

# 中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

高職組 農業及生物科技科

第三名

091401

『糞便變黃金』

—不同基質來源及濃度與環境因子對沼氣生產之影響

學校名稱：國立苗栗高級農工職業學校

作者：  職二 李思慧  職二 王婷婷  職二 余麗鳳  職二 楊得永	指導老師：  陳志魁
---	------------------

關鍵詞：沼氣、基質、環境溫度

# 『糞便變黃金』—不同基質來源及濃度與環境因子對沼氣生產之影響

## 摘 要

本研究之目的，乃在探討不同基質及環境溫度對沼氣生產之影響。共分成四個試驗，分別探討不同家畜糞便基質、不同發酵溫度、不同基質濃度、畜舍於冬、夏季不同清洗管理對沼氣生產之影響，四個試驗均採二重複進行。

試驗結果顯示，家畜之糞尿碳氮(C:N)比會影響沼氣之生產量。中溫發酵產氣率隨溫度的升高而增加，高溫發酵比中溫發酵顯著提高產氣率。沼氣之產量會與基質濃度成正比。冬季單位時間產沼氣量小，糞尿基質濃度較高，流量小滯留期較長，總沼氣產較高；夏季單位時間產沼氣量大，糞尿基質濃度較低，流量大滯留期較短，總沼氣產較低。

**關鍵詞：**沼氣、基質、碳氮(C:N)比值、高溫發酵、低溫發酵、基質濃度、冬季、夏季

## 壹、研究動機

能源已為人類不可或缺者，更牽動著工業發展。自從 1973 年石油危機以來，造成世界各國對現今能源系統的重新評估。由於石油的再生能力太低、蘊藏量有限，使得發展替代性能源變得相當重要。全球上的生物資源是非常豐富的，因此應用生化發酵作用轉換，使其成為可用的能源，此即為生質能源。「沼氣」是將有機廢棄物如農牧、食品、造紙等產業廢水、廢棄物，經厭氣發酵後產生。而沼氣中約有 60-65% 的「甲烷」，是常被應用之生質能源，相較於石化燃料其具有容易取得及產生較少二氧化碳的特性，同時兼顧環保及資源回收的目的。

## 貳、研究目的

由於沼氣是靠各類群微生物 (Microbe) 分解有機物質產生的，是微生物生命活動的結果，其過程是複雜的生物化學變化。本研究將針對氣態生質能源－沼氣發酵做深入的瞭解，並且建造一個發酵實驗裝置，以不同家畜糞尿為基質及環境溫度進行發酵試驗。實際運作，從中探討不同基質的差異性及最佳的控制條件。

## 參、研究設備及器材

### 一、沼氣厭氣發酵裝置 (圖 1)：

- (一) 蠕動幫浦 (文欣儀器行，轉速：7-200rpm；流速：0.42 to 570 mL/min；馬力：1/20 hp；  
電源：90-130 V，1.5A)
- (二) 沼氣厭氣發酵槽
- (三) 排水集氣裝置
- (四) 恆溫水浴槽 (程揚儀器有限公司，溫度範圍：5-100°C；電源：110 V，10A)
- (五) 抽氣幫浦 (程揚儀器有限公司，真空度：650 mmHg；流量：20 L/min；馬力：1/8 hp)
- (六) 溫度計

### 二、基質配置裝置 (圖 2)

- (一) 畜牧場之牛糞、羊糞、豬糞
- (二) 濾網
- (三) 漏斗

(四) 基質浸泡桶

(五) 電子磅秤 (程揚儀器有限公司, 度量範圍: 0.1-105kg; 電源: 110 V, 0.1A)



圖 1. 沼氣厭氣發酵裝置



圖 2. 基質配置裝置

## 肆、研究過程或方法

### 一、文獻檢討

#### (一) 沼氣的定義

沼氣 (Biogas) 是一些有機物質如稻稈、雜草、樹葉、人畜糞便等廢棄物, 在一定的溫度、濕度、酸度條件下, 於沼氣池隔絕空氣進行**厭氧發酵**, 經微生物發酵作用而產生的可燃性氣體, 由於這種氣體最早在沼澤地被發現, 故名沼氣。沼氣是混和性氣體, 其中成分含有**甲烷** 60-70%, 此外還含有二氧化碳、硫化氫、氫氣和一氧化碳等, 由於沼氣含有少量硫化氫, 所以略帶臭味。沼氣其特性與天然氣相似, 空氣中如含有 8.6-20.8% 的沼氣時, 就會形成爆炸性的混合氣體。沼氣除直接燃燒用於炊事、烘乾農副產品、保溫、照明和氣焊等外, 還可作內燃機的燃料。

#### (二) 三段式廢水處理

目前台灣之**畜產廢棄物處理**一般均採用三段式廢水處理, 分別為**固液分離**、**厭氣發酵**、**好氧處理**其過程如**圖 3** 所示。此三階段的系統在第一個主要處理階段之固液分離後, 即可將固體的部分經醱酵做成堆肥, 剩餘的液體部分則須經過後續的兩個主要階段進行處理。在厭氧處理階段利用**厭氧性**的微生物分解有機質, 並可以產生沼氣以供發電之用, 最後則利用曝氣機曝氣以利**好氧性**的微生物進行活性污泥法之處理。因此, 此方法又稱為**生物處理法**。

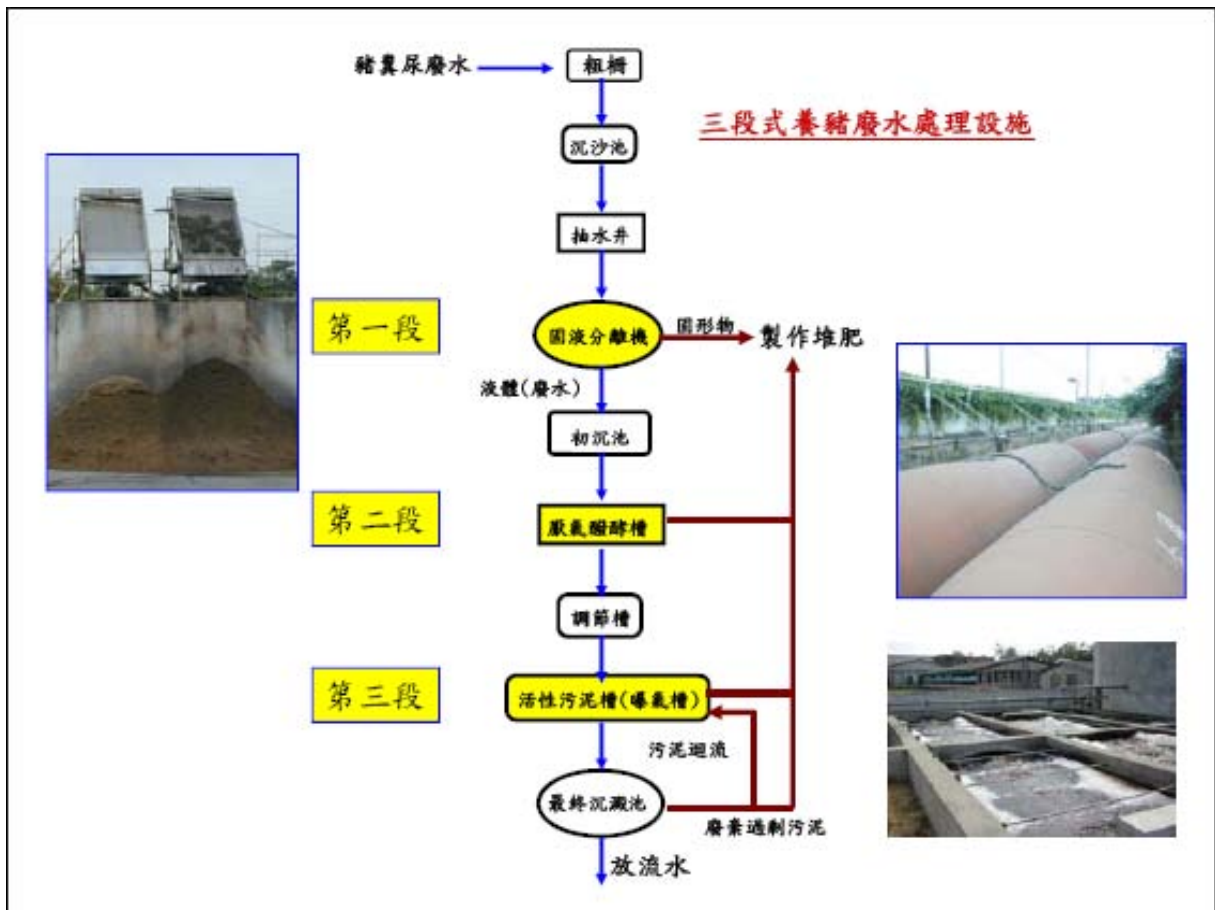


圖 3. 三段式養豬廢水處理設施

### (三) 沼氣發酵的微生物學原理

只有瞭解發酵微生物的種類、生活條件和代謝途徑，才能掌握沼氣形成的歷程。沼氣發酵的過程，根據生化反應的主要類型，可分為三階段：**水解發酵階段**、**酸化階段**和**甲烷化階段**。其過程如圖 4 所示，從圖中可以看出，第一階段為水解發酵，包括各種水解發酵細菌的活動，這群細菌能夠將多糖（如澱粉、纖維素等）、蛋白質和脂類水解並進一步發酵成有機酸（Organic acid）類、氫和二氧化碳。第二階段為產氫的產乙酸菌和同型乙酸菌的活動，它們將第一階段細菌所產的除乙酸以外的各種有機酸和醇類轉化為乙酸、氫和二氧化碳。第三階段為產甲烷階段，由各種產甲烷菌，以第一和第二階段所產的乙酸、氫和二氧化碳為基質，最終形成甲烷和二氧化碳。

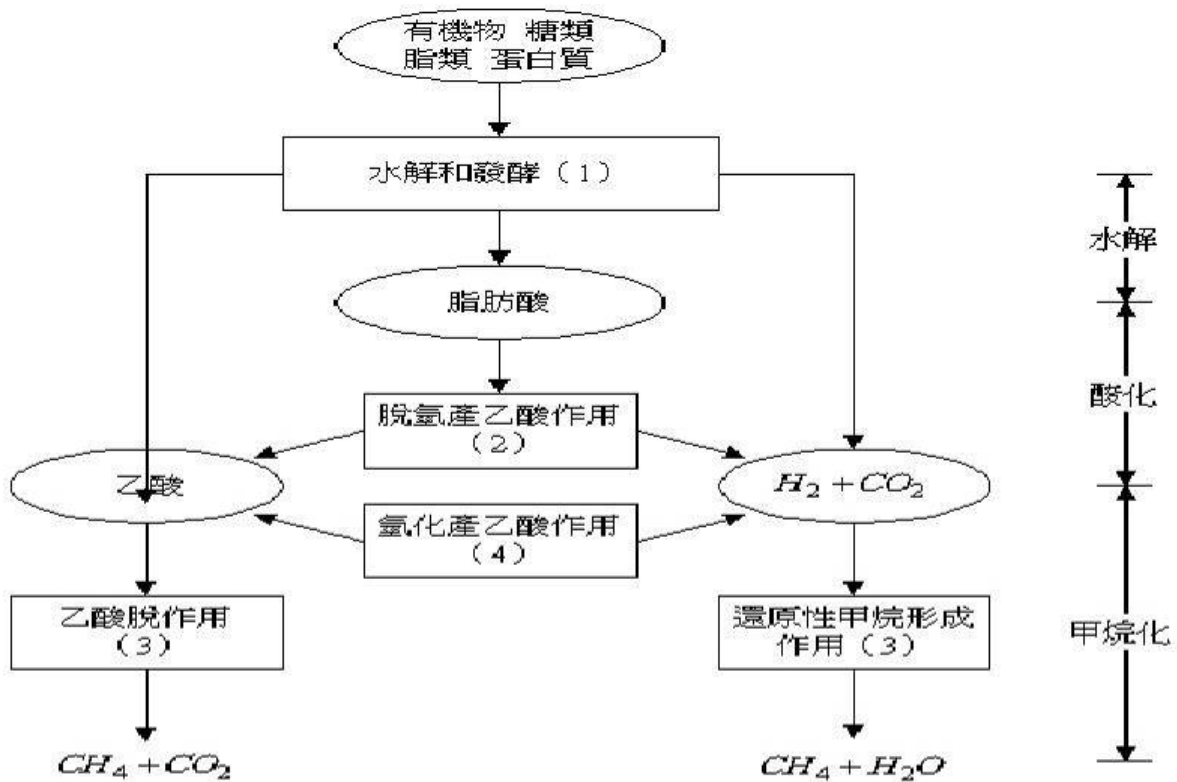


圖 4. 沼氣發酵的三個生化階段，(1)(2)(3)(4)表示四個主要代謝菌群和降解的一般路徑

#### (四) 沼氣發酵的影響因素之探討

##### 1. 基質

在沼氣發酵過程中，基質既是產生沼氣的基礎，又是沼氣發酵細菌賴以生存的養料來源。固體基質在沼氣發酵時的分解率一般只有 50% 左右。可溶性基質則較容易消化，在沼氣發酵時廢水中可溶性有機物往往可除去 90% 以上。

沼氣池的負荷通常會反映於發酵原料濃度，適宜的**乾物質濃度**為 **4%-10%**，即發酵原料含水量為 90%-96%。發酵濃度隨著溫度的變化而變化，**夏季**一般為 **6%** 左右，**冬季**一般為 **8%-10%**。濃度過高或過低，都不利於沼氣發酵。濃度過高，則含水量過少，發酵原料不易分解，並容易累積大量酸性物質，不利於沼氣菌的生長繁殖，影響正常產氣。濃度過低，則含水量過多，單位容積裡的有機物含量相對減少，產氣量也會減少，不利於沼氣池的充分利用。

##### 2. 活性污泥

厭氧發酵過程主要是靠厭氧微生物的活動，特別是**產甲烷菌**更是嚴格**厭氧細菌**。在有氧

情況下，產生的各種有機廢物當中厭氧微生物的數量較少，有些嚴格厭氧微生物根本不能生存。而在有機物厭氧分解的各個場所，如陰溝污泥、積水糞坑、河流和湖泊的沈渣、動物的糞便及腸道中，厭氧發酵微生物大量生存。**活性污泥**中的有效成分是活的微生物群體，不同來源的活性污泥其生物活性差別很大。當沼氣發酵啟動時，必須把大量活性污泥加入沼氣池或發酵器內進行接種，這是厭氧發酵啟動階段成敗的關鍵。

### 3.溫度

一般化學反應的速度，常隨溫度的升高而加快，每當溫度增加 10°C，化學反應的速度可能增加 2-3 倍，酶促反應在一定的溫度範圍內也符合這個規律。沼氣發酵可分為三個溫度範圍，50-65°C 稱為**高溫發酵**，20-45°C 稱為**中溫發酵**，20°C 以下稱為**低溫發酵**。高溫發酵比中溫發酵可提高產氣率 **2.5 倍**左右，在 50-60°C 之間產氣量隨溫度升高而增加，一般多採用 53-55°C。高溫發酵能殺死蟲卵，但需要消耗較多的熱能，所以在衛生條件要求不高時，多採用中溫發酵，當溫度在 80°C 以下或 60°C 以上時，沼氣細菌的生長繁殖受到抑制，產氣量很少，甚至不產氣。中溫發酵在 40°C 以下產氣率隨溫度的升高而增加，中溫發酵高於 40°C 時產氣量反而下降，這個說明中溫發酵和高溫發酵的微生物區是不相同。

### 4.基質滯留時間

溫度不僅影響產氣量，而且也與滯留期相關，所謂滯留期就是指原料在沼氣池內的相對停留時間，同一種原料溫度越高，滯留期越短；反之，溫度越低，滯留期越長。

### 5.基質的碳氮（C：N）比值

沼氣發酵原料的C：N比值，是指發酵原料中有機碳素的含量和氮素物質的含量的比例關係。**表 1** 所示為一些常用發酵原料的碳氮比。因為微生物的生長對碳氮比有一定要求，另一方面，發酵原料中有機氮素含量較高，即C：N較低時，微生物在轉化有機氮素時，用一部份氮素合成菌體維持生長，多餘的氮素則會被分解成無機氮素而放出氨，這樣就增加了發酵液的鹼度。這對防止發酵啟動中酸化現象的產生有一定作用。在沼氣發酵過程中，原料的C：N比值並不是固定不變的。微生物將一部份有機碳素分解為甲烷和二氧化碳，這些氣態產物由發酵液中溢出，另一部份碳素和氮素物質則被微生物吸收，多餘的氮素物質則以 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 的形式溶於發酵液中。每經過一次分解，C：N比值會下降一次。因此，發酵液的C：N比值要

比發酵原料的C：N比值為低。微生物生長的环境是發酵液，所以我們應更著重發酵液的C：N比值。沼氣發酵適宜的C：N比值範圍較寬，有人認為 13-16：1 最好，但也有實驗說明在 6-30：1 的範圍內仍然合適。一般人認為在厭氧發酵的啟動階段C：N比值不應大於 30：1。

**表 1. 常用沼氣發酵原料的 C：N 比值**

原料種類	碳素含量 (%)	氮素含量 (%)	C：N
乾 麥 桿	46.0	0.53	87:1
乾 稻 草	42.0	0.63	67:1
玉 米 桿	40.0	0.75	53:1
樹 葉	41.0	1.00	41:1
大 豆 秧	41.0	1.30	32:1
野 草	11.0	0.54	26:1
花 生 秧	11.0	0.59	19:1
<b>鮮 羊 糞</b>	<b>16.0</b>	<b>0.55</b>	<b>29:1</b>
<b>鮮 牛 糞</b>	<b>7.3</b>	<b>0.29</b>	<b>25:1</b>
<b>鮮 豬 糞</b>	<b>7.8</b>	<b>0.60</b>	<b>13:1</b>
鮮 馬 糞	10.0	0.42	24:1
鮮 人 糞	2.5	0.85	2.9:1

## 6.pH 值

沼氣發酵的最適 pH 值為 **6.8-7.4**，6.4 以下、7.6 以上都對產氣有抑制作用。pH 值在 5.5 以下，產甲烷菌的活動則完全受到抑制。這裡所說的 pH 值是指發酵器內的 pH 值，並非原料的 pH 值。碳水化合物含量較高的原料，一般為中性，但進入沼氣池後會因迅速酸化而使發酵器 pH 值降低。在啟動過程中，原料濃度偏高時經常有這種現象發生，這往往是造成沼氣池啟動失敗的原因。在運轉過程中，如果負荷太高也會出現這種情況。當發生這種情況時，



應立即停止進料，並適當加入碳酸氫銨、石灰水或草木灰等鹼性物質，可使發酵液的 pH 值得到恢復。如果 pH 值下降過低，一般在 6.0 以下，則應大量投入接種物或重新進行啟動。沼氣發酵液 pH 值的變化，不僅受有機酸含量的影響，同時也受鹼度的影響。鹼度是指水中含有與強酸（鹽酸、硫酸）相作用的所有物質的含量。發酵液中鹼度的形成主要是由於重碳酸鹽、碳酸鹽及氫氧化物的存在。硼酸鹽、磷酸鹽和硅酸鹽也會產生一些鹼度，此外還有有機鹼等。碳酸鹽鹼度低於 1000mg/L 時，發酵液 pH 值的變化即進入警戒點。

## 二、研究方法

### (一)試驗一：探討不同基質對沼氣生產之影響

試驗分為三個處理組，各使用三種不同之基質，分別為牛糞、羊糞及豬糞，發酵溫度均為 30°C，採二重複進行 5 日發酵試驗，實驗步驟如下：

- 1.基質之製作：取糞便 3.0kg 並加入 15L 的水（1：5 的比例方式），浸泡 4 小時，然後利用濾網將固形物濾出，所得濾液取 10L 作為厭氣發酵的基質，每 1 日更換 1 次(圖 5，圖 6)。
- 2.厭氣發酵菌：取自養豬場廢水處理場厭氣發酵池的活性污泥，其中含有許多厭氣發酵菌，取 10L 注入厭氣發酵槽內。
- 3.定溫裝置：將厭氣發酵槽置於恆溫水浴槽中，進行 30°C 定溫加熱(圖 7)。
- 4.沼氣收集系統：利用排水集氣原理，先用抽氣幫浦抽氣使得集氣瓶呈現負壓，利用大氣壓力將集氣瓶注滿水(圖 8)。
- 5.利用矽膠管將基質、蠕動幫浦、厭氣發酵槽、排水集氣裝置串聯並呈現厭氣狀態(圖 9)。
- 6.啟動蠕動幫浦，緩緩將基質送入厭氣發酵槽。
- 7.厭氣發酵槽內污泥中的厭氣發酵菌開始進行厭氣發酵，分解基質的有機物並產生沼氣。
- 8.厭氣發酵所產生的沼氣利用排水集氣法收集於集氣瓶中(圖 10)。
- 9.觀察及紀錄實驗過程及沼氣產量。



圖 5. 基質之製作



圖 6. 用濾網將固形物濾出



圖 7. 厭氣發酵槽置於恆溫水浴槽中

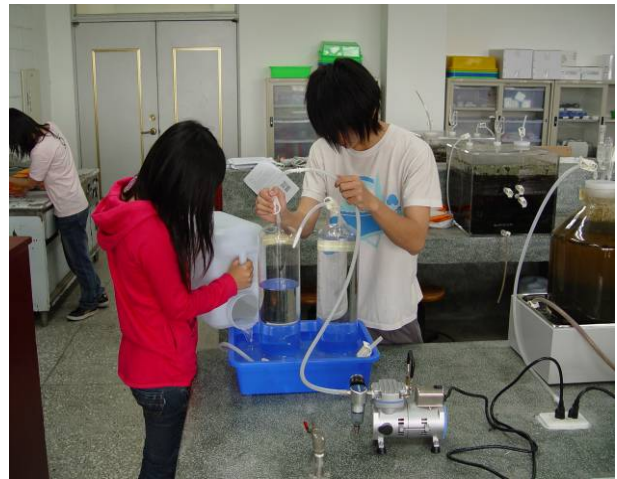


圖 8. 抽氣幫浦將集氣瓶注滿水



圖 9. 裝置厭氣發酵槽及沼氣收集瓶



圖 10. 沼氣利用排水集氣法收集

## (二)試驗二：探討不同發酵溫度對沼氣生產之影響

試驗分為中溫發酵（發酵溫度分別為室溫、30℃、40℃）及高溫發酵（發酵溫度分別為

50℃、60℃、70℃) 共六個發酵溫度處理組，使用牛糞為基質，採二重複進行 5 日發酵試驗，實驗步驟同試驗一。

### (三)試驗三：探討不同基質濃度對沼氣生產之影響

試驗分為 1kg、2kg、3kg、4kg、5kg、6kg 共六個基質濃度處理組，分別使用豬糞及牛糞為基質，採二重複進行 5 日發酵試驗，實驗步驟同試驗一。

### (四)試驗四：探討模擬畜舍於冬、夏季不同清洗管理對沼氣生產之影響

試驗分為二個處理組，模擬冬季組及模擬夏季組，模擬試驗設計如表 2，使用牛糞為基質，採二重複進行 6 日發酵試驗，實驗步驟如下：

表 2. 冬、夏季之模擬試驗設計

處 理 組	模 擬 冬 季 組	模 擬 夏 季 組
實 際 畜 舍 清 洗 管 理	三天洗 1 次	一天洗 2 次
模 擬 發 酵 溫 度	20℃	30℃
模 擬 基 質 濃 度 比 例	6	1
模 擬 基 質 滯 留 時 間 比 例	6	1

1.基質之製作：(1)冬季組：取牛糞 3.0kg 並加入 15L 的水 (1：5 的比例方式)，浸泡 4 小時，然後利用濾網將固形物濾出，所得濾液取 10L 作為厭氣發酵的基質，不更換基質，連續發酵 6 日。

(2)夏季組：取牛糞 0.5kg 並加入 15L 的水 (1/6：5 的比例方式)，浸泡 4 小時，然後利用濾網將固形物濾出，所得濾液取 10L 作為厭氣發酵的基質，每 1 日更換 1 次基質。

2.其餘實驗步驟同試驗一。

### 三、統計分析

將所得記錄結果利用 Excel 系統做統計分析。

## 伍、研究結果

試驗一各處理組沼氣之每日產量，分別列示於表 3 及圖 11。整個試驗期，各處理組之沼氣產量，則是以豬糞基質組有最佳之表現，其次為羊糞基質組，而牛糞基質組則表現最差。試驗一各處理組於試驗第四天沼氣產量均有較高之情形。

表 3. 各種基質處理組沼氣日產量比較表

試驗天數	豬糞基質組	羊糞基質組	牛糞基質組
	L/day		
第一天	24.25	13.40	4.85
第二天	23.10	12.70	4.40
第三天	22.00	12.90	4.30
第四天	27.00	13.75	5.40
第五天	20.35	12.70	4.45
平均	23.34	13.09	4.68

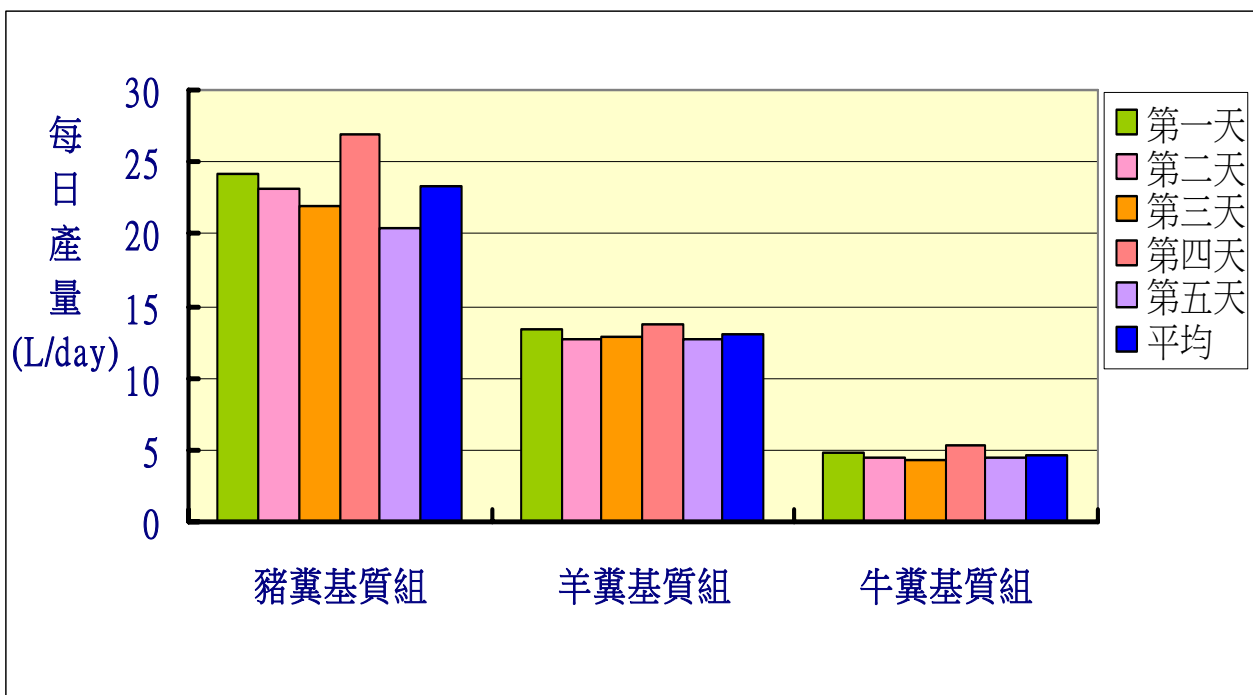


圖 11. 各種基質處理組沼氣每日產量比較圖

試驗二各處理組沼氣之產量，分別列示於表 4 及圖 12。整個試驗期，中溫發酵各處理組之沼氣產量，隨著發酵溫度升高而呈現等差成長；高溫發酵之 50°C 及 60°C 處理組沼氣產量均顯著高於低溫發酵之各處理組，70°C 處理組沼氣產量則顯著低落。

表 4. 各種發酵溫度處理組沼氣日產量比較表

試驗天數	中溫發酵			高溫發酵		
	室溫組	30°C 組	40°C 組	50°C 組	60°C 組	70°C 組
	L/day					
第一 天	3.20	4.85	6.70	12.20	12.20	2.10
第二 天	2.70	4.40	7.30	10.80	11.15	2.95
第三 天	2.30	4.30	7.80	10.70	20.10	2.10
第四 天	3.20	5.40	6.40	12.40	12.60	1.90
第五 天	3.09	4.45	5.90	12.34	11.10	1.40
平 均	2.90	4.68	6.82	11.69	13.43	2.09

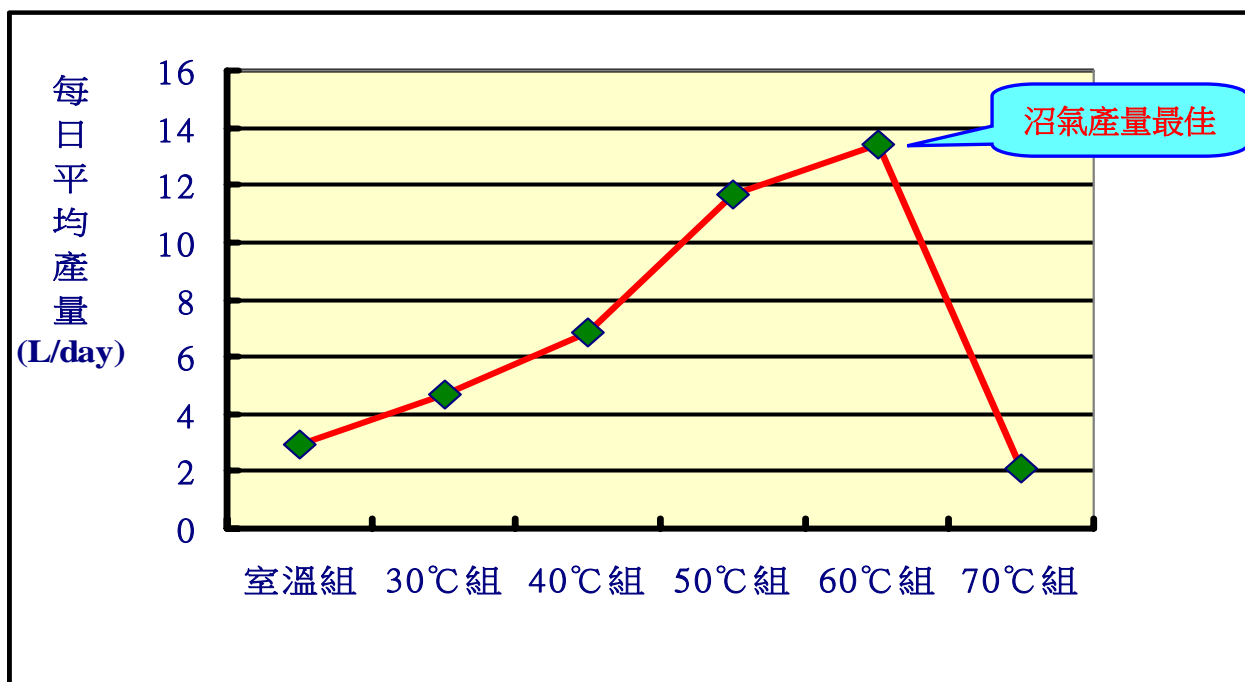


圖 12. 各種發酵溫度處理組每日平均沼氣產量比較圖

試驗三各處理組沼氣之產量，分別列示於表 5、圖 13、表 6 及圖 14。整個試驗期，豬糞基質 1kg 至 3kg 各處理組之沼氣產量，隨著基質濃度升高而呈現等差成長，4kg 及 5kg 處理組沼氣產量均顯著高於各處理組；牛糞基質 1kg 至 5kg 各處理組之沼氣產量，隨著基質濃度升高而呈現等差成長。豬糞及牛糞基質均以 5kg 處理組表現最佳，6kg 處理組沼氣產量均顯著低落。

表 5. 不同豬糞基質濃度處理組沼氣日產量比較表

	1kg 組	2kg 組	3kg 組	4kg 組	5kg 組	6kg 組
試驗天數	L/day					
第一 天	15.79	21.85	28.53	99.51	127.56	38.13
第二 天	13.73	22.41	27.41	102.39	121.20	36.28
第三 天	16.62	23.59	28.42	108.85	120.28	34.98
第四 天	13.08	19.37	27.03	108.24	130.80	34.61
第五 天	12.72	18.72	28.28	105.85	128.28	36.60
平 均	14.39	21.19	27.93	104.97	125.62	36.12

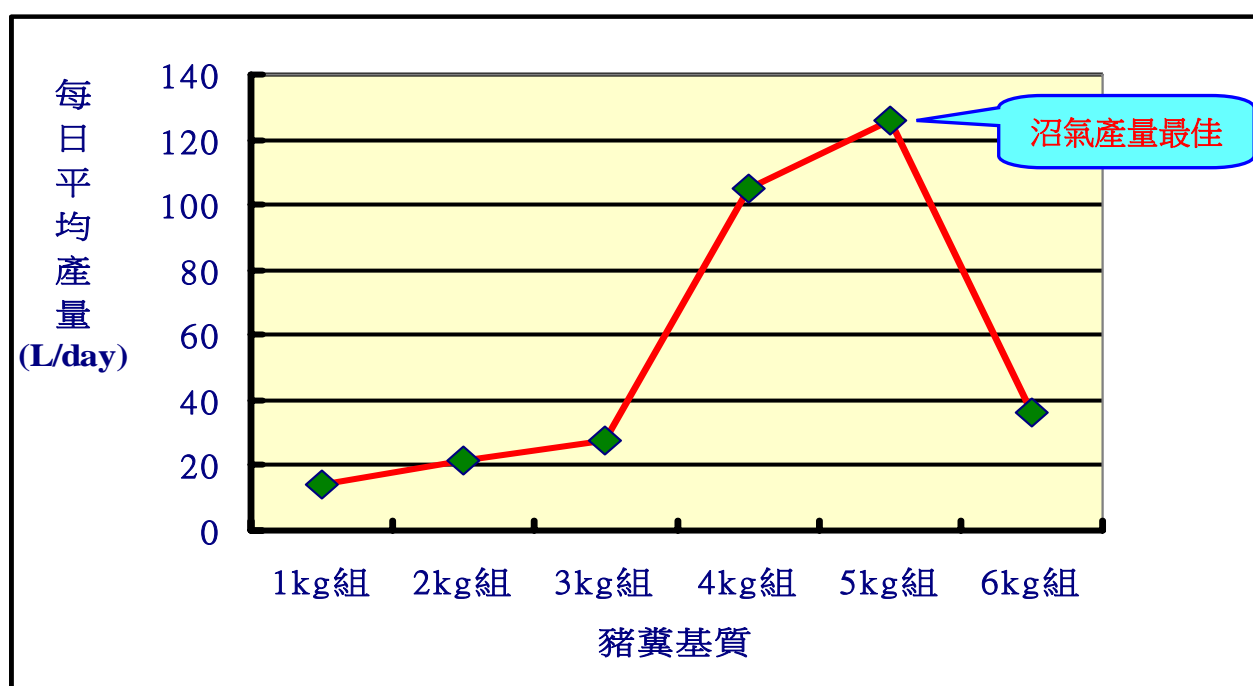


圖 13. 不同豬糞基質濃度處理組沼氣每日平均產量比較圖

表 6. 不同牛糞基質濃度處理組沼氣日產量比較表

	1kg 組	2kg 組	3kg 組	4kg 組	5kg 組	6kg 組
試驗天數	L/day					
第一 天	6.72	11.28	22.32	29.84	<b>40.08</b>	<b>23.88</b>
第二 天	7.92	12.37	23.48	27.88	<b>36.24</b>	<b>21.62</b>
第三 天	8.40	11.88	20.82	29.07	<b>32.40</b>	<b>26.44</b>
第四 天	7.20	13.01	21.58	31.20	<b>38.88</b>	<b>25.37</b>
第五 天	6.96	12.78	24.90	30.50	<b>36.50</b>	<b>25.64</b>
平 均	<b>7.44</b>	<b>12.26</b>	<b>22.62</b>	<b>29.69</b>	<b>36.82</b>	<b>24.59</b>

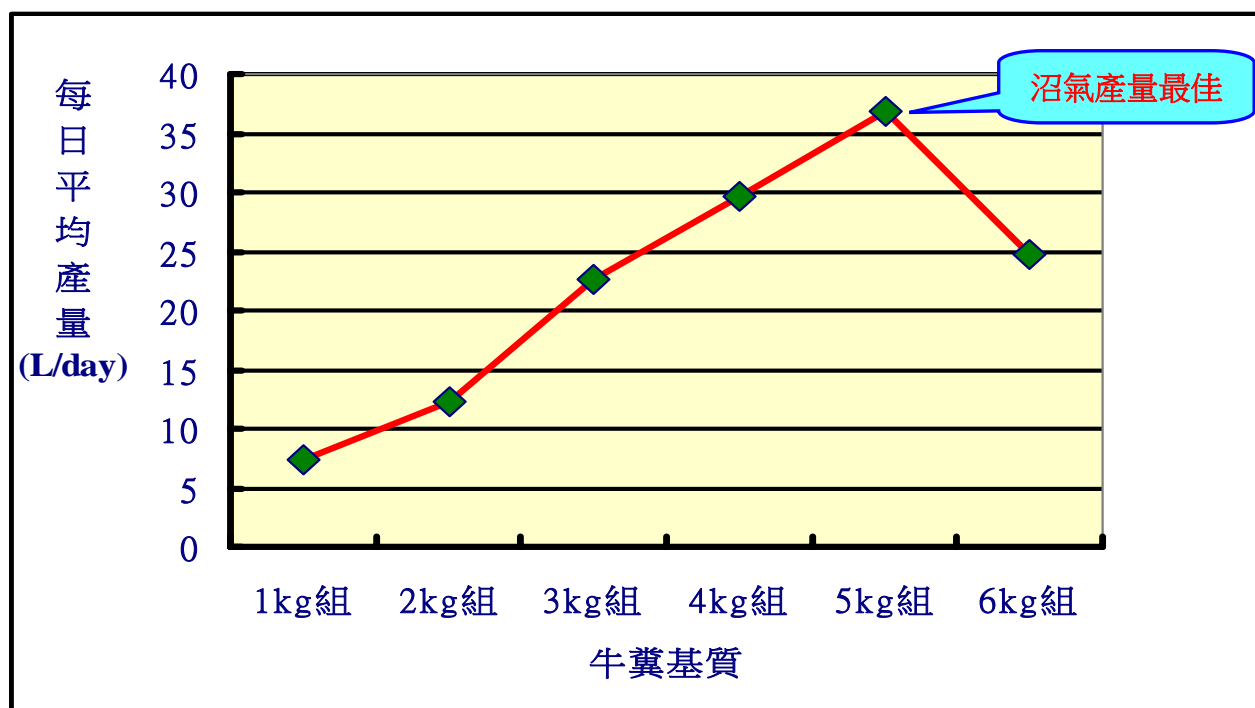


圖 14. 不同牛糞基質濃度處理組沼氣每日平均產量比較圖

試驗四各處理組沼氣之產量，分別列示於表 7。整個試驗期，模擬冬季處理組沼氣每日產量均低於模擬夏季處理組之個別沼氣每日產量，但模擬冬季處理組累計 6 日之沼氣總產量則高於模擬夏季處理組之個別沼氣每日產量。

表 7. 模擬冬、夏季處理組沼氣每日產量比較表

試驗天數	模 擬 冬 季 組	模 擬 夏 季 組
	L/day	
第 一 天	2.23	2.41
第 二 天	1.95	3.45
第 三 天	1.60	3.40
第 四 天	1.25	2.25
第 五 天	1.00	2.30
第 六 天	0.95	2.78
平 均		2.77
總 計	8.98	

## 陸、討論

試驗一之試驗動物其中豬飼糧以精料為主，飼糧中蛋白質含量較高，因此豬糞基質之碳氮 (C:N) 比值最低，有助於沼氣發酵液 pH 值的穩定與厭氣發酵菌體的增長，有助於沼氣之生產。牛飼糧以粗料為主，飼糧中纖維質含量較高，而纖維質為碳水化合物，因此牛糞基質之碳氮 (C:N) 比值最高，導致沼氣發酵液 pH 值偏低，進而抑制厭氣發酵菌之沼氣生產。羊飼糧則是以粗料為主，但亦會於飼糧中添加精料以滿足其生長需求，因此羊糞基質之碳氮 (C:N) 比值會較牛糞基質低。

試驗二之結果顯示沼氣之產量會與發酵溫度成正比，試驗一各處理組於試驗第四天沼氣產量有較高之情形，因本實驗裝置厭氣發酵槽並無完全浸泡於恆溫水浴槽中如圖 7，發酵槽上半部仍會受到環境溫度影響，試驗階段之平均最低與最高室溫分別為 21.4°C 及 24.2°C，試驗第四天之最高與最低溫為 21°C 及 28°C，高於平均溫度，導致於產量有較高之情形。

試驗二之室溫組試驗階段之平均最低與最高室溫分別為 21°C 及 22.2°C，因此室溫組、30°C 組、40°C 組屬中溫發酵，文獻檢討指出中溫發酵在 40°C 以下產氣率隨溫度的升高而增加，試驗二結果亦有此現象。50°C 及 60°C 處理組組屬高溫發酵，文獻檢討顯示高溫發酵比中溫發酵



可提高產氣率 2.5 倍左右，試驗二結果亦呈現此現象，高溫發酵 50°C 與 60°C 處理組之平均沼氣日產量為 12.56L，中溫發酵三組之平均沼氣日產量為 4.8L，兩者相差約 2.62 倍。文獻檢討中指出當溫度在 60°C 以上時，沼氣細菌的生長繁殖受到抑制，產氣量很少，甚至不產氣，因此 70°C 處理組之沼氣產量表現反而最差。

試驗三之結果顯示沼氣之產量會與基質濃度成正比，豬糞及牛糞 5kg 處理組沼氣產量均高於各處理組，本試驗之基質均取自新鮮糞便，豬糞之水分含量約 75%，牛糞之水分含量約 80%，5kg 組基質浸泡後之豬糞及牛糞基質乾物質濃度分別為 6.25%、5%，文獻檢討指出適宜的基質乾物質濃度為 4%-10%，夏季一般適宜的乾物質濃度 6% 左右，試驗三豬糞基質結果亦呈現此現象，牛糞基質結果則以乾物質濃度 5% 有最佳之表現。豬糞及牛糞基質 6kg 處理組沼氣產量均不升反而顯著低落，文獻中亦顯示濃度過高，則含水量過少，發酵原料不易分解，並容易累積大量酸性物質，不利於沼氣菌的生長繁殖，影響正常產氣。

試驗四為模擬台灣養豬場飼養管理模式，夏季糞尿容易有臭味因此豬舍每日清洗 2 次，夏季溫度高，雖然單位時間產沼氣量大，但因清洗次數多糞尿基質濃度相對較低，且因流量大而使滯留期越短使得總沼氣產量未必較高；反之，冬季糞尿較不易產生臭味且因寒冷因素豬舍採 3 日清洗 1 次，冬季溫度低，雖然單位時間產沼氣量小，但因清洗次數少糞尿基質濃度相對較高，而且流量小而使滯留期較長，總沼氣產量反而較高。

## 柒、結論

- 一、飼糧成分會反應於家畜之糞尿，豬糞基質之碳氮 (C : N) 比值最低，有最佳之沼氣生產量。羊糞基質其次，牛糞基質則表現最差。
- 二、室溫組、30°C 組、40°C 組屬中溫發酵，產氣率隨溫度的升高而增加；50°C 組、60°C 組屬高溫發酵，高溫發酵比中溫發酵顯著提高產氣率，70°C 組則因超過甲烷生成菌所能負荷之環境溫度範圍，反而抑制沼氣之生產。
- 三、沼氣之產量會與基質濃度成正比，其中豬糞基質以 5kg (乾物質濃度 6.25%) 處理組，牛糞基質以 5kg (乾物質濃度 5%) 處理組，有最佳之沼氣產量，豬糞及牛糞基質 6kg 處理組則因濃度過高，則含水量過少，不利於沼氣菌的生長繁殖，影響正常產氣。
- 四、冬季單位時間產沼氣量小，糞尿基質濃度較高，流量小滯留期較長，總沼氣產較高；夏

季單位時間產沼氣量大，糞尿基質濃度較低，流量大滯留期較短，總沼氣產較低。

五、因本實驗裝置厭氣發酵槽並無完全浸泡於恆溫水浴槽中，使得發酵槽之發酵試驗仍會受到環境溫度影響，導致試驗數據出現部分落差，未來將設計更完備之實驗設置，以使試驗研究更為嚴謹。

## 捌、參考資料及其他

中國新農村建設網(民 96)。沼氣發酵基本條件。民 98 年 2 月 6 日取自：<http://www.xyjj.org.cn>

中國人民政治協商會議舟山市委員會(民 95)。農村沼氣綜合利用大有可為。民 98 年 4 月 3 日取自：<http://www.zsxx.gov.cn>

互動百科(民 97)。碳氮比。民 98 年 3 月 8 日取自：<http://www.hudong.com/wiki>

世界科技百科(民 95)。沼氣與沼氣發酵。民 98 年 1 月 30 日取自：  
<http://www.mifang.org/bk/g2/p43.html>

李松伍(民 79)。台灣糖業公司有機廢棄物的處理及利用。中華生質能源學會會誌，9，3-4，137-143。

李肇鄂(民 96)。初鹿牧場經營模式簡介。飼料營養雜誌。民 98 年 4 月 3 日取自：  
<http://www.miobuffer.com.tw>

沈君山(民 79)。能源問題的我見。中華生質能源學會會誌，9，1-2，1-6。

吳文慈(民 95)。台南地區掩埋場之甲烷排放與甲烷氧化菌多樣性研究。嘉南藥理科技大學環境工程與科學研究所未出版碩士論文。

吳恬宜(民 96)。掩埋場甲烷氧化菌之分離及其應用研究。嘉南藥理科技大學環境工程與科學研究所未出版碩士論文。

林財旺、張武莉(民 86)。豬糞尿處理場污泥堆肥化處理。中華生質能源學會會誌，14，3-4，153-158。

河南九鼎沼氣技術有限公司(民 97)。沼氣池的沼氣產量在冬季提高的技巧。民 98 年 2 月 10 日取自：[http://www.0379jd.com.cn/Technology\\_480\\_5797.html](http://www.0379jd.com.cn/Technology_480_5797.html)

楊天樹(民 77)。豬之水份代謝及需要。民 98 年 4 月 3 日取自：<http://www.miobuffer.com.tw>

鄭三寶主編(民 96)。畜牧(二)。台北：東大圖書公司。

Jung-Jeng Su, Bee-Yang Liu and Yuan-Chie Chang. (2003). Emission of greenhouse gas from livestock waste and wastewater treatment in Taiwan. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 95(1),253-263.

## **【評語】 091401**

- 1、 主題具有鄉土性，內容生活化並具有實用性，但缺少創意。
- 2、 文獻收集及整理相當用心，並能適當應用於實驗設計討論及改進檢討。
- 3、 文中文獻引用部份如能加以註記其出處更佳，以免與作者自己的判定混淆。