

加壓浮除法於養牛廢水處理之應用⁽¹⁾

鄭閔謙⁽²⁾ 蘇天明⁽²⁾ 蕭宗法⁽³⁾ 程梅萍⁽²⁾ 蕭庭訓⁽²⁾⁽⁴⁾

收件日期：104 年 5 月 6 日；接受日期：104 年 9 月 10 日

摘 要

本研究目的為探討加壓浮除法對養牛廢水處理效率之影響。試驗分別利用養牛場之三段式廢水處理系統中各階段處理（機械式固液分離、厭氣與好氣處理後）後之廢水進行浮除評估，厭氣處理後與好氣處理後之處理水再分別添加不同濃度之多元氯化鋁、陽離子型高分子凝集劑及氯化鐵溶液等化學混（助）凝劑，進行浮除處理後測定 pH、COD 及 SS。試驗結果顯示，單獨使用加壓浮除法對固液分離後之養牛廢水中 COD 與 SS 去除效率最佳，去除率分別為 27.7% 與 47.9%。應用化學混凝法搭配加壓浮除系統處理厭氣處理後與好氣處理後之養牛處理水時，分別添加 600 與 200 mg/L 之多元氯化鋁、100 與 26.6 mg/L 之陽離子型高分子凝集劑、及 100 與 30 mg/L 之氯化鐵處理後，COD 與 SS 皆可處理至符合放流水標準。綜上所述，加壓浮除法可有效去除養牛廢水中之 COD 與 SS，如搭配化學混凝法使用更可將其處理至符合放流水標準。

關鍵詞：乳牛、廢水處理、加壓浮除。

緒 言

臺灣 2013 年乳牛在養頭數為 14 萬頭（行政院農業委員會，2013），如果以一頭荷蘭牛每天產生 200 L 廢水量換算，即臺灣每年有 1 千萬噸的廢水產生。臺灣常見的牛舍型式依照糞便清除方式大致可區分為沖洗式、刮糞式及墊料式牛舍，除了墊料式牛舍外，其餘皆需使用大量沖洗水，因此每天產生之廢水量極其可觀，如不經過適當處理後就排放，會造成環境污染。目前臺灣養牛場常見之廢水處理系統為畜產試驗所研發之三段式廢水處理系統，即固液分離、厭氣處理及好氣處理等。牛糞與養牛廢水中含大量細小的懸浮且不可溶之纖維質（Amon *et al.*, 2007），此纖維質因孔徑太細小，而無法以物理性的固液分離機及藉由重力沉降去除，如僅使用目前現行之三段式廢水處理系統很難將養牛廢水處理至符合放流水標準排放。

加壓浮除法 (dissolved air flotation, DAF) 為一種固液分離方法，主要是去除懸浮於廢水中不溶性的細小顆粒，以減少廢水中之 SS (suspended solid, SS) 與 COD (chemical oxygen demand, COD) (Westerman *et al.*, 1989)。加壓浮除法廣泛應用於處理事業製程廢水，包括食品產業之油水分離、染整業、造紙業及煉油廠等 (Manjunath *et al.*, 2000)。加壓浮除之原理為將高壓空氣注入溶氣槽，使空氣飽和溶於水中，當飽和水處於常壓環境時就會因為壓力差形成許多微細氣泡與廢水中之顆粒物質附著，藉此將其帶至水面，再以刮泥板刮除並收集處理 (Al-Shamrani *et al.*, 2002)。

一般工業廢水於加壓浮除處理前會加入化學混（助）凝劑，以破壞膠體與懸浮固體之穩定性，使被破壞之顆粒間彼此附著形成大片膠羽，以增加與氣泡接觸面積進而提高浮除效果，最後浮除出來之污泥再經脫水後處置 (Westerman *et al.*, 1989)。混凝之原理有電雙層壓縮、電性中和、沉澱物之混拌、吸附及架橋等作用。化學混凝作用包括上述四種現象中至少二項存在 (張，1999)。常用的混凝（助）劑包括明礬 (alum)、硫酸亞鐵 (ferrous sulfate)、石灰 (calcium oxide)、氯化鐵 (ferric chloride solution, FeCl₃) 多元氯化鋁 (polyaluminium chloride, PAC) 及有機聚合物 (Polymer)，其中以 PAC、Polymer 及 FeCl₃ 較廣泛地應用於廢水處理上，主因係其 pH 及溫度操作範圍較廣、有效濃度較低、重金屬殘留較少、污泥產量與成本較低 (Aguilar *et al.*, 2002, 2005; de Nardi *et al.*, 2008)。

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 2307 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組，71241 臺南市新化區牧場路 112 號。

(3) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組，71241 臺南市新化區牧場路 112 號。

(4) 通訊作者，E-mail：hsiaosir@mail.tlri.gov.tw。

多元氯化鋁為多核錯化物，含有 10 – 15% 之氧化鋁，在廢水中會形成多核之高陽電荷聚合體，其凝集效果較同屬鋁系混凝劑之明礬為佳，具有污泥沉降性高、膠羽形成快、架橋能力強及膠凝時間短等優點 (經濟部，2006)。高分子凝結劑廣泛的被應用於自來水之淨水及紙漿廢水處理，其為高分子量之合成有機化合物，主要成分為聚丙烯醯胺 (polyacrylamide)，是由丙烯醯胺 (acrylamide) 單體聚合而成，具有醯胺基及乙烯基的碳—碳雙鍵。可藉由電子缺陷引起親核加成 (nucleophilic additions)、狄爾斯—阿德耳 (diels-Alder) 及自由基反應 (free radical reactions) (Girma *et al.*, 2005)，來促使膠羽與懸浮顆粒凝集。高分子凝結劑可區分為陽離子型陰離子型及非離子型等 (Wong *et al.*, 2006)。氯化鐵溶液為最常用之鐵系混凝劑，其反應機制與鋁鹽相似，但所形成膠羽之分子量較大，因此沉降性及脫水性皆較鋁鹽為佳，可有效去除有機性色度及臭味 (經濟部，2006)。

依行政院環境保護署水污染防治法 (2007 年 12 月 12 日修正) 第 7 條規定，事業、污水下水道系統或建築物污水處理設施，排放廢污水於地面水體者，應符合放流水標準；養牛事業廢水之放流水標準被歸類為畜牧二 (草食動物)，其放流水之 COD、BOD 與 SS 排放標準分別需低於 450、80 與 150 mg/L。但如以現行廢水處理模式很難將其處理至符合規定。因此本研究主要以模型探討加壓浮除法對養牛廢水處理時之改善效率及其搭配化學混凝劑時處理至符合放流水標準之最適加藥量，以評估加壓浮除法於處理養牛事業廢水之效率。

材料與方法

I. 設備

加壓浮除設備如圖 1 所示，主要由溶氣槽與浮除槽組成。溶氣槽以加壓法將空氣注入與液體混合，形成氣體飽和水，而後將此飽和水由浮除槽底部注入。

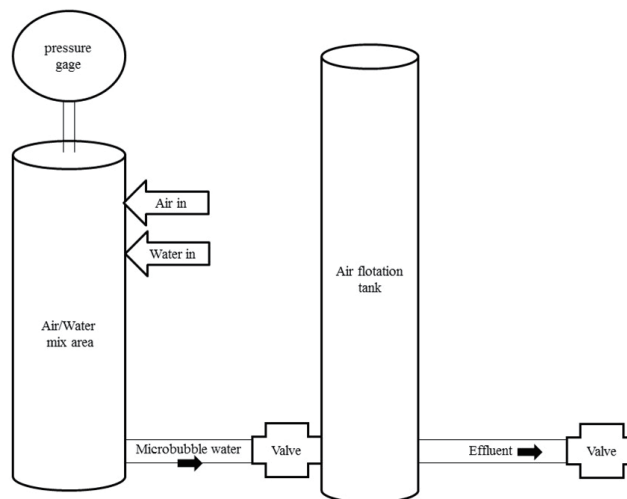


圖 1. 加壓浮除模型槽示意圖。

Fig. 1. Schematic diagram of dissolved air flotation.

II. 試驗設計

(i) 廢水來源

試驗廢水分別取自行政院農業委員會畜產試驗所養牛場之三段式廢水處理系統中經機械式固液分離後、厭氣處理後與好氣處理後之廢水。以下為本篇試驗之名詞定義：

固液分離後之養牛廢水：養牛廢水經機械式與逕流式固液分離機處理後。

厭氣處理後之養牛廢水：固液分離後之養牛廢水再經厭氣處理後。

好氣處理後之養牛廢水：厭氣處理後之養牛廢水再經好氣處理後。

(ii) 批次浮除試驗

試驗採批次處理方式，每批次操作前分別將 500 mL 各處理階段後之養牛廢水注入浮除槽中，充滿二次蒸餾水之溶氣槽經空壓機加壓使成氣體飽和水後，經矽膠管道 (孔徑：8 mm) 由浮除槽底部注入 500 mL，靜置 1 分鐘後取下層液測定 pH、EC、COD 及 SS。試驗為四重複。

(iii) 化學混凝試驗

在厭氣處理後與好氣處理後之養牛廢水分別添加市售工業級 PAC，使其最終濃度分別達到 50、100、200、400 及 600 mg/L；市售工業級 CPM，使其最終濃度分別達到 6.67、26.6、53.2 及 100 mg/L；市售工業級 FeCl_3 ，使其最終濃度分別達到 10、50、100、250 及 500 mg/L，快混 3 分鐘再進行批次浮除試驗。上述三種混（助）凝劑之 pH 操作範圍皆為 6—9，本次試驗之各階段養牛廢水 pH 範圍為 6.82—7.36。

III. 分析方法

水中 pH、EC、SS、COD 分別以環保署標準公告方法分析，NIEA W424.52A、NIEA W203.51、NIEA W210.58A、NIEA W515.54A。

V. 統計分析

試驗所得數據利用 SAS 套裝軟體 (SAS, 2004) 進行統計分析，使用一般線性模式程序 (General linear model procedure, GLM) 進行變方分析，再以最小平方平均值法 (Least square means, LSMEANS) 計算平均值並比較其差異。

結果與討論

I. 加壓浮除法對養牛廢水各階段處理水處理效率之影響

加壓浮除法對經固液分離後、厭氣處理後及好氣處理後之養牛廢水水質處理影響如表 1 所示，以加壓浮除法處理固液分離後之廢水，其 COD 與 SS 去除效率最佳，分別為 $23.3 \pm 8.58\%$ 與 $47.9 \pm 4.80\%$ 。此可能為固液分離後之廢水中含大量不可溶之懸浮固體物才使 SS 去除率較高。Amon *et al.* (2007) 指出，乳牛糞便中纖維素、半纖維素及木質素約佔總乾物質大約 50%，這些不溶於水之懸浮固體可被微氣泡帶往水面經刮除板去除。加壓浮除法對養牛廢水之去除效率隨著處理流程往後而逐漸降低，厭氣處理後與好氣處理後廢水中之 SS 去除效率分別為 $21.2 \pm 16.1\%$ 與 $13.8 \pm 11.2\%$ 。此可能為廢水經過厭氣及好氣處理階段，一部分懸浮之纖維素經微生物處理後，已經沉降留在槽體形成污泥或溶於水中 (Leschine, 1995)。Del Nery *et al.* (2007) 提出若加壓浮除處理效率不佳，可添加混（助）凝劑，且一般化學混凝法通常設置於生物處理之後，以減少投藥量與污泥產量 (經濟部, 2004)。因此後續試驗為藉由添加化學混凝劑來提高加壓浮除對厭氣處理後與好氣處理後之養牛廢水處理效率。

表 1. 加壓浮除法對經固液分離後、厭氣處理後與好氣處理後之養牛廢水水質影響

Table 1. Effect of applying dissolved air floatation system on the treating different stage of wastewater from dairy cattle farms

	COD			SS		
	-----mg/L-----		%	-----mg/L-----		%
	Influent	Effluent		Influent	Effluent	Removal
ASL ¹	11,402 ± 3,477	8,925 ± 3,299	23.3 ± 8.58	6,920 ± 3,812	1,789 ± 970	47.9 ± 4.80
AAD ²	2,586 ± 249	1,986 ± 233	20.2 ± 5.19	790 ± 248	593 ± 101	21.2 ± 16.1
AOT ³	741 ± 193	630 ± 115	13.5 ± 8.61	337 ± 152	290 ± 137	13.8 ± 11.2

¹ASL: After solid-liquid separator; ²AAD: After anaerobic digestion; ³AOT: After aerobic treatment.

II. 化學混凝應用於加壓浮除法中對養牛廢水各階段處理水處理效率之影響

(i) PAC

添加 PAC 對厭氣處理後與好氣處理後之養牛廢水浮除處理之影響結果如圖 2，結果顯示，廢水中 COD 與 SS 之去除率隨著 PAC 添加量增加而增加，直至添加 600 mg/L 之 PAC 於厭氣處理後，其浮除後之廢水中 COD 與 SS 濃度分別為 213 mg/L (去除率： $76.4 \pm 2.27\%$) 與 75 mg/L (去除率： $66.7 \pm 3.55\%$)。添加 200 mg/L 之 PAC 於好氣處理後之養牛廢水，其浮除後之廢水中 COD 與 SS 濃度分別為 398 mg/L (去除率： $42.6 \pm 4.26\%$) 與 61 mg/L (去除率： $68.0 \pm 0.77\%$)。此廢水濃度已符合臺灣規定之養牛事業放流水標準。de Nardi *et al.* (2008) 於家禽屠宰場廢水中添加 750 mg/L 之 PAC，COD 去除率為 52%，由 5,157 mg/L 降至 2,123 mg/L。此結果與本試驗大致相符。此外，文獻指出多元氯化鋁之添加會使水中 pH 降低 (Klimiuk *et al.*, 1999)，但

於本試驗中各階段之養牛廢水添加 600 mg/L 之 PAC，其 pH 均為 6.5 以上（數據未顯示），尚符合放流水標準。蕭等 (2012) 於鴨屠宰廠廢水中添加 2,000 mg/L 之 PAC，才會使水中 pH 降至 4.02，而低於放流水標準。PAC 為國內自來水淨水廠最常用之混凝劑，其所衍生出之污泥亦可再利用作為堆肥、花卉園藝或綠化造林等用途（賴等，2008）。

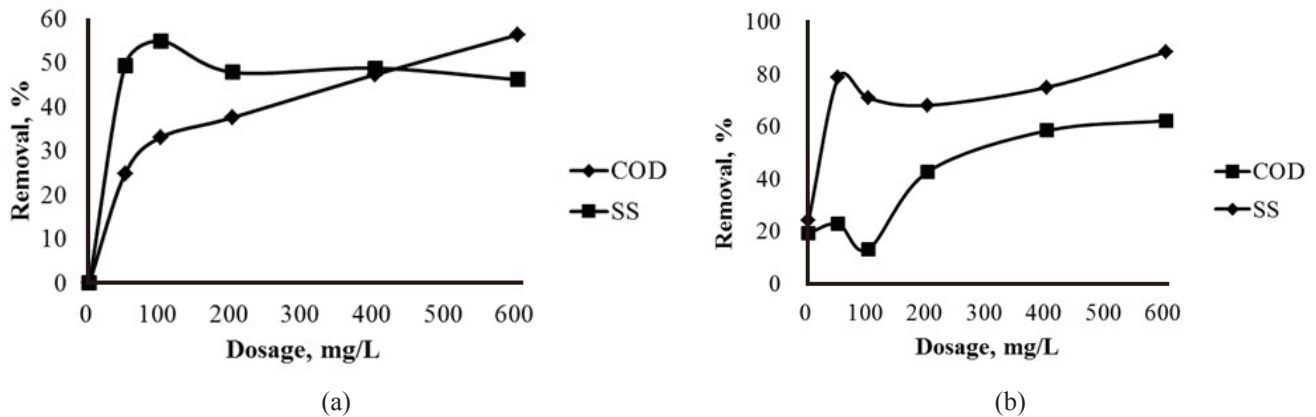


圖 2. 添加多元氯化鋁對厭氣處理後 (a) 與好氣處理後處理後 (b) 之養牛廢水浮除處理之影響。

Fig. 2. The effects of dosage of polyaluminium chloride on the SS and COD reduction of doing wastewater after anaerobic digestion (a) and aerobic digestion (b).

(ii) CPM

添加陽離子型高分子凝結劑對厭氣處理後與好氣處理後之養牛廢水浮除處理之影響如圖 3，結果顯示，廢水中 COD 與 SS 之去除率隨著 CPM 添加量增加而增加。直至添加 100 mg/L 之 CPM 於厭氣處理後，其浮除後之廢水中 COD 與 SS 濃度分別為 335 ± 11.3 mg/L (去除率： $77.1 \pm 0.35\%$) 與 85 ± 10.6 mg/L (去除率： $70.0 \pm 4.16\%$)。添加 26.6 mg/L 之 CPM 於好氣處理後之養牛廢水，其浮除後之廢水中 COD 與 SS 濃度分別為 390 ± 2.47 mg/L (去除率： $47.4 \pm 1.12\%$) 與 93 ± 1.06 mg/L (去除率： $57.4 \pm 3.62\%$)。此廢水濃度已符合環保署規定之養牛事業放流水標準。de Nardi *et al.* (2008) 應用加壓浮除法處理家禽屠宰廠廢水，當添加 CPM 濃度達 50 mg/L 時，廢水中 COD 與 SS 去除率分別為 49 與 91%，與本試驗大致相符。

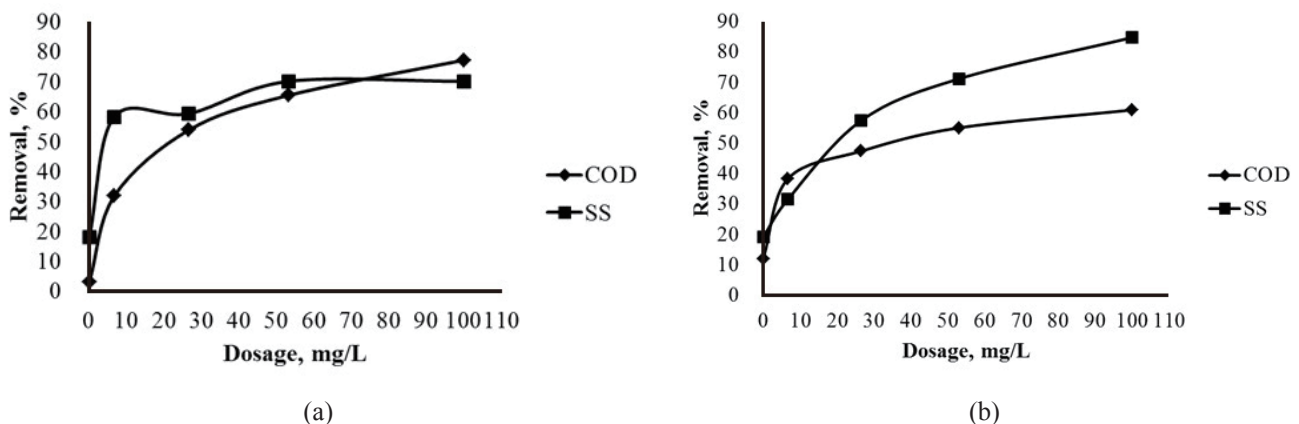


圖 3. 添加陽離子型高分子凝結劑對厭氣處理後 (a) 與好氣處理後 (b) 之養牛廢水浮除處理之影響。

Fig. 3. The effects of dosage of cationic polymer on the SS and COD reduction of doing wastewater after anaerobic digestion (a) and aerobic digestion (b).

(iii) FeCl_3

添加氯化鐵溶液對厭氣處理後與好氣處理後處理後之養牛廢水浮除處理之影響如圖 5，結果顯示，廢水中 COD 與 SS 於 100 mg/L 內，其去除率隨著 FeCl_3 添加量增加而增加。直至添加 100 mg/L 之 FeCl_3 於厭氣處理後，其浮除後之廢水中 COD 與 SS 濃度分別為 250 ± 68.9 mg/L (去除率： $81.7 \pm 4.58\%$) 與 58 ± 3.54 mg/L (去除率： $87.4 \pm 0.91\%$)。添加 30 mg/L 之 FeCl_3 於好氣處理後後養牛廢水中，其浮除後之廢水中 COD 與 SS 濃

度分別為 $380 \pm 40.3 \text{ mg/L}$ (去除率: $47.2 \pm 5.28\%$) 與 $40.0 \pm 1.59 \text{ mg/L}$ (去除率: $63.2 \pm 0.03\%$)。此廢水濃度已符合臺灣規定之養牛事業放流水標準。Amuda and Amoo (2007) 於飲料工業廢水添加 300 mg/L 之 FeCl_3 , 其水中 COD 與 SS 去除率分別為 91% 與 97%, 與本試驗大致相符。當厭氣處理後之養牛廢水添加 FeCl_3 溶液超過 100 mg/L 時, 水中 SS 濃度反而提高, Amuda and Amoo (2007) 於飲料工業廢水添加超過 300 mg/L 之 FeCl_3 時, 其水中總懸浮固體濃度反而提高, 此可能為高濃度之 FeCl_3 會使大量正電荷作用於凝結團塊表面, 使其再次分解而懸浮 (Abdel-Shafy *et al.*, 1987; Kemmer, 1988)。此外, 以前研究證明 FeCl_3 之添加會降低水中 pH (Amuda and Amoo, 2007), 如添加過量, 反而有可能會造成水中 pH 超過放流水標準, 但本試驗分別於厭氣處理後與好氣處理後之養牛廢水添加 100 與 30 mg/L 之 FeCl_3 , 其 pH 均為 7.4 以上, 尚符合放流水標準。蕭等 (2012) 於鴨屠宰廠廢水中添加 $1,000 \text{ mg/L}$ 之硫酸鐵, 才會使水中 pH 降至 4.47, 而低於放流水標準。廢水中之鐵離子會因氯化鐵添加劑量的增加而減少, 這是因為高劑量的三氯化鐵促使其過飽和, 進而增加水中鐵的清除率, 這些被從水中清除出來的鐵會與污泥結合而被保留, 不僅可增加絮凝效果, 更可避免經氯化鐵處理過後之放流水造成環境污染 (Peres *et al.*, 2004)。

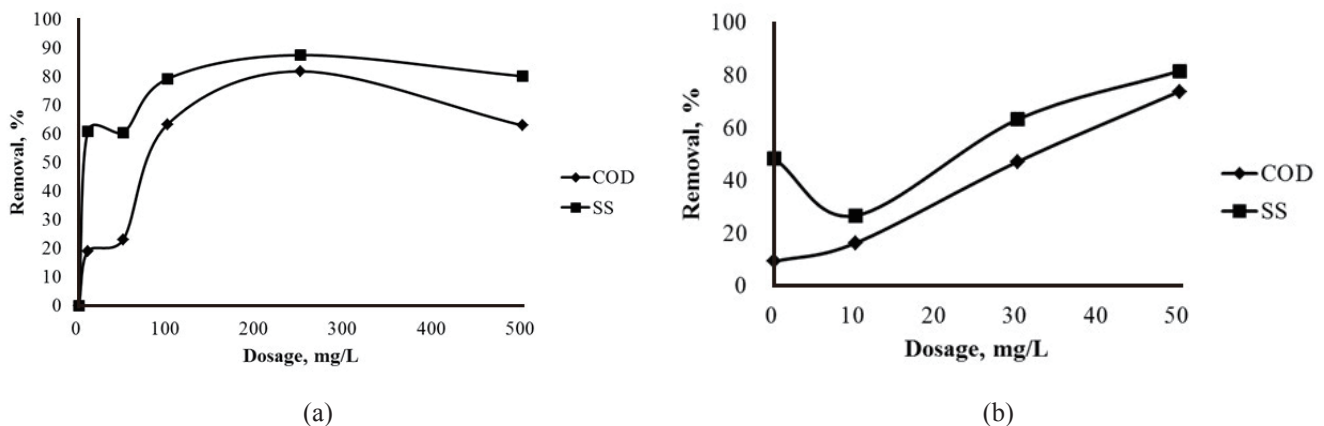


圖 4. 添加氯化鐵溶液對厭氣處理後 (a) 與好氣處理後處理後 (b) 之養牛廢水浮除處理之影響。

Fig. 4. The effects of dosage of Ferric chloride solution on the SS and COD reduction of doing wastewater after anaerobic digestion (a) and aerobic digestion (b).

II. 化學混凝成本評估

由以上試驗結果得知應用加壓浮除法搭配化學混凝藥劑, 可將養牛廢水處理至符合放流水標準, 但經厭氣處理後之廢水, 其混凝劑添加量皆較好氣處理後之廢水高出許多, 此與廢水濃度有關。因此以下僅就 PAC、CPM 及 FeCl_3 可將好氣處理後之養牛廢水處理至符合放流水濃度做成本計算。應用化學混凝法去除好氣處理後養牛廢水中 COD 與 SS 之成本如表 2。僅用 CPM 處理養牛廢水至符合放流水標準, 其每公斤 COD 與 SS 去除成本分別為 21.8 與 62.1 元為最高, PAC 其次, 而 FeCl_3 僅需 0.44 元與 7.38 元為最低。de Nardi *et al.* (2008) 比較家禽屠宰廠廢水使用 CPM 之處理成本較 PAC 多將近 50 倍。但 James 和 O'Melia (1982) 發現混濁的自來水以 PAC 加 CPM 較單獨使用 PAC 處理時, 其污泥體積會降低 60%, 且可改善污泥離心脫水的效果。因此建議如於實場應用時可先經 PAC 或 FeCl_3 做初步混凝, 最後再使用少量之 CPM 當作助凝劑, 以增加脫水效果並減少污泥產生量及成本。

表 2. 應用化學混凝法去除養牛廢水中 COD 與 SS 之成本

Table 2. Chemical treatment costs estimate per load removed for the full-scale plant

Type	Dosage (mg/L)	Cost ¹ (NT\$/kg)	Cost ² (NT\$/COD kg) _{removed}	Cost ³ (NT\$/SS kg) _{removed}
PAC	200	5	5.19	7.84
CPM	4	210	21.8	62.1
FeCl_3	30	4	0.44	7.38

¹ Cost: Market price.

² Cost (NT\$/COD kg) removed = dosage / (COD_{removed}) × cost.

³ Cost (NT\$/SS kg) removed = dosage / (SS_{removed}) × cost.

結 論

本研究應用模型槽證明僅用加壓浮除法不添加混凝劑處理養牛廢水時，能有效去除固液分離後廢水中 45% 以上之懸浮固體物。但對厭氣處理後與好氣處理後之養牛廢水中懸浮固體去除率分別僅有 21.2 與 15.4%，此時如搭配化學混凝劑則可將養牛事業廢水處理至符合環保署訂定之放流水標準。依據本試驗結果建議，如欲單獨使用加壓浮除法處理養牛廢水時，可將浮除系統設置於固液分離單元後，藉此將大部分不被生物降解之纖維與無機物先行去除，以減少後續廢水處理系統負荷及降低污泥產量，或將加壓浮除系統裝置於好氣處理後並搭配混凝劑使用，使養牛事業之放流水符合標準。

致 謝

本試驗承農委會科技計畫 (103 農科 -2.1.4- 畜 -L1) 經費補助，試驗期間承同仁陳珮珊與顏孟娟小姐協助工作，特此誌謝。

參考文獻

- 蕭庭訓、蘇天明、郭猛德、黃裕益、程梅萍。2012。小規模鴨屠宰場廢水處理方法之研究。畜產研究 45(2)：121-130。
- 經濟部。2004。廢水污泥減容減量技術研析。環保技術 e 報，第 18 期。
- 張士元。1999。煉油廠廢水處理與回用。中工高雄會刊 17(2)：21-45。
- 賴文亮、陳振正、廖少威、邱俊彥、邱珮綺、何曉蓉。2008。有機肥料與淨水廠污泥摻配製作植栽土之可行性評估。大仁學報 32: 73-91。
- 行政院農業委員會。2013。農業統計年報。臺北，pp. 120。
- 經濟部。2006。廢水處理常用化學藥劑應用處理手冊。臺北，pp. 7-8。
- Abdel-Shafy, H. I., O. Abo-El-Wafa and M. A. Azzam. 1987. Chemical treatment of industrial effluent, in: International Conference. Heavy Metals in the Environment, New Orleans, pp: 452.
- Aguilar, M. I., J. Sáez, M. Lloréns, A. Soler and J. F. Ortuño. 2002. Nutrient removal and sludge production in the coagulation-flocculation process. Water Res. 36: 2910 -2919.
- Aguilar, M. I., J. Sáez, M. Lloréns, A. Soler, J. F. Ortuño, V. Meseguer and A. Fuentes. 2005. Improvement of coagulation-flocculation process using anionic polyacrylamide as coagulant aid. Chemosphere. 58: 47-56.
- Al-Shamrani, A. A., A. James and H. Xiao. 2002. Separation of oil from water by dissolved air flotation. Colloid. Surf. A. Physicochem. Eng. Asp. 209: 15-26.
- Amuda, O. S. and I. A. Amoob. 2007. Coagulation/flocculation process and sludge conditioning in beverage industrial wastewater treatment. J. Hazard. Mater. 141: 778-783.
- Amon, T., B. Amon, V. Kryvoruchko, W. Zollitsch, K. Mayer and L. Gruber. 2007. Biogas production from maize and dairy cattle manure-Influence of biomass composition on the methane yield. Agric. Ecosyst. Environ. 118: 173-182.
- Girma, K. B., V. Lorenz, S. Blaurock and F. T. Edelmann. 2005. Coordination chemistry of acrylamide. Coord. Chem. Rev. 249: 1283-1293.
- James, C. R. and C. R. O'Melia. 1982. Considering sludge production in the selection of coagulants. Journal of AWWA. 74: 148-151.
- Kemmer, F. N. 1988. The nalcoWater handbook of coagulation and flocculation. Unit Operations of Water Treatment. second ed. McGraw-Hill Book Company, United States of America. pp. 8.3-8.12.
- Klimiuk, E. U., Filipkowska and A. Korzeniowska. 1999. Effects of pH and coagulant dosage on effectiveness of coagulation of reactive dyes from model wastewater by polyaluminium chloride (PAC). J. Environ. Sci. 8 : 73-79.
- Leschine, S. B. 1995. Cellulose degradation in anaerobic environments. Ann. Rev. Microbiol. 49: 399-426.
- Manjunath, N. T, I. Mehrotra and R. P. Mathur. 2000. Treatment of wastewater from slaughterhouse by DAF-UASB system. Water Res. 34: 1930-1936.

- De Nardi, I. R., T. P. Fuzi and V. D. Nery. 2008. Performance evaluation and operating strategies of dissolved-air flotation system treating poultry slaughterhouse wastewater. *Resour. Conserv. Recy.* 52: 533-544.
- Del Nery, V., I. R. de Nardi, M. H. R. Z. Damianovic, E. Pozzi, A. K. B. Amorim and M. Zaiat. 2007. Long-term operating performance of a poultry slaughterhouse wastewater treatment plant. *Resour. Conser. Recycl.* 50: 102-114.
- Peres, J. A., J. B. de Heredia and J. R. Dominguez. 2004. Integrated Fenton's reagent—coagulation/flocculation process for the treatment of cork processing wastewaters. *J. Hazard. Mater.* 107: 115-121.
- Westerman, P.W., W. L. Hankins and L. M. Safley. 1989. Nitrogen availability from poultry processing plant DAF sludge. *ASABE*. 32: 1287-1294.
- Wong, S. S., T. T. Teng, A. L. Ahmad, A. Zuhairi and G. Najafpour. 2006. Treatment of pulp and paper mill wastewater by polyacrylamide (PAM) in polymer induced flocculation. *J. Hazard. Mater.* 135: 378-388.

Effect on dissolved air flotation in dairy wastewater treatment ⁽¹⁾

Min-Chien Cheng ⁽²⁾ Tein-Ming Su ⁽²⁾ Tzong-Faa Shiao ⁽³⁾
Mei-Ping Cheng ⁽²⁾ and Ting-Hsun Hsiao ⁽²⁾⁽⁴⁾

Received: May 6, 2015; Accepted: Sept. 10, 2015

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of dissolved air flotation (DAF) process on dairy cattle wastewater treatment with a laboratory experiment. Five hundred milliliters of wastewater after solid-liquid separator (ASL), after anaerobic digestion (AND) and after aerobic digestion (AAT) were pumped into the floatation tanks, respectively. Three different coagulant (polyaluminium chloride, PAC, cationic polymer, CPM and ferric chloride solution, FeCl₃) were added into the AND and AAT, respectively. Then, 500 mL of pressurization water (5 kg/cm²) was injected into the bottom of the flotation tanks and the supernatant was sampled after 1 min to analysis suspended solid (SS) and chemical oxygen demand (COD). The results revealed that the removal efficiency on ASL was the best that removal efficiencies of COD and SS were 27.7% and 47.9 %, respectively. DAF treatment of AND and AAT with PAC (600 and 200 mg/L), CPM (100 and 26.4 mg/L) and FeCl₃ (100 and 30 mg/L) can meet the effluent standards. In conclusion, The DAF process can be set after the solid-liquid separation to reduce the organic loading of the following process in the full scale the dairy wastewater treatment system, while that can be set after AAT with coagulants to reduce the production of chemical sludge.

Key words: Dairy cattle, Wastewater treatment, Dissolved air flotation.

(1) Contribution No. 2307 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Livestock Management Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R.O.C.

(3) Animal Industry Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 71246, Taiwan, R.O.C.

(4) Corresponding author, E-mail hsiaosir@mail.tlri.gov.tw.