

## 由透視度推估養豬場處理水BOD、COD 及 SS 可行性之探討<sup>(1)</sup>

王斌永<sup>(2)</sup> 洪嘉謨<sup>(2)</sup> 郭猛德<sup>(2)</sup> 沈韶儀<sup>(2)</sup> 林財旺<sup>(2)</sup>  
蘇清全<sup>(2)</sup> 鄭于烽<sup>(2)</sup> 蕭庭訓<sup>(2)</sup> 林上昇<sup>(3)</sup> 陳芳男<sup>(4)</sup>  
徐彩煥<sup>(4)</sup> 李啟忠<sup>(5)</sup> 劉立乾<sup>(6)</sup>

收件日期：87 年 10 月 28 日；接受日期：88 年 1 月 15 日

### 摘 要

本計畫旨在提供養豬農民快速推估排放水水質的方法，以利於隨時監測厭氣處理後及三段式處理後之水質情況。本計畫透過本所及各繁殖場廣泛收集場內、外豬糞尿處理水樣，分析並取得各項資料。總計收集分析 1,884 件水樣，經細分歸類及篩選可用資料，並建立相關性，其中以豬糞尿水經三段式處理後之排放水，其透視度化學與參數 BOD、COD 及 SS 三者間，經乘冪迴歸所得，具有中等程度以上之相關。其透視度(Tr)與 BOD、COD 及 SS 之迴歸方程式及  $R^2$  分別如下：(1)  $BOD = 651.35 (Tr)^{-1.1752}$ , 0.72；(2)  $COD = 1772.1 (Tr)^{-0.8817}$ , 0.76；(3)  $SS = 585.88 (Tr)^{-1.2657}$ , 0.81。因此，以物理參數透視度來推估養豬場排放水之 BOD、COD 及 SS，具有一定程度之可靠性。

關鍵詞：豬糞尿處理水、透視度、生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體。

### 緒 言

由於環保、公害問題愈趨嚴重，民眾的環保意識日益高漲，畜牧廢水對於環境所造成之污染，長久以來一直為社會大眾所詬病，特別是養豬業，更常成為輿論批評的焦點，指為是破壞環境的殺手、元凶，同時亦是環保單位極力取締的目標。對於業者而言，在努力改善廢水處理設施及技術之餘，仍必須隨時留心排放水是否達到環保要求之放流水標準，以免受到取締，無疑的是極大的精神負擔。經本所同仁多年研究開發之結果，畜糞尿廢水經三段式處理（固液分離、厭氣發酵及活性污泥法）後之放流水 BOD、COD 及 SS 大都能符合放流水標準，顯示本技術已進入成熟階段。然而，由於 BOD、COD 及 SS 之檢測需要精密儀器及時間的配合，對於農民而言，無法做到隨時監測的目的。

- 
- (1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 936 號。
  - (2) 行政院農業委員會畜產試驗所畜牧經營系。
  - (3) 行政院農業委員會畜產試驗所彰化種畜繁殖場。
  - (4) 行政院農業委員會畜產試驗所高雄種畜繁殖場。
  - (5) 行政院農業委員會畜產試驗所台東種畜繁殖場。
  - (6) 行政院農業委員會畜產試驗所花蓮種畜繁殖場。

基於研究開發新技術的立場而言，一直希望能替養豬業者找尋一種可以快速監測排放水水質的方法，作為實際以化學分析水樣水質前的評估佐證。日本學者羽賀與原田（1984）經由檢測畜舍排水水質 BOD、SS 及透視度，建立透視度與 BOD 和 SS 二者間之相關性及迴歸方程式。陰山等（1993）利用此原理，擴大檢測包含：原水、排水、河川及其他共 415 件樣本，結果顯示，透視度與 BOD、COD 及 SS 三者間具有高相關性（ $R^2=0.744、0.636、0.691$ ），並建立以透視度推估 BOD、COD 及 SS 之水質推定尺，藉以提供簡易、迅速、經濟之水質檢測依據。

因此，本計畫的宗旨是以廣泛收集家畜糞尿處理水樣，分析其 BOD、COD、SS 及透視度，並求得透視度與 BOD、COD 及 SS 三者間之相關性及迴歸方程式，藉以提供業者迅速有效的方法，來隨時推估、監測畜牧場排放水的水質。

## 材料與方法

### I. 水樣來源及樣本數：

截至 86 年 3 月 11 日計畫結束，水樣取自 (1) 本所畜牧場二股、核心豬場、經營系模型場及研究人員試驗廢水，共計 611 件水樣，(2) 彰化場內及自民間飼養業者，共計 345 件水樣，(3) 高雄場內及自民間飼養業者，共計 299 件水樣，(4) 花蓮場內及自民間飼養業者，共計 129 件水樣，(5) 台東場內及自民間飼養業者，共計 500 件水樣。

### II. 水樣分析方法：

- (i) 水樣分類：所收集之水樣依來源別分為：豬、混合（豬及羊或鴨）及其他（鵝或鴨）三類，處理別分別有：原糞尿水、固液分離、厭氣處理及活性污泥法（或氧化渠法）處理階段之水樣。

- (ii) 分析方法：

- 1. 透視度檢驗法：

- (1) 適用範圍：本方法適用於測量廢污水之透視度，偵測範圍為 0~30 cm。
    - (2) 干擾：水樣低於外界環境溫度時，透視度計外壁易產生霧氣，會造成偏差。光源之強度、顏色均會影響測定值，故以白天（光）為宜，但避免日光直射。
    - (3) 步驟：透視度計使用前，先以照度計測試外界光源之強度，其照度以 1,000~2,000 lux (燭光/m<sup>2</sup>) 為宜，如照度不足時，應使用輔助光源調整至適當照度。將未經任何處理之水樣搖勻後倒滿透視度計中，一邊從上面觀察，一邊從底部放水，直至能明顯辨視透視度計底部標誌板之雙線十字時，立即關閉鐵夾（活栓），讀出水面之刻度。重覆操作五次，求各次之平均值，以公分表示，即為透視度。

- 2. 水質分析：

- (1) 生化需氧量 (BOD)：碘定量之疊氮化物修正法（檢驗方法，(2)-104，行政院環境保護署，1990）。
    - (2) 化學需氧量 (COD)：重鉻酸鉀迴流法（檢驗方法，(2)-109，行政院環境保護署，1990）。
    - (3) 懸浮固體 (SS) 分析：重量法 (103-105℃，檢驗方法，(2)-18，行政院環境保護署，1990）。

### III. 建立相關值及迴歸方程式：

分析所得之全部資料以 Microsoft Excel 8.0 輸入建檔，並分別繪製透視度與 BOD、COD 及 SS 值間之散佈圖形，同時以插入趨勢線方式，求得相關值（ $R^2$ ）及建立幕次迴歸方程式。

## 結果與討論

本計畫透過本所及各繁殖場廣泛收集場內、外水樣，分析並取得各項資料。截至計畫結束，收集資料共 1,884 筆，經細分歸類及篩選可用資料，並建立相關性，所得結果如下：

### I. 三段式處理水：

以豬糞尿水經三段式處理後之處理水，其透視度與 BOD、COD 及 SS 間，經乘冪迴歸所得，具有較高之相關性。其透視度 (Tr) 與 BOD、COD 及 SS 間之迴歸方程式及  $R^2$  分別如下：(1)  $BOD = 651.35 (Tr)^{-1.1752}$ , 0.72；(2)  $COD = 1772.1 (Tr)^{-0.8817}$ , 0.76；(3)  $SS = 585.88 (Tr)^{-1.2657}$ , 0.81。根據本結果顯示，以透視度來推估養豬場三段式處理後放流水之 BOD、COD 及 SS，具有高程度之可靠性。本分析結果，足可被養豬農友採用做為日常處理設施操作之參考。其透視度與 BOD、COD 及 SS 三者間之散佈圖及迴歸方程式及  $R^2$  情形，如圖 1~3 所示。

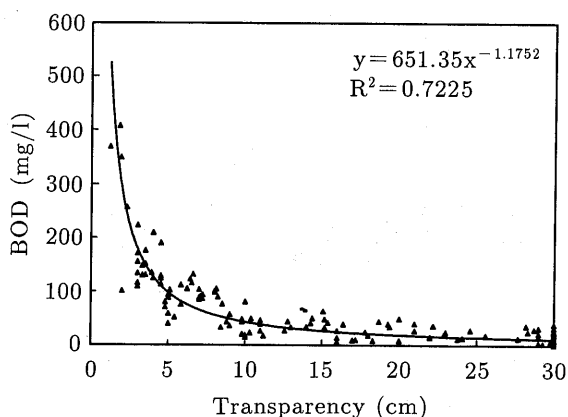


圖 1. 豬糞尿水經三段式處理後放流水 BOD 與透視度之實測值及迴歸方程式。

Fig. 1. Measured and regressive variations in BOD with different transparency for three-step treated piggery wastewater.

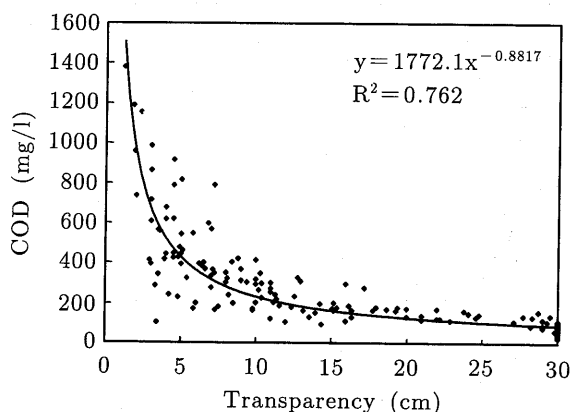


圖 2. 豬糞尿水經三段式處理後放流水 COD 與透視度之實測值及迴歸方程式。

Fig. 2. Measured and regressive variations in COD with different transparency for three-step treated piggery wastewater.

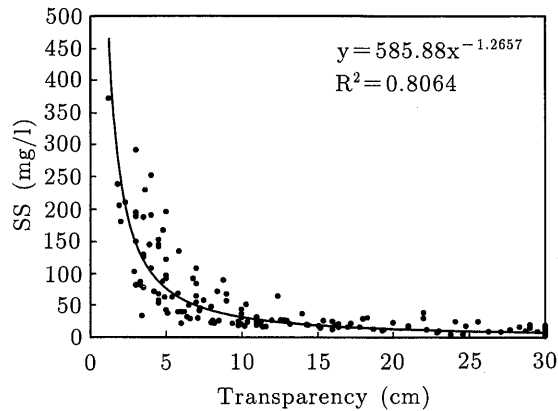


圖 3. 豬糞尿水經三段式處理後放流水 SS 與透視度之實測值及迴歸方程式。

Fig. 3. Measured and regressive variations in SS with different transparency for three-step treated piggery wastewater.

進一步將透視度每 0.5 公分為一間距，導入各迴歸方程式，定出以透視度推估三段式處理水之 BOD、COD 及 SS，其透視度在 2.0 公分以下時，應在不合格範圍，6.0 公分以上時表接近排放標準，而在 16.0 公分以上時，則應可達到畜牧業放流水標準，可提供養豬業者參採。其中透視度在 2.0~16.0 公分時之 BOD、COD 及 SS，如表 1 所示。

## II. 厭氣排出液：

以厭氣排出液之透視度與 BOD、COD 及 SS 三者間作乘冪迴歸，其間亦具有中等程度之相關。其透視度與 BOD、COD 及 SS 間之迴歸方程式及  $R^2$  分別如下：(1)  $BOD = 400.12 (Tr)^{-0.8418}$ , 0.63；(2)  $COD = 1804.2 (Tr)^{-0.8716}$ , 0.64；(3)  $SS = 520.38 (Tr)^{-0.9771}$ , 0.69。其透視度與 BOD、COD 及 SS 三者間之散佈圖及迴歸方程式及  $R^2$  情形，如圖 4~6 所示。並定出 0.1~3.0 公分之以透視度推估厭氣排出液之 BOD，如表 2 所示。

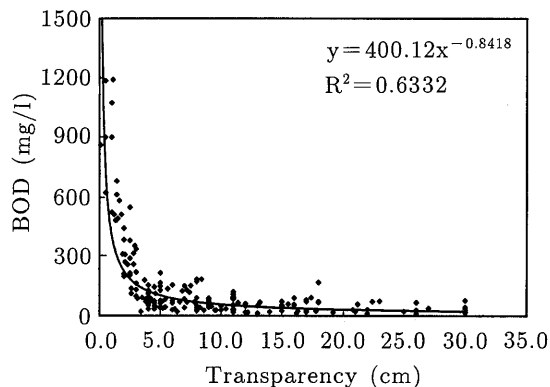


圖 4. 豬糞尿水經厭氣處理後排出液 BOD 與透視度之實測值及迴歸方程式。

Fig. 4. Measured and regressive variations in BOD with different transparency for anaerobically treated piggery wastewater.

表 1. 以透視度推估三段式豬糞尿處理水之 BOD、COD 及 SS

Table 1. Estimating BOD, COD and SS of three-step treated piggery wastewater by its transparency

Transparency	Three-step treated pig wastewater		
	BOD	COD	SS
cm		mg/L	
2.0	288	962	244
2.5	222	790	184
3.0	179	673	146
3.5	149	587	120
4.0	128	522	101
4.5	111	470	87
5.0	98	429	76
5.5	88	394	68
6.0	79	365	61
6.5	72	340	55
7.0	66	319	50
7.5	61	300	46
8.0	57	283	42
8.5	53	269	39
9.0	49	255	36
9.5	46	243	34
10.0	44	233	32
10.5	41	223	30
11.0	39	214	28
11.5	37	206	27
12.0	35	198	25
12.5	33	191	24
13.0	32	185	23
13.5	31	179	22
14.0	29	173	21
14.5	28	168	20
15.0	27	163	19
15.5	26	158	18
16.0	25	154	18
Standard error	67	244	62
R-square	0.72	0.76	0.81
Regression equation	$Y=651.35X^{-1.1752}$	$Y=1772.1X^{-0.8817}$	$585.88X^{-1.2657}$

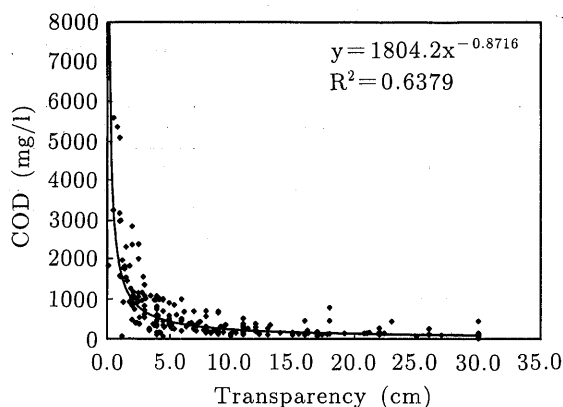


圖 5. 豬糞尿水經厭氣處理後排出液 COD 與透視度之實測值及迴歸方程式。

Fig. 5. Measured and regressive variations in COD with different transparency for anaerobically treated piggy wastewater.

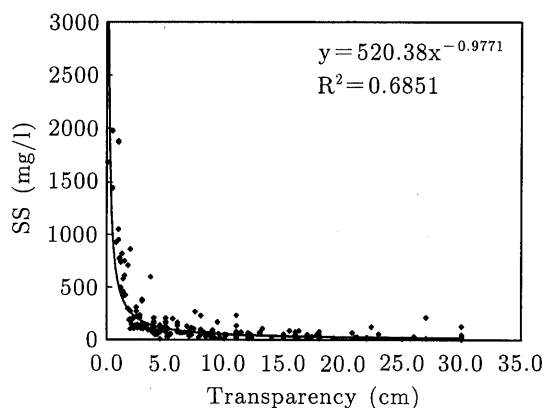


圖 6. 豬糞尿水經厭氣處理後排出液 SS 與透視度之實測值及迴歸方程式。

Fig. 6. Measured and regressive variations in SS with different transparency for anaerobically treated piggy wastewater.

此項結果應可做為養豬農友在操作三段式豬糞尿水處理過程中，決定活性污泥法曝氣池中之混合液懸浮固體物（MLSS）應該保持多少濃度之參考，使曝氣池中處理水食微比（F/M）能保持在 0.1~0.3 kg BOD/kg MLSS-d 之範圍。

### III. 各階段水樣 COD 與 BOD 之相關性：

分別對固液分離液、厭氣排出液及三段式處理水各階段之 COD 與 BOD 間作二次方迴歸，其間亦具有中等程度之相關。其迴歸方程式及  $R^2$  分別如下：(1) 固液分離液： $COD = -0.0003 BOD^2 + 3.1764 BOD + 616.74$ , 0.60；(2) 厭氣排出液： $COD = -0.0015 BOD^2 + 4.0615 BOD + 173.95$ , 0.61；(3) 三段式處理水： $COD = -0.0019 BOD^2 + 3.6057 BOD + 97.036$ , 0.71。其各階段 COD 與 BOD 間之散佈圖及迴歸方程式及  $R^2$  情形，如圖 7~9 所示：

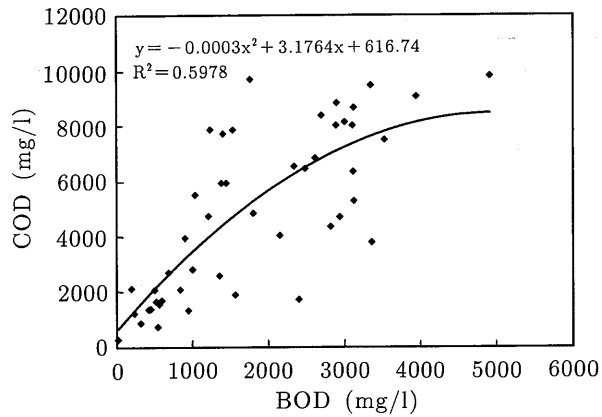


圖 7. 豬糞尿水經固液分離後之 COD 與 BOD 間之相關性。

Fig. 7. Correlation between COD and BOD for piggy wastewater pretreated by solid-liquid separators.

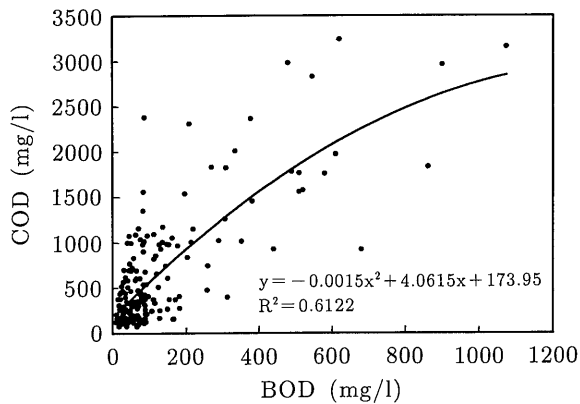


圖 8. 豬糞尿水經厭氣處理後排出液 COD 與 BOD 間之相關性。

Fig. 8. Correlation between COD and BOD for anaerobically treated piggy wastewater.

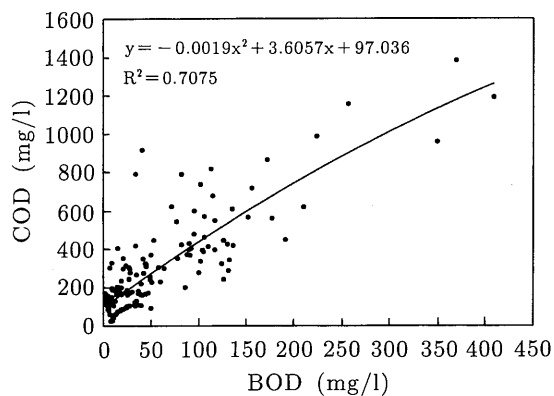


圖 9. 豬糞尿水經三段式處理後放流水之 COD 與 BOD 間之相關性。

Fig. 9. Correlation between COD and BOD for three-step treated piggy wastewater.

表 2. 以透視度推估厭氣排出液之 BOD

Table 2. Estimating of BOD of anaerobically treated piggery wastewater by its transparency

Transparency	Anaerobically treated piggery wastewater
	BOD concentration
cm	mg/L
0.1	2780
0.2	1551
0.3	1102
0.4	865
0.5	717
0.6	615
0.7	540
0.8	483
0.9	437
1.0	400
1.2	343
1.4	301
1.6	269
1.8	244
2.0	223
2.2	206
2.4	191
2.6	179
2.8	168
3.0	159
Standard error	206
R-square	0.63
Regression equation	$Y = 400.12X^{-0.8418}$

此外，進一步獲知固液分離液、經厭氣排出液及三段式處理水，於不同透視度下 COD 與 BOD 之比值（COD/BOD），經計算得平均值±標準偏差分別為：固液分離液  $3.4 \pm 2.5$ ，厭氣排出液  $7.1 \pm 5.6$ ，三段式處理水  $9.9 \pm 11.2$ 。顯示豬糞尿水經厭氣發酵法和活性污泥法處理後，尤其是在厭氣處理階段，較易為生物分解之有機物大都被去除。因此，經厭氣及好氣生物處理後，COD/BOD 值會有變大趨勢。此結果應可提供環保單位檢討 87 年畜牧業放流水中 COD 及 BOD 濃度合理比值之參考。

## 結 論

經分析所得，各階段豬糞尿處理水之 BOD、COD 及 SS 與透視度間相關值中，以三段式處理水有較高程度之相關，而厭氣排出液部分，亦具有中等程度的相關。



經三段式處理後之排放水透視度在 16.0 公分以上，將可符合 87 年放流水標準，若在 2.0 公分以下時，則將無法符合標準。進一步利用分析所得數據，製作檢索表墊板乙份，發放各農會轉各飼養戶使用，藉以提供飼養業者作為快速診斷及隨時監測不同階段處理水質之參考，唯實際水質之 BOD、COD 及 SS，仍需以環保署標準分析方法之結果為準。

## 誌 謝

本計畫承蒙農委會 85 科技－1.10－牧－15(3)及 86 科技－1.9－牧－19(9)經費補助，及本所暨附屬單位同仁協助水質採樣分析數據，成功大學環工系黃汝賢教授提供寶貴意見，特此申謝。

## 參考文獻

- 台灣省政府環境保護處。1989。放流水標準。行政院衛生署 1991.1.16. 衛署環字第 359 號令發布。  
行政院環境保護署。1990。檢驗方法。環保通訊週刊雜誌社。台北。  
羽賀清典、原田靖生。1984。透視度による畜舎排水水質の簡易判定および水質診断へのポケット  
コンピューターの利用。畜産試験場年報（昭和 58 年度）：79～81。  
陰山潔、田島敏夫與新原進。1993。畜産用水質推定尺の考案とその利用の検討。畜産の研究 47(5)：  
577～582。

## Estimating the BOD, COD and SS of Piggery Wastewater by Its Transparency<sup>(1)</sup>

Bin-Yeong Wang<sup>(2)</sup>, Chia-Mo Hong<sup>(2)</sup>, Meeng-Ter Koh<sup>(2)</sup>,  
Shao-Yi Sheen<sup>(2)</sup>, Tsair-Wan Lin<sup>(2)</sup>, Ching-Chyuan Su<sup>(2)</sup>, Yu-Fong Cheng<sup>(2)</sup>,  
Ting-Hsun Shiao<sup>(2)</sup>, Shang-Sheng Lin<sup>(3)</sup>, Fang-Nan Chen<sup>(4)</sup>,  
Tsae-Huan Shyu<sup>(4)</sup>, Chii-Jong Lee<sup>(5)</sup> and Li-Chyan Lu<sup>(6)</sup>

Received Oct. 28, 1998; Accepted Jan. 15, 1999

### Abstract

This project was aimed to provide farmers with a rapid method for estimating water quality of anaerobically and three-step treated piggery wastewater. A total of 1,884 samples collected from the Taiwan Livestock Research Institute and its propagation stations was analyzed. From regression analysis, each of the chemical parameters such as BOD, COD and SS of piggery wastewater was highly correlated with its transparency (Tr). The regression equations and R-square of BOD, COD and SS for the three-step treated piggery wastewater were : (1)  $BOD = 651.35 (Tr)^{-1.1752}$ , 0.72; (2)  $COD = 1772.1 (Tr)^{-0.8817}$ , 0.76; (3)  $SS = 585.88 (Tr)^{-1.2657}$ , 0.81; respectively. Accordingly, transparency was a reliable physical parameter for estimating BOD, COD and SS of piggery wastewater.

Key words : Piggery wastewater, Transparency, Biochemical oxygen demand (BOD), Chemical oxygen demand (COD), Suspended solids (SS).

---

(1) Contribution No. 936 from Taiwan Livestock Research Institute, Council of Agriculture.

(2) Dept. of Animal Management, TLRI, COA, Hsinhua, Tainan, Taiwan, R.O.C.

(3) Chang-Hua Animal Propagation Station, TLRI, COA, Chang-Hua Taiwan, R.O.C.

(4) Kaohsiung Animal Propagation Station, TLRI, COA, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

(5) Tai-Tung Animal Propagation Station, TLRI, COA, Tai-Tung, Taiwan, R.O.C.

(6) Hua-Lien Animal Propagation Station, TLRI, COA, Hua-Lien, Taiwan, R.O.C.