

台灣產製飼用肉骨粉之安全性評估

陳世宜⁽¹⁾ 蘇耀期⁽²⁾ 李免蓮⁽³⁾ 施柏齡⁽³⁾ 葉瑞涵⁽¹⁾ 梁筱梅⁽⁴⁾
陳綵慈⁽¹⁾ 陳國隆⁽¹⁾⁽⁵⁾

摘要：本研究針對台灣5家化製廠之化製方式及產品安全進行評估，以了解化製產品應用於動物飼料之可行性。結果顯示，5家化製廠的製程相似，皆為卸料之後，依次經粉碎攪拌、蒸煮化製、翻炒、壓榨及粉碎等過程。化製溫度最低在120°C，最高為240°C。壓力範圍在3-5 psi，加熱時間為8-10 h。原料組成，只有E廠以屠宰廠下腳料為主，斃死豬為次，其餘各廠斃死豬之比例皆超過6成，屠宰廠下腳料約佔3成（B廠除外，僅1成）。國內廠化製肉骨粉之重金屬含量（鐵、銅、錳、鋅、硒、鉛及鎘）皆在我國及美、日規範限量之下，肉骨粉之黃麴毒素B1、B2、G1、及G2皆低於最低可檢測濃度，多氯聯苯及總生菌數均在安全範圍內，大腸桿菌及沙門氏菌檢驗結果皆為陰性。台灣的5家化製廠所生產之肉骨粉其重金屬、黃麴毒素、多氯聯苯等含量及細菌數均在中華民國規範之安全範圍內。

（關鍵語：重金屬、肉骨粉、化製、安全性、毒素）

前 言

肉骨粉（meat and bone meal）為斃死動物的屍體或屠宰廠下腳料，經過煉油、乾燥、粉碎等過程之後所得之產品。由於原料來源較為複雜，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 *et al.*, 2007; Ducrot *et al.*, 2008）。近年來由於飼料原料價格高漲，尋找替代性原料成為重要的課題。該等肉骨粉在畜產業者的接受度又逐漸提高，目前台灣化製廠生產的肉骨粉，除部份被種植蜜棗、蓮霧的農民購買作為肥料之外，大部分都被飼料廠收購當作飼料原料。

國內統計化製原料每年超過 11.7 萬噸（施，2007），其所生產的肉骨粉可作為動物性蛋白質添加物。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

⁽¹⁾國立嘉義大學動物科學系，60004嘉義市學府路300號。

⁽²⁾國立嘉義大學獸醫學系，60004嘉義市學府路300號。

⁽³⁾行政院農業委員會畜產試驗所，71246台南縣新化鎮牧場112號。

⁽⁴⁾行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場，91247屏東縣內埔鄉老埤村通安路372號。

⁽⁵⁾通訊作者，E-mail: ckl@mail.ncyu.edu.tw

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。

國內化製廠生產的肉骨粉，除少數被當成肥料之外，大多出售予飼料廠。然國內對於用於動物飼料肉骨粉之可能危害因子並未有相關規範，其生產過程中是否遭受污染(如：多氯聯苯、黃麴毒素、重金屬等)，其產品是否含有病原菌並未有相關報告。再者動物骨骼、內臟、毛髮為重金屬蓄積之主要部位，使得肉骨粉可能會有重金屬含量過高的疑慮。如肉骨粉的鉛含量曾被指出過高的問題 (Deydier *et al.*, 2003；2007)，需額外加以處理以避免造成環境污染。重金屬及多氯聯苯皆會累積在動物體內，而在人類食用畜產品後間接對人體造成危害，因此目前雖並未見有對動物造成直接傷害的紀錄，並不代表無安全疑慮。因此，化製廠所生產的產品用於動物飼料之安全性仍待評估確立。

目前台灣的化製廠共有 6 家，北部僅有 1 家，其餘分佈於中南部：雲林縣 (3 家)、台南縣 (1 家) 及屏東縣 (1 家)，分布於中南部的 5 個廠之產量佔全國總產量 95% 以上。各化製廠所使用的原料及製程並不相同，這些差異是否會對產品的安全性造成影響亦未有評估。因此本研究以中南部 5 家化製廠為研究對象，調查其化製原料種類與製程 (包含溫度、壓力、時間等相關參數)，並採集產品，針對可能造成之危害的因子進行分析研究，並對各廠之產品進行比較。

材料與方法

本研究針對國內中南部 5 家化製廠，分為 A、B、C、D 及 E 廠，調查其製程及化製原料之種類，並分別在 10-12 月間，每家收集 5 批次肉骨粉進行分析。

一、化製原料及製程之調查

(一) 製程之條件

調查台灣中南部現有之 5 家化製廠的化製條件，包括溫度、壓力及加熱時間之設定。

(二) 化製原料之種類

在採樣期間，紀錄產品之原料來源及所佔比例：如豬隻、雞隻、屠宰廠下腳料等。

二、化製產品之危害因子分析

(一) 肉骨粉之收集

各化製廠依中國國家標準 (1986) CNS2770-1 方法對當日製造之新鮮肉骨粉進行採樣，每廠每次採樣至少 1.5 公斤，收集之樣品個別以密封袋封存後，除測定細菌數之樣品置於室溫，並於 1 週內測定完畢外，其餘樣品置於 -20°C 冷凍庫保存，以備後續分析。

(二) 分析項目及方法

1. 重金屬：各廠每次收集之樣品個別測定銅、鋅、鉛、鎘、鐵、錳及硒等金屬含量，方法依 AOAC (1990) 描述，委由行政院農委會畜產試驗所飼料化驗中心進行。樣品經消化後，以火焰式原子吸

收光譜儀 (atomic absorption spectroscopy, Hitachi Z-5000, Tokyo, Japan) 定量之。

2. 黃麴毒素：各廠每日收集之樣品依中國國家標準 (1977) CNS4090 方法，委由行政院農委會畜產試驗所飼料化驗中心分析黃麴毒素B1、B2、G1 及G2。樣品磨碎後，以三氯甲烷萃取，過濾，于分液漏斗中以石油醚去雜質，三氯甲烷萃取後，再以矽膠或矽酸鎂淨化後，將沖洗液減壓濃縮後再加入定量之苯及氯甲烷混合液，稱為檢液。將檢液分別注入高效液相層析儀(Hitachi L-7480 fluorescence detector, Tokyo, Japan)分別測定出黃麴毒素B1、B2、G1 及G2 之含量。

3. 多氯聯苯：依照環境保護署 (2009) NIEA M801.12B之方法，委由正修科技大學超微量研究科技中心測定。樣品經由萃取、濃縮、淨化等程序，利用 $^{13}\text{C}_{12}$ -同位素標幟稀釋法 (isotope dilution method)，以高解析質譜儀 (micromass autospec ultima, Manchester, UK) 分析，測定十七種含 2,3,7,8-氯化戴奧辛及呔喃同源物之濃度並計算其總毒性當量濃度。

4. 揮發性鹽基態氮 (volatile basic nitrogen, VBN)：參考中國國家標準(1962)CNS1451 冷凍魚類檢驗法之康衛氏皿 (Conway's dish, Sibata, Japan) 微量擴散法測定之。秤取樣品 5 g加入 9 倍之 2.2% 三氯醋酸液，混合 10 分鐘後以濾紙 (Whatman 1 號) 過濾，取 1 mL濾液以康威氏皿法測定之。

5. 細菌數：測定各樣品之總生菌數，大腸桿菌及沙門氏菌數，秤取樣品 50 g加入 9 倍滅菌之磷酸緩衝液混合後為 10 倍稀釋液，再以磷酸緩衝液稀釋為 100 倍及 1,000 倍，取 100 μL 之稀釋液 (10、100 及 1,000 倍) 塗抹於培養基於 37 $^{\circ}\text{C}$ 培養。以營養培養基 (nutrient agar) 培養 24 小時計算其總生菌，以麥康奇培養基 (MacConkey) 培養 24 小時，木糖離胺酸去氧膽酸鹽瓊脂培養基 (xylose lysine desoxycholate agar, XLD) 培養 48 小時，判斷大腸桿菌及沙門氏菌之汙染。

三、統計分析

試驗所得之資料，以SAS統計分析系統，以一般線性模式程序 (general linear model procedure, GLM) 進行變方分析，再依據Steel and Torrie (1997)鄧肯氏新多次變域測試 (Duncan's new multiple range test) 比較不同廠間差異。

結果與討論

一、化製製程及原料

各化製廠之化製條件與化製原料之組成比例列於表 1。各化製廠的製程相似，皆為卸料之後，依次經粉碎攪拌、蒸煮化製、翻炒、壓榨、粉碎等過程。化製溫度最低用 120 $^{\circ}\text{C}$ ，有 3 廠固定在 150 $^{\circ}\text{C}$ ，最高溫則為 240 $^{\circ}\text{C}$ 。設定壓力最低者為D廠之 3-5 psi，C廠為 4.5 psi，其餘 3 廠皆為 5 psi。加熱時間皆為 8-10 h。原料組成，只有E廠以屠宰廠下腳料為主，斃死豬為次，其餘各廠斃死豬之比例皆超過 6 成，屠宰廠下腳料約佔 3 成 (B廠除外，僅 1 成)。

各廠化製條件 (溫度、壓力、時間)，皆高於一般滅菌條件 (121 $^{\circ}\text{C}$ 、1.21 kg/cm 2 及 30 min)。而B廠將蒸煮的溫度設定為 230-240 $^{\circ}\text{C}$ ，遠高於其他廠者 (120-150 $^{\circ}\text{C}$)，其主要是因為該廠認為利用此高溫可將孢子及病原菌殺死。蒸煮時間皆在 8 至 10 h之間，會依照進料重量多寡，由現廠操作人員以目視乾燥程度而決定。蒸煮鍋的壓力在 3-5 psi。

原料方面，各廠每日之進料會受現場疾病狀況、收貨路線等因素影響，但各廠皆有固定收貨

表1 各化製廠之化製條件與化製原料之組成比例

Table 1 The condition and the proportion of rendering ingredient in different rendering plants

	Plant				
	A	B	C	D	E
Rendering condition					
Temperature, °C	150	240	150	120	150
Pressure, psi	5	5	4.5	3~5	5
Heating time, h	8~10	8~10	8~10	8~10	8~10
Rendering ingredient, %					
Sick and dead pigs	60	69.4	60	62	31.1
Sick and dead chickens	10	23.1	10	10	10.4
Waste material	30	7.5	30	28	58.4

區域，每日原料的比例上大致相同。除E廠以下腳料佔大宗，其餘4家豬隻比例皆在6-7成之間，而B廠的豬隻比例最高，佔69.4%，雞隻比例為23.1%，較其餘四家之平均（10.1%）高出1.3倍，其下腳料所佔比例僅為7.5%，約只有次低者（D廠）之四分之一。

二、化製產品之危害因子分析

（一）重金屬含量

肉骨粉之重金屬含量列於表2。鐵含量以A及D廠顯著高於其他各廠（ $P < 0.05$ ），銅含量以C及D廠最高（ $P < 0.05$ ），錳含量以A及C廠最高（ $P < 0.05$ ），E廠次之（ $P < 0.05$ ），鋅及鎘含量皆以B廠顯著最高（ $P < 0.05$ ），硒含量則在各廠間皆無顯著差異（ $P > 0.05$ ），鉛含量以A廠顯著最高（ $P < 0.05$ ），C及E廠最低（ $P < 0.05$ ）。

鐵、銅、錳、鋅及硒為家畜、禽生長所需之必要元素，在動物飼糧中鐵、銅、錳、鋅及硒過量會造成毒性，影響生長（NRC, 1994；1998）。在我國禽、畜配合飼料之國家標準（CNS 3027）中僅對鋅與銅設定上限。其中銅在不同動物、不同生長階段上限值範圍為35-150 ppm，鋅的範圍在100-140 ppm。本研究所分析的肉骨粉銅、鋅含量皆未超過此一標準（表2）。再加上飼料配製時，肉骨粉中金屬的含量會被其他單味原料如玉米粉、黃豆粉稀釋，就更無過量的疑慮。

鉛及鎘過量對禽畜及人類都會造成危害，鉛在自然界中的分布很廣泛，在動物體內鉛的主要堆積位置在骨骼（Dowd *et al.*, 1994）。我國與FDA均未對肉骨粉中的鉛及鎘進行規範，但日本農林水產省畜產局在西元1988年所頒布「飼料の有害物質の指導基準」，已對肉骨粉訂出鉛的上限為7 ppm，鎘的上限為2.5 ppm。本研究所分析5家化製廠產製之肉骨粉鉛含量，A廠之肉骨粉含量最高（4.54 ppm），但仍符合日本規定。在肉骨粉中鎘含量不僅完全符合日本規範，且遠低於限定之數

表 2 化製場生製之肉骨粉重金屬含量 (ppm)¹Table 2 Contents of heavy metals in meat and bone meal produced by 5 rendering plants (mg/kg)¹

Heavy metals	Plant				
	A	B	C	D	E
Iron	616.5 ± 32.7 ^a	455.4 ± 37.5 ^b	380.2 ± 35.9 ^b	678.2 ± 38.8 ^a	430.7 ± 24.9 ^b
Copper	5.87 ± 0.35 ^b	5.57 ± 0.28 ^b	8.15 ± 0.44 ^a	9.03 ± 0.56 ^a	5.38 ± 0.38 ^b
Manganese	30.82 ± 6.48 ^a	15.02 ± 4.68 ^c	34.05 ± 5.89 ^a	12.21 ± 3.92 ^c	25.92 ± 4.71 ^b
Zinc	83.16 ± 7.95 ^b	101.71 ± 8.21 ^a	93.74 ± 8.34 ^{ab}	87.87 ± 6.68 ^b	68.46 ± 5.51 ^c
Selenium	0.42 ± 0.14	0.34 ± 0.13	0.31 ± 0.12	0.38 ± 0.12	0.37 ± 0.12
Lead	4.54 ± 0.32 ^a	0.33 ± 0.12 ^b	0.15 ± 0.08 ^c	0.23 ± 0.01 ^b	0.11 ± 0.04 ^c
Cadmium	0.13 ± 0.01 ^{bc}	0.16 ± 0.02 ^a	0.06 ± 0.01 ^c	0.06 ± 0.01 ^c	0.11 ± 0.01 ^{bc}

¹ mean ± SD, n=5.

^{abc} Means in the same row without a common superscript differ significantly (P < 0.05).

值，最高者僅有0.16 ppm。應用10%肉骨粉於配合飼料亦符合我國配合飼料中鉛限量50 ppm及鎘量10 ppm之規定（飼料管理法，2000）。

肉骨粉亦可作為肥料使用，在我國肥料中對於副產動物質肥料之有害成分有所規定（農糧字第0971036406號公告），本研究中之肉骨粉之銅、鋅、鉛及鎘之含量皆符合規範；而在禽畜糞堆肥之有害成分規定中（農糧字第0971036406號公告），肉骨粉之銅、鋅、鉛及鎘之含量皆在安全範圍內。

（二）黃麴毒素、多氯聯苯及揮發性鹽基態氮（VBN）含量

肉骨粉之黃麴毒素、多氯聯苯及揮發性鹽基態氮含量如表 3 所示。各廠肉骨粉之黃麴毒素B1、B2、G1、及G2 皆低於最低可檢測濃度，多氯聯苯以E廠最高，C廠最低，VBN以C廠顯著最高（P<0.05），A廠顯著最低（P<0.05）。

黃麴毒素可由黃麴菌 *Aspergillus flavus*, *A. nominus*, *A. parasiticus*, *A. niger* 產生 (Ritchie, 2007)，黃麴菌喜好生長於高溫潮濕的環境，穀物收割後如未注意避免潮溼，即有可能導致黃麴菌的繁殖 (Patten, 1981)。雖黃麴毒素主要存在於植物中。但因肉骨粉在製造過程中為了方便粉碎，往往添加植物性原料，如：菜籽粕、粗糠，故亦有被污染之可能。

本研究中各化製廠之肉骨粉中黃麴毒素含量皆低於儀器所能檢測之最低量。雖目前我國並未對肉骨粉的黃麴毒素含量作規範，但此數值仍遠低於美國FDA與日本「飼料之有害物質的指導基準」所規定飼料中 20 ppb之上限，總黃麴毒素含量也較我國家畜家禽配合飼料之國家標準 50 ppb為低。

多氯聯苯對動物肝臟型態影響很大，其會引起肝臟腫大、肝臟脂肪堆積、甚至發生壞死現象。根據調查，台灣1979年發生米糠油遭多氯聯苯污染事件之受害者，其日後罹患病尤其是肝硬化的死亡率是一般人的3倍左右 (Guo *et al.*, 1997)。我國衛生署（2005）規定食品中多氯聯苯的限量為 1ppm，本次所採集各化製廠肉骨粉樣品之多氯聯苯含量介於 28.0-45.2 ppb之間，遠低於衛生署之規定。

表3 肉骨粉之黃麴毒素 (ppb)、多氯聯苯 (ppb)¹及VBN (mg/100g) 含量Table 3 Contents of aflatoxin (ppb), polychlorinated biphenyls (ppb)¹ and volatile basic nitrogen (VBN, mg/100g) in meat and bone meal produced by 5 rendering plants

	Plant				
	A	B	C	D	E
Aflatoxin					
B1	ND	ND	ND	ND	ND
B2	ND	ND	ND	ND	ND
G1	ND	ND	ND	ND	ND
G2	ND	ND	ND	ND	ND
Polychlorinated biphenyls	28.5 ± 10.7	31.4 ± 9.3	28.0 ± 10.5	45.2 ± 10.6	36.9 ± 11.9
VBN	102.6 ± 4.0 ^d	126.7 ± 7.5 ^b	148.6 ± 6.9 ^a	120.2 ± 4.1 ^{bc}	114.5 ± 10.3 ^c

ND: non-determinable, aflatoxin B1 < 0.12 ppb, aflatoxin B2 < 0.04 ppb, aflatoxin G1 < 0.26 ppb, aflatoxin G2 < 0.15 ppb.

¹ Mean ± SD, n=5.

^{abcd} Means in the same row without a common superscript differ significantly (P < 0.05).

VBN可作為蛋白質鮮度的指標。我國目前並未對肉骨粉VBN進行規範，如依據中國大陸對肉骨粉的分級標準，一級品VBN應在130 mg/100g以下，二級品應在150 mg/100g以下，三級品應在170 mg/100g以下（黎，2007），則只有C廠之產品屬於二級品，其餘均符合一級品標準。在各廠的化製程序十分相近，只有B廠加熱溫度較其他廠高（240°C v.s 120-150°C），但在B廠肉骨粉之VBN上並非最高，VBN之生成與化製溫度無關。VBN為水產品或肉類產品之蛋白質受微生物或酵素作用後，所生成的胺類及氨等產物的總稱。而在本研究中肉骨粉之原料為斃死豬、雞或下腳料，一般並非在動物死亡之後馬上進行化製，也沒有用低溫保存，有時甚至放置超過一天以上，台灣中南部之氣溫偏高，可能加速腐敗的進行。因此，為了解肉骨粉之品質，我國應對VBN加以分級。而在本研究中之C廠可能需注意其化製原料之收集，並減少存放的時間，則可提高其蛋白質品質。

（三）細菌數

肉骨粉之總生菌數、大腸桿菌及沙門氏菌檢測結果如表4所示，總生菌數以A、D及E廠顯著高於B及C廠（P < 0.05），大腸桿菌及沙門氏菌檢驗結果皆為陰性。

飼料及飼料原料受到微生物污染是動物產生疾病的原因之一，尤其是大腸桿菌及沙門氏菌會造成動物腸炎，影響生長性能，甚是造成死亡，而因此總生菌數、大腸桿菌或沙門氏菌是肉骨粉產品重要的危害因子。我國並未對於飼料或肉骨粉中微生物加以規範，而衛生署的食品衛生管理法指出

表 4 肉骨粉之總生菌數 (log cfu/g)¹、大腸桿菌及沙門氏菌檢測結果Table 4 Total plate count (log cfu/g)¹, Coliforms, and *Salmonella* in meat and bone meal produced by 5 rendering plants

	Plant				
	A	B	C	D	E
Total plate count	4.84 ± 0.83 ^a	2.71 ± 0.32 ^b	3.04 ± 0.10 ^b	4.63 ± 0.84 ^a	4.58 ± 0.23 ^a
Coliforms	negative	negative	negative	negative	negative
<i>Salmonella</i>	negative	negative	negative	negative	negative

¹ Mean ± SD, n=5.

^{abcd} Means in the same row without a common superscript differ significantly (P < 0.05).

生食食品中總生菌數應低於 10⁵ cfu/g，大腸桿菌應為陰性。在本研究中，雖各廠肉骨粉之總生菌數介於 5.1×10²-6.9×10⁴ cfu/g，且大腸桿菌及沙門氏菌皆為陰性，皆在安全範圍之內。在本試驗中所有肉骨粉樣品之大腸桿菌及沙門氏菌皆為陰性反應，顯示各廠中操作流程並未造成最終產品污染。肉骨粉是微生物良好的生長基質，而其含水量較高時會影響微生物增殖，而在本研究中A、D及E廠顯著較其他二廠高，可能與其產品水分含量較高（7.46-10.54% vs 5.61-6.40%）有關。

結 論

綜上所述，國內化製廠製程相近，皆經高溫高壓蒸煮，原料多以豬隻為主，下腳料或斃死雞隻為次。國內化製廠所生產之肉骨粉其重金屬、黃麴毒素、多氯聯苯及細菌數均在中華民國規範之安全範圍內。

參考文獻

- 中國國家標準。1962。冷凍魚類檢驗法，CNS, 1451。經濟部中央標準局，台北市。
- 中國國家標準。1969。配合飼料(家畜、家禽用)，CNS, 3027。經濟部中央標準局，台北市。
- 中國國家標準。1977。食品中黃麴毒素檢驗法，CNS, 4090。經濟部中央標準局，台北市。
- 中國國家標準。1986。飼料檢驗法(取樣)，CNS, 2770-1。經濟部中央標準局，台北市。
- 施佳宏。2007。豬隻死亡保險業務計畫：實施沿革及歷年辦理成效。Taita 電子報第 3 期。台灣農業資訊科技發展協會。 http://www.farmer.org.tw/piginsurance/doc/Taita_電子報第03期.htm。
- 農委會農糧字第 0971036406 號公告。2008。肥料種類品目及規格。農委會，台北市。
- 飼料管理法。2000。家畜禽配合飼料國家標準。台北市飼料及動物用藥商業同業公會編印，33-41，

台北。

- 黎修全。2007。淺析動物源性飼料產品安全及衛生質量評價指標。第三屆全國（三亞）農產品食品
安全檢測技術論壇。三亞市，海南省，中國。
- 環境保護署。2009。戴奧辛及呋喃檢測方法－同位素標幟稀釋氣相層析／高解析質譜法，NIEA
M801.12B。環境保護署，台北市。
- 日本農林水產省。1988。飼料の有害物質の指導基準。平成 11 年 2 月 16 日付け 11 畜 B 第 188 号
畜産局長通達。
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists.
Arlington, VA.
- Deydier, E., R. Guilet, and P. Sharrock. 2003. Beneficial use of meat and bone meal combustion residue:
an efficient low cost material to remove lead from aqueous effluent. *J. Hazard Mater.* 101:55-64.
- Deydier, E., R. Guilet, S. Cren, V. Pareas, F. 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.
- Dowd, T. L., J. F. Rosen, C. M. Gundberg, and R. K. Gupta. 1994. The displacement of calcium from
osteocalcin at submicromolar concentrations of free lead. *Biochim. Biophys. Acta.* 1226:131-137.
- Ducrot, C., M. Arnold, de Koeijer A., D. Heim, and D. Calavas. 2008. Review on the epidemiology and
dynamics of BSE epidemics. *Vet. Res.* 39:15.
- Guo, Y. L., J. J. Ryan, B. P. Y. Lau, M. L. Yu, and C. C. Hsu. 1997. Blood serum levels of PCBs and
PCDFs in Yucheng women 14 years after exposure to a toxic rice oil. *Arch. Environ. Contamin.
Toxicol.* 33: 104-108.
- NRC. 1998. Nutrient Requirement of Swine. 10th ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Patten, R. C. 1981. Aflatoxins and disease. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 30: 422-425.
- Ritchie, J. C. 2007. Aflatoxin. Page 2 in *Molecules of Death*. R. H. Waring, G. B. Steventon, and S. C.
Mitchell ed. Imperial College Press, London.
- Steel, R. G. D., and Torrie J. H. 1997. Principles and Procedures of Statistics. 3rd ed. McGraw-Hill, New
York, NY.

Safety evaluation of the meat and bone meal produced by the rendering plants in Taiwan

Shih-Yi Chen⁽¹⁾, Yao-Chi Su⁽²⁾, Main-Lian Li⁽³⁾, Ruei-Han Yeh⁽¹⁾, Bor-Lin Shih⁽³⁾, Hsiao-Mei Liang⁽⁴⁾, Tsai-Tzu Chen⁽¹⁾ and Kuo-Lung Chen⁽¹⁾⁽⁵⁾

ABSTRACT

The dead animals and slaughterhouse waste can be recycled to make feed additives after rendering. A survey regarding condition and product safety as a feed additive was conducted on five rendering plants in Taiwan. The rendering process and conditions were quite similar in these rendering plants. The rendering process included unloading, sectioning, cooking with high pressure, mixing, squeezing, and crushing. The raw materials were cooked in a temperature ranged between 230 and 240°C in plant B, while the cooking temperatures in rest plants were ranged between 120 and 150°C. The cooking pressures and heating times were ranged in 3-5 psi and 8-10 h, respectively. Slaughterhouse waste was the main raw material in plant E. In other plants, over 60% of the raw materials were from sick or dead pigs and about 30% were slaughterhouse wastes in other plants, except of plant B, where slaughterhouse waste accounted for 10% of ingredients. Contents of heavy metals including iron, copper, manganese, zinc, selenium, lead, and cadmium in meat and bone meal produced by those plants were all less than the upper limits according to the feed laws of America, Japan or Taiwan. Contents of aflatoxin B1, B2, G1, and G2 were as low as barely detectable. The polychlorinated biphenyls and total plate count were at relatively low levels that are considered safe. The tests for coliform and salmonella were negative in all products. Based on the contents of heavy metals, aflatoxins, polychlorinated biphenyls and bacterial counts it is concluded that the meat and bone meal produced by the rendering plants in Taiwan are safe as a feed ingredient for the non-ruminants.

(Key Words: Heavy metal, Meat and bone meal, Rendering, Security, Toxins)

⁽¹⁾Department of Animal Science, National Chiayi University, 300 Syuefu Road, Chiayi City 60004, Taiwan, R.O.C.

⁽²⁾Department of Veterinary Medicine, National Chiayi University, 300 Syuefu Road, Chiayi City 60004, Taiwan, R.O.C.

⁽³⁾Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan, 112 Muchang Road, Sinhua Township 71246, Taiwan, R.O.C.

⁽⁴⁾Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, 9F, No. 51, Sec. 2, Chungching S. Road., Jungjeng Chiu, Taipei 10006, Taiwan, R.O.C.

⁽⁵⁾Corresponding author, E-mail: ckl@mail.ncyu.edu.tw

