

주거재료용 왕겨보드의 생물학적 평가*¹

윤효인*² · 장범수*² · 임종환*² · 이화형*³ · 한기선*³

Environmental Effect Evaluation of Rice hull Board for Housing Materials*¹

Hyo-In Yun*² · Beom-Su Jang*² · Jong-Hwan Lim*²
Hwa-Hyoung Lee*³ · Kie-Sun Han*³

ABSTRACT

As a countermeasure to reach self-sufficiency for wood supply and demand, we have to develop wood substitutes. Rice hull is the cheapest fiber material we can get in Korea, What is better the yield of rice hull amounts to 1 million tons per year.

Before carrying out this study, new ecomaterial rice hull board for housing materials was developed successfully.

In order to evaluate whether the rice hull board with or without bioceramic treatment is suitable for housing materials, we studied the environmental effects of the above materials in comparison with the polycarbonate, stainless, or concrete on the adaptation (body weight, water/feed consumption, general signs, urinalysis, autopsy, etc.) and the reproduction (litter size, newborn adaptation, etc.) of mice.

In conclusion, the concrete cage was the worst in the adaptation and so was the stainless steel cage in the reproduction. The rice hull board cage with or without bioceramic treatment was superior or equivalent to other material cages from the standpoints of the adaptation and reproduction.

Key words : rice hull board, environmental effect evaluation

*¹ 이 연구는 농림기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었음

*² 충남대학교 수의과대학, College of Veterinary Medicine, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

*³ 충남대학교 임산공학과, Department of Forest Products, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

1. 서 론

최근에 시멘트나 합성타일 대신에 목재가 천연의 아름다운 무늬와 따뜻한 촉감 단열성 및 온·습도 조절기능을 갖추어 인체의 건강에 크게 도움이 되는 건축자재라는 결과가 나오자 목질 마루판의 인기가 매우 높아지게 되었을 뿐만 아니라, 지금까지 없던 원적외선 방출목질 컴포지트의 제조기술이 개발되면 주거 환경재료로서 최첨단 조화형 제품으로 국민 건강에 크게 도움이 될 것이다.

왕겨를 이용한 환경친화형 목질신소재 개발(이 1998, 이 1999)에 관한 1차년도 연구결과에 따라 왕겨 그대로 사용하는 연질 왕겨판과 증밀도 왕겨보드를 성공적으로 제조하였고, 2차년도 연구결과(이 등, 1999)에 의하여 왕겨 자체의 원적외선 방사율이 매우 높아 인체에 매우 좋은 효과를 주는 재료로 판명되어, 원적외선 방사율이 높은 고기능성 주거재료로 개발되었다.

지금까지 주거환경재료로서 재질평가는 내구성과 강도 위주였으나 쥐의 사육과 번식 포육의 상태 실험(佐勝, 竹村 등. 1985, 1986)에 따라 목질재료가 콘크리트나 알미늄보다 주거 안정성이나 심리적 안정성이 월등히 좋다는 것이 확인되고 있으며 갓 태어난 쥐의 실험이나 사육과 포육의 환경 실험(佐勝, 竹村 등. 1985, 1986), 則元和 山田(1986) 등의 류마치스 환자, 양케이트 실험 등에서 콘크리트 주택보다 목조주택이 훨씬 좋다는 연구결과가 나와 있으나 시멘트 원료가 풍부한 우리나라로서는 싸고 견고한 철근 콘크리트 건물을 사용

할 수밖에 없으며 주거환경 내에서 인체에 친화성이 높은 값비싼 목재 및 목질재료는 건축내장 및 마루판, 벽재 등으로 최소한 사용할 수밖에 없는 시점에서 목재의 대체재로서 왕겨섬유를 활용하여 원적외선을 방출하는 왕겨판 또는 왕겨목질 컴포지트 등의 제품을 주거환경에 이용하게 되면 국민건강에도 지대한 공헌을 하게 될 것이다.

따라서 주거환경재료로 사용하기 위한 환경 조화형 특성을 구명하기 위해 쥐 사육을 통한 생물학적 평가를 진행하여 왕겨보드가 시멘트나 금속에 비하여 아주 좋은 재료라는 것을 증명하고자 본 실험을 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재료

2.1.1 왕겨 및 왕겨보드

쥐 사육을 위한 사육상자 제조용 왕겨보드를 위한 왕겨는 대전 유성구 근교의 정미소에서 분양 받았으며, 품종은 일품, 동진, 추청의 왕겨가 약 80%, 기타가 약 20%였다. 함수율 8%인 이들 왕겨에 MDI(4,4'-diphenylmethane diisocyanate) 12%를 첨가하여 열압시간 7분, 열압온도 170℃로 제조한 증밀도 왕겨보드를 표 1과 같이 제조하였다.

2.1.2 바이오 세라믹

왕겨보드에 첨가되는 바이오 세라믹은 SiO₂, Na, Al₂O₃ 산화물이 초미립화된 입자상 물질로서 분말형을

Table 1. Mechanical and physical properties of medium density rice hull board

Factor	Physical properties			Mechanical properties		
	specific gravity	M.C.(%)	Water absorption (%)	thickness swelling (%)	bending strength (kgf/cm ²)	IB strength (kgf/cm ²)
RH-MDI ¹⁾	0.63±0.01	1.46±0.325	12.17±0.561	3.58±0.633	201.45±15.26	5.95±0.553
RH-MDI-BC ²⁾	0.62±0.01	2.23±0.25	13.56±0.597	11.743±6	162.22±5.039	2.79±0.605

1) Medium density rice hull board treated by 12% of MDI resin on the oven dry weight of rice hull

2) Medium density rice hull board treated by 12% of MDI resin and 4% of bioceramic on the oven dry weight of rice hull

사용하였고 왕겨 전건중량에 대해 4% 처리하였다.

2.1.3 시험동물 및 사육환경

적용시험에서는 4주령의 ICR 마우스 (암컷 60 마리; 수컷 60 마리)를 대한실험동물센터로부터 구입하여 1주일간의 순화기간을 거치는 동안 체중이 전체 동물평균에 가까우면서 건강한 암·수 각 45 마리를 시험에 공여하였으며 이 때 체중은 수컷에서 27.8 ± 2.0 g이었고 암컷에서는 24.3 ± 1.8 g이었다.

또한 번식시험에서는 4주령의 ICR 마우스 (암컷 20 마리; 수컷 20 마리)를 삼육실험동물연구소로부터 구입하여 1주일간의 순화기간을 거쳐 체중이 전체 동물평균에 가까우면서 건강한 암·수 각 15 마리를 시험에 공시하였으며 이 때 체중은 수컷에서 34.8 ± 1.7 g이었고 암컷에서는 28.0 ± 0.7 g이었다.

시험동물은 항온(온도, $23 \pm 3^\circ\text{C}$), 항습(상대습도, $50 \pm 10\%$), 환기횟수 10-20회/시간 그리고 무진·무균의 청정공기가 공급되는 동물환경제어사육장치 (GOG Environmental Control Unit, 명진기계상사, 서울)에 암수별 각각 3마리씩 시험계획에 따라 폴리카보네이트, 무처리 왕겨보드사육상자, 바이오 세라믹 처리 왕겨보드 사육상자, 스테인레스 스틸 사육상자, 콘크리트 사육상자에 배치하였다. 사료는 실험동물용 고품사료 (천하제일, 제일사료주식회사, 대전)를 그리고 음수는 상수도수를 각각 제한 없이 공급하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1 바이오 세라믹 처리 및 무처리 왕겨 중밀도 보드 사육상 제조.

콘크리트 상자, 스테인레스 상자 및 이(1998, 1999)등이 보고한대로 원적외선이 방출되는 왕겨 컴포지트 제품 사육상의 쥐 사육을 통한 생물학적 평가를 하기 위해 일반적으로 쥐사육에 사용되는 폴리 카보네이트 상자와 동일한 크기($420 \times 260 \times 190\text{cm}^3$)로 무처리와 4%분말형 바이오 세라믹을 처리한 왕겨 사육상을 각각 10개씩 제조하였으며, 콘크리트 상자는 일반 시멘트와 모래를 섞은 모르타르(시멘트:모래=1:3)와 강화제를 시멘트의 중량에 대해 10%첨가하여 10개 제조하였으며, 스테인

레스 상자는 동일한 크기로 관련 업체에 주문, 제작하여 사용하였다(사진 1~5 참조).

2.2.2 쥐 사육을 통한 생물학적 평가

2.2.2.1 시험군의 구성 및 처치 방법

사육환경에 따라 각각 폴리카보네이트 (A), 무처리 왕겨보드 (B), 바이오 세라믹처리 왕겨보드 (C), 스테인레스 스틸 (D), 콘크리트 (E) 등의 재료로 제작된 사육상자에 적용시험에서는 암수별로 각 9마리씩으로 배치하여, 수컷의 경우 M-A, M-B, M-C, M-D, M-E 군으로, 암컷의 경우 F-A, F-B, F-C, F-D, F-E 군으로 구성하였으며, 번식시험에서는 각각 3쌍의 암수를 한 군으로 구성하였다. 군간 체중분포는 균일하도록 배치하였다. 깔집은 각각 폴리카보네이트 사육상자에는 폴리카보네이트 칩을, 왕겨 컴포지트 및 원적외선 방출 왕겨 컴포지트 사육상자에는 대패밥을, 스테인레스 스틸 사육상자에는 스테인레스 스틸 쇠밥을, 콘크리트 사육상자에는 콘크리트 칩을 깔집으로 깔아줌으로써 사육상자에 의한 영향을 시험하였다.

2.2.2.2 일반증상 관찰

모든 시험동물에 대하여 매일 1회 이상 사망 유무 확인과 함께 일반상태의 변화, 증독증상 발현 유무를 조사하였다. 일반증상은 식욕부진, 타액분비, 설사, 구토, 다뇨 및 무뇨, 분변의 변화를 중심으로 관찰하였다(Zbinden and Flury-Roversi, 1981; Lorke, 1983).

2.2.2.3 사료섭취량, 물섭취량 및 체중측정

주당 사료섭취량 및 물섭취량은 주 1-2회 측정하였으며 1주일간 공급한 양과 잔량과의 차이에 의해 구하였다. 체중은 시험 개시 1일전부터 일주일 간격으로 측정하였다.

2.2.2.4 요검사 및 혈액학적 검사

시험 최종일에 요시험지 (Combur 9 Test RL, Boehringer Mannheim, Germany)를 이용하여 각 군당 암수 각 3 마리에서 백혈구, 아질산염, pH, 요단백, 요당, 케톤체, 우로빌리로젠, 빌리루빈, 잠혈에 관하여 검사하였다. 부검시에 모든 동물을 에

테르 경마취시킨 후 후대정맥으로부터 채혈한 혈액 중에서 백혈구, 적혈구, 헤모글로빈, 헤마토크리트 등을 Hema check를 이용하여 측정하였다.

2.2.2.5 육안소견

전 실험동물에 대하여 관찰기간이 종료된 후 에테르 마취하에 방혈하여 부검하였으며 흉선, 부신, 정소, 난소, 심장, 폐, 신장 비장, 간장을 포함한 주요 장기를 육안으로 관찰하였다.

2.2.2.6 산자수 및 신생자 체중측정

각 시험상자별로 산자수를 측정하고, 분만 후 2일 간격으로 1주일간 신생자의 생존여부를 관찰하였다. 신생자의 사육상자에 대한 적응도를 측정하기 위하여, 분만 후 2주일이 경과한 후 14일, 21일째의 신생자에 대한 체중변화를 관찰하였다.

2.2.2.7 통계처리

체중은 군 분리시점의 체중에 대한 상대체중으로 환산하여 사용하였으며, 사육환경, 사육기간에 따른 체중의 차이 및 그 교호작용이 있는지를 알아보기 위하여 이원배치 분산분석 (two-way ANOVA)을 실시하였다. ANOVA 검정 결과 유의한 결과를 나타낼 때 ($p < 0.05$), 각 사육시점별 사육환경이 다른 두 그룹간의 체중 차이를 unpaired,

two-tailed Student's *t* test에 의해 분석하였다. 산자수와 신생자의 체중에 대해서도 위와 동일한 방법으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 쥐 사육을 통한 적응시험 결과

3.1.1 사망동물 및 일반증상

성차에 의한 영향을 고려하여 모든 시험은 암수 별로 나누어 실시하였다. 전 시험군에서 전 시험기간 동안 사망한 동물은 없었고, 또 사육상자에 기인한 특이한 임상증상도 관찰되지 않았다.

3.1.2 체중측정 결과

적응시험에서 모든 사육상자에서 4주 동안 체중의 변화를 관찰하였을 때, 시간이 경과함에 따라 암수 체중은 증가추세를 나타내었다. 이러한 체중 증가에 사육상자의 종류가 미치는 영향을 알아보기 위하여 통계학적 검정을 실시한 결과, 사육상자 및 사육기간에 따른 차이가 ANOVA에 의해서 확인할 수 있었다. 또한 사육기간과 사육상자 사이의 교호작용도 인정되었다. 따라서 각 사육상자간의 통계학적 유의성을 찾기 위해 실시한 *t*-검정 결과, Table 2와 Table 3과 같다. 수컷의 경

Table 2. Body weight in mice bred in the different dwelling conditions for 4 weeks (Unit : g)

Sex	Group	Weeks				
		0	1	2	3	4
Male	M-A	27.1±1.6	28.6±3.0	29.2±3.8	30.2±4.6	30.0±3.5
	M-B	27.2±1.8	30.3±2.2	31.4±2.7	32.7±2.1	34.2±1.9
	M-C	27.2±2.1	29.6±2.7	33.7±1.5	35.3±1.8	37.1±1.9
	M-D	27.0±1.8	30.3±1.7	29.8±1.6	32.8±1.8	33.3±2.3
	M-E	27.1±1.8	29.7±1.9	31.3±2.5	33.3±2.5	32.6±1.8
Female	F-A	23.3±1.1	24.4±1.3	26.6±1.2	27.4±1.3	27.8±1.8
	F-B	23.3±1.0	25.0±1.3	25.7±1.4	27.2±1.4	27.7±1.5
	F-C	23.3±1.0	24.3±0.8	26.4±0.8	27.9±0.9	28.4±0.8
	F-D	23.3±1.0	23.8±0.9	26.1±1.2	27.6±1.1	27.5±1.5
	F-E	23.3±1.0	23.3±1.2	25.1±1.7	24.6±1.9	24.7±3.2

Values are expressed as mean ± S.D. from nine mice.

Explanations of group are shown in Method and Materials(2.2)

우, 폴리카보네이트 사육상자와 바이오 세라믹처리 왕겨보드 사육상자는 2주째부터 체중의 차이를 나타내었으며 ($0.01 < P < 0.05$), 이러한 차이는 4주째에 더욱 커졌다 ($P < 0.01$). 왕겨보드 사육상자와 바이오 세라믹처리 왕겨보드의 경우에도 2주째부터 체중의 차이를 나타내었다 ($0.01 < P < 0.05$). 최종 체중에서는 바이오 세라믹처리 왕겨보드 사육상자와 모든 사육상자간의 체중의 차이를 나타내었다(Table 2). 암컷의 경우, 시험에 사용된 모든 사육상자가 콘크리트 사육상자와 비교할 때 3주째부터 체중차이를 나타내었다.(Table 3)

佐勝, 竹村(1985, 1986)등의 목재, 알루미늄, 콘

크리트 사육상자의 마우스 사육 시험결과 실내의 온도, 습도를 조절하지 않은 상태에서 각 사육상자별 마우스의 체중차이를 나타내고 있다. 반면 본 실험은 항온, 항습의 최적조건에서 실시하였으나, 위의 결과와 같이 각 사육상자별 체중의 차이를 보이고 있어 온습도가 최적조건으로 유지되는 상태에서도 재료에 따른 영향을 나타냈다. 따라서 아파트나 건물내의 온도와 습도가 조정되는 주거환경 내에서도 주거환경재료가 인체의 건강에 영향을 줄 수 있다는 사실을 간접적으로 시사하고 있다고 사료된다.

Table 3. Effects of dwelling conditions and time on body weight in male mice

	Week				
	0	1	2	3	4
A vs. B	-	-	-	-	0.01<P<0.05
A vs. C	-	-	0.01<P<0.05	0.01<P<0.05	P<0.01
A vs. D	-	-	-	-	-
A vs. E	-	-	-	-	-
B vs. C	-	-	0.01<P<0.05	0.01<P<0.05	0.01<P<0.05
B vs. D	-	-	-	-	-
B vs. E	-	-	0.01<P<0.05	-	-
C vs. D	-	-	-	-	0.01<P<0.05
C vs. E	-	-	-	-	0.01<P<0.05
D vs. E	-	-	-	-	-

Difference was estimated by Student's two-tailed unpaired t test between two groups of different conditions. (- : No significant)

Table 4. Effects of dwelling conditions and time on body weight in female mice

	Week				
	0	1	2	3	4
A vs. B	-	-	-	-	-
A vs. C	-	-	-	-	-
A vs. D	-	-	-	-	-
A vs. E	-	P<0.01	-	P<0.01	0.01<P<0.05
B vs. C	-	-	-	-	-
B vs. D	-	-	-	-	-
B vs. E	-	0.01<P<0.05	-	0.01<P<0.05	0.01<P<0.05
C vs. D	-	-	-	0.01<P<0.05	-
C vs. E	-	-	-	P<0.01	0.01<P<0.05
D vs. E	-	-	-	P<0.01	0.01<P<0.05

Difference was estimated by Student's unpaired t test between two groups of different conditions.(- : No significant)

3.1.3 사료섭취량 및 음수량

사료섭취량은 사육상자당 배치된 3마리 마우스의 1주일 량으로 표시하였다. 표준편차는 3개 상자의 측정치로부터 구하였으며 4주간의 성적을 Table 5에 나타내었다. 암수 모두에서 사육상자 상호간에서 유의성 있는 사료섭취량의 증가 또는 감소가 관찰되지 않았다(Table 5).

음수량은 사육상자당 배치된 3마리 마우스의 1주일 량으로 표시하였다. 표준편차는 3개 상자의 측정치로부터 구하였으며, 4주간의 성적은 Table 6과 같다. 암수 모두에서 사육상자 상호간에서 유의성 있는 음수량의 증가 또는 감소는 관찰되지 않았다.(Table 6)

Table 5. Food consumption per cage in the different dwelling conditions for 4 weeks (Unit: g)

Sex	Group	Weeks			
		1	2	3	4
Male	M-A	105.4±14.4	142.3±7.6	128.7±8.8	124.6±8.6
	M-B	99.4±32.7	97.2±16.9	134.7±23.8	135.7±17.1
	M-C	89.2±4.6	119.4±4.4	119.3±20.0	116.6±18.6
	M-D	93.11±4.2	125.0±1.1	124.4±16.2	124.1±17.2
	M-E	94.3±3.0	129.3±15.2	132.8±2.0	130.8±2.3
Female	F-A	63.1±3.1	105.0±11.9	94.3±0.3	105.4±3.4
	F-B	66.9±2.7	90.7±14.8	105.3±9.2	119.6±6.2
	F-C	76.4±6.9	110.2±5.5	102.3±10.0	118.5±12.0
	F-D	89.8±20.6	126.5±9.2	117.5±14.0	119.5±5.6
	F-E	58.4±6.3	123.2±44.3	109.1±33.9	129.7±9.1

Values are expressed as mean±S.D. from three cages.

Explanations of group are shown in Method and Materials (2.2)

Table 6. Water consumption per cage in the different dwelling conditions for 4 weeks (Unit: ml)

Sex	Group	Weeks			
		1	2	3	4
Male	M-A	248.6±6.2	227.0±12.1	269.1±6.9	247.2±25.1
	M-B	212.2±24.1	216.2±32.1	192.0±78.1	164.0±68.1
	M-C	216.2±32.7	248.8±35.8	174.6±39.3	170.5±48.2
	M-D	179.5±32.3	262.7±8.1	212.0±36.2	192.6±49.9
	M-E	185.4±27.3	283.5±40.0	222.1±40.1	206.1±29.0
Female	F-A	177.0±35.9	163.7±15.5	218.3±110.2	204.7±109.0
	F-B	103.5±10.6	118.0±47.7	138.8±17.0	126.5±9.3
	F-C	190.1±67.8	165.8±31.2	142.5±23.9	117.7±46.3
	F-D	148.4±10.7	197.1±9.1	183.1±15.1	184.6±31.8
	F-E	181.4±64.3	145.7±37.6	239.4±52.1	211.6±51.1

Values are expressed as mean ± S.D. from three cages.

Explanations of group are shown in Method and Materials(2.2)

3.1.4 요검사

사육상자에 따른 요검사상의 이상은 발견되지 않았다. 시험에 사용된 모든 동물의 요의 색도는 정상이었다. 요중 글루코스, 케톤체, 유로빌리노젠, 빌리루빈은 모든 동물에서 음성 또는 정상 반응을 보였다.

3.2. 번식시험결과

3.2.1 사망동물 및 일반증상

전 시험군에서 전 시험기간 동안 사망한 동물은 없었고, 또 사육상자에 기인한 특이한 임상증상도 관찰되지 않았다.

3.2.2 체중측정 결과

모든 사육상자에서 20일 동안 체중변화를 관찰한 결과, 시간이 경과함에 따라 암수 체중은 증가추세를 보였다.(Table 7) 이러한 체중증가에 사육상자의 종류가 미치는 영향을 알아보기 위해 통계학적 검정을 실시한 결과, 암컷에서 사육상자 및 사육기간에 따른 차이가 ANOVA에 의해서 확인되었으며, 사육기간과 사육상자 사이의 교호작용도 인정되었다. 이러한 결과를 바탕으로 암컷에 있어서 unpaired, two-tailed Student's *t* test를 실시한 결과는 Table 8과 같은데, 스테인레스 스틸 사육상자와 다른 사육상자간의 차이가 나타났다(0.01<P<0.05).

Table 7. Body weight in mice bred in the different dwelling conditions for 4 weeks (Unit: g)

Sex	Group	Weeks		
		0	1	2
Male	A	35.1 ± 2.1	34.8 ± 2.0	36.5 ± 2.7
	B	35.2 ± 1.8	35.0 ± 2.6	35.9 ± 2.0
	C	34.7 ± 1.7	34.4 ± 1.8	37.0 ± 2.0
	D	34.5 ± 2.1	35.7 ± 2.0	37.3 ± 0.6
	E	34.5 ± 2.1	33.9 ± 0.7	34.2 ± 0.5
Female	A	28.1 ± 1.0	31.6 ± 1.8	42.7 ± 2.0
	B	28.1 ± 0.9	31.7 ± 1.4	42.7 ± 2.8
	C	28.2 ± 0.8	31.2 ± 1.1	40.9 ± 3.7
	D	27.9 ± 0.4	28.3 ± 1.4	34.6 ± 1.7
	E	27.8 ± 0.5	30.0 ± 0.8	38.4 ± 1.9

Values are expressed as mean ± S.D. from three mice.
 Explanations of group are shown in Method and Materials (2.2)

Table 8. Effects of dwelling conditions and time on body weight in female mice

	Weeks		
	0	1	2
A vs. B	-	-	-
A vs. C	-	-	-
A vs. D	-	P<0.01	0.01<P<0.05
A vs. E	-	-	-
B vs. C	-	-	-
B vs. D	-	-	0.01<P<0.05
B vs. E	-	-	-
C vs. D	-	0.01<P<0.05	0.01<P<0.05
C vs. E	-	-	-
D vs. E	-	0.01<P<0.05	p<0.01<P<0.05

Difference was estimated by Student's two-tailed unpaired *t* test between two groups of different conditions.
 (- : No significant)

3.2.3 사료섭취량 및 음수량

사료섭취량은 사육상자당 배치된 3마리 마우스의 1주일 량으로 표시하였다. 표준편차는 3 개 상자의 측정치로부터 구했으며 4주간의 성적을 Table 9에 나타내었다. 암수 모두 사육상자 상호간 유의성 있는 사료 섭취량의 증가 또는 감소가 관찰되지 않았다(Table 9).

Table 9. Food consumption per cage of three mice bred in the different dwelling conditions for 3 weeks (Unit: g)

Group	Weeks		
	1	2	3
A	77.4±4.8	87.8±9.2	164.6±42.9
B	78.3±6.5	86.0±7.4	131.8±14.8
C	94.9±3.8	93.6±14.4	93.7±28.2
D	88.5±8.0	91.6±1.3	98.6±13.7
E	83.5±2.6	95.5±4.7	104.0±8.8

Values are expressed as mean ± S.D. from 3 cages. Explanations of group are shown in Method and Materials (2.2)

음수량은 사육상자당 배치된 3마리 마우스의 1주일 량으로 표시하였다. 표준편차는 3 개 상자의 측정치로부터 구하였으며, 4주간의 성적을 Table 10에 나타내었다. 암수 모두에서 사육상자 상호간에서 유의성 있는 음수량의 증가 또는 감소를 나타내지 않았다(Table 10).

Table 10. Water consumption per cage of three mice bred in the different dwelling conditions for 4 weeks (Unit: ml)

Group	Weeks		
	1	2	3
A	104.6±22.6	108.6±26.0	92.4±25.8
B	90.5±11.7	113.3±9.1	127.0±6.0
C	105.0±26.2	139.9±45.5	140.0±48.8
D	128.6±16.2	193.8±59.0	196.3±54.6
E	107.2±9.2	137.6±29.5	142.5±32.0

Values are expressed as mean ± S.D. from 3 cages. Explanations of group are shown in Method and Materials (II-2).

3.2.4 요검사

사육상자에 따른 요검사상의 이상은 발견되지 않았다. 시험에 사용된 모든 동물의 요의 색도는 정상이었다. 요중 글루코스, 케톤체, 우로빌리노겐, 빌리루빈은 모든 동물에서 음성 또는 정상 반응 보였다.

3.2.5 산자수 및 체중변화

전 시험군에서 임신기간은 마우스의 평균 임신기간인 19~20일(Hafez, 1970)로 나타나, 임신기간의 단축이나 연장 등을 발견할 수 없었다. 사육상자별 산자수와 분만 후 1주일 간의 신생자수의 변화를 Table 11에 나타내었다. 즉, 각 사육상자별 산자수를 기준으로 하여 볼 때 폴리카보네이트 상자는 11.3마리, 왕겨 상자는 13.7마리, 바이오세라믹처리 왕겨 상자는 10.7마리, 스테인레스 스틸 상자는 4.0마리, 콘크리트 상자는 10.7마리로서 스트레인레스 상자를 제외하고는 (0.01<p<0.05), 나머지 사육상자 상호간 통계학적 차이를 나타내지 않았다. 스테인레스 스틸 상자에서는 신생자가 수도 적을 뿐만 아니라 (0.01<p<0.05), 분만후 1일이 경과한 뒤 신생자 모두가 사망하였다. 분만 1주일 후의 생존 신생자를 검토하여 볼 때, 폴리카보네이트 상자는 11.0마리, 왕겨 상자는 12.5마리, 바이오세라믹처리 왕겨 상자는 9.3마리, 스테인레스 상자는 0마리, 콘크리트 상자는 8.0마리로서 출생한 신생자가 사망한 마리수를 보면, 각각 0.3마리, 1.2마리, 1.4마리, 4.0마리, 2.7마리에 해당되었는데, 신생자의 흔적이 모두 없어진 것으로 보아 모체의 cannibalism에 의한 것으로 판단하였다. 이 결과를 가지고 볼 때, cannibalism은 스테인레스 스틸 상자와 콘크리트 상자에서 크게 나타났고, 폴리카보네이트 상자, 왕겨 상자, 바이오 세라믹 상자에서 적게 나타났음을 알 수 있었다. 그러나, cannibalism의 경우도 스테인레스 스틸 상자를 제외하고는 (0.01<p<0.05), 다른 사육상자 상호간 통계학적으로 뚜렷한 차이를 나타내지는 않았다. 즉, 본 시험에서 발생한 각 사육상자에서의 cannibalism 발생율은, 佐勝, 竹村등(1985, 1986)이 사육·포육 환경을 조절하지 않은 채 목재, 콘크리트, 알루미늄 상자의 번식시험에서 발생한 것보

다는 뚜렷하지 않았다. 일반적으로 마우스의 신생자는 발열대사, 체온조절 등이 미숙하기 때문에 일부 신생자는 cannibalism에 의해 도태하는 것으로 알려져 있는데, 본 시험의 경우 온도, 습도 등을 일정하게 유지한 포육조건에서 실시하였으므로 cannibalism이 적게 발생하였으며 또 사육상자간의 발생율의 차이도 두드러지지 않게 나타났다고 사료된다.

Table 11. Litter size per cage of three mice bred in the different dwelling conditions

Group	Day				
	0	2	4	6	8
A	11.3±2.1	11.3±2.1	11.3±2.1	11.3±2.1	11.0±1.7
B	13.7±0.6	13.7±0.6	13.7±0.6	13.7±0.6	12.5±0.7
C	10.7±0.7	10.7±0.7	10.7±0.7	10.7±0.7	9.3±3.8
D	4.0±4.6	0	0	0	0
E	10.7±1.6	10.0±1.7	10.0±1.7	10.0±1.7	8.0±4.6

Values are expressed as mean ± S.D. from 3 cages. Explanations of group are shown in Method and Materials (2.2)

분만 후 14일령체의 신생자에 대한 체중측정을 1주간 실시한 결과를 Table 12에 나타내었다. 14일령의 신생자의 체중에는 유의성 있는 차이가 없었으며, 1주 후에도 유의성 있는 증가를 나타내지 않았다.

Table 12. Newborns body weight per cage in the different dwelling conditions (Unit: g)

Day	Group				
	A	B	C	D	E
14	7.4±0.8	6.0±0.4	8.4±3.3	-	6.6±1.5
21	8.7±1.0	7.2±0.2	10.0±0.6	-	6.9±0.6

Values are expressed as mean ± S.D. from 3 cage. Explanations of group are shown in Method and Materials (2.2)



Photo 1. The rice hull board cage

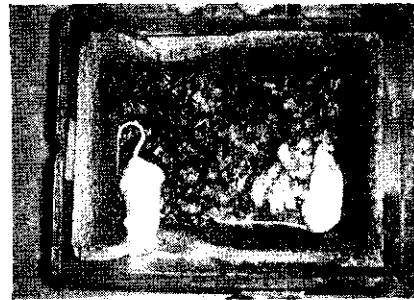


Photo 2. The bioceramic-rice hull composite

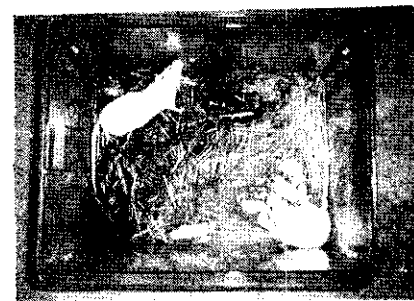


Photo 3. The polycarbonate cage

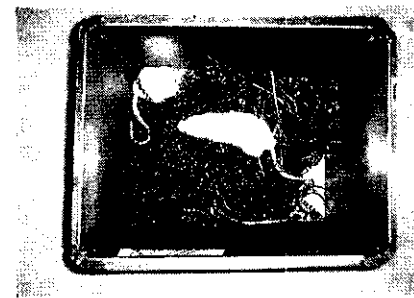


Photo 4. The stainless cage

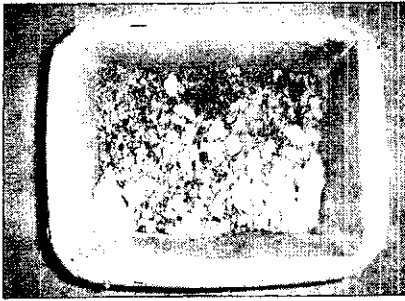


Photo 5. The concrete cage

5. 결 론

목재 및 목질재료의 95%를 수입하는 우리나라는 국내 목재 생산량의 약 2배에 해당하는 약 100만톤의 왕겨를 생산하면서도 마땅한 용도가 없어 이 왕겨의 효율적 이용을 위한 목질판상 제품을 제조하여 개발에 성공하였다(이등 1997, 1998, 1999). 개발된 왕겨보드를 주거환경재료로 사용하기 위한 환경 조화형 특성을 구명하기 위해 바이오 세라믹처리 왕겨보드 및 무처리 왕겨보드 사육상자와, 폴리카보네이트, 스테인레스 스틸, 콘크리트 등으로 만든 사육상자에 각각 마우스를 사육하여, 적응시험(체중, 사료소모량, 일반증상, 요검사, 부검소견 등) 및 번식시험(산자수, 신생자 적응 등)을 통한 생물학적 평가를 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든 시험군에서 전 시험기간 동안 사망한 동물은 없었고, 또 사육상자에 기인한 특이한 임상증상도 관찰되지 않았다.
2. 암수 모두에서 사육상자간에 유의성 있는 음수 및 사료 섭취량의 증가 또는 감소가 관찰되지 않았으며, 요검사 및 부검 소견상에서도 이상을 나타내지 않았다.
3. 모든 시험군에서 시간이 경과함에 따라 암수 동물 모두 체중이 증가하였다. 여러 사육상자 및 여러 사육기간 사이의 체중의 차이가 있었으며, 이러한 체중의 차이에 대하여 사육기간 및 사육

상자의 교호작용도 인정되었다.

4. 수컷의 경우, 바이오 세라믹처리 왕겨보드 사육상자는 폴리카보네이트 사육상자에 비하여 2주째부터 체중이 크게 나타났으며($0.01 < P < 0.05$), 4주째에 가서는 더욱 현저하게 체중이 증가되었다($P < 0.01$). 바이오 세라믹처리 왕겨보드 사육상자는 무처리 왕겨보드 사육상자와 비교하였을 때도 2주째부터 실험이 종료할 때까지 높은 체중을 나타내었다($0.01 < P < 0.05$). 실험 종료 기준으로서 할 때 바이오 세라믹처리 왕겨보드 사육상자는 콘크리트 사육상자 및 스테인레스 스틸 사육상자에 비하여 체중이 높게 나타났다($0.01 < P < 0.05$). 암컷의 경우, 사육기간 3주 및 4주째에 콘크리트 사육상자가 다른 모든 사육상자에 비하여 체중이 현저하게 낮았다.
5. 번식시험을 실시하는 기간 중의 체중변화를 관찰할 때, 암컷은 시간이 경과함에 따라 증가하였으며, 사육상자 및 사육기간 사이의 교호작용도 인정되었다. 특히, 2주째에 스테인레스 스틸 사육상자가 다른 사육상자에 비하여 체중이 유의하게 낮게 나타났다($0.01 < P < 0.05$).
6. 번식시험과정에서 전 군에서 임신기간 중 이상소견을 나타내지 않았다. 산자수의 경우에 있어 스테인레스 스틸 사육상자는 다른 사육상자에 비하여 신생자 수가 적었으며($0.01 < P < 0.05$), 분만후 1일이 경과한 뒤 신생자 모두가 사망하였다. 그밖의 다른 사육상자 간에 산자수의 차이는 관찰되지 않았다. Cannibalism은 스테인레스 스틸 상자와 콘크리트 상자에서 크게 나타났고, 폴리카보네이트 상자, 왕겨 상자, 바이오 세라믹 상자에서 적게 나타나는 경향을 보였다.

이상과 같이 여러 재질로 구성된 사육상자에 대하여 마우스의 적응시험 및 번식시험을 실시한 결과, 적응시험에서는 콘크리트 재질이 그리고 번식시험에서는 스테인레스 스틸 재질이 다른 사육상자보다 성적이 불량하였으며, 바이오 세라믹처리 왕겨보드 사육상자와 무처리 왕겨보드 사육상자는 다른 재질의 사육상자에 비하여 우수하거나 대등한 결과를 나타내었다.

참 고 문 헌

1. 李華珩, 姜春遠. 1998. 요소수지 연질왕겨보드의 개발. 한국목재공학회지 26(4)50-55
2. 李華珩, 韓基善. 1998. 왕겨-목질 혼합보드의 적정 혼합비율에 관한 연구. 한국가구학회지 9(1):59-64
3. 李華珩, 姜春遠. 1999. Manufacture of Insulation Board from Rice Hull, 日本木材學會誌 45(2)178-181
4. 李華珩, 韓基善. 1999. 폭쇄 전처리 왕겨로 제조한 보드의 물리·기계적 성질에 관한 연구. 추계학술발표논문집. 19-24
5. 李華珩 외. 1999. 왕겨를 이용한 환경친화형 목질신소재 개발. 농림부. 최종보고서. p98-106
6. 山正正編. 木質環境の科學. 海清社. 375-392
7. 佐勝 孝二. 1985. 環境科學研究報告集. B 229-R 21-12
8. 則元京, 山田正. 1986. 木材の居住性. 山田正編. 和60年度科學研究費總合研究(A)報告書, p 119
9. 佐勝孝二, 竹村富男, 都築一雄, 鈴木 弘. 1986. 木材の居住性. 山田正編. 和60年度科學研究費總合研究(A)報告書, p 151
10. Hafez. 1970. Reproduction and breeding technics for lab animals. Lea and febiger press. Philadelphia
11. Lorke D. 1983. A new approach to practical acute toxicity testing, Arch.Toxicol. 54(4), p 275-287
12. Zbinden G, Flury-Roversi M. 1981. Significance of LD50-test for the toxicological evaluation of chemical substaces, Arch.Toxicol. 47(2), p77-99