

修剪強度對宿根栽培百香果生育、產量及品質之影響¹

張富翔²、楊旻憲²、王茗慧²、蔡宜峯³

摘 要

百香果為多年生蔓性植物，深具發展潛力，當前每年以嫁接苗株更新，種苗需求集中，常有供應不及現象，影響農友種植時機與收益。然其他國家大多以2~3年生栽培百香果，且具商業生產價值，因此本試驗擬評估修剪強度對第2年生宿根栽培百香果之生育、產量及品質影響，以了解百香果宿根栽培之可行性。本試驗以新植嫁接苗株為對照，將第2年生百香果植株分別處理A剪除棚頂(170 cm)以上主莖、處理B剪除離地60 cm處主莖等2種修剪強度。處理A修剪後莖長、莖徑及莖節數最多，且於修剪後第82.2天、144天進入開花期及採收期，處理B最晚達128.1天及184.3天。處理A產量最高可達34.1 kg/株，較對照組高約33%，惟宿根栽培處理之單果重較輕，且小果比例較高，對照組之平均果重82.5 g，較其他處理重且大果比率61%最高，處理B則果皮厚度最薄。修剪處理與嫁接苗株之成熟葉植體元素、果汁比率、酸度及糖酸比等無差異。綜合試驗結果顯示，宿根栽培不影響百香果之生育、產量及品質，且以修剪處理A較佳，可提早產期、提升產量及增加收入，為可行之生產模式。

關鍵詞：台農1號百香果、二年生栽培、修剪、生產

前 言

百香果(*Passiflora* spp.)屬西番蓮科(Passifloraceae)西番蓮屬(*Passiflora*)之多年生蔓性植物，又稱西番蓮、時計果等，原生於南美洲巴西等熱帶美洲地區。當前全球百香果商業栽培地區包含澳洲、中南美洲、東南亞、非洲等地區，主要栽培品種有黃色種(*P. edulis* f. *flavicarpa*)、紫色種(*P. edulis*)及其雜交品種。黃色種大多用於果汁加工用，紫色種則以鮮果為主^(4,19)。臺灣栽培品種以‘台農1號’為主，且因其香氣濃郁、適合鮮食及加工與具自交親和性之特性，也廣泛的在東南亞或中南美洲栽培⁽²⁾。百香果除可作為鮮食及加工，其果實各部位也具有藥用成分，被利用於治療焦慮、失眠、支氣管炎等，有相當高的經濟效益，具未來發展潛力⁽³¹⁾。

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0913 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、研究助理、研究助理。

³ 行政院農業委員會花蓮區農業改良場副場長。

臺灣百香果栽培過程有病毒病為害問題，現階段慣行於每年冬末、初春期間，將全園植株清除並整地，再更換全新無病毒苗木植栽，以控制病毒病的發生，稱為年度更新栽培模式⁽⁴⁾。近年來百香果國內外種苗需求殷切，國內年度更新需求集中，種苗供應不及現象，已影響當前百香果產業發展。然在國外經濟栽培，一般認為可達5~6年，在高山冷涼地區，亦有8年栽培具經濟效益之紀錄^(14,27)。在肯亞，紫色種百香果以行株距3×0.6、1.2、1.8、2.4、3、3.6 m第2年單位面積產量均與第1年無差異⁽¹⁶⁾；在哥倫比亞紫色種百香果，依不同地區及栽培模式以2~3年更新為主，3年更新模式之第1、2及3年產量分別為10、45及40 t/ha；在宏都拉斯黃色種百香果也以3年更新為主，其第1、2年產量約為26.5 t/ha、第3年產量約20.7 t/ha^(7,27)。在澳洲，因人工昂貴，百香果栽培期間並不行整枝，枝條茂密易導致後續病蟲害問題，大多數以2年生栽培模式控制，僅少數以每年更新模式栽培⁽¹¹⁾；亦有報告指出，百香果以株齡18個月時產量達最高峰，且有3~4年的生產壽命，若商業栽培以3年更新為佳⁽²⁵⁾。在巴西則建議以2年(夏季定植)到2.5年(冬季定植)週期栽培黃色種百香果，再更新以減少後續病蟲害管理問題，冬季定植者第1年產量為35 t/ha、第2年為23 t/ha；夏季定植者第1年產量約25 t/ha，第2年產量為33 t/ha⁽¹³⁾。在哥倫比亞，甜百香果(*Passiflora ligularis*)則可以4年生栽培，於第2~3年時產量最高，第4年較最高產量約減少20~25%，可能因植株過多不結果枝條，或是病害導致⁽²⁸⁾，顯示百香果於大多數產地具有2~3年生商業栽培之效益。

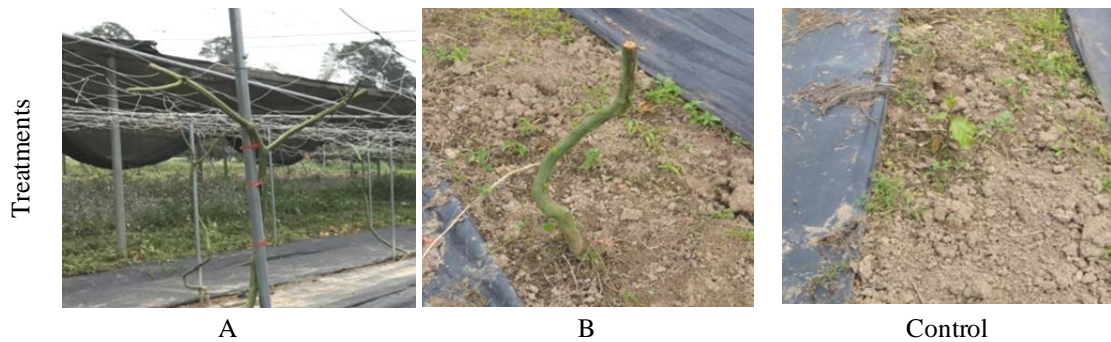
百香果花芽發育於當季的枝條，若枝條年齡超過一季，即失去產生花芽能力⁽¹⁴⁾，需修剪清除舊有枝條以維持生產力，在3年生栽培模式中，修剪程度與修剪與否不影響總產量，但輕度或選擇性修剪可延長百香果生產壽命⁽¹⁵⁾，在哥倫比亞紫色種百香果以留70 cm側枝，留下5~6節供芽體新生，或僅保留主枝等方法修剪⁽²⁷⁾。甜百香果(*Passiflora ligularis*)整枝修剪多在採收完畢後之4~5月施行，每一側枝保留約1 m，修剪後傷口塗抹含銅殺菌劑，若植株狀況不佳則需更新以維持生產⁽²⁸⁾。百香果宿根栽培，若於年度間以適度修剪強度更新枝條，可降低枝條茂密造成病蟲害蔓延及老舊枝條占據生產空間之缺點，並有延長百香果經濟生產年限之可能。因此本研究擬探討不同修剪模式對百香果後續生產之影響，以及百香果宿根栽培之適宜操作方式、可行性，以克服當前種苗供應不及，進而影響農友種植時機及收益問題。

材料與方法

一、植物材料與試驗設計

地點為臺中區農業改良場埔里分場，位於南投縣魚池鄉，海拔約625 m。試驗材料為栽培2年之‘台農1號’百香果植株，並以當年生嫁接苗植株為對照。供試植株於2016年3月3日分別進行修剪及定植，處理方式如圖一，處理A為剪除第2年植株棚頂(約170 cm)以上之主莖；處理B為剪除離地60 cm以上之主莖；對照組為當年生嫁接苗植株，每處理各3重複，共9個試驗小區，以完全隨機設計(Completely Randomized Design, CRD)排列，定植前施用蔗渣堆肥及牛糞堆肥各10 t/ha，以行株距3×3.2 m定植，栽培期間依作物施肥手冊施肥，並依照各處理之生長階段分別於定植後、開花及結果期各施用追肥一次，試驗過程共施用N-P₂O₅-K₂O=

300-150-600 kg/ha，修剪後45天將處理植株疏除過多芽體，每株保留二側枝，供試植株之病蟲害防治依植物保護手冊建議實行。



圖一、百香果宿根栽培修剪方法及嫁接苗株

Fig. 1. Methods of perennial cultivation pruning and grafting seedling of passion fruits. (A) pruning all shoots above the pergola (about 170 cm above the ground), (B) pruning all shoots from 60 cm above the ground, and the control grafting seedling

二、調查與分析方法

百香果於定植/修剪後30、60及81天調查莖長、莖徑及莖節數，修剪處理調查新生之芽體、嫁接苗調查接穗芽體。開花日數以處理日起至第一朵花開花之間所需日數為標準；成熟日期以處理日起至第1顆具商品價值之果實脫落之間所需日數為標準。於2016年8月至2017年1月採收期間，每週採收自然脫落之百香果3次，並逐顆秤重及計算數量，以計算平均採收果數及平均收果重，將採收果實依大果 >80 g、中果 $60\sim 80$ g及小果 < 60 g之標準予以分級⁽⁶⁾。採收期間每個月每處理抽樣24顆自然脫落、外觀無缺損之果實進行品質調查，調查項目包含果徑指數(果長/果徑)⁽¹⁰⁾、果皮厚度(果實橫切面，不包含白色內膜之果皮厚度)、果皮比率(去除果實內果汁、假種皮及種子重量)、果肉比率(果實內果汁、假種皮及種子重量)⁽²⁹⁾、果汁之糖度與酸度採用將果汁及假種皮內果汁充分混合後以PAL BX/ACID F5(Atago, Japan)測定。

土壤檢測樣品分別於2月尚未施用基肥前及試驗中9月份分別採取田間表土0~15cm行土壤元素分析⁽⁸⁾，土壤採樣後，先置於陰涼處風乾處理，經2 mm篩網過篩後分別測定土壤化學性質，以電極法測定土壤pH(土：水比=1:10)及電導度(土：水比=1:10)。土壤有機質含量採用總有機碳分析儀(Elementar vario MAX C)測定。土壤交換性鉀、鈣及鎂含量以1 M醋酸銨(pH 7.0)土：溶液比1:10抽出^(18,20)，土壤有效性磷以Bray no.1方法抽取⁽²⁶⁾，並分別用感應耦合電漿光譜分析儀(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry; ICP-AES, HORIBA JOBIN-YVONULTIMA 2)測定。植體樣品於10月份採樣，採集葉腋有花芽之最新成熟葉⁽¹²⁾，採取將上述所採集植物體樣品以70°C烘乾進行養分含量分析，以濕灰法(硫酸)分解後，測定氮、磷、鉀、鈣及鎂含量，其中以蒸餾法測定全氮量，利用鉬黃法呈色及分光光度計於420 nm下比色，測定其全磷量，利用發光分析儀測定其全鉀量，利用原子吸收分析儀測定其鈣及鎂

含量^(9,20,21,22,23,24,30)。經濟效益分別以每月產量，乘上當月全臺果菜批發市場均價，再換算為每公頃單位收益。

試驗調查資料以CoStat6.3統計軟體(CoHort Software, USA)進行統計變方分析(analysis of variance, ANOVA)，以最小顯著差異分析(Fisher's protected least significant difference, LSD)比較各處理間差異是否達顯著水準。

結果與討論

宿根栽培百香果經不同修剪強度修剪後，對後續新生枝條生長有顯著影響，以修剪較輕處理之處理A植株枝條生長較快，而修剪強度較強之處理B生長勢較差，而年度更新栽培之生長勢與修剪強度較強之處理類似(圖二)。宿根栽培不影響百香果的後續生育情形(表一)，修剪後30、60及81天生育調查顯示，A處理莖徑分別為4.93、5.96及9.45 mm，處理B為4.96、5.22及7.11 mm，皆較對照組之莖徑2.76、4.18及5.73 mm粗，而處理B於81天莖徑顯著低於A處理。枝條長度調查結果顯示，修剪後30、60及81天A處理新生枝條長度分別為21.1、111及205 cm，高於處理B之3.72、54.3及157 cm與對照組之2.99、49.9及145 cm，而處理B及對照組間無差異。A處理於修剪後30、60及81天之莖節數分別為7.58、15.8及26.7節，皆較處理B之2.42、12.7及21.5節多，而對照組雖於定植30天後莖節數3.00節顯著低於處理A，但於60、81天時莖節數與處理A差異不顯著。綜上所述，修剪強度對百香果宿根栽培第2年之植株生育有顯著影響，以處理A較佳，且莖徑及枝條長度優於對照組之生育表現，而處理B修剪強度較強，其莖徑、莖長及莖節數較處理A低，而枝條長度及莖節數與對照組無差異，僅莖徑表現優於對照組。

表一、宿根栽培修剪處理對百香果生育之影響

Table 1. Effects of perennial cultivation pruning on the growth of passion fruits

Treatments ¹	Shoot diameter (mm)	Shoot length (cm)	Nodes of main stem
30 days after pruning/planting			
A	4.93 a ²	21.10 a	7.58 a
B	4.96 a	3.72 b	2.42 b
Control	2.76 b	2.99 b	3.00 b
60 days after pruning/planting			
A	5.96 a	111.0 a	15.8 a
B	5.22 a	54.3 b	12.7 b
Control	4.18 b	49.9 b	13.0 ab
81 days after pruning/planting			
A	9.45 a	205 a	26.7 a
B	7.11 b	157 b	21.5 b
Control	5.73 c	145 b	25.6 ab

¹(A) pruning all shoots above the pergola (about 170 cm above the ground), (B) pruning all shoots from 60 cm above the ground, and (Control) grafting seedling

²Means within each column followed by different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.



圖二、試驗處理後第 58、72 及 144 天百香果植株生育表現

Fig. 2. The growth of passion fruits after treatment for 58, 72 and 144 days (A) pruning all shoots above the pergola (about 170 cm above the ground), (B) pruning all shoots from 60 cm above the ground, and (Control) grafting seedling

宿根栽培不同修剪強度對百香果開花及採收時間亦有顯著影響(表二)，以處理A於修剪後82.2天開花最早，處理B與對照組之間無差異，分別於128.1與122.8天開花。而採收時間亦以處理A於修剪後144.0天開始採收最早，而對照組以167.3天次之，處理B最遲為184.3天。顯示宿根栽培有提早百香果開花結果期之可行性，且修剪強度顯著影響宿根栽培之開花及結果時間，經大幅度修剪之宿根栽培模式，其結果期較嫁接苗株更新晚，更新強度強時，對百香果後續生長勢影響大，有賴健康根系才能維繫生產⁽²⁷⁾，且影響百香果次年度產量⁽¹⁵⁾。

表二、宿根栽培修剪處理對百香果開花及採收期之影響

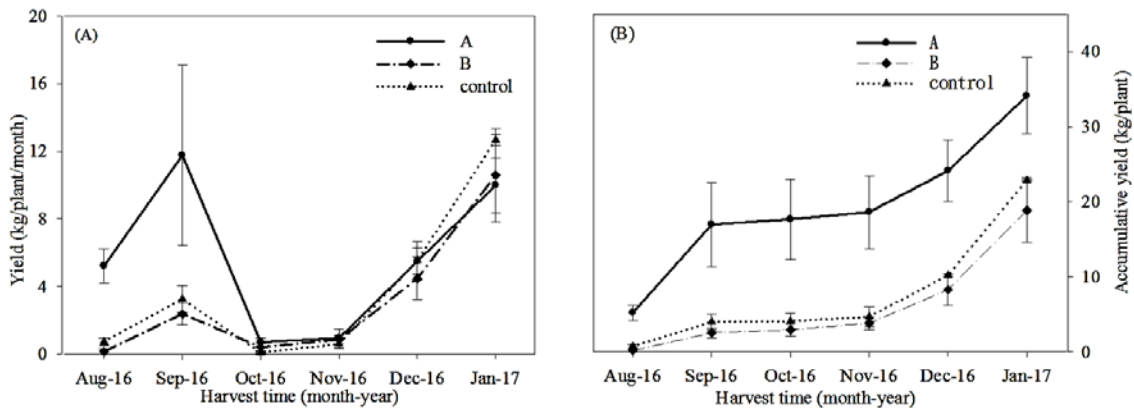
Table 2. Effects of perennial cultivation pruning on the flowering and harvest period of passion fruits

Treatments ¹	Flowering period after pruning/planting (day)	Harvest period after pruning/planting (day)
A	82.2 b ²	144.0 c
B	128.1 a	184.3 a
Control	122.8 a	167.3 b

¹(A) pruning all shoots above the pergola (about 170 cm above the ground), (B) pruning all shoots from 60 cm above the ground, and (Control) grafting seedling.

²Means within each column followed by different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

不同處理之百香果產量亦有顯著差異，宿根栽培模式處理A於8、9月產量分別為每株5.21及11.76 kg，較處理B之每株0.16及2.38 kg與對照組之每株0.73及3.25 kg高，可提前百香果產期，而處理B及對照組每月產量皆無差異，然10月至隔年1月之月產量宿根及嫁接苗株更新間無差異；綜觀累積產量，處理A於試驗期間分別為每株5.21、16.97、17.67、18.62、24.12及34.10 kg，均高於處理B及對照組，而處理B及對照組各月份之累積產量無差異(圖三)。而結果數亦有類似趨勢，處理A每株採收464顆，高於處理B及對照組之每株採收260及279顆(表三)。



圖三、宿根栽培修剪處理對百香果(A)每月產量及(B)累積產量之影響

Fig. 3. Effects of perennial cultivation pruning on (A) yield per month and (B) accumulative yield of passion fruits. A: pruning all shoots above the pergola (about 170 cm above the ground), B: pruning all shoots from 60 cm above the ground, and C: grafting seedling

宿根栽培顯著影響百香果外觀品質，產量較高之處理A平均果重為72.8 g，較對照組平均果重82.5 g低，處理B與對照組無差異。大果比例以對照組達61%最高，處理A、B之間無差異；小果比例則相反，以處理A、B較高，對照組僅17%最低。果型指數處理間無差異，果皮厚度以處理B僅3.43 mm最薄，處理A與對照組間無差異(表三)。果實品質方面，果汁比率、果皮比

率、總酸度及糖酸比於各處理間無差異，而總可溶固形物以處理A最高達16.3°Brix，處理B最低為16.0°Brix，但皆與對照組無差異(表四)。

表三、宿根栽培修剪及年度更新試驗處理對百香果外觀品質之影響

Table 3. Effects of perennial cultivation pruning on appearance qualities of passion fruits

Treatments ¹	Number of fruits (plant)	Average weight (g)	Large fruit ² (%)	Middle fruits (%)	Small fruits (%)	Fruit shape index ³	Peel thickness (mm)
A	464 a ⁴	72.8 b	35 b	27 a	37 a	1.10 a	3.66 a
B	260 b	73.5 ab	42 b	27 a	31 a	1.09 a	3.43 b
Control	279 b	82.5 a	61 a	22 a	17 b	1.10 a	3.75 a

¹(A) pruning all shoots above the pergola (about 170 cm above the ground), (B) pruning all shoots from 60 cm above the ground, and (Control) grafting seedling.

²Large fruit>80 g, Middle fruit 60-80 g and small fruit < 60 g.

³Ratio of maximum fruit height to width.

⁴Means within each column followed by different letter(s) are significantly different at $P<0.05$ by Fisher's protected LSD test.

表四、宿根栽培修剪處理對百香果果汁品質之影響

Table 4. Effects of perennial cultivation pruning on juice qualities of passion fruits

Treatments ¹	Juice (%)	Rind (%)	Total soluble solid (°Brix)	Total acidity (%)	Sugar/Acid ratio
A	48 a ²	52 a	16.3 a	2.41 a	7.26 a
B	47 a	53 a	16.0 b	2.55 a	6.76 a
Control	47 a	53 a	16.2 ab	2.38 a	7.43 a

¹(A) pruning all shoots above the pergola (about 170 cm above the ground), (B) pruning all shoots from 60 cm above the ground, and (Control) grafting seedling

²Means within each column followed by different letter(s) are significantly different at $P<0.05$ by Fisher's protected LSD test.

試驗區之土壤分析與肥力狀況，pH值以處理A最低，對照組最高；可交換性鉀以處理A較高，處理B與對照組較低；可交換性鎂以對照組較高，處理A最低，其於除有機質含量、磷、鈣等土壤肥力指標於處理間無差異(表五)。宿根栽培處理不影響植體元素分析結果顯示，氮、磷、鉀、鈣、鎂含量於各處理間無差異(表六)。

依據農糧統計資料庫農產品生產成本調查資料，2015年百香果每公頃生產成本種苗費約為34,488元⁽¹⁾，以宿根栽培可減少種苗購置成本。而人力方面，第二年可降低整地、定植及主莖培養整枝之需求，約較第一年定植低22.5%；資材方面，第二年農藥花費較高，為第一年之2.75倍。綜合以上成本，扣除首年棚架搭設耗材及人力成本後，第二年生產成本較第一年低約14.1%⁽²⁷⁾。此外，以處理A修剪方式，總年收入為每公頃183.7萬元，顯著較對照組125.2萬元高。

表五、百香果試區土壤分析與肥力狀況。

Table 5. The selected characters of soil fertility in experimental plots

Treatments ¹	pH	OM (g/kg)	Bray-1 P	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg
			(mg/kg)			
Before	5.92	32.1	365	189	988	115
A	5.48 b ²	36.0 a	415 a	286 a	1118 a	83 b
B	5.67 ab	32.5 a	332 a	193 b	959 a	95 ab
Control	6.19 a	31.7 a	303 a	213 b	1264 a	114 a

¹(A) pruning all shoots above the pergola (about 170 cm above the ground), (B) pruning all shoots from 60 cm above the ground, and (Control) grafting seedling

²Means within each column followed by different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

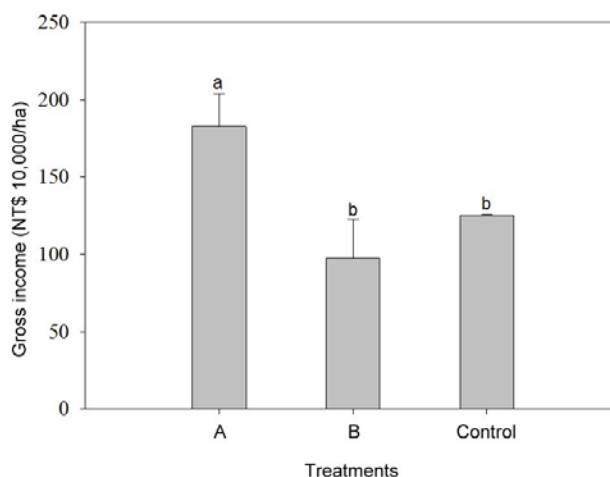
表六、百香果宿根栽培修剪處理對葉片元素之影響

Table 6. Effects of perennial cultivation pruning and annual renewal cultivation on leaf mineral nutrient concentration of passion fruits

Treatments ¹	N	P	K	Ca	Mg
	(g/100 g)				
A	1.90 a ²	0.16 a	1.82 a	0.97 a	0.10 a
B	1.91 a	0.14 a	1.64 a	1.10 a	0.13 a
Control	2.21 a	0.15 a	1.68 a	1.22 a	0.16 a

¹(A) pruning all shoots above the pergola (about 170 cm above the ground), (B) pruning all shoots from 60 cm above the ground, and (Control) grafting seedling

²Means within each column followed by different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.



圖四、宿根栽培修剪處理對百香果總累積收入之影響

Fig. 4. Effects of perennial cultivation pruning on gross income of passion fruits A: pruning all shoots above the pergola (about 170 cm above the ground), B: pruning all shoots from 60 cm above the ground, and C: grafting seedling

宿根栽培百香果以較輕修剪之處理A修剪後之莖徑、莖長及莖節數等生育指標表現較佳，修剪較重之處理B較差，與百香果忌諱強修剪，且修剪強度大時會有產量降低之特性類似^(3,17)，而修剪強度較強者，需有較佳之根系活力及健康度，才能快速恢復生長勢⁽²⁷⁾，但莖徑表現仍較嫁接苗株更新對照佳。相較於嫁接苗植株對照組，宿根栽培修剪處理A之開花期可提前40.6天、結果期提前23.3天，而宿根栽培處理B較對照組遲5.3及17天。且宿根栽培處理A於8、9月百香果需求量大時產量較多，可增加總體產量約33%，10月至隔年1月產量及果汁品質與對照組無差異，相較宿根栽培處理B及對照組，為可行之生產方式。惟修剪處理之平均果重較對照組約低12%，低於60 g之小果比率較高。無論是紫色種^(16,27)、黃色種^(7,13)或雜交種^(11,25)百香果，均有顯示第2年度栽培可維持或有較佳產量及經濟效益，與本試驗結果類似。然若以行株距3×1.2 m密植方式處理，以不同修剪強度處理，可能因枝條過密或田間病蟲為害問題較嚴重，使第2、3年產量低於第1年⁽¹⁷⁾。當前埔里地區百香果栽培有密植(行株距介於3.6×0.75~1.8 m)趨勢，加上產地集中，病蟲害交叉感染問題風險較高，且臺灣百香果產業曾因病毒病危害問題，導致產量及品質急劇下降⁽⁵⁾，目前以每年更新嫁接苗株方式預防病毒病，較早定植者以網室或於田間套用32目防蟲網罩隔絕病毒媒介，以隔絕鄰田未清除之病老植株潛在之蚜蟲、粉虱等病毒傳媒影響⁽⁴⁾，為避免病毒病之發生及蔓延，後續應探討以網室栽培百香果之可行性，且現有密植栽培模式及宿根第3年對百香果之生育、產量及品質影響仍待後續評估。

參考文獻

1. 行政院農業委員會農糧署 2017 農糧統計資料庫 (<http://210.69.71.166/Pxweb2007/Dialog/statfile9L.asp>) [2017.10.13]。
2. 李文立 2016 臺灣百香果種苗產業現況 園藝之友 174: 25-29。
3. 李文立、王德男 2007 百香果栽培管理要點 園藝之友 119: 18-26。
4. 陳金枝、鄭櫻慧、鄧汀欽 2014 無病毒健康種苗對百香果產業發展之重要性及未來展望 植物種苗生技 37: 63-71。
5. 張清安 2008 作物健康種苗在病害管理上之回顧與展望 p.61-86 節能減碳與作物病害管理研討會專刊 行政院農業委員會農業試驗所 臺中。
6. 國立中興大學農業暨自然資源學院 2007 蔬果品質分級標準暨包裝規格手冊 行政院農業委員會農糧署 南投。
7. Alfonso J. A. 2002. Guía para la producción de maracuyá. Fundacion hondureña de investigación agrícola, San Pedro Sula, Honduras.
8. Akinboye, O. E., A. G. Nwokocha and F. R. Abiola. 2016. Effects of different rates of solid (kitchen) waste and poultry droppings on early growth of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*). J. R. in Agric. and An. Sci. 3: 1-5.

9. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen-total. p.595-624. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press. New York.
10. Brewer, M. T., L. Lang, K. Fujimura, N. Dujmovic, S. Gray and E. van der Knaap. 2006. Development of a controlled vocabulary and software application to analyze fruit shape variation in tomato and other plant species. *Plant Physiol.* 141: 15-25.
11. Carr, M. K. V. 2013. The water relations and irrigation requirements of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims): a review. *Expl. Agric.* 49: 585-596.
12. de Carvalho, A. J. C., P. S. F. Fontes, M. S. M. Freitas, P. H. Monnerat and A. G. Fontes. 2011. Yellow passion fruit plant nutritional diagnosis at different phenological stages by the diagnosis and recommendation integrated system method. *J. Plant Nutr.* 34: 614-626.
13. de Carvalho, S. L. C., N. M. C. Stenzel and P. A. M. Auler. 2015. Maracujá-amarelo: recomendações técnicas para cultivo no Paraná. Instituto agronomico do Paraná. Londrina, Brazil.
14. Gachanja S. P. 1975. Training and pruning of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) in Kenya. *Acta Horticulturae* 49: 219-222.
15. Gachanja, S. P. and A. M. Gurnah. 1980. Pruning and trellising purple passion fruit. I. Yields and seasonal trends. *J. Horti. Sci.* 55: 345-349.
16. Gachanja, S. P. and P. O. Ochieng. 1988. Effect of row spacing of purple passion fruit (*Passiflora edulis* forma *edulis* Sims) in Kenya. *Acta Hort.* 218: 23-28.
17. Gurnah, A. M. and S. P. Gachanja. 1984. Spacing and pruning of purple passion fruit. *Trop. Agric.* 61: 143-147
18. Hendrix, P. F., D. C. Coleman and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. *Integrating Sustain. Agric. Ecol. and Env. Policy* 2: 63-82.
19. Joy, P. P. 2010. Status and Prospects of Passion Fruit. Kerala Agricultural University. Vellanikkara, Kerala, India.
20. Kundsén, D. and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p.225-246. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
21. Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. p.247-262. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press. New York.
22. Mclean, E. C. 1982. Soil pH and lime requirement. p.199-224. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis Part 2. Academic Press. New York.

23. Mills, H. A. and J. B. Jones. 1996. Plant Analysis Handbook II Micro Macro Publishing, Inc. U.S.A. p.362-363.
24. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In: Page, A. L., H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press. New York.
25. Noad, B. 2004. Passionfruit growing: what you need to know. NSW centre for tropical horticulture. Alstonville, Australia.
26. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Academic Press, Inc., New York.
27. Pérez J.O. and K. Wyckhuys. 2012. Tecnología para el cultivo de la Gulupa en Colombia (*Passiflora edulis* f. *edulis* Sims) Centro de Bio-Sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, República de Colombia.
28. Rivera, B., D. Miranda, L. Ávila and A. Nieto. 2002. Manejo integrado del cultivo de granadilla *Passiflora ligularis* Juss. Ed. Litoas, Manizales, República de Colombia.
29. Sulladmath, V. V., K. Srinivas and R. H. Laxman. 2012. Yield and quality of passion fruit in relation to training systems. J. Horti. Sci. 7:46.50.
30. White, R. H. 1979. Nutrient cycling. p.129-143. In: Introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London.
31. Zibadi S. and R. R. Watson. 2004. Passion fruit (*passiflora edulis*) composition, efficacy and safety. Evid. Based Integrative Med. 1: 183-187.

Effects of Perennial Cultivation and Pruning Methods on Growth, Yield and Quality of Passion Fruit (*Passiflora edulis* × *P. edulis* f. *flavicarpa*)¹

Fu-Hsiang Chang², Min-Hsien Yang², Ming-Hui Wang² and Yi-Fong Tsai³

ABSTRACT

Passion fruit is a kind of perennial climbing plant with high economic potential. The production of grafting seedlings is currently insufficient to meet the demands in a short period of time in current annual production system, which affects the planting time and income of farmers. However, it's common to cultivate passion fruit in 2-3 years cycle commercially in other countries. In this study, the feasibility of 2-year-cycle culture and renewal pruning methods were assessed by the growth, yield, and quality indicators. The results of this study showed treatment A (pruning all shoots above the pergola) had the highest shoot width, shoot length and number of leaves. Treatment A had the earliest flowering (82.2 days after pruning) and harvesting (144.0 days after pruning), but treatment B (pruning all shoots from 60 cm above the ground) was the last. The yield of treatment A was highest (34.1 kg/plant) about 33% more than control (grafting seedling). However, treatment A and B had lower fruit weight and higher small fruit percentage. The average fruit weight (82.5 g) and the ratio of fruit weight >80 g (61%) of control were superior. Treatment B had the thinnest peel thickness. Nevertheless, the ratio of juice, mineral nutrients of leaf, total soluble solids and Brix/acid ratio were not different among three treatments. In conclusion, the development and production of passion fruit 'Tainung No.1' were not affected by perennial cultivation. Growth, yield and quality of passion fruit 'Tainung No.1' performed well with treatment A. Moreover, compared to control, Treatment A could advance the harvesting time and increase the gross income.

Key words: *Passiflora edulis* × *P. edulis* f. *flavicarpa*, perennial cultivation, renewal pruning, production

¹Contribution No. 0913 from Taichung DARES, COA.

²Assistant Researcher, Assistant and Assistant of Taichung DARES, COA

³Vice director of Hualien DARES, COA.