中華農業氣象 (Chinese J. Agromet.) 9 : 49 - 54, 2002

研究報告(Original Paper)

淹水對莧菜生長及植體水分含量之影響

楊純明[1] 張芳銘[1] 陳榮坤[1] 李裕娟[1] 沈百奎[2]

1 行政院農委會農業試驗所農藝組

2 行政院農委會農業試驗所園藝組

摘 要

本項試驗在臺中縣霧峰鄉行政院農委會農業試驗所農場進行，以盆栽莧菜植株淹水方式，探討不等天數淹水處理對莧菜植株生長及植體水分含量之影響，作爲避免淹水危害因應處理之參考。本試驗淹水處理天數 6 ~ 10 天不等，自收穫調查日往前計算，總計進行六次重複試驗。根據試驗結果，發現莧菜植株之葉片、莖桿及地上部植體的鮮重與乾重等性狀，均隨著淹水天數的增加而有重量遞減的現象。莧菜植株高度、葉面積、及葉片與地上部植體之相對水分含量，亦出現隨著淹水天數增加而降低的趨勢。此外，試驗亦發現，莧菜植體鮮重與植體相對水分含量成正比。綜合試驗結果，顯示淹水將抑制莧菜生長，並因造成植體脫水現象而使淹水負面效應加劇。

關鍵詞：淹水天數、淹水效應、莧菜、生長、植體水分含量。

Plant Growth and Water Content of *Amaranthus mangostanus* in Response to Waterlogging

Chwen-Ming Yang[1], Fang-Min Chang[1], Rong-Kuen Chen[1], Yuh-Jyuan Lee[1] and Bai-Kuey Shen[2]
([1] Dvision of Agronomy, Taiwan Agricultural Research Institute, [2] Dvision of Horticulture, Taiwan Agricultural Research Institute)

ABSTRACT : Species of *Amaranthus mangostanus* L. (or *A. tricolor* L.) is a popular vegetable crop cultivated year-round in Taiwan. This study was conducted to investigate the effects of different waterlogging durations on plant growth and water content. The potted experiments were repeated 6 times with waterlogging durations from 0 (CK) to 10 days. Results indicated that fresh and dry weights of leaves, stem and aboveground plant parts were decreased with increasing days of waterlogging. Plant height, leaf area and relative water contents of leaves and aboveground plant parts were also reduced by increased days of waterlogging. It showed that fresh weight was positively correlated with relative water content in leaves, stem, and aboveground plant parts. Results suggest that waterlogging treatments inhibit plant growth and induce drying effect to plant parts with the negative impacts on the underlying mechanisms.

Key words : Days of waterlogging, Waterlogging effect, *Amaranthus mangostanus*, Plant growth, Plant water content.

本文研究承行政院農業委員會農業試驗所計畫經費(91農科-5.1.3-農-C1)支持，特以致謝。

前 言

莧菜爲莧屬一年生草本植物，學名 *Amaranthus mangostanus* L. (或 *A. tricolor* L.)，別名茼菜、荇菜或莙菜，爲國內重要食用蔬菜之一，且爲中部地區簡易設施栽培之葉菜類主要蔬菜一種 (柯等，1993)。莧菜之生育期短，生長健旺，通常播種後 4 ~ 5 週即可開花，故夏季採收宜提前 4 週內。又莧菜栽培管理十分容易，以富含有機質之微酸性 (pH 5.5 ~ 6.0) 砂質土壤爲宜，然可耐鹼性土壤，故酸鹼值 4.6 ~ 7.5 土壤均可生長。影響莧菜生長之主要環境因子爲氣溫、光照、氮肥施用量及土壤水分含量等，雖然生長適溫約 25 ~ 30℃，但 C_4 型植物特性使其可耐高溫，夏季於塑膠布溫室高達 40℃ 的環境仍可商業生產。再者，莧菜爲短日照植物 (臨界日長小於 12 小時)，在臺灣地區一年四季的光週期皆可開花，故臺灣地區幾乎全年皆可栽培。若配合高光照、高溫及適量氮肥，可使快速生長，因此以夏季爲其全年主要生產季節。

莧菜植體之營養價值頗高 (含有鈣、鐵、胡蘿蔔素、維生素 A 與 C、蛋白質等)，適口性亦佳，多以幼苗或幼嫩莖葉爲食用部分，可以炒食或煮湯，廣受市場歡迎。然而，在夏季高溫生長時，若施用過量氮肥，可能將造成植體內硝酸鹽含量累積，不利人體健康而降低食用品質。所以，在不阻滯莧菜生長前提下，酌量施用氮肥以控制植體內硝酸鹽含量，是栽培莧菜必需考量之重要措施。

此外，在排水不良或黏性高之土壤，浸水或淹水下由於根尖易壞死而使得葉片脫水、缺水，導致葉片反捲，植株生長較差。因此當土壤因灌溉、集中降雨、或短期大量降雨導致水分含量過高時，可能促使土壤變成無氧或厭氧狀態 (Jackson and Drew, 1984)，將可能阻礙根系正常呼吸、吸收及運輸等功能，造成植株生長受限甚至死亡 (朱及蔡，1992；鄭及朱，1995)。尤其水患爲造成臺灣地區農業經濟損失第二位的農業氣象災害 (楊，1995；臺灣農業年報，1946 ~ 2000)，減少降雨 (水) 帶來農業損失的重要性確實不容忽視。於是，改進土壤質地、排水設施及針對淹水的因應對策，實爲栽培莧菜主要管理要務。

行政院農委會農業試驗所近年育成之莧菜臺農一號，屬於白莧 (或稱青莧)，莖葉綠色，生長勢甚強，具有含硝酸態氮低、耐熱及風味佳等特點。爲瞭解此一品種遭受淹水之危害反應，遂進行本項不等淹水天數試驗，配合生長性狀調查，探討淹水對莧菜植株生長及植體水分含量之影響，期以提供作爲避免淹水危害之因應處理參考。

材料及方法

本試驗係以盆栽方式在臺中縣霧峰鄉行政院農委會農業試驗所農場 (24° 02'N，120° 42'E，海拔高度 85 m) 進行，自 2001 年 7 月起至 12 月止，每月初播種一批，合計 6 次。栽培莧菜之大型黑色塑膠盆缽內徑長度 1.1 m、寬度 1.0 m、高度 0.6 m，每批 9 盆。參試莧菜品種臺農 1 號 (Amaranthus mangostanus L.) 栽培方式係將田面鬆土整平後，覆以 0.6 kg m^{-2} 之培養土 (BIO-MIX, TRET Substrates Schoonebeek B.V., The Netherland)，再將種子以拌混細砂方式均勻直接撒播於土面，種子量 5 kg ha^{-1}。其後，以噴灑方式潤濕土表至飽和水分狀態，以後則每天灑水潤濕土面直至發芽，再改以每隔 1 ~ 2 天噴灑一次方式直至植株建立。

盆缽放置於農場田區，其上方搭建可活動軌道式簡易拱形棚架，覆以透明 PE 塑膠布。當植株建立後，推開活動設施使成露地栽培生長直至淹水處理開始。於下雨

時將活動設施推至定位遮蔽盆缽，以避免降雨對莧菜淹水試驗之干擾；當晴朗天氣時則將活動設施推至室曠定位，使盆栽植株曝露於大氣。

肥料施用係於播種後一週內施用 60 kg ha^{-1} 硫銨 (21% N，臺灣肥料公司，高雄市)、60 kg ha^{-1} 過磷酸鈣 (18% P_2O_5，臺灣肥料公司，高雄市) 及 60 kg ha^{-1} 氯化鉀 (60% KCl，臺灣肥料公司，高雄市) 爲基肥，播種後 2 週再施用 60 kg ha^{-1} 硫銨爲追肥，均係將肥料顆粒直接均勻撒至土面，減少肥傷。盆缽內發生之雜草，採用人工拔除。另試驗期間不施用農藥，以免農藥對試驗之影響。

淹水處理乃將混合自來水及地下水之水源注入盆缽，水深約 0.1 m，淹水天數均以收穫當天爲基準往前推算，進行淹水天數處理，計有淹水 0 (CK)、1、2、3、4、5、6、8 及 10 天等 9 種淹水天數處理，前後進行 6 次試驗，綜合六次試驗資料進行統計分析。前三次不含淹水 8 天及 10 天之處理。淹水係自前一天上午 08 : 30 起至當天上午 08 : 30 止，算爲一天。將六次試驗資料綜合進行分析，惟刪除因高蟲害 (如斜紋葉盜蛾、小菜蛾) 及高病害 (如白銹病) 程度造成嚴重缺株資料，避免試驗誤差。

在植株生長與產量性狀調查方面，係在莧菜採收前調查莧菜株高、葉面積 (未嚴重水傷及枯萎部分) 及地上部植體 (葉片及莖桿) 鮮重 (FW) 與乾重 (DW)，其中乾重爲經 70℃ 烘乾 72 小時後稱取。另計算葉片及地上部植體相對水分含量 (RWC) : RWC= [(FW-DW)/DW] x 100%。試驗資料之統計分析，乃利用 SAS 8.2 (SAS Institute, 2001) 及 SigmaPlot 2001 (2001) 軟體進行。

結果與討論

本文試驗首先調查淹水對莧菜植株生長之效應，結果發現在其他栽培條件近似下，周遭氣象環境對莧菜生長有極大影響。在進行之六次重複栽培試驗，莧菜植株之生長速率及生長量皆不一致 (資料未列出)，惟不等淹水天數處理間之相對生長表現類似，即生長隨著淹水天數增加有降低的趨勢。如圖 1 所示，將未受淹水處理之對照組設爲參考量時，分別計算各次試驗處理株與對照株之相對比值時，可看出淹水天數增加將相對使得生長量衰減，無論葉片及莖桿均受到生長抑制現象，鮮重及乾重皆隨淹水天數增加而降低。顯然的，淹水對於莧菜植株生長及收穫產量具有不利影響，淹水天數增加，則對莧菜之負面作用越大。此結果顯示淹水將會影響莧菜植體生理生化機制，導致生長及生產的雙重限制。

在玉米幼株 (4 葉齡期)之浸水研究上，發現浸水超過 3 天植株生長受到明顯抑制，尤以根系最爲嚴重 (鄭及朱，1995)。相較於正常環境下生長玉米植株，浸水株之種根出現根尖腐爛及不定根的緩慢生長 (鄭及朱，1995)，種根生長、生理活性與呼吸作用均隨著浸水時間增加而降低 (王等，1995)，而且植株高度伸長速率 (蔡及朱，1995) 及單株果穗 (蔡等，1993) 均減少，終至減產 (蔡等，1993 ; Chaudhary et al., 1975; Singh and Ghildyal, 1980; Wu, 1986)。蔡及朱 (1995) 進一步建議以株高伸長速率作爲淹水危害之指標，具有快速、簡便及非破壞性優點。淹水也造成菽草之葉片減產，又使得不良菽葉比率偏高，而淹水次數愈多負面作用愈高 (洪等，1994)。本文研究在莧菜上亦呈現類似現象，地下根系有明顯腐爛徵狀 (資料未列出)，且株高及植體重量隨淹水天數增加而下降遞減。顯然外觀上的形態變化，是一般植物受到淹水危害經常可見的徵狀，可供作定性與定量標示用途。

經將莧菜植體鮮重與乾重資料計算相

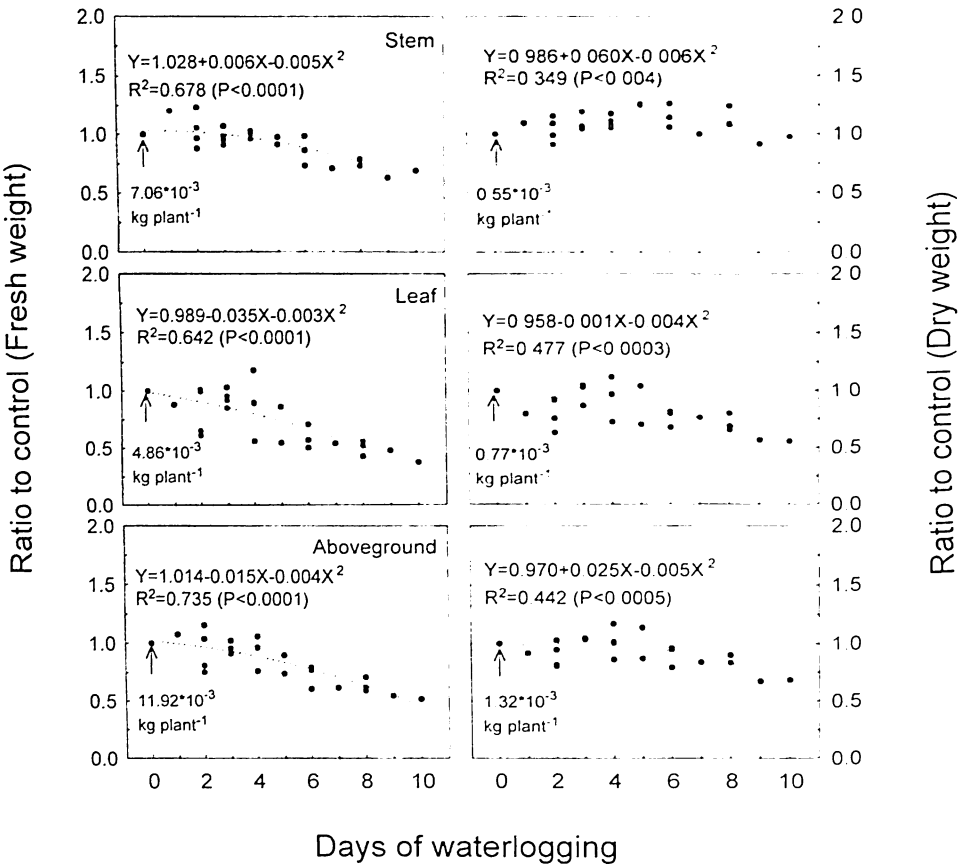


Fig. 1. Changes in fresh weight and dry weight ratios of waterlogging treated plants to non-treated plants in response to days of waterlogging for potted plants of *Amaranthus mangostanus* L. cv. TNG 1.

對水分含量後，發現淹水對莧菜植體水分含量亦有反效果。如圖 2 所繪，葉片及地上部相對水分含量隨淹水天數增加而下降。比對圖 1 之鮮重與乾重下降分佈，約在淹水超過 2 天後即呈現脫水現象，且植體乾物質的產生也開始衰退。因此，淹水對莧菜的效應當至少包括生長的阻滯及脫水現象的發生等二類，後者顯示根系功能受損的可能因素，而淹水時間愈長抑制效應就愈大，終將出現外觀形態上的差異，如葉片捲縮、植體枯萎及植株矮小等結果(資料未列出)。此一推論證實於株高及葉面積的調查，二項生長性狀呈現隨淹水天數增加之遞減現象 (圖 3)，淹水達一定程度後即相對使得株高及葉面積減少。推測外觀形態受到淹水的影響存在時間落差，其表現落後於上述潛在生理生化機制的限制。

圖 4 爲莧菜植體鮮重與相對水分含量之關係，無論葉片、莖桿或地上部植體均爲顯著正相關，顯示植體重量與水分含量密切相關的分析結果。由此觀之，生長旺盛之莧菜植體含水量較高，生長量與含水量成正比，植體重量愈大，水分含量就愈高；換言之，相對水分含量高之植體，將具有較大之植體重量。當淹水發生使得植體水分含量下降時，勢將造成植體重量的降低，受到影響的部位涵蓋整個地上部植體。結果也顯示，在相同鮮重下，莧菜葉片之含水量高於莖桿之含水量，又高於整個地上部植體平均含水量。所以，當葉片因淹水效應使重量減少時，可能產生的脫水幅度將高於莖桿者。

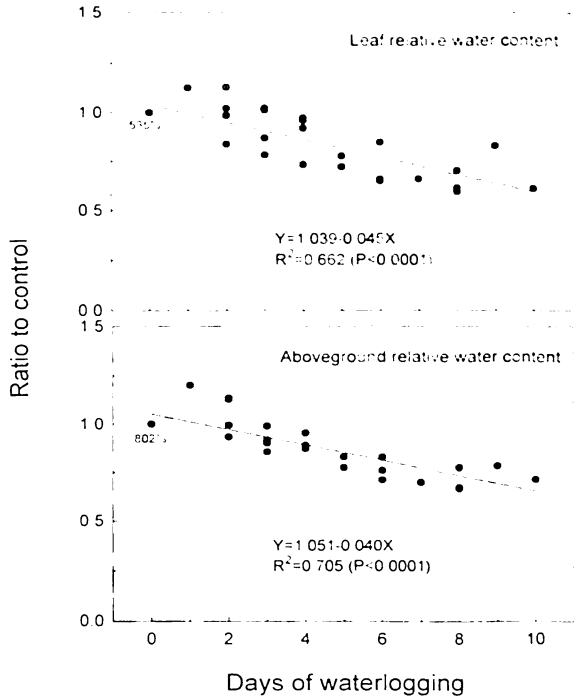


Fig. 2. Changes in leaf and aboveground relative water content ratios of waterlogging treated plants to non-treated plants in response to days of waterlogging for potted plants of *Amaranthus mangostanus* L.

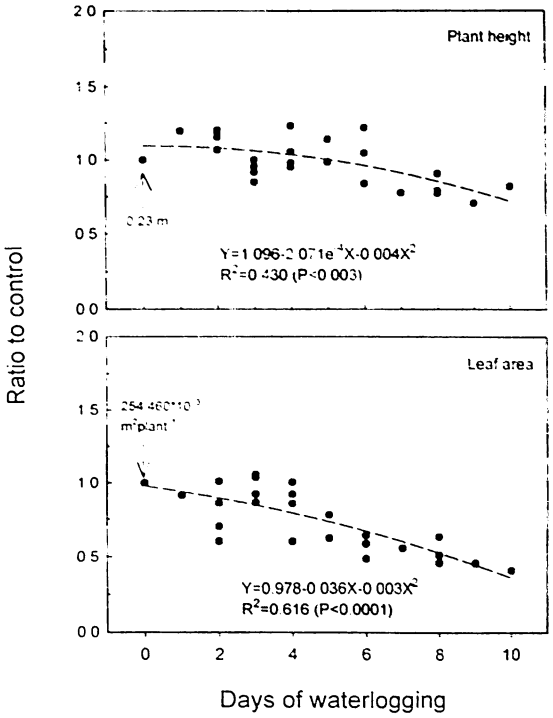


Fig. 3. Changes in plant height and leaf area ratios of waterlogging treated plants to non-treated plants in response to days of waterlogging for potted plants of *Amaranthus mangostanus* L.

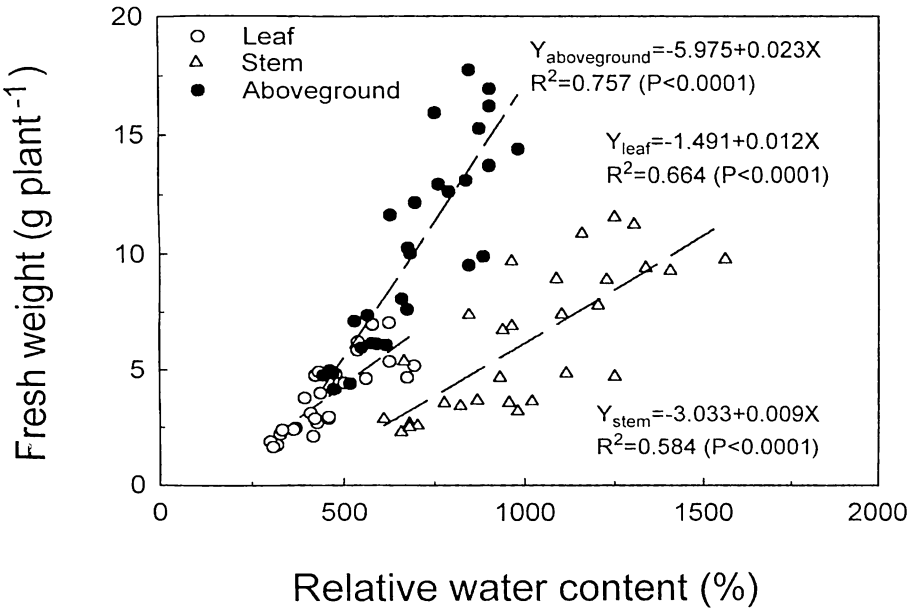


Fig. 4. Correlation between fresh weight and relative water content in leaf, stem, and aboveground plant parts of potted plants of *Amaranthus mangostanus* L.

綜合本試驗結果，顯示淹水對莧菜生長具有不利影響，包括重量(生質量)、株高及葉面積均隨著淹水天數增加而遞減，而淹水帶來之負面效應至少和抑制生長及促成植體脫水之潛在機制有關。本文研究建議，由於當淹水超過 2 天後將出現較爲明顯的徵狀，爲避免淹水的危害，宜在淹水發生 3 天以前排水，或能減輕淹水負面作用。

引用文獻

王祝仙、朱德民、蔡秀隆。1995。濕害對玉米生長和產量的影響(六)幼苗種子根與不定根生長及代謝活性的比較。中華農藝5:331-339。

朱德民、蔡秀隆。1992。浸水與玉米生長發育。中華農藝2:43-56。

洪偉屏、黃世勛、高景輝。1994。淹水對菸葉產量與品質之影響。中華農藝4:49-58。

柯忠德、陳慶忠、劉興隆。1993。中部地區簡易設施蔬菜害蟲發生調查。臺中區農業改良場研究彙報40:45-54。

楊純明。1995。臺灣地區農業氣象災害及因應之研究方向。中華農業氣象 2:31-35。臺灣農業年報。1946-2000。臺灣省政府農林廳出版，中興新村，南投縣。

鄭美淑、朱德民。1995。濕害對玉米生長和產量的影響(五)玉米幼苗的反應。中華農藝5:319-329。

蔡秀隆、吳炳奇、朱德民。1993。濕害對玉米生長和產量的影響(二)玉米的濕害敏感期的決定。中華農藝3:251-257。

蔡秀隆、朱德民。1995。濕害對玉米生長和產量的影響(四)不同因子型玉米幼苗對淹水的反應。中華農藝5:277-285。

Chaudhary, N.T., V.K. Bhatnagar and S.S. Priger. 1975. Corn yield and nutrient uptake as affected by water-table depth and soil submergence. Agron. J. 67:745-749.

Jackson, M.B. and M.C. Drew. 1984. Effect of flooding on growth and metbolism of herbaceous plant. p.47-128. Flooding And Plant Growth. T.T. Kozlowski, ed. Academic Press, Orlando, Florida, USA. SAS Institute. 2001. SAS user's guide. V.8.2. SAS Inst., Cary, NC, USA. SgimaPlot, 2001. SigmaPlot manual. SPSS, Inc., Chicago, IL, USA.

Singh, R. and B.P. Ghildyal. 1980. Soil submergence effects on nutrient uptake, growth, and yield of five cultivars. Agron. J. 72:737-741.

Wu, B.C. 1986. Effect of flooding on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). (in Chinese) Master thesis. Research Institute of Food Crops, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.