

# 伽羅木醇型土肉桂葉子精油萃取方法之開發與展望

張上鎮<sup>1\*</sup>

## 前言

植物精油具有特殊的香味及各種良好的功效，自古至今廣泛地被應用於食品、飲料、化妝品、芳療、運動、衛生、醫藥及農業等產業，臺灣森林具有非常多樣的樹種，精油種類亦相當多元，近年來逐漸受到注意且令人喜愛。為獲取各種不同植物精油，過去至今發展出相當多種萃取方法，包括：冷壓法(cold pressing)、浸漬法(maceration)、脂吸法(enfleurage)、水蒸餾法(hydrodistillation, HD)、水蒸氣蒸餾法(steam distillation, SD)、溶劑萃取法(solvent extraction, SE)、加速溶劑萃取法(accelerated solvent extraction, ASE)、超臨界流體萃取法(supercritical fluid extraction, SFE)、微波輔助萃取法(microwave-assisted extraction, MAE)及超音波輔助萃取法(ultrasound-assisted extraction, UAE)等，其中，簡單的水蒸餾法為萃取植物精油常用的標準方法。後來，為了提高水蒸餾法的精油收率，有些研究結果顯示，利用少量溶劑於精油收集管萃取回收餾出的精油是可行的，超音波輔助萃取法也常被視為有利於精油萃取之方法。

臺灣本土的土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum*)由於葉子精油具有化學多態性(chemical polymorphism)，所以有不同之化學品系，筆者研究團隊最早只專注於探索一般人熟知之肉桂醛型土肉桂(*C. osmophloeum*

*ct. cinnamaldehyde*)的葉子精油特性及功效，獲得具體成果而促進它的應用與產業化；至於另外一種化學品系—伽羅木醇型土肉桂(*C. osmophloeum ct. linalool*)，長久以來，並未受到國內學者專家及產業界的重視，其葉子精油之特性亦乏人問津，筆者研究團隊於2002年開始從事伽羅木醇型土肉桂葉子(圖1)的化學組成成分初步分析(李漢中等，2003)，之後一直持續致力於了解伽羅木醇型土肉桂葉子精油之特性及開發其葉子之應用領域。研發期間，筆者了解葉子精油及其主成分之特殊性質且證實了其生物活性及功效後，考慮未來之產業化，乃商請林試所何政坤組長考慮申請品種權以確保未來開發應用時之資源所有權，經過數年之努力，今年林試所終於獲得「台伽1號」品種權。此外，筆者研究團隊覺得需要進一步協助產業界，乃嘗試開發萃



圖1 伽羅木醇型土肉桂葉子

<sup>1</sup> 國立臺灣大學·森林環境暨資源學系生物材料化學與改質研究室

\* 通訊作者(peter@ntu.edu.tw)

取伽羅木醇型土肉桂葉子精油之理想方法，探討因子包括：萃取時間、添加少量溶劑及其他方法對伽羅木醇型土肉桂葉子精油的收率、成分及含量的影響。經過多年不斷的研究與努力，獲得一些成果，現將綜合所獲得的成果提供業者與有興趣人士參考。

### 葉子精油萃取方法之開發

首先，以傳統水蒸餾法(HD)進行萃取，萃取時間分別為1 h、2 h、6 h及10 h，為了解萃取時間對伽羅木醇型土肉桂葉子精油的收率、成分及含量的影響，再分別以氣相層析-質譜儀(GC-MS)分析其成分，並以火焰離子偵測器氣相層析儀(GC-FID)配合異構物分離管柱(HP-CHIRAL-20B)確定成分之絕對立體組態及定量(Cheng et al., 2012)。由臺灣中部栽種之伽羅木醇型土肉桂植株葉子精油收率之分析結果得知，4種萃取時間所得的收率分別為3.8%、3.7%、3.7%及3.7%，無顯著差異；另外，由精油組成分及其相對含量之分析結果得知，其葉子精油之組成非常特殊，4種萃取時間之精油主成分皆為linalool，且是單純的S-(+)-linalool，其相對含量分別為95.9%、94.4%、93.4%及91.6%，主成分S-(+)-linalool的含量均超過91.6%，而1 h萃取所得的S-(+)-linalool相對含量最高(95.9%)；同時，由此結果也顯示S-(+)-linalool相對含量隨萃取時間的增長而稍微減少。再由GC-FID測量S-(+)-linalool絕對含量之結果得知，4種萃取時間所得每克精油之S-(+)-linalool含量分別為895.3 mg、887.3 mg、848.7 mg及854.0 mg，以1 h萃取精油的S-(+)-linalool含量最多(895.3 mg/g)；再利

用精油收率計算每克葉子的S-(+)-linalool絕對含量得知，每克葉子中的含量分別為34.3 mg、32.9 mg、31.5 mg及31.6 mg。由上述之結果得知，如與一般林木精油之萃取時間比較，只要萃取短短的1 h，就可獲得伽羅木醇型土肉桂葉子精油(收率>3.7%)及主成分S-(+)-linalool，每克葉子可獲得大量的S-(+)-linalool(超過31.5 mg)(Cheng et al., 2012)。

為了探討更短萃取時間對伽羅木醇型土肉桂葉子精油的收率、成分及含量的影響，乃以水蒸餾法分別進行5、15、30、60及360 min的萃取，研究結果證實，伽羅木醇型土肉桂葉子只需以簡單的水蒸餾法萃取30 min，即可獲得全部精油及S-(+)-linalool(張上鎮等，2014)。另一方面，為瞭解萃取30 min是否能完全萃出葉子精油，本研究團隊也曾進行萃取臺灣北部種植之伽羅木醇型土肉桂葉子90 min，期間每隔30 min萃取收集1次葉子精油，共3次，試驗結果發現，第1次萃取的葉子精油收率為2.7%，萃取第2次及第3次的精油收率皆為0.0%(張廷光等，2020)，顯示伽羅木醇型土肉桂葉子僅需萃取30 min，精油即能完全萃取出來；如果與肉桂醛型土肉桂葉子比較，萃取精油4 h，重複4次，第1次萃取的精油收率為2.26%，而第2-4次萃取還有少量的精油，其收率分別為0.13%、0.06%及0.02%(劉如芸等，2004)。由這些結果很清楚顯示，伽羅木醇型土肉桂葉子十分特別，相對其他葉子精油，其精油極容易萃取。

為瞭解伽羅木醇型土肉桂葉子精油含量豐富以及所需萃取時間較短之原因，乃比較伽羅木醇型與肉桂醛型土肉桂葉子的外部形態、內部解剖構造與油質細胞之差異(鄭秉和

等, 2013)。仔細觀察比較之研究結果顯示, 伽羅木醇型土肉桂葉子含有較多可儲存精油的油質細胞, 因此精油含量相對較肉桂醛型土肉桂豐富; 此外, 也發現伽羅木醇型土肉桂葉子厚度較厚但細胞之間的空隙較大, 而葉子背面蠟質較容易被熱水破壞, 萃取時的熱水及蒸氣容易進入葉子內將精油萃取出來, 所以僅需較短的萃取時間(30 min), 即可將伽羅木醇型土肉桂葉子精油完全萃出。

為了能提高伽羅木醇型土肉桂葉子精油收率, 進一步探討添加乙醚(diethyl ether)於Clevenger萃取裝置中精油收集管對葉子精油收率及其成分含量之影響。分析結果得知, 添加乙醚的精油收率(3.3%)顯著高於未添加乙醚的收率(2.7%)(張廷光等, 2020); 兩者的精油主成分皆為S-(+)-linalool, 其相對含量分別為94.1%及96.1%, 其餘成分的相對含量皆 < 1%。分析S-(+)-linalool的絕對含量, 計算每克精油所含的S-(+)-linalool含量, 統計分析結果顯示, 添加或未添加乙醚於精油萃取裝置所獲得的精油含量並無顯著差異; 但進一步利用精油收率計算每克葉子的S-(+)-linalool絕對含量, 結果顯示, 添加乙醚萃取的S-(+)-linalool含量顯著高於未添加乙醚萃取的。換言之, 以水蒸餾法萃取伽羅木醇型土肉桂葉子精油時, 有必要添加乙醚於精油萃取裝置中之精油收集管, 以提高精油收率及S-(+)-linalool含量(張廷光等, 2020)。

此外, 筆者團隊亦曾評估臺灣中部栽種之12株伽羅木醇型土肉桂葉子精油是否有變異性(Cheng et al., 2012), 結果得知12株土肉桂葉子精油之收率介於3.5~4.0%(w/w), 統計分析結果並無顯著差異, 其平均收率為

3.7%。由GC分析結果得知其主成分相對含量為87.6~94.2% linalool, 平均值約為90%, 且其絕對立體組態組成只有S-(+)-linalool, 再由GC-FID定量分析結果得知, 12株植株每克精油之含量為783.7~882.0 mg/g, 平均值為838.5 mg/g; 進一步根據每株精油之收率計算每克葉子中S-(+)-linalool的含量, 其值為28.8~35.1 mg/g, 平均值為31.0 mg/g(Cheng et al., 2012)。此外, 比較不同採收季節的伽羅木醇型土肉桂葉子之精油成分, 發現精油收率和S-(+)-linalool含量皆無顯著差異, 由此得知伽羅木醇型土肉桂葉子精油含量與成分相當穩定, 並不會隨季節變化, 即伽羅木醇型土肉桂葉子可全年採收。又為了尋找伽羅木醇型土肉桂較佳的栽培方式, 本研究團隊亦曾評估繁殖方式對葉子精油成分含量之影響(林群雅等, 2016; 張廷光等, 2020), 試驗分析結果顯示, 扦插、嫁接、種子及組織培養等4種方式繁殖植株之中, 扦插及嫁接繁殖葉子的精油收率及S-(+)-linalool含量最高, 故此2種方式繁殖的伽羅木醇型土肉桂較具商用開發價值。

另外, 筆者團隊也評估常用之水蒸餾法(HD)與水蒸氣蒸餾法(SD)萃得精油收率及其化學組成分之差異(張廷光等, 2021), 經氣相層析-質譜儀(GC-MS)分析之結果得知, 兩者之化學組成分相似, 主成分皆為S-(+)-linalool, 且兩者相對含量皆 > 92.5%, 再利用精油收率計算每克葉子的S-(+)-linalool含量, 統計分析結果顯示, 水蒸餾法萃得的S-(+)-linalool含量顯著高於水蒸氣蒸餾法萃得的, 由此可見, 簡單的水蒸餾法仍是較佳的萃取方法, 適合日後用於商業規模化大量萃取伽羅木醇型土肉桂葉子精油。

## 快速微量萃取葉子精油方法之建立

一般來說，葉子精油需要成分分析鑑定與定量時，最常使用的萃取方法為水蒸餾法，然而，水蒸餾萃取法所需樣本量較多，且較為耗時及耗能，如為長期監測葉子成分含量的變化，且為減少分析試樣的使用量及縮短萃取分析時間，筆者團隊乃利用超音波振盪，嘗試建立超音波輔助微量萃取法(ultrasound-assisted microextraction, UAME)，首先評估5種因子(萃取次數、萃取時間、超音波能量、葉粉使用量及萃取溶劑)對萃取效果的影響，期能尋得最佳萃取條件以取代水蒸餾法(Chang et al., 2020)。各種因子影響之評估結果證實，UAME萃取伽羅木醇型土肉桂葉子S-(+)-linalool的最適條件：將微量( $10 \pm 1$  mg)葉子放入1 mL正己烷，再利用超音波功率80 W於常溫(25°C)下振盪萃取1 min，此方法不僅可迅速分析葉子中S-(+)-linalool含量，且僅需微量的葉子試樣，同時，也有助於分析多組試樣，提高分析效率。此外，研究結果亦證實UAME與水蒸餾法(HD)萃取之葉子精油主成分均為S-(+)-linalool，且兩者萃取所得S-(+)-linalool的含量相當，顯示UAME可應用於快速萃取分析伽羅木醇型土肉桂葉子的S-(+)-linalool含量(Chang et al., 2020)。

另由UAME萃得葉子精油之主成分絕對含量分析結果得知，伽羅木醇型土肉桂葉子其實含有香豆素(coumarin)(Chang et al., 2020)，而香豆素是常用為添加於化妝品中的定香成分(Stiefel et al., 2017)。先前筆者團隊之研究係利用HD萃取伽羅木醇型土肉桂葉子精油，其化學組成分析結果顯示精油中不含

或含有微量之香豆素(相對含量 < 1%)。筆者團隊進一步探討HD與UAME 2種方法從葉子獲取精油主成分絕對含量差異之結果得知，最初使用HD法萃取伽羅木醇型土肉桂葉子的精油，並未測得香豆素，係由於熱水對香豆素具有良好的溶解力，因此香豆素其實是殘留於熱水萃取液中(Chang et al., 2020)。筆者團隊也利用UAME分析伽羅木醇型土肉桂葉子在不同生長階段精油成分含量的變化，研究結果顯示，嫩葉(圖2)未鑑定出含有S-(+)-linalool，半成熟葉的S-(+)-linalool含量為0.1 mg/g leaf，只有成熟葉的主成分為S-(+)-linalool，其含量為19.6 mg/g leaf (Chang et al., 2020)。因此，未來產業化生產宜避免採摘尚未成熟的葉子而影響產品的品質。

筆者團隊所開發的快速檢測少量葉子中成分之超音波輔助微量萃取法(UAME)，可供未來繁殖培育伽羅木醇土肉桂及其品質管控與研究其他植物精油時參考，相信亦有利於產業化發展。



圖2 伽羅木醇型土肉桂成熟葉、半成熟葉、嫩葉

## 展望

伽羅木醇型土肉桂葉子十分特殊，綜合上述一系列研究結果得知，以水蒸餾法(HD)萃取其精油之最適條件為：添加乙醚於Clevenger裝置萃取30 min；如要更快速萃取分析伽羅木醇型土肉桂葉子的S-(+)-linalool含量，則可使用筆者所建立之超音波輔助微量萃取法(UAME)，短時間萃取即可由微量的伽羅木醇型土肉桂葉子獲得精油及其主成分。

未來若是開發伽羅木醇型土肉桂葉子的商品，宜依據需求及用途而使用不同的萃取方法，HD可作為獲取葉子中高純度(相對含量 > 90%)S-(+)-linalool極佳的萃取方法，而UAME則可作為快速獲悉葉子精油化學組成的優良萃取方法，除了獲得高純度S-(+)-linalool，亦可萃得香豆素。

此外，伽羅木醇型土肉桂葉子精油之主要活性成分非常特別，為純的S-(+)-linalool，與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，然兩者的香氣卻有相當差異，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。由於S-(+)-linalool之特殊香氣較受一般消費者所喜愛，國外學者專家為了增加薰衣草甘甜風味及經濟價值，努力利用基因工程，轉殖培育出S-(+)-linalool含量較高的薰衣草品系(Adel et al., 2019)，由此更顯見本土伽羅木醇型土肉桂之珍貴。同時，經過最近幾年的研究，伽羅木醇型土肉桂葉子精油及其主要成分S-(+)-linalool已被證實具有許多功效具有許多功效如抗焦慮(Cheng et al., 2015)、降血

糖(Lee et al., 2013)、抗發炎(Lee et al., 2018)、降血脂(Cheng et al., 2018)、抗氧化(顏佩翎等, 2019)、抗阿茲海默症(顏佩翎等, 2019)及抗帕金森氏症(Chang et al., 2022)等；另外，伽羅木醇型土肉桂葉子精油中少量之香豆素是香料成分，可作化妝品中的定香劑或配製香水與香料，極具潛力開發為芳療保健醫藥產品；再者，以葉子作為材料符合永續利用之原則，具有相當開發應用之潛力，如能繼續探討研究伽羅木醇型土肉桂的特性與其他功效，必能增加其經濟價值及有助於日後推廣應用。(參考文獻請洽作者)☼

---

(謝誌：感謝科技部及農委會林務局之經費補助；農委會林試所育林組、蓮花池研究中心及信賢苗圃提供伽羅木醇型土肉桂葉子；臺灣大學森林環境暨資源學系生物材料化學與改質研究室ChemTree研究團隊之所有夥伴)