

酸鹼值對'台農 1 號'百香果生育之影響

徐 筱 晴¹⁾ 林 慧 玲²⁾

關鍵字：百香果、酸鹼值、巨量營養元素、微量營養元素

摘要：本研究目的探討酸鹼值對'台農 1 號' (*Passiflora edulis* x *P. edulis* f. *flavicarpa*) 百香果生長之影響。以水耕栽培系統控制酸鹼值栽培百香果植株，調查對百香果生長之影響。結果顯示以 pH 5.5 在葉片數、株高、側芽數、莖鮮重、葉鮮重、根乾重、莖乾種、葉乾重顯著高於 pH 7.0，pH3.5 植株生長受抑制，因此'台農 1 號' 百香果之生長以酸鹼值於 4.5 至 5.5 間較適合。pH5.5 處理之植株葉片磷含量顯著高於 pH3.5 和 7.0，葉片鈣含量顯著低於 pH3.5，而根、莖、葉之鉀含量則顯著高於 pH7.0；pH7.0 處理之莖部鈣含量顯著高於 pH4.5 及 5.5 處理。顯示，pH5.5 對磷、鉀吸收較多，因此有助於提升果實品質。

前 言

百香果 (*Passiflora edulis*)，是西番蓮科 (*Passifloraceae*) 西番蓮屬 (*Passiflora*) 的多年生蔓性果樹，原產於美洲熱帶地區，現廣泛栽培於熱帶美洲、亞洲和非洲。目前台灣百香果栽培之主要品種為'台農 1 號'，由農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所以紫色百香果為母本，黃色百香果為父本，所育成具有自交親合性的品種 (李，2005)。近年來因苗木品質改善、栽培技術提高、產值提高，整體經營考量漸具優勢，且因價格提高，使栽培地區擴及至過去主要栽培地區南投埔里以外。百香果由於獨特的香氣跟風味而風靡全球，加工及鮮食需求增加，加上高經濟價值及健康成分的附加價值，許多國家紛紛引進，預計未來幾年百香果產量和種植面積將繼續提高。利用葉片營養分析可以提早於缺乏症狀出現之前調整植株營養，避免缺乏症出現後難以補救之情形，是提高栽培管理效率的有效方法。為提高果實品質及產量，肥培管理至關重要，肥料的有效性、營養吸收與酸鹼值高度相關。由

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

於中部地區百香果主要產區集中於埔里地區，其土壤多為紅土，性質偏酸。因此，土壤酸鹼值對百香果生長之影響值得進一步探討。

栽培百香果可接受的土壤 pH 值範圍變化很廣：由 5.5 至 7.5 皆有研究提出，目前在台灣百香果的相關之研究尚少，本研究利用水耕控制酸鹼值，探討酸鹼值對百香果生長及礦物營養元素的吸收之影響。

材料與方法

(一) 試驗材料

1. 植物材料

於 2018 年 09 月 03 日自國立中興大學園藝試驗場葡萄中心購入 28 株'台農 1 號'百香果嫁接苗。經洗根去除介質後以水耕系統栽培於國立中興大學園藝系之玻璃溫室。

2. 水耕液配置：

依據 Hoagland 配方，配製濃度均為 1 M 之大量元素、微量元素及 EDTA-Fe 之水耕母液。大量元素分別以 1 莫耳之 KNO_3 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 KH_2PO_4 溶於去離子純水中，定量到 1 公升。微量元素分別以 3.728 g 之 KCl 、1.546 g 之 H_3BO_3 、0.845 g 之 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、0.575 g 之 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、0.125 g 之 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 及 0.0184 g 之 $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 溶於去離子純水中，定量至 1 L。EDTA-Fe 則取 3.72 g Na_2EDTA 及 2.78 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 溶於純水中，定量至 1 L。

以上述之水耕母液配置水耕液，每公升水耕液含 5 mL 的 KNO_3 母液、5 mL 的 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 母液、2 mL 的 MgSO_4 母液、1 mL 的 KH_2PO_4 母液、1 mL 的微量元素母液、2 mL 的 EDTA-Fe 母液。

(二) 調查項目及分析方法

1. 不同酸鹼值水耕液配置：

將配置完成後之水耕液分別裝入不同處理桶中，以 HCl 及 NaOH 調整酸鹼值至 3.5、4.5、5.5、7，每週更換水耕液。本試驗 4 處理 6 重複，共 24 株。

2. 生長量調查：

2018 年 10 月 04 日至 2018 年 11 月 08 號改以 Hoagland 全養液配方栽培。待百香果主蔓生長至超過 160 公分/上棚架後，去頂使植株平均株高約 80 公分。2018 年 11 月 09 號選擇植株狀況接近之植株進行試驗，紀錄處理當週生長相關數據並開始每週進行生長量調查，調查至植株生長量出現顯著差異，生長量記錄包含植株葉片數、株高、側芽數、葉面積及根、莖、葉之乾、鮮重。

a、葉片數：整株百香果之葉片總數，未展開之新葉不納入計算。

b、株高：以皮尺沿植株莖部測量，由莖頂至根莖交接處之長度。以公分為單位，測量尺規之最小刻度為 1 公分。

- c、側芽數：整株百香果之側芽總數，百香果側芽超過 0.5 公分即肉眼可見，紀錄側芽總數後立即以消毒後器械將其摘除，避免重複計算及經器械感染病毒。
- d、根、莖、葉乾、鮮重：於 2018 年 12 月 13 號砍除植株進行破壞性調查，以自來水洗淨附著葉片上之灰塵，以餐巾紙擦乾後以電子天平分別測量植株根、莖、葉鮮重。接著再以 1% 鹽酸溶液快速涮洗，之後以去離子水清洗 3 次，放入牛皮紙袋，置於烘箱中，以 100 °C 烘箱中殺菁 1 小時，接著以 70 °C 烘乾 48 小時以上，至完全乾燥後取出，以電子天平秤重。

3. 礦物營養元素分析：

於破壞性調查當日將葉片分出由莖頂往下數第 8 片葉做為葉片營養分析材料，分別以根、莖、葉進行分析。樣品乾燥後精稱樣品粉末 0.5 g。放入灰化爐 (muffle furnace) 內，將粉末以高溫灰化，除去 C、H、O、N、S 等有機質，此為乾灰化。灰化結束後取出待樣品冷卻，加入 5 ml 2 N HCl (Merck Company)。以 Whatman#42 號濾紙過濾，以濾除灰化液的殘渣濾液，並將其定量至 25 ml。

a、氮

全氮分析採用凱氏氮測定法 (Micro Kjeldahl method)，精稱乾燥樣品粉末 0.2 g。以 1/4 張 Whatman#1 號濾紙包裹樣品，加入 1 g 催化劑 (Selenium reagent mixture, K_2SO_4 : $CuSO_4$: $Se = 100:10:1$, w/v, Merck)，以 410 °C 加熱分解，直至分解管中液體呈澄清淡綠色後，取出冷卻。將分解管樣品倒入 Micro-Kjeldahl 裝置之凱氏氮球型分解瓶，加入 20 ml 12 N NaOH 於凱氏氮分解瓶，隨即通蒸氣使之氯化，以 20 ml 含 2% Boric acid 及全氮指示劑 (19 μ M Bromocresol 和 25 μ M Methyl red) 之指示劑溶液接收氨水與氮氣，至總體積達 50 ml 為止。最後利用經反滴定校正 F 值之 1/14 N H_2SO_4 滴定，計算氮之含量。

b、磷

磷分析使用鉬黃法，取 1 mL 乾灰化濾液，加入 3 mL 去離子純水，再加入 1 mL 鉬黃試劑，混合均勻後靜置 30 分鐘，使用 Elisa (FLUO star Omega) 測定 470 nm 波長之吸光值。以 50 ppm 之磷標準品配置 0、10、20、30、40 ppm 做出檢量線後可將樣品吸光值代入，即可計算出該樣品所含之元素濃度。經換算後以%表示單位。

c、鉀、鎂

取 0.1 mL 乾灰化濾液，稀釋 200 倍，再以偏光茲曼吸收光譜儀 (Series polarized Zeeman atomic absorption spectrophotometer, Model Z-2000, Hitachi, Japan) 測定吸光值，以標準品做出檢量線後可將樣品吸光值代入，即可計算出該樣品所含之元素濃度。經換算後以%表示單位。

d、鈣

取 0.1 mL 乾灰化濾液，稀釋 50 倍，混合均勻後以偏光茲曼吸收光譜儀測定吸光值，以標準品做出檢量線後可將樣品吸光值代入，即可計算出該樣品所含之元素濃度。經換算後以%表示單位。

e、 微量元素：鐵、錳、鋅、銅

鐵、錳、鋅、銅之測定直接以偏光茲曼吸收光譜儀測定，以標準品做出檢量線後可將樣品吸光值代入，即可計算出該樣品所含之元素濃度。經換算後以 ppm 表示單位。

f、 硼

取 0.2 mL 乾灰化濾液加入 0.4 mL buffer masking reagent 均勻混合後，加入 0.2 mL 之 azomethine-H reagent，反應 1 小時結束後，使用 Elisa (FLUO star Omega) 測定 420 nm 波長之吸光值。以 100 ppm 之硼標準品配置 0、1、2、3、4、5 ppm 做出檢量線後可將樣品吸光值代入，即可計算出該樣品所含之元素濃度。經換算後以 ppm 表示單位。

(三) 數據統計分析

試驗數據以統計軟體 CoStat 6.4 (CoHort Software, Monterey, CA, USA)，使用費雪爾最小顯著差異法(Fisher's protected least significant difference procedure, LSD)探討處理間的個別差異性($P < 0.05$)。

結 果

一、酸鹼值對'台農 1 號'百香果生長之影響

(一) 酸鹼值對'台農 1 號'百香果生長量之影響

1. 葉片數：

開始處理後 1 週，pH 7.0 處理之水耕'台農 1 號'百香果葉片數顯著低於 pH 3.5 之處理，至開始處理後 4 週，pH 5.5 處理顯著高於 pH 7.0 處理。試驗開始處理後 5 週內，pH 7.0 處理之葉片數皆呈較少的現象 (圖 1)。

2. 株高：

不同 pH 水耕液處理後 1 週，pH 4.5 及 5.5 處理之水耕'台農 1 號'百香果株高顯著低於 pH 7.0。開始處理後兩週開始，pH 7.0 處理顯著高於 pH 3.5。試驗開始處理後 5 週內，pH 3.5 處理之株高皆呈較低的表現，其中又以 pH 5.5 生長表現較佳 (圖 2)。

3. 側芽數：

開始處理後 1 週，pH 3.5 處理之水耕'台農 1 號'百香果側芽萌發數顯著低於其他處理，至開始處理後 5 週，pH 3.5 處理之側芽萌發數皆呈較低的表現 (圖 3)。

4. 根、莖、葉之乾、鮮重：

於 2018 年 12 月 13 號進行破壞性調查，處理之根鮮重無顯著差異。pH 3.5 處理之莖鮮重顯著低於 pH 4.5 及 5.5 處理。pH 3.5、4.5 及 7.0 處理之葉鮮重顯著低於 pH 5.5 處理。pH 7.0 之根乾重顯著低於 pH 5.5 處理。pH 3.5、7.0 之莖乾重顯著低於 pH 5.5。pH 5.5 之葉乾重顯著高於其他處理 (圖 4、5)。

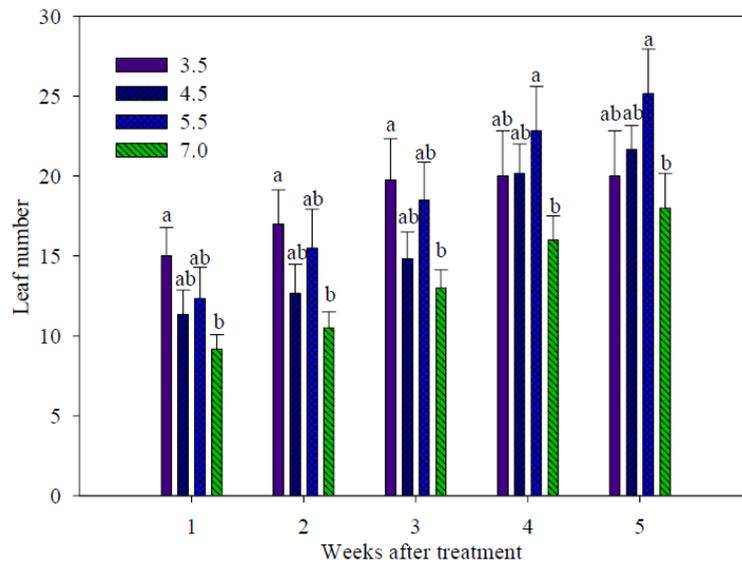


圖 1. 不同酸鹼值對水耕'台農 1 號'百香果葉片數之影響。

Fig. 1. Effects of hydroponic solution treatment with different pH on the leaf number of 'Tainung No. 1' passion fruit.

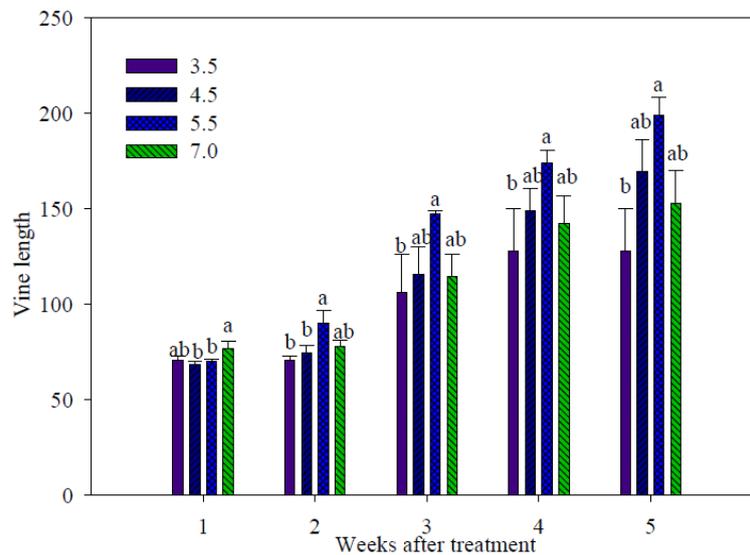


圖 2. 不同酸鹼值對水耕'台農 1 號'百香果株高之影響。

Fig. 2. Effects of hydroponic solution treatment with different pH on the vine length of 'Tainung No. 1' passion fruit.

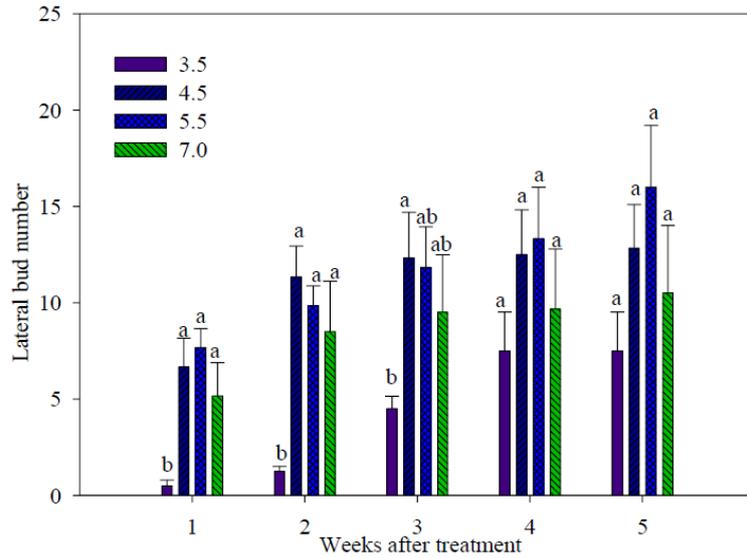


圖 3. 不同酸鹼值對水耕'台農 1 號'百香果側芽數之影響。

Fig. 3. Effects of hydroponic solution treatment with different pH on the lateral bud number of 'Tainung No. 1' passion fruit.

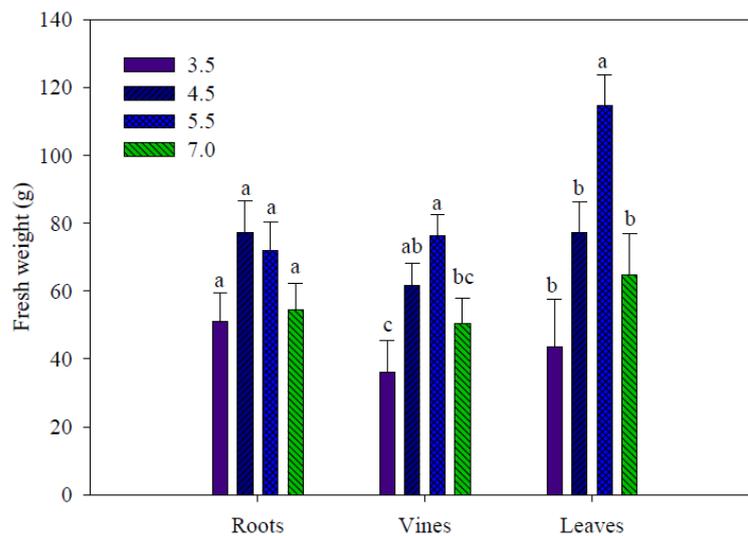


圖 4. 不同酸鹼值處理 9 個月對水耕'台農 1 號'百香果根、莖、葉鮮重之影響。

Fig. 4. Effects of pH on the 'Tainung No. 1' passion fruit fresh weight of roots, vines and leaves under hydroponic solution culture.

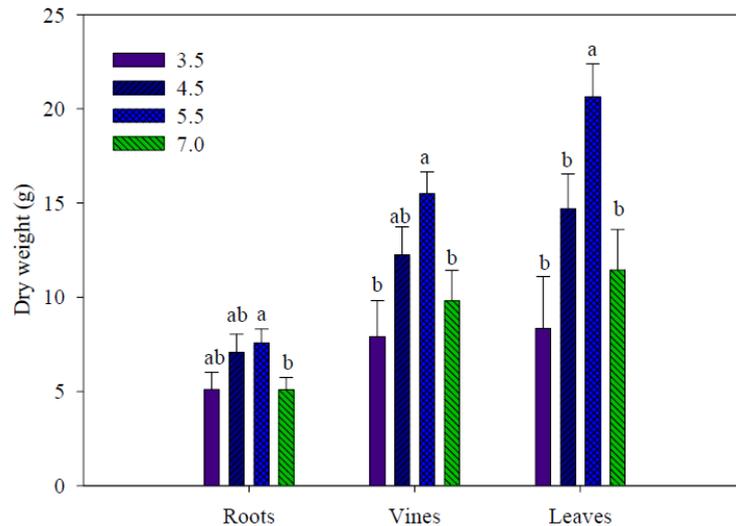


圖 5. 不同酸鹼值處理 9 個月對水耕'台農 1 號'百香果根、莖、葉乾重之影響。

Fig. 5. Effects of pH on the 'Tainung No. 1' passion fruit dry weight of roots, vines and leaves under hydroponic solution culture.

(二) 酸鹼值對'台農 1 號'百香果營養元素含量之影響

pH 5.5 處理之水耕'台農 1 號'百香果葉片磷含量顯著高於 pH 3.5 和 7.0，pH 4.5 處理之根部磷含量顯著高於 pH 7.0。pH 5.5 處理之'台農 1 號'百香果分別在根、莖、葉之鉀含量顯著高於 pH 7.0。pH 5.5 處理之水耕'台農 1 號'百香果葉片鈣含量顯著低於 pH 3.5 和 7.0；pH 7.0 處理之莖部鈣含量顯著高於 pH 4.5 及 5.5 處理。pH 5.5 處理之莖部鎂含量顯著低於 pH 3.5；pH 5.5 處理之根部鎂含量顯著高於 pH 3.5 (表 1)。

pH 7.0 處理之莖部鐵含量顯著低於 pH 4.5 及 5.5；pH 3.5 處理之根部鐵含量顯著高於其他處理。pH 3.5 處理之葉片錳含量顯著高於 pH 5.5。pH 7.0 處理之莖部銅含量顯著高於其他處理；pH 3.5 處理之根部銅含量顯著高於其他處理。不同酸鹼值之'台農 1 號'百香果分別在根、莖、葉之鋅、硼含量無顯著差異 (表 2)。

討 論

酸鹼值及 EC 值往往直接影響到作物的生長與發育，與營養元素的吸收息息相關，酸鹼值低於 5.5 時，鈣、鎂、鉬、硫、磷等元素較難被植物根部吸收，若酸鹼值高於 6.5 時，鐵、錳、硼、銅與鋅則不易吸收。王和吳 (1990) 提出由於作物吸收較多銨態氮容易導致酸鹼值的下降，因此推測酸鹼值較低的原因與養液中銨態氮含量較高有關。

表 1. 不同酸鹼值處理對'台農一號'百香果葉片巨量元素濃度之影響。

Table 1. Effects of hydroponic solution pH on the concentration of macronutrients concentration in passion fruit leaves, stem and root of 'Tainung No. 1'.

Sampling part	Treatments ^z	Macronutrients concentration (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
Leaf	3.5	5.02 a ^y	0.41 b	2.80 b	2.37 a	0.58 a
	4.5	4.95 a	0.49 ab	4.25 a	1.88 ab	0.48 a
	5.5	5.59 a	0.57 a	4.66 a	1.46 b	0.44 a
	7.0	5.01 a	0.45 b	3.81 ab	2.26 a	0.52 a
Stem	3.5	3.34 a	0.37 a	1.82 b	1.24 ab	0.22 a
	4.5	2.89 a	0.40 a	2.72 a	1.01 b	0.18 ab
	5.5	3.11 a	0.40 a	2.59 a	1.02 b	0.16 b
	7.0	3.49 a	0.42 a	2.35 ab	1.48 a	0.20 ab
Root	3.5	1.66 a	0.80 ab	1.94 b	1.68 a	0.25 b
	4.5	1.70 a	0.95 a	2.57 ab	1.15 a	0.32 ab
	5.5	1.63 a	0.83 ab	3.00 a	1.16 a	0.40 a
	7.0	2.03 a	0.65 b	2.56 ab	1.07 a	0.34 ab

^zHogland total nutrient solution was adjusted the pH value to 3.5, 4.5, 5.5, 7 with HCl and NaOH.

^yMeans within the column followed by the same letter are not significantly different by LSD test at $P \leq 0.05$.

Kondo 等 (2017)在沖繩進行不同土壤酸鹼值對百香果生長之影響的結果中指出，成熟葉片的中軸長越高代表葉面積越大，在 pH 7.4 處理下莖長、莖乾重及花數最低，而成熟葉片的中軸長最低，表示其葉面積最小。隨著土壤酸鹼值的升高，幼葉和成熟葉的 SPAD 指數降低。在酸鹼值 6.8 和 7.4 處理下葉片光合速率和氣孔導度均低於酸性介質處理。葉片光合速率的降低可能是由於氣孔導度的降低。顯示百香果在酸性介質下生長勢較佳，而對於此結果 Kondo 等 (2017)提出百香果喜歡酸性土壤的原因之一，可能是銨態氮是酸性土壤中主要的無機氮形態。由以上結果可推知酸性土壤如 pH 4.7 和 5.4 適合百香果生長。茶樹和藍莓是偏好在酸性土壤中生長的代表作物；在酸鹼值為 3.5 的土壤環境下可得到最高的茶葉乾種 (Fung and Wong, 2002)，而藍莓的最佳生長環境為土壤酸鹼值範圍 4.5~4.8 (Harmer, 1945)。除了葉片光合速率和氣孔導度外，並未觀察到 pH 6.8 的不利影響，因此百香果種植的允許 pH 範圍相對茶及藍莓寬。

表 2. 不同酸鹼值處理對'台農一號'百香果葉片微量元素濃度之影響。

Table 2. Effects of hydroponic solution pH on the concentration of macronutrients concentration in passion fruit leaves, stem and root of 'Tainung No. 1'.

Sampling part	Treatments ^z	Macronutrients concentration(%)				
		Fe	Mn	Zn	Cu	B
Leaf	3.5	095.2 a ^y	43.8 a	23.7 a	04.7 a	83.1 a
	4.5	099.5 a	39.5 ab	22.8 a	04.8 a	86.2 a
	5.5	081.3 a	28.4 b	21.8 a	04.1 a	86.0 a
	7.0	095.3 a	31.2 ab	20.9 a	04.0 a	75.3 a
Stem	3.5	022.8 ab	09.75a	14.5 a	03.0 b	55.2 a
	4.5	020.0 b	09.50a	13.8 a	03.3 b	37.4 a
	5.5	018.5 b	08.50a	13.4 a	03.5 b	45.3 a
	7.0	027.9 a	07.62a	14.6 a	04.3 a	57.4 a
Root	3.5	1133.8 a	124.4 a	28.8 a	25.0 a	91.5 a
	4.5	0686.9 b	129.4 a	18.8 a	11.9 b	82.5 a
	5.5	0473.8 b	088.1 a	19.4 a	09.6 b	73.0 a
	7.0	0412.5 b	140.0 a	13.1 a	11.0 b	73.9 a

^zHogland total nutrient solution was adjusted the pH value to 3.5, 4.5, 5.5, 7 with HCl and NaOH.

^yMeans within the column followed by the same letter are not significantly different by LSD test at $P \leq 0.05$.

Niwayama 和 Higuchia (2018 a)以養液處理至 pH 3.5 時，根長、根乾重及根密度高於所有處理，在此酸鹼值環境下生長可加速根部剪除 1/2 後的恢復速度，表示酸性土壤有利於百香果的營養生長。酸鹼值達 6.5 時，根系幾乎不生長。根體積的增加可以減輕水分逆境並導致高的光合速率，促進生長。植物在酸性土壤中根發育被抑制主要的限制因素是鋁的毒害，因為鋁在 $\text{pH} \leq 4.5$ 的酸性土壤中溶解度增加，土壤交換性鋁 (soil exchangeable aluminum, Al) 以及 Al 飽和度在酸性介質下比在鹼性介質下高，而百香果根系在酸性介質下生長較佳。即使土壤中的鋁含量較高，百香果根中亦無明顯累積鋁的現象，推論鋁難以進入百香果根部的共質體運輸，因此，Niwayama 和 Higuchia (2018 a) 認為百香果根系具排除鋁機制，提高鋁耐受性而可在酸性介質中表現較好的生長勢。

由於較高的根體積可減少夏季的水分逆境。在所有處理中，光合速率、蒸散速率和氣孔導度均表現出相似模式。光合速率取決於氣孔導度，受水分逆境影響。由於根體積有限，在較高土壤酸鹼值處理下可能面臨更高的水分逆境，並導致光合速率下降。並可預期光合

速率的降低會降低營養生長。

本研究中，試驗開始處理後 5 週內，pH 7.0 處理之葉片數皆呈較低的表現，與 Niwayama 和 Higuchia (2018 a) 在較高酸鹼值 (pH 6.5) 之較低生長勢結果相符。且本研究中以 pH 4.5 及 5.5 處理在葉片數、株高、側芽數、莖鮮重、葉鮮重、根乾重、莖乾種、葉乾重顯著高於 pH 7.0 處理，其中又以 pH 5.5 處理的平均表現較佳。

但在試驗開始處理後 5 週內，pH 3.5 處理之株高及側芽數上皆呈較低的表現，此結果與 Niwayama 和 Higuchia (2018 a) 提出的在酸鹼值達 3.5 時，根長、根乾重及根密度高於所有處理相反，推測可能原因為水耕栽培所使用的水耕液溫度難以控制，溶氧量的控制將影響水耕栽培植株的生長。基本上養液溫度愈高，溶氧量愈低。作物在養液溶氧量低於 2 ppm 之環境下，根系生理機能不良，養分吸收減少，尤其磷、鉀與錳吸收能力明顯減少，因此建議將溶氧量控制在 5 ppm 以上，以避免根腐問題。而 Niwayama 和 Higuchia (2018 a) 以介質栽培加上日本地區溫度較台灣低，相對降低土壤溫度對植株生長的影響。

鹼性土壤中，微量營養元素的吸收效率偏低，因此可能導致在偏鹼性土壤環境下栽培的葉片相對葉綠素含量 SPAD 的降低。Kondo 等 (2017) 指出在 pH 4.7 中，葉片氮、磷含量最高，鈣、鎂含量最低，隨著土壤 pH 值的升高，葉片錳和鋅含量下降。鹼性土壤會抑制微量營養素，例如錳和鋅的吸收。而缺乏微量營養素導致 SPAD 指數下降。Niwayama 和 Higuchia (2018 b) 的研究結果亦顯示隨著土壤酸鹼值的增加，葉片氮、錳、鋅的含量降低。與 Kondo 等 (2017) 在以番茄作為材料之試驗中，隨著土壤酸鹼值的升高，葉片錳和鋅含量下降的結果一致。氮、錳、鋅，此三種元素與葉綠素合成和光合作用密切相關 (Mae et al., 2001; Masuda, 1988)。這些礦物質的缺乏可能造成酸鹼值較高的 (pH 6.5) 處理下光合速率和 SPAD 指數的降低。

本研究結果顯示，鐵、銅、硼元素主要累積於根部，其餘氮、磷、鉀、鈣、鎂、錳、鋅皆以葉片之含量較高，而處理間在根、莖、葉之礦物營養元素含量變化相近。pH 3.5 處理之葉片錳含量顯著高於 5.5 之處理。雖不具顯著性，但可觀察到隨著酸鹼值提高，葉片錳、鋅含量下降，此結果在根、莖、葉三個部位皆有相似趨勢。同時，酸鹼值達 7.0 之處理在葉綠素含量上明顯較低，雖然未進行實際葉綠素含量之測定，但由整株葉片顏色黃化可推知其光和速率及 SPAD 指數較低。

試驗結果顯示 pH 5.5 處理之葉片磷含量顯著高於 pH 3.5 及 7.0 處理、葉片與根部鉀含量顯著高於 pH 3.5 處理。磷為植物生長之大量必要元素之一，在植物生理扮演提供能量、組成細胞成分等重要的角色。光合作用、呼吸作用等植物代謝都需要有磷所組成的高能化合物：ATP、ADP 來供給、貯藏能量；組成細胞中各種胞器，細胞膜上的雙層磷脂質以及細胞核中的核酸都需要由磷來組成。此分析結果可解釋本研究中以 pH 5.5 處理在葉片數、株高、側芽數、莖鮮重、葉鮮重、根乾重、莖乾種、葉乾重顯著高於 pH 7.0 處理，以及 pH 3.5 處理之株高及側芽數皆顯著低於酸鹼值 5.5 處理的表現。

參 考 文 獻

- 王銀波、吳正宗. 1990. 培養液之理論與實際. p.14-26. 刊於：沈再發、許森森主編. 養液栽培技術講習會專刊第三輯. 行政院農業委員會。
- 李文立. 2005. 百香果. 台灣農家要覽. p.103-108。
- Fung, K. F. and M. H. Wong. 2002. Effects of soil pH on the uptake of Al, F and other elements by tea plants. *J. Sci. Food Agric.* 82: 146-152.
- Harmer, P. M. 1945. The effect of varying the reaction of organic soil on the growth and production of the domesticated blueberry. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 9: 133-141.
- Kondo, T., H. Higuchi, N. Kozai, and T. Ogata. 2017. Effects of neutralization of acidic soil on vegetative growth, flowering, and leaf mineral contents of passion fruit cultivated in Okinawa. *Acta. Hort.* 1178: 93-98.
- Mae, T., H. Koyama, K. Tawaraya, T. Hara, J. Sekiya, S. Inanaga, H. Sasakawa, M. Takahashi, M. Fukami, H. Obata, Y. Watanabe, T. Matoh and M. Yamanouchi. 2001. Shokubutsuno-seiiku-to-eiyou-shisutemu In: S. Mori, T. Mae and T. Yoneyama eds. *Shokubutsueiyougaku*. Buneido Publishing, Tokyo. p.117-183.
- Masuda, Y. 1988. Shokubusu-no-eiyou. In: Y. Masuda ed. *Shokubutsuseirigaku*. Baifukan, Tokyo. p.119-212.
- Niwayama, S. and H. Higuchi. 2018a. Effects of soil pH on the root growth of passion fruit and the mechanism of mineral uptake. *Acta. Hort.* 1217: 111-120.
- Niwayama, S. and H. Higuchi. 2018b. Passion fruit quality under acidic soil conditions. *Hort. J.* 88: 50-56.

Effects of pH on the Growth and Development of 'Tainung No. 1' Passion Fruits

Hsiao-Ching Hsu¹⁾ Huey-Ling Lin²⁾

Key words: Passion fruit, pH, Macronutrients concentration, Micronutrients concentration

Summary

The purpose of this study was to investigate the impact of pH on the growth of 'Tainung No.1' passion fruit (*Passiflora edulis* x *P. edulis* f. *flavicarpa*). A hydroponic system was adopted to control the pH value for the cultivation of passion fruit and to study the effect of pH on the growth of passion fruit. Our results showed that number of leaves, plant height, number of lateral buds, stem fresh weight, leaf fresh weight, root dry weight, stem dry weight and leaf dry weight were significantly higher at pH 5.5 than those at pH 7.0. Growth was restricted at pH 3.5. Therefore, the growth of 'Tainung No.1' passion fruit was more suitable with pH values between 4.5 and 5.5. At pH 5.5, leaf phosphorous content was significantly higher than that at pH 3.5 and 7.0, leaf calcium content was significantly lower than that at pH 3.5, however, root, stem and leaf potassium contents were significantly higher than those at pH 7.0. At pH 7.0, stem calcium content was significantly higher than that at pH 4.5 and 5.5. Taken together, phosphorous and potassium absorption was higher at pH 5.5 which may in turn increase the fruit quality.

1) Student in M.S. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University, Corresponding author.