

低頂燒率暨穩定球形之結球萵苣引種比較試驗¹

謝明憲、林經偉²

摘 要

謝明憲、林經偉。2016。耐熱暨低頂燒率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。

結球萵苣為臺灣第二大外銷蔬菜，2013 年起出口量均超過 1 萬公噸且逐年成長。惟現行品種在溫度偏高環境易出現頂燒症，徵狀為葉緣焦枯或葉球內部呈現乾腐，導致喪失商品價值。故本研究藉由引入新品種，於不同季節試作，先篩選出無頂燒症及抽苔者，再評估於低溫期間不同施肥量其影響葉球形狀之程度。結果顯示 '45-08 RA'、'EX-8380'、'合歡新 9 號'、'包心萵苣 3 號' 及 '長生 50 號' 在 104 年秋期作均未出現頂燒症及抽苔。105 年冬期作以合理化施肥栽培，該 5 品種葉球形狀均呈圓球形，而加倍施肥量處理組之 '長生 50 號' 及對照品種 '常利 6 號' 均出現高圓球形葉球。本研究證實在外銷產季初期秋作及後期春作之高溫環境，適合篩選低頂燒率品種，另在低溫期以加倍施肥量處理，可篩選葉球形穩定之品種。

現有技術：以往藉由合理化施肥措施，雖可降低頂燒症發生率，但現行栽培品種在外銷產季初期秋作與後期春作之偏高溫環境栽培，仍無法有效避免頂燒症發生。

創新內容：基於主要應用策略係將引入品種在外銷產季初期秋作與後期春作偏高溫環境栽培，篩選無頂燒症及抽苔品種計 5 個，然後於低溫期藉由加倍施肥量處理，進一步篩選出葉球形狀表現穩定品種計 4 個。

對產業影響：運用不同季節之溫度高低環境差異及肥料用量措施之策略，確實可篩選出無頂燒症及球形穩定之品種，葉球重近似對照品種，值得推薦外銷生產團體採用。

關鍵字：結球萵苣、耐熱性、合理化施肥、生理病害、頂燒症

接受日期：2016 年 9 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 459 號。

2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場副研究員兼義竹工作站站長、助理研究員。712 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

萵苣是菊科、萵苣屬 1 至 2 年生草本植物，原產於地中海沿岸、亞洲北部和非洲等國家。由於萵苣種類繁多，可分為以葉為食用部位的葉萵苣，以莖為食用部位的嫩莖萵苣。葉萵苣又可分為結球萵苣、半結球萵苣與不結球萵苣⁽³⁾。結球萵苣（學名：*Lactuca sativa var. capitata* L.，英名：Iceberg lettuce），俗稱美生菜、包心萵苣，其頂生葉相互包被，形成圓球形或扁圓形葉球⁽⁵⁾。

臺灣結球萵苣產業從 2001 年起發展替代進口至今已拓展成外銷型產業，2012 年起臺灣結球萵苣外銷出口價值超越胡蘿蔔，成為僅次於毛豆之重要外銷蔬菜⁽⁵⁾。2013 年起外銷結球萵苣之出口量已突破 10,000 公噸以上，外銷值達 960 萬美元以上。臺灣結球萵苣產品之主要外銷國家，除 2001 及 2002 年以出口至新加坡為主，自 2003 年起迄今皆以日本為主要外銷市場⁽²⁾。臺灣結球萵苣得以出口至日本的關鍵在於當地冬季萵苣收穫量不穩定。因日本冬季結球萵苣主要產地為靜岡、香川、長崎及熊本等四縣，產期橫跨 11 月至翌年 5 月之間⁽¹⁵⁾；雖自 1989 年起每年冬季低溫期收穫量即已接近 20 萬公噸，但截至 2012 年止收穫量仍未能突破 20 萬公噸⁽¹⁴⁾，推測其可能原因，主要係冬季氣溫低、生長緩慢。

外銷結球萵苣種植盛期於每年 9 月中旬開始，11 月上旬開始採收，產期通常於翌年 4 月結束；外銷高峰期則於每年 12 月至隔年 3 月之間⁽⁵⁾。結球萵苣生育適溫為 15 ~ 25℃，喜冷涼環境。臺灣位於亞熱帶地區，雖然四面環海，但西鄰東亞大陸，東為廣大的太平洋。冬季當源自西伯利亞寒流來襲時，常常會出現 10℃ 以下的低溫；到了夏天則在太平洋副熱帶高氣壓影響下，天氣炎熱異常，35℃ 以上的高溫更是常見⁽¹⁾。但目前臺灣結球萵苣栽培品種缺乏耐熱性，於秋季高溫期易出現結球不良或缺鈣等生理障礙，而冬季期低溫環境則易產生變形球問題，迫切需要優先改善肥培管理或篩選更合適品種，以降低結球生理病或生理障礙發生率。

在萵苣各類生理病之中，頂燒症 (tipburn) 有顯著病徵，在新生葉片葉緣出現不可復原之壞疽或於葉球內部呈現乾腐，不僅導致商品喪失販售價值，且因結球型葉菜之頂燒症病徵多出現在葉球內部，不易從外觀判定，縱使整個生產區發生率低，也會面臨被棄收的嚴重經濟損失^(28,31)。頂燒症生理病可於許多種類蔬菜普遍發生，除萵苣之外^(16,17)，也常發生於甘藍⁽²⁷⁾及結球白菜⁽²⁶⁾等結球葉菜類蔬菜。頂燒症已知主要係缺鈣導致^(23,28)，迄今學者研究與頂燒症發生率有高度相關的環境及栽培管理因子計有光度⁽²⁵⁾、氣溫⁽²¹⁾、濕度^(22,25)、養液濃度⁽¹⁹⁾、鈣元素移動性⁽²⁰⁾、養液鈣含量⁽²⁴⁾及空氣流通度⁽²⁹⁾等。然而在蘿蔓萵苣雖證實合理化施用氮肥及鉀肥，可有效降低頂燒症發生，但種植合適品種更有機會避免頂燒症產生⁽⁸⁾。

結球萵苣另一常見生理障礙問題為葉球變形，即葉球呈高球形或近似筍形；多出現於農民慣行施肥過量或頻繁噴施營養液之田區，且多數變形葉球亦歪斜於單側，致減損或喪失商品之販售價值⁽⁴⁾。而日本在萵苣研究也指出不同品種間之葉球變形程度，存有顯著性差異⁽¹³⁾。本研究考量以往藉由合理化施肥降低頂燒症或其它生理病發生之效果仍有局限，尚需結合篩選合適品種以利推薦予產地生產者栽種，期能更有效降低頂燒症或其它生理病發生。

材料與方法

一、國外引入商業品種晚春作比較試驗

(一) 供試品種：計有雲林縣麥寮果菜合作社從荷蘭引入 '45-36 RZ'、'45-25 RZ'、'45-08 RA'、'Salmarinas RZ'、'Caledonas'、'45-21 RZ'、'Patagonia RZ'、'45-85 RZ'、'45-149 RZ' 及 'Arusha RZ'；現行栽培主要品種 '常利 6 號' 由合歡農產有限公司提供。

(二) 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 150 株。

二、本國商業品種與國外優良品種秋作比較試驗

(一) 供試品種：計有雲林縣麥寮果菜合作社從荷蘭引入 '45-36 RZ'、'45-08 RA'、'Salmarinas RZ'、'Caledonas'、'45-21 RZ'、'Patagonia RZ'、'45-85 RZ'、'45-149 RZ' 及 'Arusha RZ'；農友種苗股份有限公司提供之 'EX-0275'、'EX-0278'、'EX-6211' 及 'EX-8380'；長生種子有限公司提供之 '長生 50 號'、'長生 51 號'、'長生 52 號' 及 '長生 56 號'；新裕興企業股份有限公司提供之 '夏秋' 及 '夏冠'；稼穡種子有限公司提供之 '鋸葉結球萵苣'；崧寶種苗有限公司提供之 '包心萵苣 3 號'；合歡農產有限公司提供之 '合歡 6 號'、'合歡新 9 號' 及 '常利 6 號'（對照品種）。

(二) 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 180 株。

三、耐熱優良品種於冬作合理化施肥與倍量施肥比較試驗

(一) 供試品種：計有雲林縣麥寮果菜合作社從荷蘭引入 '45-08 RA'；農友種苗股份有限公司提供之 'EX-8380'；長生種子有限公司提供之 '長生 50 號'；崧寶種苗有限公司提供之 '包心萵苣 3 號'；合歡農產有限公司提供之 '合歡新 9 號' 及 '常利 6 號'（對照品種）。

(二) 處理：分為合理化施肥及倍量施肥二組

1. 合理化施肥組：每 0.1 公頃施用 $N-P_2O_5-K_2O$ 計為 23.6-14.3-26.2 公斤。施用方式包括：(1) 第一次追肥（苗株定植後第 15 天）：0.1 公頃施用臺肥特 1 號 (20-5-10) 40 公斤；(2) 第二次追肥（定植後第 35 天）：0.1 公頃施用臺肥特 43 號 (15-15-15) 60 公斤；(3) 第三次追肥（定植後第 55 天）：0.1 公頃施用臺肥特 4 號 (11-5.5-22) 60 公斤。

2. 倍量施肥組：每 0.1 公頃施用 $N-P_2O_5-K_2O$ 計為 47.2-28.6-52.4 公斤。施用方式包括：(1) 第一次追肥（苗株定植後第 15 天）：0.1 公頃施用臺肥特 1 號 (20-5-10) 80 公斤；(2) 第二次追肥（定植後第 35 天）：0.1 公頃施用臺肥特 43 號 (15-15-15) 120 公斤；(3) 第三次追肥（定植後第 55 天）：0.1 公頃施用臺肥特 4 號 (11-5.5-22) 120 公斤。

(三) 試驗設計：每一施肥處理組之田間試驗均採逢機完全區集設計，二重複，每一重複均包含所有供試品種，每一品種種植 300 株。

四、調查項目：

葉球園藝性狀計含葉球重、葉球縱徑、葉球橫徑、中心柱長及葉片重等。葉片重：選取完整包覆葉球之外層第一片包葉，並在葉片近頂部中間位置，固定割取直徑 4 英寸 (10.16 cm) 之圓形面積 (81 cm²) 葉片秤量重量。

結果與討論

一、國外引入商業品種晚春作比較試驗

本項試驗於早春 3 月 8 日定植，但自結球始期之前（4 月 2 日）起至採收（5 月 4 日）之葉球發育期間，除 4 月 10 ~ 15 日及 21 ~ 22 日計 8 日之外，其餘每日最高氣溫均高於 30°C 以上。由於結球萵苣在日間溫度超過 28°C 時，不僅易導致葉球出現苦味，也易造成結球不良及引發頂燒症發生 (30)。採收日期之決定係根據對照品種 '常利 6 號'，其葉球雖略呈緊實，但中心柱長度達球縱徑之 50%，恐有抽苔（葉球內莖或中心柱頂端已出現小花芽）之虞，故以定植後第 47 天採收。葉球性狀分析結果顯示，11 個引入商業品種中僅 '45-08 RA'、'45-43' 及 '45-43 RZ' 三品種於二重複各 120 粒葉球樣品中均無頂燒症，對照品種 '常利 6 號' 與供試品種 'Caledona's 及 '45-149 RZ' 則有 6.7% 頂燒症發生率。

平均葉球重方面，以 '45-25 RZ'、'45-08 RA'、'Salmarinas RZ' 及 '81-71 RZ' 等 4 品種高於 500 公克；但僅有 '45-08 RA' 品種無頂燒症發生，平均葉球重（514.9 公克）顯著高於對照品種 '常利 6 號'（454.3 公克），且葉球中心柱長度與縱徑之比值為 0.48，近似於照品種 '常利 6 號'（0.49）。而 '45-08 RA' 品種主要缺點為葉球緊度（0.44）略呈硬實，顯著高於對照品種 '常利 6 號'（0.37）。因結球萵苣成熟度判斷係以葉球緊度作為標準，適合加工之葉球緊度通常建議應在 0.35 ~ 0.40 之間⁽¹⁰⁾。因此 '45-08 RA' 品種葉球緊度高於 0.40，推測 '45-08 RA' 品種應早於對照品種採收，以避免結球成熟度偏高而葉球較緊實，恐降低加工剝葉後之產品良率。

二、本國商業品種與國外優良品種秋作比較試驗

本項試驗係基於 2015 年晚春作試驗結果，'45-08 RA' 無頂燒症，而 Caledonas 雖有 6.7% 頂燒症，但與對照品種常利 6 號無差異，且平均葉球重均達 500 公克以上。'45-43 RZ' 平均葉球重近約 500 公克且無頂燒症。'45-36 RZ' 雖然頂燒症發生率達 20%，但其中心柱長度比（中心柱長 / 球縱徑）顯著低於其它供試品種，具較高加工步留率。'Arusha RZ' 頂燒症發生率達 80%，屬頂燒症敏感性品種，可做為對照品種。又為配合臺灣種苗改進協會共同辦理 2015 結球萵苣品種比賽，上述 5 個品種與參賽之 14 個國內商業品種，一併納入秋作，進行品種比較試驗。

本次試驗在 9 月 24 日定植，惟 9 月 29 日遭遇杜鵑颱風侵襲，試驗田遭洪水淹沒近 12 小時之久；但經肥培搶救，仍順利正常結球。基於對照品種常利 6 號之結球緊度雖僅 0.22，但中心柱長度達球縱徑 50%，恐有抽苔之虞，故於定植後第 46 天採收。

調查結果顯示，無頂燒症發生者，國內商業品種計有 'EX-8380'、'長生 52 號'、'合歡新 9 號'、'長生 50 號'、'包心萵苣 3 號'、'EX-0278'、'合歡 6 號' 等 7 品種；國外引入品種則有 '45-36 RZ'、'45-08 RA'、'Caledonas'、'45-43 RZ' 及 'Arusha RZ' 等 5 品種皆無頂燒症。其中 '45-08 RA' 及 '45-43 RZ' 在晚春作亦無頂燒症發生，推測該 2 品種具優異耐熱性。從 9 月 24 日定植起至 11 月 9 日採收期間，除 11 月 1 ~ 3 日之外，每日最高氣溫均超過 30°C。而葉球中心柱（內莖）伸長，在苗期即可受高溫栽培環境所促進⁽¹¹⁾；而花芽誘導與抽苔雖受高溫促進，但不同品種間受影響程度則存有差異⁽¹³⁾。前述 12 個無頂燒症品種在本試驗中，僅 '45-08 RA'、'EX-0278'、'合歡新 9 號'、'長生 50 號' 及 '包心萵苣 3 號' 未出現提早抽苔問題；其中屬本國商業品種者計有長生 50 號、EX-0278 及包心萵苣 3 號等 3 品種，在 2015 結球萵苣品種比賽分別獲得冠軍、亞軍及季軍⁽⁷⁾。

對照品種現行栽培之 '常利 6 號' 在二期作均出現頂燒症，而原本在晚春作高達 83.3% 頂燒症之敏感性對照品種 'Arusha RZ'，於秋作卻無頂燒症，推測可能因晚春作氣

溫由低溫往高溫變化，而葉球發育後期對高溫敏感，易誘發頂燒症發生；秋作則由高溫略往低溫變化，雖然於葉球發育後期之氣溫仍偏高，但可能因 'Arusha RZ' 植株一直處於高溫環境，馴化作用降低其對頂燒症之敏感性。另推測對照品種 '常利 6 號' 則易受高溫環境影響而產生頂燒症。

表 1. 結球萵苣引入品種春作比較試驗之葉球園藝性狀^V

Table 1. Comparison of heading characteristics in introduced cultivars of iceberg lettuce in spring^V

品種別 Cultivar	葉球重 Head weight (g)	球縱徑 Head height (cm)	球橫徑 Head width (cm)	球形指數 ^W Head index ^W	結球緊度 ^X Head density ^X	中心柱長度比 ^Y Core length ratio ^Y (%)	頂燒率 Tipburn rate (%)
45-36 RZ	458.6	11.1	14.6	0.76	0.37	35.4	20.0
45-25 RZ	503.7	12.8	12.9	1.00	0.45	62.0	16.7
45-08 RA	514.9	12.0	13.7	0.87	0.44	47.9	0
Salmarinas RZ	555.9	12.1	13.9	0.88	0.45	52.9	10.0
Caledonas	517.4	13.6	13.0	1.05	0.43	76.4	6.7
45-21 RZ	371.3	15.1	12.1	1.27	0.32	49.4	50.0
Patagonia RZ	497.2	12.2	13.2	0.93	0.45	74.0	6.7
45-85 RZ	381.7	11.3	11.7	0.97	0.47	49.2	0
45-43 RZ	498.0	13.7	14.7	0.96	0.35	48.2	0
45-149 RZ	426.8	13.3	13.2	1.01	0.35	59.2	6.7
Arusha RZ	437.8	11.8	14.8	0.80	0.32	48.3	83.3
常利 6 號	454.3	12.8	13.6	0.95	0.37	49.4	6.7
LSD (0.05)	60.2	1.2	1.0	0.13	0.06	12.1	-

^V定植日期：104 年 3 月 8 日 (Transplant date: Apr. 8, 2015)；採收日期：104 年 5 月 4 日 (Harvest date: May 4, 2015)

^W球形指數 = 球縱徑 / 球橫徑 (Head index = Head height / Head width)

^X結球緊度 = 葉球重 / [(π × 球縱徑 × 球橫徑 × 球橫徑) / 6]

= Head density = [Head height / (π × Head height × Head width × Head width) / 6]

^Y中心柱長度比 = 中心柱長 / 球縱徑 × 100% (Core length ratio = Core height / Core length × 100%)

臺灣結球萵苣主要外銷日本，加工業務用球重之規格需求通常達 600 ~ 800 g，而家庭消費則在 350 ~ 600 g 之間⁽¹⁰⁾。從平均葉球重等性狀與頂燒症發生之間關係探討，在供試材料低於 600 公克 7 個品種中，計有 '鋸葉結球萵苣'、'夏冠' 及 'EX-0275' 等 3 品種出現頂燒症，其結球緊度分別為 0.30、0.26 及 0.36，成熟度從中等到偏高均有，而代表葉片厚度之指標性狀，葉片重 (g/81 cm³) 則分別為 7.1、7.1 及 6.1 公克，二項指標性狀之最高與最低值間均存有顯著差異。葉球重高於 600 公克的 13 個品種中，計有 '長生 51 號'、'夏秋'、'EX-6211'、'長生 53 號' 及 '常利 6 號' 等 5 品種出現頂燒症，其結球緊度分別為 0.32、0.21、0.41、0.29 及 0.22，成熟度亦從中等到偏高均有；而代表葉片厚度之指標性狀，葉片重 (g/81 cm³) 則分別為 6.4、5.9、7.1 及 6.2 公克，二項

指標性狀之最高與最低值間也均存有顯著差異。雖然 1971 年結球甘藍研究結果，當葉球成熟度越高或葉球越重，葉球內發生頂燒症的風險就越高⁽⁷⁾。但本研究結球萵苣於不同成熟度（結球緊度）及葉片厚度（葉片重）均有出現頂燒症，推測頂燒症發生率可能主要受品種之遺傳背景影響。

表 2. 結球萵苣引入品種秋作比較試驗之葉球園藝性狀^VTable 2. Comparison of heading characteristics in introduced cultivars of iceberg lettuce in fall^V

品種別 Cultivar	葉球重 Head weight (g)	球縱徑 Head height (cm)	球橫徑 Head width (cm)	球形 指數 ^W Head index ^W	結球 緊度 ^X Head density ^X	中心柱長度比 ^Y Core length ratio ^Y (%)	葉片重 Leaf weight (g/60 cm ²)	頂燒率 Tipburn rate (%)	抽苔率 Bolting rate (%)
45-36 RZ	522.6	14.9	18.5	0.80	0.20	56.0	7.4	0	8.3
45-08 RA	618.4	13.7	16.5	0.84	0.32	53.2	6.8	0	0
Caledonas	616.1	18.8	16.0	1.21	0.24	85.5	6.4	0	25.0
45-43 RZ	682.4	14.5	16.5	0.89	0.33	57.1	6.6	0	8.3
Arusha RZ	630.6	15.6	16.2	0.98	0.29	65.1	6.5	0	0
長生 51 號	652.5	12.2	17.9	0.71	0.32	57.3	7.4	25	0
EX-8380	626.2	14.0	16.7	0.84	0.31	53.4	7.9	0	0
夏秋	606.6	14.0	20.0	0.72	0.21	61.4	5.9	8.3	16.7
長生 52 號	557.0	14.5	15.7	0.93	0.30	56.6	7.4	0	8.3
合歡新 9 號	646.3	13.5	15.8	0.86	0.37	56.7	6.7	0	0
EX-6211	643.9	13.8	14.8	0.94	0.41	48.5	6.5	8.3	0
鋸葉結球萵苣	499.9	14.0	15.2	0.95	0.30	57.0	7.1	8.3	0
長生 53 號	615.3	14.7	16.5	0.90	0.29	87.2	7.9	8.3	0
夏冠	513.1	12.5	17.3	0.74	0.26	50.4	7.1	41.7	0
EX-0275	583.7	12.5	15.8	0.80	0.36	39.1	6.1	33.3	0
包心萵苣 3 號	576.9	13.2	16.2	0.82	0.32	40.8	6.4	0	0
長生 50 號	627.5	12.8	16.0	0.81	0.37	51.2	6.9	0	0
合歡 6 號	781.8	15.5	16.3	0.95	0.36	47.0	7.1	0	8.3
EX-0278	561.8	14.0	15.8	0.90	0.31	59.3	7.2	0	8.3
常利 6 號	620.9	16.8	18.0	0.93	0.22	61.8	6.2	8.3	16.7
LSD (0.05)	146.3	1.5	2.2	0.09	0.06	11.3	0.9	-	-

^V定植日期：104 年 3 月 8 日 (Transplant date: Sep. 24, 2015); 採收日期：104 年 11 月 9 日 (Harvest date: Nov. 9, 2015)

^W球形指數 = 球縱徑 / 球橫徑 (Head index = Head height / Head width)

^X結球緊度 = 葉球重 / [(π × 球縱徑 × 球橫徑 × 球橫徑) / 6]

= Head density = [Head height / (π × Head height × Head width × Head width) / 6]

^Y中心柱長度比 = 中心柱長 / 球縱徑 × 100% (Core length ratio (%) = Core height / Core length)

三、耐熱優良品種於冬作合理化施肥與倍量施肥比較試驗

本項試驗係基於對照品種現行栽培之 '常利 6 號' 於低溫期間栽種時，常易出現高球形葉球或俗稱筍形葉球。結球萵苣葉球變形雖常發生於低溫栽培環境，但主要受到施

肥偏多或過量而加劇⁽⁴⁾。日研究結果以中生(中熟性)品種亦易於低溫栽培環境出現腰高球之葉球變形問題⁽⁹⁾。因此本試驗以104年秋期作無頂燒症且無抽苔之'45-08 RA'、'EX-8380'、'合歡新9號'、'包心萵苣3號'及'長生50號'為供試品種,分析球形指數,以評估冬作出現變形球之程度,並仍以現行栽培之'常利6號'為對照品種。試驗結果顯示所有供試品種均無頂燒症,推測主要是因本次試驗係於1月22日定植,4月1日採收,在75天栽培期間,每日最高氣溫多在28℃以下,僅4月4~6日超過28℃;而每日最低氣溫除2月12~13日、3月5~8日及3月18~20日等9日之外,餘均在18℃以下。

表3. 不同品種結球萵苣晚冬期作合理化施肥與倍量施肥之葉球性狀比較^{U,V}

Table 3. Comparison of rational and double application of fertilizer on heading characteristics of iceberg lettuce on different cultivars in winter^{U,V}

處理別 Treatment	品種別 Cultivar	葉球重 Head weight (g)	球縱徑 Head height (cm)	球橫徑 Head width (cm)	球形 指數 ^W Head index ^W	結球 緊度 ^X Density ^X	中心柱長度比 ^Y Core length ratio ^Y (%)	中心柱重 Core weight (g)	可食率 ^Z Edibility ^Z (%)	葉圓片重 Leaf weight (g/81 cm ²)
倍 量 施 肥 區	45-08 RA	645.1	13.5	13.7	0.99	0.49	36.07	25.1	96.02	4.6
	EX-8380	547.9	13.0	13.2	0.98	0.44	23.66	22.1	95.96	5.6
	合歡新9號	614.3	14.6	14.9	0.99	0.39	27.15	30.1	95.22	5.0
	包心萵苣3號	673.3	14.9	14.7	1.03	0.40	23.51	22.8	96.59	4.4
	長生50號	754.6	16.3	14.0	1.16	0.45	19.76	27.3	96.40	5.1
	常利6號	621.5	15.6	13.9	1.12	0.39	21.46	24.5	96.03	4.8
	LSD (0.05)	68.9	0.8	0.6	0.09	0.07	5.84	3.0	0.47	0.4
合 理 施 肥 區	45-08 RA	538.8	13.1	13.0	1.01	0.47	27.14	19.8	96.21	4.7
	EX-8380	614.8	13.4	13.5	0.99	0.49	27.73	22.5	96.34	5.8
	合歡新9號	607.0	14.3	15.0	0.95	0.37	26.90	29.6	95.13	5.4
	包心萵苣3號	595.1	14.3	14.3	1.00	0.39	22.81	21.3	96.44	4.8
	長生50號	689.5	14.1	14.9	0.95	0.43	25.06	23.4	96.58	5.6
	常利6號	654.1	14.6	15.2	0.96	0.37	30.36	33.9	94.83	5.4
	LSD (0.05)	51.6	0.5	0.8	0.04	0.06	2.55	5.5	0.75	0.4

^U定植日期:105年01月22日

^V採收日期:105年04月6日

^W球形指數=球縱徑/球橫徑

^X結球緊度=葉球重/[$(\pi \times \text{球縱徑} \times \text{球橫徑} \times \text{球橫徑}) / 6$]

^Y中心柱長度比=中心柱長/球縱徑 $\times 100\%$

^Z可食率=(葉球重-中心柱重)/葉球重 $\times 100\%$

倍量施肥組(施肥量為合理化施肥組2倍)之品種比較,結果顯示,'45-08 RA'、'EX-8380'、'合歡新9號'及'包心萵苣3號'等之球形指數(球縱徑/球橫徑)介於0.98~1.03之間,呈圓球形,為正常形狀葉球,且均顯著低於呈高圓球形之'長生50號'(1.16)及'常利6號'(1.12)。平均葉球重比較,以'EX-8380'(547.9公克)最低,但其葉片厚度指標(葉片重=5.8公克/81 cm²)最高,且顯著高於其它供試品種。而'長生50號'平均葉球重(754.6公克)為最高,且顯著高於其它供試品種,但球形指數達1.16;

推測'長生 50 號'在低溫及倍量施肥環境栽培，葉球易呈高圓球形，恐致減低或喪失其商品販售價值。因此，在外銷結球萵苣生產區於晚冬季節，若製作農戶仍有施肥量偏高傾向，則優先推薦種植'包心萵苣 3 號'，其次依平均葉球重高低分別為'合歡新 9 號'、'45-08 RA'及'EX-8380'均可種植。

合理化施肥組所有供試品種之球形指數介於 0.95 ~ 1.01 之間，均呈圓球形；平均葉球重以'長生 50 號'(689.5 公克)最高，雖未顯著高於對照品種'常利 6 號'(654.1 公克)，但顯著高於其餘 4 品種；可做為葉片厚度指標之葉片重達 5.6 公克 / 81 cm²，僅次於'EX-8380'之 5.8 g / 81 cm²，於對照品種'常利 6 號'(5.4 g / 81 cm²)相近；而平均葉球重最低者為'45-08 RA'(538.8 公克)，顯著低於其它品種，且其葉片厚度指標(葉片重 = 4.7 公克 / 81 cm²)也最低，推測該品種於低溫環境栽培，生長率低於其他品種所致。因此，在外銷結球萵苣生產區於晚冬季節，若製作農戶能遵守合理化，則優先推薦種植'長生 50 號'，其次依平均葉球重高低分別為'合歡新 9 號'、'EX-8380'、'包心萵苣 3 號'及'45-08 RA'均可種植。

結 論

藉由引入結球萵苣品種試作，在外銷產季初期秋作或後期春作偏高溫環境，有效篩選出'45-08 RA'、'EX-8380'、'合歡新 9 號'、'包心萵苣 3 號'及'長生 50 號'皆未出現頂燒症及抽苔等問題。另於低溫期藉由倍量施肥策略，進一步確認'45-08 RA'、'EX-8380'、'合歡新 9 號'及'包心萵苣 3 號'葉球皆具穩定圓球形，值得推薦生產團體採用，以進一步評估外銷加工、業務用之日本市場接受度。

致 謝

感謝本場義竹工作站同仁協助萵苣品質分析，另特別感謝雲林縣麥寮果菜合作社免費提供試驗田進行本研究之各項試驗工作及提供實務建議。

引用文獻

1. 交通部中央氣象局。2016。臺灣各地一些特異的天氣現象。常識 > 氣象百科 > 氣象常識。<http://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/encyclopedia/me029.htm>。
2. 行政院農業委員會。2016。農業統計資料查詢－農業貿易－貿易統計表。<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/trade/tradereport.aspx>。
3. 路全利。2009。從農場到餐桌－萵苣。鄉間小路。36(09)：4。
4. 賴文籠。2014。結球萵苣合理施肥技術。臺中區農情月刊。181：2-3。
5. 謝明憲。2015。漢堡、菜沙拉不可缺少的蔬菜－結球萵苣庭園栽培。園藝之友。171：42-45。
6. 謝明憲、蔡淳瑩、李美慧。2015。臺灣外銷結球萵苣產業競爭優勢簡介。臺南區農業專訊。

92 : 7-11。

7. 謝明憲。2016。2015 外銷結球萵苣品種比賽栽培管理。臺灣之種苗。145 : 2-3。
8. 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。
9. タキイ種苗株式会社。2011。タキイ結球レタスの適作と使い所を教えてください。タキイ最前線秋号。https://shop.takii.co.jp/tsk/bn/pdf/20110845.pdf。P. 45-46。
10. 小澤智美。2013。夏秋季加工・業務用レタスの栽培体系と経営試算。グリーンレポート。29(2) : 8-9。
11. 大和陽一、前田昭一、渡辺慎一、古谷茂貴。2008。結球レタスにおけるチップバーンの発生と茎伸長に及ぼす育苗中の温度の影響。園芸学研究 別冊。7(1): 120。
12. 平岡達也。1967。洋菜類の生態に関する研究。園芸学会雑誌。36(4): 39-48。
13. 安場健一郎、古谷茂貴、佐々木英和。2001。レタスの変形球の発生条件と品種間差異について。園芸学会雑誌 別冊。70(2): 146。
14. 野菜ナビ。2015。レタスの年次推移グラフ。野菜統計。http://www.yasainavi.com/graph/category/ca=15#nenji。
15. 農畜産業振興機構。2013。レタスの需給動向。野菜情報 今月の野菜。http://vegetable.alic.go.jp/yasaijoho/yasai/1306/yasai1.html
16. Barta, D.J. and T.W. Tibbitts. 1991. Calcium localization in lettuce leaves with and without tipburn: Comparison of controlled-environment and field-grown plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 870-875.
17. Barta, D.J. and T.W. Tibbitts. 2000. Calcium localization and tipburn development in lettuce leaves during early enlargement. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125: 294-298.
18. Becker, R.f. 1971. Tipburn and other internal disorders-cabbage. *New York's Food and Life Sciences Bulletin.* 7: 1-4.
19. Choi, K.Y. and Y.B. Lee. 2001a. Effect of electrical conductivity of nutrient solution on tipburn incidence of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a plant factory using an artificial light source. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42: 53-56.
20. Choi, K.Y. and Y.B. Lee. 2001b. Effect of salinity of nutrient solution on growth, translocation and accumulation of ⁴⁵Ca in butterhead lettuce. *Acta. Hort.* 548: 575-580.
21. Choi, K.Y. and Y.B. Lee. 2003. Effect of air temperature on tipburn incidence of butterhead and leaf lettuce in a plant factory. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44: 805-808.
22. Choi, K.Y. and Y.B. Lee. 2008. Effects of relative humidity on the apparent variability in the incidence of tipburn symptom and distribution of mineral nutrients between morphologically different lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars. *Hort. Environ. Biotechnol.* 49: 20-24.
23. Collier, G.F. and T.W. Tibbitts. 1982. Tipburn of lettuce. *Horticult. Rev.* 4: 49-65.
24. Gislerod, H.R. 1999. The role of calcium on several aspects of plant and flower quality from a floricultural perspective. *Acta Hort.* 481: 345-351.
25. Islam, N. G.G. Patil, S. Torre, and H.R. Gislerod. 2004. Effects of relative air humidity, light, and calcium fertilization on tipburn and calcium content of the leaves of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Eur. J. Hort. Sci.* 69: 29-36.

26. Kuo, C.G., J.S. Tsaya, C.L. Tsai, and R.J. Chen. 1981. Tipburn of Chinese cabbage in relation to calcium nutrition and distribution. *Sci. Hort.* 14:131-138.
- Nieuwhof, M., F. Garretsen, and D. Wiering. 1960. Internal tipburn in white cabbage II. The effect of some environmental factors. *Euphytica* 9: 275-280.
27. Nieuwhof, M., F. Garretsen, and D. Wiering. 1960. Internal tipburn in white cabbage II. The effect of some environmental factors. *Euphytica* 9: 275-280.
28. Saure, M.C. 1998. Causes of the tipburn disorder in leaves of vegetables. *Sci. Hort.* 76:131-147.
29. Shibata, T., K. Iwao, and T. Takano. 1995. Effect of vertical air flowing on lettuce growing in a plant factory. *Acta Hort.* 399: 175-183.
30. 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>.
31. Wissemeier, A.H. and G. Zuhlke. 2002. Relations between climatic variables, growth and the incidence of tipburn in field-grown lettuce as evaluated by simple and multiple regression analysis. *Sci. Hort.* 93: 193-204.

Cultivar Evaluation of Iceberg Lettuce for Low Tipburn Rate and Stable Heading Shape¹

Hsieh, M. H. and C. W. Lin²

Abstract

Iceberg lettuce is the second largest export vegetable with an average amount over 10,000 tons per year and is increasing year by year in Taiwan since 2013. However, tipburn is a widespread physiological disorder of the current cultivars, with the symptom of necrosis on margins and inner leaves of the head, causing the loss of commercial value. To overcome this problem, we evaluated heading characteristics and tipburn rates in different cultivars in fall under high temperatures. Then, we investigated the cultivars with no tipburn or bolting on the effects of two different amounts of fertilizer on heading shape and other characteristics in winter at low temperatures. Results showed that tipburn and bolting did not occur in '45-08 RA', 'EX-8380', 'Ho-Huan New No. 9', 'Sonpo No. 3', and 'Acegreen No. 50' in the fall trial in 2015. In 2016, although the heading shape of the five cultivars were all round in the winter trial with rational application of fertilizer, the heads of 'Acegreen No. 50' and the comparison cultivar ('Ho-Huan No. 6') were both long and round with double amount of fertilizer. This research has proved that the tipburn tolerant cultivars are suitable for export selection in the fall and late spring under high temperatures and the stable heading shape cultivars are suitable for selection of cultivars with more fertilizer in winter under to low temperatures.

What is already known on this subject?

Previous research has proved that rational fertilizing is an effective approach to reduce the tipburn rate in iceberg lettuce. However, the tipburn still occurred in the fall and late spring for the current cultivars for export.

What are the new findings?

The cultivars in the trials were cultivated in the fall and late spring under high temperatures. Five cultivars without tipburn or bolting were selected. Then, the selected cultivates were cultivated in the winter under low temperatures with two different amounts of fertilizer. Four cultivars were found with stable heat shapes.

What is the expected impact on this field?

By cultivating in different seasons in high or low temperatures and treating with different amounts of fertilizer, some cultivars without tipburn or head deformity were successfully selected. In addition, most of their weights were similar to the comparison cultivar. Therefore, the cultivars will be recommended to iceberg lettuce farmers for export production.

Key words: Iceberg lettuce, Heat tolerance, Rational application of fertilizer, Physiological disorder, Tipburn

Accepted for publication: September 6, 2016

1. Contribution No.459 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
2. Associate researcher & chief of the Yichu Branch and Assistant researcher, respectively, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.