

設施蘆筍結合留母莖與不留母莖管理 之周年生產效益研究¹

謝明憲、陳水心、楊藹華²

摘 要

謝明憲、陳水心、楊藹華。2017。設施蘆筍結合留母莖與不留母莖管理之周年生產效益研究。臺南區農業改良場研究彙報 69：14-29。

蘆筍為營養及經濟價值皆高之蔬菜，臺灣蘆筍罐頭出口量雖在 1980 年曾佔世界貿易量 70% 以上，但近十多年來生鮮蘆筍進口量卻高於年交易量 70%。主要因露天蘆筍生產易受颱風豪雨危害，且受低溫影響致產期侷限於每年 4 ~ 10 月，無法周年穩定生產供應。故本研究策略係應用設施生產模式及不留母莖技術以達成產期提前目標，藉由分區接力生產以達成穩定生產目的，結果顯示冬季低溫期以不留母莖管理模式，可提早自 1 月起採收，全年產量及產值不亞於傳統生產模式。維持留母莖管理之傳統生產模式可延長採收期至每年 11 月底。因此本研究證實設施栽培蘆筍結合應用不留母莖之產期提前及留母莖之傳統生產模式，可達成計 11 個月之近周年均有蘆筍嫩莖生產供應之目標。

現有技術：露天蘆筍生產易受颱風豪雨危害，導致生產不穩定及產量偏低；傳統生產應用留母莖管理模式，嫩莖生產易受低溫影響，致產期侷限於每年 4 ~ 10 月，無法周年生產穩定供貨。

創新內容：採用設施栽培蘆筍以減少嫩莖生長受低溫影響，應用不留母莖管理模式及分區接力生產策略，確保可提前於 1 ~ 3 月低溫期穩定生產；結合留母莖管理之傳統生產模式，確保產期維持至 11 月底，達成近周年可穩定生產目標。

對產業影響：結合留母莖之產期提前生產模式及不留母莖之傳統春夏秋生產模式，不僅達成近周年生產目的，也具增加全年產量與產值效益，更提升臺灣蘆筍產業周年穩定供貨之競爭力。

關鍵字：蘆筍、不留母莖栽培、產期調節、設施、周年生產

接受日期：2017 年 4 月 7 日

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 467 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、技佐及研究員兼課長。712 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

臺灣蘆筍產業發展從早年以生產白蘆筍及加工製罐供應外銷，罐頭出口量雖在 1980 年曾佔世界蘆筍罐頭貿易量 70% 以上⁽⁸⁾。之後為因應全球貿易轉換，已改變生產綠蘆筍供應內銷鮮食。但產業發展在露天生產易受天候影響、面臨工資上揚及採收難以機械化，自 1997 年起均大量進口生鮮綠蘆筍供應國內市場所需，從 2001 年起至 2016 年間超過進口總量 77% 皆從泰國進口供應。惟近十年來泰國蘆筍栽培面積及收穫量逐年劇減，出口至臺灣輸數量也降低，臺灣也面臨國產蘆筍生產自給率逐年遞減，也致使國內綠蘆筍年平均拍賣價格在近 5 年來逐年劇升。於市場供給未能滿足消費需求，每年每人平均消費量也逐年降低⁽¹⁰⁾。因此蘆筍產業實有必要鼓勵在地生產以取代進口供應，推廣設施蘆筍栽培之穩定生產措施，因應異常氣候或強降兩天候，以期降低病蟲危害，穩定品質及提升產量，並建立延長採收期技術，提昇周年穩定供應能力，以提升國內蘆筍消費市場自給率。

為建立蘆筍周年供應能力，早年之國內研究係肇始於 1970 年代曾選擇南臺灣屏東縣里港鄉於冬季低溫期覆蓋 PE 塑膠布進行保溫，雖具提升收穫量效益⁽⁴⁾；惟適用區域僅限臺灣南端屏東地區，且因採收時需費工重覆掀蓋塑膠布，難以被筍農採用。之後雖曾於 1986 ~ 1987 年間在臺灣中南地區試驗及推廣利用隧道棚於 12 月中旬至 2 月中旬之低溫期生產冬季綠蘆筍，也頗具提升收穫量效益⁽⁹⁾；但礙於隧道棚屬臨時性設施，每年搭設費時費工；若使用小型隧道棚則因高度偏低及寬度偏窄，採收時甚為不便，故筍農搭設意願低落。

現今溫室設施產業的快速發展，其功能從消極保護作物不受傷害，到積極調節微氣候，並提供最佳的環境。國內開始應用溫室設施進行作物栽培約於 1980 年代，初期以學校及政府研究單位為主，發展至今於國內農業設施當中，已成為設置面積最大之農業設施種類。臺灣地屬亞熱帶季風氣候區，夏季高溫多雨、颱風，冬季則有寒流低溫，導入溫室設施應用已成為克服生產期之環境逆境，減少農作災害損失之最佳措施⁽¹⁾。

設施蘆筍發展是基於蘆筍地上部的營養生長較不受氣溫變化影響，但嫩莖的品質及產量則不然，蘆筍生長最低限界溫度為 5 ~ 6°C，收穫最適溫度為 15 ~ 17°C，最高限界溫為 35 ~ 17°C；蘆筍耐暑性雖強，但炎夏氣溫，易致地上不生育勢衰弱，難以採收到類似冬季低溫期粗大嫩莖⁽⁶⁾。國內蘆筍生產雖仍以露天栽培為主，目前國內設施綠蘆筍栽培面積約 30 公頃，但基於前述蘆筍氣溫適應性及避免雨害，設施生產面積已呈逐年增加趨勢⁽¹⁰⁾。此外，考量臺灣蘆筍產業雖興起於留母莖栽培，採收期留母莖有利於行光合作用製造養分，供產生嫩莖之養分所需⁽⁵⁾；但產期集中於春季，約佔整年 70% 以上，夏、秋二季約 30%，冬季為休閒期無法生產蘆筍⁽³⁾。為維持設施栽培蘆筍利用率，將原來設施春、夏、秋三季生產，改變為春、夏、冬三季生產，應有助於延長採收供應期；惟基於溫帶地區日本曾研究已知 1 ~ 2 年株齡產量最低、3 ~ 5 年株齡產量居中，而 6 ~ 10 年株齡產量達最高峰後下降⁽¹¹⁾。且以往研究結果也顯示採用型隧道棚以 2 年生株齡進行冬季生產，雖有提升收穫量效益，但僅產期在 3 月期間 0.1 公頃產量有機會達至 450 公斤，其餘產期若提前至 12、1 或 2 月期間，其 0.1 公頃產量均低於 270 公斤⁽⁹⁾，因此採收量仍存偏低問題尚有待改善。

本研究基於 1 ~ 2 年生蘆筍株齡芽盤小尚無法達成經濟生產，研究策略為選擇簡易型溫室栽培蘆筍園，其株齡達 3 年生始進行冬季生產試驗，且考量以往在留母莖與不留母莖比較研究，採收期約 1 個月均不致影響後期嫩莖之產量⁽²⁾。另基於蘆筍在冬季以留母莖生產方法無法達到經濟效益的收量⁽⁹⁾，改採用不留母莖進行低溫期生產以期達到經濟效益。故在周年

生產技術之建立係以結合傳統春夏秋生產模式及產期調節冬春夏生產模式，並將每一生產模式的每一生產季節之前需割除母莖時間錯開，劃分為三個時期進行處理，並調查產量與估算收益，以期建立最佳割除母莖之間隔時間，達成有效提升低溫採收期產量及兼顧無縫接續生產，有效延長採收期目標。

材料與方法

一、產期提前初步試驗之生產效益評估

(一) 供試品種及試驗地點：綠蘆筍臺南四號、臺南市麻豆區。

(二) 試驗設計：採完全隨機設計、三重複。試驗處理項目計分為：

1. 產期提前處理組：係結合冬季不留母莖及春夏二季留母莖栽培與採收作業模式；實施方法及步驟為冬季不留母莖採收期、春季母莖培育期、春季留母莖採收期、夏季母莖培育期、夏季留母莖採收期、秋季培育根盤與蓄積養分之休閒期。
2. 傳統栽培對照組：於春夏秋三季均採留母莖栽培及採收作業模式；實施方法及步驟為冬季培育根盤與蓄積養分休閒期、春季母莖培育期、春季留母莖採收期、夏季母莖培育期、夏季留母莖採收期、秋季母莖培育期、秋季留母莖採收期、冬季培育根盤與蓄積養分休閒期

二、產期提前暨分區接力生產之效益評估

(一) 供試品種及試驗地點：綠蘆筍臺南四號、臺南市麻豆區。

(二) 試驗設計：採完全隨機設計、三重複。試驗處理項目計分為：

1. 產期提前處理組：係結合冬季不留母莖及春夏秋三季留母莖栽培與採收作業模式；實施方法及步驟為冬季不留母莖採收期、春季母莖培育期、春季留母莖採收期、夏季母莖培育期、夏秋二季留母莖採收期、培育根盤與蓄積養分之休閒期。惟分區劃分不同起始採收期，處理組再細分為三個處理子項：
 - (1) 1 月起始採收之產期提前處理組
 - (2) 2 月起始採收之產期提前處理組
 - (3) 3 月起始採收之產期提前處理組
2. 傳統栽培對照組：於春夏秋三季均採留母莖栽培及採收作業模式；實施方法及步驟為冬季培育根盤與蓄積養分休閒期、春季母莖培育期、春季留母莖採收期、夏季母莖培育期、夏秋二季留母莖採收期、培育根盤與蓄積養分休閒期。配合處理組分區劃分不同起始採收期，對照組也分區劃分再細分為三個對照子項。

三、調查項目及分析項目

(一) 調查項目：採收期間每日調查各試區內嫩莖採收重量及支數，並依合格品（莖粗 > 8 mm）及格外品（莖粗 < 8 mm）二類分開調查。

(二) 分析項目：

1. 自 103 年 10 月至 104 年 11 月期間每月定期於產期提前初步試驗之產期提前處理組及傳統栽培對照組挖取之試驗植株離地表下 40 公分深之貯藏根供分析其醣含量。
2. 分析方法：依據 Haslemore & Roughan (1976) 發表報告，先將取樣後樣品經冷

凍乾燥及磨碎成粉末後進行醣類萃取⁽¹³⁾；並依據 Irving & Hurst (1993) 發表報告，進行含醣量之定量⁽¹⁴⁾。

結果與討論

一、產期提前初步試驗之生產效益評估

本項試驗之處理組試驗植株為確保貯藏根能充足蓄積養分，「休閒期」提前於 103 年 9 月 9 日起，至 104 年 1 月 4 日止，1 月 5 日割除地上部母莖，1 月 14 日起計 43 日以「不留母莖」管理模式採收冬季嫩莖；春季及夏季採收期改以「留母莖」管理模式，分別於 3 月 27 日起及 7 月 9 日起各採收 73 日及 53 日嫩莖。對照組雖從春季開始採收，其春季及夏季採收期之起始日及採收日數均同於處理組，但其「休閒期」之起始日較晚，從 103 年 11 月 28 日起至 104 年 2 月 20 日止，並有秋季採收期，從 9 月 25 日起至 11 月 27 日止計 64 日。

試驗地點戶外氣溫在 104 年 1 月 7 ~ 31 之最低溫皆低於 15°C，其中 1 月 8 ~ 9 日及 22 ~ 25 日之最低溫均於 10°C 以下。另 2 月 1 ~ 14 日期間，除 2 月 2 日以外，餘 13 日之最低溫也皆於 15°C 以下，而 2 月 15 日起之最低溫皆高於 15°C。由於蘆筍生長最低限界溫度為 5 ~ 6°C，收穫最適溫度為 15 ~ 17°C⁽⁶⁾。試區簡易型溫室之四周塑膠布僅於溫度低於 10°C 會全面放下，進行覆蓋保溫，以減少低溫阻礙嫩莖生育之影響。

結果顯示處理組之全年產量 (2485.1 ± 93.7 公斤) 與對照組 (2,496.9 ± 171.3 公斤) 相近，處理組全年產值推估 (661.4 ± 25.7 仟元) 雖略高於對照組 (624.2 ± 42.8 仟元)，但未達統計上顯著差異 (表 1)。推測其原因為處理組雖提早於 1 月採收，但也提前於 8 月底終止收穫 (圖 1A)。在各採收季之日平均產量比較，處理組與對照組於夏季採收期之量值相似，分別為 11.9 ± 4.6 公斤及 11.6 ± 4.7 公斤；在春季之日平均產量比較，處理組 (14.4 ± 4.7 公斤) 雖低於對照組 (16.2 ± 4.5 公斤)，但無統計上顯著差異；處理組於冬季之日平均產量 (18.7 ± 6.8 公斤) 略高於對照組於秋季之日平均產量 (10.9 ± 3.9 公斤)，惟也未達統計上顯著差異 (表 1)，推測其原因為二組於各季之日平均產量皆呈現高低劇烈變動 (圖 1B)。

在總產量比較，春季採收期處理組 (1,050 ± 22.5 公斤) 顯著低於對照組 (1,183.9 ± 72.9 公斤)，夏季採收期二處理間無顯著差異，但處理組於冬季總產量 (803.0 ± 25.4 公斤) 則顯著高於對照組之秋季總產量 (699.0 ± 46.3 公斤) (表 1)。在合格品 (嫩莖之莖粗 > 8 mm) 比率比較，春季及夏季採收期之處理組 (84.1 ± 3.1、68.9 ± 3.5) 與對照組 (88.4 ± 3.4、74.6 ± 5.4) 無顯著差異，推測原因為格外品 (嫩莖之莖粗 < 8 mm) 量值變化亦隨日平均產量高低變動 (圖 1B)。

本試驗雖於簡易型溫室栽培蘆筍園進行，處理組試驗植株之冬季採收期之 0.1 公頃累計產量為 803.0 ± 25.4 公斤，遠高於早年利用大型隧道棚覆蓋蘆筍之同期產量 (低於 270 公斤)⁽⁹⁾；且本試驗不論處理組及對照組之 0.1 公頃全年收穫量均超過 2,000 公斤，也遠高於露天栽培之最高產量 (約 1,000 公斤)⁽⁵⁾。雖然本項試驗僅於簡易型溫室栽培蘆筍園執行，與隧道棚同樣無加溫設備，僅可在低溫期完全覆蓋塑膠布，以期達保溫效果；推測簡易型溫室蘆筍園其產量提升原因，應為溫室設施穩固，周年保護植株免於遭

受豪雨與積水等異常天候或不良環境危害。以往利用大型隧道棚覆蓋蘆筍植株試驗，屬臨時性設施，夏秋仍採露天栽培，仍易受豪雨與積水等異常天候或不良環境影響植株生育及產量表現。

分析蘆筍貯藏根之醣含量與各季之日累計產量變化關係（圖 2），處理組試驗植株雖提前於於 103 年 9 月 9 日起計 127 日為「休閒期」，對照組雖遲至 103 年 11 月 28 日起計 85 日為「休閒期」，「休閒期」前二個月仍為秋季採收期。處理組在 103 年 10～11 月期間雖是休閒期，但其貯藏根醣含量變化卻與仍處於採收階段之對照組相近，幾乎無差異。整體而言，二組均在休閒期終止前貯藏根醣含量達最高峰，此與早年在蘆筍根莖與貯藏根碳水化合物含量研究結果呈相似變化趨勢⁽⁷⁾，而對照組夏秋採收期間之貯藏根醣含量無劇烈變動，此結果仍與臺灣早年研究結果吻合，也與日本 p 分析 3 月至 10 月採收期貯藏根碳水化合物含量變動趨勢相似⁽¹²⁾。

由於處理組提前採收，且於冬季（1～2 月）以不留母莖管理模式採收嫩莖，故在冬季採收期及春季採收期之貯藏根醣含量顯著低於對照組（圖 2）。處理組與對照組在春季及夏季採收期之日累計產量變化趨勢雖相近，但處理組在春季之貯藏根醣含量仍顯著低於對照組（圖 2），且處理組春季總產量顯著低於對照組（表 1），可能處理組於冬季已執行不留母莖採收嫩莖達 1 個月以上，確實會耗損貯藏根之醣含量，也致使春季採收期間雖然以留母莖管理模式採收嫩莖，但總產量仍顯著低於對照組。

由本次初步試驗結果證實，應用「溫室設施栽培」及「不留母莖管理」，不僅容易進行產期提前之調節處理，且採收期可提早達 3 個月，總採收日數雖短於對照組秋季採收期，但產量卻不亞於對照組秋季採收期，具減少採收人力成本支出功效，也顯著具有填補冬季低溫期無法供貨及延長供貨期之效益。

二、產期提前暨分區接力生產之效益評估

本項試驗之各分區處理組及對照組植株均於 105 年度第一次採收日之前 4 個月開始進入「休閒期」，其中處理組不論 1 月、2 月及 3 月起始及分區採收調查，其休閒期係於第一次採收日前 7 天結束並割除地上母莖，第一季（冬季低溫期）採收期均採行「不留母莖」管理模式採收嫩莖，第二季（春季）起採收期則改採「留母莖」管理模式採收嫩莖。對照組之係於第一次採收日前 1 個月結束休閒期，割除地上後並重新留母莖，且各季採收期均採行「留母莖」管理模式採收嫩莖。此外，105 年度 1 月起始產調處理組試驗地點與 104 年度產期提前初步試驗地點相同，係執行第二年生產效益評估。

試驗地點戶外氣溫在 105 年 1 月份期間計有 18 日之最低溫皆低於 15℃，其中 1 月 23～26 日之最低溫均於 10℃ 以下。2 月份期間計有 23 日之最低溫皆於 15℃ 以下，其中 2 月 7～8 日之最低溫均於 10℃ 以下。3 月份期間計有 15 日之最低溫皆於 15℃ 以下，其中 3 月 28 日之最低溫於 10℃ 以下。雖然 105 年 1～2 月之日最低溫天數明顯多於 104 年 1～2 月。但對 1 月起始產調處理組而言，其 104 年度冬季採收量（803 ± 25.4 公斤 / 0.1 公頃）與 105 年度（849.6 ± 33.7 公斤 / 0.1 公頃）並無差異，推測短暫日數的低溫，雖影響嫩莖生育速率，但對總產量則影響有限。

表 1. 104 年度設施綠蘆筍產期提前處理組與傳統管理組之產量及支數統計

Table 1. The yield and number of spears of combined and conventional methods in greenhouse asparagus in 2015

調查項目 Item	產期調節處理組 Combined method			傳統管理對照組 Conventional method		
	冬 ^T Winter	春 ^U Spring	夏 ^V Summer	春 ^U Spring	夏 ^V Summer	秋 ^W Autumn
採收天數 Harvesting days	43	73	53	73	53	64
日平均產量 (公斤 /0.1 公頃) ^X Daily yield (kg/0.1 ha)	18.7±6.8	14.4±4.7	11.9±4.6	16.2±4.5	11.6±4.7	10.9±3.9
日平均採收支數 (支 /0.1 公頃) ^X Number of daily harvested spears (spears/0.1 ha)	922±316	637±184	703±315	676±173	610±212	578±159
季合格品產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Y Seasonal yield of premium grade spears (kg/0.1 ha)	685.2±75.9	883.1±36.2	436.4±72.9	1,050.6±162.7	461.5±108.7	544.2±106.3
季合格品支數 (支 /0.1 公頃) ^Y Seasonal number of premium grade spears (spears/0.1 ha)	29,259±1,161	33,700±2,628	20,217±3,188	38,253±4,366	20,342±4,565	27,532±3,383
季合格品平均單支重 (公克) ^X Average weight of premium grade spears (g)	23.0±2.9	26.7±3.9	21.7±2.5	27.4±3.5	22.9±2.7	19.4±3.3
季合格品比率 (%) ^X Rate of premium grade spears (%)	85.2±4.2	84.1±3.1	68.9±3.5	88.4±3.4	74.6±5.4	77.4±5.1
季總產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Y Seasonal yield (kg/0.1 ha)	803.0±25.4	1050.9±22.5	631.2±37.0	1,183.9±72.6	614.0±53.7	699.0±46.3
季總採收支數 (支 /0.1 公頃) ^Y Seasonal number of spears (spears/0.1 ha)	39,644±1,831	46,500±4,680	37,233±3,485	49,373±3,572	35,351±2,874	37,007±9,753
季產值推估 (仟元 /0.1 公頃) ^{YZ} Seasonal gross revenue (NT\$ 1,000 /0.1 ha)	240.9±15.3	262.7±11.2	157.8±18.5	296.0±36.3	153.5±26.9	174.7±23.1
全年產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Z Annual yield (kg/0.1 ha)	2,485.1 ± 93.7			2,496.9 ± 171.3		
全年產值推估 (仟元 /0.1 公頃) ^{YZ} Annual gross revenue (NT\$ 1,000/0.1 ha)	661.4 ± 25.7			624.2 ± 42.8		

註：

^T 冬季採收期：104 年 1 月 14 日～2 月 25 日。

Winter harvest period: Jan. 14, 2016 to Feb. 25, 2016.

^U 春季採收期：104 年 3 月 27 日～6 月 7 日。

Spring harvest period: Mar. 27, 2016 to Jun. 7, 2016.

^V 夏季採收期：104 年 7 月 9 日～8 月 30 日。

Summer harvest period: Jul. 9, 2016 to Aug. 30, 2016.

^W 秋季採收期：104 年 9 月 25 日～11 月 27 日。

Autumn harvest period: Sep. 25, 2016 to Nov. 27, 2016.

^X 每項數據以當季採收日數為重複，以平均值±標準偏差表示。

Data are means ± SD (n = days per harvested period).

^Y 每項數據為 3 重複，以平均值±標準偏差表。

Data are means ± SD (n = 3).

^Z 冬季綠蘆筍每公斤售價 300 元，春、夏、秋三季為 250 元（直銷售價）。

The price of green asparagus in winter is NT\$ 300 per kilogram but it is NT\$ 250 per kilogram in the other three seasons (direct selling price).

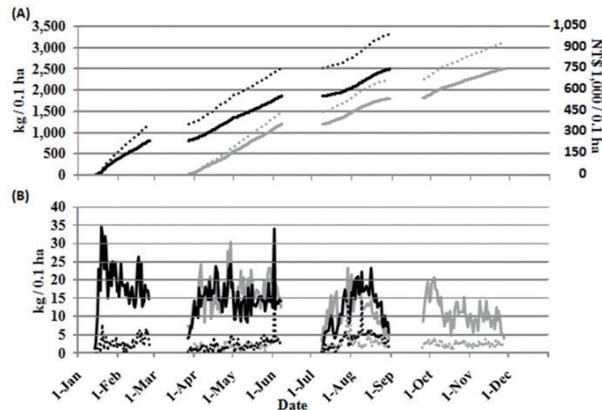


圖 1. 104 年度產期提前處理組與傳統管理組之日產量及收益金額變動趨勢
 (A) 日累計產量及收益金額：實心灰色曲線 (—)：對照組之日累計產量、實心黑色曲線 (—)：處理組之日累計產量；點狀灰色曲線 (●●●)：對照組之日累計收益金額、點狀黑色曲線 (●●●)：處理組之日累計收益金額。
 (B) 日平均產量及格外品量：實心灰色曲線 (—)：對照組之日平均產量、實心黑色曲線 (—)：處理組之日平均產量；點狀灰色曲線 (●●●)：對照組之日平均格外品量、點狀黑色曲線 (●●●)：處理組之日平均格外品量。格外品：嫩莖之莖粗 < 8 mm。

Fig. 1. The daily yield and gross revenue of combined method (treatment) and conventional (control) method in 2015
 (A) Daily accumulated yield and gross revenue. Solid gray curves (—), control daily total yield. Solid black curves (—), treatment daily accumulated yield. Gray dots (●●●), control daily accumulated gross revenues. Black dots (●●●), treatment daily accumulated gross revenues.
 (B) Daily total yield and amount of off-grade products (diameter of spear < 8 mm). Gray curves (—), control daily total yield. Black curves (—), treatment daily total yield. Gray dots (●●●), control daily amount of off-grade products. Black dots (●●●), treatment daily amount of off-grade product.

基於 104 年度分析蘆筍貯藏根之醣含量與各季之日累計產量變化關係結果 (圖 2)，處理組不論 1 月、2 月及 3 月分區採收調查，其採收終期均較 104 年度處理組延遲約 1.5 個月，但因 105 年度三個試區皆受 105 年 9 月 28 日梅姬颱風影響，導致簡易型溫室設施受損，故致對照組皆於 10 月中旬結束採收。結果顯示 1 月及 2 月起始產調處理組之全年產量與產值推估 ($2,967.4 \pm 296.1$ 公斤、 784.2 ± 77.4 仟元及 $2,349.6 \pm 103.8$ 公斤、 612.5 ± 25.8 仟元) 皆顯著高於對照組 ($2,278.3 \pm 110.2$ 公斤、 569.6 ± 27.5 仟元及 $2,036 \pm 100.3$ 公斤、 509.2 ± 25.1 仟元) (表 2 及表 3)。而 3 月起始產調處理組僅在全年產值推估 (891.9 ± 15.6 仟元) 顯著高於對照組 (802.2 ± 41.0 仟元) (表 4)。其原因可能係 1 月及 2 月起始產調處理組提早開始採收，但 3 月起始產調處理組因受颱風影響提前於 (10 月中旬) 結束採收所致 (圖 3)。

在各季日平均產量比較，1 月、2 月及 3 月起始產調處理組在春季及夏秋季採收期之量值雖均略高於對照組，惟皆未達統計上顯著差異 (表 2 表 3 及表 4)。其原因可能為各分區調查二組於各季之日平均產量均呈現高低劇烈變動 (圖 4)，類似於 104 年度初步試驗結果。

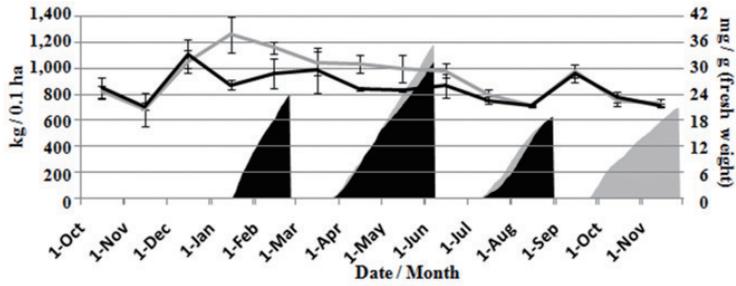


圖 2. 104 年度期提前處理組與傳統管理組於各季之日累計產量與貯藏根醣含量變化
 灰色曲線 (—)：對照組醣含量；黑色曲線 (—)：處理組醣含量。每項數據為 3 重複，以平均值 ± 標準偏差表。灰色圖區 (■)：對照組於各季之日累計產量；黑色圖區 (■)：處理組於各季日累計產量。

Fig. 2. Seasonal accumulated yield and sugar content of storage roots of combined method (treatment) and conventional (control) method in 2015.
 Gray curves (—), control sugar contents. Black curves (—), treatment sugar content. Data are means ± SD (n = 3). Gray block (■), control seasonal accumulated yield. Black block (■), treatment seasonal accumulated yield.

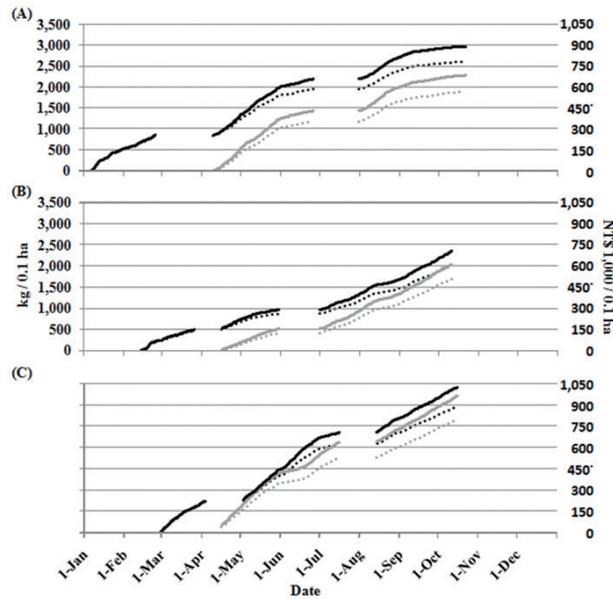


圖 3. 105 年度產期提前處理組與傳統管理組之日平均產量及格外品量變動趨勢
 (A) 1 月起始採收；(B) 2 月起始採收；(C) 3 月起始採收。實心灰色曲線 (—)：對照組之日平均收穫量、實心黑色曲線 (—)：處理組之日平均收穫量；點狀灰色曲線 (●●●)：對照組之日平均格外品量、點狀黑色曲線 (●●●)：處理組之日平均格外品量。格外品：嫩莖之莖粗 < 8 mm。

Fig. 3. Daily accumulated yield and gross revenue in combined method (treatment) and conventional (control) method in 2016. (A) Spears harvested begin in January. (B) Spears harvested begin in February. (C) Spears harvested begin in March. Gray curves (—), control accumulated yield. Black curves (—), treatment daily accumulated yield. Gray dots (●●●), control daily accumulated gross revenue. Black dots (●●●), treatment daily accumulated gross revenue. Off-grade products of treatment, diameter of spear < 8 mm.

表 2. 105 年 1 月起產期提前處理組與傳統管理組之產量及支數統計

Table 2. The yield and number of spears of combined method beginning in January and conventional method in 2016

調查項目 Item	產期調節處理組 Combined method			傳統管理對照組 Conventional method	
	冬 ^U Winter	春 ^V Spring	夏秋 ^W Summer-autumn	春 ^V Spring	夏秋 ^W Summer-autumn
採收天數 Harvesting days	51	78	83	78	83
日平均產量 (公斤 /0.1 公頃) ^X Daily yield (kg/0.1 ha)	16.7 ± 10.6	17.2 ± 8.8	9.4 ± 7.1	18.3 ± 9.9	10.3 ± 7.8
日平均採收支數 (支 /0.1 公頃) ^X Number of daily harvested spears (spears/0.1 ha)	982 ± 509	837 ± 427	716 ± 450	791 ± 447	632 ± 374
季合格品產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Y Seasonal yield of premium grade spears (kg/0.1 ha)	687.3 ± 77.9	1116.6 ± 207.3	482.0 ± 79.6	1223.5 ± 120.8	563.4 ± 42.2
季合格品支數 (支 /0.1 公頃) ^Y Seasonal number of premium grade spears (spears/0.1 ha)	33,500 ± 3,378	42,450 ± 7,652	23,783 ± 4,124	45,783 ± 2,747	26,183 ± 1,926
季合格品平均單支重 (公克) ^X Average weight of premium grade spears (g)	20.0 ± 3.8	29.8 ± 8.8	19.9 ± 2.0	30.4 ± 8.6	21.2 ± 1.6
季合格品比率 (%) ^X Rate of premium grade spears (%)	80.7 ± 2.9	82.9 ± 5.5	61.8 ± 5.2	85.4 ± 4.4	70.1 ± 2.1
季總產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Y Seasonal yield (kg/0.1 ha)	849.6 ± 33.7	1,341.4 ± 83.2	776.4 ± 35.1	1,429.6 ± 33.5	803.5 ± 19.1
季總採收支數 (支 /0.1 公頃) ^Y Seasonal number of spears (spears/0.1 ha)	50,096 ± 2,546	65,256 ± 4,688	59,437 ± 4,008	61,703 ± 1,186	49,330 ± 1,458
季產值推估 (仟元 /0.1 公頃) ^{YZ} Seasonal gross revenue (NT\$ 1,000 /0.1 ha)	254.8 ± 20.2	335.35 ± 41.5	194.1 ± 17.5	357.4 ± 16.7	200.9 ± 9.5
全年產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Z Annual yield (kg/0.1 ha)	2,967.4 ± 296.1			2,278.3 ± 110.2	
全年產值推估 (仟元 /0.1 公頃) ^{YZ} Annual gross revenue (NT\$ 1,000/0.1 ha)	784.2 ± 77.4			569.6 ± 27.5	

註：

^U 冬季採收期：105 年 1 月 6 日～2 月 25 日。

Winter harvest period: Jan. 6, 2016 to Feb. 25, 2016.

^V 春季採收期：105 年 4 月 10 日～6 月 26 日。

Spring harvest period: Apr. 10, 2016 to Jun. 26, 2016.

^W 夏秋季採收期：105 年 7 月 31 日～10 月 21 日。

Summer-autumn harvest period: Jul. 31, 2016 to Oct. 21, 2016.

^X 每項數據以當季採收日數為重複，以平均值 ± 標準偏差表示。

Data are means ± SD (n = days per harvested period).

^Y 每項數據為 3 重複，以平均值 ± 標準偏差表。

Data are means ± SD (n = 3).

^Z 冬季綠蘆筍每公斤售價 300 元，春、夏、秋三季為 250 元 (直銷售價)。

The price of green asparagus in winter is NT\$ 300 per kilogram but it is NT\$ 250 per kilogram in the other three seasons (direct selling price).

表 3. 105 年 2 月起產期提前處理組與傳統管理組之產量及支數統計

Table 3. The yield and number of spears of combined method beginning in February and conventional method in 2016

調查項目 Item	產期調節處理組 Combined method			傳統管理對照組 Conventional method	
	冬 ^U Winter	春 ^V Spring	夏秋 ^W Summer-autumn	春 ^V Spring	夏秋 ^W Summer-autumn
採收天數 Harvesting days	42	45	103	45	103
日平均產量 (公斤 /0.1 公頃) ^X Daily yield (kg/0.1 ha)	11.9 ± 7.8	10.2 ± 5.1	13.5 ± 5.5	11.4 ± 2.9	14.8 ± 4.9
日平均採收支數 (支 /0.1 公頃) ^X Number of daily harvested spears (spears/0.1 ha)	718 ± 349	439 ± 193	769 ± 321	539 ± 126	852 ± 292
季合格品產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Y Seasonal yield of premium grade spears (kg/0.1 ha)	261.4 ± 76.7	368.8 ± 51.8	990.5 ± 120.9	370.5 ± 8.0	977.4 ± 85.2
季合格品支數 (支 /0.1 公頃) ^Y Seasonal number of premium grade spears (spears/0.1 ha)	15,800 ± 4,667	12,000 ± 1,348	42,267, ± 5,486	14,333 ± 388	45,967 ± 3,356
季合格品平均單支重 (公克) ^X Average weight of premium grade spears (g)	16.1 ± 4.7	29.4 ± 5.7	23.1 ± 3.1	25.8 ± 2.9	21.1 ± 2.2
季合格品比率 (%) ^X Rate of premium grade spears (%)	50.3 ± 2.2	80.0 ± 4.1	71.3 ± 1.4	72.3 ± 0.9	64.1 ± 1.9
季總產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Y Seasonal yield (kg/0.1 ha)	501.7 ± 23.2	460.2 ± 26.6	1387.6 ± 74.4	512.3 ± 3.6	1524.5 ± 50.4
季總採收支數 (支 /0.1 公頃) ^Y Seasonal number of spears (spears/0.1 ha)	30,166 ± 4,477	19,736 ± 2,250	79,194 ± 8297	24,240 ± 66787	87,793 ± 4,467
季產值推估 (仟元 /0.1 公頃) ^{YZ} Seasonal gross revenue (NT\$ 1,000 /0.1 ha)	150.5 ± 13.9	115.05 ± 13.3	346.9 ± 37.2	128.0 ± 1.8	381.1 ± 25.2
全年產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Z Annual yield (kg/0.1 ha)	2,349.6 ± 103.8			2,036.7 ± 100.3	
全年產值推估 (仟元 /0.1 公頃) ^{YZ} Annual gross revenue (NT\$ 1,000/0.1 ha)	612.5 ± 25.8			509.2 ± 25.1	

註：

^U 冬季採收期：105 年 2 月 14 日～ 3 月 26 日。

Winter harvest period: Feb. 14, 2016 to Mar. 26, 2016

^V 春季採收期：105 年 4 月 17 日～ 5 月 31 日。

Spring harvest period: Apr. 17, 2016 to May 31, 2016

^W 夏秋季採收期：105 年 7 月 1 日～ 10 月 11 日。

Summer-autumn harvest period: Jul. 1, 2016 to Oct. 11, 2016

^X 每項數據以當季採收日數為重複，以平均值 ± 標準偏差表示。

Data are means ± SD (n = days per harvested period).

^Y 每項數據為 3 重複，以平均值 ± 標準偏差表。

Data are means ± SD (n = 3).

^Z 冬季綠蘆筍每公斤售價 300 元，春、夏、秋三季為 250 元 (直銷售價)。

The price of green asparagus in winter is NT\$ 300 per kilogram but it is NT\$ 250 per kilogram in the other three seasons (direct selling price).

表 4. 105 年 3 月起產期提前處理組與傳統管理組之產量及支數統計

Table 4. The yield and number of spears of combined method beginning in March and conventional method in 2016

調查項目 Item	產期調節處理組 Combined method			傳統管理對照組 Conventional method	
	冬 ^T Winter	春 ^U Spring	夏秋 ^V Summer-autumn	春 ^W Spring	夏秋 ^V Summer-autumn
採收天數 Harvesting days	35	75	63	98	63
日平均產量 (公斤 /0.1 公頃) ^X Daily yield (kg/0.1 ha)	21.1 ± 8.5	21.5 ± 9.2	17.0 ± 4.5	21.7 ± 9.0	17.2 ± 3.3
日平均採收支數 (支 /0.1 公頃) ^X Number of daily harvested spears (spears/0.1 ha)	1,139 ± 426	1003 ± 400	1,058 ± 233	838 ± 330	1,074 ± 199
季合格品產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Y Seasonal yield of premium grade spears (kg/0.1 ha)	505.6 ± 55.8	1272.3 ± 62.1	712.7 ± 44.0	1,623 ± 90.6	594.1 ± 42.0
季合格品支數 (支 /0.1 公頃) ^Y Seasonal number of premium grade spears (spears/0.1 ha)	19,350 ± 1,658	47,850 ± 1,201	32,917 ± 2,059	532,000 ± 4,115	29,500 ± 2,820
季合格品平均單支重 (公克) ^X Average weight of premium grade spears (g)	25.8 ± 2.4	27.7 ± 6.7	21.5 ± 1.7	31.9 ± 6.9	20.1 ± 1.4
季合格品比率 (%) ^X Rate of premium grade spears (%)	68.4 ± 2.3	79.0 ± 2.0	66.5 ± 1.1	76.4 ± 1.4	54.8 ± 1.1
季總產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Y Seasonal yield (kg/0.1 ha)	738.6 ± 34.2	1609.3 ± 29.8	1,071.9 ± 37.5	2,124.9 ± 47.3	1,083.8 ± 35.0
季總採收支數 (支 /0.1 公頃) ^Y Seasonal number of spears (spears/0.1 ha)	39,879 ± 2,978	75,253 ± 2,500	66660 ± 5,187	82,120 ± 3,075	67,660 ± 5,047
季產值推估 (仟元 /0.1 公頃) ^{YZ} Seasonal gross revenue (NT\$ 1,000 /0.1 ha)	221.6 ± 20.5	402.3 ± 14.9	268.0 ± 18.7	531.25 ± 23.6	270.9 ± 17.5
全年產量 (公斤 /0.1 公頃) ^Z Annual yield (kg/0.1 ha)	3,419.8 ± 48.7			3,208.7 ± 164.1	
全年產值推估 (仟元 /0.1 公頃) ^{YZ} Annual gross revenue (NT\$ 1,000/0.1 ha)	891.9 ± 15.6			802.2 ± 41.0	

註：

^T 冬季採收期：105 年 3 月 1 日～4 月 4 日。

Winter harvest period: Mar. 1, 2016 to Apr. 4, 2016

^U 處理組春季採收期：105 年 5 月 3 日～7 月 16 日。

Spring harvest period of combined method: Apr. 17, 2016 to May 31, 2016

^V 夏秋季採收期：105 年 8 月 14 日～10 月 15 日。

Summer-autumn harvest period: Aug. 14, 2016 to Oct. 11, 2016

^W 對照組春季採收期：105 年 4 月 10 日～7 月 16 日。

Spring harvest period of conventional method: Apr. 10, 2016 to Jul. 16, 2016

^X 每項數據以當季採收日數為重複，以平均值 ± 標準偏差表示。

Data are means ± SD (n = days per harvested period).

^Y 每項數據為 3 重複，以平均值 ± 標準偏差表。

Data are means ± SD (n = 3).

^Z 冬季綠蘆筍每公斤售價 300 元，春、夏、秋三季為 250 元 (直銷售價)。

The price of green asparagus in winter is NT\$ 300 per kilogram but it is NT\$ 250 per kilogram in the other three seasons (direct selling price).

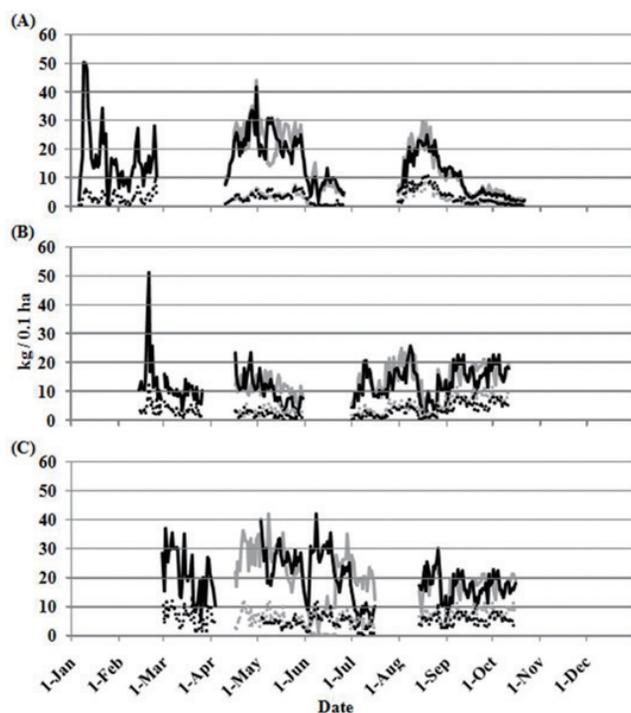


圖 4. 105 年度產期提前處理組與傳統管理組之日平均產量及格外品量變動趨勢

(A) 1 月起始採收；(B) 2 月起始採收；(C) 3 月起始採收。實心灰色曲線 (—)：對照組之日平均產量、實心黑色曲線 (—)：處理組之日平均產量；點狀灰色曲線 (●●●)：對照組之日平均格外品量、點狀黑色曲線 (●●●)：處理組之日平均格外品量。格外品：莖粗 < 8 mm。

Fig. 4. Daily total yield and amount of off-grade products in combined method (treatment) and conventional (control) method in 2016. (A) Spears harvested begin in January. (B) Spears harvested begin in February. (C) Spears harvested begin in March. Gray curves (—), control daily total yield. Black curves (—), treatment daily total yield. Gray dots (●●●), control daily amount of off-grade products. Black dots (●●●), treatment daily amount of off-grade product. Off-grade spears, diameter of spear < 8 mm.

105 年度 1 月起始產調處理組試驗也為 104 年度產期提前初步試驗地點之第二年生產效益評估，依據 104 年度產期提前初步試驗之對照組最遲可收穫至 11 月 27 日 (圖 1)；故假若 105 年度 1 月起始產調試驗不受颱風影響導致採收中止，推估其對照組至少應可再延長收穫 36 日，以其秋季之日平均產量 (10.3 公斤) (表 2) 估算，其夏秋季產量估計應可再增加 370.8 公斤、產值約 92,700 元之潛能。原調查統計全年產量 ($2,278.3 \pm 110.2$ 公斤) 及產值推估 (569.6 ± 27.5 仟元) (表 2)，估計可各別提升至 2,649.1 公斤及 662.3 仟元，惟該新估算之全年產值仍顯著低於處理組 (784.2 ± 77.4 仟元) (表 2)。

由於國產綠蘆筍主要產季為每年春夏秋三季，約每年 4 ~ 11 月期間，合計 8 個月⁽³⁾；但尚需扣除春夏季及夏秋季交替時期，母莖培育期，各需 1 個月，實際僅採收期僅 6 個月可供貨。而位處溫帶之日本，其南部區域雖於夏秋季也採用留母莖栽培延長採收期；另與臺灣相近緯度之中國大陸南方省分也採用留母莖採收方式，其綠蘆筍生產期皆於每

年 3 ~ 10 月期間，合計也是 8 個月^(12,15)，顯示各產地均面臨每年 4 個月供貨空窗期問題。為進一步分析「產期提前暨分區接力生產」之實際延長採收期之長度效益，以及仍有待克服之供貨空窗期或產能偏低主要時期。藉由加總 105 年度於 1、2 月及 3 月分區調查之日平均產量（圖 5），由該結果（圖 5A）推測藉由設施產期調節措施，可填補每年欠缺之 1 ~ 3 月產季，惟在相同生產面積之分區接力生產策略，仍會面臨元月及 2 月前半期產量偏低瓶頸，未來可評估加倍面積生產之解決效益；然在 6 ~ 7 月期間也為另一產量偏低瓶頸時期，推測可能係夏季高溫之不良影響所致⁽⁶⁾；若考量春季採收期產量高於夏秋季因素，恐非簡單採行加倍面積生產而順利解決該問題，未來或許可改善設施栽培環境及改進植株之水分與肥培技術，降低夏季高溫之衝擊產量程度。

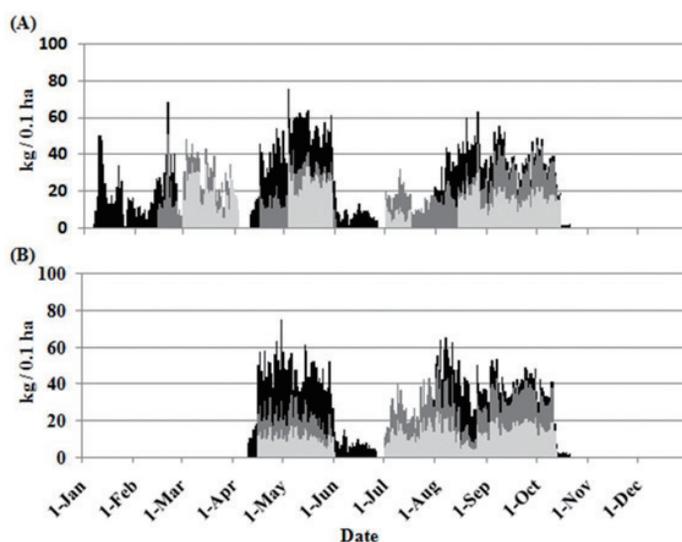


圖 5 累計三個不同起始月份採收區之相同面積每日產量所呈現持續供應期分佈
 (A) 產期提前處理組 (0.1 公頃 / 區，三區合計 0.3 公頃)：黑色圖區 (■)：1 月 6 日起始採收；灰色圖區 (▒)：2 月 14 日起始採收之 0.1 公頃單日產量；淡灰色圖區 (░)：3 月 1 日起始採收。(B) 傳統管理組 (0.1 公頃 / 區，三區合計 0.3 公頃)：黑色圖區 (■)：4 月 10 日起始採收；灰色圖區 (▒)：4 月 17 日起始採收；淡灰色圖區 (░)：4 月 10 日。

Fig. 5. The distribution of continuous spear support period which is shown by the amount of daily yield from three sites with staggered production. (A) Combined treatment (0.1 hectares per site, the total area of three sites equals 0.3 hectares). Black bars (■): spears harvested beginning on Jan. 6.; Dark gray bars (▒): spears harvested beginning on Feb. 14.; light gray bars (░): spears harvested beginning on Mar. 1. (B) Conventional method (0.1 hectares per site, the total area of three sites equals 0.3 hectares). Black bars (■): spears harvested beginning on Apr. 10.; Dark gray bars (▒): spears harvested beginning on Apr. 17.; light gray bars (░): spears harvested beginning on Apr. 10.

基於 104 年度初步試驗結果，對照組產期可延遲收穫 11 月底（圖 1），且依據本研究藉由分區接力生產策略，目前供貨空窗期尚有每年年底之 12 月期間，未來應可再試驗評估讓植株提早於 8 月底或 9 月初終止夏秋季採收，提前讓植株進入休閒期，以利

提前於每年 12 月之低溫期以不留母莖管理模式採收嫩莖，並配合 1、2 及 3 月分區接力生產策略，以期克服 12 月供貨空窗期，達成周年目標。

本項試驗證實藉由「產期調節技術」及「分區接力生產策略」，證實產期提前可有效解決每年 1～3 月供貨空窗期，此外，依據 104 及 105 年度之 1 月起始產調處理組生產調查，產期雖然提前至元月，但在植株營養或生育狀況許可下（葉片無黃化），以 104 年為例，處理組於 8 月 30 日終止年度採收，105 年則延至 10 月 21 日終止年度採收，106 年度仍維持於元月中旬開始採收，推測可能係產期調節之冬季生產為不留母莖採收，不用如傳統模式需提早 1 個月以上先割除母莖，再重新留母莖，故可延長全年採收期至少約 1～1.5 個月，也有助於提升全年產量及產值。

結 論

設施綠蘆筍生產藉由選擇株齡達 3 年生植株，導入「不留母莖」之產期提前栽培管理技術，暨結合維持「留母莖」之正常產期栽培管理措施，可有效提早嫩莖採收時期。若增加應用「分區接力生產策略」及「適度延長秋季採收期策略」，可有效延長周年供貨期或日數，並具提升全年產量及收益，惟每年夏季高溫期產量偏低問題及每年年底最後約 1 個月之產期空白時期，仍有待未來投入研究及進行試驗，加以克服，以期達成完全周年採收及穩產之栽培模式或生產制度。

致 謝

感謝本場義竹工作站同仁協助取樣貯藏根及作物改良課同仁協助進行醣含量分析；另特別感謝農友曾冠維、李仁傑及謝啟仁先生提供試驗田進行本研究之各項試驗工作、產量調查與提供實務建議。

引用文獻

1. 方怡丹、林春良。2012。國內設施園藝產業發展現況與展望。精密設施工程與植物工場實用化技術研討會專輯。p. 25-33。
2. 林昭雄。1983。影響熱帶地區綠蘆筍生育、產量及品質因子之研究。臺灣區第三屆蘆筍學術研討會試驗研究報告。p. 356-376。
3. 陳水心、謝明憲。2015。設施蘆筍冬季生產技術。臺南區農業專訊。91: 12-14。
4. 陳英仁。1979。綠蘆筍周年採收試驗。臺灣蘆筍研究。68: 31-36。
5. 陳培昌、李宥明。1978a。綠蘆筍改良留母莖方式與密度對產量及品質影響試驗 (I)。臺灣區第二屆蘆筍學術研討會試驗研究報告。p. 27-33。
6. 陳培昌、李宥明。1978b。蘆筍摘莖對產量、品質及地下莖發育影響之研究。臺灣區第二屆蘆筍學術研討會試驗研究報告。p. 53-64。
7. 陳榮五。1990。蘆筍根莖與貯藏根碳水化合物含量及其分佈。臺南區農業改良場研究彙

- 報。25: 21-30。
8. 彭柳林、餘豔鋒、周開洪。2015。世界蘆筍生產及貿易情況研究。世界農業。9: 136-142。
 9. 顏永福、陳水心。1988。利用隧道式塑膠棚生產冬季綠蘆筍技術及其效益分析。臺灣蘆筍研究報告。75-76: 43-56。
 10. 謝明憲、陳水心。2017。臺灣生鮮蘆筍消費市場與進口變動趨勢。臺南區農業專訊。99: 11-15。
 11. 社団法人農山漁村文化協會。2004。アスパラガス。野菜園芸大百科（第2版）。p. 203-205。
 12. Bhowmik, P. K. and Matsui, T. 2003. Carbohydrate status and sucrose metabolism in Asparagus roots over an extended harvest season. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2: 891-893.
 13. Haslemore R. M. and Roughan P. G. 1976. Rapid chemical analysis of some plant constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 27: 1171-1178.
 14. Irving D. E. and Hurst P. L. 1993. Respiration soluble carbohydrates and enzymes of carbohydrate metabolism in tips of harvested asparagus spears. *Plant Science*. 94: 89-97.
 15. Shou S., Lu G. and Huang X. 2007. Seasonal variations in nutritional components of green asparagus using the mother fern cultivation. *Scientia Horticulturae*. 112: 251-257.

Study on combining non-mother and mother stalk culture techniques for year round production of asparagus in the greenhouse¹

Hsieh, M. H., S. S. Chen and A. H. Yang²

Abstract

Asparagus is rich in nutrients and has been known to sell at a high price. The export quantity of canned asparagus in Taiwan accounted for more than 70% of world canned asparagus trade in 1980. However, over the past decade and a half, imported fresh asparagus has occupied more than 70% of domestic asparagus trade in Taiwan. The main reasons are that open field asparagus production is easily damaged by typhoons and heavy rain and the harvest period is limited to between April and October due to low temperatures in the winter. Therefore, it is difficult to cultivate and produce all year round and stabilize supply. To overcome this problem, a staggered production plan at three different sites was adopted to establish year round production in greenhouses and increase the stability of production. Non-mother stalk culture was used in winter and conventional mother stalk culture was used in the other three seasons. Production at each of three sites was started in different months to make harvesting possible more months of the year. Results showed that the spears could be harvested earlier, beginning in January, and the yield and gross revenue of the combined cultivation method was not less than the conventional cultivation. In addition, the harvest period could be extended to late November. This research has proven that when combining the mother and the non-mother stalk of asparagus culture in greenhouses, the spears could be harvested for eleven months a year, or nearly all year round.

What is already known on this subject?

Open-field asparagus production is easily damaged by typhoons and heavy rain which causes unstable production and low yields. In conventional cultivation of mother stalk culture, the spears are rarely harvested during the low temperature season. Therefore, its harvest period was limited to between April and October and it could not be produced all year round.

What are the new findings?

Because the growth of spears is rarely affected by cold weather in greenhouse asparagus production, combining the non-mother and mother stalk of asparagus culture can make sure that the harvest period is from January to November, which is nearly year round production.

What is the expected impact on this field?

Introducing the non-mother stalk culture to get early production in winter while keeping conventional mother stalk cultivation in spring, summer and autumn, not only enabled year round production, but also increased yield and gross revenue. In addition, the application of the new cultivation plan can enhance the competitiveness of the asparagus industry.

Key words: Asparagus, Non-mother stalk mother culture, Off-seasoning production, Greenhouse, Year round production

Accepted for publication: April 7, 2017

1. Contribution No. 467 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
2. Associate Researcher and Chief of Yichu Branch Station, Junior Specialist, and Researcher and Head of Crop Improvement Department, respectively. Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.