

신품종 이슬송이 버섯(*Lentinula edodes* GNA01)의 온도별 저장에 따른 품질 변화

최덕주·이윤정¹·최소혜·윤예리[†]

인천재능대학교 한식명품조리과, ¹인천재능대학교 호텔외식조리과

Changes in the Quality of New Cultivar Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) Depending on the Storage Temperature

Duck-Joo Choi · Yun-Jung Lee¹ · So-Rye Choi · Aye-Ree Youn[†]

Department of Korean Master Work and Culinary Arts, Incheon-JEI College, Incheon 22573, Korea

¹Department of Hotel Food Service and Culinary Arts, Incheon-JEI College, Incheon 22573, Korea

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to investigate the quality characteristics and antioxidant activity on consequent storage based on the temperature of new cultivar dew-drop pine mushroom (*Lentinula edodes* GNA01). **Methods:** Dewdrop Pine Mushroom were prepared under different storage temperature (4, 10, 20°C). **Results:** Weight loss and hardness showed the least reduction rate when it was stored at 4°C ($p<0.05$). The color value changed to dark brown at all storage temperatures during the storage period. When it was stored at 4°C, it maintained its initial color for a longer period than at different storage temperatures. With respect to the change in its viable cell count, the cells proliferated to less than 3.0 log CFU/g up to Ed: Please review the change. The earlier part was difficult to understand 2.83 log CFU/g until 15 days of storage at 4°C. On measuring the antioxidant activity of this mushroom, the polyphenol content was maintained without a large change until 9 days of storage at 4°C. The electron-donating action maintained high antioxidant activity, accounting for 81.99% until 12 days of storage from 83.08% during the initial storage at 4°C. When it was stored at 4°C, the sensory characteristics received the highest score among all items, such as appearance, color, flavor and general preference, etc. **Conclusion:** In summary, new Cultivar Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) can maintain its commercial value until the 12th day of 4°C storage.

Key words: Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01), freshness, temperature, storage

I. 서론

최근 우리나라의 식습관은 서구화되어 인스턴트, 육류 및 육류가공품들의 섭취가 증가하고 스트레스로 인해 각종 질병이 발생함에 따라 건강한 삶에 대한 욕구가 증가하고 있다. 우리의 몸은 활성산소를 방어하는 항산화효소를 가지고 있으나 스트레스 등으로 인해 인체 내 효소만 가지고는 방어하는 체계가 유지되지 못한다(Choi HY 등 2012).

버섯은 우리나라에서 오래전부터 음식으로 섭취해 왔

으며 또한 약용으로도 이용되고 있는 작물이다(Choi HY 등 2012). 또한 항암 효능이 있는 버섯의 이용은 기존 방법보다 부작용이 적고, 면역력을 증대시켜 항암력을 나타낼 수 있는 점에서 주목받고 있다(Kim HJ 등 2005). 버섯에 관한 여러 연구가 진행되고 있는데, 갈색 느티만가다 버섯의 항산화 및 tyrosinase 저해효과(Kim SC 등 2013), 노루궁뎅이버섯의 항산화 활성과 항염증 효능 평가(Kim DH 등 2013), 상황버섯의 식후 혈당 상승 억제효과(Choi HY 등 2012), 신선편이 가공(Lim JH 등 2004), 버섯 부위별 항산화능과 유비퀴논 함량(Hong MH 등 2012), 식

[†]Corresponding author: Aye-Ree Youn, Department of Korean Master Work and Culinary Arts, Incheon-Jaeneung College, 178, Jaeneung-ro, Dong-gu, Incheon 22573, Korea

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7958-3867>

Tel: +82-32-890-7463, Fax: +82-32-890-7469, E-mail: miniyoun@jeiu.ac.kr



용버섯의 혈액암세포에 대한 저해효과(Kim HJ 등 2005), 느타리버섯의 MA 저장(Choi MH & Kim GH 2003), 예냉 전처리 저장(Kim BS 등 2007) 등의 연구가 발표되었다.

이슬송이버섯(*Lentinula edodes* GNA01)은 표고버섯의 신품종으로 갓과 자루가 없는 원형 형태로 갓의 손실율이 낮고 가식율이 일반 표고버섯보다 높다. 또한 자연산 송이 향을 가지고 있고, 저장성이 일반 표고버섯보다 좋은 것이 특징이다. 그러나 이러한 이슬송이버섯은 아직까지 일반 표고버섯에 비해 잘 알려져 있지 않고 인지도도 낮은 편이다. Jang HL 등(2015)의 연구에서 표고버섯과 이슬송이버섯의 이화학적 특성과 항산화활성에 대해 비교 분석하였는데, 이슬송이버섯의 항산화활성도, 수분과 조단백 함량은 표고버섯보다 낮았지만 조회분, 조지방, 조섬유, 탄수화물 함량은 표고버섯보다 높게 측정되었다고 보고하였다. 또한 이슬송이버섯의 베타카로틴 함량이 19.05 ug/100 g으로 표고버섯보다 3배가 높았고 비타민 D 함량도 2배로 확인되었다고 한다. 따라서 본 연구에서는 이슬송이버섯의 저장온도에 따른 품질특성을 분석하여 기초자료로 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서는 경상남도 창원에서 재배된 이슬송이버섯을 실험재료로 하였다. 포장용기는 일반적으로 유통 시 쓰이는 PS tray를 사용하였으며 이슬송이버섯을 약 180±5 g 씩(이슬송이버섯 6-7개씩) 담았는데 구입 시 각각 포장되어 온 것으로 저장실험의 시료로 사용하였다. 온도별로 각각 4(L-4), 10(L-10), 20(L-20)°C에 저장하면서 3일 간격으로 3반복하여 품질분석을 실시하였다. 실험에 사용된 시약은 모두 Sigma-Aldrich Co. LLC.(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였다.

2. 신품종 이슬송이버섯의 품질특성

1) 중량감소율

버섯의 중량감소율은 각 처리구별로 저장 초기의 중량에 대한 감모량을 백분율로 환산하여 % 단위로 나타내었다.

2) 경도

직경 1 cm의 probe가 부착된 rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 단면의 내부 쪽으로 20 mm/min의 속도로 삽입할 때 나타나는 조직의 평균저항 값을 kgf로 나타내었다.

3) 색도

이슬송이버섯의 색은 색차계(CR-400, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정된 후 Hunter L, a, b값으로 표시하였으며, 백색 표준판(L=99.75, a=-0.49, b=1.96)을 사용하여 색도계를 보정한 다음 이용하였다.

4) 총균수

시료를 일정량을 취하여 곧바로 멸균팩(B1348WA, Nasco Co. Ltd., Fort Atkinson, WI, USA)에 넣은 다음 멸균한 생리식염수를 가해 균질기(Stomacher 400 circulator, Seward, Paris, France)로 1분간 균질화 한 후 단계적으로 희석하여 총균수 측정 배지(Petri film, 3M Co. Ltd., St. Paul, MN, USA)에 접종하여 37°C에 배양한 후 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다.

5) 기호도 조사

기호도 평가는 패널 10명을 대상으로 실험에 관해 충분히 인식시킨 다음 이슬송이버섯의 전처리 조건에 따른 품질차이를 조사하였으며, 외관, 색, 향, 전반적인 기호도의 조사항목에 따라 5점 기호척도법으로 평가하였다.

3. 신품종 이슬송이버섯의 항산화 활성

1) 총 폴리페놀 함량

추출물은 이슬송이버섯을 일정크기로 잘라 동결건조하여 분말화 한 건조시료에 10배(w/v)의 80% ethanol을 가해 1시간 동안 1000 rpm으로 진탕추출기(Shaker BS-31, Jeio-tech, Seoul, Korea)를 이용하여 추출하였다. 그리고 4°C, 8000 rpm 조건으로 20분간 원심분리(Supra 25k, Hanil Science Industrial, Seoul, Korea)하고 상층액을 Whatman No 2(Sigma-Aldrich Co. LLC., St. Louis, MO, USA)으로 여과하였다. 이슬송이버섯의 총 폴리페놀 함량은 추출시료 0.5 mL에 1N folin-ciocalteu reagent 0.5 mL를 가한 후 혼합하여 3분간 정치시킨다. 그런 다음 2% Na₂CO₃ 용액 10 mL를 넣고 이 혼합액을 1시간 동안 반응시킨다. 반응물의 흡광도는 750 nm에서 spectrophotometer (V-530, Jasco Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, 표준물질은 gallic acid를 이용하여 양을 환산하였다(Lee HJ 등 2011).

2) 전자공여작용

이슬송이버섯 에탄올 추출물의 전자공여작용(Electron Donating Abilities, EDA)은 Blois(Blois MS 1958)의 방법으로 나타나는 추출물의 환원력을 측정하였다. 추출물 0.2 mL에 4×10⁻⁴ M DPPH 용액 0.8 mL를 가한 다음 혼합하여 10분간 방치한 후 525 nm에서 spectrophotometer(Jasco Co.)를 사용하여 측정하였다.

4. 통계분석

통계분석은 SAS(SAS 6.0, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 ANOVA analysis와 Duncan's multiple range test 방법으로 시료간의 유의성($p < 0.05$)을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 신제품 이슬송이버섯의 품질특성

1) 중량감소율

과채류의 중량감소는 조직내의 수분이 증산되거나 호흡으로 인한 유기물의 분해에 의한 것으로 알려져 있다 (Kader AA 1896). 저장온도에 따른 저장 중 이슬송이버섯의 중량감소에서도 Fig. 1과 같이 저장기간이 지날수록 모든 처리구에서 중량이 감소하는 경향을 보였고, 저장온도가 높을수록 버섯의 중량감소가 급격히 발생하는 것으로 나타났다. 반면 저장 온도가 낮아질수록 중량변화는 적은 것으로 측정되었다. 저장 3일째 L-4 처리구(-0.74%)와 L-10 처리구(-1.97%)에 비해 20°C에 저장한 L-20 처리구는 -15.12%로 중량감소가 발생하는 경향을 나타냈다. 이러한 경향은 저장기간 동안 계속되었고, 저장 6일째 L-4 처리구 -2.75%와 L-10 처리구 -5.31%, L-20 처리구는 -26.29%로 측정되었다. 저장 9일째 L-4 처리구는 -3.56%, L-10 처리구는 -8.07%의 중량감소율을 보였는데 4°C의 낮은 온도에서의 저장이 이슬송이버섯 호흡과 수분증발을 억제하여 중량 손실이 적었던 것으로 판단된다. L-4 처리구는 저장 15일째 -6.45%의 감소율을 보여 저장기간 동안 선도를 잘 유지하는 것으로 보였다. Lee CJ 등(2013)의 연구보고에서도 저장기간이 지날수록 양송이버섯의 중량감소율은 증가하는 경향을 나타내었고, 낮은 온도에서 저장한 버섯의 중량감소율이 적었다고 보고한 것과 일치하는 결과를 보였다.

2) 경도

Table 1에서 나타난 바와 같이 이슬송이버섯의 저장 초

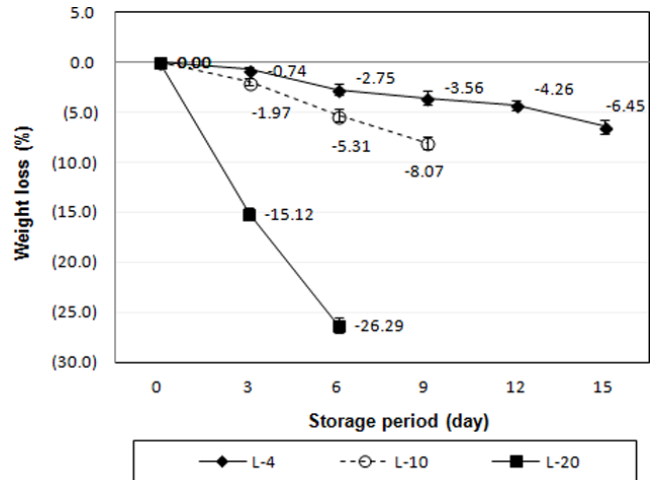


Fig. 1. Changes in weight loss of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) depending on storage temperature.

기 경도는 1.44 kgf으로 모든 처리구가 저장 기간이 지남에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다($p < 0.05$). 저장 3일째 온도별로 유의적 차이를 보였는데 L-4 처리구는 1.36 kgf로 저장 초기에 비해 유의적 차이가 없었고, L-10 처리구는 1.09 kgf, L-20 처리구는 0.66 kgf로 감소를 보였다. 저장 6일째 L-20 처리구는 상품성이 상실되어 더 이상 실험이 불가능하였고, 저장 9일째 L-10 처리구는 0.74 kgf로 48.6%의 감소율을 보인 반면 L-4 처리구는 1.10 kgf로 초기보다 23.6%로 감소되어짐에 따라 변화가 가장 최소화되어 지는 것으로 나타났다. L-4 처리구는 저장 12일째 1.01 kgf로 초기보다 29.8% 감소율로 유의적 감소를 보였지만, 저장 온도 중 이슬송이버섯의 조직감을 가장 잘 유지하는 저장 온도로 나타났다. Bae IY 등(2010)의 실험에서도 4°C에서 저장한 참송이버섯의 조직감이 4일까지 유지되는 경향을 보인 반면 25°C에서는 전처리와 관계없이 60% 이상의 감소를 보여 온도가 버섯의 경도에 영향을 미치는 것을 확인하였다고 보고하였다.

Table 1. Changes in hardness of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) depending on storage temperature (kgf)

Storage temperature (°C)	Storage period (day)					
	0	3	6	9	12	15
L-4	1.44±0.20 ^{A1)a2)}	1.36±0.18 ^{Aa}	1.24±0.07 ^{Aab}	1.10±0.12 ^{Ab}	1.01±0.28 ^{Ab}	0.68±0.09 ^{Ac}
L-10	1.44±0.20 ^{A1)a2)}	1.09±0.08 ^{Bb}	0.91±0.07 ^{Bc}	0.74±0.11 ^{Bd}	-	-
L-20	1.44±0.20 ^{A1)a2)}	0.66±0.10 ^{Cb}	0.46±0.06 ^{Cc}	-	-	-

1) Values with different capital letters (A-C) among Dewdrop Pine Mushroom of same storage day of different temperature are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

2) Values with different small letters (a-d) among Dewdrop Pine Mushroom of same temperature of different storage day are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

이는 저장 온도가 높을수록 이슬송이버섯의 경도 상실에 영향을 미쳤던 본 연구의 결과와도 유사한 경향을 보였다.

3) 색도

Table 2에서 나타난 바와 같이 이슬송이버섯의 저장 초기 명도를 나타내는 L값은 53.34 value로 모든 저장 온도에서 유의적으로 감소하는 경향을 보여 버섯의 색이 초기보다 진하게 변하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 20°C에서 저장한 L-20 처리구는 저장 6일째 35.98 value로 급격하게 진한갈색으로 변한 반면, L-4(53.68 value), L-10 처리구(53.36 value)는 유의적으로 큰 변화가 없었다($p<0.05$). L-10 처리구는 저장 9일째 48.12 value로 유의적 변화를 보였고, L-4 처리구는 저장 12일까지 52.73 value로 변화 없이 유지하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 이슬송이버섯이 진한 갈색으로 변한 원인은 표고버섯의 필름포장 시 호흡과 증산작용으로 포장 내부에 결로가 형성되면 물방울이 생기게 되고 이를 버섯이 흡수함으로 짙은 갈색으로 변하여 상품성이 결여된다고 하였는데 이와 유사한 이유로 판단된다(Jeong MC 등 2001). a값은 초기 10.28 value에서 L-4 처리구는 저장 12일에 10.39 value로 저장 기간 내내 유의적으로 변화 없이 유지되는 것으로 측정되었다. 반면 저장 9일째 L-10 처리구는 12.32 value로 유의적 증가하는 경향을 보였고($p<0.05$), L-20 처리구 또한 저장 6일째 13.60 value로 저장 온도가 높을수록 버섯의 색이 진해져서 a값이 증가하는 것으로 나타났다. 황색도를 나타내는 b값 또한 저장 초기 19.92 value에서 4°C에서 저장하였을 때 저장기간 동안 유의적으로 유지되는 것으로 측정되었으며($p<0.05$), Jeong MC 등(2001)의 실험

에서도 표고버섯을 저장기간이 지날수록 L값은 감소하고, a와 b값은 증가하는 경향을 보였다.

4) 총균수

과채류는 수확 후 저장과정 중 호흡과 증산작용 등에 의한 미생물 오염으로 부패가 발생하고, 경도 저하, 외관, 신선도 등이 떨어져 상품가치를 잃게 됨에 따라 관리가 중요하다(Cho SH 등 1994). 신품종 이슬송이버섯의 저장 온도에 따른 총균수 증식 결과는 Table 3과 같다. 이슬송이버섯의 초기 총균수는 1.83 log CFU/g로 저장기간이 지남에 따라 모든 처리구에서 유의적으로 증식하는 경향을 보였다($p<0.05$). 각각 4, 10, 20°C의 온도에서 저장한 이슬송이버섯의 저장 3일째 L-4 처리구는 1.82 log CFU/g로 변화가 없었던 반면 L-10 처리구(2.50 log CFU/g)와 L-20 처리구(2.88 log CFU/g)는 유의적으로 증식하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 20°C에 저장한 버섯은 저장 3일 후 상품성을 상실하여 더 이상 실험이 불가능하였으며, L-4 처리구는 저장 9일째 2.29 log CFU/g로 적은 총균수 증식을 보인 반면 10°C에서 저장한 L-10 처리구는 3.87 log CFU/g로 유의적으로 L-4 처리구보다 크게 증식하는 것으로 나타났다($p<0.05$). L-10 처리구는 9일 이후 더 이상 실험이 불가능하였고, L-4 처리구는 저장 15일까지 2.59 log CFU/g로 3.0 log CFU/g 이하로 증식하는 것으로 나타나 4°C 이하에서 버섯을 저장할 때 미생물 증식 지연에 효과적인 것으로 판단된다.

5) 기호도 조사

신품종 이슬송이버섯의 온도별 저장 중 기호도 조사를 실시한 결과는 Table 4와 같다. 처리구간 기호도 조사는 외

Table 2. Changes in Hunter color value of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) depending on storage temperature

	Storage temperature (°C)	Storage period (day)					
		0	3	6	9	12	15
L	L-4	53.34±1.90 ^{A1)a2)}	53.37±1.54 ^{Aa}	53.68±1.68 ^{Aa}	53.93±1.20 ^{Aa}	52.73±1.38 ^{Aa}	50.51±0.78 ^{Ab}
	L-10	53.34±1.90 ^{Aa}	53.04±1.82 ^{ABa}	53.36±2.85 ^{Aa}	48.12±2.79 ^{Bb}		
	L-20	53.34±1.90 ^{Aa}	51.06±0.83 ^{Ba}	35.98±2.94 ^{Bb}			
a	L-4	10.28±1.44 ^{Aab}	10.21±0.13 ^{Aa}	10.24±1.04 ^{Ba}	10.07±1.02 ^{Ba}	10.39±0.27 ^{Aa}	11.12±0.81 ^{Aa}
	L-10	10.28±1.44 ^{Aab}	10.39±0.28 ^{Ab}	10.40±0.87 ^{Bb}	12.32±1.40 ^{Aa}		
	L-20	10.28±1.44 ^{Aab}	10.04±0.40 ^{Ab}	13.60±0.64 ^{Aa}			
b	L-4	19.92±1.05 ^{Aab}	19.88±0.62 ^{Ba}	20.44±1.07 ^{Ba}	20.84±0.73 ^{Aa}	20.47±0.94 ^{Aa}	19.63±0.59 ^{Aa}
	L-10	19.92±1.05 ^{Aab}	19.89±0.43 ^{Bb}	20.66±0.47 ^{ABb}	21.50±0.28 ^{Aa}		
	L-20	19.92±1.05 ^{Aab}	20.54±0.52 ^{Ab}	21.70±0.82 ^{Aa}			

¹⁾ Values with different capital letters (A-B) among Dewdrop Pine Mushroom of same storage day of different temperature are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

²⁾ Values with different small letters (a-b) among Dewdrop Pine Mushroom of same temperature of different storage day are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

Table 3. Changes in viable cell count of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) depending on storage temperature (log CFU/g)

Storage temperature (°C)	Storage period (day)					
	0	3	6	9	12	15
L-4	1.83±0.10 ^{A1)dc2)}	1.82±0.0 ^{Cd}	2.04±0.03 ^{Cc}	2.29±0.05 ^{Bb}	2.31±0.04 ^{Ab}	2.59±0.13 ^{Aa}
L-10	1.83±0.10 ^{Adc}	2.50±0.01 ^{Bc}	3.31±0.03 ^{Bb}	3.87±0.05 ^{Aa}	-	-
L-20	1.83±0.10 ^{Adc}	2.88±0.03 ^{Ab}	3.84±0.01 ^{Aa}	-	-	-

1) Values with different capital letters (A-C) among Dewdrop Pine Mushroom of same storage day of different temperature are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

2) Values with different small letters (a-d) among Dewdrop Pine Mushroom of same temperature of different storage day are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

Table 4. Changes in sensory characteristics of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) depending on storage temperature

Items	Storage temperature (°C)	Storage period (day)					
		0	3	6	9	12	15
Appearance	L-4		4.9±0.32 ^{Aa}	4.7±0.48 ^{Aab}	4.4±0.26 ^{Ab}	3.9±0.30 ^{Ac}	2.8±0.42 ^{Ad}
	L-10	5.0±0.00 ^{A1)a2)}	4.8±0.42 ^{Aa}	4.2±0.40 ^{Bb}	3.1±0.30 ^{Bc}	-	-
	L-20		3.9±0.32 ^{Bb}	1.6±0.52 ^{Cc}	-	-	-
Color	L-4		4.8±0.42 ^{Aa}	4.7±0.46 ^{Aa}	4.6±0.50 ^{Aa}	3.9±0.36 ^{Ab}	3.0±0.67 ^{Ac}
	L-10	5.0±0.00 ^{Aa}	4.9±0.32 ^{Aa}	4.3±0.48 ^{Ab}	2.6±0.52 ^{Bc}	-	-
	L-20		3.8±0.41 ^{Bb}	1.2±0.12 ^{Bc}	-	-	-
Flavor	L-4		5.0±0.00 ^{Aa}	4.9±0.30 ^{Aab}	4.6±0.26 ^{Ab}	3.9±0.30 ^{Ac}	2.7±0.47 ^{Ad}
	L-10	5.0±0.00 ^{Aa}	4.8±0.22 ^{Aa}	4.2±0.12 ^{Bb}	2.3±0.44 ^{Bc}	-	-
	L-20		3.9±0.30 ^{Bb}	1.8±0.20 ^{Cc}	-	-	-
Overall acceptability	L-4		4.9±0.32 ^{Aa}	4.8±0.42 ^{Aa}	4.7±0.48 ^{Aa}	3.8±0.20 ^{Ab}	2.7±0.48 ^{Ac}
	L-10	5.0±0.00 ^{Aa}	4.7±0.48 ^{Ba}	4.2±0.31 ^{Bb}	2.5±0.53 ^{Bc}	-	-
	L-20		3.9±0.30 ^{Cb}	1.5±0.53 ^{Cc}	-	-	-

1) Values with different capital letters (A-C) among Dewdrop Pine Mushroom of same storage day of different temperature are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

2) Values with different small letters (a-d) among Dewdrop Pine Mushroom of same temperature of different storage day are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

관(apperance), 색(color), 향미(flavor), 전반적인 기호도(overall acceptability)의 항목으로 평가하였다. 외관항목에서는 저장 3일째 L-4 처리구(4.9점)와 L-10 처리구(4.8점)로 초기와 비교하여 큰 차이가 없었으나 20°C에서 저장한 경우 3.9점으로 저장 초기보다 유의적 감소를 보였다. 저장기간이 지날수록 점차 유의적으로 낮은 평가를 받았고, 저장 9일에 L-4 처리구는 4.4점, L-10 처리구는 3.1점의 평가를 받았으며, L-4 처리구는 저장 12일까지 3.9점의 좋은 평가를 받았다($p<0.05$). 색과 향 항목 또한 저장 중 외관과 유사한 결과를 나타내었고, L-4 처리구는 저장 12일째 3.9점, L-10 처리구는 저장 6일째 4.2~4.3점, L-20 처리구는 저장 3일째에 3.8-3.9점으로 각각 평가받았다. 전반적인 기호도에서는 L-20 처리구는 저장 6일째 1.5점

으로 20°C에서는 저장 3일까지 상품성 유지가 가능한 것으로 나타났고, L-10처리구는 저장 9일째 2.5점으로 10°C 저장에서는 6일간 저장이 가능한 것으로 평가되었다. 반면 4°C에서 저장한 L-4 처리구는 저장 12일까지 3.8점의 평가를 받아 10°C 저장보다 2배 정도 저장기간이 길었고, 낮은 온도 저장이 이슬송이버섯의 상품성 유지에 적합한 것으로 판단된다. Choi MH & Kim GH(2003)의 보고에서도 MA포장한 느타리버섯의 저장 수명을 5°C에서 8일, 10°C에서 3-4일, 20°C에서는 2일 정도였다고 보고하였고, Kim KS 등(2003)도 검은비늘버섯 저장실험에서 가장 낮은 1°C 저장온도에서 가장 신선하게 보관이 가능하였고, 3°C, 6°C의 저장 순서대로 버섯의 신선도가 떨어진다고 보고하여 낮은 온도에서의 저장이 버섯의 저장수명 연장

Table 5. Changes in polyphenol content of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) depending on storage temperature (mg/g)³⁾

Storage temperature (°C)	Storage period (day)					
	0	3	6	9	12	15
L-4	4.01±0.06 ^{A1)c2)}	4.02±0.01 ^{Bc}	4.09±0.09 ^{Cc}	4.14±0.06 ^{Bc}	4.63±0.11 ^{Ab}	5.07±0.07 ^{Aa}
L-10	4.01±0.06 ^{Ac}	4.47±0.03 ^{Ac}	4.89±0.09 ^{Bb}	5.16±0.05 ^{Aa}	-	-
L-20	4.01±0.06 ^{Ac}	4.57±0.12 ^{Ab}	5.62±0.12 ^{Aa}	-	-	-

¹⁾ Values with different capital letters (A-C) among Dewdrop Pine Mushroom of same storage day of different temperature are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

²⁾ Values with different small letters (a-c) among Dewdrop Pine Mushroom of same temperature of different storage day are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

³⁾ mg gallic acid equivalents per gramme dry weight of sample.

Table 6. Changes in electron-donating action of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) depending on storage temperature (%)

Storage temperature (°C)	Storage period (day)					
	0	3	6	9	12	15
L-4	83.08±0.69 ^{A1)c2)}	83.23±0.35 ^{Aa}	82.87±1.48 ^{Aa}	82.44±1.04 ^{Aa}	81.99±0.39 ^{Aa}	79.92±0.37 ^{Ab}
L-10	83.08±0.69 ^{Aa}	82.19±0.22 ^{Ba}	79.56±1.39 ^{Bb}	78.76±0.44 ^{Bb}	-	-
L-20	83.08±0.69 ^{Aa}	80.73±0.51 ^{Cb}	77.97±0.31 ^{Bc}	-	-	-

¹⁾ Values with different capital letters (A-C) among Dewdrop Pine Mushroom of same storage day of different temperature are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

²⁾ Values with different small letters (a-c) among Dewdrop Pine Mushroom of same temperature of different storage day are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

에 효과적인 것으로 보인다.

2. 신제품 이슬송이버섯의 항산화 활성

1) 총 폴리페놀 함량

페놀 화합물은 식물계에 분포되어 있는 2차대사산물의 하나로 수산기를 통한 수소공여와 페놀 고리 구조의 공명안정화에 의해 항산화 활성을 나타낸다(Xu XM 등 2007). 저장 온도에 따른 이슬송이버섯의 총 폴리페놀 함량의 결과는 Table 5와 같이 나타났다. 저장 기간이 지날수록 전반적으로 모든 저장온도에서 폴리페놀 함량이 유의적 증가하는 경향을 보였는데($p<0.05$), Ryu JM 등(2003)의 연구에서도 양송이버섯의 폴리페놀 함량이 저장기간이 지남에 따라 증가를 보였다고 하였다. 저장 초기 이슬송이버섯의 폴리페놀 함량은 4.01 mg/g으로 측정되었고, 저장 3일에 L-4 처리구는 4.02 mg/g으로 함량 변화가 없었으나 L-10 처리구와 L-20 처리구는 각각 4.47, 4.57 mg/g으로 유의적 증가를 보였다($p<0.05$). L-20 처리구는 저장 6일째에 5.62 mg/g로 페놀함량이 증가하였으나 상품성을 상실하였고, 저장 9일에 L-4 처리구는 4.14 mg/g 초기 폴리페놀 함량을 유의적으로 유지하는 것으로 측정되었으

며, L-10 처리구는 5.16 mg/g으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). 저장 9일까지 4°C에서 저장 시 폴리페놀 함량이 초기 함량을 유지하는 것은 낮은 온도로 인해 생리활성을 억제시키는 것으로 판단되며, 저장 12일 이후 4°C 저장한 이슬송이버섯의 폴리페놀 함량도 점차 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 저장 15일에 5.07 mg/g으로 측정되었다.

2) 전자공여작용

DPPH는 진한 자주색을 띠며 항산화물질 등에 의해 환원되어 탈색되는데, 이는 안정적인 free radical로서 다양한 천연물 소재의 항산화 물질을 검색하는데 많이 이용되고 있다(Yoon I 등 2002). 이슬송이버섯의 저장 중 항산화작용 변화는 Table 6과 같다. 저장 초기 83.08%의 높은 활성을 보였고, 저장기간이 지남에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였는데, 저장 3일에 모든 온도에서 80%의 이상의 항산화활성을 나타내어 저장온도의 영향을 받지 않는 것으로 보였다. 하지만 저장 6일째부터 L-10과 L-20 처리구(79.56%, 77.97%)는 점차 항산화 활성이 유의적으로 감소하는 경향을 보였고, 반면 4°C 저

장구는 82.87%로 유의적으로 변화가 없는 것으로 측정되었다. 저장 9일째 L-20처리구는 분석이 불가능하였고, L-4 처리구는 82.44%로 저장 초기에 비해 큰 변화를 보이지 않았으나 L-10 처리구는 78.76%로 항산화 활성이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 저장 12일째 L-4 처리구는 81.99%였고, 저장 15일째에는 79.92%로 유지되는 결과를 보여 4°C 이하의 낮은 온도에서 저장하였을 때 항산화물질 유지에 가장 적합한 것으로 판단된다.

IV. 요약 및 결론

이슬송이버섯의 온도별(4, 10, 20°C) 저장에 따른 품질 특성을 분석하여 조사한 결과는 다음과 같다. 중량감소율은 4°C에서 저장하였을 때 가장 유의적으로 적은 감소를 보였다. 경도는 저장기간이 지날수록 유의적으로 감소하였으나 4°C에서 저장한 것이 가장 적은 변화를 나타내었다($p<0.05$). 색 변화는 저장기간 동안 모든 저장온도에서 진한 갈색으로 변하였지만, 4°C에서 저장한 것이 다른 저장 온도보다 버섯 초기의 색을 오랫동안 유지하였다. 총균수 변화는 4°C에서 저장 15일까지 2.83 log CFU/g로 3.0 log CFU/g 이하로 증식하는 것으로 나타나 미생물 증식 억제에 효과적인 것으로 판단된다. 버섯의 항산화 물질 측정에서 폴리페놀 함량은 4°C에서 저장 9일까지 큰 변화 없이 폴리페놀을 함량이 유지하였다. 전자공여작용 측정에서도 저장 초기 83.08%에서 저장 12일까지 81.99%의 높은 항산화 활성을 유지하는 것으로 측정되었다. 4°C에서 저장한 것이 외관, 색, 향미, 전반적인 기호도의 모든 항목에서 가장 높은 평가를 받았다. 따라서 신제품 이슬송이버섯의 저장온도로는 4°C가 가장 적합하며, 저장 12일까지 상품성을 유지하는 것으로 판단된다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was supported.

References

- Bae IY, Lee YJ, Kim ES, Lee SY, Park HG, Lee HG. 2010. Effect of coating material and storage temperature on the quality characteristics of *Lentinus edodes* mushroom (*Changsongi*). Korean J Food Sci Technol 42(6):682-687.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 181:1199-1200.
- Cho SH, Chung JH, Ryu CH. 1994. Inhibitory effects of natural antimicrobial agent on postharvest decay in fruits and vegetables under natural low temperatures. J Korean Soc Food Nutr 23(2):315-321.
- Choi HY, Ha KS, Jo SH, Ka EH, Chang HB, Kwon YI. 2012. Antioxidant and anti-hyperglycemic effects of a Sanghwang mushroom (*Phellinus linteus*) water extract. Korean J Food Nutr 25(2):239-245.
- Choi MH, Kim GH. 2003. Quality changes in oyster mushrooms during modified atmosphere storage as affected by temperatures and packaging materials. Korean J Food Sci Technol 35(6):1079-1085.
- Hong MH, Jin YJ, Pyo YH. 2012. Antioxidant properties and ubiquinone contents in different parts of several commercial mushrooms. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(9):1235-1241.
- Jeong MC, Nam GB, Lee HJ, Lim JH. 2001. Modified atmosphere packaging of shiitake mushroom packed with perforated film and ceramic films. Korean J Food Preserv 8(1):47-53.
- Kader AA. 1996. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. Food Technol 40:99-102.
- Kim BS, Park SY, Jang MS, Kwon AS. 2007. Effect of prolongation by precooling treatment and improved packing of mushrooms (*Agaricus bisporus*). Korean J Food Preserv 14(1):109-112.
- Kim DH, Park SR, Debnath T, Hasnat MD, Previn M, Lim BO. 2013. Evaluation of the antioxidant activity and anti-inflammatory effect of *Hericium erinaceus* water extracts. Korean J Med Crop Sci 21(2):112-117.
- Kim HJ, Bae JT, Lee JW, Hwang Bo MH, Im HG, Lee IS. 2005. Antioxidant activity and inhibitive effects on human leukemia cells of edible mushrooms extracts. Korean J Food Preserv 12(1):80-85.
- Kim SC, Ryu HM, Jung SM, Lee YH, Kim HS, Kim JO, Cho YU, Cho SJ. 2013. Antioxidant and tyrosinase inhibitory activity of *Hypsizygus marmoreus* (brown cultivar) methanol extracts. J Mushroom Sci Prod 11(4):254-260.
- Lee CJ, Oh JA, Cheong JC, Jhune CS, Moon JW, Kong WS, Suh JS. 2013. Quality standard of *Agaricus bisporus* in a market and changes of mushroom quality during storage. J Mushroom Sci Prod 11(1):41-45.
- Lee HJ, Pak HO, Jang JS, Kim SS, Han CK, Oh JB, Do WY. 2011. Antioxidant activity and quality characteristics of *American cookies* prepared with job's tears (*Coix lachrymajobi* L.) *Chungkukjang* powder and wheat bran powder. Korean J Food Nutr 24(1):85-93.
- Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM. 2004. Browning of minimally processed mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.) as affected by picking season and postharvest holding time. Korean J Food Preserv 11(3):313-318.
- Ryu JM, Park YJ, Choi SY, Hwang TY, Oh DH, Moon KD. 2003.

- Browning inhibition and quality characteristics of minimally processed mushroom (*Agaricus bisporus* Sing.) using extracts from natural material during storage. Korean J Food Preserv 10(1):11-15.
- Kim KS, Joo SJ, Yoon HS, Kim MA, Park SG, Kim TS. 2003. Effects on storage with various films and storage temperature of *Pholiota adiposa*. Korean J Food Preserv 10(3):284-287.
- Xu XM, Jun JY, Jeong IH. 2007. A study on the antioxidant activity of Hae-Songi mushroom (*Hypsizigus marmoreus*) hot water extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 36(11): 1351-1357.
- Yoon I, Cho JY, Kuk JH, Wee JH, Jang MY, Ahn TH, Park KH. 2002. Identification and activity of antioxidative compounds from *Rubus coreanum* fruit. Korean J Food Sci Technol 34(5):898-904.

Received on Sep.6, 2016/ Revised on Oct.10, 2016/ Accepted on Oct.14, 2016