

2018 動物保護研究小論文獎

小論文題目：

藉環境豐富化增進小型實驗動物之動物  
福祉

小論文編號：\_\_\_\_\_

## 一、摘要

環境豐富化意旨在滿足動物基本需求外，改善有限環境且施予使動物福祉及生物功能精進的飼育措施，為最大化動物的物種特殊行為及降低壓力所致行為，使其如同身處自然環境中，並考量其社會性、活動、物質需求。

透過資料蒐集及整理歸納得知環境豐富化在不同小型實驗動物的實行狀況，並檢視該措施效果。小鼠之築巢行為豐富化最常見且對常見實驗變項影響甚微。可供啃咬的豐富化設施並未影響實驗數據。提供動物可操縱的設施、玩具等豐富化措施較不普遍，雖可練習生存技巧，但對注意力的影響有限，若與食物或築巢行為有關的玩具則可維持較久。

環境豐富化爭議在於可能影響實驗結果分析或使歸納扭曲，需經過更多組數據進行統計分析；也可能影響實驗可重複性，卻可避免狀態不佳的動物個體導致的實驗誤差。

關鍵字：環境豐富化、實驗動物、齧齒類、兔子、動物福祉

## 二、材料與方法

本文主要探討對於小型實驗動物的環境豐富化措施，藉由文獻資料的蒐集及整理歸納出環境豐富化的定義、目的，並針對不同實驗動物的習性施予各種措施，進而檢視豐富化措施的效果，並探討是否適用於臺灣的飼養環境。以 environmental enrichment、laboratory animals、animal welfare 搜尋 Google Scholar、NCBI PubMed 等資料庫以獲取相關之文獻，進行研究性質與實驗動物的交叉比對，檢驗文章內容是否相互矛盾及重合部分篩選文獻共 30 篇，並針對各篇文獻探討整理。此篇文章架構從環境豐富化的定義談論至其目的及分項，再依據不同的動物別及其習性分別探討相對應的豐富化措施，最終探討評估方法及其對於動物福祉的效果。

### (一) 環境豐富化之定義與目的

1. 定義：增進被圈養動物的環境品質，使其可以選擇活動或控制生活空間及社會環境 (Newberry, 1995; Stauffacher, 1995)。為了最大化圈養動物的物種

特定行為(species-specific behaviors)及盡量降低壓力所致行為而施予的飼養管理方式 (National Research Council, 1996)，使其接近身處在自然環境，並考量其社會性、活動、物質等需求。在滿足基本需求之後，得以改善貧瘠環境且使動物福祉及其生物功能精進的飼育措施。但環境豐富化效果可能因動物之性別、年齡、接觸措施之時間、當時之生理狀態有所不同，以及措施的設置為長期或短期、試驗需求等因素而異，且考量動物的演化歷史、自然行為及野外棲息環境，照護人員也應了解動物的習性及自然行為，並謹慎管理及操作實驗(Baumans, 2005; Bayne, 2018; Berge, 2003; Duncan and Olsson, 2001; Newberry, 1995; Olsson and Dahlborn, 2002)。

## 2. 目的：

- (1) 增加正向自然行為多樣性及表現頻率，達成表現自然行為的自由。
- (2) 減少異常行為出現頻率，如刻板行為。刻板行為意指未改變且不斷重複的無意義行為(Broom and Johnson 1993)，許多刻板行為是因為探索活動受限制而產生的，被認為反映了動物的痛苦(Mason, 1991)，且可能造成受傷或母性行為受干擾而生長遲滯及後代死亡(Garner and Mason, 2002)。
- (3) 增進其對環境的正向利用。
- (4) 使動物增進應對挑戰的能力。
- (5) 表現物種特殊習性，並建立動物全面照護計畫、營養、醫療照護。  
(Baumans, 2005; Leach et al., 2000; Olsson and Dahlborn, 2002)

## (二) 環境豐富化之分項：

### 1. 物質性豐富化(Physical enrichment)：

- (1) 營養豐富化(Nutritional enrichment)：給予新鮮食物、提供不同食物選擇。
- (2) 感官豐富化(Sensory enrichment)：增進視、聽、嗅、觸、味覺的豐富化措施，如玩具、跑輪(running wheel)、增加食物選擇。

- (3) 結構與基底(Structure and substrate)：給予其表現自然行為的設施，如給予墊料、巢料、避難所、獨處空間、巢箱(nest boxes)，使其得以調節體溫、防止高強度光線、外界干擾、具侵略性的群居者，並可安排自己的生活空間(Hutchinson et al., 2005)。
2. 社會性豐富化(Social enrichment)：同種或異種動物之間的接觸或非接觸的社會化，包括動物和人之間的社會化。
- (1) 接觸性豐富化(Contact enrichment)：有群居性的動物讓牠與同伴一起生活，最好是同胎次的個體。
- (2) 非接觸性豐富化(Non-contact enrichment)：以感官間接接觸同種或異種動物的社會化，例如帶其他個體毛髮或味道的糞尿、墊料巢料(Hutchinson et al., 2005)。

(三) 實驗動物別：

1. 齧齒類：

(1) 小鼠

- a. 習性：野生小鼠為夜行性雜食動物，遇到威脅時逃跑或躲藏，擅於鑽洞及築巢 (Suckow et al., 2000)。其具高社會性且有社會階級，可能有為了領土或社會階級的鬥爭行為，尤其是公鼠(Jennings et al., 1998)。實驗小鼠雖經過多代的選拔育種並長期飼育於實驗室環境中，但仍保有鑽洞築巢及社會性行為，向其他同伴尋求親密感且具社會階級(Van Loo et al., 2004)，而鬥爭行為則取決於品系。其具有趨觸性(thigmotaxis)，喜歡邊緣、周圍環境且避光，因此在標準規格的籠子中，小鼠常常將巢穴築於陰影或食物供應處及水瓶下(Baumans et al., 1987; Sherwin, 1996; Hutchinson et al., 2005)。
- b. 方法：跟其他物質性豐富化措施相比最偏好巢料(Olsson and Dahlborn, 2002)使其得以表現築巢行為，對於溫度、光線調節及繁殖有益(Jennings et al., 1998)。提供可啃咬的食物或物品磨牙。不透明的籠子，

減少光線和外來干擾。不喜歡較大的籠子，除非其中有可藏匿處。為群居動物，適合群居，且最好是同窩個體，抑或是使其有社會互動行為、可見到其同伴，以及照護人員撫摸、捧握使其熟悉實驗人員，減少對於實驗結果的影響。但同時也須考量到該小鼠品系，可能會有侵略性行為造成小鼠狀態不佳進而影響實驗進行。若為群居狀態，則墊料、巢料隨換籠時一同更新；若為獨居，則可保留一些舊的墊料、巢料提供其嗅覺線索，降低對新環境的焦慮(Baumans et al., 1987; Hutchinson et al., 2005; Olsson and Dahlborn, 2002; Sherwin, 1996)。

## (2)大鼠

- a. 習性：夜行社會性動物 (Boice, 1977)，遇到威脅時逃跑或躲藏，擅於鑽洞及築巢，光週期時待在其中。即使是公鼠也非侵略性，可以糧食或其他生物的廢棄物為食。同伴間大多透過聽覺溝通，甚至可以發出超音波 (Sharp and La Regina, 1998)。實驗大鼠仍保有挖洞及棲息於地洞中的行為、社會性及非馴化大鼠的交配行為(Boice, 1977)，但許多成年大鼠在第一次面對巢料時不會產生築巢行為，需透過社會學習 (Hutchinson et al., 2005; Van Loo et al., 2004)。
- b. 方法：偏好紙狀墊料，對巢料的偏好不顯著(與空籠子相比，動機測試)，但偏好有巢箱的籠子，因其可以限制光的進入，與有無巢料無關(Manser et al., 1998)。營養及感官豐富化方面偏好可供啃咬的物品、跑輪。因為群居動物，適合群居且最好是同窩個體，抑或是使其有社會互動行為、可見其同伴，以及照護人員撫摸、捧握使其熟悉實驗人員，減少對於實驗結果的影響 (Hutchinson et al., 2005)。

## (3)天竺鼠(豚鼠)

- a. 習性：野生豚鼠順從且體型小，善於奔跑，遇到威脅時逃跑或躲藏，或因聲響而靜止不動，棲息於現存的洞穴或避難所而非親自築巢，非夜行性，沒有確切睡眠時間但對強光、極端溫度或溫度變化敏感。草食性，啃咬行為多，無法自行合成維生素c。高度社會性，同伴間透過複雜的發聲系統及味道標記溝通，但可能為了交配權、空間、食物

而有侵略性行為(Terril and Clemons, 1998)。實驗豚鼠侵略性減少，正向社會互動增加，但對於新環境具較少的探索行為(Künzl et al., 2003)。

- b. 方法：因趨觸反應而偏好籠子邊緣(White et al., 1989)，也偏好更開放的空間。提供新奇食物，如蔬菜水果，同時也補充維生素c，但要定期更換食物種類。增加其社會互動或群居。提供其乾草、粗糧、樹枝等可啃咬的食物。因其本身沒有築巢行為，而是棲息於現存的巢穴中，因此可提供巢箱(Baumans, 2005; Hutchinson et al., 2005)。

#### (4)倉鼠

- a. 習性：夜行性動物，被捕食者，遇到威脅時逃跑或躲藏，擅於鑽洞及築避難所。日照縮短或溫度下降後，儲存食物進入假性冬眠。雜食性動物，尋覓水果、植物為食，並存於臉頰中。較前述的齧齒動物少社會性，僅在交配階段對他種動物較寬容(Field and Sibold, 1998)。實驗倉鼠的習性和野生倉鼠相差不大，仍保有低溫時假性冬眠、對其他不熟悉之成熟個體具侵略性等(Hutchinson et al., 2005)。
- b. 方法：偏好提供巢料、可躲藏及獨處的空間。倉鼠也偏好跑輪，增加其活動能力。提供食物及水果(Hutchinson et al., 2005)。

#### (5)沙鼠(gerbil)：

- a. 習性：在野外環境中建立隧道系統，因此，在實驗室中須提供適當設施使其得以表現挖掘行為，否則會導致刻板行為。(Baumans, 2005)
- b. 方法：他們需要足夠的空間且有適當大小的巢穴。需有 20 公分以上的墊料巢料供其挖掘、築巢，可考慮以樹枝、乾草為巢料、墊料，供其築巢及啃咬。(Baumans, 2005)

#### 2. 兔子：

- a. 習性：實驗室中的兔子仍然保有一些野生習性，因此需在實驗室中達成其生理和行為方面的需求，例如社會接觸、築巢、躲藏、探索、覓

食及啃咬。對掠食者警覺，在陌生情境中若無法找到避難所則出現恐懼行為反應，例如想逃跑、被保定時咬人、突然不動欲不被察覺。牠們會企圖將生活環境區隔成不同的區域，此舉可讓他們控制自己的行為 (Baumans, 2005)。

- b. 方法：在籠中提供輔助設施，如同避難所、巢箱、巢料、管子、平台等可提供其躲藏、探索及區隔生活空間的設施，也可提升其繁殖結果。建議獨居，若使其群居則建議提供視覺上的遮擋 (Baumans, 2005)。

### 三、結果與討論

#### 1. 評斷標準(Baumans, 2005)：

- (1)動物個體對豐富化環境的偏好。
- (2)物種特殊行為的表現。
- (3)環境豐富化對生理指標的影響。
- (4)對科學實驗結果的影響。
- (5)統計檢定力(根據選定的參數)。

#### 2. 評斷豐富化效果的方法：

- (1)選擇與偏好測試(choice and preference test)：選擇偏好的環境，但只能研究相對的偏好而非具體偏好或想避免某刺激的程度。但有時會產生爭議，例如偏好甜食而非所需營養(Hutchinson et al., 2005; Olsson and Dahlborn, 2002)。
- (2)動機測試(motivational test)：在「動物個體會追求最大的福祉」的前提下進行，動物個體會為了更能達成其基本需求的環境而努力。藉由動物願意為得到某刺激或資源而付出相對代價的行為測量其動機強度。準備付出愈多代價則其動機強度愈強，也代表該刺激、資源、行為愈重要 (Hutchinson et al., 2005; Olsson and Dahlborn, 2002)。

(3)檢測豐富化在行為及生理值上的效果：衡量該豐富化對動物的影響及是否增進動物福祉。測量的參數須考量到實驗目的、實驗動物品系及其狀態(Hutchinson et al., 2005; Olsson and Dahlborn, 2002)。

(4)行為測試：因單一生理參數可能不足以表現其動物福祉的影響，而行為是多項生理指標共同作用產生的影響，較適合用於衡量動物的狀態標準。如曠野實驗(open field test) 其根據趨觸性，中央環境意謂危險，而周邊環境相對安全(Hutchinson et al., 2005; Olsson and Dahlborn, 2002)。

### 3. 效果及衡量：

查詢到的資料中，實驗結果多以小鼠及大鼠為實驗動物，其他動物別資料則較少。築巢行為出現影響體溫調節能力，因減少消耗在溫度調節的能量而降低進食量但不減少體重(Olsson and Dahlborn, 2002)。築巢行為豐富化對常見實驗變項影響甚微。引入新物品或是增加結構複雜性可能造成壓力或侵略行為的增加(領土)，導致研究進度延遲、管理不易並對動物本身健康造成影響。大多機構給予巢料，而物質方面的豐富化，特別是提供其可操縱的設施、玩具等較不普遍。可供啃咬的豐富化設施並沒有影響體重、食物攝取量或血液生化值(Watson 1993)。避難所的效果難以衡量，因為沒有太多的研究資料。跑輪可能不會有益於表現自然行為(Sherwin 1996)。玩具可幫助建立探索行為、運動及視覺表現。玩樂行為可使其練習生存所需行為技巧，但玩具對於注意力的影響有限，若與食物或築巢行為有關則可吸引其注意力較久(Baumans, 2005; Hutchinson et al., 2005)。

## 四、結論

有許多學者擔憂關於環境調整可能導致實驗的變異度增加這件事，而研究資料的部分呈現兩相互矛盾的結果。爾後的研究則顯示環境調整對實驗結果沒有影響，無論是巢料添加或是巢箱及攀爬設施的給予皆是(Olsson and Dahlborn, 2002)。

環境豐富化(實驗變項)可能影響到實驗結果的分析或歸納之扭曲，也可能影響到實驗的可重複性(Hutchinson et al., 2005)。倘若不進行環境豐富化，動物福祉的不足可能導致動物個體不適用於實驗進行，影響實驗數據及分析。環境豐富化使



動物福祉上升，雖然可能因為不同品系、品種、性別、接觸環境豐富化時間、豐富化方式不同而導致不同的結果(可藉由實驗者間測試避免)，但卻可以避免狀態不佳的動物個體所導致的實驗誤差。需要專業人員、訓練、紀錄的標準化流程，進而使實驗得以重新驗證，並進一步研究評估環境豐富化的實用性及損益比，重點是對研究數據的改變極小。而不同物種、品系、年齡組和性別的偏好之間的差異也需要進一步評估(Hutchinson et al., 2005)。

## 五、參考文獻

- 國立嘉義大學實驗動物照護及使用委員會，2016。實驗動物飼養環境豐富化規範，  
取自：[http://www.ncyu.edu.tw/bioagriculture/content.aspx?site\\_content\\_sn=55454](http://www.ncyu.edu.tw/bioagriculture/content.aspx?site_content_sn=55454)
- Baumans, V., 2005. Environmental enrichment for laboratory rodents and rabbits: requirements of rodents, rabbits, and research, *ILAR J*, 46(2), 162-170.
- Baumans, V., Stafleu, F. R., and Bouw, J., 1987. Testing housing system for mice--the value of a preference test, *Zeitschrift fur Versuchstierkunde*, 29(1-2), 9-14.
- Bayne, K., 2018. Environmental enrichment and mouse models: Current perspectives, *Animal Models and Experimental Medicine*, 1(2), 82-90.
- Berge, E., 2003. Potential impact of proposed changes to ETS 123, AAALAC Connection Newsltr Spring, 1-4.
- Boice, R., 1977. Burrows of wild and albino rats: effects of domestication, outdoor raising, age, experience, and maternal state, *Journal of comparative and physiological psychology*, 91(3), 649.
- Broom, D. M., and Johnson, K. G., 1993. Assessing welfare: Short-term responses, In *Stress and animal welfare*, pp. 87-110, Springer, Dordrecht.
- Carlstead, K., and Shepherdson, D., 1994. Effects of environmental enrichment on reproduction, *Zoo biology*, 13(5), 447-458.
- Duncan, I. J. H., and Olsson, I. A. S., 2001. Environmental enrichment: from flawed

concept to pseudo-science.

- Field, K. J., and Sibold, A. L., 1998. *The laboratory hamster and gerbil*, CRC Press, Boca Raton, Fla.
- Garner, J. P., and Mason, G. J., 2002. Evidence for a relationship between cage stereotypies and behavioural disinhibition in laboratory rodents. *Behavioural brain research*, 136(1), 83-92.
- Hutchinson, E., A. Avery, S. Vandewoude. 2005. Environmental enrichment for laboratory rodents. *ILAR J.*, 46, 148–161.
- Jennings, M., Batchelor, G. R., Brain, P. F., Dick, A., Elliott, H., Francis, R. J., Hubrecht, R. C., Hurst, J. L., Morton, D. B., Peters, A. G., Raymond, R., Sales, G. D., Sherwin, C. M., West, C. and Raymond, R., 1998. Refining rodent husbandry: the mouse: report of the rodent refinement working party, *Laboratory animals*, 32(3), 233-259.
- Künzl, C., Kaiser, S., Meier, E., and Sachser, N., 2003. Is a wild mammal kept and reared in captivity still a wild animal?, *Hormones and behavior*, 43(1), 187-196.
- Leach, M. C., Ambrose, N., Bowell, V. J., and Morton, D. B., 2000. The development of a novel form of mouse cage enrichment, *Journal of applied animal welfare science*, 3(2), 81-91.
- Manser, C. E., Broom, D. M., Overend, P., and Morris, T. H., 1998. Investigations into the preferences of laboratory rats for nest-boxes and nesting materials, *Laboratory Animals*, 32(1), 23-35.
- Mason, G.J.,1991. Stereotypies and suffering, *Behavioural Processes*, 25(2-3), 103-115.
- National Research Council, 1996. *Guide for the care and use of laboratory animals*, Institute of Laboratory Animal Resources, Commission on Life Sciences. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Nevison, C. M., Hurst, J. L., and Barnard, C. J., 1999. Strain-specific effects of cage

- enrichment in male laboratory mice (*Mus musculus*)., *Animal Welfare*, 8(4), 361-379.
- Newberry, R. C., 1995. Environmental enrichment: increasing the biological relevance of captive environments, *Applied Animal Behaviour Science*, 44(2-4), 229-243.
- Olsson, I. A. S., and Dahlborn, K., 2002. Improving housing conditions for laboratory mice: a review of 'environmental enrichment', *Laboratory animals*, 36(3), 243-270.
- Sharp, P.E and La Regina, M.C., 1998. *The laboratory rat*, U.K., CRC Press, London.
- Sherwin, C. M., 1996. Laboratory mice persist in gaining access to resources: a method of assessing the importance of environmental features, *Applied Animal Behaviour Science*, 48(3-4), 203-213.
- Stauffacher M., 1995. Environmental enrichment, fact and fiction. *Scand J Lab Anim Sci* 22, 39-42.
- Suckow, M. A., Brayton, C., & Danneman, P., 2000. *The laboratory mouse*, CRC press, Boca Raton, Fla..
- Terril, L.A., Clemons, D.J., 1998. *The laboratory guinea pigs*. CRC Press, Boca Raton, Fla.
- Van Loo, P. L. P., Van de Weerd, H. A., Van Zutphen, L. F. M., and Baumans, V., 2004b. Preference for social contact versus environmental enrichment in male laboratory mice, *Laboratory Animals*, 38(2), 178-188.
- Watson, D. S., 1993. Evaluation of inanimate objects on commonly monitored variables in preclinical safety studies for mice and rats, *Laboratory animal science*, 43(4), 378.
- White, W. J., Balk, M. W., and Lang, C. M., 1989. Use of cage space by guineapigs, *Laboratory animals*, 23(3), 208-214.