



台灣生產多種柑桔，其中柳丁為大宗柑桔之一



柚類在台灣也有很高的產量

與柑桔產業相關之生物技術

柑桔屬芸香科 (Rutaceae) 常綠果樹，適合生長在熱帶以及亞熱帶區域，台灣由於環境與氣候適合柑桔的生長，亦栽種了大量的柑桔，主要品種有柳丁、椪柑、桶柑、文旦、白柚及晚峯西亞，雖然柑桔可製成相當多樣化的加工產品，如果醬、柚皮糖、果瓣罐頭、果汁、精油等等，但大部分的果實還是作為鮮食用。近年來因為文旦的生產面積上升，再加上文旦的定位是秋季節慶的應景水果，因此往往出現產銷失衡的情況，此外加入 WTO 之後國外各種水果紛紛搶進台灣市場，面對這樣強烈的競爭市場，台灣栽種柑桔的農民要如何突破這些困境成為一重要議題。過去已有許多學者提出建立品牌、栽種多樣化、降低產銷成本等方法，以提高台灣柑桔於青果市場的競爭力，若以另一

的角度來看台灣柑桔的產銷失衡問題，將生產過剩之柑桔進行加工，製成柑桔加工品進行販售亦不失為解決之道。

柑桔加工品中最廣為接受的是柑桔果汁，其銷售量一直居於各類果汁之冠，但柑桔果汁產品的最大問題在於其具有苦味。造成柑桔果汁具有苦味的物質有兩類，即黃烷酮配糖體類化合物 (flavonoids) 與檸檬苦素類化合物 (limonoids)，其中檸檬苦素類化合物是

最主要的苦味來源。現在已知的檸檬苦素類化合物有糖苷型 17 種與去糖苷型 36 種，其中 19 種的去糖苷型檸檬苦素被發現存在於柑桔中。由

於檸檬苦素類化合物造成柑桔果汁或相關加工產品有苦味，使得消費者的接受度與產品的品質下降，因此在 1980 年代初期，柑桔果汁加工業者皆希望能將果汁中的苦味物質去除，以提升產品品質與接受



度，學者也紛紛研發出親合管柱吸附法或以微生物將其進行代謝與分解等方法；但於 1990 年初期時，學者發現這些會造成苦味的化合物具有抑制多種癌細胞的作用，現已知其對血癌、卵巢癌、子宮頸癌、胃癌、肝癌以及乳癌的細胞株皆具有抑制的效果，因而如何保留此些化合物但又能降低柑桔果汁中的苦味成為研究的主題。

檸檬苦素葡萄糖苷基轉移酶 (limonoid glucosyltransferase) 為一種可將具苦味的去糖苷型檸檬苦素類化合物 (limonoid aglycones) 轉化成不具苦味的糖苷型檸檬苦素類化合物 (limonoid glucosides)，以此酵素添加於柑桔果汁進行作用可降低苦味，並將保留大部分



柑桔類的果汁產量位居果汁類產品之冠

的檸檬苦素類化合物，如此一來除了提高柑桔加工品的品質之外，更可增進其對人體健康的幫助。根據研究發現，不同的柑桔品種中以柚類的檸檬苦素葡萄糖苷基轉移酶醇

素活性最高，且隨著果實的成熟酵素量亦有提升的現象，因而柚類果實如文旦、白柚等，其果汁的苦味會隨採收後貯藏時間的增加而降低。近 3 年已有學者嘗試使用生物技術之方法對此酵素之基因進行研究，期望未來可將其在轉殖入柑桔果樹中，使此酵素可以大量表現，以栽培出果汁不具有苦味但又富含對人體健康有益的物質之柑桔品系。

柑桔除檸檬苦素類化合物之外，亦富含果膠、維生素等等對人體有益之物質，因此若以本土柑桔進行健康食品的開發，或以柑桔加工後廢棄物進行再利用，如萃取精油、檸檬苦素葡萄糖苷基轉移酶的萃取與分離，甚至於檸檬苦素類化合物的萃取等，以提升柑桔之利用價值。除此之外，加強對本土種柑桔的研究，以相關研究作為背書對柑桔青果及柑桔果汁進行推廣，亦為提升國內柑桔產業之方法。



以生物技術方法可增加柑桔的附加價值