

科技部補助
大專學生研究計畫研究成果報告

* ***** *
* 計畫 *
* : 寵物美容院內之生物氣膠現況與改善 *
* 名稱 *
* ***** *

執行計畫學生： 陳耿旻
學生計畫編號： MOST 104-2815-C-041-010-E
研究期間： 104 年 07 月 01 日至 105 年 02 月 28 日止，計 8 個月
指導教授： 許菁珊

處理方式： 本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2 年後可公開查詢

執行單位： 嘉藥學校財團法人嘉南藥理大學環境資源管理系(含碩士班)

中華民國

105 年 03 月 30 日

目錄

摘要.....	02
第一章 緒論.....	03
1-1 前言.....	03
第二章 研究方法.....	05
2-1 研究方法概述.....	05
2-2 研究步驟.....	05
第三章 結果與討論.....	07
第四章 結論.....	15
第五章 誌謝.....	15
第六章 參考文獻.....	16

寵物美容院內空氣品質之改善

計畫編號: 104-2815-C-041-010-E

摘要

近年來，大眾飼養寵物的比例與日俱增，從早期的看門顧家的功能及現今的撫慰人心，對飼主而言寵物夥伴的角色已是無可取代之地位，於是寵物美容院、寵物住宿、寵物醫院等對寵物相關供給市場應需而生。由於目前寵物美容院內的格局並不完善，院內空氣中含有大量的生物氣膠，但大眾並不清楚空氣中生物氣膠存在著危害人員之傳染病菌，由於政府於中華民國 101 年 11 月 23 日明確的訂定室內空氣品質管理法，因此本研究將針對寵物美容院進行空氣品質監測與改善並提升其環境衛生品質。研究中，寵物美容院內之生物氣膠濃度作為研究對象，並以二氧化氯消毒劑進行環境之消毒殺菌以改善其室內環境，並利用不同消毒方法、殺菌時間和不同殺菌時段條件下，評估二氧化氯於寵物美容院的殺菌效果以便提供寵物美容院內環境改善之最適消毒劑及使用濃度。其步驟分別為(1)寵物美容工作台表面微生物與室內生物氣膠之培養與室內空氣品質因子之分析；(2)應用不同消毒劑氣霧於寵物美容院進行消毒殺菌；(3)評估不同消毒劑對微生物之移除成效；最終評估二氧化氯實際應用之成效與其整體經濟效益。本研究以二氧化氯純淨氣霧滅菌裝置針對寵物美容院內分別進行每日 1hr/次投藥消毒法、2hr/次投藥消毒法及 3hr/次投藥消毒法進行消毒，結果顯示細菌的 1hr/次投藥消毒法、2hr/次投藥消毒及 3hr/次投藥消毒為 $353.97 \pm 213.80 \text{ CFU/m}^3$ 、 $502.07 \pm 252.19 \text{ CFU/m}^3$ 及 $491.57 \pm 259.04 \text{ CFU/m}^3$ ；真菌的 1hr/次投藥消毒法、2hr/次投藥消毒及 3hr/次投藥消毒分別為 $204.60 \pm 91.42 \text{ CFU/m}^3$ 、 $214.29 \pm 150.04 \text{ CFU/m}^3$ 及 $327.90 \pm 717.20 \text{ CFU/m}^3$ 。結果得知 1hr/次投藥消毒法、2hr/次投藥消毒與 3hr/次投藥消毒應用於寵物美容場所將有助於有效的降低室內生物氣膠污染狀況。

關鍵詞：寵物美容院、生物氣膠、室內空氣品質、消毒劑

第一章 緒論

1-1前言

現代社會中少子化現象越來越明顯，使飼養寵物的大眾如雨後春筍般大量湧現、迅速發展，也因寵物和飼主以及工作人員的進出將影響室內環境，使地方空間之維護也備受重視。隨著現在人們對於養寵物的比例日漸增高，若無一套自主管理的消毒系統，恐對寵物及室內人員造成危害，在室內場所中生物氣膠受地理、社會環境及人員活動等因素影響。因此，為了了解寵物美容業之生物氣膠污染現況，喚起國人的衛生防疫意識，防止和減少傳染病的發生，對寵物美容業生物氣膠污染狀況進行了監測與評估。當人員進出數量較多、較頻繁時，空氣中的懸浮微粒必會增加，為有效改善室內空氣品質，在日常生活中維護室內環境品質也日益重要，本研究依據行政院於中華民國 101 年 11 月 23 日公布室內空氣品質管理法，定期執行室內空氣品質檢測，達到改善空氣品質之效果。因此本研究選擇屬於較半密閉式及密閉式之空間作為主要研究地點，利用環檢所公告之室內空氣中細菌濃度檢測方法與及室內空氣中真菌濃度檢測方法定量分析寵物美容院之環境中生物氣膠之含量外，亦進行現場檢測室內空氣品質因子(如：溫度、相對溼度、風速、二氧化碳、一氧化碳、PM_{2.5}、PM₁₀、TSP等)。得知測試區域之微生物污染情形。近十年來，建築物普遍採用空調設備，使建築物空間內之使用人與室外環境相對隔絕，從外進入室內的空氣有限，不足以代換室內的二氧化碳與其他空氣污染物，容易造成室內作業人員及寵物因為空氣污染而引發各種疾病(行政院環境保護署，2016)。致使室內空氣中漂浮大量的生物氣膠，而致病微生物就是附著於塵埃、飛沫等進行多種傳染性疾病的傳播。因此，本研究的寵物美容院內所使用的消毒方法是利用中性之二氧化氯消毒劑應用於寵物美容院內活動空間及寵物美容工作台表面進行殺菌消毒，並探討消毒方式對環境生物性污染物存活之影響及殺菌效果，以便獲得綠色殺菌消毒劑氣態二氧化氯對公共場所空間環境進行動態空氣消毒技術，從而切斷病毒微生物的傳播途徑，控制傳染疾病流行，避免人員在進出室內場所時造成人體危害。室內微生物污染物包括細菌、真菌、傳染病毒，在通風不良的室內空氣中可能有較多的致病微生物存在，當這些生物性物質或是其產物經由各種動力懸浮於空氣中，公共場所流動人員較大，亦影響該環境的空氣品質；若是這些懸浮微粒粒徑小至可經呼吸道進入人體時，人員的健康將受到威脅，生物氣膠在空氣中四處擴散，若是具有致病者則微

生物會很快經由空氣蔓延開來而出現病例。由國內外的許多文獻可知，在非工業的室內環境中，人體攜帶之生物氣膠為造成室內空氣污染的主要原因，而生物氣膠對人體的健康危害主要可分為三類：感染(Infection)、過敏(Allergy)與毒性(Toxicity)等(張靜文, 1999)，研究顯示，成人在靜止狀態每分鐘向空氣中排放 500-1500個細菌(Hugh and Allan, 2002)。空氣中無固定之微生物群，一般情況下空氣缺乏微生物能利用的養分，因此它不能在空氣中生長繁殖。空氣微生物群及生物性顆粒都是暫時懸浮於空氣中，以小顆粒形式存在。空氣中生物性顆粒來源於土壤、灰塵、水體、植物、動物和人類本身，生物氣膠有傳播範圍及暴露無可見性之特性，都會造成空氣中生物氣膠的改變及空氣生物污染含量皆與人體疾病常有相關，尤其台灣位處亞熱帶氣候溫暖潮濕，極適合微生物生長，因此空氣中經常佈滿著源自植物表面所產生的真菌孢子和細菌(黃沛育, 2011)。當氣流擾動時，空氣中的真菌孢子會隨著氣流自戶外吹進室內，而孳生於建築物的通風或空調系統中，尤其是附著於空調系統的濾網，若無定期清洗或更換，此時附著在表面的微生物，又將隨著循環空氣流至建築物內任何角落，而凝結滋長形成黴斑。這些黴菌粒徑約在3微米(μm)左右，特別容易沈積於人體呼吸系統，會對人體健康構成威脅(江志欽, 2011)。因此，我們必須對寵物美容院內進行空氣品質的監測，判斷是否藉由戶外之懸浮微粒開關門進入室內，或是原本室內寵物的絨毛和飛沫污染了室內的空氣品質。1995年ELS (Bellandi, 1995)曾探討二氧化氯在化學結構上，是一種三原子分子的黃綠色氣體，其氣味與氯氣(Chlorine)相似。二氧化氯極易溶解於水，並且能以氣體分子態溶解在水溶液中(室溫及大氣壓力30mmHg 時溶解度為0.29 g/L)而不易水解，但是氯氣一旦溶解在水中，則會逐漸水解而影響作用效能。當二氧化氯處於高於11°C 以上的溫度環境時，即能脫離水溶液，汽化揮發於空氣中(相對於空氣時密度為 2.4)，溶液顏色亦逐漸由黃綠色轉變為無色，此時的二氧化氯氣體分子進入室內空間中迅速擴散。寵物美容院內型態與辦公室、醫院等場所不同，屬密閉性與半密閉性的空間，非生物性因子與生物性因子的同時作用，即可能對於暴露達數分鐘的人群和寵物，造成身體不適等各種影響。因此本研究期望能利用對人體無害性之二氧化氯進行消毒，進而使用極低濃度即可達到對環境中各種微生物切斷傳染的源頭，保護人員之衛生安全，降低寵物與工作人員及飼主間的交叉感染。即可作為改善寵物美容院內空氣空間的依據，減少室內空氣中微生物含量，藉以讓飼主和業者可以更安心(江志欽, 2011)。

第二章 研究方法

2-1 研究方法概述

針對寵物美容院內空氣進行採樣以利進行其生物性污染物存在調查以及指標性微生物的相關性分析。本研究以寵物美容院作為研究對象，並利用環檢所公告之室內空氣中細菌濃度檢測方法(NIEA E301.12C)與室內空氣中真菌濃度檢測方法(NIEA E401.12C)定量分析寵物美容院環境中微生物之含量外(行政院環境保護署，2016)，亦進行現場檢測室內空氣品質因子(i.e., 溫度、相對溼度、風速、二氧化碳、PM_{2.5}、PM₁₀、TSP 等)。得知測試區域之微生物污染情形之後，再使用自行研發之二氧化氯配方應用於寵物美容院內活動空間進行殺菌消毒，以 0.3 mg/m³ 的二氧化氯溶液氣霧於寵物美容院內活動空間進行消毒觀察對環境生物性污染物存活之影響及殺菌效果，以便獲得二氧化氯對公共場所空間環境進行動態空氣消毒技術，從而切斷病毒微生物的傳播途徑，控制傳染疾病流行。

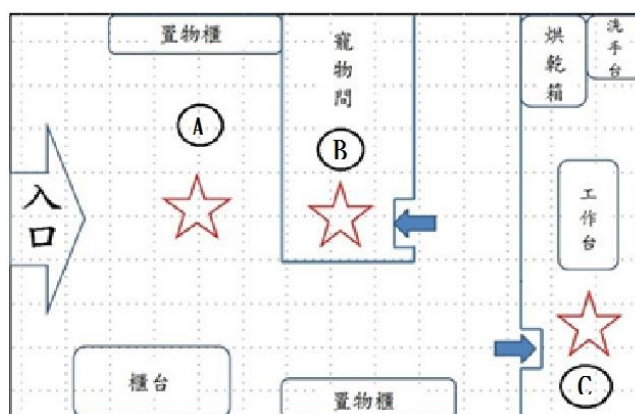


圖 1 寵物美容院採樣圖 (★採樣點；○施藥點；→出入口)

2-2 研究步驟

基於前述之研究方法，本研究之實驗步驟其細節分別說明之：

1. 本研究將使用微生物空氣採樣器其採樣佈點按室內面積 $\geq 30\text{m}^2$ ，在四周各設一點及中心點處共設五個採樣點，均距牆1m；室內面積 $\leq 30\text{m}^2$ ，即一對角線上選三個採樣點，即中心選一個採樣點、兩端距牆1m處各選一個採樣點，所採集的点置於呼吸帶的高度。

2. 針對此寵物美容院內殺菌消毒前之空氣中細菌、真菌含量進行檢測取得背景值；檢測時採用微生物空氣採樣器(MAS-100 Eco Microbial Air Sampler (Merck, Germany, 100L/min)在不同時間點對所測空間環境的空氣進行定時定量採集空氣樣本，抽取定量之空氣流量為 100 公升/分鐘將其衝擊至培養基中進行樣本之採樣，其採樣時間依環境中生物氣膠濃度經培養後，採用平板計數法記取原始空氣中微生物的菌落數，作為殺菌消毒前的對照組。
3. 獲得原始菌落數後，以使用自行研發之二氧化氯配方對選定之公共場所進行殺菌消毒。一為二氧化氯放置於室溫中會以自然燻蒸方式，自然揮發散佈於整個室內之空間，而達到獵殺細菌的目的。另以氣霧機氣霧方式將二氧化氯散佈於整個室內之空間進行消毒。根據美國勞工安全衛生部 (US OSHA) 與職業安全衛生研究所(US NIOSH)對於二氧化氯氣體濃度的法規規定：八小時平均時量容許濃度(TLV-TWA) (Hsu et al., 2010)為 0.1ppm (相當於 0.3mg/m^3)；在八小時工作時間，任意 15 分鐘內的最高氣體平均濃度值(TLV-STEL) 為 0.3ppm (相當於 0.9mg/m^3) (US OSHA, 2006)，初步選定 0.3mg/m^3 氣態二氧化氯殺菌消毒濃度，殺菌時間則初步確定為寵物美容院營業時間，最終的期望能獲得在較低的殺菌濃度、合理的殺菌時間內，殺菌消毒效果最好。
4. 殺菌消毒完成後半小時，按照殺菌前的採樣方法採集殺菌後的空氣樣品，分析檢測其中細菌的菌落數，與對照組對比，即可知氣態二氧化氯對空間環境殺菌消毒的影響因素，以獲得氣態二氧化氯對人員與寵物等室內場所空間環境消毒的較佳殺菌消毒方法。
5. 消毒方式對殺菌消毒效果的影響：在採樣區分別放置二氧化氯進行當日每間隔1小時投藥消毒一次、2小時投藥消毒一次以及每間隔3小時投藥消毒進行。經生物氣膠採樣分析結果，即可進行比較三種不同消毒方式之消毒殺菌效能。
6. 統計分析：進行環境因子與菌落數之統計分析以了解是否具有顯著性關係，進而判斷溫度、溼度、TSP、CO₂等環境因子是否與細菌及真菌有直接關聯性。

第三章 結果與討論

本研究以寵物美容院為研究對象，因寵物美容院屬公共場所，檢測之室內空氣中微生物含量是否過高，應依環保署最新公佈之室內空氣品質管理法之標準為依據，細菌的標準最高值為 1500 CFU/m³ 及真菌的標準最高值為 1000 CFU/m³。為了保護顧客與店家人員的安全，在消毒期間，使用氣體二氧化氯安全的濃度 0.3 mg/m³ 作為試驗，當氣體二氧化氯消毒後開始計時消毒後 1 小時、2 小時、3 小時、4 小時、5 小時、6 小時對空氣採樣配置圖(如圖 1)進行一式三份的採樣分析，而消毒模式分別為每間隔 1 小時投藥消毒一次、2 小時投藥消毒一次以及每間隔 3 小時投藥消毒一次以下簡稱為 1hr/次、2hr/次及 3hr/次。

1. 寵物美容院內之環境品質因子監測

根據環保署室內空氣品質管理法之規定 CO₂ 標準值為 1000ppm、懸浮微粒 PM_{2.5} 標準值為 35μg/m³、PM₁₀ 標準值為 75μg/m³、細菌之標準值為最大值不可超過 1500 CFU/m³ 及真菌之標準值為最大值不可超過 1000 CFU/m³。針對寵物美容院室內空氣品質監測以利進行評估改善之工作，監測結果如表一所示，寵物美容院內之平均照度為 219.68 ± 90.78 LUX，平均溫度為 28.48 ± 2.75℃，相對溼度為 66.43 ± 5.33%，平均風速為 1.25 ± 1.07ft/min，平均 CO₂ 濃度為 581.14 ± 98.37 ppm (<1000ppm)，平均懸浮微粒 PM_{2.5} 濃度為 0.02 ± 0.01 mg/m³ (<0.035mg/m³)，平均懸浮微粒 PM₁₀ 濃度為 0.05 ± 0.02 mg/m³ (<0.075mg/m³)，細菌平均濃度為 1560.3 ± 1385.1 CFU/m³，真菌平均濃度為 857.71 ± 137.42 CFU/m³ 如表 1 所示，寵物美容院內 CO₂ 與懸浮微粒 PM_{2.5}、PM₁₀ 所監測結果均符合環保署公告之室內空氣品質管理法之標準。由於寵物美容院內夜間並未營業，因此經過一個晚上的沉降後所測得之背景值會較營業時間做消毒之後來的低。經過 1hr/次投藥消毒後的結果可得到細菌平均濃度為 353.97 ± 213.80 CFU/m³，真菌平均濃度為 204.60 ± 91.42 CFU/m³、2hr/次投藥消毒得到細菌平均濃度為 502.07 ± 252.19 CFU/m³，真菌平均濃度為 214.29 ± 150.04 CFU/m³；3hr/次投藥消毒得到細菌平均濃度為 491.57 ± 259.04 CFU/m³，真菌平均濃度為 327.90 ± 717.20 CFU/m³，由此數據結果可得知經由 1hr/次投藥消毒後的細菌及真菌最能有效被抑制到標準值之範圍。

表 1 寵物美容院內之二氧化氯消毒前後之監測情況(mean±SD)

項目		Mean ± SD
消毒前	人數	2.49 ± 0.79
	照度 (LUX)	219.68 ± 90.78
	溫度 (度)	28.48 ± 2.75
	濕度 (%)	66.43 ± 5.33
	風速 (ft/min)	1.25 ± 1.07
	CO ₂ (ppm)	581.14 ± 98.37
	PM _{2.5} (mg/m ³)	0.02 ± 0.01
	PM ₁₀ (mg/m ³)	0.05 ± 0.02
	細菌 (CFU/m ³)	1560.30 ± 1385.1
	真菌 (CFU/m ³)	857.71 ± 137.42
1hr/次消毒	人數	2.19 ± 0.40
	照度 (LUX)	213.90 ± 44.04
	溫度 (度)	18.48 ± 0.24
	濕度 (%)	55.07 ± 3.84
	風速 (ft/min)	0.62 ± 0.64
	CO ₂ (ppm)	552.76 ± 132.07
	PM _{2.5} (mg/m ³)	0.08 ± 0.13
	PM ₁₀ (mg/m ³)	0.20 ± 0.34
	細菌 (CFU/m ³)	353.97 ± 213.80
	真菌 (CFU/m ³)	204.60 ± 91.42
2hr/次消毒	人數	2.11 ± 0.32
	照度 (LUX)	222.44 ± 87.49
	溫度 (度)	27.88 ± 2.35
	濕度 (%)	88.27 ± 4.44
	風速 (ft/min)	0.78 ± 0.81
	CO ₂ (ppm)	605.44 ± 131.77
	PM _{2.5} (mg/m ³)	0.08 ± 0.11
	PM ₁₀ (mg/m ³)	0.17 ± 0.24
	細菌 (CFU/m ³)	502.07 ± 252.19

	真菌 (CFU/m ³)	214.29 ± 150.04
3hr/次消毒	人數	2.00 ± 0.00
	照度 (LUX)	269.61 ± 103.48
	溫度 (度)	29.43 ± 0.39
	濕度 (%)	70.64 ± 4.03
	風速 (ft/min)	0.50 ± 0.51
	CO ₂ (ppm)	541.22 ± 91.17
	PM _{2.5} (mg/m ³)	0.05 ± 0.10
	PM ₁₀ (mg/m ³)	0.13 ± 0.19
	細菌 (CFU/m ³)	491.57 ± 259.04
	真菌 (CFU/m ³)	327.90 ± 717.20

藉由表 2 結果可以發現真菌與人數、溫度、溼度及細菌呈正相關、與時間、消毒間距呈負相關，代表說人數多寡對於環境的擾動是有直接的關係，溫度濕度會影響到細菌及真菌的生長。然而透過我們所選定的二氧化氯消毒劑來進行消毒，再來進行統計分析可以發現二氧化氯與細菌及真菌皆呈現負相關，證明我們消毒劑的使用，對於室內的真菌及細菌能有效達到擊殺的作用。因此我們透過 1hr/次二氧化氯投藥消毒法、2hr/次投藥消毒法及 3hr/次投藥消毒法的消毒間距來有效控制室內的空氣品質。

表 2 菌落數與環境因子之相關分析

項目	時間	消毒間距	人數	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	CO ₂	濕度	溫度	細菌	真菌
消毒間距	0.052										
人數	0.062	-0.092									
PM _{2.5}	0.049	-0.006	0.098								
PM ₁₀	0.059	-0.021	0.101	0.910**							
TSP	0.054	-0.035	0.081	0.855**	0.976**						
CO ₂	0.091	0.010	-0.164*	0.027	-0.014	0.007					
濕度	-0.006	0.328**	-0.097	0.050	0.030	0.043	0.246				
溫度	-0.144*	-0.362**	-0.265**	-0.058	-0.034	-0.037	0.012	0.485**			
細菌	-0.061	-0.057	-0.049	-0.009	-0.008	-0.013	0.086	0.329**	0.357**		
真菌	-0.102**	-0.390**	0.247**	-0.018	0.044	0.043	0.059	0.216**	0.204**	0.120**	
ClO ₂	0.076	0.877	-0.070	0.053	0.030	0.010	-0.008	-0.341**	-0.377**	-0.124**	-0.488**

*. 相關性在 0.05 層上顯著（雙尾）。

**. 相關性在 0.01 層上顯著（雙尾）。

2. 消毒方式對寵物美容院內細菌之影響

研究中採用二氧化氯投藥進行每間隔 1 小時投藥消毒一次、2 小時投藥消毒一次及每間隔 3 小時投藥消毒一次以下簡稱為 1hr/次、2hr/次及 3hr/次表示，我們在寵物美容院內採樣消毒地點分為三個點，分別為櫃檯區(A 點)、寵物住宿區(B 點)及寵物美容區(C 點)。將二氧化氯溶液以氣霧方式噴灑於室內空氣中，利用二氧化氯沸點 11°C (劉明哲等, 2007; Hsu et al., 2015)低於室溫之特性，氣霧的過程中會自然揮發致空氣中獵取空氣中微生物，其殺滅微生物之作用機制為對微生物細胞壁有較強的吸附穿透能力，可有效的氧化細胞內含巰基的酶，還可快速抑制微生物蛋白質的合成而破壞微生物(許菁珊等, 2014)。當我們使用 1hr/次、2hr/次及 3hr/次消毒來進行試驗，對於室內空氣中的細菌及真菌濃度消毒效果來進行比較，細菌變化量為圖 2 所示，因寵物美容院內夜間並未營業，因此經過一個晚上的沉降，空氣中的生物氣膠濃度會較低，當白天開始營業時，空氣中的微生物會因為人員走動及寵物美容的關係所測得之生物氣膠便會超過環保署所公告之標準值，因 A 點為櫃檯區鄰近門口所以與大門的開關有著相當的關係，當消毒時，有人員的進出便會影響到消毒的效果，因此使 A 點細菌消毒效果變差。B 採樣點為寵物住宿區，因為有數隻寵物狗寄宿，因此所測得之微生物量較其他採樣點來的高(如圖 2 所示)，該場所於營業前測得之細菌背景值濃度較高，經二氧化氯噴灑消毒後，隨著消毒後時間的增加其殺菌率也隨之提高，在消毒後一小時測得細菌平均濃度均可低於環境保護署公佈之室內空氣品質管理法之最大值($<1500 \text{ CFU}/\text{m}^3$)，真菌的濃度也低於環保署所公告的($<1000 \text{ CFU}/\text{m}^3$)。不同採樣點(A 點、B 點、C 點)之細菌濃度於不同消毒方式消毒後之差異以長條圖表示，每個長條圖中，含有背景及個消毒模式之標準差。此外，標示中之 A、B、C 點背景值和三種消毒模式，A、B、C 點三點之背景值之標準差均大於 1hr/次、2hr/次、3hr/次消毒方式，標準差越大則表示觀測值散佈越大，即細菌殘留量的背景值結果因為環境的變動影響而施測結果細菌濃度變化大；A、B、C 點三點透過 1hr/次、2hr/次、3hr/次消毒方式後，圖形可以更清楚看到變小，代表著觀察值散佈變小，顯示經 1hr/次、2hr/次、3hr/次消毒方式皆有顯著消毒效果。A 點為櫃檯區接近室外之門口，雖然空氣的擾動較大，但比較無寵物毛髮及寵物活動的情況，因此採用 3hr/次投藥消毒即可有效的控制細菌濃度；B 點則為寵物住宿區，會因為寵物的打噴嚏、甩動、吠叫，造成空氣中微生物的浮動，因此透過圖 2 得知需以 1hr/次投藥消毒方式較為可行方法。C 點為寵物美容區，因人員的走動及寵物

修剪毛髮的關係造成微生物的飄浮，因此生物氣膠較為不穩動狀態，而透過圖 4 得到結論為 1hr/次、2hr/次投藥消毒和 3hr/次投藥消毒皆有明顯效果，但因為寵物美容區，所以並不像 B 點會有寵物長駐的問題，微生物的增長皆在開始美容時往上攀升，因此為了減少人力及消毒藥劑的耗損，暫無寵物進行美容時可考慮採用 3hr/次投藥消毒法，如有寵物進行美容則可採用，2hr/次消毒法可有效的減少空氣中的細菌。由圖 2 所示，因 B 點為寵物住宿間，因此空氣中微生物量較多，也較不穩定，因此建議常駐消毒以減少空氣中微生物的增長，而在原本細菌背景值高達 4500 CFU/m³，在進行 1hr/次投藥消毒後，寵物住宿區細菌分別降至 552 CFU/m³、1178 CFU/m³、978 CFU/m³。因此寵物住宿區透過 1hr/次投藥消毒法較能有效控制細菌及真菌濃度。C 採樣點為寵物美容區結果如圖 2 所示，C 點夜間並未營業，因此氣膠經過一個晚上的沉降，真菌及細菌之背景值也有偏低的趨勢，然而因營業的關係，C 點採樣因有寵物進行美容的關係及人員的走動及寵物修剪毛髮的關係，造成微生物的飄浮因此我們利用 1hr/次投藥消毒法、2hr/次投藥消毒法及 3hr/次投藥消毒法於 C 採樣點時，發現 1hr/次投藥消毒法比 2hr/次投藥消毒法及 3hr/次投藥消毒法可以更有效的抑制空氣中的微生物，也可因應有無寵物來控制我們的消毒時間，寵物美容區無寵物時可採用 2hr/次投藥消毒法來節省我們的消毒劑與人力分配。

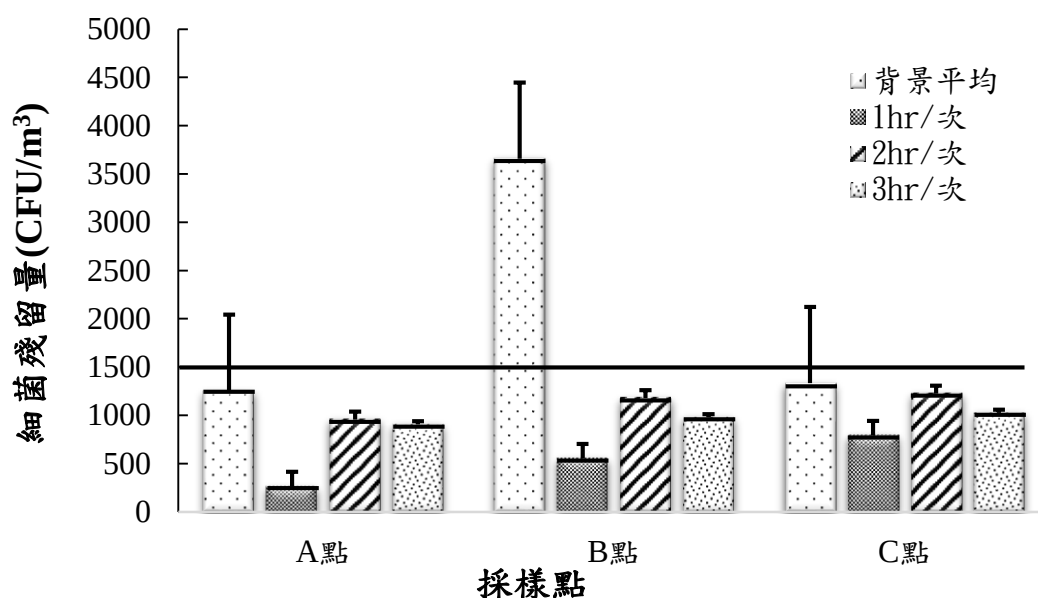


圖 2、細菌殘留量之變化

3. 消毒方式對寵物美容院內真菌之影響

研究中採用二氧化氯投藥進行每間隔 1 小時投藥消毒一次、2 小時投藥消毒一次及每間隔 3 小時投藥消毒一次以下簡稱為 1hr/次、2hr/次及 3hr/次表示，我們在寵物美容院內採樣消毒地點分為三個點，分別為櫃檯區(A 點)、寵物住宿區(B 點)及寵物美容區(C 點)。經二氧化氯噴灑消毒後不論是 1hr/次、2hr/次亦或是 3hr/次投藥消毒法，皆隨著消毒後時間的增加其殺菌率也隨之提高，在消毒後一小時測得真菌平均濃度均可低於環境保護署公佈之室內空氣品質管理法之最大值($<1000\text{CFU}/\text{m}^3$)。由圖 3 可以發現真菌殘留量顯示 A、B、C 三點的背景值差異不大，雖然不像圖 3 細菌背景值散佈較大，但也因為超過環保署所公告之標準($<1000\text{CFU}/\text{m}^3$)，因此也需進行消毒來改善寵物美容院內的空氣品質。此外，標示中之 A、B、C 點背景值和三種消毒模式，A、B、C 點三點之背景值之長條圖均大於 1hr/次、2hr/次、3hr/次消毒方式，真菌殘留量的背景值結果因為環境的變動影響而造成施測結果真菌濃度較高；A、B、C 點三點透過 1hr/次、2hr/次、3hr/次消毒方式皆有可有效的減少空氣中的真菌濃度具有顯著消毒效果且皆可符合室內空氣品質法之標準。

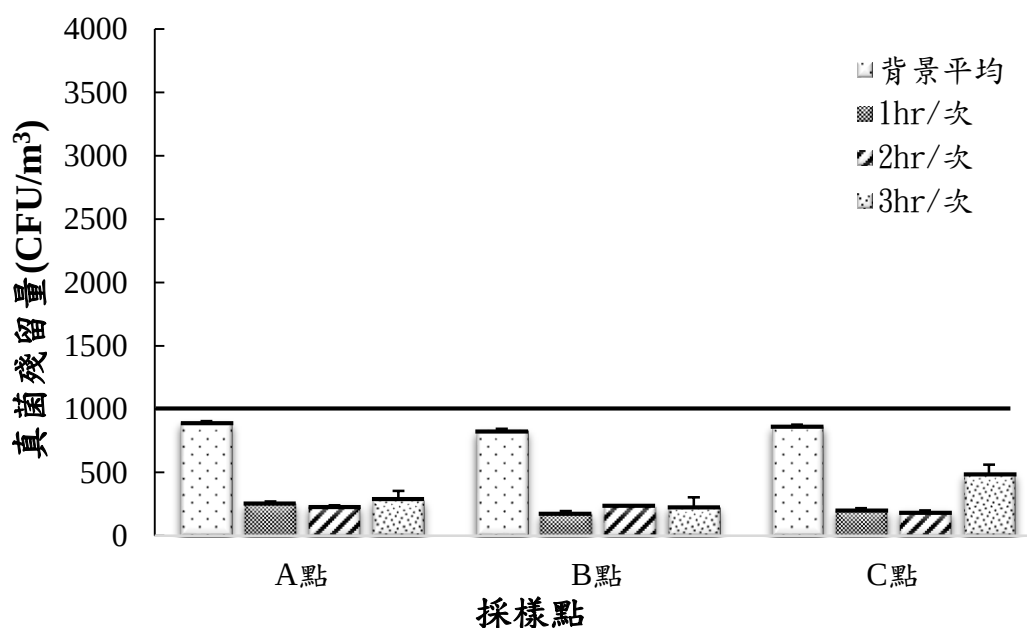


圖 3、真菌殘留量之變化

4. 1hr/次投藥消毒法與總懸浮微粒及室內生物氣膠之關係

透過表 3 發現，1hr/次投藥消毒法真菌與消毒時間呈現負相關，代表著消毒時間的增加，空氣中的真菌即減少；TSP 與細菌、真菌呈現正相關，表示 TSP 的增減也會對細菌及真菌均造成影響。

表 3 1hr/次投藥消毒法與細菌、真菌、TSP 之相關性

項目	消毒時間	細菌	真菌
細菌	-0.010		
真菌	-0.170**	0.080	
TSP	-0.371	0.897**	0.572**

**. 相關性在 0.01 層上顯著（雙尾）。

透過表 4 結果發現，2hr/次投藥消毒法中，消毒時間與真菌呈現負相關，代表著消毒時間的增加可以有效的降低空氣中的真菌，而細菌與真菌則產生正相關，代表細菌的增加也會帶動著真菌的增加。

表 4 2hr/次投藥消毒法與細菌、真菌、TSP 之相關性

項目	消毒時間	細菌	真菌
細菌	-0.064		
真菌	-0.164**	0.100*	
TSP	-0.144	0.080	0.480

*. 相關性在 0.05 層上顯著（雙尾）。

**. 相關性在 0.01 層上顯著（雙尾）。

透過表 5 結果發現，3hr/次投藥消毒法中，TSP 與消毒時間產生負相關，代表著消毒時間增加，增加空氣中的 TSP 懸浮微粒沉降。

表 5 3hr/次投藥消毒法與細菌、真菌、TSP 之相關性

項目	消毒時間	細菌	真菌
細菌	-0.040		
真菌	-0.077	0.076	
TSP	-0.294**	0.001	0.091

**. 相關性在 0.01 層上顯著（雙尾）。

綜合上述結果，寵物美容院內之生物氣膠濃度會超過環保署所公告之室內空氣品質管理法規定之標準，應用二氧化氯消毒劑於寵物美容院內進行不同消毒方式(1hr/次、2hr/次、3hr/次投藥消毒法)對室內生物氣膠濃度皆有消毒殺菌之效能，可有效的控制生物氣膠濃度符合室內空氣品質管理法規定之標準。

5. 使用二氧化氯消毒寵物美容台之殺菌率

寵物美容台進行採樣消毒時利用 20x20cm 的擦拭紙加入 16 mL 濃度 50 mg/L 的二氧化氯擦拭後進行三個間隔時段的採樣，分為為消毒後 2 分鐘採樣、消毒後 5 分鐘採樣及消毒後 10 分鐘採樣，因寵物美容台在使用上次數不一，因此採樣之樣本分為使用過以及當天尚未使用的寵物美容台，當我們經過採樣分析後，發現二氧化氯殺菌率在消毒後 2 分鐘時即可達到 99%殺菌效果，殺菌效果奇佳，因此建議店家在進行美容台清洗時，適當加入二氧化氯可以大量減少寵物美容台的細菌，可避免寵物進行寵物美容時傷口不慎感染細菌，甚至有交叉感染之疑慮及風險。

表 6 應用二氧化氯於寵物美容台之殺菌率

消毒時間	平均殺菌率(%)	
	經過使用的寵物美容台	尚未使用的寵物美容台
2 分鐘	99.55	98.37
5 分鐘	99.85	98.48
10 分鐘	100	100

第四章 結論

1. 本研究以二氧化氯純淨氣霧滅菌裝置針對寵物美容院內進行每日 1hr/次投藥消毒法、2hr/次投藥消毒法及 3hr/次投藥消毒法進行消毒，結果顯示細菌的 1hr/次投藥消毒法、2hr/次投藥消毒及 3hr/次投藥消毒為 353.97 ± 213.80 CFU/m³、 502.07 ± 252.19 CFU/m³ 及 491.57 ± 259.04 CFU/m³；真菌的 1hr/次投藥消毒法、2hr/次投藥消毒及 3hr/次投藥消毒分別為 204.60 ± 91.42 CFU/m³、 214.29 ± 150.04 CFU/m³ 及 327.90 ± 717.20 CFU/m³。結果得知 1hr/次投藥消毒法、2hr/次投藥消毒法與 3hr/次投藥消毒法應用於寵物美容場所將有助於有效的降低室內生物氣膠污染狀況。
2. 本研究利用二氧化氯消毒劑釋放於室內空氣進行消毒，可達到降低寵物美容院內生物氣膠濃度之目的，殺菌消毒效果符合環保署室內空氣品質管理法規定之標準。
3. 利用氣霧的方式將二氧化氯均勻氣霧於室內各角落，可達到相當範圍的殺菌效果。並提供適用之二氧化氯有效率氣霧散播模式與有效消毒濃度，以供未來寵物美容院內空氣消毒之重要參考。

第五章 誌謝

本研究謝謝國家科學發展委員會給予機會，通過大專生申請計畫，過程中非常感謝許菁珊老師的指導並供所有研究所須之裝備、設施和空間及C401實驗室夥伴們無怨無悔的付出，讓此份計畫結案報告書得以順利如期完成。僅此謝忱。

第六章 參考文獻

參考資料

- Bellandi R., Innovative Engineering Technologies for Hazardous Waste Remediation, New York: O'Brien & Gere Engineers, Inc., 1995.
- Franke D.L., Cole E.C., Leese K.E. "Cleaning for improved indoor air quality and initial assessment of effectiveness", Indoor Air, 7(1), 41, 1997.
- Hsu C.S., Huang D.J. and Lu M.C., "Improvement on the Air Quality of Student Health Centers with Chlorine Dioxide", International Journal of Environmental Health Research, 20 (2), 115-127, 2010.
- Hsu C.S., Lu M.C., Huang D.J., "Disinfection of indoor air microorganisms in stack room, of university library using gaseous chlorine dioxide", Environmental Monitoring and Assessment, 187, 17-27, 2015.
- Hugh, J.M., Allan W.H., "The evidence for the airborne spread of New castle disease", Journal of Hygiene, 4(71) : 325-339 , Gamb. 2002.
- US Department of Labor, "Occupational Safety and Health Guideline for Chlorine Dioxide", Occupational Safety and Health Administration, 2006.
- 行政院環境保護署，空氣品質監測網，2016。
<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/b0204.aspx>(搜尋日期 2016/03/29)
- 行政院環境保護署，檢測方法查詢，2016
http://www.niea.gov.tw/niea/method_according_law.asp(搜尋日期 2016/03/29)
- 江志欽，“台灣南部地區室內空氣中生物氣膠特徵之研究”，崑山科技大學環境工程研究所碩士論文，2011。
- 許菁珊、盧明俊、黃暄庭、周珮涵，“應用二氧化氯於展演場所之生物氣膠消毒效能評估”，嘉南學報，40，30-40，2014。
- 張靜文，空氣中生物性危害與呼吸防護(下)北市衛生，46，19-22，(1999)。
- 黃沛育，學生餐廳內生物氣膠污染現況之調查與消毒，嘉南藥理科技大學環境工程與科學系，碩士論文，2011。
- 劉明哲，理筱龍，盧明俊，賴政國，“二氧化氯應用於室內空氣菌落消毒之研究”，黃埔學報，53，1-3，2007。