

實驗動物飼養管理及操作技術講習  
中國醫藥大學 (2014.10.03)

# 實驗動物之環境與飼養管理

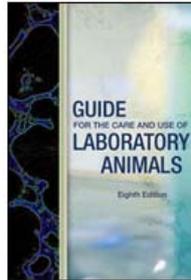
丁崇原

事業發展部  
樂斯科生物科技股份有限公司



## 大綱

- ❖ 動物設施環境
- ❖ 飼養籠舍
- ❖ 飼養管理
  - ❖ 飼料
  - ❖ 飲水
  - ❖ 墊料
- ❖ 群體管理
  - ❖ 行為
  - ❖ 動物識別
  - ❖ 記錄




© 2013 Biol. ASCO Taiwan

## 物理環境(Physical environment)

### Macro-environment

- ❖ 大環境
- ❖ 次要圍籬(Secondary enclosures)
- ❖ 間接影響動物的空間環境
- ❖ 環境控制(空調系統)、氣候
- ❖ 動物房、穀倉或野外棲息處所

### Micro-environment

- ❖ 微環境
- ❖ 主要圍籬(Primary enclosures)
- ❖ 動物直接接觸的空間環境
- ❖ 溫度、濕度、氣體組成及微粒
- ❖ 飼育盒、欄舍

**微環境和大環境的關係**

- ◆ 藉由空氣對流使兩圍籬間的氣候條件相互連通
- ◆ 微環境的氣候數值通常高於大環境




© 2013 Biol. ASCO Taiwan

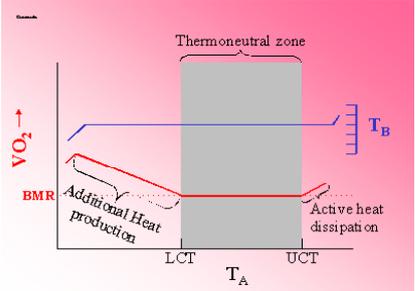
## 溫度和濕度

- ❖ 適宜的環境溫度？
- ❖ 溫度太熱或太冷都會造成動物緊迫
  - ❖ 啮齒類動物繁殖 ~72°F (23.3°C) 適合出生仔鼠(neonates)
  - ❖ 小雞、裸鼠和術後恢復的動物，應給予在適當溫度範圍內偏高的溫度；新生雞雛和仔豬應提供額外的熱源
  - ❖ 環境溫度 > 80°F (26.7°C) 會造成成年的大、小鼠產生熱緊迫
- ❖ 濕度(Humidity)：即空氣中水分的含量
  - ❖ 相對濕度(Relative humidity)應保持在 30-70%
  - ❖ 濕度過低產生環尾症(Ringtail) 和呼吸問題
  - ❖ 濕度過高產生呼吸和食物敗壞等問題




© 2013 Biol. ASCO Taiwan

## 適宜的環境溫度？



Thermoneutral zon (TNZ)：熱中性帶  
 Lower critical temperature (LCT)：低臨界溫度  
 Upper critical temperature (UCT)：高臨界溫度  
 Basal Metabolism rate (BMR)：基礎代謝率



© 2013 Biol. ASCO Taiwan

## 溫度及溼度

動物種類	溫度 (°C/°F)	相對濕度 (%)
小鼠、大鼠、沙鼠、倉鼠、天竺鼠	18-26 / 68-79	30-70
兔	16-22 / 61-72	
貓、狗、非人靈長類	18-29 / 64-84	
農場動物、禽類	16-27 / 61-81	

來源：Guide (2010, 8<sup>th</sup> ed.)



© 2013 Biol. ASCO Taiwan

## 換氣(Ventilation)

HVAC = Heating, Ventilation and Air Condition

### 換氣的目的

- ◆ 提供定量氧氣
- ◆ 移除由動物呼吸、光源和機器設備等產生的熱源
- ◆ 稀釋並排除動物房內有害的氣體和粒子，如NH<sub>3</sub>和CO<sub>2</sub>
- ◆ 調節室內濕度
- ◆ 產生靜壓壓差(static-pressure difference)

SNQ coolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan



## 換氣(Ventilation)

### 換氣率

- ◆ Exchanges of fresh air per hour (ACH)
- ◆ The Guide : 10-15 ACH

### 全外氣換氣 vs. 循環換氣

- ◆ 循環空氣來源
- ◆ 過濾循環的空氣可去除污染物質
  - 80-95% ASHRAE efficient filters / 99.0-99.999% HEPA filter

### 靜壓差：動物設施依功能性區分為正壓或負壓設計

- ◆ 正壓室房間內靜壓大於周圍環境靜壓
  - 屏障區(Barrier)、手術室屬於正壓系統
- ◆ 負壓室房間內靜壓小於週邊環境靜壓
  - 檢疫室(Quarantine)、感染或含有危險物質的區域應為負壓設計
- ◆ 應定期檢查壓差確保正確的壓差存在

SNQ coolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan



## 照明(Illumination)

### 光週期(Photoperiod)、強度(Photo-intensity)和光譜品質(Spectral quality)

- ◆ 室內照明應該均勻分布，且有足夠的亮度
- ◆ 照明的改變會造成動物緊迫和影響行為及生殖

### 光照週期(light/dark cycles)：12L/12D

- ◆ 人工光照需避免自然光線的變化及干擾
- ◆ 研究需求會有特殊的晝夜循環
- ◆ 固定時間開、關照明
  - 可使用定時器(timers)控制

### 在某些狀況下，可配合調整光照強度

- ◆ 動物飼養維持於低照度
  - 建議照度：130-325 lux (12-30 foot-candles)
  - 長期曝露強光會造成白化(Albino)動物的問題
- ◆ 人員工作時可適當增加照度

SNQ coolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan



## 噪音(Noise)與振動(Vibration)

### 動物房內應維持於65db以下

### 噪音(>85db)通常會對動物產生負面的影響

- ◆ 免產生跳躍行為造成傷害
- ◆ 齧齒類動物會影響繁殖
- ◆ 噪音會改變體內激素的分泌

### 工作人員應盡量避免突然或產生噪音

- ◆ 大聲喊叫、飼養盒的碰撞、用力開或關門
- ◆ 以舒緩的音調交談，對噪音敏感(noise-sensitive)的動物具有平撫的作用
- ◆ 對噪音敏感的動物飼養應避免安排於活動或人員出入頻繁的區域，並應遠離會產生噪音的動物，如犬和豬

### 收音機或音樂可適度降低背景音量(background noise)，以減少受到噪音驚嚇的反應(???)

SNQ coolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan



## 飼養設施(Housing)

### 主要圍籬(Primary enclosures)

- ◆ 飼育盒、飼育籠、欄舍

### 主要圍籬的要求

- ◆ 滿足動物正常的生理和行為活動
- ◆ 允許同種動物間的社會行為及位序之建立
- ◆ 保持動物的乾爽
- ◆ 通風良好
- ◆ 自由的採食及飲水
- ◆ 提供兼顧安全之環境使動物不致脫逃
- ◆ 無尖銳之邊緣或突出，造成動物傷害
- ◆ 可在不干擾動物的情況下，進行動物的實驗和觀察



SNQ coolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan



## 空間需求

### 考量因素

- ◆ 動物體型大小
- ◆ 心理及環境需求
- ◆ 活動力
- ◆ 行為型態
- ◆ 實驗設計需求

### 空間要求

- ◆ 垂直高度
- ◆ 結構空間
  - 地板面積
  - 牆面空間
  - 遮蔽物
- ◆ 內部陳設

Animals	Height, in	Floor area / Animal
Mice	5	6-15 (51) in <sup>2</sup>
Rats	7	17-70 (124) in <sup>2</sup>
Hamsters	6	10-19 in <sup>2</sup>
GPs	7	60-101 in <sup>2</sup>
Rabbits	14 (16)	1.5-5.0 ft <sup>2</sup>
Cats	24	3.0-4.0 ft <sup>2</sup>
Dogs	X	8.0-24.0 ft <sup>2</sup>

SNQ coolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan



## 籠舍材料(Caging Materials)

- ❖ 不鏽鋼(Stainless steel)
  - ❖ 表面平滑、耐用、不生鏽、不具滲透性
  - ❖ 昂貴(expensive)、但耐用性可抵高價
- ❖ 鋁質(Aluminum)
  - ❖ 質輕、但較不持久
- ❖ 鍍鋅材料(Galvanized steel)、鐵(iron)和木材(wood)
  - ❖ 不適合作為籠舍材料
  - ❖ 易鏽、且不耐化學清潔劑
  - ❖ 木材—粗造且易裂的表面，難以進行清潔及消毒
    - 以樹脂塗料塗刷較易於清潔，但不耐高溫水洗、造成刮傷



SNQ aacbac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCo

## 塑膠材質(Plastic Caging Materials)

- ❖ 一般特性
  - ❖ 不會鏽蝕、表面平滑、非滲透性、耐化學性洗劑
- ❖ Polystyrene/Polyethylene
  - ❖ 高溫水洗時會產生軟化或變形
    - Polystyrene 176°F/80°C ; Polyethylene 200°F/93°C
  - ❖ 強度：低到中等，Polyethylene優於Polystyrene
  - ❖ 常用於單次使用之可拋棄式籠舍
- ❖ Polypropylene (PP)
  - ❖ 可耐高溫水洗、但不透明
  - ❖ 不透明(non-transparent)，適用於獨居(solitary)的動物
- ❖ Polycarbonate (PC) / High heat polycarbonate (PPC)
  - ❖ 結構強度大、耐碰撞、透明度佳、價格相對較低、為最普遍使用的材質
  - ❖ 耐高壓蒸氣滅菌：PC (>250°F/121°C) vs. PPC (>270°F/132°C)
  - ❖ 鹼或強酸性洗劑、芳香族和氯碳氫類化合物等會影響其強度



SNQ aacbac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCo

## 塑膠材質(Plastic Caging Materials)

- ❖ Polysulfone (PSU)
  - ❖ 耐受溫度 300°F/149°C；滅菌可達100次以上
  - ❖ 具有化學抗性，除了離子型界面活性劑(ionic surfactant)，可承受所有市售洗劑；但仍會受酮、芳香族和氯碳氫類化合物等影響
- ❖ Polyetherimide (PEI)
  - ❖ 耐溫達400°F/204°C；但不耐撞擊，特別是經過高壓蒸氣滅菌後
  - ❖ 對酸性洗劑和有機溶劑具抵抗力，但不耐鹼性化學物質
  - ❖ PEI色深、透光性差
- ❖ Polyphenylsulfone (PPSU)
  - ❖ 具有最大的化學抵抗力、高滅菌溫度(380°F/193°C)和耐碰撞特性
  - ❖ 可承受2000次以上的高壓蒸氣滅菌
  - ❖ 對有機和無機清潔劑耐受性佳
  - ❖ 價格較其他材質為高



SNQ aacbac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCo

## 啮齒類籠舍(Rodent Cages)

- ❖ 實底(Solid-bottomed)塑膠或不鏽鋼飼育盒
  - ❖ 一般需使用墊料(Contact bedding)
  - ❖ 水瓶和飼槽易辨識察看
- ❖ 微隔離系統(Micro-Isolator)更易於對飼養環境的控制
  - ❖ 具有濾紙的上蓋(Filter top)會限制房間和飼育盒內的氣體交換
  - ❖ 適用於標準籠架和通氣籠架(Ventilated rack)
  - ❖ 必須使用無菌操作台(hooded)或通氣工作檯(Ventilated workbench)
    - 飼料及飲水添加、飼籠更換和實驗操作
- ❖ 獨立通氣飼養系統(Independent Ventilated Caging ; IVC)
  - ❖ 每組飼養盒具有獨立的進排氣裝置
  - ❖ 送排風機均設有空氣濾網(初級+HEPA濾網)，提供潔淨的空氣
  - ❖ 操作能符合Barrier管理的原則

SNQ aacbac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCo

## 獨立通氣飼養系統(IVCs)



SNQ aacbac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCo



SNQ aacbac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCo

## 其他籠舍系統

- ❖ 懸吊式籠舍(Suspended Cage Systems)
  - ❖ 分為網底(Perforated bottom)和實底(Solid bottom)
    - 網狀底部可能造成動物足部或腳部傷害
    - 網狀底部較實底通風性為佳
    - 初生仔鼠(Newborns)會由網底部掉落,或直接接觸金屬會造成體溫降低
  - ❖ 廢棄物可透過底網掉落至收集盤內
    - 定期清理和清潔
- ❖ 前開式籠舍(Front-Opening Cages)
  - ❖ 單獨籠舍和多組籠舍(Multiple-cage rack)
    - ❖ 條狀(Bar)或網狀(Wire mesh)地板和收集盤
    - ❖ 飼槽和水瓶附掛於門上
    - ❖ 兔、貓、狗和靈長類常用
- ❖ 代謝籠(Metabolism cages)設計可以分開收集糞、尿液等檢體
  - ❖ 須定期清理
  - ❖ 防止飼料、飲水和檢體混合
  - ❖ 使用粉狀飼料有助於防止掉落於檢體中
  - ❖ 飲水頭設於籠舍外,避免污染尿液檢體

SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO



SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO

## Rabbit Rack



SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO

## Metabolism cages



SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO

## 飼料之種類

- ❖ 單味飼料原料(Natural-ingredients)
- ❖ 完全混合(平衡)飼糧(Mixed or balanced diets)
- ❖ 補充料(Supplements)
- ❖ 飼料添加物(Feed additives)
- ❖ 純化飼糧(Purified diets)
  - ❖ 半純化飼糧(Hemi-purified diets)
    - AIN-76A、AIN-93G、AIN-93M
  - ❖ 化學成份定義飼糧(Chemically defined diets)

SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO

## 飼料之型態

- ❖ 粒狀飼料(pelleted feed)
  - ❖ Rodent、GP、Rabbit & Farm animals
- ❖ 擠壓飼料(extruded feed)
  - ❖ 高壓加熱成型、Dog
- ❖ 粉狀飼料(powder feed)
  - ❖ 粉塵多,易產生呼吸道問題
- ❖ 碎粒飼料(crumbled feed)
- ❖ 液狀/半液狀飼料(liquid/hemi-moist feed)
  - ❖ Dog & Cat、易產生牙齒問題
- ❖ 罐裝飼料(Canned feed)
  - ❖ 成本高、生病動物或投藥
- ❖ 乾草塊(Hay cubes)
  - ❖ 反芻動物(Ruminants)、GP、Rabbit



SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO

## 市售飼糧(Commercial Diets)

- ❖ 標準飼糧應提供蛋白質、脂肪、纖維、熱能和其他營養含量等資料
- ❖ 保證飼料(Certified feed)應檢測殺蟲劑(pesticides)和重金屬(heavy metal)等污染物(contaminants)；且必須保證低於特定的標準
- ❖ 可高壓蒸氣滅菌(Autoclavable)和放射線照射(irradiated)飼料可用於屏障系統內動物之飼養
  - ❖ 飼料配方應考慮高壓蒸氣滅菌過程中，營養分被破壞的比例
  - ❖ 飼料亦可經放射線照射進行滅菌處理
  - ❖ 放射線照射之飼料通常以真空包裝，並明顯標示區別；如有膨脹或鬆脫，表示包裝破損，應停止使用

SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO

## 飼槽(Feeders)

- ❖ 依照飼料種類和型態選擇適當的飼槽
  - ❖ 易於採食飼料、易清理、無污染
  - ❖ 粉料用於J型飼槽易阻塞
- ❖ 常用飼料槽形式
  - ❖ 籠蓋(lids)之V型槽或懸掛式飼料槽進行餵飼
  - ❖ J型飼槽(J-shaped feeders)
  - ❖ 飼料鉢(bowls)
  - ❖ 使用懸掛(suspended)或分離(detachable)的飼槽有助於減少飼料的污染

SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO

## 飲水(Watering)

- ❖ 動物必須隨時能得到乾淨、新鮮的飲水
  - ❖ 水質監測：pH、硬度、微生物、化學污染物質
  - ❖ 水瓶如為雜物堵塞，造成動物無法飲水，應立刻清理或更換，避免動物產生病態
  - ❖ 可能因水中添加物的氣味，減少動物的飲水量
    - 加酸(pH 2.8-3.0)或加氯(5-15 ppm)抑菌
    - 實驗處理：投藥..
- ❖ 飲水之提供
  - ❖ 水瓶
  - ❖ 水鉢
  - ❖ 自動飲水系統
- ❖ 水瓶或水鉢可以監測飲水量
  - ❖ 進行飲水投藥時，必須使用水瓶或水鉢

SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO



SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO

## 墊料(Bedding)

- ❖ 墊料為直接和動物接觸或收集盤內排泄物的吸附物質
- ❖ 籠舍的設計決定墊料使用的形式
  - ❖ 直接和間接材料
- ❖ 墊料的品質要求
  - ❖ 動物福祉的考量
    - 環境多樣化(Enrichment)
    - 巢料
  - ❖ 不含有化學或微生物污染物
    - 揮發性芳香族化合物
    - 昆蟲或細菌
  - ❖ 能吸收水分但不使環境過於乾燥
  - ❖ 不產生過量之粉塵
  - ❖ 具膨鬆性、通氣良好
  - ❖ 符合經濟效益



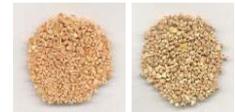
SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO

## 墊料種類

- ❖ 木質(鋸/刨木屑)
  - ❖ 硬木(Hardwood)
    - Maple, Beech, Birch, Poplar
  - ❖ 軟木(Softwood)
    - Pine
- ❖ 紙
- ❖ 玉米篙桿(Corn cobs)
- ❖ 乾草(Hay)
- ❖ 粗糠(Rice bran)
- ❖ 其它農業副產物



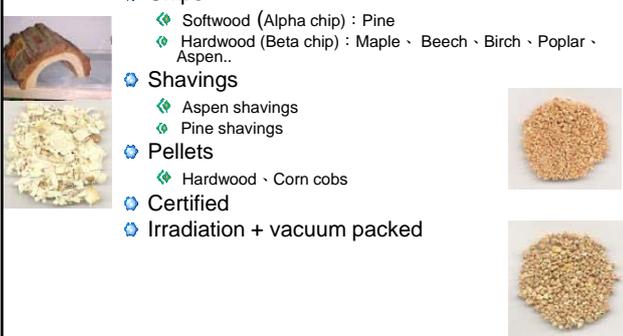
SNQ aacolac

© 2013 Biol. ASCO Taiwan

AASCO

### 木質墊料之型式

- ❖ Chips
  - ❖ Softwood (Alpha chip) : Pine
  - ❖ Hardwood (Beta chip) : Maple、Beech、Birch、Poplar、Aspen..
- ❖ Shavings
  - ❖ Aspen shavings
  - ❖ Pine shavings
- ❖ Pellets
  - ❖ Hardwood、Corn cobs
- ❖ Certified
- ❖ Irradiation + vacuum packed



### 群體管理：行為管理

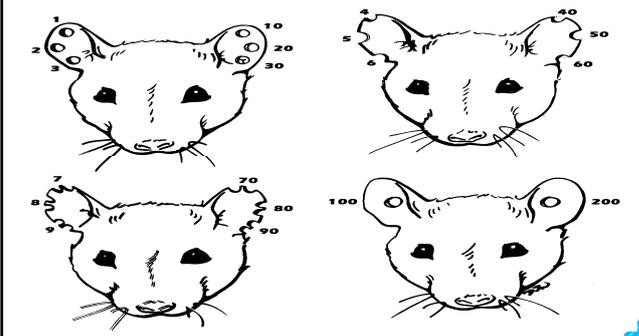
- ❖ 飼養籠結構
  - ❖ 飼育環境多樣化 (environmental enrichment)
  - ❖ 墊料、巢料、玩具、棲架或棲木、藏匿處
- ❖ 活動力
  - ❖ 運動場
  - ❖ 限制性實驗
- ❖ 動物異常行為
  - ❖ 自殘
  - ❖ 打群架
  - ❖ 原地打轉
- ❖ 社交行為
- ❖ 獨飼與群飼
  - ❖ 學習或模仿行為
  - ❖ 成熟公鼠、哺乳動物、術後恢復動物宜單獨飼養

### 群體管理：動物辨識(Identification)

<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ 群體辨識                             <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ 動物房</li> <li>❖ 毛色</li> <li>❖ 籠(盒)卡</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ 個體辨識                             <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ 籠卡(cage card)</li> <li>❖ 耳刻(notches &amp; holes)</li> <li>❖ 耳或翼標(ear or wing tags)</li> <li>❖ 剪趾(toe clipping)</li> <li>❖ 皮毛染色或剃毛(fur coloring)</li> <li>❖ 刺青(tattooing)</li> <li>❖ 烙印</li> <li>❖ 頸圈(neck ring)</li> <li>❖ IC晶片(IC chips)</li> </ul> </li> </ul>
--	---



### UNIVERSAL IDENTIFICATION METHOD FOR THE RODENT



### 群體管理：記錄保存

- ❖ 實驗計劃與記錄的保存
- ❖ 動物標示記錄卡
  - ❖ 動物品種/品系、性別、數量、動物/籠位編號、出生日、接收日、使用者/聯絡人資料、實驗摘要、特殊飼養需求...
- ❖ 每日工作記錄和檢查記錄
- ❖ 種群管理中應保存的資料
  - ❖ 動物品種/品系/形式、親代和系譜資料、動物編號、性別、配種日期、出生及離乳日期和數量...
- ❖ 疾病及死亡記錄
  - ❖ 獸醫管理資訊、檢體...
- ❖ 其他臨床記錄
  - ❖ 體重、體溫、飼料採食和飲水量、行為模式...
- ❖ 保存期限：3-10年 / 法令規範

### 人道管理：3R原則

