

느타리 버섯의 저온유통용 포장상자 개발에 관한 연구

Study on Development of a Carton Box for Cold-chain Distribution of Oyster mushroom(*Pleurotus ostreatus*)

이원옥* 윤홍선* 이현동* 정 훈* 조광환* 김만수**
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원 정희원
W.O.Lee H.S.Yun D.H.Lee H.Chung K.H.Cho M.S.Kim

1. 서 론

현재 우리나라 버섯 생산량의 3/4이상을 차지하고 있는 느타리버섯은 '86년 이후 지금까지 연평균 증가율이 10%이상 매우 빠르게 증가하고 있다. 이는 느타리 버섯이 재배 농가의 커다란 소득원이며 우루과이라운드 농산물 협상타결에 따른 농산물 수입개방시대에도 경쟁력이 잇는 품목임을 시사하고 있다. 그러나 계절 또는 일기에 따라 홍수출하가 생기며 이에 따른 품질저하와 가격하락의 문제점이 있어 이를 해결하기 위해서는 출하조절을 위한 전처리 또는 저온유통기술의 보급 개발이 요구된다.

버섯은 수확 후 호흡과 대사작용이 일반 과실, 채소류보다 왕성하여 이산화탄소 발생량이 20℃에서 200~500mgCO₂/kg/hr에 달함으로써 중량감소가 빠르고 외관이 수축되어 호흡열로 인한 품온상승으로 변색 및 미생물의 번식등 품질저하가 급속히 일어난다. 따라서 수확한 작물에 대해 적극적으로 냉각시켜 품온을 낮추고 유통과정도 저온유통시스템을 활용하는 것이 매우 필요하다. 저온유통시스템을 효과적으로 활용하기 위해서는 냉기의 순환이 원활하여 냉각효율이 좋고 파손의 위험과 물류비용을 줄일 수 있는 포장상자의 구조에 대한 연구가 필요하다.

느타리 버섯은 대부분의 물량이 선별 포장되어 골판지 상자에 적재하여 출하되고 있으나 저온 출하 할 경우 통풍성이 고려되지 않아 예냉, 저온저장등에는 부적합하며, 다층적 재료 인하여 박스내 산물의 온도가 급속히 높아져 품질저하가 쉽게 일어나 손실율이 20~30%나 된다. 또한 포장규격이 다양하여 표준팔레트 적재율이 낮아 물류 효율성이 떨어지며 차압예냉시 냉기의 손실이 많아 예냉 및 저온유통 시스템의 적응성이 낮다. 따라서 예냉의 효율 및 저온유통시스템의 적응성이 높은 저온유통용 골판지상자의 개발이 필요하다. 이에 느타리버섯의 예냉 및 저온유통 시스템에 적합한 포장상자를 개발코자 통기공 형태, 가공율, 박스형태에 따른 예냉효과 시험을 실시하였다.

2. 재료 및 방법

가. 골판지포장상자 제작

시험에 사용한 포장상자는 KA210/S250/KA210으로 구성된 원지를 사용하여 SW 04형(접는형)과 브릭스형 상자를 4kg용의 외포장 상자에 소비자 기호도를 충족하고 다층적재시

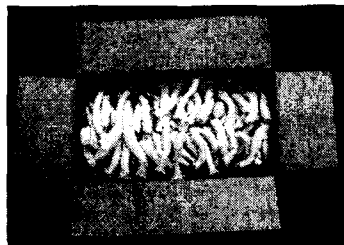
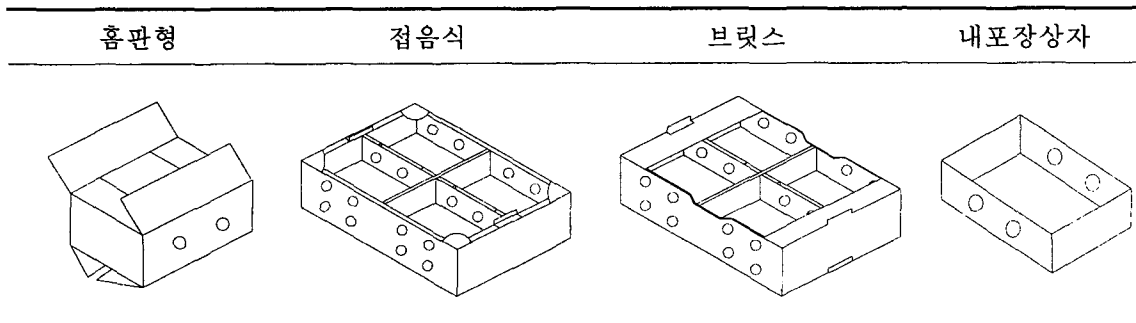
* 농업기계화연구소 농산가공기계과

** 충남대학교 농과대학 농업기계공학과

스타리버섯의 손상을 방지하기 위하여 500g단위의 소포장이 8개 적재될 수 있도록 제작하여 현재 유통용으로 사용되고있는 상자와 비교시험을 실시하였다. 상자크기는 표준 팔레트에 적재율이 96%이상 되도록 하고, 통기공 형태는 원형으로 하고 개공율은 포장 상자의 압축강도를 고려하여 5% 전후로 제작하여 시험하였다. 포장상자의 규격 및 구조는 표1 및 그림1과 같다.

표 1. 포장상자 규격

구 분		접음형 상자	브릿스 상자	홈판형상자
크 기	겉포장	540×360×120mm	540×360×120mm	300×200×160mm
	내포장	260×160×50mm	260×160×50mm	
단위규격	겉포장	4kg	4kg	2kg
	내포장	500g×8개	500g×8개	
개공율		5.4%	5.4%	2%
개공형태 및 크기	겉포장	원 형(8개, Ø20)	원 형(8개, Ø20)	원형(2개, Ø20)
	내포장	원 형(2개, Ø20)	원 형(2개, Ø20)	
원 재 질	겉포장	KA210/S250/KA210	수175/S250/수175	KA210/S250/KA210
	내포장	K180×B150×K180	K180×B150×K180	
골형태	겉포장	SW-A골	SW-A골	SW-A골
	내포장	SW-E골	SW-E골	



<홈판형상자>



<접음형 외포장상자>



<접음형 내포장상자>

그림 1. 포장상자 구조

나. 수직압축강도 시험

저온 고습조건에서도 안전하게 농산물을 보호할 수 있는 골판지상자의 수직압축강도를 확보하기 위하여 공시골판지 상자에 대하여 상대습도 45%, 95%에서 24시간 전처리하여 인장압축시험기(DYM-101, 2000kgf용)를 이용하고 시험방법은 KS A1012에 의거 수직 압축강도 시험을 실시하고, 포장상자의 안전압축강도를 표2와 같이 계산하여 비교하였다.

표2. 느타리버섯 포장상자의 안전압축강도 계산

작 목	단위 중량	4.5ton 트럭적재			창고적재	이론계산압축 강도	안 전 압축강도
		1단 적재 상 자 수	1단 적재시 총 무 게	허용적재 단 수	허용적재 단 수		
느타리	2kg	167개	334kg	13단	12	100	120
버섯	4kg	48개	192kg	23단	16	290	340

※ - 4.5ton 트럭적재함 크기: 2,280×4,400mm

- 창고적재단수는 보통사람이 손으로 상자를 적재할 때 허용높이 2m

$$※ P = \frac{X}{(1-a)(1-b)(1-c)(1-d)(1-e)(1-f)}$$

다. 예냉시험

예냉기는 농업기계화연구소에서 개발한 터널식 차압예냉기를 사용하여 각 포장상자별로 냉기 유입층, 산물 중앙층, 냉기 유출층에 위치한 느타리버섯 줄기에 T형 열전대를 삽입하고 품온을 측정하여 포장상자별로 냉각속도 및 냉각균일도를 조사하였다. 개발된 상자의 예냉효과 비교를 위하여 대비구로는 기존 유통되고있는 2kg용 상자를 사용하였다. 시험에 사용된 느타리버섯의 품종은 원형느타리 1호이며, 가락동시장에서 일괄구입하여 시험용 상자에 재 포장하여 시험하였다.

라. 품질변화 시험

예냉이 완료된 느타리버섯을 상온에 저장하면서 색도변화와 느타리버섯의 잣 크기 변화를 측정하였다. 색도는 색차색차계(CR- 200, Minolta)를 이용하여 느타리버섯 잣의 L값을 측정하였고, 저장일수에 따라 느타리버섯의 개산정도를 측정하기 위하여 잣의 크기 변화를 측정하였다.

3. 시험결과

가. 수직압축강도

수직압축강도를 측정한 결과 기존 유통되고 있는 홈판형상자에서는 86kg를 나타내 안전압축강도에 미치지 못한 반면에 접음형 상자에서는 346kg, 브릿스상자에서는 395kg

으로 안전압축강도가이상으로 나타났으나, 브릿스 상자의 경우 접음형 상자에 비하여 제작 단가가 높게 나타났다.

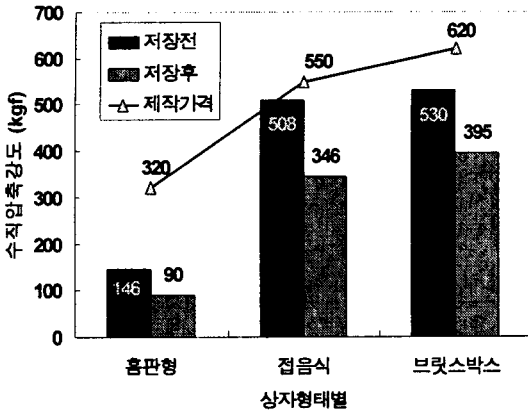


그림2. 골종류에 따른 압축강도변화

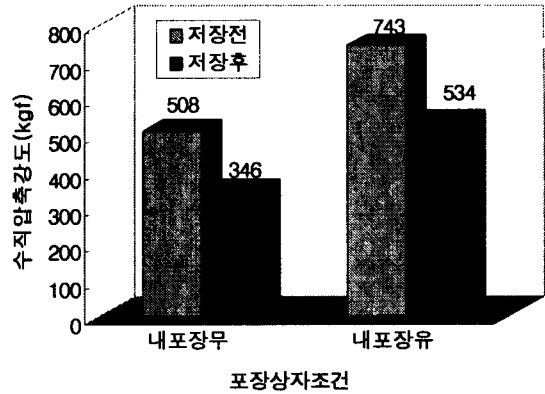
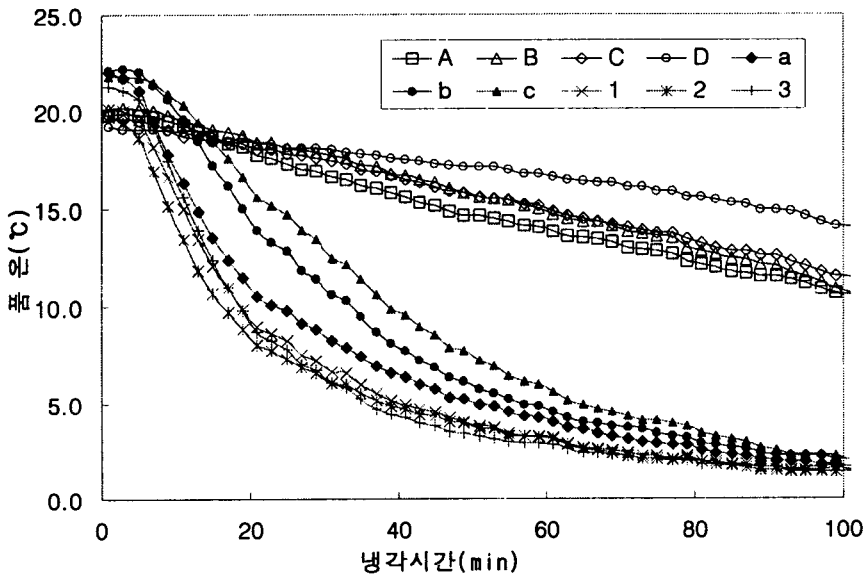


그림3. 상자 높이에 따른 압축강도변화

나. 냉각속도 및 냉각균일도

냉각소요시간은 접음형과 브릿스상자의 내포장 유무에 따른 냉각속도를 측정한 결과 내포장이 있는 상자에서는 11.3℃/hr, 내포장이 없는 상자에서는 11.6℃/hr으로 내포장 유무에 따른 냉각속도 차이가 크게 나타나지 않았으나, 이에 비하여 홉판형 상자에서는 5.7℃/hr으로 나타나 개발된 고편지상자가 냉각소요시간을 50%이상 단축할 수 있었으며, 냉기 유입측과 유출측의 품온편차를 줄여 균일한 냉각이 가능하였다.(그림4).



※ A,B,C,D : 홉판형상자, a, b, c : 내포장상자를 포함한 접음형 상자 1, 2, 3 : 내포장상자가 없는 접음형상자
그림 4. 포장상자별 냉각속도 및 균일도

표3. 포장상자별 냉각속도

구 분	품 온(°C)		냉각시간 (시간)	냉각속도 (°C/hr)	냉각률 (l/hr)	비 고
	초기	종료				
접음형, 브릿스 상자 (내포장유)	22.0	1.6	1.8	11.3	1.97	개공율
접음형, 브릿스 상자 (내포장무)	20.1	1.5	1.6	11.6	2.02	5%
홈판형상자	20.1	9.8	1.8	5.7	0.43	3%

※ 시험조건 - 예냉공기온도 : 1°C, 목표냉각온도 : 1°C

다. 품질변화

느타리버섯의 갓 색도변화는 그림5 에서와 같이 예냉하지 않고 상온 저장한 시험구와 홈판형 상자에 적재하여 예냉한 후 상온저장한 시험구에서는 저장 4일 후부터 급격히 과피색이 변화하여 외관 신선도가 떨어진 반면 개발된 접이식 상자에 적재하여 상온에 저장한 시험구에서는 과피변색이 적고 12일째까지도 신선도를 유지할 수 있는 것으로 나타났으며, 또한 갓의 크기변화에서도(그림6) 상온 저장과 홈판형상자에서는 저장 2일과 3일후부터 갓의 크기가 수축되기 시작하였다. 이는 품온상승으로 인하여 갓의 개산속도가 빨라짐과 동시에 중량감소로 인하여 갓이 수축하면서 외관의 변형이 생기기 시작한 반면, 접음형 상자에서는 갓의 변형이 4일 후부터 나타나기 시작하였다. 그러므로 개발된 골판지 상자를 사용하여 예냉후 유통할 경우 현행 유통되는 상자에 비하여 품질 유지기간을 연장할 수 있는 것으로 나타나 개발된 골판지상자가 저온유통에 유리한 것으로 판단된다.

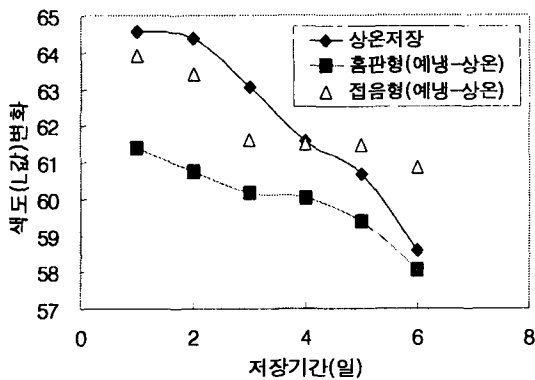


그림 5. 저장기간에 따른 색도변화

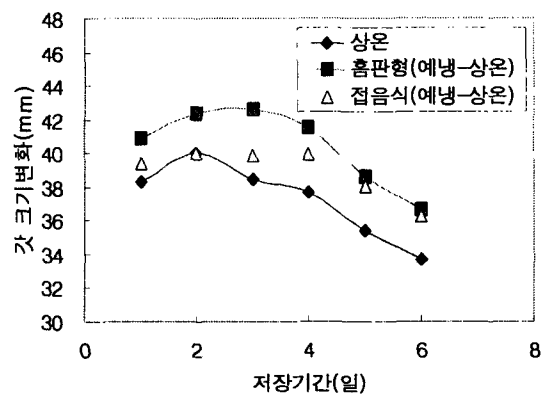


그림 6. 저장기간에 따른 갓 크기 변화

4. 결 론

느타리버섯의 포장상자를 예냉·저온유통에 적합한 구조로 개선하기 위하여 4kg용 골판지상자를 T11형 표준 팔레트에 적재율이 96%이상 되게 제작하여 고습조건에서도 안전하게 느타리버섯을 보호할 수 있는 상자구조를 찾기 위한 수직압축강도시험과 냉각성능 및 예냉후 저온저장 중 품질변화에 대한 시험을 실시하였다. 시험결과 4kg 접음식 상자에서 내포장상자를 사용할 경우 고습조건에서 안전압축강도를 유지할 수 있었으며, 브릿스형 상자에 비하여 경제적으로 제작할 수 있고, 또한 홉판형 상자에 비하여 냉각속도를 단축하고 균일한 냉각을 할 수 있어 느타리 버섯의 품질유지에 유리한 것으로 나타났고, 기존 유통되는 상자를 사용할 때 보다 유통기간을 4~5일정도 연장시킬 수 있는 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 공업진흥청(1995)한국산업규격(시험용지의 전처리 KS M 7012)
2. 공업진흥청(1995)한국산업규격(종이 및 판지의 수분시험방법 KS M 7023)
3. 공업진흥청(1992)한국산업규격(종이 및 판지의 발수도 시험방법 KS M 7057)
4. 공업진흥청(1995)한국산업규격(포장화물 및 용기의 압축시험방법 KS A 1012)
5. 박형우 외. 1989. 농수산물 유통용 포장상자개선. 한국식품과학회지 제21권 제2호
6. 오영순. 1998. 압축하중과 습도변화가 골판지 강도에 미치는영향 P42~43
7. 한 대석 외. 1992. 환경가스조절 저장방법을 이용한 느타리버섯과 표고버섯의 유통기간 연장. 한국식품과학회지. 제24권 4호. 376~385
8. 한국농촌경제연구원(1999) 1999년 식품수급표
9. 한국산업디자인진흥원. 1997. 포장표준화 해설집. P19~33
10. 한국포장기술연구소(1996) 포장기술용어사전
11. Maltenfort G.G. 1980 Compression load distribution on corrugated boxes. paper packaging 65(9). 71~72
12. 南出 降久 外. 1980. 數種キノコ類の鮮度におよぼす貯藏温度の影響. 日本食品工學會誌. 27/17
13. 大場伸三郎 外. 1978. 段ホール箱の壓縮強度に 及ぼす接着の影響. 包裝技術 16(6)