

신품종 이슬송이버섯(*Lentinula edodes* GNA01)과 양송이버섯(*Agaricus bisporus* Sing.)의 저온 저장과 저장기간에 따른 품질 변화

최덕주·이윤정¹·김윤경¹·김문호·최소혜·윤예리[†]

인천재능대학교 한식명품조리과, ¹인천재능대학교 호텔외식조리과

Quality Changes of Low Temperature Storage and Storage Period of New Cultivar Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) and Button Mushroom (*Agaricus bisporus* Sing.)

Duck-Joo Choi · Yun-Jung Lee¹ · Youn-Kyung Kim¹ · Mun-Ho Kim · 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 quality characteristics and antioxidant effects on storage by temperature between new cultivar Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) and button mushroom (*Agaricus bisporus*). **Methods:** Dewdrop Pine Mushroom and button mushroom were prepared at low storage temperature. **Results:** Weight loss increased with time, whereas the new cultivar Dewdrop Pine Mushroom showed a decrease of less than 4% until 15days. Hardness of new cultivar Dewdrop Pine Mushroom was reduces less than button mushroom during storage. Color change of new cultivar Dewdrop Pine Mushroom was not altered during storage. For viable cell count, new cultivar Dewdrop Pine Mushroom proliferated less than button mushroom. For antioxidant activity, polyphenol content increased with storage period of both mushrooms. The electron-donating action of new cultivar Dewdrop Pine Mushroom maintained high antioxidant activity accounting for 80% until 12 days of storage. New cultivar Dewdrop Pine Mushroom was evaluated as better than pine mushroom as it exceeded the middle of storage in sensory characteristics; such as appearance, color, aroma and overall acceptability, etc. **Conclusion:** In summary, new cultivar Dewdrop Pine Mushroom was stored for 12 days while button mushroom was stored for 9 days.

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

I. 서론

버섯은 특유의 향과 맛으로 전통적으로 식용으로 이용되어 온 식품으로 당질, 단백질, 비타민, 무기질 등 각종 영양소를 골고루 함유하고 있다. 또한 항암 효능을 가진 버섯류는 기존의 요법보다 부작용이 적고 면역력을 증강시키는 점이 주목되고 있다(Ryu JM 등 2003, Kim HJ 등 2005). 버섯에 관한 연구는 다양하게 발표되고 있는데 상항버섯의 항산화활성과 식후 혈당 상승 억제 효과(Choi HY 등 2012), 식용버섯 추출물의 항산화 활성 및 혈액암

세포에 대한 저해효과(Kim HJ 등 2005), 버섯류의 항산화 활성 및 아질산염 소거작용(Lee GD 등 1997), 표고버섯의 진공예냉 처리와 포장 저장(Nahmgung B 등 1995), 느타리버섯 추출물의 항산화활성과 성분과 관련한 연구(Kim MH 등 2016) 등이 있다.

이슬송이버섯(*Lentinula edodes* GNA01)은 표고버섯의 신품종으로 갓과 자루가 없는 원형의 형태를 가지고 있으며, 일반 표고버섯보다 가식율이 높다. 이슬송이버섯의 특징은 자연산 송이 향을 가지고 있으며, 저장성이 일반 표고버섯보다 좋은 것이다. 이러한 이슬송이버섯은 아직

[†]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



까지 일반 표고버섯과 양송이버섯 등 다른 종류의 버섯에 비해 잘 알려져 있지 않다. 양송이버섯 연구는 신선편이가공(Lim JH 등 2004), 포장재에 따른 연구(Lee DU 등 2013), 품종별 저장온도와 저장기간에 따른 연구(Oh YL 등 2013) 등 다양한 연구가 이루어진 것에 반해 이슬송이버섯에 관한 연구발표는 적은 편이다. 2015년에 이화학특성과 항산화활성에 관한 연구(Jang HL 등 2015)와 2016년 서방형 이산화염소 가스를 이용한 저장실험(Yoon YT 등 2016)과 온도별 저장에 따른 품질변화(Choi DJ 등 2016)의 연구가 있었지만 아직까지는 거의 전무한 상황이다.

본 연구는 신품종 이슬송이버섯의 온도별 저장에 따른 품질변화에 따른 연구(Youn AR 등 2016)에서 찾은 품질유지에 가장 좋은 온도인 4°C에서 저장하면서 이슬송이버섯과 세계적으로도 널리 이용되고 우리나라의 대표적인 식용버섯 중 하나인 양송이버섯의 차이를 비교하였다. 이슬송이버섯과 양송이버섯을 저온저장하여 비교하고 품질특성을 분석하여 기초자료로 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에서는 경상남도 창원에서 재배된 이슬송이버섯과 충남 부여에서 재배된 양송이버섯을 실험재료로 하였다. 포장용기는 일반적으로 유통 시 쓰이는 PS tray를 사용하였으며 버섯을 약 180±5 g씩(6-7개씩) 담았는데 구입 시 각각 포장되어 온 것으로 저장실험의 시료로 사용하였다. 4°C에서 저온저장 하면서 3일 간격으로 3회 반복하여 측정하면서 비교 분석을 실시하였다.

2. 품질특성

1) 중량 감소율

이슬송이버섯과 양송이버섯의 중량 감소율은 저장 초기의 중량에 대한 감소량을 백분율로 환산하여 % 단위로 나타내었다.

중량감소율

$$= (\text{초기중량} - \text{저장기간 중 중량}) / \text{초기중량} \times 100$$

2) 경도

직경 1 cm의 probe가 부착된 rheometer(Compac-100 CR-200D, Sun Scientific Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 이슬송이버섯과 양송이버섯을 절단한 단면의 내부 쪽으로 20 mm/min의 속도로 삽입할 때 나타나는 조직의 평균저항 값을 kgf로 나타내었다.

3) 색도

이슬송이버섯과 양송이버섯의 색은 색차계(CR-400, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 절단한 버섯의 단면 내부 쪽을 측정 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

시료 일정량을 취하여 곧바로 멸균팩(B1348WA, Nasco Co., Ltd., Chicago, IL, USA)에 넣은 다음 멸균생리식염수를 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 이슬송이버섯과 양송이버섯의 품질 차이를 조사하였다. 이슬송이버섯과 양송이버섯의 전체적인 모습과 절단한 단면의 내부 쪽을 패널들이 볼 수 있도록 준비하였다. 평가항목은 외관, 색, 향, 전반적인 기호도였으며, 5점 기호 척도법으로 측정하였다.

3. 신품종 이슬송이버섯과 양송이버섯의 항산화 활성

1) 총 폴리페놀 함량

추출물은 두 버섯을 일정크기로 잘라 동결 건조하여 분말화한 건조시료에 10배의 80% ethanol(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 가해 1시간 동안 1000 rpm으로 진탕추출한 다음 원심분리기(Supra 25k, Hanil Science Industrial Co., Seoul, Korea)를 이용하여 4°C에서 20분간 8,000 rpm으로 원심분리하고 상층액을 여과지(Whatman No. 2, Whatman Co., Maidstone, England)로 여과하였다. 이슬송이버섯과 양송이버섯의 총 폴리페놀 함량은 추출시료 0.5 mL에 1 N folin-ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich) 0.5 mL를 가한 후 혼합하여 3분간 정치한 후 2% Na₂CO₃ 용액(Sigma-Aldrich) 10 mL를 넣고 혼합액을 1시간 동안 반응시켜 측정하였다. 반응물의 흡광도는 750 nm에서 spectrophotometer(V-530, Jasco Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, 표준물질로는 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 이용하여 양을 환산하였다(Xu XM 등 2007).

2) 전자공여작용

이슬송이버섯과 양송이버섯의 에탄올 추출물 전자공여 작용(electron donating abilities, EDA)은 Blois MS(1958)의 방법으로 추출물의 환원력을 측정하였다. 추출물 0.2 mL에 4×10⁻⁴ M DPPH 용액(Sigma-Aldrich) 0.8 mL를 가

한 다음 혼합하고 10분간 방치한 후 525 nm에서 spectrophotometer(Jasco Co.)를 사용하여 측정하였다.

4. 통계분석

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

III. 결과 및 고찰

1. 신제품 이슬송이버섯과 양송이버섯의 품질특성

1) 중량 감소율

신제품 이슬송이버섯과 양송이버섯의 저온저장과 저장 기간에 따른 중량 감소율의 결과는 Table 1과 같이 저장 기간이 지날수록 버섯의 중량 감소율이 유의적으로 높아졌다($p<0.05$). 과채류의 중량감소의 원인은 조직 내의 수분증산작용과 호흡으로 인해 발생하는 것으로 알려져 있다(Kader AA 1986). 저장 6일까지 이슬송이버섯의 중량 감소율은 1.66%로 양송이버섯(1.43%)보다 높게 나타났지만, 저장 9일 이후부터는 양송이버섯의 중량 감소율이 이슬송이버섯보다 높아지는 것으로 측정되었다. 저온 저장

으로 인해 큰 중량 감소율을 보이지는 않았지만 양송이버섯은 저장 12일 이후에는 상품성이 없다고 판단하여 실험을 진행하지 않았다. 이슬송이버섯은 저장 15일까지 3.86%의 감소율을 나타내었다.

2) 경도

Table 2에서 나타난 바와 같이 저장 초기 경도는 이슬송이버섯은 1.44 kgf, 양송이버섯은 1.71 kgf로 양송이버섯의 조직이 더 단단한 것으로 측정되었다. 이슬송이버섯과 양송이버섯 모두 저장 기간이 지남에 따라 유의적으로 경도가 감소하였고($p<0.05$), 저장 6일째 이슬송이버섯은 1.26 kgf로 저장초기보다 12.5%, 양송이버섯은 1.46 kgf로 저장초기보다 14.6%의 감소율을 나타내어 두 버섯의 조직도 변화는 유사하게 진행되었다. 버섯은 저장초기 단단함을 보이지만 저장기간이 지날수록 버섯의 수분증산과 호흡으로 인해 경도가 줄어든다고 한다(Cho SH 등 2001). 저장 12일째 이슬송이버섯은 0.88 kgf로 초기보다 38.8%의 감소율을 나타내었고, 양송이버섯은 0.91 kgf로 초기보다 46.8%의 감소율로 더 큰 조직도 감소를 보였다. 양송이버섯은 상품성을 상실하여 더 이상 실험이 불가능하였고, 4°C 저온 저장에서 이슬송이버섯이 저장 12일째까지 양송이버섯보다 조직감을 잘 유지하는 것으로 나타

Table 1. Changes in weight loss of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) and button mushroom (*Agaricus bisporus* Sing.) depending on low temperature storage (%)

Cultivar	Storage period (day)					
	0	3	6	9	12	15
<i>L. edodes</i> GNA01	0.00±0.00 ^f	0.74±0.22 ^{A1)e2)}	1.66±0.58 ^{Ad}	2.53±0.74 ^{Ac}	3.17±0.48 ^{Bb}	3.86±0.67 ^a
<i>A. bisporus</i> Sing.	0.00±0.00 ^e	0.44±0.33 ^{Bd}	1.43±0.66 ^{Bc}	2.95±0.64 ^{Ab}	4.09±0.32 ^{Aa}	-

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

²⁾ Values with different small letters (a-f) among cultivar of different storage day are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

Table 2. Changes in hardness of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) and button mushroom (*Agaricus bisporus* Sing.) depending on low temperature storage (kgf)

Cultivar	Storage period (day)					
	0	3	6	9	12	15
<i>L. edodes</i> GNA01	1.44±0.20 ^{B1)a2)}	1.39±0.18 ^{Bab}	1.26±0.07 ^{Bbc}	1.10±0.12 ^{Ac}	0.88±0.08 ^{Ad}	0.78±0.08 ^d
<i>A. bisporus</i> Sing.	1.71±0.16 ^{Aa}	1.61±0.11 ^{Aab}	1.46±0.13 ^{Ab}	1.20±0.11 ^{Ac}	0.91±0.17 ^{Ad}	-

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

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

났다.

3) 색도

신품종 이슬송이버섯과 양송이버섯의 저장 중 색변화를 나타낸 결과는 Table 3과 같다. 명도를 나타내는 L값의 경우 저장 초기 이슬송이버섯은 53.20으로 저장 9일(53.93)까지 유의적으로 변화 없이 유지하는 경향을 보였다($p<0.05$). 반면 양송이버섯은 저장 초기 92.32에서 저장 6일까지 유의적으로 유지하다가 저장 9일째 88.16으로 백색에서 점차 어둡게 변화하는 것으로 나타났다. 저장 12일째까지 이슬송이버섯은 52.61로 저장초기와 비교하여 유의적으로 큰 변화가 없었으나 양송이버섯은 86.91로 유의적으로 L값이 감소하는 것으로 나타나 전체적으로 어둡게 변하는 것을 볼 수 있었다. 버섯이 갈색으로 변하는 원인은 버섯의 호흡과 증산작용으로 인해 포장 내부 결로가 발생하고 물기가 생기면서 이를 버섯이 흡수함으로 색의 변하는 것이라고 Jeong MC 등(2011)이 보고하였는데, 본 실험에서도 유사한 모습을 보였다. a값은 저장 초기 이슬

송이버섯은 10.23, 양송이버섯은 2.36으로 버섯간의 유의적 차이를 나타내었다($p<0.05$). 양송이버섯은 저장기간이 경과됨에 따라 a값이 유의적으로 높아지는 결과를 보였으나, 이슬송이버섯은 저장 마지막 날까지 유의적으로는 변화가 없는 것으로 나타났다. 양송이버섯은 유의적으로 지속적으로 증가하는 경향을 보였는데 하얀빛의 버섯이 저장기간이 지남에 따라 갈색 빛으로 변한 것이 원인으로 보인다. 황색도를 나타내는 b값 또한 이슬송이버섯이 저장 초기 19.85에서 저장기간 동안 유의적으로 유지되는 것으로 측정되었으며($p<0.05$), 양송이버섯은 저장초기 12.36에서 저장 12일째 19.43으로 급격히 증가하였다.

4) 총균수 변화

버섯의 저온저장에 따른 미생물 증식을 살펴본 결과, 저장기간에 지날수록 유의적으로 증식하는 경향을 나타내었다(Table 4). 과채류의 미생물 증식은 외관과 신선도 등을 떨어뜨리게 하여 상품성을 잃게 하는 중요한 요인 중 하나이다. 저장초기 이슬송이버섯과 양송이버섯의 총

Table 3. Changes in color value of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) and button mushroom (*Agaricus bisporus* Sing.) depending on low temperature storage

Color huter	Cultivar	Storage period (day)					
		0	3	6	9	12	15
L	<i>L. edodes</i> GNA01	53.20±1.90 ^{B1)a2)}	53.35±1.54 ^{Ba}	53.68±1.69 ^{Ba}	53.93±1.22 ^{Ba}	52.61±1.38 ^{Bab}	50.99±0.84 ^b
	<i>A. bisporus</i> Sing.	92.32±1.45 ^{Aa}	91.72±1.12 ^{Aa}	91.52±0.72 ^{Aa}	88.16±2.14 ^{Ab}	86.91±0.67 ^{Ab}	-
a	<i>L. edodes</i> GNA01	10.23±1.44 ^{Aa}	10.21±0.13 ^{Aa}	10.53±0.98 ^{Aa}	10.61±0.25 ^{Aa}	10.39±0.27 ^{Aa}	11.21±0.31 ^a
	<i>A. bisporus</i> Sing.	2.32±0.68 ^{Bb}	2.43±0.29 ^{Bb}	2.70±0.12 ^{Bb}	3.00±0.67 ^{Bab}	3.52±0.31 ^{Ba}	-
b	<i>L. edodes</i> GNA01	19.85±1.05 ^{Ab}	19.88±0.62 ^{Ab}	20.44±1.07 ^{Aab}	20.84±0.73 ^{Aab}	20.90±0.46 ^{Aab}	21.14±0.75 ^a
	<i>A. bisporus</i> Sing.	12.36±1.40 ^{Bc}	12.42±0.28 ^{Bc}	13.25±0.64 ^{Bc}	15.87±0.57 ^{Bb}	19.43±1.19 ^{Ba}	-

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

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

Table 4. Changes in viable cell count of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) and button mushroom (*Agaricus bisporus* Sing.) depending on low temperature storage (log CFU/g)

Cultivar	Storage period (day)					
	0	3	6	9	12	15
<i>L. edodes</i> GNA01	1.81±0.10 ^{B1)c2)}	1.82±0.03 ^{Bc}	1.95±0.03 ^{Bc}	2.17±0.05 ^{Bb}	2.25±0.04 ^{Bab}	2.41±0.09 ^a
<i>A. bisporus</i> Sing.	3.07±0.08 ^{Ae}	3.87±0.02 ^{Ad}	4.21±0.02 ^{Ac}	4.68±0.04 ^{Ab}	5.28±0.02 ^{Aa}	-

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

²⁾ Values with different small letters (a-e) among cultivar of different storage day are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

균수는 각각 1.81 log CFU/g, 3.07 log CFU/g으로 유의적이 차이가 나타나는 것으로 측정되었다($p<0.05$). 저장 6일째 이슬송이버섯은 1.95 log CFU/g으로 거의 변화가 없었는데 Kim HS 등(2011)은 저장 초기부터 일정 기간까지 저장 온도가 낮을수록 미생물 증식이 완만하였다고 보고하였다. 하지만 양송이버섯은 저장 6일에 4.21 log CFU/g으로 1.0 log CFU/g 이상 증식한 것으로 측정되었다. 저장 12일째 이슬송이버섯은 2.25 log CFU/g으로 저장 후반까지 유의적으로 적은 증식($p<0.05$)을 보인 반면 양송이버섯은 5.28 log CFU/g으로 총균수의 증식을 보였는데 양송이버섯의 상품성 상실은 미생물 증식에 인한 것으로 판단된다.

5) 기호도 조사

신품종 이슬송이버섯과 양송이버섯의 4°C 저온 저장 중 저장기간에 따른 기호도 조사를 실시한 결과 Table 5와 같이 외관(appearance), 색(color), 향(aroma), 전반적인 기호도(overall acceptability)의 항목으로 5점 만점으로 하여 평가하였다. 버섯의 상품성 평가는 이화학적 분석으로 가능하지만 유통 중 소비자들은 관능적 특성에 따라 평가하게 된다(Cho SH 등 2001).

외관은 저장 6일까지 이슬송이버섯 4.6점, 양송이 4.2점으로 높게 평가되었고 저장 기간이 지날수록 유의적으로 낮은 평가를 받았다. 저장 12일째 양송이버섯은 2.3점으로 중간 이하의 평가로 상품성이 상실된 것으로 나타났다지만 이슬송이버섯은 3.8점으로 높게 평가되었다. 버섯의 색과 향 항목에서도 이슬송이버섯이 유의적으로 양송

이버섯 보다 좋은 점수를 얻었으며, 외관 평가와 유사한 결과를 보였다. 전반적인 기호도 항목에서는 저장 6일까지 이슬송이버섯과 양송이버섯 모두 4.8점의 좋은 평가를 받았고, 저장 9일째 이슬송이버섯은 4.4점으로 유의적으로 큰 변화가 없었던 반면 양송이버섯은 3.5점으로 유의적으로 낮은 평가를 받았다. 저장 12일째 2.2점으로 상품성을 상실한 것으로 보이며 저장 9일까지 상품으로써 저장 가능한 것으로 판단된다. 반면 이슬송이버섯은 저장 12일까지 3.6점, 저장 15일에는 2.7점으로 평가받았고, 저온에서 저장 12일까지 신선한 상태로 상품성을 유지하는 것으로 나타났다. Choi MH & Kim GH(2003)의 보고에서도 MA 포장한 느타리버섯의 저장 수명을 5°C에서 8일이라고 보고하였는데 양송이버섯은 그와 유사하였고 이슬송이버섯은 유통기한이 더 긴 것으로 나타났다.

2. 신품종 이슬송이버섯의 항산화 활성

1) 총 폴리페놀 함량

폴리페놀은 식물 내 페놀성 수산기(OH)의 총칭이며 이차 산물로 페놀산과 같은 간단한 분자부터 고분자화 된 화합물들도 포함된다. 또한 많은 식물계에서 발견되는 성분으로 다양한 질환에 효과적인 것으로 알려져 있다(Jang SH 등 2008). 저온 저장에 따른 이슬송이버섯과 양송이버섯의 총 폴리페놀 함량의 결과는 Table 6과 같이 나타났다. 저장 기간이 지남에 따라 두 버섯 모두 폴리페놀 함량이 유의적 증가하는 결과를 보였는데($p<0.05$), Ryu JM 등(2003)의 실험에서도 양송이버섯의 저장기간이 지날수록 폴리페놀의 증가하는 경향을 보였다고 하였다. 저장

Table 5. Changes in sensory characteristics of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) and button mushroom (*Agaricus bisporus* Sing.) depending on low temperature storage

Item	Cultivar	Storage period (day)					
		0	3	6	9	12	15
Appearance	<i>L. edodes</i> GNA01	5.0±0.00 ^{A1)a2)}	4.8±0.32 ^{Aa}	4.6±0.48 ^{Aab}	4.4±0.52 ^{Ab}	3.8±0.32 ^{Ac}	2.8±0.42 ^d
	<i>A. bisporus</i> Sing.	5.0±0.00 ^{Aa}	4.6±0.33 ^{Ab}	4.2±0.52 ^{Ac}	3.4±0.53 ^{Bd}	2.3±0.48 ^{Bc}	-
Color	<i>L. edodes</i> GNA01	5.0±0.00 ^{Aa}	4.8±0.42 ^{Aa}	4.7±0.48 ^{Aa}	4.6±0.52 ^{Aa}	3.8±0.32 ^{Ab}	3.00±0.67 ^c
	<i>A. bisporus</i> Sing.	5.0±0.00 ^{Aa}	4.8±0.42 ^{Aa}	4.6±0.52 ^{Aa}	3.4±0.70 ^{Bb}	2.6±0.52 ^{Bc}	-
Aroma	<i>L. edodes</i> GNA01	5.0±0.00 ^{Aa}	5.0±0.00 ^{Aa}	4.8±0.32 ^{Aab}	4.6±0.52 ^{Ab}	3.8±0.32 ^{Ac}	2.7±0.48 ^d
	<i>A. bisporus</i> Sing.	5.0±0.00 ^{Aa}	4.5±0.53 ^{Ab}	4.1±0.52 ^{Ab}	3.4±0.70 ^{Bd}	2.3±0.48 ^{Bd}	-
Overall acceptability	<i>L. edodes</i> GNA01	5.0±0.00 ^{Aa}	4.9±0.32 ^{Aa}	4.8±0.42 ^{Aab}	4.4±0.48 ^{Ab}	3.6±0.42 ^{Ac}	2.7±0.48 ^d
	<i>A. bisporus</i> Sing.	5.0±0.00 ^{Aa}	4.9±0.32 ^{Aa}	4.8±0.48 ^{Ab}	3.5±0.71 ^{Bc}	2.2±0.42 ^{Bd}	-

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

²⁾ Values with different small letters (a-e) among cultivar of different storage day are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

Table 6. Changes in polyphenol content of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) and button mushroom (*Agaricus bisporus* Sing.) depending on low temperature storage (mg/g)

Cultivar	Storage period (day)					
	0	3	6	9	12	15
<i>L. edodes</i> GNA01	5.11±0.06 ^{B1)c2)}	5.13±0.01 ^{Bc}	5.19±0.09 ^{Bc}	5.22±0.06 ^{Bc}	5.70±0.11 ^{Bb}	6.24±0.10 ^a
<i>A. bisporus</i> Sing.	7.26±0.20 ^{Ad}	7.77±0.54 ^{Acd}	8.32±0.18 ^{Ac}	9.51±0.39 ^{Ab}	10.89±0.12 ^{Aa}	-

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

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

Table 7. Changes in electron-donating action of Dewdrop Pine Mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) and button mushroom (*Agaricus bisporus* Sing.) depending on low temperature storage (%)

Cultivar	Storage period (day)					
	0	3	6	9	12	15
<i>L. edodes</i> GNA01	83.14±0.64 ^{A1)a2)}	83.21±0.32 ^{Aa}	82.76±1.45 ^{Ab}	81.82±0.45 ^{Abc}	80.41±0.51 ^{Ac}	79.52±0.30 ^{cd}
<i>A. bisporus</i> Sing.	83.71±0.42 ^{Aa}	82.05±1.36 ^{Ab}	81.39±0.48 ^{Ab}	78.33±0.44 ^{Bc}	75.38±0.13 ^{Bd}	-

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

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

초기 이슬송이버섯의 폴리페놀 함량은 5.11 mg/g, 양송이버섯은 7.26 mg/g으로 양송이버섯의 폴리페놀 함량이 높은 것으로 나타났다. 저장 12일째 이슬송이버섯은 5.70 mg/g으로 큰 변화는 없었지만 양송이버섯은 10.89 mg/g으로 저장 초기보다 33.3%의 증가율을 보여 높은 함량을 나타내었다. 저장 12일 이후 양송이버섯은 상품성을 상실하여 더 이상 분석이 불가능하였고, 이슬송이버섯은 6.24 mg/g으로 저장초기보다 18%의 유의적 증가율을 보였다 ($p<0.05$). 저장초기부터 저장 중에는 양송이버섯의 폴리페놀 함량이 많은 것으로 나타났으나, 저장기간은 이슬송이버섯이 더 긴 것으로 나타났다.

2) 전자공여작용

DPPH는 진한 자주색을 띠는 비교적 안정한 free radical로 항산화물질 등에 의해 환원되어 탈색되므로 여러 가지 천연물 소재의 항산화 물질을 검색하는데 많이 이용되고 있다(Yoon I 등 2002). 이슬송이버섯과 양송이버섯의 항산화작용 변화는 Table 7과 같으며, 저장기간 동안 모든 버섯이 높은 항산화성을 보였다. 저장 초기 이슬송이버섯과 양송이버섯 모두 83% 이상의 높은 항산화활성을 나타내었고, 저장 6일까지 두 버섯 모두 80% 이상의 활성으로 유의적 차이를 보이지 않았으나, 저장 9일째 양송이버섯은 78.3%로 유의적으로 활성이 감소하는 결과를

보였다($p<0.05$). 저장 12일까지 양송이버섯은 75%로 점차 활성이 떨어지는 것으로 나타났지만, 이슬송이버섯은 80.4%로 유지되는 결과를 보였다. 이는 이슬송이버섯은 15일, 양송이버섯은 12일까지 상품성이 유지되는 것으로 판단된다.

IV. 요약 및 결론

신품종 이슬송이버섯과 양송이버섯의 저온저장에 따른 저장 중 품질을 비교 조사한 결과는 다음과 같다. 버섯의 저장 중 중량 감소율은 저장기간이 지남에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, 이슬송이버섯은 저장 15일까지 4%이하의 감소율을 나타내었다. 경도는 저장 12일째 이슬송이버섯은 초기보다 38.8%의 감소율을 보인 반면 양송이버섯은 46.8%의 감소율을 보여, 이슬송이버섯이 양송이버섯보다 조직감을 잘 유지하는 것으로 나타났다. 버섯의 저장 중 색변화는 이슬송이버섯이 저장 기간 동안 유의적으로 큰 변화 없이 유지하는 경향을 보였고, 총균수는 양송이버섯에서 급격한 증가한 반면 이슬송이버섯은 증식이 크지 않았다. 버섯의 저장 중 항산화물질 측정에서는 폴리페놀 함량은 두 버섯 모두 저장기간이 지날수록 증가하였고, 양송이버섯의 함량은 더 높게 나타났다. 전자공여능 측정에서는 두 버섯 모두 높은 활성도

를 보였지만, 이슬송이버섯은 저장 12일까지 80% 이상의 항산화활성을 유지하는 것으로 측정되었다. 기호도조사에서도 모든 항목에서 저장 중반을 넘어서면서 양송이버섯보다 이슬송이버섯이 좋은 평가를 받았으며, 여러 항목 평가를 통해 저장성의 한계를 관찰한 결과, 4°C에서 양송이버섯은 9일, 이슬송이버섯은 12일이었다.

Conflict of Interest

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

References

- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
- Cho SH, Lee SD, Rye JS, Kim NG, Lee DS. 2001. Changes in quality of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) during modified atmosphere storage. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8(4):367-373.
- Choi DJ, Lee YJ, Choi SR, Youn AR. 2016. Changes in the quality of new cultivar dewdrop pine mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) depending on the storage temperature. *Korean J Food Cook Sci* 32(5):585-592.
- Choi HY, Ha KS, Jo SH, Ka EH, Chang HB, Kwon YI. 2012. Antioxidant and anti-hyperglycemic effects of a Sanghwang mushroom (*Phellinus linteusau*) 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.
- Jang HL, Lee JH, Hwang MJ, Choi YM, Kim HR, Hwang JB, Nam JS. 2015. Comparison of physicochemical properties and antioxidant activities between *Lentinula edodes* and new cultivar *Lentinula edodes* GNA01. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(10):1484-1491.
- Jang SH, Yu EA, Han KS, Shin SC, Kim HK, Lee SG. 2008. Changes in total polyphenol contents and DPPH radical scavenging activity of *Agrimonia pilosa* according to harvest time and various part. *Korean J Med Corp Sci* 16(6):297-401.
- Jeong MC, Nam GB, Lee HJ, Lim JH. 2001. Modified atmosphere packaging of shiitake mushroom packed with perforated film and ceramic films. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8(1):47-53.
- Kader AA. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmosphere on fruits and vegetables. *Food Technol* 18(9):247-264.
- Kim HJ, Bae JT, Lee JW, Hwang Bo MH, Im HG, Lee IS. 2005. Antioxidant activity and effects on human leukemia cells of edible mushroom extracts. *Korean J Food Preserv* 12(1):80-85.
- Kim HS, Kim GH, Kim DM. 2011. Effect of low storage temperature on quality of fresh ginseng. *Korean J Food Preserv* 18(4):459-466.
- Kim MH, Jeong EJ, Kim YS. 2016. Studies on the antioxidative activities and active components of the extracts from *Pleurotus ostreatus*. *J Food Hyg Saf* 31(2):119-125.
- Lee DU, Chang MS, Cho SD, Jhune CS, Kim GH. 2013. Quality changes in mushrooms (*Agaricus bisporus*) due to their packaging materials during their storage. *Korean J Food Preserv* 20(1):7-13.
- Lee GD, Chang HG, Kim HK. 1997. Antioxidative and nitrite-scavenging activities of edible mushrooms. *Korean J Food Sci Technol* 29(3):432-436.
- 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.
- Nahmgung B, Kim BS, Kim OW, Chung JW, Kim DC. 1995. Influence of vacuum cooling on browning, PPO activity and free amino acid of shiitake mushroom. *Agric Chem Biotechnol* 38(4):345-352.
- Oh YL, Jung KY, Jhune CS, Kong WS, Yoo YB, Shin PG, Seo JS. 2013. Quality changes in *Agaricus bisporus* varieties due to period and temperature during their storage. *J Mushroom Sci Prod* 11(3):137-144.
- 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 materials during storage. *Korean J Food Preserv* 10(1):11-15.
- 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.
- Yoon YT, Bong SJ, Kang HS, Yoon YJ, Kim HG, Min KH, Lee KH. 2016. Quality changes of *Lentinula edodes* GNA01 mushroom by choline dioxide gas treatment during storage. *Korean J Food Nutr* 29(4):499-505.
- Youn AR, DJ Choi, YJ Lee, SR Choi. 2016. Change in the quality of new cultivar dewdrop pine mushroom (*Lentinula edodes* GNA01) depending on the storage temperature. *Korean J Food Cook Sci* 32(5):585-592.

Received on Feb.16, 2017 / Revised on Mar.16, 2017 / Accepted on Mar.21, 2017