

竹醋液利用新契機—熱狗之抗氧化

◎國立嘉義大學林產科學暨家具工程學系·林翰謙、蔡忠庭

◎國立嘉義大學動物學系·林高塚

前言

近年來由於環保意識高漲，人類對健康逐漸重視，因此對非自然的化學物質有所排斥，值此對大自然的再生資源重新受到重視。竹材為近年來備受矚目的自然資源之一，此乃因其生長快速且為再生資源，但因各加工產業對材料使用選擇的多元化，以及國內人工成本過高，又面臨國外低價產品之競爭，使國內竹材產銷面臨嚴重困境而日漸萎縮，此不但影響台灣竹林地之更新，更衝擊廣大竹農與竹材相關加工業之經濟收益。

行政院農業委員會為振興921災後重建區之產業，擘畫「竹炭發展」可符合台灣竹林資源之利用方向，故於2002年訂定災後重建區「竹產業轉型及振興計畫」，經這幾年來在產官學界共同努力下，已將竹材炭化所獲得之竹炭及竹醋液等產物發展出許多優異之機能，並開發出甚多高價值之衍生產品，進而為台灣竹林帶來新的契機。

竹炭具有防潮、除臭、保鮮與淨化水質等多方面之效能，而其副產物竹醋液約可分出200多種成分，如有機酸、酚類、醇類及酮類等，其效能發現竹醋液在高濃度下具有抗菌作用，在低濃度下可促進微生物活性的獨特功能，亦因而可作為土壤消毒劑，堆肥發酵劑及植物生長促進劑等，此不但可減少農藥用量且具除臭等效果。最近更有活化肌膚、改善過敏體質、殺菌、抗病毒等民生及醫療用途以及不同溫度採集竹醋液之抗黴性與其用於鴨子飲用水中，可增加鴨肉量等報

導，使得竹醋液的商業開發，正方興未艾。

為推廣竹醋液做為食品機能上之利用，嘉義大學以「竹醋液利用新契機—熱狗之抗氧化」為主題，探討竹醋液抗氧化與抗脂肪氧化之能力，此項課題即利用環保且生長快速之孟宗竹材經土窯燒製竹炭時，於煙囪口以不同溫度採集而得之副產物—竹醋液，做為評估其抗氧化效應，另將其作為絞肉與熱狗(法蘭克福香腸)的抗脂肪氧化能力試驗，並利用氣相層析儀/質譜儀(GC-MS)分析其不同溫度採集各竹醋液之化合物，並以分光光度計檢測其內所含化合物之抗氧化能力，藉以探討其內所含化合物之抗氧化能力的相關性，本文謹就該項研究之內容與成果分享讀者。

竹醋液抗氧化能力

自由基為人體代謝過程中的自然產物，具有未配對電子，其化學性質呈現非常的活潑性與不穩定性，因此，易與周圍細胞產生氧化反應而造成其結構改變，引發各種疾病與傷害，目前已知許多疾病皆與自由基有所相關，如免疫功能失調及加速老化、動脈硬化與癌症的發生等，這就是所謂的氧化作用對人體造成的傷害。而自由基清除劑或抗氧化劑均可用於預防或治療某些疾病，現階段只要發現哪些物質具有抗氧化效應，將會具有很大的商機。竹醋液在一些研究中發現具有酚類、酸類、醇類等物質，而酚類化合物可直接促進抗氧化作用，每日若均衡從蔬果中攝取1g的酚類化合物，具有抑制突變與癌症之能力。本試驗係以眾所公認

的抗氧化基本性能試驗法，包括：總酚與類黃酮之含量、清除1, 1-二苯基-2-苦味胍基團(1, 1-diphenyl-2-picryl hydrazyl, DPPH)自由基能力及總抗氧化能力等來評估採集不同溫度(80、90~92、99~102、120~123及145~150℃；農業委員會林業試驗所黃國雄博士提供)採集80~150℃及已靜置2年之竹醋液(圖1)等之抗氧化效應。

總酚化合物已被證實有許多功能性，在抗氧化效應方面為重要的物質，因此，總酚含量越高，抗氧化能力也可能較佳。在不同溫度採集竹醋液之總酚含量結果可知介於707.74~4264.76μg/mL，且隨著採集溫度的升高，總酚含量也隨之升高。此外，由於類黃酮具有羥基之特殊結構可提供氫離子而終止脂質過氧化自由基所引發的連鎖反應，因此被證實具有清除氫氧自由基及脂質過氧化自由基的能力。而採自不同溫度採集竹醋液之類黃酮含量，結果為13.50~89.50μg/mL間。另DPPH為一個帶有電子的自由基，當其接受電子形成電子對將趨於穩定，而原本以分光光度計測得波長在517nm時的最大吸收峰也將降低或消失，若吸收峰越小則表示清除自由



圖1. 不同溫度採集及靜置2年之竹醋液(蔡忠庭 攝)

基能力越強。圖2左側所示為各不同溫度採集竹醋液之清除DPPH之能力。竹醋液在濃度稀釋為1.0%時，清除能力以溫度120~123℃者為最佳，清除效果達76.11%，清除效果最低的為15.30%，其溫度為80~150℃。又知隨著各竹醋液濃度增加，其清除DPPH之能力也隨之增加，而濃度由5.0%增加至10.0%時，清除能力均維持在88.53%以上。

就總抗氧化力而言，此為清除ABTS+2,2'-azinobis (3-ethyl-benzthiazoline-6-sulfonic acid)+陽離子自由基之指標，當ABTS與過氧化酶(Peroxidase)及H₂O₂反應，會產生ABTS+。若ABTS+自由基與試樣反應，其以分光光度計測得波長在734nm吸光值會降低，表示試樣之清除ABTS+自由基效果愈佳。同圖2於右側表示為各不同溫度採集的竹醋液之總抗氧化能力。在濃度稀釋為1.0%時，以採集溫度120~123℃之竹醋液有最高的清除能力，總抗氧化能力達74.60%，且隨著濃度的增加總抗氧化能力也隨之增加，當稀釋濃度達10%時，清除ABTS+之能力增加為99.16%。又DPPH為醇溶性之自由基，而ABTS+陽離子為水溶性之自由基，因此，竹醋液不僅能在醇溶性中發揮清除功能，也易能在水溶性中產生抗氧化之功效。

經GC-MS分析各不同溫度採集之竹醋液可知，單一成分於不同採集溫度下有不同含量之多寡。在靜置2年之竹醋液(80~150℃)所含化合物較其他溫度少，只有些許化合物，如butanoic acid, 4-hydroxy, phenol, 2-methoxy-phenol。而所有溫度中以採集溫度120~123℃者所含化合物最多，其中可發現多種酚類化合物，如phenol, 3-ethyl-phenol, 2-methoxy-phenol,

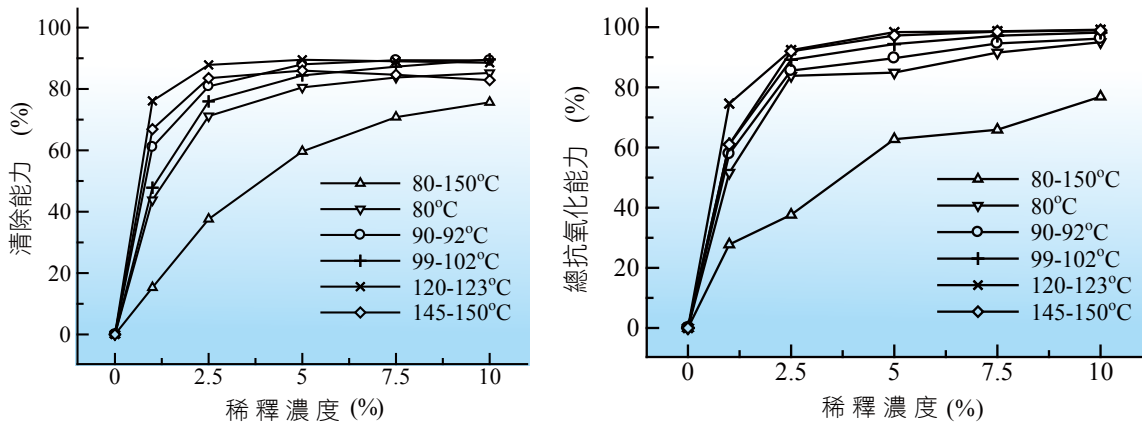


圖2. 不同溫度各竹醋液稀釋後對DPPH自由基之清除效應及總抗氧化能力

2,6-dimethoxy-phenol, 4-ethyl-phenol，由此結果在與圖2相互印証出，總酚含量愈高者之清除DPPH自由基及總抗氧化的能力也相對較佳。

加工肉品之抗氧化性

脂肪係肉品貯藏中最容易受變化之一種成分，在加工及儲藏過程因脂肪組織自身之酶導致其酶性變化，次為細菌、黴菌等所致之酶性酸敗，另一方面為空氣中的氧所致之自體氧化變化。因此常會產生變色、異味、酸敗等氧化劣變現象，而脂質氧化的發生不僅對食品造成嚴重破壞，其反應產物對人體生理健康也有不良的影響。為了減少油脂過氧化反應的發生，除利用包裝隔絕光線與氧氣、低溫儲藏及利用脫氧劑外，最有效之方法便是添加抗氧化劑。一般當作抗氧化劑的物質，添加至食品中，必須對人體無害，於低的劑量即有抗氧化效果，且每一種抗氧化劑的添加量，並非是添加愈多效果愈好，通常有一最適當的用量，以提高食品穩定性與延長儲存期，若濃度再增加則抗

氧化效果反而下降。一般常用之合成抗氧化劑，如：Dibutyl hydroxytoluene (BHT)、Butyl hydroxyanisole (BHA)及Tertiary butyl hydroquinone (TBHQ)等，但近年來有學者研究發現人工合成之抗氧化劑有致癌可能性，其安全性常受到質疑，因此從天然物質中尋找天然抗氧化劑是目前備受重視。

脂質氧化是導致肉品質低劣的主要原因，生鮮肉及肉品通常含多量脂肪，形成氧化酸敗，對品質(含外觀、風味、組織等)產生嚴重破壞。尤其是氧化作用導致肉品褪色，營養分損害，甚至產生有害物質，對人體健康危害甚劇。另肉品處理或加工過程中若破壞肌細胞的完整性時，則有加速其氧化酸敗的效應，如絞碎及切片會增加肌細胞膜磷脂質接觸氧氣及肉中酵素，即使是新鮮肉品亦會迅速導致氧化作用的發生。所以防止加工肉品的氧化方法，可分為外在包裝、改變環境條件與內在添加抗氧化劑，或產生其它抗氧化之物質，以達到延緩發生氧化作用的目的。而煙燻也是其中一種抗氧化方法，其對

肉製加工品具有保存、防腐的效果，且可增加消費者的選擇面，並具增加肉製品風味變化的吸引力。據一些研究結果顯示，煙煙臘肉表面的細菌數顯著減少，可延長其貯藏時間。此乃因煙煙有殺菌及抑菌作用，這些作用是因為煙煙中含有如酚類及酸類化合物等，另其亦有一很重要的作用，就是具抗氧化作用，可減少肉製品的酸敗，此也有助於說明煙煙可延長加工肉製品之貯藏壽命，而吸引消費者購買慾的原因。

竹材為加工肉品煙煙時常用之燃燒材料之一，且因燃燒溫度、燃燒室之條件等使煙煙成分產生不同之化合物，而對肉製品之氧化作用有所影響。一般認為竹煙中最重要的成分有酚類、酸類、醇類、羰類等化合物及碳化氫類等。酚類在煙煙肉製品中所扮演之角色為提供煙煙製品之特殊風味，延長貯藏時間及可阻止肉製品之氧化反應；醇類在竹煙中擔任的功用為攜帶其他的揮發性成分，其對煙煙肉製品的風味或芳香並沒有很大的影響，但具些許殺菌效果；有機酸類對煙煙肉製品的風味沒有直接作用，但有少許防腐作用，此乃因煙煙肉製品表面含有較大的酸度所致；羰類化合物對煙煙肉製品之作用為增加某種特殊風味及芳香程度；碳化氫類在煙煙肉製品中可分離一些聚環碳化氫類化合物(Polycyclic hydrocarbons)，包括有benzo (a) anthracene、dibenz (a,h) anthracene、benzo (a) pyrene、benzo (e) pyrene、benzo (g,h,i) perylene、pyrene及4-methylpyrene等；而benzo (a) pyrene及dibenz (a,h) anthracene被認為是致癌物質，但於大部分煙煙製品的含量很低，且其對煙煙肉製品之風味及貯藏性並沒有甚麼重要影響。

竹醋液抗脂肪氧化能力

在早期一些遊牧民族發現經過煙煙後的肉品，具有保存肉類及增加風味的效果。當肉製品藉著加熱處理，不但可以穩定醃漬之色澤，有些產品更藉助煙煙處理來增強肉製品表面的褐色效果，此乃因煙煙中存在的一些成分對肉製品的風味及貯藏有很重大的影響，且竹材在經燃燒時亦會產生這些物質來使肉品不易腐壞。目前於市面上之煙煙肉製品，常用煙液取代直接(自然)煙煙的方法，據一些肉製品製造業者實際使用結果，其較自然煙煙有下列幾個優點：(1)用煙液，不需自然發煙設備，可節省開支；(2)可以重複操作，因煙液的成分很穩定；(3)製備煙液時，已除去以粒子狀態存在的成分，可緩和致癌物質存在的問題。因此，若將竹醋液以不同溫度採集者(做為煙液)添加於肉品中測試其抗脂肪氧化能力，實為值得加以研究之課題。以下就各不同溫度採集之竹醋液，以不同濃度做為法蘭克福香腸(圖3)之添加劑，即於豬肉細切乳化後添加各竹醋液，然後測試其抗



圖3. 添加不同溫度採集竹醋液之法蘭克福香腸(蔡忠庭 攝)

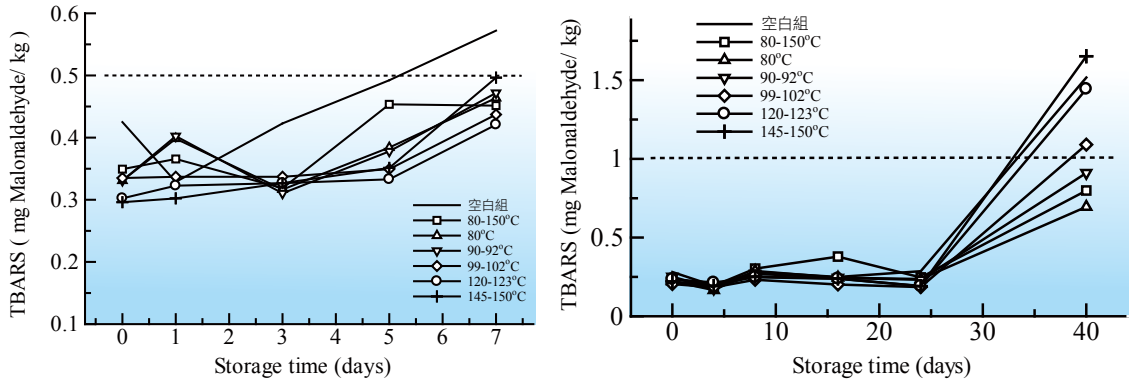


圖4. 絞肉(左)與法蘭克福香腸(右)添加不同採集溫度竹醋液0.05%於溫度4°C儲存期間之TBARS值分析

脂肪氧化能力。

加工肉品之抗氧化性係以抗脂肪氧化能力做為指標，其可由2-硫巴比妥酸反應(Thiobarbituric Acid-reactive Substances, TBARS)值加以檢測之。此乃因油脂氧化之次級產物丙二醛(Malonaldehyde, MDA)極易與2-硫巴比妥酸作用產生粉紅色TBARS，故可作為酸敗指標。而肉的氧化程度可量測其代謝產物量說明之，一般肉製品當TBARS值大於1.0mg/kg以上時，代表脂質過氧化，且此時可以官能評估法察覺出酸敗味。圖4(左)為不同採集溫度之竹醋液添加0.05%於絞肉中之TBARS分析值得知，隨著儲藏天數的增加，TBARS值也隨之增加，但絞肉添加竹醋液於第7天後TBARS值均較空白組(未添加竹醋液)者低，且未超出0.5mg/kg，因此，可發現添加竹醋液可減少脂肪氧化的產生。同圖4(右)為添加0.05%之各竹醋液於法蘭克福香腸中，並儲藏40天內分析結果，於添加0.05%前24天內TBARS值約為0.25mg/kg左右，當儲藏時間約為33天時，空白組、溫度120~123與

145~150°C者之TBARS值，已超過脂質過氧化之標準1.0mg/kg，但溫度為80°C者之TBARS值約為空白組的一半以下(0.70mg/kg)，且其餘溫度採集之竹醋液也未超過TBARS值1.0mg/kg，隨著儲藏天數的增加，其TBARS值也逐漸上升。由此推測，加工肉品之抗脂肪氧化能力，其與使用不同採集溫度竹醋液之化合物的種類與其量多寡有關。

結語

竹醋液為竹炭製造之衍生副產物，惟基於竹炭的迅速發展，使竹醋液的產量亦相對增加之際，如何拓展竹醋液之利用，實為值得加以思考。本文僅探討採自不同溫度竹醋液之抗氧化與抗脂肪氧化能力，係嘗試以其做為加工肉品之機能性添加劑，期能提供國人在食品保存走向以天然素材之應用及更精緻化與環保健康之參考，另亦期能使竹醋液更具有多元化之利用，間接振興國內竹林相關產業，同時使得日漸沒落之竹產業得以復甦。☀

◎ 參考文獻請逕洽作者