

# 產學合作案結案報告書

華生技 104 產學字 009 號

## 豬下腳料與大骨營養成分分析

甲方：新竹肉品市場股份有限公司

乙方：中華學校財團法人中華科技大學

生物科技系

計劃主持人：張晉峰

## 目次

|             |     |
|-------------|-----|
| 目次          | I   |
| 表次          | II  |
| 摘要          | III |
| 第一章 研究緣起與背景 | 1   |
| 第二章 文獻探討    | 1   |
| 第三章 研究方法    | 4   |
| 第四章 研究內容與結果 | 7   |
| 第五章 結論      | 11  |
| 參考書目        | 11  |

## 表次

|                      |    |
|----------------------|----|
| 表 1. 豬骨與肺臟的基本營養成分(%) | 8  |
| 表 2. 豬骨與肺臟的氨基酸組成分    | 9  |
| 表 3. 豬骨與豬肺臟的礦物質元素組成分 | 10 |

## 摘 要

豬隻屠宰過程中，豬大骨與豬肺臟為經常性的下腳料，為提升下腳料資源的開發，進行豬大骨與豬肺臟營養成份的分析。豬骨樣品水分含量  $4 \pm 0.4\%$ 、灰分  $47 \pm 0.3\%$ 、脂肪  $10 \pm 0.8\%$  和蛋白質  $37 \pm 0.5\%$ 。豬骨樣品包含異亮胺酸、亮胺酸、離胺酸、苯丙胺酸、甲硫胺酸、蘇胺酸、纈胺酸與組胺酸等 8 種氨基酸組成。豬肺臟樣品水分含量  $80 \pm 0.5\%$ 、灰分  $0.8 \pm 0.4\%$ 、脂肪  $3 \pm 0.1\%$  和蛋白質  $16 \pm 0.6\%$ 。豬肺臟樣品包含異亮胺酸、亮胺酸、離胺酸、苯丙胺酸、甲硫胺酸、蘇胺酸、纈胺酸、色胺酸、組胺酸、半胱胺酸、酪胺酸、精胺酸、丙胺酸、天門冬胺酸、穀胺酸、甘胺酸、脯胺酸與絲胺酸等 18 種氨基酸組成。豬骨與豬肺臟樣品皆具有鈣、磷、鎂、鉀、鈉、鐵、鋅、銅與錳的礦物質元素，能提供良好的補充來源。豬骨骼中鈣磷含量高，鈣和磷的比值接近 2:1，是禽畜養殖上吸收鈣磷的最佳比例。兩者樣品具有高度營養且具互補性，開發為禽畜養殖的飼料具高度應用價值。

**關鍵詞：**下腳料、豬大骨、豬肺臟、肉骨粉

## 第一章 研究緣起與背景

肉骨粉是一種蛋白質飼料資源，營養價值高，相對魚粉價格較便宜，是有前途的魚粉替代物。依美國官方飼料管制協會(AAFCO)對肉骨粉所下之定義如下：「肉骨粉乃哺乳動物廢棄組織經乾式熬油後之乾燥產品，除正常製程中無法避免之少量混合外，本品不可含有毛髮、蹄、角、皮革、排泄物及胃內容物，熬油時偶而會混入少量鮮血。含磷量應在4.4%以上，胃蛋白酶不可消化物應在14%以下，屬胃蛋白酶不可消化之粗蛋白應在11%以下。蛋白質含量須加以標示，如果標示有產品種類、成分或來源，必須符合之」。從營養組成上來說，肉骨粉是一類優質的蛋白質飼料資源，能補充畜產養殖過程中蛋白質飼料資源的部分，同時，肉骨粉價格相對較便宜。但肉骨粉品質不夠穩定，目前在飼料中的添加量有一定限制，因此若能開發固定來源與品質穩定的肉骨粉製品將具高度市場價值(肖與金，2012)。

## 第二章 文獻探討

### 第一節 肉骨粉營養成分特性

肉骨粉的蛋白質含量隨加工原料不同而呈現不同的含量，通常含量範圍在20%~50%，其組成部分主要有磷脂(腦、卵磷脂等)、無機氮(尿素、肌酸等)、角蛋白(角、蹄、毛等)、結締組織蛋白(膠原、骨膠

等)、水解蛋白、肌肉組織蛋白等，前3者利用價值低，只有肌肉組織蛋白有高度的利用價值，因此隨上述物質的比例而造成蛋白質品質不同。此外，氨基酸組成方面，賴氨酸與色氨酸均不足，利用率變化大。肉骨粉鈣磷含量高，利用率好。品質良好的肉骨粉中維生素B、菸鹼酸、膽鹼含量豐富，但維生素A、維生素D則含量少。熱能值因其蛋白及脂肪含量與品質變化而差異很大，故在實際生產中多採用估算值(溫，2011)。

## **第二節 畜禽飼料利用狀況**

肉骨粉可作為畜禽飼料的蛋白及鈣、磷來源，但由於其品質穩定性差，飼養價值比不上魚粉與豆餅，用量經常限制在5%以下，並需補充所缺乏的氨基酸，品質明顯低劣者不適合使用。據過去試驗報告的結果顯示，在肉豬飼料中隨其用量增加，適口性與生長呈下降趨勢。目前一般多用於肉豬、種豬、肉禽飼料，不宜用於仔豬、雛雞飼料。在反芻家畜中，利用效果不佳，用量應控制在3%以下。其對奶牛泌乳量及乳味影響甚微，但偶有降乳現象；用於肉牛的效果遠不如獵和雞，但可與適口性好的豆餅、亞麻仁粕及穀類混合使用。綿羊、馬對肉骨粉適口性不好，需配合其他飼料少量使用，並經一段適應期才能適應(溫，2011)。

## **第三節 畜禽屠宰下腳料**

畜禽屠宰下腳料指的是畜禽屠宰業在屠宰過程產生之皮、肉、骨、

內臟、血液或油脂。目前主要用途為高單位蛋白質飼料及有機質肥料之原料，屬於農業事業廢棄物處理的範圍。高單位蛋白質飼料指的就是一般所謂的肉骨粉，台灣目前

肉骨粉（meat and bone meal）製做的來源主要為斃死動物的屍體或屠宰廠下腳料，但是目前是以斃死動物的屍體為主，經過煉油、乾燥、粉碎等過程之後所得之產品。由於以斃死動物的屍體為原料來源較為複雜，及病原菌殘留的疑慮，過去飼料業者並不喜好以肉骨粉當做動物飼料原料(Deydier 等，2007; Ducrot 等，2008)。歐盟規定僅屠宰場副產物所製得肉骨粉與油脂，可以作動物飼料原料，死亡的動物或不堪食用之副產物化製所得肉骨粉及油脂僅能當燃料，並不能添加於動物飼料中。我國為防範狂牛症 入侵，行政院農業委員會自民國九十年起，公告禁止肉骨粉、肉粉、骨粉、禽肉粉及血粉等動物性 飼料原料，使用於反芻動物配合飼料(農牧字第 900107959 號)。但台灣並非狂牛症疫區，因此對於 國內所生產的肉骨粉並未加以禁止。考量到未來法規的規範與近年來由於飼料原料價格高漲，尋找非以斃死動物的屍體為原料的替代性原料成為重要的課題。若能開發來源與品質皆相對穩定與較無病菌殘留問題的肉骨粉，畜產業者的接受度應會提高。

豬肺臟，含有蛋白質、卵磷脂、多種維生素及礦物質等，有滋陰養肺、止咳嗽、止血之功效。明代李時珍《本草綱目》記載，豬肺“療肺虛咳嗽、嗽血”。清代王士雄撰寫的《隨息居飲食譜》也指出，豬肺

“治肺痿咳血、上消渚症”(《證治準繩·消瘴》篇說：“渴而多飲為‘上消’”)。適用於治療肺陰虧虛，咳嗽痰少、日久不愈，氣短、久咳、咯血等症(孫與孫，2011)。由於飲食習慣的改變，豬肺臟的食用人口逐漸減少，豬隻屠宰後少部分肺臟會進入傳統市場販售外，大多肺臟下腳料皆以有機堆肥形式處理。屠宰後的豬大骨也是豬隻屠宰後所需處理的下腳料之一。台灣平均每年豬隻屠宰頭數約為800萬隻，以平均每隻100公斤，豬骨約佔10-15%的重量來計算，每年約有80-120萬噸的豬骨產生。豬骨與牛乳粉及雞蛋粉相比，具有高蛋白、低脂肪與高灰分等特點，含有的必需胺基酸除了異亮胺酸與甲硫胺酸外，其餘含量都高於雞蛋或牛乳等，同時含有8種營養上重要的元素，尤其是鈣磷具有高度的含量。

為提高豬隻屠宰後下腳料豬肺臟與豬骨的附加價值，本研究進行豬肺臟與豬大骨營養成份的分析，藉由了解相關的營養組成份後進一步評估製成肉骨粉的潛力。

### 第三章研究方法

#### 1.水分含量

先將秤量瓶置於 105°C 烘箱中乾燥 1 小時再移入乾燥器中 30 分鐘，秤重。重覆此步驟至秤量瓶恆重(B)。精秤樣品 1 克(C)置於秤量



瓶中，置於 105°C 烘箱中乾燥 1 小時(根據樣品含水率高低而延長)再移入乾燥器中 30 分鐘，秤重。亦重覆此步驟至秤量瓶恆重 (A)。計算方式為  $(A-B)/C \times 100$  即為水分含量(AOAC，1998)。

## 2. 灰分含量

秤取適量之樣品，置於已秤重量之坩堝中，先以 105±5°C 之溫度預熱 30 min，再將溫度調至 850±5°C 維持 3 hr。使可燃分充分氧化，所剩殘渣佔原樣品之重量百分率即為該試樣之乾基灰分(AOAC，1998)。

## 3. 蛋白質含量

利用 Kjeldahl 定量法。精秤樣品 1 g，分別加入 2 g 分解促進劑 ( $K_2SO_4 : CuSO_4 \cdot 5H_2O = 4 : 1$ ) 及 25 ml 濃硫酸進行加熱分解，將樣品分解至透明藍色或黃綠色，冷卻後以蒸餾水定容至 100 ml。取定容液 25 ml，加入 25 ml 30% 氫氧化鈉溶液進行蒸餾，量取 0.05N 硫酸溶液，加入 2-3 滴指示劑，作為接收液。待加熱蒸餾完畢，再以 0.05N 氫氧化鈉溶液加以滴定，粗蛋白含量由 Kjeldahl nitrogen 含量測出後，

乘以 6.25 氮係數。粗蛋白含量 (%)  $= 0.7003 \times (a - b) \times f \times N \times \frac{100}{W} \times I \times \frac{1}{1000}$

0.7003：每毫升 0.05N 氫氧化鈉相當於 0.7003 毫克氮

a：空白對照試驗組，滴定所用 0.05N 氫氧化鈉毫升數

b：樣品滴定所用 0.05N 氫氧化鈉毫升數

f：0.05N 氫氧化鈉標準溶液之力價

N：氮係數

W：樣品之重量(克)

I：如使用分解液之一部分進行滴定时，應乘其係數

$$I = \frac{\text{分解液總體積 (mL)}}{25 \text{ (mL)}}$$

#### 4.脂肪含量測定

精秤樣品 3 克放置於圓筒濾紙中，並塞上脫脂棉花，放進索氏迴流裝置 (Soxhlet extractor) 中。以乙醚為萃取溶劑萃取脂肪 16 小時。先將剩餘乙醚蒸發，再將圓形平底燒瓶放置於 105°C 烘箱乾燥達恆重後，計算出樣品的粗脂肪萃取量。計算：

$$\text{粗脂肪含量 (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{S} \times 100$$

W0：空圓底燒瓶恆量 (g)

W1：脂質萃取後受器的恆量 (g)

S：樣品秤取量 (g)

#### 5.礦物質元素含量分析與鈣磷含量測定換算

礦物質元素的分析，主要將樣品力用微波消化後以原子吸收光譜儀進行分析。肉骨粉之鈣、磷含量估計方法：肉骨粉是很好的鈣、磷來源，量高且利用率好，但批間成分變化很大，成分表資料往往無法代表我們所購入產品之真正成分，雖然直接每批測定鈣、磷是最正確

的做法，但很多使用者可能做不到，而且也沒有必要，不如由容易測定之灰分含量估計之，再定期抽樣求證；除非摻偽及砂石含量太多，以下之等式應可適用大部分肉骨粉產品：

$$\text{鈣量}\% = 0.348 \times \text{灰分}\%$$

$$\text{磷量}\% = 0.165 \times \text{灰分}\%$$

#### 6. 氨基酸的測定：

採用厭氧管水解法，稱取含蛋白7.5～25 mg的樣品於20 mL厭氧水解管中，加入10 mL 6M鹽酸(含0.1%的苯酚)，將樣品全部浸沒，置於冰水中冷凍10 min，充高純氮氣1～2 min，移開氮氣後立即蓋好軟塞，旋緊密封蓋；將水解管置於110°C恒溫烘箱中水解22 h。水解完成後冷卻，混勻，取0.5 mL水解液於60°C以下濃縮至乾以儘量排除其中的干擾，加入2 mL樣品稀釋液(0.12M pH 2.2 檸檬酸一檸檬酸三鈉緩衝液)，用0.22 μm針式篩檢程式過濾後採用高速氨基酸分析儀測定。

## 第四章 研究內容與結果

### 豬骨與豬肺臟營養成分分析

豬骨與豬肺臟營養成分分析結果如表 1 所示。豬骨樣品水分含量  $4 \pm 0.4\%$ 、灰分  $47 \pm 0.3\%$ 、脂肪  $10 \pm 0.8\%$ 和蛋白質  $37 \pm 0.5\%$ 。豬肺臟樣品水分含量  $80 \pm 0.5\%$ 、灰分  $0.8 \pm 0.4\%$ 、脂肪  $3 \pm 0.1\%$ 和蛋白質

16 ± 0.6%。豬骨樣品具有高含量的蛋白質與高含量的灰分，豬肺臟具有高含量的蛋白質與低含量脂肪的特性，兩者皆具高度營養價值。

表 1. 豬骨與肺臟的基本營養成分(%)

| 營養成分 | 豬骨(%wt)  | 豬肺臟(%wt)  |
|------|----------|-----------|
| 水分   | 4 ± 0.4  | 80 ± 0.5  |
| 蛋白質  | 37 ± 0.5 | 16 ± 0.6  |
| 脂肪   | 10 ± 0.8 | 3 ± 0.1   |
| 灰分   | 47 ± 0.3 | 0.8 ± 0.4 |

#### 豬骨與豬肺臟的氨基酸組成分

豬骨與豬肺臟氨基酸組成分析結果如表 2 所示。豬骨的氨基酸組成分包括異亮胺酸、亮胺酸、離胺酸、苯丙胺酸、甲硫胺酸、蘇胺酸、纈胺酸與組胺酸等 8 種氨基酸組成。豬肺臟的氨基酸組成分包括異亮胺酸、亮胺酸、離胺酸、苯丙胺酸、甲硫胺酸、蘇胺酸、纈胺酸、色胺酸、組胺酸、半胱胺酸、酪胺酸、精胺酸、丙胺酸、天門冬胺酸、穀胺酸、甘胺酸、脯胺酸與絲胺酸等 18 種氨基酸組成，營養上所包含的胺基酸種類皆涵括在內。以對豬隻所需的營養為例，組成氨基酸中包括豬隻生長所需的 10 種必須胺基酸，其中，離胺酸與蘇胺酸在豬隻體內完全不合成，其餘八種的合成速度緩慢，因此皆需大量補充以滿足豬隻生長過程的需求，由豬骨與豬肺臟的氨基酸組成分析結果顯

示，當作豬隻或是其他禽畜類飼料中的營養添加劑具高度的應用價值。

### 豬骨與豬肺臟的礦物質元素組成分

豬骨與豬肺臟礦物質元素組成分析結果如表 3 所示。營養上所需的巨量與微量元素鈣、磷、鎂、鉀、鈉、鐵、鋅、銅與錳皆包含在豬骨與豬肺臟的礦物質元素組成中，能提供良好的補充來源。豬骨骼中鈣磷含量高，鈣和磷的比值接近 2：1，是禽畜養殖上吸收鈣磷的最佳比例。

表 2. 豬骨與肺臟的氨基酸組成分

| 氨基酸         | 豬骨(mg/100 g)    | 豬肺臟(mg/100 g)  |
|-------------|-----------------|----------------|
| 異亮胺酸 (Ileu) | $0.55 \pm 0.02$ | $57 \pm 0.03$  |
| 亮胺酸 (Leu)   | $1.28 \pm 0.08$ | $110 \pm 0.02$ |
| 離胺酸 (Lys)   | $0.97 \pm 0.02$ | $103 \pm 0.06$ |
| 苯丙胺酸 (Phe)  | $0.76 \pm 0.07$ | $59 \pm 0.05$  |
| 甲硫胺酸 (Met)  | $0.30 \pm 0.01$ | $22 \pm 0.02$  |
| 蘇胺酸 (Thr)   | $0.64 \pm 0.05$ | $48 \pm 0.05$  |
| 纈胺酸 (Val)   | $1.03 \pm 0.05$ | $83 \pm 0.08$  |
| 色胺酸 (Trp)   | N.D.            | $13 \pm 0.02$  |
| 組胺酸 (His)   | $0.42 \pm 0.04$ | $35 \pm 0.03$  |
| 半胱胺酸 (Cys)  | N.D.            | $22 \pm 0.01$  |
| 酪胺酸 (Tyr)   | N.D.            | $39 \pm 0.07$  |

|             |      |            |
|-------------|------|------------|
| 精胺酸 (Arg)   | N.D. | 72 ± 0.08  |
| 丙胺酸 (Ala)   | N.D. | 88 ± 0.02  |
| 天門冬胺酸 (Asp) | N.D. | 125 ± 0.07 |
| 穀胺酸 (Glu)   | N.D. | 145 ± 0.05 |
| 甘胺酸 (Gly)   | N.D. | 103 ± 0.06 |
| 脯胺酸 (Pro)   | N.D. | 90 ± 0.04  |
| 絲胺酸 (Ser)   | N.D. | 61 ± 0.07  |

表 3. 豬骨與豬肺臟的礦物質元素組成分

| 礦物質 | 豬骨(%)            | 豬肺臟(mg/kg)  |
|-----|------------------|-------------|
| Ca  | 19 ± 0.3         | 80 ± 0.08   |
| P   | 9 ± 0.4          | 1860 ± 0.2  |
| Mg  | 0.3 ± 0.01       | 120 ± 0.1   |
| K   | 0.14 ± 0.01      | 151 ± 0.2   |
| Na  | 0.53 ± 0.02      | 81 ± 0.1    |
| Fe  | 388 ± 0.03 mg/kg | 164 ± 0.1   |
| Zn  | 285 ± 0.01 mg/kg | 24 ± 0.5    |
| Cu  | 37 ± 0.07 mg/kg  | 0.8 ± 0.03  |
| Mn  | 4.7 ± 0.01 mg/kg | 0.02 ± 0.00 |

受到狂牛症的影響，過去製作動物骨粉的方式應用在飼料上會有安全的疑慮，現今歐盟將動物骨粉的製作方法修正為溫度133°C、3 MPa大氣壓處理20分鐘，骨粉粒徑不得超過50 mm，改善了傳統方法的安全性(Method，1972)。學者分析透過新方法製作的豬肉骨粉在肉

雞飼養上的影響發現，不同灰分含量的肉骨粉添加10%在肉雞的飼料中，可以增加肉雞的氮校正表現代謝能，但是隨著豬骨粉與灰分含量的提高反而會降低氮校正表現代謝能。若是低灰分含量的豬骨粉分別添加10%與20%時，豬骨粉的粗蛋白和胺基酸排泄消化率明顯高於腸消化率，其中以添加10%時為佳(Karakas等，2001)。

## 第五章 結論

豬骨與肺臟的蛋白質含量豐富，也富含生物體生長所需的各種胺基酸與豐富的礦物質的成分。豬骨具有高比例的蛋白質含量、良好高比例礦物質鈣磷的成份與8種必須胺基酸。豬肺臟的胺基酸種類豐富高達18種之多，礦物質含量也豐富。此兩種樣品在豬隻屠宰過程中屬下腳料部位，除了具高度的營養價值外，彼此之間也具有營養上的可互補性，值得進一步研究開發為合適的禽畜養殖方面的肉骨粉配方，以提升豬骨與豬肺臟的利用價值。

## 參考書目

- 溫春雨。2011。肉骨粉的營養特性和鑒別方法。飼料與添加劑。10: 65。
- 孫溥泉、孫健慧。2011。豬肺的營養、藥膳及驗方。養豬。6:65。
- 肖珺、金青哲。2012。肉骨粉的研究和應用。糧食與飼料工業。6:56-59。

Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1998) Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th edition. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA.

Deydier, E., R. S. Guilet, V. Cren, F. Pereas, Mouchet and L. Gauthier. 2007. Evaluation of meat and bone meal combustion residue as lead immobilizing material for *in situ* remediation of polluted aqueous solutions and soils: chemical and ecotoxicological studies. J. Hazard Mater. 146:227-236.

Ducrot, C., M. Arnold, A. de Koeijer, D. Heim, and D. Calavas. 2008. Review on the epidemiology and dynamics of BSE epidemics. Vet. Res. 39:15.

Karakas, P., H.A. Versteegh, T.Y. Honing. 2001. Nutritive value of the meat and bone meals from cattle or pigs in broiler diets. Poultry Science. 80: 1180-1189.

Method, E.C. 1972. Product board animal feed. The Netherlands: Den Haag.