

# 오버레이 백탄보드의 에틸렌가스 흡착과 딸기 보관성 효과\*1

이 화 형\*2† · 조 윤 민\*2 · 박 한 상\*2

## Effect of Overlaid White Charcoal Board on the Ethylene Gas Adsorption and Preservation Life of Strawberry\*1

Hwa Hyoung Lee\*2† · Youn Mean Cho\*2 · Han Sang Park\*2

### 요 약

본 연구는 백탄보드와 오버레이 백탄보드를 비포름알데히드계 수지 접착제를 사용하여 습식공법으로 제조하고, 백탄보드의 포장용 상자로서의 기능을 검토하기 위하여 에틸렌가스 흡착과 딸기의 보관성을 측정하였다. 그 결과, 백탄보드의 에틸렌 가스 흡착성능은 종이보다 월등히 좋았고 백탄 자체보다 높았으며, 오버레이 백탄보드와 비오버레이 백탄보드간 가스흡착성능은 차이가 없었다. 종이상자와 PVC상자 내 딸기와 백탄보드상자 내 딸기의 잿빛곰팡이 발생시간을 비교한 결과, 각각 2일 후, 4일 후로 나타났으며 박엽지와 부직포 사이의 흡착성의 차이도 역시 없었고, 백탄보드의 보관성 효과가 약 2배 좋았다. 결과적으로 백탄보드의 종류(혼합형, #40-60형)나 박엽지와 부직포 오버레이 백탄보드간의 신선도 유지효과의 차이는 없었다.

### ABSTRACT

This research was carried out to examine the ethylene gas adsorption and preservation life of white charcoal boards for packaging. Two types of white charcoal board were made of #40-60 charcoal particles and mixed charcoal particles with PVA and MDI resin by wet process. For not only beauty effect but also avoiding stain from touching, white charcoal boards were overlaid with two kinds of overlay material, thin printed paper and non woven fabric. A charcoal board adsorbed ethylene gas much more than the paper and even white charcoal itself. There was no difference between two board types, between overlay treatments, and between overlay materials. Gray mold growth of strawberry arised after 2 days in a paper box and after 4 days in a white charcoal board. Preservation life of white

\* 1 접수 2004년 7월 23일, 채택 2004년 8월 17일

본 연구는 농림기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었음

\* 2 충남대학교 임산공학과, Department of Forest Products, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea  
† 주저자(corresponding author) : 이화형(e-mail: hhlee@cnu.ac.kr)

charcoal board box was approximately twice more than that of a paper box. There was no difference in the ability of keeping freshness between two board types, between overlay treatments, and between overlay materials.

**Keywords:** white charcoal board, ethylene gas adsorption, preservation life, packaging

## 1. 서 론

백탄은 목재를 탄화시키고 1000°C 이상으로 목탄을 충분히 정련시켜 백열시킨 것을 가마 밖으로 조금씩 꺼내어 급히 소화하고 냉각시킨 요외소의법에 의해 제조된 목탄을 말한다(신 외, 1983). 백탄은 다공성의 탄소재료로 높은 비표면적에 의한 우수한 흡착 능력과 원적외선방출, 고알칼리성, 풍부한 미네랄 함유, 조습능력, 살균력, 탈취능력, 방부력, 전자파차단 등의 효능을 가지고 있어 현재 많은 관심의 대상이 되고 있다. 백탄은 현재 농업용(토양 개량제)으로 과수·농작물·논·시설원예에 토양 활성화 및 식물 생장촉진제로 사용되며, 청과물 및 화훼의 선도 유지용 자재 등의 식품선도 보존제로 사용되고 있다(Seo 2003, Bao 2001). 게다가 원적외선·음이온 방출효과를 이용한 숯베개, 숯장판 등에 이용하는 등 그 이용이 현재 매우 다양하다(Bao 2001). 이로 인해 최근에 국내 사용량은 연간 666 M/T이 증가하고 있으며, 2002년 국내 백탄 생산량은 7,761 M/T에 달하였다(통계청 2002). 그리고 최근에는 적은 접착제 양으로는 건식공정의 백탄보드를 제조하기 어려우므로 습식 공정으로 비포르말린계 접착제를 사용하여 포름알데히드 방산문제가 없는 백탄보드를 제조하는 방법이李(2003)에 의해 개발되었다. 또한李(2003)는 점토 목재세라믹과 목탄과 목재섬유복합재료의 에틸렌가스 흡착과 과일의 보관성 효과를 구명하였다(Eltom 1994, Decker 1995, Lee 2003, 李 2003). 에틸렌가스는 반응성이 매우 뛰어나고, 과일의 성숙과 노화를 촉진시키는 성숙호르몬으로 알려져 있다(Ecker 1995, Elgar 1999, Serek 1994, Serek 2001, Son 1999). 李는 여기서 목탄목재섬유 복합재료의 에틸렌가스 흡착량이 목탄의 혼합비가 증가할수록 증가하였고 목탄입자가 작을수록 높은 에틸렌가스 흡착력을 나타냈다고

하였다. 또한 목탄의 혼합비가 높을수록 과일의 보관성 효과가 뛰어나다고 하였다(Lee 2003, 李 2003).

따라서 본 연구에서는 위와 같은 다양한 백탄의 용도와 백탄의 성질을 활용하여 백탄보드(혼합형과 #40-60형)와 백탄보드의 표면성을 개선하기 위하여 박엽지와 부직포를 오버레이 처리한 기능성이 있는 과일 포장용 상자를 제작하여, 식물의 성숙호르몬으로 알려져 있는 에틸렌가스의 흡착성능을 측정하고 딸기의 보관성을 측정하여 그 유지·효과를 구명하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 재료

#### 2.1.1. 백탄

백탄보드를 제조하기 위하여 사용된 백탄은 강원도 홍천에서 조립되는 25년생 이상의 굴참나무(*Quercus variabilis* BI)를 경남 산청군 달성면에 위치한 가마에서 구운 백탄으로서, 실험에 사용된 백탄의 공업분석 결과, pH 9.23, 함수율 9.10%, 불휘발분 5.00%, 고정탄소 83.39%로 나타났다.

#### 2.1.2. 접착제

백탄보드 및 기능성 단판오버레이 백탄보드를 제조하기 위하여 비포르말린계 접착제로서 수성비닐계접착제(PVA: 초산비닐수지에멸건, NVC 42%, 점도 20000~25000 cps/25°C)와 이소시아네이트계(MDI: NVC 100%, 비중 1.24/25°C)수지를 혼합해 사용하였다.

#### 2.1.3. 백탄보드 표층처리 오버레이 재료

백탄보드의 백탄입자가 묻어나오는 것을 막기 위한

백탄을 분쇄한 후 18~40 mesh-49.1%, 40~60 mesh-22.3%, 60~100 mesh 이하-13.1%, 6~18 mesh-15.5% 비율로 혼합된 백탄에 백탄 입자간의 접착을 위해 접착제 첨가율을 백탄 전건 중량당 PVA 15%, MDI 15%로 하였고, 매트 의 최종 함유율은 40%로 되게 하였다. 40-60형 백탄보드는 백탄 입자를 40~60 mesh의 크기만을 사용했고 제조방법은 혼합형과 동일하다. 열압스케줄은 열압온도 170°C, 압력 30 kg/cm<sup>2</sup> (30 sec)-10 kg/cm<sup>2</sup> (150 sec)-30 kg/cm<sup>2</sup> (6min)으로 총 3단계의 습식 열압 공정으로 평균밀도 0.71±0.01 g/cm<sup>3</sup>, 함유율 2.39±0.06%, 휨강도 45.51 ±1.5 kgf/cm<sup>2</sup>, 박리강도 12.46±0.2 kgf/cm<sup>2</sup>의 백탄보드를 (20cm×20cm×1cm) 제조하였다.

Fig. 1. Preservation life experiment in incubator.

표면성 개선과 표면의 미장효과를 위하여 박엽지 (Printed thin paper, 두께 0.04 mm, 평량 40 g/m<sup>2</sup>) 와 부직포(Non woven fabrics, 두께 0.12 mm, 공극율 40%)를 오버레이 재료로 하였다.

## 2.2. 실험방법

### 2.2.1. 백탄보드 제조

백탄보드 제조의 경우, 혼합형 백탄보드는 굴참나무

### 2.2.2. 오버레이지 접착

부직포와 박엽지의 표층처리는 백탄보드에 PVA접착제(120 g/m<sup>2</sup>)로 도포를 하여 온도 100°C, 압력 10 kg/cm<sup>2</sup>, 시간 3분으로 열압하여 컴포지트를 형성하였다.

### 2.2.3. 백탄보드의 물리·기계적 성질 조사

백탄보드의 물리·기계적 성질은 KS F 3104에 준

Fig. 2. Ethylene gas adsorption by white charcoal board according to the charcoal board type and overlay material.

\* Con: Remaining amount of ethylene gas in empty adsorption bottle

\* MIX: white charcoal board made of 6~200 mesh particle, \* #40-60: white charcoal board made of 40~60 mesh particle

\* Non: Non overlaid white charcoal board, \* NWF: Non woven fabric, \* PTP: Printed thin paper

하여 측정하였으며, 만능강도시험기(英, Houndsfield 사)를 사용하였다.

#### 2.2.4. 백탄보드의 에틸렌가스 흡착량 조사

에틸렌가스( $C_2H_2$ ) 흡착량은 Gas chromatograph (DC-14B, 제조사: SHIMADZU)를 사용하여 측정하였다. 시편은  $5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ 로 제단하여 마구리면과 뒷면을 파라핀 왁스로 코팅처리 하였으며, 930 ml의 용기 내에 에틸렌가스 20 ppm을 주입 후 0시간(가스주입 후 바로 측정), 3시간 후, 6시간 후, 12시간 후, 24시간 후의 에틸렌가스 흡착량을 측정하였다.

#### 2.2.5. 백탄보드 보관성 효과 실험

본 실험에서 제조된 백탄보드가 유통 중 보관성에 미치는 영향을 측정하기 위한 방법으로 딸기를 이용하여 보관성 실험을 실시하였다. 실험은 혼합형, #40-60형 백탄보드와 각각의 표층오버레이처리 백탄보드를 이용하여 내부치수가 가로 12 cm × 세로 12 cm × 높이 5 cm인 상자를 제작하여 각각의 상자에 딸기를 넣고 온도  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $50 \pm 5\%$ 를 유지한 인큐베이터(Fig.1) 내에서 무게, 당도, 부패정도를 관찰하였다. 당도측정은 휴대용 굴절당도계(일본, DM-9형)를 사용하였으며 당도계의 측정범위(%)는 Brix 0.0~32.0이고 측정정도(%)는  $\pm 0.2$ 이다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 백탄보드와 표층처리 백탄보드의 에틸렌가스 흡착량

李(2003)는 목탄목재섬유 복합재료의 에틸렌가스 흡착량이 목탄의 혼합비가 증가할수록 증가하였고 목탄입자가 작을수록 높은 에틸렌가스 흡착력을 나타냈다고 하였는데, 제조된 백탄보드의 가스흡착 역시 높은 흡착력을 나타냈다. 그 흡착력은 Fig. 2.에서 보는 바와 같이 종이보다 우수하였으며 백탄자체보다 오히려 약간 증가하였다. 이는 백탄보드 제조 시 백탄을

분쇄한 미세파티클을 사용하여 비표면적이 매우 증가했기 때문이며, 백탄 파티클의 주위 표면에 접착제가 완전 피막 되지 않고 상당부분이 열려 있기 때문에 판단된다. 혼합형 백탄보드와 #40-60형 백탄보드의 가스 흡착성능도 큰 차이가 나타나지 않았고 오버레이 백탄보드와 비오버레이 백탄보드간 가스흡착성능도 큰 차이가 없었다. 또한 부직포와 박엽지의 오버레이간에도 큰 차이가 없었다. 결론적으로 오버레이 처리가 표면성 개선과 미장효과를 나타내면서 동시에 흡착성능에도 전혀 문제가 없음을 나타냈다.

#### 3.2. 백탄보드의 딸기 보관성 효과

Fig. 3에서 보는 바와 같이, 2일이 지나면서 대조구인 종이상자와 PVC상자의 딸기는 유침상(油浸狀) 담갈색 병반과 잿빛곰팡이가 발생하였으나 백탄보드 상자와 표층처리 백탄보드 상자의 딸기는 4일이 지나면서 발생하였다. 5일이 지나면서 대조구의 딸기는 잿빛곰팡이로 완전히 뒤덮였으며 백탄보드 상자와 표층처리백탄보드상자의 딸기는 6일이 지나면서 잿빛곰팡이로 덮였다. 결과적으로 백탄보드 상자는 대조구에 비하여 2배의 보관성 효과가 있다고 할 수 있다. 李(2003)는 목탄목재섬유복합재료 포장상자 과일 신선도 실험에서 딸기가 저장 후 5일이 지나면서 변색이 시작되고 6일부터 곰팡이가 피기 시작했다고 하였다. Table 1에서, 3일 후 대조구(종이상자, PVC상자) 딸기의 중량감소율은 백탄보드 상자 내 딸기보다 2배 많았는데, 이것이 대조구 딸기의 표면에 유침상 병반이 더 빨리 나타나는 원인으로 판단된다. 6일 후 중량감소율은 모두 50~70% 정도로 나타났으나 Fig. 3에서 보듯이 잿빛곰팡이 발생 정도가 다르게 나타났다. 그리고 수분감소에 의한 딸기의 중량 저하는 상대적으로 당도의 상승으로 이어질 것으로 예상했으나 부패에 의하여 당도가 감소하였다.

\* Mixed type of WCB: white charcoal board made of mixed particle (6~200 mesh): MWCB

\* #40-60 type of WCB: white charcoal board made of 40~60 mesh particle

Fig. 3. Freshness maintenance of strawberry.

Table 1. Decreasing ratio of weight and brix of strawberry

	Original	PAPER	PVC	White Charcoal Board					
				control #40-60	NWF #40-60	PTP #40-60	control (MWCB)	NWF (MWCB)	PTP (MWCB)
Decreasing ratio of weight (%)									
after 3 days	-	23.23	38.25	12.56	12.41	11.24	12.25	13.44	14.21
after 6 days	-	59.71	69.93	55.72	46.12	51.91	53.03	62.92	49.38
Brix of strawberry (%)									
6 days	9.6	6.2	7.4	6.4	6.4	6.8	6.8	6.5	6.0

\* Original: Original strawberry at the starting point,  
 \* NWF: Non woven fabric, \* PTP: Printed thin paper  
 \* MWCB: Mixed type of WCB

#### 4. 결 론

#### 참 고 문 헌

본 연구는 백탄보드와 오버레이 백탄보드를 제조하여 포장용 상자로서의 기능을 검토하기 위하여 에틸렌가스 흡착과 과일의 보관성을 측정하여 다음과 같은 연구결과를 얻었다.

그 연구결과를 요약하며 다음과 같다.

(1) 에틸렌가스 흡착량을 비교한 결과 백탄보드의 에틸렌가스 흡착성능은 종이보다 월등히 좋았으며 백탄 그 자체의 흡착성보다 높았다. 또한 오버레이 백탄보드와 비오버레이 백탄보드의 에틸렌가스 흡착량은 차이가 없어 표면성개선과 미장효과가 동시에 이루어졌다.

(2) 과일상자 보관성 유지 실험결과 시중에서 유통되는 Paper 포장상자나 PVC상자에 비하여 백탄보드 상자 내에서 우수한 보관성 효과를 나타냈다. 딸기의 경우, 햇빛곰팡이 발생 시기가 백탄보드상자 내에서 4일 후, 종이상자와 PVC상자에서 2일 후에 각각 나타났다. 백탄보드(혼합형, #40-60형)나 오버레이 처리간의 보관성 유지효과에는 차이가 없었다.

(3) 백탄보드의 형태(혼합형, #40-60형)나 백탄의 표면성 개선을 위해 처리한 오버레이 처리 재료인 박엽지와 부직포는 에틸렌 가스 흡착과 과일 보관성에 큰 차이는 없었다.

1. Seo, Y. B., Y. Jeon, H. H. Lee, T. Y. Jung, and J. Lee, 2003. Development of Charcoal Containing Paper for Packing Grades(1) - Ethylene Gas Adsorption. journal- Technical Association of the pulp and paper industry of Korea, 35(2): 46~51.
2. Ecker, JR. 1995. The ethylene signal transduction pathway in plants. Science 26(8): 667~675.
3. Eltom, O. M. M. and A. A. M. Sayigh, 1994. Adsorption capability of charcoal : A comparison study of some activated and non-activated charcoal samples. Renewable energy, 4(1): 41~46.
4. Bao, M, Q., M. Morita, and M. Higuchi, 2001. Utilization of Charcoal from Wood Waste Properties of charcoal-cement composite boards. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, 46(1): 93~102.
5. Antal, M. J., E. Croiset, X. Dai, C. DeAlmeida, W. Shu-Lai Mok, N. Norberg, and J-R. Richard, 1996. High-Yield Biomass Charcoal. Energy & fuels : an American Chemical Society journal, 10(3): 652~658.
6. Lee. H. H. and S. G. Kang. 2003. Ethylene Gas Adsorption of Clay-Woodceramics from 3 layers-clay-woodparticleboard. Journal of the Wood Science and Technology. 31(6).
7. Elgar. H. J., A. B. Woolf, and R. L. Bielecki. 1999. Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure. Postharvest

- Biology and Technology. 16: 257~267.
8. Serek, M., E. C. Sisler, and M. S. Reid. 1994. Novel Gaseous Ethylene Binding Inhibitor Prevents Ethylene Effects in Potted Flowering plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6): 1230~1233.
  9. Serek, M. and E. C. Sisler. 2001. Efficacy of inhibitors of ethylene binding in improvement of the postharvest characteristics of potted flowering plants. *Postharvest Biology and Technology.* 23: 161~166.
  10. Son, K. C. and J. N. Suh, 1999. Ethylene Production in *Lilium Oriental Hybrid 'Casa Blanca'* Florets during the Vase Life. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40(4): 467~469.
  11. 이화형, 김관의. 2003. 습식공법으로 제조한 목탄·목재 섬유복합 재료의 에틸렌가스 흡착력과 과일 신선도 유지 효, *한국가구학회지* 14(1): 1~9
  12. 이화형 외. 2003. “숯을 활용한 신소재 포장재, 농업용자재, 건축용복합체 제품개발” 농업기술관리센터 첨단연구과제 2차년도 연구보고.
  13. 목탄 생산량. 2002. 통계청.
  14. 신동소 외. *임산화학*, 1983. 향문사