

第十九章 標準化實驗動物房舍設施之規劃

一、前言

為增進動物福祉，人類對於應用動物於科學目的應具備 3Rs：取代(Replacement)、減量(Reduction)及精緻化(Refinement)的認知。這當今國際認同的 3Rs 即行動物試驗的研究人員應有的基本道德觀。將動物試驗標準化除可增進試驗的重複性，是遵循 3Rs 原則中減量與精緻化的最基本策略，而將實驗動物房舍設施標準化則是使動物試驗標準化的最基本硬體設備。近 20 年來，國內的許多研究教學單位逐漸發現缺乏標準化實驗動物設施所衍生的問題，進而陸續興建這類設施，但截至目前(2000 年初)成功的案例並不多，本章以規劃標準化實驗動物房舍設施所應注意的原則為主軸，期有助於擬興建這類設施的單位進行規劃。

(一)細心規劃乃至於建造實驗動物房舍設施，方可能經恰當的經營管理，確保不得不運用動物於科學目的的意義，且較易避免發生公害。故進行實驗動物設施規劃時，應先確定

1. 設立的研究及/或教學目的，
2. 擬飼育物種與環境潔淨要求，
3. 設立單位在維持實驗動物設施運作上的相關周邊設備與人力，
4. 設施建築之地理位置等。

(二)有效率的實驗動物設施規劃團隊則應包含

1. 具備相關經驗的建築師，
2. 實驗動物設施經營者，
3. 將運用實驗動物設施進行研究教學等科學目的的代表，
4. 實驗動物設施所屬單位之營繕人員代表。

(三)設施設計乃至於建造當然必須遵循政府頒訂的相關法規。此外，常被應用於現今建築設計的模組設計(modular design)以及電腦模擬流體動力學(computational fluid dynamics modeling)觀念，對於設計實驗動物設施之動線、隔間、人工環境控制乃至於相關飼育籠具，皆具確保設施功能與提升作業效率；並降低建造與經營成本的助益。

(四)實驗動物設施在所屬單位中的地理位置與區隔

1. 在同時要求良好的動物福祉與管理；並顧及人的健康下，實驗動物設施必須與人活動的空間(如辦公室、會議室)作恰當的區隔，以獨立建築作為實驗動物設施；或將之規劃在建築物之一側翼、樓層；或者，以嚴謹的隔間等皆是常見的區隔法。
2. 動物設施與進行動物試驗頻繁的研究室則應盡量相鄰，然這些研究空間與動物設施之間，也應有恰當的屏障，常見的屏障法包括：設施入口上鎖、緩衝隔間、走廊、樓層等。飼育實驗動物的空間，除應具備恰當的環境條件，並

應易於提供適當照顧。

- 3.若一動物試驗必須將動物飼育在實驗室方能進行，則該實驗室必須具備動物飼育的軟、硬體條件，此外，與公害相關的防範措施也應一併要求。
- 4.支援實驗動物設施功能的機械設備，如：支援清洗滅菌機械的蒸氣與熱水供應設備、空調系統(heating, ventilation, and air-conditioning; HVAC)以及其所需的冰水、熱水與蒸氣供應機械等所須知空間與地理位置也需審慎考量。

(五)建材的選用原則：應用於實驗動物房舍設施的各種建材，應採利於飼育之工作效率與合乎衛生要求者，例如：理想的室內建材應兼具耐用、防潮、防火、無縫隙、光滑、耐酸鹼等清潔消毒劑之刷洗與沖洗、抗碰撞等條件；若使用表面塗料於動物可直接接觸處，則應確保其沒有毒性。在含戶外飼育空間的實驗動物設施，戶外部份之建材更應合乎上述原則。

二、功能作業區

一實驗動物設施的特徵取決於其所屬研究單位在應用實驗動物上之需求。下列所述的各種功能區，為一般功能完備的實驗動物設施所應具備者。然對於規模小或僅需特定飼育環境條件者；如含特定菌動物(gnotobiotics)、無特定病原(specific pathogen-free; SPF) 動物或僅以戶外型飼育欄舍進行飼養的動物等，可能就不需要有完整的下列功能區，或者，可將下列部份區域合併。

(一)一般而言，標準化實驗動物設施應具下列基本功能作業區域

- 1.一般動物飼育及依物種或特定試驗所需而分隔的獨立飼育區，
- 2.動物接收、檢疫及隔離飼育區，
- 3.籠具清潔消毒區，
- 4.儲存區。

(二)功能完備的實驗動物設施則應具備下列功能作業區

- 1.鄰近動物飼育區的特殊實驗功能區室，例如：屍體解剖房、基因轉殖操作區室、無菌手術設施、X光攝影室、特殊飼料製備室、動物試驗操作區室、臨床診療室、實驗診斷室等。
- 2.避免發生生物、物理或化學性公害的動物試驗隔離飼育區域與設備。
- 3.飼育設備與飼育材料之清洗、消毒與滅菌區。此區空間之大小應依工作量，用以清洗與消毒飼育籠、籠架、飲水瓶、廢棄物容器、所具備之清洗與滅菌機械機型，水槽之大小與維修空間，暫存污穢待洗、洗淨及/或滅菌後待用籠具的空間等加以訂定。
- 4.飼料、墊料、藥品、生物製劑及耗材之接收及儲存區。
- 5.待丟棄或待處理之廢棄物暫存區。
- 6.冷藏及冷凍之屍體存放庫。
- 7.辦公區包括行政辦公室、主管辦公室以及實施教育訓練之空間。
- 8.工作人員休息區，包括浴室、廁所與更衣室等。

9.門禁的刷卡系統、電子攝影監控等保全警報系統所需的區室。

三、建築規範

(一)內部牆壁

- 1.在實驗動物設施內部的牆面應採易平整、防潮、無吸附性、耐撞擊、無縫隙的隔間建材。在與門框、天花板、地面之轉接處應以能施作成平整的接縫材加以密合。
- 2.表面塗料則應採能夠耐清潔、消毒劑清洗且能承受高壓沖洗者。易受搬運籠架、推車等設備撞擊處的牆面及凸出之牆角，應以恰當之防撞護板加以強化。
- 3.將水管、風管或其他線路裸露在牆上是不當的，因其表面不易清理。

(二)地面

- 1.基本上，實驗動物設施的地面建材更應要求防潮、不會吸收化學物質、耐重壓、平坦等。常見的實驗動物設施地面多為一體成型或要接合點少的建材，例如：高分子聚合酯、高硬度混凝土接合劑、含橡膠成份之聚合物等。當然，正確的施工法也是確保地面達到要求的另一要素。
- 2.對常潮濕或攔飼動物（如經濟動物）的區室地面應較粗糙，以免工作人員或動物滑倒，這類區室之地面材質也不應採用會與糞、尿等排泄物或其他生物性物質產生化學作用者；且應為能夠抗熱水或清潔劑侵蝕者。
- 3.若地面具有門檻，則應採不會阻礙搬運籠架、推車等設備經過者。
- 4.地面與牆面之接角處應考慮易於維持清潔的方式施作，例如弧形接角。

(三)排水：並非所有的實驗動物飼育室皆需具備地面排水，一般而言，僅飼養齧齒類等小型動物的飼育室即無此需要。在沒有地面排水的飼育室應用濕式吸塵器或拖把；配合適當的清潔或消毒劑，即可維持地面的潔淨。

- 1.洩水坡：在實驗動物設施有地面排水的區室，地面應作洩水坡處理，而使清洗後之環境溼度能迅速降低。
- 2.存水彎：排水管應具有存水彎(drain trap)。
- 3.排水管直徑：一般而言，排水管之直徑至少應有 10 cm，飼育犬、經濟動物等大型動物設施則採用口徑更大的排水管為佳。
- 4.排除污物的增強設備：為增強排除固型污物的能力，可考慮在排水管口設計沖水裝置或其它污物處理設備。
- 5.排水孔蓋：實驗動物設施的排水孔應為可加蓋密封者，用以避免在長期不使用時，不會成為蟑螂等病媒之交通路徑。

(四)天花板

- 1.天花板也應採氣密、平滑、抗潮且接縫呈平整者。表面塗料則該注意其是否耐清潔及消毒劑之清洗。以石膏板或防火板所組成且以耐洗的填縫塗料將其縫隙密封者；或經適當修平、密封或粉刷處理的混凝土皆是常見的實驗動物設施天花板建材。

- 2.一般而言，除非其材質具防水性且無不平整之接合處，懸吊式之輕鋼架天花板並非理想的實驗動物設施天花板。
- 3.也如同牆面，不應在天花板下方出現明管。

(五)空調系統

在實驗動物設施中，為使飼育室內之溫、濕度、空氣之潔淨度等飼育環境因子，皆不會隨戶外氣候或隨動物多寡與種類的變化而變化，設計可靠、易於維護且節省能源的空調設備進行人工環境控制是無法避免的。換言之，標準化實驗動物設施的 HVAC 主要是用來恆定飼育室之溫、濕度以及藉換氣與空氣過濾來維持空氣潔淨。為使特定飼育物種的環境溫、濕度能夠有效控制，將環境需求相似物種的飼育室設在同一區域，較利於空調技師進行設計。

- 1.動物飼育室之溫、濕度：一般而言，標準化實驗動物設施所需的 HVAC 應能將擬定之室溫控制在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的範圍內；相對濕度則應能維持在 30-70 %。再者，HVAC 若僅能作大區域的溫控，個別飼育室可因為動物多寡，或空氣溫度在風管中的變化，使部分飼育室之溫度失控，故在每一飼育室添設可微調整室溫的裝置，可使飼育室得更適當的室溫。
- 2.換氣：一般而言，實驗動物設施多使用全換氣的 HVAC，全換氣即不循環使用經排出飼養環境的空氣。使用非全換氣系統可以節省能源，但通常不易確保長期低臭氣與高潔淨度之要求。且全換氣 HVAC 的換氣率需達 10 次/小時以上，才易達成上述要求。若循環使用排出的空氣，則在維持空氣的質與量上應符合第十章之建議標準。
- 3.空氣過濾、壓差等污染管制設計：在須保持高度潔淨的功能區室應採用高效能微粒濾網(high efficient particulate air; HEPA)過濾進氣，例如：SPF 動物飼育室與應用免疫不全動物進行試驗的操作區、外科手術區等。在手術區、操作區、飼育區及工作區等部份區室與其相鄰之區間，應具備氣壓差，例如：檢疫區、生物性危害的隔離飼育與試驗操作區、靈長類動物飼養區等應維持在陰壓狀態，而手術區、SPF 動物飼育區、乾淨之器械儲存區等則應維持陽壓。當然，應用控制進風量與排風量所造成的區間大氣壓差，在門扇開啟至關閉的短暫時刻，因產生局部氣旋亂流，可能導致污染源自陰壓處向陽壓處擴散，故不應該僅以區室間的壓差，作為管制污染之唯一或主要策略。為避免污染源散佈，應以具生物安全性之飼育櫃及操作櫃(biological-safety cabinet)、具獨立排氣的雙層門緩衝空間(exhausted airlock)及其他相關之設備，作為主要的污染管制的方法。再者，應依照污染源的種類、產生量以及可能造成之危害程度，規劃恰當的排氣處理方式。
- 4.監控：例行監控 HVAC 是必須的且最好能落實到監控每一間飼育室。
- 5.失控應變設計：常見的實驗動物物種，在環境溫、溼度偶然發生短暫變化(已超過一般建議飼育這些物種的範圍)時，並不會造成它們生理機能之劇烈變異。一般在設計 HVAC 時，多會依據實驗動物設施所在地氣候之變化，使其控制能力能應付在最高與最低平均溫、濕度的 $\pm 5\%$ 誤差範圍內。當氣候有極端異常情形出現而超出 HVAC 控制能力或發生故障時，HVAC 應具備對系統作適度之自動取捨調整，盡量維持所需之溫、濕度，例如：啟動額外的空調主機、全換氣切換成部份循環、改變換氣率等常見的設計，則是使系統仍能夠

暫地以較低之輸出來維持飼育室之需求，避免室內溫、濕度異常過久，而導致動物死亡。除非有進行具生物性危害試驗的隔離飼育區，並不一定需要完整地在同一區域設置重複數套 HVAC。此外，對於棚舍型的實驗動物設施，當排風系統故障時，可使用電風扇等輔助設備，即可達暫時維持通風之目的。

標準化實驗動物設施的 HVAC 常佔設施總造價的三分之一以上；在運轉時所耗損之能源，可達整體設施之五分之四；故在例行維護上所需投入的關注，並不亞於實驗動物的例行飼養工作；再者，其部份重要元件的壽命不長，故造價、維持與折舊之昂貴程度，遠高於大型的籠具洗滌與滅菌機械。在全年高溫、多濕、空氣品質惡劣的台灣，實驗動物設施的規劃與經營者，實應對這人工環境控制系統的設備有一定程度的認識。

(六)電力與照明

1. 規劃電力系統時，應注意其安全性，且能提供適當之照明與足夠之電源插座；再者，在細部設計時，使用單位應提供特殊儀器、設備所需電源之正確安培數，以利建築師之設計作業。
2. 為應付停電時所需之能源，應規劃可提供足夠之備份電力供應系統或緊急發電機，使飼育室、手術室及其他功能區域之關鍵設備，例如：HVAC 及其支援系統、冰櫃、強制換氣籠架、隔離操作箱等不致於完全停止運作。
3. 飼育室內之燈具、定時器、電燈開關及插座等應妥善密封其縫隙，避免蟑螂等昆蟲藏匿其內。內藏式之省電日光燈為動物設施中最常使用之燈具。為恆定光照期，飼育室之照明應以定時器控制。定時器也應列入例行檢視的項目，方可確保其功能。為確保動物及人員之安全，照明燈具應具備密封式燈罩。在易潮濕的區室，例如：清洗消毒滅菌區、水生及兩棲動物飼育區，所使用之開關與插座應具防潮蓋板與斷電跳脫等安全設備。

(七)飼育室之門扇

1. 開啟方向：基於安全上之考量，飼育室之門扇多由走廊向飼育室開啟，若飼育室的門扇必須向外開啟，應在飼育室與走廊間規劃緩衝空間；例如：設玄關(vestibule)或前室(entry room)。
2. 門扇視窗：門扇上可設視窗，但視窗應氣密並設遮蔽光線裝置，方可真正避免室外之干擾並控制飼育室內之光照期(photoperiod)。
3. 大小：為方便例行飼育工作時，工作推車與籠架等設備之進出，常見的飼育室門扇為寬 105 cm、高 210 cm。
4. 材質與附屬五金：為避免蟑螂等污物之進出或藏匿其中，門與門框應能氣密且無死角。再者，門扇應選用耐撞、防腐蝕的材質。門把以內藏式較佳。為避免不必要的進出與安全，飼育室之門扇應具備門鎖，且應選擇僅由走廊側用鑰匙而飼育室內可隨時開啟的門鎖。此外，自動關門的門弓器或地絞鍊、防撞護板、踢腳板、維持氣密的下降門檻等皆是健全飼育室門扇功能的應細心選用的附屬五金。

(八)飼育室與戶外相通的窗戶

用於靈長類、犬、經濟動物或其他大型動物的飼育室，具備窗戶往往被認為是一種可增進人道飼育環境的方式。然若窗戶影響室溫與光照的恆定，進而造成實驗動物之生理無法持恆，或者，有安全上的顧慮時，則不應設置。

(九)飼育室

- 1.飼育室之大小應依擬使用的飼育籠具規格與擬放置的方法，加以訂定。一般而言，制式的籠架多為長 180-200cm，深度則不定，再者，籠架皆具有輪子以利推動，故可運用模組設計的觀念規劃飼育室大小。
- 2.空調進風口與回風口在飼育室的位置與進風口的擴散裝置形式，決定新鮮空氣在室內的分布，進而影響換氣效率，且影響籠具之放置位置，在規劃時應與建築師友恰當之溝通。此外，回風口應具過濾網，以免動物之毛屑等物進入回風管。
- 3.若擬採用自動飲水系統，應在規劃時即提出設計，飼育室中並不一定需要裝設水槽，但若擬裝設，則應妥善規劃其在飼育室中的位置，再者，水槽之排水管應不落地而應由牆內排出。
- 4.有些飼育籠具需要電源，故應規劃插座於恰當之位置，且明確告知水電技師所需電源之伏特數與安培數。
- 5.飼育室之各種其它要求，請參見本節(一)至(八)。

(十)走廊

- 1.寬度：實驗動物設施內部賴以連絡各區室的走廊寬度，應以滿足例行之人員交通與移動籠具等設備的大小與頻度為設計原則。一般而言，走廊寬度多不少於 180 cm (常見的走廊寬度為 180-240 cm)。
- 2.噪音與污染之阻隔：連絡會產生大量噪音或具污染源之區室的走廊，例如通往飼育犬、豬等大型動物的區室以及清洗、消毒及滅菌區域的走廊，應考慮在出入口處之走廊設置雙層門，在兩門間形成一緩衝區，或應用其他可阻隔噪音或污染源的方式。
- 3.管路維修口之位置：各式管路之維修口；例如：電源之保險絲開關箱、水管與排水管之清潔口、空調管路之維修貓道入口等，若必須設置在動物設施內部，則應盡量避免設置於飼育室中，而將之設在走廊。此外，常設置在走廊牆面的警鈴、消防栓、滅火器箱、電話等設備，應將之設置於較高或可避免因例行搬動籠具等設備時遭碰損的位置。

(十一)清洗消毒設施

規劃一功能完備的共用區域作為飼育設備與飼育材料之清洗、消毒與滅菌是應該的。一般而言，此區需配備恰當的機械設備進行清洗、消毒與/或滅菌。故在規劃時，應同時考慮下列因素

- 1.此區在實驗動物設施中的地理位置，其與飼育室、廢棄物存放區及儲物區之動線關係。
- 2.為方便進出，門應夠寬。
- 3.足夠的待清洗與洗淨後之暫置(staging)以及機械設備的操作與維修空間。

- 4.妥當安全的墊料棄置及籠具清洗前工作程序。
- 5.分隔動物與籠具設備在乾淨區與待清區間之動向。
- 6.對有必要隔熱絕緣之牆面及天花板作恰當之處置。
- 7.作恰當的消滅噪音。
- 8.設計足量的冷、熱水與蒸汽管路、地面排水系統以及電源。
- 9.通風(排風)設備，也包括清洗、消毒與滅菌機械需排除的蒸汽及/或其它氣體之排風設備。

(十二)儲藏區域

- 1.應規劃足夠的空間以利存放設備、消耗品、飼料、墊料及各類廢棄物。若例行政運作所需物品的供應來源穩定，則不須預留過大之儲存空間。
- 2.飼料、墊料庫房應與存放有毒害之危險物品的空間有適當之隔離。廢棄物亦應與其他物品分開儲存。
- 3.動物屍體及臟器殘骸應存放在 7°C 以下之冷藏或冷凍庫，以減緩腐壞；且也不應與其他物品一起儲放。
- 4.人員及設備所使用之走廊與通道不應作為儲存物品之場所。

(十三)噪音控制

- 1.噪音控制在實驗動物設施的規劃上，也是重要的一環。在規劃時應考慮將會產生噪音之設備，例如：放置籠具清洗機械的區域應與飼育區及實驗室有恰當的隔音分隔。一般而言，混凝土牆在隔音之效果上，遠優於金屬或石膏板牆，在實驗動物設施少有應用隔音材料直接塗抹在飼育室天花板上的設計，因為不易控制衛生與蟲害，然若採可清洗消毒之隔音建材直接砌合在牆面或天花板則是可行的。
- 2.由經驗可知，若走廊上的門扇採恰當之隔音門或作雙層門式緩衝空間，只要施工良好，即可有效地控制噪音經走廊傳遞。

(十四)警報系統

在規劃時，也應細心選擇火警、環境監控等警報系統、播音系統等設備之種類，並恰當設計裝設地點，尤其對會發出超高頻聲響之設備更應詳細考慮，以免干擾動物。

四、無菌手術設施與基因工程動物試驗操作設施

(一) 外科手術設施

- 1.手術區應與實驗動物設施其他功能區域有明確的分隔，降低不必要之人員進出機率，用以減少污染。
- 2.規劃實驗動物設施中的外科手術設施時，應以擬進行外科手術試驗步驟、物種與手術的複雜性等作為依據。嚙齒類動物的手術大多僅需精簡的空間與設備，例如：應用實驗室中特定的一角，配合適當管理制度，即可降低進行手術時，因室內其他活動對動物造成的可能感染。

- 3.一般而言，手術設施之大小與設備，決定於物種、動物數量、手術的複雜性，例如：使用大量嚙齒動物的外科試驗程序、特殊保定或其他設備、液壓升降手術操作台、經濟動物外科手術所需之排水系統、需藉大量人力與儀器設備配合的手術程序所增加空間需求等。
- 4.在規劃複雜的外科手術設施時，應先考量手術設施與其他支援單位，如診斷實驗室、X光照影室、工作人員辦公室、飼育室等等的相關位置(見本節(二))。
- 5.手術區所需的特殊籠具及儀器是依動物與手術的種類而定，其基本設計概念除以易保持潔淨，應以可維持動物生理功能為主要考量，例如可維持正常體溫與呼吸等。
- 6.如何有效地控制污染源與容易清理，是設計手術設施時的兩大原則。手術區內部應使用一體成型且不會吸附水份的表面建材。藉由通風系統供應過濾處理的空氣，並使之呈陽壓狀態，可顯著降低感染的機會。再者，進風口與排氣管口設置的位置配合恰當之換氣率，也可減少污染的發生。
- 7.規劃無菌外科手術作業區的區室時，應以盡量減少人員動向的交錯，且將相關但與手術操作無直接關聯的功能區室隔離在手術室外，砌牆隔間是隔離最好的方法，但也可應用緩衝空間；或在操作各項相關程序之間的時間，藉清理與消毒等方式作分隔。一般而言，細菌污染程度與術後傷口感染之病例數與參與手術的人數及活動頻度呈正相關，故可藉設置視窗、通訊系統(如通話機)、將門扇設計在恰當之位置等方式，減少非必要人員進出手術室。
- 8.為節約對各式設備的投資、所需空間、人力、減少動物輸送，以及強化對外科手術設施及程序的專業監督，手術設施應採集中管理的方式。

(二)完整的實驗動物無菌外科手術作業區

一般而言，完整的實驗動物無菌外科手術作業區應包含下列區室，在規劃這些區室時，所應注意的原則，也一併列述如下

- 1.外科手術器材準備與供應室：此室應設計成易清洗、消毒與滅菌器械，並含儲存手術器械與消耗品的空間，高壓滅菌爐通常置此空間。
- 2.動物術前準備室：此室則應設置方便清潔動物術部之一大型水槽。
- 3.更衣室與刷手室：更衣室為參與手術人員更換刷手衣與存放個人物品用。刷手間內則應配置恰當的外科刷手水槽，為避免因刷洗過程產生飛沫，刷手間應於設置在手術室外。
- 4.手術室：為方便清理，手術室內的各項設備應盡量避免固定，而以可輕易移動為原則。適當的手術無影燈、足量之電源插座以方便輔助儀器之使用、恰當的氣體麻醉劑廢氣處理設備等，皆是在規劃手術設施細部時應注意的事項。
- 5.恢復室：術後恢復室應規劃可提供動物由麻醉狀態順利甦醒所需之設備，並應容易對動物進行充分的觀察與照料，故對監控及支持儀器所需之電力及其它需求亦應在規劃時詳細思考。對以經濟動物進行含外科手術的研究而言，若是在似牧場樣的實驗動物設施進行，手術復原區可能根本不存在；在這類狀況下，工作人員應更加小心照料動物，以利動物復甦。

(三)基因工程動物程序設施

近年來，應用基因工程技術在胚行基因轉殖及剔除的各種研究，如雨後春筍般地在全世界展開。雖多使用啮齒動物，然基因經處理過的動物常成為新的動物模式，而期永久續代。故應用於基因轉殖的實驗動物，無論試驗前、試驗中、亦或試驗後皆應盡量維持潔淨用以避免病原侵入，故應用於這類試驗的飼育室與基因轉殖程序實驗室間的動線關係，必須特別注意避免污染。雖這類試驗所需進行的外科手術並不複雜，但若在程序中造成污染，除降低這類試驗的成功率，亦增加這類試驗的複雜性。在規劃一實驗動物設施時，若確立必須例行進行這類動物試驗，應考慮將基因轉殖程序所需之實驗室空間如同無菌外科手術設施般地規劃，或者，將兩者合併。此外，施行冷凍胚的實驗室也常在這類設施中。基因轉殖程序實驗室也應採集中管理，由專人負責。

參考文獻

- 1.王明升 淺談標準化實驗動物設施之空調系統 中華民國實驗動物學會會訊 1999年 第11期 第16至19頁 台北(民國八十八年)。
- 2.Clough G The animal housing: design, equipment and environmental control(1999). In Poole T Ed The UFAW handbook on the care and management of laboratory animals. 7th ed. Vol 1, Part 2 Animal units, pp 97-134 Blackwell Sci, Malden, MA USA.
3. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (1996). National Science Council USA
4. Hessler JR, Broderson JR King CS(1999). Rodent quarantine: facility design and equipment for small animal containment facilities. *Laboratory Animal* 28: 34-40
5. Lake JP, Haines D, Linder C Davisson M(1999). Dollars and sense: time and cost factors critical to establishing genetically engineered mouse colonies. *Laboratory Animals* 28: 24-31
6. Roberts CR The tropical animal house(1999). In Poole T Ed The UFAW handbook on the care and management of laboratory animals. 7th ed. Vol 1, Part 2 Animal units, pp 135-40. Blackwell Sci, Malden, MA USA.
7. Ruys T(1991). Handbook of Facility Design Vol 2 Laboratory Animal Facilities van Norstrand Reinold NY.