

灌溉量及氮肥施用量對草莓親株生長、 走蔓增殖與水養分收支之影響

吳添益*、蔡正賢

行政院農委會苗栗區農業改良場

摘 要

本文探討灌溉量(日平均灌溉量 9.3、12.5 及 15.9 mm)及氮肥用量(100、200、400 及 800 kg/ha)對香水草莓親株生長、走蔓增殖與水養分收支之影響。試驗結果得知,滲漏水比依灌溉量低、中及高依序為 5.9、32.4 及 41.3%,排氮量依灌溉量低、中及高依序為 184.0、285.8 及 437.5 kg/ha。在高氮(800 kg/ha)區各灌溉組都可達每棵親株誘殖子苗數 40~50 棵的評估基準,低氮(200 kg/ha)區,僅中灌溉組(12.5 mm)有 43.7 棵/親株,亦可達到此基準,走蔓數及生質量統計上無差異。在低灌溉量時,親株出現芯燒,其比率隨氮肥用量增加而由 25% 提高到 100%。高灌溉量時,其滲漏水和排氮量均最高,有污染與浪費之虞。綜合本試驗結果,草莓親株生長與走蔓增殖期間,推薦以 200 kg/ha 的低氮肥用量,並配合每日 12.5 mm 的中灌溉量。

關鍵詞：灌溉量、氮肥量、走蔓、子苗、草莓

前 言

草莓產業育苗期管理,大致可分土壤育苗及容器育苗兩種方式,土壤育苗,容易感染土壤病害,且費時耗工,假植時倘遇颱風或雷陣雨,會導致幼苗死亡、品質低劣,定植本圃後缺株率高且生育緩慢,不但增加生產成本,延遲開花及採果期,且會降低產量及收益;農友紛紛轉採行容器介質栽培,可減少土

傳性病害發生(李,1995;李,2000;李,2001;鐘等,2018;矢奧泰章等,2004)。鍾(2004)報告指出,草莓對水之要求甚嚴,因此,對於水過多或缺乏甚為敏感,加之根系脆弱,故最適合之土壤為土層深厚能適當灌溉之砂質壤土。但是植床式栽培所使用的介質非為土壤,其緩衝之酸鹼度、保水、保肥等亦大不同,由於介質材質特性如粗細,造成水分分布不勻,加上給水頻率不一,

*論文聯繫人

e-mail: tywu0901@gmail.com

有保水、保肥不易等缺點。向等(2005)研究指出草莓是淺根作物，隨移植日數增加，葉面積增大，蒸散需水量大，耐旱性差，整個生長期間都需要充足的水分供應，草莓耐澇性也差，排水不良，根部缺氧嚴重時，會引起葉片黃化、萎凋，甚至死亡。灌溉總是要求適時、適量，而且不論水、肥料或其他資材的投入必須具備有監測和診斷系統，以評估資源是否浪費。定植苗的品質（苗的大小及營養狀態等），對後續開花（田中等，2012）、產量（張等，2007）影響很大。同一生產者為確保子苗數量，走蔓誘植子苗時期拖得很長，造成苗質不均一，也影響田間第 1、2 期花，開花時間慢又亂的現象(李，2001)。吳等(2019)指出於親株走蔓繁殖誘引子苗期和接鉢（管）後子苗養成期間，氣候由溫涼逐漸轉高溫炙熱的環境型態，若灌溉與肥培管理稍有疏失，易發生植株營養失衡、造成植體虛弱，易受病原菌入侵，危害嚴重時，枯萎死亡，導致育苗數量嚴重不足，攸關草莓產業永續發展和農民生計。因而，為確保親株增殖幼苗產量需求，常採較多灌溉量與施肥量，造成肥料成分伴隨降雨及灌溉水，流入地下水，造成環境負荷及肥料利用率低（大窪惠美子等，2004、2005）。因此，解決上述問題的研究相當迫切。本研究利用灌溉及施肥管理試驗，探討草莓苗期灌溉和施肥量對親株生長、走蔓增殖與水養分收支的影響。

材料與方法

一、供試介質

參試介質組成為泥炭：椰纖：超媚土 = 2:2:1(v/v)混合備用。再將前述介質：真珠石：蛭石 = 12:1:1 (v/v)混合而成為供試介質，介質理化性質如表一。

二、供試品系

香水。

三、灌溉與施肥量

日平均灌溉量為低(L-9.3 mm)、中(M-12.5 mm)及高(H-15.9 mm)等三種變級，三重複，每重複面積為 0.48 m²，灌溉水水質(表二)。在各灌溉處理區又等分成四小區，分別進行氮肥用量(100、200、400 及 800 kg/ha 等四種變級)試驗，每小區面積 0.12 m²，介質容量約 11 公升。肥料採用長效肥成份(13-11-13)肥料，另設有未施肥未栽植空白(CK)組。

四、試驗期間

親株於 107 年 4 月 11 日定植，6 月 25 日試驗結束。灌溉期程 4 月 19 日至 6 月 21 日止，灌溉給水計 64 天。試驗期間氣溫資料由自動氣象紀錄器蒐集(圖一)。

五、調查項目

試驗期間調查親株芯燒發生率。試

驗結束日調查葉柄長、葉身長及葉寬、走蔓數、子苗數、生質量，同時採集植體與介質分別進行成分與有效養分分析。灌溉期間於 4/23、4/30、5/11、5/21、5/31、6/11 及 6/21 共計七次收集紀錄排漏水水量與進行水質分析。

六、介質分析

將飽和介質裝置於瓷漏斗上，抽氣，過濾，濾液備用。將濾液直接以電導度計測定 EC，以酸鹼度計測定 pH，P 採鉬黃法及用光電比色計測定，Na、K 以火燄光度計測定，Ca 及 Mg 以原子吸光儀測定，礦物氮以微量擴散法測定。試驗前後介質化學性分析，估算養分利用消長，作為評估添加氮肥量試驗後之介質養分收支（張，1981；吳，2000）。

七、水質分析

將收集排漏水直接以電導度計測定 EC，以酸鹼度計測定 pH，P 採鉬黃法及用光電比色計測定，Na、K 以火燄光度計測定，Ca 及 Mg 以原子吸光儀測定，礦物氮以微量擴散法測定。由灌溉量、排水量及排水水質成分分析，估算排放水比及排氮量，作為評估灌溉之水養分收支（張，1981；吳，2000）。

八、植體分析

（一）氮之定量：植體樣本以濃硫酸與雙氧水分解至青綠色澄清液後，取定量分解液於培養皿中，再以微量擴散法定氮（張，1981）。

（二）植體中 P、K、Ca 及 Mg 定量：

以雙酸(HNO₃、HClO₄)消化分解後，HCl 分解液中，P 採鉬黃法及用光電比色計測定，K 以火燄光度計測定，Ca 及 Mg 以原子吸光譜儀測定（張，1981）。

九、統計分析

實驗數據以最小顯著差異法(LSD)測試其差異顯著性($p < 0.05$)。

結 果

一、灌溉量與氮肥量對草莓親株繁殖期間養分收支調查

灌溉量與氮肥量對草莓親株繁殖期水養分收支調查，結果如下，灌溉及排漏水收支狀況，如表三得知給水 64 天，總灌溉水量在低(L)灌溉組為 595.2 mm，中(M)灌溉組為 800.0 mm，高(H)灌溉組為 1,017.6 mm；總排漏水量在低(L)灌溉組為 35.0 mm，中(M)灌溉組為 259.4 mm，高(H)灌溉組為 420.6 mm；排漏水比在低(L)灌溉組為 5.9%，中(M)灌溉組為 32.4%，高(H)灌溉組為 41.3%。灌溉所提供的氮含量由灌溉水的氮含量（表二）與總灌溉水量估計，低灌溉組有 44.6 kg/ha，中灌溉組有 60.0 kg/ha，高灌溉組有 76.3 kg/ha。灌溉期間排漏水量、水質分析及氮淋失量調查共七批次，如表四、五及六所示。施肥組區排漏水之有效氮平均估算在低灌溉組為 184 kg/ha，中灌溉組為 285.8

kg/ha，高灌溉組為 437.5 kg/ha；無施肥無種植空白盆區排漏水之有效氮估算在低灌溉組為 474 kg/ha，中灌溉組為 379.6 kg/ha，高灌溉組為 429.7 kg/ha；排水量隨灌溉量增加而加大，無施肥無種植空白盆區排漏水量都高於施肥組區排漏水量；施肥組區排氮量也隨著灌溉量增加而升高，排水中有效氮濃度於後期（5/31 以後）則呈明顯下降趨勢。

二、灌溉量與氮肥量對草莓親株繁殖期之介質性質調查

灌溉量及氮肥用量對草莓親株繁殖結束後介質養分調查分析，結果如表七；施肥區介質之酸鹼值在低、中及高灌溉組分別為 5.32~6.87、5.31~6.60 及 5.68~7.03；電導度值在低、中及高灌溉組分別為 1.61~4.93、1.25~2.94 及 1.01、2.15 dS/m；有效氮在低、中及高灌溉組分別為 119~585、151~280 及 109~245 mg/L；其它介質有效養分磷、鉀、鈣、鎂與鈉等濃度，相同氮肥用量表現為隨灌溉量增加而遞減，顯見肥份有淋失趨勢。在未栽植親株空白組試驗後介質酸鹼值隨灌溉量增加而升高，其值依低、中及高灌溉量分別為 7.18、7.68 及 7.83；電導度值、有效氮、鈉、磷、鉀、鈣、鎂等濃度隨灌溉量增加而降低，顯見淋洗效果肥份有淋失趨勢。相同灌溉量下留存在介質礦物元素氮、磷與鉀等濃度，隨施肥用量增加有愈多趨勢。由表八得知空白組不同灌溉量下介質氮養分釋出粗估情形，低灌溉組 588.4 kg/ha，

中灌溉組為 405.0 kg/ha，高灌溉組為 444.7 kg/ha。表九為灌溉量及氮肥用量對草莓親株繁殖期結束後介質氮養分收支情形，粗估投入與產出差異，視同為未知氮含量，相同灌溉量下其未知氮含量隨氮肥用量增加而增加，相同氮肥用量下其未知氮含量以中、高灌溉組表現較低，顯示在低灌溉組其未知氮含量有偏多，也是表現不能回收再利用有偏高趨勢。

三、灌溉量與氮肥量對草莓親株生長、走蔓增殖、生質量及養分吸收之調查

灌溉與氮肥對草莓親株生長與走蔓增殖調查結果如表十，葉柄長、葉身長及葉寬表現，在相同灌溉量下隨氮肥用量增加而增加。相同灌溉量下每棵親株走蔓數、子苗數與生質量以氮肥用量 800 kg/ha 表現較好，低灌溉組分別為 5.77 條、44.4 棵及 8.93 公克；中灌溉組分別為 5.60 條、60.0 棵及 10.4 公克；高灌溉組分別為 6.57 條、57.1 棵及 11.1 公克。灌溉及氮肥對草莓親株植體養分吸收調查結果如表十一，植體氮濃度及吸收量於相同灌溉量下，隨氮肥用量增加而增高；植體氮濃度表現，以中灌溉組 9.7~18.9 g/kg 表現較高；植體氮吸收表現，相同氮肥用量下以中灌溉組 81~197 mg/plant 的吸收表現較好。而低、高灌溉組植體氮吸收量，分別 71~139 mg/plant 及 67~180 mg/plant。但在低灌溉量時，則會產生淋洗不足，致栽培介

質中鹽分累積，而發生親株芯燒現象（圖二），親株出現芯燒比率隨氮肥用量增加而由 25% 提高到 100%（表十二）。

討 論

草莓親株繁殖期氣溫是由低逐漸往高變化（圖一）。親株從 4 月初定植 4 片葉左右，在栽培槽中生長繁殖走蔓、誘植子苗，期間灌溉量隨溫度及生長日數增加之需求，應隨時調整變化。採用開放或自由排水系統者，排漏水比約 30 % 為灌溉量基準（陳，2018；小林等，2001；遠藤等，2006；越川，2007）。本試驗結果以中灌溉量較為符合排漏水比基準。由排漏水之水質分析得知，排水量及排氮量都隨灌溉量增加而增加，據陳(2018)報告指出歐盟目前設施最大宗作物番茄而言，年排氮量約為 75 kg/ha，本試驗各灌溉量組之排氮量都較該報告為高，然而，高灌溉量則因淋洗過多，造成大量水和養分流失。小林等(2001)及越川等(2005)指出草莓親株施肥量，須避開極端少肥及多肥栽培方式；灌溉量須依排漏水比、溫度及生長日數斟酌調整，如在盛夏期排漏水比 20 % 以下，就需要調整灌溉次數增加灌溉。於探討灌溉量與氮肥量對草莓親株生長走蔓增殖後介質氮養分釋出累積量，得到中灌溉量組氮養分釋出量為 405.0 kg/ha 是三組中最低。為確保走蔓發生數量，灌溉量如同施肥量一樣重要，但農民傾向過剩灌溉，造成排液量多，肥

料隨排液流失，對環境形成負荷。所以灌溉量可依溫度、生長日數增加，在多肥條件盛夏期間多灌溉給水，若少灌溉時容易發生芯燒。飯村強等(2001)、三井壽一等(1998)、吳等(2002, 2003)、彭等(2005)和李(2001)等國內外研究報告指出有效率親株管理法，是以 6 月中旬誘殖期，每棵親株誘殖子苗數 40~50 棵為評估基準，本試驗在高氮 (800 kg/ha) 試驗區各灌溉組都有達到此基準，然低氮肥(200 kg/ha)試驗區中只有中灌溉組 (12.5 mm) 達到此基準 (43.7 棵/親株)，然每棵親株產生走蔓數及生質量統計上無差異，分別為 5.27 條及 7.2 公克。草莓親株走蔓增殖子苗數量，受到品種特性、定植時期、氣候、水分、養分與介質組成等影響。目前常見排放式的做法，主要原因仍與水質及介質有關，例如 EC 過高，容易造成植株受傷、營養不平衡、病害發生及產生生長抑制物質等現象（陳，2018；鐘等，2018）。綜合本試驗結果，草莓親株生長與走蔓增殖期間，以氮肥量 200 kg/ha，中灌溉量 (12.5 mm) 下，在排漏水比與子苗數等表現為合宜。在低灌溉量時，親株出現芯燒比率隨氮肥用量增加而提高。在公頃排漏水比及排氮量於高灌溉量下則呈過多現象。建議草莓親株定植後隨生長日數增加、溫度升高，觀察排液量，適時、適度調整灌溉頻率，選擇低氮肥(200 kg/ha)、中灌溉量(12.5 mm)，即可達生長安定與足夠子苗數之目標。

結 論

為確保走蔓增殖數量，灌溉量如同施肥量一樣重要，本文探討灌溉量及氮肥用量對草莓親株生長、走蔓增殖與水介質養分收支之影響。試驗從滲漏水比和公頃排氮量指標評估，滲漏水比依灌溉量低、中、高順序，其分別為 5.9、32.4 及 41.3%，公頃排氮量依灌溉量低、中、高順序，其分別為 184.0、285.8 及 437.5 公斤。本試驗在高氮肥(800 kg/ha)試驗區各灌溉組都有達每棵親株誘殖子苗數 40~50 棵的評估基準，低氮肥(200 kg/ha)試驗區，在中灌溉組(12.5 mm)43.7 棵/親株亦可達到此基準，然每棵親株產生走蔓數及生質量統計上無差異，分別為 5.27 條及 9.0 公克。綜合本試驗結果，草莓親株生長與走蔓增殖期間，以氮肥量為 200 kg/ha，中灌溉量(12.5 mm)下，在滲漏水比與公頃排氮量與子苗數等指標上表現為合宜。但在低灌溉量時，發生親株芯燒現象，芯燒比率隨氮肥用量增加而提高。在公頃排水量及排氮量於高灌溉量下則呈過多現象。建議草莓親株定植後隨生長日數增加、溫度升高，觀察排液量，適時、適度調整灌溉頻率，選擇低氮肥(200 kg/ha)之用量，即可達生長安定與足夠子苗數之目標。

引用文獻

向為民、楊秀珠、蔡正賢、黃裕銘。

2005。草莓園的灌溉及土壤水分管理：1-4。

李宥明。1995。育苗容器與介質對草莓生育、開花期與產量之影響。桃園區農業改良場研究報告 21：1-6。

李宥明。2000。草莓穴植管育苗日數對植株生育與產量之影響。桃園區農業改良場研究報告 41：1-5。

李宥明。2001。草莓穴植管苗誘植時期對育苗數與果實產量之影響。桃園區農業改良場研究彙報 44：1-8。

吳正宗。2000。栽培介質的施肥法。國立中興大學土壤環境科學系編印：第 6 章。

吳添益、蔡正賢。2019。草莓育苗介質(土壤)選擇經驗談。苗栗區農業專訓。行政院農業委員會苗栗區農業改良場編印 85：3-7。

吳添益、蔡正賢、鐘珮哲。2017。草莓栽培期水介質養分整合管理技術之研究，行政院農業委員會苗栗區農業改良場 106 年度科技計畫研究報告：1-12。

吳添益、張廣森、彭淑貞、蔡正賢。2002。氮肥施用量對草莓苗產量與品質之影響研究。土壤肥料通訊 84：145-146。

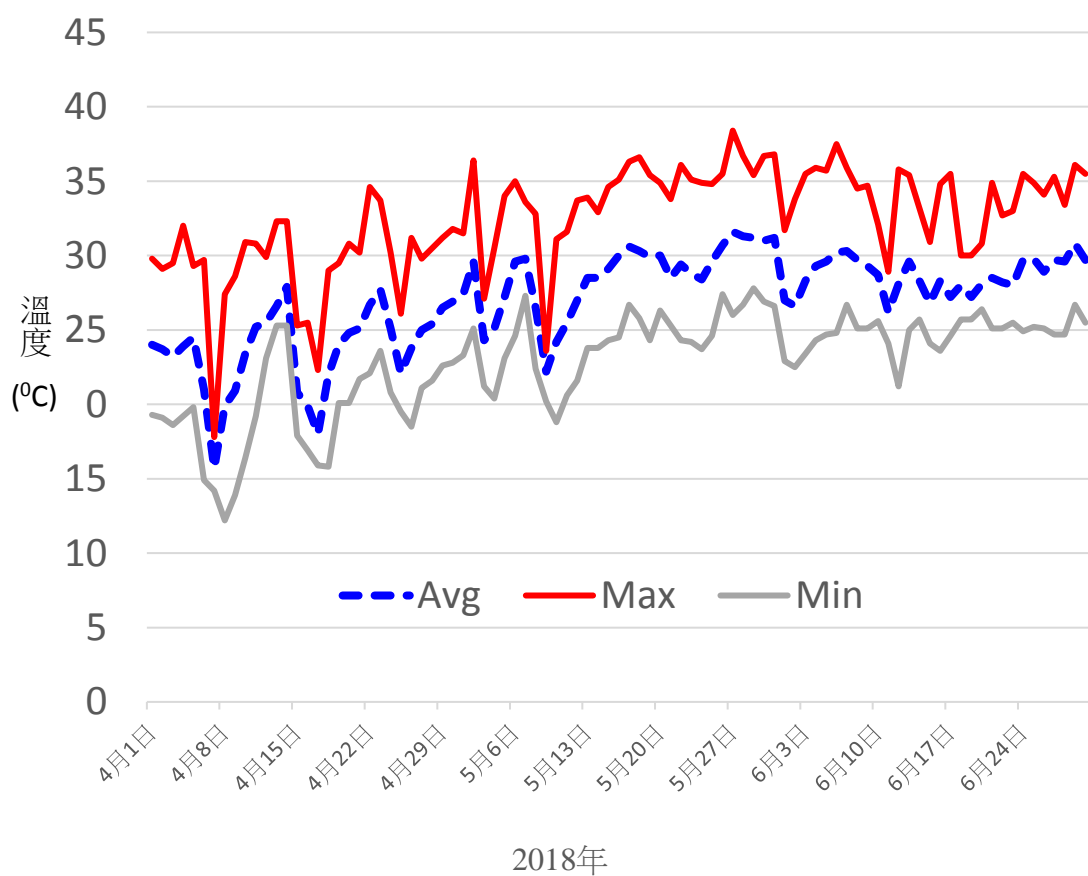
陳葦玲。2018。提升臺灣設施蔬菜生產效益之關鍵技術開發與研習。出國報告。行政院農業委員會臺中區農業改良場：16-17。

彭淑貞、吳添益。2005。磷肥施用量對草莓苗產量與品質之影響研究。土

- 壤肥料通訊 88：45-46。
- 張淑賢。1981。本省現行植物分析與作物需肥診斷技術。臺灣省農業試驗所特刊 13：53-59。
- 張廣淼、吳添益、彭淑貞。2007。草莓苗齡對生長及產量的影響。96 年度土壤肥料成果交流與展望研討會專刊。中華肥料協會編印：83-96。
- 鍾仁賜。2004。草莓之土壤水分與營養管理。2004 果菜健康管理研討會專集。財團法人全方位農業振興基金會編印：213-225。
- 鐘珮哲、吳添益、黃勝泉。2018。草莓萎凋病之發生與預防。植物防檢疫技術科技研發成果發表會。關鍵有害生物防治技術開發與應用：21-34。
- 三井寿一、伏原肇。1998。イチゴ親株の高設栽培における子苗の發生、生育と栽培装置の開発。福岡農總研報 17：78-82。
- 大窪惠美子、小野忠。2004。水分センサー利用した杉バーク培地イチゴ高設栽培のかん水技術。日本土壤肥料學會誌 75(2)：261-264。
- 大窪惠美子、小野忠。2005。イチゴ高設栽培のによる排液再利用肥料成分の排出低減技術。日本土壤肥料學會誌 76(2)：209-211。
- 中島規子、田中和夫、山崎 篤、高市益行。1998。高設栽培の培養液濃度が”イチゴ”品種の期生育に及ぼす影響。園學雜 67(2)〔野菜〕：124。
- 小林延子、太田友代。2001。イチゴ新品種「彩のかおり」の育成と定生産技術。埼玉農總試研報 1:47-56。
- 田中寿弥、東 卓弥、神谷 桂。2012。イチゴ新品種‘まりひめ’の育苗方法が、收量に及ぼす影響。和歌山縣農林水技セ研報 13：1-14。
- 矢與泰章、吉村あみ、信岡 尚、長村智司。2004。イチゴ高設栽培における給液量が生育と收量に及ぼす影響。奈良農技セ研報 35：26-28。
- 飯村強、武井昌秀、小山田勉。2001。イチゴ高設採苗法におけるモミガラ培地の適應性。次城縣農業總合センター園藝研究所研究報告 9：9-16。
- 遠藤昌伸、切岩祥和、糠谷明。2006。イチゴ”章姫”の養液栽培における椰纖殻とピートの混合比率が生育、收量、水分生理特性に及ぼす影響。園學雜誌 75(4)；344-349。
- 靜岡縣農業試驗場。2005。「紅ほつべ」の特性と栽培技術～試験データから読みとる栽培管理～報導指出。靜岡縣農業試驗場編印：10-11。
- 越川兼行、安田雅晴、稻葉昭夫、西村太治。2005。イチゴの週年收穫り新作型の開發に関する研究（第2報）-ハウス環境の自動制御装置の開發。岐阜縣農業技術センター研

究報告 5：6-12。

越川兼行、安田雅晴、後藤大輔、鈴木滋雄、石川誠治。2007。夏秋イチゴの可搬式高設ベンチの開発に関する研究。岐阜縣農業技術センター研究報告 7：23-29。



圖一 107 年試驗期間 4~6 月溫室內氣溫變化。

Fig. 1. The air temperature in green house from April to June, 2018.



圖二 親株發生芯燒現象。

Fig. 2. The tip burn of mother plants.

表一 草莓親株繁殖期栽培介質理化性檢測

Table 1. The medium properties at mother plants growing period

化學性	pH	EC dS/m	T-N mg/L	Na mg/L	P mg/L	K mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L
CK-0*	6.9	1.35	15	34	94	345	122	34
物理性	(Bulk density, BD) g/L	(Air-filled porosity, AFP) %	(Total porosity, TP) %	(Container capacity, CC) %				
CK-0*	185	5.3	91.8	86.5				

*未添加肥料前介質分析。

表二 草莓親株繁殖期灌溉水水質檢測

Table 2. The irrigation water properties at mother plants growing period

	pH	EC dS/m	T-N mg/L	Na mg/L	P mg/L	K mg/L	Ca mg/L	Mg mg/L
Irrigation water	8.0	0.508	7.5	21	0.2	2.5	62.3	14

表三 草莓親株繁殖期試驗期間各灌溉量暨排水量收支情形

Table 3. The irrigation and drainage amount of each treatment

Treatments	Irrigation (mm)	Drainage (mm)	Percolation ratio (%)	Irrigation N kg-N/ha
L-9.3	595.2	35.0	5.9	44.6
H-12.5	800.0	259.4	32.4	60.0
M-15.9	1,017.6	420.6	41.3	76.3

表四 試驗期間低灌溉下不同氮肥量之排水量、水質分析與排氮量情形(L-9.3)

Table 4. The drainage water properties and N loss at different irrigation treatment

Treatment	Date							Sum
	4/23	4/30	5/11	5/21	5/31	6/11	6/21	
Drainage water (ton/ha)								
CK-0	47.0	72.0	122.0	25.3	134.0	281.0		681.3
100	50.0	42.0	165.0	8.3		41.0	7.4	313.7
200	48.0	33.0	96.0		5.7	42.1	20.6	245.4
400	53.0	58.0	131.0	10.8	26.5	33.9		313.2
800	64.0	42.0	81.0	2.2	3.9	20.8		213.9
							5.9%	353.5
N mg/L								
CK-0	130	133	1517	863	607	606		
100	107	154	1330	980		256	56	
200	208	233	1587		665	453	39	
400	282	420	509	1540	546	669		
800	348	698	896	445	980	161		
Loss N kg / ha								
CK-0	6.1	9.6	185.1	21.8	81.3	170.3		474.2
100	5.4	6.5	219.5	8.1		10.5	0.4	250.3
200	10.0	7.7	152.4		3.8	19.1	0.8	193.7
400	14.9	24.4	66.7	16.6	14.5	22.7		159.8
800	22.3	29.3	72.6	1.0	3.8	3.3		132.3
								184.0

表五 試驗期間中灌溉下不同氮肥量之排水量、水質分析與排氮量情形(M-12.5)

Table 5. The drainage water properties and N loss at different irrigation treatment

Treatment	Date							Sum
	4/23	4/30	5/11	5/21	5/31	6/11	6/21	
Drainage water (ton/ha)								
CK-0	319	397	790	466	639	961	710	4284
100	283	386	757	281	231	639	317	2894
200	289	350	694	228	116	386	226	2289
400	201	331	595	139	50	214	142	1672
800	242	364	608	138	49	268	166	1835
							32.4%	2594
N mg / L								
CK-0	145	170	126	89	47	47	70	
100	140	133	98	135	33	42	54	
200	154	194	119	107	47	49	65	
400	170	222	124	98	273	100	72	
800	231	294	191	268	252	140	145	
Loss N kg / ha								
CK-0	46.3	67.5	99.5	41.5	30.0	45.1	49.7	379.6
100	39.6	51.3	74.2	37.9	7.6	26.8	17.1	254.6
200	44.5	67.9	82.6	24.3	5.4	18.9	14.6	258.4
400	34.2	73.5	73.8	13.6	13.6	21.4	10.2	240.3
800	55.9	107.0	116.1	36.9	12.3	37.5	24.0	389.9
								285.8

表六 試驗期間高灌溉下不同氮肥量之排水量、水質分析與排氮量情形(H-15.9)

Table 6. The drainage water properties and N loss at different irrigation treatment

Treatment	Date							Sum
	4/23	4/30	5/11	5/21	5/31	6/11	6/21	
drainage water (ton/ha)								
CK-0	533	687	447	700	742	1277	764	5150
100	558	695	442	433	514	900	546	4088
200	553	710	436	461	386	769	731	4046
400	553	719	397	275	233	808	678	3663
800	675	853	486	444	286	806	532	4082
							41.3%	4205
N mg / L								
CK-0	147	91	112	107	75	68	28	
100	154	84	124	124	86	67	49	
200	147	112	117	103	55	40	40	
400	182	152	145	133	72	49	56	
800	231	168	201	177	152	89	68	
Loss N kg / ha								
CK-0	78.4	62.5	50.0	74.5	55.7	86.8	21.4	429.7
100	85.9	58.4	54.8	56.7	44.2	60.3	26.8	384.1
200	81.3	79.5	51.0	47.5	21.2	30.8	29.2	340.5
400	100.6	109.3	57.6	36.6	16.8	39.6	38.0	398.4
800	155.9	143.3	97.7	78.6	43.5	71.7	36.2	626.9
								437.5

表七 灌溉量及氮肥量對草莓親株繁殖期試驗後介質化學性檢測情形

Table 7. The medium properties at different N rate treatment after this experiment

Treatment (kg/ha)	p H	E C dS / m	T-N	Na	P	K	Ca	Mg
mg / L								
L-9.3								
CK	7.18 a	1.87 d	189 c	136 d	26 e	199 d	91 c	44 d
100	6.87 b	1.61 e	126 d	127 e	34 d	159 e	71 d	34 e
200	6.47 c	2.03 c	119 d	157 c	48 c	212 c	94 c	50 c
300	5.81 d	3.57 b	333 b	177 b	101 b	374 b	264 b	138 b
400	5.32 e	4.93 a	585 a	183 a	198 a	537 a	475 a	221 a
M-12.5								
CK	7.68 a	0.84 e	109 e	53 d	10.0 e	45 e	57 e	25 e
100	6.60 b	1.25 d	203 c	93 c	29.0 d	58 d	90 d	40 d
200	6.41 c	1.66 c	151 d	106 b	57.0 c	89 c	135 c	62 c
300	5.77 d	2.57 b	231 b	152 a	120 b	135 b	254 b	116 b
400	5.31 e	2.94 a	280 a	99 bc	142 a	200 a	303 a	126 a
H-15.9								
CK	7.83 a	0.69 e	116 d	39.0 e	8.6 e	26 d	52 e	19.0 e
100	6.82 c	1.12 c	109 d	68.0 c	25.7 c	47 c	89 c	37.7 c
200	7.03 b	1.01 d	140 c	64.0 d	23.0 d	46 c	76 d	31.0 d
300	6.09 d	1.88 b	172 b	90.7 a	88.0 b	97 b	184 b	79.0 b
400	5.68 e	2.15 a	245 a	75.0 b	98.7 a	119 a	213 a	87.0 a

表八 試驗期間於空白組灌溉量對氮養分釋出情形

Table 8. The mineral N estimate by drainage loss and medium residues at the treatment without N input

灌溉量	灌溉排水 a (N-kg/ha)	介質試驗後 b (N-kg/ha)*	合計(a + b) (N-kg/ha)
L-9.3	(474-44.6) = 429.4	(189-15)*a = 159	588.4
M-12.5	(379-60.0) = 319	(109-15)*a = 86	405
H-15.9	(429-76.3) = 352.7	(116-15)*a = 92	444.7

*a 為公頃換算係數 0.916666。

表九 試驗期間灌溉量及氮肥量對氮養分收支情形

Table 9. The N balance at different N rate and irrigation treatments

Treatment (kg/ha)	Input Nkg/ha			Out Nkg/ha			UnNO-N	
	投入N a	釋出N b	Total (a+b)=c	排水N d	介質N e	植體N f	Total (d+e+f)=g	比較 (c-g)
L-9.3								
100	100	588.4	688.4	250	115	23.8	388.8	299.6
200	200	588.4	788.4	193	109	36.6	338.6	449.8
300	400	588.4	988.4	159	305	37.1	501.1	487.3
400	800	588.4	1388.4	131	536	46.3	713.3	675.1
M-12.5								
100	100	405	505	254	186	26.8	466.8	38.2
200	200	405	605	258	138	33.6	429.6	175.4
300	400	405	805	240	212	39.6	491.6	313.4
400	800	405	1205	390	257	65.5	712.5	492.5
H-15.9								
100	100	444.7	544.7	384	100	22.1	506.1	38.6
200	200	444.7	644.7	340	128	27.7	495.7	149.0
300	400	444.7	844.7	398	158	38.4	594.4	250.3
400	800	444.7	1244.7	627	225	60.3	912.3	332.4

表十 灌溉量及氮肥量對草莓親株生長及走蔓增殖情形

Table 10. The growth of strawberry mother plants and the breeding of running stem at different irrigation treatment

Treatment (kg/ha)	Petiole length(cm)	Leaf length(cm)	Leaf width(cm)	Running stem (No./plant)	Seedling (No./plant)	Biomass (g/plant)
L-9.3						
100	10.5 c	8.21 b	8.66 b	3.30 b	18.8 c	8.70 a
200	11.8 b	8.92 ab	9.24 ab	4.53 ab	31.7 b	9.00 a
400	12.2 ab	8.94 ab	9.08 ab	5.27 a	24.8 bc	7.90 a
800	12.8 a	9.42 a	9.89 a	5.77 a	44.4 a	8.93 a
M-12.5						
100	10.5 b	8.29 b	8.66 b	3.87 b	23.3 c	8.3 a
200	10.2 b	8.23 b	8.69 b	5.27 ab	43.7 b	9.0 a
400	11.7 a	9.12 a	9.62 a	5.03 ab	33.7 bc	7.2 a
800	11.6 a	9.23 a	9.80 a	5.60 a	60.0 a	10.4 a
H-15.9						
100	10.5 c	8.46 b	9.0 b	4.77 a	36.7 b	7.8 b
200	10.6 c	8.38 b	8.9 b	4.70 a	32.9 b	8.3 b
400	12.1 b	9.83 a	10.3 a	5.53 a	40.4 b	9.6 ab
800	13.1 a	9.96 a	10.7 a	6.57 a	57.1 a	11.1 a

表十一 灌溉量及氮肥量對草莓親株植體濃度與養分吸收情形

Table 11. The mother plants nutrients concentration and uptake at different N rate and irrigation.

Treatment (kg/ha)	N	P	K	Ca	Mg	D-wt	N	P	K	Ca	Mg
			g/kg			g/p.			mg/plant		
L-9.3											
100	8.2d	2.76c	21.5b	9.1c	2.83c	8.70a	71b	24.0c	187a	80b	24.6b
200	12.2c	3.18bc	23.3a	9.2c	3.30b	9.00a	110a	28.5b	210a	83ab	29.7ab
400	14.1b	3.45ab	23.0a	10.7b	3.41b	7.90a	112a	27.3bc	182a	85ab	26.9ab
800	15.6a	3.84a	23.2a	11.4a	3.71a	8.93a	139a	33.6a	207a	102a	33.0a
M-12.5											
100	9.7c	3.21b	21.4b	11.5a	3.34b	8.3a	81b	26.6b	178a	96a	27.7a
200	11.2c	3.05b	22.5ab	10.8a	3.34b	9.0a	100b	27.6ab	203a	97a	30.1a
400	16.5b	3.53ab	23.8ab	10.8a	3.71a	7.2a	117b	25.4b	169a	77a	26.5a
800	18.9a	4.08a	25.8a	11.0a	3.37b	10.4a	197a	41.6a	266a	113a	34.8a
H-15.9											
100	8.5c	2.45c	22.5c	11.6a	3.29c	7.8b	67c	19.0c	176c	90b	25.8c
200	10.0bc	2.40c	23.6b	11.0bc	3.45b	8.3b	83c	20.0bc	196bc	91b	28.7bc
400	12.0b	2.63b	24.2b	10.9c	3.62a	9.6ab	116b	25.4b	233b	105ab	34.9ab
800	16.3a	3.03a	27.4a	11.5ab	3.51ab	11.1a	180a	33.7a	304a	128a	39.0a

表十二 灌溉量及氮肥量對親株芯燒發生率影響

Table 12. The effect of irrigation and N rate on tip burn ratio of mother plant.

氮肥量(kg N/ha)	親株芯燒發生率(%)		
	低灌溉量	中灌溉量	高灌溉量
100	25	0	0
200	58	0	0
400	83	0	0
800	100	28	0

The effects of irrigation and nitrogen fertilizer on the growth of strawberry mother plants, the running stem propagation, and the balance of moisture and nutrient

Wu, Tian-Yih* and Jeng-Hsien Tsai

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan, Miaoli, Taiwan, R. O. C.

ABSTRACT

The effects of irrigation and nitrogen fertilizer on the growth of strawberry mother plants, the running stem propagation, and the nutrient balance of medium were examined in this study. The water percolation ratio was 5.9 % at low irrigation, 32.6 % at medium irrigation and 41.3 % at high irrigation, respectively. The nitrogen drainage loss was 184.0 kg/ha at low irrigation, 285.8 kg/ha at medium irrigation and 437.5 kg/ha at high irrigation, respectively. At the high nitrogen fertilization area (800 kg/ha), all three irrigation treatments could satisfy the basic requirement of 40-50 seedlings. At the low nitrogen fertilization area (200 kg/ha), only medium irrigation treatments could satisfy this requirement of 43.7 seedlings. The number of running stem and the seedling biomass had no significant differences. The tip-burn occurrence increased with nitrogen application at low irrigation. Excessively water and nitrogen drainage loss occurred at high irrigation. During mother plant growth and propagation of running stem, the nitrogen application of 200 kg/ha and medium irrigation amount of 12.5 mm was recommended.

Key words: irrigation, nitrogen fertilization, running stem, seedlings, strawberry

* Corresponding author, e-mail: tywu0901@gmail.com