

揭密「桂竹筍」保鮮的鮮嫩科學： 為什麼殺菁後期會出現低沉的「啵啵」聲？

作物改良科 助理研究員 任珮君 分機 253
研究助理 戴慧純 分機 260

桂竹 (*Phyllostachys makinoi*) 無疑是臺灣極具代表性的經濟竹子品種之一，其堅韌且富有彈性的質地，在民生建築與產業發展中扮演著不可或缺的角色：無論是承載建築安全的工地鷹架、矗立於海岸邊抵禦波浪衝擊的牡蠣蚵架，還是農田間支撐瓜果生長的棚架，隨處都能看見桂竹剛強的身影。此外，在職人的裁切及編織的巧手下，它更能轉化為風鈴、魚竿、竹劍及精美的編織工藝品，展現出極致的實用美學。說到桂竹筍料理，最令大眾魂牽夢縈的莫過於「竹筍炒肉絲」(圖1)這道名菜，鮮嫩的桂竹筍與油脂豐厚的肉類在

鍋中交融，化作餐桌上一道令人垂涎的絕美珍饈。然而，竹子生長速度相當快速，要如何在最短的時間將那份轉瞬即逝的嫩脆「定格」下來，便成了決定桂竹筍價值的關鍵。以下，我們將從食品科學的角度，為您揭開桂竹筍鮮嫩的保鮮科學。

一、要去哪裡尋找桂竹筍？

桂竹主要分布於海拔1,500公尺以下的中低海拔山區，多生長於排水良好、富含有機質的坡地或林緣。每當進入4月至6月春雨漸歇、氣溫穩定攀升之際，潛伏於地下的能量便會開始爆發，宣告桂竹筍盛產季節的正式到來。相較於其他竹筍品種，桂竹筍的採收相當直觀，是因為桂竹筍就直接筆直的挺立於地表之上，肉眼極易辨識，無需彎腰搜尋，順勢採摘即可(圖2、圖3)。這種「地面採收」的方式，不僅大幅降低體力的消耗，更讓採集效率達到其他竹筍品種難以企及的高度。

二、要怎麼採摘？

桂竹筍生長的終極目標是為了成為筆直堅韌的竹子，其生長速度堪稱植物界的奇蹟，在雨季後達巔峰，平均一天能長高20公分至50公分，這意味著必須精準掌握採收時機，否則隨著時間推移，竹筍的細胞組織會持續增生及纖維化，口感會由原本的鮮嫩轉為粗硬，降低食用的品質。一般而言，桂竹筍的採收高度約莫小腿高度



▲圖 1. 經典台菜竹筍炒肉絲常以桂竹筍製作。



▲ 圖 2. 桂竹筍就筆直的站在地面上順勢採摘即可。



▲ 圖 3. 職人們會用手或腳順勢折斷桂竹筍基部進行採收。

(約30公分至60公分)，職人們會用手或腳順勢折斷桂竹筍基部進行採收(圖3至圖7)。此外，還可透過簡單的指甲嵌入去殼筍肉判斷桂竹筍的鮮嫩度：若能輕易嵌入，代表質地鮮嫩；反之，若指甲難以切入，則表示代表桂竹筍組織已經纖維化，職人們通常會以手折斷不易食用部位，保留具經濟價值之鮮嫩部位。對於倚賴山林維生的族群而言，桂竹筍不單是季節性的食材，更是泰雅語中的「Pila」(金錢)，是許多山區家庭重要的收入來源。因此，如何在採收後的黃金時間內，迅速終止桂竹筍生長作用，以維持鮮嫩品質，是保鮮的關鍵技術。

三、為什麼要殺菁？

職人們在山區採收完成桂竹筍，便會在工寮展開第一線處理：先去除筍殼(將其回歸於山林)，迅速地將去殼桂竹筍投入冷水中加熱烹煮，這道工序稱為「殺菁」(Blanching)(圖8至圖11)，其目的是為了終止驅使桂竹筍纖維化的酵素作用。這原理就像加熱雞蛋一樣，原

本透明流動的雞蛋加熱後，雞蛋中的蛋白質立體結構重新排列，發生變性作用(Denaturation)，轉變為不可逆的固體狀態。酵素的主要成分為蛋白質，透過高溫烹煮，使酵素變性而失去活性，就像被按下強制「暫停鍵」一樣，讓桂竹筍的質地定格在採收最為脆嫩的那一刻。

至於殺菁需要耗費多久的時間呢？其實沒有一定的答案，烹煮速度與桂竹筍的體積及數量、烹煮水量及燃燒源能量有關。實務上，常建議在水沸騰後，持續加熱約40分鐘至60分鐘，是因為桂竹筍特有的節間中空結構含有空氣，空氣是極佳的隔熱源。我們由導熱係數(Thermal Conductivity, k)資料可知：常溫下水的導熱係數約為 $0.6 \text{ W m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ，空氣僅約 $0.026 \text{ W m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ，水的導熱能力為空氣的23倍。在烹煮過程中，桂竹筍內部空氣會形成一道隱形的熱量屏障，阻礙熱能向內部傳導，因此需要透過長時間持續加熱，軟化桂竹筍組織，方可使內部酵素完全失去活性。



▲ 圖 4. 採收高度約為小腿高度（約 30 公分至 60 公分）。



▲ 圖 5. 職人以手稍微撥開桂竹筍筍殼之缺口。



▲ 圖 6. 將筍殼纏繞在手上往下一拉。



▲ 圖 7. 即可將筍殼及筍肉分離。



▲ 圖 8. 以清水清洗桂竹筍。



▲ 圖 9. 迅速將桂竹筍投入冷水中加熱烹煮。



▲ 圖 10. 殺菁至產生「啵啵」聲即可起鍋。



▲ 圖 11. 過濾去除多餘的水分。

四、為什麼殺菁後期桂竹筍會出現低沉的「啵啵」聲？

如果仔細觀察殺菁過程，會發現其聲音具有明顯層次變化：加熱初期主要聽見的是水沸騰時翻滾產生的氣泡聲；隨著加熱進入後期，會出現低沉的「啵啵」聲，這個聲音主要來自桂竹筍節間中空結構氣體釋放產生的微小爆裂聲，常被職人作為判斷桂竹筍是否殺菁完成之指標。

若從熱力學角度解析，「啵啵」來自於微觀的壓力釋放。桂竹筍節與節之間的橫隔壁並非完全通透，使節間形成近似密閉的腔體結構，包覆著空氣及水分（圖 12）。根據理想氣體方程式 $PV=nRT$

P 為壓力 (atm)

V 為體積 (L)

n 為氣體莫耳數 (mol)

R 為理想氣體常數 ($0.082 \text{ atm} \cdot \text{L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

T 為絕對溫度 (K)

在烹煮初期，節間中空結構之體積 (V) 為固定狀態，隨著加熱溫度 (T) 的

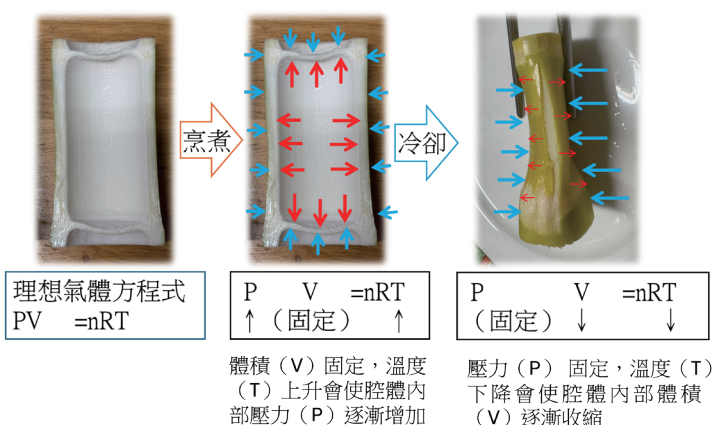
持續增加，內部氣體壓力 (P) 急劇上升。當壓力超越桂竹筍組織所能負荷最大壓力臨界點時，竹筍結構會被撐開，壓力在釋放的瞬間於中空腔室內產生共振，進而發出低沉且渾厚的「啵啵」聲。這種物理現象與爆米花 (Popcorn) 膨發產生清脆響聲的原理相似。不同的是，桂竹筍經烹煮後質地軟化，其內部蓄積壓力遠低於乾燥爆裂種玉米所產生的壓力，因此釋放過程顯得溫和且內斂（圖 13）。

五、為什麼桂竹筍於冷卻過程會收縮？

桂竹筍於冷卻過程產生的收縮與扁平化現象，是內部氣體收縮及外部大氣壓力共同作用的結果。在殺菁後期，桂竹筍組織因高壓而破裂，此時腔體內部壓力 (P) 已與外界大氣壓達成平衡。根據理想氣體方程式，當壓力為定值時，冷卻階段的溫度下降 (T) 會導致桂竹筍內部的氣體體積 (V) 相應收縮，從而造成外觀上的收縮現象。



節
節間



▲圖 12. 桂竹筍節與節之間的橫隔壁並非完全通透，形成近似密閉的腔體結構。

▲圖 13. 桂竹筍殺菁熱脹冷縮之原理。

六、要怎麼保存？

殺菁完的桂竹筍水分含量高（90%-95%），且pH值落在5-6之間，屬於低酸性食品（pH大於4.6），亦為適合微生物生長之條件。為了延長這份來自山林的鮮甜，我們可以利用以下方式進行保鮮：

1. 4°C冷藏保存：是目前維持桂竹筍口感最理想的方法，保藏之原理是利用降低環境溫度，延緩微生物生長代謝速率，並無殲滅微生物之功能，故保存期限短（低於10天）。

2. -18°C冷凍保存：保存期限為6個月至1年，是長期貯存最經濟的方式。然而家用冰箱因通過「-1°C至-5°C最大冰晶生成帶」之冷凍速度較慢，形成冰晶體積較大，冰晶的稜角會破壞植物的細胞組織，使得桂竹筍解凍後質地軟化、口感略降。

3. 鹽漬技術：是利用食鹽之高滲透壓強行移除微生物細胞中的水分，使得菌體脫

水而失去活性，甚至死亡。鹽漬不僅能抑制腐敗菌生長，有益菌的發酵作用能賦予桂竹筍特殊風味，是傳統工藝與科學的完美結合。

4. 乾燥技術：食品中的水分可分為「結合水」及「自由水」，後者可被微生物所利用，是微生物維持生長繁殖之關鍵，實務上常以「水活性」作為自由水的評估指標。乾燥技術的核心是透過熱能使食品中的水分蒸發，水活性降低至0.7以下，使得絕大多數的微生物停止生長。

結語

從山林採收的那一刻起，桂竹筍的品質便進入倒數計時，掌握適當的採收時機、即時殺菁處理，以及正確的保存方式，才能將這份季節限定的鮮甜完整保留。每一道看似簡單的料理背後，其實都蘊含著植物生理及食品科學的精細平衡，也讓我們更珍惜這份來自土地的風味。