Ann. Rep. Dryland Food Crop Imp. 102:44-50 (2013)

耐低溫大豆品種選育及低投施栽培技術改進

吳昭慧、黃涵靈

行政院農業委員會臺南區農業改良場

摘　要

因應氣候變遷進行耐逆境種源收集評估及選育能適應惡劣環境及需肥性低且抗病蟲害的大豆新品種。並建立高密度、低投施之省工栽培技術，降低大豆生產成本，以穩定農民收益。本計畫雜交育種與引種同步進行，區域試驗之大豆品系 TS99-38S 平均產量每公頃 2,107–3,896 公斤，較高雄選 10 號增加 13.0–16.2%，且耐白粉病。並從世界蔬菜中心種原庫篩選 1 5 個品種及國外引進 S t u a r t 等 6 個品種， I I T A (International Institute of Tropical Agriculture) 進行 64 個品系之引種評估。省工栽培試驗，粗放栽培地區以撒播開溝、水旱田輪作田區以作畦栽培、旱田田區以條播栽培表現較佳。秋作黑豆可採密植行株距 50 公分×10 公分×2 株種植，以 9 月份為較佳播種期；春作亦可採密植行株距 50 公分×10 公分×2 株種植，以 2 月份為較佳播種期，感光性品種不宜 3 月之後種植。耐低溫適合早春或秋裡作品種選育，汰劣擇優選留 20 個品系晉級，早春以 C102-10(TN3-S) 每公頃 2,231 表現較佳。

關鍵詞：大豆、品種選育、栽培技術。

前　言

2012 年世界大豆栽培面積為 10,662 萬公頃，產量達 25,313 萬公噸，其中美國 8,205 萬公噸，約 32.4%，巴西 6,570 萬公噸，約 25.9%，阿根廷 5,150 萬公噸，約 20.3%，中國 1,280 萬公噸，約 5.1%。以上四國大豆生產量共約世界大豆產量之 83.7%。2012 年世界大豆出口貿易共達 9,102 萬噸，美國出口 3431 萬噸，約 37.7%，巴西出口 3,298 萬噸，約 36.2%，美國及巴西兩國合計出口量達世界大豆出口之 73.9%，其中主要進口國為中國 5,245 萬公噸，約 57.6%，臺灣大豆進口量 234 萬公噸為第七名，與第二名墨西哥 334 萬公噸僅差 100 萬公噸，凸顯兩個重點，大豆為臺灣重要飼料及糧食作物，而臺灣完全仰賴進口，自給率太低。全世界大豆生產國及需求國是如此有限，市場供需結構非常脆弱，加上近年國際糧價飆漲，且大豆占全球轉基因作物面積的 47% (7540 萬公頃)，全球大豆中基改與非基改比例為 3：1，基於糧食安全，努力振興國產大豆，提供國人安全、高品質的大豆有其迫切性。加上近年來氣候變遷，耐逆境品種選育及栽培成本降低，才能增加農民種植意願，進而提高國內大豆自給率。本計畫目標為進行高產食用大豆之品種選育，以高品質、健康、安全作為市場區隔，並建立高密度、低投施省工栽培技術以及因應氣候變遷，耐低溫適合早春或秋裡作品種選育，配合小地主大佃農政策推行，提高禾豆科輪作，增加氮肥利用效率。

材料與方法

一、高產食用大豆品種改良

(一)雜交親本組合：

雜交組合依育種目標選擇適當父母本進行人工雜交，共計 3 組合。雜交後代分離及培育：F_2–F_3 世代培育採混合育種法進行，行

距 50 公分，株距 7.5 公分，每穴一株，每個組合自成一小區，並以目前主要栽培品種高雄 8 號、高雄選 10 號及台南選 1 號為對照。

(二)引種：

世界蔬菜中心種原庫篩選、種苗商國外引種以及 IITA (International Institute of Tropical Agriculture) 的種原庫引種。主要目標為耐低溫，次要目標為高蛋白質、種臍白色及高產量。

二、高密度、低投施省工栽培技術之建立

(一)低投施省工栽培技術開發：

試驗地點下營、麻豆及西螺，整地播種方式採作畦栽培、撒播覆土、撒播覆土開溝或中耕機附掛播種器 (條播) 等處理，每個試區面積為 0.2 公頃，於植株成熟期進行取樣調查其不同栽培模式植株之農藝性狀，全區採收調製後進行總產量、成本及農民總收益分析。

(二)密度及播種期試驗：

主要栽培品種為材料，於不同播種期進行試驗，密度分成行株距 50 公分×10 公分×2 株、50 公分×13 公分×2 株及 50 公分×15 公分×2 株 3 個等級，生育期成熟期調查農藝性狀及產量。

三、耐低溫適合早春或秋裡作品種選育

耐低溫適合早春或秋裡作品種選育：耐低溫係指在雲嘉南地區春作 1 月中旬，秋裡作 10 月中旬播種，品系產量仍達到每頃 1500 公斤。本年度試驗從前一年選出較耐低溫，即能在早春及晚秋 20℃能正常開花結莢之品系 30 個為材料，於早春及晚秋分組進行品系產量比較試驗。田間採逢機完全區集設計，4 重複，小區面積為 5 公尺×2 公尺，行株距 50 公分×15 公分×2 株，生育期成熟期調查農藝性狀及產量。

結果與討論

一、高產食用大豆品種改良

(一)依育種目標選擇適當父母本進行人工雜交、雜交後代分離及培育，於 F_7 世代進行優良株行選拔、並進行株行觀察試驗、品系試驗及區域試驗。已完成 6 個雜交組合人工授粉。區域試驗之大豆品系 TS99-38S 平均產量每公頃 2,107–3,896 公斤，較高雄選 10 號增加 13.0–16.2%，且耐白粉病，已命名為大豆台南 10 號。TS99-38S 之鹽水及新化 2 個地點的平均產量及農藝性狀 (表 1 及 2)，在 101 年秋作方面，TS99-38S 的生育日數為 97 天，較對照品種高雄選 10 號晚 6 天成熟。TS99-38S 的植株高度為 42.1 公分較高雄選 10 號 51.6 公分矮，始莢位高度 11.9 公分適合機械採收，分枝數為 0.6 枝，主莖節數 11.3 節，單株莢數 22.2 個，單株粒重 11.6 公克較高雄選 10 號 8.7 公克重，百粒重 26 公克大於高雄選 10 號之 16.6 公克，每公頃子實產量為 2,270 公斤，較高雄選 10 號每公頃 1,953 公斤增產 16.2%。在 102 年春作方面，TS99-38S 生育日數為 102 天，較對照品

表 1. TS99-38S 區域試驗農藝性狀調查平均表現。

Table 1. The average of agronomic characters of TS99-38S in regional trial.

參試品系	期作	生育日數 (d)	株高 (cm)	始莢高度 (cm)	分枝	單株節數	單株莢數	單株粒重 (g)
TS99-38S	秋作	97	42.1	11.9	0.6	11.3	22.2	11.6
高雄選 10 號		91	51.6	11.3	1.4	11.3	25.1	8.7
TS99-38S	春作	102	60.8	12.9	1.9	13.2	27.6	15.3
高雄選 10 號		104	71.1	12.2	2.3	13.4	33.5	14.6

表 2. TS99-38S 區域試驗百粒重及籽實產量平均表現。
Table 2. The average of hundred-seed weight and seed yield of TS99-38S in regional trial.

參試品系	期作	百粒重(g)	籽實產量(kg/ha)	產量指數(%)
TS99-38S	秋作	26.0	2,270	116.2
高雄選 10 號		16.6	1,953	100
TS99-38S	春作	26.7	3,302	113.0
高雄選 10 號		19.2	2,918	100

種高雄選 10 號早 2 天成熟。株高及始莢位高度為 60.8 公分及 12.9 公分適合機械採收，且植株直立較不易倒伏，對照品種高雄選 10 號株高約 71.1 公分，部分植株有倒伏現象，影響機械採收，TS99-38S 分枝數為 1.9 枝，主莖節數 13.2 節，單株莢數 27.6 個，單株粒重 15.3 公克較高雄選 10 號 14.6 公克重，百粒重 26.7 公克大於高雄選 10 號之 19.2 公克，每公頃子實產量為 3,302 公斤，較高雄選 10 號每公頃 2,918 公斤增產 13%。

(二)引種：已從世界蔬菜中心種原庫篩選 15 個品種及國外引進 Stuart 等 6 個品種，亦向 IITA (International Institute of Tropical Agriculture)的種原庫進行 50 個品系及 14 個 IITA 育成的品系進行引種觀察評估。

二、高密度、低投施省工栽培技術之建立

(一)低投施省工栽培技術開發

101 年秋作西螺地區黑豆臺南 5 號栽培模式採用作畦栽培、撒播覆土、撒播覆土開溝處理，其成本及收益分析如表 3。生產成本最高為作畦栽培每公頃 55,120 元，但籽實產量亦以作畦栽培每公頃 3,550 公斤最高，淨收益每公頃可達 104,540 元，較撒播開溝增加 7.7%收益，因此西螺地區秋作種植且有充分水源灌溉，以作畦栽培為理想栽培模式。

101 年秋作下營地區黑豆臺南 3 號栽培模式採用作畦栽培、撒播覆土開溝及中耕機附掛播種器 (條播) 處理，其成本及收益分析如表 4。生產成本最高為作畦栽培每公頃 49,920 元，但籽實產量則以條播栽培每公頃 1,930 公斤最高，淨收益每公頃可達 47,380 元，較撒播開溝增加 66.4%收益，因此下營地區秋作種植且有充分水源灌溉，以條播栽培為理想栽培模式。

101 年秋作麻豆地區黑豆臺南 3 號栽培模式採用作畦栽培、撒播覆土、撒播覆土開溝處理，其成本及收益分析如表 5。生產成本最高為作畦栽培每公頃 42,000 元，但籽實產量則以條播栽培每公頃 1,950 公斤最高，淨收益每公頃可達 60,250 元，較作畦栽培增加 29.8%收益，因此在麻豆地區適合以種植與開溝同時進行之農機進行撒播開溝栽培模式。

綜合結果，粗放栽培地區以撒播開溝、水旱田輪作田區以作畦栽培、旱田田區以條播栽培表現較佳。

(二)密度及播種期試驗

主要栽培品種為材料，於不同播種期進行試驗，密度分成行株距 50 公分×10 公分×2 株、50 公分×13 公分×2 株及 50 公分×15 公分×2 株 3 個等級，生育期成熟期調查農藝性狀及產量。

101 年秋作不同密度及播種期試驗，參試品種為黑豆台南 3 號及台南 5 號，播種期於秋作 9 月 12 日及秋裡作 11 月 5 日，其結果如表 6。秋作黑豆臺南 5 號耐密植，行株距 50 公分*10 公分*2 株之產量最高，每公頃 2,313 公斤。臺南 3 號則三個播種密度產量均無明顯差異；秋裡作兩品種均以密植產量較佳，但整體產量極低，均不適合 11 月上旬種植。

表 3. 101 年秋作黑豆臺南 5 號栽培模式成本及收益分析 (西螺)。

Table 3. The analysis of cost and benefit of Tainan No. 5 for different cultivation methods in 2012 autumn crop (Siluo).

栽培模式	整地播種 (NT $ /ha)	灌溉 (NT $ /ha)	乾燥調製包裝 (NT $ /ha)	總成本合計 (NT $ /ha)	籽實產量 (kg/ha)	籽實收益 (NT $ /ha)	淨收益 (NT $ /ha)
作畦	14,000	3,900	7,816	55,120	3,550	159,660	104,540
撒播開溝	10,500	3,900	7,244	51,040	3,290	148,140	97,100
撒播	9,000	---	7,094	45,490	3,220	144,770	99,280

表 4. 101 年秋作黑豆臺南 3 號栽培模式成本及收益分析 (下營)。

Table 4. The analysis of cost and benefit of Tainan No. 3 for different cultivation methods in 2012 autumn crop (Shiaying).

栽培模式	整地播種 (NT $ /ha)	乾燥調製包裝 (NT $ /ha)	總成本合計 (NT $ /ha)	籽實產量 (kg/ha)	籽實收益 (NT $ /ha)	淨收益 (NT $ /ha)
作畦	15,000	3,520	49,920	1,760	87,950	38,030
撒播開溝	10,500	2,930	44,830	1,470	73,300	28,470
條播	14,000	3,870	49,270	1,930	96,650	47,380

表 5. 101 年秋作黑豆臺南 3 號栽培模式成本及收益分析 (麻豆)。

Table 5. The analysis of cost and benefit of Tainan No. 3 for different cultivation methods in 2012 autumn crop (Matou)

栽培模式	整地播種 (NT $ /ha)	灌溉 (NT $ /ha)	乾燥調製包裝 (NT $ /ha)	總成本合計 (NT $ /ha)	籽實產量 (kg/ha)	籽實收益 (NT $ /ha)	淨收益 (NT $ /ha)
作畦	14,000	2,600	3,900	42,000	1,770	88,400	46,400
撒播開溝	10,000	1,300	4,250	37,050	1,950	97,300	60,250
撒播	10,500	---	3,930	35,930	1,780	89,150	53,220

表 6. 101 年秋作不同密度及播種期試驗。

Table 6. Planting density and sowing date experiments in 2012 autumn crop

播種日	品種	密度 (cm*cm*no.)	株高 (cm)	單株粒重 (g)	百粒重 (g)	籽實產量 (kg/ha)
9/12	TN5	50*10*2	31.5	11.2	30.4	2,313 [a]
		50*13*2	34.1	8.1	33.2	2,015 [b]
		50*15*2	32.9	9.2	31.8	1,766 [c]
	TN3	50*10*2	45.9	6.9	10.6	1,791 [a]
		50*13*2	45.9	8.3	11.6	1,734 [a]
		50*15*2	46.5	8.8	11.4	1,739 [a]
11/5	TN5	50*10*2	21.3	1.7	23.2	503 [a]
		50*13*2	18.8	1.9	24.7	352 [b]
		50*15*2	20.6	2.0	24.4	371 [b]
	TN3	50*10*2	24.3	2.2	13.0	566 [a]
		50*13*2	22.8	2.1	12.5	426 [ab]
		50*15*2	20.3	1.6	12.6	299 [b]

102 年春作不同密度及播種期試驗，參試品種為黑豆台南 3 號、台南 5 號及黃豆高雄選 10 號，播種期於 1 月 16 日、2 月 19 日、3 月 15 日，其結果如表 7。春作 1 月 16 日播種黑豆台南 3 號及台南 5 號三個播種密度產量均無明顯差異，黃豆高雄選 10 號則行株距 50 公分×13 公分×2 株之產量最高，每公頃 1,816 公斤。而 2 月中旬種植三品種均以密植行株距 50 公分×10 公分×2 株之產量最高，且較 1 月中旬及 3 月中旬種植之產量高。3 月中旬種植黑豆台南 5 號三個播種密度產量均無明顯差異，黃豆高雄選 10 號則行株距 50 公分×10 公分×2 株之產量最高，每公頃 1,433 公斤。黑豆台南 3 號為感光性品種不宜 3 月之後種植，3 月中旬種植遲至 7 月下旬採收，莢果均因下雨及高溫等因素其充實度不佳。

綜合結果，秋作黑豆可採密植行株距 50 公分×10 公分×2 株種植，以 9 月份為較佳播種期；春作亦可採密植行株距 50 公分×10 公分×2 株種植，以 2 月份為較佳播種期。

三、耐低溫適合早春或秋裡作品種選育

101 年 1 月上旬完成耐逆境種源 100 個品種系收集，於 1 月 13 日完成播種，生育過程中因低溫部分品系生長較差，以 A004 等 41 個品種系表現較佳，早熟品系 4 月底進行採收，部分感光性品系至 6 月中旬才成熟。秋裡作進行耐冷觀察試驗，由於 11 月 5 日種植，溫度低且日照不足，大多數品系生長情形不佳，於生育期間汰劣擇優選留 20 個品系晉級 102 年試驗 。102 年早春耐冷性試驗以 C102-10 (TN3-S) 每公頃 2,231 公斤表現較佳(表 8)，其次為 C102-09 每公頃 2,194 公斤。

表 7. 102 年春作不同密度及播種期試驗。

Table 7. Planting density and sowing dater experiment in 2013 spring crop

播種日	品種	密度 (cm*cm*no.)	株高 (cm)	單株粒重 (g)	百粒重 (g)	籽實產量 (kg/ha)
1/16	TN5	50*10*2	32.2	2.9	26.6	1,019 [a]
		50*13*2	33.6	3.1	28.9	836 [a]
		50*15*2	33.4	3.1	24.0	816 [a]
	TN3	50*10*2	36.0	2.3	10.8	1,011 [a]
		50*13*2	37.7	3.5	11.2	1,004 [a]
		50*15*2	40.8	3.0	10.2	1,000 [a]
	KSS10	50*10*2	43.2	4.2	17.4	1,449 [b]
		50*13*2	45.5	7.0	18.3	1,816 [a]
		50*15*2	45.9	5.9	18.1	1,444 [b]
2/19	TN5	50*10*2	32.2	19.2	28.1	3,698 [a]
		50*13*2	48.3	20.6	27.8	2,962 [b]
		50*15*2	50.9	15.9	30.2	2,410 [b]
	TN3	50*10*2	60.8	12.1	13.9	3,107 [a]
		50*13*2	62.7	11.6	12.7	2,391 [b]
		50*15*2	66.9	13.6	15.0	2,347 [b]
	KSS10	50*10*2	65.4	11.9	15.3	2,758 [a]
		50*13*2	67.9	7.7	16.7	1,898 [b]
		50*15*2	76.6	9.7	16.7	2,011 [b]
3/15	TN5	50*10*2	36.1	3.0	25.6	1,197 [a]
		50*13*2	37.6	4.7	25.0	1,435 [a]
		50*15*2	34.6	4.0	24.1	1,067 [a]
	KSS10	50*10*2	56.1	3.6	16.8	1,433 [a]
		50*13*2	58.6	4.3	16.5	1,312 [ab]
		50*15*2	61.3	4.1	17.7	1,088 [b]

表 8. 102 年早春表現較優 10 個品種系。
Table 8. 10 better lines in 2013 early spring crop

品系代號	生育日數 (d)	株高 (cm)	單株粒重 (g)	百粒重 (g)	籽實產量 (kg/ha)
C102-04	101	30.2	4.65	12.6	1,306
C102-08	111	38.0	5.86	15.3	1,824
C102-09	106	40.1	6.97	16.3	2,194
C102-10	106	38.6	8.98	15.4	2,231
C102-11	111	48.5	6.72	25.8	1,783
C102-12	106	40.2	6.84	33.2	1,777
C102-13	113	51.4	4.22	26.8	1,263
C102-17	106	45.7	6.02	35.4	1,744
C102-19	101	41.1	5.34	23.8	1,365
C102-20	106	36.0	4.36	24.0	1,299

引用文獻

王連錚、王金陵。1992。大豆遺傳育種學。科學出版社 pp.1–407。

國際農業生物技術應用推廣協會 (ISAAA) http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.asp (下載日期 2013)

陳武德、連大進。1993。大豆栽培與機械化作業。台南區農業技術專刊集合本 pp.52–57。

曾富生、詹國連。1979。大豆增產可能性及限制因素之探討與改進對策。科學農業 28:217–248。

聯合國糧食及農業組織 (FAO) 統計年報 http://faostat.fao.org (下載日期 2013)

Pejic, B., L. Maksimovic, S. Cimpeanu, D. Bucur , S. Milic, and B. Cupina. 2011. Response of soybean to water stress at specific growth stages. Journal of Food Agriculture &Environment. 9(1):280–284.

Shafii, F., A. Ebadi, K.S. Golloje, and A. Eshghi -Gharib. 2011.Soybean response to nitrogen fertilizer under water deficit conditions. African Journal of Biotechnology. 10(16):3112–3120.

The Breeding of Chilling Tolerance in Soybean and the Improvement of Simple Facilities Cultivation

Chao-Hui Wu and Han-Ling Huang

Tainan District Agricultural Research and Extension Station

Abstract

In order to adapt to the impacts of climate change, we collected the soybean varieties and developed the varieties that are stress tolerant and disease resistant and require low fertilizer cost. We also established labor-saving cultivation methods that can achieve high planting density, decrease costs and maintain the benefit for farmers. In this project, we cross bred and introduced soybean varieties at the same time. In the regional trial, the average yield of soybean line TS99-38S was 2,107–3,896 kg/ha, which was 13.0–16.2% more than Kaohsiung selection No.10. This line is tolerant of powdery mildew. We selected 15 varieties from AVGRIS (AVRDC Vegetable Genetic Resources Information System) and introduced 64 varieties from IITA (International Institute of Tropical Agriculture) and 6 varieties from other countries. Based on the result of the labor-saving experiment, it is ideal to cultivate by broadcasting and ploughing furrow in a more extensive cultivation system field. The rice-upland rotation fields are better suited to using ridges for cultivation and it is better to drill when the water supply is sufficient. Autumn and spring crops of black soybean can both be cultivated by creating a spacing of 50 cm × 10 cm × 2. Their proper sowing dates are September and February. Furthermore, it is not suitable to cultivate the photosensitivity varieties after March. We selected 20 lines under cold temperatures for early spring crop or autumn intercrop, and C102-10(TN3-S) had higher yields (2,231 kg/ha) in the early spring crop.

Key words: Chilling tolerance, Soybean, Cultivation technique.