箱内缓苗，15 d 后移到温室，30 d 后统计成活率。

2　结果与分析

2.1　不同浓度 6-BA 和 NAA 组合对东北百里香腋芽萌发和增殖的影响

在 MS 培养基上，带腋芽的茎段培养 10 d 左右有不同程度的萌发，仅加 6-BA，茎段的腋芽 10 d 开始增殖，4～5 周可获得大量的丛生芽。但 6-BA 0.8～1.5 mg · L^{-1} 时，诱导的部分丛生芽出现玻璃化现象。培养基中加 NAA，芽的长度明显增长，且部分出现愈伤组织。东北百里香腋芽萌发的最适培养基为 MS + 6-BA 0.5 mg · L^{-1} + NAA 0.1 mg · L^{-1}。腋芽可直接萌发增殖（图版，1）。

将带腋芽的无菌苗接种到不同浓度 6-BA 和 0.1 mg · L^{-1} NAA 组合的增殖培养基上，10～15 d 所有腋芽基部开始有丛生芽萌发，接种 30 d 后（表 1），在 6-BA 为 0.5 mg · L^{-1} 时，增殖倍数为 36.43，丛生芽长势健壮（图版，1、7）；但随着 6-BA 浓度升高，玻璃化现象严重（图版，8）。因此，东北百里香腋芽增殖最佳培养基也为 MS + 6-BA 0.5 mg · L^{-1} + NAA 0.1 mg · L^{-1}。

表 1　不同浓度 6-BA 对东北百里香腋芽增殖的影响

Table 1　Effects of different concentrations of 6-BA on the multiplication of axillary buds of *Th. mandschuricus*

6-BA /（mg · L^{-1}）	NAA/（mg · L^{-1}）	增殖倍数 Breeding ratio
0.1	0.1	3.06 ± 0.15e
0.3	0.1	8.87 ± 0.35d
0.5	0.1	36.43 ± 1.07c
0.8	0.1	44.73 ± 1.20b
1.0	0.1	50.33 ± 1.15a
1.5	0.1	44.66 ± 0.51b
2.0	0.1	4.10 ± 0.36e

注：基本培养基 MS。所有数据为培养 30 d 时的统计值；差异显著水平为 0.05。下同。

Note：Base medium is MS. Data were recorded after 30 days of culture on induction mediums；The significant difference is 0.05. The same below.

2.2　不同浓度 NAA 和 IBA 对东北百里香生根的影响

当继代苗高为 2～3 cm 时转入添加了 IAA 0.1、0.5 和 1.0 mg · L^{-1} 和 IBA 0.1、0.5 和 1.0 mg · L^{-1} 的 1/2MS 生根培养基中，5 d 左右幼叶开始伸展并有新根产生。在未添加的 1/2MS 培养基中，生根率达 76.7%，但根的数量较少；加入 IAA 和 IBA 后，IBA 更有利于生根（图版，9、10）。培养 20 d 时，在加入 IBA 0.5 mg · L^{-1} 的培养基中生根率达到 100%，平均根长 2.12 cm，组培苗健壮，移栽成活率达 76.7%（图版，11、12）。

2.3　叶片外植体愈伤组织诱导及不定芽的分化

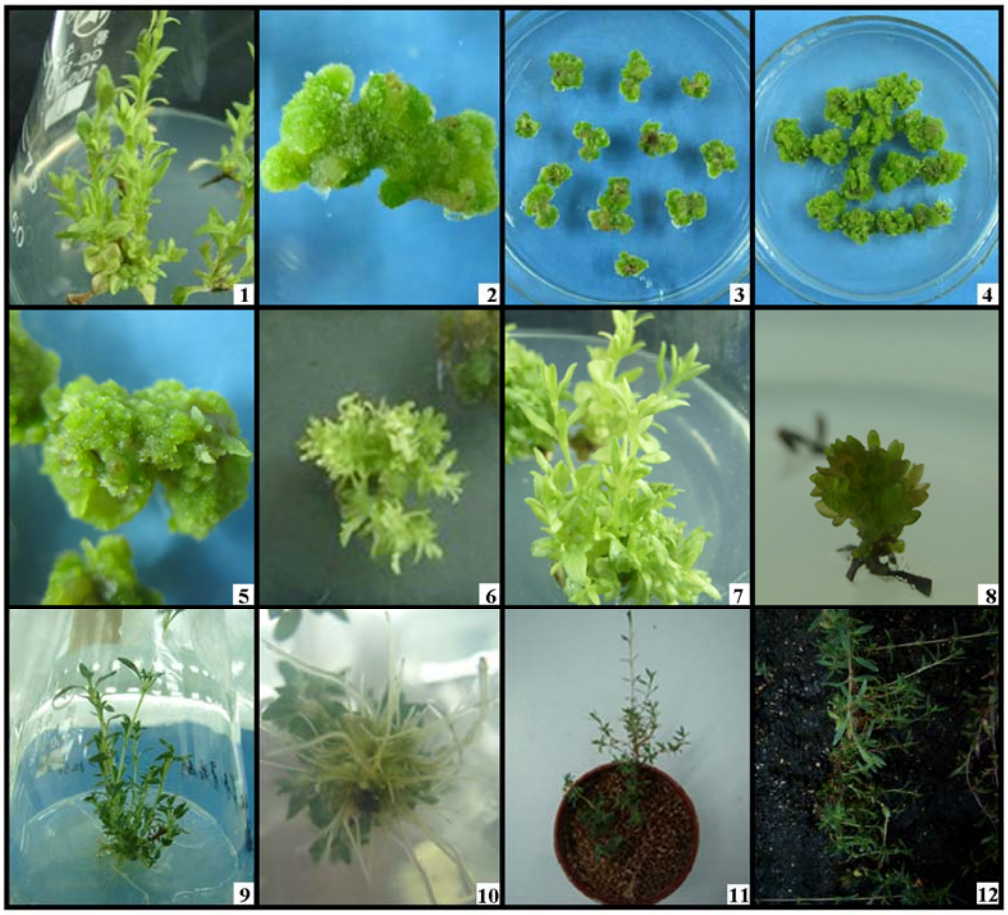
由表 2 可知，叶片在愈伤组织诱导培养基上培养 5 d 后，开始变脆并卷曲，切口处开始明显膨

表 2　不同的生长调节剂组合对东北百里香叶片愈伤组织诱导的影响

Table 2　Effect of different plant growth regulators combinations on production of leaf callus of *Th. mandschuricus*

6-BA/（mg · L^{-1}）	2,4-D/（mg · L^{-1}）	NAA/（mg · L^{-1}）	外植体数 Number of explants	愈伤诱导率/% Callus formation rate	分化率/% Differentiation rate
0	0	0	50	0 h	0
0.3	0	0.3	50	99.67 ± 0.58 ab	0
0.5	0	0.5	50	99.67 ± 0.58 ab	0
1.0	0	1.0	50	99.67 ± 0.58 ab	0
0	0.5	0.3	50	76.00 ± 2.00 f	0
0.3	0.5	0	50	97.67 ± 0.58 c	0
0.5	0.5	1.0	50	98.00 ± 0 bc	0
1.0	0.5	0.5	50	100.00 ± 0 a	0
0	1.0	0.5	50	96.00 ± 2.00 d	0
0.3	1.0	1.0	50	90.00 ± 1.00 e	0
0.5	1.0	0	50	100.00 ± 0 a	0
1.0	1.0	0.3	50	99.67 ± 0.58 ab	0
0	2.0	1.0	50	58.67 ± 0.58 g	0
0.3	2.0	0.5	50	99.67 ± 0.58 ab	0
0.5	2.0	0.3	50	99.67 ± 0.58 ab	0
1.0	2.0	0	50	99.67 ± 0.58 ab	0

大。培养 10～15 d 时，大多数处理中的叶片均开始产生愈伤组织，30 d 后除不添加植物生长调节剂的 MS 培养基外，其他所有处理都可产生愈伤组织。其中愈伤诱导率高，（达 100%），且长势好，表现为黄绿色较疏松（图版，2）。MS + 6-BA 1.0 mg · L^{-1} + 2,4-D 0.5 mg · L^{-1} + NAA 0.5 mg · L^{-1}，诱导出的愈伤组织切割成小块转接到（1）MS + 6-BA（0.1，0.5，1.0，2.0）mg · L^{-1} + IBA 0.1 mg · L^{-1} + GA_3（0.05，0.1，0.5）mg · L^{-1}；（2）MS + 6-BA（0.1，0.5，1.0）mg · L^{-1} + GA_3 0.05 mg · L^{-1}；（3）MS + 6-BA 0.1 mg · L^{-1} + GA_3 0.1 mg · L^{-1} 组合的培养基上，40 d 后，在大部分组合上的愈伤组织出现增殖现象，但未见分化（图版，3）。当 6-BA 浓度为 0.1 mg · L^{-1}，GA_3 浓度为 0.05 mg · L^{-1}，IBA 浓度为 0.1 mg · L^{-1} 时，叶片愈伤组织部分褐化。可见，东北百里香叶片愈伤组织诱导分化出芽是相对较困难的。



图版说明：1. 腋芽直接诱导萌发出定芽；2. 叶片诱导出愈伤组织；3. 叶片愈伤组织增殖但不分化；4. 茎段诱导出愈伤组织；5. 茎段愈伤组织加入 GA_3 后出现刺状物的愈伤组织；6. 茎段愈伤组织分化出不定芽；7. 再生苗的增殖培养；8. 增殖苗的玻璃化现象；9. 再生苗生根；10. 再生苗的根；11. 炼苗；12. 再生苗移栽生根。

Explanation of plates: 1. The axillary buds of *Th. mandschuricus* can directly germination; 2. Callus from leaves explants; 3. Leaf callus can proliferate but cannot differentiate; 4. Callus from leaves explants stem section; 5. Callus changes to needling after adding GA_3; 6. Regeneration of adventitious buds; 7. Multiplication of plants; 8. Vitrified buds from proliferation seedlings; 9. Rooting of planets; 10. Root of planets; 11. Hardening of plantlet; 12. Survived *in vitro* plantlets.

2.4 茎段愈伤组织诱导及不定芽的分化

茎段在不同生长调节剂组合的愈伤组织诱导培养基上培养 10～15 d 时开始产生愈伤组织。东北百里香的茎段比较容易产生愈伤组织，但只有组合为 MS + 6-BA 0.5 mg · L^{-1} + 2,4-D 1.0 mg · L^{-1} 时产生的愈伤组织较为疏松，长势较好（图版，4）。

在大多数诱导分化培养基上，东北百里香茎段愈伤组织未见分化，只有在去掉 IBA 并添加赤霉素的组合中的愈伤组织有分化，其中在 6-BA（0.1 ~ 1.0）mg · L^{-1} + GA_3（0.1 ~ 0.5）mg · L^{-1} 的分化培养基上，茎段愈伤组织愈分化出芽，分化率最高为 32.67%（表 3 及图版，5、6）。分化出的不定芽再进行增殖、生根培养，最终可以得到再生植株。

表 3　不同生长调节剂组合对东北百里香茎段愈伤组织分化的影响

Table 3　Effect of growth regulator combinations on adventitious bud differentiation from the stem callus of *Th. mandschuricus*

6-BA /（mg · L^{-1}）	IBA /（mg · L^{-1}）	GA_3 /（mg · L^{-1}）	分化率/% Differentiation ratio	6-BA /（mg · L^{-1}）	IBA /（mg · L^{-1}）	GA_3 /（mg · L^{-1}）	分化率/% Differentiation ratio
0.1	0.1	0.05	0	0.1	0.1	0.05	0
0.5	0.1	0.05	0	2.0	0.1	0.5	0
1.0	0.1	0.05	0	0.1		0.05	0
2.0	0.1	0.05	0	0.5		0.05	0
0.1	0.1	0.1	0	1.0		0.05	0
0.5	0.1	0.1	0	0.1		0.1	12.00 ± 3.00 d
1.0	0.1	0.1	0	0.5		0.1	32.67 ± 2.52 a
2.0	0.1	0.1	0	1.0		0.1	22.00 ± 1.00 b
0.1	0.1	0.5	0	0.1		0.5	7.00 ± 1.00 e
0.5	0.1	0.5	0	0.5		0.5	16.00 ± 1.00 c
1.0	0.1	0.5	0	1.0		0.5	9.67 ± 0.58 de

3　讨论

本研究中，在 MS 培养基上，东北百里香茎段的腋芽可以直接诱导萌发；MS 中仅加 6-BA，茎段腋芽 10 d 开始增殖；加 6-BA 和 NAA，由腋芽萌发的定芽长度明显增长和大量增殖并且部分出现愈伤组织。这与李晓东等（2009）对银斑百里香（*Th. vulgaris*）定芽的诱导有相似之处。

Mendes 等（1999）以乳香百里香（*Th. mastichina* L.）茎段为外植体，MS 为基本培养基，认为 0.1 mg · L^{-1}BAP 有利于乳香百里香的增殖，1 mg · L^{-1}NAA 有利于生根。本研究中东北百里香的最佳增殖培养基为 MS + 6-BA 0.5 mg · L^{-1} + NAA 0.1 mg · L^{-1}，MS + IBA 0.5 mg · L^{-1}，增殖倍数为 36.43，这高于沙红（2004）对银斑百里香（*Th. vulgaris* L.）增殖培养得到的增殖倍数 4.24，也高于杨莉等（2010）对银斑百里香（*Th. vulgaris*）增殖 5.97 倍的研究，高繁殖倍数的获得除了可能与不同种和不同植物生长调节剂有关外，还可能与光照、温度等因素有关。

在东北百里香愈伤组织诱导中，叶片的愈伤组织诱导率达到 100%，但是叶片愈伤分化很困难且容易褐化。有些芳香植物如甘草（于林清 等，1999）、山苍子（马崇坚和邓艳敏，2005）等也会出现类似的现象，其原因可能是因为芳香植物的成分易氧化导致其分化困难。

东北百里香茎段愈伤组织的诱导在 MS + 6-BA 1.0 mg · L^{-1} + 2,4-D 0.5 mg · L^{-1} + NAA0.5 mg · L^{-1} 时愈伤组织较为疏松，长势较好。在 MS + 6-BA（0.1 ~ 1.0）mg · L^{-1} + GA_3（0.1 ~ 0.5）mg · L^{-1} 中，茎段愈伤组织分化出芽，分化率最高达 33%。这证明百里香属植物愈伤组织分化不定芽是可行的。本研究中虽获得了愈伤组织分化的不定芽，但分化率不是很高，今后可以在此基础上进一步优化培养基的配方，提高分化率。

References

Chinese Academy of Sciences in China Plant Volunteer Editors Committee（Yunnan Institute of Botany）. 1978. Flora of China. Beijing：Science Press. (in Chinese)

中国科学院中国植物志编辑委员会（云南植物研究所）. 1978. 中国植物志（第 2 分册）. 北京：科学出版社.

Deng Dun. 2009. Tissue culture and analysis of essential oil from plant tissue cultures of *Thymus vulgaris*[M. D. Dissertation]. Guangzhou：Jinan

University. (in Chinese)

邓 盾. 2009. 百里香组织培养及其组织培养物中精油成分的分析[硕士论文]. 广州：暨南大学.

Hou Wei. 2007. Studies on the allelopathy and the identification of allelopathical substance of *Thymus vulgaris* L. [M. D. Dissertation]. Sichuan: Sichuan Agricultural University. (in Chinese)

侯 维. 2007. 百里香化感作用研究与化感物质鉴定[硕士论文]. 四川：四川农业大学.

Li Xiao-dong，Wang Yong-fei，Ma San-mei，Cheng Zhi-hui，Deng Dun. 2009. Tissue culture and rapid propagation of *Thymus vulgaris*. Hubei Agricultural Sciences，48 (6)：1294－1297. (in Chinese)

李晓东，王永飞，马三梅，程智慧，邓 盾. 2009. 普通百里香的组织培养和快速繁殖. 湖北农业科学，48 (6)：1294－1297.

Ma Chong-jian，Deng Yan-min. 2005. Culture of the *Litsea cubeba* of buds. Guangxi Sciences，12 (2)：156－157，160. (in Chinese)

马崇坚，邓艳敏. 2005. 山苍子带芽茎段的组织培养. 广西科学，12 (2)：156－157，160.

Mendes M L，Romano A. 1999. *In vitro* cloning of *Thymus mastichina* L. field grown plants. Acta Horticulture（ISHS），502：303－306.

Rasooli I，Rezaei M B，Allameh A. 2006. Ultrastructural studies on antimicrobial efficacy of thyme essential oils on *Listeria monocytogenes*. International Journal of Infectious Diseases，10 (3)：236－241.

Sha Hong. 2004. Study on micro propagation technique of plant tissue culture of several medicinal aromatic plants[M. D. Dissertation]. Xinjiang: Xinjiang Agricultural University. (in Chinese)

沙 红. 2004. 几种药用芳香植物组织培养快速繁殖的研究[硕士论文]. 新疆：新疆农业大学.

Shati A，Elsaid F G. 2009. Effects of water extracts of thyme（*Thymus vulgaris*）and ginger（*Zingiber officinale* Roscoe）on alcohol abuse. Food and Chemical Toxicology，47：1945－1949.

Toro-Sánchez C L del，Ayala-Zavala J F，Machi L，Santacruz H，Villegas-Ochoa M A，Alvarez-Parrilla E，González-Aguilar G A. 2010. Controlled release of antifungal volatiles of thyme essential oil from β-cyclodextrin capsules. Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry，67 (3－4)：431－441.

Vasilenko Y K，Oganesyan É T，Lisevitskaya L I ，Aleksanyan R A，Shinkarenko A L ，Simonyan A V，Golovina T N，Milenina N G，Frolova L M，Asatryan O T，Tolarenko L F. 1978. Isolation and physiological activity of triterpene compounds found in residues of industrial thyme extraction. Pharmaceutical Chemistry Journal，12 (9)：1165－1169.

Wang Ling，Su Han-ying. 2008. Shoot cutting propagation of four species of *Thymus* genus in Heilongjiang Province. Journal of Northeast University，36 (1)：12－13，30. (in Chinese)

王 玲，苏含英. 2008. 黑龙江省 4 种百里香属植物嫩枝的扦插繁殖. 东北林业大学学报，36 (1)：12－13，30.

Wang Quan-lin. 1998. Research into the medical component of thyme and its clinical appliance. Journal of Guyuan Teachers College，19 (6)：39－42. (in Chinese)

王全林. 1998. 百里香营养成分分析研究及开发应用. 固原师专学报，19 (6)：39－42.

Wei Yan，Nie Yan-xia，Zhao Hui-en，Li Qing. 2007. Tissue culture of *Thymus Serpyllum* var. *mongolicus* Ronn. Plant Physiology Communications，43 (3)：516. (in Chinese)

魏 艳，聂艳霞，赵慧恩，李 青. 2007. 百里香的组织培养. 植物生理学通讯，43 (3)：516.

Yang Li，Li Xiao-dong，Li Jian-guo. 2010. Study on propagation of adventitious bud of *Thymus vulgaris*. Hubei Agricultural Sciences，48 (6)：1807－1809. (in Chinese)

杨 莉，李晓东，李建国. 2010. 百里香不定芽的增殖研究. 湖北农业科学，48 (6)：1807－1809.

Yu Lin-qing，He Mao-tai，Wang Zhao-lan. 1999. Study on techniques for rapid propagation of licorice（*Glycyrrhiza uralensis* Fisch）by tissue culture. Grassland of China，(1)：12－14，18. (in Chinese)

于林清，何茂泰，王照兰. 1999. 甘草组织培养快速繁殖技术研究. 中国草地，(1)：12－14，18.

Zhang Ji，Liu A-ping，Yang Yong-li，Yao Jian. 2004. Studies on the essential chemical constitution of *Thymus serpyllum* L. Journal of Sichuan University：Natural Science Edition，41 (4)：890－892. (in Chinese）

张 继，刘阿萍，杨永利，姚 健. 2004. 百里香挥发性成分的研究. 四川大学学报：自然科学版，41 (4)：890－892.

Zhang Zhi-xia. 2004. Identification and determination of thyme aromatic oil. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica，13 (3)：151－153. (in Chinese)

张知侠. 2004. 百里香芳香油机化学成分的研究. 西北农业学报，13 (3)：151－153.

Zhao Qing-zhen，Yan Hua -chao，Cheng Shuang，Sun Zhen-xiao. 2002. The tissue culture and plant regeneration of ground pepper. Plant Physiology Communications，38 (4)：357. (in Chinese）

赵庆臻，阎华超，程 霜，孙震晓. 2002. 地椒的组织培养及植株再生. 植物生理学通讯，38 (4)：357.