

不同養液硝酸鈣濃度對牛番茄尻腐病發生之影響

方亮鈞¹⁾ 宋好²⁾

關鍵字：牛番茄、硝酸鈣、尻腐病

摘要：本研究以 8 品種牛番茄進行三種養液硝酸鈣濃度栽培以釐清造成尻腐病發生之條件並比較各品種對尻腐病敏感性之差異，期能篩選出適合設施無土栽培下果實不易發生尻腐病牛番茄品種。於 360 g/1000 L 處理下，各品種產量最高，為 3649.2 至 5084.4 g，尻腐病發生率為 0 % 至 6.3 %。當養液硝酸鈣濃度下降至 60 g/1000 L 各品種產量顯著降低，對尻腐病敏感品種如'TMB-688'、'洛克'之尻腐病發生率分別上升至 22.9 及 15.4 %。於果實維管束分布，可見易發生尻腐病該 2 品種於果頂處維管束分別僅有 30.0 及 31.0 條，顯著低於其他品種，'全福 994'、'TMB-490'果頂處維管束則分別有 35.5 及 50.3 條，與'TMB-688'及'洛克'有顯著差異。設施無土栽培減少尻腐病發生建議養液硝酸鈣濃度 360 g/1000 L，或選用'全福 994'及'TMB-490'較耐尻腐病。

前 言

番茄 (*Solanum lycoperscium*) 原產於南美洲，為茄科一、二年生草本作物，營養豐富，供生食或加工用，為世界重要茄科作物之一。番茄品種分為大果及小果，大果中有青蓋、全紅番茄，其中牛番茄為全紅番茄，因汁少、肉厚久煮不爛而得名，果重約 150-250 g，全年皆有需求。栽培牛番茄品種多以進口為主，目前臺灣以農友種苗股份有限公司、和生種子股份有限公司、全福種苗股份有限公司之品種為主。近年來因病蟲害及環境條件使露天生產番茄之果實品質及產量不穩定，農民漸改以設施栽培生產，精準化控制環境條件、水分及肥培管理，提升產量及品質。番茄尻腐病為田間栽培常見之生理病害，此生理病害為果頂處缺鈣引起，其病徵為果實果頂處產生黑褐色水浸狀斑塊，褐化

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。
2) 國立中興大學園藝系教授，通訊作者。

並凹陷腐爛，嚴重時可擴及半個果實。大部分的番茄商業生產地區常遭遇此生理病害之問題，造成嚴重之經濟損失。為瞭解影響番茄尻腐病發生之因素，以介質耕方式，測試不同養液硝酸鈣濃度以釐清尻腐病於無土栽培時可能發生之條件，並比較不同品種對尻腐病之敏感性，期能篩選出耐尻腐病品種，以供設施無土栽培上參考。

材料與方法

一、試驗材料：

1. 供試品種：'全福993'、'全福994'(全福種苗)、牛番茄'TMB-768'、'TMB-743'、'TMB-688'、'TMB-490'(和生種子有限公司)、'洛克'(興農供應中心)、'漢堡用'(台灣種苗)。
2. 栽培介質：商用泥炭土 (Bio-Mix Potting substratum 003B, Terf, The Netherlands)

二、試驗方法：

1. 栽培時間及地點：國立中興大學園藝學系蔬菜實驗室水牆風扇溫室、民國109年2月至5月。
2. 處理：以含不同濃度硝酸鈣 (五葉肥料股份有限公司，15 % N，25 % CaO)之養液進行澆灌，硝酸鈣濃度分別為180、270、360 g/1000 L，苗期以每株每日300 ml澆灌量進行處理，本葉6片後調整至每日500 ml，後期隨植株大小調整澆灌量至2000 ml，每處理3重複，每重複三株。

三、栽培管理：

1. 播種及育苗：育苗至第3片本葉完全展開時定植於8 L黑色塑膠軟盆，盆內以003 B商用泥炭土裝填至8分滿，植株栽培至第五花序。
2. 整枝及採收：試驗採直立式單幹整枝栽培，於溫室兩端繫上鋼索，尼繩繫於其上，以瓜夾綁在尼龍繩尾端，夾定植株基部，使植株莖部纏繞尼龍繩向上攀爬，植株生長至第5花序即於該花序上方留3片葉打頂。採收白熟果，整串花序剪下，分開正常果實及患尻腐病果實。
3. 養液配方及管理：試驗基礎養液由山崎氏養液 (山崎，1982)配方調整EDTA鐵至30 g(表1)，並依上述方法依不同處理調整硝酸鈣濃度。定植2天後開始人工供給1/2試驗基礎養液，生長至本葉6片後則改以全量養液澆灌，植株第一花序開始著果時則調整為1 1/2養液，視天候狀況調整養液澆灌頻率。

四、調查項目：

1. 果實性狀調查：

- (1) 果實橫徑：以游標卡尺測量果實赤道線最寬處，單位為 mm。
- (2) 果實縱徑：以游標卡尺測量果底至果頂處，單位為 mm。

- (3) 單果重：以電子磅秤測量果實重量，單位為 g。
- (4) 屍腐病發生率：計算每花序上患屍腐病果實之數量並除以果實總數再換算百分比，單位為 %。
2. 維管束數量：將整串花序剪下，每處理挑選大小相近之白熟果實，基部切口處浸於 safranin O 染劑，放置 1 日後，將其剖開，計算果底、赤道線、果頂之維管束數量。
3. 果實鈣分析：果實採收後以水去除雜質，以 1% HCl 清洗，再以太離子水清洗。果實以刀切成果底、赤道線、果頂三部分，以 72°C 烘箱烘乾磨成粉末後以 Mehlich 法處理，精秤 1 g 樣品置於坩鍋，置入高溫分解爐後先以 200°C 加熱 2 小時再升溫至 400°C 加熱 1 小時，最後以 550°C 使樣品完全灰化，樣品取出冷卻 1 小時後以 5 ml 2N HCl 溶解，以太離子水經 Whatman #42 濾紙過濾並定量至 25 ml，倒入 PE 瓶保存。鈣含量測定取 0.1 ml 灰化濾液加 4.9 ml 去離子水及 1 ml 5% 氧化鎳後以原子吸收光譜儀測定之 (Mehlich, 1984)

五、統計分析：

數據採用 SAS 套裝軟體 9.4 版 (SAS. Institute, Cary NC) 進行統計分析，因子與因子間交互作用以 ANOVA (Analysis of variance) 進行變方分析 ($\alpha=0.05$)，以 Fisher's LSD 進行各處理平均值比較。

表 1. 牛番茄試驗用基礎養液配方。

Table 1. The basic nutrient solution of beef tomato.

成分	濃度 (g/1000 L)	成分	濃度 (g/1000 L)
Ca(NO ₃) ₂	360	H ₃ BO ₃	2
KNO ₃	400	MnSO ₄ ·4H ₂ O	2
NH ₄ H ₂ PO ₄	80	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.22
MgSO ₄	250	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.05
Fe-EDTA	30	NaMoO ₄ ·2H ₂ O	0.02

EC 值：1.64 dS/m

pH 值：6.0-6.6

結 果

一、養液硝酸鈣濃度對牛番茄果實大小及產量之影響

養液硝酸鈣濃度處理後果實大小、產量如表 2，果實橫徑部分，在養液硝酸鈣濃度 60 g/1000 L 時，各品種皆為最低，'TMB-490' 果實橫徑為各品種間最大，為 80.5 mm，其餘七

表 2. 在不同養液硝酸鈣濃度處理下各品種牛番茄果實大小及產量
Table 2. Beef tomato fruit size and yield under different CaNO₃ treatment

鈣處理 (g/1000 L)	橫徑 (mm)			縱徑 (mm)			單果重 (g)			單株總產量/4 花序 (g)		
	60	180	360	60	180	360	60	180	360	60	180	360
994	66.9 b ^z	76.7 a	78.1 a	57.3 b	62.0 a	60.5 a	102.9 a	154.0 a	153.7 b	2633.2 b	3688.4 a	3683.2 a
993	73.8 b	78.8 a	78.2 ab	60.9 a	64.0 a	63.1 a	147.9 a	164.6 a	170.3 a	3548.4 a	4086.4 a	3951.2 a
768	68.3 b	74.2 a	76.3 a	53.2 b	58.5 ab	61.4 a	124.2 b	138.2 ab	154.1 a	3976.0 b	4699.6 b	5084.4 a
743	76.7 b	76.6 b	83.4 a	55.2 b	58.6 ab	61.1 a	139.4 b	152.4 ab	182.6 a	3346.4 b	3656.8 ab	4383.2 a
688	71.9 b	77.0 ab	81.0 a	55.5 b	60.7 a	61.0 a	114.2 c	144.2 b	174.6 a	2882.8 b	3382.0 b	4190.8 a
490	80.5 a	83.0 a	84.5 a	58.9 a	61.5 a	64.0 a	169.5 b	204.4 a	206.4 a	4199.6 b	4905.6 a	4953.6 a
洛克	74.9 b	80.5 a	81.4 a	63.1 a	64.4 a	64.0 a	142.3 b	174.0 a	180.6 a	3415.6 b	4176.8 a	4332.8 a
漢堡用	63.1 b	68.1 a	69.0 a	56.5 b	58.7 b	67.0 a	107.5 c	132.0 b	152.1 a	2579.6 c	3172.0 b	3649.2 a
鈣處理		***y			***			***			***	
品種		***			***			***			***	
鈣處理 X 品種	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^zMeans within the same letters in each row are not significantly different by Fisher's LSD Test at 5 % level .

^yNS, *, **, ***, means non-significant or significant different at p≤0.05, 0.01, or 0.001, respectively..

品種則介於63.1至76.7 mm。當養液硝酸鈣濃度提升至180 g/1000 L，除'TMB-688'及'TMB-490'，其餘品種果實橫徑皆較60 g/1000 L處理有顯著增加情形，為68.1至78.8 mm。在360 g/1000 L處理下，'全福994'、'全福993'、'TMB-768'、'TMB-743'、'TMB-688'、'TMB-490'、'洛克'、'漢堡用'果實橫徑介於69.0至84.5 mm，比較180 g/1000 L處理，唯'TMB-743'於果實橫徑增加情形較為顯著，其餘品種則無顯著增加。

果實縱徑部分，各品種於60 g/1000 L處理下果實縱徑皆為最低，品種間'全福993'、'TMB-490'、'洛克'果實縱徑較大，分別為60.9、58.9、63.1 mm，其餘5品種間則介於53.2至57.3 mm，在180 g/1000 L處理下，以'全福994'及'TMB-688'在果實縱徑較60 g/1000 L處理顯著增加，分別為62.0、60.7 mm，其餘品種則無顯著增加。當養液硝酸鈣濃度提升至360 g/1000 L時，8品種牛番茄果實縱徑為各處理最大，但僅以'漢堡用'增加較顯著。

單果重部分，在60 g/1000 L處理下各品種單果重皆為最低，僅'TMB-490'單果重超過150 g，其餘7品種介於102.9 g至147.9 g。在180 g/1000 L處理下各品種單果重皆較60 g/1000 L處理有所提升，以'TMB-688'、'TMB-490'、'洛克'、'漢堡用'單果重提升較為顯著，分別為144.2、204.4、174.0、132.0 g。當養液硝酸鈣濃度提升至360 g/1000 L時各品種單果重為最高，比較180 g/1000 L處理，'全福994'、'TMB-688'、'漢堡用'單果重提升情形較為顯著，為153.7、174.6、152.1 g。

總產量部分，在60 g/1000 L處理下總產量為最低，為2579.6至4199.6 g。在180 g/1000 L處理下，'全福994'、'TMB-490'、'洛克'、'漢堡用'總產量較60 g/1000 L處理顯著提升，為3172.0至4905.6 g，其他品種總產量則無顯著提升。當養液硝酸鈣濃度提升至360 g/1000 L時除'全福994'及'全福993'，其餘品種總產量皆為各處理最高，比較180 g/1000 L處理，則以'TMB-768'、'TMB-688'、'漢堡用'總產量提升較為顯著，為3649.2至5084.4 g。

二、 養液硝酸鈣濃度對牛番茄尻腐病之影響

以三種養液硝酸鈣濃度處理後八品種尻腐病發生情形如圖 1，在養液硝酸鈣濃度 60 g/1000 L下'全福 994'、'全福 993'、'TMB-768'、'TMB-743'、'TMB-688'、'TMB-490'、'洛克'、'漢堡用'尻腐病發生率為 0.83 至 22.9 %，品種間比較以'TMB-688'尻腐病發生率為顯著最高，'全福 994'及'TMB-490'則顯著較低，為 0.83 %及 1.8 %。在 180 g/1000 L 處理下，除'全福 994'，各品種之尻腐病發生率有減少情形，以'TMB-490'顯著最低，皆為 0 %，'洛克'達 10.7 %為顯著最高，其餘品種則介於 1.7 至 9.2 %。當養液硝酸鈣濃度提升至 360 g/1000 L 時各品種尻腐病發生率為最低，'TMB-688'及'洛克'顯著較高，為 5.3 及 6.0 %，其他品種差異不顯著，為 0 至 3.1 %。

三、 果實鈣含量

果實鈣含量如表 3，在養液硝酸鈣濃度 60 g/1000 L 下各品種果實鈣含量為最低，果底處鈣含量部分，以'TMB-743'及'洛克'顯著較低，為 0.34 及 0.38 %，'TMB-490'及'漢堡用'則顯著較高，為 0.59 及 0.60 %。赤道線鈣含量部分以'TMB-743'及'洛克'顯著較低，為 0.23 及 0.26 %，其餘品種間差異則不顯著，為 0.35 至 0.37 %。果頂鈣含量部分，品種間比較

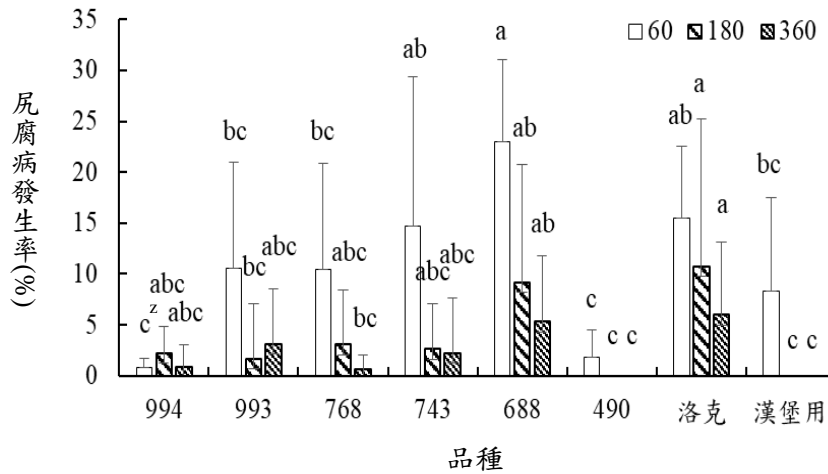


圖 1. 養液硝酸鈣濃度處理下各品種牛番茄果實尻腐病發生情形。

Fig. 1. Blossom-end rot occurrence of 8 beef tomato cultivars under different CaNO₃ treatment.

I represent standard error±SE (n=3). ^zMean different letters above the bar within same CaNO₃ treatment indicate a significantly difference by Fisher's LSD test at 5 % level.

以'TMB-490'及'漢堡用'顯著較高，為 0.29 及 0.28 %，'TMB-743'則顯著最低，為 0.14 %，其他品種差異則不顯著，為 0.19 % 至 0.24 %。在養液硝酸鈣濃度 180 g/1000 L 處理下，果底處鈣含量以'全福 994'、'TMB-490'顯著較高，為 0.77 及 0.73 %，'TMB-768'、'TMB-743'及'洛克'則顯著較低，分別為 0.53、0.49、0.52 %。赤道線鈣含量部分，'全福 994'、'TMB-490'、'漢堡用'鈣含量顯著較高，分別為 0.53、0.49、0.53 %，'洛克'則顯著最低，為 0.32 %。果頂鈣含量部分，品種間差異不顯著，為 0.24 至 0.30 %。當養液硝酸鈣濃度提升至 360 g/1000 L 時，各品種果實各部位鈣含量普遍為各處理中最高，果底處鈣含量部分以'全福 994'、'TMB-490'顯著較高，為 0.83 及 0.88 %，'TMB-768'、'TMB-743'、'TMB-688'、'洛克'則顯著較低，為 0.59 至 0.64 %。赤道線鈣含量部分，以'TMB-490'顯著最高，為 0.73 %，'TMB-743'及'洛克'則顯著較低，為 0.32 及 0.31 %，果頂鈣含量部分，'全福 994'、'全福 993'、'TMB-768'、'TMB-743'、'TMB-688'、'TMB-490'、'洛克'、'漢堡用'分別為 0.32、0.30、0.31、0.28、0.28、0.33、0.24、0.33 % 以'TMB-490'及'漢堡用'顯著較高，皆為 0.33 %，'洛克'則顯著最低，為 0.24 %，其餘品種則介於 0.28 至 0.32 %，差異不顯著。

四、 果實維管束分布情形

果實維管束分布情形如表 4，果底處維管束部分，以'TMB-490'於果底處 72.3 條顯著最多，其餘品種差異不顯著，為 59.2 條至 64.7 條。赤道線維管束部分，以'TMB-490' 64.8 條顯著最高，'TMB-768'、'TMB-743'則顯著較少，為 47.7 及 47.8 條。果頂處維管束部分，以'TMB-490'顯著最多，為 50.3 條，'TMB-688'、'洛克'，30.0 及 31.0 條則顯著最少。其他品種差異不顯著，為 31.3 至 35.5 條。

表 3. 在不同養液硝酸鈣濃度處理下各品種牛番茄果實各部位鈣含量

Table 3. The Ca concentration in different part of beef tomato fruit under different CaNO₃ treatment

部位/品種	60			180			360		
	果底 (%)	赤道線 (%)	果頂 (%)	果底 (%)	赤道線 (%)	果頂 (%)	果底 (%)	赤道線 (%)	果頂 (%)
994	0.52 b ^z	0.37 a	0.23 bc	0.77 a	0.53 a	0.24 b	0.83 a	0.58 b	0.32 ab
993	0.48 b	0.35 ab	0.21 bc	0.60 c	0.42 b	0.28 ab	0.75 b	0.59 b	0.30 abc
768	0.49 b	0.36 ab	0.24 b	0.53 d	0.42 b	0.27 ab	0.60 c	0.42 c	0.31 abc
743	0.34 c	0.23 c	0.14 d	0.49 d	0.35 cd	0.28 ab	0.64 c	0.32 d	0.28 cd
688	0.51 b	0.32 b	0.19 c	0.62 bc	0.39 bc	0.27 ab	0.59 c	0.41 c	0.28 bcd
490	0.59 a	0.35 ab	0.29 a	0.73 a	0.49 a	0.29 a	0.88 a	0.73 a	0.33 a
洛克	0.38 c	0.26 c	0.21 bc	0.52 d	0.32 d	0.26 ab	0.59 c	0.31 d	0.24 d
漢堡用	0.60 a	0.37 a	0.28 a	0.67 b	0.53 a	0.30 a	0.74 b	0.54 b	0.33 a
鈣處理		***y			***			***	
品種		***			***			***	
鈣處理 X 品種		***			***			***	

^zMeans within the same letters in a column are not significantly different by Fisher's LSD Test at 5 % level .

^yNS, *, **, ***, means non-significant or significant different at p≤0.05, 0.01, or 0.001, respectively.

表 4. 牛番茄 8 品種果實各部位之維管束數量 (條)。

Table 4. The vesicular bundle numbers of different parts in eight beef tomato cultivar fruits.

品種	果底	赤道線	果頂
994	63.5 bc ^z	50.5 de	35.5 bc
993	59.2 c	51.7 cde	34.5 bcd
768	60 bc	47.7 e	35.7 b
743	59.7 bc	47.8 e	31.3 cde
688	64.2 bc	56.8 bc	30.0 e
490	72.3 a	64.8 a	50.3 a
洛克	64.7 b	53.3 bcd	31.0 de
漢堡用	62.7 bc	57.3 b	34.5 bcd

^zMeans within the same letters in a column are not significantly different by Fisher's LSD Test at 5 % level.

討 論

本試驗以8品種牛番茄進行三種不同硝酸鈣含量養液處理，以評估最適之養液內硝酸鈣濃度，根據結果，養液硝酸鈣濃度於60 g/1000 L下8品種牛番茄產量相較於180、360 g/1000 L處理下皆為最低，而在'全福994'、'TMB-490'、'洛克'、'漢堡用'上此情形較為顯著，推測因以上為果實較大品種，對鈣及氮需求較高所致。當養液硝酸鈣濃度提升至180 g/1000 L時則可見在8品種產量及單果重上皆有所提升，360 g/1000 L果實大小及產量則為最高，番茄對鈣需求大，適量鈣肥能延緩器官衰老、預防生理病害及增進果實品質及產量 (Zhang *et al.*, 2005)，許多試驗皆發現充足的鈣對番茄產量增加有所助益，Hao和Papadopoulos (2004)發現養液中鈣濃度於300 mg/L相較於150 mg/L產量普遍較高，Yang等人 (2012)則以含0、0.3、0.5、0.8、1 %鈣之養液栽培番茄，並發現有添加鈣肥之處理光合作用能力及產量較無添加鈣之處理好，並且整體以0.8 %處理為最佳。Islam (2016)及Spurr(1959)研究中則發現若鈣不足，則果實細胞呈不規則狀，而鈣為中膠層半聚乳糖醛酸鍵結之橋梁，有助於維持細胞結構穩定因此細胞得以穩定膨脹。

本次試驗鈣源為硝酸鈣，因此在產量增加方面除鈣之影響，硝酸態氮亦可能為影響因子，Flores等人 (2003)即於試驗中發現養液中硝酸態氮:銨態氮比例為14:0相較於10:412:2處理產量有增加情形，Borgognone等人 (2013)亦發現以養液中硝酸態氮:銨態氮比例為100:0或70:30栽培番茄可獲得較高之產量。於本試驗，養液硝酸鈣濃度於60 g/1000

L時可見各品種之產量為最低，而提升至180 g/1000 L時可見'全福994'、'TMB-490'、'洛克'、'漢堡用'於總產量有顯著提升，當濃度再提升至360 g/1000 L時除'TMB-768'、'TMB-688'、'漢堡用'產量有顯著提升，其餘5品種並不顯著，可得知依品種不同，氮肥最適用量也有所不同，於該處理下各品種單果重皆為150 g以上，根據臺北農產運銷股份有限公司制定之牛番茄分級標準，果重需大於150 g、果實周徑需大於18 cm方具商品價值，因此本試驗結果以養液硝酸鈣濃度360 g/1000 L栽培牛番茄為最佳。

(二)、不同養液硝酸鈣濃度處理對牛番茄尻腐病之表現及品種表現

本試驗除評估8供試牛番茄於3種養液硝酸鈣濃度處理下之產量，亦比較三種濃度下各品種尻腐病發生情形，於60 g/1000 L下可見各品種尻腐病發生率皆高於8%，而在180 g/1000 L處理下各品種尻腐病發生情形則有減緩，至360 g/1000 L處理則大部分供試品種尻腐病發生率普遍低於5%，由該結果可見硝酸鈣濃度不同確實對尻腐病發生有所影響。本試驗於60、180 g/1000 L處理下尻腐病發生率普遍高於360 g/1000 L，可見該2處理鈣含量明顯不足，Paiva等人 (2008)試驗中以含鈣量0.2、2.5、5、10、15、20 mmol L⁻¹養液栽培番茄，發現在2.5 mmol L⁻¹鈣濃度下植株即於第二花序以上果實發生尻腐病，Bar-Tal和Pressman (1996)發現養液中鈣濃度於3 mmol/L時相較於7 mmol/L尻腐病發生率較高，Vinh等人 (2014)則發現養液中鈣濃度為12 me/L則尻腐病發生機率較低，以上試驗結果皆與本試驗結果類似。

比較供試8牛番茄品種尻腐病發生情形，以'TMB-743'、'TMB-688'、'洛克'尻腐病發生情形最嚴重，於試驗三部分亦有相同情形發生，對照其果實維管束分布情形可見該三品種果頂為管束於正常條件下分別僅31.5、32.0、28.7條，因此可能果實對鈣之吸收運移能力較差，果實於快速生長時所能運送之鈣無法滿足細胞膨大發育所需，導致細胞壁結構減弱而易組織崩潰造成尻腐病。尻腐病發生情形較不嚴重之品種如'全福994'、'TMB-490'、'漢堡用'可見果實於果頂處維管束分布較多，分別為43.5、51.0、53.8條，顯著多於上述對尻腐病敏感品種，因此推測其對鈣運移能力較佳，於本試驗中所見此現象與Belda等人 (1996)及Ho等人 (1993)試驗結果相符。

造成品種間對尻腐病敏感程度差異除各品種果實維管束分布不同，亦可能有其他因素造成品種間之差異，試驗二部分即發現'TMB-688'葉片蒸散作用速率大於'TMB-768'，對照本試驗結果，可見'TMB-768'尻腐病發生率低於'TMB-688'，葉片蒸散作用速率高可能造成葉片獲得之鈣配比較多，果實較少 (Ho, 1989)，'TMB-688'甚至於360 g/1000 L處理下仍有5.3%之尻腐病發生率，可見其可能因蒸散作用較強，縱使在鈣充足狀態下仍受限於葉片與果實間鈣之競爭而導致果實容易缺鈣。

於各品種間可見各品種間果實大小有所不同，Vinh等人 (2018)發現果實生長速率較快之品種尻腐病發生機率普遍較高，可得知此類品種果實快速膨大時鈣供應無法滿足細

胞需求。本次試驗所選品種'TMB-743'、'TMB-688'、'洛克'於正常條件栽培單果重皆達170 g以上，並且於試驗過程中觀察到'TMB-743'果實膨大速率極快，因此推測在低鈣供給條件下可能造成其鈣稀釋效應嚴重而易發生尻腐病，而尻腐病發生情形較不嚴重之品種如'全福994'、'TMB-768'、'漢堡用'其單果重相對較輕，因此推測其鈣稀釋效應可能較不嚴重。於試驗中亦發現'TMB-490'於正常條件栽培單果重雖逾200 g，但其尻腐病發生情形屬本試驗中最輕微者，除可推測為其果實內維管束分布較多，能提供較多鈣供果實生長。

(三)、養液中鈣/銨態氮、鈣/鉀、鈣/鎂比例對尻腐病之影響

在本次試驗中，因所配置之養液皆含有80 g/1000 L濃度之磷酸一銨，三種硝酸鈣濃度處理下造成養液中鈣:銨態氮之比例不同，本次試驗所使用之硝酸鈣鈣含量為11%，磷酸一銨銨態氮含量為12%，換算鈣:銨態氮比例60 g/1000 L處理為6.6:9.6，180 g/1000 L處理鈣:銨態氮為19.8:9.6，360 g/1000 L處理鈣:銨態氮則為39.6:9.6，於60 g/1000 L處理下可見銨態氮比例高於鈣，銨態氮屬於一價陽離子，而鈣屬二價陽離子，在一價陽離子比例較多時會使二價陽離子有效性降低而致使根部優先吸收一價陽離子 (Geraldson, 1957; Marschner, 1997)，因此造成拮抗作用致使鈣於根域有效性降低。Dekock等人(1978)及Nukaya等人 (1995)試驗結果發現提升養液中銨態氮濃度及比例造成果實鈣含量下降及尻腐病發生機率提升，與本試驗結果相似。除銨態氮可能造成拮抗致使鈣吸收受抑制，其他屬單價陽離子元素尚有鉀、鎂，可能與鈣造成拮抗，本次試驗所使用之硝酸鉀鉀含量為13%，硫酸鎂鎂含量為16%，換算鈣:鉀:鎂比例60 g/1000 L處理為6.6:52:40，180 g/1000 L處理為19.8:52:40，360 g/1000 L處理則為39.6:52:40。鉀與鈣拮抗機制與銨態氮類似，Bar-Tal和Pressman (1996)發現調整養液中鉀/鈣比會影響植體內鉀及鈣含量，當養液中鉀/鈣比提升至2時，尻腐病發生率顯著增加，而Taylor等人 (2004)研究中指出將養液中鉀濃度降至1/2則可有效預防尻腐病發生。Hao和Papadopoulos (2002、2004)則於試驗中發現養液若鈣含量於150 mg/L時，鎂含量高於50 mg/L尻腐病發生率明顯提升，以上試驗皆與結果相符。

參 考 文 獻

- Bar-Tal, A. and E. Pressman. 1996. Root restriction and potassium and calcium solution concentration affect dry-matter production, cation uptake, and blossom-end rot in greenhouse tomato. *J. Amer. Soc. Sci.* 121: 649-655.
- Belda, R. M., J. S. Fenlon, and L.C. Ho. 1996. Salinity effects on the xylem vessels in tomato fruit among cultivars with different susceptibilities to blossom-end rot. *J. Hort. Sci.* 71: 173-179.
- Borgognone, D., G. Colla, Y. Roupael, M. Cardarelli, E. Rea, and D. Schwarz. 2013. Effect of

- nitrogen form and nutrient solution pH on growth and mineral composition of self-grafted and grafted tomatoes. *Sci. Hort.* 149: 61-69.
- DeKock, P. C., A. Hall, R. H. E. Inkson, and R. A. Robertson. 1979. Blossom-end rot in tomatoes. *J. Sci. Food Agric.* 30: 508-514.
- Flores, Pilar., J. Navarro, M. Carvajal, A. Cerdà, and V. Martínez. 2003. Tomato yield and quality as affected by nitrogen source and salinity. *Agro. EDP Sci.* 23: 249-256.
- Geraldson, C. M. 1957. Control of blossom-end rot of tomatoes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 69: 309-317.
- Ho, L. C., R. Belda, M. Brown, J. Andrews, and P. Adams. 1993. Uptake and transport of calcium and the possible cause of blossom-end rot in tomato. *J. Experi. Bot.* 259: 509-518.
- Hao, X. and A. P. Papadopoulos. 2004. Effects of calcium and magnesium on plant growth, biomass partitioning, and fruit yield of winter greenhouse tomato. *Hort. Sci.* 39: 512-515.
- Marschner, H. 1977. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic, San Diego, Calif.
- Pavia, E. A. S., H. E. P. Martinez, V. W. D. Casali, and L. Padilha. 1998. Occurrence of blossom-end rot in tomato as a function of calcium dose in the nutrient solution and air relative humidity. *J. Plant Nutri.* 21: 2663-2670.
- Taylor, M. D., S. J. Locasico, and M. R. Alligood. 2004. Blossom-end rot incidence of tomato as affected by irrigation quantity, calcium source, and reduced potassium. *Hort. Sci.* 39: 1110-1115.
- Yang, L., H. Qu, Y. Zhang, and F. Li. 2012. Effects of partial root-zone irrigation on physiology, fruit yield and quality and water use efficiency of tomato under different calcium levels. *Agri. Water Manag.* 104: 89-94.
- Zhang, X., L. Du, Y. Wang, and T. Han. 2005. Effect of Ca treatment on physiological disorder and abscission of post-harvest fruits. *Hebei Fruit* 1: 3-5.

The Effects of Different Nutrient CaNO_3 Concentration on the Occurrence of Blossom-end Rot of Beef Tomato

Liang-Chun Fang¹⁾ Yu Sung²⁾

Key words : Beef tomato, CaNO_3 , Blossom-end rot, Vascular bundles

Summary

Due to the unstable climate, diseases, pests, and continuous cropping obstacles in Taiwan, screen houses are used for tomato soilless cultivation. However, this way should be more precise in controlling water and fertilizer regime to avoid physiological disease such as blossom-end rot. In this study, eight beef tomato cultivars and three nutrient CaNO_3 concentrations were used to understand the possible Ca concentrations for blossom-end rot occurrence and compare the sensitivity of blossom-end rot of each cultivar, expecting to screen cultivar which is suitable for soilless culture in green house. The highest yield of eight cultivars was at 360 g/1000 L, ranged from 3649.2 g to 5084.4 g, and the blossom-end rot rate was 0 % to 6.3 %. When the CaNO_3 concentration dropped by 1/4 to 60 g/1000 L, the yield of every cultivar decreased significantly. The blossom-end rot rate of blossom-end rot sensitive cultivars such as 'TMB-688' and 'Roko' increased to 22.9 % and 15.4 %, respectively. Corresponding to their vascular bundles at distal end of fruit, 'TMB-688' and 'Roko' only had 30.0 and 31.1 vascular bundles, which were significantly less than other cultivars. According to the results, 360 g/1000 L CaNO_3 in nutrient solution was recommended to prevent the occurrence of blossom-end rot, and the most suitable cultivar for resistant blossom-end rot was 'Chenfu 994'.

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

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