

느타리의 생육 온습도 및 저장기간에 따른 품질변화

이윤혜*, 이한범, 주영철
경기도농업기술원 버섯연구소

Changes of quality in *Pleurotus ostreatus* during low-temperature storage as affected by cultivation temperature and relative humidity

Yun-Hae Lee*, Han-Bum Lee and Young-Cheoul Ju

Mushroom Research Institute, GARES, Gyeonggi Province Gwang-Ju 464-870, Korea, 464-873

(Received March 2, 2011, Revised March 23, 2011, Accepted March 26, 2011)

ABSTRACT : In this study, temperature and relative humidity during growth of fruit body were applied to oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) to elucidate the prolongation effect of storage. Although there were not big differences among conditions of cultivation, weight loss and change of pileus color were slight increased and hardness and springness of fruit body were little decreased with storage period. When whole mushrooms (250~300g) were packaged with wrap and stored at $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, the shelf life of the oyster mushrooms were cultivated at 16°C and at 13°C was 18 day and 24days, respectively. Therefore, it was elucidated that the treatment of low-temperature at the step of fruit body development affected extension of shelf life in oyster mushroom.

KEYWORDS : Cultural environment, Oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, Storage

서론

느타리버섯은 우리나라 버섯생산량의 25%, 재배면적은 27%를 차지하고 농가호수는 58%를 차지하는 주요 식용버섯 중의 하나이다(특용작물생산실적, 2008). 2000년 이후 자동화시스템을 갖춘 병재배 농가가 증가하면서 팽이와 큰느타리버섯의 생산량이 증가하였으며, 2008년은 2000년 대비 느타리버섯의 재배면적은 64%, 생산량은 43% 감소하였다. 또한, 거의 수입에 의존하는 배지재료의 국제가격 상승과 국내경기침체로 농가는 경영적으로 상당히 어려운 실정에 놓여있다.

또한, 농수산물유통공사의 2007년도 수출입현황자료에는 팽이, 표고, 느타리버섯 위주로 미국 49%, 네덜란드 13%, 일본 10% 등으로 수출이 되었으나 수입되는 버섯 물량은 수출대비 6.5배, 수입금액은 1.3배 높다고 보고되었다. 이와같이 수입 의존도가 높고 생산과다에 의한 가격하락으로 대규모 농가나 몇몇 농가가 연합체의 형태로 수출을 통하여 어려운 상황을 해결하려고 시도하고 있으나 미국이나 유럽 등 장거리 수출에는 20~30일 정도의 운송기간이 소요되어 수출확대와 시장개척에 어려운 문제점이 따르고 있어 유통 및 판매에 이르기 까지 품질유지를 위한 재배방법과 장기저장에 관한 기술 개발이 시급하게 요구되고 있다.

버섯류의 영양성분은 일반 과채류와 같이 지질의 함량이

낮은 반면 섬유질, 무기질 및 비타민류 등 특수 영양소가 다량 함유되어 있어 영양학적으로 우수하나 수확 후 호흡과 대사작용이 일반 과수, 채소류보다 왕성하여 중량감소가 빠르고 외관이 수축되며 호흡열로 인한 품온 상승으로 변색 및 미생물의 번식 등 품질저하가 급속히 일어난다. 따라서, 일반적인 신선 농산물에 비하여 저장기간이 짧고 유통기간 중 부패율 및 품질 저하가 높은 편이다(이 등, 2003). 국내의 버섯의 신선도 유지에 관한 연구결과를 보면, 랩포장의 경우 저장온도 $0\sim 2^{\circ}\text{C}$ 에서 느타리버섯과 팽이버섯 모두 8일, 가스흡착제인 탈산Q와 활성탄을 같이 처리했을 때 팽이버섯은 24일, 느타리버섯은 20일까지 저장이 가능하였다(지 등, 1995). 200g 소포장 후 2kg 박스 저장하여 저장온도 $0\sim 4^{\circ}\text{C}$ 에서 15일간 신선도가 유지되었고(조와 하, 1997), 느타리버섯의 MA 저장기간은 저장온도 0°C 경우는 14~15일, 5°C 에서는 8일로 저장온도가 높을수록 저장기간이 감소하였다(최와 김, 2003). 표고의 경우 예냉처리 후 1°C 에 저장했을 때 1개월까지 상품성이 유지되었다(김 등, 1995). 이와 같이 버섯류의 선도유지에 관한 연구는 주로 저장온도, 포장재, MA 저장, 예냉처리에 관하여 결과가 보고되었고, 국외의 연구는 주로 양송이위주로 연구가 이루어져 왔다. 이에 수출을 위한 장기선도유지 재배기술 개발이 요구되는 실정에서 주요 식용버섯인 느타리버섯의 생육단계에서 온도와 상대습도를 조절하여 저장기간의 연장 효과를 구명하기 위해 본 연구를 수행하였다.

*Corresponding author <pdym@gg.go.kr>

Table 1. Yield and quality of fruit body according to conditions of growth

Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Diameter of pileus (mm)	Length of stipe (mm)	Diameter of stipe (mm)	No. of pileus (No./bottle)	Lightness of pileus (L value)	Fresh weight (g/bottle)
13	80±5	29	80	8.2	20	48 a	127 ab
	95±5	30	77	8.5	17	47 a	123 b
16	80±5	31	83	8.9	20	53 a	127 ab
	95±5	31	85	9.0	21	51 a	140 a

재료 및 방법

시험품종

경기도농업기술원 버섯연구소에 보유하고 있는 춘추느타리2호를 PDA(Potato Dextrose Agar)배지에 계대배양하여 사용하였다.

종균제조 및 생육특성 조사

종균배지는 미루나무톱밥과 미강을 부피비 4:1로 혼합하여 수분함량은 65%내외로 조절하여 250ml 삼각플라스크에 200g내외로 담아 고압살균(121°C, 40분) 후 플레이트에 배양한 균사체를 접종하여 21±1°C에서 배양한 것을 1차 접종원으로 사용하였다. 동일한 방법으로 톱밥배지를 제조하여 850ml PP(Polypropylene)병에 500~540g 담아 고압살균(121°C, 90분)하여 1차 접종원을 10g 정도 접종하여 21±1°C에서 배양완료 후 종균으로 사용하였다. 생산용 배지는 미송톱밥, 비트펄프, 면실박을 부피비로 5:3:2로 혼합하여 수분함량은 68~71%내외로 조절하고 배지량은 500g 내외로 입병하여 고압살균 하였다. 그리고 수량 및 자실체 특성은 농촌진흥청 조사기준에 준하여 조사하였다.

생육환경조건

입상 후 생육온도는 16±0.5°C, 상대습도는 95±5%로 조절하여 발이를 유기하였으며 버섯의 대가 병입구 위로 약 2~3cm 자랐을 때 온도는 13±0.5°C로 낮추고 상대습도는 80±5% 와 95±5% 로 2수준으로 조절한 생육실과 16±0.5°C 온도에서 상대습도 80±5%로 낮춘 생육실로 이동하고 대조구는 온도 16±0.5°C, 상대습도 95±5% 조건으로 생육시켰다.

포장방법 및 저장조건

포장량은 수확한 버섯의 식용부위 250~300g을 용기에 담아 랩포장하여 4±1°C에서 저장하여 3반복으로 3일마다 품질변화를 조사하였다.

저장기간 중 자실체 품질조사

중량감모율은 저장기간 중 변화한 무게를 초기무게를 기

준으로 백분율로 계산하였으며, 수분함량은 버섯을 80°C에 24시간 건조하여 감소된 무게를 초기무게 기준으로 백분율로 나타내었다. 갓신장율은 갓크기가 대, 중, 소의 것을 저장 전 후의 변화를 백분율로 계산하였으며, 갓색은 색차계(Minolta CR-200)로 측정하여 L(명도) 값으로 나타내었다.

경도와 탄성을 분석하기 위한 시료는 자실체 갓 아래 약 2cm부위의 길이 10mm로 잘라 준비했으며, 물성분석기(SUN Rheo Meter COMPAC-100)의 면적 0.785cm² 인 어댑터로 측정하였으며, 신선도는 냄새 및 버섯의 외관을 종합적으로 판단하여 Minamide 법에 의해 매우신선은 10, 신선은 8, 판매가능은 6, 식용가능은 4, 식용불가는 2, 부패 및 변질은 0 으로 표시하였다.

결과 및 고찰

춘추느타리2호 품종의 일반적인 생육온도 16°C, 상대습도 90%이상으로 재배했을 때와 발이유기 후에 생육온도 13°C와 건조한 조건에서 재배했을 때 버섯의 품질은 Table 1에서 보는 바와 같다. 갓직경, 대길이, 대굵기, 유효경수 등 품질은 큰 차이를 보이지 않았으며, 수량은 대조구인 16°C에서 상대습도 95±5%로 조절한 처리구보다 13°C에서 95±5%에서 생육한 처리구에서 낮았으나 다른 처리구는 대조구와 통계적 유의성은 없었다. 자실체의 형태분화가 이루어진 후의 저온생육 처리구(13°C)의 갓색은 통계적 유의성은 없었으나 명도값이 16°C에서 생육한 것보다 다소 낮아 진하였고, 대길이는 저온에서 다소 짧아, 느타리버섯에서 생육온도가 높을수록 대길이는 길어지고, 갓색이 연해지는 결과는 윤 등(2006)의 보고와 일치하였다. 따라서 발이 후 생육온도를 13°C로 낮추고 상대습도 80% 내외로 다소 낮게 조절하였을 때, 버섯 생육기간이 1~2일 지연되었으나(자료생략) 버섯 품질 및 수량에 큰 저해작용을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

생육조건에 따른 저장기간 중의 수분함량 및 중량감모율 변화를 분석한 결과(Fig. 1, 2), 수분함량은 상대습도가 95±5%에서 생육한 경우 80±5%에서 생육한 버섯보다 높았고, 저장기간 중의 수분함량 변화는 90~91.5%범위에 속

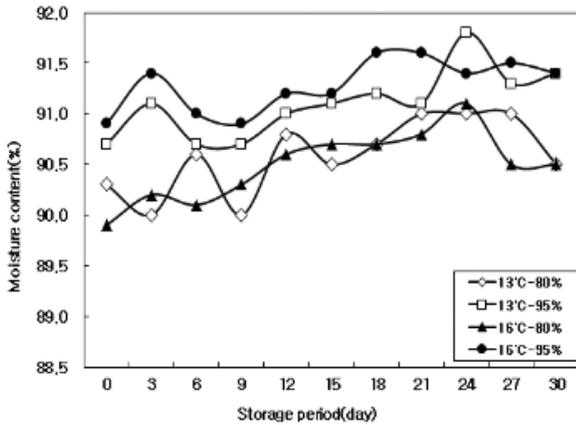


Fig. 1. Changes in moisture content of fruit body according to conditions of growth during storage.

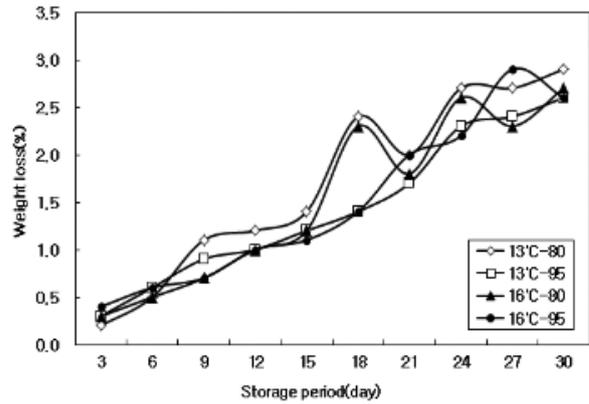


Fig. 2. Changes in weight loss of fruit body according to conditions of growth during storage.

Table 2. Changes in pileus extension according to conditions of growth during storage

(unit : %)

Temperature(°C)	Relative humidity (%)	Storage period(day)										
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	
13	80±5	2.4	0.8	3.6	4.6	3.3	4.8	3.6	6.0	7.0	-6.9	
	95±5	0.7	2.6	4.8	8.3	5.9	4.3	10.2	6.2	4.3	-0.4	
16	80±5	1.6	3.8	1.3	2.7	5.3	4.4	2.2	8.5	7.8	5.4	
	95±5	0.0	2.8	2.0	2.7	3.5	2.8	4.4	4.0	3.1	6.8	

하였다. 중량감모율은 모든 처리에서 저장기간이 길수록 증가하였다. 일반적으로 청과물은 5~10% 수분이 감소하면 시장성이 없는 것으로 보고되어 엽채류의 경우는 물을 주거나 가습실에 넣으면 소생이 가능하기도 하지만 버섯류는 이러한 처리를 하여도 회복이 되지 않는다(김 등, 1995). 따라서, 저장기간 중에 버섯의 중량이 감소하는 주요 요인으로 조직의 수분 증발보다는 호흡에 의한 탄수화물의 분해가 주요한 요인으로(조 등, 2001) 판단되었다.

생육조건에 따른 저장기간 중의 갓신장을 변화는 Table 2에서 보는 바와 같이, 16°C에서 생육한 버섯은 저장 15~21일부터 급격히 증가하는 경향을 보였으나, 13°C에서 생육한 경우 저장 9~12일부터 갓신장이 증가하기 시작하였으며 30일째는 갓테두리가 말리면서 갓신장이 감소하였다. 13°C 생육 처리구는 상대습도가 높았을 때, 16°C에서 생육한 경우는 상대습도가 낮았을 때 저장기간 중의 갓신장이 촉진되는 경향이였다.

갓색은 외관상으로 가장 쉽게 버섯 품질을 판단할 수 있는 주요한 요인으로, 저장기간 중의 갓색진함 정도의 변화를 보기 위해 명도를 조사하였다(Fig. 3). 생육온도 16°C보다 13°C에서 재배한 버섯의 갓색이 명도가 낮아 진했으며 저장기간 24일 이후에 16°C에 생육한 버섯은 명도가 높아져 갓색이 연해졌으나 13°C에서 생육한 버섯은 저장기간

이 24일 이후에 감소하여 30일의 저장기간 동안 갓색이 진하게 유지되었다. 하지만 상대습도의 높고 낮음이 갓의 명도에는 영향을 끼치지 않아 갓의 명도는 온도가 주요 요인으로 작용하며, 이에 저온에서 생육한 버섯의 경우 갓색이 유지되어 저온이 신선도 유지기간 연장에 효과를 끼친 것으로 추정된다.

생육온도 및 상대습도에 따른 저장기간 중의 버섯의 물성 변화는 Fig. 4와 Table 3에서 보는바와 같다. 저온생육 온도 13°C에서 생육한 경우에는 16°C에서 생육한 버섯보다 높은 경향이었는데 이는 생육온도가 높으면 경도가 낮아진 것은 세포의 노화 및 균사의 밀도가 낮은 것에 기인한 것으로 여겨진다(윤 등, 2006). 상대습도에 따른 저장기간 중의 경도는 80±5%에서 생육한 경우가 95±5%에서 생육한 것보다 다소 높아 생육온도 13°C, 상대습도 80±5% 조건에서 재배한 버섯의 경도가 다른 처리보다 다소 높은 경향을 보여, 저온과 건조한 조건이 저장기간 연장에 영향을 끼친 것으로 판단된다.

버섯조직의 탄성의 변화는 생육조건에 따라 큰 차이를 보이지 않았으며 저장기간이 길수록 감소하는 경향이였다.

생육조건에 따른 저장기간 중의 버섯의 외관상 품질로 신선도를 조사한 결과(Table 4), 저온 13°C에서 생육한 경우는 상대습도가 다소 낮아도 24일까지 판매가능한 신선도가

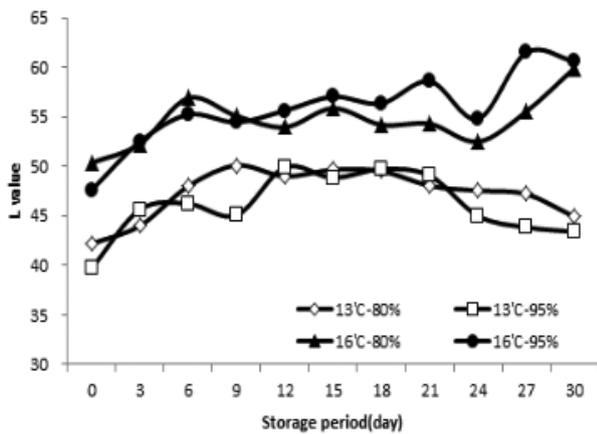


Fig 3. Changes of lightness of pileus according to conditions of growth during storage.

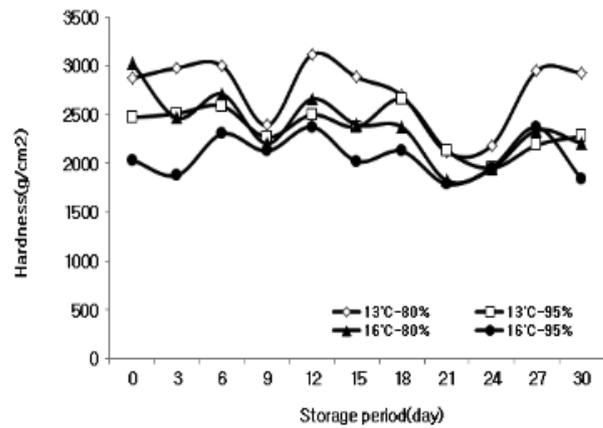


Fig. 4. Changes of hardness of stipe according to conditions of growth during storage.

Table 3. Changes of springness of stipe according to conditions of growth during storage (unit : %)

Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Storage period(day)											
		0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	
13	80±5	87	89	89	90	85	88	87	87	83	82	84	
	95±5	87	89	88	88	86	87	85	86	88	83	85	
16	80±5	88	89	88	89	87	88	87	90	90	83	83	
	95±5	87	89	89	89	88	88	88	90	89	83	86	

Table 4. Changes of freshness of fruit body according to conditions of growth during storage

Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Storage period(day)											
		0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	
13	80±5	10 ^a	10	10	8	8	6	6	6	6	4	4	
	95±5	10	10	10	8	8	8	6	6	6	4	2	
16	80±5	10	8	8	8	6	6	4	4	2	2	2	
	95±5	10	10	8	8	6	6	6	4	4	2	2	

^a10, very excellent; 8, fresh; 6, marketable; 4, edible; 2, non-edible; 0, deterioration.

유지되었으나 16°C에서 생육한 버섯의 저장기간은 상대습도가 80±5% 일때는 15일로 상대습도가 90%이상일 때보다 3일 단축되었다. 따라서, 생육온도를 2~3°C 낮추어 재배를 할 경우 상대습도를 다소 낮게 조절하여도 저장기간 연장에는 큰 영향을 끼치지 않고 저장기간을 6일 연장 효과를 얻을 수 있었다.

느타리버섯을 100g씩 랩포장하여 0~2°C에서 저장하여 선도유지기간이 8일(지 등, 1994), 200g 방담필름으로 소포장하여 상차 포장했을 때는 0~4°C에서 15일까지 저장이 가능하였고(조 와 하, 1997), MA저장시 0°C에서는 14~15일, 5°C에서는 8일까지 선도유지가 되었다(최와 김, 2003)는 연구결과에서 보는 바와 같이, 버섯류와 같은 신선 농산물에 있어서 저장온도, 포장재, 포장방법 등에 따라 신선도 유지

기간에 영향을 주는 요인이며 저온(0°C)에서의 저장기간이 15일정도로 알려져 있는데, 생육단계에서 온도와 상대습도를 조절하는 방법을 병행하면 신선도 유지 기간을 6일 연장할 수 있을 것이다.

적요

느타리버섯의 생육단계에서 재배온도 및 상대습도를 조절하여 선도 유지 기간을 연장하기 위해 수행한 결과, 생육 온도별 저장기간에 따른 버섯의 수분함량은 상대습도가 낮은 처리에서 다소 낮았다. 생육조건별 중량감모율은 저장기간이 길수록 증가하였으며, 처리간 큰 차이 없었고, 갓신장

울은 저온생육시에는 상대습도 $95 \pm 5\%$ 처리에서 저장 21일에 가장 높았으며, 대조구에서는 상대습도 $80 \pm 5\%$ 처리에서 저장 24일에 가장 높았다. 버섯의 물성을 분석한 결과, 경도와 탄성은 저장기간이 길수록 낮아지는 경향이었으며, 상대습도 및 생육온도에 의한 차이는 거의 없었다. 따라서, 느타리버섯을 발이유기 후 생육온도 13°C , 상대습도 80% 이상으로 조절하여 생육하여 250~300g 랩포장하여 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 에 저장 했을때 24일까지 신선도를 유지할 수 있었다.

감사의 말씀

시험처리 및 조사·분석을 도와주신 강영주, 박수옥, 홍혜정 여사님께 감사드립니다.

참고문헌

김병삼, 남궁배, 김의웅, 김동철. 1995. 진공예냉에 의한 표고버섯의 선도 연장. 한국식품과학회지. 제27권 제6호. p.852~859.
농립수산부. 특용작물생산실적. 2008.

농수산물유통공사. 2007.
농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사 분석기준. p721~723.
윤선미, 주영철, 서건식, 지정현. 2006. 느타리버섯 자실체의 생육 및 미세구조에 미치는 온도의 영향. 생명과학회지. 제16권 제2호. p.225~230.
이현동, 윤홍선, 이원옥, 정 훈, 조광한, 박원규. 2003. 느타리버섯의 환경기체조성 농도 예측 및 MA 저장 중 품질특성 변화. 한국식품저장유통학회지. 제10권 제1호. p. 16~22.
조성산, 하태문. 1997. 포장방법 개선에 의한 선도유지 연장시험. 경기도농업기술원 시험연구보고서. p. 729~732.
조숙현, 이상대, 류재산, 김낙구, 이동선. 2001. 큰느타리버섯의 MA저장중 품질 변화. 농산물저장유통학회지. 제8권 제4호. p. 367~373.
지정현, 하태문, 주영철, 이해길. 1994. 생버섯류 선도유지를 위한 저장방법 개발 시험. 경기도농촌진흥원 시험연구보고서. p. 670~690.
지정현, 하태문, 김영호. 1995. 생버섯류 저장기간 연장 시험. 경기도농촌진흥원 시험연구보고서. p. 678~685.
최미희, 김건희. 2003. 저장온도와 포장재에 따른 느타리버섯의 MA 저장 중 품질 변화. 한국식품과학회지. 제35권 제6호. p. 1079~1085.