

世界五個大豆主要生產國所產製之豆粉 於餵飼豬隻後其所含胺基酸在豬隻迴腸內之消化率 Ileal Amino Acid Digestibilities by Pigs Fed Soybean Meals from Five Major Soybean-producing Countries

by L.K. Karr-Lilienthal*, N.R. Merchen*, C.M. Grieshop*, M.A. Flahaven*, D.C. Mahan†, N.D. Fastinger†, M.Watts†, and G.C. Fahey, Jr.*¹

*Department of Animal Sciences, University of Illinois, Urbana 61801; and †Department of Animal Sciences, The Ohio State University, Columbus 43210

摘要

大豆〔Soybean (以下簡稱為 SB)〕在其生長過程中所曝露的狀況及其加工處理的技術，經發現對其最終產物—大豆粉〔Soybean meal (以下簡稱為 SBM)〕中所含胺基酸之消化率具有影響效應。本研究係針對世界五個大豆主要生產國家(即美國、巴西、阿根廷、中國、印度)所生產之大豆粉進行評估。在試驗前，特於上述五個大豆主要生產國各派業界的代表壹人，專門負責收集未經加工處理並以主觀方式評定為高、中、低級品質之大豆及大豆粉。由各國收集來的大豆，在美國以相同的方法與予加工處理成大豆粉。在本研究中，一共做了五項試驗(每項試驗係單獨針對上述五個國家所產的三種不同品質大豆粉及一種在美國加工處理後的大豆粉樣品進行檢測分析)。為了測定豬隻每日胺基酸在迴腸內的真實消化率(true ileal AA digestibility)，本研究共做了五項試驗(其中每項試驗係針對收集自單一國家的三件大豆粉及一件在美國加工處理的大豆樣品進行檢測)。此外，在上述五項試驗中，還以一種購自美國自由市場的標準大豆粉作為試驗對照之用。而從每項餵飼低蛋白酪胺酸飼糧豬隻研究中所獲

得的資料，則被用來計算胺基酸真實的消化率(AA true digestibility)。供試驗的豬隻，在其迴腸末端埋植了一支插管，並依拉丁方陣試驗設計(Latin square design experiments)的方式分配成數個處理組。本研究在依利諾大學及愛渥華州立大學做了重複的試驗。根據試驗比較結果顯示，餵飼產自五個不同國家的大豆並於美國加工成大豆粉的豬隻，除了用美國自產並於當地加工處理的大豆粉餵飼的處理組豬隻外，其真實總胺基酸(True TAA)消化率都比其他國家自產並於當地國內自行調製處理者為低($P<0.05$)。從這一點可以看出，在美國進行小型試驗時所使用的大豆粉加工處理狀況，對產自其他四個國家的大豆來說並不理想。生產自阿根廷的大豆粉(平均真實總胺基酸消化率為 87%)及巴西的大豆粉(平均真實總胺基酸消化率為 82%)，其真實總胺基酸消化率都比美國標準的大豆粉(91%)為低，這表示由這兩個國家的加工處理工場所產製出來的大豆粉，其真實總胺基酸消化率可能比在美國本土可以購到的大豆粉為低。

關鍵語：胺基酸、消化率、大豆粉、豬隻。

前言

大豆粉 (SBM) 大約佔禽畜飼糧中所用蛋白質類飼料原料的 62% (ASA, 2002)。過去美國在世界大豆的生產方面，一直都居於領導的地步，其供應量大約佔全世界大豆量的 42% 左右。不過，其他各國近年來大豆的生產量，也已經逐漸在增加中。巴西大豆的生產量則居於世界第二位 (約佔全世界產量的 24%)，接下來則為阿根廷 (16%)、中國 (8%)，及印度 (3%)。2001 年全世界大豆的產值，為 12.28 兆美元 (2-002)。儘管美國大豆的生產量是居於領導地位，但其出口量則僅居世界第三位，約佔世界外銷市場的 16% 左右，故仍輸於阿根廷 (35%)，和巴西 (25%) (ASA, 2002)。

許多研究已顯示，大豆 (Grieshop 及 Fahey, 2001) 及大豆粉 (Baize, 1997.; Grieshop 等人, 2003) 之組成，在世界同一或不同地理區域即有差異。這些組成上的不同，有可能是導致各國所產製大豆粉胺基酸消化率差異的原因。不過至目前為止，則只有很少的研究，曾針對全世界所產大豆粉的消化率做過研究比較。這些訊息，在提供作為禽畜用大豆粉品質的判定上是很重要的。在本研究中，其所使用的大豆原料及三種不同品質的大豆粉，均係採自世界五個主要大豆生產國 (即美國、巴西、阿根廷、中國，及印度)。這些大豆原料，則送至美國後再予加工處理成大豆粉。本研究共作了五項試驗 (每個試驗分別針對採集自上述五個大豆生產國所製成的大豆粉進行檢測)，俾測定出上述這些大豆粉的真实胺基酸消化率。這五項試驗，分別在 Urbana-Champaign 市的依利諾大學，及 Columbus 市的愛渥華州立大學，以同樣的試驗設計和處理方法作

了重複的試驗。

試驗材料及方法

大豆粉

本研究供試之大豆，係由美國黃豆協會所派代表分別自上述世界五個主要大豆生產國 (即美國、巴西、阿根廷、中國，及印度) 所採得每件重約 450 公斤之全大豆樣本。而低級品質及高級品質之大豆，則係採自印度所產之大豆。其中低級品質之大豆係生長於高降雨量，且可能有淹水的情況；而高級品質之大豆，則係生長於比較傳統降雨量的狀況下。這些大豆樣品係送至美國後再於德州 A&M 大學的試驗加工場以標準的條件與予加工處理成大豆粉。每個大豆樣品係用 Ferrel Ross 公司 (Ferrel Ross, 俄克拉荷馬市, OK) 的輾壓機輾碎，並將所用的過濾孔隙縫設定在 0.13mm; 的情況下加工而成。經輾碎後的大豆粉，先用 Kice 公司的抽風機 (Kice 企業, Wichita, KS) 將之脫去外殼，然後再用 Simco (Simco 製造公司, LLC, 俄克拉荷馬市, OK) 振動式的篩濾機將整顆未經輾碎的全大豆及大的豆皮顆粒與予去除。經以上這些處理過程後的大豆粉，再置於 French 堆架式的烤箱內以 65.6~76.7°C 的溫度加熱處理，並用 Bauer 壓片用之滾筒壓成片狀。隨後，再將這些壓成片狀的大豆粉，置於 Crown (Crown 鐵材機械公司, 明尼亞波利斯市, MN) 出品的第 II 型萃取機中在常溫下以己烷溶劑與予萃取。緊接著，將這些裝有三種不同品質 (高、中、低級品質) 大豆粉萃取液的蒸發皿移出，並置於 Crown 所產製的溶劑蒸發處理器或烘烤機 (DT) 內使其蒸發乾燥。這些大豆粉在上述處理過程中，都是置於同一深度的床架上。另在 Crown DT 內的處理溫度，都盡量保持在同一溫度。

此外，由駐在上述五個國家的美國黃豆協會代表針對各國所採取到重量至少 250 公斤的三件大豆粉樣品，再以主觀的方式評定區分為上、中、下三個品質的等級。用以決定大豆品質等級之情形多多少少有點變化，不過在評定的項目中都有將大豆粉的顏色、蛋白質含量，以及或加工場的歷史背景考慮進去。至於大豆粉在調製加工處理過程中的情況，及所用大豆品種間之遺傳差異，則無資料可尋。另作為對照比較用之標準大豆粉來源係於美國加工，並係購自美國自由市場之產品。從上述這個來源所採得

之大豆粉，過去已曾用來做過試馳研究的材料，且其所含營養份亦經顯示具有高的消化率。

由上述五個國家所收集到的全大豆，其調製出來各不同等級的大豆粉，經送交位於 Wooster 的愛渥華農業研發中心的飼料工場，先磨成大小較為一致的顆粒，再採樣送檢化驗。這些大豆粉樣品則一直存放在陰涼的地方，直到整個動物試驗結束為止。本試驗研究所使用之大豆粉化學成份報告，詳如附表-1。

附表-1·美國標準大豆粉、五個不同大豆生產國所生產之大豆但送至美國以同樣方法加工處理之大豆粉，以及五個國家不同品質大豆粉的化學組成

項目 大豆粉 ^b	乾物質	有機質	粗蛋白	脂肪	總飼糧纖維素	總主要胺基酸	總非主要胺基酸	總胺基酸
	所佔百分率（以乾物質為基礎） ^a							
標準大豆粉	91.0	92.5	53.1	4.1	21.2	24.2	28.0	52.2
阿根廷產大豆粉	95.4	92.3	47.4	4.4	23.7	21.5	24.3	45.7
低級品質	89.2	92.6	50.1	5.9	22.5	22.8	26.2	49.0
中級品質	88.1	92.3	50.8	4.6	24.5	23.3	26.7	50.0
高級品質	88.1	92.3	51.3	4.7	19.0	24.0	27.5	51.4
巴西產大豆粉	95.8	93.3	57.0	4.4	19.7	25.0	29.3	54.3
低級品質	89.8	93.0	51.8	4.5	23.8	23.6	27.7	51.2
中級品質	89.1	93.2	52.7	4.5	23.3	23.5	27.2	50.7
高級品質	89.8	93.4	52.3	4.7	22.4	24.1	28.0	52.1
中國產大豆粉	96.1	92.8	58.5	4.6	20.1	25.4	29.8	55.2
低級品質	90.1	93.5	48.8	3.9	24.2	22.0	25.7	47.6
中級品質	88.1	93.9	50.7	3.4	21.0	22.6	26.2	48.8
高級品質	88.6	93.5	52.9	3.5	19.4	25.0	28.7	53.7
印度產大豆粉	—	—	—	—	—	—	—	—
低級品	96.9	92.3	54.6	5.6	20.7	24.3	28.4	52.9
高級品	96.3	92.9	57.8	2.9	18.6	23.9	30.1	54.0
低級品質	86.3	90.8	51.7	3.9	23.4	24.2	27.8	52.9
中級品質	89.5	91.0	51.6	3.3	21.6	22.4	26.4	48.8
高級品質	90.3	92.6	59.5	3.6	17.0	27.1	31.6	58.7
美國產大豆粉	96.1	92.9	53.2	4.1	24.1	24.3	27.6	51.8
低級品質	89.2	92.9	54.2	3.2	18.4	23.9	27.3	51.1
中級品質	89.4	91.8	51.1	5.3	18.4	23.9	27.5	51.4
高級品質	89.3	92.6	55.4	3.7	17.5	25.4	29.1	54.4

說明：

^a脂肪（Fat）指酸水解脂肪；總飼糧纖維素[total dietary fiber (TDF)]；總主要胺基酸 [total essential amino acids (TEAA)]；總非主要胺基酸[total nonessential amino acids (TNEAA)]；總胺基酸{total amino acids (TAA)}。

^b大豆粉：指採自五個主要生產國之大豆，送至美國調製加工製成之大豆粉。

試驗研究所用之飼糧

本試驗研究所用半純化飼糧之成份組成，詳如附表-2。其中一組添加含有 5%量（作為餵飼基礎）經酵素水解之酪蛋白擬作為唯一蛋白質來源的飼糧，係為使其能夠作為計算真實胺基酸消化率之用者。其他各組試驗所用飼糧之唯一蛋白質來源，都是經過處理後的各個來源大豆粉。在上述每個試驗所使用的飼糧，都含有從世界五個主要大豆生產國中單一國家的大豆粉。至於供試驗用飼糧中所有其他的成份，都是來自高利用效率及經純化的營養源。在所有供試驗用之飼糧中都添加了一種可以結著吸附黴菌毒素的製劑（MTB-1, Alltech, Lexington, KY），而即使在經檢測結果證實未有黴菌毒素污染的大豆粉裡頭都添加了這種黴菌毒素的

結著劑。此外，所有供試之飼糧都含有 0.5%的氧化鉻（Chromic oxide），俾作消化率之標示（marker）。不過，愛渥華州立大學在針對從印度所採大豆粉樣品所做的試驗時，其供試飼糧添加之氧化鉻濃度則減為 0.4%，再以添加玉米澱粉來彌補其間的差異。所有供試用之飼糧配方，其維他命及礦物質含量都根據 NRC（1998）的標準，規劃調配得能符合或超過生長豬隻之需求量。餵飼酪蛋白飼糧之豬隻，任何到達迴腸內含有氮素的成份，係被認定是豬隻腸道內部所產生的分泌物，因為酪蛋白係被認定是具有百分之百可被消化的營養分（Chung 及 Baker, 1992）。在兩所不同地點大學做為期兩週的試驗中，其所用之飼糧則係由多種所混合。

附表-2· 供餵試驗豬隻^a之飼糧（以餵飼量為基礎）成分組成（%）

飼 糧	大 豆 粉 (SBM) ^b					
	標 準	大 豆	低級品質	中級品質	高級品質	玉米澱粉
酪蛋白 ^c	—	—	—	—	—	61.50
標 準	35.00	—	—	—	—	38.25
阿根廷產大豆粉	—	38.30	—	—	—	34.95
低級品質	—	—	37.50	—	—	35.75
中級品質	—	—	—	37.10	—	35.75
高級品質	—	—	—	—	37.10	36.15
巴西產大豆粉	—	31.50	—	—	—	41.75
低級品質	—	—	36.00	—	—	37.25
中級品質	—	—	—	36.50	—	36.75
高級品質	—	—	—	—	36.10	37.15
中國產大豆粉	—	30.00	—	—	—	43.25
低級品質	—	—	38.75	—	—	34.50
中級品質	—	—	—	37.70	—	35.55
高級品質	—	—	—	—	36.50	36.50
印度產大豆粉	—	—	—	—	—	—
低級品	—	30.50	—	—	—	42.75
高級品	—	30.50	—	—	—	42.75
低級品質	—	—	36.50	—	—	36.75
中級品質	—	—	—	37.00	—	36.25
高級品質	—	—	—	—	31.50	41.75
美國產大豆粉	—	33.30	—	—	—	39.95
低級品質	—	—	35.40	—	—	37.85
中級品質	—	—	—	37.00	—	36.25
高級品質	—	—	—	—	34.50-	38.75

說明：

^a所有飼料含有 20.0% 的蔗糖 · 3.0% 的磷酸二鈣 · 2.0% 的玉米油 · 1.4% 的 K_2CO_3 · 0.6 % 的石灰粉 · 0.5% 的 Cr_2O_3 · 0.35% 的食鹽 · 0.3% 的維他命預混料（每公斤飼糧內可提供 2000 國際單位的維他命 A；300 國際單位的維他命 D₃；20 國際單位的維他命 E；1.0 毫克的維他命 K (menadione)；4.0 毫克的維他命 B₁；15 微克的菸鹼酸；4 毫克的維他命 B₂；12 毫克的泛酸；15 微克的維他命 B₁₂；2 毫克的維他命 B₆；0.11 毫克的生物素；0.5 毫克的葉酸及 0.6 公克的膽鹼）、0.1% 的 MTB-100 (Alltech, Lexington, KY)，及 0.05% 的微量礦物質預混料[每公斤飼糧中可提供 90 毫克的鐵 (ferrous sulfate)；5 毫克的錳 (二氧化錳)；8 毫克的銅 (硫酸銅)；20 毫克的鉀 (碘化鉀)，21 毫克的硒 (亞硒酸鈉) 及 90 毫克的鋅 (硫化鋅)]。

^b標準大豆粉(SBM)：係指購自美國自由市場一般的大豆粉；大豆：則指產自五國主要生產國並於各國調製者。

^c用於本研究所有試驗之酪蛋白飼糧中都含有下列之成分：20% 的蔗糖 · 5.0% 的酪蛋白 · 5% 的 Solka-floc(國際纖維公司, North Tonawanda, NY) · 3% 的磷酸二鈣 · 2.0% 的玉米油 · 1.4% 的 K_2CO_3 · 0.6% 的石灰粉 · 0.5% 的 Cr_2O_3 · 0.4% 的食鹽 · 0.3% 的維他命預混料(詳說明 a 欄) · 0.15% 的 MgO · 0.1% 的 MTB-100 及 0.01% 的微量礦物質預混料 (亦詳如 a 欄)。

試驗動物

本研究在任何試驗開始之前，其所擬採行之試驗步驟，都有經過每個大學內的家畜管理及使用委員會 (Animal care and use committee) 的審核認可。供試驗之豬隻係採用雜交豬，[即由 PIC-326 品系的公豬配 C-22 品系的母豬所繁育出的雜交豬 (PIC, Franklin, KY, at UIUC)；以及用約克夏×藍瑞斯×杜洛克雜交方式所繁育出來的雜交豬隻 (在愛渥華州立大學)]。供試豬隻開始時的體重，在依利諾大學為 35 公斤；在愛渥華州州立大學則僅有 30 公斤。在兩個地方 (兩所大學) 其供試之豬隻，則根據 Sauer 等人 (1983) 過去所採用之外科手術步驟，在其迴腸的末梢植入一根 T-型的套管。而在試驗開始之前，則預留有一週的時間，俾讓這些經過手術過的豬隻康復過來。這些供試驗的豬隻，係以每頭個別關飼在設有溫度控制豬舍的鍍鋅鋼管欄架 (依利諾大學部份)，或不鏽鋼管 (愛渥華州立大學部份) 的代謝欄架內。豬隻之飲用水則用飲水器供應，隨時可任其飲用。

試驗設計

供試之豬隻開始時，係按照逢機取樣的方式分配成以一種採用 6×6 (供餵飼印度大豆粉組

者則採 7×7)，並以 7 天為一試驗週期之拉丁方陣試驗設計的飼糧組。在每個試驗週期中的第一至第五天，係作為豬隻飼糧的調適期，第六至第七天則為迴腸內食物團採集的時間。供試之豬隻，在其飼糧調適及食物團採集期間，每天以間隔 12 小時的時間各餵料壹次。至於供試豬隻第一階段每日供餵的飼料量 (以吃料量為基礎)，則按 $0.09 \times \text{每公升體重}^{0.75}$ 的基礎計算。但在每個為期壹週的試驗期間內，其餵飼豬隻的飼料量必需儘量整齊劃一。往後的試驗期間，由於豬隻的生長其所需營養份會隨之增加，所以餵飼量也要隨之提增。

採樣之程序

在每個試驗週期的第六及第七天，每日均以 12 小時的間隔時間採集豬隻迴腸內的流出液兩次。其中之食物團則藉由植入的一條塑膠套管 (5×25cm, Rand 處理設備材料有限公司, Pawtucket, RI) 至套管集液桶內，並以纜繫的方式與予收集。用以收集食物團之塑膠管至少每隔一小時要更換或淨空一次。由迴腸採集到的食物團，直到採樣期間結束前，必需以零下 20°C 的溫度凍存起來，俾防食物團裡面微生物的作用及氮素的流失。在每次採樣日結束時，需先將採得之食物團取出解凍並可將各不同豬

隻所採得的食物團混在一齊，再取出部份樣本在超真空狀態下與予冷凍脫水。

化學分析

在本研究期間所採得大豆粉、飼糧，及食物團之小部份樣品，則係利用一處 Wiley 飼料工場 (Thomas-Wiley Swedesboro, NJ) 的設備加予磨碎，並經一 2mm 孔隙之篩板與予過濾處理。在依利諾大學所做的研究，其大豆粉、飼料，及供試豬隻迴腸內採得的食物團樣本，都根據 AOAC 的方法 (1995) 做了乾物質 (DM)、及灰分 (ash) 濃度的分析。其中大豆粉及飼糧中脂肪的含量，則以酸水解法 (AOAC, 19083) 來檢測，再根據 Budde 法, (1952) 以乙醚萃取。至於粗蛋白的部分，則係從 LECO 的氮素值 (AOAC, 1885) 測定出來。在愛渥華州立大學所做的研究，就沒有針對上述的成分做化學組成的分析，但是每件大豆粉的樣本都有做胺基酸的分析。

由兩所大學所收集到的迴腸食物團樣本，都送到明尼蘇達大學試驗站的化學試驗室就“鉻及胺基酸”的濃度進行分析，俾排除兩所大學化學試驗室分析的差誤。飼糧及迴腸食物團樣本中鉻之含量，則係在鹽酸中經濕適消化 (wet ashing) 後再藉由分光光度計使用術 (spectrophotometry) (AOAC, 1995) 檢測出來。另飼糧、大豆粉，及食物團內的胺基酸含量，則係使用一部 Becman 6300 型的胺基酸分析儀 (Becman Coulter, Inc. Fullerton, CA) 並根據 AOAC 的方法 (1995) 分析出來的。

計算

本研究在計算依利諾大學供試豬隻所攝食

飼料之營養分消化率時，係就其餵用飼糧中“鉻及胺基酸”的含量加以分析，而於計算出飼糧中鉻及胺基酸含量值之後，再以此數值推算出愛渥華州立大學供試豬隻所餵飼胺基酸的消化率，而於試驗結束後，再就愛渥華州立大學所調配的飼糧分析其胺基酸的濃度。因為由分析所測出之濃度很接近計算求出之濃度，所以由推算求出的濃度數值，已能更正確地用來反映併於飼糧的濃度。

表面營養分迴腸消化率 [**apparent ileal nutrient digestibility**, 簡稱為 (AD)]，係根據底下的公式計算出來的： $AD = 100 - [(N_D/N_F) \times (Cr_F/Cr_D) \times 100]$ 。

上述公式之 N_D 係指出現於豬隻迴腸內之營養分濃度； N_F 係指出現於飼料中之營養分濃度； Cr_F 則係指飼料中 Cr 的濃度；而 Cr_D 則係指迴腸中 Cr 之濃度。

在計算粗蛋白及胺基酸的迴腸真實消化率時，內因性的營養分流失, [**endogenous nutrient loses** (ENL)] 則係根據 Moughan 等人的方法採用下列方程式： $ENL = N_D \times (Cr_F / Cr_D)$ 計算出來。

在本研究中的各項試驗，其從餵飼酪蛋白豬隻每個試驗階段所得的數值，係用為計算所有豬隻同一試驗期間的 ENL。最後的真實消化率 (**true digestibility**)，則用下列方程式： $TD = AD + [(ENL / N_F) \times 100]$ 。

統計

本試驗研究之資料係使用 SAS (SAS, Inst; Inc; Cary, NY) 混合模型的程序，將資料變成拉丁方陣 (Latin square) 來加分析處理。而在分析依利諾大學所做試驗研究收集到的唯一資料 (粗蛋白的消化率) 時，前述所用之模型則包含

有飼糧固定的效應，及供試豬隻和其試驗期間的逢機效應。

在將兩個不同試驗研究地點所得到的資料合併之前，兩個地點及飼糧之間的相互影響情形，都有做過調查。因為這些影響效應不是很大，所以由上述兩地試驗結果所得的資料即予合併在一齊，而地點之因素亦被包含在逢機取樣的影響效應內。至於在兩地所收集到的資料，其分析模式則包含有飼糧的固定影響效應，以及試驗地點，同地點供試豬隻和試驗期間逢機取樣的影響效應。統計結果的最小平方平均值（least square means），係採用有 F-test, 保護之 SDL 處理後再予分開，並以 0.05 的 alpha 值作為統計學上重大差異的判斷之用。

結果及討論

五個主要生產國所產製大豆粉品質之特性（即指低、中、高級品），係在本研究進行前，以各種不同方式所作主觀之評鑑。上述產自巴西、阿根廷、中國，及印度等國之大豆粉其被評定為低、中、高級品，主要是根據其所含粗蛋白之濃度而定，也就是說高品質的大豆粉含有最高的粗蛋白濃度。在就產自印度大豆粉品質分類時，豆粉的顏色，物理外觀亦是評級考慮的項目之一。在美國係採用工場所使用之加工技術，和每個加工場從過去幾年所取得大豆粉化學成分之資料，來評定大豆粉之等級；在巴西則係採用大豆粉加工場的歷史背景，以及大豆生長期間的情形來判定大豆粉樣品的品質等級；而一般低品質等級的大豆粉都是產自新設立的加工場。

在依利諾大學所用供餵試驗豬隻之飼糧化學組成

在依利諾大學進行研究時其供餵試驗豬隻用飼糧之化學組成，詳列如附表-3。

其中所有飼糧之乾物質及有機物質濃度都極近似，即分別介於 91.4~95.4% 及 95.6~96.1% 之範圍。所有含大豆粉之飼糧其粗蛋白之濃度，除了含有產自巴西中等品級大豆粉所配之飼糧（13.1%）、含產自中國高級大豆粉所配飼糧（14.4%），以及含產自印度幾乎所有等級大豆粉所配之飼糧（13.4~15.5%），和含產自美國本土低等級大豆粉所配之飼糧（15.0%）外，都很接近經規劃設計好的飼糧配方之 17% 標準。而且，所有供試驗用之飼糧配方，係以小部分加於該飼糧中之大豆粉樣品做基礎所規劃計算出來的。在上述這些供試飼糧中所發現到含粗蛋白濃度有較低的情形，可能係因飼料原料混合時，以及大豆粉本身組成的差異所導致。而且因為當初運來之大豆粉樣本也是很少量，所以在就其分析所測之粗蛋白含量值作比較時，可能會有些差異。酸水解脂肪之濃度，則介於 3.2~4.8% 之範圍。至於飼糧中胺基酸之組成，則可由大豆粉樣品中的胺基酸組成反映出來。

大體而言，在整個試驗期間供試之豬隻尚能保持良好的健康狀態，並能吃得下飼料。試驗之豬隻，如遇有不吃飼料或生病的情形時，即將之退出試驗，並立即另以植有迴腸套管之豬隻與予替代，俾確保飼糧中各種胺基酸之消化率值是根據健康豬隻所測定出來的。

附表-3 · 在依利諾大學所用供餵埋植有迴腸套管豬隻的半純化飼糧之化學組成

飼 糧 ^b	營 養 分 ^a									
	乾物質	有機質	粗蛋白	脂 肪	離胺酸	羥丁胺酸	甲硫胺酸	總主要胺基酸	總非主要胺基酸	總胺基酸
酪蛋白	92.6	94.1	4.94	2.90	0.39	0.21	9.14	2.80	2.80	5.50
標準大豆粉	91.7	93.7	16.8	4.30	1.06	0.68	0.23	8.40	8.40	16.8
阿根廷產大豆粉	94.9	94.2	15.6	4.10	1.06	0.68	0.23	8.40	8.40	16.8
低級品質	92.6	94.3	13.1	4.10	1.04	0.66	0.23	8.20	8.60	16.7
中級品質	92.3	92.2	17.8	4.00	1.00	0.61	0.21	7.60	8.20	15.8
高級品質	92.2	93.8	16.5	3.50	1.02	0.64	0.22	8.10	8.20	16.3
巴西產大豆粉	94.2	93.9	16.4	4.00	0.79	0.51	0.17	6.40	6.90	13.2
低級品質	92.2	94.7	16.9	4.60	9.89	0.58	0.20	7.20	7.80	15.0
中級品質	91.8	94.4	13.1	4.60	0.83	0.52	0.18	6.50	7.10	13.6
高級品質	92.4	93.8	17.1	4.80	0.85	0.52	0.18	6.60	7.00	13.6
中國產大豆粉	92.9	95.1	18.1	3.80	0.91	0.55	0.20	7.40	7.60	15.0
低級品質	91.4	92.9	16.8	4.30	0.96	0.60	0.24	7.60	7.80	15.4
中級品質	92.3	91.6	15.9	3.60	1.08	0.66	0.26	8.70	8.90	17.6
高級品質	93.5	92.2	14.4	4.60	0.99	0.58	0.24	7.80	7.90	15.7
印度產大豆粉	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
低級品	95.4	92.5	16.2	3.90	1.03	0.63	0.24	8.00	8.60	16.7
高級品	95.4	92.5	14.3	4.80	1.06	0.66	0.22	8.30	9.00	17.3
低級品質	92.0	91.8	15.5	3.40	1.07	0.63	0.22	8.30	8.50	16.8
中級品質	92.7	92.7	14.4	3.60	1.06	0.65	0.22	8.40	8.60	17.0
高級品質	93.2	92.8	13.4	3.20	1.14	0.72	0.24	9.20	9.60	18.8
美國產大豆粉	93.3	94.6	16.8	4.00	0.97	0.62	0.21	7.70	8.30	16.0
低級品質	92.4	94.6	15.0	4.10	0.93	0.58	0.21	7.30	7.60	14.9
中級品質	92.5	93.5	16.2	4.30	0.96	0.59	0.22	7.50	7.90	15.3
高級品質	92.0	94.2	16.8	3.70	1.08	0.65	0.24	8.40	8.60	17.9

說明：

^a脂肪 (Fat)：指酸水解脂肪；總飼糧纖維素 [total dietary fiber(TDF)]；總主要胺基酸 [total essential amino acids (TEAA)]；總非主要胺基酸 [total nonessential amino acids (TNEAA)]；總胺基酸 (total amino acids, (TAA))。

^b大豆粉：指採自五個主要生產國之大豆，再送至美國調製加工製成之大豆粉。

附表-4 所列之報告數字係氮素及胺基酸內因性之流失情形。氮素及胺基酸平均內因性之流失量與過去 Dilger 等人 (2004) 所提出報告之數值極為接近。唯就兩所大學所做五項試驗作比較時，其內因性的流失量範圍就比較大些，但在同一個試驗中的差異比較有限。大體而言，在愛渥華州立大學所做研究的流失量要比依利諾大

學所做研究的流失量來得低些。Van Kempen 等人 (2002) 亦曾注意到此一類似趨勢。目前本研究的內因性流失量，比 Smiricky 等人 (2002,) 及 Traylor 等人 (2001) 所發現的還高些，但這些研究大員所發現的流失量值，仍在本次研究的範圍內。

附表-4 · 氮素及胺基酸在迴腸末端內因性之流失情形

項 目	平 均 值	範 圍 (最小值~最大值) ^b	SEM
氮 素 ^a	2,943.8	1,759.~5,186.6	148.9
主要胺期酸			
精胺酸 (Arginine)	492.4	191.4~1,415.3	35.5
組胺酸 (Histidine)	210.9	110.8~557.8	10.4
異白胺酸 (Isoleucine)	569.2	330.2~1,015.5	21.3
白胺酸 (Leucine)	671.8	342.0~1,855.1	38.6
離胺酸 (Lysine)	472.2	118.2~1,387.4	29.5
甲硫胺酸 (Methionine)	132.4	75.1~302.9	5.5
苯丙胺酸 (Phenylalanine)	351.3	171.3~1,154.7	25.8
煙丁胺酸 (Threonine)	645.2	388.5~1,362.9	25.8
色胺酸 (Tryptophan)	134.4	40.9~340.7	7.3
纈胺酸 (Valine)	618.2	377.4~1,419.7	26.6
非主要胺基酸			
丙胺酸 (Alanine)	1,481.5	261.9~5,752.0	218.4
天冬胺酸 (Asparate acid)	954.8	523.8~3,075.2	60.3
胱胺酸 (Cysteine)	201.5	122.7~624.7	13.5
麩胺酸 (Glutamate acid)	1,858.2	1,143.9~5,378.0	93.6
甘胺酸 (Glycine)	1,153.8	378.3~3,657.6	82.3
脯胺酸 (Proline)	3,012.3	376.1~11,976.3	382.6
絲胺酸 (Serine)	789.7	495.5~1,187.0	22.6
酪胺酸 (Tyrosine)	323.5	151.1~851.8	19.3
總主要胺基酸 (TEAA) ^c	4,297.9	2,427.7~10,165.0	208.1
總非主要胺基酸 (TNEAA) ^d	9,785.5	3,656.7~21,975.4	545.9
總胺基酸 (TAA) ^e	14,207.3	6,084.4~30,766.2	713.8

說明：^a換算氮素量時，其n值係採 30 計；在換算所有胺基酸量時，其n值則採 60 計。

^b最小值~最大值。

^c總主要胺基酸 (TAA)。

^d總非主要胺基酸 (TNEAA)。

^e總胺基酸 (TAA)。

阿根廷產的大豆粉

飼料含阿根廷產大豆粉的豬隻其真實迴腸消化率詳如附表-5。

豆原料調製而成大豆粉之半純化之消化率(%)飼糧之豬隻，其粗蛋白的真實迴腸消化率較之飼料產自美國之標準大豆粉者為低 (P < 0.05)，且飼料標準大豆粉飼糧之豬隻，還具有最高之迴腸粗蛋白消化率。對阿根廷產的大豆粉樣品來說，其粗蛋白消化率在數字上雖然稍為低些，但是該國產之大豆粉只有低級品質者之消化率比美國產的標準大豆粉低得較為顯著。至於其所產各種品質等級之大豆粉，在粗蛋白消化率方面則無差異。

飼料阿根廷產大豆所製大豆粉之豬

隻，其經測得之所有胺基酸迴腸真實消化率最低 (P < 0.05) (詳附表-4)。至於阿根廷產的各不同品質等級 (即低、中、高級) 大豆粉，於飼料豬隻後在胺基酸的消化率方面則無差異。飼料美國產標準大豆粉之豬隻，對胱胺酸及甘胺酸來說較之飼料阿根廷產大豆粉之豬隻具有較高之消化率 (P < 0.05)；而對精胺酸、離胺酸，及天冬胺酸來說則較之飼料阿根廷產低、中、高級品質大豆粉之豬隻具有較高之消化率；另對組胺酸來說則較之飼料阿根廷產低、中級品質大豆粉之豬隻，亦有較高之消化率。

從飼料阿根廷產低、中、高級品質大豆粉及美國產標準大豆粉豬隻所測得脯胺酸之真實消化率係數，都超過 100%。這一點可能係因

過度刺激內因性脯胺酸流失的結果所致，因此這一來也過度刺激了脯胺酸的真實消化率。使用低蛋白之酪蛋白飼糧來估測內性流失，可能導致來自肌肉中麩胺酸之代謝作用，而肌肉內之麩胺酸經代謝作用後可被腸道細胞用來合成氨、橘胺酸 (citrulline)，及脯胺酸 (proline) (de Lange 等人，1989)。

阿根廷產三種不同品質等級之大豆粉及美國產標準大豆粉，其總主要胺基酸 (TEAA) 之消化率都很近似；但阿根廷產之大豆粉，其總非主要胺基酸 (TNEAA) 之消化率，則較之美國產標準大豆粉低 ($P < 0.05$)。

附表-5· 餵飼含阿根廷產製之大豆粉或由阿根廷產大豆而在美國以同樣方式加工處理成大豆粉之半純化飼糧豬隻，其真實迴腸粗蛋白及胺基酸

項 目	區 分					SEM
	大 豆	低 級 品	中 級 品	高 級 品	標 準 品	
粗 蛋 白 ^b	73.3 ^g	82.1 ^h	84.4 ^{hi}	84.1 ^{hi}	90.0 ⁱ	2.80
N 值	12	12	12	11	12	
主要胺基酸						
精胺酸 (Arginine)	83.8 ^g	92.4 ^h	93.7 ^{hi}	92.7 ^h	95.5 ⁱ	1.23
組胺酸 (Histidine)	77.4 ^g	87.8 ^h	88.5 ^h	88.6 ^h	91.4 ⁱ	1.12
異白胺酸 (Isoleucine)	75.8 ^g	88.9 ^h	88.8 ^h	89.2 ^h	90.0 ^h	1.21
白胺酸 (Leucine)	72.5 ^g	86.1 ^h	86.2 ^h	86.2 ^h	87.4 ^h	1.14
離胺酸 (Lycine)	75.4 ^g	86.0 ^h	86.8 ^{hi}	86.2 ^h	90.2 ⁱ	1.91
甲硫胺酸 (Methionine)	81.9 ^g	91.3 ^h	91.1 ^h	90.9 ^h	92.1 ^h	0.97
苯丙胺酸 (Phenylalanine)	73.1 ^g	86.7 ^h	86.7 ^h	86.3 ^h	87.8 ^h	1.08
煙丁胺酸 (Threonine)	79.4	92.6	82.9	83.0	85.8	1.72
色胺酸 (Tryptophan)	73.1 ^g	89.0 ^h	90.2 ^h	89.3 ^h	92.0 ^h	1.35
纈胺酸 (Valine)	72.9 ^g	86.3 ^h	86.5 ^h	86.4 ^h	88.2 ^h	1.33
非主要胺基酸						
丙胺酸 (Alanine)	71.5 ^g	84.2 ^h	84.5 ^h	83.8 ^h	86.3 ^h	1.68
天冬胺酸 (Aspartic acid)	70.2 ^g	82.9 ^h	83.5 ^{hi}	82.6 ^h	87.0 ⁱ	1.40
胱胺酸 (Cystine)	61.7 ^g	76.3 ^h	78.6 ^h	77.6 ^h	85.1 ⁱ	2.41
麩胺酸 (Glutamate)	77.4 ^g	86.3 ^h	88.2 ^h	86.3 ^h	91.5 ⁱ	1.86
甘胺酸 (Glycine)	61.3 ^g	75.7 ^h	80.4 ^h	79.3 ^h	88.0 ⁱ	3.71
脯胺酸 (Proline)	87.1 ^g	98.1 ^g	113.7 ^h	110.9 ^h	120.7 ^h	20.42
絲胺酸 (Serine)	74.4 ^g	89.1 ^h	89.8 ^{hi}	89.8 ^{hi}	92.8 ⁱ	1.85
酪胺酸 (Tyrosine)	77.6 ^g	88.0 ^h	88.7 ^h	88.2 ^h	90.3 ^h	1.13
總主要胺基酸 (TEAA) ^d	74.5 ^g	87.5 ^h	88.0 ^h	86.8 ^h	90.3 ^h	1.82
總非主要胺基酸 (TNEAA) ^e	73.2 ^g	85.3 ^h	88.2 ^h	86.3 ^h	92.7 ⁱ	3.48
總胺基酸 (TAA) ^f	73.7 ^g	86.2 ^h	87.9 ^{hi}	86.4 ^h	91.3 ⁱ	2.42

說明：a 由阿根廷產大豆 (SB) 原料而於美國加工處理 85.3h 之大豆粉 (SBM)。

b SEM = 聯合平均標準誤差。

c 粗蛋白之消化率，係只用 Urbana-Champaign 市依利諾大學豬隻餵飼試驗所得資料求出者，其所有處理組之 n 值均採 6。

d 總主要胺基酸，(TEAA)

e 總非主要胺基 (TNEAA)

f 總胺基酸 (TAA)

g,h,i 上表同欄中所列各項平均值，其上標字母不同者，即表示各平均值之間具有顯著差異 ($P < 0.05$)。

巴西產的大豆粉

餵飼巴西產大豆所製大豆粉之豬隻，有大於 20% 的部份其粗蛋白之真實消化率，要比餵飼於巴西國內自行加工處理大豆粉之豬隻來得低（詳附表-6）。巴西產低級品質的大豆粉其粗蛋白之消化率，較之美國產的標準大豆粉為低（ $P < 0.05$ ），而巴西產各不同品質等級大豆粉之間的真實粗蛋白消化率，則無差異。至於胺基酸的消化率方面，餵飼由巴西產大豆所製大豆粉之豬隻，經檢測結果發現其所有胺基酸的真實迴腸消化率最低（ $P < 0.05$ ），而且餵飼此一飼糧之豬隻至少有大於 20% 的部份其消化率係數要比餵飼其他所有飼糧之豬隻少。餵飼美國產標準大豆粉之豬隻，其在異白胺酸、白胺酸、離胺酸、甲硫胺酸、苯丙胺酸、羥丁胺酸，及纈胺酸等胺基酸的消化率方面，要比餵飼巴

西產製之大豆粉來得高（ $P < 0.05$ ）。餵飼巴西產中、高等級品質大豆粉之豬隻，要比餵飼低級品質大豆粉者具有較高異白胺酸的真實迴腸消化率（ $P < 0.05$ ）。餵飼高等級品質大豆粉的豬隻，要比餵飼添加含低級品質大豆粉之豬隻具有較高之纈胺酸消化率（ $P < 0.05$ ）。另巴西產三種不同品質等級之大豆粉，其所有其他胺基酸之消化率並無差異。此外，巴西產中、高品質等級之大豆粉，及美國產標準大豆粉脯胺酸之真實消化率係數，略超過 100%。會有這種結果，可能是由於過度刺激內因性脯胺酸流失所造成。餵飼美國產標準大豆粉之豬隻，其總主要胺基酸（TEAA）、總非主要胺基酸（TNEAA），及總胺基酸（TAA）之消化率，會比餵飼巴西產大豆粉之豬隻高（ $P < 0.05$ ），而巴西產各不同品質等級大豆粉間的消化率，則無差異。

附表-6· 餵飼含巴西產製之大豆粉或由巴西產大豆而在美國以同樣方式加工處理成大豆粉之半純化飼糧豬隻，其真實迴腸粗蛋白及胺基酸之消化率（%）

區 分 項 目	大 豆 粉 來 源 ^a					SEM
	大 豆	低 級 品	中 級 品	高 級 品	標 準 品	
粗 蛋 白 ^b	51.4 ^g	72.2 ^{hi}	78.9 ^{hi}	77.4 ^{hi}	87.9 ⁱ	4.20
N 值	9	12	12	12	12	
主要胺基酸						
精胺酸 (Arginine)	63.6 ^g	87.1 ^h	91.7 ^{hi}	90.7 ^{hi}	95.2 ⁱ	2.58
組胺酸 (Histidine)	57.1 ^g	79.4 ^h	82.6 ^{hi}	84.3 ^{hi}	90.1 ⁱ	3.01
異白胺酸 (Isoleucine)	52.1 ^g	80.5 ^h	84.4 ⁱ	85.7 ⁱ	91.3 ⁱ	2.94
白胺酸 (Leucine)	48.7 ^g	78.0 ^h	81.3 ^h	82.1 ^h	88.6 ⁱ	3.18
離胺酸 (Lycine)	55.5 ^g	76.7 ^h	81.7 ^h	81.6 ^h	90.4 ⁱ	3.29
甲硫胺酸 (Methionine)	62.6 ^g	84.5 ^h	87.4 ^h	88.0 ^h	92.6 ⁱ	2.72
苯丙胺酸 (Phenylalanine)	49.7 ^g	79.1 ^h	82.0 ^h	83.5 ^h	89.1 ⁱ	3.36
羥丁胺酸 (Threonine)	50.1 ^g	72.5 ^h	76.7 ^h	77.7 ^h	86.8 ⁱ	4.20
色胺酸 (Tryptophan)	57.6 ^g	80.5 ^h	87.1 ⁱ	85.3 ^{hi}	90.1 ⁱ	4.94
纈胺酸 (Valine)	47.8 ^g	75.4 ^h	80.0 ^{hi i}	81.4 ⁱ	89.1 ⁱ	4.69
非主要胺基酸						
丙胺酸 (Alanine)	52.8 ^g	74.0 ^h	77.3 ^h	78.6 ^h	87.2 ⁱ	4.85
天冬胺酸 (Aspartic acid)	51.1 ^g	75.8 ^h	79.1 ^h	79.3 ^h	88.1 ⁱ	2.94
胱胺酸 (Cystine)	33.8 ^g	64.2 ^h	69.4 ^h	69.5 ^h	83.5 ⁱ	7.69
麩胺酸 (Glutamate)	57.7 ^g	80.6 ^h	83.7 ^h	83.5 ⁱ	92.2 ⁱ	3.36
甘胺酸 (Glycine)	38.2 ^g	60.9 ^h	69.5 ^h	71.2 ^{hi}	84.4 ^h	6.75
脯胺酸 (Proline)	60.4 ^g	88.7 ^h	102.6 ^h	101.6 ^h	101.1 ^h	10.56
絲胺酸 (Serine)	57.5 ^g	81.4 ^h	85.6 ^h	85.9 ^h	92.6 ⁱ	2.05
酪胺酸 (Tyrosine)	57.6 ^g	80.3 ^h	83.9 ^h	84.8 ^h	90.6 ⁱ	4.92
總主要胺基酸 (TEAA) ^d	54.6 ^g	84.9 ^h	85.6 ^h	85.7 ^h	92.0 ⁱ	5.85
總非主要胺基酸 (TNEAA) ^{ed}	54.2 ^g	77.9 ^h	82.9 ^h	83.2 ^h	90.8 ⁱ	3.07
總胺基酸 (TAA) ^f	53.5 ^g	78.4 ^h	83.1 ^h	83.5 ^h	90.8 ⁱ	3.18

說明：

- a 由巴西產大豆 (SB) 原料而於美國加工處理 85.3h 之大豆粉 (SBM)。
- b SEM = 聯合平均標準誤差。
- c 粗蛋白之消化率, 係只用 Urbana-Champaign 市依利諾大學豬隻餵飼試驗所得資料求出者, 其所有處理組之 n 值均採 6。
- d 總主要胺基酸, (TEAA)
- e 總非主要胺基 (TNEAA)
- f 總胺基酸 (TAA)
- g,h,i,j 上表同欄中所列各項平均值, 其上標字母不同者, 即表示各平均值之間具有顯著差異 (P, < 0.05)。

附表-7· 餵飼含中國產製之大豆粉或由中國產大豆而在美國以同樣方式加工處理成大豆粉之半純化飼糧豬隻, 其真實迴腸粗蛋白及胺基酸之消化率 (%)

項 目	區 分					SEM
	大 豆	低 級 品	中 級 品	高 級 品	標 準 品	
粗 蛋 白 ^b	54.0 ^g	78.1 ^h	87.7 ^{hi}	86.2 ⁱ	86.1 ⁱ	2.42
N 值	9	12	12	12	12	
主要胺基酸						
精胺酸 (Arginine)	66.7 ^g	87.1 ^h	94.3 ⁱ	93.3 ^{hi}	93.0 ⁱ	2.20
組胺酸 (Histidine)	62.6 ^g	79.4 ^h	89.3 ⁱ	89.1 ⁱ	88.6 ⁱ	2.77
異白胺酸 (Isoleucine)	59.0 ^g	80.5 ^h	90.9 ⁱ	90.2 ⁱ	88.6 ⁱ	1.91
白胺酸 (Leucine)	54.3 ^g	78.0 ^h	89.2 ⁱ	87.9 ⁱ	86.2 ⁱ	2.35
離胺酸 (Lycine)	60.3 ^g	76.7 ^h	87.4 ⁱ	88.1 ⁱ	87.7 ⁱ	2.11
甲硫胺酸 (Methionine)	62.3 ^g	84.5 ^h	91.4 ^{hi}	92.8 ⁱ	90.9 ⁱ	3.00
苯丙胺酸 (Phenylalanine)	55.5 ^g	79.2 ^h	89.3 ⁱ	87.9 ⁱ	86.2 ⁱ	2.28
煙丁胺酸 (Threonine)	55.4 ^g	72.5 ^h	89.9 ⁱ	85.3 ⁱ	83.4 ⁱ	4.90
色胺酸 (Tryptophan)	61.3 ^g	80.5 ^h	91.6 ⁱ	91.0 ⁱⁱ	90.7 ⁱ	2.18
纈胺酸 (Valine)	58.4 ^g	75.4 ^h	89.4 ⁱ	88.7 ⁱ	86.4 ⁱ	1.63
非主要胺基酸		l				
丙胺酸 (Alanine)	58.5 ^g	78.8 ^h	87.3 ⁱ	86.7 ⁱ	84.3 ⁱ	2.24
天冬胺酸 (Aspartic acid)	55.8 ^g	78.4 ^h	85.0 ⁱ	85.2 ⁱ	84.7 ⁱ	2.60
胱胺酸 (Cystine)	48.7 ^g	71.6 ^h	79.7 ⁱ	80.0 ⁱ	79.3 ⁱ	5.61
麩胺酸 (Glutamate)	59.8 ^g	82.7 ^h	89.5 ⁱ	87.1 ⁱ	86.5 ⁱ	2.69
甘胺酸 (Glycine)	53.1 ^g	74.3 ^h	82.6 ⁱ	81.7 ⁱ	79.5 ^{hi}	2.99
脯胺酸 (Proline)	57.2 ^g	101.0 ^h	97.9 ^h	107.2 ^h	103.3 ^h	12.77
絲胺酸 (Serine)	53.6 ^g	85.3 ^h	91.1 ⁱ	91.4 ⁱ	90.1 ^{hi}	3.28
酪胺酸 (Tyrosine)	58.8 ^g	83.9 ^h	89.5 ⁱ	89.8 ⁱ	88.4 ⁱ	3.95
總主要胺基酸 (TEAA) ^{dc}	59.5 ^g	84.6 ^h	90.3 ⁱ	89.4 ⁱ	88.2 ⁱ	2.48
總非主要胺基酸 (TNEAA) ^e	55.7 ^g	82.0 ^h	88.0 ⁱ	88.7 ⁱ	87.0 ^{hi}	2.23
總胺基酸 (TAA) ^f	60.4 ^g	83.5 ^h	89.6 ⁱ	89.0 ⁱ	87.7 ^{hi}	2.73

說明：

- a 由中國產大豆 (SB) 原料而於美國加工處理 85.3h 之大豆粉 (SBM)。
- b SEM = 聯合平均標準誤差。
- c 粗蛋白之消化率, 係只用 Urbana-Champaign 市依利諾大學豬隻餵飼試驗所得資料求出者, 其所有處理組之 n 值均採 6。
- d 總主要胺基酸, (TEAA)
- e 總非主要胺基 (TNEAA)
- f 總胺基酸 (TAA)
- g,h,i,j 上表同欄中所列各項平均值, 其上標字母不同者, 即表示各平均值之間具有顯著差異 (P, < 0.05)。

中國產的大豆粉

餵飼中國產大豆所製成大豆粉之豬隻, 其真實粗蛋白之消化率最低 (詳附表

-7)。餵飼中國產低等級品質大豆粉之豬隻, 比起餵飼中、高等級品質及美國產標準大豆粉之豬隻具有較低的粗蛋白消化率 (P < 0.05)。

餵飼中國產大豆所製大豆粉之豬隻，經檢測發現其所有胺基酸之消化率最低 ($P < 0.05$)，其中至少有 20% 以上的豬隻其消化率係數字低於其他處理組之豬隻。中國產低等級品質之大豆粉，其胺基酸之消化率較之中、高等級品質之大豆粉低。中國產中、高等級品質大豆粉，除中等級品質之豆粉在羥丁胺酸之消化率比美國產標準大豆粉為高 ($P < 0.05$) 外，其他胺基酸之消化率都很接近。中國產低等級品質大豆粉之精胺酸、白胺酸、甲硫胺酸、苯丙胺酸，及羥丁胺酸，其消化率亦與美國產標準大豆粉很近似。此外，中國產大豆粉及美國產標準大豆粉中脯胺酸之消化係數，亦略為超過 100%。在真實總主要胺基酸消化率 (true TEAA digestibility) 方面，中國產中、高等級品質之大豆粉，及美國產標準大豆粉，都比中國產低等級品質大豆粉的消化率來得高 ($P < 0.05$)；而在總非主要胺基酸 (TNEAA) 及總胺基酸的消化率方面，中國產低等級品質大豆粉之消化率要比中、高等級品質品者差，但與美國產標準大豆粉之消化率值則很接近。

印度產的大豆粉

餵飼添加由印度產大豆所製低、高兩種等級品質大豆粉豬隻之真實粗蛋白消化率，比餵飼其他飼糧之豬隻低很多 (詳附表-8)。事實上，這些大豆粉的消化率係數，平均有超過 30% 以上的部份，要低於印度產的其他大豆粉。另由印度產的其他三種不同等級品質大豆粉之間的真實粗蛋白消化率則無差異，而其三種等級品質大豆粉之真實粗蛋白消化率，還與美國產標準大豆粉粗蛋白之消化率值極為近似。

至於真實迴腸胺基酸消化率方面，餵飼美國產標準大豆粉及印度產並於當地加工大豆粉之豬隻，其真實迴腸胺基酸的消化率都很近似。印度產並於當地加工處理的三種不同等級品質大豆粉，其消化率值也都很接近。由印度產再連至美國加工的兩種高、低等級品質大豆粉之胺基酸消化率，比印度產之大豆粉差很多 ($P < 0.05$)。印度產製之大豆粉及美國產之標準大豆粉，其所含脯胺酸之消化率係數都接近 100% 左右。餵飼印度產三種不同等級品質大豆粉，與餵飼美國產標準大豆粉比較，在總主要胺基酸、總非主要胺基酸，及總胺基酸的消化率方面，都很接近。

附表-8· 飼料含印度產製之大豆粉或由印度產大豆而在美國以同樣方式加工處理成大豆粉之半純化飼糧豬隻，其真實迴腸粗蛋白及胺基酸之消化率（%）

項 目	大 豆 粉 來 源 ^a						SEM
	大 豆		低級品	中級品	高級品	標準品	
	低品質	高品質					
粗 蛋 白 ^b	53.7 ^g	48.5 ^g	81.9 ^h	82.2 ^h	87.1 ^h	86.6 ^h	2.46
N 值	13	14	14	14	14	14	
主要胺基酸							
精胺酸 (Arginine)	65.3 ^g	63.1 ^g	91.9 ^h	92.0 ^h	93.6 ^h	94.0 ^h	2.25
組胺酸 (Histidine)	63.6 ^g	62.1 ^g	87.4 ^h	87.1 ^h	89.6 ^h	90.7 ^h	2.28
異白胺酸 (Isoleucine)	57.7 ^g	54.4 ^g	87.2 ^h	87.1 ^h	90.1 ^h	89.5 ^h	2.28
白胺酸 (Leucine)	56.2 ^g	52.9 ^g	84.5 ^h	84.3 ^h	88.1 ^h	87.5 ^h	3.90
離胺酸 (Lysine)	65.2 ^g	62.9 ^g	88.1 ^h	87.4 ^h	89.0 ^h	83.9 ^h	3.45
甲硫胺酸 (Methionine)	66.0 ^g	61.6 ^g	88.6 ^h	88.1 ^h	90.9 ^h	90.9 ^h	2.61
苯丙胺酸 (Phenylalanine)	55.7 ^g	51.6 ^g	85.2 ^h	85.1 ^h	88.1 ^h	87.3 ^h	2.76
經丁胺酸 (Threonine)	57.1 ^g	54.1 ^g	80.7 ^h	80.2 ^h	83.7 ^h	84.0 ^h	1.95
色胺酸 (Tryptophan)	61.3 ^g	60.8 ^g	88.1 ^h	86.7 ^h	87.6 ^h	89.4 ^h	3.81
纈胺酸 (Valine)	57.6 ^g	56.0 ^g	84.7 ^h	84.2 ^h	87.5 ^h	87.8 ^h	2.04
非主要胺基酸							
丙胺酸 (Alanine)	58.2 ^g	55.8 ^g	82.4 ^h	81.8 ^h	84.8 ^h	85.2 ^h	
天冬胺酸 (Aspartic acid)	57.5 ^g	55.2 ^g	84.0 ^h	83.4 ^h	85.2 ^h	86.5 ^h	1.85
胱胺酸 (Cystine)	52.7 ^g	48.6 ^g	77.4 ^h	78.5 ^{hi}	83.2 ^{hi}	83.2 ^h	2.05
麩胺酸 (Glutamate)	30.1 ^g	62.2 ^h	86.9 ⁱ	86.8 ⁱ	88.6 ⁱ	90.3 ^h	7.62
甘胺酸 (Glycine)	54.8 ^g	54.9 ^g	79.4 ^{hi}	77.8 ^h	82.1 ^{hi}	83.8 ^h	2.31
脯胺酸 (Proline)	62.7 ^g	60.2 ^g	97.8 ^h	100 ^{1h}	99.6 ^h	101.1 ^h	10.44
絲胺酸 (Serine)	59.6 ^g	54.1 ^g	87.7 ⁱ	86.6 ⁱ	90.3 ⁱ	90.7 ⁱ	1.75
酪胺酸 (Tyrosine)	59.6 ^g	56.7 ^g	86.3 ^h	86.3 ^h	89.3 ^h	88.6 ^h	3.60
總主要胺基酸 (TEAA) ^{dc}	58.4 ^g	57.3 ^g	86.7 ^h	86.3 ^h	89.1 ^h	89.6 ^h	2.34
總非主要胺基酸 (TNEAA)	59.2 ^g	58.6 ^g	86.2 ^h	85.9 ^h	88.2 ^h	89.5 ^h	1.92
總胺基酸 (TAA) ^f	58.9 ^g	58.1 ^g	86.4 ^h	86.1 ^h	88.7 ^h	89.3 ^h	1.85

說明：

- a 大豆 (SB)，低品質 = 由印度產印度低品質大豆 (SB) 於美國加工後製成錢之大豆粉 (SBM)；大豆高品質 = 由印度高品質大豆 (SB) 於美國加工後製成之大豆粉 (SBM)；低品質 = 低級品質之大豆粉；中品質 = 中級品質之大豆粉；高品質 = 高級品質之大豆粉。
- b SEM = 聯合平均標準誤差。
- c 粗蛋白之消化率，係以 Urbana-Champaign 市依利諾大學豬隻飼料試驗所得資料求出者，其所有處理組之 n 值均採 7。
- d 總主要胺基酸，(TEAA)
- e 總非主要胺基 (TNEAA)
- f 總胺基酸 (TAA)
- g, h, i, j 上表同欄中所列各項平均值，其上標字母不同者，即表示各平均值之間具有顯著差異 (P < 0.05)。

美國產的大豆粉

飼料由美國產大豆所加工處理出來的大豆粉及低等級品質大豆粉的豬隻，在所有測試之處理中其真實粗蛋白的消化率都是最低（詳附表-9）。美國產標準大豆粉之粗蛋白消化率，與美國產中、高等級品質大豆粉粗蛋白的消化率值都很接近。飼料美國產中、高等級品質大豆粉之豬隻，其胺基酸之

消化率值，亦與飼料標準大豆粉豬隻者相當接近。飼料美國產低等級品質大豆粉之豬隻，其在組胺酸、異白胺酸、離胺酸、甲硫胺酸、經丁胺酸、纈胺酸、天冬胺酸、胱胺酸、麩胺酸，及酪胺酸等胺基酸方面，比飼料美國產標準大豆粉的豬隻有較低的消化率 (P < 0.05)；惟美國產各不同等級品質大豆粉之間的胺基酸消化率，則無差異。美國產大豆在經試驗工場標準化加工狀況下處理後所產製出

來之大豆粉消化率，要比美國產中、高等級品質的大豆粉來得低 ($P < 0.05$)；但其組胺酸、離胺酸、甲硫胺酸、羥丁胺酸、甘胺酸、胱胺酸、麩胺酸，及酪胺酸等之消化率值則與美國產低等級品質之大豆粉接近。在所有處理中之脯胺酸消化率，由於過度刺激豬隻體內內因性脯胺酸之流失，故其消化率係數都在 100% 左右或超過 100%。而所有美國產三種不同等級品質之大豆粉，其總主要胺基酸 (TEAA)、總非主要胺基酸 (TNEAA)，及總胺基酸 (TAA) 之消化率值，都與美國產標準大豆粉的數值很接近，其中以在美國本土試驗工場加工處理之大豆粉較低 ($P < 0.05$)。

在本研究的每項試驗中，採用上述五個國家所產大豆而在美國試驗工場於標準化的條件下加工處理之大豆粉餵飼的豬隻，其對胺基

酸的消化率除了餵飼美國產製大豆粉組豬隻之間的差異不大以外，都較之餵飼在每個大豆生產國本土自行加工處理大豆粉的豬隻來得低。由小型試驗工場產製出來的大豆粉，其蛋白質活體外的品質特性，經顯示在處理加工過程中可能既已發生了一些問題。而本研究各項試驗用之所有大豆粉，除了以阿根廷及巴西產大豆原料所製成的大豆粉，其蛋白質在氫氧化鉀 (KOH) 溶液中的溶解度大於 85% 外，所有其他國家產製出來的大豆粉，在加工處理程度上可以說一直處於不足的狀態。由印度及阿根廷產大豆所產製出來的大豆粉，其尿素酶值都介於或高於 0.2pH 單位間的範圍內在發生變化，所以這也表示其加工處理的程度亦有不夠的可能。

附表 -9· 餵飼含美國產製之大豆粉或由美國產大豆而在美國以同樣方式加工處理成大豆粉之半純化飼糧豬隻，其真實迴腸粗蛋白及胺基酸之消化率 (%)

分 項 目	區 大 豆 粉 來 源 ^a					SEM
	大 豆	低 級 品	中 級 品	高 級 品	標 準 品	
粗 蛋 白 ^b	84.7 ^g	82.5 ^g	92.9 ^h	94.0 ^h	95.7 ^h	4.57
N 值	11	12	12	12	12	
主要胺基酸						
精胺酸 (Arginine)	90.8 ^g	94.6 ^h	95.9 ^h	95.7 ^h	97.3 ^h	2.11
組胺酸 (Histidine)	84.5 ^g	88.5 ^{gh}	92.1 ^h	92.1 ^h	94.2 ⁱ	2.27
異白胺酸 (Isoleucine)	80.1 ^g	87.1 ^h	90.4 ^{hi}	91.2 ^h	93.0 ⁱ	2.09
白胺酸 (Leucine)	78.9 ^g	85.9 ^h	89.9 ^h	89.3 ^h	91.6 ^h	3.03
離胺酸 (Lycine)	82.8 ^g	87.0 ^{gh}	90.9 ^h	90.6 ^h	93.1 ⁱ	2.71
甲硫胺酸 (Methionine)	86.4 ^g	89.9 ^{gh}	92.7 ^{hi}	93.2 ^{hi}	93.7 ⁱ	1.61
苯丙胺酸 (Phenylalanine)	79.5 ^g	86.4 ^h	90.4 ^h	89.5 ^h	91.8 ^{jh}	2.96
羥丁胺酸 (Threonine)	76.0 ^g	81.9 ^{gh}	86.8 ^{hi}	86.7 ^{hi}	89.6 ⁱ	3.66
色胺酸 (Tryptophan)	79.8 ^g	88.5 ^h	92.6 ^h	93.4 ^h	94.4 ^h	3.22
纈胺酸 (Valine)	78.4 ^g	84.8 ^h	89.1 ^{hi}	89.8 ^{hi}	91.7 ⁱ	2.61
非主要胺基酸						
丙胺酸 (Alanine)	79.1 ^g	84.4 ^{gh}	88.4 ^{hi}	88.6 ^{hi}	91.1 ^h	3.83
天冬胺酸 (Aspartic acid)	79.8 ^g	86.2 ^h	89.6 ^{hi}	89.3 ^{hi}	91.4 ⁱ	3.75
胱胺酸 (Cystine)	72.7 ^g	78.5 ^{gh}	84.8 ^{hi}	83.6 ^{hi}	88.4 ⁱ	3.79
麩胺酸 (Glutamate)	85.9 ^g	87.9 ^g	90.9 ^{gh}	90.5 ^h	92.8 ^h	2.57
甘胺酸 (Glycine)	83.2	88.6	87.5	89.6	95.3	9.67
脯胺酸 (Proline)	110.0	118.1	99.2	103.3	113.8	22.34
絲胺酸 (Serine)	81.0 ^g	87.6 ^h	90.3 ^h	90.5 ^h	92.8 ^h	2.83
酪胺酸 (Tyrosine)	72.9 ^g	87.8 ^{gh}	91.8 ^{hi}	91.5 ^{hi}	93.3 ⁱ	2.05
總主要胺基酸 (TEAA) ^{dc}	80.7 ^g	88.0 ^h	91.1 ^h	92.7 ^h	93.9 ^h	3.34
總非主要胺基酸 (TNEAA) ^e	83.1 ^g	89.7 ^h	89.4 ^h	91.1 ^h	95.0 ^h	5.40
總胺基酸 (TAA) ^f	81.9 ^g	88.7 ^h	88.7 ^h	91.0 ^h	94.3 ^h	4.24

說明：a 由美國產大豆（SB）原料而於美國加工處理 85.3h 之大豆粉（SBM）。

b SEM = 聯合平均標準誤差。

c 粗蛋白之消化率，係只用 Urbana-Champaign 市依利諾大學豬隻餵飼試驗所得資料求出者，其所有處理組之 n 值均採 6。

d 總主要胺基酸，（TEAA）

e 總非主要胺基（TNEAA）

f 總胺基酸（TAA）

g, .h, i, j 上表同欄中所列各項平均值，其上標字母不同者，即表示各平均值之間具有顯著差異（ $P < 0.05$ ）。

用於大豆加工處理的條件，可能會影響產製出來的大豆粉成分。譬如說，由 Grieshop 等人（2003）所做的一項研究中，其由美國十處加工處理工場所收集到的大豆樣品，在單項或胺基酸濃度方面並未發現有差異。不過，經加工處理結果所產製出來的大豆粉，在單項及胺基酸濃度方面，則發現有顯著的差異。這些加工處理條件的差異，可能導致大豆粉中所含營養份消化率的差異（Sauer 及 Ozimek, 1986）。而加熱處理即是用來將呈現於大豆原料中剩留下來的抗營養因子與予變性。如果加熱處理未能達到最適溫度時，其中有些抗營養因子可能就無法被破壞（Araba 及 Dale, 1990）。這些殘留下來的抗營養因子，由於有蛋白質酶抑制因子的存在，故將會導致大豆粉消化率的降低。不過加工處理所使用的溫度如果太高的話，則對大豆中的營養分會造成一些傷害，特別是對離胺酸方面（Araba 及 Dale, 1990, gg）。

因為大豆粉的品質，會受其加工處理條件的影響，所以最適加工處理條件的界定是非當重要的，不過這些加工處理條件，對生長自全球各地的大豆品種來說，可能都不一樣。在本試驗研究中，所有在美國小型試驗工場加工處理出來的大豆粉，其消化率雖然較低些，但是由全球各地所產大豆調製出的大豆粉的消化率，比起美國產製出來的大豆粉更低。此一發現顯示，用於大豆粉的加工處理方面的條件，可能需要隨著大豆原料的成分來變化調

整。大豆原料的成分會隨下列數種因素，諸如降雨量（Bose, 1988）、氣溫（Wolf 等人，1982），及日照時間（Cure 等人，1982）等而發生變化。在就一項特別研究所做的抽樣調查中，我們發現以上所有的這些因素，會隨地理區域的不同而有變化。

從一些研究顯示，在同一個國家所生產及產製的大豆及大豆粉，其的成分實際上都會有所變化。Grieshop 及 Fahey（2001）即曾就巴西、中國，及美國所產大豆成分的差異做過檢測，他們並曾提出有關以上這三個國家所產大豆中粗蛋白及胺基酸的成分，和以上三個國家所產大豆彼此間差異的報告。譬如由巴西不同省份所產的大豆，其粗蛋白佔乾物質的量約在 39~42% 之範圍，而美國各不同區域所產的大豆，其粗蛋白佔乾物的量，則介於 39~45% 之間。大豆原料中的這些成分差異，也導致其所產製出來大豆粉成分的變化。由一項就美國 55 家大豆粉加工處理工場所做的調查，發現根據美國各個地區所產大豆及所產製的大豆粉之粗蛋白、總飼糧纖維素，以及酸水解脂肪濃度都呈現有差異（Grieshop 等人，2003）。至於其他國家，過去雖然沒有發表過類似的研究報告，但是為安全的顧慮起見，由其他這些國家所產製的大豆粉成分，一般還是把它認為也具有類似上述數量上的差異。目前用於本研究的同一國家大豆粉，也發現有化學成分上的差異。事實上，根據主觀上的顯示，當大豆粉品質改進時，其胺基酸濃度及蛋白質

在氫氧化鉀溶液中的溶解度也會隨之增加。這些大豆粉成分上的差異，可能導致其品質及消化率的差異。

依據目前的研究發現，由同一國家所產製出來的大豆粉其真實胺基酸的消化率較少有差異。只有中國產製低等級品質的大豆粉，比起其中、高等級品質大豆粉的消化有較差的情形。這種情形正與這些蛋白質活體外品質的評估結果相吻合。尿素酶值少於 0.05pH 單位、粗蛋白於氫氧化鉀溶液中之溶解度於 75~85 % 之間、及蛋白質分散度指數低於 50% 者，即表示該大豆粉係經適當加工處理者。

大豆粉成分上的差異，並不一定與先前由 van Kempen 等人 (2002) 就美國四個地方及荷蘭一個地方所取得大豆粉樣品做比較時所發現的消化率有相關性。在美國與荷蘭各地方所產製大豆粉中的胺基酸成分之間即有差異，即使在美國地區內都不儘相同。不過胺基酸在豬隻方面的消化率，則較少有差異。

在本試驗研究中，標準的大豆粉係用來作為與其他國家所產大豆粉，甚至與在美國本土自由市場所購得高等級品質之大豆粉做比較之用。在真實總胺基酸的消化率方面，中國、印度，及美國產製的大豆粉都與標準大豆粉的消化率很接近，但阿根廷及巴西產製的大豆粉

就比較不容易消化。在要決定以理想的大豆粉作為動物飼糧之用時，非常重要的一點是必需將大豆粉中真實胺基酸的消化率列入最優先的考量。由阿根廷及巴西產製大豆粉中所發現到具較低消化率的情形，毫無疑問的將導致動物攝食後只有較少的胺基酸會到達其器官的系統裡頭，更會導致不良的生長業績。目前阿根廷和巴西大豆粉的外銷雖然居於世界的領導地位，但是由我們的研究顯示，他們所輸出的大豆粉，要比其他國家所產製的大豆粉較不容易被動物所消化。

啓示

由上述五個國家所收集到的低、中、高等級品質的大豆粉，在化學成分上雖然有所差異，但存在於豬隻的真實消化率則較少有變化。阿根廷及巴西產製之大豆份，在與以高品質著稱之美國產標準大豆粉作比較時，就比較不易消化；但是中國、印度，及美國所產大豆粉之消化率則很接近。而不同國家所產大豆在真實胺基酸消化率的這些差異，使得飼料調配業者／養豬業者於了解了市場上也可購得最高等級品質大豆粉的情況之後，可能為他們提供了在彼此間競爭的優勢。