

# 小規模鴨屠宰場廢水處理方法之研究<sup>(1)</sup>

蕭庭訓<sup>(2)</sup> 蘇天明<sup>(2)</sup> 郭猛德<sup>(3)</sup> 黃裕益<sup>(4)</sup> 程梅萍<sup>(2)(5)</sup>

收件日期：100 年 6 月 1 日；接受日期：100 年 12 月 19 日

## 摘要

本試驗分別以化學及生物法處理鴨屠宰廢水，化學處理法為添加硫酸鋁（ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ）及多元氯化鋁（PAC）進行混凝。生物處理法採批次及連續流活性污泥法處理，分別設定水力停留時間（hydraulic retention time, HRT）24、48、72 hrs 及 12、24 hrs。採取鴨屠宰場原廢水之化學需氧量（chemical oxygen demand, COD）為 450 mg/L 時，以 350 mg/L PAC 進行化學混凝，處理後水質為 COD 137 mg/L、SS 35 mg/L、真色色度值（ADMI）176。批次活性污泥法在 HRT 24 hrs 處理後，鴨屠宰廢水之 COD、生化需氧量（biological oxygen demand, BOD）、SS 及 ADMI 之去除效率分別為 94.2%、98.1%、97.1% 及 92.3%，水質濃度平均則分別為 26.8、4.69、3.81 mg/L 及 27.4，而將 HRT 延長至 48 或 72 hrs，對處理水質無顯著的影響。連續流活性污泥法於 HRT 12 hrs 處理後，鴨屠宰廢水之 COD、BOD、SS 及 ADMI 之去除效率分別為 94.9%、98.8%、97.0% 及 92.9%，水質濃度平均值則分別為 23.4、3.00、3.94 mg/L 及 25.3。本試驗結果顯示，以化學及生物方法處理鴨屠宰場廢水，處理後的水質皆能符合現行放流水標準。

關鍵詞：屠宰場、廢水、活性污泥法、混凝。

## 緒言

我國在民國 98 及 97 年肉鴨（包括番鴨、土番鴨、北京鴨）屠宰量分別為 27,634 及 29,982 千隻，佔畜牧產業總產值的 3.69% 及 3.72%（行政院農業委員會，2010）。肉鴨達上市體重後，送屠宰場屠宰及分切，屠宰場必須設置廢水處理場以處理屠宰過程產生之廢水。

鴨屠宰場廢水主要來自鴨隻繫留時的排泄物，和鴨隻放血、燙洗、脫毛、屠體清洗及設備器具清潔等，廢水中含脂肪、蛋白質、血液及其他有機物。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，

---

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1722 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所經營組。

(3) 已退休，前行政院農業委員會畜產試驗所經營組。

(4) 國立中興大學生物產業機電工程學系。

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

應符合放流水標準；家禽屠宰場廢水歸類於「屠宰業及肉品市場」，其放流水之生化需氧量（biological oxygen demand, BOD）、化學需氧量（chemical oxygen demand, COD）、懸浮固體（suspended solids, SS）及真色色度（American dye manufacturers institute, ADMI），須分別符合80、150、80 mg/L及550之放流水標準。

屠宰場廢水之處理方式大致為過篩、加壓浮除（de Nardi *et al.*, 2008）、厭氧處理及好氧處理（Polprasert *et al.*, 1992, Al-Mutairi *et al.*, 2008, Eremektar *et al.*, 1999），或者利用浮除搭配上流式厭氧污泥床法（UASB）進行處理（Del Nery *et al.*, 2007; de Nardi *et al.*, 2008; Chávez *et al.*, 2005）。化學混凝（coagulation）則多被應用於石化廢水（Verma *et al.*, 2010）、染整廢水（Liu *et al.*, 2010）、製藥廢水（Torres *et al.*, 1997）、食品工業廢水（Rusten *et al.*, 1990）等廢水處理系統。以混凝劑多元氯化鋁（poly aluminium chloride, PAC）降低畜牧放流水中化學需氧量（chemical oxygen demand, COD），劑量1000 mg/L時去除率54%；以硫酸鋁處理畜牧放流水中的磷，在鋁磷比為2，pH值7.5時達到最高去除率，去除效率達98%（程，2001）。以PAC混凝處理乳牛場廢水，劑量300 mg/L時COD 去除率最高，為69.2%（Kushwaha *et al.*, 2010）。由於屠宰廢水中含磷量高，最近的研究（de Nardi *et al.*, 2011）也將化學混凝納入家禽屠宰場廢水處理程序。氯化鐵（ferric chloride）及陽離子聚合物（cation polymer）用於處理家禽屠宰場廢水中磷，當pH 4.5 – 5.5，鐵、磷莫耳數比1.32，聚合物1.0 mg/L時，可去除99%以上的磷及65%之SS（de Nardi *et al.*, 2011）。

本研究旨在調查鴨屠宰場廢水的水質特性，規劃小型鴨屠宰場廢水處理流程並進行測試，期建立符合放流水標準之鴨屠宰場廢水處理模式，供申設屠宰場之參考。

## 材料與方法

### I. 鴨屠宰場廢水來源

選定屏東縣高樹鄉之家禽屠宰場，利用槽車載運屠宰廢水回試驗場，經圓筒無蓋分離網（直徑20 cm × 高25 cm，間隙0.2 mm）分離羽毛、碎脂塊等固形物後，分裝並置於4℃冷藏庫供試驗用。

### II. 化學處理批次瓶杯試驗

取鴨屠宰場廢水，分別加入硫酸鋁（ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{-}17\text{H}_2\text{O}$ , SHOWA Chemicals Co.）及多元氯化鋁（polyaluminium chloride, PAC）進行化學處理試驗，分析處理前後水質pH、電導度（electrical conductivity, EC）、COD、SS、ADMI等。試驗以2 L燒杯取1000 mL廢水分別加入硫酸鋁及多元氯化鋁 0、100、350、500、1000、2000 mg/L後，以攪拌器在200 rpm 下快混10 min。最後倒入圓錐沈澱管內沈澱90 min後，記錄污泥產生量並採樣分析。

### III. 批次與連續流活性污泥法處理

批次與連續流活性污泥法處理模組之設計參照蕭等（2011）以活性污泥法處理有色肉雞屠宰場廢水之研究。批次活性污泥法為利用反應區有效容積100 L之塑膠桶，加入馴養之濃縮活性污泥，HRT分別設定為24、48及72 hrs，即每日分別於塑膠桶添加100、50、33.3 L 之鴨屠宰場廢水。連續流活性污泥法處理亦以容積100 L之塑膠桶加入馴養之濃縮活性污泥，水力停留時間設定為12及24 hrs，每日分別進流200及100 L之鴨屠宰場廢水。連續流處理為維持活性污泥池內一定之懸浮固體物（微生物），故將終沉池內之沉澱污泥迴流至活性污泥池，試驗期間量測紀錄各組之污泥沉降率（sludge settling velocity,  $\text{SV}_{30}$ ）、溶氧（dissolved oxygen, DO）、混合液懸浮固體（mixed liquor suspended solid, MLSS）、揮發性懸浮固體（mixed liquor volatile suspended solid, MLVSS）、水溫及氣溫，計算食微比（food to microorganism ratio, F/M）、容積負荷（volumetric loading, F/V）及污泥容積指標（sludge volume index, SVI），並分析原廢水與排放水之pH、EC、COD、BOD、SS及ADMI等濃度。

#### IV. 分析方法

酸鹼值 (pH) 以酸鹼值測定儀 (pH 330型, WTW, Germany) 分析。EC以電導度測定儀 (LF 320型, WTW, Germany) 分析。COD以密閉迴流滴定法 (NIEA W517.50B) 分析。BOD以水樣中好氧性微生物在此期間氧化水中物質所消耗之溶氧 (NIEA W510.54B)。SS以103 – 105 °C 乾燥法 (NIEA W210.57A)。真色色度 (ADMI) 參照水中真色色度檢測方法—分光光度計法 (NIEA W223.51B) 分析。

#### V. 統計分析

利用統計分析系統 (Statistical Analysis System; SAS, 1999), 進行統計分析, 以一般線性模式程序 (General Linear Model Procedure; GLM) 進行變方分析, 並以鄧肯氏新多次變域測定法 (Duncan's New Multiple Range Test) 比較鴨屠宰原廢水與各處理組間差異性。

## 結果與討論

#### I. 鴨屠宰廢水基本資料調查

98年4、5月及10月間分別採集與分析6場鴨屠宰場廢水之pH、COD、BOD、SS平均為7.43 ± 0.47、388 ± 250、188 ± 120、107 ± 83.5 mg/L, 均高於環保署公告之屠宰業廢水排放標準, 而真色色度值低於環保署公告之屠宰業廢水排放標準, 平均為196 ± 63.5。調查之鴨屠宰廢水水質濃度, 低於Chen *et al.* (2005)所調查的國內豬隻肉品市場之原廢水, 其COD、BOD及ADMI平均分別為1050、737 mg/L及194; 亦遠低於文獻所分析家禽屠宰場廢水水質濃度如 Chávez *et al.* (2005) 研究之家禽屠宰場原廢水BOD、COD及SS平均為5500、7333及938 mg/L, Del Nery *et al.* (2008) 分析之家禽屠宰廢水COD及SS分別為2504及484 mg/L, 及Kist *et al.* (2009) 分析之家禽屠宰場廢水之BOD及COD濃度分別為990–2000及2373–2610 mg/L。

廢水處理流程通常係依據水質管制項目及廢水水質濃度設計, 有機廢水處理普遍採用生物處理方式, Metcalf and Eddy (2003) 指出廢水之BOD/COD比值 $\geq 0.5$ 適合生物處理, 而生物處理又可分为好氧 (aerobic systems) 及厭氧處理程序 (anaerobic systems)。一般而言, 高濃度有機廢水 (COD高於4000 mg/L) 以厭氧處理程序, 低濃度有機廢水 (可分解COD低於1000 mg/L) 以好氧處理程序較適當 (Chan *et al.*, 2009)。好氧處理放流水水質濃度較厭氧處理為低 (Chan *et al.*, 2009), 分解可溶性有機物之效率, 以及產生污泥之生質絮凝作用 (biomass flocculation) 較佳, 排放水中懸浮物固體 (SS) 濃度亦較厭氧處理為低 (Leslie Grady *et al.*, 1999)。本研究調查結果, 鴨屠宰場原廢水之BOD/COD比值約為0.49, COD濃度 388 mg/L, 適合直接以好氧生物處理。

#### II. 化學處理批次瓶杯試驗

取鴨屠宰場原廢水, 加入51.8%硫酸鋁 ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{-}17\text{H}_2\text{O}$ ) 及多元氯化鋁 (PAC) 進行化學混凝試驗, 分析處理前後水質pH、EC、COD、SS、ADMI等, 探討其處理效率。

屠宰廢水以硫酸鋁及多元氯化鋁混凝, 混凝後水質之電導度 (EC) 隨混凝劑劑量增加而提高, pH值則降低。鴨屠宰廢水在多元氯化鋁及硫酸鋁劑量1000 mg/L時, 真色色度 (ADMI) 最低, 分別為30及75, 但此時pH值皆低於6 (表1), 不符合放流水標準對pH值的規範。在COD方面, 鴨屠宰廢水添加PAC在劑量350 mg/L時, 處理後水質COD最低, 為137 mg/L, 去除率為69.6 %, 而硫酸鋁混凝組以添加硫酸鋁500 mg/L者, 處理後水質COD最低, 為167 mg/L, 去除率為63.0 % (表1)。在SS方面, 鴨屠宰廢水添加PAC劑量350 mg/L 處理水質SS最低, 為25 mg/L, 去除率為66.7 %; 添加硫酸鋁100 mg/L處理水質SS最低, 為45 mg/L (表1)。於處理鴨屠宰廢水添加多元氯化鋁及硫酸鋁劑量大於350 mg/L時, 水質之COD、SS濃度反而變差, 其主要原因為不同加藥劑量呈現不同pH值, 且化學混凝技術之去除效率與

pH值有關，若pH值低於6.5以下，混凝效果不佳，因此加藥量增加至350 mg/L以上，pH值降低太多，導致COD及SS去除效率不增反減。

總體而言，鴨屠宰場原廢水的COD在450 mg/L時，以350 mg/L 的PAC混凝，處理後水質COD為137 mg/L、SS為35 mg/L、ADMI為176，符合現行放流水標準。此時，每公升原廢水的污泥產量為105 mL，烘乾後僅0.32 g。化學處理產生之污泥收集需另設處理設施或集中後委託處理。

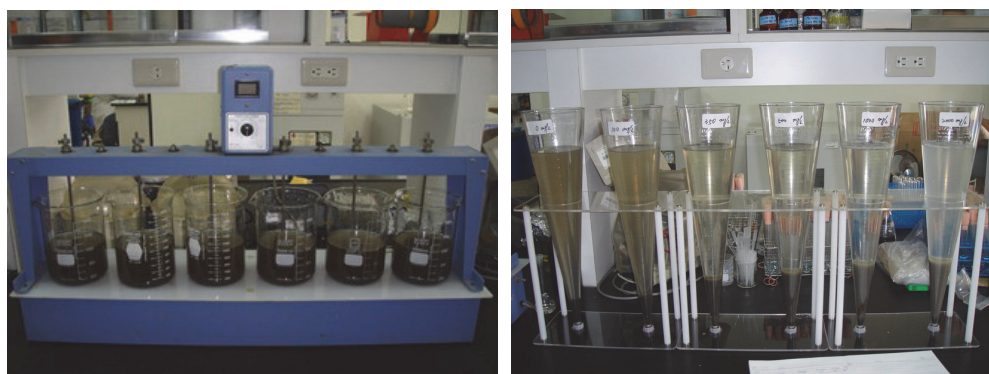


圖1. 鴨屠宰場廢水化學混凝試驗。

Fig. 1. Chemical coagulation of wastewater from duck slaughterhouse.

表 1. 混凝劑對鴨屠宰場廢水水質及污泥產量之影響

Table 1. Effect of coagulants on the water quality and sludge production of wastewater from duck slaughterhouse

Treatment	EC <sup>#</sup>	pH	COD	SS	ADMI	Dry weight	Sludge
	mS/cm	—	mg/L	mg/L	—	g/L	ml/L
Wastewater	0.66	7.19	451	75	347	—	—
PAC, mg/L							
0	0.65	7.22	395	80	436	0.05	0.7
100	0.68	7.16	216	35	246	0.14	42.0
350	0.75	6.86	137	35	176	0.32	105.0
500	0.80	6.98	170	25	120	0.36	110.0
1000	0.99	5.98	469	75	30	0.13	0.1
2000	1.65	4.02	411	90	309	0.03	1.0
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , mg/L							
0	0.65	7.16	376	75	491	0.09	0.6
100	0.66	6.24	319	45	191	0.12	7.0
350	0.68	6.20	213	45	151	0.16	30.0
500	0.70	6.18	167	55	105	0.24	34.0
1000	0.87	4.47	219	70	75	0.28	40.0
2000	1.22	4.15	245	105	92	0.31	30.0

EC: Electrical Conductivity, COD: Chemical oxygen demand,.

SS: Suspended solids, ADMI: American dye manufacturers institute.

### III. 生物處理

#### (i) 批次與連續流活性污泥法處理鴨屠宰廢水操作參數

鴨屠宰廢水試驗期間之平均氣溫為  $18.7 \pm 2.8^{\circ}\text{C}$ ，鴨屠宰廢水以批次及連續流處理反應槽內之操作參數如表 2 所示，各水力停留時間之  $\text{SV}_{30}$  除連續流處理 HRT 12 hrs 組平均 306 mL/L 外，其餘各組均低於 200 mL/L，批次及連續流處理各組溶氧介於 2.64 – 3.49 mg/L 之間、MLSS 介於 1289 – 1814 mg/L 之間、F/M 介於 0.08 – 0.54 kg BOD<sub>5</sub>/kg MLVSS-d 之間、批次處理之 SVI 介於 54.8 至 57.1 mL/g 之間，連續流處理 HRT 12 及 24 hrs 之 SVI 為 164 及 77.6，批次與連續流處理之 F/V 值隨水力停留時間增加而降低，水力停留時間 24、48 及 72 hrs 與 12、24 hrs 分別為 0.27、0.13、0.09 BOD<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>-d 與 0.53、0.27 kg BOD<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>-d (表 2)。一般標準活性污泥法建議之  $\text{SV}_{30}$  應保持 20% – 30%、溶氧量應介於 1 – 3 mg/L 之間、MLSS 應保持在 1000 – 3000 mg/L 之間、F/M 應介於 0.2 – 0.4 kg BOD<sub>5</sub>/kg MLVSS-d 之間、SVI 應介於 50 – 150 mL/g 之間、F/V 應介於 0.4 – 0.8 kg BOD<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>-d 之間 (歐陽, 1995; 環訓所, 2009)。本試驗因進流鴨屠宰廢水之有機物濃度較低，導致  $\text{SV}_{30}$ 、食微比、活性污泥濃度與污泥容積指標等操作參數部分低於上述文獻建議之活性污泥法操作標準。

表 2. 鴨屠宰廢水採批次與連續流活性污泥法處理之操作參數

Table 2. The operation parameters of batch and continuous activated sludge processes (ASP) for slaughter house wastewater of ducks

HRT (hrs)	Batch ASP			Continuous ASP	
	24	48	72	12	24
$\text{SV}_{30}$ (mg/L)	$173 \pm 17.3$	$148 \pm 13.3$	$147 \pm 19.0$	$306 \pm 144$	$104 \pm 30.1$
DO (mg/L)	$3.42 \pm 0.68$	$3.49 \pm 0.63$	$3.46 \pm 0.60$	$2.64 \pm 0.70$	$2.94 \pm 0.64$
MLSS (mg/L)	$1814 \pm 136$	$1706 \pm 217$	$1694 \pm 217$	$1300 \pm 69$	$1289 \pm 149$
MLVSS (mg/L)	$1289 \pm 87$	$1233 \pm 96$	$1181 \pm 99$	$981 \pm 84$	$886 \pm 84$
F/M (kg BOD <sub>5</sub> /kg MLVSS-d)	$0.21 \pm 0.06$	$0.11 \pm 0.03$	$0.08 \pm 0.02$	$0.54 \pm 0.15$	$0.30 \pm 0.09$
SVI (mL/g)	$54.8 \pm 10.1$	$56.7 \pm 11.6$	$57.1 \pm 9.71$	$164 \pm 81.7$	$77.6 \pm 19.8$
F/V (kg BOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> -d)	$0.27 \pm 0.08$	$0.13 \pm 0.04$	$0.09 \pm 0.03$	$0.53 \pm 0.16$	$0.27 \pm 0.08$

HRT: Hydraulic retention time,  $\text{SV}_{30}$ : Settling velocity, DO: Dissolved oxygen,

MLSS: Mixed liquor suspended solid, MLVSS: Mixed liquor volatile suspended solid,

F/M: Food to microorganism ratio, SVI: Sludge volume index, F/V: Volumetric loading.

The data are given as mean  $\pm$  SD.

#### (ii) 批次與連續流活性污泥法處理鴨屠宰廢水之處理效率及放流水水質

鴨屠宰廢水利用批次與連續流活性污泥法處理，水力停留時間分別為 24、48 及 72 hrs 與 12、24 hrs，經處理後水質之 COD、BOD、SS 及 ADMI 均顯著低於鴨屠宰原廢水 ( $P < 0.05$ )。批次與連續流活性污泥法處理鴨屠宰廢水之理化性狀如表 3，鴨屠宰原廢水之 pH、EC、COD、BOD、SS 及 ADMI 分別為 7.21、0.67 mS/cm、461 mg/L、246 mg/L、131 mg/L 及 354。批次處理在水力停留時間 24 hrs 與連續流處理水力停留時間 12 hrs 對 COD、BOD、SS 及 ADM 之去除率分別為 94.2%、98.1%、97.1% 及 92.3% 與 94.9%、98.8%、97.0% 及 92.9%，值則平均分別為 26.8、4.69、3.81 mg/L 及 27.4 與 23.4、3.00、3.94 mg/L 及 25.3。批次處理水力停留時間 24、48 及 72 hrs 與連續流處理水力停留時間 12 hrs、24 hrs 之排放水水質間並無顯著差異，且皆符合現行放流水標準。蕭等 (2011) 利用批次活性污泥法在水力停留時間 24 hrs 對有色肉雞屠

宰廢水之COD、BOD、SS及真色色度之去除效率分別為90.9%、98.9%、94.8%及55.3%，連續流活性污泥法於水力停留時間12小時，對有色肉雞屠宰廢水之COD、BOD、SS及真色色度之去除效率分別為92.3%、98.8%、97.9%及70.7%，Chen *et al.* (2005) 利用活性污泥與接觸曝氣法合併系統處理屠宰廢水，對COD、BOD、SS及ADMI可分別去除94%、91%、86% 及84%，其值分別為71、29、43 mg/L及47，本試驗之批次與連續流活性污泥法處理鴨屠宰廢水之理化性狀去除率與水質均與之相類似。

批次處理HRT 24、48及72 hrs與連續流處理HRT 12、24 hrs 之排放水質濃度COD、BOD、SS及ADMI並無顯著差異（表3），且符合法定放流水標準。因此，根據本試驗結果建議鴨屠宰廢水採取批次處理HRT為24 hrs；連續流處理HRT建議為12 hrs，以縮小處理槽規模與曝氣時間，降低處理成本。未來可規劃提高活性污泥反應槽之有機負荷（F/M），縮短HRT之試驗以增加單位容積廢水處理量。

表 3. 鴨屠宰廢水採批次與連續流活性污泥法處理之進出流水質濃度

Table 3. The properties of effluents from batch and continuous ASP for wastewater from duck slaughter house

HRT <sup>1</sup> (hrs)	Influent	Effluent of batch ASP			Effluent of continuous ASP	
		24	48	72	12	24
pH	7.21 ± 0.42 <sup>a</sup>	7.11 ± 0.43 <sup>a</sup>	7.17 ± 0.38 <sup>a</sup>	7.21 ± 0.37 <sup>a</sup>	7.18 ± 0.35 <sup>a</sup>	7.35 ± 0.52 <sup>a</sup>
EC <sup>2</sup> (mS/cm)	0.67 ± 0.04 <sup>c</sup>	0.67 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.69 ± 0.03 <sup>bc</sup>	0.72 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.68 ± 0.02 <sup>bc</sup>	0.70 ± 0.02 <sup>ab</sup>
COD <sup>2</sup> (mg/L)	461 ± 163 <sup>a</sup>	26.8 ± 14.3 <sup>b</sup>	24.3 ± 13.6 <sup>b</sup>	33.3 ± 17.8 <sup>b</sup>	23.4 ± 14.4 <sup>b</sup>	22.6 ± 15.4 <sup>b</sup>
BOD <sup>2</sup> (mg/L)	246 ± 82.5 <sup>a</sup>	4.69 ± 5.08 <sup>b</sup>	3.50 ± 2.31 <sup>b</sup>	4.25 ± 1.84 <sup>b</sup>	3.00 ± 1.75 <sup>b</sup>	2.88 ± 1.20 <sup>b</sup>
SS <sup>2</sup> (mg/L)	131 ± 58.9 <sup>a</sup>	3.81 ± 2.17 <sup>b</sup>	4.75 ± 1.53 <sup>b</sup>	7.63 ± 2.34 <sup>b</sup>	3.94 ± 1.69 <sup>b</sup>	3.94 ± 1.29 <sup>b</sup>
ADMI <sup>2</sup> (—)	354 ± 119 <sup>a</sup>	27.4 ± 14.0 <sup>b</sup>	26.0 ± 14.6 <sup>b</sup>	26.2 ± 9.81 <sup>b</sup>	25.3 ± 15.2 <sup>b</sup>	25.6 ± 5.22 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> same as table 2, <sup>2</sup> same as table 1; BOD: Biochemical oxygen demand.

The data are given as mean ± SD.

<sup>a,b,c</sup> Means within the same row without common superscripts differ significantly (P < 0.05)

## 結論與建議

屠宰場廢水性質隨屠宰流程及其用水量而異。本研究調查國內鴨小型屠宰場之原廢水，其BOD及COD濃度分別為188及388 mg/L，BOD/COD比值約為0.49，適合好氧生物處理。鴨屠宰場廢水採批次與連續流活性污泥法處理後，經水力停留時間24 hrs與12 hrs 處理後，排放水之COD、BOD、SS及ADMI皆符合現行放流水標準之規範。建議鴨屠宰場廢水可採取批次與連續流活性污泥法處理。鴨屠宰廢水採化學處理，雖可符合現行放流水標準，但處理效率低於好氧生物處理方式、增加藥品成本、產生較多之污泥量及排放水之pH值降低等因素，故不予推薦化學混凝方法，除非用地面積不足情況才考慮採用。

## 致謝

本研究承蒙行政院農委會動植物防疫檢疫局提供研究經費（98農科-9.5.1-檢-B2）與協助採樣，謹致謝忱。

## 參考文獻

- 行政院農業委員會。2010。行政院農業委員會農業統計資料。 <http://www.coa.gov.tw>。
- 行政院環境保護署。2007。水污染防治法規。行政院環境保護署96年12月12日修正。
- 行政院環境保護署。2009。廢水處理專責人員訓練教材。廢水處理生物單元。行政院環境保護環境保護人員訓練所編印。
- 歐陽嶠暉。1995。下水工程學。長松出版社。
- 程梅萍。2001。以化學處理法降低畜牧廢水中化學需氧量及磷。台灣農業化學與食品科學 39(2): 129-134。
- 蕭庭訓、蘇天明、郭猛德、黃裕益、程梅萍。2011。以活性污泥法處理有色肉雞屠宰場廢水之研究。畜產研究 44 (1): 1-12。
- Al-Mutairi, N. Z., F. A. Al-Sharifi and S. B. Al-Shammari. 2008. Evaluation study of a slaughterhouse wastewater treatment plant including contact-assisted activated sludge and DAF. *Desalination* 225: 167-175.
- Chan, Y. J., M. F. Chong, L. L. Chung and D. G. Hassell. 2009. A review on anaerobic-aerobic treatment of industrial and municipal wastewater. *Chemical Engineering Journal* 155: 1-18.
- Chávez, P. C., L. R. Castillo, L. Dendooven and E. M. Escamilla-Silva. 2005. Poultry slaughter wastewater treatment with an up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor. *Bioresource Technology* 96: 1730-1736.
- Chen, C. K., S. L. Lo and R. S. Lu. 2005. Feasibility study of an activated sludge/contact aeration combined system. *Environ. Eng. Sci.* 22(4): 479-488.
- de Nardi, I. R., V. Del Nery, A. K. B. Amorim, N. G. dos Santos and F. Chimenes. 2011. Performances of SBR, chemical-DAF and UV disinfection for poultry slaughterhouse wastewater reclamation. *Desalination* 26: 184-189.
- de Nardi, I. R., T. P. Fuzi and V. Del Nery. 2008. Performance evaluation and operating strategies of dissolved-air flotation system treating poultry slaughterhouse wastewater. *Resources, Conservation and Recycling* 52: 533-544.
- Del Nery, V. E., Pozzi, M. H. R. Z. Damianovic, M. R. Domingues and M. Zaiat. 2008. Granules characteristics in the vertical profile of a full-scale upflow anaerobic sludge blanket reactor treating poultry slaughterhouse wastewater. *Bioresource Technology* 99: 2018-2024.
- 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. *Resources, Conservation and Recycling* 50(1): 102-114.
- Eremektar G., C. Ubay, E. Okgör, S. Övez, F. B. Germirli and D. Orhon. 1999. Biological treats ability of poultry processing plant effluent – a case study. *Water Sci. Technol.* 40(1): 323-329.

- Kist, L. T., S. El Moutaqi and E. L. Machado. 2009. Cleaner production in the management of water use at a poultry slaughterhouse of Vale do Taquari, Brazil: a case study. *J. Cleaner Production* 17: 1200–1205.
- Kushwaha, J. P., V. C. Srivastava and I. D. Mall. 2010. Treatment of dairy wastewater by inorganic coagulants: parametric and disposal studies. *Water Research* 44: 5867–5874.
- Leslie, G. Jr. C. P., G. T. Daigger and H. C. Lim. 1999. *Biological Wastewater Treatment*. 2<sup>nd</sup> ed. CRC Press.
- Liu, S., Q. Wang, H. Ma, P. Huang, J. Li and T. Kikuchi. 2010. Effect of micro-bubbles on coagulation flotation process of dyeing wastewater. *Separation and Purification Technology* 71(3): 337–346.
- Metcalf and Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. 4<sup>th</sup> eds. McGraw Hill.
- Polprasert, C., P. Kemmadamrong and F. T. Tran. 1992. Anaerobic baffle reactor (ABR) process for treating a slaughterhouse wastewater. *Environmental Technology* 13(9): 857–865.
- Rusten B., B. Eikebrokk and G. Thorvaldsen. 1990. Coagulation as pretreatment of food industry wastewater. *Water Sci. Technol.* 22(9): 1–8.
- SAS. 1999. *SAS/ATAT. Guide for personal computers*. SAS Inc., Cary, NC.
- Torres, L. G., J. Jaimes, P. Mijaylova, E. Ramírez and B. Jiménez. 1997. Coagulation-flocculation pretreatment of high-load chemical- pharmaceutical industry wastewater: mixing aspects. *Water Science and Technology* 36(2-3): 255–262.
- Verma, S., B. Prasad and I. M. Mishra. 2010. Pretreatment of petrochemical wastewater by coagulation and flocculation and the sludge characteristics. *Journal of Hazardous Materials* 178(1–3): 1055–1064.



# Study on the wastewater treatment for small-scale duck slaughter house<sup>(1)</sup>

Ting-Hsun Hsia<sup>(2)</sup> Tein-Ming Su<sup>(2)</sup> Meeng-Ter Koh<sup>(4)</sup>  
Yu-I Huang<sup>(3)</sup> and Mei-Ping Cheng<sup>(2)(5)</sup>

Received: Jun. 1, 2011; Accepted : Dec: 19, 2011

## Abstract

Chemical coagulation with aluminum sulfate and poly aluminum chloride (PAC) and the biological treatment with batch and continuous activated sludge processes (ASP) were applied to treat the wastewater from a duck dressing plant in this study. The hydraulic retention time (HRT) of batch and continuous ASP were 24, 48 and 72 hrs and 12 and 24 hrs, respectively. The results showed when wastewater with 450 mg/L of COD was coagulated with 350 mg/L of PAC, the COD, SS and ADMI in the effluents were 137, 35 mg/L and 176, respectively. The COD, BOD, SS and ADMI removal rate of batch ASP (HRT 24 hrs) were 94.2%, 98.1%, 97.1% and 92.3%, respectively. The COD, BOD, SS and ADMI of the effluent were 26.8, 4.69, 3.81 mg/L, and 27.4, respectively. There was no difference on the quality of treated water among the batch ASP with HRT 24, 48 and 72 hrs. The COD, BOD, SS and ADMI removal rate of continuous ASP (HRT 12 hrs) were 94.9%, 98.8%, 97.0% and 92.9%, respectively. The COD, BOD, SS and ADMI in the effluent were 23.4, 3.00, 3.94 mg/L, and 25.4, respectively. The results of this study showed that both the chemical coagulation processes and the biological processes could be applied to treat the wastewater from duck slaughter house.

Key words: Slaughterhouse, Wastewater, Activated sludge process, Coagulation.

---

(1) Contribution No. 1722 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.

(2) Livestock Management Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, 712, Taiwan, R.O.C.

(3) Retired from Livestock Management Division, COA-LRI, Hsinhua, Tainan, 712, Taiwan, R. O. C.

(4) Department of Bio-industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University, Taichung, 402, Taiwan, R. O. C.

(5) Corresponding author, E-mail: mpcheng@mail.tlri.gov.tw

