

低頂燒率及耐貯性蘿蔓萵苣品種評估¹

謝明憲²、徐敏記³、郭明池²

摘 要

謝明憲、徐敏記、郭明池。2019。低頂燒率及耐貯性蘿蔓萵苣品種比較。臺南區農業改良場研究彙報 73：32-42。

蘿蔓萵苣為歐美國家主要沙拉食材，亦為臺灣重要生食、烹煮兼用及供應外銷用蔬菜。雖然現有品種於春季及秋季之溫暖環境栽培具有低頂燒症發生率優點，但不耐貯藏為主要缺失。為克服本問題，本研究策略為引入長葉型 (Cos-type) 及迷你型 (Gem-type) 二種蘿蔓萵苣商業品種進行比較，以篩選具耐熱性及耐貯性品種。結果顯示在長葉型蘿蔓以 'EX3308' 具最高株重，其次為 'LE4712' 及 'TC101'，最低為 'TC103'，且無頂燒症發生；耐貯性由高至低依序為 'LE4712'、'TC103'、'TC101'、'EX3308'。迷你型蘿蔓評估結果以 '長生 62 號' 具最高株重，其次為 '長生 61 號' 及 '長生 60 號'，最低為 '長生 65 號'，且無頂燒症發生；耐貯性由高至低依序為 '長生 62 號'、'長生 61 號'、'長生 65 號'、'長生 60 號'。本引種試驗顯示長葉型蘿蔓以 'LE4712'、迷你型蘿蔓以 '長生 62 號' 為兼具耐熱及耐貯性之候選品種。

現有技術：現行品種於溫暖環境栽培雖具低頂燒率優點，但不耐貯藏，主要問題為採收後於低溫貯藏期間易出現葉脈紅化及鏽斑等生理障害，故需引入新品種，篩選優良品種以供產業應用。

創新內容：藉由引種於晚春溫暖環境栽培，採收後經貯藏二個月進行評估，評選出長葉型蘿蔓 'LE4712' 及迷你型蘿蔓 '長生 62 號' 二品種，兼具耐熱及耐貯性。

對產業影響：若萵苣生產團體採用本項引種試驗所評選出兼具耐熱及耐貯性品種，應有機會促進產品銷售至更遠國外市場及提升產業國際競爭力。

關鍵字：蘿蔓萵苣、品種、頂燒、貯藏

接受日期：2019 年 5 月 6 日

-
1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 501 號。
 2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場副研究員兼站長及助理研究員。712 臺南市新化區牧場 70 號。
 3. 行政院農業委員會農業試驗所助理研究員。

前 言

蘿蔓萵苣因為中文譯法的關係，導致有多種不同名稱，例如羅美生菜、羅曼萵苣、羅美心等皆是指同一種。依植物學分類，蘿蔓萵苣為菊科作物，是萵苣家族成員之一，屬於半結球萵苣（英名：Romaine lettuce；學名：*Lactuca sativa L. var. longifolia*），頂芽不完全抱合的品種，性喜冷涼氣候環境，其葉面平滑，葉型略圓；由於味道清甜較少苦味，常被作為生菜食用，為著名「凱撒沙拉」之主要食材，單價通常較高，但也可川燙、油炒，或放入火鍋中更增添美味，是萵苣家族中可以火鍋、生食二用極品⁽³⁾。

蘿蔓萵苣品種依大小通常僅區分為長葉型蘿蔓（Cos-type）及迷你型萵（Gem-type）二大類，雖然英國皇家園藝協會（The Royal Horticultural Society Garden, Wisley）2007年蘿蔓品種試作報告，於二類型間再區分出中間型蘿蔓⁽¹¹⁾；但依據「國際植物新品種保護聯盟」（The International Union for the Protection of New Varieties of Plants, UPOV）於2017年之萵苣分類，蘿蔓萵苣類型仍僅區分為長葉型及迷你型二類。長葉型具有長型葉片，葉質微厚且有清晰中肋（Midrib），葉球長橢圓形，長度大於直徑之1.5倍；迷你型則葉片長寬相近、葉質厚亦且有清晰中肋，葉球呈短橢圓至微倒卵形，外型近似長葉型蘿蔓之矮短版⁽¹²⁾，而本研究之供試蘿蔓品種也依據UPOV標準區分二類進行試作與調查。

依據臺灣萵苣品項之年/月交易價變動分析，除「其它」品項之外，不論年平均或月平均交易價，均以「蘿蔓萵苣」最高，且全年月平均最低價也顯著高於其它品項；其原因可能為「蘿蔓萵苣」在非產季主要仰賴進口供應，但其進口單價又高於「結球萵苣」，且甚少進入國內拍賣市場。故近十年之年平均交易價，排名最高一向為「蘿蔓萵苣」，每公斤 53.5 ± 4.9 元，而近十年月平均最高交易價，排名最高也為「蘿蔓萵苣」每公斤 90.0 ± 2.2 元⁽⁶⁾。

基於萵苣為喜好冷涼環境作物，在溫度偏高環境易出現生育障礙頂燒症，常導致棄收損失，而施肥不當被認為是主要因素。為克服該問題，以往研究在結球萵苣春期作及秋期作適量減少肥料總用量與降低氮/鉀肥施用比率之合理化施肥措施，可有效避免頂燒症發生，惟部分試區相同栽培期之平均葉球重顯著低於農民慣行施肥組；蘿蔓萵苣春期作以相同策略「合理化施肥」亦具有效降低頂燒症發生⁽⁴⁾；但結球萵苣及蘿蔓萵苣試作選用耐熱品種也可有效降低頂燒症發生風險^(4,5)。

由於現有品種雖於春季及秋季之溫暖環境栽培具有低頂燒症發生率優點，但不耐貯藏為主要缺失，本研究為克服該問題，應用策略為藉由與臺灣種苗改進協會共同引入長葉型及迷你型蘿蔓商業品種，依據省工暨合理化施肥之栽培管理模式⁽⁷⁾，再依據商業化萵苣冷藏作業模式^(1,2)，先預冷後始低溫冷藏2個月，以執行耐貯性評估。期望本項引種試驗評選出兼具耐熱性及耐貯性品種，應有機會促進產品銷售至國外更遠市場以及提升產業國際競爭力。

材料與方法

一、田間試作之品種比較試驗

(一) 供試品種

1. 長葉型蘿蔓萵苣：以目前外銷萵苣生產專區主要栽培蘿蔓品種「麥1」及「麥2」為對照品種，由麥寮果菜生產合作社提供。另有臺灣農產企業股份有限公司品種

‘TC101’、‘TC102’、‘TC103’、‘TC104’、‘TC105’；崧寶種苗有限公司品種‘崧寶 1 號’；農友種苗股份有限公司品種‘EX5347’、‘EX3308’、‘EX3312’、‘EX3316’；輔城貿易有限公司品種‘#188’、‘#238’；稼穡種子有限公司品種‘LE4713’、‘LE4712’；豐田種苗行品種‘吉林甜脆萵苣’。

2. 迷你型蘿蔓萵苣：計有長生種子有限公司品種‘長生 60 號’、‘長生 61 號’、‘長生 62 號’、‘長生 63 號’、‘長生 64 號’、‘長生 65 號’、‘長生 66 號’；豐田種苗行品種‘綠翡翠萵苣’。

(二) 試作地點：雲林縣麥寮裸菜生產合作社(雲林縣麥寮鄉試區)、臺南區農業改良場義竹工作站(嘉義縣義竹鄉試區)。

(三) 試驗設計：田間試驗採逢機完全區集設計，二重複，每一重複均包括所有供試品種，每一品種種植 400 株。每一品種之每一重複均各別採收 60 株進行性狀調查。

(四) 調查項目：植株園藝性狀計調查株重、株幅、株寬及內莖長。並計算內莖長度比(%)、株形指數(%)及半結球緊度。其計算公式分別為：內莖長度比(%) = 內莖長 / 株高 × 100%；株形指數(%) = 株高 / 株幅 × 100%；半球緊度 = 株重 / [($\pi \times$ 株高 × 株幅 × 株幅) / 6]。

二、耐貯性評估試驗

(一) 供試材料：以前述試驗供試品種於麥寮試作田區採收之產品。

(二) 處理方法：採收當日所有產品均經真空預冷，當產品溫度降至 5°C 後，移入 2°C 冷藏庫冷藏 2 個月。

(三) 調查分析項目：移出貯藏庫當日調查葉脈紅化、鏽斑、腐爛、修整前外觀接受度、修整除葉數、修整後外觀接受度等。

結果與討論

一、田間試作之品種比較試驗

(一) 長葉型蘿蔓品種比較

表 1 及表 2 顯示二次試驗之對照品種均無出現頂燒症，然供試品種在麥寮試區係 3 月 9 日定植、4 月 19 日採收者，僅‘TC101’、‘#238’、‘EX3308’、‘TC103’及‘LE4712’無出現頂燒症；在義竹試區則係 3 月 15 日定植、4 月 24 日採收者，僅‘TC101’、‘EX3308’、‘TC-103’及‘LE4712’均無出現頂燒症；而二次試驗均無出現頂燒症之四品種在麥寮試區之平均株重皆在 800 公克以上，在義竹試區則皆在 1,000 公克以上，但以‘EX3308’具最高株重，其次為‘LE4712’及‘TC101’，最低為‘TC103’，且均與對照品種之‘麥 2’之株重無顯著差異。而四品種經委託臺灣種苗改進協會聘請之產官學 5 位委員綜合評選結果之優勝次序高低相同，依序為‘EX3308’、‘LE4712’、‘TC101’、‘TC103’⁽⁷⁾。基於結球萵苣在日間溫度超過 28°C 時，易導致葉球苦味，也易造成結球不良及引發頂燒症⁽¹³⁾。但依據試區氣象紀錄，於麥寮試區栽培期間最高氣溫為 25.6 ± 3.1°C、平均氣溫為 21.2 ± 3.0°C，且生育後半期高於 28°C 天數計有 8 日；於義竹試區栽培期間，最高氣溫為 27.9 ± 2.7°C、平均氣溫為 22.9 ± 2.8°C，且生育後半期高於 28°C 天數計有 15 日。由於供試品種‘#238’在麥寮試區並未出現頂燒症，然而在義竹試區出現頂燒症，推測應是最高氣溫增高

以及生育後半期高於 28°C 天數增加所致。而供試品種 'TC101'、'EX3308'、'TC103' 及 'LE4712' 於生育後半期仍能耐平均氣溫 $23.9 \pm 3.0^\circ\text{C}$ 、最高氣溫 $28.6 \pm 3.1^\circ\text{C}$ 之溫熱環境。

表 1. 長葉型蘿蔓品種於麥寮試區之園藝性狀^W

Table 1. Horticultural characteristics of romaine (Cos type) cultivars in Mailiao^W

| 品種別 Cultivar | 株重 Plant weight (g) | 株幅 Plant width (cm) | 株高 Plant height (cm) | 內莖長 Core length (cm) | 內莖長度比 Core length ratio (%) ^X | 株形指數 Plant shape index (%) ^Y | 半結球 緊度 (g/cm ³) Density ^Z | 頂燒率 Tip-burn rate (%) |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|--|---|--------------------------------|
| #188 | 1,066.8 | 24.6 | 34.0 | 7.1 | 20.8 | 138.3 | 0.098 | 1.3 |
| TC101 | 846.0 | 20.4 | 29.8 | 7.9 | 26.5 | 146.7 | 0.087 | 0 |
| 崧寶 1 號 | 924.7 | 23.6 | 31.0 | 9.8 | 31.6 | 131.4 | 0.097 | 6.0 |
| EX5347 | 964.2 | 25.2 | 29.4 | 9.5 | 32.1 | 116.6 | 0.099 | 3.5 |
| TC102 | 542.7 | 19.0 | 33.8 | 2.8 | 8.4 | 178.4 | 0.106 | 1.0 |
| 吉林甜脆萵苣 | 836.6 | 23.6 | 29.8 | 9.3 | 31.3 | 126.8 | 0.104 | 3.0 |
| #238 | 612.5 | 20.8 | 27.2 | 7.3 | 26.9 | 131.1 | 0.094 | 0 |
| EX3308 | 828.8 | 21.8 | 31.4 | 9.1 | 29.0 | 145.0 | 0.105 | 0 |
| TC103 | 913.7 | 23.4 | 31.0 | 8.9 | 28.8 | 133.7 | 0.106 | 0 |
| AS617 | 779.8 | 22.6 | 32.2 | 7.2 | 22.4 | 143.4 | 0.090 | 2.5 |
| EX3312 | 841.7 | 22.4 | 30.4 | 9.6 | 31.6 | 136.8 | 0.093 | 5.8 |
| TC104 | 872.4 | 23.4 | 29.2 | 8.6 | 29.4 | 126.2 | 0.117 | 1.5 |
| EX3316 | 770.2 | 24.0 | 28.6 | 7.4 | 25.9 | 120.4 | 0.095 | 1.3 |
| TC105 | 889.1 | 24.6 | 30.4 | 9.7 | 31.8 | 123.9 | 0.099 | 4.5 |
| LE4712 | 926.1 | 22.6 | 29.8 | 8.0 | 26.9 | 132.2 | 0.102 | 0 |
| LE4713 | 673.1 | 22.2 | 28.2 | 6.7 | 23.9 | 128.4 | 0.098 | 1.3 |
| 麥 1 | 965.1 | 23.8 | 32.8 | 9.8 | 29.9 | 137.9 | 0.087 | 0 |
| 麥 2 | 870.8 | 23.6 | 29.6 | 8.7 | 29.4 | 126.3 | 0.097 | 0 |
| LSD (0.05) | 61.3 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 1.9 | 5.8 | 0.007 | 1.1 |

^W 試驗地點：雲林縣麥寮鄉 (Trial location: Mailiao, Yunlin County)、定植日期：107 年 3 月 9 日 (Transplant date: Mar. 9, 2018)、採收日期：107 年 4 月 19 日 (Harvest date: Apr. 19, 2018)。^X內莖長度比 (%) = 內莖長 / 株高 × 100% (Core length ratio = Core length / Plant height)；^Y株形指數 (%) = 株高 / 株幅 × 100% (Plant shape index = Plant height / Plant width × 100%)；^Z半球緊度 = 株重 / [(π × 株高 × 株幅 × 株幅) / 6] (Density = [Plant weight / (π × Plant height × Plant width × Plant width) / 6])。

表 2. 長葉型蘿蔓品種於義竹試區之園藝性狀^WTable 2. Horticultural characteristics of romaine (Cos type) cultivars in Yichu^W

| 品種別 Cultivar | 株重 Plant weight (g) | 株幅 Plant width (cm) | 株高 Plant height (cm) | 內莖長 Core length (cm) | 內莖長度比 Core length ratio (%) ^X | 株形指數 Plant shape index (%) ^Y | 半結球 緊度 (g/cm ³) Density ^Z | 頂燒率 Tip-burn rate (%) |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|--|---|--------------------------------|
| #188 | 1,470.7 | 27.6 | 37.2 | 9.2 | 24.8 | 135.9 | 0.099 | 3.5 |
| TC101 | 1,114.0 | 23.8 | 31.8 | 11.0 | 34.3 | 134.8 | 0.117 | 0 |
| 崧寶 1 號 | 1,277.9 | 27.8 | 32.8 | 11.2 | 34.0 | 118.0 | 0.095 | 17.3 |
| EX5347 | 1,333.3 | 27.6 | 34.2 | 15.8 | 46.6 | 124.0 | 0.098 | 5.5 |
| TC102 | 629.1 | 25.2 | 29.4 | 2.8 | 9.6 | 117.1 | 0.065 | 15.3 |
| 吉林甜脆萵苣 | 1,240.9 | 28.8 | 34.4 | 13.2 | 38.4 | 119.4 | 0.083 | 3.0 |
| #238 | 1,118.2 | 28.4 | 33.4 | 12.8 | 38.6 | 117.7 | 0.079 | 2.0 |
| EX3308 | 1,376.5 | 27.6 | 36.8 | 14.0 | 38.1 | 133.4 | 0.094 | 0 |
| TC103 | 1,046.4 | 28.0 | 31.0 | 11.4 | 36.8 | 115.3 | 0.084 | 0 |
| AS617 | 1,227.9 | 28.8 | 35.4 | 8.1 | 22.8 | 123.2 | 0.081 | 5.8 |
| EX3312 | 1,327.9 | 29.8 | 34.0 | 12.8 | 37.6 | 111.0 | 0.082 | 11.5 |
| TC104 | 924.2 | 26.4 | 32.2 | 10.4 | 32.4 | 84.0 | 0.134 | 1.0 |
| EX3316 | 1,082.5 | 27.8 | 33.6 | 16.6 | 49.3 | 80.9 | 0.106 | 3.0 |
| TC105 | 1,085.9 | 27.2 | 33.4 | 10.2 | 30.3 | 120.8 | 0.080 | 10.3 |
| LE4712 | 1,287.7 | 27.8 | 37.0 | 16.4 | 44.7 | 127.8 | 0.052 | 0 |
| LE4713 | 1,273.8 | 29.8 | 33.4 | 13.6 | 40.7 | 112.3 | 0.083 | 5.5 |
| 麥 1 | 1,378.5 | 29.0 | 33.8 | 14.6 | 44.2 | 117.1 | 0.095 | 0 |
| 麥 2 | 1,151.3 | 28.0 | 33.8 | 12.8 | 38.0 | 121.0 | 0.083 | 0 |
| LSD (0.05) | 97.6 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 4.1 | 4.9 | 0.006 | 2.4 |

^W 試驗地點：嘉義縣義竹鄉 (Trial location: Yichu, Chiayi County)、定植日期：107 年 3 月 15 日 (Transplant date: Mar. 15, 2018)、採收日期：107 年 4 月 24 日 (Harvest date: Apr. 24, 2018)。^X 內莖長度比 (%) = 內莖長 / 株高 × 100% (Core length ratio = Core length / Plant height)；^Y 株形指數 (%) = 株高 / 株幅 × 100% (Plant shape index = Plant height / Plant width × 100%)；^Z 半球緊度 = 株重 / [(π × 株高 × 株幅 × 株幅) / 6] (Density = [Plant weight / (π × Plant height × Plant width × Plant width) / 6])。

(二) 迷你型蘿蔓品種比較

供試品種在麥寮試區 (表 3) 係 3 月 9 日定植、4 月 19 日採收者，所有供試品種無出現頂燒症；在義竹試區則係 3 月 15 日定植、4 月 24 日採收者，僅「長生 60

號、‘長生 61 號’、‘長生 62 號’及‘長生 65 號’無出現頂燒症。由於供試品種‘長生 64 號’、‘長生 66 號’及‘綠翡翠萵苣’在麥寮試區並未出現頂燒症，但在義竹試區(表 4)出現頂燒症，推測應是最高氣溫增高及生育後半期高於 28°C 天數增加所致。二次試驗完全未出現頂燒症之四品種除‘長生 65 號’之外，餘三品種在麥寮試區之平均株重皆高於 700 公克，在義竹試區也皆在 700 公克以上；但以‘長生 62 號’具最高株重，其次為‘長生 61 號’及‘長生 60 號’，最低為‘長生 65 號’。而四品種經委託臺灣種苗改進協會聘請之產官學 5 位委員綜合評選結果之優勝次序高低相同，依序為‘長生 62 號’、‘長生 61 號’、‘長生 60 號’、‘長生 65 號’⁽⁷⁾；該四供試品種於生育後半期仍能耐平均氣溫 23.9 ± 3.0°C、最高氣溫 28.6 ± 3.1°C 之溫熱環境。

表 3. 迷你型蘿蔓品種於麥寮試區之園藝性狀^WTable 3. Horticultural characteristics of romaine (Gem type) cultivars in Mailiao^W

| 品種別 Cultivar | 株重 Plant weight (g) | 株幅 Plant width (cm) | 株高 Plant height (cm) | 內莖長 Core length (cm) | 內莖長度比 Core length ratio (%) ^X | 株形指數 Plant shape index (%) ^Y | 半結球 緊度 (g/cm ³) Density ^Z | 頂燒率 Tip-burn rate (%) |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--|---|---|-----------------------------|
| 長生 60 號 | 770.2 | 22.8 | 21.8 | 6.4 | 29.5 | 95.8 | 0.130 | 0 |
| 長生 61 號 | 743.4 | 22.4 | 21.0 | 7.6 | 36.3 | 93.8 | 0.135 | 0 |
| 長生 62 號 | 720.8 | 19.2 | 20.0 | 7.3 | 36.5 | 104.6 | 0.163 | 0 |
| 長生 64 號 | 604.2 | 20.0 | 17.0 | 7.5 | 44.2 | 85.3 | 0.172 | 0 |
| 綠翡翠萵苣 | 505.2 | 18.6 | 15.8 | 7.4 | 46.8 | 85.1 | 0.176 | 0 |
| 長生 65 號 | 663.5 | 21.2 | 19.2 | 6.9 | 35.9 | 91.0 | 0.148 | 0 |
| 長生 66 號 | 470.8 | 18.2 | 13.6 | 6.7 | 49.3 | 75.3 | 0.203 | 0 |
| LSD (0.05) | 27.6 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 1.9 | 3.4 | 0.011 | - |

^W 試驗地點：雲林縣麥寮鄉 (Trial location: Mailiao, Yunlin County)、定植日期：107 年 3 月 9 日 (Transplant date: Mar. 9, 2018)、採收日期：107 年 4 月 19 日 (Harvest date: Apr. 19, 2018)。^X 內莖長度比 (%) = 內莖長 / 株高 × 100% (Core length ratio = Core length / Plant height)；^Y 株形指數 (%) = 株高 / 株幅 × 100% (Plant shape index = Plant height / Plant width × 100%)；^Z 半球緊度 = 株重 / [(π × 株高 × 株幅 × 株幅) / 6] (Density = [Plant weight / (π × Plant height × Plant width × Plant width) / 6])。

二、耐貯性評估試驗

(一) 長葉型蘿蔓品種比較

依據韓國於「葉萵苣」之貯藏研究，貯藏壽命不僅受到採收後貯藏條件之影響，也顯著受到栽培品種及採收前生育季節之影響，冬季栽培採收者之貯藏失重率低於秋季栽培採收者⁽¹⁴⁾；且於非合適環境栽培所收穫產品進行耐貯評估，更有利於區分出不同品種之耐貯性⁽¹⁰⁾。本研究之耐貯性評估，所收穫產品屬於外銷產季末期，栽培環境氣溫偏高，亦非為萵苣生育之最適冷涼季節，但為避免耐貯性評估供試材料之品質過差，故選擇較早收穫之麥寮試區產品進行耐貯性調查。表 5 顯示於二次田間試作均無出現頂燒症之四品種中以‘EX3308’出現嚴重葉脈紅化，‘TC101’、‘TC103’及‘LE4712’均僅出現輕微葉脈紅化。萵苣葉脈紅化 (Pink-rib) 成因係缺乏

適溫 (0°C) 冷藏或過度貯藏超過 2 週，在較大葉脈或主脈呈現淺粉至深粉色症狀⁽⁸⁾，主要是由 L-Phenylalanine 代謝生成 Caffeic acid 後，經由 Polyphenol oxidase (PPO) 催化其氧化作用，生成粉紅色的 Caffeic acid o-quinone⁽⁹⁾，推測 'TC101'、'TC103' 及 'LE4712' 等三品種較具長期貯藏性。另在鏽斑 (Russet spotting) 調查，僅 'TC103' 及 'LE4712' 出現輕微，'TC101' 為中等，而 'EX3308' 則為嚴重褐斑。另鏽斑不僅可能由貯藏環境中乙烯誘發，也易發生在高於 3°C 的冷藏環境，在較大葉脈或主脈出現褐色斑點，且隨貯藏期延長而增多⁽⁸⁾，推測 'TC103' 及 'LE4712' 二個品種有較佳之乙烯耐受性。因 'LE4712' 有較低腐爛率及修整前外觀，仍保有較佳接受度，故整體貯藏評估之耐貯性以 'LE4712' 最佳；其次為 'TC103'，其與前者差異為腐爛及修整前外觀接受度均達 3 級；第三為 'TC101'，其與第二名差異為鏽斑及腐爛分別為 3 級及 5 級，修整前及後外觀接受度分別僅 1 級及 3 級，且除葉數屬於「多」級；第四為 'EX3308'，其與第三名差異為葉脈紅化及鏽斑均達 5 級，修整後外觀接受度僅 1 級。

耐貯優良差異排序結果與品種比賽獲評鑑優勝順序 (依次為 'EX3308'、'LE4712'、'TC101'、'TC103') 比對⁽⁷⁾，未完全相符合，但整體而言則以 'LE4712' 較具商業推廣應用潛力，惟未優於對照品種 (現行栽培) '麥 1' 整體表現。而本試驗調查也發現 'TC102' 雖於麥寮及義竹試區之採收前頂燒症發生率分別為 1.0% 及 15.3%，但選擇麥寮樣品進行耐貯藏調查，歷經 2 個月仍無葉脈紅化及鏽斑症狀，且低腐爛及修整前外觀仍保有較佳接受度均屬中等，應該也值得未來執行耐貯性相關試驗供為對照品種使用。

表 4. 迷你型蘿蔓品種於義竹試區之園藝性狀^W

Table 4. Horticultural characteristics of romaine (Gem type) cultivars in Yichu^W

| 品種別 Cultivar | 株重 Plant weight (g) | 株幅 Plant width (cm) | 株高 Plant height (cm) | 內莖長 Core length (cm) | 內莖長度比 Core length ratio (%) ^X | 株形指數 Plant shape index (%) ^Y | 半結球 緊度 (g/cm ³) Density ^Z | 頂燒率 Tip-burn rate (%) |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|--|---|--------------------------------|
| 長生 60 號 | 774.9 | 24.0 | 20.8 | 8.8 | 42.3 | 120.8 | 0.106 | 0 |
| 長生 61 號 | 738.4 | 26.8 | 19.8 | 9.0 | 45.5 | 123.0 | 0.080 | 0 |
| 長生 62 號 | 1,024.3 | 26.2 | 24.2 | 10.4 | 43.4 | 68.1 | 0.084 | 0 |
| 長生 64 號 | 1,287.7 | 27.8 | 37.0 | 16.4 | 44.7 | 127.8 | 0.129 | 1.8 |
| 綠翡翠萵苣 | 924.2 | 26.4 | 32.2 | 10.4 | 32.4 | 158.0 | 0.052 | 2.0 |
| 長生 65 號 | 547.8 | 20.0 | 17.6 | 9.2 | 52.1 | 112.3 | 0.031 | 0 |
| 長生 66 號 | 1,085.9 | 27.2 | 33.4 | 10.2 | 30.3 | 117.1 | 0.083 | 1.3 |
| LSD (0.05) | 71.4 | 0.8 | 0.8 | 1.2 | 4.4 | 4.7 | 0.005 | 0.4 |

^W 試驗地點：嘉義縣義竹鄉 (Trial location: Yichu, Chiayi County)、定植日期：107 年 3 月 15 日 (Transplant date: Mar. 15, 2018)、採收日期：107 年 4 月 24 日 (Harvest date: Apr. 24, 2018)。^X內莖長度比 (%) = 內莖長 / 株高 × 100% (Core length ratio = Core length / Plant height)；^Y株形指數 (%) = 株高 / 株幅 × 100% (Plant shape index = Plant height / Plant width × 100%)；^Z半球緊度 = 株重 / [(π × 株高 × 株幅 × 株幅) / 6] (Density = [Plant weight / (π × Plant height × Plant width × Plant width) / 6])。

表 5. 長葉型蘿蔓品種貯藏二個月後之耐貯性評估^YTable 5. Evaluation of storability of romaine (Cos type) cultivars on two months after harvest^Y

| 品種別 Cultivar | 株重 Plant weight (g) | 葉脈 紅化 Pink-rib spotting | 鏽斑 Russet spotting | 腐爛 Rotten | 修整前 外觀接受度 Acceptability of appearance before trimming | 修整除 葉率 Defoliation rate with trimming | 修整後 外觀接受度 Acceptability of appearance after trimming |
|-----------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------|---|---|--|
| #188 | 1,066.8 | 3 ^Z | 5 ^Z | 3 ^Z | 3 ^Z | 少 | 5 ^Z |
| TC101 | 846.0 | 1 | 3 | 5 | 1 | 多 | 3 |
| 崧寶 1 號 | 924.7 | 1 | 1 | 3 | 3 | 少 | 5 |
| EX5347 | 964.2 | 1 | 5 | 3 | 1 | 少 | 3 |
| TC102 | 542.7 | 0 | 0 | 3 | 3 | 少 | 5 |
| 吉林甜脆萵苣 | 836.6 | 1 | 1 | 3 | 3 | 多 | 5 |
| #238 | 612.5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 多 | 3 |
| EX3308 | 828.8 | 5 | 5 | 5 | 1 | 多 | 1 |
| TC103 | 913.7 | 1 | 1 | 3 | 3 | 少 | 5 |
| AS617 | 779.8 | 3 | 5 | 5 | 1 | 多 | 3 |
| EX3312 | 841.7 | 1 | 1 | 5 | 3 | 少 | 5 |
| TC104 | 872.4 | 1 | 1 | 3 | 3 | 多 | 3 |
| EX3316 | 770.2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 多 | 5 |
| TC105 | 889.1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 多 | 3 |
| LE4712 | 926.1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 少 | 5 |
| LE4713 | 673.1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 少 | 5 |
| 麥 1 | 965.1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 少 | 5 |
| 麥 2 | 870.8 | 1 | 1 | 3 | 3 | 少 | 5 |
| LSD (0.05) | 51.3 | - | - | - | - | - | - |

^Y 定植日期：107 年 3 月 9 日 (Transplant date: Mar. 9, 2018)、採收及重量調查日期：107 年 4 月 19 日 (Date of harvest and plant weight investigation: Apr. 19, 2018)。貯藏後調查日期：107 年 6 月 22 日 (Investigation date by the end of storage: Jun. 22, 2018)。^Z 評估指數：數字 1 ~ 5，越高代表該項目越顯著 (Evaluated components: a 5-point scale, where 1 is the lowest point on the scale, and 5 is the highest)。

(二) 迷你型蘿蔓品種比較

表 6 顯示，於二次田間試作均無出現頂燒症之迷你型蘿蔓四品種中，‘長生 61 號’及‘長生 62 號’僅出現輕微葉脈紅化，‘長生 65 號’為中等葉脈紅化，而‘長生 60 號’則為嚴重葉脈紅化。基於萵苣之葉脈紅化 (Pink-rib) 係因缺乏適溫 (0°C) 冷藏或過度貯藏超過 2 週，在較大葉脈或主脈呈現淺粉至深粉色症狀⁽⁸⁾，推測‘長生 61 號’

及‘長生 62 號’品種較具耐長期貯藏特性。另在鏽斑調查中，僅‘長生 61 號’、‘長生 62 號’及‘長生 65 號’出現輕微褐化，‘長生 60 號’則為嚴重褐化。基於鏽斑不僅可能由貯藏環境中乙烯誘發，也易發生在高於 3°C 的冷藏環境⁽⁸⁾，推測‘長生 61 號’、‘長生 62 號’及‘長生 65 號’品種有較佳之乙烯耐受性。因‘長生 62 號’在無頂燒症四品種中，有較低之腐爛率與中等修整前外觀接受度，以及較少修整除葉數，故整體貯藏評估之耐貯性以‘長生 62 號’最佳；其次為‘長生 61 號’，其與前者差異為腐爛及修整前外觀接受度分別為 5 級及 3 級，且除葉數屬於「多」級；第三為‘長生 65 號’，其與第二名差異為葉脈紅化達 3 級；第四為‘長生 60 號’，其與第三名差異為葉脈紅化及鏽斑達 5 級，修整後外觀接受度僅為 1 級。

耐貯優良差異排序與品種比賽獲評鑑優勝順序（依次為‘長生 62 號’、‘長生 61 號’、‘長生 60 號’、‘長生 65 號’）比對⁽⁷⁾，雖未完全相符合，但均以‘長生 62 號’有最佳田間耐熱性表現及耐貯性，具推廣產業應用潛力，也值得未來執行耐熱暨耐貯性迷你型蘿蔓相關試驗供為對照品種使用。

表 6. 迷你型蘿蔓品種貯藏二個月後之耐貯性評估^Y

Table 6. Evaluation of storability of romaine (Gem type) cultivars on two months after harvest^Y

| 品種別 Cultivar | 株重 Plant weight (g) | 葉脈 紅化 Pink-rib spotting | 鏽斑 Russet | 腐爛 Rotten | 修整前 外觀接受度 Acceptability of appearance before trimming | 修整除 葉率 Defoliation rate with trimming | 修整後 外觀接受度 Acceptability of appearance after trimming |
|-----------------|------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|---|---|--|
| 長生 60 號 | 770.2 | 5 ^Z | 5 ^Z | 5 ^Z | 1 ^Z | 少 | 1 ^Z |
| 長生 61 號 | 743.4 | 1 | 1 | 5 | 1 | 多 | 3 |
| 長生 62 號 | 620.8 | 1 | 1 | 3 | 3 | 少 | 3 |
| 長生 64 號 | 604.2 | 5 | 5 | 5 | 1 | 多 | 1 |
| 綠翡翠萵苣 | 505.2 | 0 | 1 | 5 | 1 | 多 | 3 |
| 長生 65 號 | 663.5 | 3 | 1 | 5 | 1 | 多 | 3 |
| 長生 66 號 | 470.8 | 1 | 3 | 5 | 1 | 多 | 1 |
| LSD (0.05) | 51.3 | - | - | - | - | - | - |

^Y 定植日期：107 年 3 月 9 日 (Transplant date: Mar. 9, 2018)、採收及重量調查日期：107 年 4 月 19 日 (Date of harvest and plant weight investigation: Apr. 19, 2018)。貯藏後調查日期：107 年 6 月 22 日 (Investigation date by the end of storage: Jun. 22, 2018)。^Z 評估指數：數字 1 ~ 5，越高代表該項目越顯著 (Evaluated components: a 5-point scale, where 1 is the lowest point on the scale, and 5 is the highest)。

結 論

藉由引入蘿蔓萵苣品種比較試驗，確認長葉型蘿蔓萵苣以‘LE4712’、而迷你型蘿蔓萵苣以‘長生 62 號’為兼具耐熱及耐貯性之候選品種，值得推廣產業直接應用。

致 謝

本研究之各項試驗工作得以順利執行，感謝「麥寮果菜生產合作社」提供場地與冷藏設備進行相關試驗，並提供實務操作改善建議。

引用文獻

1. 林棟樑、謝明憲。2012。臺灣外銷結球萵苣採後處理技術發展之探討。園產品採後處理技術研討會專刊。p. 141-146。
2. 徐敏記、謝明憲、黃肇家。2017。外銷美生菜的預冷技術與未來趨勢。豐年 67(07)：82-86。
3. 謝明憲。2016。火鍋、生食二用極品－蘿蔓萵苣盆植、庭園栽培 DIY。園藝之友 175：48-55。
4. 謝明憲、林經偉。2016。應用合理化施肥降低萵苣頂燒症發生率之研究。臺南區農業改良場研究彙報 67：24-37。
5. 謝明憲、林經偉。2016。低頂燒率暨穩定球形之結球萵苣引種比較試驗。臺南區農業改良場研究彙報 68：15-25。
6. 謝明憲、蔡淳瑩、徐敏記、郭江龍。2017。臺灣與日本之萵苣市場交易品項及趨勢簡介臺南區農業專訊 100:1-6。
7. 謝明憲、陳嘉雯、郭明池。2018。2018。蘿蔓萵苣品種競賽栽培管理介紹。臺灣之種苗 159：14-15。
8. Masarirambi M. T., K. A. Nxumalo, P. J. Musi, and L. M. Rugube. 2018. Common Physiological Disorders of Lettuce (*Lactuca sativa*) Found in Swaziland: A Review. *American-Eurasian Journal Of Agricultural & Environmental Sciences*. 18 (1): 50-56.
9. Mikal Saltveit. 2018. Pinking of lettuce. *Postharvest Biology and Technology*. 145: 41-52.
10. Lee J. S., U. K. Nath, G. Goswami, and I. S. Nou. 2017. Assessment of different growing conditions for enhanced postharvest quality and shelf-life of leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Agronomy Research*. 15(5): 1944-1955.
11. The Royal Horticultural Society Garden, Wisley. 2007. Trial of lettuce, Cos and Semi-cos. <http://apps.rhs.org.uk/planttrials/TrialReports/Lettuce%202007%20with%20images.pdf>.
12. The International Union for the Protection of New Varieties of Plants. 2017. Lettuce, Guidelines for the conduct of tests, for distinctness, uniformity and stability. UPOV Code(s): LACTU_SAT. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg013.pdf>.
13. Turini, T., M. Cahn, M. Cantwell, L. Jackson, S. Koike, E. Natwick, R. Smith, K. Subbarao, and E. Takele. 2011. Iceberg Lettuce Production in California. *DANR. Publication 7215*. <http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7215.pdf>.
14. Yang, Y. J., P. K. Woo, and J. C. Jeong. 1991. The influence of pre- and post-harvest factors on the shelf-life and quality of leaf lettuce. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 23(2): 133-140 (in Korean, English abstract).

Evaluation of romaine lettuce cultivar for low tipburn rate and long-term storage life¹

Hsieh, M. H.², M. C. Hsu³ and M. C. Kuo²

Abstract

Romaine lettuce is a vegetable eaten raw as salad and sandwiches in western countries. However it is both eaten raw and cooked in Taiwan, and becoming an important export crop. The current cultivars can be grown during the warm climate of spring and autumn with low rates of tipburn but short storage life. To overcome this problem, new cultivars of Cos-type and Gem-type in romaine were selected in trials based on heat tolerance and storage life. The results of the Cos-type romaine trials showed that 'EX-3308' has the highest weight followed by 'LE4712', 'TC101', and then 'TC103' with no tip-burn. In addition, the storage life results showed that 'LE4712' has the highest storability followed by 'TC103', 'TC101', and then 'EX3308'. In the Gem-type romaine trials, 'Acegreen 62' has the highest weight followed by 'Acegreen 61' and 'Acegreen 60', and then 'Acegreen 65'. In addition, the storage life results showed that 'Acegreen 62' has highest storability followed by 'Acegreen 61', 'Acegreen 65', and then 'Acegreen 60'. This research has shown that the 'LE4712' is a good candidate for cultivating Cos-type romaine and 'Acegreen 62' for Gem-type romaine due to their heat tolerance and storage life.

What is already known on this subject?

The current cultivars have low tipburn rates when they are cultivated in a warm environment, but with a short storage life. The main problem that they are prone to are leaf vein redness and brown spots during low temperature storage after harvest. It is necessary to screen out excellent cultivars for economic production.

What are the new findings?

After variety trials in late spring and low temperature storage for two months, 'LE4712' was determined to be a good candidate for Cos-type romaine and 'Acegreen 62' for Gem-type romaine due to their heat tolerance and storage life.

What is the expected impact on this field?

If the industry adopts these two cultivars, the lettuce can be exported to farther markets and improve its international competitiveness.

Key words: Romaine Lettuce, Variety, Tip-burn, Storage

Accepted for publication: May 6, 2019

-
1. Contribution No.501 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
 2. Associate Researcher and Chief of Yichu Branch Station, Assistant Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.
 3. Assistant Researcher, Agricultural Research Institute, COA.