

마우스 사육에 있어서 깔짚의 종류에 따른 물리적·화학적 성상의 변화에 관한 연구

임준성, 신동석, 조진연, 김현석, 김민수, 임 현, 안재범, 송지예,
김현철*, 정기수*, 이미숙**, 박영재***, 신명균****, 이민재¹

강원대학교 동물자원과학대학 수의학과 실험동물의학교실¹, 기생충학교실*
서울여자대학교 자연과학대학 식품과학부 식품영양학전공**,
전주기전대학***, 강원도가축위생시험소****
(접수 2005. 12. 15. 게재승인 2006. 3. 14)

Preferences and animal welfare of mice for type of bedding material

Jun-Sung Lim, Dong-Seok Shin, Jin-Youn Choi, Hyun-Seok Kim, Min-Su Kim,
Hyun Im, Jae-Bum Ahn, Ji-Yae Song, Hyeon-Cheol Kim*, Ki-Soo Jung*, Mi-Sook
Lee**, Young-Jae Park, Myung-Kyun Shin***, Min-Jae Lee¹

¹Department of Veterinary Lab Animal Medicine & Science, and *Department of
Veterinary Parasitology, College of Animal Resource Sciences, Kangwon National
University, Chuncheon, 200-701, Korea; **Department of Food & Nutrient, Division of
Food Sciences, College of Natural Sciences, Seoul Women's University, Seoul, 139-774,
Korea; ***Jeonju Kijeon College, Jeonju, 560-701, Korea; ****Gangwondo Veterinary
Service Laboratory, Chuncheon, 200-822, Korea

(Received 15 December 2005, accepted in revised from 14, March 2006)

Abstract

The type of bedding material has been reported affect the environment and animal well-being. Therefore, it has an impact on the health. So, bedding material is the most important factor in mouse environments. If it is not properly treated, experimental results are unreliable. In this study, various types of bedding material were evaluated in terms of physical characteristics and preference.

It was found that bedding material consisting of large fibrous particles and wide inter-particular gap were preferred. The characteristics of bedding material were further investigated by scanning the size and shape of particles. The results show that physical characteristics such as shape, ammonia absorption, particle size effect on experimental data.

Key words : Mouse, Bedding material , Environments, Absorption power

¹Corresponding author

Phone : 82+33-250-8678, Fax : 82+33-244-8678

E-mail : mjlee@kangwon.ac.kr

서 론

제한적인 조건에서 동물을 이용한 실험으로 과학적이고, 재현성이 있는 결과를 얻기 위해서는 잘 조절된 실험동물사육시설과 동물의 환경을 효율적으로 제어하여 쾌적하게 하는 것이 무엇보다 중요하다. 그러나 현재 국내 대부분의 동물실험실 현장에서는 사육 환경 조성과 관련된 문제를 고려하기 보다는 경제적인 측면 때문에 최소의 조건으로 사육하고 있으며, 더불어 동물사육 시에 가장 중요한 부분인 깔짚의 특성을 이해하지 못하며 관행적인 방식을 적용하고 있는 실정이다.

마우스 사육 시 깔짚은 연질과 경질로 구분되며, 이는 배설물과 수분을 흡수하고 nesting을 위한 재료로 사용되므로 마우스에게는 중요한 생활조건이 된다^{1,2)}.

본 실험에서는 현재 국내 실험동물실에서 사용되고 있는 깔짚의 물리적(가격포함), 화학적, 형태적 특성을 분석, 깔짚에 대한 객관적 기준을 제시하여 마우스 사육의 효율성 및 편리성에 대한 정보를 제공하고, 각각의 깔짚 중 마우스가 선호하는 깔짚은 무엇인지를 고찰하고자 하였다.

재료 및 방법

동물

본 실험에서 사육한 동물은 30-35g 범위의 *Slc:ddy*계 마우스 100마리이며, 암수를 각각 케이지에 5마리씩 분배하였다.

깔짚 준비 및 사육환경 조건

각각의 케이지에 사용된 깔짚은 현재 국내에서 시판되고 있는 5종류이며, 회사표시 없이 재질의 성질에 따라서 구분하였고, 각 케이지당 동일한 부피를 사용하기 위해 케이지 바닥으로부터 2cm 높이까지 채웠다.

사육환경은 NIH 가이드라인을 기준으로 설

정하여 실험하였다. 동물실의 온도는 $22 \pm 3^{\circ}\text{C}$, 습도는 $55 \pm 5\%$, 명암주기는 12시간으로 조절하였다. 사료는 실험동물용 고형사료를, 물은 정제수를 자유로이 섭취시켰다³⁾.

깔짚의 물리학적 성상 검사

깔짚 g당 단위 부피 측정은 사용한 5종에서 5g을 취하고 10 ml의 물을 채워둔 50 ml 시험관에 넣어 처음보다 증가한 부피를 측정하였다. 한편 수분 흡수량 측정은 10 ml의 물이 들어있는 50 ml의 팔콘 튜브에 각 깔짚 5g을 넣고 10 ml 부피의 수분이 얼마나 감소했는지를 4일간 24시간 간격으로 측정하여 기록하였다.

가격 당 부피계산은 각 깔짚 1포 당 가격을 이용하여 1원 당 부피를 계산하였다.

화학적 성상 검사

암모니아 흡수량은 깔짚을 4일간 교체하지 않고 24시간 간격으로 가스 측정기 Kitagawa AP-400 (Kyomyo/Kitagawa, Japan)⁴⁾를 사용하여 측정하였다. 검지관은 GASTEC NH₃ 3 ℓ를 이용하여 100ml를 흡인하여 그 값을 4일간 3회 반복하여 측정하였다. 측정치는 30 ppm의 암모니아 가스까지 측정할 수 있었고 30 ppm이 초과할 경우 암모니아 가스 50ml를 흡인하여 그 값에 2.6배를 곱한 값으로 보정하여 계산하였다.

형태학적 특성 검사

깔짚 A, B, C, E는 경질이고, D는 펄프를 가공하여 제조한 것이다. 각 깔짚의 외형조사는 디지털 카메라를 이용하여 동일한 부피를 육안검사 하였다.

깔짚의 미세구조 조사

깔짚의 미세구조를 명확하게 확인하기 위해서는 주사전자 현미경 (scanning electron microscope : SEM)를 이용하였다⁵⁾.

결 과

깔짚의 형태학적 성상

디지털 카메라를 이용하여 깔짚의 외형을 비교한 결과는 Fig 1과 같다.

연질 깔짚인 D의 경우 다른 깔짚과 비교하여 모양이 가로로 길게 늘어져 있는 형태로 이루어져 있다. 이것은 D가 연질 깔짚으로 펄프로 만들어져있기 때문에 다른 깔짚과 차이를 보이고 있었다.

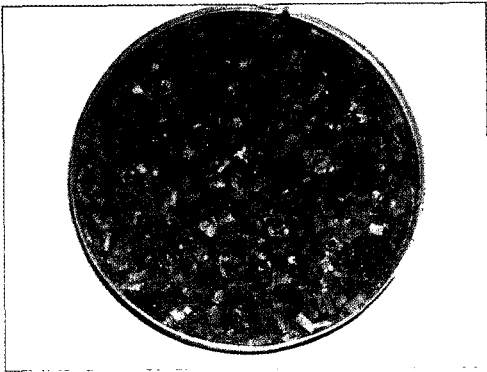


Fig 1-1. Bedding A

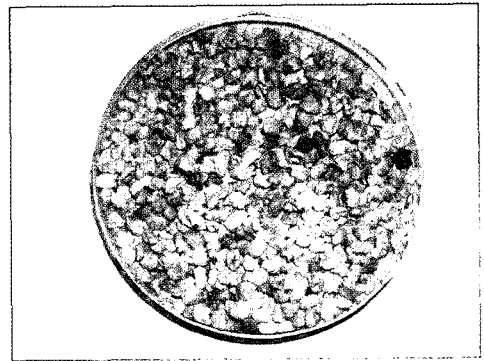


Fig 1-2. Bedding B

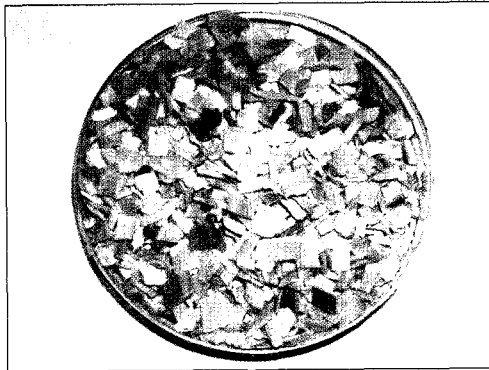


Fig 1-3. Bedding C

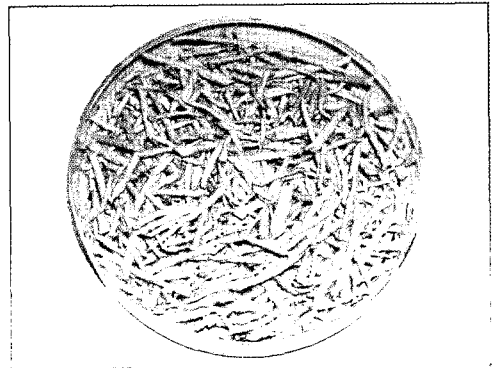


Fig 1-4. Bedding D

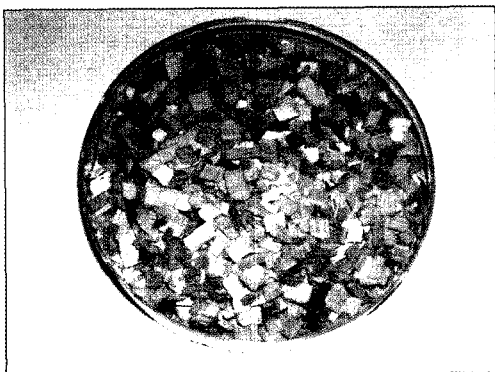


Fig 1-5. Bedding E

각 깔짚의 미세구조는 Fig 6에 나타난 것과 같다. A의 경우 깔짚 자체의 단면이 가로로 공극이 형성되어 있는 모양이다. 이것은 재질 가공 시 가로 단면으로 절단하여 생산하기 때문이다. 공극사이에는 작은 미세 섬유 질들이 다량 함유되어 있음을 알 수 있다. 이것은 C와 유사한 형태를 나타내고 있으나 보다 다양하게 가로무늬가 나타나 있었다. 반면 B, E의 경우는 절단면이 A, C와는 달리 세로로 절단되어 있어 공극모양이 확연하게 달랐으나, B와 E의 경우는 공극 개수에서 B가 훨씬 조밀하고 많이 형성되어 있었다. D의 경

우는 다른 경질 깔짚과 비교하여 가로 및 공극이 형성되어 있지 않았으며 공극사이의 분진이 훨씬 적게 분포함을 알 수 있었다.

물리학적 성상

g당 단위부피 측정 결과 D가 10.8 ml/g로 가장 낮은 B(2.8 ml/g)와 비교하여 8ml의 차이를 나타내어 깔짚은 종류에 따라 g당 부피가 현저하게 차이가 남을 알 수 있었다(Fig 2). 또한, g당 가격비교에 있어서 D가 2.50원/g로 A(1.11원/g)와 비교하여 2배 이상의 무게차이를 나타냈다 (Fig 3).

수분 흡수량의 차이에 있어서는 10g당 깔

짚의 수분흡수량을 비교하여 본 결과 D가 2.9g/ml로 B(0.6g/ml)와 비교하여 5배 이상의 현저한 수분흡수량의 차이를 보였다 (Fig 4).

화학적 성상

암모니아 흡수량은 24시간 간격으로 4일간 측정하였다. 깔집별 1일째 암모니아 측정량을 비교해 보면, A와 B가 동일하게 2.0 ppm의 관찰결과가 나왔는데 E(1.22 ppm)와 비교해서 현저한 차이가 나타났다. 이러한 경향은 4일째 까지 유사하였다. 4일째 D의 암모니아 흡수량은 9.2 ppm으로 다른 경질 깔짚과 비교할 때 높은 암모니아 흡수력을 나타내었다 (Fig 5).

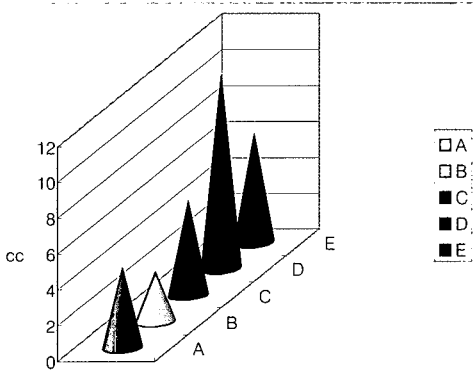


Fig 2. A rate of volume unit mass(ml/g)

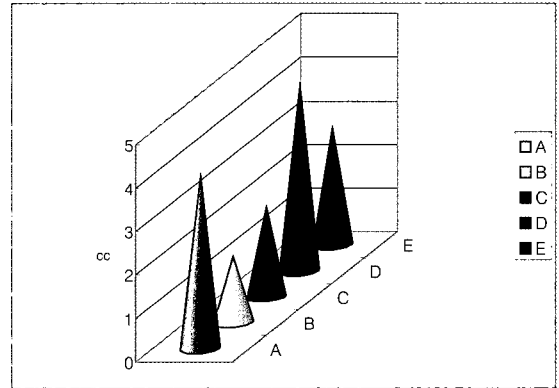


Fig 3. A rate of volume unit cost (ml/won)

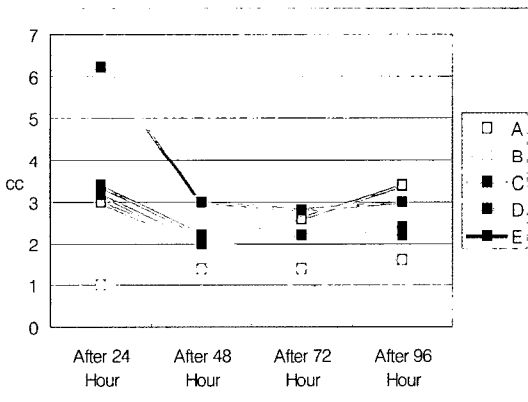


Fig 4. A change of water absorbtion for 4 days

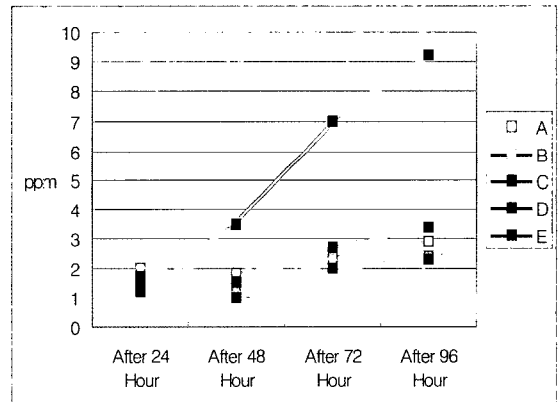


Fig 5. A change of ammonia gas absorbtion for 4 days

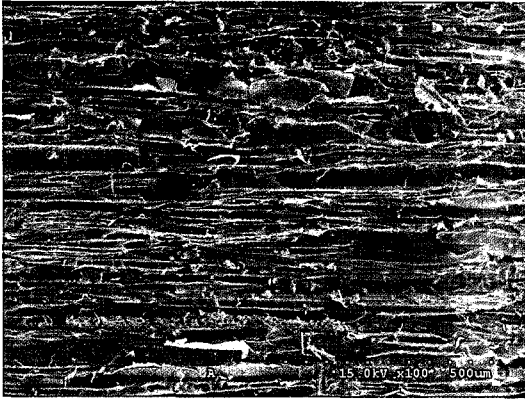


Fig 6-1. Bedding A

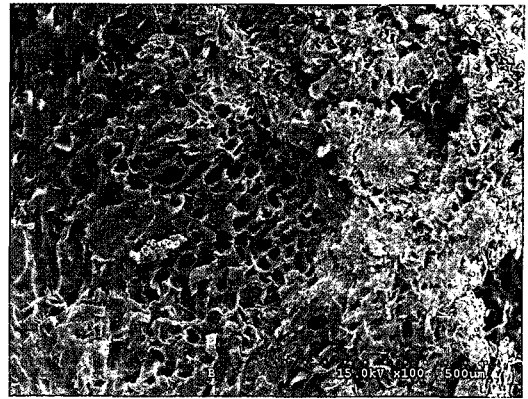


Fig 6-2. Bedding B



Fig 6-3. Bedding C

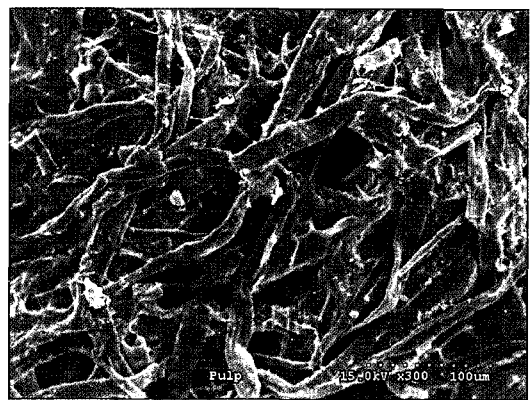


Fig 6-4. Bedding D

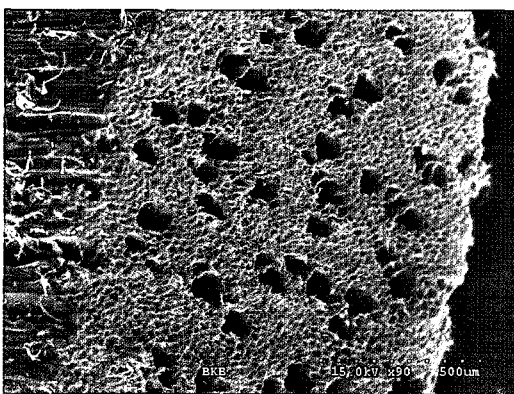


Fig 6-5. Bedding E

고찰

물리학적 성상인 g당 단위 부피는 깔짚을

선택할 경우 중요한 요소로 작용된다. 깔짚의 무게 당 부피가 큰 경우는 일반적으로 작업하기 용이하고, 임신된 마우스를 분만시키거나, 어린 동물들을 포육하는데 좋은 깔짚의 성분이 될 수 있다⁵⁻⁷⁾. 본 실험에서는 g당 단위 부피의 경우 깔짚 D가 가장 컸는데 이것은 연질깔짚 D의 재질이 재활용된 가공 펄프로 제작되었기 때문인 이유와, 다른 경질깔짚과 비교하여 상대적으로 압축도⁶⁾가 낮아서 단위당 부피가 크게 나타난 것으로 사료된다. 가격 당 부피를 비교한 실험은 일반적으로 가격과 무게를 비교하여 사용될 수 있는 깔짚의 양을 결정하는데 이용되는 정량평가 기준이다. 본 실험의 경우 가격 당 부피는 현저한 차이를 나타내지 않았으나, 결론적으로 연질깔짚의 경우 단위 포당 가격이 다른 경질

깔짚과 비교하여 낮았기 때문에 가장 가격이 싼 깔짚으로 분류되었다. 연질깔짚의 경우 가격이 가장 낮은 이유는 재활용을 통해 제조되었기 때문에 일반적으로 나무를 가공하여 제조된 경질 깔짚과 비교하여 가격이 저렴한 것으로 판단된다. 또한 수분 흡수량의 경우 다량의 노가 방출이 되거나 심한 냄새(요독증, 아세톤혈증)⁹⁾가 나는 동물실험에서 선택의 중요한 기준이 될 수 있는데, 특히 당뇨병 혹은 순환기 실험을 실시할 경우 순간적인 수분 흡수 능력이 우수한 깔짚이 권장되고 있다. 본 실험의 결과 깔짚 D의 경우가 수분 흡수력에 있어 우수한 결과를 나타냈는데, 단위당 부피가 크고 배설물과의 접촉 표면적을 높여줄 수 있기 때문에 배설물에서 비롯되는 암모니아 가스 및 유해물질을 효율적으로 제거할 수 있을 것으로 사료된다.

일반적으로 마우스의 경우 랫드와 비교하여 상대적으로 배설물의 양이 많지 않으나, 특수한 실험에 있어 다각적으로 이용 가능할 것으로 생각된다.

화학적 특성 중 암모니아 흡수량 측정 실험의 경우 분뇨에서 유발되는 암모니아 가스를 적절히 흡수하여 마우스에게 흡입되는 암모니아 가스를 최대한 줄여 마우스에게 양호한 환경을 나타내는 중요한 지표로 NIH 가이드라인에서는 그 기준치를 20 ppm이하로 규정하고 있다. 본 실험의 측정 결과를 살펴보면, 공극이 크고 수분 함유량을 많이 할 수 있는 재질로 구성된 연질깔짚 D가 동일하게 암모니아 흡수량이 높았음을 알 수 있다. 이것은 장시간 동안 분비되는 암모니아 농도를 최대한 흡수한 상태에서 유지되고 있음을 나타낸다. 케이지내의 암모니아 흡수량 기준은 20 ppm과 비교하여 상당히 높은 수치를 나타내고 있어 개별적인 환기장치를 가지고 있는 IVC 랙에 있어서는 사용하지 않고 있는 경우가 많다. 그러나 암모니아 흡수량은 케이지내에서 깔짚이 많이 흡수하는 것이 좋을 것인가 아니면 적게 흡수하여 공기 중에 방출하도록 내버려 두는 것이 효율적인 깔짚이 되

는가에 관한 문제는 차후 지속적인 실험이 필요하다고 사료된다. 기본적으로 공기 흐름이 원활한 곳에서의 암모니아 흡수력은 낮은 것이 유리하며, SPF 베리어 시스템이나 개별 환기장치를 가지고 있는 환경에서는 불리하다고 판단된다⁹⁾. 그러나 이러한 문제도 주당 깔짚의 교환 횟수에 의해 조절 가능하므로 충분히 검토하여 운영할 수 있는 조건이 된다고 생각된다.

본 실험에서는 국내에서 처음으로 깔짚의 물리적, 화학적인 성상을 정량적으로 분석하여 그 결과를 보여 주었다는 것에 큰 의의가 있으며, 앞으로 동물복지와 관련된 부차적인 문제에 관해서는 동물행동학적인 측면에서 지속적인 깔짚과 엔리치먼트와의 상관관계를 행동학적으로 연구해 볼 필요가 있다고 사료된다.

결 론

국내에서 이용되는 다양한 형태의 깔짚 중에서 임의로 선정한 5 종류의 제품을 기준으로 실험동물시설과 동물 환경에 보다 효율적으로 제어하는 방법을 물리적성상과 형태학적인 특징 암모니아 흡수력, 사육 시 동물의 기호도 및 동물복지에 관한 항목 등을 다각적으로 비교하였다. 그 결과 연질 깔짚인 펄프로 제작된 제품의 품질이 상대적으로 우수하다는 사실을 알 수 있었다. 그러나 동물복지 및 동물 행동학적인 측면에서 보다 자세한 검토가 추후 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. Beamer BV. 1989. Environmental enrichment for laboratory animals. *ILAR News* 31(2) : 5-11.
2. Blom HJ, Van Tintelen G, Van

- Vorstenbosch CJ, et al. 1996. Preferences of mice and rats for types of bedding material. *Lab Anim* 30(3) : 234-244.
3. Blom HJ, Van Tintelen G, Van Den Broek, et al. 1995. Development and application of a preference test system to evaluate housing conditions for laboratory rats. *Appl Anim Behav Sci* 43 : 279-290.
 4. Blom HJ, Van Tintelen G, Baumans V, et al. 1996. Comparison of sawdust bedding and wire mesh as cage flooring in preference tests with laboratory rats. *J Exp Anim Sci* 25 : 32-45.
 5. Broom DM, Johnson KG. 1993. Preference studies and welfare. In: Broom, DM.(Ed.), *Stress and Animal Welfare*. Champman & Hall, London : 145-157.
 6. Pelkonen KHO, Honninen OOP. 1997. Cytotoxicity and biotransformation inducing activity of rodent beddings, A global survey using the Hepa-1 assay. *Toxicology* 122 : 73-80.
 7. Van De Weerd HA, Van Loo PLP, Van Zutphen, et al. 1997. Strength of preference for nesting material as environmental enrichment for laboratory mice. *Appl Anim Behav Sci* 55 : 369-382 .
 8. Van De Weerd HA, Baumans V. 1995. Environmental enrichment in rodents. In: *Environmental enrichment Information Resources for Laboratory Animals*. AWIC Resoure Series, No 2 : 145-149.
 9. Van De Weerd HA, Van den Broek FAR, Baumans V. 1996. Preference for different types of flooring in two rat strains. *Appl Anim Behav Sci* 46 : 251-261.