

栽培密度對北部地區薏苡生育與產量之影響¹

林禎祥²、林孟輝²

摘要

基於活化休耕農地及糧食安全需求，近年來政府積極推行稻田轉作雜糧作物，本試驗旨在探討北部地區薏苡‘臺中 3 號’最適栽培密度，以作為農民栽培時之參考。試驗處理包括 20 cm × 10 cm、40 cm × 10 cm、60 cm × 10 cm（對照）、40 cm × 20 cm、60 cm × 20 cm 及 60 cm × 30 cm 等 6 種栽培行株距，相當於每公頃種植 500,000、250,000、160,000、125,000、83,333 及 55,555 株，分別於 2015 年春作（2 月 6 日）及秋作（7 月 21 日）播種，試驗採逢機完全區集設計，4 重複。試驗顯示，栽培行株距 60 cm × 20 cm 處理之產量（1,847.0 kg ha⁻¹）最高，栽培行株距 20 cm × 10 cm 處理之產量（1,065.2 kg ha⁻¹）最低；密植栽培會造成每株小穗數及稔實率減少，而導致產量下降。整體而言，在北部地區薏苡旱作栽培不適合密植，春作為較適合的栽培時期，最適栽培之行距 × 株距為 60 cm × 20 cm。

關鍵詞：小穗數、稔實率、春作

前言

基於活化休耕農地及糧食安全需求，行政院農業委員會提出「大糧倉計畫-推動國產雜糧產業發展方案」，規劃於北部二期稻作低產區、中部沿海再生稻區、彰雲嘉高鐵沿線及地層下陷區、南部雙期稻作區等地，透過相關輔導措施，協助稻田轉作雜糧作物；並預計至 2020 年增加雜糧面積 3 萬公頃，以提高國產雜糧自給率（行政院農業委員會，2017）。薏苡（*Coix lacryma-jobi* L.）為一年生禾本科草本作物，原栽培於印度及緬甸等東南亞一帶，其籽實脫殼後稱為薏仁，具有豐富的營養價值與機能性

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 514 號。

² 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者, chlin@tydais.gov.tw)及研究員兼作物改良課課長。

成分，傳統上主要用於中藥配料或四神湯中取代芡實之滋補藥材，為我國藥食同源主要食材之一（高，1994；陳等，2014）。薏苡一般慣於旱田栽培，但由於根部組織與水稻相似，耐濕性強，可利用為稻田轉作之替代作物（高，1994；黃和洪，1983）。

作物適宜之行株距易受品種與環境等條件影響（游等，2015；Johnson, 1987；Kandel, 2010；Lee, 2006）；美國中南部地區（北緯 43°以南）氣候較為溫暖，作物生育期較長，植冠通常較大，北部地區（北緯 43°以北）氣候較寒冷，作物生育期較短，植冠相對較小；因此，美國中南部地區玉米及大豆一般以 30 in (76.2 cm) 寬行栽培以獲得最大產量，而北部地區則採用行距小於 30 in 之窄行栽培，透過增加單位面積株數以彌補單株產量的不足（Lee, 2006）；較窄的行距相較寬行栽培，單位面積產量可提高約 5%（Kandel, 2010）。硬質玉米‘明豐 3 號’於花蓮縣吉安鄉地區栽培，行株距 75 cm × 15-25 cm 有最佳的產量表現，當栽培密度過高（行株距 30 cm × 15 cm），植株間與果穗間對養分、陽光與水分競爭關係變大，而使果穗無法順利發育，進而導致產量減少（游等，2015）。高粱‘兩糯 1 號’於彰化縣地區春作與秋作產量均以栽培行株距 50 cm × 10 cm 最高，期作間秋作產量高於春作（顏等，2016）。薏苡‘岡山’旱田直播理想的行株距為 50 cm × 20 cm 或 60 cm × 10 cm（黃和洪，1983）；又黃和呂（1988）指出，薏苡‘岡山在來’及‘高選育 1 號’旱作直播，春作適宜行株距 50-60 cm × 20 cm 略寬於秋作之 40-50 cm × 20 cm。

作物栽培密度的設定係以獲得最大產量表現為前提（Johnson, 1987），所以將作物推廣至農民之前，必須經試驗找出最適栽培密度以推廣應用（黃和洪，1983），故本試驗擬探討臺灣北部地區薏苡最適栽培密度，以作為農民栽培依據。

材料與方法

本試驗供試材料薏苡‘臺中 3 號’，分別於 2015 年春作（2 月 6 日）及秋作（7 月 21 日）以旱田直播法栽培，種子播種前先行浸種 48 h 催芽。試驗處理包括 6 種栽培行株距組合，分別為 20 cm × 10 cm、40 cm × 10 cm、60 cm × 10 cm、40 cm × 20 cm、60 cm × 20 cm 及 60 cm × 30 cm，相當於每公頃栽培 500,000、250,000、160,000、125,000、83,333 及 55,555 株，參考黃和洪（1983）試驗研究結果以 60 cm × 10 cm 處理為對照；試區採逢機完全區集設計，4 重複，每小區面積為 10 m²。田間肥料施用、病蟲害及雜草管理依慣行模式操作。試驗期間調查播種至抽穗及成熟日數，收穫後每小區隨機取

樣 10 株以調查株高、小穗數、稔實率、千粒重及每平方公尺有效分蘖數。調查數據以統計軟體 SAS 9.1 程式進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA)，並以 Fisher 最小顯著差異性測試 (Fisher's protected least significant difference test, LSD test) 比較平均值之差異顯著性；產量性狀並以 CORR Procedure 進行簡單相關係數分析。試驗期間月平均溫度、日照時數及日射量，分別以本場一級農業氣象觀測站之自動觀測系統 (Nakassa Model M-820) 及交通部中央氣象局所蒐集之資料進行分析。

結果與討論

一、栽培密度對薏苡生育日數之影響

栽培密度試驗結果顯示，各處理間，春作抽穗日數介於 61-62 日、成熟日數介於 139-140 日；秋作抽穗日數介於 64-66 日、成熟日數介於 119-120 日。春作播種至抽穗及播種至成熟日數，隨栽培密度的增加略有提早；秋作播種至抽穗日數與栽培密度的變化並不一致，播種至成熟日數以行株距 60 cm × 30 cm (栽培密度 55,555 plants ha⁻¹) 處理 120 日顯著多於其餘處理之 119 日 (表 1)。Holliday (1963) 指出，由於生長空間的競爭，密植會使禾穀類作物抽穗期及成熟期提早。黃和呂 (1988) 以薏苡‘岡山在來’及‘高選育 1 號’為材料，以旱田直播方式，分別於春、秋作以 8 種不同栽培密度進行產量比較，試驗結果顯示，密植生育日數較疏植短，相差 1-2 日，本試驗亦有相同的結果。

表 1. 栽培密度對薏苡生育日數之影響

Table 1. Effect of planting density on growth days of Job's tear.

期作 ^z	栽培密度	行株距	抽穗日數	成熟日數
Cropping season	Plant density (plants ha ⁻¹)	Plant space (cm × cm)	Days to heading ----- (Day) -----	Days to maturity ----- (Day) -----
春作 Spring	500,000	20×10	61b	139b ^y
	250,000	40×10	61b	139b
	160,000	60×10(CK)	61b	139b
	125,000	40×20	61b	140a
	83,333	60×20	62a	140a
	55,555	60×30	62a	140a
秋作 Fall	500,000	20×10	65b	119b
	250,000	40×10	65b	119b
	160,000	60×10(CK)	64c	119b
	125,000	40×20	66a	119b
	83,333	60×20	65b	119b
	55,555	60×30	65b	120a

^z 2015 年期作播種期：春作：2 月 6 日；秋作：7 月 21 日。

^y 各期作內同欄小寫英文字母相同者表示經 Fisher 的最小顯著差異性測驗在 5% 水準差異不顯著。

^z Planting date of crop season in 2015: Spring: Feb. 6, Fall: Jul. 21.

^y Means within each column of the crop season followed by the same lowercase letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

二、栽培密度對薏苡農藝性狀及產量之影響

變方分析結果顯示，期作及栽培密度處理對千粒重影響不顯著，株高、每平方公尺有效分蘗數、小穗數、稔實率及產量於期作及栽培密度分別呈現顯著或極顯著差異，各調查項期作與栽培密度處理之交感均不顯著（表 2）；顯示本試驗處理對千粒重之影響不顯著，期作及栽培密度對各調查項性狀之影響不會因處理不同而異。春作在不同栽培密度處理下，株高及每平方公尺有效分蘗數隨栽培密度的增加而增加，但每株小穗數及稔實率則隨密度的增加而減少，栽培密度對千粒重的影響不顯著；整體

而言，產量以 60 cm × 20 cm 處理可達 2,720 kg ha⁻¹ 最佳，顯著高於其他處理（表 3）。秋作不同栽培密度處理對各調查項之影響與春作相似，產量分別以 60 cm × 10 cm、60 cm × 20 cm 及 60 cm × 30 cm 處理所得之 978.9、974.1 及 978.5 kg ha⁻¹ 最佳，顯著高於其他處理（表 4）。根據春、秋作薏苡農藝性狀及產量調查結果進行比較，株高、每平方公尺有效分蘗數、小穗數、稔實率及產量均以春作之 134.0 cm、45.2 支、194.8 個、52.7% 及 1,839.5 kg ha⁻¹ 顯著高於秋作之 104.0 cm、38.0 支、175.5 個、43.7% 及 916.8 kg ha⁻¹；千粒重在不同期作間（春作為 88.9 g，秋作為 88.1 g）則無顯著差異（表 5）。綜合春、秋作不同栽培密度處理結果進行比較，株高及每平方公尺有效分蘗數隨栽培密度的增加而增加，由 60 cm × 30 cm 處理之 104.1 cm、17.8 支顯著增加至 20 cm × 10 cm 處理之 137.8 cm、61.9 支；但是小穗數及稔實率則呈現相反的趨勢，由 20 cm × 10 cm 處理之 127.8 cm、22.2% 顯著增加至 60 cm × 30 cm 處理之 251.3 cm、70.4%；千粒重介於 87.4-90.1 g，處理間差異不顯著；產量以栽培密度 60 cm × 20 cm 處理之 1,847.0 kg ha⁻¹ 最佳，60 cm × 30 cm 處理 1,635.7 kg ha⁻¹ 次之，分別較對照（60 cm × 10 cm）之 1,635.7 kg ha⁻¹ 增產 42.8% 及 26.5%，而 20 cm × 10 cm 處理最差（1,065.2 kg ha⁻¹），較對照減產 17.6%（表 6）。

經分析產量與各農藝性狀間之相關性得知，密度與株高、每平方公尺有效分蘗數呈極顯著正相關，與小穗數、稔實率呈極顯著負相關，與產量為顯著負相關；產量與小穗數及稔實率呈極顯著正相關，與每平方公尺有效分蘗數呈不顯著負相關。此結果顯示，密度的增加可極顯著增加株高及每平方公尺有效分蘗數數量，但不利於小穗生成及稔實率提升而導致產量下降。因此，在本試驗條件下，影響產量表現的主要因子為小穗數及稔實率（表 7）。

表 2. 薏苡不同栽培密度之產量與農藝性狀變方分析

Table 2. Analysis of variance in yield and agronomic characters of Job's tear subjected to growth under different plant densities.

變因	D.F. ^y	株高	每平方公尺 有效分蘗數	小穗數	稔實率	千粒重	產量
Source of variance		Plant height	No. of effective tillers per m ²	No. of spikelet per plant	Spikelet fertility	1,000 seed weight	Yield
----- (Mean square) -----							
區集 (Block)	3	27.4	244.9	416.7	19.1	6.5	58,119.8
期作 (Crop season, CS)	1	10812.0**	631.2*	4466.0**	979.0**	6.8	10,215,489.6** ^Z
栽培密度 (Plant density, PD)	5	1184.8**	2554.5**	27706.1**	3364.1**	14.0	766,976.8**
期作×栽培密 (CS × PD)	5	16.9	82.7	403.9	73.8	11.6	547,232.7
誤差 (Error)	33	24.8	126.5	206.2	30.1	12.8	22,541.6
合計 (Total)	47						

^Z **表示達 1%的顯著差異水準。

^y D.F.: 自由度。

^Z **, mean significantly at 1% level.

^y D.F.: degree of freedom.

表 3. 栽培密度對春作薏苡農藝性狀之影響

Table 3. Effects of plant density on the agronomic traits of Job's tear in spring season.

栽培密度	行株距	株高	每平方公尺 有效分蘗數	小穗數	稔實率	千粒重	產量
Plant density (plants ha ⁻¹)	Plant space (cm × cm)	Plant height (cm)	No. of effective tillers (no. m ⁻²)	No. of spikelet (no. pl. ⁻¹)	Spikelet fertility (%)	1,000 seed weight (g)	Yield (kg ha ⁻¹)
500,000	20×10	152.3a	62.5a	138.3c	30.1d	88.8a	1,302.5d ^z
250,000	40×10	141.1b	66.3a	139.3c	35.6d	89.0a	1,295.3d
160,000	60×10(CK)	135.3bc	36.9ab	162.0c	47.2c	87.3a	1,607.4c
125,000	40×20	128.6bc	47.2ab	211.5b	60.2b	89.3a	1,818.7c
83,333	60×20	126.5c	40.3ab	264.3a	73.0a	88.5a	2,720.0a
55,555	60×30	120.4c	18.3b	253.8a	70.2a	90.5a	2,292.9b

^z 同欄小寫英文字母相同者表示經 Fisher 的最小顯著差異性測驗在 5%水準差異不顯著。

^z Means within each column followed by the same lowercase letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

表 4. 栽培密度對秋作薏苡農藝性狀之影響

Table 4. Effects of plant density on the agronomic traits of Job's tear in fall season.

栽培密度	行株距	株高	每平方公尺 有效分蘗數	小穗數	稔實率	千粒重	產量
Plant density (plants ha ⁻¹)	Plant space (cm × cm)	Plant height (cm)	No. of effective tillers (no. m ⁻²)	No. of spikelet (no. pl. ⁻¹)	Spikelet fertility (%)	1,000 seed weight (g)	Yield (kg ha ⁻¹)
500,000	20×10	123.3a	61.3a	117.3b	14.4c	90.5a	871.5ab ^z
250,000	40×10	112.8b	59.4a	113.5b	20.2c	85.8a	827.9b
160,000	60×10(CK)	105.3c	30.6bc	129.8b	41.5b	86.0a	978.9a
125,000	40×20	102.5c	36.8b	212.5a	48.8b	91.0a	870.0ab
83,333	60×20	92.5d	22.2cd	231.5a	67.7a	88.8a	974.1a
55,555	60×30	87.8d	17.5d	248.8a	69.5a	86.8a	978.5a

^z 同欄小寫英文字母相同者表示經 Fisher 的最小顯著差異性測驗在 5%水準差異不顯著。

^z Means within each column followed by the same lowercase letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

表 5. 期作對薏苡農藝性狀之影響

Table 5. Effects of different crop on the agronomic traits of Job's tear.

期作	株高	每平方公尺 有效分蘖數	小穗數	稔實率	千粒重	產量
Crop season	Plant height (cm)	No. of effective tillers (no. m ⁻²)	No. of spikelet (no. pl. ⁻¹)	Spikelet fertility (%)	1,000 seed weight (g)	Yield (kg ha ⁻¹)
春作 Spring	134.0a	45.2a	194.8a	52.7a	88.9a	1,839.5a ^z
秋作 Fall	104.0b	38.0b	175.5b	43.7b	88.1a	916.8b

^z 同欄小寫英文字母相同者表示經 Fisher 的最小顯著差異性測驗在 5% 水準差異不顯著。

^z Means within each column followed by the same lowercase letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

表 6. 栽培密度對薏苡農藝性狀之影響

Table 6. Effects of different plant densities on the agronomic traits of Job's tear.

栽培密度	行株距	株高	每平方公尺 有效分蘖數	小穗數	稔實率	千粒重	產量
Plant density (plants ha ⁻¹)	Plant space (cm × cm)	Plant height (cm)	No. of effective tillers (no. m ⁻²)	No. of spikelet (no. pl. ⁻¹)	Spikelet fertility (%)	1,000 seed weight (g)	Yield (kg ha ⁻¹)
500,000	20×10	137.8a	61.9a	127.8c	22.2d	89.6a	1,065.2d ^z
250,000	40×10	126.9b	62.8a	126.4c	27.9d	87.4a	1,083.4d
160,000	60×10(CK)	120.3c	33.8bc	145.9c	44.4c	86.6a	1,293.2c
125,000	40×20	115.6c	42.0b	212.0b	54.5b	90.1a	1,344.3c
83,333	60×20	109.5d	31.2bc	247.9a	69.9a	88.6a	1,847.0a
55,555	60×30	104.1e	17.8c	251.3a	70.4a	88.6a	1,635.7b

^z 同欄小寫英文字母相同者表示經 Fisher 的最小顯著差異性測驗在 5% 水準差異不顯著。

^z Means within each column followed by the same lowercase letter(s) are not significantly different at 5% level by Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

表 7. 薏苡不同栽培密度之產量與農藝性狀簡單相關係數分析

Table 7. Simple correlation analysis between yield and agronomic characters of Job's tear subjected to growth under different plant densities.

性狀 Character	株高 Plant height	每平方公尺 有效分蘗數 No. of effective tillers per m ²	小穗數 No. of spikelet	稔實率 Spikelet fertility	千粒重 1,000 seed weight	產量 Yield
密度 (Plant density)	0.552**	0.680**	-0.746**	-0.830**	0.061	-0.359* ^z
株高 (Plant height)		0.563**	-0.370**	-0.341*	0.054	0.386
每平方公尺有效分蘗 (No. of effective tillers per m ²)			-0.624**	-0.656**	0.071	-0.166
小穗數 (No. of spikelet)				0.880**	0.126	0.531**
稔實率 (Spikelet fertility)					0.030	0.557**
千粒重 (1000 seed weight)						0.107

^z *,**表示各因子間在 5%和 1%水準下達顯著性相關。

^z *,** are significant at 5% and 1% level, respectively.

曾 (1995; 1997) 指出薏苡產量受每株小穗數影響最大，其次為稔實率及千粒重，每株小穗數之發育主要受生育溫度影響，植株生育適溫介於 20-35°C，最低限制溫度為 15°C，若生育初期氣溫低且隨著生育期之不同逐漸升高，則有利於小穗數的增加。花蓮地區在春秋作之氣候環境不同，導致薏苡生產潛能表現各異，其中植株乾物質累積能力春作高於秋作，且有較佳的產量表現，秋作後期之低日照可能為影響籽實產量的限制因子；因此，春作產量高於秋作主要因素為供源 (source) 具有較高的葉面積指數及作物生長速率 (crop growth rate, CGR)，積儲 (sink) 具有較大容積與積儲活性 (周, 1988)。根據試驗調查，春作於 7 月 25 日至 7 月 26 日採收，生育期月均溫、日照時數及日射量等三個氣象資料由 2 月份之 15.8°C、76.1 h 及 238.7 MJ m⁻² 逐漸增加至成熟期 (7 月份) 之 29.2°C、242.4 h 及 737.9 MJ m⁻²；秋作 11 月 17 日至 11 月 18 日採收，生育期月均溫、日照時數及日射量則下降至成熟期 (11 月份) 之 22.8°C、

138.3 h 及 356.8 MJ m⁻²。因此，春作產量顯著高於秋作，可能為春作栽培初期，環境溫度雖相對較低，但仍高於最低限制溫度之 15°C，有利於地上部生長及生育日數的延長（表 1），生育後期高溫（29.2°C）、高日照時數（242.4 h）及日射量（737.9 MJ m⁻²），有利於小穗數增加及稔實率提高所致（圖 1、圖 2、表 5）。

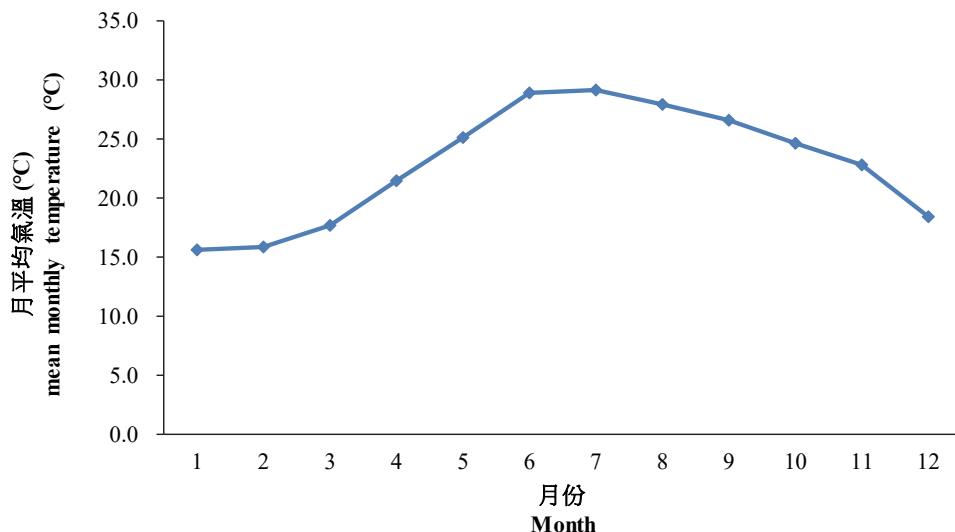


圖 1. 2015 年桃園地區月平均溫度變化情形

Fig. 1. Changes of monthly average temperature at Taoyuan in 2015.

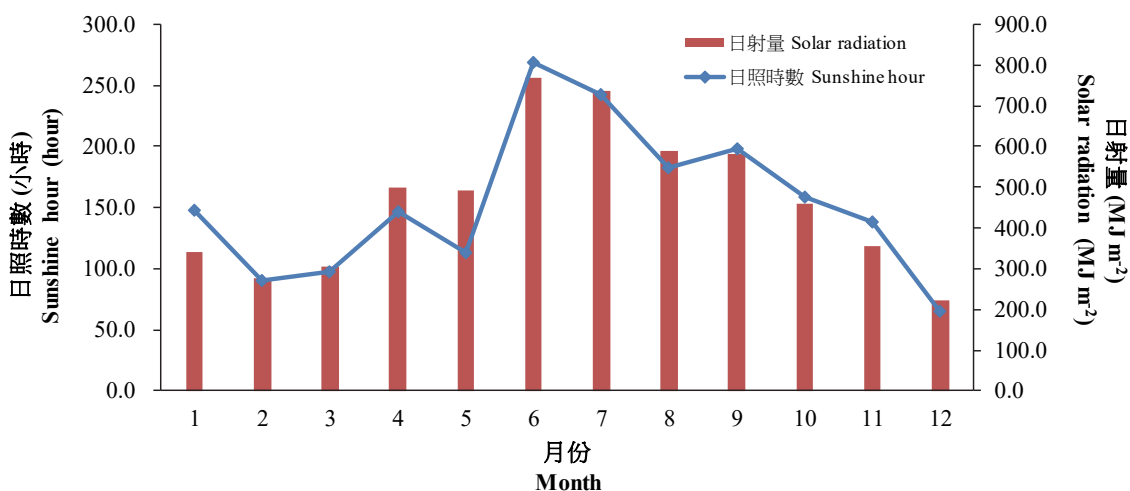


圖 2. 2015 年桃園地區日照時數及日射量變化情形

Fig. 2. Changes of daily sunshine hour and solar radiation at Taoyuan in 2015.

自然環境差異會造成產量表現不同外，栽培密度亦是影響生育及產量關鍵要素之一，密植會使禾穀類作物因生長競爭，而造成有效分蘗數減少，抽穗期及成熟期提早（黃和呂，1988；顏等，2016；Donald and Hamblin, 1976；Holliday, 1963；Johnson, 1987）。栽培密度之差異會造成作物光截取量（light interception）不同進而影響產量，而植冠發育達到最大光截取量是提高產量的關鍵（Andrade *et al.*, 2002）。一般而言，植冠若能截取高的光照量，可維持較高的籽實產量；大豆具多分枝特性之‘NA5909 RG’及‘BMX Ativa RR’，植株中上層光合作用有效輻射分別為 960.0、909.0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，植株中下層因枝葉之遮蔽，光合作用有效輻射分別為 18.0、26.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，籽實產量僅分別為中上層之 51.9%及 59.4%（Chavarria *et al.*, 2017）。高粱‘臺中 5 號’每穗無效分枝數隨密度的增加而提高，每穗粒數則因密度的減少而增加，整體而言疏植則有利於單株產量的增加（王等，1989）。硬質玉米若栽培密度過高（行株距 30 cm \times 15 cm），則因植株及果穗間對養分、陽光與水分競爭關係變大，而使果穗無法順利發育，進而導致產量減少（游等，2015）；由上可知過度密植，因植株間對生長空間、養分、水分及光照之競爭關係變大，而不利於產量表現。薏苡旱作栽培亦有相同的情形，根據曾（1995）、黃和呂（1988）及黃和洪（1983）試驗研究指出，薏苡在旱田直播栽培不宜密植，密植會導致生育日數減少、小穗數減少及稔實率降低而減產，理想的行株距應為 50 cm \times 20 cm 或 60 cm \times 10 cm（黃和洪，1983）。

本試驗結果顯示，北部地區薏苡旱作栽培之播種至成熟日數隨栽培密度的增加略有提早；為獲取較高產量，春作為最適栽培期，有較佳的產量表現，最適栽培密度為 60 cm \times 20 cm，栽培不宜密植，因為過高的栽培密度會造成每株小穗數減少及稔實率下降，而導致產量表現不佳，此與曾（1995）、黃和呂（1988）及黃和洪（1983）研究相符合。

參考文獻

- 王強生、林淑霽、劉大江。1989。栽培密度對高粱產量性狀之影響。中華農業研究 38(2):201-207。
- 行政院農業委員會。2017。2016 年年報-推動大糧倉方案暨行動計畫。
<<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2506290>>。
- 交通部中央氣象局。觀測資料查詢系統。
<<https://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>>。
- 周明和。1988。薏苡的乾物質生產過程。花蓮區農業改良場研究彙報 4:35-59。
- 高德錚。1994。薏苡。p. 565-610。刊於：蔡文福等編著。雜糧作物各論(I)。臺灣區雜糧發展基金會。臺北市。
- 陳裕星、張嘉倫、廖宜倫、林雲康。2014。不同品種及產地薏苡籽實之化學指紋圖譜建立。臺中區農業改良場研究彙報 124:1-16。
- 曾勝雄。1995。薏苡栽培技術改進試驗。臺中區農業改良場研究彙報 48:47-54。
- 曾勝雄。1997。栽培方法與品種對薏苡產量之影響。臺中區農業改良場研究彙報 56:51-60。
- 游之穎、余德發、詹庭筑。2015。栽培密度對硬質玉米生育與產量之影響。花蓮區農業改良場研究彙報 33:23-32。
- 黃賢喜、呂貽成。1988。薏苡旱作栽培法之研究。高雄區農業改良場研究彙報 1(1):25-34。
- 黃勝忠、洪財生。1983。栽植密度對薏苡生育之影響。臺中區農業改良場研究彙報 7:45-52。
- 顏淑菁、廖宜倫、林汶鑫。2016。不同栽培密度及氮肥施用量對高粱‘兩糯一號’品種產量之影響。臺中區農業改良場研究彙報 131:11-17。
- Andrade, F., H. Calvino, P.A. Cirilo, and P. Barbieri. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agron. J.* 94:975-980.
- Chavarria, G., A. Caverzan, M. Mülle, and M. Rakocovic. 2017. Soybean architecture plants: From solar radiation interception to crop protection. p. 18-33. In: Kasai, M. (ed.) *Soybean-The Basis of Yield, Biomass and Productivity*. National and University Library in Zagreb. Croatia.

- Donald, C.M. and J. Hamblin. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Adv. Agron.* 28:361-405.
- Holliday, R. 1963. The effect of row width on the yield of cereals. *Field Crop Abstracts.* 16:71-81.
- Johnson, R.R. 1987. Crop management. p. 355-390. In: Wilcox, J.R. (ed.) *Soybean: Improvement, Production and Uses.* Am. Soc. of Agronomy, Crop Sci. Soc. of Am., Soil Sci. Soc. of Am. Int. Madison, WI.
- Kandel, H. 2010. Seedbed preparation, planting date, planting rate, row spacing. p. 17-21. In: Kandel, H. (ed.) *Soybean Production Field Guide for North Dakota and Northwestern Minnesota.* NDSU Extension Agronomist.
- Lee, C.D. 2006. Reducing row widths to increase yield: Why it does not always work. *Crop Manag.* 5(1):105-112.
- SAS Institute. 1999. *SAS/STAT User's Guide.* Releases 9.1.3 Ed. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.

Effects of Planting Density on Growth and Yield of Job's Tears in Northern Taiwan¹

Chen-Hsiang Lin² and Meng-Huei Lin²

Abstract

For the rehabilitation of fallow land and security of food demand, the government vividly encourages culture conversion from paddy crops to dryland ones. Field experiment was conducted to establishment the optimum planting density of Job's tears (*Coxi lacrymajobi* L.) 'Taichung No. 3' as a reference for cultivation in northern Taiwan. The treatments included six planting densities of 20 cm × 10 cm, 40 cm × 10 cm, 60 cm × 10 cm (CK), 40 cm × 20 cm, 60 cm × 20 cm and 60 cm × 30 cm or 500,000, 250,000, 160,000, 125,000, 83,333, 55,555 plants per ha, respectively. The experiments with four replications in a randomized complete block design, respectively were planting in spring (Feb. 6) and fall season (Jul. 21) in 2015. The highest yield was found in planting density of 60 cm × 20 cm (1,847.0 kg ha⁻¹) and lowest in planting density of 20 cm × 10 cm (1,065.2 kg ha⁻¹). The experiments showed less spikelet number, spikelet fertility and the yield decrease when planting density was increased. The results showed that under dryland cultivated conditions, there was no significant yield advantage in higher planting density. The results suggest that the optimum sowing time of Job's tears is in spring season, while the best planting density is 60 cm × 20 cm.

Key words: Spikelet number, Spikelet fertility, Spring season

¹. Contribution No.514 from Taoyuan DARES,COA.

². Assistant Researcher (Corresponding author, chlin@tydais.gov.tw) and Chief of Crop Improvement Section, respectively, Taoyuan DARES,COA.