

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

衝擊器之生物氣膠採樣效率評估

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 89-2320-B-002-120

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

個別型計畫：計畫主持人：李芝珊
 共同主持人：

整合型計畫：總計畫主持人：
 子計畫主持人：

註：整合型計畫總報告與子計畫成果報告請分開編印各成一冊，彙整一起繳送國科會。

處理方式： 可立即對外提供參考
 一年後可對外提供參考
 兩年後可對外提供參考
(必要時，本會得展延發表時限)

執行單位：台灣大學環境衛生研究所

中華民國 89 年 6 月 15 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告
衝擊器之生物氣膠採樣效率評估

計畫編號： NSC 89-2320-B-002-120

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：李芝珊 台大公共衛生學院環境衛生研究所

一、中文摘要

生物氣膠與人類健康的重要性與日俱增，因此量測工具的準確性也須要被評估。本研究選擇三種攜帶式生物氣膠採樣器：Andersen Microbial Particle Sizing Sampler(AMS)、Burkard Portable Air Sampler-for Agar Plate(Burkard)及 Microbiological Air Sampler(MAS-100)，利用不同菌種及不同的採樣時間來評估採樣器的表現。

本研究以 CS 值及校正存活率後之 CS_r 值來評估不同採樣器對不同菌種所得到的結果，發現 AMS 除了對大腸桿菌之採樣效率較低之外，對其他菌種的採集效率穩定，其 CS_r 值為 0.1-0.6，而 Burkard 及 MAS-100 對於細菌之收集效率不佳，尤其是對大腸桿菌之收集效率比 AMS 低約 100 倍，但對真菌之收集效率較高， CS_r 值分別為 1-2 及 0.1-0.3，且不因菌種而有不同。其中 Burkard 採集真菌之效率比 AMS 好，而 MAS-100 對真菌的收集效率為 AMS 之 40-80%。衝擊器的截取粒徑不能解釋採樣器表現的不同，因此生物性的因子值得進一步的研究，以瞭解影響採樣器效率的原因。

不同菌種長時間採樣的結果也有差異。大腸桿菌、枯草桿菌及青黴菌長時間採樣後濃度顯著下降，而酵母菌則否。其原因有待進一步釐清。

關鍵詞：生物氣膠、衝擊器、採樣效率

ABSTRACT

Three portable bioaerosol samplers were chose for study: Andersen Microbial

Particle Sizing Sampler(AMS)、Burkard Portable Air Sampler-for Agar Plate(Burkard) and Microbiological Air Sampler(MAS-100). This study also used 5 species microorganism and different sampling time to evaluate the factors influence the performance of bioaerosol samplers.

This study evaluated biological collection efficiency of impactors. In the view of biological aspects, CS and CS_r value were used as an indicator. AMS got the highest CS value for bacteria and Burkard for fungi. After correction of survival, AMS got almost similar CS_r value for species except *E. coli*. Burkard and MAS-100 only got similar value for fungi. Because different cut size couldn't explain the result especially for fungi, biological factors affect the efficiency of impactor needs further evaluation.

The concentration of *E. coli*, *B. subtilis* and *P. citrinum* decreased after long time sampling. The explanation was because of different media and specie characteristic.

Key Words: bioaerosol, impactor, sampling efficiency

二、緣由與目的

生物氣膠的定量在微生物工程工廠、室內空氣品質的評估、傳染性疾病的爆發、作業場所健康效應的評估、劑量—反應關係的確定、改善程度的評估等方面都

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告
衝擊器之生物氣膠採樣效率評估
計畫編號：NSC88-EPA-Z-002-009

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：李芝珊 台大公共衛生學院環境衛生研究所

一、中文摘要

生物氣膠與人類健康的重要性與日俱增，因此量測工具的準確性也須要被評估。本研究選擇三種攜帶式生物氣膠採樣器：Andersen Microbial Particle Sizing Sampler(AMS)、Burkard Portable Air Sampler-for Agar Plate(Burkard)及 Microbiological Air Sampler(MAS-100)，利用不同菌種及不同的採樣時間來評估採樣器的表現。

本研究以 CS 值及校正存活率後之 CS_r 值來評估不同採樣器對不同菌種所得到的結果，發現 AMS 除了對大腸桿菌之採樣效率較低之外，對其他菌種的採集效率穩定，其 CS_r 值為 0.1-0.6，而 Burkard 及 MAS-100 對於細菌之收集效率不佳，尤其是對大腸桿菌之收集效率比 AMS 低約 100 倍，但對真菌之收集效率較高， CS_r 值分別為 1-2 及 0.1-0.3，且不因菌種而有不同。其中 Burkard 採集真菌之效率比 AMS 好，而 MAS-100 對真菌的收集效率為 AMS 之 40-80%。衝擊器的截取粒徑不能解釋採樣器表現的不同，因此生物性的因子值得進一步的研究，以瞭解影響採樣器效率的原因。

不同菌種長時間採樣的結果也有差異。大腸桿菌、枯草桿菌及青黴菌長時間採樣後濃度顯著下降，而酵母菌則否。其原因有待進一步釐清。

關鍵詞：生物氣膠、衝擊器、採樣效率

ABSTRACT

Three portable bioaerosol samplers were chose for study: Andersen Microbial

Particle Sizing Sampler(AMS)、Burkard Portable Air Sampler-for Agar Plate(Burkard) and Microbiological Air Sampler(MAS-100). This study also used 5 species microorganism and different sampling time to evaluate the factors influence the performance of bioaerosol samplers.

This study evaluated biological collection efficiency of impactors. In the view of biological aspects, CS and CS_r value were used as an indicator. AMS got the highest CS value for bacteria and Burkard for fungi. After correction of survival, AMS got almost similar CS_r value for species except *E. coli*. Burkard and MAS-100 only got similar value for fungi. Because different cut size couldn't explain the result especially for fungi, biological factors affect the efficiency of impactor needs further evaluation.

The concentration of *E. coli*, *B. subtilis* and *P. citrinum* decreased after long time sampling. The explanation was because of different media and specie characteristic. Key Words: bioaerosol, impactor, sampling efficiency

二、緣由與目的

生物氣膠的定量在微生物工程工廠、室內空氣品質的評估、傳染性疾病的爆發、作業場所健康效應的評估、劑量—反應關係的確定、改善程度的評估等方面都

一步對生物性的影響因子作評估，才能了解為何 Burkard 會有如此高的 CS 值。

(3) 不同菌種之比較

不同菌種間要作比較時須考慮 CS 值比較的基準是各菌種的懸浮液中活菌濃度，製備時因菌種特性不同而存活率不同，因此必須以存活率做校正。AMS 對大腸桿菌之收集效率較其他菌種低約 10 倍，對其他菌種則幾乎相等；MAS-100 及 Burkard 則對真菌的收集效率是固定的。Burkard 之物理性收集率是三種採樣器中最低的，但是對於粒徑較大之真菌其生物性之效率卻是最高的。可能是因為環境中生物氣膠大部分都是以叢集 (agglomeration) 的形式存在，粒徑較大。在環境中的生物氣膠其氣動粒徑應是相當大，所以 Burkard 的表現會比其他的採樣器好。但由於以物理性的因素並無法解釋 Burkard 的高 CS 值，本研究認為須更進一步研究其他生物性的因素，以了解生物氣膠衝擊器與一般採物理性微粒之衝擊器有何不同。

(4) 採樣時間的影響

本研究發現採樣時間較長時，所得的濃度會較穩定，這點與 Peterson(1990)發現以一階 AMS 採樣時 3 及 5 分鐘採得的濃度會顯著低於 1 分鐘所得的情形不同。但是 Peterson 的採樣地點在室內，生物氣膠的濃度是否維持恆定難以掌握，故這樣的結果仍有待驗證。長時間採樣對於採樣器效率是否有影響到目前因為研究者不多而難有定論。

(5) 衝擊速度

許多學者的研究並不認為衝擊器的衝擊速度會對生物氣膠造成傷害，則認為衝擊速度超過 100 m/s 以上會顯著地對生物氣膠造成傷害，然而此研究所評估的最低衝擊速度是 24 m/s。但均沒有研究提出像 Burkard 的 3 m/s 的低衝擊速度與 MAS-100 的 9.4 m/s 及 AMS 的 24 m/s 造成的損害是否不同。而本研究並無法證實 Burkard 低

衝擊速度(3 m/s)是否真的比 AMS(24 m/s) 及 MAS-100(9.4 m/s)對生物氣膠造成的損害小。

結論

(1)除了少數的特殊環境例如醫院的清潔室，採樣時間可能超過 30 分鐘之外，在一般環境中採樣時間約在 10-15 分鐘以內。本研究發現短時間的採樣(小於十分鐘)對於採樣器的表現沒有影響。

(2)長時間採集細菌及青黴菌所得濃度有下降的情形，酵母菌則否，本研究推測可能的原因與不同的收集介質及微粒特性有關。TSA 受氣流衝擊產生較大的變形，使得微粒因反彈造成損失。而 MEA 的變形程度較輕微，並且會再回復，故對酵母菌的收集並不受影響。而青黴菌在長時間採樣後有濃度下降的情形可能與包埋作用有關。以上的推測目前仍無相關證據可資證明，須更進一步的研究。

(3)AMS 相對於其他的採樣器更適於採細菌，Burkard 則更適於採真菌或粒徑較大之微粒。

(4)影響 Burkard 採樣表現的生物性因子作用比物理性因子大。

(5)不同採樣器對不同菌種採樣所得之 CS 因為每個菌種的可培養性不同，不能直接作比較，必須以各菌種之存活率校正後比較才合理。因此本研究發現，若能校正不同菌種之存活率，則仍以較常用之 TR 值來表示採樣效率較佳，使得各實驗所得到的結果可以互相比較。

(6)由長時間採大腸桿菌、枯草桿菌及青黴菌所得之濃度或 CS 值隨時間變化，但其 RS 值卻不變的結果，可發現 RS 並不是評估不同採樣器間差異的合適工具，因為沒有考慮到比較基準(參考採樣器)本身也可能有變化。

顯得愈來愈重要。因此定量生物氣膠的工具—生物氣膠採樣器需要被評估，以決定其是否為合適的生物氣膠定量方法。

衝擊器是利用氣流吹向收集面，使得其中的微粒因慣性而離開流線後撞擊並附著在收集表面。衝擊器以培養基作為收集介質來收集生物氣膠的好處是因為生物氣膠直接收集在培養皿上，不需要再作處理即可進一步分析。

影響衝擊器表現一般認為的可能原因包括了收集介質特性、截取粒徑、衝擊速度、微粒特性、菌種耐受性及採樣時間等。本研究將就以上幾種變項進行評估以了解影響衝擊器效率的影響因子。

三、研究方法

選擇評估的採樣器包括安德森一階生物氣膠採樣器、Burkard 攜帶式空氣採樣器、MAS-100 生物氣膠採樣器。所選用之生物氣膠為細菌及真菌，細菌選擇分佈廣之大腸桿菌及枯草桿菌，亦選擇了空氣中常見的青黴菌及兩種酵母菌作為評估生物氣膠採樣器的標的物。

將製備好之生物氣膠懸浮液置入 Collison 氣膠產生器中，通過 3 lpm 的清潔壓縮空氣，此產生的生物氣膠先經過擴散管將微粒表面之水分去除以使微粒本身粒徑特性不被水分所影響，再通過 Kr85 靜電中和器中和微粒表面的靜電，最後再與 120 lpm 稀釋空氣共同進入生物氣膠測試腔，此處的稀釋倍數為 1:40。每組樣本為兩次連續採樣所得之平均值，共做三次以上重覆實驗。

AMS 採樣器及 Burkard 採樣器採樣時選擇的採樣時間是 0.5、1、2、3、5、7、10、20、40、60 分鐘，而 MAS-100 採樣器則因為流量大故選用 0.1、0.2、0.5、1、

2、2.5、5、10、20、40、60 分鐘來進行採樣。長時間(10、20、40、60 分鐘)採樣時以 AMS 作為參考採樣器同時進行採樣，以得到採樣器間的差異。細菌之培養基置於 37°C 恆溫培養箱中培養 24 小時後做菌落計數。真菌培養基則是置於 25°C 恆溫培養箱中培養 48 小時後做菌落計數。比較生物氣膠的採樣效率用的指標：總回收率 (Total Recovery, TR)、菌落存活效率 (Colony Survival efficiency, CS) 及相對存活率 (Relative Survival efficiency, RS)

四、結果與討論

以下分別就可能影響衝擊器採樣表現之因子作探討。

(1) 截取粒徑

本研究卻發現截取粒徑並不是唯一的因子，因為衝擊器應是收集粒徑在截取粒徑以上的微粒而不收集比截取粒徑小的微粒，但是本研究發現大腸桿菌之粒徑都在 MAS-100 及 Burkard 之截取粒徑以下，但二採樣器卻能收集到。因此本研究認為只以截取粒徑的大小看採樣器的表現並不合宜。

(2) 單一菌種之比較

AMS 採集採集大腸桿菌則比另外二採樣器高 100 倍左右；而採集枯草桿菌時，則 AMS 比 MAS-100 多 8 倍，比 Burkard 高 2 倍左右。但是這個現象在真菌部分就不同了，無論是青黴菌或是酵母菌，Burkard 的 CS 值都是最高的，比 AMS 及 MAS-100 都高出 3-7 倍。以物理性的收集率來看 Burkard 都是三個採樣器中最低的，但是收集真菌時卻得到最大的濃度，而收集細菌時也比 MAS-100 好，其原因應不是物理性的收集效率所能解釋，須要進

(7) Burkard 不同入口形式及流量對生物氣膠採樣效率並沒有顯著差異。

建議

依據研究目的的不同，細菌建議以 AMS 採樣器來採樣，而真菌則可以使用 Burkard 採樣器來採樣。而 MAS-100 除了收集大腸桿菌之外，可做為 AMS 採樣器的另一種取代選擇。Burkard 高真菌採樣效率值得進一步研究以了解影響因素為何。

五、 參考文獻

- (1) 郝政玲(1996) 生物氣膠採樣技術之評估. 碩士論文, 國立台灣大學公共衛生研究所.
- (2) 侯博安(1997) 生物氣膠採樣技術之現場評估. 碩士論文, 國立台灣大學公共衛生研究所.
- (3) 林雅晴(1998) 衝擊器之生物氣膠採樣效率. 碩士論文, 國立台灣大學環境衛生研究所.
- (4) 林文海(1998) 真菌氣膠採樣技術之評估. 博士論文, 國立台灣大學公共衛生研究所.

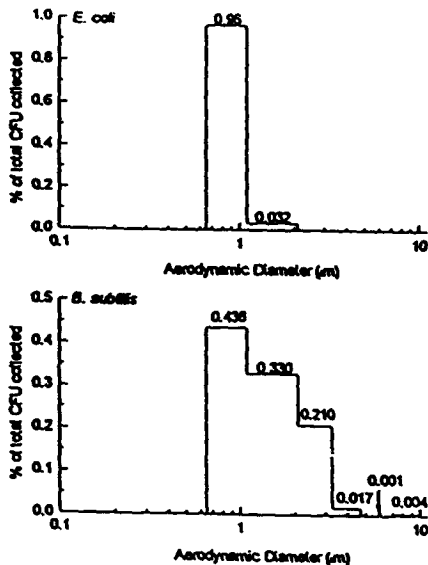


Figure 1. Size distributions of *E. coli* and *B. subtilis* Bioaerosols by using an Andersen 6-STG sampler.

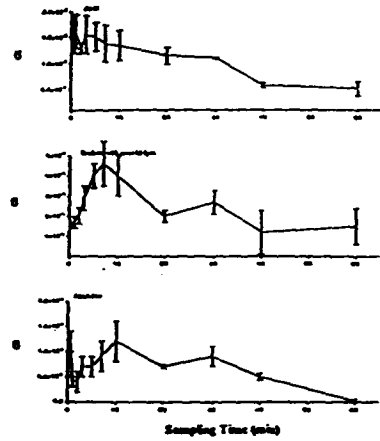


Figure 2. The colony survival of Andersen 1-STG, MAS-100, and Burkard samplers for *E. coli* at different sampling times. Each error bar represents one standard deviation on mean of at least three tests.

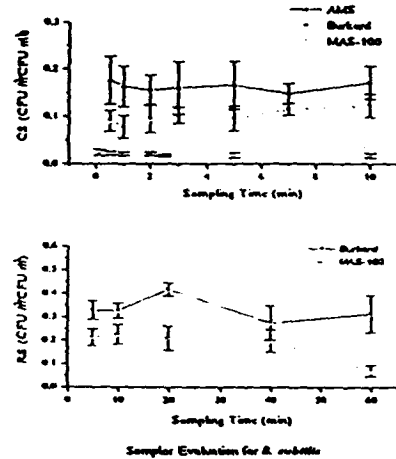


Figure 3. In the upper Figure: The colony survival of Andersen 1-STG, Burkard, and MAS-100 samplers for *B. subtilis* at different sampling times. In the lower Figure: The relative survival of MAS-100 and Burkard agar samplers by using an Andersen 1-STG sampler as reference for *B. subtilis* at different sampling times.

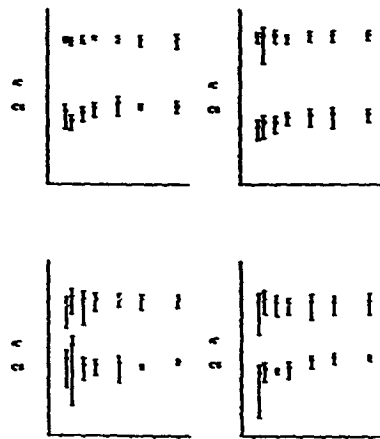


Figure 4. The colony survival of Burkard agar samplers with/without cone for *E. coli* and *B. subtilis* at different sampling times at two sampling flow rates of 10 L/min.