

現代化果樹栽培方式與其應用於熱帶水果生產之改進

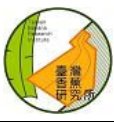
翁敏雄 柯立祥 譯

譯者按：隨著經濟與社會結構之改變，農業生產在工商掛帥以及國際貿易自由化之壓力下，日益式微，往往有賴政府補貼或控制農業品之進口，否則難以競爭與生存。隨著農村勞力之減少，以及工資之日益高昂，農業生產成本相對顯著提高。農業生產之競爭能力益形薄弱，長期的補貼，逐漸造成國家經濟之一大包袱。因此，近年來，農業生產上，如何降低生產成本以及提高單位面積產量及品質，一直是農政單位及有關人員設法努力達成之目標。用近年來工商業頗為流行之一句話表示，即提高「生產力」，亦即如何以最小之投資（包括人力、物力、財力）達到最大之生產（有效生產）。隨著時代之改變，農業之生產，生產成本以及生產力之觀念必須建立，否則難以競爭與生產。

本省地方雖小，但水果之生產，從溫帶一直到熱帶之水果均有。隨著國民生活水準之提高，在農業生產之比重愈形重要。由於果樹栽培生產往往需要相當之園藝技術，且在目前「生產力」之前提下，傳統之粗放與低效率之生產方式，已難以適於目前之生產環境，必須加以調整或修改。在經濟上與生產力之著眼點下，優良品種之選擇、建園後之提早結果、生產成本之降低以及投資成本之迅速回收，產量與品質之提高……等等，一直為吾人所努力之目標。「現代化果樹栽培方式與其應用在熱帶水果生產之改進」一文，乃 Mohammed, S 和 L. A. Wiloon 兩人，共同發表在熱帶農業（Tropical Agriculture）期刊中（1984 年第 61 卷第 2 期，137~142 頁），就幾種現代化果樹栽培方式加以介紹，並與傳統之果樹栽培方法之優劣加以比較，以及應用在熱帶果樹生產之可行性，再以檢討，值得吾人參考。

摘要：現代化果樹栽培方式，諸如叢狀式果園（Bush Orchard）、草原式果園（Hedgerow Orchard），以及棚架式（The Tatura Trellis）、圓錐式（Pyramid）、單幹式（Cordon）、窗簾式（Curtain），與垣籬式（Hedgerow）等都被述及。同時將現代化的果樹栽培方式與傳統的栽培方式，提出比較。前者除提早收成，與投資回收快外，穩定而高的產量，與低的人工需求，在現代化的果樹栽培方式較傳統方式具有更多的優點。應用這些新的果樹栽培方法，以改進熱帶水果之可行性，在本文中亦被提及。

（特別以西印度大學的研究，蕃石榴的生產發展以草原式果園栽培的方式說明。）



一、前言

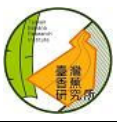
現代化果樹栽培方式在溫帶果樹的生長發展已有幾年，但在熱帶果樹的生產方面，只要稍微加以修改，即可應用。這些栽培方法，基本上包括密植，利用化學藥劑控制果樹生長，以及利用矮化根砧、修剪，整枝等等，有些則要藉機械採收。在園藝方面的發展，從每公頃祇種植少數幾株實生砧的高大果數，到種植較多中間型大小的果樹，而到高密度種植方式，後者需配合矮性根砧的利用，果樹成紡錘型（Spindle-type）。因為生產成本日益上升，所以要達到早收。高產。低勞力需求，上述這些改變是必要的。比較果樹栽培的現代化方法與傳統的栽培方法之優劣，前者所具有的優點超過後者（表 1），而現代化栽培方法的少數缺點，則可以靠研究來加以解決。

表一 傳統的果樹栽培方式與現代化果樹栽培方式之比較

項目	傳統方式	現代化方式
株數	每公頃只有少數幾株高大的果樹（150~200 株公頃）	每公頃有較多矮小的果樹（500~10,000 株/公頃）
種植到結果	種植到結果較慢，通常需 6~8 年或更長	結果早，一般祇需 2~3 年。
產量	每公頃總產量低	每公頃總產量增加（300~500 噸/公頃）
管理	由於樹大，管理困難	樹小，管理容易
工資	需較多人力	需較少人力
生產成本	生產成本較高	生產成本降低
採收	困難（人工採收）	利用機械，採收容易
果實品質	樹冠大陽光穿透差品質低劣	樹冠小透光較佳品質較優
建園成本	低	高
機械設施	不需昂貴機械	需昂貴的機械
化學藥劑或生長調節物質	不需使用生長調節物質，以控制果樹生長、開花與結果	需使用生長調節物質，來控制開花、結果

雖然現代化果樹栽培方法，在溫帶水果之生產，且已被應用到商業的生產上，可是它在熱帶水果生產的潛力與應用，仍尚未被開發。此外，傳統的果樹栽培方法，已證明是缺乏效率，不吸引人的，而且不易管理，使熱帶水果的生產下降，特別是在高工資地區尤甚。

在熱帶果樹的栽培，將傳統方法加以改進，使其現代是迫切需要。在此篇報告中即提及溫帶果樹栽培的種種現代化方法，並且檢討利用這些方法，在改進熱帶果樹栽培上可行性。



二、分類

在本文中提到的現代化果樹栽培方法的分類方式，依種植密度或程度，可分中高密度種植 (mhdp)，最適密度種植 (ohdp)，及最大或超高密度種植 (uhdp) 三種。而這些新栽培方法，依果樹的形狀、大小、型式來分類，則以叢狀式 (Bush)、棚架式 (Tatura Trellis)、圓錐式 (Pyramid)、窗簾式 (Curtain)、垣籬式 (Hedgerow) (果壁 (Fruit wall) 或樹壁 (Tree wall))，或草原式果園 (Meadow Orchard) 較普遍。本文將利用這些分類，而在這提及果樹栽培方法時，種植密度也將提到。

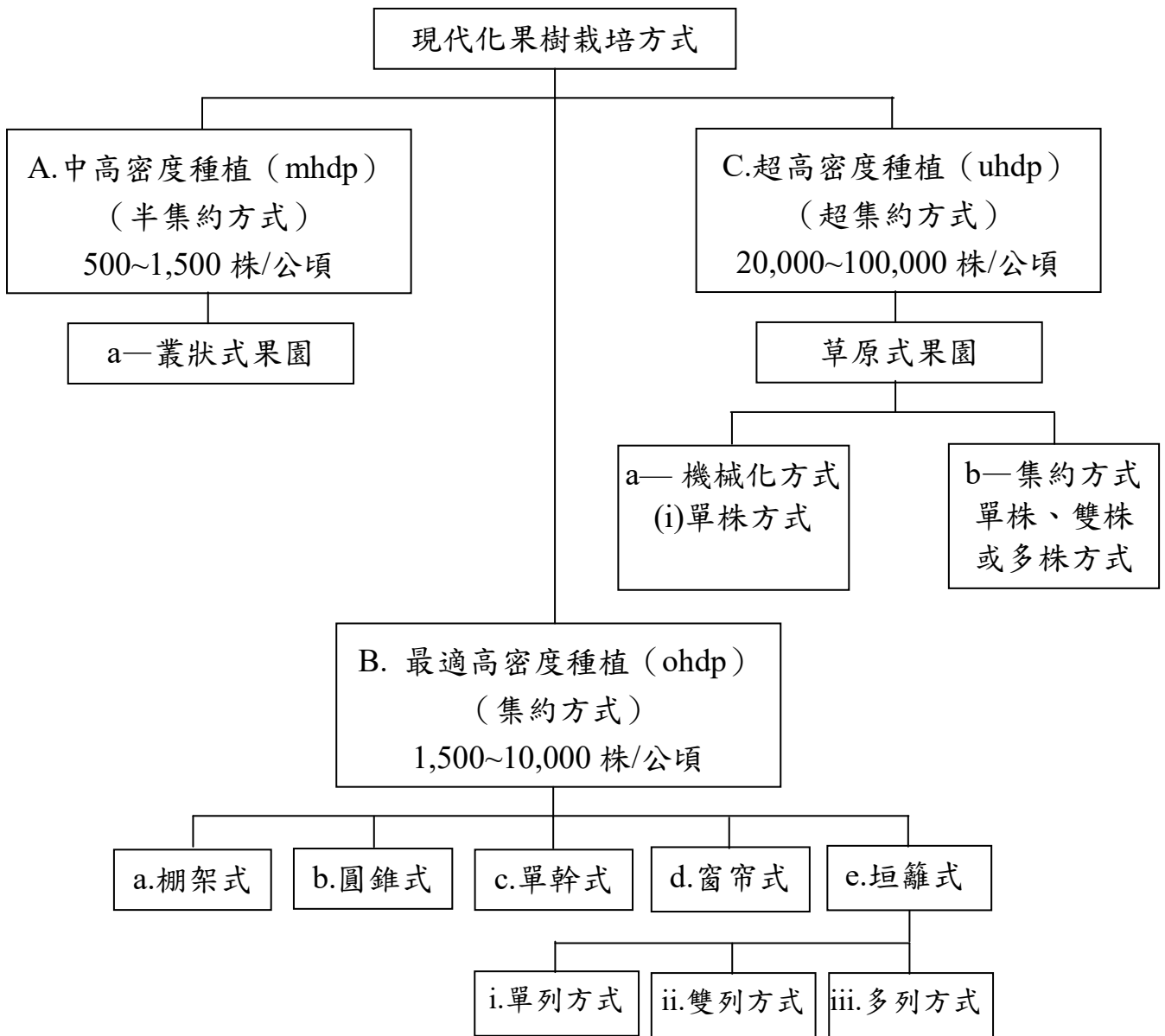
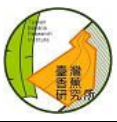


圖 1. 各種果樹栽培方式概要圖



三、說明

- (一) 叢狀式果園 (Bush Orchard): 叢狀式果園是一種半集約或中高密度的栽培方式。種植密度約每公頃 500~1,500 株 (傳統的方式每公頃約 120~177 株), 果樹像似一灌木, 以矮化品種或矮化根砧來控制果樹的高度。利用變則主幹形整枝法 (Modified Central Leader) 或其他適合的整枝方法, 在早期幾年利用輕剪方式, 包括在採收後疏去枝條; 而在後幾年, 則利用較重的修剪方式, 以這種方法來控制果樹的生長, 而利用有機肥料與無機肥料, 來確保其高產。

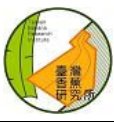
叢狀式果園或半集約式果園栽培方式的優點是其建園成本較最適密度或超高密度種植者為低。這種栽培方式在土地取得並不是一個限制因子時, 且所栽培的品種亦並不適合於集約種植之時則特別重要。然而應注意的是叢狀式果園或半集約式的栽培方式, 在得到實質回收報酬的時間比集約式的栽培方式需花更長的時間 (4~5 年), 而且修剪、人工疏果、採收的操作, 均較集約式的方式更精緻。

- (二) 塔土拉棚架式 (Tatura Trellis): Tatura 棚架式是一種密植、高密度或集約式的種植方式, 呈 V 字型排列, 南北走向。每一果樹祇留兩枝主幹, 朝東與西生長, 與水平線約成 60 度角。此種果樹栽培方式是在 1973 年由澳州塔土拉 (Tatura) 地方的灌溉研究所發展出來的。結果顯示, 此種栽培方法, 果樹早收與高產是可能的。在商業栽培上, 已有許多果農, 以 Tatura 方式栽培。在黏核桃的商業性栽培, 果樹整枝成 V 字型 Tatura 棚架方式 (平均種植密度每公頃 1,800 株), 在經五個生長期的累積產量每公頃約 145 噸, 較傳統的杯狀型低密度果園 (每公頃 300 株) 每公頃 52 噸的產量為高。此種栽培方式可增加投資的回收, 而且可使果農很快的改變種植其相對有利可圖的果樹與品種。

- (三) 圓錐形果園 (Pyramid Orchard): 這是一種集約式或高密度種植方式的果樹栽培方式, 其種植密度可達每公頃 3,000 株, 果樹的整枝是採主幹圓錐型整枝方式 (Centr leader Pyramid), 其高度與最大寬度, 最大可達 4 公尺, 為了避免因噴藥時的穿透不良, 及果芽形成的遮蔭與果色不佳的問題, 以及採收與疏果困難等問題, 果樹要具有非常開放架構 (Open texture) 之多樹冠型式 (Multi-canopy pattern)。

在較不肥沃的土壤, 圓錐式栽培方式證明是有利的。在紐西蘭這種栽培方式的蘋果, 有非常高的產量 (130~170 噸/公頃), 這種栽培方式, 對不需要支柱與夏季修剪的果樹亦非常適合。

- (四) 單幹形我培方式 (Cordon System): 單幹形的栽培方式, 已在法國的桃樹栽培上被使用, 利用實生百作為根砧。最普通的種植距離是 4 X 1 公尺 (每公頃 2,500 株)。在桃樹此種栽培方式並不絕對需要鐵絲及支柱來支持果樹。在第



一年，種植時，將一年生苗木，從芽節 (bud union) 上方約 10 公分處切掉，以獲得強壯而正常整齊的羽狀果樹。在前兩年間，必須除去基部的側芽，其使植株強壯，而保留主要的垂直枝幹，以造成單幹形。

在最初兩三年期間，控制果樹的生長非常重要。假如果樹的生長太旺盛，則著果將非常低，且果樹長出許多徒長枝，若樹勢太弱，則果樹一直停留在幼小階段而不結果。在單幹形栽培方式，在果樹 4 年齡時，其高度在 4~5 公尺左右；而果樹係在第二年時即開始結果，但在第四或第五年才開始達到最大生產。

- (五) 窗簾式栽培方式 (Curtain System)：這種果樹栽培方式是基於機械化修剪與採收為基礎。是由在 Hungary 地方的 Gyuro 氏等人為了蘋果的生產所發展出來。蘋果的機械化採收，果樹須具柔嫩的結果枝，且儘可能少堅硬的骨餘枝。這窗簾式的骨架是以主幹形整枝 (Central Leader)。而留一或二對水平的主枝，長約 180~220 公分；種植密度為每公頃 3,000 株，小枝修剪成垂直懸掛的窗簾，以適於果實採收器 (fruit harvester) 指狀脫粒器的水平振動。因此：果樹的柔軟非常重要，因果實採收器的指狀脫粒器與果實的收集器均要伸入樹冠內。

在蘋果的窗簾式栽培方式，使用株頂採收器 (Over-row harvester)，可提高蘋果栽培的效率，而無任何投資與產量的損失。品種要以具有長而細且多果實者最適宜。在 Hungarian 的第一個窗簾式蘋果栽培，與利用垣籬式的果園栽培，在相同年齡與種植密度，其果實產量大約相等，但果實大小、色澤則前者較佳，因窗簾式者之樹型較薄。

- (六) 垣籬式栽培方式 (Hedgerow)：垣籬 (果壁或樹牆 fruit wall or tree wall) 栽培方式，是利用在桃、蘋果等果樹栽培上最普遍的現代化栽培方式。這種栽培方式是利用生長調節劑的使用，加上果樹間根的競爭，而使果樹矮小。最初的設計是為了株頂採收器的機械化採收而設計。這種栽培方式，種植距離為株距 30~50 公分，行距 3 公尺。栽植密度每公頃 2,500~10,000 株，利用鐵絲將果樹支持著，利用呈直單幹擔枝方式，高度為 2 公尺。為了停止果樹進一步生長，可噴一種主要成分含 1% NAA (Naphthalene) 的瀝青，名叫樹停 (Tree hold) 的藥劑。而為了控制果樹的側面生長，而伸入行間，則可利用樹籬修剪器，來機械化修剪，同時配合 (Succinic acid-2,2-dimethyl hydrazine) SADH 使用來控制。生長抑制 SADH 是用來抑制機械修剪後的枝條生長，同時誘發枝條的果芽形成，此種方法果樹生長可以控制，且從第二年起，每年方可得到高品質的水果。

這種果樹可單行 (Single)、雙行 (Double)、多行 (Multi-row) 種植方式。單行設計最主要的好處，是可改善樹冠內光的分佈。因光是良好品質水果



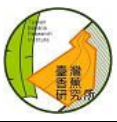
所需要的。此外，單行設計的果園亦易於管理。但是最主要的缺點，就是由於行內種植許多果樹，在行間光線的截取並非最大，所以果園的產量減少，而且當行內株距變小時，水果的平均大小也變小。

多行種植時，光線的截取與果園的生產潛能增加，但光線的分佈與果實的平均顏色變得較不理想。每公頃種植株數增加，則每株果樹得自行間的巨大空間因而被犧牲而減少了，因此多行種植方式最主要的利益之一被損失了，且果實的平均大小與色澤可能就被降低了；與單行種植比較，更不利之處，乃樹冠的管理上，穿透性不良，噴藥的小藥滴不易透入，尤其是後者的缺點，另致多行種植的中間部份發生病害。

(七) 草原式果園 (Meadow Orchard): 草原式果園是一種超集約式或超高密度式的種植方式，其種植密度每公頃 20,000~100,000 株。草原式果園的一般觀念是在 1971 由胡德遜 (Hudson) 氏所提出。但進一步解決一些技術上問題的報告則是由 Child (1973), Luckwil and Child (1973) and Luckwill (1978) 等人所提出。這種栽培方式的設計是在使二年齡的果樹結果，因此利用化學物質的控制與調節，使果樹變成較簡單與較小的骨架，不像傳統栽培的果樹，是具有巨大支幹的方式。在蘋果，第一年藉生長調節劑的處理，以誘發果芽的形成。而在第二年果樹開花與結果，在採收後支幹切掉，祇留一殘幹，供第二年再從殘幹上長出一新枝條，而重複二年的循環。果園的採收是利用聯合收穫機 (Combine harvester) 收割，它可將水果與枝條分開，因其採收方式是用機械收割之方式，故名“Meadow”。

為蘋果而發展的草原式果園栽培方式，最初設計是為機械採收，因機械採收在大農場它較有利，但在一些小農制度的農場則不適合，因為機械需要很高成本。然而果樹小的果園，此栽培方式的優點，是可在地上操作，且建園成本不貴，又早熟。因此，對自己人工採收的小果農而言，相當吸引人。因此 Erez 氏 (1982) 以桃的研究發展出兩個可行的草原式果園栽培方法，即在大農場用機械的方法，在小果農則用集約式的方法。

1. 機械化栽培方式 (The mechanized system): 這種栽培方法是為了機械化採收而發展出來的。利用聯合採收機可將果實從切掉的樹冠內分開出來。這個栽培方式的構想是果樹在採收時，將果樹的莖切斷，而祇留一殘幹，此殘幹以後可再重新生長枝條，爾後生長方式幾乎相同。機械化草原式果園，在桃樹有兩個主要的缺點，對於中生與晚生 (熟) 的品種並不適合，因為採收後沒有足夠時間供地上部再生。此外，採收時將綠色部份之樹冠地上部完全砍去，給果樹本身的衝擊亦很嚴重。很明顯的潛在性問題，就是某些微量元素會嚴重的缺乏。但若藉灌溉系統繼續供給這些元素，就可克服這些問題。



2.集約式栽培方式 (Intensive System)：在這種新的草原式果園栽培方式，修剪與採收是分開的，修剪是一直到採收後才進行。果樹整枝方法是留兩主幹，而非單幹，就如機械化方式 (圖 2)，兩主幹之一剪短成剩一殘樁，允許其在生長季節重新生長與花芽形成。另一主幹則不修剪，結果採收後利用輕剪，以減少對鄰近生長枝的遮蔭，而後再修剪成短幹。如此每個主幹，每二年結一次果。在此種栽培方式，每年均可結果，而與採收時間無關，且對果樹本身的衝擊可因樹冠 (地上部) 切除的變換而大大減少。

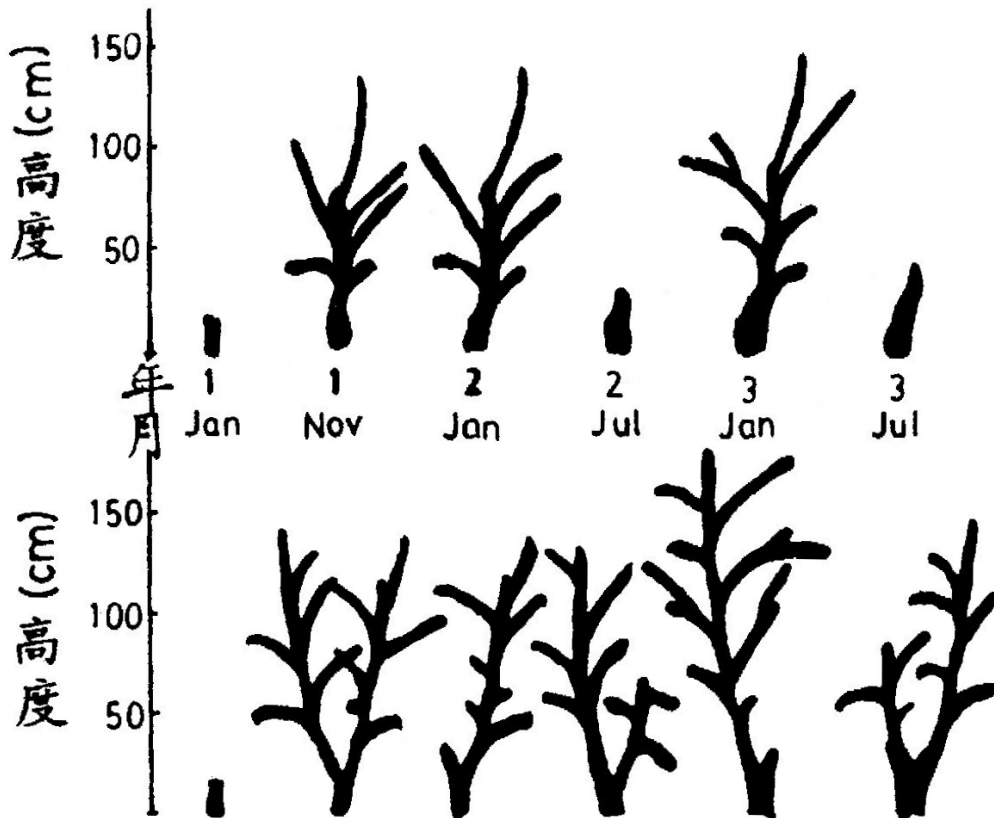
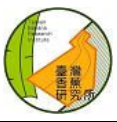


圖 2 機械化 (上) 與集約式 (下) 草原式果園之果樹發育比較

在這種栽培方式有兩個主要的問題：一是如何使較遮蔭且較低的部份，每年獲得新且旺盛的生長。另一個問題是如何防止從較低部份長出的新枝條被未切除的枝條所遮蔭，使全部新梢均可發育花芽。但這些問題可利用修剪操作以克服。以集約管理果樹，產量較機械化經營大大增加。因為花芽分化及著果增加的關係，故單株產量超過機械化栽培方式者。而此種方式亦促進果實的成熟。此兩種方式都有以下的優點，早生 (結果)、不必支柱、相當簡單，且從根插起的建園費用不貴，因此這兩種栽培方式都具有商業化的可行性，對於那些不易根插繁殖的果樹，則草原式果園栽培方法不適合，因為在初期的建園成本高，且有根砧冒芽困難的問題。



四、熱帶果樹生產 (Application in tropical fruit production)

雖然有很多熱帶果樹的種類存在，但在商業規模上，祇有傳統性的水果（柑橘類與香蕉）與耕地作物（plantation crop）（可可、咖啡、椰子）被商業栽培（表 2），大部份其他熱帶水果，如酪梨、檬果、木瓜、蕃石榴、介壽果、人心果、刺果番荔枝等都以庭院樹被種植。而且傳統果樹的產量逐漸下降，顯示熱帶水果，特別是非傳統性的果樹種類仍被忽視而未開發，完全輕忽了其發展的潛力。

除了採收後的處理、加工，與市場的問題，下列問題似乎妨礙了非傳統性的作物發展與進步，同時也導致傳統性作物生產的下降。

- (一) 缺乏現代化且有效率的熱帶果樹栽培方法。
- (二) 勞力不足與工資太貴，特別是在加勒比海地區的國家。
- (三) 失去低成本的競爭優勢。事實上，在加勒比海地區可能是熱帶水果生產成本最高的地區。

在熱帶國家，特別是在加勒比海地區的國家，很明顯的需要引進一個高產、集約、且機械化的水果生產方法。熱帶水果的生產，利用現代化栽培方法，生產果樹可大大增進其產量與品質；不用此方法，將使傳統果樹與低開發的非傳統果樹生產繼續下降，因此研究熱帶果樹，應用現代化栽培的方法是需要的。

很可惜，對於改進果樹栽培方法的研究，世界各地很少人著手去進行。但從過去已研究過的報告，顯示各種不同的現代化果樹栽培方法，可利用在熱帶果樹的生產，如柑橘類、蕃石榴、可可、咖啡等等。例如：在柑桔，據報告密植可增加單位面積的總產量。另據在澳洲與在蘇俄的研究利用半集約式和集約式栽培方法栽培柑桔（Valencia 和“Hamlin” orange），亦獲得較高的產量。類似的結果，在蕃石榴的栽培，實生苗的密植果園（每公頃 805 株）利用 25 % 的尿素，噴灑產生落葉，可誘發果樹提早結果。此外，蕃石榴的種植，採中密度方式種植（叢狀式果園）可得到較高的產量。可可採密植，經證明產量增加四倍。在許多咖啡種植的國家，咖啡種植已有密植的趨勢；在波多黎各（Puerto Rico）咖啡的極高密度種植已已被證明成功，在肯亞（Kenya）亦正在研究中。這些研究顯示，利用現代化技術，在熱帶果樹的生產頗具潛力，但應用此現代化栽培方法，像垣籬式與草原式果園栽培方式，則需要更多的研究與開發工作。

最近，本文作者有一個研究計劃，正在千里達的西印度大學進行，已發展一個為蕃石榴生產的草原式果園栽培方式，利用加工品種 Centeno prolific 為試驗材料，這個研究計劃包括利用根插種植，三種超高密度（每公頃 27,000，37,000，73,000 株）以及數種植物生長調節劑（如 NAA 等）的不同濃度（250~3,000 ppm）對蕃石榴生長、開花及結果的影響等研究。雖然蕃石榴的商業性生產，預估以草原式果園栽培方式的可行性尚太早，但初步試驗結果頗令人鼓舞，不僅果樹在第一年即結果，且其中一個處理，其預估產量高達 270 噸/公頃，遠超過利用傳統栽培方式，在種植



四年後結果的 10.8 噸/公頃。蕃石榴在草原式果園栽培方法下令人振奮表現，認為不久的將來，在商業的應用上，可能成為事實。

新果園栽培方式，諸如垣籬式、單幹式、窗簾式，對蕃石榴的生產同樣引人注意與有希望，但對於其發展則需加強研究。目前應用草原式果園，和其他高密植果園方式以生產芒果、酪梨……等等似乎不太容易利用扦插來無性繁殖的苗木。但克服此一問題及其他瓶頸之研究已經開始，以儘可能應用現代化果樹栽培方法於熱帶果樹的生產。可以這樣說，在溫帶氣候發展蘋果的集約與半集約栽培方式的主要刺激因素，是因矮性與半矮性根砧的發展出。在過去，熱帶果樹缺乏此種根砧，無疑的是主要的限制因子。現在藉化學方法使其矮化，與藉放射性照射，以產生矮化的突變種是可能的。因此，一個新範疇的研究已經展開，它可能有助於發展熱帶果樹的現代化趨勢。

五、結論

現代化果樹栽培方法的發展，在果樹的生產上役顯著地是二項重要的突破。這些現代化栽培方法，以促進果樹早生，及增加生產力，與降低生產成本及人力的需求，幾乎改革了水果的生產。各種栽培方式（圓錐式、單幹式、垣籬式、草原式果園等等）的選擇及成功與否，端視經濟上、技術上、氣候上、土壤條件、果樹品種及栽培者而定。在歐洲。美國的溫帶果樹生產，一些現代化果樹栽培方法，正逐漸被應用在商業規模的生產。很可惜，現代化果樹栽培方法，特別是高密度或超高密度的種植方式（垣籬式、草原式果園），雖在熱帶水果的生產上具有明顯的潛力，但仍停留在未開發的階段。目前正嘗試研究應用這些新栽培方法，以改進熱帶水果的生產。在千里達研究的結果顯示草原式果園栽培方法；對蕃石榴的生產，十分有希望。然而，這些栽培方法在完全應用到商業上之前，仍需進一步的研究。



表 2 重要的傳統性與非傳統性之熱帶果樹

普通名稱	植物學名	科別
傳統性		
可可(Cacao)	Theobroma cacao L.	梧桐科
咖啡(Coffee)	Coffea spp.	棕櫚科
柑桔類(Citrus)		
甜橙(Orange)	Citrus sinensis(L.)Osbeck	芸香科
葡萄柚(Grape fruit)	Citrus paradisi Macf.	芸香科
椪柑(Mandarin)	Citrus reticulata Blance	芸香科
萊姆(Lime)	Citrus aurantifolia(Christm.)Swing	芸香科
檸檬(Lemon)	Citrus limon(L.)Burm. f.	芸香科
香蕉(Banana)	Musa cultivars	芭蕉科
非傳統性		
酪梨(Avocado)	Persea americana Mill.	樟 科
芒果(Mango)	Mangifera indica L.	漆樹科
木瓜(Papaya)	Carcca papaya L.	番木瓜科
介壽果(Cashew)	Anacardium occidentale L.	漆樹科
蕃石榴(Guava)	Bidium guajava L.	桃金娘科
人心果(Sapodilla)	Achras sapota L.	山欖科
刺果番荔枝(Soursop)	Annona muricata	番荔枝科
牛心番荔枝(Custard apple)	Annona reticulata L.	番荔枝科
番荔枝(Sweet-sop, Sugar apple)	Annona squamosa L.	番荔枝科
麵包樹(Bread-fruit)	Artocarpus altills(Pask.)Fosberg	桑 科
布利吉果(Ackee)	Blighia sapida koenig	無患子科
肉豆蔻(Nutmeg)	Myristica fragrans	肉荳蔻科
楊桃(Carambola)	Averhoa carambola	酢醬草科
沙波果(Mammee sapota)	Calocarpum sapota(Jacq.)Merr.	山欖科
羅望子(Tamarind)	Tamarindus indica L.	豆科(蘇木科)
西印度櫻桃(W. I. cherry)	Malpighiaglabea L.	黃耨花科
印度棗(Indian jujube)	Eizyphus mauritiana Lam.	鼠李科
婆羅蜜(Jackfruit)	Artocarpus hetesophyllus Lam.	桑 科
荔枝(Litchi)	Litchi chirensis Sonn.	無患子科
鳳果(Mangosteen)	Garcinia mangos tana L .	藤黃科
馬來滿桃(Pomerac)	Eugenia maiccensis L.	桃金娘科
肯氏滿桃(Jambolan)	Eugenia cuminii(L.)Durce	桃金娘科
星蘋果(Stara apple)	Chrysophyllum cainito L.	山欖科
流連(Durian)	Durio zibethinus Murr.	木棉科