

播種期與栽培密度對大豆產量及農藝性狀之影響¹

詹國連²

一、引言

本省大豆栽培，以高、屏地區的裡作為主，栽培面積約佔全省總面積的75%。裡作大豆的栽培，是在第二期水稻收穫後，不予整地，直接將大豆播種於水稻之殘株上，故其栽培密度完全與水稻之行株距相同。目前高、屏地區水稻之密度，有正條密植及寬行密植兩種，以此兩種密度栽培大豆時，在產量上有何差異？農藝性狀有何變化？實有研究必要；同時，密度與不同播種期之關係如何？亦宜探討，以加深農民適時播種之觀念。

關於裡作大豆栽培之密度，高雄場（1961）及李（1965）報導，水田裡作大豆以禾根豆點播法，正條密植 22.5×22.5 公分（7.5寸 \times 7.5寸）之產量最佳。臺南場（1964）稱，臺大高雄五號，秋作時以行株距較密（ $30 \times 10 \times 2$ 粒/穴）為佳。洪（1965）報告，不整地栽培大豆時，以寬行密植 30×10 公分（8寸 \times 5寸，水稻之兩株株距為大豆之行距）及 27×13.5 公分（9寸 \times 4.5寸，水稻之行株距為大豆之行株距）二種密度之產量較高。故有關裡作大豆之栽培密度，尚無一致之結論。至於裡作大豆之播種期，理論上應該是愈早愈有利，惟實際上常因農家之繁忙，或因氣象條件（豪雨或乾旱）之不適，或因水稻延遲收穫等因素之限制，常不能早播或適時播種。因之，在不影響大豆產量之原則下，若能找出一個遲延播種的極限期，則對農民有極大裨益。

二、試驗材料及方法

本試驗分春作及夏作，在苗栗進行。試驗田地為肥力中等之砂壤土，前作物均為水稻。試驗田之蟲害防治，及田間操作，概與普通栽培相同。茲將試驗方法說明如下：

（一）供試品種 臺農三號

（二）試驗設計 採用逢機完全區集 5×2 （栽培密度 \times 播種期）之複因子試驗設計，重複四次，小區長 2.925—3.00公尺，寬 2.7—2.8公尺；小區面積隨密度而異，惟各小區之產量，在統計分析時，均換算為公頃產量計算之。各處理之代號及說明如下：

1. 栽培密度 (d)

d₁ 45×10 公分（水稻寬行密植 8 寸 \times 5寸之三株株距為大豆之行距），小區面積為 8.1 m^2 （ $3\text{m} \times 2.7\text{m}$ ），每小區種 6 行，每行種 30 株；每公頃種 222,220 株，密度次小。

d₂ 40×10 公分（水稻寬行密植 9 寸 \times 4.5 寸之三株株距為大豆之行距），小區面積為 8.4 m^2 （ $3\text{m} \times 2.8\text{m}$ ），每小區種 7 行，每行種 30 株。每公頃為 250,000 株，密度中等。

d₃ 30×10 公分（水稻寬行密植 8 寸 \times 5 寸二株水稻株距為大豆之行距），小區面積為 8.1 m^2 （ $3\text{m} \times 2.7\text{m}$ ），每小區種 9 行，每行種 30 株。每公頃為 333,330 株，密度最大。

d₄ 27×13.5 公分（水稻寬行密植 9 寸 \times 4.5 寸之行株距為大豆之行株距），小區面積為 8.2 m^2 （ $2.97\text{m} \times 2.7\text{m}$ ），每小區種 10 行，每行種 22 株。每公頃為 274,320 株，密度次大。

d₅ 22.5×22.5 公分（水稻正條密植 7.5 \times 7.5 寸之行株距為大豆之行株距），小區面積為 7.89 m^2 （ $2.925\text{m} \times 2.7\text{m}$ ），每小區種 12 行，每行種 13 株。每公頃為 197,510 株，密度最小。

2. 播種期 (p) 分早播 (p₁) 與晚播 (p₂) 二期，兩期相隔 20 天。春作早播為 3 月 13 日，晚播為 4 月 2 日；夏作早播為 8 月 5 日，晚播為 8 月 25 日。

3. 調查項目及方法，每小區隨機取樣10株，四重複，共40株，分別調查株高、主莖節數、分枝數、莢果數、單株粒重及種子百粒重等六性狀。株高係由地面至植株頂端之高度，以公分記之。主莖節數係指主莖上之節數。分枝數係指每株之分枝數目。莢果數係包括一、二、三粒莢果之總數。單株粒重係每株之種子重量，以公克記之。種子百粒重係每小區取樣三次平均以公克記之。

三、試驗結果

(一) 不同栽培處理對大豆產量之影響 由產量變方分析表所示，不同處理之產量差異，在春、夏二作均達於極顯著水準。個別處理中，春作時密度對產量之影響極大；夏作時則影響不顯著。春、夏作之播種期，對產量均有極顯著之影響。密度與播種期之交感效應，春作顯著，夏作則否。

表1, 大豆產量變方分析表

Table 1. Analysis of variance of soybean yield of different treatments

變異原因 Source of variation	自由度 D. F.	均方 (Mean square)		F 值 (F value)		理論 F 值 (Theoretical F value)	
		春作 (1st Crop)	夏作 (2nd Crop)	春作 (1st Crop)	夏作 (2nd Crop)	5 %	1 %
區集 (Block)	3	68575512.5	31396.7	269.6	1.08		
處理 (Treatment)	(9)	2198945.9	1644171.1	86.4**	56.69**	2.30	3.26
密度 (d)	4	421906.3	41841.3	16.58**	1.44	2.73	4.11
播種期 (p)	1	17782222.5	14496160.0	699.01**	499.83**	4.21	7.68
d×p	4	80166.35	33503.8	3.15*	1.16	2.73	4.11
機差 (Error)	27	25439.2	29002.2				
總數 (Total)	39	20572537.5	15674790.0				

※顯著在 5% 平準 Significant at 5% level

※※極顯著在 1% 平準 Significant at 1% level

(二) 栽培密度對大豆產量之關係 本試驗之五種密度，春作以 d_2 (密度中等) 之產量最高， d_4 (密度次大) 次之， d_5 (密度最小) 最低； d_2 與 d_4 之差異不顯著，與 d_3 (密度最大) 達於顯著；產量次高之 d_4 與 d_3 ， d_1 (密度次小) 二者之差異不顯著。夏作以 d_3 之產量最高，仍以 d_5 為最低； d_3 與 d_2 、 d_4 、 d_1 三者之差異均不顯著，與 d_5 達於顯著。就兩期作比較觀之，兩期作產量居於第 4、5 位次者，同為密度次小及最小之 d_1 及 d_5 二種密度；而居於前三位者，同為密度較大之 d_3 (最大)、 d_2 (中等) 及 d_4 (次大) 三種密度，故栽培密度給予大豆產量之影響，春、夏作有一致之趨勢，即無論春作或夏作，採用較小之密度時 (如 d_1 與 d_5)，大豆之產量必然低下；而採用較大密度時 (如 d_2 、 d_3 、 d_4)，大豆之產量必高。苗栗地區夏作與高、屏地區裡作時之氣象環境相似，此一結果，似可採用。

表 2 不同密度處理間之大豆產量

Table 2. Soybean yield of different spacing treatments

期作 (Cropping)	項目 (Item)	產量順序 (Order of yield harvested)					每公頃株數 plants/ha	密度等級
春作 (1st Crop)	密度 (Spacing)	d ₂	d ₄	d ₃	d ₁	d ₅	d ₁ 222,220	次小
	平均收量 (Mean yield)	2225	2107	2071	1968	1641	d ₂ 250,000	中等
	顯著性測定 (Test of significance)	-----					d ₃ 333,330	最大
		-----					d ₄ 274,310	次大
夏作 (2nd Crop)	密度 (Spacing)	d ₃	d ₂	d ₄	d ₁	d ₅	d ₅ 197,510	最小
	平均收量 (Mean yield)	2388	2318	2306	2224	2213		
	顯著性測定 (Test of significance)	-----						

(三) 播種期與大豆產量之係關 本試驗結果顯示，無論春作或夏作，早播 (p₁) 大豆之產量均較晚播 (p₂) 高，且有極顯著之差異，其增產率分別為99.4%及71.3%。早播大豆之利益於此可見。特別是南部秋冬裡作時，氣溫下降迅速，後期之低溫必不利於大豆之成熟，故必須爭取早播為大豆增產之捷徑。

表 3 不同播種期之大豆產量

Table 3. Soybean yield of different planting dates

期作 (Cropping)	項目 (Items)	產量順序 (Order of yield harvested)		差異 (Difference)
春作 (1st Crop)	播種期 (Planting date)	P ₁	P ₂	1334**
	平均收量 (Mean yield)	2676	1342	
	指數 (Index) %	199.4	100	
夏作 (2nd Crop)	播種期 (Planting date)	P ₁	P ₂	1204**
	平均收量 (Mean yield)	2892	1688	
	指數 (Index) %	171.3	100	

顯著在 1% 平準。*Significance at 1% level

(四) 播種期與栽培密度之交感效應 兩期中僅春作晚播 (p₂) 與 d₅ (密度最小) 之交應值達於顯著水準 (+168, 1% LSD為139.61)。此因春作晚播大豆生長時 (4月2日播種, 5月中為開花結莢期), 氣溫已相當高, 植株生長繁茂, 近於徒長狀態, 株高亦高 (表4), 故密度最小之 d₅ 密度恰好給予植株繁茂生長所需之廣大空間, 故有利於大豆之產量。

(五) 播種期與栽培密度對大豆植株農藝性狀之影響 本試驗所調查之性狀共有六項, 經分析結果列於表4, 分項說明如下:

(1) 株高 春作大豆, 株高受播種期及栽培密度影響, 均達顯著水準; 晚播 (p₂) 及 d₃ (密度

最大)之株高較高, d_2 (密度中等) 最低; d_3 與 d_4 (密度次大)、 d_5 (密度最小) 及 d_1 (密度次小) 間之株高差異均不顯著。夏作早播 (p_1) 對株高並無顯著差異, 但早播者植株有較高之趨向; 密度對株高則有極顯著影響, 以 d_4 之株高最高, d_3 、 d_2 次之, d_5 更次, d_1 最低; d_4 與 d_3 、 d_2 之差異不顯著, 與 d_5 、 d_1 則為極顯著。故不論春作或夏作栽培密度大時, 能使株高增高。

(2) 分枝數 春作大豆, 分枝數因播種期及栽培密度不同而有極顯著差異, 早播者分枝數較多。不同密度間則以 d_2 分枝數較多, d_5 (密度最小) 次之, 惟 d_2 與 d_5 差異不顯著。故行、株距較大, 在春作有增加分枝數之效果。夏作大豆之分枝數, 並不因播種期不同而有顯著之差別, 但晚播者有較多分枝。夏作大豆之密度, 對分枝數有極顯著的影響, 以 d_1 (密度次小) 之分枝數最多, d_5 (密度最小) 次之, 惟 d_1 與 d_5 間不顯著。是以夏作大豆種植期間氣溫逐漸下降, 較寬行、株距有促進大豆增加分枝之效。

(3) 主莖節數 春作大豆, 主莖節數受播種期影響甚大, 以晚播之主莖節數為多。其受栽培密度之影響, 則並無顯著之差異, 但以 d_4 (密度中等) 之主莖節數最多, d_3 (密度最大) 最少, 此與株高適呈反比, 密度大時株高增加, 而莖節減少, 表示密度增加時有徒長現象。夏作大豆之莖節數, 似不受播種期及密度影響, 此或與播種後氣溫及日照之逐漸降低和縮短有關, 植株一般較小, 故早播亦無法增加莖節, 而增加密度亦無顯著徒長現象所致。

(4) 莢果數 不論春、夏作大豆, 播種期及密度均對大豆之莢果數有極大關係, 早播者莢果數恆多。春作以密度中等 (d_2) 之莢果數較多, 密度次小之 d_1 次之, 惟 d_2 、 d_1 間無差別。夏作大豆以密度最小區 (d_5) 之莢果數較多, d_1 次之。因之, 莢果數將隨密度之減少而增加。

(5) 單株種子重 春、夏作大豆之單株種子重, 均極受播種期及密度之影響。早播之單株種子均較重。春作大豆以 d_3 (密度中等) 之單株種子最重, d_1 (密度次小)、 d_5 (密度最小) 次之, 惟 d_3 與 d_1 、 d_5 之差異不顯著。夏作以 d_3 之單株種子最重, d_1 次之, 二者之差異亦不顯著。故疏植時, 單株種子較重。

(6) 種子百粒重 春、夏作均以早播之種子百粒重較重, 其差異極為顯著。此因晚播時, 種子之形成, 春作適逢高溫, 夏作則逢低溫, 高、低溫度均有礙大豆種子之充分發育, 而早播時却反是。不同栽培密度對種子百粒重之影響, 在春、夏作均不顯著。

表 4 播種期與栽培密度對大豆農藝性狀之影響

Table 4. Effects of planting date and spacing on agronomic characters of soybeans

處理—性狀 Treatment— characteristics	期 作 Cropping	順 序 Order	最 高 Maximum	最 低 Minimum	顯著水準 Significance level
播種期與株高 Planting date— Plant height	春 作 (1st Crop) 夏 作 (2nd Crop)	$P_2 \rightarrow P_1$	57.7	42.4	HS
		$P_1 \rightarrow P_2$	51.9	51.3	NS
播種期與分枝數 Planting date— no. of branches	1st Crop	$P_1 \rightarrow P_2$	5.3	3.3	HS
	2nd Crop	$P_2 \rightarrow P_1$	3.1	3.0	NS
播種期與主莖節數 Planting date— no of nodes	1st Crop	$P_2 \rightarrow P_1$	19.8	16.3	HS
	2nd Crop	$P_1 \rightarrow P_2$	12.9	12.6	NS

播種期與莢果數 Planting date— no. of pods	1st Crop	$p_1 \rightarrow p_2$	49.3	38.7	HS
	2nd Crop	$p_1 \rightarrow p_2$	37.3	34.1	HS
播種期與單株種子重 Planting date— Seed weight per plant	1st Crop	$p_1 \rightarrow p_2$	14.6	7.8	HS
	2nd Crop	$p_1 \rightarrow p_2$	12.6	10.1	HS
播種期與種子粒重 Planting date— 100Seed weight	1st Crop	$p_1 \rightarrow p_2$	19.3	13.9	HS
	2nd Crop	$p_1 \rightarrow p_2$	18.3	15.8	HS
密度與株高 Spacing— Plant height	1st Crop	$d_3 \quad d_4 \quad d_5 \quad d_1 \quad d_2$	53.2	47.4	S
	2nd Crop	$d_4 \quad d_3 \quad d_2 \quad d_5 \quad d_1$	53.9	49.1	HS
密度與分枝數 Spacing— no. of blanches	1st Crop	$d_2 \quad d_5 \quad d_1 \quad d_3 \quad d_4$	5.3	3.5	HS
	2nd Crop	$d_1 \quad d_5 \quad d_2 \quad d_4 \quad d_3$	3.7	2.3	HS
密度與主莖節數 Spacing— no. of main stem nodes	1st Crop	$d_4 \quad d_1 \quad d_5 \quad d_2 \quad d_3$	12.1	11.3	NS
	2nd Crop	$d_4 \quad d_5 \quad d_3 \quad d_1 \quad d_2$	13.1	12.5	NS
密度與莢果數 Spacing— no. of pods	1st Crop	$d_2 \quad d_1 \quad d_5 \quad d_3 \quad d_4$	51.0	37.0	HS
	2nd Crop	$d_5 \quad d_1 \quad d_2 \quad d_4 \quad d_3$	42.5	28.4	HS
密度與單株種子重 Spacing— Seed weight/plant	1st Crop	$d_2 \quad d_1 \quad d_5 \quad d_3 \quad d_4$	13.3	9.1	HS
	2nd Crop	$d_5 \quad d_1 \quad d_2 \quad d_4 \quad d_3$	13.2	8.8	HS
密度與種子百粒重 Spacing— 100 Seed weight	1st Crop	$d_1 \quad d_4 \quad d_5 \quad d_3 \quad d_2$	17.4	16.2	NS
	2nd Crop	$d_4 \quad d_5 \quad d_1 \quad d_3 \quad d_2$	17.7	16.1	NS

註：S 顯著在 5% 平準，HS：顯著在 1% 平準，NS：不顯著。

Remarks：S：Significance at 5% level，HS：Significance at 1% level

NS：No. Significance

7. 播種期與栽培密度連應時對農藝性狀之關係 本試驗中各級連應達於顯著之性狀者如表 5，計春作早播 (p_1) 與 d_2 (密度中等) 連應時，有使分枝數及莢果數增加之效果，而晚播 (p_2) 與 d_5 (密度最小) 連應時，亦可增加莢果數。夏作時早播 (p_1) 與 d_3 (密度最大) 之組合，對主莖節數之增加

，效果極大。

表5. 播種期 (p) × 栽培密度 (d) 之交感效應與農藝性狀之關係 (註)

Table 5. Effects of interaction of planting date × spacing on agronomic characters of soybeans

d \ p	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅
p ₁	—	+0.65* (分枝數, 春作) +5.48* (莢果數, 春作)	+0.56** (主莖節數, 夏作)	—	—
p ₂	—	—	—	—	+5.84** (莢果數, 夏作)

註：本表僅列出 p × d 之交感值達於顯著水準之性狀。

Remark: Only those agronomic characters whose value of interaction between d × p are significance included in this table.

五、摘 要

(一) 本試驗共計10處理 (栽培密度 5 × 播種期 2)，採用逢機完全區集複因子設計，重複四次。供試品種為臺農三號，試驗田地為砂壤土，肥力中等，兩期作 (春及夏) 之前作物均為水稻。

(二) 五種栽培密度對大豆之產量，在春作有極顯著之影響，以 d₂ (40 × 10 公分，密度中等) 及 d₄ (30 × 10 公分，密度次大) 之產量較高，d₁ (45 × 10 公分，密度次小) 及 d₅ (22.5 × 22.5 公分，密度最小) 最低。夏作大豆不同栽培密度間產量之差異不顯著；以密度最大之 d₃ (30 × 10 公分) 產量最高，仍以密度較小及最小之 d₁ 及 d₅ (45 × 10 公分及 22.5 × 22.5 公分) 二種密度之產量最低。因之密集栽培 (指在某一密度範圍內)，可使大豆之產量增高。

(三) 春、夏作大豆，均以早播者具有較高之產量。早播增產率春作為99.4%，夏作為71.3%。早播之效果於茲可見。

(四) 播種期與農藝性狀之關係 本試驗研究之六項大豆性狀，春作概受播期之影響，且有極顯著之差異；其中早播可使分枝數及莢果數增多，單株種子重及百粒重增加；但早播大豆之株高較低，主莖節數亦較少。此因春作晚播時 (4月2日)，氣溫已高 (與早播相比)，大豆植株有徒長現象，故株高必然增高。夏作大豆之莢果數、單株種子重、及百粒重三性狀，早播時顯著增加；另外株高，主莖節數及分枝數等三性狀，受播種期之影響雖不顯著，但早播大豆之株高仍較高，主莖節數仍多，只分枝數在早播時減少。因之早播對大豆之農藝性狀，多有促進之效果。

(五) 栽培密度與農藝性狀之關係 春、夏作受密度影響而差異顯著之大豆性狀為株高、分枝數、莢果數及單株種子重四項，受影響但無差異的性狀為主莖節數及種子百粒重二項，惟就整體而言，農各項大豆農藝性狀所受栽培密度之影響，無論顯著與否，除株高外，概以密度較小者 (d₁、d₅) 之效果較大 (居於第1—3位次)，此項趨勢在夏作時更為真實，其結果與 d₁、d₅ 在大豆產量上常居於第4—5位次，十分吻合。因種植密而單位面積之產量高 (指在某一密度範圍)，但分枝數、莢果數、單株種子重等均將稍低，惟株高則增加。

參 考 文 獻

- 高雄區農業改良場 (1961) 大豆水田裡作栽培試驗, 雜作簡報, 第三輯, P.P.205—206
- 湯文通 (1970) 不同行株距對不同株型大豆農藝性狀之影響, 中華農學會報, 新69期, P.P.10—18
- 洪阿田 (1965) 大豆不整地栽培試驗, 雜作簡報, 第七輯, P.P.206—207
- 李明雄 (1965) 大豆冬季水田裡作栽培試驗, 雜作簡報, 第七輯 P.P.204—205
- 戴喬治 (1960) 大豆產量構成因素的分析與檢討, 中華農學會報, 新46期, P.9.

W.F.Lehman and J.W.Lambert (1954) Effect of spacing of soybean plants between and within rows on yield and its components. A.J. Vol. 52 : 84—86

Edgar E.Hartwig (1954) Factors affecting time of planting soybean in the southern States.USDA,Circular No.943

EFFECTS OF PLANTING DATE AND SPACING ON YIELD AND AGRONOMIC CHARACTERS OF SOYBEANS 1

Kuo—Lein Chan²

Summary

More than 75% of soybean production are grown in southern part of Taiwan where fall—sown soybean is practiced. Soybean seeds are sown in the rice stubbles right after harvest of the second rice crop without land preparation. With this cultural method, the spacing for soybean is just the same as the spacing of rice crops. Two spacings of rice crop, regular—row—dense planting and wide—row—dense planting, were applied popularly in the southern part of Taiwan. In this area, planting date is one of the most critical factors on production of soybeans. The late planting by half month for fall—sown soybean crop will greatly affect the yield. Therefore information on adequate spacing and date of planting that will result in good yield and better agronomic characters, are urgently needed.

A 2×5 factorial experiment, with two planting dates, early and late (p_1 and p_2 at an interval of 20 days), and five different spacings: $d_1=45 \times 10$ cm. (222,220 plants/ha), $d_2=40 \times 10$ cm. (250,000 plants/ha), $d_3=30 \times 10$ cm. (333,330 plants/ha), $d_4=27 \times 13.5$ cm. (274,320 plants/ha), $d_5=22.5 \times 22.5$ cm. (197,510 plants/ha) was used. This experiment was conducted in the 1st and 2nd crop in the 1968. Agronomic characters studied were: yield per plot, plant height, no. of branches, no. of main stem nodes, no. of pods, seed weight per plant, and weight per 100 seeds. The results are summarized as follows:

(1) **Effect of spacing on yield** Highly significant difference were found among spacing treatments for the first crop. The seed yield obtained from the d_2 and d_4 spacings are greater than the yield from the other three spacings (table 2). Although no significant difference of seed yield among spacings was obtained from the 2nd crop, the yields of $d_3, d_2, d_4,$ and d_1 spacings were still greater than the yield of the d_5 spacing. This result showed that the larger (or medium) the plant population is, the greater (or the greater)

the seed yield will be.

(2) **Effect of planting date on yield** The seed yield obtained from the early planting date (p_1) was greater than that from the late planting date (p_2) with highly significant difference both in the 1st and 2nd crop. The seed yield index of early planting date (p_1) by taking late planting as 100 were 199.4 and 171.3 (total 3), respectively.

(3) **Effect of planting date on agronomic characters** As shown in table 4, in 1st crop, six characters studied were all affected greatly (1% level of statistical significance) by planting dates. A greater number of pods, seed weight and weight per 100 seeds, were observed when planted soybean early. Lower plant height and less number of main stem nodes were also found in the early planting soybeans. This was because late planting soybeans affected by higher day temperature that caused the plant taller with elongation. In 2nd crop, a highly significant increasing of pods, seed weight per plant, and weight per 100 seeds were obtained in early planting soybeans. There was no significant difference between planting dates on plant height, no. of main stem nodes, and branches of soybean plants. However except branches, a small increase of plant height and no. of main stem nodes were obtained in early planting dates. Therefore, the effect of early planting on agronomic characters of soybeans is very strong.

(4) **Effect of spacing on agronomic characters** As shown in table 4, both the 1st and 2nd crops, there was more number of pods, branches and higher seed weight per plant, when plant population was small (as d_1 and d_5). No significant difference was found among spacings on the no. of main stem nodes and weight per 100 seeds in both crops. It is concluded that in general, the smaller the plant population, the better the agronomic characters, except plant height, will be.

Good agreement was obtained between the effect of spacing d_1 and d_5 on agronomic characters (they were ranked in the first to the third places) and on yield production of soybeans (they were ranked in the fourth and the fifth places). A quite reasonable explanation is that the yield per unit and the plant height will be higher and taller, while the no. of branches, pods, seed weight per plant will be accordingly lower when plant production is large (in a limited production range).

1 Serial No. Q 548

2. Associate specialist, Taiwan Agricultural Research Institute, Taipei, Taiwan, Republic of China