

# 特殊營養需求穀物產品技術創新- 黃豆殼於食品產業應用

蘇梅英<sup>1,\*</sup>、施坤河<sup>1</sup>

## 摘要

大豆殼為生產大豆油的副產品。台灣一年使用約 200 萬噸黃豆於油品製造，可產生 8% 約 16 萬噸豆殼副產物，已為工業可利用規模之原料。大豆殼在產業使用上是相對安全且環保的，經過簡單的破碎和混合，大豆殼常作為動物養殖使用飼料，為良好的能量和纖維質來源，具有低木質素含量和高消化率的優點，從而產生了非常有利的瘤胃發酵模式，對於畜牧業而言極具成本效益。但是，大豆殼也可以透過熱安定處理後再研磨成不同粒徑的粉末，並進一步運用加工技術單元作為食品生產原料，豆殼粉具有 40-43% 高量纖維質、11-14% 的蛋白質，而且為不含麵筋過敏原之植物性材料，這些特性使其可以透過產品設計製造，如成分微細化、水解、微生物發酵等工藝形成具機能性素材，提供至下游加工業者開發為健康飲食的一部分。在本研究報告中，我們簡要建議及說明應可於大豆殼的產業應用價值上投注更多的研究，以符合現代人對於飲食營養的追求。

**關鍵詞：**大豆、大豆殼、食品產業、粗纖維

---

<sup>1</sup> 中華穀類食品工業技術研究所

\* 通訊作者: [my.su@cgprdi.org.tw](mailto:my.su@cgprdi.org.tw); Tel.: +886-2-26101010

## 1. 前言

大豆殼即大豆之種皮，為大豆製造植物油脂過程中所產生的副產物，大約佔全豆重 8%，大豆殼經收集後配合其他穀物以擠壓處理方式形成顆粒狀，常見使用於養殖畜牧業做為動物飼料，以其粗纖維含量高達 40% 以上與較低木質素特性，適合餵養反芻動物，過去研究指出，於餵養乳牛的試驗中以大豆殼取代玉米 30% 或草料 25% 比例，並不會對胃腸道中養分的發酵或消化造成負面影響，可為經濟且高效益之芻料來源 [1]。

大豆進入油廠後，經過篩選、乾燥及破碎後予以過篩，將大豆殼與豆仁（子葉）及胚軸分離，豆仁和胚軸爾後進行溶劑萃取進行提油，另分離出來的大豆殼質地較輕，密度低，呈現碎片狀，若要進一步作為芻料或形成加工原料則必須進行熱處理和研磨，以減少其體積並降低其抗營養因子 (Anti-Nutritional Factor, ANF) 活性 [2]。

大豆本身的油脂含量及蛋白質非常豐富，以台灣進口自巴西等中南美洲地區專用於提油之大豆，其粗脂肪含量約為 19%，而粗蛋白則為 35-40% 之間，碳水化合物佔 28-33%，其中，粗纖維又佔碳水化合物的 45% 左右，在油脂提煉前處理中，當大豆殼與豆仁及胚軸分離後，分析其營養組成並以乾基計算，則含有蛋白質約 14% (殘留混雜少部分的豆仁)、灰份 5%、脂肪 4%、碳水化合物 77% 及低於 0.2% 磷和 0.4% 鈣，其中佔最大比例的碳水化合物包括有 30% 果膠、40% 半纖維素和 30% 的纖維素 [1, 3]。若再進一步分析大豆胚軸、子葉及種皮中所存在的普林 (Purine) 含量發現，普林主要集中在子葉與胚芽中，大豆殼佔比例最低僅為全豆總普林含量 1.7% [4]。

大豆殼的營養價值非常好，來自於混雜少部分豆仁細粒使蛋白質含量高於一般禾本科作物如小麥的 10-14% 和稻米的 6-9%，豐富的纖維中可溶性果膠含量佔比高 [1]，有益於血壓、血脂、血糖及膽固醇的調節。然而，大豆種子本身含有抗營養因子 (Anti-Nutritional Factor, ANF)，尤其是胰蛋白酶抑制劑 (trypsin inhibitor)、皂苷 (saponin)、單寧 (tannins) 和脲激酶 (urease) [5]，大豆殼作為種子的一部分，也含有這些抗營養因子。未經加工的大豆和大豆殼中都含有胰蛋白酶抑制劑，它們與小腸中的胰蛋白酶結合形成複合物，阻止胰蛋白酶分解蛋白質，造成消化不良；胰蛋白酶抑制劑還會誘導胰臟腺體腫大，增加胰蛋白酶分泌，胰腺內源性氨基酸缺乏，導致消化吸收功能失調和紊亂。然

而，胰蛋白酶抑制劑對熱敏感，加工時進行熱處理可將其破壞。皂苷是減少營養素吸收的一種糖苷類物質，會抑制消化酶和代謝酶，並可與鋅形成不可溶的結合物，也具有溶血作用。單寧為酚類化合物的一種，以羥基與胰蛋白酶和澱粉酶或其酶解反應標的如蛋白質和澱粉進行反應，從而降低了蛋白質和碳水化合物的消化利用率，也會在腸粘膜表面形成不溶性複合物，損害腸壁，並與鈣、鐵和鋅等金屬離子化合形成沉澱干擾吸收，影響動物的生長發育。據 Egounlety 等學者於 2003 研究指出 [6]，大豆殼的單寧含量高於整個大豆（2.31 比 1.52 mg 兒茶素當量 / g）。脲激酶則可能會干擾類胡蘿蔔素和維生素 E 的吸收 [7]。因此，大豆殼作為食品加工使用，應有適當熱處理步驟。

## 2. 熱處理及粉碎

大豆殼比重輕、碎片體積大，可以氣流分離與篩分，經收集後進行處理使之初步殺菌並使主要抗營養因子胰蛋白酶抑制劑失活，參考前人研究方法可以物理性方式如熱處理、擠壓、超音波或超過濾為之，化學法可使用還原劑、酸或鹼等物質使之變性，生化法則可利用發酵與發芽處理代謝掉此成分 [8]。實際取得大豆殼原料（組成分如表 1）以擠壓機進行操作測試，分別於螺軸轉速 240、260 及 280 Hz 時，相同鎗體溫度 130°C 與進料速率 14-15 rpm 條件處理後，分析其胰蛋白酶抑制劑活性可發現（如表 2），隨著螺軸轉速增加，大豆殼於相同鎗體溫度下，滯留在擠壓機中的時間愈短，其降低胰蛋白酶抑制劑活性效果愈差，D 組轉速為 280 Hz，處理後活性為  $47.3 \pm 0.2$  U/mg，降低比例為 47.2%；若將轉速調慢使原料滯留時間增加，則經 B 組 240 Hz 處理後活性為  $19.8 \pm 0.3$  U/mg，降低比例可達 77.9% [10]。以擠壓機進行大豆殼抗營養因子失活評估，可發揮抑制效果，並且因其高溫短時處理的機制，也可減少營養成分的破壞以及達到可連續處理的優點。

以上述擠壓處理完成之大豆殼冷卻後可以粉碎機進行磨粉，以通過 110 mesh 篩網之大豆殼粉末進行烘焙、發酵或製作西式麵條，可有較為細緻之口感。

表1、大豆殼基本成分分析

樣品(d.b. %)	粗蛋白	粗脂肪	碳水化合物	灰分
大豆殼	13.7±0.4	4.7±0.4	76.8	5.3±0.1

表2、經由不同擠壓螺軸轉速處理之大豆殼胰蛋白酶抑制劑含量

組別代號	螺軸轉速(Hz)	胰蛋白酶抑制劑活性(U/mg)
A	未處理	89.5±0.7
B	240 rpm	19.8±0.3
C	260 rpm	22.2±0.1
D	280 rpm	47.3±0.2

### 3. 發酵處理

大豆殼乾重中尚含約 14% 粗蛋白質，以商業酵素進行水解之水解液可以釋出水溶性蛋白質、多醣、還原醣，並可以此做為乳酸菌之培養基，進行乳酸發酵獲得機能性代謝物質如  $\gamma$ -胺基丁酸 (GABA,  $\gamma$ -amino butyric acid)。大豆殼經熟化處理後，進行研磨使粒徑全數通過 110 mesh 篩網，加水於 90°C 萃取 1 小時豆殼液，並進行乳酸菌 *Lactobacillus hilgardii* 發酵處理，主要關鍵參數評估包括饋料濃度 (原料比例 20、40 及 60 % (w/w)) 及反應時間 (12 及 24 小時)。由結果可得知，原始未經發酵處理之大豆殼經水萃後分析其 GABA 含量僅 16±0 mg/100g，經由乳酸菌發酵後於饋料濃度 60% 反應 24 小時可獲得最多 GABA 生成量為 861±26 mg/100g，增加近 54 倍；且隨著反應時間及饋料濃度增加，GABA 生成量也有增加趨勢 [11]。

表3、不同饋料濃度比例及不同發酵時間進行GABA製備評估

組別	大豆殼粉	饋料濃度(%, w/w)/反應時間(hrs)					
		20/12	20/24	40/12	40/24	60/12	60/24
GABA (mg/100g)	16±0	424±21	612±19	682±6	775±47	803±4	861±26

## 4. 烘培應用

以大豆殼粉粉碎通過 110 mesh 粒徑，分別以 0、3、5 及 8% 摻配取代高筋麵粉添加於配方中，使用於法國麵包之製作，經烤焙完成後冷卻至 25~28°C，進行比容積測定，三者相較於對照組皆無顯著差異，比容積範圍落在 5.7-5.9 之間；組織質地分析則以取代 6 及 8% 之黃豆殼粉樣品彈性較低，取代 8% 之 D 組硬度值最高，麵糰攪拌時以大豆殼粉 8% 取代之麵糰水分較為不足 [10]。

表4、大豆殼粉取代不同比例高筋麵粉進行法國麵包製作配方比例

烘焙百分比 (%)	A	B	C	D
高筋麵粉	100	97	95	92
大豆殼粉	0	3	5	8
快發即溶乾酵母	1	1	1	1
砂糖	6	6	6	6
油	3	3	3	3
食鹽	1.5	1.5	1.5	1.5
水	64	64	64	64

表5、大豆殼粉取代不同比例高筋麵粉進行法國麵包製作之質地分析

組別	A	B	C	D
Hardness (g)	191.2±10.0	198.9±11.4	205.4±10.9	211.8±15.3
Springiness	0.94±0.2	0.96±0.2	0.89±0.2	0.91±0.4
Gumminess	151.1±8.2	160.7±9.3	17.2±19.3	229.8±21.8
Chewiness	141.1±19.9	181.3±12.0	178.8±17.2	186.3±20.1



圖1、應用不同取代比例大豆殼粉進行法國麵包製作

## 4. 結論

根據本研究顯示，以大豆殼為原料，透過熱安定及粉碎處理，使抗營養因子降低並形成食品加工易於使用之粉狀素材形式，對於需求無麵筋過敏原、素食、富含膳食纖維、低普林等食品來源之消費族群，為一良好的選擇，本文除提供應用於機能性發酵、搭配其他穀物製作烘焙麵包範例外，大豆殼尚可使用於中西式麵食產品、即食穀飲(粉)、重組米穀飯、擠壓膨發點心、烘焙蒸炊類產品等多元用途，以提升營養附加價值、對於食品的外觀、風味及口感也有促進效果，為一極具環保效益並具產業發展潛力素材，值得繼續深入探討。

## 參考文獻

1. Feedipedia. Available online: <https://www.feedipedia.org/> (accessed on 10 Aug 2020).
2. Extension, 2008. What are soybean hulls?. eXtension Foundation, Inc., eXtension Articles. Available online: <http://articles.extension.org/pages/39695/what-are-soybean-hulls> (accessed on 10 Aug 2020)
3. Blasi, D.A.; Drouillard, J.; Titgemeyer, E.C.; Paisley, S.I.; Brouk, M.J. Soybean hulls, composition and feeding value for beef and dairy cattle. Kansas State University, January 2000.
4. 賴正國、邱一鳴、翁瑞光、徐盟傑、劉文鴻和駱錫能。黃豆發芽過程中嘌呤含量之變化。台灣農業化學與食品科學。2009。47(4)171-177。
5. Rackis, J.J.; Wolf, W.J.; Baker, E.C. Protease inhibitors in plant foods: content and inactivation. In: Nutritional and toxicological significance of enzyme inhibitors in foods. *Adv Exp Med Biol* **1986**, 199, 299-347.
6. Egounlety, M.; Aworh, O.C. Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation with *Rhizopus oligosporus* on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Harms). *J Food Eng* **2003**, 56 (2-3), 249-254.

7. Brown, P.B.; Kaushik, S.J.; Peres, H. Protein feedstuffs originating from soybeans. In Alternative protein sources in aquaculture diets, Lim, C., Webster, C., Lee, C-S.; The Haworth Press, Inc, NY, USA, 2008; pp. 205-223.
8. Avilés-Gaxiola, S.; Chuck-Hernández, C.; Saldívar, S.S. Inactivation Methods of Trypsin Inhibitor in Legumes: A Review. *J Food Sci* **2018**, 83(1), 17-29.
9. Stein, H.H.; Berger, L.L.; Drackley, J.K.; George, C.F.; David C.H.; Carl M.P. Nutritional properties and feeding values of soybeans and their coproducts. In Soybeans Chemistry, Production, Processing, and Utilization; Johnson, L.A., White, P.J., Galloway, R.; Elsevier Inc.: Amsterdam, Nederland, 2008; chapter 18, pp. 613-660.
10. 蘇梅英。經濟部工業局「食品產業創新與優化推動計畫」-保健與高齡食品產業推廣計畫輔導案成果報告。2014。台北市。
11. 蘇梅英。經濟部工業局「食品產業創新與優化推動計畫」-保健與高齡食品產業推廣計畫輔導案成果報告。2019。台北市。

# The creative technology of cereal products for special nutritional requirements - soy hull used in food industry

Mei-Ying Su<sup>1,\*</sup>, Kun-He Shih<sup>1</sup>

## Abstract

Soy hull is a byproduct of the extraction of oil from soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). This material include largely of the skin which covers the soybean, in which soy hull is safe and eco-friendly. In tradition, soy hull generally needed as feed, and very cost effective for the livestock industry. The hulls contain about 11-14% crude protein, 40-43% crude fiber and 4-5% crude ash. However, soy hull can be heat treat and ground into powder than further fine processing, enzyme hydrolysis, ferment, etc. After the above processing procedure that make it intake as part of a healthy balanced diet matched to the special requirements and used in foods manufacture. In this research, we brief recommends that more industry value attention be given to soy hull.

**Keywords:** soybean, soy hull, food industry, crude fiber

---

<sup>1</sup> China Grain Products Research & Development Institute  
\* Correspondence: my.su@cgprdi.org.tw; +886-2-26101010