

목탄을 활용한 기능성 목질 벽판의 특성(Ⅰ)*

황 원 중**, 권 구 중**, 심 응 섭***, 이 성 재****, 김 남 훈**

Properties of Charcoal-packed Functional Wood Panel(Ⅰ)*

Won-Joong Hwang**, Gu-Joong Kwon**, Eung-Seob Shim***,
Sung-Jae Lee****, Nam-Hun Kim**

목		차	
1. 서론		3. 결과 및 고찰	
2. 재료 및 방법		3-1 목탄의 물리적 특성과 공업분석	
2-1 재료		3-2 각 상자내부의 온·습도 및 딸기의 중량 변화	
2-1-1 상자제작		3-3 딸기의 보존성	
2-1-2 목탄 및 딸기			
2-2 실험방법		4. 결론	
2-2-1 목탄의 물리적 특성 및 공업분석		참고문헌	
2-2-2 온·습도 및 중량 측정			

ABSTRACT

Five type boxes, which are from brick, wood panel, charcoal-packed wood panel, plywood panel and charcoal-packed plywood panel, were prepared. Relationship of preservation characteristic of strawberry and change of relative humidity in the boxes were measured. Physical properties and industrial analysis of white charcoal used were also investigated. Physical properties and industrial analysis showed that charcoal had: 1) 0.62-0.79g/cm³ of density, zero of refining degree and 8.6-9.4 of pH; and 2) 1.0-3.0% of moisture content, 1.9-2.9% of ash content, 3.9-5.0 of volatiles and 89.2-93.2% of fixed carbon, indicating high quality. During the experimental period, relative humidity was highest in the brick box and lowest in the charcoal-packed plywood panel box. Weight loss of strawberry was greatest in charcoal-packed wood panel box and very little in brick box. In the boxes with charcoal, strawberry was preserved for 6 days without mold, but in brick box it was covered with mold in 3 days. From these results, it is suggested that charcoal-packed wood panel can be used for better ecomaterial.

* 2002년도 산·학·연 컨소시엄 연구과제 수행 결과의 일부임

** 강원대학교 산림과학대학 College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

*** 대성산업(주) Daesung Industry Co. Hyoja 2dong, Chunchon 200-953, Korea

**** 강원도산림개발연구원 Forest Research Institute, Kangwon Province, Chunchon 200-939, Korea

1. 서론

목탄(炭)은 현대사회에서도 환경문제와 건강에 대한 관심이 고조됨에 따라 농업용, 산업용 및 일상생활에 널리 이용되고 있다. 이러한 목탄의 우수한 보존성은 문화재 보존, 구전 등의 간접적인 방법에 의해 인정되고 있다. 해인사 팔만대장경 보존, 석굴암, 다보탑 등(구, 2000)과 1972년 중국 하남성 장사사에서 발굴된 2500여년 지난 마왕퇴고분의 시신이 사망후 3~4일 상태를 유지한 경우가 좋은 예이지만, 직접적인 실험이 이루어진 문헌은 거의 찾아볼 수 없다. 따라서 본 실험에서는 목탄의 특성을 조사하기 위하여 목재와 목탄을 이용한 벽판을 제조하여 야채류중 딸기를 대상으로 여러 조건에서의 보존성 및 신선도 유지성을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

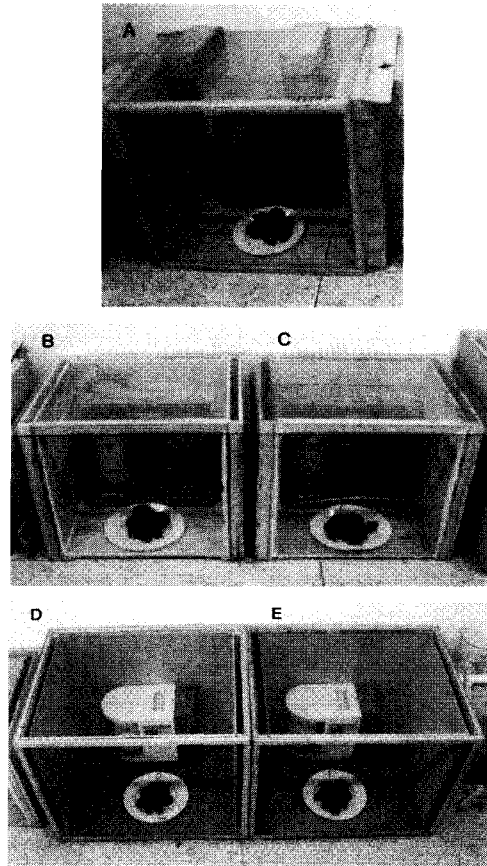
2-1 재료

2-1-1 상자제작

상자는 벽돌상자 1개, 원목상자 2개, 합판상자 2개로서 총 5개를 제작하였고, 원목과 합판으로 제작한 상자의 벽판은 3면을 2중벽으로 제작하였다. 제작된 상자들의 규격은 벽돌 상자 $50 \times 40 \times 45$ cm, 원목상자 $47 \times 40 \times 41$ cm, 합판상자 $58 \times 46 \times 47$ cm이다. 5개의 상자중 원목상자 1개와 합판상자 1개의 벽에는 목탄알갱이($10 \times 10 \times 15$ mm) 약 1.2kg을 넣었다. 목탄알갱이를 포함한 상자의 내벽은 목탄알갱이보다 직경이 작은 bore-hole(Φ 3mm)을 적당한 간격으로 뚫었다.

2-1-2 목탄 및 딸기

목탄은 강원도 홍천군에 소재한 (주)강원목탄에서 분양받아 사용하였다. 또한, 실험 대상이 된 딸기(*Fragaria* spp.)는 시중에서 용이하게 구입할 수 있는 일반 딸기를 사용하였다.



<Fig. 1> Experimental boxes in test.

- A: Brick box,
- B: Wood panel box,
- C: Charcoal-packed wood panel box,
- D: Plywood panel box,
- E: Charcoal packed plywood panel box

2-2 실험방법

2-2-1 목탄의 물리적 특성 및 공업분석

목탄의 밀도, 정련도, 수소이온농도 및 공업분석은 황 등(2001, 2002)이 실험한 방법과 같은 방법으로 측정하였다.

2-2-2 온·습도 및 중량 측정

5개 상자내부의 온도와 습도 측정은 자동 온·습도계(Sigma-II, SATO KEIRYOKI)를 사용하였다. 또한 중량변화는 최초 중량과 12, 24시간 간격으로 Explorer(OHAUS, 0.01g)를 이용하여 측정하였다.

각 상자에 딸기를 넣고 온·습도 측정 장치를 설치한 것은 Fig. 1에 보여주었다.

3. 결과 및 고찰

3-1 목탄의 물리적 특성과 공업분석

벽체내에 사용된 목탄의 물리적 특성을 측정한 결과는 Table 1에 보여주었다.

목탄의 밀도는 원료 목재에 비해 23-41%정도로 감소하였으며, 수중에 따라 다소 차이가 있었다. 일반적으로 기건밀도가 1.08g/cm³(森林總合研究所 木材利用部, 1982)로 알려져 있는 줄가시나무(*Q. phillyraeoides*)재는 탄화 후

1.06g/cm³으로 거의 밀도변화가 없었다.

정련도는 탄소량과 전기저항사이의 관계를 나타낸 것으로서 전기저항의 지수를 0-9의 10단계로 구분하여 표시한다. 목탄은 모든 수종이 최상급의 "0"으로서 품질이 우수하였다. 목탄의 수소이온농도는 pH 8.6-9.4정도로써 일본의 비장탄과 유사한 것으로 생각된다.

Table 2는 목탄의 품질을 분석하는 기본자료로서 이용되고 있는 공업분석의 결과를 나타낸 것이다.

회분량은 전체적으로 백탄이 0.9-2.9%정도로써 김과 공(1999)이 보고한 목질폐잔재의 회분량 0.89-4.08%보다 다소 낮았다. 휘발분은 3.9-5%로써 일본의 비장탄보다도 다소 낮은 값을 보여주었다. 또한, 김과 공(1999)은 굴참나무와 갈참나무 폐잔재로 제조된 목탄의 휘발분을 15%정도, 임업연구원(1998)은 여러 가지 탄화로에서 제조된 목탄의 휘발분을 17-23%정도로서 본 실험의 휘발분보다 다소 높은 경향을 보여주었다.

고정탄소는 모든 수종이 89%이상을 보여주었다. 임업연구원(1998)은 줄참나무 흑탄의 고정탄소를 66-88%, 백탄을 77-85%로 보고하여 본 실험의 결과보다 다소 낮았다.

<Table 1> Physical properties of white charcoals.

Species	Moisture content(%)	Density(g/cm ³)		Refining degree	pH
	Wood	Wood	Charcoal	Charcoal	Charcoal
<i>Q. variabilis</i>	52.5	1.13	0.67	0	9.4
<i>Q. mongolica</i>	66.4	1.04	0.62	0	9.3
<i>Q. acutissima</i>	56.4	1.07	0.79	0	9.0
<i>F. rhynchophylla</i>	39.7	0.94	0.72	0	8.6
Bijangtan (<i>Q. phillyraeoides</i>)	-	1.08*	1.06	0	9.2

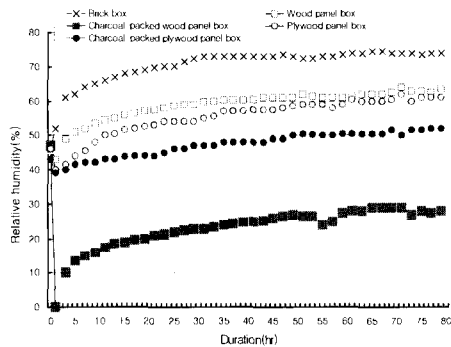
* : Forestry and Forest products Research Institute. 1982.

<Table 2> Industrial analysis of white charcoals.

Species	Moisture Content(%)	Ash(%)	Volatiles(%)	Fixed carbon(%)
<i>Q. variabilis</i>	3.0	2.9	4.9	89.2
<i>Q. mongolica</i>	1.9	2.9	4.0	93.2
<i>Q. acutissima</i>	2.0	2.0	5.0	93.1
<i>F. rhynchophylla</i>	1.0	1.9	3.9	93.0
Bijangtan (<i>Q. phillyraeoides</i>)	2.0	0.9	6.9	90.2

3-2 각 상자내부의 온·습도 및 딸기의 중량 변화

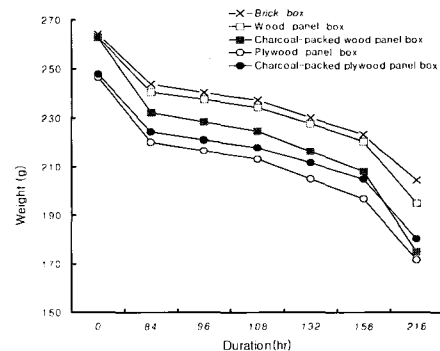
자동 온·습도계는 각 상자에 넣기 전에 온도가 16℃, 상대습도가 평균 45.6±1.5%였다. 딸기의 저장기간 동안 각 상자의 내부 온도는 15±1℃를 유지하였으며, 상자간의 온도차이는 없었다. Fig. 2는 벽돌상자와 합판상자에서 보관한 딸기에 곰팡이가 관찰된 시점까지의 습도를 나타낸 것이다.



<Fig. 2> Relative humidity in each box.

벽돌상자의 습도가 가장 높았으며 목탄알갱이가 내장된 원목상자와 합판상자의 습도가 낮게 나타나고 있다. 목탄이 함유되어 있는 상자의 습도가 낮게 나타나는 이유는 목탄내의 비표면적이 200~400m²/g정도(安部, 2000)로 알려져 있으므로, 딸기에서 증발한

수분이 목탄의 미세공극에 흡착되어 상자내부의 수분을 감소시켜 주기 때문에 생각된다.



<Fig. 3> Change in weight of strawberry.

각 상자내부의 딸기 중량 변화는 Fig. 3에 보여주었다. 딸기의 중량은 216시간 경과 후 원목+목탄상자가 34%로 가장 높은 감소율을 보여주었으며 합판상자, 원목상자, 합판+목탄상자, 벽돌상자 순으로 벽돌상자가 가장 낮았다. 중량 감소 형태는 상자들간 비슷한 경향을 나타냈다. 습도 변화와 같이, 목재 및 목탄재료는 수많은 공극으로 이루어져 있으므로 수분이나 기타 물질들이 흡착할 수 있는 공간이 충분하지만 벽돌상자의 벽은 목재나 목탄에서와 같은 공극이 거의 없기 때문에 중량감소의 효과가 적은 것으로

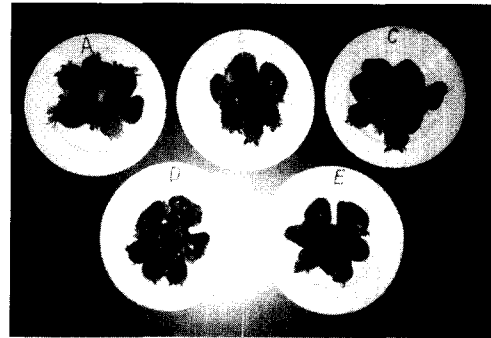
생각된다.

3-3 딸기의 보존성

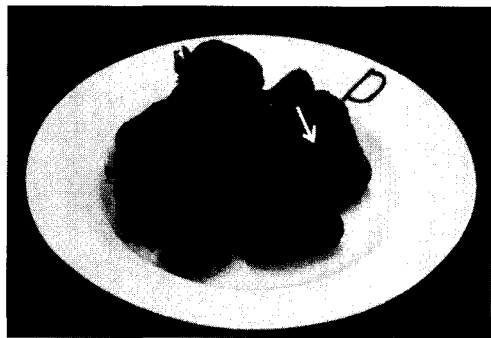
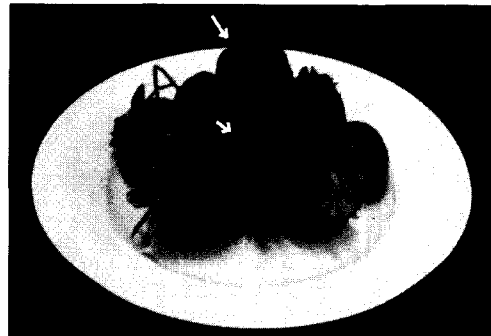
Fig. 4는 딸기를 각 상자에 넣기 전 관찰한 것이며 전체적으로 싱싱한 상태를 유지하였다. 시간이 지남에 따라 딸기의 신선도는 감소됐고, 벽돌상자와 합판상자의 딸기는 78시간 후부터 곰팡이가 생기기 시작하였다. Fig 5는 벽돌상자와 합판상자에서 곰팡이가 최초 관찰된 후 24시간이 지난 때(총 102시간 경과)의 사진이며, 이때까지 원목, 원목+목탄, 합판+목탄 상자의 딸기에서는 곰팡이가 관찰되지 않았다. 원목, 원목+목탄, 합판+목탄 상자의 딸기는 벽돌상자와 합판상자에서 곰팡이가 관찰된 후 약 70시간(총 148시간) 경과된 후 곰팡이가 관찰되었다. Fig. 6은 각각의 상자에서 8일째(약 195시간) 보관된 딸기의 상태를 관찰한 것이다. 각 상자중 원목+목탄 상자(C)와 합판+목탄 상자(E)의 딸기가 가장 늦은 부패상태를 보여주었다. 최등(2000)은 목탄을 이용한 복합보드에서 보관된 딸기가 시멘트상자에서 보관된 딸기보다 신선도가 더 오래 유지됨을 보고하여 본 실험과 같은 경향을 보여주었다. 한편 야채와 과실에서는 장·단기간 보관시 에틸렌 가스가 발생되는데 이 에틸렌 가스가 숙성과 노화를 촉진시키는 것으로 알려지고 있다(炭おこしサミット実行委員会編, 1999).

따라서 에틸렌 가스의 발생을 억제하거나 이미 발생된 가스를 제거하면 식품의 신선도는 그만큼 오래 보존할 수 있을 것이다. 그러므로 목탄알갱이가 내장된 벽관은 에틸렌 가스나 기타 여러 가지 가스들까지 흡착하기 때문에 다른 상자에 비해 딸기를 좀 더 오래 보존할 수 있는 것으로 생각된다. 또한 숯에 포함 되어 있는 미네랄과 숯의 수소이온농도, 내부표면의 활성 등에 의한

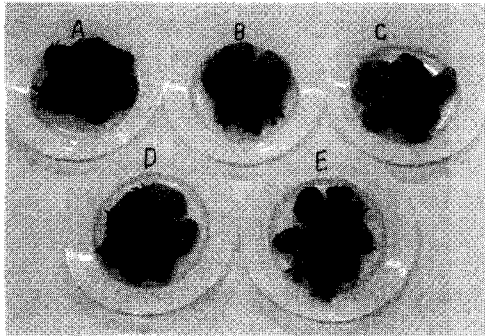
물리·화학적 기능이 복합적으로 작용되어 부패방지 효과를 보여주는 것으로 생각된다.



<Fig. 4> Photograph of strawberry in control condition.



<Fig. 5> Photographs of strawberry after 102 hours in brick(A) and plywood(D) boxes. (white arrows: moldy strawberry)



<Fig. 6> Photograph of strawberry after 8 days in each box.

4. 결론

목탄을 이용한 벽판의 기능을 평가하기 위하여 딸기를 대상으로 여러 조건에서의 보존성 및 신선도 유지성을 직접 검토하였다.

- 1) 목탄의 밀도는 목재에 비해 23-41% 정도로 감소하였고, 정련도는 모든 수종이 최상급의 "0"으로 나타났다. 목탄의 수소이온농도는 pH 8.6-9.4 정도였으며, 모든 수종의 백탄은 공업분석 결과 품질이 우수하였다.
- 2) 상자내부의 습도는 최초 곰팡이가 관찰된 벽돌상자에서 가장 높았으며, 목탄알갱이가 내장된 원목상자와 합판상자는 낮게 나타났다. 딸기의 중량은 원목+목탄상자에서 가장 큰 감소율을 보여주었고, 벽돌상자가 낮았다. 중량 감소 형태는 상자들간 거의 차이가 없었다.
- 3) 목탄을 내장한 상자의 딸기는 일반상자와 벽돌상자보다 더 오래 신선도가 유지되었고, 보존기간도 길었다.

5. 참고문헌

- 1) 구자운. 2000. 숯의 역사. 산림조합중앙

회. 산림 6: 44-47.

- 2) 김병로, 공석우. 1999. 미이용 목질폐잔재의 탄화이용개발(I)-수종의 간벌재 탄화와 탄화물의 특성-. 목재공학 27(2): 70-77.
- 3) 임업연구원. 1998. 목질탄화물(숯과 목초액)의 농업 및 환경적 이용. 임업연구원 연구자료 제 144호. 11-39.
- 4) 최용순, 권구중, 황원중, 한태형, 권진현, 김남훈. 2000. 폐목재와 숯을 활용한 보드의 신용도 개발. 한국가구학회지 11(2): 67-72.
- 5) 황원중, 은동진, 박지혜, 박형수, 이성재, 김남훈. 2001. 전통식 탄화로에서 제탄된 목탄의 특성(II). 2001추계학술발표논문집. 한국목재공학회. 272-276.
- 6) 황원중, 권구중, 권성민, 이성재, 이귀현, 김남훈. 2002. 전통식탄화로에서 제탄된 목탄의 해부 및 물리학적 특성. 2002년도 정기총회 및 학술연구발표회. 한국임산에너지학회. 11-17.
- 7) 森林總合研究所 木材部, 木材利用部. 1982. 木材の性質一覽表. Bull. For. & For. Prod. Res. Inst. No. 319: 85-126.
- 8) 安部郁夫. 2000. 환경개선용 목탄의 특성과 효과. 한국 숯 연구회. 숯과 목초액 No. 1: 9-12.
- 9) 炭おこしサミット実行委員会編. 1999. 炭を使う知恵. 川辺書林: 50-51.