

不同培土高度及定植方式對蘆筍嫩莖 生長之影響¹

郭明池、謝明憲、彭瑞菊、邱冠融、黃容萱²

摘 要

郭明池、謝明憲、彭瑞菊、邱冠融、黃容萱。2023。不同培土高度及定植方式對蘆筍嫩莖生長之影響。臺南區農業改良場研究彙報 83：16-26。

蘆筍採收部位為嫩莖，由地下部鱗芽萌生，為瞭解培土高度對蘆筍嫩莖生長之影響，本試驗於幼苗栽培後進行畦面培土高度 7、15 及 23 公分處理，調查嫩莖產量及合格品項。結果顯示不同培土高度之嫩莖總產量、總支數、合格品產量、合格品支數並無顯著性差異；然於嫩莖合格品重量比率及合格品支數比率以培土高度 15 公分及 23 公分處理較高，其與培土高度 7 公分處理具顯著性差異；平均單支重則以培土高度 23 公分處理最高，顯示培土高度不足有影響嫩莖直徑之情形。另模擬農民直播密植追求產量之栽培方式，於露天田區進行慣行移苗栽培及直播密植栽培之比較試驗，直播密植因單株產量較低，單位面積嫩莖總產量雖有較高趨勢，然未達顯著性差異，結果顯示以密植在莖枯病不易防治下，短期追求產量之效果有限。

現有技術：目前蘆筍栽培常有培土高度不當致嫩莖生長不良之情形，露天田區慣行栽培方式為移苗種植。

創新內容：本研究進行不同培土高度處理試驗，結果以培土高度 23 公分及 15 公分處理，有較佳的嫩莖合格品重量比率、合格品支數比率及平均單支重。

對產業影響：適當的培土高度可提升嫩莖合格品比率，增加符合市場規格之產品並提升產值。

關鍵字：蘆筍、嫩莖、培土、直播

接受日期：2023 年 12 月 19 日

1. 農業部臺南區農業改良場研究報告第 567 號。

2. 農業部臺南區農業改良場助理研究員、研究員、副研究員兼分場長與研究助理。712009 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

蘆筍栽培之培土作業為漸進式，幼苗種植於淺溝（12～15公分）後，依循幼株生長高度分批次培土，因幼株生長初期莖葉柔細易垂落倒伏，為覆蓋莖基部以支持莖葉並提供逐漸生長之芽盤及根系，隨著植株生長至約4個月大小完成培土作業，將畦面作成形，此與多數蔬菜作物作畦後種植幼苗之模式不同。適當的土層深度為覆蓋蘆筍地下部根盤供其生長及鱗芽群萌生嫩莖所需。

本研究探討合理的培土（覆土）高度，觀察其對於嫩莖生長影響情形。眾多根莖類作物皆有探討適當培土高度之研究，如甘藷之栽培試驗^(8,14)，馬鈴薯之培土高度試驗^(4,6,15)，竹筍之適當培土高度之建議^(1,2)，人蔘栽培適當畦面（培土）高度之探討⁽⁹⁾；著重根部（地下部）生長之作物，其地下部生長常受土層之影響。

蘆筍於國外栽培多透過直接種植根盤（crown），先行培育足夠大小及質量之根盤，配合適當之畦高及畦寬，種植後對於後續植株生長及嫩莖採收有所助益，因此畦面之空間影響根盤之拓展，除了高度，慣行種植一般建議所築畦面要夠寬，方能利於根盤向四周生長。研究指出，種植較大根盤可收穫較多的嫩莖產量、較佳的嫩莖單支重及直徑⁽¹¹⁾，亦顯示較大土層生長空間之需求。

另鑒於蘆筍露天田區栽培易受莖枯病危害而減產甚或廢耕，產區部分農民改以密植直接種於已築好之畦面上，於1至2年間短時間追求產量之耕作模式。本試驗模擬直播密植方式，比較其與慣行移苗種植對於植株生長及嫩莖產量品質之差異，藉以評估直播密植栽培方式之可行性。

材料與方法

一、不同培土高度對嫩莖產量品質之影響比較

(一) 供試材料：‘UC157’

(二) 試驗地點：臺南區農業改良場義竹分場設施。

(三) 試驗設計：完全逢機設計，設培土7公分、15公分及23公分處理組，3重複，行株距1.8公尺×20公分，每小區面積為18 m²，試驗期間於110至112年。栽培管理：應用滴灌系統供水及肥料，於春季母莖培育前，0.1公頃施用2,500公斤有機肥；於母莖培育期，一年生0.1公頃每週施用5公斤臺肥43號即溶複合肥，二年生以上0.1公頃每週施用7公斤臺肥43號即溶複合肥；每株選留4～5支直徑0.8～1.5公分之母莖，母莖摘心高度為150公分；採收期一年生0.1公頃每週施用5公斤臺肥1號即溶複合肥，二年生以上0.1公頃每週施用7公斤臺肥1號即溶複合肥；於秋季採收期後進入休閒期前0.1公頃再施用2,500公斤有機肥。水份管理方面，應用土壤水分張力計，依據不同生育期所需土壤含水量供水，母莖培育期-17至-23 kPa、採收期則維持於-23至-27 kPa間。

(四) 調查項目及方法：嫩莖總產量、總支數、合格品產量、合格品支數、合格品重量比率、合格品支數比率、合格品單支重。

二、直播及移苗栽培生產效益評估

(一) 綠蘆筍‘臺南選 3 號’直播及幼苗栽培二年生產效益評估

1. 供試材料：綠蘆筍‘臺南選 3 號’。
2. 試驗地點：臺南區農業改良場義竹分場露天栽培田區。
3. 試驗方法：完全逢機設計，3 重複，每小區面積 10.8 m²。預作畦面，畦面高度 15 公分。直播種植係於作畦完成後，將種子以人工直播於畦面上，3 公分間距種植 1 粒（株距 3 公分，行距 1.8 公尺）。移苗種植則於直播區種植時同時育苗，待幼苗高 15 公分、長出具 3 支地上莖後進行種植，行株距 1.8 公尺×20 公分，試驗期間於 110 至 111 年。栽培管理：應用滴灌系統供水及肥料，於每 0.1 公頃種植前施用 2,500 公斤有機肥；在定植後第 1～2 個月之間，每隔 3 週施用臺肥 43 號複合肥 15 公斤；第 3～4 個月期間則每隔 3 週 30 公斤；第 5 個月起每隔 3 週為 40 公斤；採收期每 3 週施用 40 公斤臺肥 1 號複合肥；母莖培育期每 3 週施用 40 公斤臺肥 43 號複合肥。每株選留 3～4 支直徑 0.8～1.5 公分之母莖，水分管理與試驗一相同。
4. 調查項目：嫩莖總產量、總支數、合格品產量、合格品支數、合格品支數比率、合格品單支重、單支重、單株產量。

(二) 綠蘆筍‘臺南選 4 號’及紫蘆筍‘紫塔’直播及幼苗栽培一年生產效益評估

1. 供試材料：綠蘆筍‘臺南 4 號’、‘紫塔’。
2. 試驗地點：臺南區農業改良場義竹分場蘆筍露天栽培田區。
3. 試驗設計：採逢機完全區集設計，3 重複（區集），每區集逢機進行直播種植或移苗種植，每小區面積 10.8 m²。預作畦面，畦面高度 15 公分。直播種植於作畦完成後，以高梁播種機將種子直播於畦面上（株距 6.7 公分，行距 1.8 公尺）。移苗區於直播區種植時同時育苗，待幼苗高 15 公分、長出具 3 支地上莖後進行種植，行株距 1.8 公尺×20 公分，試驗期間於 111 年，栽培管理與前項試驗相同。
4. 調查項目：嫩莖總產量、總支數、合格品產量、合格品支數、合格品支數比率、合格品單支重、單支重、單株產量。

結果與討論

一、不同培土高度對嫩莖產量品質之影響比較

為瞭解不同培土高度對於蘆筍嫩莖產量品質之長期影響，本項試驗進行持續 3 年之調查。110 年試驗結果（表 1），各培土高度處理於嫩莖總產量、總支數、合格品產量及合格品支數無顯著差異，而培土高度 23 公分處理之合格品產量比率（86.7%）及合格品支數比率（73.5%）較高，且顯著高於另二個處理組，而其單支嫩莖重顯著大於培土高度 7 公分處理組；培土高度 7 公分處理合格品支數比率 55.3% 為最低。

111 年調查結果（表 2），各培土高度處理於嫩莖總產量、總支數、合格品產量及合格品支數雖無顯著差異，但培土高度 15 公分及 23 公分處理組於合格品產量比率分別為 84.9% 及 86.2%，顯著高於培土高度 7 公分之 74.0%；合格品支數比率於培土高度 15 公分及 23 公分處理組別為 68.7% 及 71.5%，亦顯著高於培土高度 7 公分之 55.7%；單支嫩莖重則僅培土高度 23 公分顯著大於培土高度 7 公分處理組。

表 1. 不同培土高度對嫩莖產量及品質之影響 (0.1 ha) – 110 年

Table 1. Effect of different ridge height on the yield and quality of asparagus spears (0.1 ha) in 2021

培土高度 Ridge height (cm)	總產量 Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品 產量 Premium rade yield (kg) ^Y	合格品 支數 Number of premium grade spears	合格品 比率 Rate of premium grade spears (%)	合格品 支數比率 Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 Weight of single premium grade spear (g)	單支重 Weight of single spear (g)
7	257.2a ^Z	27,058a	185.2a	15,102a	71.6b	55.3b	12.2a	10.5b
15	264.5a	25,302a	198.4a	14,705a	75.8b	59.1b	13.8a	11.9ab
23	265.4a	22,497a	230.7a	16,632a	86.7a	73.5a	13.9a	12.7a

註：收穫日期：110 年 9 月 16 日至 12 月 17 日。Harvest period : Sep. 16, 2021 to Dec. 17, 2021.

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm.

^Z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD.

表 2. 不同培土高度對嫩莖產量及品質之影響 (0.1 ha) – 111 年

Table 2. Effect of different ridge height on the yield and quality of asparagus spears (0.1 ha) in 2022

培土高度 Ridge height (cm)	總產量 Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品 產量 Premium rade yield (kg) ^Y	合格品 支數 Number of premium grade spears	合格品 比率 Rate of premium grade spears (%)	合格品 支數比率 Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 Weight of single premium grade spear (g)	單支重 Weight of single spear (g)
7	367.4a ^Z	34,397a	272.2a	19,352a ^Y	74.0b	55.7b	14.1b	11.9b
15	417.3a	31,818a	361.0a	22,865a	86.2a	71.5a	15.7a	14.2b
23	343.3a	25,670a	292.9a	18,077a	84.9a	68.7a	16.2a	14.5a

註：收穫日期：111 年 4 月 14 日至 6 月 30 日。Harvest period : Apr. 14, 2022 to Jun. 30, 2022.

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm.

^Z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD.

112 年試驗結果顯示 (表 3)，各培土高度處理於嫩莖總產量、總支數、合格品產量及合格品支數無顯著差異，於合格品產量比率及合格品支數比率亦無顯著差異，然而培土高度 23 公分處理之合格品產量比率為 85.5%，且自 110 至 112 年皆維持 85% 左右，合格品支數比率為 70.4%，且自 110 至 112 年皆維持 70% 左右，顯示培土高度 23 公分處理於合格品項 3 年間維持一定水平。培土高度 7 公分處理合格品產量比率於 3 年間平均值介於 72.2 至 74.0% 之間；合格品支數比率平均值為 55% 左右，培土高度 7 公分於符合市場合格品規格之數量與低於培土高度 23 公分，具 15% 左右之差異，顯示過低之

培土高度略有影響嫩莖直徑之表現。因嫩莖自地下鱗芽長出畦面上，過程須承受覆蓋於上之土壤層，不同培土高度承重不同，計算不同培土高度土壤承重差異以檢視須突破之荷重。不同培土高度土壤承重差異之計算公式如下：

以嫩莖直徑 1.5 公分 × 2 倍範圍為嫩莖頂端突破土壤接觸面，得半徑 $r = 1.5$ 公分，砂質壤土密度 = 1.35 公克 / 立方公分， d (深度) 公分 = 不同培土高度之差異：

$$r^2 \times \pi \times d (\text{深度}) \times 1.35 = 1.52 \times 3.14 \times 16 (23 \text{ 公分} - 7 \text{ 公分}) \times 1.35 = 152.6 \text{ 公克}$$

$$r^2 \times \pi \times d (\text{深度}) \times 1.35 = 1.52 \times 3.14 \times 8 (23 \text{ 公分} - 15 \text{ 公分}) \times 1.35 = 76.3 \text{ 公克}$$

計算結果 (以嫩莖直徑 1.5 公分為計算基準)：培土 23 公分較 7 公分多承載 152.6 公克土壤重量，培土 23 公分較 15 公分多承載 76.3 公克土壤重量。

表 3. 不同培土高度對嫩莖產量及品質之影響 (0.1 ha) – 112 年

Table 3. Effect of different ridge height on the yield and quality of asparagus spears (0.1 ha) in 2023

培土高度 Ridge height (cm)	總產量 Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品產量 Premium grade yield (kg) ^Y	合格品支數 Number of premium grade spears	合格品比率 Rate of premium grade spears (%)	合格品支數比率 Rate of premium grade spears (%)	合格品單支重 Weight of single premium grade spear (g)	單支重 Weight of single spear (g)
7	119.1a ^Z	12,268a	84.3a	6,602a	72.2a	55.2a	13.0a	11.1a
15	125.1a	11,475a	95.6a	6,800a	76.1a	60.0a	14.0a	12.2a
23	155.5a	12,807a	133.9a	9,237a	85.5a	70.4a	14.5a	13.1a

註：收穫日期：112 年 4 月 26 日至 6 月 30 日。Harvest period : Apr. 26, 2023 to Jun. 30, 2023.

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm.

^Z 以最小顯著性差異法進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。Means within the column followed by different letters were significantly different at 5% level by LSD.

經長年觀察，發現培土高度不足之田區存有嫩莖較細之現象，適當的培土高度可維持或增加嫩莖之直徑 (粗度)，推測是蘆筍地下部鱗芽為了突破較重之土壤荷重 (培土 23 公分較 7 公分多承載 152.6 g 土壤重量) 而增加莖粗，以利於突破生長阻礙而長出土表，適當高度之土層給予適當生長壓力，因而呈現於嫩莖直徑提升之表現；土層薄因無須較粗之支撐力，直徑細之嫩莖即可生長至土壤表面，此可由長期觀察培土不足之畦面母莖更新後萌生多數細小嫩莖得知。

Liao *et al.* (1999) 之試驗結果指出⁽¹⁰⁾，蘆筍種植畦面培土高度為 20 公分之處理，嫩莖重量及直徑顯著高於培土高度為 5 公分之處理；Lindgren (1990) 試驗結果，蘆筍種植深度為 20 公分較 5 公分及 10 公分有較高的嫩莖單支重⁽¹¹⁾；González and Pozo (2003) 之蘆筍栽培試驗，隨著培土高度從 10 公分增加到 30 公分，單株鱗芽數及嫩莖產量增多⁽⁶⁾，前述各試驗中提及較高培土處理之嫩莖直徑較粗、單支嫩莖較重，與本試驗結果相符；惟本試驗結果嫩莖產量在不同培土高度上並無顯著性差異。Monika *et al.* (2009) 之試驗以較大根盤種植可收穫較多的嫩莖產量，較佳的嫩莖單支重及直徑，亦有較佳的植株擬葉長度及數量⁽¹²⁾。Robb (1984) 指出蘆筍高生產力取決於夏季根盤的延伸能力及擬

葉生長的維持⁽¹³⁾。因此，培育較大的芽盤、大量的儲藏根、產生大量的芽體是高產量的關鍵⁽³⁾，為利較大根盤之種植及生長，適當的培土高度、足夠的畦面寬度可提供及有助於根盤之生長。

探討其他根莖類作物之培土研究，Parwada (2011) 之甘藷栽培試驗⁽⁸⁾，建議以中等培土高度種植，有較佳的產量表現；於另一甘藷栽培試驗結果顯示，適當的培土高度具有較佳的收穫指數⁽¹⁴⁾。Katarzyna *et al.* (2014) 之研究指出⁽⁷⁾，馬鈴薯以適中的培土高度具有較佳的塊莖產量、受病害之影響較小；Eldlgamony *et al.* (2022) 試驗結果，馬鈴薯種植深度為 20 公分時，較深度 10 公分及 25 公分具有最佳的單株塊莖重、塊莖大小及總產量表現⁽⁴⁾；而較大畦面空間之塊莖產量較高，且單個塊莖重量高於中等及較小的畦面空間⁽¹⁵⁾。綠竹筍栽培亦需進行培土作業，培土高度應適中，不當的培土高度影響筍體生長，培土高度過低除筍體較小外，因覆蓋之土層不足，筍體易出土面呈現出青情況⁽²⁾。另麻竹筍建議以母竹為中心，周圍培土形成半徑及高各約 50 公分土堆，以利於根系生長及筍體的覆蓋，覆土深度不夠時，應適當進行補土⁽¹⁾。Lee *et al.* (2015) 之人蔘栽培試驗，適當的畦面（培土）高度可以提升根部及蔘體之生長⁽⁹⁾。

綜上，有別於淺根性作物，蘆筍也是著重根部（地下部）生長之作物，因其地下部生長於土層中，土層所構築之空間及理化性質影響其自分化至發育完全，地下部土壤空間影響芽盤之拓展，並影響鱗芽群及其上鱗芽之生長，因而類似諸多根莖類作物皆需要適當培土高度，不當培土將影響採收物之大小及產量。

二、直播及幼苗栽培二年生產效益評估

(一) 綠蘆筍‘臺南選 3 號’直播及幼苗栽培二年生產效益評估

露天蘆筍栽培為因應莖枯病為害不易防治情形，改為一、二年採收後重植之種植模式，並以密植方式追求短期間產量。本研究進行直播及移苗栽植生產效益評估，產量及品質調查先以重複小區作統計，因春夏季受降雨影響，試驗僅於秋冬初進行採收調查。表 4 結果顯示，綠蘆筍‘臺南選 3 號’一年生（收穫日數 67 日）直播密植組於總產量、總支數、合格品產量及合格品支數皆與幼苗移植方式相似，無顯著性差異；二年生（收穫日數 61 日）（表 5）總產量、總支數、合格品產量及合格品支數於兩者間亦無顯著性差異。

以種植間距比較合格品及單株產量表現，幼苗移植株距為 20 公分，直播密植株距為 3 公分，結果顯示一、二年生合格品比率雖與直播密植於統計上無顯著性差異，但有較高合格品比率表現之趨勢，另換算單株產量則幼苗移植有較高之表現。

(二) 綠蘆筍‘臺南選 4 號’及紫蘆筍‘紫塔’直播及幼苗栽培一年生產效益評估

探討綠蘆筍‘臺南 4 號’單一年生比較試驗結果（表 6），因春夏季受降雨影響，試驗僅於秋季進行採收調查（收穫日數 61 日）。直播密植於總產量、總支數、合格品產量及合格品支數皆與幼苗移植方式相似，無顯著性差異；以種植間距比較合格品及單株產量表現，幼苗移植株距為 20 公分，直播密植株距為 6.7 公分，幼苗移植組之合格品比率高於直播密植，於統計上具顯著性差異，另單株產量於幼苗移植組亦有較高之表現。

觀察另一栽培品種‘紫塔’（收穫日數 61 日）（表 7），以直播密植方式於嫩莖總產量、總支數、合格品產量及合格品支數皆與幼苗移植方式相似，無顯著性差異，而單株產量則以幼苗移植組較高，具顯著性差異。

表 4. 一年生直播密植及移苗栽植之產量及品質 (0.1 ha)

Table 4. The yield and quality of spears in the first year (0.1 ha) grown by seedling transplanting and dense planting of direct seeding

種植方式 Planting methods	總產量 Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品 產量 Premium rade yield (kg) ^Y	合格品 支數 Number of premium grade spears	合格品 比率 Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 Weight of single premium grade pear (g)	單株產量 Single plant yield (g)
直播 direct seeding	162.2 ^Z	30,360	47.0	4,650	27.5	10.1	9.7
移植 seedling transplant	122.0	19,470	49.4	4,650	42.9	10.6	48.8
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
P-value	0.165	0.055	0.858	1	0.103	0.052	0.009

註：收穫日期：110 年 10 月 4 日至 12 月 9 日。Harvest period : Oct. 4, 2021 to Dec. 9, 2021.

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm.^Z 以 t-test 進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。P-value ≤ 0.05 is considered statistical significantly different by t-test.

表 5. 二年生直播及移苗栽植之產量及品質 (0.1 ha)

Table 5. The yield and quality of spears in the second year (0.1 ha) grown by seedling transplanting and dense planting of direct seeding

種植方式 Planting methods	總產量 Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品 產量 Premium rade yield (kg) ^Y	合格品 支數 Number of premium grade spears	合格品 比率 Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 Weight of single premium grade pear (g)	單株產量 Single plant yield (g)
直播 direct seeding	108.6 ^Z	15,280	46.8	4,280	43.3	10.9	6.5
移植 seedling transplant	130	18,640	66.6	6,440	48.2	10.2	52.0
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
P-value	0.448	0.119	0.463	0.371	0.710	0.547	0.028

註：收穫日期：111 年 9 月 30 日至 11 月 29 日。Harvest period: Sep. 30, 2022 to Nov. 29, 2022.

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm.^Z 以 t-test 進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。P-value ≤ 0.05 is considered statistical significantly different by t-test.

表 6. 綠蘆筍‘臺南 4 號’直播及移苗栽植之產量及品質 (0.1 ha)

Table 6. The yield (0.1 ha) and quality of ‘Nandares No.4’ spears by seedling transplanting and dense planting of direct seeding

種植方式 Planting methods	總產量 Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品 產量 Premium rade yield (kg) ^Y	合格品 支數 Number of premium grade spears	合格品 比率 Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 Weight of single premium grade pear (g)	單株產量 Single plant yield (g)
直播 direct seeding	200.8 ^Z	34,800	63.7	6,560	30.9	9.6	26.8
移植 seedling transplant	180.2	28,960	71.9	6,960	39.7	10.3	72.1
t-test	ns	ns	ns	ns	*	*	*
P-value	0.700	0.503	0.699	0.844	0.049	0.041	0.006

註：收穫日期：111 年 9 月 30 日至 11 月 29 日。Harvest period : Sep. 30, 2022 to Nov. 29, 2022.

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。Premium grade: the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm.

^Z 以 t-test 進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。P-value ≤ 0.05 is considered statistical significantly different by t-test.

表 7. ‘紫塔’直播及移苗栽植產量及品質調查 (0.1 ha)

Table 7. The yield (0.1 ha) and quality of ‘Purple tower’ spears by seedling transplanting and dense planting of direct seeding

種植方式 Planting methods	總產量 Total yield (kg)	總支數 Number of total spears	合格品 產量 Premium rade yield (kg) ^Y	合格品 支數 Number of premium grade spears	合格品 比率 Rate of premium grade spears (%)	合格品 單支重 Weight of single premium grade pear (g)	單株產量 Single plant yield (g)
直播 direct seeding	150.3 ^Z	19,024	94.7	8,344	62.6	11.5	20.0
移植 seedling transplant	111.3	13,760	68.3	5,840	61.5	11.7	44.5
t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
P-value	0.311	0.303	0.313	0.327	0.801	0.561	0.015

註：收穫日期：111 年 9 月 30 日至 11 月 29 日。Harvest period: Sep. 30, 2022 to Nov. 29, 2022.

^Y 合格品：嫩莖長度 24 公分以上，直徑 0.8 公分以上。Premium grade : the diameter of spear is larger than 0.8 cm with length over 24 cm.

^Z 以 t-test 進行顯著性差異分析 ($P \leq 0.05$)。P-value ≤ 0.05 is considered statistical significantly different by t-test.

綜上試驗，為了模擬農民實際密植追求產量情形，以重複小區作統計，直播密植於總產量、總支數、合格品產量及合格品支數皆與幼苗移植於不同年度及品種上均無顯著差異。於合格品表現上，直播因密植於合格品產量比率有略低於幼苗移植之情形。另以栽培株距換算單株產量，慣行幼苗移植具有較佳之表現。依 Fisher (1982) 研究指出⁽⁵⁾，幼苗種植組有較多的鱗芽數及芽重，於整個產季鱗芽數可為直播種植之 2 倍，另 González and Pozo (2003) 指出種植密度低，單株植株的芽數較多⁽⁶⁾，與本試驗調查移苗種植組單株嫩莖產量較多之情形相符。幼苗種植以適當間距提供根盤及鱗芽群較大之生長空間，有助於鱗芽群發育而產生較多之鱗芽數，相對有較多之嫩莖產出；而直播密植組之單株產量低於幼苗移植組，顯示生長空間不足仍有影響嫩莖生長之情形，惟因增加栽培株數，單位面積產量直播栽培方式雖然有略高之趨勢，受限於單株產量偏低，與幼苗移植於統計上仍無顯著性差異。

結 論

本研究進行不同培土高度處理試驗，結果以培土高度 15 公分及 23 公分處理有較佳的嫩莖合格品重量比率、合格品支數比率及平均單支重表現。於設施栽培田區，較高之培土高度除有利於合格品比例增加，增加符合市場規格之產品提升產值外，若於露天栽培較高之畦面在多雨季節時，可減少表土層因降雨沖刷導致芽盤易裸露之受損風險程度。慣行移苗栽培及直播密植栽培之比較試驗，直播密植因單株產量較低，單位面積嫩莖總產量雖有較高趨勢，然未達顯著性差異，結果顯示以密植在莖枯病不易防治下，短期追求產量之效果有限。

引用文獻

1. 歐書璋、陳財輝。2013。麻竹產筍林栽培管理技術回顧。林業研究專訊 20(4)：41-45。
2. 劉廣泉。2010。綠竹筍栽培管理技術。行政院農業委員會桃園區農業改良場特刊第 36 號—綠竹筍特刊：20-23。
3. Drost, D. T. 2020. Asparagus. In *The Physiology of Vegetable Crops*, 2nd ed.; Wien, H. C., and H. Stutzel. Eds.; CAB International : Wallingford, UK. pp. 457-479.
4. Eldlgamony, M. R., A. H. Awaad, M. T. Al-abd, and A. A. Helaly. 2022. Effect of planting depth on vegetative growth, yield and quality of potatoes. *Al-Azhar Journal of Agricultural Research* V. 47(2): 1-7.
5. Fisher, K. J. 1982. Comparison of the growth and development of young asparagus plants established from seedling transplants and by direct seeding. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 10: 405-408.
6. González, M. I., and A. del Pozo. 2003 Effect of planting depth and plant population on quality and yield of green asparagus. *Agricultura Técnica (CHILE)* 63(3): 223-230.
7. Katarzyna R, A. Bombik, D. Stopa, and Z. Pawlonka. 2014. The effect of potato ridge height and harvest date on tuber injuries. *Journal of Plant Protection Research* 54(3): 225-230.
8. Parwada, C., C. T. Gadzirayi, and A. B. Sithole. 2011. Effect of ridge height and planting

- orientation on *Ipomea batatas* (sweet potato) production. Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development 3(4): 72-76.
9. Lee, S. W., S. H. Lee, I. B. Jang, J. M. Lan, K. H. Park, and K. H. Kim. 2015. Effect of ridge height on growth characteristics and yield of 6 year old panax ginseng in cultivation of paddy soil. The Korean Journal of Medicinal Crop Science 23(5): 351-356.
 10. Liao, M. T., M. A. Nichols, and K. J. Fisher. 1999. Effects of soil type and depth on spear yield and quality of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 27: 43-46.
 11. Lindgren, Dale T. 1990. Influence of planting depth and interval to initial harvest on yield and plant response of asparagus. Hortscience 25(7): 754-756.
 12. Monika, G., W. Krzesiński, J. Stachowiak, and M. Knaflowski. 2009. The effect of temperature and crown size on asparagus yielding. Folia Horticulturae 21: 49-59.
 13. Robb, A.R. 1984. Physiology of asparagus (*Asparagus officinalis*) as related to the productivity of the crop. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 12: 251-260.
 14. Tiffani, S., N. Rahmawati, and H. Setiada. 2019. Effect of the ridge size on the growth and production of several sweet potato clones (*Ipomoea batatas* L.) International Conference on Agriculture, Environment and Food Security (AEFS) 2019 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 454 (2020) 012175.
 15. Vitos, I. Z., G. Morar., R. Motica. 2013. Research on the optimum shape and size of Potato ridges. Bulletin UASMV serie Agriculture 70(1): 243-250.

Effects of different ridge heights and planting methods on the growth of asparagus spears¹

Guo, M. C., M. H. Hsieh, J. C. Peng, G. R. Chiou and R. H. Huang²

Abstract

Spears is the harvested part of asparagus, which is growing from the underground bulbs. To understand the impact of ridge height on the growth of asparagus spear, this experiment was carried out with 7, 15, and 23 cm of ridge heights after seedling cultivation, and the yield and premium grade of spears were harvested and recorded. The results showed that the spears with different ridge heights were not significantly different in the total yield, total number, yield of premium grade, and number of premium grade. For the weight ratio and number ratio of premium grade spears, the ridge height of 15 cm and 23 cm were significantly better than those with 7 cm ridges. The best weight of single spear was from those with 23 cm ridge height. It means that low ridge height affected the diameter of the spears. We simulate the farmers' cultivation method by dense planting of direct seeding to pursue yield. We compared the conventional seedling transplanting with the dense planting of direct seeding. Due to the lower spear yield per plant for dense planting of direct seeding, although the total yield of spears per unit area was higher, but not significantly different. Because the stem blight of asparagus is very difficult to control, direct and dense planting of seeding is impossible to increase the yield of spears in a short time.

What is already known on this subject?

At present, in asparagus cultivation, poor growth of young stems often occurs due to insufficient ridge height. The common cultivation method is by seedling transplanting.

What are the new findings?

The weight ratio, number ratio of premium grade spears, and weight of single spear, in ridge height treatments of 15, and 23 cm were better than those with different ridge heights.

What is the expected impact on this field?

Appropriate ridge height can increase the rate of premium grade spear, increase products for market specifications, and increase farmer's income.

Key words: Asparagus, Spear, Ridge height, Direct seeding

Accepted for publication: December 19, 2023

1. Contribution No. 567 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

2. Assistant Researcher, Researcher, Associate Researcher and Chief of Yichu Branch, and Research Assistant, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712009, Taiwan, R.O.C.