

國內不同品種大豆粉性質之分析¹

蘇致柔²、陳依純²

摘 要

大豆為我國重要傳統雜糧之一，具有高營養價值與豐富的加工性質，可以應用在多種食品中，然而國產大豆僅占國內市場需求的 0.2% 左右，十分仰賴國外進口，國產大豆具有非基因改造、碳足跡低及新鮮之優勢，為了解國產大豆之應用性，本試驗以國產不同品種之大豆為原料，比較與市售進口大豆間之差異，分析其組成成分、顏色及功能性質等，以建立國內大豆品種之背景資料。試驗結果顯示，不同品種之大豆粉粗蛋白質含量以‘台南 5 號’含量最高，粗脂肪含量以‘高雄選 10 號’及‘花蓮 1 號’含量最高，粗纖維含量以‘花蓮 1 號’含量最高，灰分含量以進口黃豆及進口黑豆含量最低。黃豆品種間 L* 值及 a* 值差異不大，黑豆品種間 L* 值差異不大。不同大豆品種之間溶解度無顯著差異(p>0.05)，不同溫度下溶解度亦無顯著差異(p>0.05)。保水力‘高雄選 10 號’及‘台南 10 號’最差，保油力以進口黃豆、‘台南 10 號’、進口黑豆最佳，‘高雄選 10 號’及‘花蓮 1 號’最差。起泡能力及起泡穩定度在處理間無顯著差別(p>0.05)。本試驗分析整理國內大豆品種之成分及功能性質之資料，可作為開發大豆加工產品時之參考。

關鍵詞：大豆、品種、功能性質

前 言

大豆(*Glycine max*)為我國重要傳統雜糧之一，年產量曾達約 75,000 公噸，但隨著開放國外價格低廉之大豆進口，我國種植面積逐年下降，最低時年產量僅剩約 300 公噸，近年來政府積極推行活化休耕地及雜糧轉作等政策，使大豆種植面積逐漸提升，近三年每年產量約 4,600 公噸，然而每年平均進口量達 240 萬噸，國產大豆僅占國內市場約 0.2%，十分仰賴國外進口^(1,2)。

由於大豆富含蛋白質及脂質，主要用於油脂業及飼料業，大豆經壓榨或萃取製成大豆油後，剩下的脫脂部分因蛋白質含量高而常應用於飼料中，其他在食品中的利用方式包含製造全脂大豆粉、去脂大豆粉(含約 50%蛋白質)、大豆濃縮蛋白(含 65-70%蛋白質)、大豆分離蛋白(含 90%以上蛋白質)、豆製食品(如豆腐及豆漿)等⁽¹⁴⁾。大豆蛋白具有高營養、消化率高、價格低及具有豐富加工特性等特點，可以廣泛應用在各式食品中，例如烘培產品、肉製品、乳製品、穀物片及飲料等，作為營養

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場第 0996 號研究報告。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、助理。

添加提高蛋白質含量、作為乳化劑穩定油水兩相、增進質地或是作為肉類取代、形成膠體及提供黏性等功能^(4,19)。大豆粉在烘培產品中的應用，少量添加於麵粉中可使產品外觀顏色更白⁽⁶⁾，口感上能增進產品質地及保水性，營養上可增加產品的蛋白質及粗纖維含量，但添加過多會影響產品口感及味道^(5,6,16)。

國內大豆主要用於飼料及製油，其餘一至二成供作食用製造豆漿、豆腐及醬油等傳統食品⁽³⁾，飼料及製油業因成本考量，主要使用低價之進口大豆，國內大豆生產成本過高而難以與之競爭，但隨著社會大眾對於食品安全意識逐漸提升，國產大豆具有非基因改造、碳足跡低、食物里程短而更為新鮮之特色，國內常見大豆品種為‘高雄選 10 號’、‘台南 10 號’、‘花蓮 1 號’及‘花蓮 2 號’等黃豆品種，常用於製作豆漿與豆腐等食品；‘台南 3 號’、‘台南 5 號’及‘台南 11 號’等黑豆品種，常用於製作黑豆茶、蔭油與豆漿等；‘高雄 9 號’則為毛豆品種，主要用於鮮食或冷凍加工。為提高國產大豆之應用性，本試驗以國產不同品種之大豆為原料比較與市售進口大豆間之差異，建立國內市售大豆原物料之背景資料，以作為加工產品製作之參考。

材料與方法

一、大豆粉製備

使用大豆品種為‘高雄選 10 號’(KS10)，由臺中區農業改良場提供；‘台南 3 號’(TN3)，由臺中區農業改良場提供；‘台南 5 號’(TN5)，購自台南麻豆地區；‘台南 10 號’(TN10)，購自嘉義東石地區；‘花蓮 1 號’(HL1)，購自花蓮壽豐地區，皆為 108 年採收之種子，以及從市面上購買進口黃豆(自美國進口，imported soybean，IS)及進口黑豆(自中國進口，imported black soybean，IB)。將整顆大豆以高速粉碎機(RT-20S，榮聰)磨粉，並以 60 目篩網過篩備用。

二、成分分析

粗蛋白質含量依 CNS 5035 方法，以凱氏氮分析儀(KjeltecTM8400, Foss)測定，氮轉換係數 5.71⁽¹¹⁾；粗纖維含量依 CNS5037 方法，以粗纖維萃取機(Fibertec system M 1020 hot extractor, Foss)測定；粗脂肪含量依 CNS5036 方法以粗脂肪萃取機(Soxtec 2055 Manual extraction unit, Foss)測定；灰分含量依 CNS5034 方法測定，以上成分皆以乾基百分比表示。

三、顏色分析

以色差儀(color meter NE4000，日本電色工業株式會社)分析，將不同品種之大豆粉裝填至樣品槽八成滿，測定其 L*、a*、b*值，各樣品測定 3 重複取平均值。L*值 100 為最亮，0 為最暗。a*值正值為紅色，負值為綠色，b*值正值為黃色，負值為藍色。

四、功能性質分析

(一)溶解度(solubility)：參考 Patrascu (2017)等的方法並加以改良⁽¹⁷⁾，秤取 0.1g 樣品，加入 10ml

水，以震盪機混合均勻後，分別於 30°C、50°C、70°C 及 90°C 水浴槽中水浴 30 分鐘，取出後以 2,650g 離心 10 分鐘，將上清液倒入鋁皿中以 105°C 烘乾，秤得溶解物重量，溶解度以下列公式計算：

$$\text{溶解度(\%)} = \frac{\text{溶解物重量(g)}}{\text{樣品乾重(g)}} * 100$$

(二)保水力(water holding capacity)及保油力(oil holding capacity)：參考 Maskus (2016)等的方法並加以改良⁽¹⁵⁾，15ml 離心管秤重後(W1)，秤取 0.2g 樣品(W0)放入離心管中，並加入 10ml 水或大豆油，以震盪機混合均勻後，於 30°C 中靜置 30 分鐘，以 2,650g 離心 10 分鐘，將上清液倒掉，將離心管傾斜 45°倒置 10 分鐘使殘留液體流出，並秤最終重量(W2)，保水力及保油力以下列公式計算：

$$\text{保水力} = \frac{\text{保留的水分(g)}}{\text{樣品乾重(g)}} = \frac{(W2 - W1 - W0)}{[W0 * (1 - \text{樣品水分含量})]}$$

$$\text{保油力} = \frac{\text{保留的油量(g)}}{\text{樣品乾重(g)}} = \frac{(W2 - W1 - W0)}{[W0 * (1 - \text{樣品水分含量})]}$$

(三)起泡性質(foaming property)：參考 Maskus (2016)等的方法並加以改良⁽¹⁵⁾，配置含 5%固形物之樣品懸浮溶液，取 100ml(V0)以均質機攪打 1 分鐘，立即倒入量筒中測量體積(V1)，於 30°C 中放置 1 小時後再測量體積(V2)，起泡性質以下列公式計算表示為：

$$\text{起泡能力(foaming capacity, \%)} = \frac{(V1 - V0)}{V0} * 100$$

$$\text{起泡穩定性(foaming stability, \%)} = \frac{(V2 - V1)}{V1} * 100$$

五、統計分析

每種處理均取 3 重複，所有數據均使用 R(3.6.0)統計軟體進行變異數分析(ANOVA)及最小顯著差異法分析(Fisher's least significance difference procedure, LSD)。

結果與討論

一、成分分析

分析本次試驗使用之不同品種大豆材料，粗蛋白質含量約 35-40%，以‘台南 5 號’39.89%的粗蛋白質含量最高，粗脂肪含量約 18-22%，以‘高雄選 10 號’及‘花蓮 1 號’粗脂肪含量最高，分別具有 21.77%及 21.68%，粗纖維含量 6-8%，以‘花蓮 1 號’粗纖維含量 8.11%最高，灰分 5-7%，以進口黃豆(5.41%)及進口黑豆(5.83%)含量最低(表一)。大豆組成成分會隨著不同的耕種地區、溫度等環境因素而改變⁽¹²⁾，根據文獻研究，大豆組成成分蛋白質含量約 32-44%，脂肪含量約 17-22%，灰分含量約 4-6%⁽¹³⁾，本試驗所使用之大豆，除灰分含量偏高外，其他組成成分與文獻記載相差不大。

表一、不同品種大豆之成分分析

Table 1. Composition of different varieties of soybean

Varieties	crude protein (%)	crude fat (%)	crude fiber (%)	ash (%)
KS10	35.59±1.22 c	21.77±1.83 a	7.22±0.21 b	5.96±0.31 b
TN10	39.24±3.38 ab	19.80±1.44 bc	7.50±0.11 ab	6.84±0.87 a
HL1	35.30±1.46 c	21.68±1.32 a	8.11±1.01 a	6.89±0.21 a
TN3	36.37±1.28 c	18.81±1.51 bc	6.31±0.50 c	7.13±0.14 a
TN5	39.89±2.09 a	18.95±1.42 bc	6.07±0.42 c	6.11±0.21 b
IS	35.57±1.66 c	20.44±1.12 ab	6.44±0.78 c	5.41±0.22 c
IB	37.38±1.58 bc	18.47±0.56 c	7.37±0.54 b	5.83±0.28 bc

Data represents mean ± SD; Different letters indicate statistically significant difference by LSD test at $p \leq 0.05$.

二、顏色分析

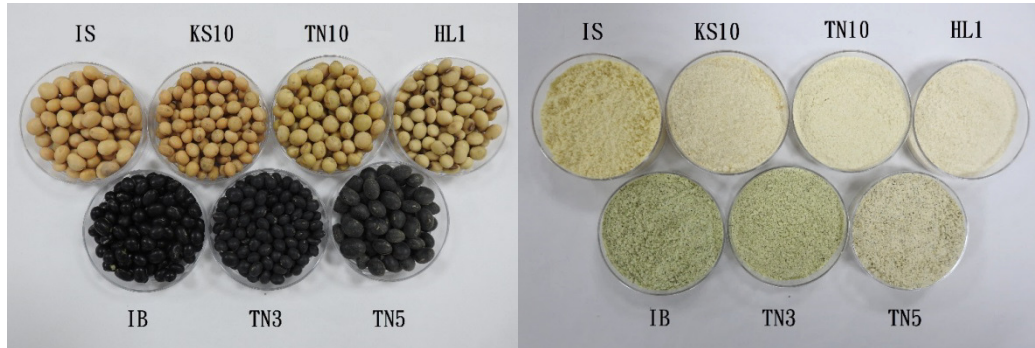
黃豆品種(進口黃豆、‘高雄選 10 號’、‘台南 10 號’、‘花蓮 1 號’)及黑豆品種(進口黑豆、‘台南 3 號’、‘台南 5 號’)之間有明顯差別，黃豆品種之 L^* 值明亮度(83.9-85.3)高於黑豆品種(73.28-78.91)， a^* 值(1.77-3.74)亦高於黑豆品種(-3.75-0.55)，黃豆品種間 L^* 值及 a^* 值差異不大，黑豆品種間 L^* 值差異不大， a^* 值進口黑豆及‘台南 3 號’(青仁)低於‘台南 5 號’(黃仁)， b^* 值則較無規律(表二及圖一)。

表二、不同品種大豆之顏色分析

Table 2. Color of different varieties of soybean

Varieties	L^*	a^*	b^*
KS10	85.30±0.4 a	2.58±0.10 b	22.20±1.35 b
TN10	84.28±1.72 ab	1.77±0.61 c	19.36±0.60 d
HL1	85.17±0.84 a	2.22±0.19 bc	18.96±0.53 d
TN3	73.28±1.18 d	-2.59±0.27 e	20.78±0.34 c
TN5	78.91±1.11 c	0.55±0.54 d	19.58±0.27 d
IS	83.90±0.57 b	3.74±0.61 a	24.15±1.82 a
IB	74.60±0.24 d	-3.75±0.28 f	21.60±0.22 bc

Data represents mean ± SD; Different letters indicate statistically significant difference by LSD test at $p \leq 0.05$.



圖一、不同品種大豆(左)及不同品種大豆粉(右)。

Fig. 1. Different varieties of soybean(left) and its soybean flour(right).

三、功能性質分析

蛋白質除了營養價值外，在食品加工上亦有多種影響產品質地、加工性、儲藏等性質稱為功能性質，如溶解度、保水性、保油性、起泡性、乳化性、成膠性、黏性等，這些功能性質受到蛋白質親水基及疏水基、蛋白質結構、環境溫度、pH 值、鹽類與其他組成成分及加工方式等影響^(7,10,18)，不同的功能性質在食品中可應用在不同的地方，也影響後續產品的開發，例如肉製品中添加大豆粉作為保濕劑，飲料中添加大豆粉作為乳化劑。本試驗以不同品種之大豆粉為目標，測量其功能性質，以了解其在後續產品開發中可能的應用。

溶解度為食品應用中重要的因子，顯著影響到其他功能性質的表現⁽⁶⁾，分析結果顯示，不同品種大豆粉在 30°C 下溶解度約 50-58%，50°C 下溶解度約 53-60%，70°C 下溶解度約 54-61%，90°C 下溶解度約 53-61%，不同品種之間溶解度無顯著差異，不同溫度下溶解度亦無顯著差異(圖二)。根據文獻報告指出大豆蛋白在製造過程中會因為溫度、酸鹼值、醇類等因素，造成蛋白質變性與沉澱而影響其溶解度⁽¹⁰⁾，因此加工業中利用這些特性來分離純化蛋白質，不同製備方式亦影響產出蛋白質的溶解度及其他功能性質，例如大豆蛋白製備過程中的高溫會使其溶解度降低、過程中經過鹼處理可提高溶解度^(10,20)，利用不同加工過程製出不同性質的大豆蛋白，並影響在產品中的應用。

保水力及保油力表示蛋白質及其他組成成分與水和油之間的親和性，分析不同品種大豆粉之保水力介於 1.08-1.59 (g/g) 之間，以‘高雄選 10 號’與‘台南 10 號’保水能力最差，保油力介於 0.83-1.18 (g/g)，以進口黃豆、‘台南 10 號’及進口黑豆最佳，‘高雄選 10 號’與‘花蓮 1 號’最差(表三)。根據文獻報告指出豆粉之保水力與保油力和豆粉中油脂含量與加工過程的熱處理程度有關，油脂會減少蛋白質親水性，並佔住與油脂結合的位置，使保水力與保油力降低，而加工過程的熱處理程度越高也會使保油力減少⁽⁹⁾，本次試驗材料中油脂含量較高的‘高雄選 10 號’與‘花蓮 1 號’的保水力與保油力有較低的傾向，但相關作用機制仍需進一步研究。

蛋白質的起泡性質為蛋白質在水溶液中會相互作用形成一層薄膜，具有保持氣體的能力，分析

本次試驗資料，不同品種的大豆粉其起泡能力在 35-44%之間，放置 1 小時後體積變為原本的 78-86%，各樣品間無顯著差異(表三)。根據文獻報告指出豆粉之起泡性質與油脂含量有關，油脂含量越高則起泡穩定性越差⁽⁹⁾，本次試驗材料中起泡穩定性無顯著差異，推測可能原因為各樣品間油脂含量差異在 3%以內，對起泡性質未造成顯著影響。

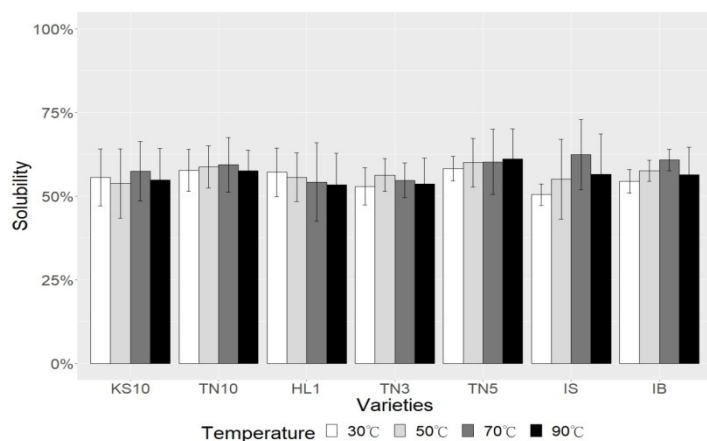
根據文獻指出其他豆類的功能性質，如黃豌豆的保水力介於 1.3-1.9(g/g)，保油力介於 0.8-1.0 (g/g)，起泡能力介於 13.0-21.5%，起泡穩定性介於 40.5-46.3%⁽¹⁵⁾，相較於大豆起泡能力與穩定性較差。鷹嘴豆的保水力介於 0.74-1.08(g/g)，保油力介於 0.83-0.97(g/g)，起泡能力介於 36.9-41%，起泡穩定性介於 48-60%⁽⁸⁾，相較於大豆保水力較差、起泡能力較佳但起泡穩定性較差。扁豆的保水力介於 0.69-0.73(g/g)，保油力介於 0.81-0.96(g/g)，起泡能力介於 50-68%，起泡穩定性 100%⁽¹⁷⁾，相較於大豆保水力較差、起泡能力與穩定性較佳。

表三、不同品種大豆粉之功能特性分析

Table 3. Functional properties of soybean flour with different varieties

Varieties	Water holding capacity(g/g)	Oil holding capacity(g/g)	Foaming capacity(%)	Foaming stability(%)
KS10	1.08±0.34 c	0.83±0.14 c	35.03±13.70 a	82.76±12.02 a
TN10	1.18±0.39 c	1.12±0.12 a	36.83±7.83 a	83.18±9.31 a
HL1	1.29±0.15 bc	0.90±0.17 bc	40.48±7.66 a	81.10±7.64 a
TN3	1.49±0.20 ab	1.04±0.15 ab	39.87±6.80 a	86.18±7.83 a
TN5	1.42±0.15 ab	1.02±0.11 ab	40.57±5.55 a	80.00±3.32 a
IS	1.59±0.15 a	1.18±0.17 a	40.26±6.06 a	80.88±5.70 a
IB	1.46±0.15 ab	1.15±0.11 a	43.97±7.59 a	78.67±8.69 a

Data represents mean ± SD; Different letters indicate statistically significant difference by LSD test at $p \leq 0.05$.



圖二、大豆粉在不同溫度下的溶解度。

Fig. 2. Solubility conducted in different temperature of soybean flour.

結 論

分析不同品種之大豆粉性質，粗蛋白質含量以‘台南 5 號’含量最高，粗脂肪含量以‘高雄選 10 號’及‘花蓮 1 號’含量最高，粗纖維以‘花蓮 1 號’含量最高，灰分以進口黃豆及進口黑豆含量最低。黃豆品種間 L*值及 a*值差異不大，黑豆品種間 L*值差異不大。不同大豆品種之間溶解度無顯著差異，不同溫度下溶解度亦無顯著差異。保水力‘高雄選 10 號’及‘台南 10 號’保水能力最差，保油力以進口黃豆、‘台南 10 號’、進口黑豆最佳，‘高雄選 10 號’及‘花蓮 1 號’最差。起泡能力及起泡穩定度在各處理間無顯著差別。本試驗分析整理國內大豆品種之成分及功能性質之資料，可作為開發大豆加工產品時之參考。

參考文獻

- 1.行政院農業委員會統計資料庫 <https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/trade/tradereport.aspx> (下載日期：109.11.2)。
- 2.吳昭慧、王仕賢、黃涵靈 2014 國產大豆競爭力提升策略之探討 臺南區農業改良場研究彙報 63: 31-39。
- 3.曾一航、郭宏遠 2016 國內大豆市場與生產概況 種苗科技專訊 93: 6-10。
- 4.Bookwalter, G.N. 1978. Soy protein utilization in food systems. Adv. Exp. Med. Biol. 105: 749-766.
- 5.Dhingra, S. and S. Jood. 2002. Physico-chemical and nutritional properties of cereal-pulse blends for bread making. Nutr. Health 16: 183-194.
- 6.Dubois, D.K. and W.J. Hoover. 1981. Soya protein products in cereal grain foods. J. Am. Oil Chem. Soc. 58: 343-346.
- 7.Foegeding, E. A. and J. P. Davis. 2011. Food protein functionality: A comprehensive approach. Food Hydrocolloids 25(8): 1853-1864.
- 8.Ghribi, A.M., I. Maklouf, C. Blecker, H. Attia and S. Besbes. 2015. Nutritional and compositional study of Desi and Kabuli chickpea (*Cicer Arietinum* L.) flours from Tunisian cultivars. Adv. Food Technol. Nutri. Sci. Open J. 1(2): 38-47.
- 9.Heywood, A. A., D. J. Myers, T. B. Bailey and L. A. Johnson. 2002. Functional properties of low-fat soy flour produced by an extrusion-expelling system. J. AM. Oil Chem. Soc. 79(12): 1249-1253.
- 10.Kinsella, J.E. 1979. Functional properties of soy proteins. J. Am. Oil Chem. Soc. 56: 242-258.
- 11.Krul, E.S. 2019. Calculation of nitrogen-to-protein conversion factors: A review with a focus on soy protein. J. Am. Oil Chem. Soc. 96: 339-364.
- 12.Kumar, V., A. Rani, S. Solanki and S.M. Hussain. 2006. Influence of growing environment on the biochemical composition and physical characteristics of soybean seed. J. Food Compos. Anal. 19: 188-195.

13. Lilienthal, L. K. K., C. M. Grieshop, N. R. Merchen, D. C. Mahan and G. C. Fahey Jr. 2004. Chemical composition and protein quality comparisons of soybeans and soybean meals from five leading soybean-producing countries. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6193-6199.
14. Lusas, E. W. and M. N. Riaz. 1995. Soy protein products: processing and use. *The J. Nutr.* 125(3): 573S-580S.
15. Maskus, H., L. Bourre, S. Fraser, A. Sarkar and L. Malcolmson. 2016. Effects of grinding method on the compositional, physical, and functional properties of whole and split yellow pea flours. *Cereal Foods World* 61: 59-64.
16. Mashayekh, M., M. R. Mahmoodi and M. H. Entezari. 2008. Effect of fortification of defatted soy flour on sensory and rheological properties of wheat bread. *Int. J. Food Sci. Technol.* 43: 1693-1698.
17. Patrascu, L., I. Vasilean, I. Banu and I. Aprodu. 2017. Functional properties of pulse flours and their opportunities in spreadable food products. *Qual. Assur. Saf. Crop* 09(1): 67-78.
18. Schwenke, K.D. 2001. Reflections about the functional potential of legume proteins A Review. *Nahrung-Food* 45(6): 377-381.
19. Singh, P., R. Kumar, S. N. Sabapathy and A. S. Bawa. 2008. Functional and edible uses of soy protein products. *Compr. Rev. Food Sci. F.* 7: 14-28.
20. Wang, H., L.A. Johnson and T. Wang. 2004. Preparation of soy protein concentrate and isolate from extruded-expelled soybean meals. *J. AM. Oil Chem. Soc.* 81(7): 713-717.

Study on Properties of Flour of Different Domestic Soybean Varieties

Chih-Jou Su ¹ and Yi-Chum Chen ¹

ABSTRACT

Soybean is one of the most important grains in our country. It is high in nutrition value and can be applied in a wide spectrum of food processing. However, domestic soybean produced only account for about 0.2% domestic market, and the food industries rely on foreign imported soybean heavily. Domestic soybean has the advantages of non-genetically modified organism, low carbon footprint, and fresh. The aim of this study is to investigate compositions, color and functional properties of domestic and imported soybean for future application in food industries. The results show that TN5 have the highest crude protein content, KS10 and HL1 have the highest crude fat content, HL1 has the highest crude fiber content, while IS and IB have the lowest ash content. There are obvious differences in color between yellow soybean and black soybean varieties. There is no significant difference ($p>0.05$) in solubility among different soybean varieties at different temperatures. KS10 and TN10 have the lowest water holding capacity while IS, TN10 and IB have the best oil holding capacity. There is no significant difference ($p>0.05$) in foaming ability and foaming stability among varieties. This study analyzes and organizes the information on the composition and functional properties of domestic soybean varieties, which can be referred for developing soybean products.

Keywords: soybean, variety, functional property

¹ Contribution No. 0996 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher and Assistant of Taichung DARES, COA.