

肥料處理對秋作大豆產量及品質之影響¹

吳昭慧²

摘 要

吳昭慧。2019。肥料處理對秋作大豆產量及品質之影響。臺南區農業改良場研究彙報 74：47-54。

食用級大豆不僅要高產以提高農民收益，而且要有高含量蛋白質以利加工品質之提升。合理配施氮磷鉀將有助於提高大豆產量及蛋白質含量。本試驗進行不同肥料處理探討對大豆產量及品質之影響，試驗顯示肥料施用較少則成熟期相對提早。增施基肥則大豆株高顯著增高，播種後 45 天莢果伸長期進行追肥對產量提升效果有限，因此基肥及追肥要盡早施用。以每公頃基肥 N：P₂O₅：K₂O = 60：60：60 公斤，30 天追肥 N：P₂O₅：K₂O = 30～60：30～60：30～60 公斤，合計全生育期每公頃施肥量為 N：P₂O₅：K₂O = 90～120：90～120：90～120 公斤之組合最佳。氮磷鉀肥對產量與品質影響結果顯示，施用氮肥明顯提高大豆百粒重及蛋白質含量，不施鉀肥則明顯降低產量及總糖含量，因此均衡調配氮磷鉀肥配比將有助於產量與品質之提升。

現有技術：目前大豆合理化施肥為每公頃 N：P₂O₅：K₂O = 60：60：60 公斤。

創新內容：隨著品種選育調整肥料施用，可提高產量和品質。

對產業影響：提高農民收益及大豆品質。

關鍵字：大豆、肥料、產量、品質

接受日期：2019 年 10 月 2 日

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 510 號。

2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場副研究員。712 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

聯合國糧農組織從宏觀上估算化學肥料在農業各項增產措施中的作用佔 30% ~ 50%，可見肥料是作物增產的關鍵因素⁽³⁾。不過過多肥料不僅造成農業投入成本增加，更導致農地土壤環境污染，合理化施肥不僅可以提高經濟效益，更有利於農田永續經營。大豆為短期作物，過去大豆平均公頃產量為 1.6 公噸⁽¹⁰⁾，由於品種改良及栽培技術改進，近年來產量大幅提升，隨著品種選育，適當調整肥料施用量將有助於產量及品質提升。國產大豆主要供應食品級大豆，食用級大豆不僅要高產以提高農民收益，而且要有高含量蛋白質以利加工品質之提升⁽¹⁴⁾。氮磷鉀肥料為作物生長主要三要素，氮、磷都是大豆細胞質、細胞核和各種酵素的組成成分，與籽實蛋白質和碳水化合物形成有密切關係，鉀雖然不參與細胞組成，但在各種重要代謝過程中都有促進作用⁽⁸⁾。合理配施氮磷鉀將有助於提高大豆產量及蛋白質含量。本試驗將探討農民慣用肥料施用量及施用方式對產量之影響，並了解氮磷鉀肥對產量、蛋白質、脂肪、總糖含量之影響，以作為未來提升大豆產量與品質之施肥參考。

材料與方法

一、不同施肥量與施肥時期對大豆產量之影響

(一) 材料：大豆 (黑豆) 臺南 11 號

(二) 地點：嘉義縣新港鄉

(三) 試驗方法：大豆合理化推薦施肥量為 $N : P_2O_5 : K_2O = 60 : 60 : 60$ ，即每 0.1 公頃施用 1 包 40 公斤臺肥 43 號複合肥料 (15-15-15-4 (氧化鎂))，以一半為基肥，一半於始花前作為追肥。另以農民慣用增用施肥量及分次施肥處理共計 5 個處理 (如表 1) 進行試驗比較，採用逢機完全區集設計，3 次重複，行株距 50 公分 \times 7.5 公分，小區面積 150 平方公尺。調查項目包含生育日數、株高、始莢位、主莖節數、百粒重及產量。

(四) 播種日期：2018 年 9 月 21 日

表 1. 肥料處理與成本

Table 1. Fertilizer treatment and cost

處理	肥料總量 $N:P_2O_5:K_2O$ (公斤/公頃)	基肥 $N:P_2O_5:K_2O$ (公斤/公頃)	30 天追肥 $N:P_2O_5:K_2O$ (公斤/公頃)	45 天追肥 $N:P_2O_5:K_2O$ (公斤/公頃)	施肥成本 (肥料與工資) (元/公頃)	與對照肥料 成本價差 (元/公頃)
A	120-120-120	60-60-60	60-60-60		11,800	5,900
B	90-90-90	60-60-60	30-30-30		8,850	2,950
C	120-120-120	60-60-60	30-30-30	30-30-30	11,800	5,900
D	90-90-90	30-30-30	30-30-30	30-30-30	8,850	2,950
CK	60-60-60	30-30-30	30-30-30		5,900	0

PS. 臺肥 43 號複合肥料 40 公斤 440 元，施用工資 150 元/包。

二、氮磷鉀肥對產量、蛋白質、脂肪、總糖含量之影響

(一) 材料：大豆(黑豆)臺南 11 號

(二) 地點：臺南市新化區

(三) 試驗方法：大豆合理化推薦施肥量為 $N : P_2O_5 : K_2O = 60 : 60 : 60$ 依此為對照。另以減施氮磷鉀肥進行試驗比較，採用逢機完全區集設計，3 次重複，行株距 50 公分 \times 7.5 公分，小區面積 40 平方公尺。調查項目包含生育日數、株高、始莢位、分枝、主莖節數、單株莢數、單株粒重、百粒重、產量及分析各處理之粗蛋白質、粗脂肪、總糖含量。

(四) 播種日期：2018 年 9 月 26 日

結果與討論

一、不同施肥量與施肥時期對大豆產量之影響

由 2018 年秋作大豆(黑豆)臺南 11 號不同施肥量與施肥時期之肥料試驗結果(表 2)，顯示肥料 A、B、C、D 處理之生育日數均為 98 天，對照組慣用施肥則為 91 天，肥料施用較少則相對提早成熟。生育期是大豆品種重要性狀，生育期太長容易影響後作適當播種期，生育期過短則不能充分利用當地光熱資源⁽⁶⁾。肥料 A、B、C 處理之植株高度明顯高於 D 處理及對照組，因此基肥的足夠量將會提高植株高度，每公頃基肥 $N : P_2O_5 : K_2O = 60 : 60 : 60$ 公斤則較 $30 : 30 : 30$ 公斤處理能有效提高株高，這對於秋作較晚播種有利，可避免植株太矮不利於機械採收。而 A、B、C 處理雖然基肥同量，但株高之間仍有明顯差異，此可能由於大豆株高一直至生育階段 R5 ~ R6 期(約生育 60 ~ 70 天)才達到最高。早期基肥足夠量明顯有促進株高，但後期的追肥亦會影響植株營養與生殖生長期之肥分利用，因而造成株高有所差異，至於 D 處理與對照組同樣基肥但追肥不同，其株高卻沒達顯著差異，推測原因可能在較少基肥情況下，追肥對株高的影響作用較小。始莢位及單株節數則不受施肥量之影響，百粒重則以 A 處理 24.6 公克為最重與 B、C 處理未達顯著差異，但明顯高於 D 處理及對照組，B、C 處理較 D 處理及對照組之百粒重重，但差異未達顯著，因此 A 處理 30 天追肥 $N : P_2O_5 : K_2O = 60 : 60 : 60$ 公斤則較 $30 : 30 : 30$ 公斤處理能有效提高百粒重，B、C 處理因基肥量較多效果可延伸至籽粒充實，故與 A 處理未達顯著差異。產量部分則以 A 處理之每公頃 3,458 公斤最高，顯著高於 D 處理 2,890 公斤及對照處理 3,062 公斤，A 處理與 B、C 處理產量差異則未達顯著。秋作大豆為短期作物，過去秋作大豆平均公頃產量為 1.6 公噸⁽¹⁰⁾，由於品種改良及栽培技術改進，近年來產量大幅提升，肥料量較以往合理化施肥量可能需要再調整。播種後 45 天已開完花再進行追肥效果不好，因此基肥及追肥要盡早施用，且以 A 處理之表現最佳，但 A 處理與 B、C 處理之差異均未達顯著，而與 D 處理及對照組差異顯著，因此相對要考慮肥料投入之經濟效益。從表 3 經濟效益分析顯示，製作價格每公斤 40 元，A 處理每公頃收購價達 138,320 元，對照組 122,480 元，每公頃增加 15,840 元，扣除肥料增施費用 5,900 元，則肥料 A 處理較對照組每公頃增加 9,940 元收益，B 處理則增加 8,650 元收益，C 與 D 處理則不利於收益，所以建議農民施肥以 A、B 兩處理為佳，即每公頃基肥 $N : P_2O_5 : K_2O = 60 : 60 : 60$ 公斤，30 天追肥

N : P₂O₅ : K₂O = 30 ~ 60 : 30 ~ 60 : 30 ~ 60 公斤，合計生育期 N : P₂O₅ : K₂O = 90 ~ 120 : 90 ~ 120 : 90 ~ 120 公斤。

表 2. 2018 年秋作大豆 (黑豆) 臺南 11 號不同施肥處理之農藝性狀

Table 2. Agronomic traits of soybean Tainan No.11 in different fertilizer treatments in the fall crop season of 2018

肥料處理	生育日數 (天)	株高 (公分)	始莢高度 (公分)	單株節數 (No.)	百粒重 (克)	籽實產量 (公斤/公頃)	產量指數 (%)
A	98	50.3	12.9	8.3	24.6	3,458	112.9
B	98	53.4	14.0	8.1	23.2	3,352	109.5
C	98	46.8	12.1	7.7	23.4	3,179	103.8
D	98	42.8	13.0	7.6	22.4	2,890	94.4
CK	91	41.2	13.0	8.0	22.3	3,062	100.0
LSD 5%		3.3	1.3	0.7	1.56	291.7	

二、氮磷鉀肥對產量、蛋白質、脂肪、總糖含量之影響

氮磷鉀對大豆產量及品質均有所影響，傳統的施肥強調大量供給農作物生長所需的充足肥料，導致肥料利用效率和經濟效益降低，生產成本提高，出現了明顯的報酬遞減現象，而且還會帶來土壤和生態環境污染，因此合理施肥十分重要⁽²⁾。本試驗以大豆合理化推薦每公頃施肥量 N : P₂O₅ : K₂O = 60 : 60 : 60 公斤為對照，比較減施氮磷鉀對大豆產量及品質之影響，結果顯示如表 4，生育日數均為 89 天，各處理之株高及單株節數均無顯著差異，不施氮肥始莢位最低 6.9 公分顯著低於其他處理；不施氮肥處理之百粒重最輕 20.5 公克，這與曲等人⁽⁴⁾ 研究結果相同，氮肥的增加可明顯提高大豆百粒重。而公頃產量以磷鉀肥處理產量最高，每公頃達 2,058 公斤，與氮磷鉀肥處理及氮鉀肥處理未達顯著，而氮磷肥處理每公頃 1,846 公斤產量最差，顯示不施鉀肥將影響產量，這與謝等人⁽¹¹⁾ 的試驗結果相似，影響大豆高產的主要養分限制因子是鉀，不施鉀肥產量降低 10.6%。而在呂等人⁽⁵⁾ 花生研究試驗結果顯示施氮、磷、鉀對花生產量之肥料效應鉀肥 > 磷肥 > 氮肥亦有相同趨勢。但是王等人⁽²⁾ 的試驗結果則氮磷鉀對大豆增產效應是氮肥 > 鉀肥 > 磷肥，顯示氮肥對大豆增產的重要性。氮是大豆生長發育所需的主要營養物質之一，可透過根瘤菌共生固氮，亦可從土壤肥料吸收氮。土壤中含氮高會抑制根瘤活性，此時土壤氮肥滿足大部分大豆的氮需求。相反，在土壤含氮低的條件下，固氮可以滿足大部分大豆的氮需求。但為了獲得最佳的大豆產量，必須同時利用生物固氮和大豆根系吸收氮的作用⁽¹²⁾。而且氮磷鉀肥料之間互有交互作用。加上肥料的利用效率與土壤 pH 值、土壤水分、土壤結構、施肥時期、品種需肥特性都有關係^(2,13)。因此本試驗結果以不施鉀肥比不施氮肥對產量影響較大，可能與肥料只作基肥施用有關，卓⁽⁷⁾ 研究指出大豆增產應提倡氮肥後移 50% 作追肥，加上本試驗區為低產區以及大豆根瘤菌協助固氮，因而使本試驗氮肥施用對株高與產量沒有明顯效果。但是大豆種子中蛋白質的比例很高，約為 35 ~ 40%，氮的作用是很重要的。大豆可與根瘤菌共生固定大氣中的氮，亦可以吸收土壤或肥料中的氮。保持高長期固氮活性對於提高大豆產量是非常重要的。但是化學氮肥的施用通常會抑制根瘤的形成和固氮作用，如何施用

氮肥並配合根瘤菌固氮作用，將是提高大豆產量重要課題。另試驗表 4 之公頃產量明顯較表 2 試驗低，主要是試驗地區不同，表 2 為新港試區屬於水旱輪作田，土壤團粒結構佳，肥料分基肥及追肥施用；表 4 為新化試區屬於旱田連作，土壤團粒結構差，肥料只施基肥，因而造成兩試驗植株農藝性狀及產量有所差異。

表 3. 2018 年秋作大豆 (黑豆) 臺南 11 號不同肥料處理的經濟效益

Table 3. Economic benefits of different fertilizer treatments for soybean Tainan No.11 in the fall crop season of 2018

肥料處理	籽實產量 (公斤/公頃)	製作收購價 (元/公頃)	與對照收購價差 (元/公頃)	與對照肥料成本價差 (元/公頃)	施肥增加收益 (元/公頃)
A	3,458	138,320	15,840	5,900	9,940
B	3,352	134,080	11,600	2,950	8,650
C	3,179	127,160	4,680	5,900	-1,220
D	2,890	115,600	-6,880	2,950	-9,830
CK	3,062	122,480	0	0	0

表 4. 2018 年秋作大豆 (黑豆) 臺南 11 號氮磷鉀肥試驗之農藝性狀

Table 4. Agronomic traits of soybean Tainan No.11 in nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer tests in the fall crop season of 2018

肥料處理 N:P ₂ O ₅ :K ₂ O 60-60-60 (公斤/公頃)	生育日數 (天)	株高 (公分)	始莢高度 (公分)	單株節數 (No.)	百粒重 (克)	籽實產量 (公斤/公頃)
NPK	89	31.2	8.8	8.0	20.6	1,911
NP	89	31.3	8.2	8.3	21.4	1,846
NK	89	32.8	9.6	8.6	22.0	2,027
PK	89	31.5	6.9	7.6	20.5	2,058
LSD 5%		3.4	0.9	1.8	1.3	209.6

2018 年秋作大豆 (黑豆) 臺南 11 號氮磷鉀肥試驗之品質分析結果如表 5，氮磷鉀肥均衡處理組之每 100 公克粗蛋白質含量 36.7 公克，顯著高於缺施氮肥僅施磷鉀肥處理之粗蛋白質含量 35.2 公克，明顯氮肥對蛋白質影響大，這與王⁽¹⁾之研究結果相同，氮肥對大豆的蛋白質影響較明顯，較高的氮肥有利蛋白質含量的提升。而粗脂肪的含量則與粗蛋白質含量成負相關，氮磷鉀肥均衡處理組之每 100 公克粗脂肪含量 20.0 公克顯著低於缺施氮肥僅施磷鉀肥處理之粗脂肪含量 21.2 公克，與張等人⁽⁹⁾研究結果相同，粗脂肪與粗蛋白質含量呈極顯著負相關，因此較高氮肥有利蛋白質不利脂肪之合成。總糖含量則以缺鉀肥之處理每 100 公克總糖含量 2.05 公克明顯低於其他肥料處理，因此鉀肥為總糖含量之限制因子。大豆品種的產量、蛋白質、脂肪、總糖含量屬於數量性狀，受多基因調控，易受環境條件影響，而氮磷鉀肥的影響不是單獨作用，而是與其他兩種肥料的共同作用，每種肥料均有其最佳的施肥量，除了選育高產、高蛋白質含量

品種外，均衡調配肥料配比將有助於產量與品質之提升。

表 5. 2018 年秋作大豆 (黑豆) 臺南 11 號氮磷鉀肥試驗之品質分析

Table 5. Quality analysis of soybean Tainan No.11 in nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer tests in the fall crop season of 2018

肥料處理 N : P ₂ O ₅ : K ₂ O = 60 : 60 : 60 (公斤 / 公頃)	粗蛋白質 (g/100 g)	粗脂肪 (g/100 g)	總糖 (g/100 g)
NPK	36.7	20.0	3.20
NP	35.9	20.5	2.05
NK	35.9	20.4	2.83
PK	35.2	21.2	2.75
LSD 5%	1.18	1.15	0.46

結 論

過去大豆平均產量每公頃約 1.6 公噸，合理化施肥推薦用量為每公頃基肥 N : P₂O₅ : K₂O = 30 : 30 : 30 公斤，追肥 N : P₂O₅ : K₂O = 30 : 30 : 30 公斤。而隨著品種選育及栽培技術改進，目前栽培品種平均產量大幅提升至 2.5 ~ 3 公噸，適度調整肥料施用量將有助於農民整體收益。本試驗顯示肥料施用較少則成熟期相對提早。增施基肥則大豆株高顯著增高，播種後 45 天莢果伸長期進行追肥對產量提升效果有限，因此基肥及追肥要盡早施用。以每公頃基肥 N : P₂O₅ : K₂O = 60 : 60 : 60 公斤，30 天追肥 N : P₂O₅ : K₂O = 30 ~ 60 : 30 ~ 60 : 30 ~ 60 公斤，合計全生育期每公頃施肥量為 N : P₂O₅ : K₂O = 90 ~ 120 : 90 ~ 120 : 90 ~ 120 公斤之組合最佳。另外氮磷鉀肥對產量及蛋白質等成分有所影響，本試驗結果顯示施用氮肥明顯提高大豆百粒重及蛋白質含量，不施鉀肥則明顯降低產量及總糖含量，因此均衡調配氮磷鉀肥配比將有助於產量與品質之提升。

引用文獻

1. 王志新。2006。環境因素對大豆化學品質及產量影響研究 IV 常規肥料對大豆化學品質及產量的影響。中國農業通訊 2006(1) : 62。
2. 王政、高瑞鳳、姜濤、倪永君、姜德鋒。2008。氮磷鉀肥配施對大豆產量的影響研究。青島農業大學學報 25(2) : 131-134。
3. 宇萬太、趙鑫、張璐、馬強。2007。長期施肥對作物產量的貢獻。生態學雜誌 26(12) : 2040-2044。
4. 曲曉晶、曹笠珈、吳楠、趙靜紅、王春華、王帥。2013。不同量級氮磷鉀對大豆產量及品質的影響研究。現代農業科技 24 : 35-36。
5. 呂泰宗、王月福、王明倫、趙長星、李月。2013。氮磷鉀配施對花生產量的影響及效應分析研究。中國農業通報 29(3) : 136-140。

6. 李鳴雷、谷洁、高華、秦清軍、劉萌娟。2007。不同有機肥對大豆植株性狀、品質和產量的影響。西北農林科技大學學報 35(9)：67-72。
7. 卓越。2011。氮磷鉀追施對夏大豆產量的影響。大豆科技 2011(5)：13-16。
8. 孫聯合、許海濤。2008。氮磷鉀優化配比對大豆品質及相關生理參數的影響。湖南農業科學 2008(5)：71-73。
9. 張海軍、王英、張艷、李曉薇、翟瑩、錢丹丹、李景文、王慶鈺。2011。東北地區大豆種質資源脂肪和蛋白質含量分析。大豆科學 30(2)：215-219。
10. 趙震慶、郭銘寶、莊作權。1982。不同氮肥施用量及土壤水份對間作大豆、玉米產量及品質之影響。農林學報 31(2)：1-15。
11. 謝佳貴、王立春、尹彩俠、侯雲鵬、張國輝、張玉欣、蘇春輝、丁佳賢。2007。平衡施肥對優質大豆產量和品質的影響。吉林農業科學 2007(2)：31-32。
12. Gai, Z., Zhang J., and Li, C. 2017. Effects of starter nitrogen fertilizer on soybean root activity, leaf photosynthesis and grain yield. PLoS One. 12(4): e0174841.
13. Mokoena, T. Z. 2013. The effect of direct phosphorus and potassium fertilization on soybean (*Glycine Max L.*) yield and quality. Submitted in partial fulfilment of the requirement of the degree M.Sc. (Agric) agronomy. In the faculty of natural and agricultural sciences university of Pretoria. pp. 1-110.
14. Thomas J. Brumm, Quality and Grading Factors of IP Soybeans. Iowa State University http://www.guardagranos.com.ar/granoteca/Chap2-Quality-Grading_Factors_IP_Soybeans.pdf.

Effect of fertilizer treatments on the yield and quality of soybean in fall crop¹

Wu, C. H.²

Abstract

Food grade soybeans must not only be high-yielding to increase farmers' income, but also have to contain high levels of protein to improve processing quality. Rational application of NPK can increase soybean yield and protein content. In this experiment, the effect of different fertilizer treatments on the yield and quality of soybean were investigated. The results showed that less input of fertilizer significantly shortened maturity, but increased base fertilizer will elevate plant height. Top dressing at 45 days after sowing during pods elongation period did not significantly contribute to the yield. Therefore, the base fertilizer and top dressing should be applied as early as possible. The best total fertilizer of N:P₂O₅: K₂O, respectively, were 90-120:90-120:90-120 kg per hectare in which the base fertilizer N:P₂O₅:K₂O, respectively, were 60:60:60 kg per hectare. Topdressing of N:P₂O₅:K₂O at 30-60:30-60:30-60 kg per hectare should be applied 30 days after sowing. Application of nitrogen fertilizer significantly increased the 100-seed weight and protein content of soybean. Cultivation of soybeans without potassium fertilizer will significantly reduce yield and total sugar content. Therefore, proper time and amount application of fertilizers will help increase the yield and quality of soybean.

What is already known on this subject?

At present, the rational use of fertilizer of soybean for N:P₂O₅:K₂O, respectively, is 60:60:60 kg per hectare.

What are the new findings?

As the variety is selected, the proper time and amount of fertilizer application can increase the yield and quality of soybean.

What is the expected impact on this field?

Improve soybean quality and farmers' income.

Key words: Soybean, Fertilizer, Yield, Quality

Accepted for publication: October 2, 2019

1. Contribution No.510 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.

2. Associate Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station. 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.