

# 快速獲悉伽羅木醇型土肉桂葉子精油 活性成分之新技術

- ◎國立臺灣大學森林環境暨資源學系·張廷光、葉汀峰、張上鎮(peter@ntu.edu.tw)
- ◎國立嘉義大學木質材料與設計學系·林群雅
- ◎林業試驗所化學組·陳盈如

## 前言

土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum*)為臺灣特有的闊葉樹種之一，屬於樟科(Lauraceae)樟屬(*Cinnamomum*)植物，為常綠中喬木，主要生長於中、低海拔約400~1500公尺的天然林中，無論是葉子、枝條、幹皮及根皮皆富肉桂香味，而這肉桂香源自一化合物——肉桂醛，與中藥材常用肉桂所含的主成分相同，早期臺灣民間也多以土肉桂作為肉桂的替代品，因而又有假肉桂之稱(劉如芸等，2004)，早在40~50年代的臺灣，乾燥的土肉桂葉子還曾是孩童解饞的零嘴。

鮮為人知的是，其實土肉桂依據葉子精油主成分(含量50%以上)的差異，可分為9種不同的化學品系(胡大維等，1985)。其中，又以肉桂醛型土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum* ct. *cinnamaldehyde*)的研究最為詳盡，許多研究結果已證實肉桂醛型土肉桂葉子與枝條的精油及抽出物具有良好的抗細菌(Chang *et al.*, 2001)、抗室塵蟎(陳品方等，2002)、抗白蟻(Chang and Cheng, 2002)、抗腐朽菌(劉如芸等，2004)、抗病媒蚊幼蟲(Cheng *et al.*, 2004)、抗天狗巢病原菌(*Aciculosporium take*)(劉如芸等，2006)、抗黴菌(許雅青等，2007)、抗腫瘤(Huang *et al.*, 2007)、抗紅火蟻(*Solenopsis invicta*)(Cheng *et al.*, 2008)、抗退伍軍人菌(*Legionella pneumophila*)(Chang *et al.*, 2008)、抗氧化(Chua *et al.*, 2008; Hsu *et*

*al.*, 2012; Wu *et al.*, 2013)、抗發炎(Tung *et al.*, 2008)、抑制尿酸(Wang *et al.*, 2008)、抗血脂異常(Lin *et al.*, 2011)、保肝(Tung *et al.*, 2011)、降血糖(Lin *et al.*, 2016; 2018)、促進毛髮生長(Wen *et al.*, 2018)及抗褐根腐菌(Cheng *et al.*, 2019)等功效。至於其他化學品系，例如：菌桂型(*Cassia* type)、香豆素型(*Coumarin* type)、伽羅木醇型(*Linalool* type)及丁香酚型(*Eugenol* type)等品系葉子精油之特性、功效及應用則少有研究投入，本研究團隊於2014年將土肉桂的研究重心轉往探討伽羅木醇型土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum* ct. *linalool*)(圖1)的特性及生物活性，期能拓展不同化學品系土肉桂的用途，提升本土樹種的應用價值。

## 伽羅木醇型土肉桂葉子精油之功效

本研究室經由動物試驗研究的結果發現，伽羅木醇型土肉桂葉子(圖2)精油具有良好抗焦慮(Cheng *et al.*, 2015)及降血脂(Cheng *et al.*, 2018)功效，且其他研究結果也顯示其具有不錯的降血糖(Lee *et al.*, 2013)及抗發炎(Lee *et al.*, 2018)潛力。由此可見，伽羅木醇型土肉桂葉子具有相當潛力開發為醫療保健產品。

同時，本研究室也分析伽羅木醇型土肉桂葉子精油的化學組成，發現其活性成分來源為伽羅木醇，占精油化學組成高達90%以上。伽羅木醇為一非環狀的三級醇單萜類(*Monoterpenoids*)化合物，是自然界中常見的花香主成分之一。由於其特殊的芳香氣味，



圖1 信賢苗圃栽植之伽羅木醇型土肉桂植株(張廷光 攝)

因此常作為香味添加劑，廣泛應用於香水、保養品、清潔用品及食品等產業。伽羅木醇結構中C3位置為一掌性中心(Chiral center)，使其具有 $R$ -form及 $S$ -form 2種立體組態，本研究室進一步分析發現，伽羅木醇型土肉桂葉子精油的伽羅木醇立體組態皆為 $S$ -form，也被稱作 $S$ -(+)-Linalool。 $S$ -(+)-Linalool相當特別，與常見薰衣草精油中具舒緩身心的主要活性成分 $R$ -(-)-Linalool互為鏡像異構物，但兩者的香氣具有相當差異， $R$ -(-)-Linalool被認為是木質調的香氣； $S$ -(+)-Linalool則被認為是甘甜、花香調及似柑橘類的香氣。事實上，薰衣草有不同的品系，常用之薰衣草與伽羅木醇立



圖2 具抗焦慮功效之伽羅木醇型土肉桂葉子(張廷光 攝)

體組態單一的伽羅木醇型土肉桂葉子不同，研究證實不同品系薰衣草精油同時存在 $R$ -(-)-Linalool及 $S$ -(+)-Linalool，而 $R$ -(-)-Linalool的比例高出 $S$ -(+)-Linalool甚多，由於 $S$ -(+)-Linalool的甘甜、花香調及似柑橘類香氣，因此最近學者專家們嘗試利用基因工程，希望得以轉殖培育出 $S$ -(+)-Linalool含量高的薰衣草品系(Adel *et al.*, 2019)，增加其風味及經濟價值，顯見 $S$ -(+)-Linalool的香氣逐漸受到重視。

由本研究室先前的研究結果得知， $S$ -(+)-Linalool及 $R$ -(-)-Linalool 2化合物皆具有良好的抗焦慮活性，而 $S$ -(+)-Linalool還有減重之功效、 $R$ -(-)-Linalool則有體重增加之副作用(Cheng *et al.*, 2015; 2018)。更特殊的是，至今仍未有化學合成方法可以專一地合成 $S$ -(+)-Linalool，目前仍有賴萃取植物精油純化獲得。現今保健身體的觀念盛行，由上述結果可見， $S$ -(+)-Linalool具有相當潛力可以開發為紓壓或保健產品，而本土樹種伽羅木醇型土肉桂的葉子為獲取 $S$ -(+)-Linalool重要來源，近期也吸引諸多學者投入相關研究，未來勢必面臨更多分析試樣或大量萃取活性成分的需

求，而該如何以最少資源且有效率地萃取該化合物顯得相當重要，因此，筆者希望建立一個快速萃取S-(+)-Linalool的技術，促進伽羅木醇型土肉桂的開發利用。

## 精油之萃取方法

植物精油因其具有特殊的香味及良好的生物活性，現今被廣泛應用於醫藥、衛生、化妝品、食品及農業等產業(Reyes-Jurado *et al.*, 2015)。為獲取各類植物精油，過去至今發展出相當多種萃取方法，包含冷壓法(Cold pressing)、水蒸餾法(Hydrodistillation, HD)、水蒸氣蒸餾法(Steam distillation)、溶劑萃取法(Solvent extraction)及超臨界流體萃取法(Supercritical fluid extraction)，其中，HD為萃取植物精油常用的標準方法(Reyes-Jurado *et al.*, 2015; Tongnuanchan and Benjakul, 2014)。

由於傳統萃取方法較為耗時耗能，為縮減萃取精油所需之時間及能源，同時達到環境保護之效益，陸續有研究利用超臨界流體、微波及超音波等輔助開發進階的萃取方法(Bousbia *et al.*, 2009; Kowalski *et al.*, 2015; Vilku *et al.*, 2008; Yamini *et al.*, 2008)，這些方法皆具有可縮減萃取時間、減少溶劑使用量及增加精油收率的優點。利用超臨界流體萃取，可藉由調整流體的溫度及壓力，改變流體對化合物的溶解度，進一步萃得目標化合物，此外，還能免除獲取之精油有溶劑殘留(超臨界流體於常溫為氣體)的疑慮，然而，此方法操作複雜且設備及能源成本高，因而限制其應用於工業化萃取的發展；微波輔助萃取雖然相較超臨界流體萃取的操作簡易且成本低，但卻不適用以非極性溶劑萃取精油，

且針對揮發性化合物的萃取效率亦不佳；相較其他2種萃取方法，超音波輔助萃取不僅操作更為簡易、能源成本也更低，且還具有可選擇任何溶劑輔助萃取的特性，非常適用於快速萃取植物精油(Wang and Weller, 2006)。因此，筆者認為超音波輔助萃取非常值得開發應用於萃取伽羅木醇型土肉桂葉子精油。

## 開發超音波輔助微量萃取法及其應用價值

本研究室評估超音波振盪時間(1、3及5 min)、超音波功率(32、56及80 W)、萃取次數(共3次)及葉子使用量( $10 \pm 1$  mg及 $25 \pm 1$  mg)等4種影響超音波輔助微量萃取法(Ultrasound-assisted microextractoin, UAME)效率之因子，發現萃取伽羅木醇型土肉桂葉子S-(+)-Linalool的最適條件，係利用超音波功率80 W振盪1 min，且僅需萃取微量葉子( $10 \pm 1$  mg)1次，即可分析葉子的S-(+)-Linalool含量。本研究室進一步比較UAME與傳統常用之水蒸餾法(Hydrodistillation, HD)獲得精油的S-(+)-Linalool含量(以每克葉子表示)及萃取條件差異。研究結果(圖3)顯示，HD與UAME萃得葉子S-(+)-Linalool的含量分別為26.9及28.3 mg/g leaf，2者於統計分析上並無顯著差異，顯示利用UAME可以獲取跟傳統萃取方法相當的S-(+)-Linalool含量。另由溶劑、葉子使用量、萃取溫度及萃取時間差異得知，雖然UAME使用有機溶劑正己烷，但萃取使用的溶劑容積只需要1 mL，萃取完成後還可以迅速回收再次萃取葉子的S-(+)-Linalool；HD則是需使用容積至少1000 mL的水，且萃取後的水較難再重複利用。此外，UAME使用的葉子重量10



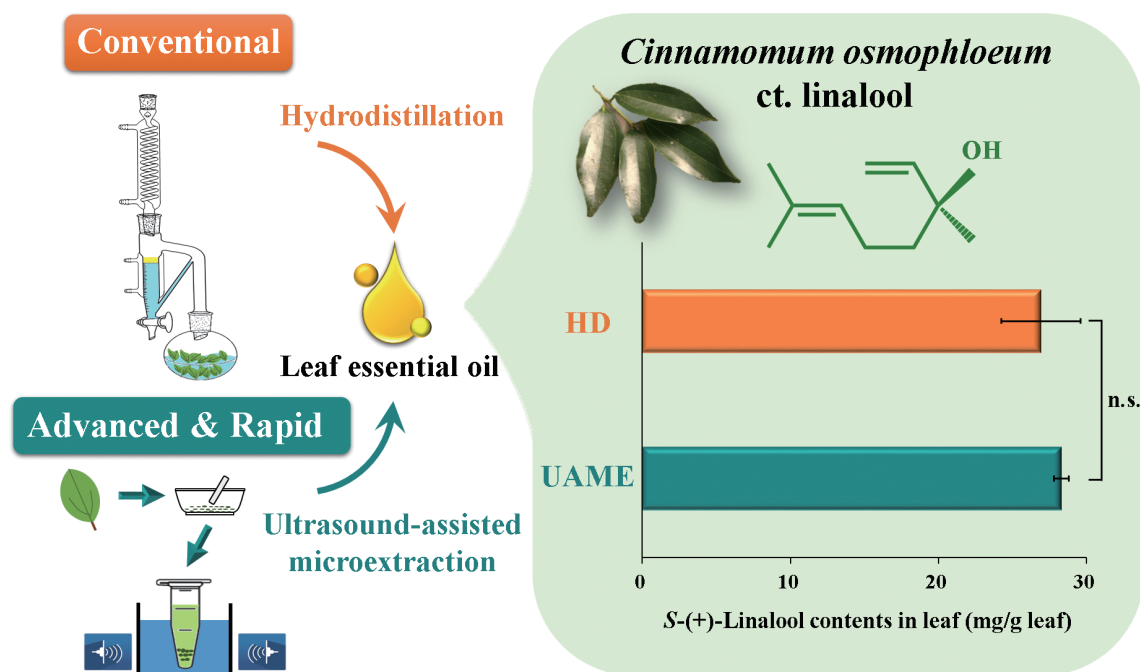


圖3 水蒸餾法與超音波輔助微量萃取法萃得葉子精油S-(+)-Linalool之含量(張廷光 繪製)

mg(採摘1片葉子即可達到需求)，僅是HD重量(10 g)的0.1%，而相較HD需在100°C的條件下萃取葉子精油30 min，UAME於常溫(25°C)萃取1 min即可完全萃出葉子精油。綜合上述結果得知，UAME可以作為一項快速的萃取技術，能利用最少資源、替代傳統方法、萃取分析伽羅木醇型土肉桂葉子的S-(+)-Linalool。

另一方面，過去研究結果顯示，利用HD萃取之伽羅木醇型土肉桂葉子精油，其成分由高於90%以上之S-(+)-Linalool所組成(鄭森松等，2008；林群雅等，2016；Cheng *et al.*, 2012)。本研究室以GC-MS與GC-FID分析UAME萃得葉子精油的成分，則發現S-(+)-Linalool於精油化學組成僅占70.4%，此外，另有26.1%是由香豆素(Coumarin)所組成(圖4)，而此成分亦是常添加於化妝品中的定香成分

(Stiefel *et al.*, 2017)。筆者進一步嗅聞2種方法萃得精油的香氣，發現UAME萃得精油的香氣幾乎與直接破碎葉子的香氣一致；HD萃得精油的香氣則明顯不同。這些結果顯示，伽羅木醇型土肉桂葉子精油的主成分是由S-(+)-Linalool及Coumarin組成，筆者也推測此2化合物為葉子特殊香氣之來源，而透過UAME萃取分析葉子精油，更能完整地瞭解精油的化學組成。

### 應用超音波輔助微量萃取法評估不同成熟度葉子活性成分含量

植物釋出的揮發成分或精油化學組成，會隨器官(葉子、花及果實)生長階段不同而改變(Badalamenti, 2004; Figueiredo *et al.*, 1997; 2008)，因此，在大量採收具特殊活性成分的植物前，通常會評估不同生長階段

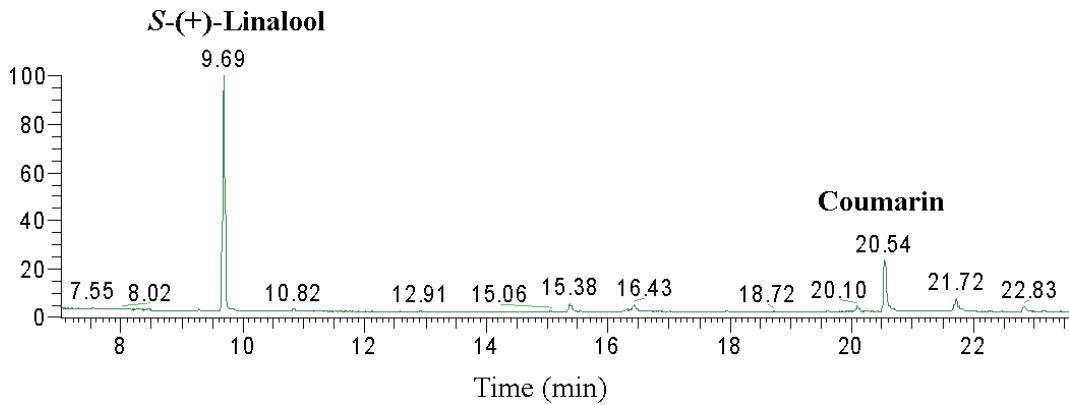


圖4 伽羅木醇型土肉桂葉子以UAME萃得精油之氣相層析圖(張廷光 繪製)

活性成分的含量變化。本研究室應用新建立之UAME技術萃取分析伽羅醇型土肉桂葉子在不同生長階段精油成分含量的變化，試材選用成熟葉、半成熟葉及嫩葉3種成熟度的葉子。研究結果顯示，成熟葉精油的主成分為S-(+)-Linalool，於精油化學組成占74.2%，半成熟葉精油的主成分則為*trans*- $\beta$ -Caryophyllene(12.8%)，嫩葉的精油亦含有9.4%之*trans*- $\beta$ -Caryophyllene，但半成熟葉及嫩葉精油中仍有許多主成分未能鑑定出。另一方面，嫩葉未鑑定出含有S-(+)-Linalool；半成熟葉及成熟葉的S-(+)-Linalool含量分別為0.1及19.6 mg/g leaf。由此見得，尚未成熟的葉子幾乎沒有S-(+)-Linalool，成熟葉子才有大量的S-(+)-Linalool。因此，未來若是需要獲取大量伽羅木醇型土肉桂葉子精油，須避免採摘尚未成熟的葉子而影響其品質。

## 結語

現今人們生活步調緊湊，壓力持續累積下，容易患有憂鬱或焦慮等負面情緒，最終可能使人們罹患心理疾病。至今為止，這類患者

人數有明顯增加的趨勢，除了影響自身健康，也影響社會運作，目前這些患者多仰賴藥物舒緩情緒，然而，治療的藥物對患者多具有副作用及成癮性。因此，尋求其他低副作用及低成癮性的治療藥物或方法是未來研究之趨勢。若能進一步探討富含抗焦慮活性成分S-(+)-Linalool之伽羅木醇型土肉桂葉子對人體舒壓功效及合適的使用方法，極可能改善心理疾病患者長期服用藥物而影響健康之憂慮。本研究室針對伽羅木醇型土肉桂開發之超音波輔助微量法萃取法(UAME)為低成本、快速且操作簡易之進階技術，作為快速獲悉葉子精油化學組成的優良萃取方法，可望促進伽羅木醇型土肉桂研究與應用之發展。(感謝科技部計畫經費補助、行政院農委會林業試驗所提供試材、國立臺灣大學葉汀峰副教授研究團隊及本研究室所有團隊夥伴的幫助與寶貴建議；本文主要研究結果已發表於Journal of Analytical Science and Technology。)

(參考文獻請逕洽通訊作者張上鎮，e-mail: peter@ntu.edu.tw)