

臺灣二〇〇七年國際科學展覽會

科 別：植物學

作 品 名 稱：短暫高鹽刺激提升番茄果實品質

學校 / 作者：國立臺南第一高級中學 胡凱評

作者簡介



我叫胡凱評，現在是個面臨大考的高三生，雖然學校科目不是挺好，但生物這科卻是最感興趣的科目。在種植番茄的過程，雖然有的番茄中途夭折，加上許許多多的辛苦，但看著那最後一顆顆碩大的番茄終於長大，總算明白所有的血汗都沒有白費。這次實驗的過程中，從一開始育苗到最後的收成，再到果實的分析，這段期間雖然很累，但學到的卻是做實驗的精神和對研究的態度，這次的經驗學習相信對我以後想從事的科學研究工作，必然有極大的幫助。

短暫高鹽刺激提升番茄果實品質

Effects of Intermittent High Salinity on Improving Fruit Quality in Tomato 'Taichung Asveg No.10'

一. 摘要(Abstract)

本研究透過對蕃茄施予短時間的不同高鹽份濃度刺激，觀察植株成長情形並對果實進行品質測定，本研究對於品質之定義著重於總抗氧化能力、糖度及硬度的檢測。由實驗結果得知 Na^+ 、 Cl^- 離子所造成的滲透壓差，確實有助於可溶性固形物及 Na^+ 、 Cl^- 離子的累積，對於果實糖度及硬度上皆有顯著變化。但對於如何造成總抗氧化能力值的提升，在未來的研究中會再深入探討。

We observe the germination of the tomatoes and assay "the quality" of the fruits in our research by giving plants short-range acridness of different high salinity. In this research, the definition of "quality" emphasizes the anti-oxidized ability, the brix, and the hardness. By the experimental result knew Na^+ and Cl^- ion creates the osmotic pressure, truly is helpful to the Soluble Solid Content and the Na^+ and Cl^- ion accumulation. Yet regarding by what the anti-oxidized ability promotes, we will treat in-depth in our intended research.

二. 前言

現在台灣的市場上有所謂的鹽地蕃茄，都標榜著比以前的番茄好吃並且品質更好，但是所謂番茄的果實品質是靠什麼來定義又鹽分逆境對於番茄果實的品質影響如何？這些都是在以下的研究所要探討的。

蕃茄為耐鹽性植物，但又因品種的不同而有不同的抵抗能力，經過請教過農改場對於蕃茄較有研究的專業人士之後，選擇了台中亞蔬十號作為研究品種，因為其耐鹽性屬中等但因耐熱性中等且具有抗病性，故對於環境溫度急病蟲害之影響的影響可減低，使得研究結果較不受其他變因所影響。

本研究以臺中亞蔬十號蕃茄為材料，探討短期不同程度的鹽分逆境處理，對於番茄果實品質的正效應之影響。

三. 材料與方法

(一)、 材料：

1. 臺中亞蔬十號番茄幼苗(*Lycopersicon esculentum* FMTT 593)
2. 水耕箱 (2公尺×1公尺) 6個
3. 保麗龍 (2公尺×1公尺) 6塊
4. 打氣機 (AC 110V 60Hz) 6個
5. 透明塑膠軟管 (1公尺長) 6條
6. 手持式糖度檢測儀 (Brix meter 0%~32%,Japan)
7. 物性測定儀 (Fudoh Rheometer NRM-2010J-CW, Japan)
8. 分光光度計 (spectrophotometer U2001 , Hitachi, Japan)
9. 營養液配方(g/L)：(Ref)

表1：營養液配方

| 藥品名稱 | g/L | g/270L |
|--|-----------------------|--------|
| KNO ₃ | 0.4180 | 112.85 |
| Ca(NO ₃) ₂ | 0.5689 | 153.60 |
| MgSO ₄ | 0.1713 | 46.25 |
| EDTA-Fe | 0.0137 | 3.70 |
| H ₃ BO ₃ | 0.0014 | 0.37 |
| NH ₄ H ₂ PO ₃ | 0.0206 | 5.55 |
| MnSO ₄ · 4H ₂ O | 0.0014 | 0.37 |
| ZnSO ₄ · 7H ₂ O | 0.0002 | 0.041 |
| CuSO ₄ · 2H ₂ O | 3.33×10 ⁻⁵ | 0.009 |
| NaMoO ₄ · 2H ₂ O | 1.48×10 ⁻⁵ | 0.004 |

10. 抗氧化能力測定(FRAP)：

Preparation of reagents for FRAP assay

(1.) FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma) reagent

Stocks

A) Acetate buffer: 300 mmol $\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, pH 3.6 + $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ per liter of buffer solution

B) 10 mmol/liter TPTZ + 40 mmol/liter HCl (tripyridyltriazine)

C) 20 mmol/liter $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Working FRAP reagent: Mix 25 ml stock A + 2.5 ml stock B + 2.5 ml stock C

(Note: Prepare the FRAP reagent freshly before use by mixing the required quantities of stock solutions)

(2.) Antioxidants stocks- 100 $\mu\text{mol/liter}$

Prepare the antioxidant solutions 1 hour before use

(3.) 0.1 M phosphate buffer (pH 7.6)

Solution A: 0.2 M solution of monobasic sodium phosphate (27.8 g in 1000 mL)

Solution B: 0.2 M solution of dibasic sodium phosphate (53.6 g of $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) or 71.7 g of $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ in 1000 mL)

Mix **13.0 ml of solution A** and **87.0 ml of solution B** and make-up the volume to 400 ml

(4.) 0.1 M phosphate buffer (pH 7.6) + 0.1 M EDTA

Dissolve 14.9 g of sodium salt of EDTA (F.W.: 372.2) in 400 ml of the 0.1M phosphate buffer solution.

附註：抗壞血酸之成分 **Known antioxidants (100 $\mu\text{mol/l}$)**

1. L (+) ascorbic acid- extra pure (Merck, Germany)- FW: 176.12
2. Uric acid- solid (BDH)- FW: 168.11
3. Albumin- solid (BSA fraction V, Sigma)
4. Bilirubin- calibrator solution (Sigma)- FW: 584.67
5. Trolox (Aldrich chemical Co, USA)- FW: 250.3
6. DL- α -tocopherol (Merck) – FW: 472.75
7. Bovine serum albumin (BSA) (Sigma)

本試驗使用 Ascorbic acid 作為抗氧化劑標準品

(二)、 研究方法

本研究於 2005 年 11 月 2 日以水耕方式定植於臺南一中簡易網室中，2006 年 3 月 10 日採收完畢。植株以山崎式配方(山崎肯哉,れき耕栽培の施設と栽培方法,農および園, 1971)為基底營養液，對照組為單純的基底營養液，處理組 1 的營養液含有濃度 23.1%的 NaCl 溶液，處理組 2 的營養液則含有 38.4%NaCl 溶液，每組重複相同裝置與營養液。

每一水耕箱 (1.7 公尺×0.7 公尺) 倒入 270L 的水耕液 (深 23 公分)，並種植 6 株番茄幼苗 (播種 2 週未木質化)，植株以保麗龍板固定漂浮於液面，如圖 1 所示。每星期進行 4 小時 (上午 10 點至下午 2 點) 之高鹽處理，並於植株生長期間，每箱配備 1 個打氣馬達(每小時輸出 2200L)供給空氣，並於果實成熟後(本研究皆待果實完全成熟才採收)，分別測定果實的硬度、糖度及總抗氧化能力值。

硬度的測定：以物性測定儀(Fudoh Rheometer)測定，速度設定為 6cm/min。

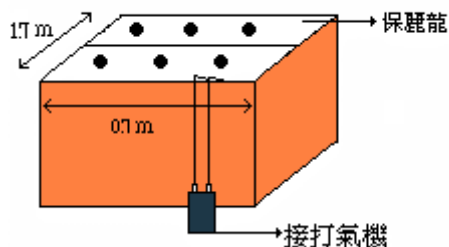
糖度的測定：取果實 1/6 片，並分成上、中、下三部份分別測定，再取平均值。

總抗氧化能力值的測定：

樣品萃取

1. 取 1g 的果肉切成碎片，置入冰枕的研鉢中，並加入少量的矽沙及 0.1M 磷酸緩衝液(pH 7.6 含 0.1M EDTA) 9ml 加以研磨
2. 放入離心機(Sigma 202MK)內離心(4°C，13000r.p.m，10 分鐘)
3. 離心完畢後，取出上層澄清液
4. 取新鮮配置的 FRAP 300μl(水浴預熱 37°C)
5. 以分光光度計在 593nm 波長下做空白樣品吸光度校正
6. 將 10μl 樣品及 30μlH₂O 加入 300μlFRAP 中混合均勻(最後樣品稀釋倍率為 1/34)
7. 分光光度計下 0.5 秒後紀錄其吸光度

※若需紀錄抗氧化物衰變情形，可以間隔 15 秒測定一次吸光度，測定時程達 4~5 分鐘



(圖 1.水耕箱裝置簡圖)

四. 研究結果與討論

鹽分處理過的果實比對照組小，但硬度(表 1)、糖度(表 2 及圖 2)與總抗氧化能力值(表 3 及圖 3)均比對照組高，顯示短期鹽分衝擊有助於糖分累積，提高硬度與總抗氧化能力。

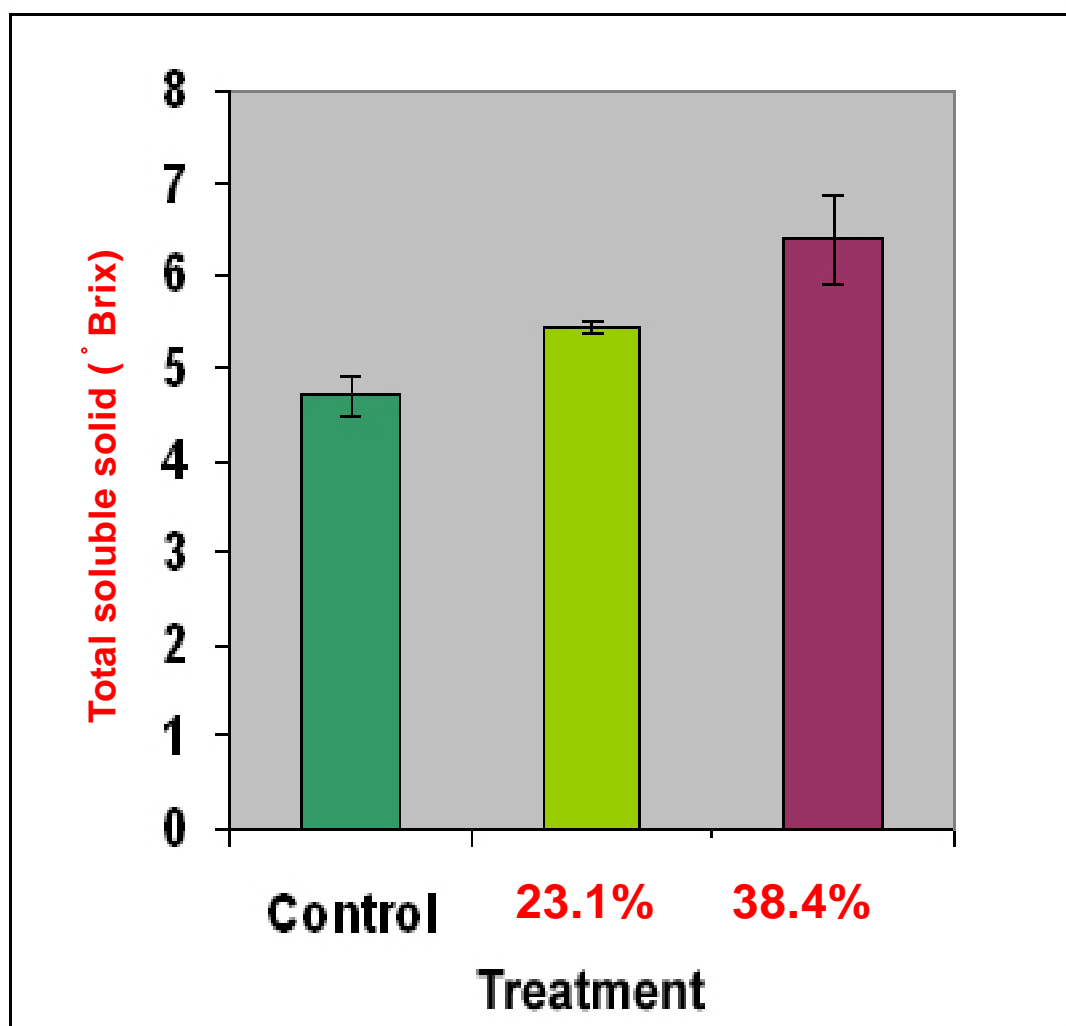


圖 2. 三種處理蕃茄的糖度值

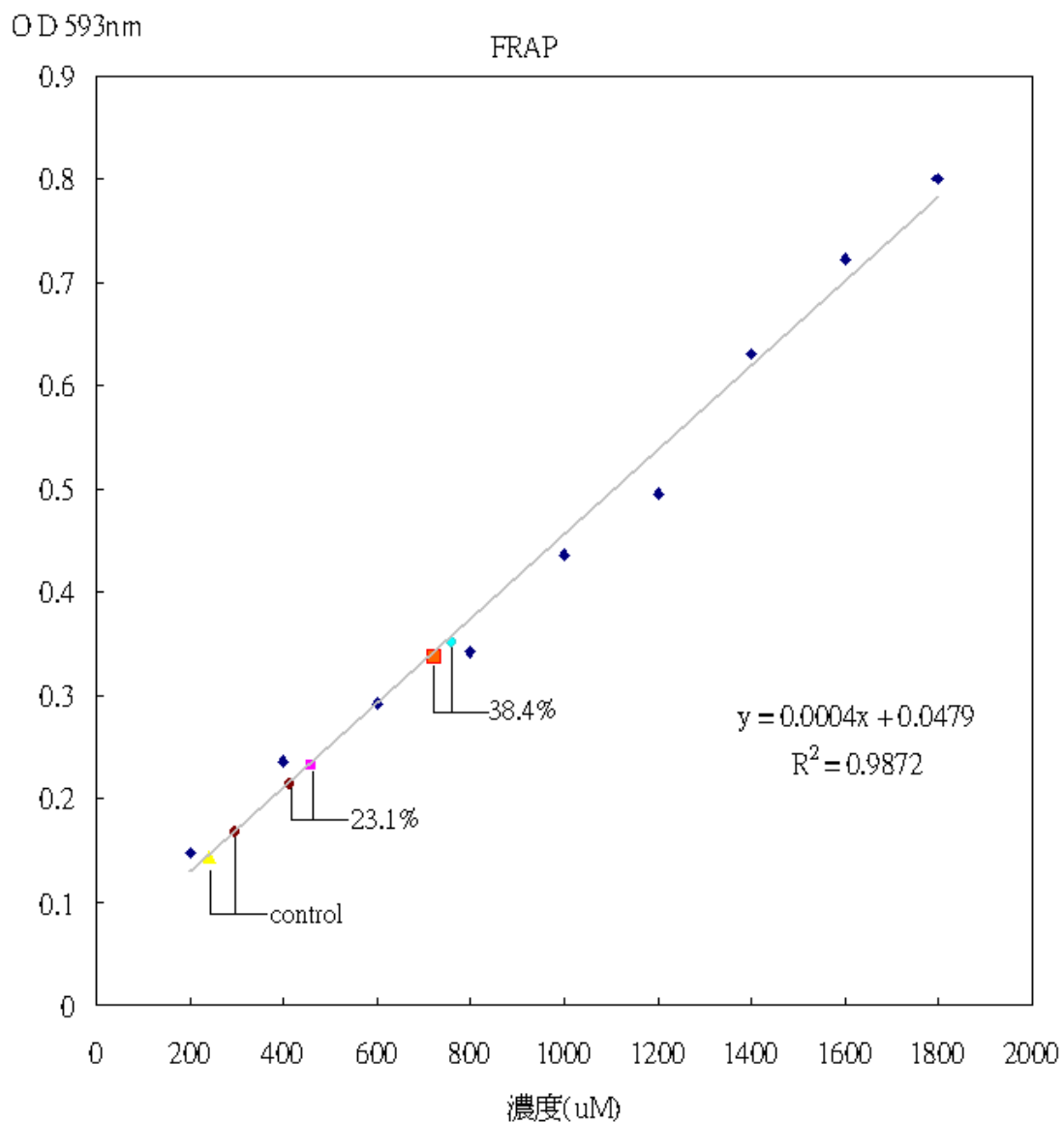


圖 3. 三種處理蕃茄的總抗氧化能力值（以 Ascorbic acid 為標準值）

表 1. 三種處理番茄的硬度值。(以 0.0 為基礎)

| Treatment | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Mean (kg/cm ²) |
|---------------|----------|----------|----------|----------------------------|
| Control | 5.0 | 5.3 | 4.8 | 5.0 |
| Exp 1 (23.1%) | 5.8 | 6.7 | 6.0 | 6.2 |
| Exp 2 (38.4%) | 7.8 | 8.0 | 9.0 | 8.3 |

表 2：三種處理蕃茄的糖度值

| Experiments | Replication | Treatments | | | | | |
|------------------|-------------|------------|------|------------|------|------------|------|
| | | Control | | 23.1% | | 38.4% | |
| | | Brix value | Mean | Brix value | Mean | Brix value | Mean |
| 1 | 1 | 4.3 | | 5.1 | | 5.7 | |
| | 2 | 4.7 | 4.7 | 5.6 | 5.5 | 6.0 | 6.0 |
| | 3 | 5.0 | | 5.8 | | 6.4 | |
| 2 | 1 | 4.6 | | 5.2 | | 6.9 | |
| | 2 | 5.0 | 5.0 | 5.3 | 5.5 | 7.0 | 7.2 |
| | 3 | 5.5 | | 5.9 | | 7.8 | |
| 3 | 1 | 4.1 | | 5.0 | | 5.9 | |
| | 2 | 4.6 | 4.6 | 5.3 | 5.4 | 6.3 | 6.3 |
| | 3 | 5.0 | | 5.8 | | 6.8 | |
| 4 | 1 | 4.3 | | 4.9 | | 6.0 | |
| | 2 | 4.6 | 4.7 | 5.4 | 5.4 | 6.3 | 6.4 |
| | 3 | 5.1 | | 5.8 | | 6.8 | |
| 5 | 1 | 4.0 | | 5.1 | | 5.6 | |
| | 2 | 4.5 | 4.7 | 5.4 | 5.4 | 6.0 | 6.0 |
| | 3 | 4.9 | | 5.8 | | 6.4 | |
| Overall mean±S.D | | 4.7±0.2 | | 5.4±0.1 | | 6.4±0.5 | |

表 3：三種處理番茄的總抗氧化能力值(mM Vit. C/g sample)
(以 Ascorbic acid 為標準值)

| Treatment | Sample 1 | Sample 2 | Sample 3 | Mean | Concentration | Total antioxidant activity (Ascorbic acid equivalents) |
|------------------------------|----------|----------|----------|------|---------------|--|
| Control | 0.16 | 0.15 | 0.16 | 0.16 | 271.50 | 244.35 |
| Experiment 1 (23.1%) NaCl | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 437.80 | 394.02 |
| Experiment 2 (38.4%) NaCl | 0.34 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 742.00 | 667.80 |

※ 1g 樣本加入 9000 μ l 的緩衝液萃取，再從其中取出 10 μ l 的澄清液測其吸光
值。故以 control 為例，其
總抗氧化力值 = $271.5/10 \times 9000 = 244.35$ mM Vit. C/g sample

五. 結論與應用

有研究指出高濃度 NaCl 作為長期刺激，有助於番茄可溶性固形物質的累積 (Zhifang Gao *, M. Sagi, S.H. Lips, 1998)，但本研究顯示短暫的高濃度鹽分刺激也有助於糖度、硬度及總抗氧化能力值的提升。推測可能是番茄於鹽分逆境之下，為了降低滲透潛勢且加速吸收水分，因而累積離子與有機溶質（糖類及有機酸）但兩者是否相同原因則不得而知。另外在實驗結果中發現番茄整體密度變大，其果實內部空腔明顯小於市面上販售之一般番茄。本研究未來可進一步比較短期與長期鹽分處理，對硬度、糖度與總抗氧化能力的差異性，或是著重於鹽份濃度如何影響果實內部空腔的生成。

未來擬可應用在水耕栽種蕃茄上，藉由循環式水耕系統給予蕃茄植株高度鹽分刺激，可避免傳統對於土地施予鹽肥導致土壤鹽鹼化之問題，並可推廣至不臨海之內地。

六. 參考文獻

(一、) (何小珍 2003)

鹽分處理對番茄‘農友301’植株生育、產量及果實品質之影響

(二、) (Zhifang Gao *, M. Sagi, S.H. Lips 1998)

Carbohydrate metabolism in leaves and assimilate partitioning in fruits of tomato(*Lycopersicon esculentum* L.) as affected by salinity

(三、) (M. D. CRAMER!*, *, Z. F. GAO” and S. H. LIPS “# 1999)

The influence of dissolved inorganic carbon in the rhizosphere on carbon and nitrogen metabolism in salinity-treated tomato plants

(四、) (Reka Szollosi*, Ilona Szollosi Varga 2002)

Total antioxidant power in some species of Labiatae (Adaptation of FRAP method)

附錄

番茄果實成長變化



附圖 1：蕃茄花(花苞)



附圖 2：蕃茄花



附圖 3：第 1 週



附圖 4：第 2 週



附圖 5：第 3 週



附圖 6：第 4 週



附圖 7：第 5 週



附圖 8：第 6 週



附圖 9：第 7 週



附圖 10：第 8 週(已採收)

評語

有趣的實驗，可惜實驗不夠嚴謹，使用鹽分的濃度有失真的可能，需再次重復肯定。