

# 食用紅甘蔗健康苗之研發與推廣

台灣糖業研究所健康種苗中心/陳主得

## 緣起

台灣食用甘蔗（中國大陸稱為果蔗）最主要品種為高貴蔗（Noble cane, *Saccharum officinarum* L.）之 Badila 品種，俗稱紅甘蔗（大陸稱為黑皮果蔗）。1908年首次自澳洲引進，1937年及1990年分別再自澳洲及美國農部輸入（羅傳成，1992。慶祝台灣糖業研究所成立九十週年紀念，台灣糖業研究之回顧與展望，27~73），因為先後均感染嵌紋病，1991年作者再自澳洲引進健康紅甘蔗苗。由於在台不易開花，極少應用於製糖甘蔗雜交育種。紅甘蔗引進台灣後，不久即成為民間生食用主要品種。二次大戰結束後種植面積驟增，種植區域除基隆市及澎湖縣外，幾乎遍佈全台，1983年高達6,422公頃。早期（1978年前）以台南縣為主要產地，1979年後南投縣越居首位，其次為雲林縣、彰化縣、台東縣及屏東縣。近十年來，因市場上其他水果類作物供應充份，農業勞工缺乏，有意願削甘蔗出售之零售商日趨減少，及蔗皮在都市內造成環保問題等原因，種植面積逐年萎縮，1994年僅有2,809公頃（依據台灣農業年報1995年資料）。

紅甘蔗在台將近90年之栽種結果，由於對甘蔗嵌紋病毒（sugarcane mosaic virus, SCMV）及宿根矮化病（ratoon stunting disease, RSD）高度罹病性，加以缺乏妥善管理如苗圃檢疫，及自行留種

等因素，普遍感染上述兩種系統性病害，甘蔗品質及產量受到影響。1982年陳金生氏等報告（台灣糖業研究所研究彙報，97：1~13，1982）病蔗產量較健蔗減少27%。1980年台灣省政府農林廳（其時余玉賢博士任廳長）曾經行文台灣糖業研究所，要求就紅甘蔗品質改良加以研究，當時台糖公司以紅甘蔗為製糖甘蔗之對抗作物為由，無法接受委託研究。1990年農委會主委余玉賢博士於副主委葛錦昭博士調任台糖公司董事長之際，舊事重提，委請由台糖研究所進行食用紅甘蔗品質劣變及其改良方法之研究。由於糖業經營策略改變，糖研所欣然接受委託，嘗試從植物病理及甘蔗育種兩方面進行研究。前者根據1982年之試驗結果，以開發無SCMV及RSD感染之健康苗提供農民栽種，俾能恢復紅甘蔗原有之風味與品質，後者則擬由雜交育種方法，選育其他適合生食用之甘蔗品種。作者因二十餘年來從事甘蔗病毒及細菌性病害研究，對於嵌紋病毒及矮化病菌之病原性、感染途徑、檢測方法及防除等均有系統之研究及系列報告（陳主得等，1992，慶祝台灣糖業研究所成立九十週年紀念台灣糖業研究之回顧與展望，185~215），因此於1991年春，以莖頂培養（shoot tip culture）技術，試管內培養紅甘蔗之組培苗後，當年7月接受農林廳農建計劃經費，連續三年，終於成功研發量產紅甘蔗健康苗之方法，並於1993年2月在二水首次示範栽培，面積0.3公頃，當年秋又分別於二水、埔里及鹿野等三地分五區進行較大規模示範栽培，與一般市販苗或自留苗者（多數感染SCMV及RSD）比較，成果頗佳，受農民肯定。茲將有關紅甘蔗健康苗研發經過及推廣過程

草成本文，供有關人士參考。

### 微體繁殖

應用莖頂或生長點培養進行微體繁殖 (micropropagation)，於短時間獲得大量無病毒之健康組織培養苗，為重要經濟作物種苗量產之方法。以組織細胞培養技術為甘蔗品種改良之一種方法始自1969年 Heinz 與 Mee 兩氏 (Hawaii. Sugar Plant. Assoc. Exp. Stn. Ann. Rep., 1969: 4~5) 以及 Barba 與 Nickell (Planta, 89(3): 299~302, 1969) 兩氏。但是應用莖頂培養技術快速繁殖優良甘蔗品種之種苗，則遲至1980年代才漸次開發，其主要乃是因為優良品種自實生苗期起至命名推廣之十幾年間，經由多次無性繁殖結果，業已獲得相當數量的蔗種，因此無進行微體繁殖之必要。近十年來，印度、巴西、夏威夷、模里西斯、法國、哥倫比亞及澳洲等地，或因欲與傳統蔗苗比較，或因某一特別優良品種極需大量種苗，或為取代田間方法於實驗室內保持甘蔗種源 (germplasm) 等因素，先後研發應用甘蔗莖頂培養技術。聯合國糧農組織 (FAO) 所屬國際植物遺傳源理事會 (IBPGR) 與國際蔗糖技術學會 (ISSCT) 均推薦以組培苗為交換甘蔗種源或品種之用，可見甘蔗莖頂培養技術日趨重要。作者於1991年春開始研究紅甘蔗健康苗之微體繁殖，參考國外已發表之報告，1991年6月育成具根、莖、葉之組培苗 (陳主得等，1994，台灣糖業研究所研究彙報，144: 33~41)。其後並就如何提高繁殖母體之形成，分生苗長根條件及組培苗馴化等問題，進一步探討。目前已完成較完整之紅甘蔗健康組培苗生產體系，流程分述如下。處理後植株均置於25~30℃，每日光照16小時，強度約

3,000lux 之培養室內。

### 組培苗的生產流程

**準備階段：**建立紅甘蔗健康苗種株 (stock plants) 為目標。採集不具甘蔗嵌紋病徵之紅甘蔗蔗苗，經50℃熱水處理2.0~2.5小時後種於溫室。其長成之蔗株，經酵素聯結免疫吸附偵測法 (ELISA) 及免疫抗體子顯微鏡檢測法 (ISEM) 確明不含 SCMV 粒子 (Chen et al., 1987. Rep. Taiwan Sugar Res. Inst., 118: 12~21; Cheng et al., 1993. Plant Pathol. Bull., 2: 227~231)，並以螢光抗體法 (IFA) (吳孟芳等，1990，中華植保會刊，32: 91~99) 檢測不含 FSD 病原細菌 *Clavibacter xyli* subsp. *xyli*。此等未感染 SCMV 及 RSD 之紅甘蔗株於溫室內種植為成蔗，供作組培繁殖之種株。

**第一階段：**建立繁殖母體 (culture establishment)。1994年前採用之方法如下：將上述種株之單芽蔗苗，再次以50℃熱水處理2小時後，置於蛭石或栽培土內催芽，長至3~4公分後切取芽部，或長成25~30公分幼蔗時，切取莖頂組織，約3公分，剝去兩片包葉 (鞘)，於無菌操作箱內經3%次氯酸鈉溶液或0.1%昇汞水處理5~10分鐘後，以無菌水清洗3次，再剝除2~3層包葉後，將長約0.5公分具生長點之莖頂，置入每支盛有10ml MP II 培養液之培養管 (15×3cm) 內 (Lee, 1987. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 10: 47~55)。MP II 成份除 MS 無機鹽 (Murashige and Skoog, 1962. Physiol. Plant., 15: 473~497) 外每公升填加100 mg myo-inositol, 1 mg thiamine HCl, 0.1mg kinetin, 0.2mg benzolaminopurine (BAP) 及20或25g 蔗糖，pH5.8。約1~ →

→ 1.5個月後長成繁殖母體。以往數十次如此處理結果，常因栽培介質中之雜菌污染無法完全消除，導致形成繁殖母體之比率頗低，甚至全數廢棄。1995年探明將種株成蔗削頭部自生長點組織切除，約1~1.5個月後，莖部側芽長成約20公分以上之幼蔗，自基部切下，剪除葉片，僅留包括莖基的幼莖長約7公分，剝去兩片葉鞘後，經3%次氯酸鈉溶液表面消毒10分鐘，清洗一次，再於無菌操作箱內以70%酒精噴灑幼莖，徒手剝去葉鞘，直至具有生長點組織之莖頂部份出現。握住莖基組織，藉解剖刀切下莖頂組織，約0.3~0.5公分，置入培養液內等待繁殖母體形成。於多次重複執行結果，顯示本方法由於植體不接觸栽培介質或土壤，被雜菌污染率頗低，莖頂於移植後約2週即開始形成繁殖母體。因採用液體培養基，為避免植體全部埋入培養液中影響發育，需將植體置於濾紙作成之支撐橋上。

**第二階段：**芽體大量繁殖（shoot multiplication）階段。將繁殖母體續於MP II 培養液中，進行腋芽大量繁殖。探討分生芽體繁殖速率時，將具有1支或兩支幼莖之芽體，置於MP II 培養液中，兩週後計算每株芽體之幼莖數，探明單莖母株繁殖速率12.9倍，而雙莖株為10.1倍，因此紅甘蔗分生增殖，無論以單莖或雙莖株移植，每兩週至少可增加10倍。分生芽體於MP II 培養液生長，移植四週後因養份供應不足開始出現黃化現象，因此在分生量芽體量產時，配合人工調配，以3~4支幼莖為一株移植，每3週切割分生一次，5~6次後進入長根培養。

**第三階段：**促成分生苗長根，育出具根莖葉之組培苗。因分生芽體於MP II

養液中繼續增殖，但不長根。在探討長根試驗中，先將MP II 養液中蔗糖含量提高為60g/l（培養基簡稱MP VI），添加（1g/l）或不添加活性碳及每支培養管中置入（0.8或1.5g）或不添加蛭石等不同處理，探明每公升MP VI 養液添加1g活性碳可促進長根，而每支培養管裝填1.5g蛭石之培養條件對分生芽體長根較佳。但後來發現僅於MS無機鹽外每公升添加20、40、60或80g蔗糖時均可使紅甘蔗分生芽體長根，而以每公升40g者，植株生長最佳，葉色綠，根系佳，易分株。此等結果使紅甘蔗莖頂培養均可於液態培養基中完成，因無活性碳及蛭石等固體物，使用後培養管之清洗較方便，節省不少人工。

**第四階段：**組培苗健化。將組培苗自培養管移出，剪除部份葉片，移植於穴孔大小7×5.5公分之穴盤內，每盤35穴。1994年前所用栽培介質為經溴化甲烷（methyl bromide）處理之砂壤土與有機肥以3：1比例混合而成。1995年則改用自荷蘭進口之滿地王3號栽培土。健化工作於網室或溫室內進行，後者因保溫較佳，組培苗馴化存活率較高。組培苗於溫室內（25~35℃）馴化栽培約2個月後長成25~30公分高之幼蔗，剪除梢頭葉片後，定植田間。

### 田間繁殖

馴化後紅甘蔗組培苗無法直接供應農民作為原料甘蔗之種苗，因長成之成蔗高低不齊，粗細不均，影響商品價值，因此需定植田間培育第一代苗。並為降低種苗成本，需再度採苗育成第二代苗，方能提供農民種植。田間繁殖健康苗應注意避免SCMV二次感染、螟蟲及雜草防除，方

能獲得成本低品質佳之保證。1995年4~5月，分別於新營蔗作實驗場、埔里、二水、荊桐、土庫、鹿野及關山等地種植組培苗，至當年9~10月，第一代苗 SCMV 二次感染率分別為<1%、10%、1.5%、<1%、2.4%、2.8%及10%，低於3%以下者輔以每月兩次巡視苗圃拔除病株，可保幾無病株之第一代苗。繁殖倍率均約10倍。1996年5月分別於新營蔗作實驗場、虎尾工作站、土庫及關山等地種植第一代苗，當年10月第二代苗之 SCMV 感染率分別為4.4、1.7、3.0及5.0%，繁殖倍率約12倍。由以上兩次種植結果而言，新營及虎尾區 SCMV 二次感染較低，適合設置苗圃。

在田間繁殖紅甘蔗健康苗，雜草防除為影響種苗成本之重要因素。目前探明種植組培苗前2.5個月，以總清（0.4kg a.i./ha）處理，可清除多年生雜草，種植後，先噴草脫淨（1.6kg a.i./ha）為雜草萌前防除，並以聖克（1.4kg a.i./ha.）或草殺淨（1.6kg a.i./ha）或草殺淨及草脫淨各1.2kg a.i./ha之混合液防除萌發雜草，成果尚佳。至於契約農戶繁殖第二代苗之田間雜草防除，則以多次施肥培土為主要除草手段，偶而輔以噴灑草殺淨達完全防除之目標。

至於甘蔗螟蟲，新實場以釋放寄生蜂，而農戶以殺蟲劑為防治方法。完全以卵寄生蜂控制紅甘蔗原料蔗螟害之可行性，尚待探討。

### 推廣種植

經由莖頂培養獲得的紅甘蔗第一代健康苗為提早探明其效果，遂於1993年2月提供二水謝姓農戶示範栽種，面積0.3公頃，蔗園位於二水往田中之公路旁，由於

無嵌紋病感染，健康苗育成之蔗株蔗葉色澤較病株濃綠，加以屬春植，成長過程中 SCMV 二次感染較低，又無矮化病感染，種植後三個月，即因生長勢較旺盛，而與隔鄰黃姓農戶提早種植兩週自留種（多數感染 SCMV 及 RSD）育成的蔗株有明顯差異，也引起當地農戶之注意。

當年10月間由農林廳補助部份種苗費用，提供第一代健康苗予二水、埔里及鹿野等三地5位農戶進行較大規模示範栽培。因屬秋植，SCMV 二次感染較嚴重，三地發病率分別為10、95及30%，二水地區最低，其中許姓農戶種植成果最佳，翌年（1994年）10月採收時健康苗育成之成蔗產量較市販苗者（SCMV 及 RSD 感染均達90%以上）高出27%。當年配合二水農會舉辦種植成果觀摩會，健康苗之價值頗受埔里及二水兩地農民肯定。

由於健康苗於台南本所，多次繁殖倍率不及4倍，因此無法按計劃充份供應農民蔗苗，遂於1995年4月與許姓農戶契約合作產銷紅甘蔗健康苗，另將自營苗圃移至新營蔗作實驗場。兩地繁殖成果均佳，當年秋推廣面積達24公頃。1996年更與二水、土庫、荊桐、鹿野及關山等地5位農戶成立契約苗圃，共同產銷健康種苗，推廣面積約30公頃。1996年10~11月繼續分別於台東區及埔里舉辦種植成果觀摩會，其中鹿野潘姓農戶之成果最佳，蔗產量增加45%。

### 產銷系統

應用莖頂培養技術快速量產組培苗，於1992年初步成功，但完整的量產技術1995年才告完成。至於田間繁殖早期因糖研所本所繁殖倍率一直無法提高，至1995年移至新營蔗作實驗場及與農民契約共同產