

相思樹枝條抽出物之用途 —— 抗氧化及防止痛風

◎國立台灣大學森林環境暨資源學系·張上鎮

前言

一般而言，酚類化合物(Phenolics)具有良好的抗氧化能力，有助於預防自由基所引發之各種疾病。台灣相思樹(*Acacia confusa* Merr.)為本土十分常見之闊葉植物，廣泛分布於台灣中低海拔山地、丘陵及河床。筆者先前研究發現相思樹心材及樹皮擁有高含量的酚類化合物，因此具有極佳的抗氧化、抗發炎等保健功效。此外，由抽出成分鑑定結果發現，相思樹不同部位之抽出成分有明顯差異，各部位之酚類化合物類型不同：心材抽出物以黃酮類(Flavonoids)之黃酮醇(Flavonol)為主，其結構十分特別且異於一般黃酮類結構，一般黃酮類化合物結構A環上之羥基普遍位於5、7位置，而相思樹心材黃酮類結構A環上之羥基經常位於7、8位置；樹皮抽出物以酚酸及原花青素二聚體(Proanthocyanidin dimer)為主，而葉子及花的抽出物則以黃酮醣

苷(Flavonoid glycosides)為主。由於相思樹許多部位均含有豐富的酚類化合物，且一般常見之相思樹大多為側枝分叉，枝條很多，而枝條之抽出成分及其活性一直未被探討，基於全株利用及永續利用之原則，筆者乃探討相思樹枝條抽出物之抗氧化活性(Antioxidant activity)及抑制黃嘌呤氧化酶活性(Xanthine oxidase inhibitory activity)，期能開發新用途，並尋得對人體健康有益的成分。

相思樹枝條抽出物之抗氧化活性

首先，將相思樹枝條分為嫩枝(Twig)及枝條(Branch)兩類，再將枝條依粗細分為2 cm細枝條及5 cm粗枝條2種，以95%乙醇浸泡，萃取出3種抽出物；另外，將細、粗枝條之皮部與材部分開萃取，得到4種抽出物，然後評估這7種抽出物之抗氧化活性及抑制黃嘌呤氧化酶活性，鑑定其化合物，並探討結構與活性之關係。抗氧化活性之評估包括清除DPPH



台灣相思樹廣泛分布於台灣中低海拔山地、丘陵及河床(張上鎮 攝)



相思樹許多部位均含有豐富的酚類化合物(張上鎮 攝)

自由基、清除超氧自由基試驗(NBT)、還原能力(Reducing power)及總抗氧化能力(Trolox equivalent antioxidant capacity, TEAC)等，並測定其總酚類含量(Total phenolic contents, TPC)、原花青素含量(Total proanthocyanidin contents, TPAC)及總黃酮類含量(Total flavonoid contents, TFC)。

由清除DPPH自由基及超氧自由基之結果(圖1)顯示，5 cm粗枝條抽出物之半數抑制濃度(IC₅₀)最低(分別為11.5 μg/mL及9.6 μg/mL)，即清除自由基之活性較佳，其次為2 cm細枝條及嫩枝。此外，5 cm粗枝條皮部抽出物清除DPPH自由基及超氧自由基之半數抑制濃度分別為7.4 μg/mL及5.8 μg/mL，而5 cm粗枝條材部抽出物之IC₅₀值則分別為24.8 μg/mL及10.4 μg/mL，證實皮部抽出物之抗氧化能力較佳，約為材部抽出物的3.3及1.7倍。且2 cm細枝條抽出物之抗氧化活性亦有相同趨勢，其皮部抽出物較材部抽出物的抗氧化效果為佳。若與相思樹葉子抽出物及花抽出物之清除DPPH自由基活性(IC₅₀值分別為17.6及62.9 μg/mL)比較，發現5 cm粗枝條皮部抽



一般常見之相思樹大多為側枝分叉，枝條很多(張上鎮 攝)

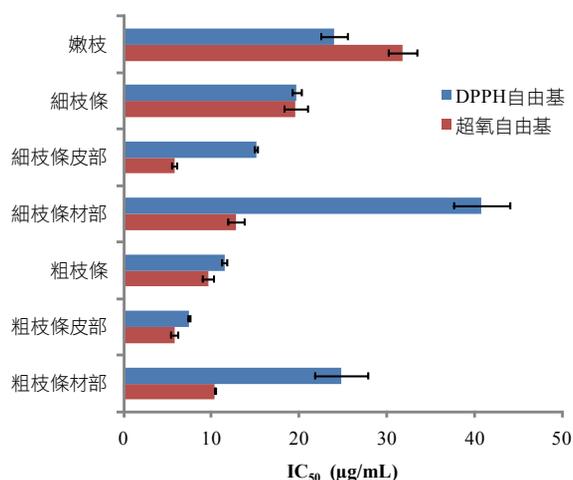


圖1 相思樹枝條抽出物清除DPPH自由基與超氧自由基之效果

出物之效果最佳，其次為葉子抽出物、嫩枝抽出物及花抽出物，顯示5 cm粗枝條皮部抽出物具有優異的抗氧化效果，較葉子及花為更理想之抗氧化劑來源。此外，皮部抽出物的總抗氧化能力(TEAC)約為材部抽出物之2倍，其中，以5 cm粗枝條皮部抽出物活性最佳(TEAC值為1.8 mM)，其次為2 cm細枝條皮部(TEAC值為1.6 mM)，而5 cm粗枝條及2 cm細枝條材部之TEAC值分別為0.8 mM及0.6 mM。

由上述抗氧化活性試驗結果得知，抗氧化能力以5 cm粗枝條皮部抽出物較佳，顯示相思樹枝條之抗氧化活性成分分布於皮部較多，其酚類化合物含量約為材部抽出物的2~3倍，且枝條愈粗，抗氧化活性愈佳。由總酚類含量(TPC)測定結果(圖2)得知，5 cm粗枝條皮部抽出物之含量最高，為416.9 mg of GAE/g，其次為2 cm細枝條皮部(362.2 mg of GAE/g)，而枝條材部抽出物之總酚類含量較低，5 cm粗枝條及2 cm細枝條材部分別含有177.0及123.0 mg of GAE/g，嫩枝抽出物之總酚

類含量亦低，為121.4 mg of GAE/g。又5 cm粗枝條皮部抽出物之原花青素含量(TPAC)最高，每克抽出物含有相當128.4 mg兒茶素(Catechin)，較枝條材部(30.4 mg of CE/g)多，嫩枝抽出物則幾乎測不到原花青素含量。總黃酮含量(TFC)測定結果顯示，5 cm粗枝條皮部及材部抽出物之含量均少於5 mg of QE/g，每克枝條皮部及材部抽出物分別含有相當0.9 mg及2.1 mg of QE/g，而嫩枝抽出物含量則較高，為7.7 mg of QE/g。此外，由原花青素含量對總酚類含量的比值(TPAC/TPC)得知，枝條皮部抽出物之原花青素所占比例(30.8%)高於枝條材部抽出物(17.2%)，含量比例約為2倍，顯示枝條皮部抽出物含有較多此類化合物，因此具有較佳的抗氧化活性，而嫩枝抽出物則以黃酮類化合物為主，其黃酮類含量對總酚類含量之比值(TFC/TPC)為6.3%。

粗枝條皮部之主要抽出物為原花青素(Proanthocyanidin)之酚類化合物(即兒茶素骨架之化合物)，分別為Catechin、Catechin-3-*O*- α -rhamnopyranoside、*Epi*-catechin及Quercetin-3-*O*- α -rhamnopyranoside。由化合物抗氧化活性試驗結果得知，Catechin及*Epi*-catechin清除DPPH自由基及超氧自由基之能力最佳，清除DPPH自由基之IC₅₀值分別為17.2 μ M及19.8 μ M，而清除超氧自由基之IC₅₀值分別為15.5 μ M及18.6 μ M。

相思樹嫩枝抽出物之抑制黃嘌呤氧化酶活性

黃嘌呤氧化酶(Xanthine oxidase, XOD)為體內嘌呤代謝過程之重要酵素，於代謝過程中的副產物包括活性氧及尿酸，會進一步誘

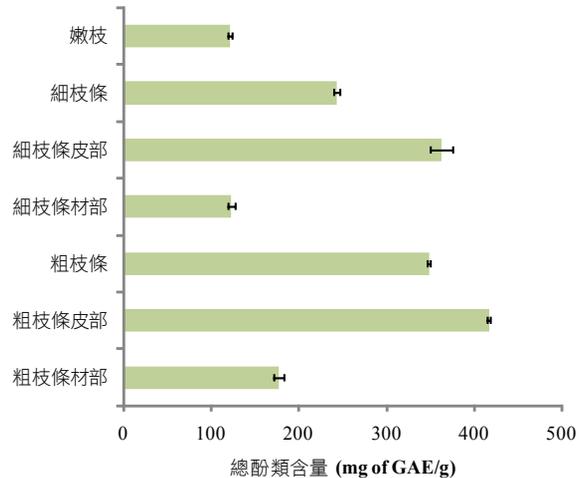


圖2 相思樹枝條抽出物之總酚類含量

導發生氧化性損傷、痛風及類風濕性關節炎等疾病，因此抑制黃嘌呤氧化酶的活性，可以緩和活性氧傷害及有效減少尿酸生成，亦即可防止痛風的產生。

比較相思樹枝條抑制黃嘌呤氧化酶活性試驗結果得知，5 cm粗枝條皮部抽出物IC₅₀值為110.0 μ g/mL，並無抑制效果；而嫩枝抽出物之乙酸乙酯可溶部具有良好之抑制活性，其IC₅₀值為26.6 μ g/mL，故取嫩枝抽出物之乙酸乙酯可溶部進行後續化合物之分離及分析，並評估化合物之抗氧化活性及抑制黃嘌呤氧化酶活性。由於粗枝條皮部抽出物係以兒茶素骨架化合物為主，雖然兒茶素骨架化合物清除自由基之效果極佳，卻不具有抑制黃嘌呤氧化酶活性，因為此類型化合物於C環上缺少雙鍵，使A、B及C三個環無法相互共振，且非平面的結構亦無法與黃嘌呤氧化酶之活性中心結合，故不具抑制黃嘌呤氧化酶活性。

嫩枝抽出物則以黃酮類糖苷之化合物為主，分別為Myricetin-3-*O*- β -glucopyranoside、

Myricetin-3-*O*- α -rhamnopyranoside、Quercetin-3-*O*- α -rhamnopyranoside、Myricetin-3-*O*-(2''-*O*-galloyl)- α -rhamnopyranoside及Luteolin。比較這5個化合物抑制黃嘌呤氧化酶活性，其中，Luteolin具有極佳的抑制效果，其IC₅₀值為11.6 μ M，與Quercetin及Myricetin抑制能力相近(IC₅₀值分別為9.3 μ M及12.9 μ M)，活性大小依序為Quercetin > Luteolin > Myricetin，由其化學結構得知，黃酮類分子於C3位置接上羥基後，其抑制黃嘌呤氧化酶的活性會提升，但B環上之羥基愈多，其抑制活性則降低；此外，接上配醣亦會顯著降低抑制效果，如Quercetin-3-*O*-rhamnopyranoside與Quercetin (IC₅₀值分別為37.7 μ M及9.3 μ M)，而Myricetin接上配醣後，活性甚至降低至無法測到IC₅₀值，而Myricetin-3-*O*-(2''-*O*-galloyl)- α -rhamnopyranoside之抑制效果中等，其IC₅₀值為117.3 μ M，推測與其結構含有Galloyl官能基有關。此外，由抗氧化活性試驗結果得知，Myricetin-3-*O*-(2''-*O*-galloyl)- α -rhamnopyranoside清除DPPH自由基及超氧自由基之能力最佳，其IC₅₀值分別為5.3 μ M及3.9 μ M，而知名抗氧化劑Quercetin之IC₅₀值分別為15.0 μ M及6.8 μ M，故Myricetin-3-*O*-(2''-*O*-galloyl)- α -rhamnopyranoside之抗氧化能力較Quercetin為佳。

雖然黃酮醣苷抑制黃嘌呤氧化酶的活性較差，但根據Andreasen等人的研究結果指出，黃酮醣苷經胃消化後，大部分會水解成不具醣苷之黃酮類化合物，因此，當飲用相思樹枝條抽出物，其中主成分Quercetin及Myricetin之黃酮醣苷會因消化作用而轉變為活性較佳的Quercetin及Myricetin，有助於抑

制黃嘌呤氧化酶之活性及清除體內過多的自由基，進而有效減少尿酸生成，預防痛風的產生及自由基所引起的各種疾病。

結語

總之，由相思樹枝條抽出物之抗氧化活性及抑制黃嘌呤氧化酶活性的研究結果得知，相思樹枝條抽出物之抗氧化能力與其粗細有正相關，5 cm粗枝條皮部之主要抽出物為原花青素之酚類化合物，其抗氧化效果最佳；而嫩枝抽出物之酚類化合物以黃酮類為主，其抑制黃嘌呤氧化酶之能力較佳。此外，由化合物活性試驗結果得知，Myricetin-3-*O*-(2''-*O*-galloyl)- α -rhamnopyranoside清除DPPH自由基之能力最佳，其IC₅₀值為5.3 μ M，其抗氧化能力為知名抗氧化劑Quercetin的2.8倍；而Luteolin具有極佳抑制XOD之能力，其IC₅₀值為11.6 μ M。由這些研究結果顯示，相思樹粗枝條及嫩枝分別具有極佳抗氧化活性及抑制黃嘌呤氧化酶活性之化合物，極具開發利用之潛力，非常值得繼續進行深入的研究。⊗

(謝誌：感謝農委會林務局計畫經費補助。)