

최 종  
연구보고서

## 송이의 저장방법 기술개발

Development of storing methods for pine agaric

양양군 농업기술센터

농 립 부



## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “ 송이의 저장방법 기술개발” 과제( 제1세부과제 : 송이의 냉동저장방법연구, 제2세부과제 : 냉동송이의 해동 및 유통조건 규명, 협동과제 : 송이의 저온저장 조건 연구)의 최종보고서로 제출합니다.

2000. 4. 27.

주관연구기관명 : 양양군 농업기술센터

총괄연구책임자 : 이 상 범

연구원 : 최 돈 영

연구원 : 김 정 운

연구원 : 김 순 정

연구원 : 정 연 하

연구원 : 함 영 준

연구원 : 안 기 석

협동연구기관명 : 강릉대학교

협동연구책임자 : 유 병 진

연구원 : 장 미 화

연구원 : 강 영 신

연구원 : 심 재 만

## 요 약 문

I. 제 목 : 총괄제목 : 송이의 저장방법 기술개발

제1세부과제 : 송이의 냉동저장방법연구

제2세부과제 : 송이의 해동조건 및 유통조건 규명

협동과제 : 송이의 저온저장 조건 연구

### II. 연구개발의 목적 및 중요성

우리나라 적송림에서 생산되는 송이버섯은 일본시장에서 크게 호평받고 있으며 특히, 양양군에서 생산되는 송이버섯은 독특한 향기로 인하여 그 품질이 뛰어나 송이버섯중 최고의 상품으로서 평가받고 있다.

그러나 송이버섯의 과학적인 저장방법이 확립되지 않으므로 수확후 2~3일만에 탈수, 탈향 및 갈변현상이 일어나 품질이 급격히 저하되어 상품의 가치를 쉽게 잃어버릴 뿐 아니라 송이의 수확기는 보통 9월~10월로 1개월에 일시에 출하되므로 장기간 상품성을 유지하는 것이 큰 과제로 대두되었다. 또한 최근에 북한산 및 중국산의 송이수출 점유율이 높아지면서 일본시장에만 의존해왔던 국내 송이버섯의 출하가격이 매우 불안정해짐에 따라 출하시기를 조절할 필요성이 대두되었다. 그러므로 국내산 송이를 효과적으로 저장할 수 있는 방법을 개발하기 위하여 아래의 세부과제별로 연구를 수행하였다.

제1세부과제 : 송이버섯을 3개월 이상 장기간 저장을 위하여 냉동하여야 하는데 냉동방법과 냉동 저장시 포장상태에 따라 송이버섯의 품질이 달라지므로 본 실험에서는 액체 질소를 이용한 급속동결(-78℃)과 일반동결(-25℃)로써 송이버섯을 동결하여 품질의 변화를 측정하였다. 동결된 버섯을 여러 종류의 포장재를 사용하여 포장하고 -25℃의 냉동고에 저장하면서 품질변화를 측정하여 가장 우수한 포장상태와 동결방법을 모색하

였다.

제2세부과제 : 송이버섯을 냉동 저장한 후 상온에서 유통하게되면 송이버섯의 상태가 처음 채취하였을 때의 높은 품질을 나타내지 않음으로 해동 후의 송이버섯의 상품성을 유지하기 위하여 적절한 해동방법을 강구해야 한다. 이를 위하여 해동방법에 따른 송이버섯의 품질을 측정하여 가장 적절한 해동방법을 모색하였으며 유통조건을 달리하여 유통중의 품질변화를 측정함으로써 송이버섯의 품질을 장기간 유지할 수 있는 유통조건을 찾고자 하였다. 또한 송이를 관광상품으로 소비를 촉진하기 위해 포장단위의 축소가 필요하므로 소포장 유통할 때의 최적 유통조건을 규명하였다.

협동과제 : 송이버섯은 채취 후 상온에서 2~3일 정도 경과하면 갓이 피어 상품성이 떨어질 뿐 아니라 더 이상 경과하면 부패하여 조직이 물러지거나 송이버섯 고유의 향을 잃어버리고, 건조되면 중량감모율이 높아져 조직이 딱딱해져서 본래 송이버섯의 texture를 소실하므로 송이버섯을 냉동하지 않고 상품의 품질을 4주 이상 유지하기 위한 보관방법을 개발하는 것이 필연적이다. 그러므로 본 과제에서는 송이버섯을 저온상태(3℃)에 저장하면서 제1세부과제에서 사용한 여러 종류의 포장지와 보관조건(튐밥포장 및 N<sub>2</sub> gas 치환밀봉)을 달리할 때 품질의 변화를 측정하여 4주 이상 보관할 수 있는 최적의 저온저장조건을 규명하였다.

### III. 연구개발 내용 및 범위

1. 제1세부과제 : 송이버섯을 장기간(4개월 이상) 저장하기 위하여 냉동저장을 하였다. 냉동은 액체질소로써 급속동결(-78℃)한 것과 -30℃ 동결고에서 24시간 이상 동결시키는 방법을 택하였고 여러 종류의 기능성 포장재(polyethylene film; PE, polyethylene-nylon laminated film ;NY/PE,

polyester-aluminum-polyethylene laminated film;PET/AL/PE, polyvinylidene chloride;CPV, 방담필름, 항균필름)로서 동결된 송이버섯을 포장하며 또한 경제성을 고려해 신문지, 종이컵 및 티슈 등으로 포장하여 -25℃에 저장하면서 저장기간에 따른 송이버섯의 품질을 아미노태 질소, texture, browning, 향기, 색도 및 외관 등의 변화를 측정하여 최적의 냉동조건과 최적의 포장상태를 규명하였다.

2. 제2세부과제 : 동결된 송이버섯은 해동하게되면 drip의 유출이 심하여 쉽게 부패하여 상품의 품질을 떨어뜨린다. 이를 방지하기 위하여 해동방법을 달리하여 가능한 송이버섯의 품질 변화를 최소화하려고 하였다. 사용한 해동방법은 경제성을 고려하여 일반 농가에서 사용할 수 있는 냉장고의 온도와 비슷하게 조절하여 수침해동(15℃), 해수해동(15℃), 저온해동(3℃), 온수해동(35℃) 및 열수해동(80℃)으로써 제1세부과제에서 언급되었던 동결방법 및 포장상태별로 버섯의 품질을 측정하였으며 톱밥에 보존제인 sodium benzoate, potassium sorbate 및 sodium propionate를 첨가하고 여기에 송이를 저장할 때의 품질변화를 측정하였다..

3. 협동과제 : 송이버섯을 동결하지 않고 4주 이상 저장하기 위하여 여러 종류의 포장재와 보조제를 사용하여 저온(3℃)저장을 하였다. 사용한 포장재로는 고밀도 polyethylene(P) film, nylon-polyethylene laminated film(N/P), polyester-aluminum-polyethylene laminated film(P/A/P)및 polyvinylidene chloride(CPV) film 등을 사용하였고 송이버섯의 호흡율을 조정하기 위하여 질소가스 충전 후 고밀도 P film으로 포장하였고 또한 농가에서 쉽게 구할 수 있는 재료로서 소나무 톱밥 및 마사토로서 포장하였다. 또한 피막처리제로서 프로왁스와 키토산 각각의 10% 용액에 송이버섯을 침지 음건하여 피막처리하였다. 이렇게 여러 상태로 포장 혹은 처리된 송이버섯을 3℃에 저장하면서 저장기간에 따른 품질의 변화를 측정하여 최적의 포장과 저장조건을 규명하였다.

#### IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

##### 1. 연구개발 결과

가. 제1세부과제 : 액체질소를 이용하여 송이의 중심온도가  $-40^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 동결한 것과  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로써 48시간 동결한 시료를 PE film과 창호지로 각각 포장하여  $-25^{\circ}\text{C}$  동결고에 저장하였고 동결 송이의 품질에 미치는 포장재 종류의 영향을 규명하기 위하여 송이를 액체질소로서 동결한 후 방담필름, NY film, PE film, PET film, CPV film, 창호지 및 티슈로써 각각 포장하고  $-25^{\circ}\text{C}$  동결고에 저장하였으며, 포장내의 기체상태의 영향을 조사하기 위하여 액체질소로 동결한 송이를 PE film으로 밀봉한 것(대조구 : control), PE film으로 진공포장한 것(진공포장), PE film으로 송이와 함께 탈산소제를 넣고 진공포장한 것(탈산소제 첨가), PE film으로 포장하면서 질소가스로 충전한 후 밀봉한 것(질소가스 충전) 네 종류의 상태로 포장하여  $-25^{\circ}\text{C}$ 에 저장하였다. 이렇게 저장된 시료의 저장기간 경과에 따른 품질 변화를 조사하기 위하여 drip 량, 아미노태 질소, 경도, 갈변도, 송이육과 표면의 색택 및 중량감모율을 측정한 결과는 다음과 같다.

Drip 량의 변화에서는 액체질소로 동결한 시료가  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결한 시료보다 매우 적게 나타나 액체질소로 동결하는 것이 해동 후 송이의 품질을 유지하는 데 유리할 것으로 판명되었다.

아미노태 질소의 변화에서는 액체질소로 동결한 시료와  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결한 시료간의 차이는 크지 않았으며 PE film 포장과 창호지 포장사이의 차이도 나타나지 않았다. 경도의 변화에 있어서는 동결방법간의 차이는 없었지만 창호지포장의 경우 PE film 포장에 비해 건조로 인한 경도가 증가하였다.

갈변도와 색택의 변화에 있어서는 갈변도는 냉동방법과 PE film과 창호지간의 차이는 없었으며 송이육의 색택중 명도는 액체질소로 동결하는 것이 냉동고로 동결하는 것보다 좋은 것으로 나타났으며 황색도는 동결방법에 관계없이 모두 증가하였으며 적색도는 동결방법과 PE film과 창호지간의 차이는 없었다.

중량감모율에 있어서 동결방법간의 차이는 크지 않았으나 창호지포장의 시료는 PE film 포장시료보다 중량감모율이 크게 증가하였다. 관능검사의 결과에서는 액체질소로 230일 저장 후에도 동결한 시료는 상품성이 있는 것으로 평가되었다.

포장재의 종류에 따른 냉동송이의 품질변화에 있어서는 아미노태 질소의변화는 포장재 종류간의 영향은 크지 않았으나 경도의 변화에서는 창호지와 티슈포장의 경우 수증기 투과율이 높음으로 인한 건조로 자장 후기에 높게 나타났으며 그 외의 포장지 종류에 따른 차이는 나타나지 않았다.

갈변도에 있어서 포장지 종류간의 차이는 크지 않았지만 색택 중 명도는 저장 후기에 창호지와 티슈로 포장한 시료에서 다른 포장지에 비하여 높게 나타났다. 황색도에서는 창호지 포장의 시료가 가장 높게 나타났으며 NY film 포장 시료의 변화가 가장 적었다. 적색도에서는 NY film으로 포장한 시료가 가장 낮게 나타났으며 다른 포장지들 사이에 큰 차이는 없었다. 중량감모율의 변화는 CPV film 포장 시료가 가장 낮았으며 창호지와 티슈포장의 시료가 가장 높았다.

PE film 포장내의 기체 상태를 달리하였을 때 동결송이의 품질 변화에서 아미노태 질소와 경도의 변화는 포장내의 기체상태에 영향을 받지 않았으며 갈변도는 탈산소제 첨가 시료에서 가장 낮게 나타났다. 송이육의 색택 중 명도의 변화는 포장내의 기체 상태에 큰 영향을 받지 않으며 적색도 변화에서는 탈산소제 첨가 시료와 질소가스 충전 시료는 감소하였으며 진공밀봉 시료는 증가하였다. 송이 표면 색택중 명도, 적색도 및 황색도는 포장내 기체상태의 영향을 크게 받지 않았다. 진공포장의 경우

중량감모율이 가장 컸으며 관능검사의 결과에서는 수분투과성이 있는 창호지와 티슈 포장을 제외하고 모든 포장지에서 230일간 저장하여도 상품성이 있는 것으로 나타났다.

이상과 같은 결과를 미루어 보면 송이를 장기간 저장하기 위하여 액체질소로서 급속동결하고 수증기투과율이 낮은 포장재로 포장하여 -25℃에 저장하면 200일까지는 저장가능하며 냉동 저장 시에는 포장내의 기체상태는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

동결저장 중 향기성분에 있어서는 1-octen-ol, 2-octenol, octyl alcohol 및 methyl cinnamate가 송이의 향기 주성분이었으며 120일 저장 후에 1-octen-ol은 감소하였고 methyl cinnamate는 증가하였다.

송이를 장기간 저장하기 위하여는 액체질소로서 급속동결하고 수증기투과율이 낮은 포장재로 포장하여 -25℃에 저장하면 200일까지는 저장가능하며 냉동 저장 시에는 탈산소제의 존재유무, 포장내의 기체상태는 큰 영향을 미치지 않으며 수증기 투과율이 큰 창호지나 티슈를 사용하면 장기간 저장 중 표면건조가 심하게 일어난다.

나. 제2세부과제 : 액체질소를 사용하여 중심온도가 -45℃에 도달하도록 동결한 후 고밀도 PE film으로 포장하고 -25℃ 냉동고에 120일 동안 저장한 송이를 3℃ 공기 중에서, 15℃ 공기 중에서, 15℃ 물 속에서, 15℃ 5% 염수 속에서, 35℃ 물 속에서, 80℃ 물 속에서 각각 해동하였을 때 송이 품질의 변화를 측정된 결과는 다음과 같다.

아미노태질소의 함량에 있어서 해동방법간의 큰 차이를 보이지 않은 것은 송이육 자체에 존재하거나 혹은 미생물에 의한 단백질분해효소의 작용이 해동방법에 따라서는 거의 차이가 없으며 texture에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단되며 수분함량도 큰 차이가 없으므로 drip의 유출량에 의해서도 영향을 받지 않을 것으로 생각되었다. 또한 관능검사의 결과에서 가장 높은 평가를 받았던 35℃ 물에 해동한 시료의 texture profile은 gumminess가 높게 나타나고 springness가 비교적 낮게 나타나

송이의 texture를 기계적으로 측정하려면 2차요소를 측정하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다. 색도의 측정결과에서 명도, 적색도, 황색도 및 전체 색차의 변화량이 가장 작았던 35℃ 물에서 해동한 시료가 관능검사에서 가장 우수한 품질로 평가되었다.

송이를 일반적으로 유통되는 온도인 3℃와 -5℃에서의 품질변화를 측정하는 것이 송이의 최적 유통조건을 규명하는데 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 판단되어 sodium benzoate처리한 50% 수분함유통밥에 송이를 묻어 각각 3℃와 -5℃에 저장하면서 송이의 품질변화를 측정하였고 보존제 처리 효과를 비교하기 위해 보존제를 첨가하지 않은 50% 수분함유통밥에 송이를 묻어 3℃에 저장(대조구)하면서 송이의 품질변화를 측정한 결과는 아래와 같다.

송이를 sodium benzoate로 처리한 통밥에 포장하여 유통할 경우 아미노태질소의 함량과 경도의 변화에서는 보존제 처리한 통밥에서 저장하는 것이 보존제 처리하지 않은 대조구보다 다소 좋은 것으로 나타났지만 실제 관능검사에는 큰 영향이 없었으며 유통온도에 의한 영향도 크지 않은 것으로 판단되었다.

통밥의 부패를 방지하기 위해 식품에 사용가능한 보존제인 sodium benzoate, potassium sorbate 및 sodium propionate를 50% 수분 함유통밥에 각각 첨가하여 송이를 3℃에 유통하면서 송이의 품질을 측정하여 보존제 종류가 송이의 품질에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다.

보존제를 첨가한 통밥에 저장한 송이는 유통 초기에 아미노태질소 함량의 증가속도가 억제되어 초기 부패에 효과가 있었으며 경도의 감소속도를 늦추어 송이육 조직의 연화를 억제하는 효과가 있으나 갈변도는 오히려 촉진하였다. 그러나 보존제의 종류에 따라서 큰 차이를 보이지 않았으며 관능검사 결과에서는 보존제 첨가의 영향이 거의 없는 것으로 판단되었다. 소포장으로 유통할 때에는 25℃에서 유통할 경우 포장용기 내의 통밥온도변화는 40분만에 10℃이상 올라가므로 저온유통이 필수적

인 것으로 생각된다.

3℃저장 중에 있는 송이를 상온에서 유통할 경우 유통 가능한 기간을 산출하기 위하여 50% 수분함유톱밥을 소포장용 styrofoam 상자(14.4×9.2×5cm)에 밀도가 0.20g/cm<sup>3</sup>되도록 채우고 여기에 송이를 묻어 3℃에 10일간 저장한 것을 상자과 함께 28℃에 두었을 때 유통기간에 따른 송이의 품질변화를 측정된 결과는 다음과 같다.

아미노태질소량, 갈변도, 경도 및 중량감모율의 변화와 관능평가의 결과에서 3℃에서 10일간 저장 후에 28℃ 상온에 유통할 때의 유통기간은 1일 정도에 불과하였다.

협동과제 : 송이의 품질유지 기간을 연장하기 위한 조건을 규명할 목적으로 포장재의 종류가 송이저장 중 품질에 미치는 영향을 측정하기 위하여 송이를 CPV, P/A/P, N/P, P film으로 일부 포장하고, 피막제 처리의 효과를 측정하기 위하여 10% chitosan용액과 10% prowax용액으로 각각 처리하고 앞에서 언급한 포장재로 포장하였으며 톱밥과 마사토에 저장하였을 때 및 질소가스로 충전포장하여 이들 모두 3℃에 저장할 때 중량감모율, 아미노태질소, 갈변도, 경도, 및 후속도의 변화와 관능평가를 측정된 결과는 다음과 같다.

중량감모율의 속도를 낮추는 효과가 있는 포장지는 CPV와 P film 이었으며 50% 수분함유톱밥에 저장할 때에도 낮게 나타났다. 송이를 chitosan과 prowax로써 피막 처리하는 방법과 질소가스로 충전포장하는 것은 중량감모율의 속도를 낮추는데 큰 효과가 없었다.

아미노태질소의 변화에 있어서 저장기간의 경과에 따라 증가하였으며 포장지의 종류에 따른 증가속도의 차이는 거의 없었지만 chitosan, prowax로서 피막처리한 것과 톱밥에 저장한 시료는 증가속도가 현저히 낮았다. 질소가스 충전은 아미노태질소량의 변화에 영향을 미치지 않았다.

갈변도의 증가에 모든 포장시료에서 포장지의 종류에 관계없이 급격

히 증가하였지만 톱밥과 마사토에 저장한 송이에서는 갈변도의 증가속도가 낮았다. 또한 피막제 처리와 질소가스 충전포장은 갈변도의 변화에 영향을 미치지 않았다.

경도는 CPV와 P film으로 포장된 송이에서 저장기간의 경과에 따라 감소하였으나 피막제 처리된 시료와 마사토에 저장한 것은 증가하였다. 톱밥에 저장한 시료는 큰 변화가 없었다.

후속도의 변화에 있어서 턱받이가 50%이하 파손된 상태를 나타낸 품질 유지기간은 피막처리한 시료와 모든 포장지의 시료는 40일, 톱밥저장 시료는 50일이었고 질소가스충진 포장에서는 40일 이하이었다.

관능적으로 송이의 색을 판별하였을 때 상품성이 있는 색을 유지하는 기간은 모든 포장지에서 20일, 피막처리한 시료와 질소가스 충전 포장 시료는 30일, 톱밥저장 시료에서는 40일 이상이었다.

전체적인 송이의 품질을 관능적으로 평가하였을 때 송이의 품질이 중급이상으로 평가된 것은 CPV film 포장과 질소가스충진 포장은 20일, 나머지 포장지의 경우 10일, 피막제 처리시료는 30일, 톱밥저장에서는 50일이었다.

톱밥에 송이를 저장할 경우 50% 수분을 함유한 톱밥에서의 송이품질이 가장 우수하였으며 톱밥의 밀도는 높을수록 송이의 저장기간이 연장되었다. 송이를 톱밥에 저장할 때 송이를 묻는 톱밥의 깊이는 10cm이상으로 해야하며 톱밥저장시 톱밥의 용기재질로는 styrofoam 상자가 우수한 것으로 나타났다. 향기성분으로는 1-octen-ol, 2-octenol, octyl alcohol 및 methyl cinnamate가 송이의 향기 주성분이었다.

## 2. 활용에 대한 건의

제1세부과제 : 송이를 장기간 저장하기 위하여 동결할 경우 액체질소로 급속 동결하는 것이 송이의 품질을 양호하게 유지시킬 수 있다. 하지만

액체질소로 급속 동결할 때 송이를 한 개체씩 취급해야 하므로 작업의 능률과 경제성 면에서 불리할 것으로 생각된다. 그러므로 대량으로 송이를 수집하여 저장하려면 액체질소를 이용한 급속 동결작업 뿐 아니라 동결후의 각 개체운반, 포장을 위한 작업을 용이하게 할 수 있는 기계의 개발이 시급하다. 그러나 농가에서 액체질소를 이용할 수 없으므로 가정용 냉장고에서 동결할 경우 송이를 수분투과도가 낮은 고밀도 PE film 봉지에 넣어서 동결하여 저장하는 것이 필수적이므로 이러한 교육이 필요할 것으로 생각된다.

제2세부과제 : 장기간 동결하여 저장한 송이를 해동할 때 3℃ 공기에 해동하거나 35℃ 온수에 해동하는 것이 해동된 송이의 품질에 좋은 영향을 미쳤으므로 3℃ 공기 중의 환경은 가정용 냉장고의 냉장실내와 비슷하므로 농가나 일반 가정에서 송이를 해동할 경우 이 방법을 이용할 수 있을 것으로 생각되나 이 방법은 해동시간이 24 시간이상 소요된다는 것을 고려하여 섭취시간에 맞추어 해동해야 한다는 점을 교육해야만 한다. 35℃ 온수해동은 해동시간이 30분 정도이므로 해동소요시간에 대한 고려는 필요치 않으나 해동 후의 송이온도가 높으므로 가능한 해동 즉시 섭취하거나 요리에 사용될 수 있도록하는 것이 중요하다.

툽밥에 송이를 포장하여 유통할 경우 툽밥의 부패를 막기 위해 사용한 보존제는 송이의 초기 부패를 억제하므로 툽밥에 이러한 보존제를 첨가하는 량과 방법을 자세하게 조사할 필요성이 있다.

Styrofoam 상자를 이용한 소포장 유통에 있어서는 3℃이하에서 유통하는 것이 송이의 품질을 유지하는데 필수적이다. 특히 소포장된 송이를 운반, 하역 및 이송할 때 상온에 40분 이상 경과하게되면 송이의 품질이 급격히 나빠질 가능성이 있으므로 운반, 하역 및 이송에 관한 체계적인 관리지침의 작성과 운용이 필수적이다.

협동과제 : 툽밥으로 송이를 3℃에 저장하면 다른 포장지나 피막제 처리

한 송이보다 오랫동안 저장할 수 있다. 이를 체계적으로 활용하기 위하여 소나무 톱밥을 제조하여 수분을 조절하는 공정과 이를 위한 기계의 제작이 필요하며 일반 농가에서는 톱밥의 수분을 조절하기 위하여 스프레이를 사용하여 골고루 수분을 첨가하는 작업이 필요하다. 또한 톱밥으로 송이를 저장할 때 톱밥의 밀도가 높아지도록 채우는 것이 좋으며 송이는 톱밥표면으로부터 10cm 이하에 저장하는 것이 필요하다. 그리고 송이를 저장하기 전에 톱밥의 온도를 낮추어야하는데 톱밥의 온도는 최소한 24시간 이상 3℃에 두어야 톱밥의 온도가 낮아지므로 송이를 채취하려 가기 24시간 전에 톱밥의 수분을 조절하고 냉장고에 넣어 온도를 조절하여야한다.

3℃에 송이를 저장할 때 저장기간에 큰 영향을 미치는 요인은 송이 채취 후 보관조건이다. 그러므로 송이를 채취한 직후부터 공판장에서 경매될 때까지의 송이보관조건에 대한 연구와 체계적이며 과학적인 보관시설과 제도가 확립되어야 할 것으로 생각된다.

## Summary

### **Subject 1 : Development of storage method of pine agaric by freezing**

1. Purpose of study : In order to extend the storage time of pine agaric to be more than 3 months, it is necessary to elucidate the conditions of freezing storage of pine agaric. The purpose of this study is the development of storage method of pine agaric by freezing.
2. Results and conclusions : Freezing pine agaric with liquid nitrogen has been kept better quality of pine agaric than freezing by  $-25^{\circ}\text{C}$  freezer. This method made to reduce the drip amount of pine agaric after thawing. The effects of packing materials on the quality of pine agaric during storage at  $-25^{\circ}\text{C}$  were not great. But the window paper and tissue having high water vapor permeability made to be dry the skin of pine agaric after storage at  $-25^{\circ}\text{C}$  for 120 days. The presence of deoxygenizer could not affect the quality of freezed pine agaric. The substitution of nitrogen gas in packing showed high redness of pine agaric skin. The highest weight loss of pine agaric during storage at  $-25^{\circ}\text{C}$  were shown in vacuum packing. As the results of sensory evaluation of pine agaric during storage at  $-25^{\circ}\text{C}$ , all packing materials except window paper and tissue had kept being good quality until 230 days. The major flavor components of pine agaric were 1-octen-ol, 2-octenol, octyl alcohol and methyl cinnamate. During storage of pine agaric at  $-25^{\circ}\text{C}$ , the content of 1-octen-ol was reduced but those of methyl cinnamate was risen.

**Subject 2 : Elucidation the thawing conditions of freezed pine agaric and the transportable conditions of pine agaric stored at 3°C**

1. Purpose of study : The objectives of this study are to elucidate the conditions of thawing method that could keep being good quality of pine agaric freezed, to confirm the transportable conditions of pine agaric under cold storage and to investigate the effects of adding preservatives to sawdust on the quality of pine agaric during storage at 3°C.
2. Results and conclusions : The thawing conditions of freezed pine agaric were "standing in 3°C air", "standing in 15°C air", "soaking in 15°C water", "soaking in 15°C saline", "soaking in 35°C water" and "soaking in 80°C water ". Thawing freezed pine agaric in 35°C water and 3°C air could retain its quality good. Adding preservatives(sodium benzoate, potassium sorbate, sodium propionate) to sawdust could inhibit the early deterioration of pine agaric during storage at 3°C. When the temperature of transportation of pine agaric with small packing had to be retained less than 3°C, the freshness of pine agaric could be sustained for 20 days. The work of transportation of small packing should be finished for 40 minutes because the sawdust wrapping pine agaric could inhibit to rise the temperature of pine agaric for this time. In case of 28°C transporting pine agaric stored at 3°C, its shelf-life showed to be 1 day.

**3. Subject 3 : Study of the storing conditions of pine agaric**

## **under cold storage**

1. Purpose of study : The purpose of this study were to measure the effects of packing materials, gas in packing and tunic reagents on the quality of pine agaric during storage at 3°C, to investigate the storing conditions of pine agaric in sawdust.
2. Results and conclusions : Among various packing materials, the packing with sawdust of pine agaric during storage at 3°C showed the longest period that the freshness of pine agaric could be retained. The packing with filling nitrogen gas and the treatment of tunic reagent(chitosan, prowax) could not effect the rate of browning degree. The shelf-lives of pine agaric packed with CPV film and with filling nitrogen gas were 20 days, those treated with tunic reagents were 30 days and that of packing with sawdust was 50 days. In case of moisture contents(30, 50, 70%) of sawdust, the sawdust containing 50% moisture content showed the longest shelf-life, 40 days. The higher density of sawdust showed to keep the better quality of pine agaric. The reduction rate of moisture in sawdust was the more increased for early storage, the higer initial content of moisture in sawdust. When pine agaric in packing with sawdust was located in which the depth from sawdust surface had to be more than 10 cm, the quality of pine agaric could keep to be fresh. Among various container(wood box, plastic box, styrofoam box) of sawdust, styrofoam box was assessed to have the best characteristics for storage of pine agaric. The major flavor components of pine agaric were 1-octen-ol, 2-octenol, octyl alcohol and methyl cinnamate. During storage of pine agaric at 3°C, the

content of 1-octen-ol was reduced but those of methyl cinnamate was risen.

# CONTENTS

## Chapter I. Introduction

Section 1. Purpose of study -----	20
Section 2. Scope of study -----	21

## Chapter II. Development of storage method of pine agaric by freezing

Section 1. Introduction -----	23
Section 2. Materials and methods -----	25
Section 3. Results and discussion -----	28
Section 4. References -----	63

## Chapter III. Elucidation the thawing conditions of freezed pine agaric and the transportable conditions of pine agaric stored at 3°C

Section 1. Introduction -----	65
Section 2. Materials and methods -----	68
Section 3. Results and discussion -----	72
Section 4. References -----	133

## Chapter IV. Study of the storing conditions of pine agaric under cold storage

Section 1. Introduction -----	135
Section 2. Materials and methods -----	139

Section 3. Results and discussion	-----	143
Section 4. References	-----	222

# 목 차

## 제 1 장 서 론

제 1 절 연구 개발의 목적	20
제 2 절 연구 개발의 범위	21

## 제 2 장 송이의 냉동저장 방법 연구

제 1 절 서 론	23
제 2 절 재료 및 방법	25
제 3 절 결과 및 고찰	28
제 4 절 적 요	60
제 5 절 참고 문헌	63

## 제 3 장 송이의 해동조건 및 유통조건 규명

제 1 절 서 론	65
제 2 절 재료 및 방법	68
제 3 절 결과 및 고찰	72
제 4 절 적 요	131
제 5 절 참고 문헌	133

## 제 4 장 송이의 저온저장 조건 연구

제 1 절 서 론	135
제 2 절 재료 및 방법	139
제 3 절 결과 및 고찰	143
제 4 절 적 요	217
제 5 절 참고 문헌	222

# 제 1 장 서 론

## 제 1절 연구개발의 목적

송이(*Tricholoma matsutake*)는 독특한 향기물질과 맛으로 인하여 한국, 일본, 중국 등의 동남아시아 지역에서는 식용버섯 중 가장 선호하는 담자균류 버섯으로 알려져 왔다. 송이는 분류학적으로 *Tricholomatacea*과에 속하며, *Pinus*, *Tsuga*, *Picea* 그리고 *Abies*속의 침엽수에 공생하는 외생균근성이다(Ogawa:1976a, 1976b, 1977, 1981, Ogawa and Ohara:1978).

우리 나라에서는 전지역에서 송이가 생산되고 있지만 지역적으로 동해안의 태백산맥을 낀 산악지역으로 경북 청하 보경사 주변, 경북 울진 지역 및 강원 양양 지역이 송이를 대량 생산하는 것으로 알려져 있다. 특히 강원 양양 지역의 적송림에서 생산되는 송이는 독특한 향기가 진하고 맛이 뛰어나 일본 시장에서 크게 호평받고 있어 일본에서는 송이의 수입량이 해마다 증가하고 있다. 일본에서의 송이 수입량을 보면 '92년에 2,244 M/T이었던 것이 '94년에는 3,622 M/T으로 증가하고 있지만 한국산 송이의 일본 수출량에서는 '92년에 일본 수입량의 33.4%를 차지하던 것이 '93년에는 6.8%, '94년에는 3.8%로 감소하는 반면 북한 및 중국산 송이의 대일본 수출량은 '92년 48.8%, '93년 73.5% 및 '94년 79.9%로 급격한 증가를 보여 일본에서의 송이 수입선이 우리 나라에서부터 북한과 중국으로 옮겨져 가고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 송이의 생산 시기가 9월 하순부터 10월 하순으로 한정되어 일시에 출하되고 있으며 수확 후 2~3일만에 탈수되거나 개산하여 품질이 저하되어 상품성이 급격히 저하되는 등 저장성이 매우 낮은 점을 이용하여 일본의 수입업자들이 가격을 낮게 책정하려고 북한 및 중국산 송이와 가격경쟁을

붙이기 때문에 알려져 있다.

최근 국내외의 송이버섯이 고급식품이라는 인식의 변화로 소비가 증  
가되므로 1997년 이후 매년 강원 양양군에서는 2001년 양양 국제 공항  
개항을 대비하여 “양양 송이 축제”를 개최하여 외국 관광객은 물론 국내  
인도 다수 참가하여 양양군 송이에 대한 상품 광고효과의 극대화를 이루  
고 있다. 그러나 이것을 국내외의 관광상품으로 개발하여 지역농가 수입  
의 극대화를 이루려면 송이의 상품성을 비교적 장기간 유지할 수 있는  
저장법의 개발이 필수적이다.

특히 송이는 수확 후 2~3일 만에 송이 자체의 호흡과 건조로 인하  
여 개체의 무게가 감소하며 갓이 피고, 자가소화효소의 작용으로 쉽게  
부패하므로 부패취가 송이의 독특한 향을 저해하여 상품성이 급격히 떨  
여진다. 그러므로 송이의 수확 후 비교적 장기간 저장할 수 있으면 송이  
의 가격을 안정적으로 유지할 수 있을 뿐 아니라 송이를 보다 높은 가격  
으로 판매할 수 있기 때문에 농가의 소득에 도움이 될 것으로 생각되므  
로 송이를 장기간 저장하기 위한 저장 기술의 개발이 시급하다.

## 제 2 절 연구개발의 범위

이 연구를 효과적으로 수행하기 위하여 제1세부과제에서는 송이버섯  
을 4개월 이상 장기간 저장할 수 있는 방법을 개발하기 위하여 동결에  
의한 송이의 저장을 시도하였다. 동결법으로는 액체질소를 이용한 급속  
동결과 일반 냉동고를 이용한 동결 두 가지 방법으로 동결하고 동결방법  
의 차이에 따른 송이의 품질 변화를 측정하였다. 또한 동결된 시료는 냉  
동 저장 중에 수분과 향기 성분의 증발을 방지하고 미생물의 오염을 억  
제하기 위하여 동결된 시료를 여러 종류의 포장지로서 포장한 후 냉동  
저장기간동안 송이의 품질을 측정하여 송이의 냉동저장에 효과적인 포장  
재를 규명하였다.

제2세부과제에서는 동결된 송이버섯은 해동하게되면 drip의 유출이 심하여지고 조직이 연화되어 쉽게 부패하므로 상품의 품질을 떨어뜨린다. 이러한 drip현상을 최소화하기 위하여 최적의 해동방법을 규명하였다. 사용한 해동방법은 경제성을 고려하여 일반 농가에서 사용할 수 있는 냉장고의 온도와 비슷한 수침해동(3℃), 해수해동, 저온해동(3℃), 상온해동(20℃) 및 열수해동(90℃)으로써 제1세부과제에서 언급되었던 동결방법 및 포장상태별로 버섯의 품질을 측정하였다. 또한 소포장으로 유통하기 위한 조건을 설정하기 위하여 styrofoam box를 사용하여 유통할 때의 조건을 측정하였다.

협동과제에서는 송이버섯을 동결하지 않고 4주 이상 저장하기 위하여 여러 종류의 포장재와 보조제를 사용하여 저온(3℃)저장을 하였다. 사용한 포장재로는 방담필름, 고밀도 PE film, NY/PE film, PET/AL/PE film, 향균필름 및 PVC film 등을 사용하였고 송이버섯의 호흡율을 조정하기 위하여 탈산소제 함유 포장과 질소가스 충전 후 포장하였고 또한 농가에서 쉽게 구할 수 있는 재료로서 소나무 톱밥, 신문지, 종이컵 및 티슈로서 포장하였다. 또한 피막처리제로서 프로왁스와 키토산 각각의 10% 용액에 송이버섯을 침지 음건하여 피막처리하였다. 이렇게 여러 상태로 포장 혹은 처리된 송이버섯을 3~5℃에 저장하면서 저장기간에 따른 품질의 변화를 측정하여 최적의 포장과 저장조건을 규명하였다.

## 제 2 장 송이의 냉동저장방법 연구

### 제 1 절 서 설

송이는 적송의 뿌리에 기생하는 하등식물로서 우리 나라에서는 일부 여름 송이를 제외하고는 9월 중순부터 10월 하순 사이에 설악산, 양양, 강릉, 봉화, 영덕, 영양, 울진, 보은, 남원 등지에서 수확되며 생산량은 당해 년도의 기후조건에 따라서 큰 차이를 나타낸다(Cho et al., 1984). 현재 송이는 인공재배가 되지 않으며 수확기간이 짧고 생산량의 제약 뿐 아니라 특유한 향기 때문에 대단히 고가로 판매되고 있으며 많은 량이 일본으로 수출되고 있으나 생산량에 따라서 송이 가격의 편차가 매우 심하다.

송이는 수확 후 실온에 저장하면 중량이 감소되며 버섯자루가 신장되고 갓(veil)이 피며 갓의 파열 및 갈변과 육질이 섬유화되어 수 일내에 상품 가치를 상실하게 된다. 이와 같은 현상은 버섯이 수확 후 호흡과 대사작용이 일반 과실, 채소류보다 왕성하여 이산화탄소 발생량이 20℃에서 200~500 mg CO<sub>2</sub>/kg/hr에 달함(Han et al., 1992)으로써 중량감소가 빠르고 외관이 수축되며 호흡열로 인한 품온 상승으로 polyphenoloxidase의 활성이 높아져(Lee and Lee, 1988) 갈변반응이 촉진되며 미생물의 번식이 증가되기 때문이다. 그러므로 버섯의 수확 후 품온을 신속히 낮추는 것이 버섯을 장기간 저장할 수 있는 방법 중의 하나로 알려져 있다.

냉동에 의한 식품 저장은 일반적으로 -18℃ 이하에서 식품을 동결, 저장함으로써 식품의 풍미, 색, 질감 및 영양가가 유지되는 효과적인 장기저장방법으로 각종 야채류의 저장에 적용되고 있다. Kim과 Rhim(1997)은 자색 고구마의 품질에 영향을 미치는 냉동저장에 대하여 보고하고 있으며, 양송이의 품질에 미치는 냉동방법의 영향을 조사하기

위하여 Freon 12를 사용하여 양송이를 급속동결한 후 냉동저장기간에 따른 texture와 색도를 측정하여 품질의 변화를 보고하였다(Lee and Lee, 1988). 또한 Lee 등(1997)은 생 표고버섯을 냉동 저장하여 표고의 선도를 유지하는 실험을 하였으며 Lee와 Lee(1988)은 냉동방법과 저장기간이 blanching한 표고의 선도에 미치는 영향을 조사하여 급속 동결이 품질의 유지에 좋은 효과가 있음을 보고하고 있다.

냉동방법에서 최대빙결정생성대를 30분 이내에 통과하는 급속동결과 30분 이내 통과하지 못하는 완만동결이 있다. 급속동결은 빙결정의 크기가 작고 빙결정의 수효가 많기 때문에 식품조직을 파괴하지 않으므로 품질의 손상이 크지 않는 것으로 알려져 있다(李, 1978). 또한 완만동결에서 빙결정의 크기가 크고 그 수는 적어진다고 하여 식품의 냉동저장에서는 급속동결이 식품품질의 장기간 유지를 위하여 권장하고 있는 방법이다. 그러나 냉동상태의 식품이라고 할 쯤라도 식품의 모든 성분이 완전히 동결되어 비활성 상태에 놓여 있는 것이 아니기 때문에 냉동저장 중에도 품질손상이 일어날 수 있다(Kang et al., 1996). 예를 들면, 냉동저장 중 얼음의 재결정화와 승화로 인한 조직의 파괴, 식품표면의 건조 및 갈색반점등이 나타나는 freezer burn 현상과 색소의 파괴, 비타민 손실, 단백질 변성, 지방의 산화, 해동 침출액의 증가 등의 물리화학적 변화가 있다(Finnema et al., 1975).

식품을 냉동하여 장기간 저장할 때 가장 심각하게 대두되는 현상은 동결식품의 표면건조로 인한 “freezer burn” 이다. Freezer burn 현상을 방지하기 위하여 식품에 빙의를 입히거나 표면 수분 증발을 방지하기 위해 여러 재질의 포장재로써 포장하는 것으로 알려져 있다.

그러므로 본 연구는 송이버섯을 장기간 저장하기 위하여 보다 효과적인 냉동저장법을 개발할 목적으로 냉동방법과 포장재의 종류 상태에 따른 송이버섯의 품질변화를 측정하였으므로 보고하는 바이다.

## 제 2 절 재료 및 방법

### 1. 시료의 채취 및 냉동

본 실험에 사용한 송이버섯은 1997년 9월 24일에 양양군에서 채취된 것으로서 갓이 피지 않은 것을 선별하고 개체차이로 인한 실험오차를 줄이기 위하여 크기별로 8cm이하, 8~10cm 및 10cm 이상으로 3 구분하여 각 크기별로 한 개체씩 3개체를 각 실험항목의 측정에 사용하고 결과를 평균하였다. 송이버섯은 개체별로 급속동결하기 위하여 액체질소를 사용하였다. 급속동결에 있어서는 시료의 중심온도가 각각  $-25^{\circ}\text{C}$  및  $-45^{\circ}\text{C}$ 에 도달할 때까지 액체질소에 침지하여 동결하였고 위에서 언급한 3개체씩을 1개의 포장 단위로 하여 여러 포장지로 포장하였으며 완만동결로는 여러 포장지로 포장한 후  $-25^{\circ}\text{C}$ 의 동결고에서 48시간 이상 동결하였다. 이렇게 액체질소 및 동결고에 의해 동결된 시료는  $-25^{\circ}\text{C}$  동결고에 저장하였다.

### 2. 시료의 포장

동결된 시료는 여러 종류의 포장재를 사용하여 포장하였는데 고밀도 polyethylene film(PE), polyester(PET), polyester-aluminum-polyethylene laminated film(P/A/P), 반경질 polyvinylidene chloride(PVC), 방담필름(antifogging film), 창호지 및 티슈 등으로 포장하였는데 액체질소로서 동결한 시료를 포장단위별로 각각 포장하여 냉동저장 시료로 사용하였다.

### 3. 실험방법

#### ① 수분 및 중량 감모율의 측정

수분은 상압건조법으로 측정하였고 중량감모율은 Kim등(1995)의 방법에 따라 일정 간격으로 중량변화를 측정하여 초기 중량에 대한 감모 정도를 다음과 같이 환산하여 나타내었다.

$$\text{Rate of weight retention(\%)} = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

여기서  $W_2$ 은 저장 초기의 중량,  $W_1$ 은 일정 기간 저장 후의 중량이다.

## ② Drip 량의 측정

냉동된 시료의 해동 추출액을 측정하기 위하여 동결된 시료를 포장된 상태로 3℃ 저온실에 48시간 해동한 후 Hamm(1969) 그리고 Karmas와 Turk(1976)의 방법에 따라 시료의 몸체부분을  $2g \pm 0.02g$  되도록 두께 5 mm 정도로 가로로 절단하여 미리 정평하여 둔 여지(Toyo No.5  $\phi$  11cm)의 중앙에 놓고 이것을 두 압착판 사이에 고정시킨 다음 유압기로 압착 ( $30kg/cm^2$ , 1min)하여 여지에 흡수된 압출수분량을 구하여 시료에 대한 백분율로서 표시하였다.

## ③ 아미노태질소의 측정

아미노태질소의 정량은 Spies와 Chamber(1951)의 동염법에 따라 비색 정량하였다.

## ④ 갈변도 측정

시료의 맛과 줄기를 일정량 취하고 ethanol용액 25ml를 첨가하여 homogenizer로 마쇄한 후 6시간동안 방치하여 갈변색소를 추출하고 원심분리하여 상등액을 취하여 spectrophotometer(Shimadzu UV-120-02)로써 420nm에서 흡광도를 측정한다. 갈변도는 시료 1g당 흡광도로서 표시하였다.

## ⑤ 색도측정

송이외관의 색변화를 측정하기 위하여 동결된 시료 줄기부분의 외관과 줄기를 길이로 평행하게 자른 절단면의 육색을 chromometer(Minolta, Co.)로써 측정하여 색도를 Hunter system의 값으로 나타내었다. 이때 사용한 대조구인 표준색의 특성은 Y; 92.0, x; 0.3137, y;0.3197(C)이었다.

## ⑥ Texture의 측정

송이버섯의 texture를 측정하기 위하여 냉동된 시료를 포장된 상태로 3℃ 저온실에서 48시간 해동한 후 Byun등(1989)의 방법에 따라 rheometer(Fudoh, Co)를 사용하여 버섯 갓과 줄기부분의 hardness를 각각 측정하였다.

## ⑦ 관능검사

10명의 panel member로써 각 저장시료의 갓의 변색정도, 향기 및 이취 정도를 9점 척도법에 의하여 평가하며 검사결과는 SAS program을 이용하여 통계처리하였으며 저장 기간별로 포장상태별로 시료의 외관과 세로로 절단하여 단면을 사진으로 촬영하여 색택의 변화를 나타내었다.

## ⑧ 향기성분의 측정

시료의 향기 성분을 추출하기 위해 Ahn과 Lee(1986)의 방법을 수정하여 추출하였다. 즉, 냉동된 시료 300g을 0.3cm 이하의 크기로 자르고 증류수 600ml를 가하여 Likens-Nickerson 장치(Simultaneous steam distillation and solvent extraction apparatus, Kontes, USA)의 환저 flask(3000ml)에 부착하였다. 추출초기의 휘발성 성분을 막기 위하여 시료 flask를 부착하기 전에 응축에 -10℃의 냉각수를 순환시켰다. 용매용 flask에는 혼합용매(n-pentane: diethylether, 1:2v/v) 50ml를 넣고, 먼저 시료가 들어 있는 flask를 130℃가 넘지 않도록 가열하였다. 시료가 끓기 시작하면 혼합용매가 든 flask의 온도를 50℃가 유지되도록 가열하여 향기성분을 포집하였다. 이 후 2시간 추출을 지속한 후 혼합용매가 든 flask를 분리하여 무수황산나트륨으로 탈수시키고 질소가스로 농축하여 GC/MSD(HP-6890 plus, HP-5973)의 분석시료로 사용하였다.

송이버섯의 향기 성분을 분석하기 위하여 사용한 GC/MSD의 조건은 Lee등(1998)이 제시한 조건으로 측정하였으며 분리된 휘발성 성분은량은 전체 휘발성분에 대한 비율로 표시하였다.

### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 동결방법이 송이버섯의 품질에 미치는 영향

##### 1) Drip 량의 변화

동결방법에 따른 송이버섯의 drip의 량 변화를 알아보기 위하여 일반 동결고를 이용한 동결방법과 액체질소를 이용하는 방법으로 송이버섯을 각각 동결하고 동결된 시료는 PE film으로 포장하여  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고에 저장하면서 저장기간에 따른 시료의 drip량을 측정하여 Fig. 1에 도시하였다. 이 결과에서  $-25^{\circ}\text{C}$ 로 유지되는 일반 동결고로써 동결시킨 시료의 drip량은 저장초기에는 10.87%로 낮은 함량을 나타내었으나 저장 150일 만에 59.95%로 급격히 증가하고 그 이 후에는 큰 변화가 없는 경향을 나타내었으나 액체질소로써 버섯의 중심온도가  $-40^{\circ}\text{C}$  되도록 동결시킨 시료의 drip량은 저장 210일 후에도 38.75%로 40% 이하를 나타내 drip 량이 일반 동결고로 냉동시킨 시료보다 매우 낮았다. 이것은 액체질소로서 동결할 경우 급속하게 동결되어 버섯육에 존재하는 수분이 동결되어 결정화될 때 얼음결정의 수는 많지만 크기는 작기 때문에 버섯육 세포를 크게 손상시키지 않았기 때문으로 생각된다. 그러므로 송이버섯을 장기간 보존할 경우 경제성만 있으면 액체질소로써 송이를 급속동결하는 것이 매우 유용하리라라고 생각된다.

##### 2) 아미노태 질소량과 경도의 변화

동결방법이 시료의 품질에 미치는 영향을 알기 위하여 액체질소와  $-25^{\circ}\text{C}$  동결고에서 각각 냉동시킨 후 PE film과 창호지로써 각각 포장하여  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고에 보관하면서 저장기간에 따른 아미노태질소 함량의 변화를 Fig. 2에 그리고 경도의 변화를 Fig. 3에 각각 나타내었다. Fig. 2에서 알 수 있듯이 PE film과 창호지로 포장한 시료 그리고 액체질소와

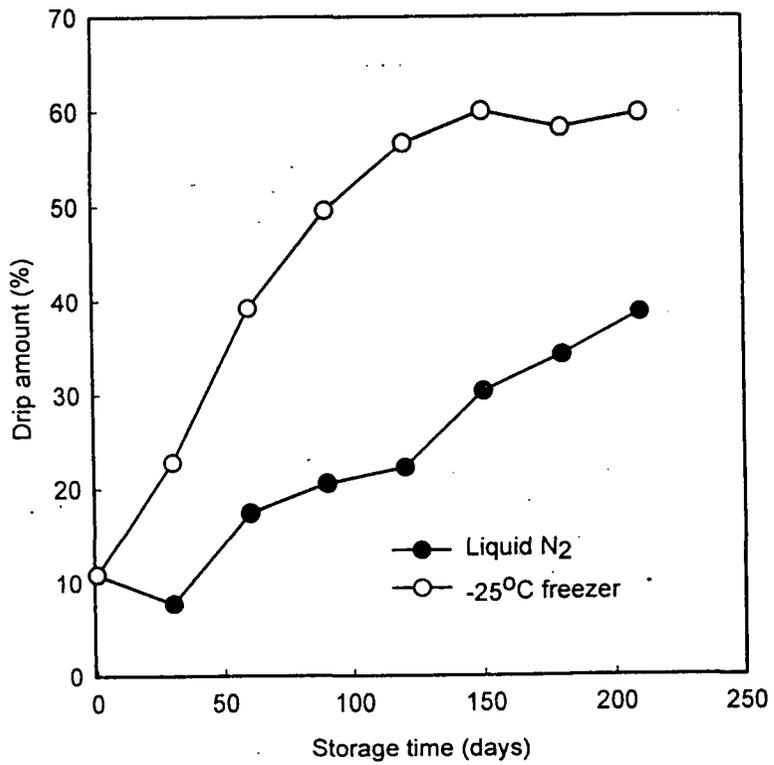


Fig. 1. Changes of drip amounts(%) in pine agaric frozen by two methods during storage at -25°C.

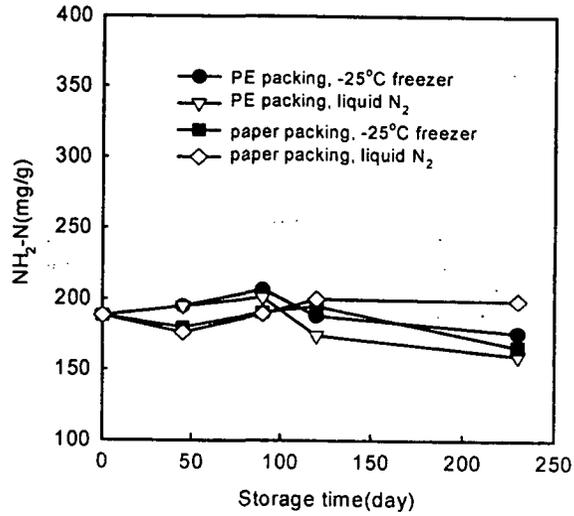


Fig. 2. Effects of freezing methods on changes of amino form nitrogen in pine agaric during storage at -25°C

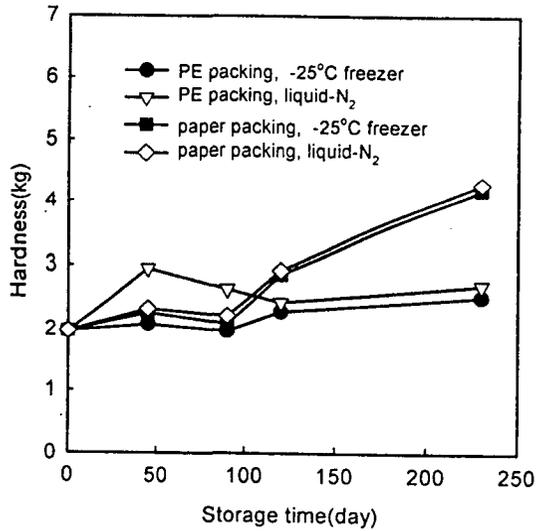


Fig. 3. Effects of freezing methods on hardness of pine agaric during storage at -25°C.

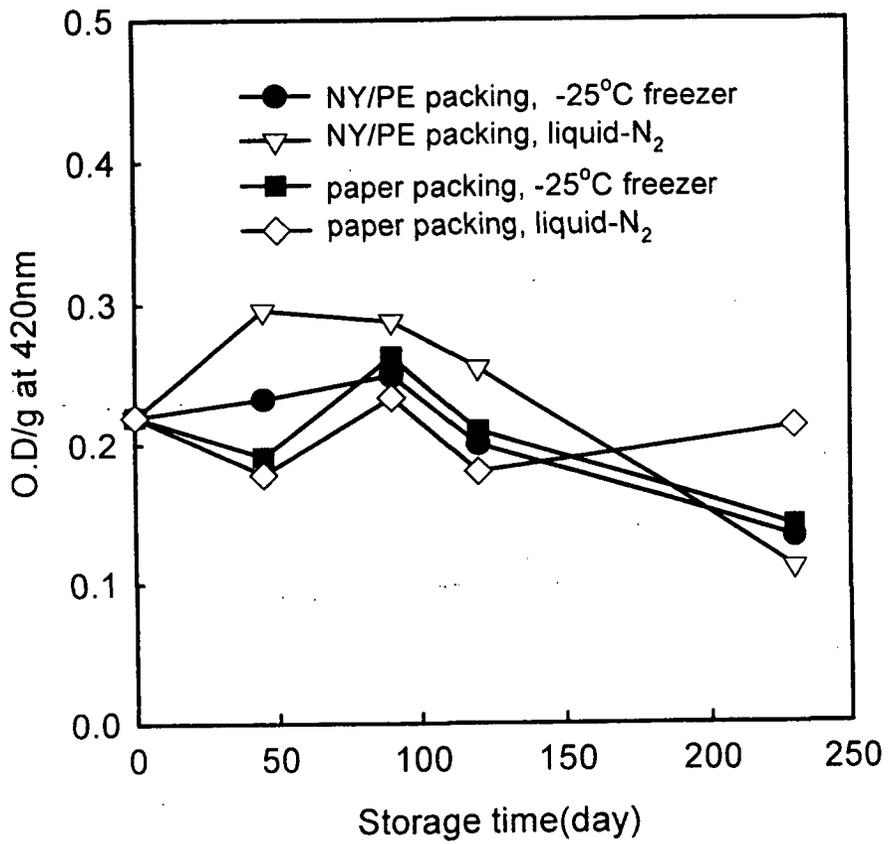


Fig. 4. Effects of freezing methods on browning degree of pine agaric during storage -25°C.

냉동고에서 동결한 시료 모두 아미노태 질소 함량이 전체 저장기간에 걸쳐 160.24 mg/100g과 206.89 mg/100g사이로 포장재의 종류와 동결방법에 따른 큰 변화를 나타내지 않았다. 송이버섯은 수확 후 부패하기 시작하면 아미노태질소의 함량이 증가한다는 사실을 비추어 볼 때 동결방법이나 포장재의 종류가 시료의 부패에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보여진다.

경도의 변화(Fig. 3)에 있어서는 PE film으로 포장한 시료에서 230일 저장 후에도 동결방법에 관계없이 2.72 kg 이하의 값으로 저장 초기의 1.98 kg과 큰 변화를 나타내지 않았으나 창호지로 포장한 시료에서는 -25℃ 동결고로 냉동한 시료는 4.17kg, 액체질소로 냉동한 시료는 4.28 kg으로 모두 초기의 경도보다 높게 나타났다. 송이버섯의 경도는 버섯이 신선도가 떨어지거나 부패하면 조직이 파괴되어 경도가 낮아진다. 이러한 사실을 고려해 보면 Fig. 2, 3에 나타난 결과에서 PE film으로 포장한 시료의 경도변화가 크지 않는 것은 송이버섯이 냉동저장 중에 신선한 상태를 유지한 것을 의미한다. 창호지로 포장한 시료에서 경도가 증가한 것은 버섯의 신선도가 증가하였다기 보다는 신문지로 포장하였기 때문에 수분의 증발도 인하여 버섯의 표면이 경화되었기 때문이다.

### 3) 색의 변화

동결방법이 시료의 품질에 미치는 영향을 알기 위하여 액체질소와 -25℃ 동결고에서 각각 냉동시킨 후 PE film과 창호지로써 각각 포장하여 -25℃ 냉동고에 보관하면서 저장기간에 따른 송이버섯의 색택의 변화를 알기 위하여 시료의 표면과 육에서의 갈변도를 측정하여 Fig. 4.에 도시하였고 시료의 내부육색을 색차계로 측정하여 Fig. 5~7에, 그리고 표면의 색도변화를 Fig. 8~10에 각각 나타내었다. 시료 전체의 갈변도의 변화에 있어서는(Fig. 4) 액체질소로 동결하고 PE film으로 포장한 시료는 전체 저장기간을 통하여 0.111~0.296/g을 나타내었으며 창호지로 포장한 시료에서는 0.130~0.250/g, -25℃ 냉동고로 동결한 시료 중 PE

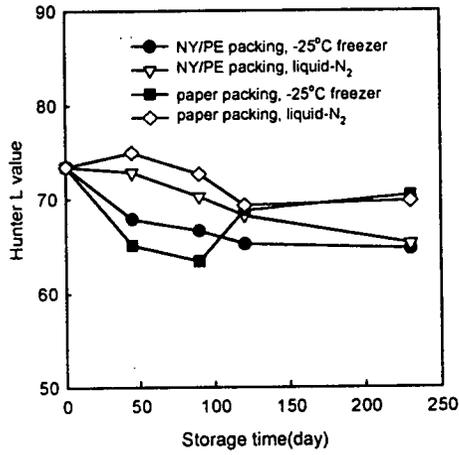


Fig. 5. Effects of freezing methods on lightness of pine agaric flesh during storage -25°C.

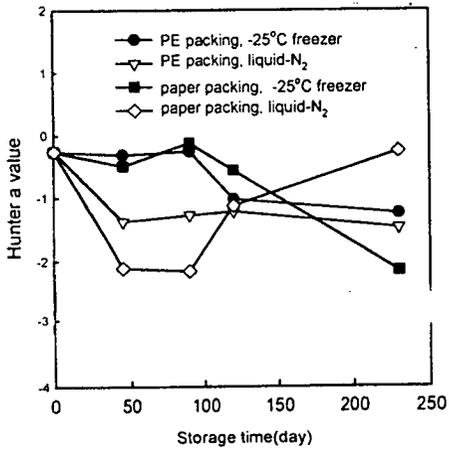


Fig. 6. Effects of freezing methods on redness of pine agaric flesh during storage at -25°C.

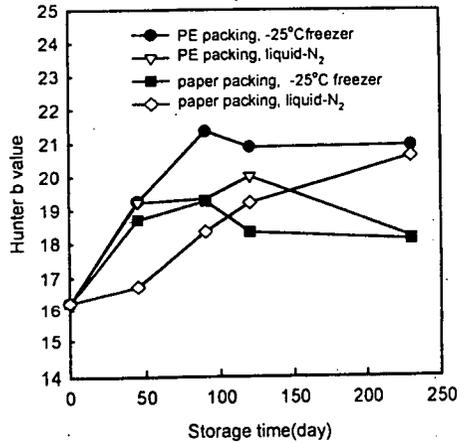


Fig. 7. Effects of freezing methods on yellowness of pine agaric flesh during storage -25°C.

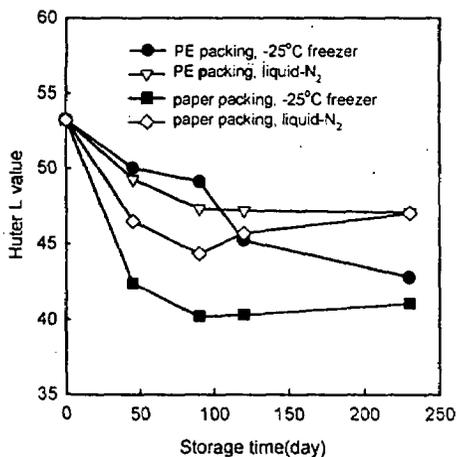


Fig. 8. Effects of freezing methods on lightness of pine agaric skin during storage -25°C.

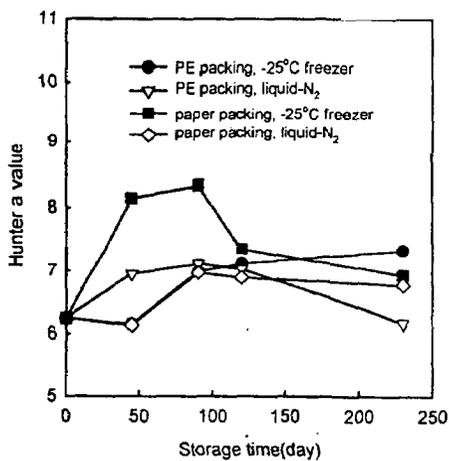


Fig. 9. Effects of freezing methods on redness of pine agaric during storage at -25°C.

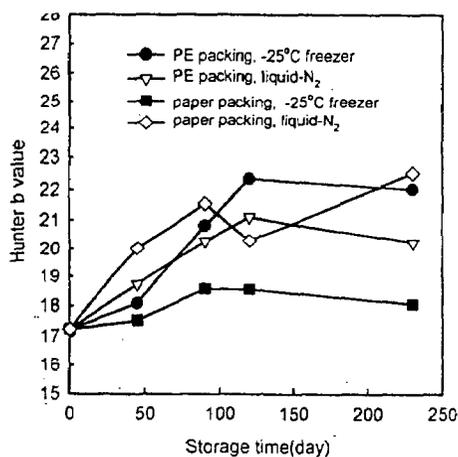


Fig. 10. Effects of freezing methods on yellowness of pine agaric skin during storage at -25°C.

film포장 시료에서는 0.141~0.263/g, 창호지 포장 시료는 0.178~0.234/g를 나타내어 큰 변화를 나타내지는 않았으며 저장기간이 경과됨에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았다. 일반적으로 송이버섯의 품질이 저하되면 갈변도가 높아진다는 것을 고려하면 본 실험에서의 일정한 경향을 보이지 않는 갈변도의 변화는 냉동저장 중에 시료의 품질저하로 인한 것이 아니라 초기 저장시의 시료 표면의 갈변도 차이 때문으로 생각된다.

Fig. 5~7에서는 냉동저장기간에 따라서 냉동한 송이를 세로로 절단하여 그 단면을 직시색차계로써 육의 명도(Fig. 5), 적색도(Fig. 6) 및 황색도(Fig. 7)를 측정하여 그 결과를 나타내었다. 명도의 변화에 있어서는 액체질소로 동결한 시료 중 PE film 포장시료는 최초 73.44에서 230일 이후 65.28로 저장기간 중 서서히 감소하는 경향을 나타내었으며, 창호지 포장의 경우 120일 저장까지는 68.78로 다소 감소하였으나 그 이후에는 거의 변화가 없었다. 또한  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결시킨 시료 중 PE film 포장 시료는 초기 73.44에서 120일 저장 후에는 65.25로서 비교적 급속히 저하하였고 저장 230일 이후 64.72로써 비교적 완만한 감소를 나타내었으며 창호지 포장 시료는 90일 저장이후 63.44로서 가장 빠르게 저하하였으나 그 이후에는 오히려 증가하여 230일 이후에는 70.42를 나타내었다. 이와 같이 액체질소로 동결한 시료와  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결한 시료에서는 저장 전반부인 120일까지 송이육색 명도의 변화를 살펴보면 액체질소로 동결하는 것이  $-25^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고로 동결하는 것보다 좋다는 것을 시사한다. 또한 120일 저장 후 창호지로 포장한 시료에서 육색의 명도가 증가한 것은 식품의 명도는 수분함량이 낮으면 높아진다는 사실을 고려하면 수분의 증발로 인하여 육 내부가 건조되었기 때문이었다.

적색도의 변화에 있어서는(Fig. 6) 액체질소로 동결한 시료 중 PE film포장 시료는 저장 초기에는 -0.256이던 것이 120일 저장 후에는 -1.22로 감소하여 그 이후에는 큰 변화를 보이지 않았으며 창호지 포장 시료는 90일 저장 이 후에 -2.155로 다소 감소하였으나 그 이후 증가하였다.  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결시킨 시료에 있어서 PE film과 창호지 포장

시료 230일 저장 후 각각 -1.25와 -2.15로 모두 감소하는 경향을 보였다. 그러나 적색도가 모두 음의 값을 나타내었으며 저장기간에 따른 변화의 폭이 크지 않은 것으로 보아 송이육색이 아주 옅은 초록에서 황색계통의 색으로 변해짐을 알 수 있으며 냉동기간 중에는 육의 적색도 변화는 크지 않은 것으로 생각된다.

황색도의 변화에 있어서는(Fig. 7) 액체질소로 동결한 시료 중 PE film 포장한 시료는 저장 초기에 16.22를 나타내었으나 120일 저장 후에는 20.01로 다소 증가하였으나 그 이후는 큰 변화를 보이지 않았으며 창호지 포장 시료의 경우 230일 후에는 20.62로 증가하는 경향을 보였다. -25℃ 냉동고에서 동결한 시료에서는 PE film 포장 시료에서는 90일 저장 후 21.36으로 최대값을 보였다가 그 이후로는 큰 변화를 보이지 않았으며 창호지 포장 시료도 90일 저장 후 19.26으로 최대값을 보였다가 이후로 변화를 보이지 않았다. 위의 결과를 미루어 보면 냉동저장 중 송이버섯육의 황색도는 저장기간의 연장에 따라 점차 증가하는 것으로 보여진다.

Fig. 8~10은 동결방법과 포장재의 종류가 냉동저장기간 중 송이버섯의 표면색도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 직시색차계로서 측정된 값을 도시한 것이다. 먼저 시료의 표면 명도에 있어서(Fig. 8) 액체질소로 동결한 경우 PE film포장 시료표면의 명도는 저장 초기 53.22이었던 것이 90일 저장 후 47.34로 감소한 후에는 큰 변화를 보이지 않았으며 창호지 포장 시료도 90일 저장 후 44.33으로 최소값을 보였다가 그 이후에는 오히려 증가하여 230일 에는 47.05를 나타내었다. -25℃ 냉동고로 동결한 시료 중에서 PE film 포장 시료의 표면 명도 변화는 저장기간 동안 감소하여 230일 저장 후에는 42.80이었으며 창호지 포장 시료는 90일 저장 후에 40.22로 모든 시료에서 가장 최소값을 보였으나 그 이후 다소 증가하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과를 미루어 보면 액체질소로서 동결하는 것이 -25℃ 냉동고로 동결하는 것보다 송이표면의 명도를 높게 유지하는 데 좋을 것으로 생각된다. 또한 창호지로 포장할 경우 시료표

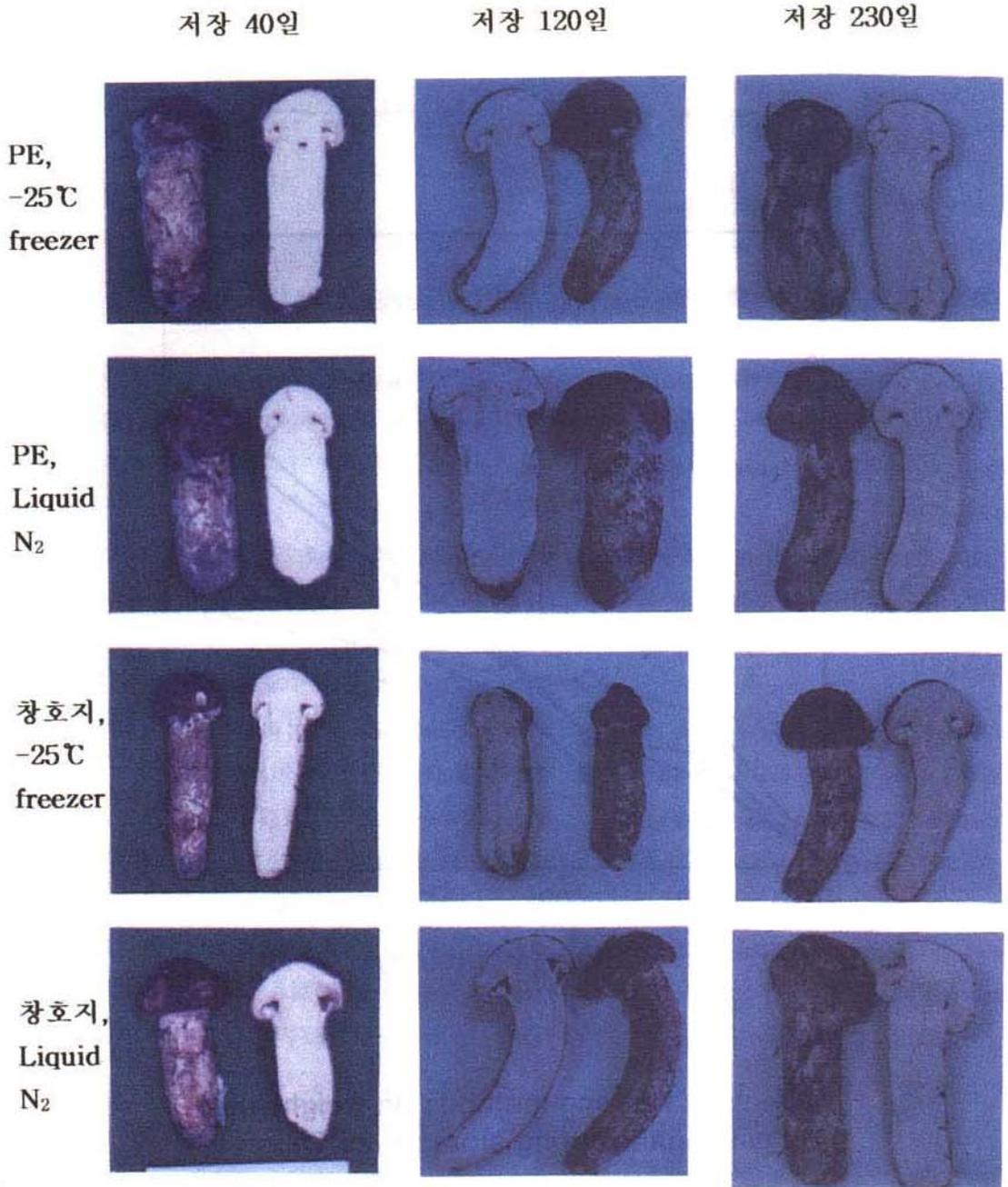


Fig. 11. Effects of freezing methods on color of pine agaric during storage at -25℃.

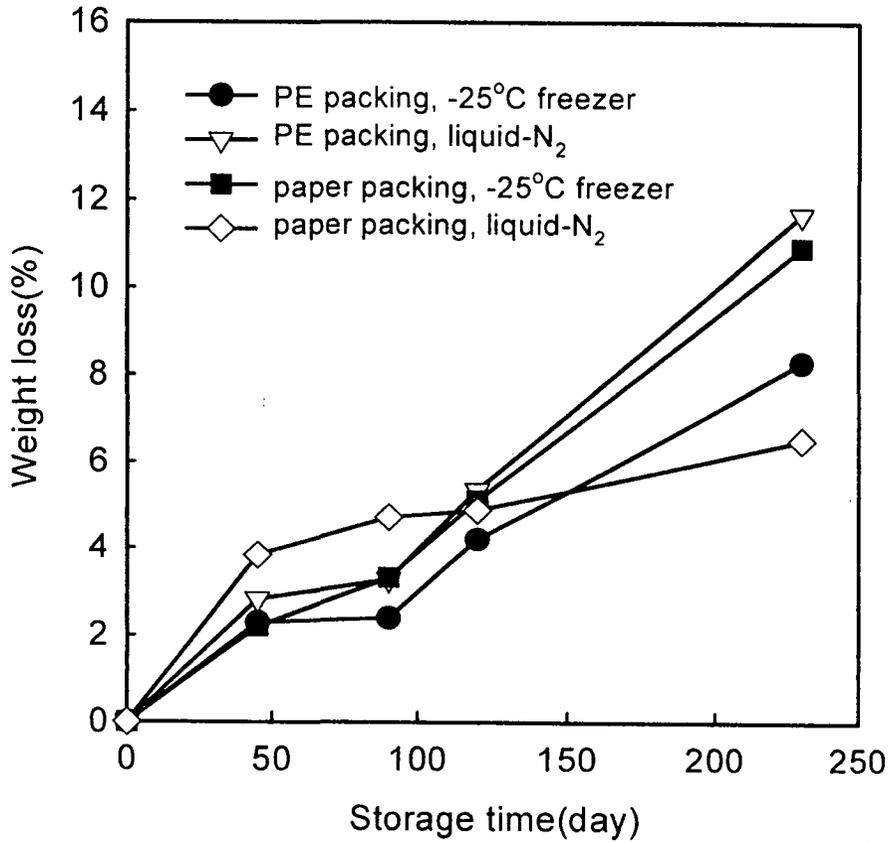


Fig. 12. Effects of freezing methods on weight loss of pine agaric during storage -25°C.

면의 수분 증발로 인하여 90일 저장 후 명도가 높아진 것을 알 수 있다.

적색도의 변화에 있어서는(Fig. 9)  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결한 시료 중 창호지 포장의 경우 저장 90일에 8.33으로 가장 높은 값을 나타내었다가 그 이후 감소하는 경향을 보였으며 액체질소로 동결한 시료는 6.13~7.12 사이로 큰 변화를 보이지 않았다. 액체질소로 냉동한 냉동송이의 표면 적색도가 큰 변화를 보이지 않은 것은 버섯의 저장 중에 품질이 낮아지면 표면의 갈색도가 증가한다는 사실을 고려하면 액체질소로써 동결하는 방법이 송이버섯의 품질유지를 위한 장기간 저장에 매우 유용하다는 것을 시사해 준다.

황색도의 변화에 있어서는(Fig. 10)  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결하여 창호지로 포장한 시료를 제외하고는 동결방법에 관계없이 황색도가 17.23~22.56으로 저장기간이 길어짐에 따라 대체적으로 증가하는 경향을 보였다.

Fig. 11은 동결방법과 포장재의 종류가 냉동저장기간 중 송이버섯의 표면색도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 일반 사진기로서 송이의 표면과 육색을 도시한 것이다. 저장 230일이 경과하여도 PE film 포장한 송이의 겉표면과 육색의 변화는 크지 않아 상품성을 지니고 있었으나 창호지로 포장하고  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결한 시료의 저장 230일 후의 육색은 수분의 증발로 인하여 약간 변한 것을 볼 수 있다.

#### 4) 중량감모율의 변화

송이의 냉동저장 중 동결방법과 포장재의 종류가 중량감모율의 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 냉동 저장 중 중량의 변화를 측정하여 Fig. 12에 도시하였다. 중량감모율의 변화는 동결방법에 관계없이 포장재의 종류에 따라 크게 차이났다. PE film으로 포장한 시료에서는 저장기간동안 다소 증가하여 230일 이후에 8.28%와 6.50%이었지만 창호지로 포장한 시료는 13.90%와 15.67%로 중량감모율이 PE film 포장시료보다 매우 높게 증가하였다. 수증기 투과율이 높은 창호지로서 포장할 경

Table 1. Effects of freezing methods on sensory score of pine agaric during storage at  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Storage time(day)	Item	PE film packing		Paper packing	
		freezer	liquid-N <sub>2</sub>	freezer	liquid-N <sub>2</sub>
0	Flavor	10	10	10	10
	Color	10	10	10	10
	Overall acceptance	10	10	10	10
45	Flavor	6.67	6.00	6.00	6.00
	Color	7.13	6.75	6.50	6.38
	Overall acceptance	6.83	6.00	6.00	6.33
90	Flavor	6.16	5.66	6.16	5.50
	Color	7.00	6.75	6.38	6.88
	Overall acceptance	6.83	6.16	6.00	6.66
120	Flavor	5.13	5.00	5.11	4.95
	Color	6.00	6.40	5.90	6.23
	Overall acceptance	5.20	6.11	5.78	6.11
230	Flavor	4.00	4.50	4.00	4.00
	Color	5.00	6.20	5.80	5.80
	Overall acceptance	4.70	5.80	5.50	5.70

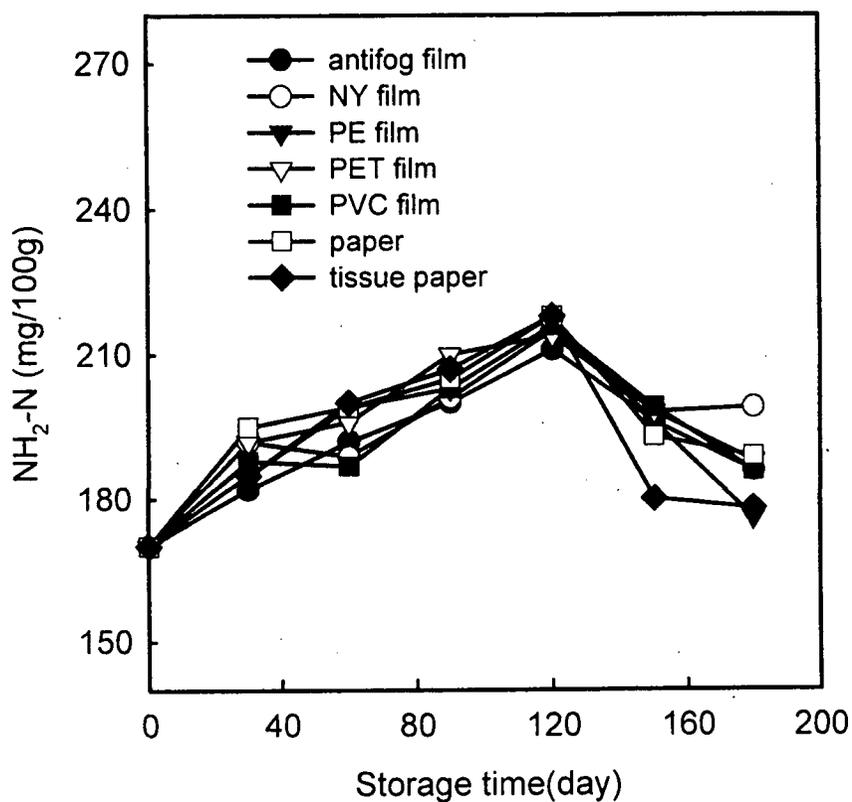


Fig. 13. Effects of packing materials on changes of amino form nitrogen in pine agaric during storage at  $-25^{\circ}\text{C}$ .

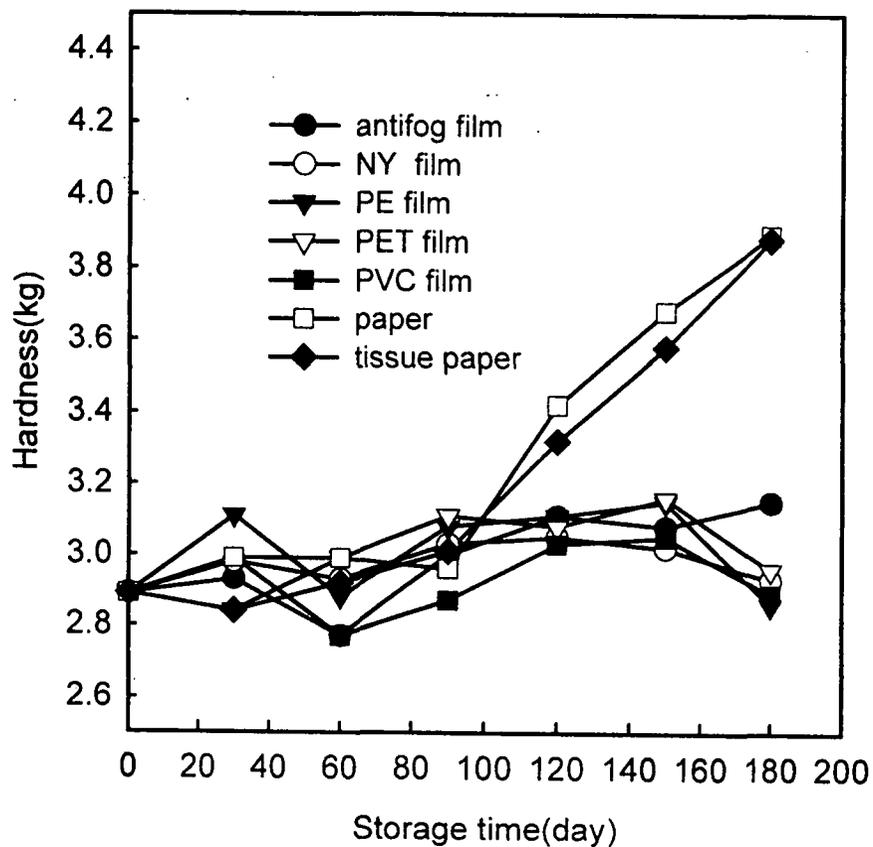


Fig. 14. Effects of packing materials on hardness of pine agaric during storage at  $-25^{\circ}\text{C}$ .

우 저장기간이 길어질 경우 freeze burn 현상이 일어날 가능성이 보였다.

#### 4) 냉동송이의 향, 색택 및 품질에 대한 관능평가

저장기간에 따른 시료의 향, 색택 및 전체 품질에 대한 10점 척도법으로 관능검사를 실시하여 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 시료의 향에 대한 결과를 보면 120일 저장까지는 동결방법이나 포장재의 종류에 관계없이 5.00이상으로 송이 고유의 향을 지니고 있었지만 230일 후에는 송이의 향은 4.00~4.50으로 좋은 평가를 받지 못하였다. 색택의 변화에 있어서는 230일 저장 후 액체질소로 동결한 시료 중 PE film으로 포장한 시료가 6.20으로 가장 높게 평가되었으며 포장재의 종류에 따른 송이 외관 색의 차이는 크지 않았다. 전체적인 품질에서는 230일 저장 후에 액체질소로 동결한 시료 중에 PE film과 창호지로 포장한 시료는 각각 5.80과 5.70으로 비교적 품질이 양호한 것으로 나타났으나  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결한 시료는 각각 4.07과 5.70을 나타내 액체질소로 동결한 시료보다 비교적 품질이 낮게 평가되었다.

## 2. 포장재의 종류가 냉동송이의 품질에 미치는 영향

### 1) 아미노태 질소량과 경도의 변화

포장재의 종류가 냉동송이의 품질에 미치는 영향을 알기 위하여 방담 필름, NY 필름, PE 필름, PET 필름, PVC 필름, 창호지 및 티슈로서 포장한 후  $-25^{\circ}\text{C}$ 에 저장할 때 냉동 저장기간에 따라 아미노태 질소의 변화를 측정하고 그 결과를 Fig. 13에 나타내었으며 경도의 변화를 Fig. 14에 도시하였다. Fig. 13에서 알 수 있듯이 포장재의 종류에 관계없이 저장 초기부터 120일 저장까지 증가하는 경향을 보였다가 후에는 감소하였다. 그러나 전체 저장기간동안 포장재 종류에 따른 아미노태 질소의 변화량은 크지 않은 것으로 나타났다.

경도의 변화에 있어서는(Fig. 14) 방담필름, NY 필름, PE 필름, PET 필름, PET 필름 및 PVC 필름으로 포장한 시료의 경도는 초기에 2.89 kg이었던 것이 전체 저장기간동안 2.77~3.16 kg으로 큰 변화를 보이지 않았으나 창호지와 티슈로 포장한 시료에서는 120일 저장부터 각각 3.42kg 및 3.32 kg으로 증가하여 230일 저장 후에는 각각 3.89 kg 및 3.88 kg으로 계속하여 증가하였다. 이것은 창호지의 티슈의 수분 투과율이 높기 때문에 시료표면의 수분이 증발하였기 때문에 경도가 증가한 것으로 생각된다.

## 2) 갈변도와 색도의 변화

동결송이의 냉동저장 중 포장재가 시료의 갈변도와 색택에 미치는 영향을 조사하여 Fig. 15~18에 나타내었다. 갈변도에 있어서(Fig. 15) 모든 포장재의 시료에서의 갈변도가 0.171~0.200/g 으로 저장기간의 연장에 따른 특별한 변화를 보이지 않았으며 포장재의 종류에 따른 차이도 크게 나타나지 않았다.

명도의 변화에서는(Fig. 16) 수분투과율이 높은 창호지와 티슈로 포장한 시료가 90일 저장 때 각각 53.0과 45.0으로 다른 포장지에 비하여 낮게 나타났으며 그 이후 계속 감소하는 경향을 나타내 180일 저장 후에는 각각 45.0과 43.0을 보였다. 그외 다른 포장지에서의 시료의 명도는 저장기간의 경과에 따라 다소 감소하는 경향을 나타내었지만 포장지의 종류에 따른 차이는 크지 않은 것으로 보여졌다.

황색도의 변화에 있어서(Fig. 17) 창호지로 포장한 시료는 180일 저장 후 22.0으로 저장기간의 경과에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 또한 송이의 표면 황색도의 변화에서는 포장재의 종류에 따른 차이가 크게 나지는 않았지만 NY film으로 포장한 시료에서의 황색도의 변화가 가장 낮은 것으로 보여지며 대부분의 포장재에서 전체 저장기간을 통하여 큰 변화를 나타내지는 않았다.

적색도의 변화는(Fig. 18) 모든 포장재에서 저장기간이 길어짐에 따라

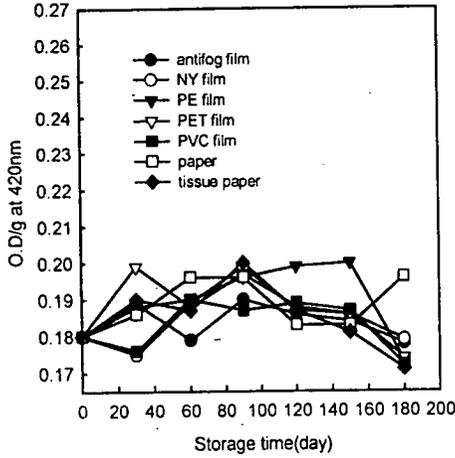


Fig. 15. Effects of packing materials on browning degree of pine agaric during storage at -25°C.

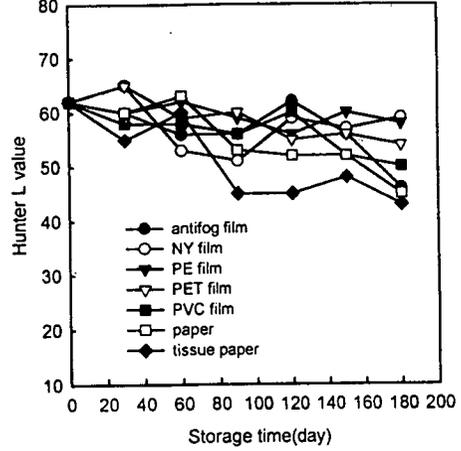


Fig. 16. Effects of packing materials on lightness of pine agaric skin during storage at -25°C.

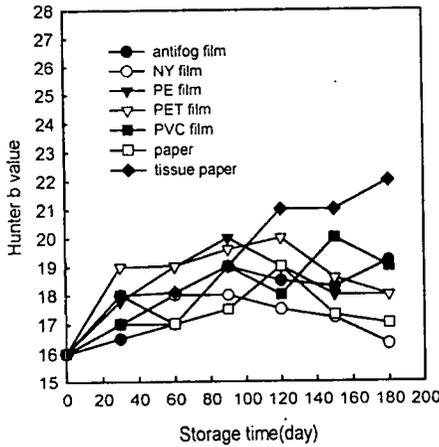


Fig. 17. Effects of packing materials on yellowness of pine agaric skin during storage at -25°C.

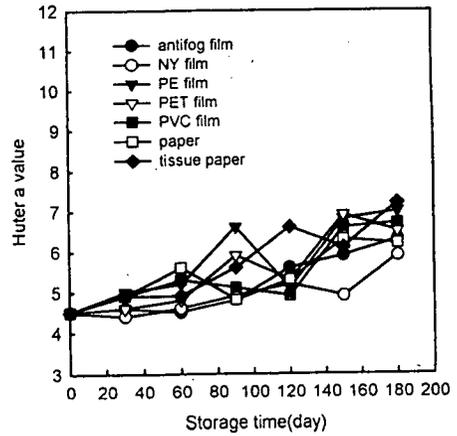


Fig. 18. Effects of packing materials on redness of pine agaric skin during storage at -25°C.

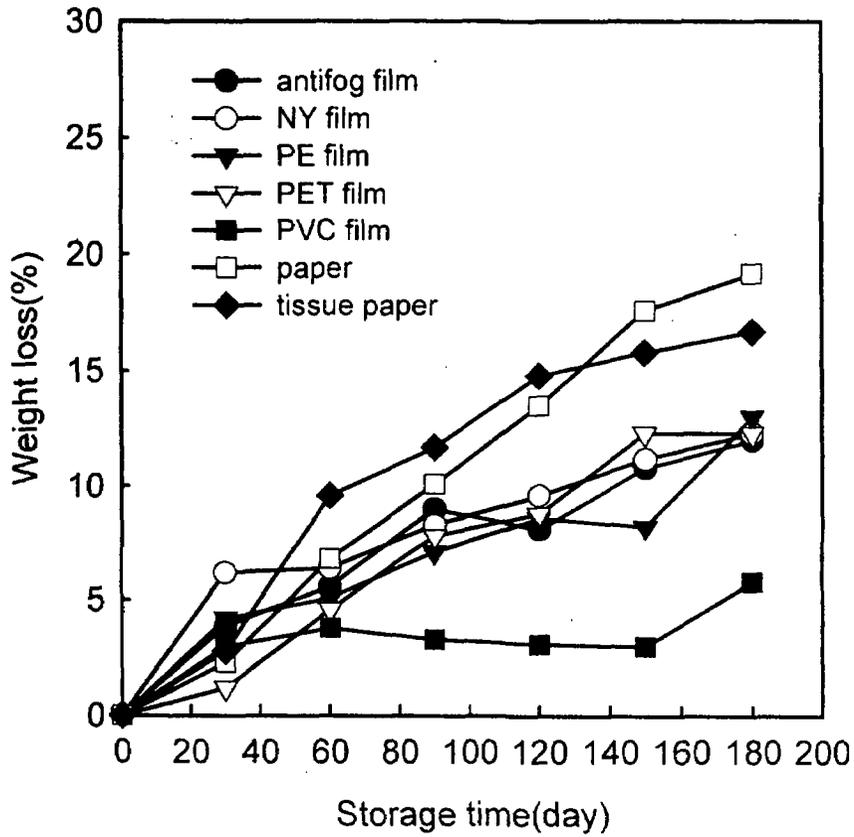


Fig. 19. Effects of packing materials on weight loss of pine agaric during storage at  $-25^{\circ}\text{C}$ .

대체적으로 증가하는 경향을 보였고 포장재의 종류에 따른 차이는 뚜렷하지 아니하였으나 티슈로서 포장한 시료에 있어서 저장 초기에는 4.5이었던 것이 저장기간의 경과에 따라 증가하여 180일 후에는 7.2로 다른 포장재의 시료에 비하여 비교적 증가 속도가 빨랐으며 NY film으로 포장한 시료의 경우 저장초기 4.5에서 180일 저장 후에 6.2으로 다른 포장재의 시료에 비하여 적색도의 증가가 늦은 것으로 생각되었다.

### 3) 중량감모율의 변화

동결송이의 냉동저장 중 포장재가 시료의 중량감모율에 미치는 영향을 조사하여 Fig. 19에 나타내었다. 수분투과율이 높은 창호지와 티슈로 포장한 시료의 경우 180일 저장 후 각각 중량감모율이 19.2와 16.7 %로 다른 포장지에 비하여 가장 높게 나타났다. 방담필름, NY film, PE film, PET film으로 포장한 시료에 있어서는 180일 저장 후 중량감모율이 각각 12.0, 12.3, 13.0, 12.3%로 비슷한 값을 보였으며 PVC film의 겨우는 5.8%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 이것은 포장재의 특성으로 인한 것으로 PVC film이 다른 포장재보다 수분 투과율이 낮기 때문으로 생각된다.

## 3. Control Atmosphere 저장에 의한 냉동송이의 품질변화

### 1) 아미노태질소와 경도의 변화

송이버섯의 동결 저장 중 포장지 내의 기체상태가 미치는 영향을 조사하기 위하여 동결한 송이를 PE film으로 밀봉한 것(대조구 : control), PE film으로 진공포장한 것(진공포장), PE film으로 송이와 함께 탈산소제를 넣고 진공포장한 것(탈산소제 첨가), PE film으로 포장하면서 질소가스로 충전한 후 밀봉한 것(질소가스 충전포장) 네 종류의 상태로 포장하여 -25℃에 저장하면서 저장기간의 경과에 따른 아미노태 질소와 경도

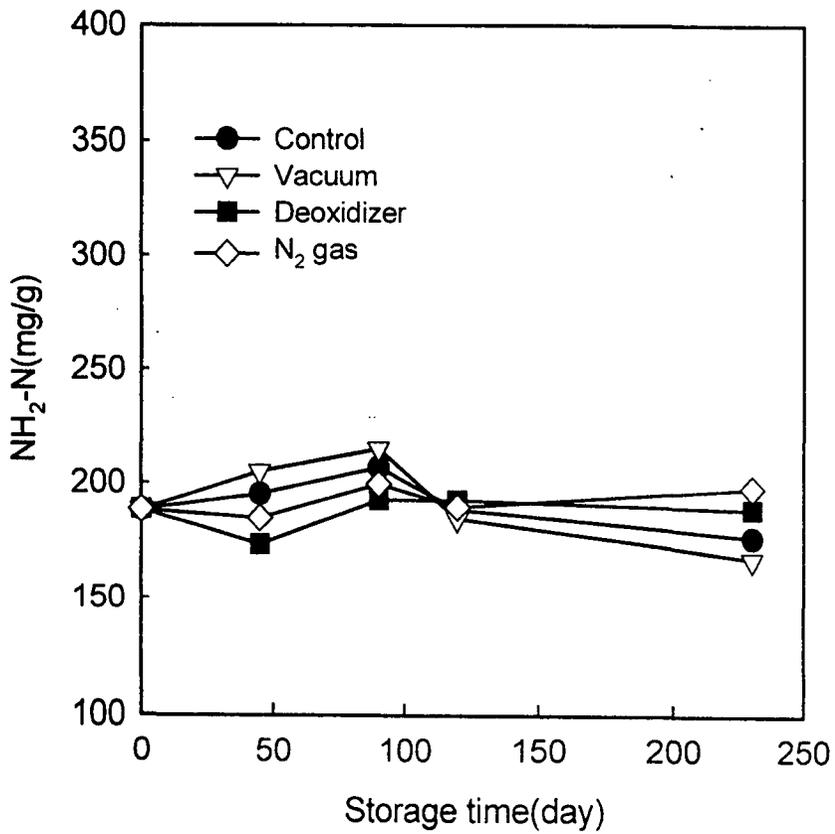


Fig. 20. Effects of preservative conditions on changes of amino form nitrogen in pine agaric during storage  $-25^{\circ}\text{C}$ .

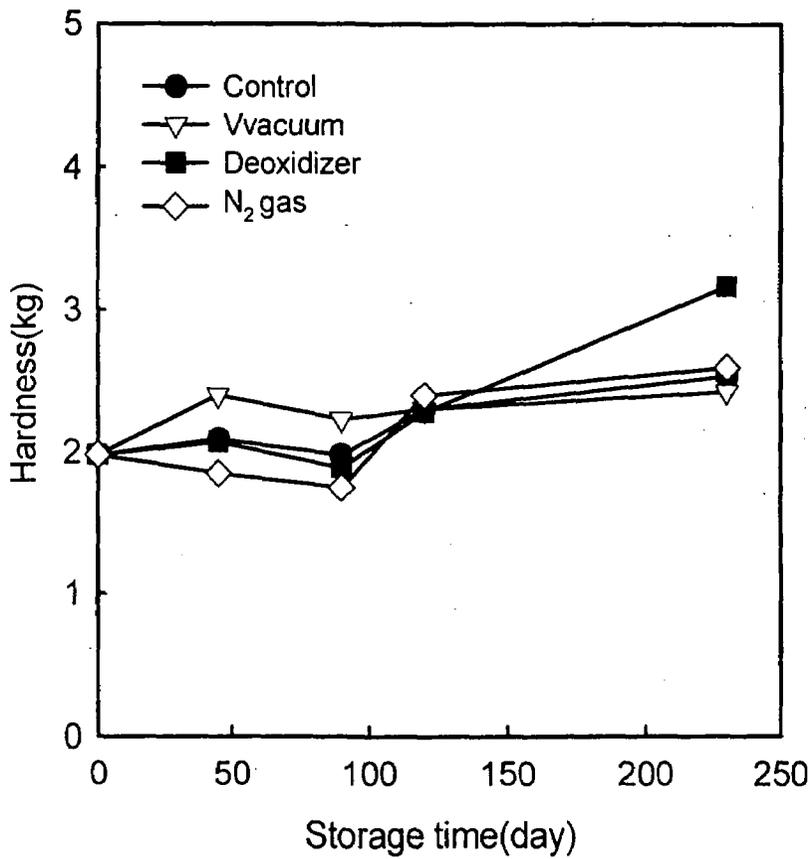


Fig. 21. Effects of preservative conditions on hardness of pine agaric during storage -25°C.

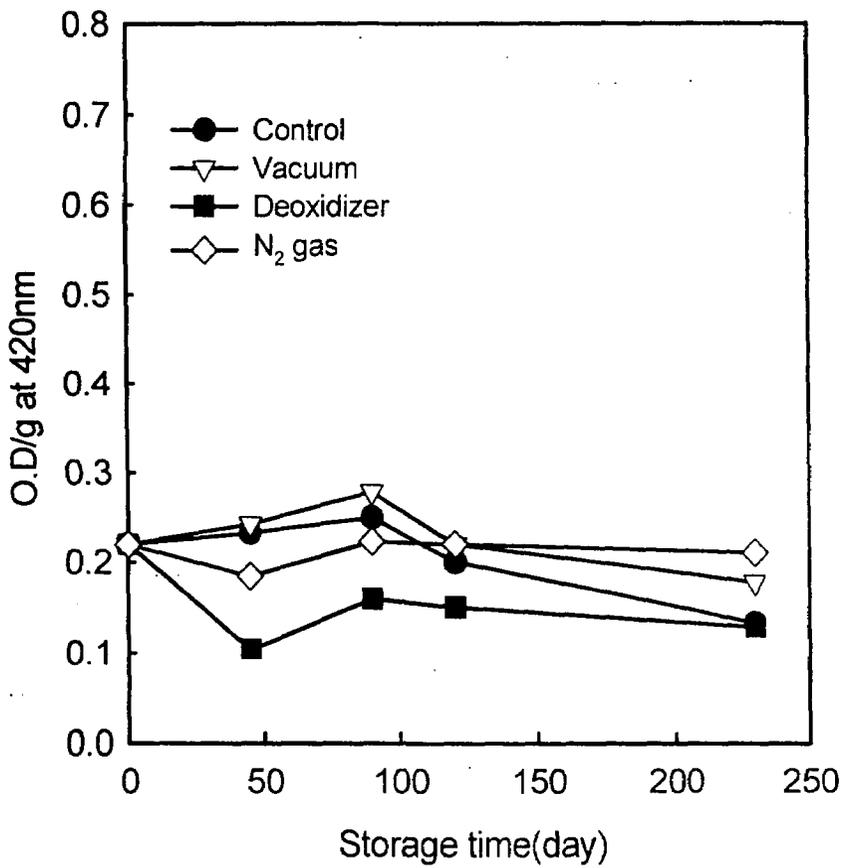


Fig. 22. Effects of preservative conditions on browning degree of pine agaric during storage  $-25^{\circ}\text{C}$ .

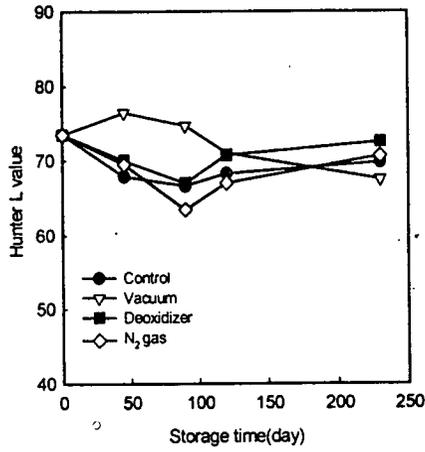


Fig. 23. Effects of preservative conditions on lightness of pine agaric flesh during storage -25°C.

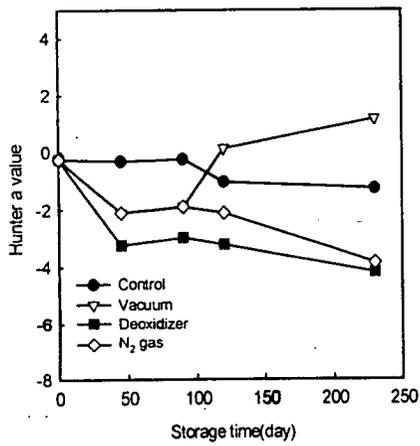


Fig. 24. Effects of preservative conditions on redness of pine agaric flesh during storage -25°C.

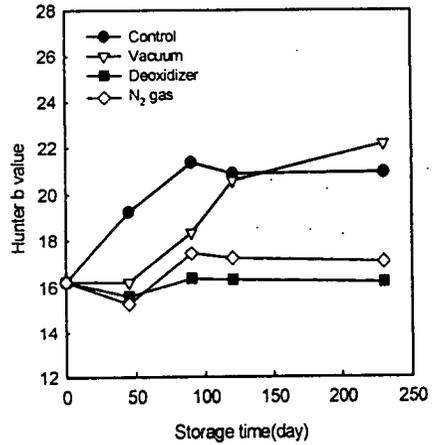


Fig. 25. Effects of preservative conditions on yellowness of pine agaric flesh during storage -25°C.

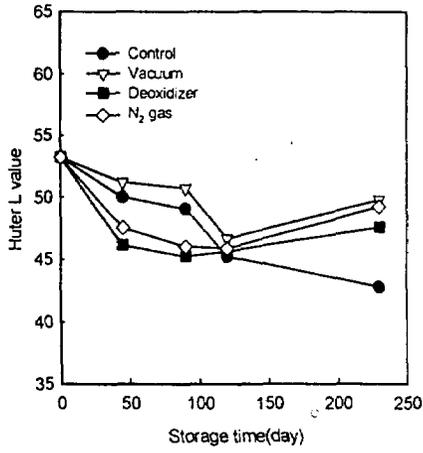


Fig. 26. Effects of preservative conditions on lightness of pine agaric skin during storage -25°C.

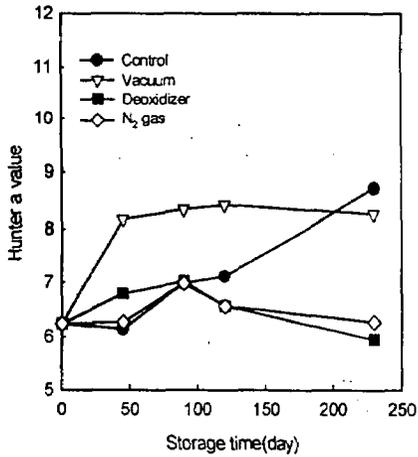


Fig. 27. Effects of preservative conditions on redness of pine agaric skin during storage -25°C.

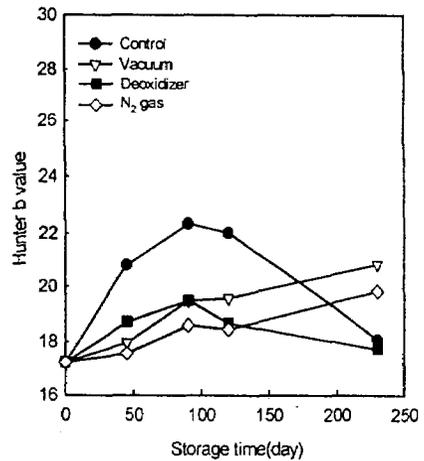


Fig. 28. Effects of preservative conditions on yellowness of pine agaric during storage -25°C.

의 변화를 각각 Fig. 20 과 21에 나타내었다. 아미노태 질소의 변화에 있어서(Fig. 20) 전체 저장기간을 통하여 아미노태질소의 함량이 167.23~206.89 mg/100g으로 포장지내의 기체상태에 관계없이 큰 차이를 나타내지 않았다. 이것은 동결된 송이는 생화학적으로 활성이 중지된 상태이기 때문에 송이육 내부의 효소가 작용하지 못하고 단백질 분해효소를 생성해내는 세균이 증식하지 못하므로 포장지 내의 공기조성에 관계없이 아미노태 질소량의 변화가 크지 않는 것으로 생각된다.

경도변화에 있어서는(Fig. 21) 시료의 경도는 1.75~3.17kg으로 포장지내의 기체상태에 관계없이 전체 저장기간을 통하여 큰 변화를 보이지 않았다. 이것은 송이의 경도를 변화시키는 요인인 송이육 내부의 단백질 분해효소활성이 동결로 인하여 중지된 상태로 유지되고 있다는 것과 동결송이의 수분증발정도가 PE film 포장으로 인하여 크지 않았기 때문으로 생각된다.

## 2) 색도의 변화

송이버섯의 동결 저장 중 포장지 내의 기체상태가 미치는 영향을 조사하기 위하여 동결한 송이를 PE film으로 밀봉한 것(대조구 : control), PE film으로 진공포장한 것(진공포장), PE film으로 송이와 함께 탈산소제를 넣고 진공포장한 것(탈산소제 첨가), PE film으로 포장하면서 질소가스로 충전한 후 밀봉한 것(질소가스 충전포장) 네 종류의 상태로 포장하여 -25℃에 저장하면서 저장기간의 경과에 따른 갈변도와 송이의 육색 및 표면색의 변화를 Fig. 22~28에 나타내었다.

갈변도에 있어서는(Fig. 22) 포장지내의 기체에 관계없이 0.104~0.278로 큰 변화가 없었지만 탈산소제 첨가구에서는 저장 230일 후에 0.211로 나타나 전체 저장기간을 통하여 다른 시료에 비하여 비교적 낮게 나타났다.

송이육색의 명도변화에 있어서(Fig.23) 저장 90일까지는 진공포장의 경우 74.66이상으로 다른 시료보다 명도가 높게 나타났으나 그 이후

로 감소하여 230일 후에는 67.48로 가장 낮은 값을 보였다. 대체적으로 포장지내의 기체상태에 의한 명도의 변화는 크지 않은 것으로 생각된다.

송이육색의 적색도 변화에 있어서는(Fig. 24) 230일 저장 후 탈산소제 첨가시료와 질소가스 충전 시료는 각각 -4.18 및 -3.85를 나타내 다소 감소하는 경향을 나타낸 반면 진공포장한 시료는 1.17로 저장초기보다 다소 증가하는 경향을 보였고 대조구인 PE film으로 밀봉한 것은 큰 변화가 없는 것으로 생각된다. 또한 황색도의 변화에 있어서는(Fig. 25) 대조구와 진공포장의 경우에 230일 저장 후에 20.94와 22.17을 나타내 저장기간의 경과에 따라 다소 증가하는 경향을 나타내었지만 탈탄소제 첨가 시료와 질소가스 충전 시료는 각각 17.08과 16.20으로 저장초기에 비해 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

송이의 표면 명도에 있어서는(Fig. 25) 저장초기 53.22에서 90일 저장까지는 진공포장과 대조구가 각각 50.75와 49.11로서 다른 시료에 비하여 다소 높았지만 그 후로는 별다른 차이를 보이지 않았다. 시료 표면의 명도는 포장지 내 기체상태에 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었다.

송이 표면의 적색도 변화에 있어서(Fig. 27) 대조구는 저장초기 6.23이었던 것이 저장기간이 경과함에 따라 증가하여 230일 후에는 8.74로 계속 증가하는 경향을 보였으며 진공포장의 경우 저장 45일 만에 8.18로 급격히 증가하였다가 그 후로는 큰 변화를 보이지 않았으며 탈산소제 첨가 시료와 질소가스 충전 시료는 저장기간의 경과에 따른 큰 변화는 없었다. 그러나 포장지 내의 기체상태에 따른 송이 표면 적색도의 차이는 초기 저장시의 여러 개체간의 차이와 구별할 만큼 크지는 않았다. 또한 황색도의 변화에 있어서(Fig. 28) 대조구는 90일 저장만에 22.36으로 최고치에 달했다가 그 후 차츰 감소하는 경향을 보였으며 진공포장 시료와 질소가스 충전 시료는 저장기간의 경과에 따라 대체적으로 증가하는 경향을 보였으며 탈산소제 첨가 시료에서는 저장기간에 따른 황색도의 변화가 크지 않았다. 그러나 포장지 내의 기체상태에 따른 송이 표면 황색

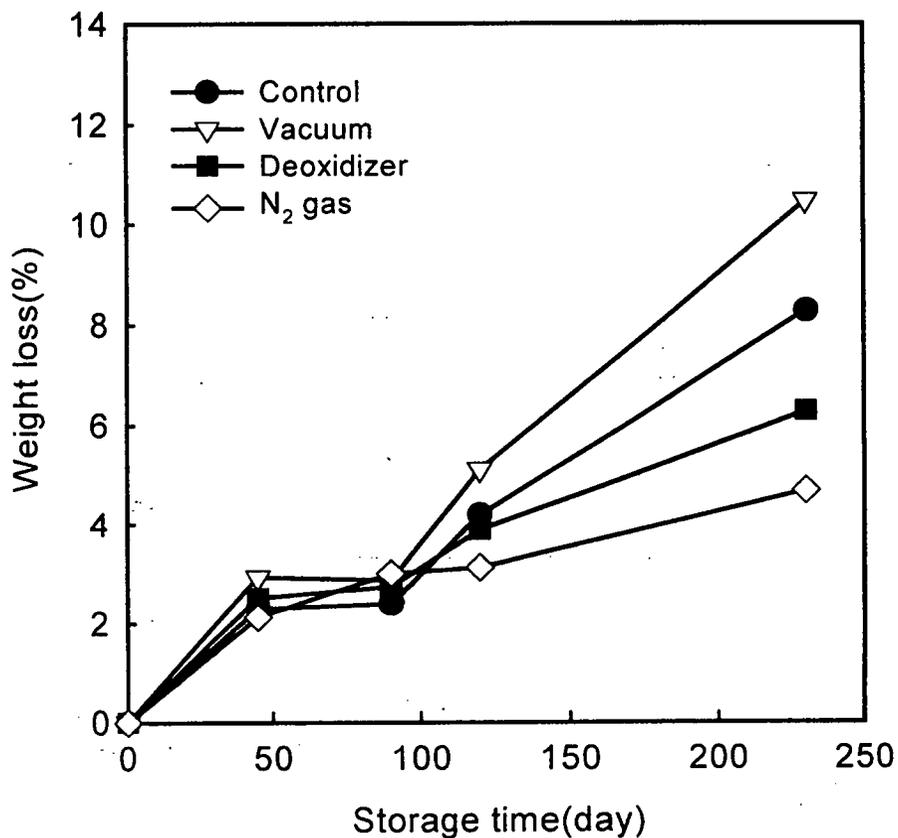


Fig. 29. Effects of preservative conditions on weight loss of pine agaric during storage -25°C.

Table 2. Effects of preservative conditions on sensory score during storage at -25°C.

Storage time(day)	Measured Item	Control	Vacuum	Deoxidizer	N <sub>2</sub> gas filling
0	Flavor	10	10	10	10
	Color	10	10	10	10
	Overall acceptance	10	10	10	10
45	Flavor	6.67	5.83	5.67	5.00
	Color	7.13	6.88	6.50	4.88
	Overall acceptance	6.83	5.83	5.83	4.67
90	Flavor	6.16	5.83	5.66	6.16
	Color	7.00	6.63	6.50	5.38
	Overall acceptance	6.83	6.00	6.00	4.50
120	Flavor	5.13	4.56	5.11	6.02
	Color	6.00	6.23	6.45	5.69
	Overall acceptance	5.20	6.11	6.11	4.69
230	Flavor	4.00	4.00	5.00	6.00
	Color	5.00	7.20	7.00	6.20
	Overall acceptance	4.70	6.30	6.30	5.90

Table 3. Changes of volatile compounds from pine agaric packed in PE film during storage at -25°C.

Compounds	Storage time(day)	
	0	230
Cyclopentane	0.31	-
Benzene	0.09	0.02
$\alpha$ -Pinene	0.11	0.02
$\beta$ -Pinene	0.12	-
$\alpha$ -Terpinene	-	-
Ethylene glycol	0.12	0.05
Propylene glycol	0.11	0.08
1-Heptan-3-one	0.01	0.02
1-Octen-3-one	0.14	0.11
1-Octen-3-ol	74.85	70.32
3-Octanol	0.13	0.07
2-Octenal	0.10	0.09
2-Octenol	7.42	7.14
Octyl alcohol	3.84	4.25
Linalool oxide	0.07	0.21
Methyl cinnamate	12.04	15.33
The others	0.54	2.29
Total	100	100

도의 차이도 초기 저장시의 여러 개체간의 차이와 구별할 만큼 크지는 않았다.

### 3) 중량감모율의 변화

송이버섯의 동결 저장 중 포장지 내의 기체상태가 송이의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 동결한 송이를 PE film으로 밀봉한 것(대조구 : control), PE film으로 진공포장한 것(진공포장), PE film으로 송이와 함께 탈산소제를 넣고 진공포장한 것(탈산소제 첨가), PE film으로 포장하면서 질소가스로 충전한 후 밀봉한 것(질소가스 충전) 네 종류의 상태로 포장하여 -25℃에 저장하면서 저장기간의 경과에 따른 중량감모율의 변화를 Fig. 29에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 저장기간의 경과에 따라 모든 시료는 중량감모율이 증가하고 있음을 알 수 있다. 특히 진공포장의 경우 230일간 저장 후 중량감모율이 10.47%로 가장 높았으며 질소가스 충전 시료의 경우는 4.69%로 가장 낮게 나타났다. 이와 같이 진공포장에서 중량감모율이 가장 높게 나타난 것은 진공으로 인하여 송이내부의 수분이 포장지내의 공기속으로 쉽게 증발하였기 때문으로 생각된다.

### 4) 냉동송이의 향, 색택 및 품질에 대한 관능평가

송이버섯의 동결 저장 중 포장지 내의 기체상태가 송이의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 동결한 송이를 PE film으로 밀봉한 것(대조구 : control), PE film으로 진공포장한 것(진공포장), PE film으로 송이와 함께 탈산소제를 넣고 진공포장한 것(탈산소제 첨가), PE film으로 포장하면서 질소가스로 충전한 후 밀봉한 것(질소가스 충전) 네 종류의 상태로 포장하여 -25℃에 저장하면서 저장기간의 경과에 따른 냉동송이의 향, 색택 및 품질에 대한 관능검사를 10점 척도법으로 평가하여 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

먼저 향의 평가에 있어서 120일 저장 후 대조구, 진공포장 시료, 탈산소제 첨가시료 및 질소가스충진 시료의 평가결과는 각각 5.13, 4.56, 5.11 및 6.02로 진공포장의 경우를 제외하고는 품질이 양호한 것으로 나타났다. 이것은 중량감모율의 결과를 나타낸 Fig. 29의 결과와 비교하면 비슷한 경향을 보였는데 진공밀봉하는 것이 송이향을 유지하는데는 부정적인 영향을 미칠 것으로 생각된다. 송이의 외관 색택의 평가결과에서는 230일 저장 후에도 대조구를 제외하고는 모두 6.20 이상으로 좋은 상태를 유지하고 있음을 알 수 있었다. 또한 전체 품질평가결과에서는 저장 230일 후 대조구, 진공포장 시료, 탈산소제 첨가시료 및 질소가스충진 시료의 평가점수는 각각 4.70, 6.30, 6.30 및 5.90을 나타내 대조구를 제외한 다른 모든 시료는 상품성이 있는 것으로 나타났다.

#### 4. 냉동저장 중의 송이의 향기 성분의 변화

송이를 액체질소로 냉동하여 PE film으로 포장하고  $-25^{\circ}\text{C}$ 에 120일 동안 저장 후의 향기성분을 분석하여 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 이 표에서 알 수 있듯이 동결 직전의 송이에서는 15종의 향기성분이 동정되었으며 저장 120일 후에는 14종의 성분이 동정되었다. 동결전의 신선한 송이에서 가장 높게 나타난 향기 성분은 1-octen-3-ol이었으며 그 함량은 74.85%로 가장 높았다. Methyl cinnamate는 12.04%, 2-octenol이 7.42%, octyl alcohol은 3.84%를 나타내어 송이 향의 주성분임을 알 수 있었다. 또한 120일 동결 저장 후에 나타난 송이의 향기성분 중 1-octen-3-ol은 동결전보다 감소하여 70.32%를 나타내었고 methyl cinnamate는 15.33%로 오히려 증가하였다.

## 제 4 절 적 요

송이를 장기간 저장할 수 있는 방법을 개발하기 위하여 동결방법, 동결된 송이의 포장재 종류 및 포장내의 기체 상태를 달리하였다. 즉, 액체질소를 이용하여 송이의 중심온도가  $-40^{\circ}\text{C}$ 가 되도록 동결한 것과  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로써 48시간 동결한 시료를 PE film과 창호지로 각각 포장하여  $-25^{\circ}\text{C}$  동결고에 저장하였고 동결 송이의 품질에 미치는 포장재 종류의 영향을 규명하기 위하여 송이를 액체질소로서 동결한 후 방담필름, NY film, PE film, PET film, PVC film, 창호지 및 티슈로써 각각 포장하고  $-25^{\circ}\text{C}$  동결고에 저장하였으며, 포장내의 기체상태의 영향을 조사하기 위하여 액체질소로 동결한 송이를 PE film으로 밀봉한 것(대조구 : control), PE film으로 진공포장한 것(진공포장), PE film으로 송이와 함께 탈산소제를 넣고 진공포장한 것(탈산소제 첨가), PE film으로 포장하면서 질소가스로 충전한 후 밀봉한 것(질소가스 충전) 네 종류의 상태로 포장하여  $-25^{\circ}\text{C}$ 에 저장하였다. 이렇게 저장된 시료의 저장기간 경과에 따른 품질 변화를 조사하기 위하여 drip 량, 아미노태 질소, 경도, 갈변도, 송이육과 표면의 색택 및 중량감모율을 측정된 결과는 다음과 같다.

Drip 량의 변화에서는 액체질소로 동결한 시료가  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결한 시료보다 매우 적게 나타나 액체질소로 동결하는 것이 해동 후 송이의 품질을 유지하는 데 유리할 것으로 판명되었다.

아미노태 질소의 변화에서는 액체질소로 동결한 시료와  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고로 동결한 시료간의 차이는 크지 않았으며 PE film 포장과 창호지 포장사이의 차이도 나타나지 않았다. 경도의 변화에 있어서는 동결방법간의 차이는 없었지만 창호지포장의 경우 PE film 포장에 비해 건조로 인한 경도가 증가하였다.

갈변도와 색택의 변화에 있어서는 갈변도는 냉동방법과 PE film과 창호지간의 차이는 없었으며 송이육의 색택중 명도는 액체질소로 동결하

는 것이 냉동고로 동결하는 것보다 좋은 것으로 나타났으며 황색도는 동결방법에 관계없이 모두 증가하였으며 적색도는 동결방법과 PE film과 창호지간의 차이는 없었다.

중량감모율에 있어서 동결방법간의 차이는 크지 않았으나 창호지포장의 시료는 PE film 포장시료보다 중량감모율이 크게 증가하였다. 관능검사의 결과에서는 액체질소로 230일 저장 후에도 동결한 시료는 상품성이 있는 것으로 평가되었다.

포장재의 종류에 따른 냉동송이의 품질변화에 있어서는 아미노태 질소의변화는 포장재 종류간의 영향은 크지 않았으나 경도의 변화에서는 창호지와 티슈포장의 경우 수증기 투과율이 높음으로 인한 건조로 저장 후기에 높게 나타났으며 그 외의 포장지 종류에 따른 차이는 나타나지 않았다.

갈변도에 있어서 포장지 종류간의 차이는 크지 않았지만 선택 중 명도는 저장 후기에 창호지와 티슈로 포장한 시료에서 다른 포장지에 비하여 높게 나타났다. 황색도에서는 창호지 포장의 시료가 가장 높게 나타났으며 NY film 포장 시료의 변화가 가장 적었다. 적색도에서는 NY film으로 포장한 시료가 가장 낮게 나타났으며 다른 포장지들 사이에 큰 차이는 없었다. 중량감모율의 변화는 PVC film 포장 시료가 가장 낮았으며 창호지와 티슈포장의 시료가 가장 높았다.

PE film 포장내의 기체 상태를 달리하였을 때 동결송이의 품질 변화에서 아미노태 질소와 경도의 변화는 포장내의 기체상태에 영향을 받지 않았으며 갈변도는 탈산소제 첨가 시료에서 가장 낮게 나타났다. 송이육의 선택 중 명도의 변화는 포장내의 기체 상태에 큰 영향을 받지 않으며 적색도 변화에서는 탈산소제 첨가 시료와 질소가스 충전 시료는 감소하였으며 진공밀봉 시료는 증가하였다. 송이 표면 선택중 명도, 적색도 및 황색도는 포장내 기체상태의 영향을 크게 받지 않았다. 진공포장의 경우 중량감모율이 가장 컸으며 관능검사의 결과에서는 수분투과성이 있는 창호지와 티슈 포장을 제외하고 모든 포장지에서 230일간 저장하여도 상품

성이 있는 것으로 나타났다.

이상과 같은 결과를 미루어 보면 송이를 장기간 저장하기 위하여는 액체질소로서 급속동결하고 수증기투과율이 낮은 포장재로 포장하여 -25℃에 저장하면 200일까지는 저장가능하며 냉동 저장 시에는 포장내의 기체상태는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

동결저장 중 향기성분에 있어서는 1-octen-ol, 2-octenol, octyl alcohol 및 methyl cinnamate가 송이의 향기 주성분이었으며 120일 저장 후에 1-octen-ol은 감소하였고 methyl cinnamate는 증가하였다.

## 제 5 절 참 고 문 헌

- Ahn, J. and Lee, K. 1986. Studies on the volatile aroma compounds of edible mushroom(*Tricholoma matsutake*) of Korea. J. Korean Soc. Food Nutr., 15, 253~257.
- Cho, H. O., Byun, M. W. and Kwon, J. H. 1984. Storage of pine agaric by irradiation combined with natural low temperature. Korean J. Food Sci. Technol., 16, 182~184.
- Fennema, O. R., Karel, M. and Lund, D. B. 1975. *Physical Principles of Food Preservation*. Marcel Dekker, Inc., NY., P 133.
- Hamm, R. 1960. Biochemistry of meat hydration. Advances in Food Research, Ap, 356~463.
- Han, D., Ahn, B. and Shin, H. 1992. Modified atmosphere storage for extending shelf life of oyster mushroom and shiitake. Korean J. Food Sci. Technol., 24, 376~384.
- Kang, G. J., Auh, J. H., Kim, M. J., Cho, K. Y., Choi, Y. H., Jung, D. S., Kook, S. U. and Park, K. H. 1996. Influence of thermal oscillation on quality of frozen foods stored in domestic refrigerator. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 624~631.
- Karmas, E. and Turk, K. 1976. Water binding of cooked fish in combination with various proteins. J. Food Sci., 41, 977~979.
- Kim, B., Nahmgung, B., Kim, O. and Kim, D. 1995. Freshness keeping of shiitake mushroom by vacuum cooling. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 852~859.
- Kim, S. and Rhim, J. 1997. Effect of freezing, thawing and blanching on the pigment of purple sweet potato. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 9~14.
- Lee, K., Lee, J., Han, K., Hwang, Y. and Song, J. 1997. Optimum

- conditions for keeping the fresh quality of shiitake(*Lentinus edodes*) by low- temperature and frozed storage. Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products. 4, 115~122.
- Lee, M., Lee, Y., Yang, J., Kwon, H. and Yoon, J. 1998. Isolation and identification of volatile compounds extracts from twigs of *Pinus densiflora* with Likens-Nickerson apparatus. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 27, 568~573.
- Lee, Y. and Lee, K. 1988. Effects of blanching, chemical dipping, freezing methods and storage period on quality of frozen mushrooms. Korean J. Food Sci. Technol., 20, 536~540.
- Spies, T. R. and Chamber, D. C. 1951. Spectrophotometric analysis of amino acid and peptides with copper salt. J. Biol. Chem., 191, 787.
- 李應昊. 1978. 저온저장법, 食品保藏學要論, 수학사, pp 101~106.

## 제 3 장 냉동송이의 해동 및 유통조건 규명

### 제 1 절 서 설

송이는 1-octen-3-ol, 2-octanol, 1-octene 및 4-methyl cinnamic acid와 같은 독특한 향취물질과 맛으로 인하여 한국, 일본, 중국 등의 동아시아 지역에서는 식용버섯 중 가장 선호하는 담자균류 버섯으로 알려져 왔다. 송이는 분류학적으로 *Tricholomatacea*과에 속하며, *Pinus*, *Tsuga*, *Picea* 그리고 *Abies*속의 침엽수에 공생하는 외생균근성이다(Ogawa; 1976a, 1976b, 1977, 1981, Ogawa and Ohara;1978).

송이는 수확 후 실온에 저장하면 중량이 감소되며 버섯자루가 신장되고 갓(veil)이 피며 갓의 파열 및 갈변과 육질이 섬유화되어 수 일내에 상품 가치를 상실하게 된다. 이와 같은 현상은 버섯이 수확 후 호흡과 대사작용이 일반 과실, 채소류보다 왕성하여 이산화탄소 발생량이 20℃에서 200~500 mg CO<sub>2</sub>/kg/hr에 달함(Han et al., 1992)으로써 중량감소가 빠르고 외관이 수축되며 호흡열로 인한 품온 상승으로 polyphenoloxidase의 활성이 높아져(Lee and Lee, 1988) 갈변반응이 촉진되며 미생물의 번식이 증가되기 때문이다. 그러므로 버섯의 수확 후 품온을 신속히 낮추는 것이 버섯을 장기간 저장할 수 있는 방법 중의 하나로 알려져 있다.

냉동에 의한 식품 저장은 일반적으로 -18℃ 이하에서 식품을 동결, 처장함으로써 식품의 풍미, 색, 질감 및 영양가가 유지되는 효과적인 장기저장방법으로 각종 야채류의 저장에 적용되고 있다. Kim과 Rhim(1997)은 자색 고구마의 품질에 영향을 미치는 냉동저장에 대하여 보고하고 있으며, 양송이의 품질에 미치는 냉동방법의 영향을 조사하기 위하여 Freon 12를 사용하여 양송이를 급속동결한 후 냉동저장기간에 따른 texture와 색도를 측정하여 품질의 변화를 보고하였다(Lee and

Lee, 1988). 또한 Lee 등(1997)은 생 표고버섯을 냉동 저장하여 표고의 선도를 유지하는 실험을 하였으며 Lee와 Lee(1988)은 냉동방법과 저장기간이 blanching한 표고의 선도에 미치는 영향을 조사하여 급속 동결이 품질의 유지에 좋은 효과가 있음을 보고하고 있다.

그러나 냉동상태의 식품이라고 할 지라도 식품의 모든 성분이 완전히 동결되어 비활성 상태에 놓여 있는 것이 아니기 때문에 냉동저장 중에도 품질손상이 일어날 수 있다(Kang et al., 1996). 예를 들면, 냉동저장 중 얼음의 재결정화와 승화로 인한 조직의 파괴, 식품표면의 건조 및 갈색반점등이 나타나는 freezer burn 현상과 색소의 파괴, 비타민 손실, 단백질 변성, 지방의 산화, 해동 침출액의 증가 등의 물리화학적 변화가 있다(Finnema et al., 1975). 특히 송이의 빙결점은 갖이  $-0.4^{\circ}\text{C}$ , 줄기가  $-0.8^{\circ}\text{C}$ 이기 때문에 송이를 동결하게되면 조직내부에 빙결정이 형성되기 시작하여 생명현상을 잃어버리는 것(정, 1999)으로 알려져 있어서 동결된 송이를 해동하면 미생물이나 효소 등에 의해 쉽게 부패할 가능성이 높으므로 품질의 저하를 최소로 할 수 있는 해동방법이 필요하다.

최근 국내외의 송이버섯이 고급식품이라는 인식의 변화로 소비가 증가되므로 1997년 이후 매년 강원 양양군에서는 2001년 양양 국제 공항 개항을 대비하여 “양양 송이 축제”를 개최하여 외국 관광객은 물론 국내 인도 다수 참가하여 양양군 송이에 대한 상품 광고효과의 극대화를 이루고 있다. 그러나 송이의 가격은 생산되는 지역과 생산량에 따라 큰 차이를 보이는데 1998년의 임업협동조합 자료에 따르면 송이 공판가격은 kg 당 최저 49,000원(문경)에서, 148,000원(청도), 최고 157,000원(함양)에 이르는 곳도 있으며 전국 평균가격은 114,000원 정도로 비싸다. 특히 관광상품으로서 송이를 판매할 경우, 판매단위가 kg되어 있으면 관광객으로는 양양의 송이 축제참가 기념상품으로 10만원 이상의 비용을 지출하기는 어려울 것으로 예상되기 때문에 유통 포장단위를 조절할 필요가 있다. 송이하나의 무게가 500g 넘는 것도 있지만 보통 중간 정도의 크기는 100g 내외인 것을 감안하면 송이 1개채당 만원정도로 2~3개체를 한 포

장단위로 정하면 관광객이 관광상품으로서 보다 쉽게 구입할 수 있는 적절한 가격으로 판단되어진다.

그러므로 본 연구는 송이의 장기간 저장을 위하여 동결한 송이의 품질을 최고로 유지하는 방법을 규명하기 위하여 해동조건에 따른 송이의 품질변화를 측정하였으며, 송이를 관광상품으로서의 판매가 원활하도록 송이 2~3개들이 소포장하여 유통할 때 최적조건을 규명할 목적으로 송이의 소포장 때 유통기간에 따른 송이의 품질변화를 측정하였다. 또한 협동 연구과제에서 송이를 톱밥에 저장할 경우 3℃에서 40일 이상 저장할 수 있을 것으로 평가되었으므로 송이를 유통할 때에도 톱밥을 사용하여 저온 유통할 수 있을 것으로 판단되었다. 그러므로 유통에 사용되는 톱밥의 부패를 막기 위해 현재 식품에 사용하고 있는 보존제로써 톱밥을 전처리하여 그 효과를 규명하였다.

## 제 2 절 재료 및 실험방법

### 1. 시료의 채취 및 처리

본 실험에 사용한 송이버섯은 1997년 9월 24일에 양양군에서 채취된 것으로서 갓이 피지 않은 것을 선별하고 개체차이로 인한 실험오차를 줄이기 위하여 크기별로 8cm이하, 8~10cm 및 10cm 이상으로 3 구분하여 각 크기별로 한 개체씩 3개체를 각 실험항목의 측정에 사용하고 결과를 평균하였다.

### 2. 시료의 동결, 해동과 포장

송이의 해동방법에 따른 송이 품질의 변화를 측정하기 위하여 다음과 같이 실험하였다. 즉, 송이버섯을 개체별로 급속동결하기 위하여 액체질소를 사용하였다. 급속동결에 있어서는 시료의 중심온도가  $-45^{\circ}\text{C}$ 에 도달할 때까지 액체질소에 침지하여 동결하여 PE film으로 포장한 후  $-25^{\circ}\text{C}$ 에 저장하여 일정 기간 저장 후에 해동시료로 사용하였다. 시료의 해동은 6가지 방법으로 각각 해동하였다. 먼저 동결된 송이의 포장지를 제거한 후  $3^{\circ}\text{C}$  저온부란기에서 해동하는 것,  $15^{\circ}\text{C}$  항온부란기에서 해동,  $15^{\circ}\text{C}$  항온수조에서 해동,  $15^{\circ}\text{C}$  항온염수에서 해동,  $35^{\circ}\text{C}$  항온수조에서 해동 및  $80^{\circ}\text{C}$  항온수조에서 각각 해동하였다.

또한 유통조건을 규명하기 위하여 선별된 송이 3개체를 소포장 용기인 styrofoam 상자( $14.4 \times 9.2 \times 5.0\text{cm}$ )에 넣고 50%수분을 함유한 톱밥으로 송이주변과 위를 밀도가  $0.15\text{g}/\text{cm}^3$ 되도록 톱밥을 채워  $-5^{\circ}\text{C}$  및  $3^{\circ}\text{C}$ 에 각각 저장및 유통하였다.

### 3. 톱밥의 수분량 조절과 보존제 처리

본 실험에 사용된 톱밥은 소나무 톱밥으로 양양군에서 벌목하여 3개월 동안 벌목된 장소에서 건조된 소나무로 제조된 톱밥으로 10mesh의 체에 통과한 것을 사용하였다. 톱밥의 초기수분함량은 18~23% 정도 내

외였으며 톱밥의 수분 함량을 조절하기 위하여 혼합기에 톱밥을 넣어 회전시키면서 sprayer로써 증류수를 분사하여 수분을 첨가하였으며 톱밥의 수분함량은 적외선 수분분석기(Mettler Toledo LJ16)로써 측정하였다. 또한 톱밥의 부패를 방지하기 위하여 식품에 사용허가된 sodium benzoate, potassium sorbate 및 sodium propionate를 0.1g/kg.sawdust 되도록 증류수에 용해시켜 톱밥에 분사하였다.

#### 4. 실험방법

##### ① 수분 및 중량 감모율의 측정

수분은 상압건조법으로 측정하였고 중량감모율은 Kim등(1995)의 방법에 따라 일정 간격으로 중량변화를 측정하여 초기 중량에 대한 감모율을 다음과 같이 환산하여 나타내었다.

$$\text{Rate of weight retention(\%)} = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

여기서  $W_2$ 은 저장 초기의 중량,  $W_1$ 은 일정 기간 저장 후의 중량이다.

##### ② 후숙도 측정

버섯의 후숙도는 Byun등(1989)의 방법에 따라 측정한다. 즉, 버섯 턱받이가 원래의 상태(1점), 버섯 턱받이가 펼쳐진 상태(2점), 턱받이가 50% 이하의 부분적 파손상태(3점), 턱받이가 50% 이상의 부분적 파손상태(4점), 턱받이의 완전한 파손(5점), 갓이 완전히 펼쳐지고 주름살이 나타난 상태(6점), 갓이 완전히 펼쳐지고 주름살이 완전히 평평한 상태(7점)로 구분하여 후숙도를 결정한다. 후숙도는 저온저장 시료에서만 수확 후 2일 마다 20일 동안 관찰하며 그 이후 10일마다 측정하였다.

##### ③ 아미노태질소의 측정

아미노태질소의 정량은 Spies와 Chamber(1951)의 동염법에 따라 비색 정량하였다.

##### ④ 갈변도 측정

시료의 맛과 줄기를 일정량 취하고 ethanol용액 25ml를 첨가하여 homogenizer로 마쇄한 후 6시간동안 방치하여 갈변색소를 추출하고 원심분리하여 상등액을 취하여 spectrophotometer(Shimadzu UV-120-02)로써 420nm에서 흡광도를 측정한다. 갈변도는 시료 1g당 흡광도로서 표시하였다.

#### ⑤ 색도측정

송이외관의 색도변화를 측정하기 위하여 동결된 시료 줄기부분의 외관과 줄기를 길이로 평행하게 자른 절단면의 육색을 chromometer (Minolta, Co.)로써 측정하여 색도를 Hunter system의 값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준색의 특성은 Y; 92.0, x; 0.3137, y;0.3197(C)이었다.

#### ⑥ Texture의 측정

송이버섯의 texture를 측정하기 위하여 냉동된 시료를 포장된 상태로 3°C 저온실에서 48시간 해동한 후 Byun등(1989)의 방법에 따라 rheometer(Fudoh, Co)를 사용하여 버섯 줄기부분의 hardness, gumminess, chewiness, springness 및 cohesiveness를 각각 측정하였다.

#### ⑦ 관능검사

10명의 panel member로써 각 저장시료의 맛의 변색정도, 향기 및 이취 정도를 10점 척도법에 의하여 평가하였는데 변색의 정도는 최초 송이를 수확하였을 때의 외관 색을 10점으로 평가하고 식용가능하고 상품성이 있을 정도(2등급)는 6점, 식용 가능하지만 상품성은 없을 정도(3등급)로 변색된 경우 5점, 식용 불가능할 정도로 변색된 경우 4점으로 하였으며 향기에 있어서는 최초 송이의 향을 10점으로 평가하고 송이 고유의 향이 초기보다는 약하지만 신선하게 느낄 정도를 7점, 송이의 향이 존재하고 이취 정도가 낮으면 5점으로 평가하였고 송이향보다 이취가 강하면 4점, 초기의 송이향은 거의 나지않고 이취만 나는 정도는 3점, 부패취가 나기 시작하면 2점, 부패취가 강하면 1점으로 평가하였다. 송이의 전체적인 품질은 관능검사요원들이 일정한 부위의 송이를 입안으로 씹을 때의 향, 조직감 및 품질에 대한 전체적인 것을 평가한 것으로 저장초기 송이

의 품질을 10점으로 평가하고 전체적인 품질이 상품으로 인정될 정도 8 점, 품질이 중급 정도는 6점 품질이 하급으로 인정되는 경우 4점, 식용 불가능한 상태를 3점으로 평가하였다. 검사결과는 SAS program을 이용하여 통계 처리하였다.

⑧ 온도의 측정

송이와 톱밥의 온도변화는 주사온도측정기(Cole-Rarmer, In Co.)로써 측정하였다.

### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 해동방법이 송이의 품질에 미치는 영향

송이를 액체질소를 사용하여 중심온도가  $-45^{\circ}\text{C}$ 에 도달하도록 동결한 후 고밀도 PE film으로 포장하고  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고에 120일 동안 저장한 것을 해동시료로 사용하였다. 해동조건은  $3^{\circ}\text{C}$  공기 중에서,  $15^{\circ}\text{C}$  공기 중에서,  $15^{\circ}\text{C}$  물 속에서,  $15^{\circ}\text{C}$  5% 염수 속에서,  $35^{\circ}\text{C}$  물 속에서,  $80^{\circ}\text{C}$  물 속에서 각각 해동하는 것이었고 해동완료시점은 해동하는 공기, 물 및 염수의 온도에 송이가 도달하는 시간으로 정하였으며 해동과정과 완료 후의 품질상태를 측정하여 Fig. 1~12에 도시하였다.

##### 1) 아미노태질소, 갈변도, 수분함량의 변화

해동방법에 따른 아미노태질소량의 차이를 Fig. 1에 나타내었다.  $3^{\circ}\text{C}$  공기,  $15^{\circ}\text{C}$  공기,  $15^{\circ}\text{C}$  물,  $15^{\circ}\text{C}$  염수,  $35^{\circ}\text{C}$  물 및  $80^{\circ}\text{C}$  물에서 해동한 송이의 아미노태질소의량은 각각 104.58, 88.68, 97.27, 98.80, 91.69 및 98.26 mg/100g으로 미생물이나 송이육 자체의 단백질분해효소에 의한 단백질의 분해는 해동과정 중에 일어나지 않은 것으로 생각되었다.

해동방법에 따른 갈변도의 차이를 Fig. 2에 나타내었다.  $3^{\circ}\text{C}$  공기,  $15^{\circ}\text{C}$  공기,  $15^{\circ}\text{C}$  물,  $15^{\circ}\text{C}$  염수,  $35^{\circ}\text{C}$  물 및  $80^{\circ}\text{C}$  물에서 해동한 송이의 아미노태질소의량은 각각 0.1704, 0.1158, 0.0890, 0.0761, 0.04278 및 0.2868 O.D./g으로 나타났다. 특히 갈변도가 가장 높게 나타난  $35^{\circ}\text{C}$  물에서 해동한 경우는 송이에서 일어나는 갈변반응이 효소에 의해 일어나는 갈변이라는 것을 고려하면  $35^{\circ}\text{C}$ 에서 갈변반응 효소의 활성이 가장 높게 나타나는 것으로 판단되었다.

해동방법에 따른 수분함량의 차이를 Fig. 3에 나타내었다.  $3^{\circ}\text{C}$  공기,

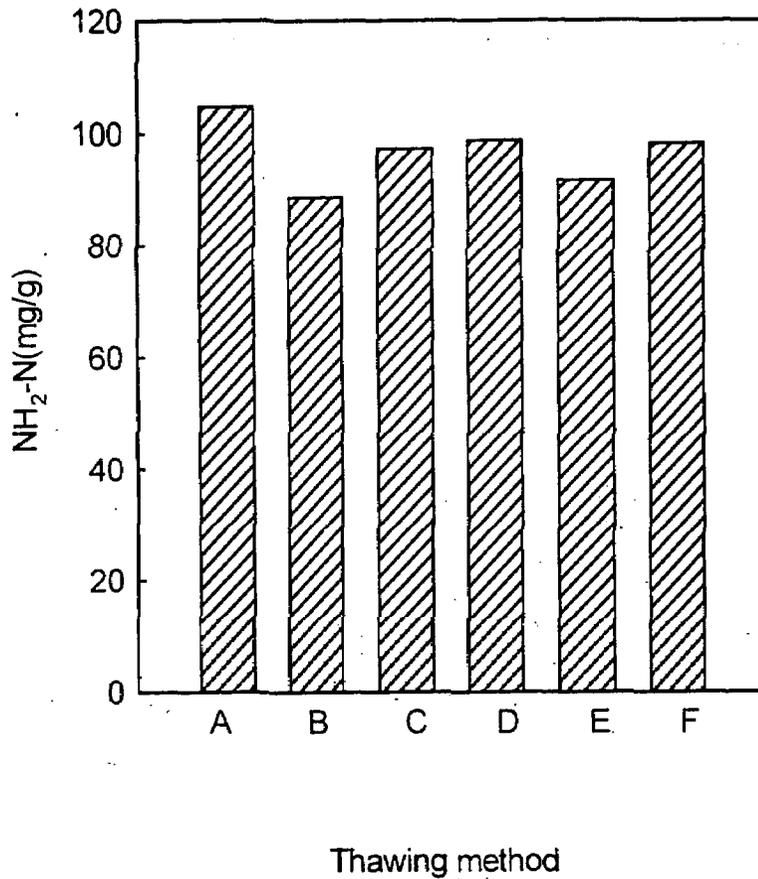


Fig. 1. Effects of thawing methods on contents of amino form-N of pine agaric after freezing storage for 120 day.

- A : 3°C, air
- B : 15°C, air
- C : 15°C, water
- D : 15°C, 5% saline
- E : 35°C, water
- F : 80°C, water

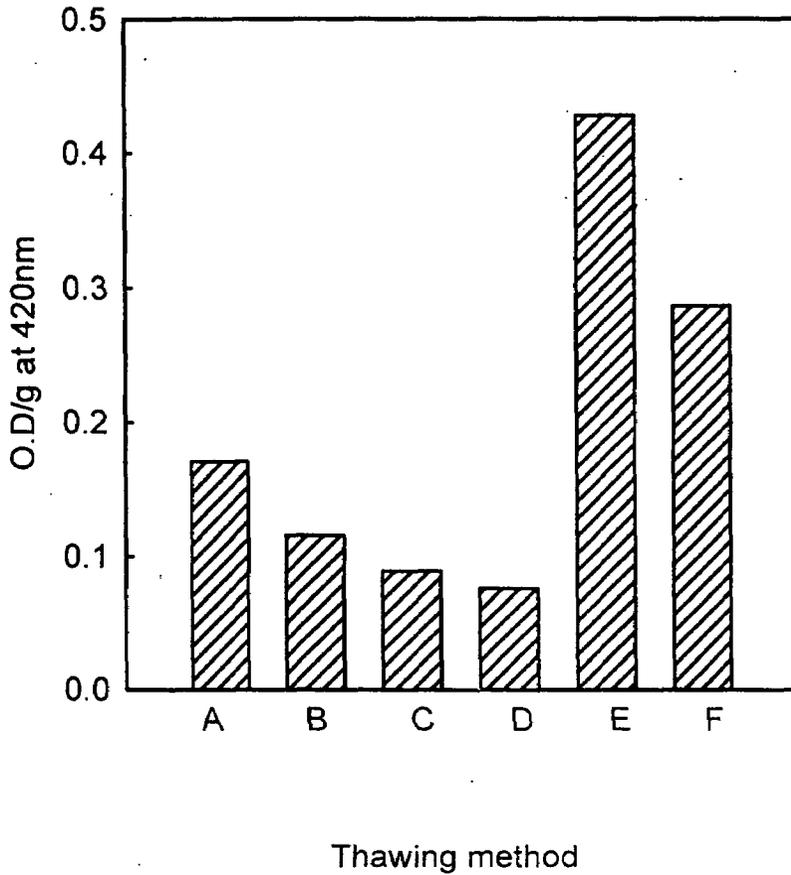


Fig. 2. Effects of thawing methods on browning degree of pine agaric after freezing storage for 120 day.

- A: 3°C, air
- B: 15°C, air
- C: 15°C, water
- D: 15°C, 5% saline
- E: 35°C, water
- F: 80°C, water

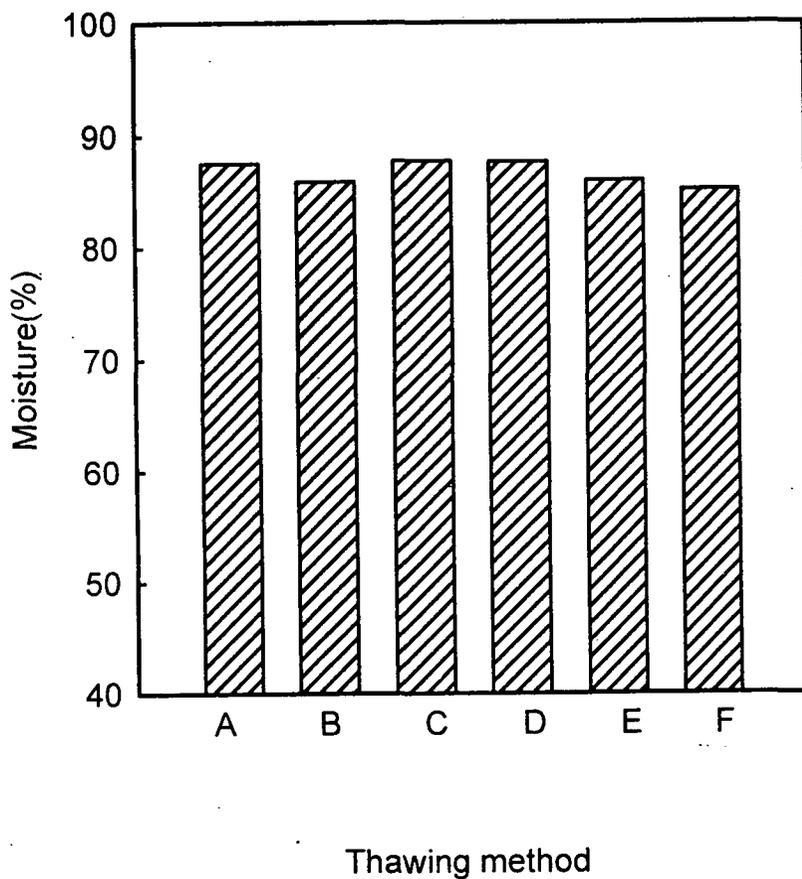


Fig. 3. Effects of thawing methods on moisture contents of pine agaric after freezing storage for 120 day.

- A : 3°C, air
- B : 15°C, air
- C : 15°C, water
- D : 15°C, 5% saline
- E : 35°C, water
- F : 80°C, water

15℃ 공기, 15℃ 물, 15℃ 염수, 35℃ 물 및 80℃ 물에서 해동한 송이의 수분함량은 각각 87.49, 85.87, 87.73, 87.64, 85.94 및 85.14%로 해동방법 간의 차이는 거의 없었다. 이것은 송이를 동결할 때 액체질소로 급속동결하였으므로 빙결정에 의한 송이육 조직의 파손이 크지 않았으므로 drip의 량이 많이 생성되지 않았다는 것을 의미한다.

## 2) Texture의 변화

동결된 송이를 해동하는 것은 소비자에게 섭취되기 직전이라는 것을 고려하면 해동 후 송이의 texture는 송이의 품질에 결정적인 영향을 주는 요인 중의 하나일 것으로 판단되어 송이의 해동방법에 따른 texture의 차이를 측정하여 Fig. 4~8에 도시하였다.

Hardness에 있어서(Fig. 4) 3℃ 공기, 15℃ 공기, 15℃ 물, 15℃ 염수, 35℃ 물 및 80℃ 물에서 해동한 송이는 각각 3.56, 4.72, 3.84, 4.07, 3.88 및 3.40 kg을 보여 15℃ 공기 중에서 해동하는 것이 가장 높게 나타났다. Texture 중 쫄깃쫄깃한 정도를 나타내는 gumminess에 있어서는(Fig. 5) 각각 1.86, 2.30, 1.30, 1.63, 2.52 및 1.61 kg으로 나타나 35℃ 물에서 해동하는 것이 가장 높게 나타났다. 조직의 질긴 정도를 나타내는 chewiness는(Fig. 6) 각각 1.95, 1.76, 1.02, 1.26, 1.44 및 1.35 kg을 나타내 3℃ 공기 중에서 해동하는 것이 가장 높았다. Springness는(Fig. 7) 각각 0.48, 0.85, 0.87, 0.77, 0.61 및 0.93 cm로 80℃ 물에서 해동한 것이 가장 높게 나타나 탄력성이 좋은 것으로 평가되었다. 이것은 동결된 송이를 80℃ 물에 blanching하는 효과와 비슷하여 송이육 조직에 존재하는 분해효소를 불활성화시키는 효과도 있을 것으로 생각되었다. Cohesiveness의 경우(Fig. 8)에 있어서 해동방법별로 각각 0.88, 1.95, 1.13, 1.25, 1.53 및 1.49를 나타내 15℃ 공기 중에서 해동하는 것이 가장 높게 나타나 송이육 조직간의 응집성이 가장 큰 것으로 판단되었다.

## 3) 해동방법에 따른 중심온도의 변화

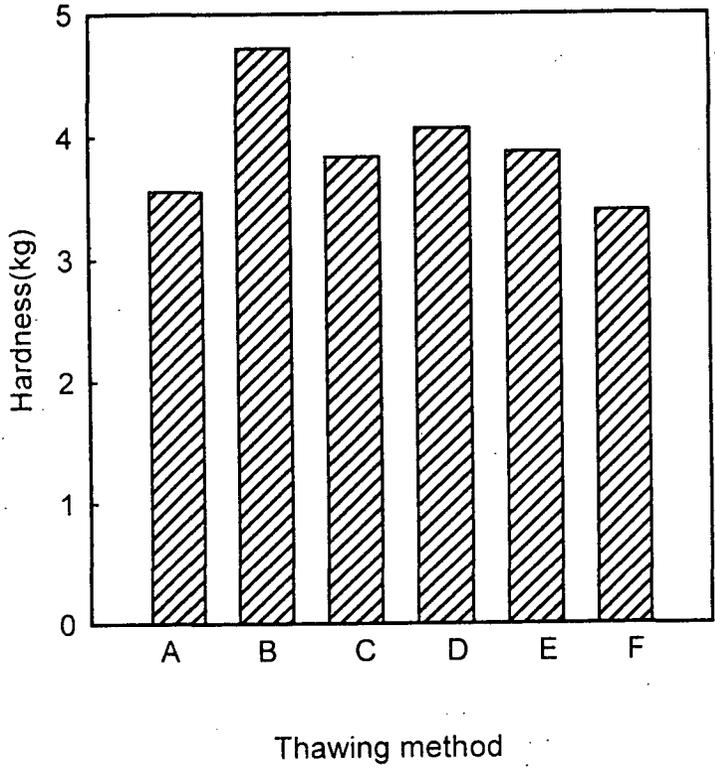


Fig. 4. Effects of thawing methods on hardness of pine agaric after freezing storage for 120 day.

- A : 3°C, air
- B : 15°C, air
- C : 15°C, water
- D : 15°C, 5% saline
- E : 35°C, water
- F : 80°C, water

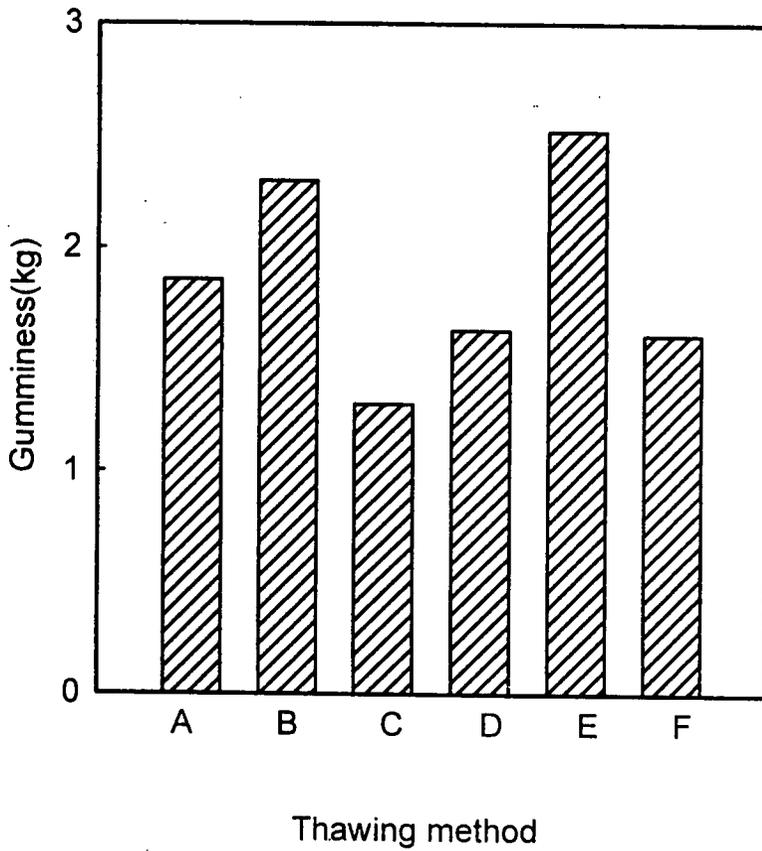


Fig. 5. Effects of thawing methods on gumminess of pine agaric after freezing storage for 120 day.

- A : 3°C, air
- B : 15°C, air
- C : 15°C, water
- D : 15°C, 5% saline
- E : 35°C, water
- F : 80°C, water

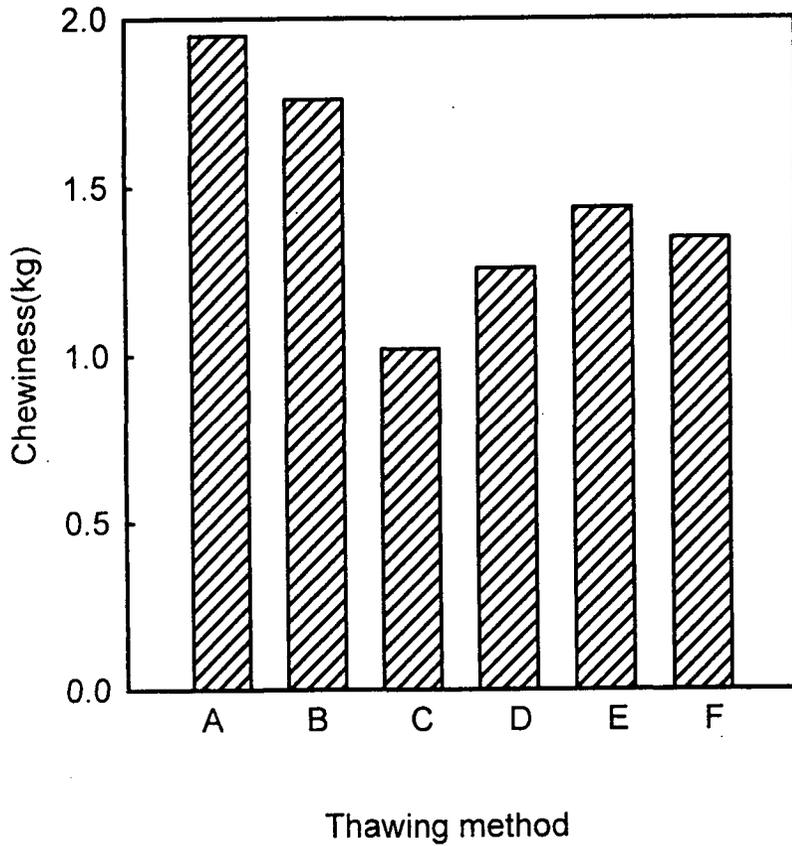


Fig. 6. Effects of thawing methods on chewiness of pine agaric after freezing storage for 120 day.

- A : 3°C, air
- B : 15°C, air
- C : 15°C, water
- D : 15°C, 5% saline
- E : 35°C, water
- F : 80°C, water

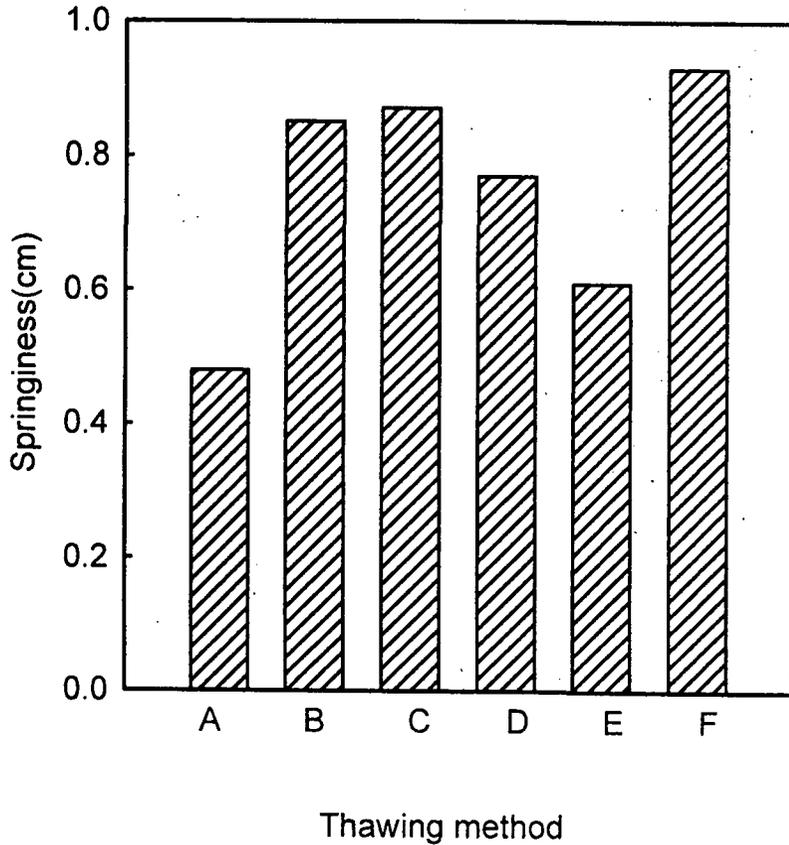


Fig. 7. Effects of thawing methods on springiness of pine agaric after freezing storage for 120 day.

- A : 3°C, air
- B : 15°C, air
- C : 15°C, water
- D : 15°C, 5% saline
- E : 35°C, water
- F : 80°C, water

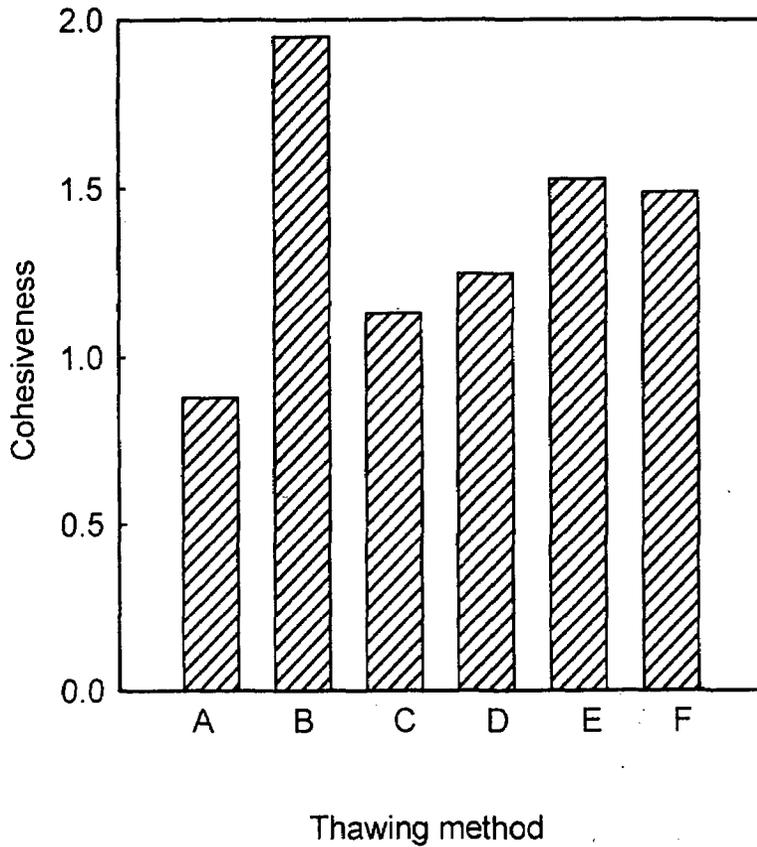


Fig. 8. Effects of thawing methods on cohesiveness of pine agaric after freezing storage for 120 day.

- A : 3°C, air
- B : 15°C, air
- C : 15°C, water
- D : 15°C, 5% saline
- E : 35°C, water
- F : 80°C, water

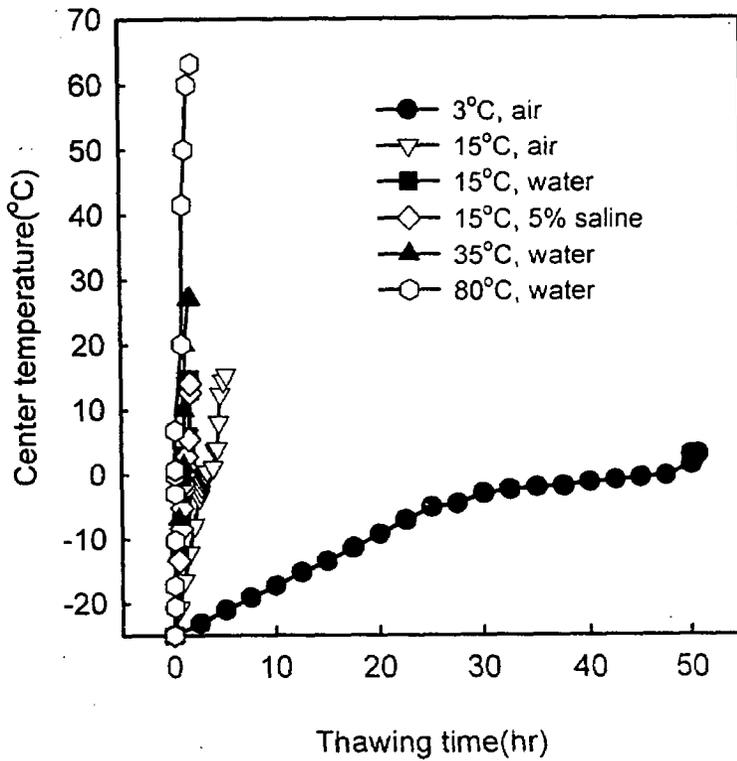


Fig. 9. Effects of thawing methods on changes of center temperature in pine agaric after freezing storage for 120 day.

Fig. 9 은 해동방법별로 해동시간의 경과에 따른 동결 송이의 중심온도 변화를 측정한 그림이다. 이 그림에서 알 수 있듯이 3℃ 공기 중에 해동할 경우 송이의 중심온도가 3℃까지 도달하는데 소요되는 시간은 50시간 정도로 해동속도가 매우 완만하였으며 15℃ 공기, 15℃ 물 및 15℃ 염수에서 해동할 경우는 15℃까지 도달하는데 각각 5.25와 1.68시간으로 15℃ 공기 중에서 해동하는 것이 15℃ 물이나 염수로 해동하는 것보다 해동속도가 느리다는 것을 알 수 있었다. 또한 35℃ 물에서 해동할 경우 송이의 중심온도가 35℃까지 도달하는 시간은 1.75시간 정도이며 80℃의 물에서 해동할 때에는 26분 정도로 짧은 시간 안에 해동온도에 도달하였다. 이와 같은 결과를 두고보면 해동방법의 선택은 해동 후 송이를 처리하는 조건에 따라 달라질 수 있다는 것을 의미한다. 즉, 해동 후에도 몇 일 동안 계속하여 유통해야 하는 경우에는 3℃ 공기 중에서 해동하는 것이 해동속도를 완만하게 하여 송이의 품질을 비교적 장시간 유지시킬 수 있을 것으로 판단되며 해동즉시 섭취할 경우에는 80℃ 물에서 해동하는 방법을 고려할 수 있다.

그러나 저온에서 해동할 수록 송이의 온도는 낮은 상태로 유지할 수 있으나 해동시간이 매우 많이 소요되기 때문에 해동시간 중에 일어나는 품질의 변화를 심각하게 고려해야 하므로 해동방법에 따른 중심온도의 변화만으로 해동방법을 선택하는 것보다 해동시간에 따른 품질 변화의 결과로써 해동방법을 선택하는 것이 바람직할 것으로 예상되어 해동시간의 경과에 따른 송이의 품질을 측정하였다.

#### 4) 해동시간에 따른 송이의 색도변화

해동시간의 경과에 따른 송이의 품질의 변화를 측정하기 위해 시료의 중심온도가 0℃에 도달하였을 때부터 해동온도에 도달할 때까지 송이표면의 명도, 적색도, 황색도 및 전체 색차의 변화를 Fig. 10~13에 도시하였다.

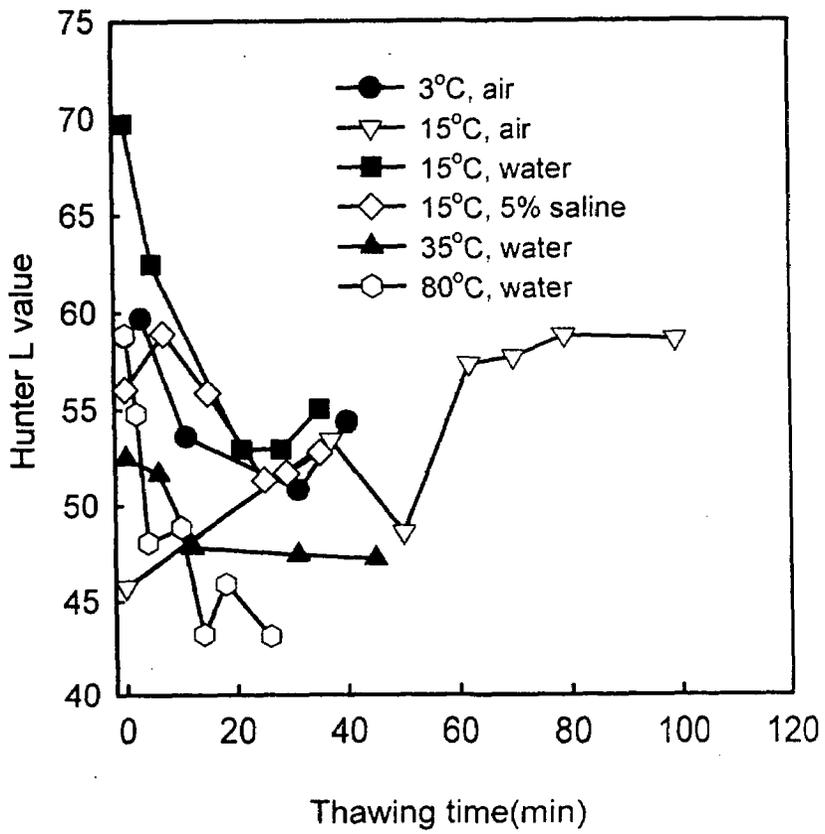


Fig. 10. Effects of thawing methods on changes of lightness of pine agaric skin after freezing storage for 120 day.

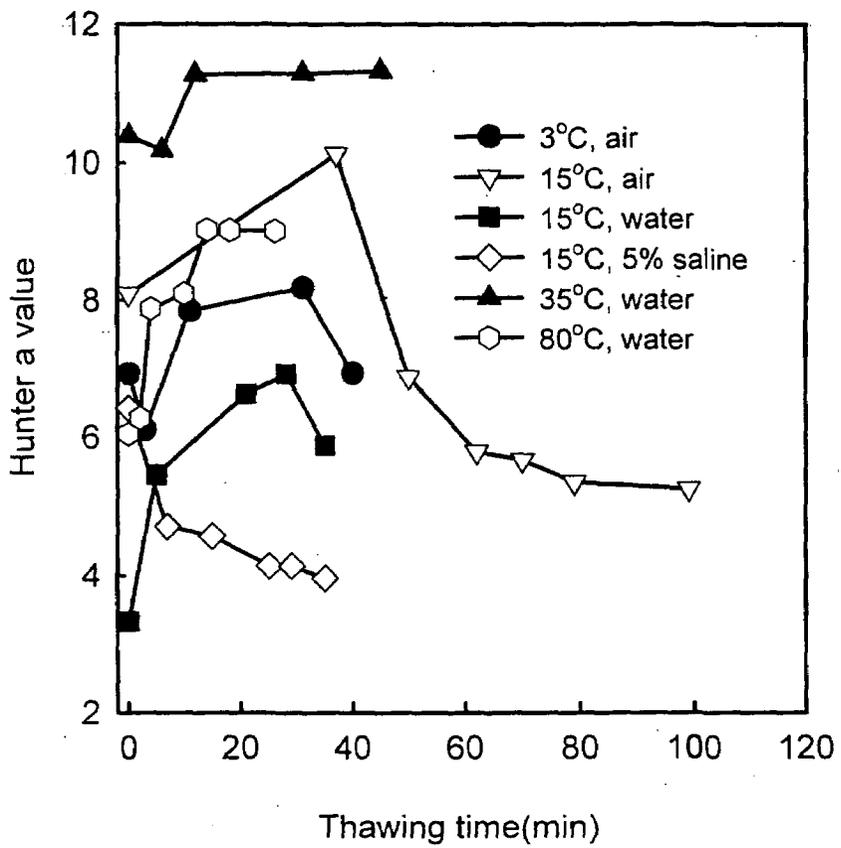


Fig. 11. Effects of thawing methods on redness of pine agaric skin after freezing storage for 120 day.

명도의 변화에 있어서(Fig. 10) 3℃ 공기 중에 해동할 경우 초기 58.77이었던 것이 40분 해동 후에 54.35로써 다소 감소하였으며 15℃ 공기 중에서 해동할 때에는 초기 45.75에서 해동완료시점(해동경과시간 99분)에서는 증가하여 58.60을 나타내었다. 이와 같이 해동기간동안 송이의 표면 명도가 증가하는 것은 해동시간이 길어짐에 따라 송이의 표면이 건조되기 때문으로 판명되었다. 또한 15℃ 물과 염수로 해동했을 경우 초기에는 각각 69.72 및 56.02이던 것이 해동완료시점에서는 각각 55.00 및 52.75를 나타내어 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 35℃ 물로써 해동할 경우 초기에는 52.47이었던 것이 해동완료시점에서는 47.21로 감소하였으나 다른 해동 방법에 비하여 감소율이 가장 낮았고 80℃ 물에서 해동하였을 때는 초기에 58.84에서 급격히 감소하여 해동완료시점에서는 43.20을 나타내었다. 명도변화의 결과에서 보듯이 해동시간에 따른 명도의 감소속도는 15℃ 염수와 35℃ 물에서 가장 낮게 나타났다.

적색도의 변화에 있어서(Fig. 11) 3℃ 공기로써 해동할 경우 송이의 중심온도가 0℃에 도달한 시점에서는 6.93이었던 것이 다소 증가하여 31분 해동 후에는 8.19이었다가 그 후로 감소하였다. 15℃ 공기에서 해동할 때 초기 8.1이었던 것이 37분 후에 10.13으로 최고값을 나타내고 그 후로는 급격히 감소하는 경향을 보였다. 15℃ 물에서 해동할 경우 초기에 3.33이었던 것이 해동 28분 후 최고값인 6.92로 증가하였다가 그 후로 감소하였다. 15℃ 염수로써 해동할 때의 송이표면의 적색도 변화는 초기에는 6.42이던 것이 해동시간의 경과에 따라 계속 감소하여 35분 후에는 3.96을 나타내었다. 35℃ 물에서 해동할 경우 초기에 10.39이었던 것이 해동시간이 경과하여도 큰 변화없이 45분 후에는 11.32를 나타내었다. 또한 80℃ 물에서 해동할 경우 초기에 6.05이었던 것이 해동시간이 경과함에 따라 증가하여 26분 후에는 9.01을 나타내었다. 송이에서 일어나는 갈변반응은 효소에 의한 반응이고 갈변이 진행됨에 따라 적색도가 증가하다가 후에는 감소한다는 것을 고려하면 이상과 같은 결과에서 3℃ 공

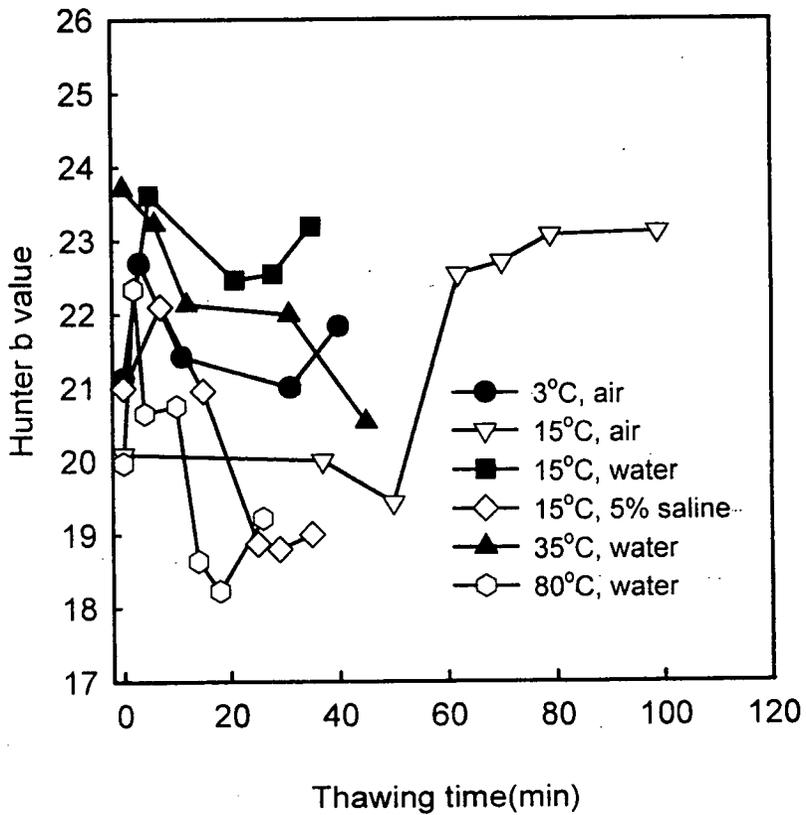


Fig. 12. Effects of thawing methods on yellowness of pine agaric skin after freezing storage for 120 day.

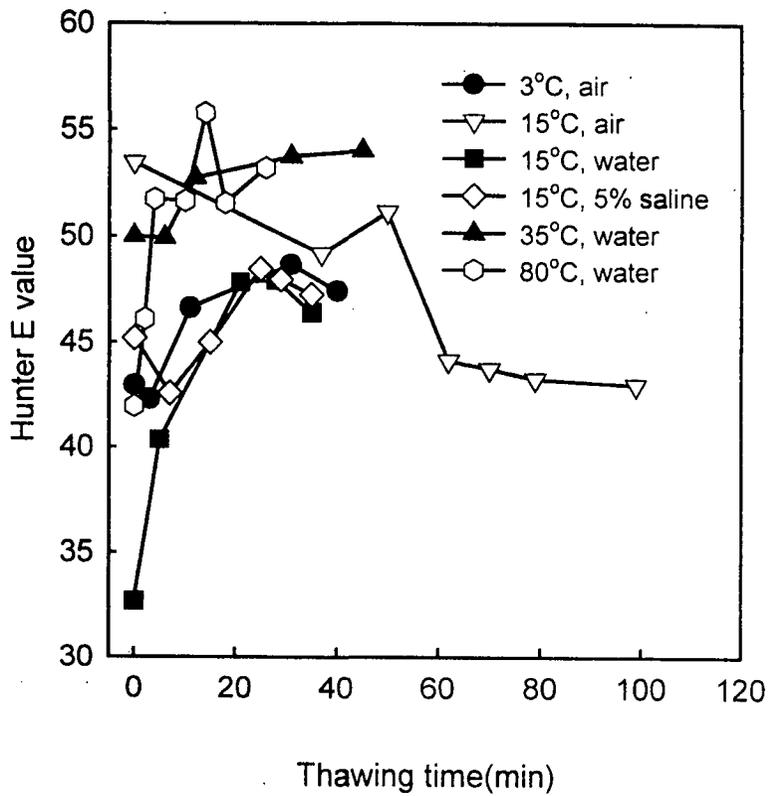


Fig. 13. Effects of thawing methods on total color difference of pine agaric skin after freezing storage for 120 day.

Table 1. Effects of thawing methods on sensory score of pine agaric after freezing storage for 120 day

Item	A	B	C	D	E	F	F value
	35°C, water	15°C, water	15°C, saline	80°C, water	15°C, air	3°C, air	
Flavor	6.20	5.80	5.80	5.80	5.60	6.20	0.47
Color	7.00 <sup>a</sup>	5.80 <sup>b</sup>	6.00 <sup>c</sup>	4.80 <sup>d</sup>	5.80 <sup>eb</sup>	6.20 <sup>f</sup>	6.61 <sup>**</sup>
Overall acceptance	6.70 <sup>a</sup>	5.70 <sup>bc</sup>	5.80 <sup>c</sup>	5.20 <sup>d</sup>	5.50 <sup>eb</sup>	6.10 <sup>f</sup>	2.62 <sup>*</sup>

\*Significant level(0.05)

\*\*Significant level(0.01)

기, 15°C 공기 와 물에서 각각 해동할 경우 적색도의 값이 최고값을 보였다가 감소하는 경향을 보여 해동 중에 효소적 갈변이 비교적 빠르게 진행됨을 알 수 있었으며, 15°C 염수의 경우 계속하여 감소하는 것으로 보아 송이의 중심온도가 측정초기시점인 0°C 도달하기 전에 이미 갈변반응이 상당히 진행되었음을 보여 주었고, 35°C 물로써 해동할 경우에는 적색도의 변화가 크지 않아 해동방법으로 바람직할 것으로 예상되었다.

해동시간의 경과에 따른 송이의 표면 황색도의 변화를 Fig. 12에 도시하였다. 이 그림에서 알 수 있듯이 3°C 공기, 15°C 물과 염수, 35°C 물 및 80°C 물에서 해동할 경우 황색도는 해동시간의 경과에 따라 감소하는 경향을 나타내었지만 15°C 물로써 해동하였을 때에는 50분까지는 감소하는 듯하다가 그 이후 오히려 증가하는 것으로 나타났다.

전체 색차에 있어서(Fig. 13) 3°C 공기 중에 해동할 때 해동 초기에 42.96이었던 것이 해동시간이 경과함에 따라 증가하여 해동 31분 후에는 48.65로 되었으며 15°C 공기에서 해동할 경우 해동시간의 경과에 따라 감소하였다. 그 외 15°C 물과 염수, 35°C 물 및 80°C 물에서 해동할 경우 전체 색차는 증가하는 경향을 보였지만 35°C 물의 경우에서 그 변화율이 가장 낮았다.

이상과 같이 해동시간의 경과에 따른 송이의 색도변화의 결과를 보면 명도, 적색도, 황색도 및 전체 색차의 변화가 가장 낮은 35°C 물에서 해동하는 것이 가장 바람직할 것으로 판단되었다.

## 5) 관능평가

동결된 송이를 각각의 해동방법에 따라 해동시킨 후 각 시료의 향, 색 및 전체적인 품질을 관능적으로 평가하여 Table 1에 나타내었다. 이 표에서 알 수 있듯이 향기의 관능검사에 있어서 35°C 물과 3°C 공기에서 해동한 시료가 6.20으로 가장 높았으며 그 외의 해동방법에서도 5.0 이상을 나타내 송이향을 상당량 유지하고 있음이 판명되었다. 색도에 있어서는 2등급 이상의 색을 유지하고 있는 것(6.0 이상)으로는 35°C 물로써 해

동한 시료로서 7.00을 나타내어 가장 우수한 색을 유지하였으며 3℃ 공기에서 해동한 경우도 6.20으로 양호하였다. 전체 품질의 평가에서 가장 높은 점수로 평가된 것은 35℃ 물에서 해동한 시료로 6.70을 나타내 중급이상의 품질을 보였으며 3℃ 공기 중에 해동한 경우도 6.10으로 중급이상의 품질을 나타내었다.

이상과 같은 실험결과를 미루어 보면 아미노태질소의 함량(Fig. 1)에 있어서 해동방법간의 큰 차이를 보이지 않은 것은 송이육 자체에 존재하거나 혹은 미생물에 의한 단백분해효소의 작용이 해동방법에 따라서는 거의 차이가 없으며 texture에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단되며 수분함량(Fig. 3)도 큰 차이가 없으므로 drip의 유출량에 의해서도 영향을 받지 않을 것으로 생각되었다. 또한 관능검사의 결과에서 가장 높은 평가를 받았던 35℃ 물에 해동한 시료의 texture profile(Fig. 4~8)은 gumminess가 높게 나타나고 springness가 비교적 낮게 나타나 송이의 texture를 기계적으로 측정하려면 2차요소를 측정하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다. 색도의 측정결과에서 명도, 적색도, 황색도 및 전체 색차의 변화량이 가장 작았던 35℃ 물에서 해동한 시료가 관능검사에서 가장 우수한 품질로 평가되었다.

## 2. 송이품질에 영향을 미치는 톱밥의 보존제 처리 및 유통온도

대부분의 식물성 농산물을 유통할 때 적용되는 온도는 3℃와 -5℃ 정도이다. 그러므로 송이를 일반적으로 유통되는 온도인 3℃와 -5℃에서의 품질변화를 측정하는 것이 송이의 최적 유통조건을 규명하는데 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 판단되어 sodium benzoate처리한 50% 수분함유톱밥에 송이를 묻어 각각 3℃와 -5℃에 저장하면서 송이의 품질변화를 측정하였고 보존제 처리 효과를 비교하기 위해 보존제를 첨가하지 않은 50% 수분함유톱밥에 송이를 묻어 3℃에 저장(대조구)하면서 송이의

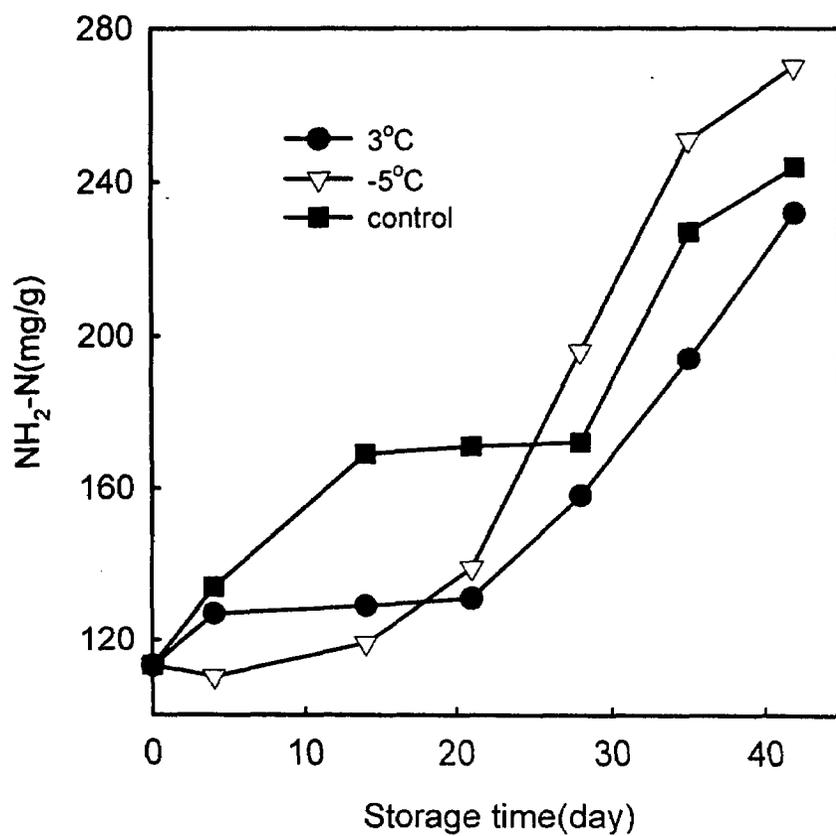


Fig. 14. Effects of storage temperature on changes of amino form nitrogen in pine agaric.

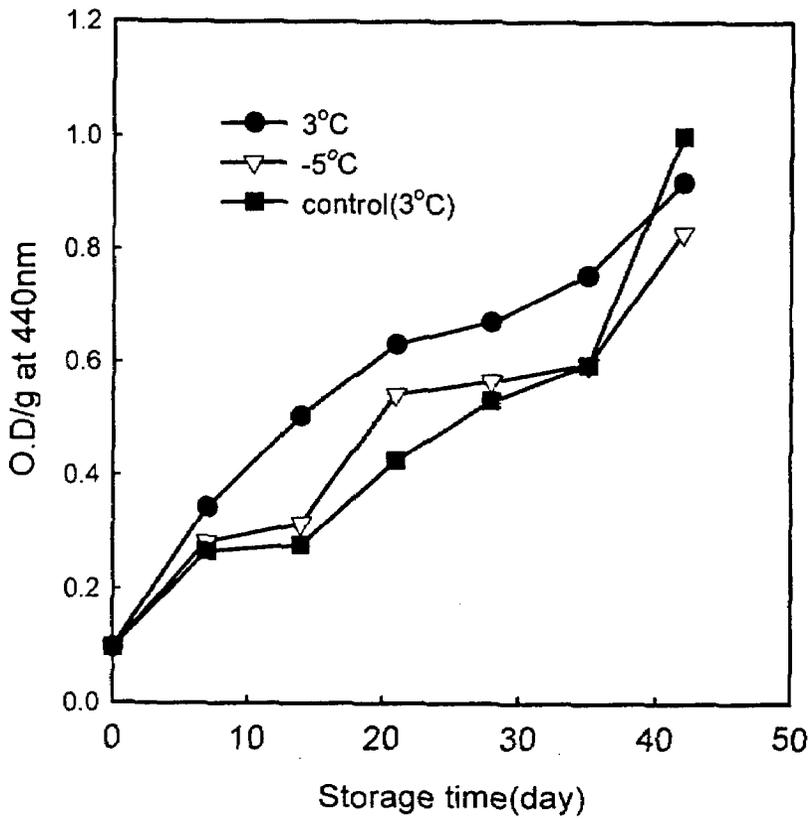


Fig. 15. Effects of storage temperature on browning degree of pine agaric.

품질변화를 측정하였다. 송이의 품질은 아미노태질소함량, 갈변도, 색도, 송이육의 경도, 중량감모율, 후숙도 및 관능검사를 통한 색, 향, 전체품질을 측정하여 평가하였다.

### 1) 아미노태질소량의 변화

유통온도별로 송이를 저장할 때 저장기간의 경과에 따른 아미노태질소의 변화를 Fig. 14에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 sodium benzoate를 처리한 톱밥에 저장한 경우 3℃와 -5℃에서는 21일 저장 후에 아미노태질소의 함량이 각각 131과 139 mg/100g를 나타내었고 sodium benzoate를 처리하지 않은 톱밥에 저장한 대조구의 경우는 171 mg/100g을 나타내 sodium benzoate는 저장 초기에 아미노태질소량의 증가를 억제하는 효과가 있는 것으로 생각되었다. 이것은 송이의 표면에 존재하여 단백분해효소를 생성하는 미생물이 보존제에 의하여 생육이 저지되거나 살균되어지기 때문으로 생각되었다. 그러나 3℃와 -5℃에 각각 저장한 경우 온도에 따른 아미노태질소의 변화는 크지 않았다.

### 2) 갈변도의 변화

유통온도별로 송이를 저장할 때 저장기간의 경과에 따른 갈변도의 변화를 Fig. 15에 나타내었다. 대조구에서는 저장기간의 경과에 따라 갈변도가 증가하여 저장 35일에는 0.596 O.D./g을 보였고 3, -5℃에 저장한 시료도 증가하여 35일 저장 후에는 각각 0.755, 0.597 O.D./g을 나타내 대조구보다 증가속도가 빠른 것으로 나타났다. 이것은 보존제로 사용된 sodium benzoate가 갈변반응을 촉진하는 것으로 판단되었으며 3℃에 저장한 것이 -5℃에 저장한 송이보다 갈변도의 진행속도가 빠르게 나타났다. 그러므로 -5℃에 저장하면 갈변의 진행속도를 어느 정도 억제할 수 있을 것으로 생각된다.

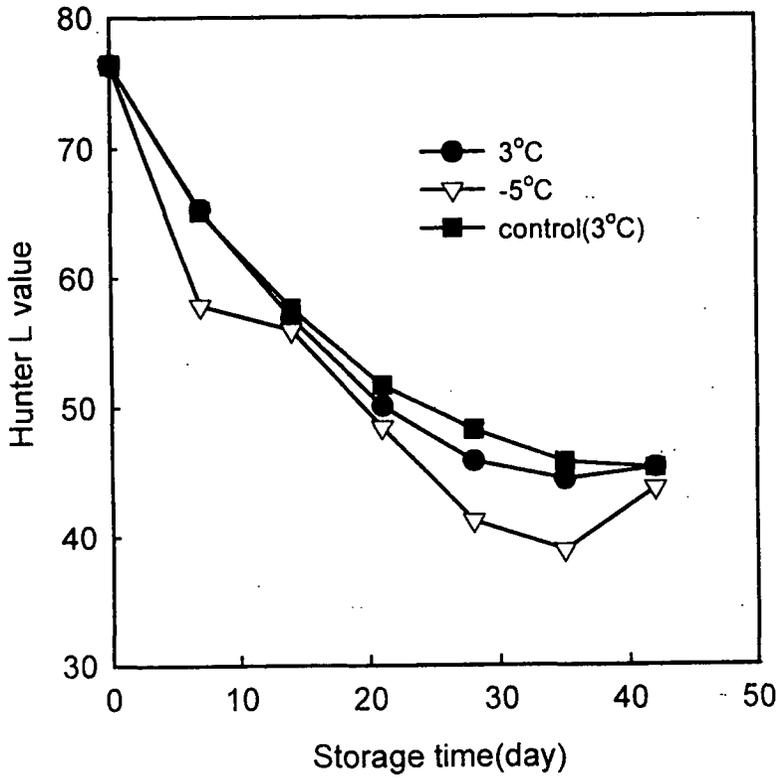


Fig. 16. Effects of storage temperature on changes of lightness of pine agaric flesh.

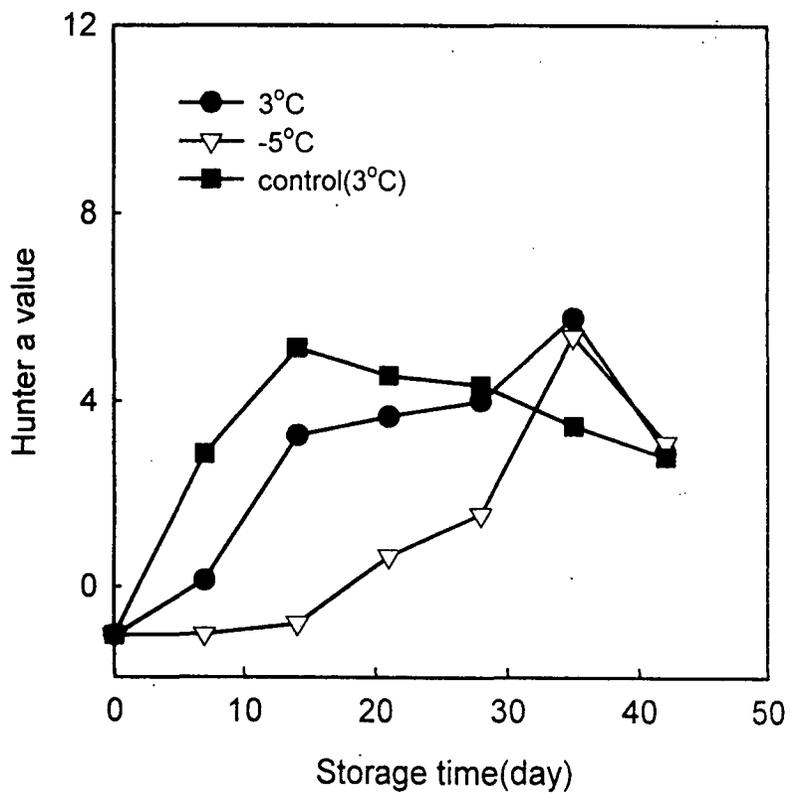


Fig. 17. Effects of storage temperature on changes of redness of pine agaric flesh.

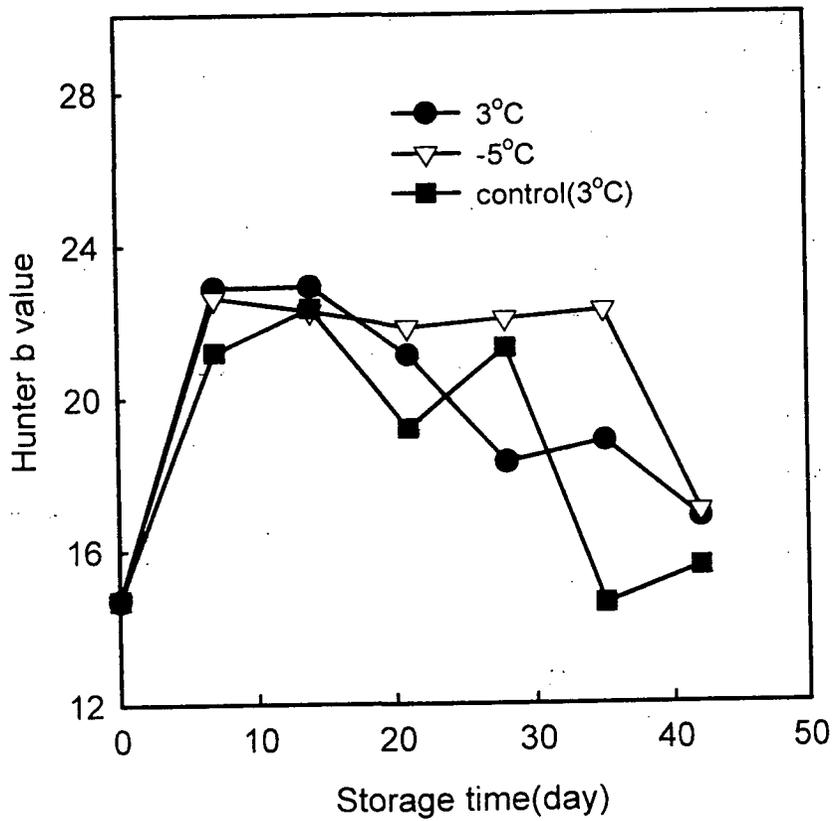


Fig. 18. Effects of storage temperature on changes of yellowness of pine agaric flesh.

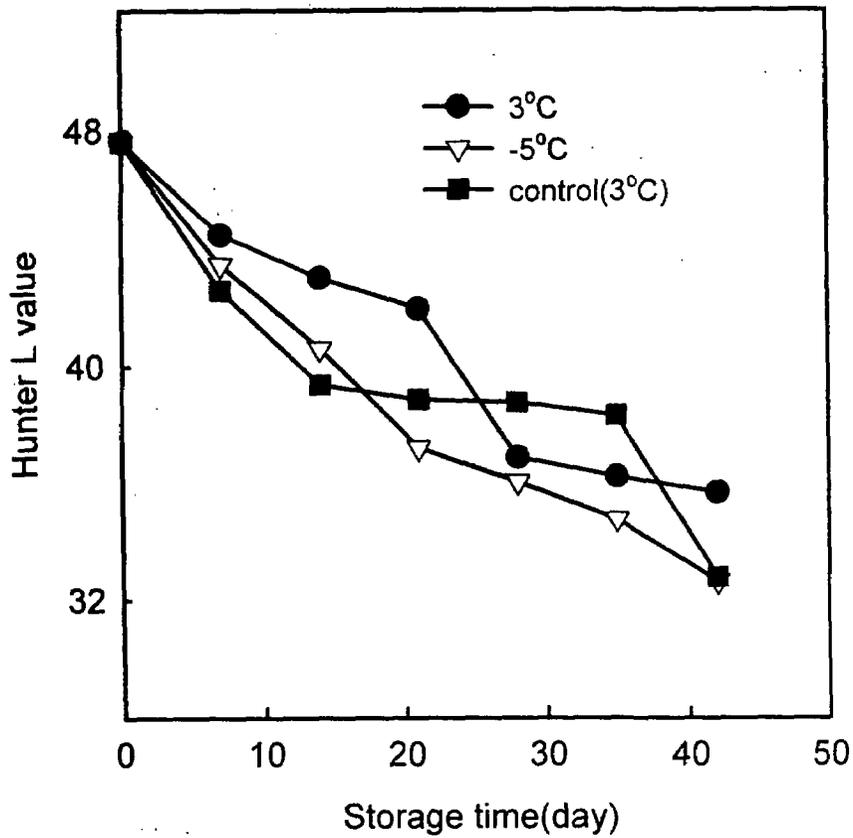


Fig. 19. Effects of storage temperature on lightness of pine agaric skin.

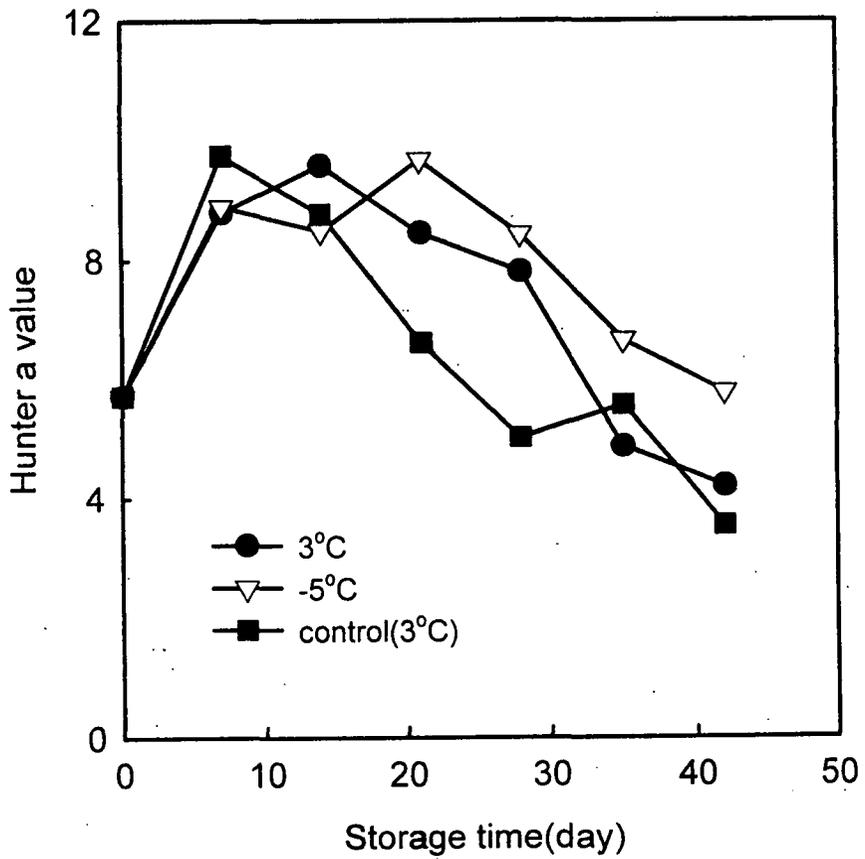


Fig. 20. Effects of storage temperature on changes of redness of pine agaric skin.

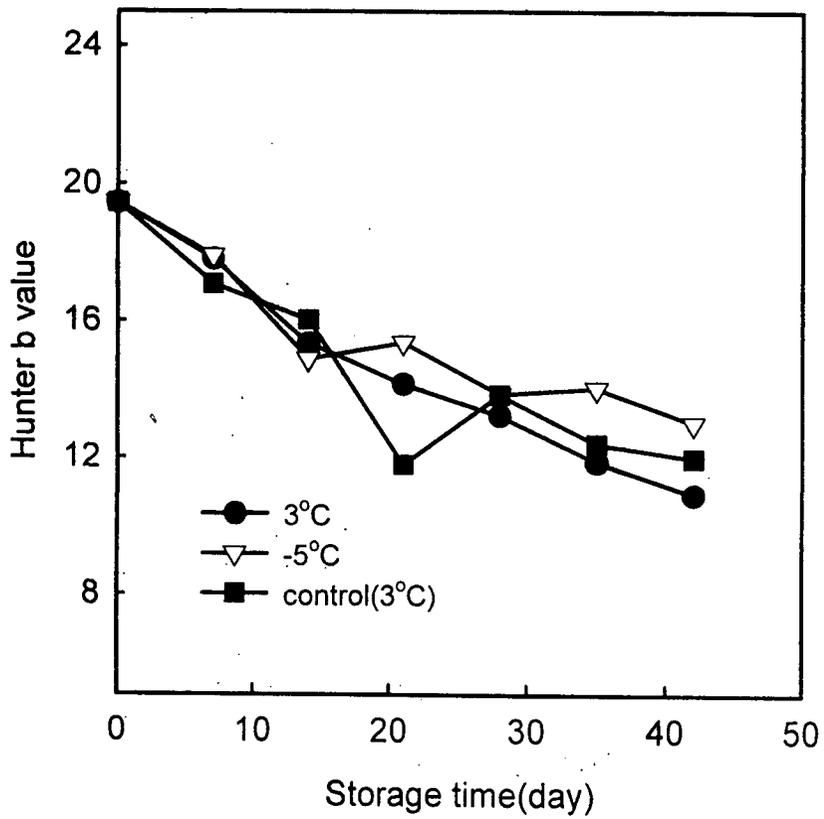


Fig. 21. Effects of storage temperature on yellowness of pine agaric skin.

### 3) 색도의 변화

유통온도별로 송이를 저장할 때 저장기간의 경과에 따른 색도의 변화를 Fig. 16~21에 나타내었다.

송이육의 명도변화(Fig. 16)에서 모든 시료에서 저장기간의 경과에 따라 명도는 감소하는 경향을 보였고 대조구와 3℃의 저장 42일 후에 각각 45.24와 46.27로 감소속도가 비슷하였지만 -5℃의 경우는 43.66으로 감소속도가 대조구와 3℃의 경우보다 높았다. 이러한 결과를 미루어 보면 송이육의 명도 변화는 보존제의 영향은 크지 않고 저장온도의 영향이 더 큰 것으로 판단되었다. 이것은 톱밥에 첨가된 보존제가 송이의 표면에는 영향을 미칠 수 있어도 송이육 내부에는 영향을 미치지 않는다는 것을 의미한다.

송이육의 적색도 변화(Fig. 17)에서 대조구의 경우 저장 14일 만에 최고값인 5.13에 도달하여 차츰 감소하였으며 3℃의 경우 35일만에 최고값 5.77을 나타내었으며 -5℃ 저장시료에서는 저장 35일에 최고값 5.38을 나타내어 저장온도가 낮으면 적색도의 증가속도가 낮아지는 것으로 판명되었다.

송이육의 황색도 변화(Fig. 18)에서 저장온도와 보존제의 영향이 일정한 방향으로 나타나는 것은 아니지만 모든 시료에서 증가하였다가 감소하는 경향을 보였다.

송이표면의 명도 변화(Fig.19)에 있어서 모든 시료가 저장기간의 경과에 따라 감소하는 경향을 보였으며 저장 21일 이후 대조구, 3℃ 저장의 경우 -5℃보다 감소속도가 낮아졌다. 송이표면의 적색도의 변화(Fig.20)에서도 저장온도에 따른 차이는 크지 않으며 보존제 처리의 영향도 거의 없는 것으로 나타났다. 또한 최고값에 도달하였다가 감소하는 경향을 나타내었다. 황색도의 변화(Fig. 21)에서도 모든 시료에서 저장기간에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 3℃와 -5℃의 유통온도에 따른 차이는 크지 않으며 보존제의 처리유무에도 큰 영향을 받지 않은 것으로

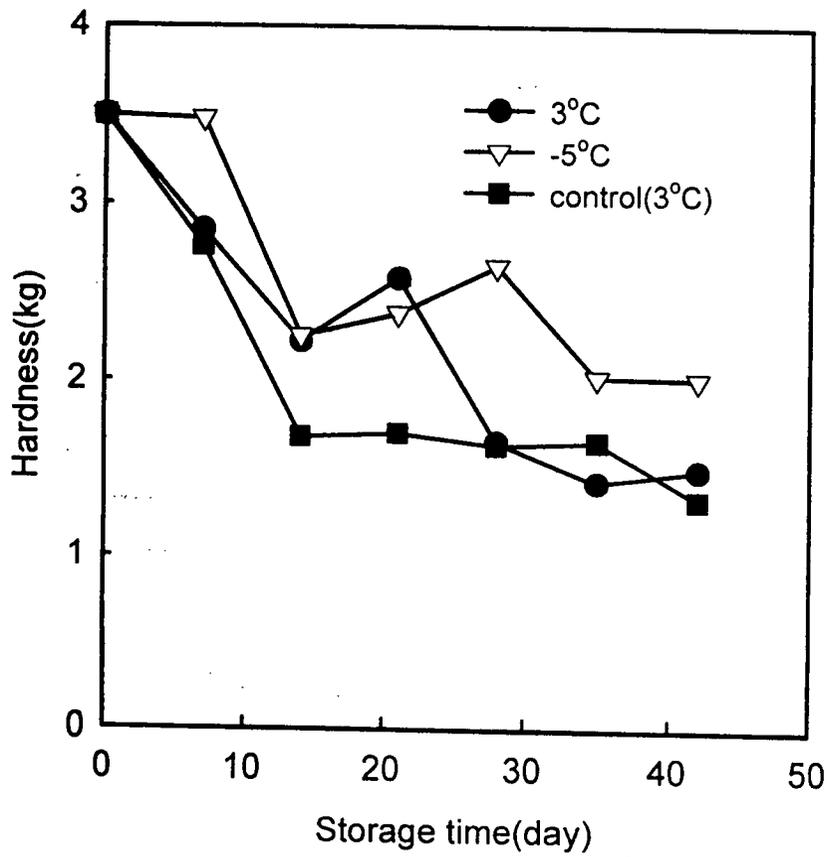


Fig. 22. Effects of storage temperature on changes of hardness of pine agaric.

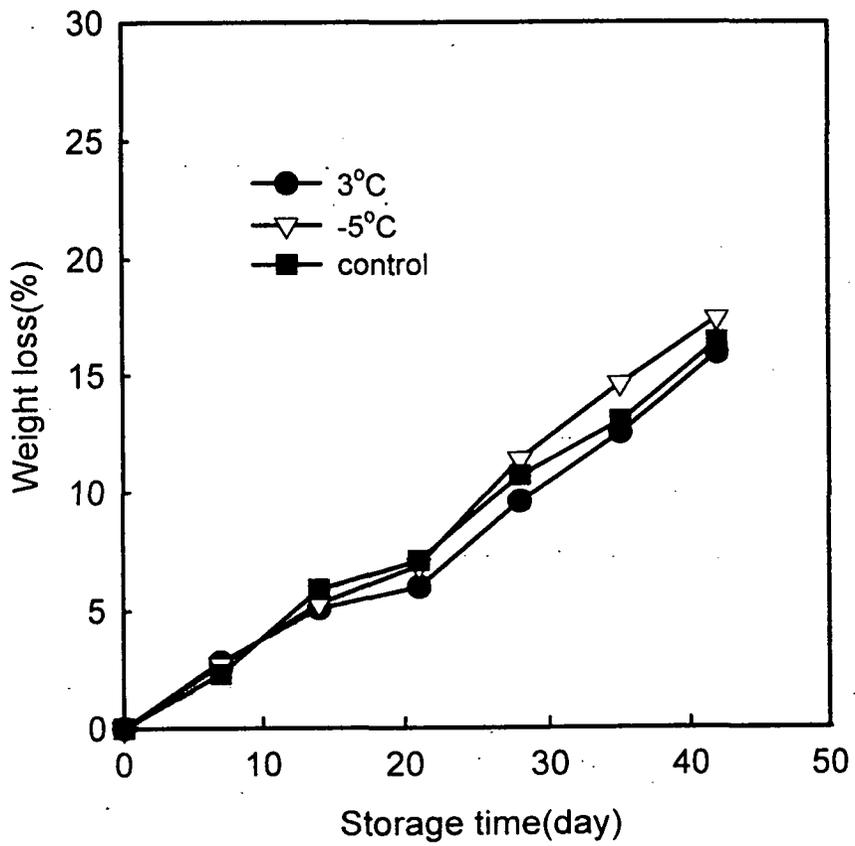


Fig. 23. Effects of storage temperature on changes of weight losses of pine agaric.

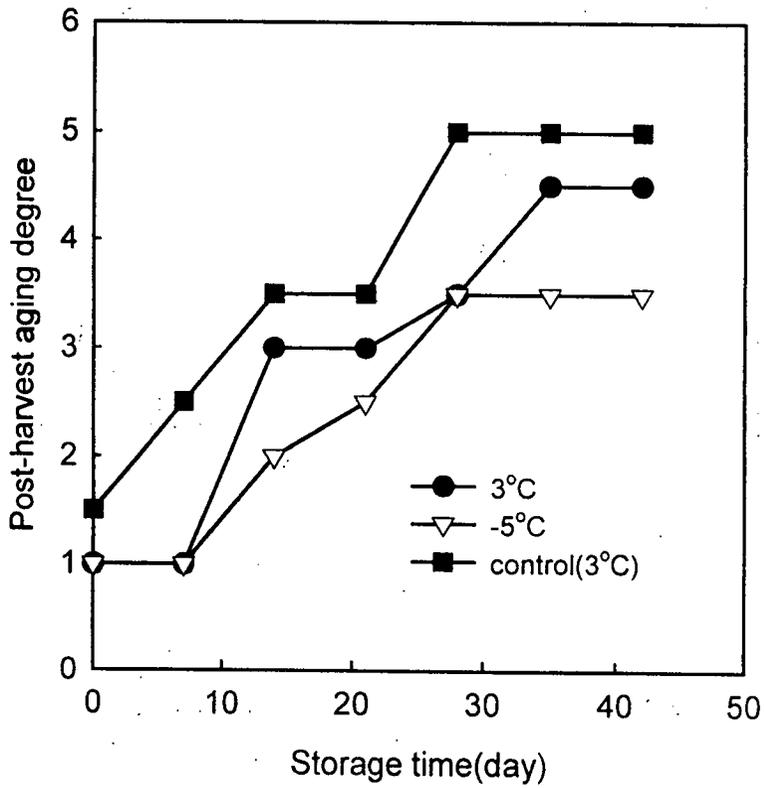


Fig. 24. Effects of storage temperature on changes of degree of post-harvest aging in pine agaric.

판단된다.

#### 5) 경도의 변화

유통온도별로 송이를 저장할 때 저장기간의 경과에 따른 경도의 변화를 Fig. 22에 나타내었다. 대조구의 경우 저장 14일만에 1.68kg으로 급격히 감소하였다가 그 이후로 큰 변화를 보이지 않았으며 유통온도 -5℃의 경우에는 저장기간의 경과에 따라 감소하는 경향을 보였지만 전체 유통기간 중에 초기 경도 3.5kg의 ½인 1.75kg 이상을 나타내 송이육 조직이 물러지는 것이 상당히 억제되었다.

#### 6) 중량감모율의 변화

유통온도별로 송이를 저장할 때 저장기간의 경과에 따른 중량감모율의 변화를 Fig. 23에 나타내었다. 이 그림에서 보듯이 저장온도와 보존처리 유무에 관계없이 거의 일직선으로 증가하여 42일 유통 후에는 15.5~17.5% 사이를 나타내었다. 또한 3℃와 -5℃에서 유통할 경우에 유통온도는 중량감모율에 큰 영향이 없는 것으로 보인다.

#### 7) 후숙도의 변화

유통온도별로 송이를 저장할 때 저장기간의 경과에 따른 후숙도의 변화를 Fig. 24에 나타내었다. 이 그림에서 보여주듯이 모든 시료에서 저장기간의 경과에 따라 후숙도가 증가하였는데 -5℃에 유통할 경우 저장 42일 후에 3.5로서 턱반이의 과숙정도가 50% 정도를 나타내어 상품성이 양호한 것으로 평가되었고 3℃에 유통할 경우 유통 21일까지 대조구는 28일까지 턱반이의 과숙정도가 50% 정도로 상품성이 좋게 나타났다. 그러나 3℃와 대조구의 경우 유통42일이 경과한 후에도 후숙도는 5.0을 초과하지 않으므로 맛이 완전히 펼쳐진 상태는 아니었다.

#### 8) 관능평가

Table 2. Effects of storage temperature on sensory score<sup>1)</sup> of flavor of pine agaric during storage in sawdust treated with sodium benzoate.

Storage time(day)	Storage temp.(°C)		
	3	-5	control
0	10.00	10.00	10.00
7	9.20	9.21	9.28
14	9.01	8.99	9.21
21	8.70	8.91	8.93
28	7.20	7.42	7.65
35	6.80	6.42	6.60
42	5.90	6.01	5.82

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

Table 3. Effects of storage temperature on sensory score<sup>1)</sup> of color of pine agaric during storage in sawdust treated with sodium benzoate.

Storage time(day)	Storage temp.(°C)		
	3	-5	control
0	10.00	10.00	10.00
7	7.98	8.31	8.00
14	7.71	7.60	7.60
21	7.01	7.54	7.20
28	6.23	6.87	6.42
35	5.67	6.21	5.91
42	5.01	6.02	5.50

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

Table 4. Effects of storage temperature on sensory score<sup>1)</sup> of overall acceptance of pine agaric during storage in sawdust treated with sodium benzoate.

Storage time(day)	Storage temp.(°C)		
	3	-5	control(3)
0	10.00	10.00	10.00
7	8.92	9.01	8.56
14	7.66	7.96	7.82
21	7.02	7.58	7.41
28	6.23	6.70	6.92
35	6.04	6.52	6.73
42	5.50	6.12	5.84

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

유통온도별로 송이를 저장할 때 저장기간의 경과에 따른 색, 향 및 전체 품질의 정도를 관능적으로 평가하여 Table 2~4에 나타내었다.

송이향의 관능검사 결과(Table 2)에서  $-5^{\circ}\text{C}$ 에 유통할 경우 42일까지 6.01로서 송이향이 존재하지만 이취는 거의 나지 않는 정도의 향을 유지하였고  $3^{\circ}\text{C}$ 와 대조구의 경우도 각각 5.90과 5.80으로 송이향이 존재하여 상품성 있는 것으로 평가되었다. 저장온도와 보존제 처리유무는 송이의 향에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

송이의 색에 대한 평가 결과(Table 3)에서 2등급 정도의 상품성을 가진 색(6.0이상)을 유지한 기간은  $-5^{\circ}\text{C}$ 의 경우 42일,  $3^{\circ}\text{C}$ 와 대조구의 경우는 28일 정도였다. 관능적으로 평가한 송이의 색에 영향을 주는 것은 유통온도가 영향을 미치는 것으로 판단된다.

송이전체의 품질에 대한 관능검사의 결과(Table 4), 중급정도의 품질(6.0이상)을 유지하는 기간은  $-5^{\circ}\text{C}$ 의 경우 42일,  $3^{\circ}\text{C}$ 와 대조구의 경우 35일 정도로 나타났다.

이상과 같은 결과를 미루어 보면 일반 농산물의 유통온도와 같은 온도인  $3^{\circ}\text{C}$ 와  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 송이를 sodium benzoate로 처리한 톱밥에 포장하여 유통할 경우 아미노태질소의 함량과 경도의 변화에서는 보존제 처리한 톱밥에서 저장하는 것이 보존제 처리하지 않은 대조구보다 다소 좋은 것으로 나타났지만 실제 관능검사에는 큰 영향이 없었으며 유통온도에 의한 영향도 크지 않은 것으로 판단되었다.

### 3. 톱밥에 첨가한 보존제 종류가 송이의 품질에 미치는 영향

앞의 연구에서 톱밥으로 송이를 포장하여 유통할 경우 톱밥의 부패를 방지하기 위해 보존제를 첨가하면 송이의 아미노태질소함량과 경도의 변화에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단되어 현재 식품에 사용가능한 보존제인 sodium benzoate, potassium sorbate 및 sodium propionate를

50% 수분 함유톱밥에 각각 첨가하여 송이를 3℃에 유통하면서 송이의 품질을 측정하여 보존제 종류가 송이의 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

### 1) 아미노태질소량의 변화

톱밥처리에 사용한 보존제의 종류가 3℃ 유통 중 송이의 아미노태질소 함량의 변화에 미치는 영향을 Fig. 25에 도시하였다. 이 그림에서 알 수 있듯이 저장 21일까지 sodium benzoate, potassium sorbate와 sodium propionate를 처리한 톱밥의 경우 각각 136.3, 140.16 및 153.42 mg/100g을 나타내었고 대조구는 165.67 mg/100g을 보여 보존제 처리한 톱밥에서의 유통이 유통초기에 아미노태질소량의 증가를 억제하는 것으로 생각된다. 이것은 톱밥에 첨가된 보존제가 송이표면에 존재하면서 단백질 분해 효소를 생성하는 미생물의 증식을 억제하거나 살균하기 때문으로 생각되었다. 그러나 유통 35일 이후로는 보존제의 처리효과는 거의 없었다.

### 2) 갈변도의 변화

톱밥처리에 사용한 보존제의 종류가 3℃ 유통 중 송이의 갈변도의 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 유통기간의 경과에 따른 갈변도를 측정하고 그 결과를 Fig. 26에 나타내었다. 이 그림에서 보듯이 42일 유통 후 sodium benzoate, potassium sorbate 및 sodium propionate를 첨가한 톱밥으로 포장한 송이에서는 각각 0.688, 0.870 및 0.992 O.D./g으로서 대조구의 0.596 O.D./g 보다 높게 나타났다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때 톱밥의 부패를 방지하기 위해 첨가된 보존제는 송이의 갈변반응을 촉진하는 것으로 판단된다.

### 3) 송이표면의 색도변화

톱밥처리에 사용한 보존제의 종류가 3℃ 유통 중 송이표면 색도의 변화에 미치는 영향을 Fig. 27에 도시하였다.

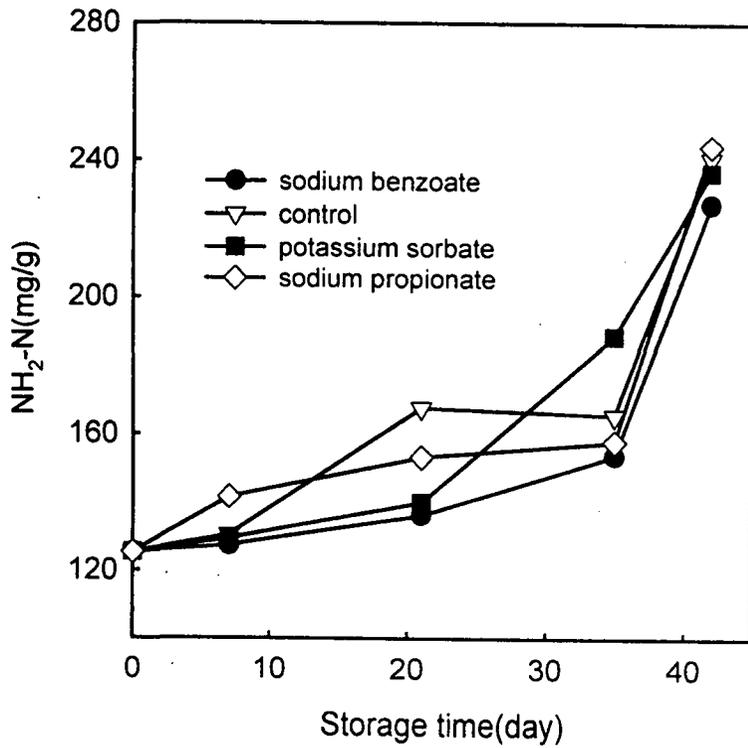


Fig. 25. Effects of preservatives on changes of amino form nitrogen in pine agaric during storage 3°C.

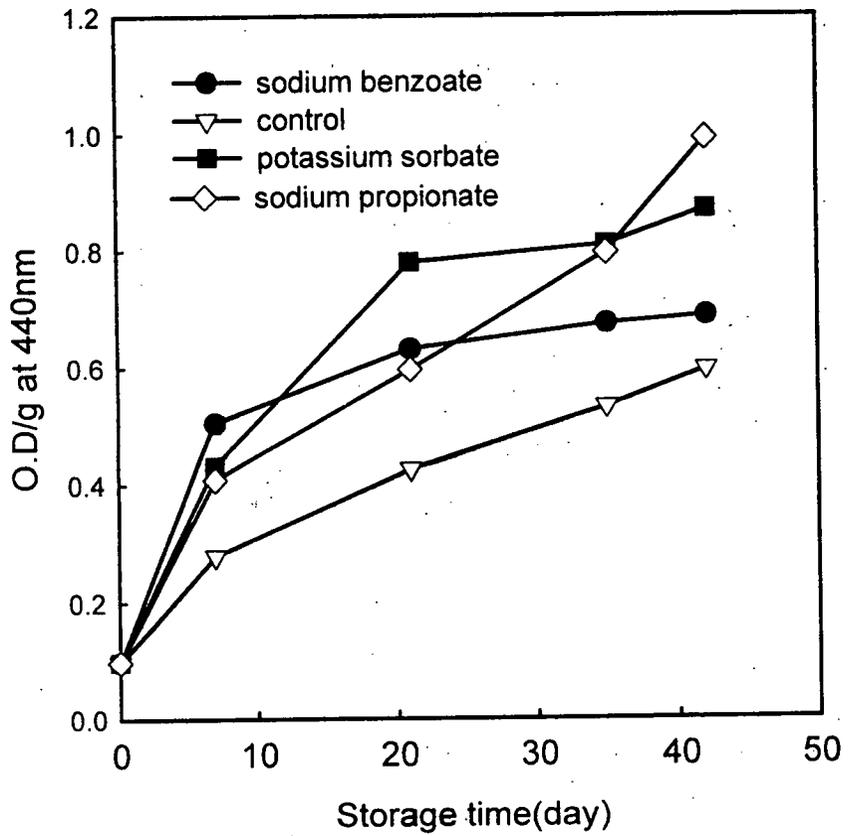


Fig. 26. Effects of preservatives on changes of browning degree of pine agaric during storage 3°C.

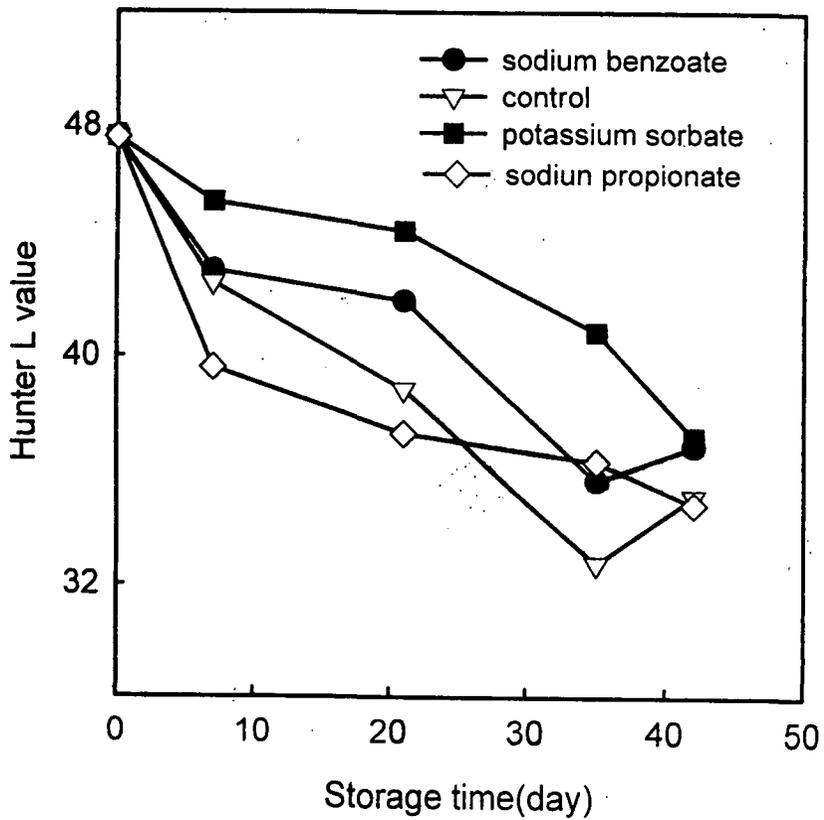


Fig. 27. Effects of preservatives on changes of lightness of pine agaric skin during storage at 3°C.

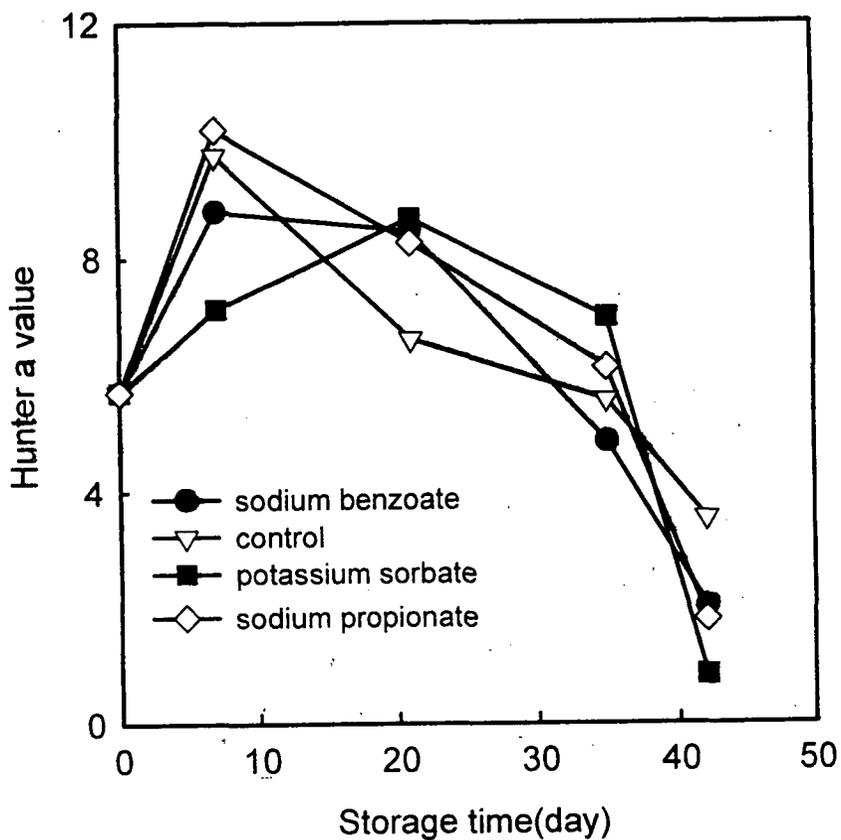


Fig. 28. Effects of preservatives on changes redness of pine agaric skin during storage at 3°C.

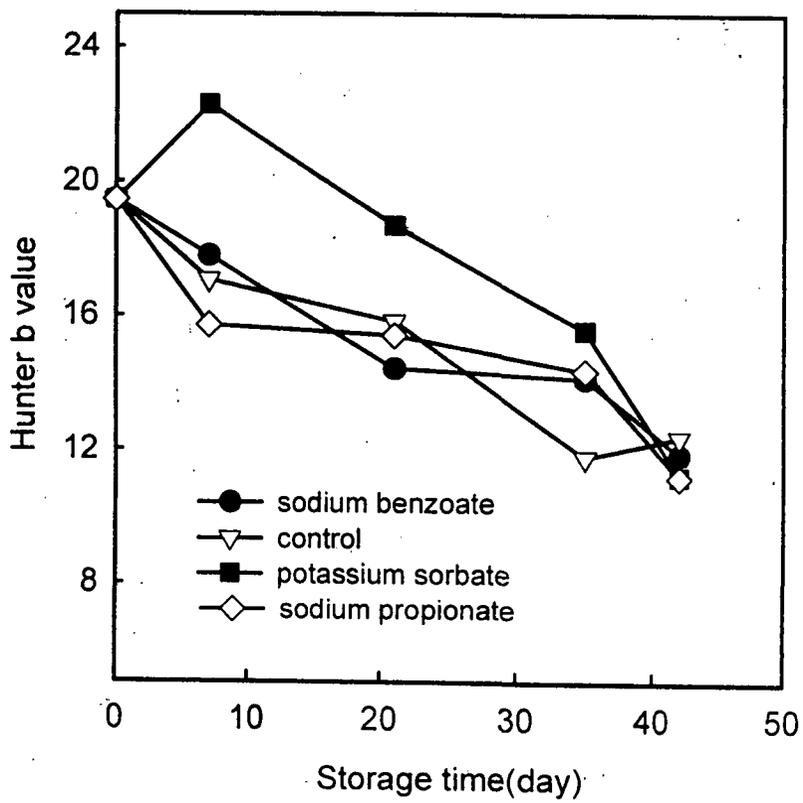


Fig. 29. Effects of preservatives on changes of yellowness of pine agaric skin during storage at 3°C.

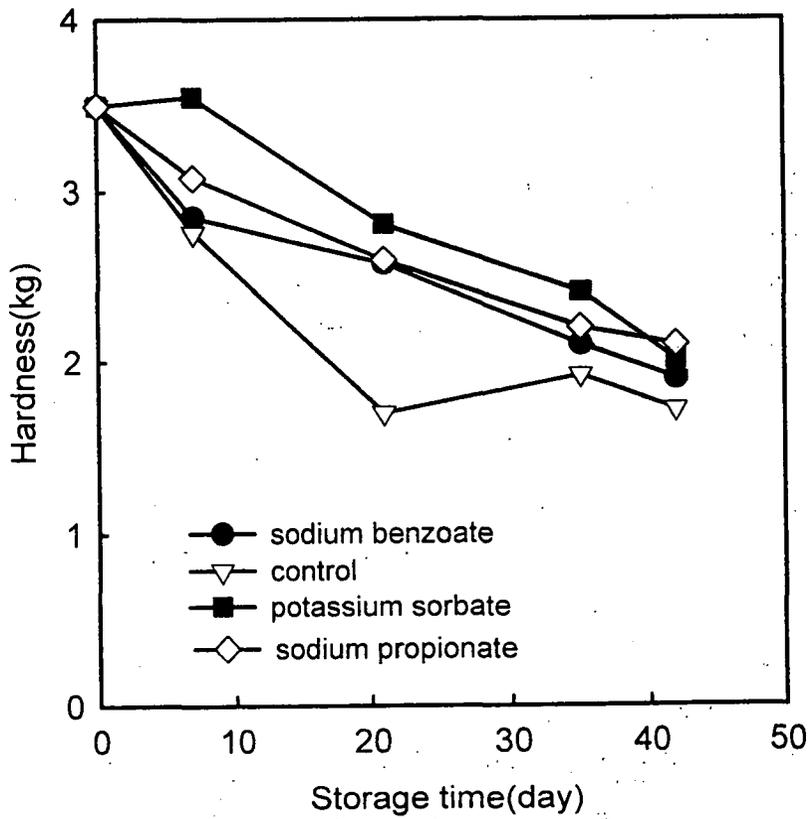


Fig. 30. Effects of preservatives on changes of hardness of pine agaric during storage at 3°C.

명도의 변화(Fig. 27)에 있어서 모든 시료는 유통기간의 경과에 따라 명도가 감소하는 경향을 보였으며 특히 potassium sorbate의 경우유통 42일 후에 37.19로서 가장 높은 값을 보여 명도의 감소속도가 늦다는 것을 알 수 있었으며 sodium benzoate도 36.88로 다른 시료에 비하여 높게 나타났다. 이같은 결과는 갈변도가 증가하면 송이 색의 명도는 낮아질 것으로 예상되는 것과는 달리 앞의 갈변도 변화(Fig. 26)의 결과와 상충되는데 Fig. 26의 갈변도는 시료표면과 육 전체의 갈변도를 측정 한 값이며 Fig. 27의 명도는 송이표면을 측정 한 것이기 때문에 송이육 내부에 갈색색소가 많이 생성되면 이러한 결과가 예상된다.

적색도의 변화(Fig. 28)에서 모든 시료가 유통기간의 경과에 따라 증가하였다가 감소하는 경향을 보였다. 보존제의 첨가효과는 크지 않은 것으로 생각된다. 송이표면의 갈변도가 증가하면 일반적으로 적색도도 증가할 것으로 예상되지만 송이표면에서 생성되는 갈색색소는 일정 부분에서 집중적으로 생성되고 생성된 갈변부위는 갓표면의 껍질에 집중되고 시간의 경과에 따라 뭉쳐져 벗겨지기 때문으로 생각된다.

황색도의 변화(Fig. 29)에 있어서 유통기간의 경과에 따라 모든 시료는 감소하는 경향을 나타내었으며 potassium sorbate의 경우 황색도의 감소속도가 다른 시료에 비하여 늦다는 것을 알 수 있었다.

#### 4) 경도의 변화

툽밥처리에 사용한 보존제의 종류가 3℃ 유통 중 송이육의 경도의 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 유통기간의 경과에 따른 경도를 측정하고 그 결과를 Fig. 30에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 42일 동안 유통한 후에 sodium benzoate, potassium sorbate 및 sodium propionate를 첨가한 툽밥에 저장한 송이육의 경도는 각각 1.90, 2.01 및 2.10 kg으로 대조구보다 높게 나타났다. 앞에서 아미노태질소량의 변화(Fig. 25)에서 알 수 있었듯이 보존제 처리한 송이의 경우 송이육이 단백

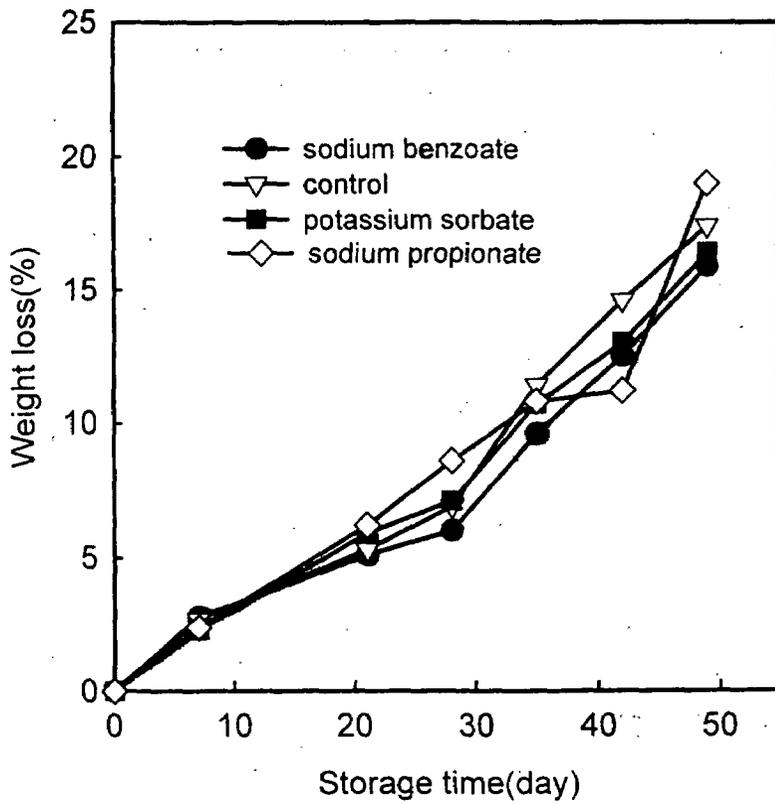


Fig. 31. Effects of preservatives agent on changes weight loss of pine agaric during storage at 3°C.

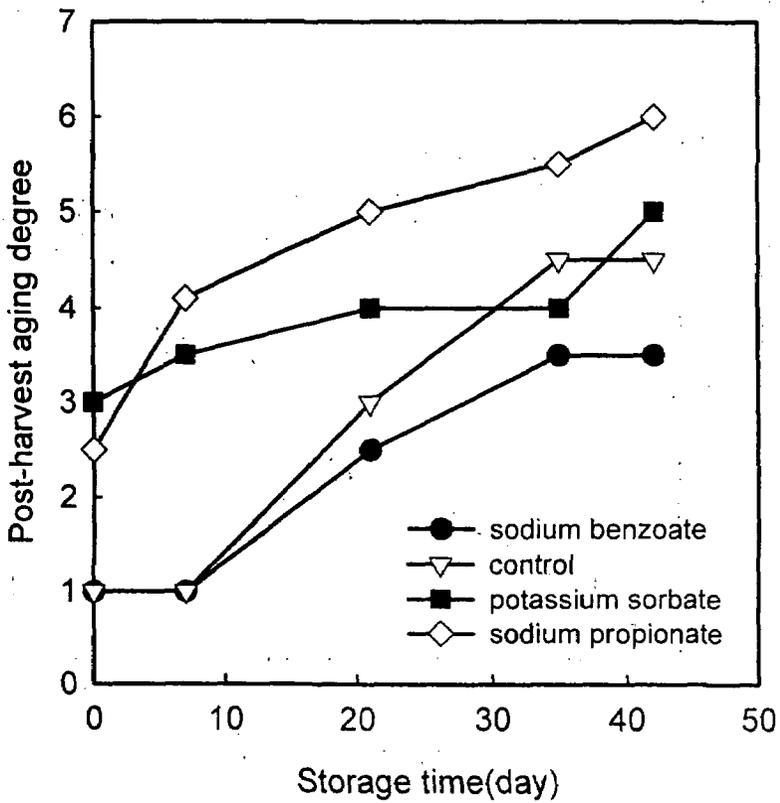


Fig. 32. Effects of preservatives on changes of degree of post-harvest aging in pine agaric during storage at 3°C

Table 5. Effects of preservatives on sensory score<sup>1)</sup> of flavor of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time(day)	Preservatives			
	sodium benzoate	control	potassium sorbate	sodium propionate
0	10.00	10.00	10.00	10.00
7	8.67	8.33	8.00	8.67
21	7.00	7.92	7.00	7.83
35	6.17	6.15	6.38	6.33
42	5.51	5.50	5.02	5.20

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

Table 6. Effects of preservatives on sensory score<sup>1)</sup> of color of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time(day)	Preservatives			
	sodium benzoate	control	potassium sorbate	sodium propionate
0	10.00	10.00	10.00	10.00
7	8.17	7.67	8.83	8.50
21	7.00	6.75	7.75	7.00
35	6.32	6.50	6.28	6.04
42	5.17	4.25	5.17	5.58

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

분해효소에 의해 물러지지 않았기 때문에 대조구에 비하여 높은 경도를 나타낸 것으로 생각된다.

#### 5) 중량감모율의 변화

툽밥처리에 사용한 보존제의 종류가 3℃ 유통 중 송이의 중량감모율 변화에 미치는 영향을 Fig. 31에 도시하였다. 이 그림에서 보듯이 모든 시료에서 유통기간이 길어짐에 따라 중량감모율이 증가하여 유통 49일 이후에는 15.9~19.0%를 나타내어 툽밥에 첨가된 보존제의 종류에 따른 차이는 거의 나타나지 않았다.

#### 6) 후숙도의 변화

툽밥처리에 사용한 보존제의 종류가 3℃ 유통 중에 송이 후숙도의 변화에 미치는 영향을 Fig. 32에 나타내었다. sodium propionate를 첨가한 툽밥에 저장했을 경우 유통하기 전에 후숙도가 2.5를 나타내어 버섯의 턱받이가 펼쳐지고 턱받이의 일부분이 파손된 상태이었던 것이 21일 유통한 후에는 후숙도가 5.0으로 턱받이가 완전히 파손된 상태를 나타내었고 potassium sorbate를 처리한 경우 후숙도가 3.0으로 유통하기 전에 이미 턱받이의 50%가 파손된 상태에서 42일 유통한 후에 후숙도가 5.0으로서 턱받이가 완전히 파손된 상태로 되었다. sodium benzoate의 경우에는 42일 유통한 후에도 후숙도 3.5로서 턱받이가 파손정도가 50%를 초과하지 않아 후숙도는 매우 낮았다. 이와 같이 보존제의 종류가 후숙도의 변화에 영향을 미치는 것으로 나타났으나 유통전의 송이상태도 유통 과정 중에 일어나는 후숙속도에 큰 영향을 미칠 것으로 판단되었다.

#### 7) 관능평가

툽밥처리에 사용한 보존제의 종류가 3℃ 유통 중 송이표면 색, 향 및 전체 품질의 변화에 미치는 영향을 Table 5~7에 나타내었다.

송이의 향을 관능적으로 평가한 결과(Table 5) 신선한 송이의 향을

Table 7. Effects of preservatives on sensory score<sup>1)</sup> of overall acceptance of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time(day)	Preservatives			
	sodium benzoate	control	potassium sorbate	sodium propionate.
0	10.00	10.00	10.00	10.00
7	7.83	7.33	7.67	7.00
21	5.80	6.20	5.28	5.00
35	5.12	5.00	5.17	5.17
42	5.00	5.00	5.00	4.15

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

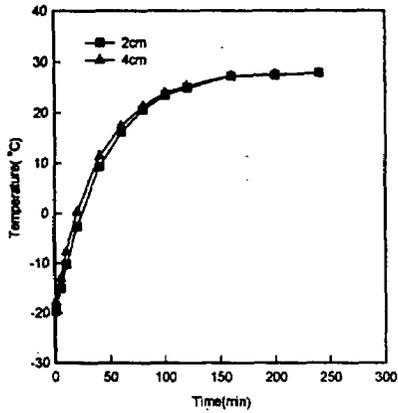


Fig. 33. Effects of depth from sawdust's surface on changes of temperature of sawdust in styrofoam box. (density of sawdust =0.15, styrofoam box size = 14.4 x 9.2 x 5cm)

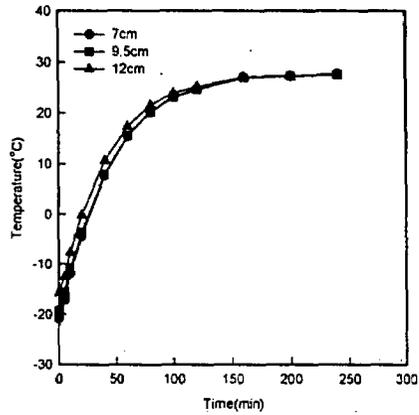


Fig. 34. Effects of width from sawdust's surface on changes of temperature of sawdust in styrofoam box. (density of sawdust =0.15, styrofoam box size = 14.4 x 9.2 x 5cm)

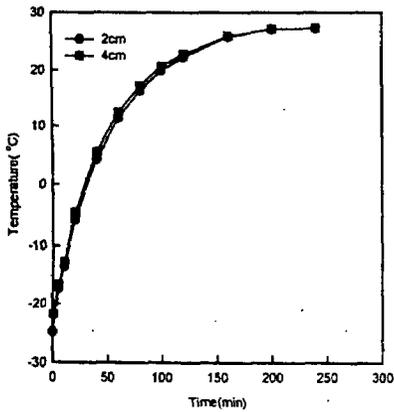


Fig. 35. Effects of depth from sawdust's surface on changes of temperature of sawdust in styrofoam box. (density of sawdust =0.20, styrofoam size = 14.4 x 9.2 x 5cm)

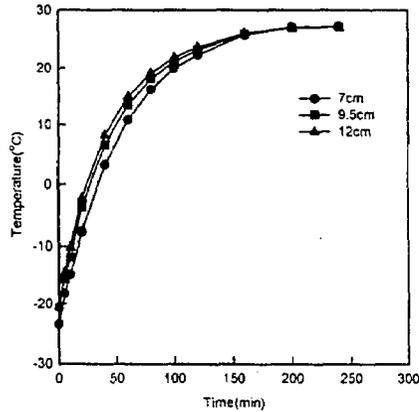


Fig. 36. Effects of width from sawdust's surface on changes of temperature of sawdust in styrofoam box. (density of density =0.20, styrofoam size = 14.4 x 9.2 x 5cm)

느낄 수 있는 유통기간은 보존제의 종류에 관계없이 모든 시료에서 21일로 나타났으며 42일간 유통하여도 모두 5.0이상을 나타내어 이취는 약간 나지만 송이향이 존재하는 상태를 유지하였다.

송이의 색을 관능적으로 평가한 결과(Table 6)에서 식용가능하고 상품성이 있는 색을 유지하고 있는 기간은 모든 시료에서 35일 정도로 나타났으며 42일 유통 후에는 식용가능하지만 상품성이 없을 정도로 변색되었다.

송이의 전체적인 품질을 평가한 결과(Table 7)에서는 송이의 품질을 3등급으로 구분하였을 때 중급이상의 품질을 유지하는 기간은 대조구에서 21일이었으며 그 외 보존료를 첨가한 톱밥의 경우는 7~21일 사이였다. 그러므로 관능적으로 평가한 결과를 보면 보존료의 종류가 송이의 향, 색 및 품질에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

#### 8) 톱밥의 깊이, 위치 및 밀도가 톱밥의 온도에 미치는 영향

송이의 포장단위를 낮추기 위하여 본 실험에 사용된 styrofoam 상자를 저온상태의 톱밥을 상온에 두었을 때 상자내부의 온도변화를 측정할 목적으로 styrofoam 상자(14.4×9.2×5cm)에 -25℃로 조절된 50% 수분 함유톱밥을 밀도가 각각 0.15와 0.20 g/cm<sup>3</sup>되도록 채우고 27℃에 저장하면서 톱밥표면으로부터 2, 4cm 깊이에 존재하는 톱밥의 온도를, 또한 톱밥표면의 기하학적 중심으로부터 모서리 방향으로 각각 7, 9.5 및 12cm에 위치한 톱밥의 온도를 측정하여 그 결과를 Fig. 33~36에 나타내었다. Fig. 33에서 알 수 있듯이 톱밥의 밀도가 0.15 g/cm<sup>3</sup>일 경우 -25℃와 10℃사이에서는 톱밥깊이의 차이에 따라 2℃정도의 차이를 나타내었으나 밀도가 0.20 g/cm<sup>3</sup> 일때(Fig. 35)는 3℃정도의 차이를 보였다. 톱밥 표면의 기하학적 중심으로부터 일정 거리에 위치한 톱밥의 온도 변화(Fig. 34, 36)를 보면 밀도가 높은 곳에서 위치에 따른 온도의 차이가 크다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과를 비추어 볼 때 포장단위를 작게할 경우에 포장상자 내부온도의 변화를 최소화하기 위하여 톱밥의 밀도를

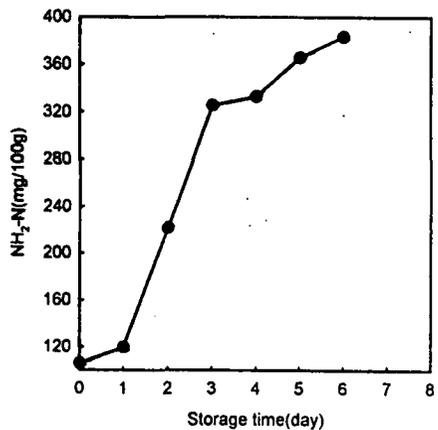


Fig. 37. Changes of amino form nitrogen in pine agaric during transportation at 20°C after cold storage.

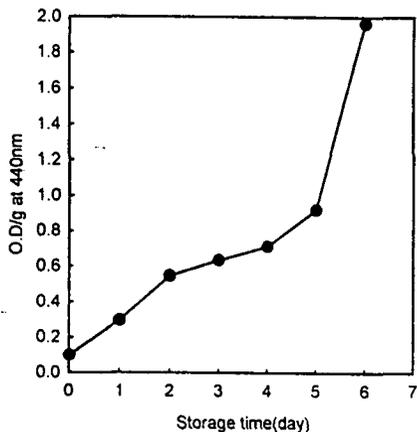


Fig. 38. Changes of browning degree in pine agaric during transportation at 20°C after cold storage.

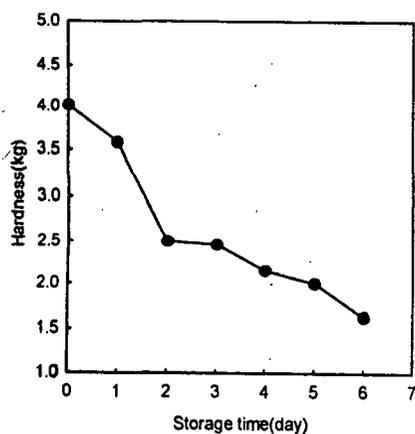


Fig. 39. Change of hardness of pine agaric during transportation at 20°C after cold storage.

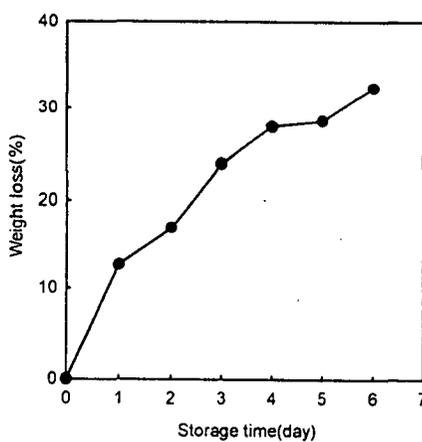


Fig. 40. Changes of weight losses of pine agaric during transportation at 20°C after cold storage.

가능한 높이는 것이 좋을 것으로 판단된다. 그러나 위의 그림에서 알 수 있듯이 10℃에 도달하는 시간이 톱밥의 밀도가 0.15 g/cm<sup>3</sup>인 경우에 40분 정도이며 밀도가 0.20 g/cm<sup>3</sup>인 경우에는 60분 정도밖에 되지 않는다. 이 정도의 시간은 송이를 포장단위를 작게 만들어 포장했을 때 저온 저장고에서 또 다른 저온저장고로 이동시키는데 필요한 작업시간으로는 충분하지만 상온에서 계속 유통하는 시간으로는 불충분하기 때문에 소포장으로 송이의 품질을 유지하면서 유통하기 위하여 저온유통하는 것이 필수적이라고 생각된다.

#### 4. 3℃ 저장 후 상온 유통시 송이품질의 변화

앞의 실험을 통하여 유통과정 중에 송이의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 온도이라는 것을 알았으므로 3℃저장 중에 있는 송이를 상온에서 유통할 경우 유통 가능한 기간을 산출하기 위하여 50% 수분함유 톱밥을 소포장용 styrofoam 상자(14.4×9.2×5cm)에 밀도가 0.20g/cm<sup>3</sup>되도록 채우고 여기에 송이를 묻어 3℃에 10일간 저장한 것을 상자와 함께 28℃에 두었을 때 유통기간에 따른 송이의 품질변화를 측정하였다.

##### 1) 아미노태질소량과 갈변도의 변화

Fig. 37은 저온저장 후 28℃ 상온에서 유통할 때의 아미노태질소의 변화량을 나타낸 그림으로서 상온유통 1일 경과 시에는 119.75 mg/100g으로 비교적 신선한 상태를 보였으나 2일 후에는 221.79 mg/100g으로 급격하게 증가하여 3일만에 325.36 mg/100g에 달하여 부패되었음을 알 수 있었다. Fig. 38은 갈변도의 변화를 나타낸 그림으로 여기서 알 수 있듯이 유통 2일에 갈변도가 0.5470 O.D./g으로 0.50 O.D./g을 초과하고 있으며 유통기간에 따라 급속한 증가를 보였다.

##### 2) 경도와 중량감모율의 변화

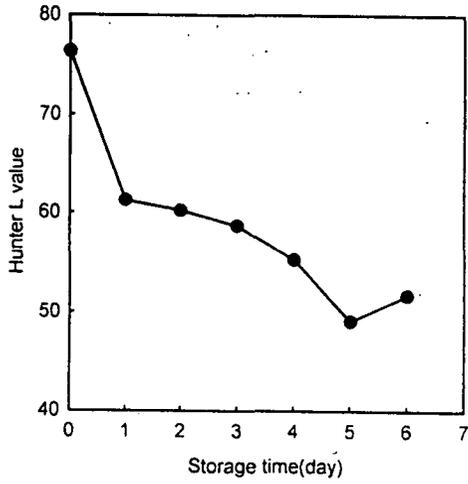


Fig. 41. Changes of lightness of pine agaric flesh during transportation at 20°C after cold storage.

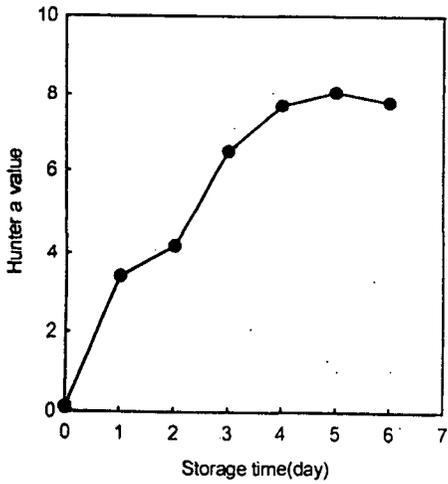


Fig. 42. Changes of redness of pine agaric flesh during transportation at 20°C after cold storage.

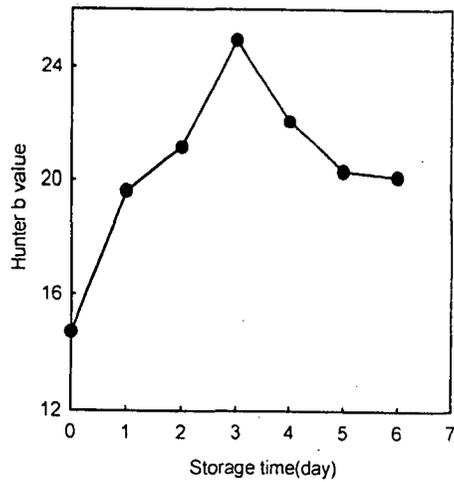


Fig. 43. Changes of yellowness of pine agaric flesh during transportation at 20°C after cold storage.

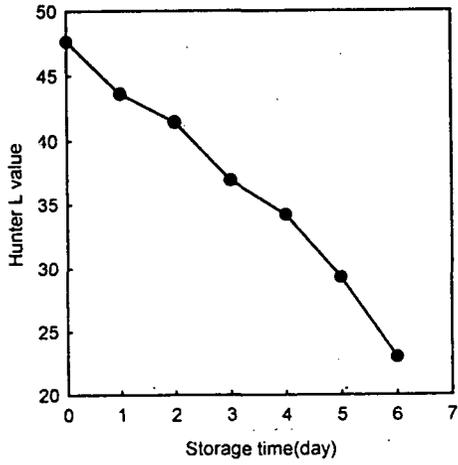


Fig. 44. Changes of lightness of pine agaric skin during transportation at 20°C after cold storage.

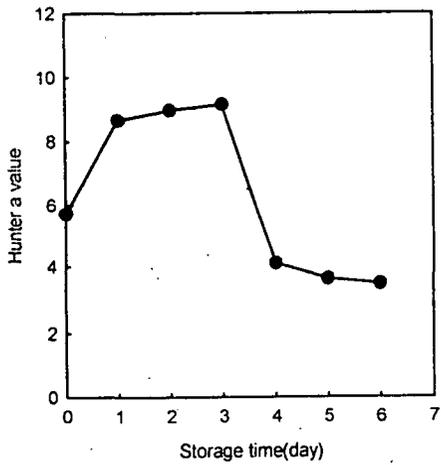


Fig. 45. Changes of redness of pine agaric skin during transportation at 20°C after cold storage.

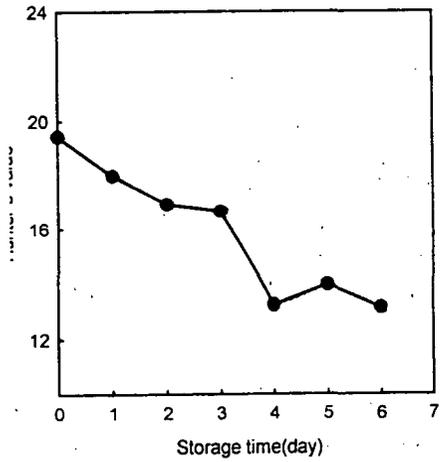


Fig. 46. Changes of yellowness of pine agaric skin during transportation at 20°C after cold storage.

저온저장 후 28℃ 상온에서 유통할 때의 경도의 변화량을 나타낸 그림은 Fig. 39이다. 3℃ 저장 10일 에는 경도가 4.01kg 이었던 것이 28℃ 에 유통할 경우 유통기간에 따라 거의 직선적으로 감소하여 유통 2일째 2.5kg을 나타내어 송이의 육조직이 매우 연화되어 있음을 알 수 있었다. Fig. 40은 유통기간에 따른 중량감모율의 변화를 나타낸 것으로서 유통기간의 경과에 따라 중량감모율은 직선적으로 증가하였다. 2일 유통 후에 17.01%에 달하였다.

### 3) 색도의 변화

저온저장 후 28℃ 상온에서 유통할 때의 송이육의 색도 변화를 Fig. 41~43에 나타내었다. 송이육의 명도변화(Fig. 41)에서 유통기간의 경과에 따라 감소하여 초기에 76.36이었던 것이 5일 유통 후에 55.31을 나타내었으며 적색도(Fig. 42)에서는 유통기간의 경과에 따라 급격히 증가하여 초기 0.1이었던 값이 5일 유통 후에는 8.06을 나타내었다. 황색도의 변화(Fig. 43)에서는 유통 3일째 24.93으로 최고 값을 보였다가 그 후 감소하는 경향을 보였다.

송이육의 측정조건과 같이 하였을 때 유통기간에 따른 송이표면의 색도 변화의 결과를 Fig. 44~46에 도시하였다. 송이표면의 명도 변화(Fig.44)에 있어서 유통기간이 경과함에 따라 거의 직선적으로 감소하였다. 특히 앞의 송이육의 명도변화와 비교해보면 명도의 감소속도가 송이의 표면에서 바르다는 것을 알 수 있다. 적색도의 변화(Fig. 45)에 있어서 유통 3일째까지는 증가하여 9.15를 나타내었으나 그 이후로는 급격히 감소하였다. 이것은 송이의 표면에서 일어나는 변색이 처음에는 갈변색소에 의해 좌우되다가 심하게 변색되면 검은색으로 변하는 것으로 보아 변색과정 중 녹색계통의 색소가 생성되는 것으로 생각된다. Fig. 46은 송이표면의 황색도 변화를 측정한 결과이다. 이 그림에서 보듯이 유통기간의 경과에 따라 감소하는 경향을 나타내었다

Table 8. Changes of sensory score<sup>1)</sup> pine agaric during transportation at 20°C after cold storage.

Storage time(day)	Sensory test		
	flavor	color	overall acceptance
0	7.0	7.0	7.0
1	5.8	5.8	5.6
2	5.1	4.8	4.8
3	3.2	3.0	3.4
4	2.1	1.2	1.5
5	1.0	1.0	1.0
6	1.0	1.0	1.0

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

#### 4) 관능평가

저온저장 후 28℃ 상온에서 유통할 때의 송이의 관능평가 결과를 Table 8에 나타내었다. 이 표에서 알 수 있듯이 유통 1일 후에 향, 색 및 전체적인 품질에서 각각 5.8, 5.8 및 5.6을 나타내어 향은 이취 있지만 송이향을 유지하고 있으며, 색에서는 식용가능하지만 상품성이 떨어질 정도로 변색되었고, 전체적인 품질에서는 증등급보다 조금 못한 품질을 나타내었다. 그러나 유통 2일 후부터는 상품성이 없는 것으로 판명되었다.

## 제 4 절 적 요

액체질소를 사용하여 중심온도가  $-45^{\circ}\text{C}$ 에 도달하도록 동결한 후 고밀도 PE film으로 포장하고  $-25^{\circ}\text{C}$  냉동고에 120일 동안 저장한 송이를  $3^{\circ}\text{C}$  공기 중에서,  $15^{\circ}\text{C}$  공기 중에서,  $15^{\circ}\text{C}$  물 속에서,  $15^{\circ}\text{C}$  5% 염수 속에서,  $35^{\circ}\text{C}$  물 속에서,  $80^{\circ}\text{C}$  물 속에서 각각 해동하였을 때 송이 품질의 변화를 측정된 결과는 다음과 같다.

아미노태질소의 함량에 있어서 해동방법간의 큰 차이를 보이지 않은 것은 송이육 자체에 존재하거나 혹은 미생물에 의한 단백분해효소의 작용이 해동방법에 따라서는 거의 차이가 없으며 texture에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단되며 수분함량도 큰 차이가 없으므로 drip의 유출량에 의해서도 영향을 받지 않을 것으로 생각되었다. 또한 관능검사의 결과에서 가장 높은 평가를 받았던  $35^{\circ}\text{C}$  물에 해동한 시료의 texture profile은 gumminess가 높게 나타나고 springness가 비교적 낮게 나타나 송이의 texture를 기계적으로 측정하려면 2차요소를 측정하는 것이 바람직할 것으로 생각되었다. 색도의 측정결과에서 명도, 적색도, 황색도 및 전체 색차의 변화량이 가장 작았던  $35^{\circ}\text{C}$  물에서 해동한 시료가 관능검사에서 가장 우수한 품질로 평가되었다.

송이를 일반적으로 유통되는 온도인  $3^{\circ}\text{C}$ 와  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서의 품질변화를 측정하는 것이 송이의 최적 유통조건을 규명하는데 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 판단되어 sodium benzoate처리한 50% 수분함유통밥에 송이를 묻어 각각  $3^{\circ}\text{C}$ 와  $-5^{\circ}\text{C}$ 에 저장하면서 송이의 품질변화를 측정하였고 보존제 처리 효과를 비교하기 위해 보존제를 첨가하지 않은 50% 수분함유통밥에 송이를 묻어  $3^{\circ}\text{C}$ 에 저장(대조구)하면서 송이의 품질변화를 측정된 결과는 아래와 같다.

송이를 sodium benzoate로 처리한 통밥에 포장하여 유통할 경우 아미노태질소의 함량과 경도의 변화에서는 보존제 처리한 통밥에서 저장하

는 것이 보존제 처리하지 않은 대조구보다 다소 좋은 것으로 나타났지만 실제 관능검사에는 큰 영향이 없었으며 유통온도에 의한 영향도 크지 않은 것으로 판단되었다.

툽밥의 부패를 방지하기 위해 식품에 사용가능한 보존제인 sodium benzoate, potassium sorbate 및 sodium propionate를 50% 수분 함유툽밥에 각각 첨가하여 송이를 3℃에 유통하면서 송이의 품질을 측정하여 보존제 종류가 송이의 품질에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다.

보존제를 첨가한 툽밥에 저장한 송이는 유통 초기에 아미노태질소 함량의 증가속도가 억제되어 초기 부패에 효과가 있었으며 경도의 감소속도를 늦추어 송이육 조직의 연화를 억제하는 효과가 있으나 갈변도는 오히려 촉진하였다. 그러나 보존제의 종류에 따라서 큰 차이를 보이지 않았으며 관능검사 결과에서는 보존제 첨가의 영향이 거의 없는 것으로 판단되었다. 소포장으로 유통할 때에는 25℃에서 유통할 경우 포장용기 내의 툽밥온도변화는 40분만에 10℃이상 올라가므로 저온유통이 필수적인 것으로 생각된다.

3℃저장 중에 있는 송이를 상온에서 유통할 경우 유통 가능한 기간을 산출하기 위하여 50% 수분함유툽밥을 소포장용 styrofoam 상자(14.4×9.2×5cm)에 밀도가 0.20g/cm<sup>3</sup> 되도록 채우고 여기에 송이를 묻어 3℃에 10일간 저장한 것을 상자와 함께 28℃에 두었을 때 유통기간에 따른 송이의 품질변화를 측정한 결과는 다음과 같다.

아미노태질소량, 갈변도, 경도 및 중량감모율의 변화와 관능평가의 결과에서 3℃에서 10일간 저장 후에 28℃ 상온에 유통할 때의 유통기간은 1일 정도에 불과하였다.

## 제 5 절 참 고 문 헌

- Fennema, O. R., Karel, M. and Lund, D. B. 1975. *Physical Principles of Food Preservation*. Marcel Dekker, Inc., NY., P 133.
- Han, D., Ahn, B. and Shin, H. 1992. Modified atmosphere storage for extending shelf life of oyster mushroom and shiitake. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24, 376-384.
- Kang, G. J., Auh, J. H., Kim, M. J., Cho, K. Y., Choi, Y. H., Jung, D. S., Kook, S. U. and Park, K. H. 1996. Influence of thermal oscillation on quality of frozen foods stored in domestic refrigerator. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 624~631.
- Kim, S. and Rhim, J. 1997. Effect of freezing, thawing and blanching on the pigment of purple sweet potato. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 9~14.
- Lee, K., Lee, J., Han, K., Hwang, Y. and Song, J. 1997. Optimum conditions for keeping the fresh quality of shiitake(*Lentinus edodes*) by low-temperature and frozen storage. *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products*. 4, 115~122.
- Lee, Y. and Lee, K. 1988. Effects of blanching, chemical dipping, freezing methods and storage period on quality of frozen mushrooms. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20, 536~540.
- Ogawa, M. 1976a. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. II. *Tricholoma matsutake* in *Pinus pumila var. yezoalpina* forest. *Trans Mycol. Soc., Japan* 17: 176-187.
- Ogawa, M. 1976b. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. III. *Tricholoma matsutake* in *Picea glehnii-Abies sachalinensis* forest. *Trans Mycol.*

- Soc., Japan 17: 188-198.
- Ogawa, M. 1977. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. IV. *Tricholoma matsutake* in *Tsuga diversifolia* forests. Trans Mycol. Soc., Japan 18: 20-33.
- Ogawa, M. 1981. Micorrhiza in the pine forest the ecological study of matsutake as a microorganism. Kor. J. Mycol. 9, 225-227.
- Ogawa, M. and Ohara, H. 1978. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. VIII. *Tricholoma bakamatsutake* Hongo in *Quercus mongolica* var. *grosserrata* forest and *Q. serata* forests. Trans Mycol. Soc., Japan 19: 391-405.
- 정문철. 1999. 송이버섯. "송이산업 활성화와 저장". 송이 버섯산업 활성화 및 송이저장 신기술 세미나. pp 63~91.
- Kim, B., Nahmgung, B., Kim, O. and Kim, D. 1995. Freshness keeping of shiitake mushroom by vacuum cooling. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 852~859.
- Spies, T. R. and Chamber, D. C. 1951. Spectrophotometric analysis of amino acid and peptides with copper salt. J. Biol. Chem., 191, 787.

## 제 4 장 송이의 저온저장 조건 연구

### 제 1 절 서 설

송이(*Tricholoma matsutake*)는 독특한 향기물질과 맛으로 인하여 한국, 일본, 중국 등의 동남아시아 지역에서는 식용버섯 중 가장 선호하는 담자균류 버섯으로 알려져 왔다. 송이는 분류학적으로 *Tricholomatacea* 과에 속하며, *Pinus*, *Tsuga*, *Picea* 그리고 *Abies*속의 침엽수에 공생하는 외생균근성이다(Ogawa;1976a, 1976b, 1977, 1981, Ogawa and Ohara;1978).

우리 나라에서는 전지역에서 송이가 생산되고 있지만 지역적으로 동해안의 태백산맥을 낀 산악지역으로 경북 청하 보경사 주변, 경북 울진 지역 및 강원 양양 지역이 송이를 대량 생산하는 것으로 알려져 있다. 특히 강원 양양 지역의 적송림에서 생산되는 송이는 독특한 향기가 진하고 맛이 뛰어나 일본 시장에서 크게 호평받고 있어 일본에서는 송이의 수입량이 해마다 증가하고 있다. 일본에서의 송이 수입량을 보면 '92년에 2,244 M/T이었던 것이 '94년에는 3,622 M/T 으로 증가하고 있지만 한국산 송이의 일본 수출량에서는 '92년에 일본 수입량의 33.4%를 차지하던 것이 '93년에는 6.8%, '94년에는 3.8%로 감소하는 반면 북한 및 중국산 송이의 대일본 수출량은 '92년 48.8%, '93년 73.5% 및 '94년 79.9%로 급격한 증가를 보여 일본에서의 송이 수입선이 우리 나라에서부터 북한과 중국으로 옮겨져 가고 있음을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 송이의 생산 시기가 9월 하순부터 10월 하순으로 한정되어 일시에 출하되고 있으며 수확 후 2~3일만에 탈수되거나 개산하여 품질이 저하되어 상품성이 급격히 저하되는 등 저장성이 매우 낮은 점을 이용하여 일본의 수입업자들이 가격을 낮게 책정하려고 북한 및 중국산 송이와 가격경쟁을 불이기 때문으로 알려져 있다.

최근 국내외의 송이버섯이 고급식품이라는 인식의 변화로 소비가 증가되므로 1997년 이후 매년 강원 양양군에서는 2001년 양양 국제 공항 개항을 대비하여 “양양 송이 축제”를 개최하여 외국 관광객은 물론 국내 인도 다수 참가하여 양양군 송이에 대한 상품 광고효과의 극대화를 이루고 있다. 그러나 이것을 국내외의 관광상품으로 개발하여 지역농가 수입의 극대화를 이루려면 송이의 상품성을 비교적 장기간 유지할 수 있는 저장법의 개발이 필수적이다.

특히 송이는 수확 후 실온에 저장하면 중량이 감소되며 버섯자루가 신장되고 갓(veil)이 피며 갓의 파열 및 갈변과 육질이 섬유화되어 수 일 내에 상품 가치를 상실하게 된다. 이와 같은 현상은 버섯이 수확 후 호흡과 대사작용이 일반 과실, 채소류보다 왕성하여 이산화탄소 발생량이 20℃에서 200~500 mg CO<sub>2</sub>/kg/hr에 달함(Han et al., 1992)으로써 중량 감소가 빠르고 외관이 수축되며 호흡열로 인한 품온 상승으로 polyphenoloxidase의 활성이 높아져(Lee and Lee, 1988) 갈변반응이 촉진되며 미생물의 번식이 증가되기 때문이다. 그러므로 버섯의 수확 후 품온을 신속히 낮추는 것이 버섯을 장기간 저장할 수 있는 방법 중의 하나로 알려져 있다.

그러므로 수확 후 일어나는 호흡과 대사작용으로 인한 품질의 열화를 방지하기 위하여 수확한 즉시 낮은 온도에 저장하는 연구가 진행되어 왔다. Kim 등(1995)은 양상추의 선도연장을 위하여 수확한 양상추를 0℃로 예냉하여 좋은 결과를 얻었다고 보고하였으며 양다래의 호흡량을 조절하기 위하여 5℃로 저장하여 조성의 변화를 보고(Kim and Ko, 1997)하고 있다. 또한 Kim 등(1995)은 표고버섯의 선도 연장을 위하여 진공예냉을 통하여 표고버섯을 수확 후 20.5℃에서 6.6℃까지 30분안에 낮추어서 품질유지에 큰 효과가 있었음을 발표하였다. 그 외에 버섯의 저장기간을 연장하기 위하여 온도를 낮추어 그 효과를 발표한 연구(Gormley, 1975; Goodenough, 1976; Dennis and Leonard, 1975; Bartlett and Farthing, 1985; Burton et al., 1987)들이 보고되어 있다.

또한 사과일 및 채소류를 적절한 공기투과성을 갖는 필름이나 표면 피막제로써 밀폐하면 호흡에 의해 포장내의 산소가 소비되고 이산화탄소가 생성되어 저장에 유리한 환경가스조성이 만들어지는 환경가스조절 저장방법(Kader et al., 1989)이 보고되어 있으며 Lee와 Kim(1979)은 수삼을 O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 및 N<sub>2</sub> 가스를 혼합하여 저장할 때의 효과를 보고하고 있다. 그리고 잎상치를 4종류의 PE film으로 포장하고 포장내의 기체인 산소와 이산화탄소의 비율을 달리하여 저장하므로써 선도유지에 적절한 조건을 연구(Hong et al., 1993)를 발표하였으며 같은 포장재로써 박피마늘의 저장성에 영향을 미치는 포장내의 기체조성의 영향에 대하여 연구(Hong et al., 1994)되어 있다. 버섯의 저장에 관한 연구에서는 Han 등(1992)이 느타리버섯과 표고버섯의 유통기간 연장을 위하여 PE 백에 담아 저장할 때 호흡률을 억제하였다고 하였으며 Kim 등(1995)는 골판지와 PVC 포장재로 표고버섯을 포장하였을 때 PVC로 포장한 것에서 호흡량이 감소되어 선도 연장에 포장재의 선택이 중요함을 보고하였으며 표고버섯을 MA저장할 때의 품질변화에 대한 연구를 보고(Lee et al., 1991)한 바 있으며 Ogawa 등(1989)은 탈산소제를 이용하여 송이의 저장기간을 연장하는 방법을 특허로 출원하였다. 이 밖에 버섯의 품질유지를 위해 포장내 기체조성을 변화시키는 연구(Nichols and Hammond, 1975; Kim et al., 1989; Beit-Halachymy and Mannheim, 1992)들이 보고되어 있다.

또한 과수, 채소 및 버섯의 호흡율을 낮추는 방법으로 피막제를 처리하는 데 Robert와 Robert(1993, 1994)는 밀감을 왁스로 코팅하여 밀감의 이산화탄소 투과도를 낮추어 저장하여 품질의 열화를 최소화하려고 하였고 Chung 등(1996)과 Lee 등(1997)은 밀감을 왁스로 코팅하였을 때 이산화탄소와 산소의 투과비가 달라지므로 밀감의 생리적 변화를 일으킨다고 하여 피막제 처리가 버섯의 저장에도 이용될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 송이의 품질을 결정하는 요소 중의 하나인 향은 저장 일주일만에 이취로 바뀌므로 상품성을 떨어뜨리는 중요한 인자이다. 이를 해결하기 위한 방법으로 조 등(1989)은 톱밥 및 마사토와 함께 송이를 PE film

으로 밀봉한 결과 송이의 저장에 좋은 결과를 얻었다고 보고한 바 있다.

송이의 수확 후 비교적 장기간 저장할 수 있으면 송이의 가격을 안정적으로 유지할 수 있을 뿐 아니라 송이를 보다 높은 가격으로 판매할 수 있기 때문에 농가의 소득에 도움이 될 것으로 생각되므로 송이를 저장기간을 연장하기 위한 저장 기술의 개발이 시급하다. 이를 위하여 본 연구에서는 송이를 저온저장과 동시에 MA저장의 효과, 포장재의 종류에 따른 저장효과 및 소나무 톱밥에 의한 저장 효과에 관하여 연구하였다.

## 제 2 절 재료 및 실험방법

### 1. 시료의 채취 및 냉동

본 실험에 사용한 송이버섯은 1997년 9월 24일에 양양군에서 채취된 것으로서 갓이 피지 않은 것을 선별하고 개체차이로 인한 실험오차를 줄이기 위하여 크기별로 8cm이하, 8~10cm 및 10cm 이상으로 3 구분하여 각 크기별로 한 개체씩 3개체를 각 실험항목의 측정에 사용하고 결과를 평균하였다.

### 2. 시료의 포장 및 피막제 처리

시료는 여러 종류의 포장재를 사용하여 포장하였는데 고밀도 polyethylene film(P), nylon-polyethylene laminated film(N/P), polyester-aluminum-polyethylene laminated film(P/A/P) 및 반경질 polyvinylidene chloride(CPV)등으로 포장단위별로 각각 포장하여 3℃에 저장하였고 또한 나무상자(70×30×50cm) 속에 소나무 톱밥(10 mesh)과 마사토를 각각 채워 그 속에 송이를 파묻어 두고 송이가 든 상자를 3℃에 저장하였다. 또한 N/P와 P film으로 포장할 때 일부는 질소가스로 충전하여 포장하였다. 버섯의 수분증발을 방지하기 위하여 시료의 표면을 피막제로 처리하였는데 피막제로는 일반 과수피막제로 널리 사용되는 prowax와 키토산(Sigma Co.)을 사용하였는데 이들의 각각 10%용액에 버섯을 침지하였다가 8시간 음건하여 위에서 언급한 포장지로서 포장한 후 3℃에 저장하였다.

### 3. 톱밥의 처리

본 실험에 사용된 톱밥은 소나무 톱밥으로 양양군에서 벌목하여 3개월 동안 벌목된 장소에서 건조된 소나무로 제조된 톱밥으로 10mesh의 체에 통과한 것을 사용하였다. 톱밥의 초기수분함량은 18~23% 정도 내외였으며 톱밥의 수분 함량을 조절하기 위하여 혼합기에 톱밥을 넣어 회전시키면서 sprayer로써 증류수를 분사하여 수분을 첨가하였으며 톱밥의

수분함량은 적외선 수분분석기(Mettler Toledo LJ16)로써 측정하였다.

#### 4. 실험방법

##### ① 수분 및 중량 감모율의 측정

수분은 상압건조법으로 측정하였고 중량감모율은 Kim등(1995)의 방법에 따라 일정 간격으로 중량변화를 측정하여 초기 중량에 대한 감모 정도를 다음과 같이 환산하여 나타내었다.

$$\text{Rate of weight retention(\%)} = \frac{W_1}{W_2} \times 100$$

여기서  $W_2$ 은 저장 초기의 중량,  $W_1$ 은 일정 기간 저장 후의 중량이다.

##### ② 후숙도 및 개산율 측정

버섯의 후숙정도는 Byun등(1989)의 방법에 따라 측정한다. 즉, 버섯 턱받이가 원래의 상태(1점), 버섯 턱받이가 펼쳐진 상태(2점), 턱받이가 50% 이하의 부분적 파손상태(3점), 턱받이가 50% 이상의 부분적 파손상태(4점), 턱받이의 완전한 파손(5점), 갓이 완전히 펼쳐지고 주름살이 나타난 상태(6점), 갓이 완전히 펼쳐지고 주름살이 완전히 평평한 상태(7점)로 구분하여 후숙도를 결정한다. 후숙도는 저온저장 시료에서만 수확 후 2일 마다 20일 동안 관찰하며 그 이후 10일마다 측정하였다.

개산율은 버섯 갓의 지름과 줄기의 직경을 venier caliper로써 매일 측정하여 갓의 지름과 줄기 직경의 비로써 계산하였다.

##### ③ 아미노태질소의 측정

아미노태질소의 정량은 Spies와 Chamber(1951)의 동염법에 따라 비색 정량하였다.

##### ④ 갈변도 측정

시료의 맛과 줄기를 일정량 취하고 ethanol용액 25ml를 첨가하여 homogenizer로 마쇄한 후 6시간동안 방치하여 갈변색소를 추출하고 원심분리하여 상등액을 취하여 spectrophotometer(Shimadzu UV-120-02)로써 420nm에서 흡광도를 측정한다. 갈변도는 시료 1g당 흡광도로서 표시하였다.

#### ⑤ 색도측정

송이외관의 색변화를 측정하기 위하여 동결된 시료 줄기부분의 외관과 줄기를 길이로 평행하게 자른 절단면의 육색을 chromometer(Minolta, Co.)로써 측정하여 색도를 Hunter system의 값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준색의 특성은 Y; 92.0, x; 0.3137, y;0.3197(C)이었다.

#### ⑥ Texture의 측정

송이버섯의 texture를 측정하기 위하여 냉동된 시료를 포장된 상태로 3°C 저온실에서 48시간 해동한 후 Byun등(1989)의 방법에 따라 rheometer(Fudoh, Co)를 사용하여 버섯 맛과 줄기부분의 hardness를 각각 측정하였다.

#### ⑦ 관능검사

10명의 panel member로써 각 저장시료의 맛의 변색정도, 향기 및 이취 정도를 10점 척도법에 의하여 평가하였는데 변색의 정도는 최초 송이를 수확하였을 때의 외관 색을 10점으로 평가하고 식용가능하고 상품성이 있을 정도(2등급)는 6점, 식용 가능하지만 상품성은 없을 정도(3등급)로 변색된 경우 5점, 식용 불가능할 정도로 변색된 경우 4점으로 하였으며 향기에 있어서는 최초 송이의 향을 10점으로 평가하고 송이 고유의 향이 초기보다는 약하지만 신선하게 느낄 정도를 7점, 송이의 향이 존재하고 이취 정도가 낮으면 5점으로 평가하였고 송이향보다 이취가 강하면 4점, 초기의 송이향은 거의 나지않고 이취만 나는 정도는 3점, 부패취가 나기 시작하면 2점, 부패취가 강하면 1점으로 평가하였다. 송이의 전체적인 품질은 관능검사요원들이 일정한 부위의 송이를 입안으로 씹을 때의 향, 조직감 및 품질에 대한 전체적인 것을 평가한 것으로 저장초기 송이

의 품질을 10점으로 평가하고 전체적인 품질이 상품으로 인정될 정도 8 점, 품질이 중급 정도는 6점 품질이 하급으로 인정되는 경우 4점, 식용 불가능한 상태를 3점으로 평가하였다. 검사결과는 SAS program을 이용하여 통계 처리하였다.

#### ⑧ 향기성분의 측정

시료의 향기 성분을 추출하기 위해 Ahn과 Lee(1986)의 방법을 수정하여 추출하였다. 즉, 냉동된 시료 300g을 0.3cm 이하의 크기로 자르고 증류수 600ml를 가하여 Likens-Nickerson 장치(Simultaneous steam distillation and solvent extraction apparatus, Kontes, USA)의 환저 flask(3000ml)에 부착하였다. 추출초기의 휘발성 성분을 막기 위하여 시료 flask를 부착하기 전에 응축에 -10℃의 냉각수를 순환시켰다. 용매용 flask에는 혼합용매(*n*-pentane: diethylether, 1:2v/v) 50ml를 넣고, 먼저 시료가 들어 있는 flask를 130℃가 넘지 않도록 가열하였다. 시료가 끓기 시작하면 혼합용매가 든 flask의 온도를 50℃가 유지되도록 가열하여 향기성분을 포집하였다. 이 후 2시간 추출을 지속한 후 혼합용매가 든 flask를 분리하여 무수황산나트륨으로 탈수시키고 질소가스로 농축하여 GC/MSD(HP-5890 plus, HP-5972)의 분석시료로 사용하였다.

송이버섯의 향기 성분을 분석하기 위하여 사용한 GC/MSD의 조건은 Lee등(1998)이 제시한 조건으로 측정하였으며 분리된 휘발성 성분은량은 전체 휘발성분에 대한 비율로 표시하였다.

### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 포장재 종류와 피막제 처리에 따른 송이의 품질변화

##### 1) 중량감모율의 변화

송이의 품질유지 기간을 연장하기 위한 조건을 규명할 목적으로 포장지의 종류가 송이저장 중 품질에 미치는 영향을 측정하기 위하여 송이를 CPV, P/A/P, N/P, P film으로 일부 포장하고, 피막제 처리의 효과를 측정하기 위하여 10% chitosan용액과 10% prowax용액으로 송이를 각각 처리하고 앞에서 언급한 포장재로 포장하였으며, 톱밥과 마사토에 저장하였을 때 및 질소가스로 충전포장하여 이들 모두 3°C에 저장할 때 중량감모율의 변화를 Fig. 1~4에 나타내었다.

포장재 종류에 따른 중량감모율의 변화는 Fig. 1에 도시하였는데 P/A/P film으로 포장한 경우 저장 20일만에 18.7%로 급격히 증가하고 그 후로는 큰 변화를 보이지 않았으나 CPV와 P film으로 포장한 시료에서는 50일 저장 후에도 각각 5.9 및 8.8%로 10%를 넘지 않아 이 포장재의 수분투과율이 낮은 것으로 판명되었다.

피막제인 chitosan으로 처리한 시료의 중량감모율의 변화에 있어서 (Fig. 2) chitosan으로 처리하고 포장하지 않은 시료는 저장 초기부터 계속적으로 증가하여 저장 50일 후에는 23.7%에 달하였고 P/A/P film포장 시료에서는 저장 20일 만에 18.0%로 증가하여 Fig. 1에 나타난 결과와 비슷하였으며 CPV와 P film포장 시료는 저장 50일 후에 각각 13.4% 및 9.0%로 중량감모율이 가장 낮았다. 이와 같은 결과를 Fig. 1의 결과와 비교해보면 chitosan으로 처리하여 포장한 것과 피막제를 처리하지 않고 포장재로만 포장한 것의 중량감모율의 변화와 값이 비슷하였다. 그러므로 송이를 chitosan으로 피막 처리는 것은 중량감모율에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보여진다.

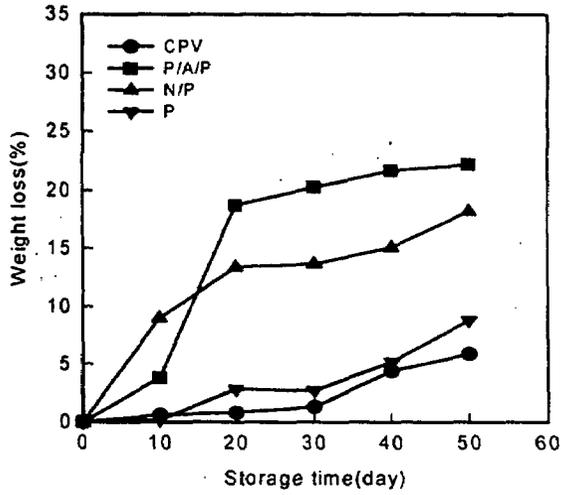


Fig. 1. Effects of packing materials on weight losses of pine agaric during storage at 3°C.

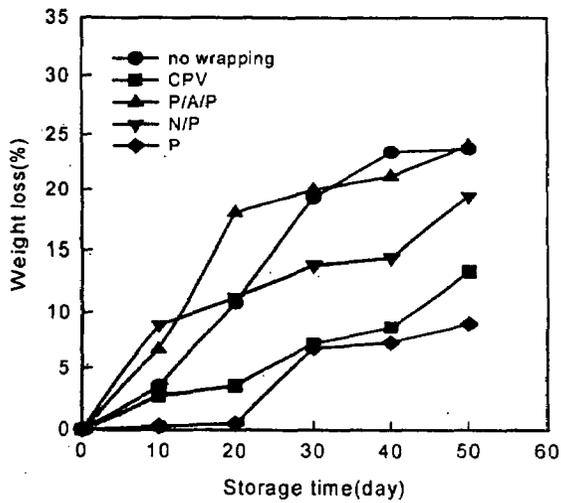


Fig. 2. Effects of packing materials on weight losses of pine agaric treated with 10% chitosan solution during storage at 3°C.

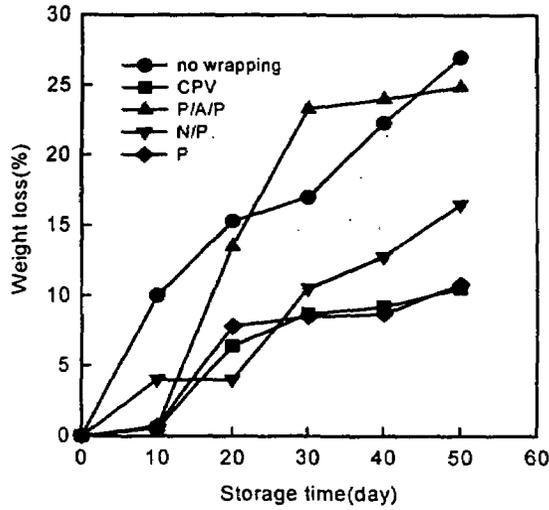


Fig. 3. Effects of packing materials on weight losses of pine agaric treated with 10% orowax solution during storage at 3°C.

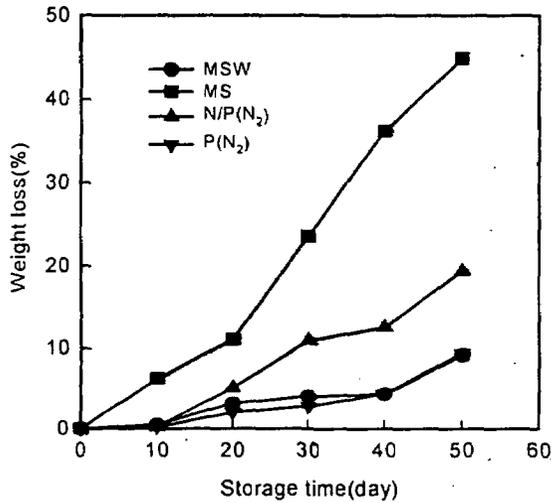


Fig. 4. Effects of preservative conditions on weight losses of pine agaric during storage 3°C.

MSW ; sawdust contained 50% moisture  
 MS ; sand contained 50% moisture

Fig. 3은 prowax로써 피막 처리한 시료의 포장지 종류에 따른 저장 중 중량감모율의 변화를 나타낸 것이다. Prowax로 피막 처리한 시료는 저장기간 동안 계속적으로 증가하여 저장 50일 만에 27.0%에 달하였으며 P/A/P film 포장시료의 경우 저장 30일 만에 23.3%로 급격히 증가하는 경향을 나타내었다. N/P film으로 포장한 시료의 경우도 전체 저장기간 동안 증가하여 50일 저장 후에는 16.5%로써 증가속도는 P/A/P film 포장시료보다 낮았으며 N/P 와 P film으로 포장한 시료는 중량감모율이 가장 낮게 나타나 50일 저장 후에도 각각 10.5%와 10.8%를 나타내었다. 이러한 결과를 앞의 Fig. 1,과 2의 결과와 비교해 보면 prowax로써 피막 처리한 경우도 chitosan으로 처리한 것과 같이 중량감모율에는 영향을 크게 미치지 않는 것으로 판단되었다.

툽밥이나 마사토에 송이를 보관할 때와 질소가스로 충전 포장하여 3℃에 저장할 때의 중량감모율의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 50% 수분을 내포하는 마사토에 저장한 시료는 저장기간 동안 중량감모율이 계속 증가하여 50일 저장 후에는 44.9%로 가장 높게 나타나 시료가 거의 건조된 상태를 보였으며 질소가스로 충전하여 N/P film으로 포장한 시료의 경우 저장 50일에 19.4%를 나타내 Fig. 1에 도시한 N/P film으로 포장한 시료의 결과와 비슷한 결과를 보였으며 질소가스로 충전하고 P film으로 포장한 시료도 P film으로만 포장한 경우와 비슷하여 중량감모율이 저장 50일 후에는 9.4%를 보였다. 그리고 특이하게도 50%의 수분을 내포하는 툽밥에 저장한 시료의 경우 저장기간동안 중량감모율의 변화는 크지 않아 저장 50일 후에는 10.5%를 나타내었다. 이와 같이 마사토에 저장한 시료의 중량감모율은 급격히 직선적으로 증가하는 반면 툽밥에 저장한 시료는 큰 변화를 보이지 않는 것은 마사토의 보수력이 낮기 때문에 수분증발이 쉽게 일어나 송이의 수분증발을 억제하지 못하기 때문이며, 툽밥은 보수력이 높아 수분을 외기로 쉽게 증발시키지 않기 때문에 큰 변화가 없는 것으로 판단된다. 또한 질소가스 충전하 포장한 시료는 포장

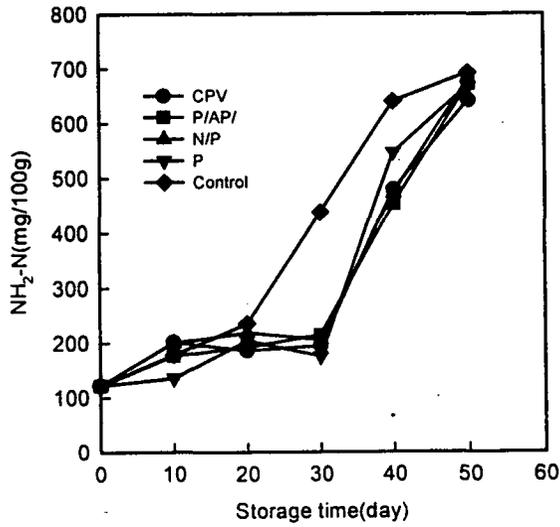


Fig. 5. Effects of packing materials on changes of amino form-N in pine agaric during storage at 3°C.

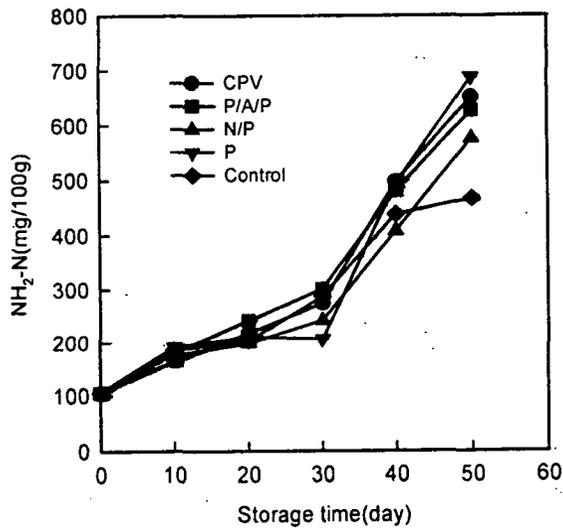


Fig. 6. Effects of packing materials on changes of amino form-N in pine agaric treated with 10% chitosan during storage at 3°C.

재만으로 포장한 시료의 결과(Fig.1)와 비슷한 것으로 미루어 볼 때 질소 가스 충전은 중량감모율의 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

## 2) 아미노태질소의 변화

송이의 품질유지 기간을 연장하기 위한 조건을 규명할 목적으로 포장지의 종류가 송이저장 중 품질에 미치는 영향을 측정하기 위하여 송이를 CPV, P/A/P, N/P; P film으로 일부 포장하고, 피막제 처리의 효과를 측정하기 위하여 10% chitosan용액과 10% prowax용액으로 송이를 각각 처리하고 앞에서 언급한 포장재로 포장하였으며 톱밥과 마사토에 저장하였을 때 및 질소가스로 충전포장하여 이들 모두 3°C에 저장할 때 아미노태질소의 변화를 Fig. 5~8에 나타내었다.

포장재 종류에 따른 아미노태질소의 변화는 Fig. 5에 도시하였는데 포장하지 않은 대조구의 경우 30일 저장 후에 437.41 mg/100g에 달해 급격히 증가하는 경향을 보였으며 다른 포장지로 포장한 경우 저장 30일까지는 220 mg/100g으로 거의 변화하지 않았으나 그 후에 급격히 증가하여 저장 50일에는 640 mg/100g을 나타냈다. 포장재로써 포장하여 저장한 시료는 포장하지 않은 시료보다 저장 30일까지는 아미노태질소가 다소 증가속도가 늦어졌지만 그 후에는 거의 같은 속도로 증가하였으며 포장재 종류의 차이는 없는 것으로 나타났다.

피막제인 chitosan으로 처리한 시료의 아미노태질소의 변화에 있어서 (Fig. 6) chitosan으로 처리하고 포장하지 않은 대조구와 포장재로써 포장한 시료는 큰 차이 없이 저장 40일에는 모두 400 mg/100g 이상으로 증가하였다. 그리고 Fig. 5에서 대조구의 아미노태질소의 변화와 Fig. 6에서 나타낸 대조구의 변화를 비교해보면 chitosan으로 처리한 시료에서 아미노태질소가 다소 낮은 값을 나타내어 chitosan처리는 송이의 저장중 아미노태질소의 생성을 다소 억제하는 것으로 여겨진다. 이것은 chitosan이 항균성이 있으므로 단백분해효소를 생성해내는 세균의 증식을 어느

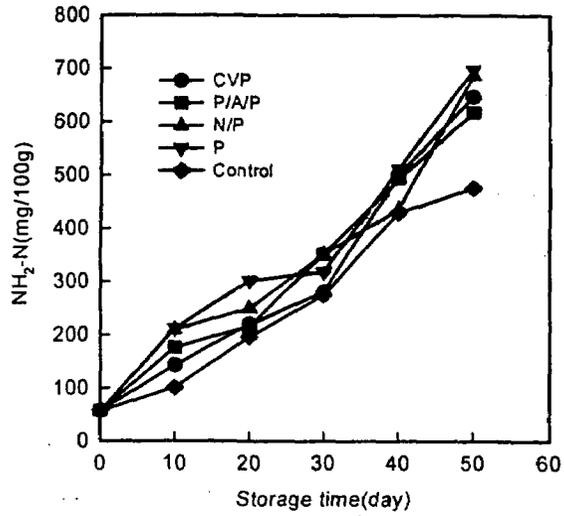


Fig. 7. Effects of packing materials on changes of amino form-N in pine agaric treated 10% pro wax solution during storage at 3°C.

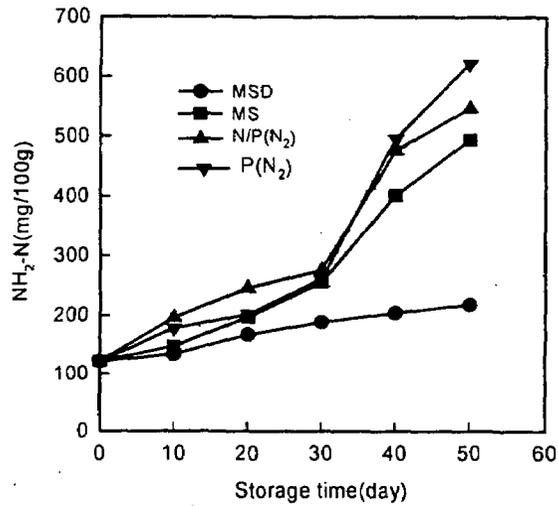


Fig. 8. Effects of preservative condition changes of amino form-N in pine agaric during storage at 3°C.

MD ; sand contained 50% moisture

MSD ; sawdust contained 50% moisture

정도 억제하기 때문인 것으로 판단된다.

Fig. 7은 prowax로써 피막 처리한 시료의 포장지 종류에 따른 저장 중 아미노태질소의 변화를 나타낸 것이다. 이 결과에서 알 수 있듯이 포장지의 종류에 관계없이 저장 40일 만에 430 mg/100g으로 증가하였으며 prowax 만 처리한 대조구는 chitosan의 경우와 같이 피막처리하지 않은 시료(Fig.5)에 비하여 낮은 값을 나타내었다. 이것은 prowax를 처리하면 송이표면에 존재하던 호기성 단백질 분해 세균의 증식이 억제되므로 일어나는 현상으로 판단된다. 그러나 포장지로서 포장하게 되면 아미노태질소의 변화에 prowax의 효과와 포장지 종류의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다.

툽밥이나 마사토에 송이를 3°C에 보관할 때와 질소가스로 충전 포장하여 3°C에 저장할 때의 아미노태질소의 변화를 Fig. 8에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 질소가스충진 포장한 시료는 저장 40일만에 470 mg/100g으로 증가하여 질소가스로 충전하지 않고 포장한 시료(Fig. 5)와 차이가 없었다. 마사토에 보관한 시료는 저장 40일 만에 401.7 mg/100g으로 다른 포장지에 비해 다소 낮게 나타났다. 이것은 증량감모율의 결과(Fig. 4)에서 알 수 있듯이 건조가 일어나 송이육 자체의 생화학적 기능이 저하되었거나 육에 존재하는 단백질 분해효소의 작용이 억제되었기 때문으로 판단되었다. 특이한 것은 툽밥에 저장한 시료의 경우 저장기간동안 아미노태의 질소의 거의 변화가 없어 저장 50일 후에는 218.7 mg/100g을 나타내었다. 이것은 송이육의 호흡과 생리작용을 최대한 억제하고 외부 세균에 의한 부패작용도 상당히 억제되었다는 것을 의미하므로 송이를 툽밥에 저장하는 것이 매우 바람직할 것으로 판단되었다.

### 3) 갈변도의 변화

송이의 품질유지 기간을 연장하기 위한 조건을 규명할 목적으로 포장지의 종류가 송이저장 중 품질에 미치는 영향을 측정하기 위하여 송이를

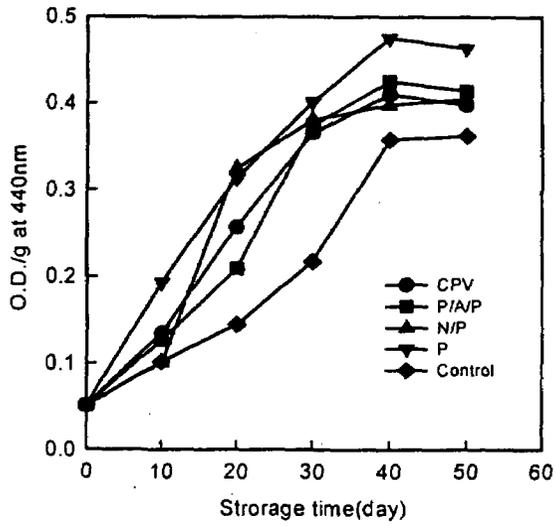


Fig. 9. Effects of packing materials on browning degree of pine agaric during storage at 3°C.

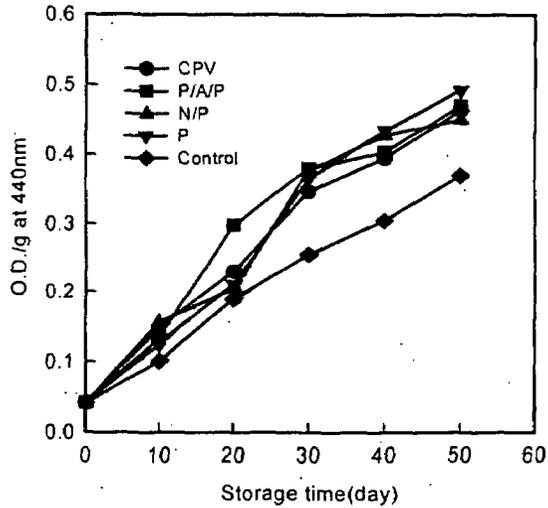


Fig. 10. Effects of packing materials on browning degree of pine agaric treated with 10% chitosan solution during storage at 3°C.

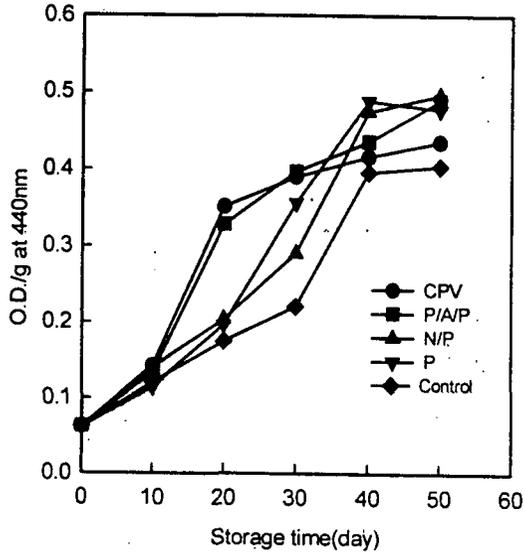


Fig. 11. Effects of packing materials on browning degree of pine agaric treated with 10% parawax solution during storage at 3°C.

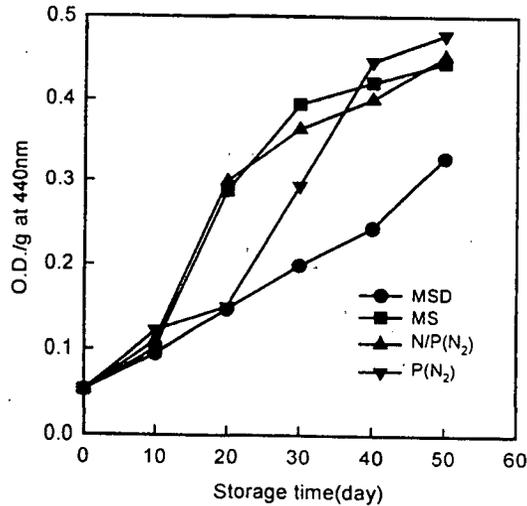


Fig. 12. Effects of preservative conditions on browning degree of pine agaric during storage at 3°C.

MSD ; sawdust contained 50% moisture

MS ; sand contained 50% moisture

CPV, P/A/P, N/P, P film으로 일부 포장하고, 피막제 처리의 효과를 측정하기 위하여 10% chitosan용액과 10% prowax용액으로 송이를 각각 처리하고 앞에서 언급한 포장재로 포장하였으며 톱밥과 마사토에 저장하였을 때 및 질소가스로 충전포장하여 이들 모두 3℃에 저장할 때 저장기간에 따른 갈변도의 변화를 Fig. 9~12에 나타내었다.

포장재 종류에 따른 갈변도의 변화는 Fig. 9에 도시하였는데 포장하지 않은 대조구는 저장 30일에 0.217/g 이었으나 포장지로 포장한 시료는 포장지에 관계없이 모두 0.350/g 이상을 나타내어 대조구의 갈변도가 낮게 나타났다. 송이에서의 갈변현상은 효소에 의해서 일어난다는 것을 고려하면 이와 같이 포장한 시료보다 대조구에서 갈변도가 낮게 나타난 것은 Fig. 1에서 언급한 바와 같이 대조구의 수분증발로 인하여 갈변을 촉매하는 효소의 작용이 억제되기 때문으로 생각된다. 갈변이 억제되는 것은 바람직한 현상이지만 본 실험에서 포장하지 않은 시료와 같이 과도한 건조는 송이의 중량감소뿐 아니라 송이의 표면을 주름지게하여 상품 가치를 떨어뜨린다는 것을 고려하면 갈변도 항목만으로 포장상태를 결정하기는 어렵다. 포장지의 종류는 송이의 갈변에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 여겨진다.

피막제인 chitosan으로 처리한 시료의 갈변도의 변화에 있어서(Fig. 10) 키토산 처리하고 포장하지 않은 대조구는 저장 30일 경에 0.256/g 이었고 포장한 다른 시료는 모두 0.340/g 이상으로 Fig. 9의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 그러므로 chitosan으로 피막처리하는 것은 갈변에 큰 영향이 없는 것으로 생각된다.

Fig. 11은 prowax로써 피막 처리한 시료의 포장지 종류에 따른 저장 중 갈변도의 변화를 나타낸 것이다. 피막제를 처리하고 포장하지 않은 대조구는 저장 30일 만에 0.221/g 이었으며 다른 포장지로 포장한 시료의 경우 0.290/g 이상으로 대조구에서 갈변도가 낮게 나타났다. 이것도 Fig. 10에서 chitosan 처리한 시료의 경우와 같이 과도한 건조로 인한 갈변반응 효소의 활성이 억제되기 때문으로 생각되며 포장지 종류에 따른

갈변도의 차이는 크지 않은 것으로 판단된다.

튐밥이나 마사토에 송이를 3℃에 보관할 때와 질소가스로 충전 포장하여 3℃에 저장할 때의 갈변도의 변화를 Fig. 12에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 질소가스 충전포장한 시료와 마사토에 저장한 시료는 저장 40일 만에 0.400/g 이상의 높은 갈변도를 보였지만 튐밥저장한 시료에 있어서는 0.243/g으로 증가속도가 낮았다. 이와 같은 결과를 앞의 Fig. 9와 비교해보면 질소가스로 충전포장하는 것과 마사토에 저장하는 것은 갈변도에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되나 튐밥에 저장하는 것은 송이의 갈변을 상당히 억제할 수 있을 것으로 보여진다.

#### 4) 경도의 변화

송이의 품질유지 기간을 연장하기 위한 조건을 규명할 목적으로 포장지의 종류가 송이저장 중 품질에 미치는 영향을 측정하기 위하여 송이를 CPV, P/A/P, N/P, P film으로 일부 포장하고, 피막제 처리의 효과를 측정하기 위하여 송이를 10% chitosan-용액으로 처리하고 앞에서 언급한 포장재로 포장하였으며 튐밥과 마사토에 저장하였을 때 및 질소가스로 충전포장하여 이들 모두 3℃에 저장할 때 저장기간에 따른 경도의 변화를 Fig. 13~15에 나타내었다.

포장재 종류에 따른 경도의 변화는 Fig. 13에 도시하였는데 포장하지 않은 대조구는 저장초기 3.87 kg이었던 것이 저장기간에 따라 거의 직선적으로 증가하여 저장 50일 만에 10.75 kg에 달하였다. P/A/P film과 N/P film 포장한 시료는 저장 40일 만에 각각 6.45 및 5.75kg으로 저장초기보다 다소 증가한 경향을 보였다. 그러나 CPV와 P film으로 포장한 시료의 경우 감소하여 저장 50일 경에는 각각 1.43과 1.33kg을 나타내었다. 이와 같이 저장기간의 경과에 따라 대조구의 경도가 증가하는 것은 중량감모율의 결과에서 볼 수 있듯이 송이 수분의 과도한 증발로 인하여 송이조직이 건조하였기 때문으로 생각되었다. 그리고 CPV와 P film으로 포장한 시료의 경도가 감소한 것은 수분의 증발도 거의 없었

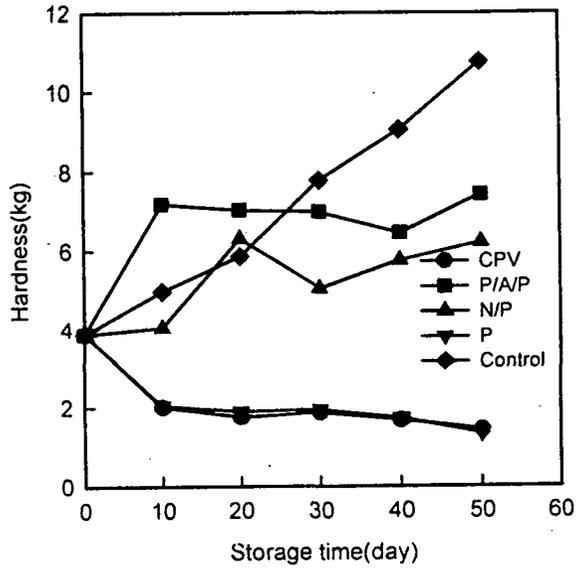


Fig. 13. Effects of packing materials on changes of hardness of pine agaric during storage at 3°C.

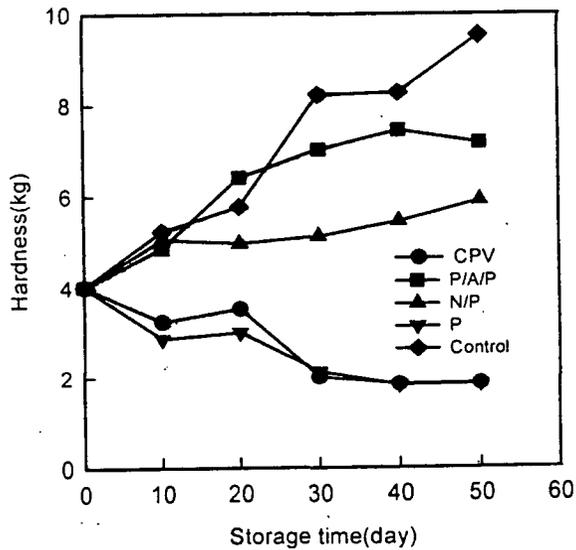


Fig. 14. Effects of packing materials on changes of hardness of pine agaric treated with 10% chitosan solution during storage at 3°C.

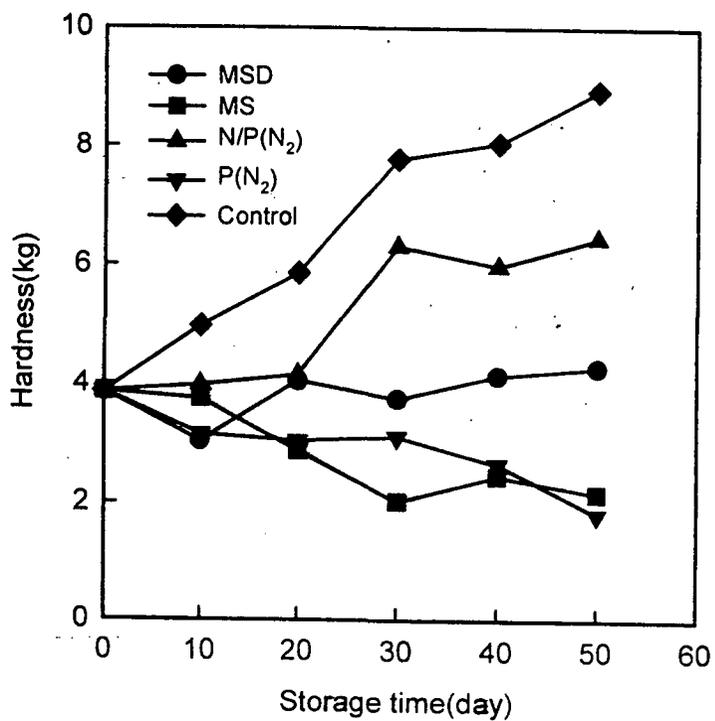


Fig. 15. Effects of preservative conditions on changes of hardness of pine agaric during storage at 3°C.

MSD ; sawdust contained 50% moisture  
 MS : sand contained 50% moisture

Table 1. Effects of packing materials on degress<sup>1)</sup> of post-harvest aging of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time (day)	Without treatment				Treated with 10% chitosan soln					Treated with 10% prowax soln					N <sub>2</sub> gas <sup>4)</sup>		MSD <sup>5)</sup>	MS <sup>6)</sup>	
	CPV	P/A/P	N/P	P	NW <sup>2)</sup>	CPV	P/A/P	N/P	P	NW <sup>3)</sup>	CPV	P/A/P	N/P	P	N/P	P			
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.67	2.00
20	2.40	2.30	2.20	2.20	2.00	2.20	2.00	2.50	2.00	2.40	2.00	2.00	2.60	2.00	2.40	2.00	2.00	2.00	2.40
30	3.00	3.10	3.40	3.30	2.70	2.90	2.80	2.40	2.70	2.80	3.00	2.20	2.90	3.30	2.90	3.20	2.00	3.80	
40	4.10	3.80	3.90	4.40	3.20	3.20	3.50	3.40	3.10	3.10	3.30	3.00	3.50	3.60	3.50	3.70	3.00	3.70	
50	4.20	4.60	4.10	4.40	4.20	4.30	4.20	4.40	4.50	4.50	4.70	4.40	4.40	4.10	4.30	4.50	3.33	4.60	

<sup>1)</sup>mean value of 5 mushrooms.

1 : 비섯 톱받이가 원래의 상태, 2 : 비섯톱받이가 펼쳐진 상태, 3 : 톱받이가 50% 이하의 부분적 파손상태, 4 : 톱받이가 50% 이상의 부분적 파손상태, 5 : 톱받이의 완전한 파손, 6 : 갓이 완전히 펼쳐지고 주름살이 나타난 상태, 7 : 갓이 완전히 펼쳐지고 주름살이 완전히 평평한 상태

<sup>2)</sup>no wrapping after treatment with 10% chitosan solution.

<sup>3)</sup>no wrapping after treatment with 10% prowax solution.

<sup>4)</sup>packing after substituting N<sub>2</sub>.

<sup>5)</sup>is sawdust of pine tree contained 50% moisture.

<sup>6)</sup>is sand contained 50% moisture.

을 뿐 아니라 송이육 자체에 존재하는 분해효소에 의해서 조직의 구성성분이 분해되기 때문으로 생각된다.

피막제인 chitosan으로 처리한 시료의 경도의 변화에 있어서(Fig. 14) 키토산 처리하고 포장하지 않은 대조구는 Fig. 13 에서와 같은 경향으로 저장 50일에 10.75 kg을 나타내 저장기간에 따라 직선적인 증가를 나타냈고 P/A/P 와 P film으로 포장한 시료도 다소 증가하는 경향을 나타내었으나 CPV와 N/P film으로 포장한 시료에서는 저장 50일 만에 각각 1.89와 1.87 kg으로 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 경향은 Fig. 13의 결과와 거의 비슷한 경향으로 피막처리하는 것이 송이의 경도에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

툽밥이나 마사토에 송이를 3℃에 보관할 때와 질소가스로 충전 포장하여 3℃에 저장할 때의 경도의 변화를 Fig. 15에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 대조구는 Fig. 13의 결과와 같이 직선적으로 증가 하였으나 질소가스로 충전하여 N/P 와 P film으로 포장한 시료는 경도가 저장기간에 따라 감소하였으며 ���밥에 저장한 시료는 전체 저장기간을 통하여 큰 변화를 나타내지 않아 신선한 상태를 나타내었다.

## 5) 송이의 관능평가

### ① 후숙도의 변화

송이의 품질유지 기간을 연장하기 위한 조건을 규명할 목적으로 포장지의 종류가 송이저장 중 품질에 미치는 영향을 측정하기 위하여 송이를 CPV, P/A/P, N/P, P film으로 일부 포장하고, 피막제 처리의 효과를 측정하기 위하여 송이를 10% chitosan용액으로 처리하고 앞에서 언급한 포장재로 포장하였으며 ���밥과 마사토에 저장하였을 때 및 질소가스로 충전포장하여 이들 모두 3℃에 저장할 때 저장기간에 따른 후숙도의 변화를 Table 1에 나타내었다.

포장재 종류에 따른 후숙도의 변화는 포장지의 종류에 관계없이 40 일 저장 후에 3.80이상으로 송이의 딱받이가 50% 정도 파손되었으며

Table 2. Effects of packing materials on sensory score<sup>1)</sup> of color of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time(da y)	Without treatment				Treated with 10% chitosan soln					Treated with 10% prowax soln					N <sub>2</sub> gas <sup>4)</sup>		MSD <sup>5)</sup>	MS <sup>6)</sup>
	CPV	P/A/P	N/P	P	NW <sup>2)</sup>	CPV	P/A/P	N/P	P	NW <sup>3)</sup>	CPV	P/A/P	N/P	P	N/P	P		
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	8.7	7.9	8.6	7.5	9.3	8.4	8.6	8.2	9.6	9.5	8.3	9.1 <sup>''</sup>	8.5	9.1	8.9	9.3	9.4	9.3
20	7.1	6.7	4.3	6.7	8.2	7.8	6.2	7.6	7.9	8.7	5.3	5.2	7.4	7.6	7.5	9.0	9.2	8.2
30	5.2	4.9	4.2	4.5	6.5	5.4	5.1	5.1	6.2 <sup>''</sup>	8.5	5.0	4.3	6.4	5.2	5.4	7.4	8.7	6.4
40	4.7	3.6	4.2	2.5	6.2 <sup>''</sup>	5.1	4.7 <sup>''</sup>	4.3	4.3	4.8	4.9	6.1	2.8	2.6	3.1	3.2	6.7	4.8
50	3.5	2.5	2.8	2.2	3.5	3.7	2.9	3.5	2.4	3.2	3.2	2.4	2.4	2.3	3.0	3.1	5.6	2.5

<sup>1)</sup>significant level(0.05 except 7).

<sup>2)</sup>no wrapping after treatment with 10% chitosan solution.

<sup>3)</sup>no wrapping after treatment with 10% prowax solution.

<sup>4)</sup>packing after substituting N<sub>2</sub>.

<sup>5)</sup>is sawdust of pine tree contained 50% moisture.

<sup>6)</sup>is sand contained 50% moisture.

chitosan으로 피막 처리한 시료에서는 P/A/P film으로 포장한 시료를 제외하고는 저장 40일 후에도 턱받이의 파손이 50%를 넘지않은 것으로 판명되었다. 또한 prowax로 피막 처리한 경우 N/P와 P film 포장시료를 제외하고는 chitosan 으로 처리한 것과 비슷한 결과를 나타내어 저장 40일까지 송이의 턱받이가 부분적인 손상만 나타내었다. 질소가스충진 포장의 경우 포장지에 관계없이 모두 저장 40일 만에 턱받이가 50%이상 손상을 입은 것으로 나타났다. 또한 톱밥에 저장한 시료의 경우 저장 50일 후에도 3.33을 나타내 가장 낮은 후숙도를 보였으며 마사토에 저장한 경우 저장 30일만에 턱받이의 손상이 50%를 초과하는 것으로 나타났다.

## ② 색의 변화

송이의 품질유지 기간을 연장하기 위한 조건을 규명할 목적으로 포장지의 종류가 송이저장 중 품질에 미치는 영향을 측정하기 위하여 송이를 CPV, P/A/P, N/P, P film으로 일부 포장하고, 피막제 처리의 효과를 측정하기 위하여 송이를 10% chitosan용액으로 처리하고 앞에서 언급한 포장재로 포장하였으며 톱밥과 마사토에 저장하였을 때 및 질소가스로 충전포장하여 이들 모두 3℃에 저장할 때 저장기간에 따른 표면 색의 변화를 관능적으로 평가하여 Table 2에 나타내었다.

포장지 종류에 따른 외관 색에 대한 관능평가에서 N/P film 포장시료를 제외하고는 저장 20일 까지 6.7 이상으로 외관의 색은 2등급 정도의 품질을 유지하였다. Chitosan으로 피막 처리한 시료의 경우 포장지에 관계없이 송이의 색은 저장 30일까지 5.0 이상으로 양호한 색깔을 나타내었다. 또한 prowax를 처리한 시료의 경우도 P/A/P film포장시료를 제외하고는 모두 5.0이상을 나타내었다. 질소가스충진 시료와 마사토에 저장한 시료는 에서는 저장 30일 까지 5.0 이상을 나타내어 포장지만 사용한 것보다는 송이의 겉색깔이 우수한 것으로 나타났다. 특히 톱밥에 저장한 시료의 경우 저장 50일 후에도 5.6으로 송이의 색으로 평가하였을 때 매우 우수한 것으로 나타났다.

## ③ 송이의 전체적인 관능평가

Table 3. Effects of packing materials on sensory score<sup>1)</sup> of overall acceptance of pine mushroom during storage at 3°C.

Storage time (day)	Without treatment				Treated with 10% chitosan soln					Treated with 10% prowax soln					N <sub>2</sub> gas <sup>4)</sup>		MSD <sup>5)</sup>	MS <sup>6)</sup>
	CPV	P/A/P	N/P	P	NW <sup>2)</sup>	CPV	P/A/P	N/P	P	NW <sup>3)</sup>	CPV	P/A/P	N/P	P	N/P	P		
0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	10 <sup>1)</sup>	6.9	6.7	10	8.7	6.8	8.9	6.9	8.1	8.6	6.5	8.1	6.9	8.7	10 <sup>1)</sup>	10	10	10
20	6.7	4.7	4.9	4.1	8.0	4.7	4.4	4.6	8.0	8.4	4.3	4.7	4.6	8.8 <sup>1)</sup>	8.0	8.1	8.7	6.4
30	4.5	4.4	4.5	4.0	6.5	4.6	4.0	4.4	6.0	8.5	4.1	4.4	4.7	8.1	4.3	6.3	7.5	6.0
40	6.0	4.2	4.3	2.5	6.2	4.3	6.2 <sup>1)</sup>	4.5	4.6	4.7	4.4	4.5	4.3	4.3	4.1	4.6	6.3	4.7
50	4.6	4.0	4.3	2.6	4.5	4.0	4.1	4.0	4.3	4.3	4.6 <sup>1)</sup>	4.7	4.1	4.0	2.7	4.4	6.0	6.3 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>significant level(0.05 except 7).

<sup>2)</sup>no wrapping after treatment with 10% chitosan solution.

<sup>3)</sup>no wrapping after treatment with 10% prowax solution.

<sup>4)</sup>packing after substituting N<sub>2</sub>.

<sup>5)</sup>is sawdust contained 50% moisture.

<sup>6)</sup>is sand contained 50% moisture.

송이의 품질유지 기간을 연장하기 위한 조건을 규명할 목적으로 포장지의 종류가 송이저장 중 품질에 미치는 영향을 측정하기 위하여 송이를 CPV, P/A/P, N/P, P film으로 일부 포장하고, 피막제 처리의 효과를 측정하기 위하여 송이를 10% chitosan용액으로 처리하고 앞에서 언급한 포장재로 포장하였으며 톱밥과 마사토에 저장하였을 때 및 질소가스로 충전포장하여 이들 모두 3℃에 저장할 때 저장기간에 따른 전체적인 송이의 품질을 관능적으로 평가한 결과를 Table 3에 나타내었다.

피막제 처리하지 않고 포장지 종류만을 달리하여 저장한 시료 품질의 변화에서 CPV film 포장시료는 저장 20일까지 중급이상의 품질을 나타냈으며 저장 30일에는 포장지에 관계없이 모두 하급의 품질을 보였다. Chitosan으로 피막 처리하여 포장지를 달리하여 포장한 시료의 경우에는 저장 30일까지 P film으로 포장한 시료와 대조구는 중급이상의 품질을 나타내었다. 또 다른 피막처리제인 prowax를 사용한 경우 저장 30일까지 대조구와 P film으로 포장한 시료의 경우 각각 8.5 및 8.1로서 상품으로 평가되었다. 그러나 질소가스 충전포장의 경우 상품으로 평가되는 기간은 20일에 불과하였다. 톱밥에 저장한 송이의 경우 저장 50일이 경과하여도 6.0으로 중급의 품질을 유지하고 있어서 송이의 저장 수단으로 톱밥저장이 매우 유용할 것으로 판단되었다.

이상과 같이 송이의 3℃ 저장 중 중량감모율, 갈변도, 아미노태질소, 경도 및 관능검사의 결과를 고려해보면 톱밥에서의 저장이 송이를 가장 신선하게 비교적 장기간 저장할 수 있을 것으로 판단되었다. 그러므로 송이를 톱밥저장할 때에 보다 구체적인 자료의 조사가 필요하다고 생각되었다.

## 2. 송이의 톱밥 저장시 톱밥의 수분량이 송이의 품질에 미치는 영향

앞의 연구결과에서 송이를 여러 종류의 포장지와 톱밥, 마사토 및 질소

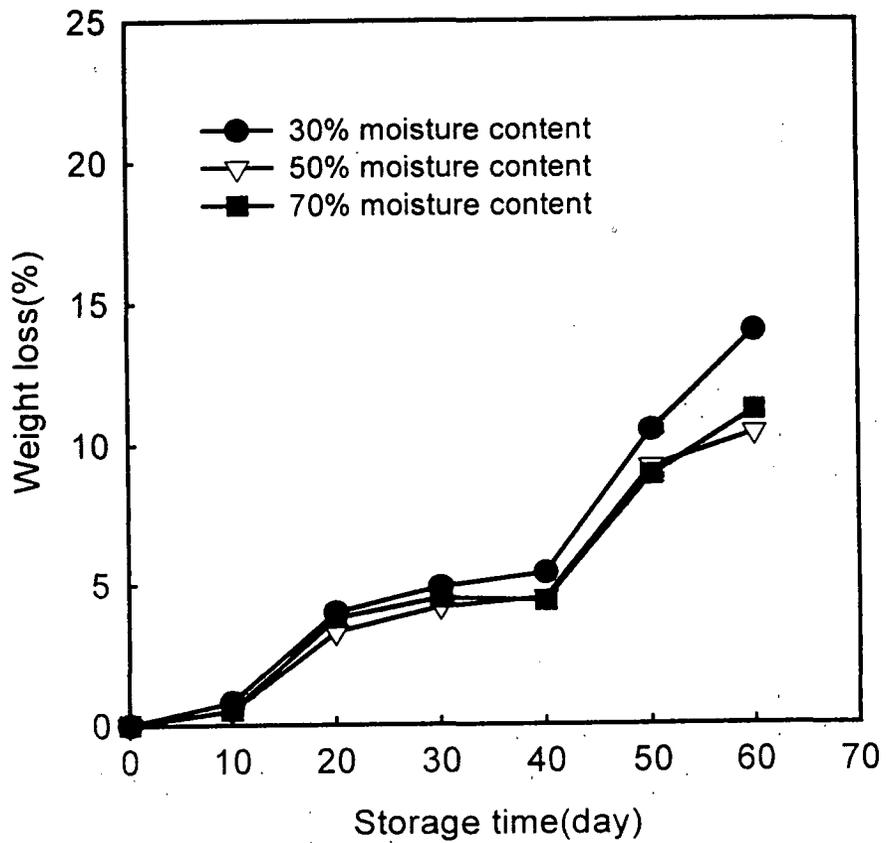


Fig. 16. Effects of moisture content of sawdust on weight losses of pine agaric during storage at 3°C.

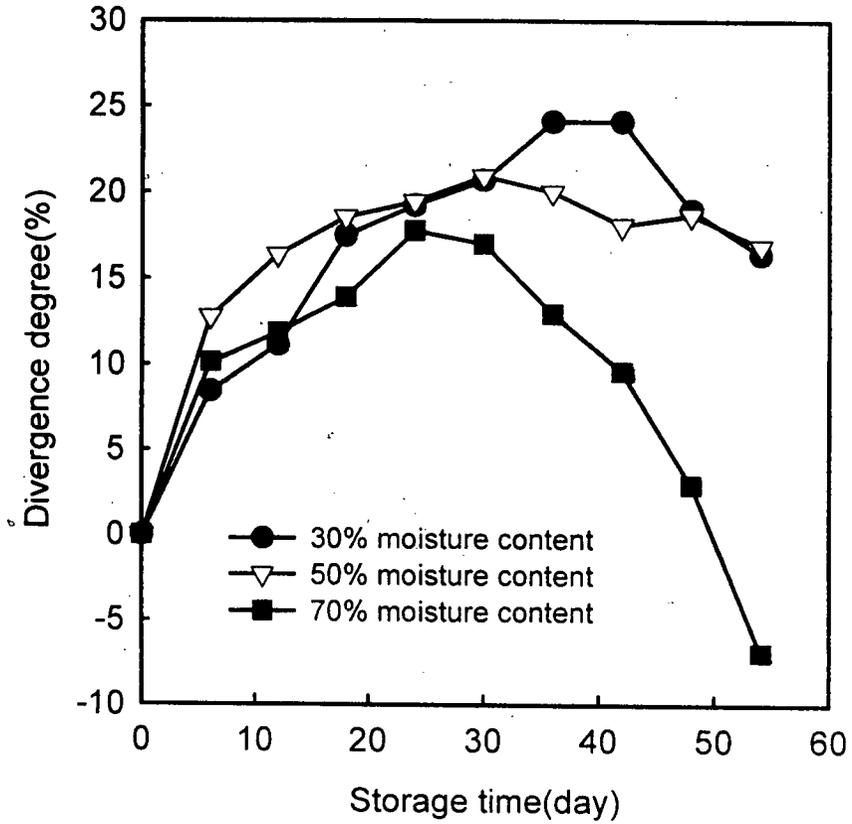


Fig. 17. Effects of moisture content at sawdust on divergence degree pine agaric during storage at 3°C.

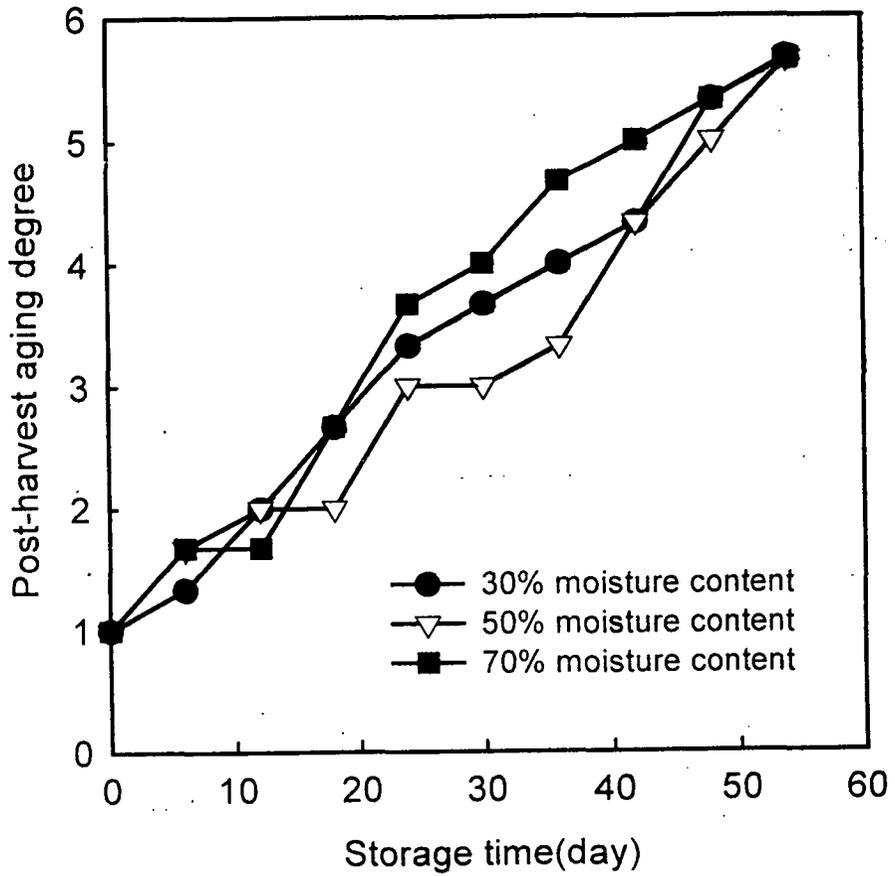


Fig. 18. Effects of moisture content of sawdust on degree of post-harvest aging in pine agaric during storage at 3°C.

가스 충전 포장하여 3℃에 저장한 결과 톱밥에 저장한 것이 송이의 품질을 유지하는데 매우 우수하였으므로 톱밥저장에서 최적 조건을 규명하기 위하여 톱밥의 수분함량이 송이의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 톱밥은 30, 50 및 70%로 수분을 조절한 것을 사용하였다.

### 1) 중량감모율의 변화

송이를 수분이 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥으로 저장할 때 중량감모율의 변화를 Fig. 16에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 수분 30%의 톱밥에서는 저장 60일 만에 14%의 중량감모율을 보였고 50%일 경우는 10.4%로 수분 30%의 톱밥보다 다소 낮게 나타났다. 그리고 수분70%의 톱밥과 50%와의 중량감모율의 차이는 거의 보이지 않았다.

### 2) 개산율의 변화

송이를 수분이 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥으로 저장할 때 개산율의 변화를 Fig. 17에 나타내었다. 수분 30% 톱밥의 경우 저장 36일 만에 24.12로써 최고값을 나타내었으며 수분 50%의 경우 30일 만에 최대치인 20.92를 보였으며 수분 70% 톱밥의 경우 저장 24일 만에 17.78을 나타내어 톱밥의 수분함량이 낮을수록 개산율이 최대값에 이르는 기간은 길어지고 개산율의 최대값은 증가하는 경향을 보였다.

### 3) 후속도의 변화

송이를 수분이 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥으로 저장할 때 후속도의 변화를 관능적으로 평가하여 Fig. 18에 나타내었다. 이 그림에서 나타내었듯이 수분 30% 톱밥의 경우 저장 36일만에 송이의 딱반이가 50%이상 부분적으로 파손된 상태인 4.00을 나타내 갓이 완전히 퍼지지 않아 상품성이 있는 것으로 판단되었으며 수분 50% 톱밥의 경우 저장 42일째 후속도가 4.33으로 상품성을 유지하였다. 또한 수분 70% 톱밥에 저장한 시료의 후속도는 저장 30일째 4.00을 나타내 상품성이 있는 것으로 나타났

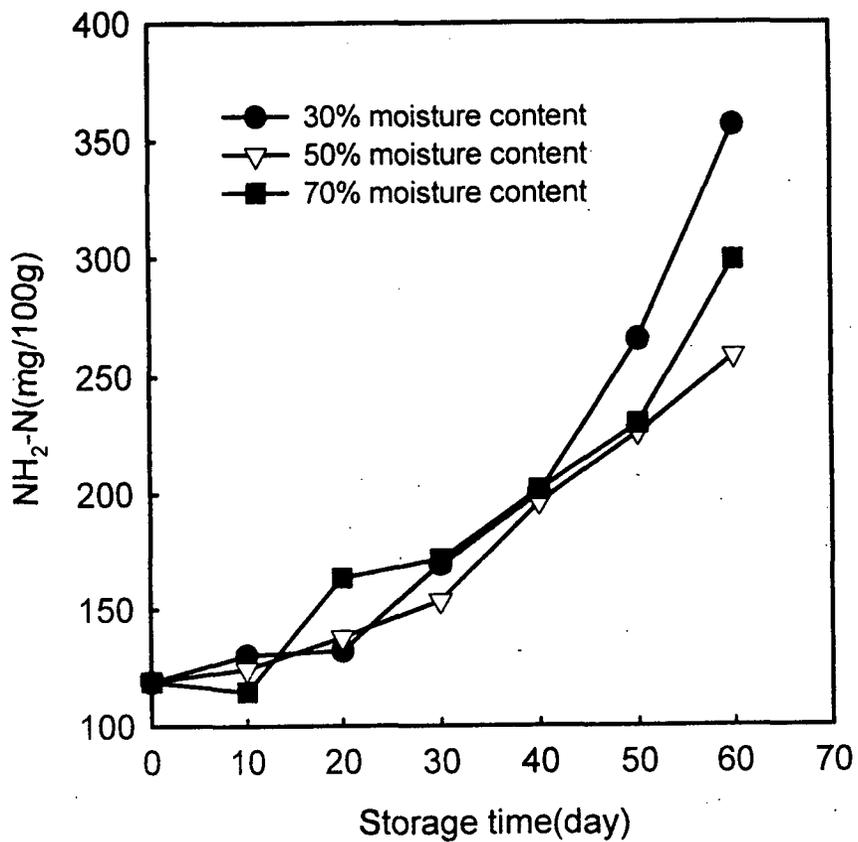


Fig. 19. Effects of moisture content of sawdust on changes of amino form nitrogen in pine agaric during storage at 3°C.

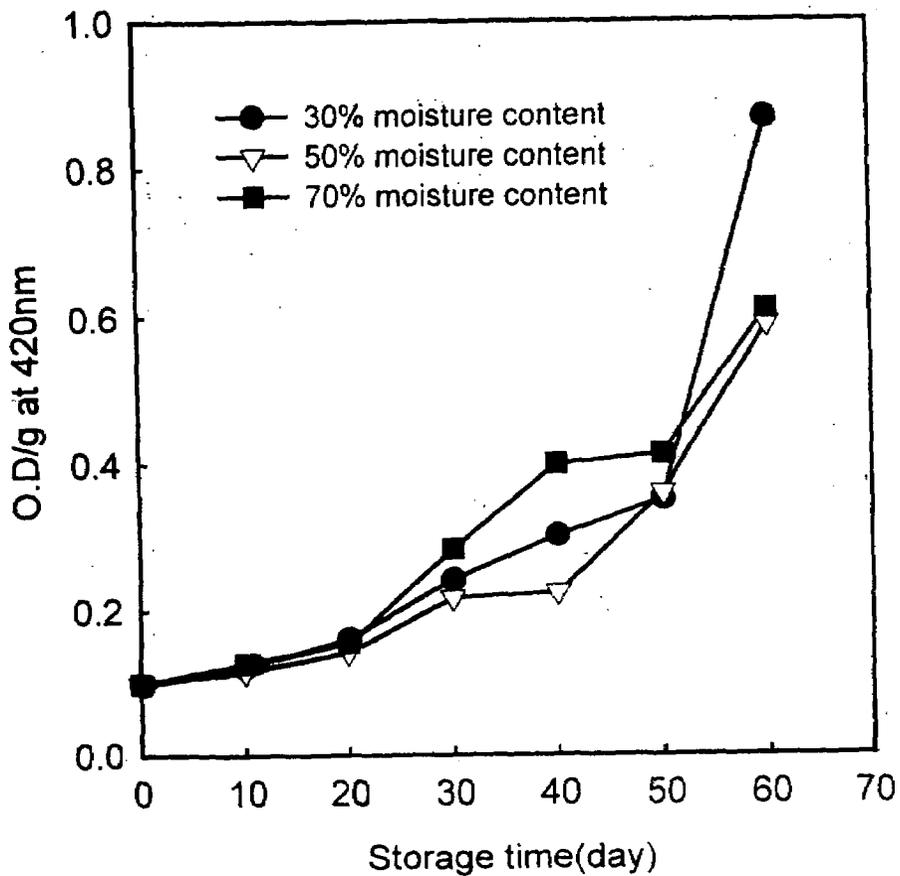


Fig. 20. Effects of moisture content of sawdust on browning degree of pine agaric during storage at 3°C.

다. 이 실험의 결과에서 가장 상품성이 오랜 기간 지속되는 것은 수분 50% 톱밥에서였다.

#### 4) 아미노태질소량의 변화

송이를 수분이 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥으로 저장할 때 아미노태질소량의 변화를 Fig. 19에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 수분 30%의 톱밥에서는 저장기간중 계속 증가하여 저장 60일 만에 356.6 mg/100g을 나타내었으며 수분 50% 톱밥의 경우 저장 60일 때에 258.62 mg/100g으로 비교적 낮은 값을 나타내었고 70% 수분의 경우에는 298.98 mg/100g을 보였다. 아미노태질소량의 변화에서 수분 50% 톱밥에 송이를 저장하는 것이 송이의 생리적 활성을 억제하는 효과가 뛰어날 것으로 판단되었다.

#### 5) 갈변도의 변화

송이를 수분이 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥으로 저장할 때 갈변도의 변화를 Fig. 20에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 수분 30%의 톱밥에서는 저장 50일까지는 0.352로써 서서히 증가하였지만 그 후 급격한 증가를 보여 저장 60일에 0.867/g을 나타내었다. 수분 50% 톱밥의 경우도 수분 30%와 비슷하게 저장 50일 까지는 갈변도가 0.360/g으로 비교적 낮은 값을 보였지만 저장 60일째에는 0.589/g으로 급격하게 증가하는 경향을 나타내었다. 70% 수분의 경우는 저장 60일째 0.610/g을 나타내었다. 이와 같은 결과를 미루어 보면 갈변도에 미치는 톱밥의 수분함량은 효과는 크지 않은 것으로 판단되었다.

#### 6) 색도의 변화

송이를 수분이 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥으로 저장할 때 송이 표면 색도의 변화를 Fig. 21~23에, 그리고 송이육 색도의 변화를 Fig. 24~26에 나타내었다. Fig. 21에서 알 수 있듯이 송이표면의 명도변화에

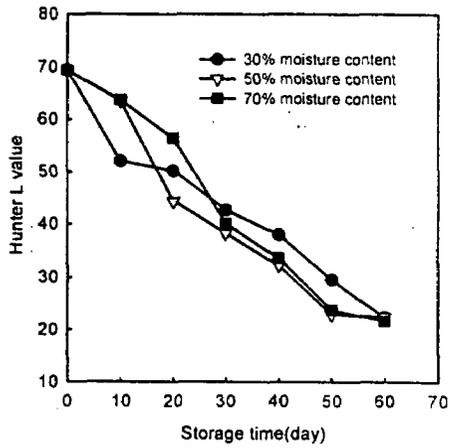


Fig. 21. Effects of moisture content of sawdust on lightness of pine agaric skin during storage at 3°C.

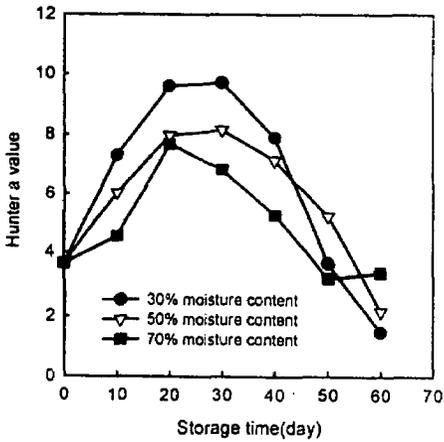


Fig. 22. Effects of moisture content of sawdust on redness of pine agaric skin during storage at 3°C.

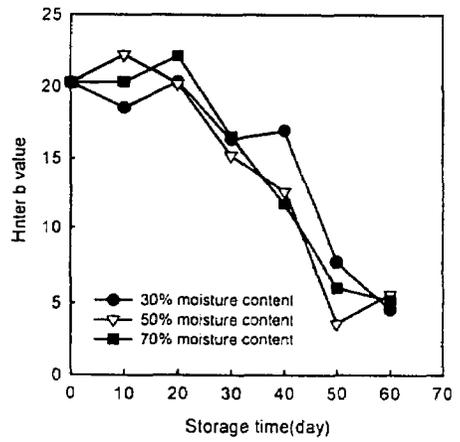


Fig. 23. Effects of moisture content of sawdust on yellowness of pine agaric skin during storage at 3°C.

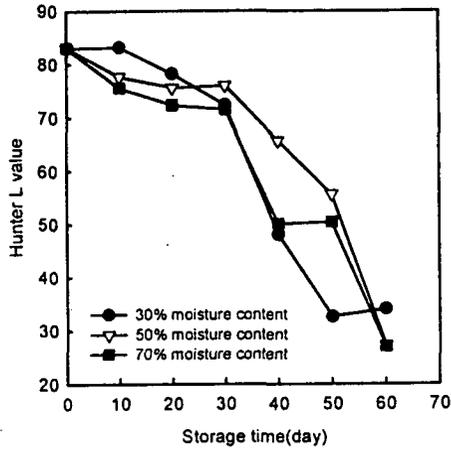


Fig. 24. Effects of moisture content of sawdust on lightness of pine agaric flesh during storage at 3°C.

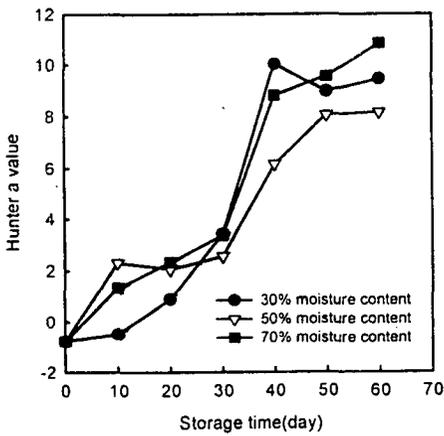


Fig. 25. Effects of moisture content of sawdust on redness of pine agaric flesh during storage at 3°C.

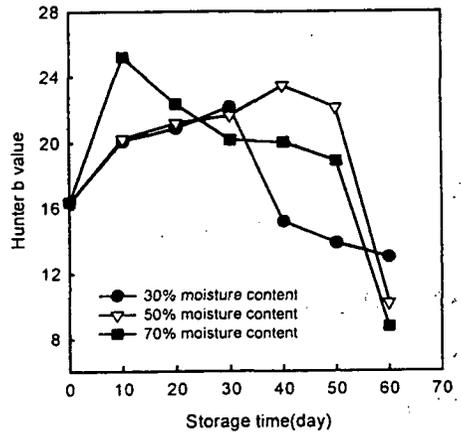


Fig. 26. Effects of moisture content of sawdust on yellowness of pine agaric flesh during storage at 3°C.

있어서 수분 30, 50 및 70%의 톱밥에서 모두 저장기간의 경과에 따라 감소하여 저장 60일 만에 각각 22.36, 22.49 및 21.69를 나타내었다. 톱밥의 수분함량에 따른 차이는 거의 나타나지 않았다. 적색도의 변화(Fig. 22)에 있어서 수분 30% 톱밥에 저장할 경우 저장 30일만에 9.72로 최고값을 나타내고 그 후로는 감소하였으며 수분 50% 톱밥에서도 저장 30일만에 최고값인 8.16에 달하였고 70%인 경우 20일 저장 후에 7.68로 최고값을 나타내었다. 톱밥의 수분함량이 증가할수록 적색도의 최고값에 도달하는 시간이 짧아지고 최고값은 증가한다는 것을 알 수 있다. 버섯의 갈변반응은 효소가 관여하는 반응으로 갈변이 진행됨에 따라 적색도는 최고값에 달하였다가 감소하는 것이 일반적인 경향인 것을 미루어 보면 50% 수분의 톱밥에서 적색도의 최고치에 달하는 시간이 길고 그 값이 비교적 낮아 다른 수분함량의 조건보다 양호한 것으로 판단되었다. 저장기간에 따른 송이 표면의 황색도의 변화를 Fig. 23에 나타내었다. 이 그림에서 보듯이 톱밥의 수분함량에 관계없이 황색도는 저장초기에 20.24이던 것이 저장기간의 경과에 따라 감소하여 저장 60일째에는 5.65 이하의 값을 나타내었다.

송이육 색도의 변화에 있어서 명도의 변화(Fig. 24)는 표면의 명도변화와 같이 저장기간동안 감소하는 경향을 보였지만 30, 50 및 70% 수분 톱밥의 경우 저장 40일째 각각 48.12, 65.71 및 50.07를 나타내어 50% 수분 톱밥의 경우 육색의 명도 변화가 가장 낮은 것으로 판명되었다. 적색도의 변화(Fig. 25)에 있어서 표면에서의 변화와는 반대로 저장기간의 경과에 따라 모두 증가하는 경향을 나타내었다. 저장 40일경에 톱밥의 수분함량이 30, 50 및 70%에서 각각 10.03, 6.16 및 8.81로 수분 50% 톱밥의 경우가 가장 낮은 값을 보였다. 송이 표면의 색도는 저장기간에 따라 증가하였다가 감소하였는데 효소적 갈변이 진행되어짐에 따라 적색도가 증가하다가 감소하는 것이 일반적인 경향인 것을 고려하면 이와 같이 표면의 적색도는 저장기간 중 최고값에 도달하였다가 감소하는데 비하여 육의 적색도가 저장기간동안 계속하여 증가하는 경향을 나타낸 것은 갈

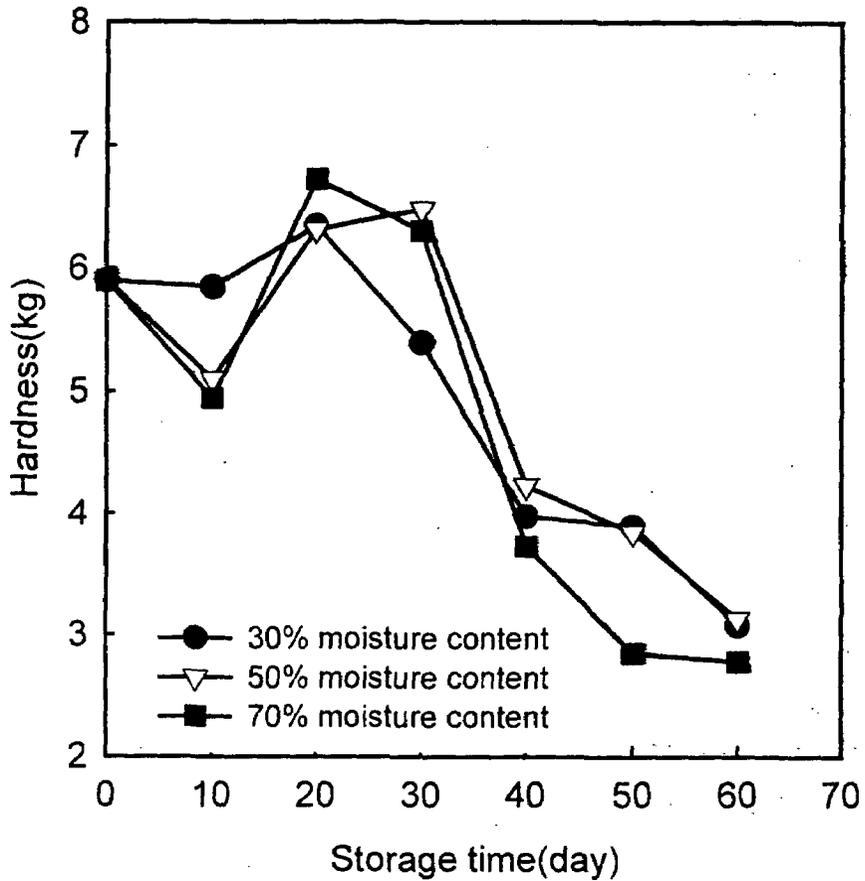


Fig. 27. Effects of moisture content of sawdust of on hardness of pine agaric during strage at 3°C.

**Table 4.** Effects of moisture content of sawdust on sensory score<sup>1)</sup> of color of pine agaric during storage at 3°C

Storage time(day)	Moisture content(%)		
	30	50	70
0	10.00	10.00	10.00
10	8.50	9.40	7.33
20	6.80	8.70	6.80
30	5.60	7.20	5.40
40	5.00	6.50	4.20
50	4.83	5.40	4.17
60	3.75	4.80	3.25

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

**Table 5.** Effects of moisture content of sawdust contained on sensory score<sup>1)</sup> of flavor of pine agaric during storage at 3°C

Storage time(day)	Moisture(%)		
	30	50	70
0	10.00	10.00	10.00
10	7.83	8.00	6.67
20	6.20	7.20	6.40
30	5.60	6.20	4.80
40	5.60	5.40	3.20
50	4.17	5.00	3.50
60	3.00	4.00	2.00

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

Table 6. Effects of moisture content of sawdust on sensory score<sup>1)</sup> of overall acceptance of pine agaric during storage at 3°C

Storage time(day)	Moisture content(%)		
	30	50	70
0	10.00	10.00	10.00
10	8.25	8.42	8.00
20	6.90	7.00	7.00
30	5.90	6.90	5.40
40	5.10	6.40	5.70
50	4.83	5.75	4.25
60	2.88	5.00	2.63

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

변반응의 진행속도가 표면보다 육에서 훨씬 늦기 때문으로 생각되었다. 송이육의 황색도 변화(Fig. 26)에 있어서 톱밥의 수분함량에 관계없이 저장기간의 경과에 따라 황색도는 증가하였다가 감소하는 경향을 나타내었다. 수분 30% 톱밥에서는 저장 30일만에 22.14로서 최고값을 보였으며 50% 수분에서는 저장 40일째 23.44로 최고값에 달하였으며 70%의 경우는 저장10일만에 25.2로 최고값에 이르렀다.

#### 7) 경도의 변화

송이를 수분이 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥으로 저장할 때 경도의 변화를 Fig. 27에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 톱밥의 수분함량에 관계없이 저장 30일 까지 모두 경도는 4.9 이상으로 크게 변화하지 않다가 그 이후 4.23 이하로 급격히 감소하였다.

#### 8) 관능평가

송이를 수분이 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥으로 저장할 때 색, 향기 및 전체 품질의 변화를 Table 4~6에 나타내었다.

색의 관능평가(Table 4)에 있어서 저장 40일만에 30, 50 및 70% 수분 톱밥의 경우 각각 5.0, 6.5 및 4.2를 나타내 수분 50% 톱밥의 시료가 판매 가능한 색을 유지하고 있는 것으로 평가되었으나 톱밥의 수분이 70%가 되는 시료는 식용가능하지만 상품성이 없는 색으로 변하였다.

Table 5는 송이의 향에 대한 관능검사 결과를 나타내었다. 송이의 선명한 향을 느낄 수 있는 저장기간은 수분 30% 톱밥에서는 10일, 50%의 경우는 20일, 70%의 수분함유톱밥에서는 10일 이하로 나타났다. 그러나 송이의 향이 존재하고 이취가 약해 2등급 정도의 향을 유지하는 기간은 50% 수분함유톱밥에서는 50일로 가장 길게 나타났고 30%인 경우 40일, 70%에서는 각 20일로 나타났다.

송이를 수분이 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥으로 저장할 때 전체적인 품질의 관능검사 결과를 Table 6에 나타내었다. 이 표에서 알 수 있듯이

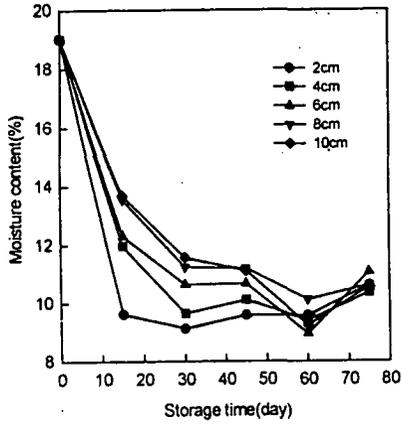


Fig. 28. Effects of depth from sawdust surface on changes of moisture contents of sawdust (contained 19% of moisture as initial content) during storage at 3°C.

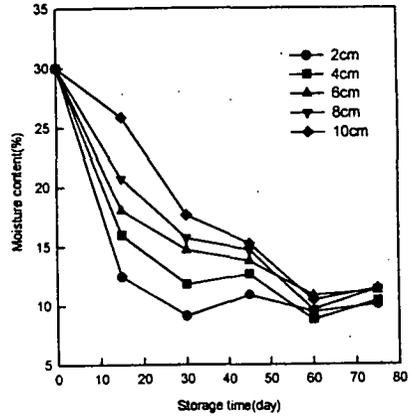


Fig. 29. Effects of depth from sawdust surface on changes of moisture contents of sawdust (contained 30% of initial moisture) storage at 3°C.

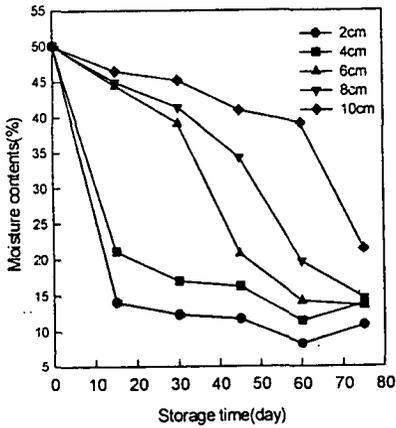


Fig. 30. Effects of depth from sawdust surface on changes of moisture contents of the sawdust (contained 50% of moisture as initial content) during storage at 3°C.

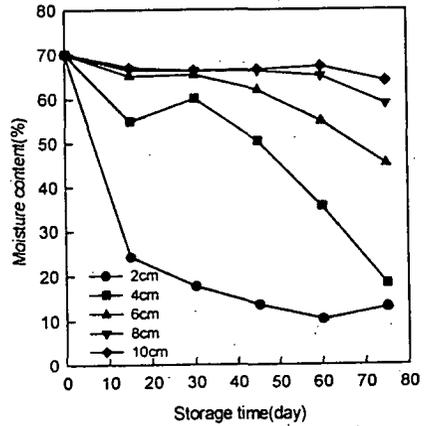


Fig. 31. Effect of depth from sawdust surface on changes of moisture contents of sawdust (contained 70% of moisture as initial content) during storage at 3°C.

송이의 품질을 3등급으로 나눌 때 중급정도의 품질을 유지할 수 있는 저장기간은 수분 50% 톱밥에서는 40일, 30%와 70%의 경우 20일 정도를 나타내었으나 50% 수분의 경우 저장 60일까지 5.00으로 하급이지만 상품성이 있는 것으로 평가되었다.

### 3. 송이 저장톱밥의 깊이에 따른 톱밥수분함량의 변화

앞에서 수분 50% 함유 톱밥이 송이를 저장하는데 가장 우수한 것으로 판명되어 송이를 톱밥에 저장할 때 보다 세밀한 자료를 얻을 목적으로 송이의 품질을 최적으로 유지할 수 있는 톱밥의 두께를 조사하기 위하여 수분함량을 19, 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥을 styrofoam 상자(35×25×18cm)에 밀도가 0.18g/cm<sup>3</sup>되도록 각각 넣고 3℃에 저장하면서 톱밥의 표면에서부터 깊이가 2, 4, 6, 8 및 10cm에 위치한 톱밥의 수분함량 변화를 저장기간의 경과에 따라 측정하여 그 결과를 Fig. 28~32에 도시하였다.

수분 19% 함유한 톱밥의 깊이에 따른 수분함량의 변화를 Fig. 28에 나타내었다. 이 그림에서 보여주듯이 톱밥의 깊이에 관계없이 저장 30일까지는 급격히 감소하여 각각의 깊이에 따라 각각 9.12, 9.64, 10.65, 11.25 및 11.57%를 나타내었고 그 이후로는 수분의 감소속도가 낮아진 것을 알 수 있었다. 수분 30%의 경우(Fig. 29)도 저장 30일까지 각각의 깊이에 따라 9.14, 11.83, 14.71, 15.70 및 17.62%를 나타내 톱밥의 깊이에 관계없이 저장기간의 경과에 따라 급격히 감소하는 경향을 보였다. 수분 50% 함유 톱밥의 깊이에 따른 수분함량의 변화(Fig. 30)에 있어서 저장 30일에 톱밥의 깊이 2와 4cm는 12.39 및 17.00%로 저장초기에 급격히 감소하고 그 후에는 서서히 감소하는 경향을 보였으나 6, 8 및 10cm의 깊이에서는 수분함량이 각각 39.15, 41.41 및 45.21%를 나타내고 저장 75일에는 각각 13.51, 14.60 및 21.44%로 저장초기에는 수분의 감소속도가 낮다가 저장후기에 감소속도가 급격히 증가함을 알 수 있었다. 수분 70% 함유 톱밥(Fig. 31)에 있어서는 톱밥 깊이 2cm의 경우 저장 30일

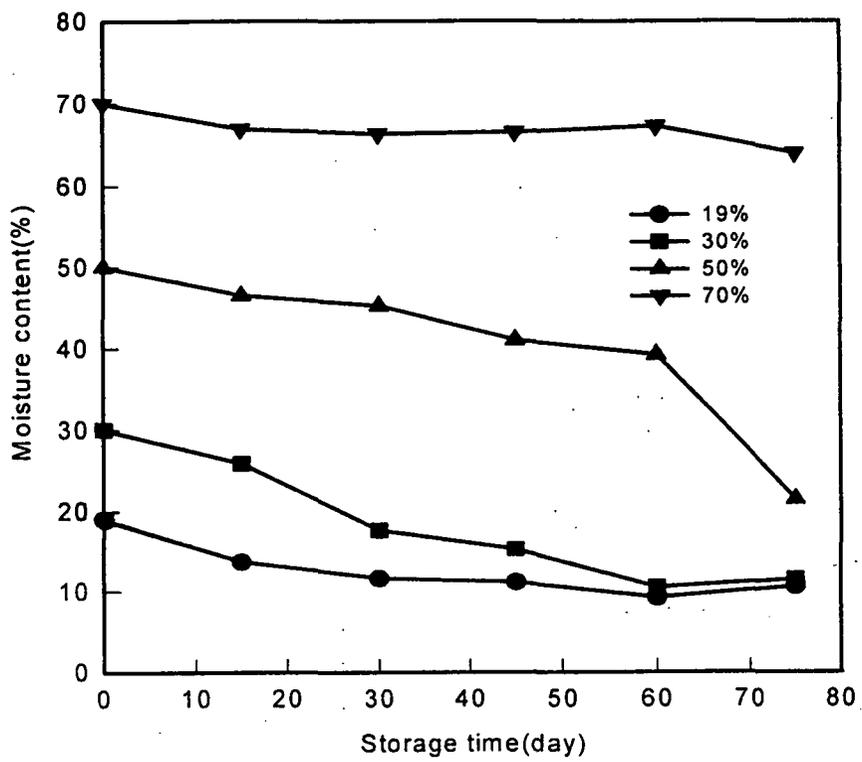


Fig. 32. Changes of moisture content of sawdust located 10 cm beneath its surface in sawdust contained variously initial moisture contents during storage at 3°C.

툽밥의 수분함량이 17.57%로 저장초기에 급격히 감소하고 그 후에는 서서히 감소하였으며 4cm의 경우 55.99%로 저장초기에는 서서히 감소하였으나 저장 75일 후에는 12.94%로 급속하게 감소하는 경향을 보였으며 6, 8 및 10cm의 경우 저장 75일 후에 각각 45.20, 58.77 및 66.31%로 툽밥의 수분감소속도가 낮게 나타났다.

Fig. 32는 툽밥의 초기수분함량별로 저장기간에 따른 툽밥의 깊이 10cm에서의 수분함량의 변화를 나타낸 그림이다. 초기수분함량 19와 30%에서는 저장초기에는 수분함량이 비교적 빠르게 감소하였고 저장후기에는 느려졌으며 50와 70%에서는 저장초기에는 수분감소속도가 느렸으나 저장후기에는 비교적 빠른 것으로 나타났다. 이와 같이 3℃ 저장 중 툽밥의 깊이에 따른 수분함량의 변화는 툽밥의 초기수분함량이 높을수록 툽밥의 깊이가 깊을수록 수분의 감소속도는 저장초기에는 낮고 저장후기에는 증가하였으며 툽밥의 초기수분함량이 낮으면 수분감소속도는 저장초기에 높고 저장후기에 낮았다. 이상과 같이 툽밥의 초기수분함량과 툽밥의 깊이에 따른 수분함량의 변화 결과를 고려해 보면 50% 수분함유툽밥일 경우 저장 60일까지 수분함량이 크게 변하지 않는 툽밥의 깊이는 10cm이었으며 8cm에서는 45일까지 큰 변화가 없으므로 송이를 50%수분함유툽밥에 저장할 때에는 10cm 이상의 깊이에 저장하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

#### 4. 송이의 툽밥 저장시 툽밥의 밀도가 송이의 품질에 미치는 영향

송이를 툽밥에 저장할 때 툽밥의 밀도가 송이의 품질에 미치는 영향을 조사할 목적으로 툽밥의 수분을 50%로 조절하여 밀도가 0.18 g/cm<sup>3</sup>(저밀도)과 0.23 g/cm<sup>3</sup>(고밀도)되도록 각각 styrofoam 상자(35×25×18cm)에 깊이 16cm까지 채우고 툽밥의 표면에서 10cm 깊이에 송이가 위치하도록하여 이것을 3℃에 저장하면서 저장기간에 따른 중량감모율, 개산율, 후숙도, 아미노태질소, 갈변도, 색도, 경도 및 관능점수의 변화를 측정하

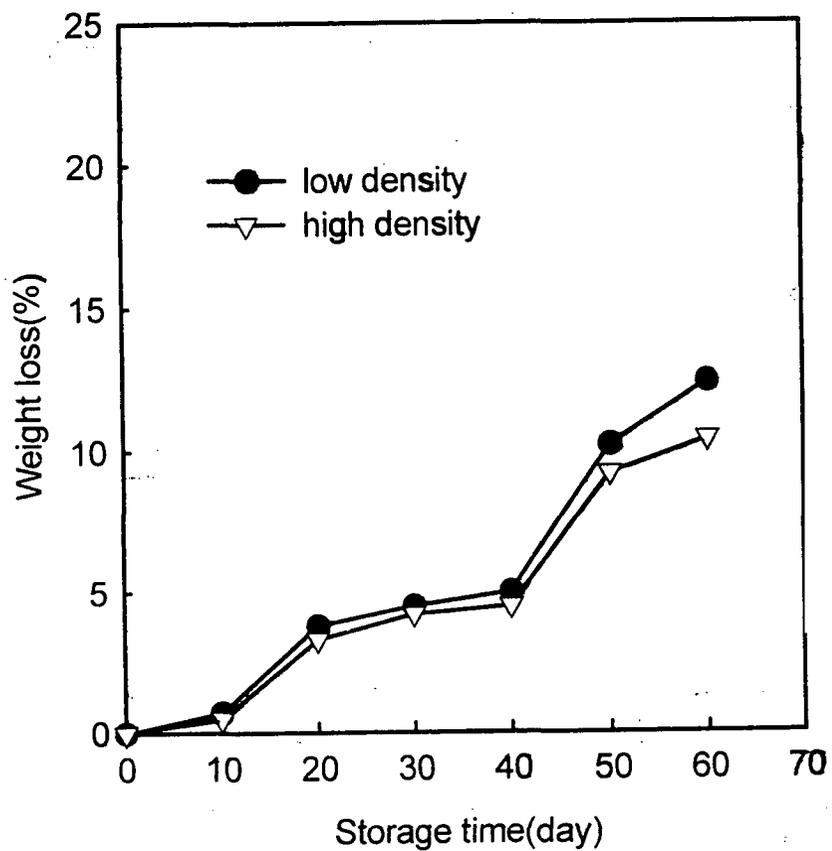


Fig. 33. Effects of density of sawdust on weight losses of pine agaric during storage at 3°C.

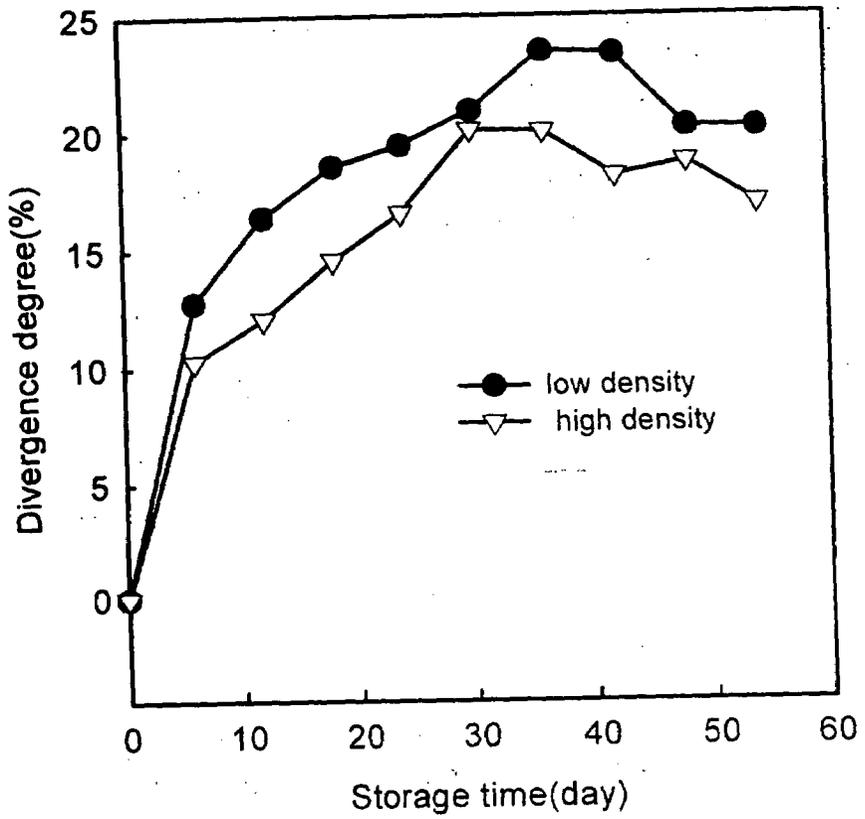


Fig. 34. Effects of density of sawdust on divergence degree of pine agaric during storage at 3°C.

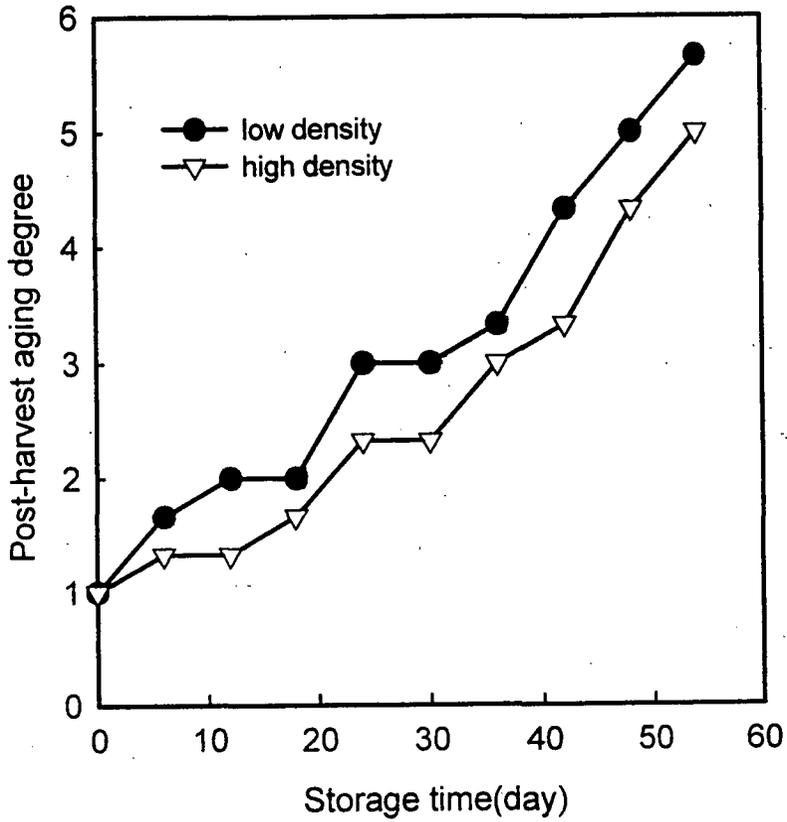


Fig. 35. Effects of density of sawdust on degree of post-harvest aging in pine agaric during strage at 3°C.

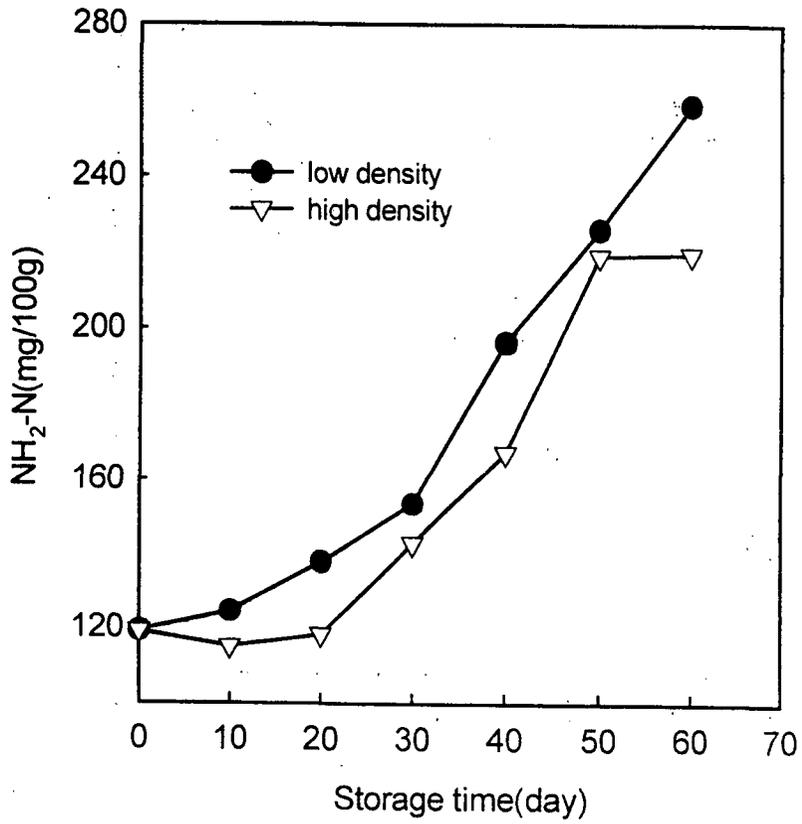


Fig. 36. Effects of density of sawdust on changes of amino form-N in pine agaric during storage at 3°C.

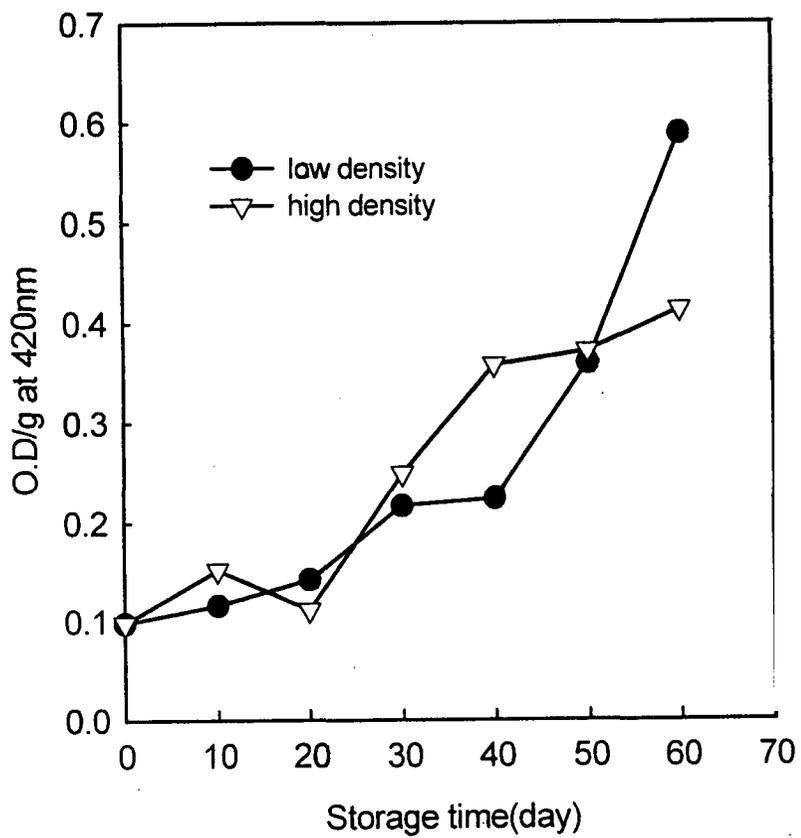


Fig. 37. Effects of density of sawdust on browning degree of pine agaric during storage at 3°C.

였다.

#### 1) 중량감모율의 변화

툽밥의 밀도를 달리하여 저장할 때 저장기간에 따른 중량감모율의 변화를 Fig. 33에 도시하였다. 저장 40일까지 저밀도와 고밀도의 경우 각각 5.0과 4.5%를 나타내 고밀도의 중량감모율이 다소 낮게 나타났지만 거의 차이는 없었다.

#### 2) 개산율의 변화

툽밥의 밀도가 송이의 개산율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이의 개산율 변화를 측정하여 Fig. 34에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 저밀도의 경우 저장 36일째 개산율이 23.44로 최고값을 보였으며 고밀도 툽밥의 경우는 저장 30일째 20.09로 최대값을 나타내었다. 개산율은 고밀도 툽밥저장의 경우가 낮게 나타났다.

#### 3) 후숙도의 변화

툽밥의 밀도가 송이의 후숙도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이의 후숙도 변화를 관능검사를 통하여 측정하고 Fig. 35에 나타내었다. 툽밥의 밀도에 관계없이 저장기간의 경과에 따라 후숙도는 증가하였으며 저밀도 저장의 경우에는 저장 54일만에 5.66이었고 고밀도의 경우는 5.00으로 고밀도 저장에서 다소 낮게 나타났다.

#### 4) 아미노태질소의 변화

툽밥의 밀도가 송이의 선도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이의 아미노태질소의 변화를 측정하여 Fig. 36에 나타내었다. 이 그림에서 보듯이 툽밥의 밀도에 관계없이 저장기간에 따라 송이의 아미노태질소의 양은 증가하였으며 저밀도의 경우 저장 54일만에 258.62 mg/100g이었고 고밀도의 경우는 219.83 mg/100g으로 고밀도의 경우가 다소 낮은 값을 보였다. 저밀도와 고밀도 모두 450 mg/100g을 초과하지 않은 것으로 보아 송이 자체의 생화학적인 활성이 매우 억제되어 송이의 저장에 바람직할 것으로 판단된다.

#### 5) 갈변도의 변화

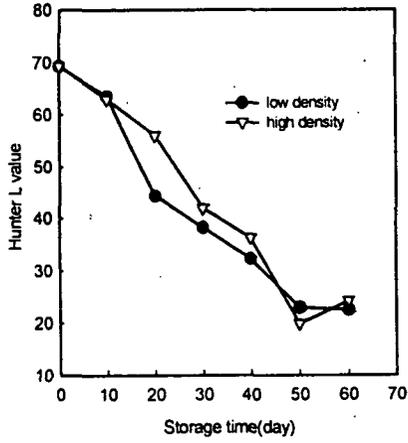


Fig. 38. Effects of density of sawdust on lightness of pine agaric skin during storage at 3°C.

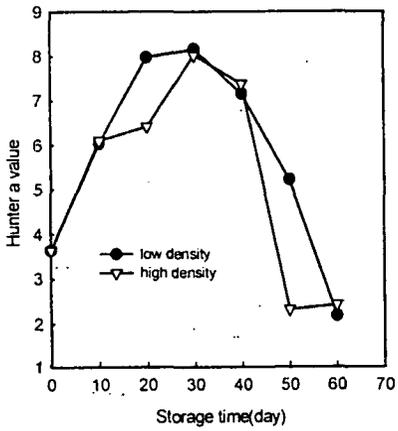


Fig. 39. Effects of density of sawdust on redness of pine agaric skin during storage at 3°C.

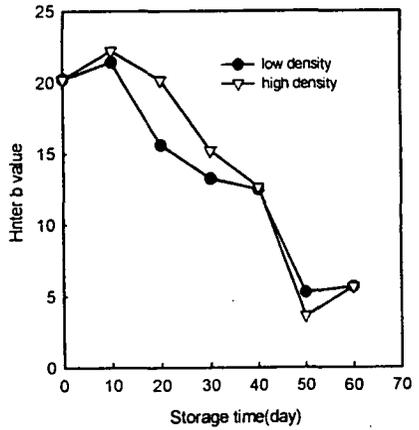


Fig. 40. Effects of density of sawdust on yellowness of pine agaric skin during storage at 3°C.

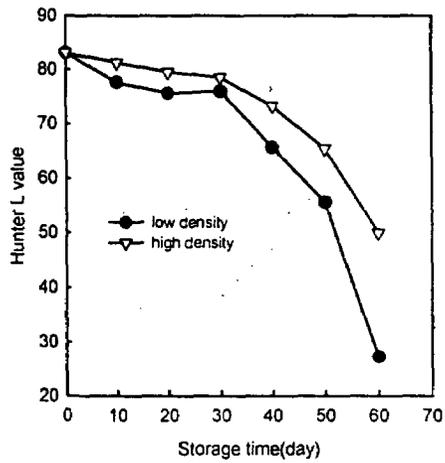


Fig. 41. Effects of density of sawdust on lightness of pine agaric flesh during storage at 3°C.

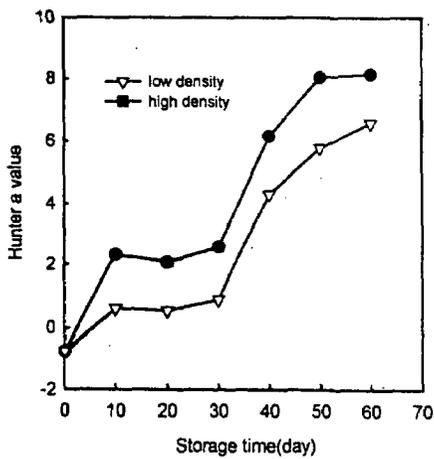


Fig. 42. Effects of density of sawdust on redness of pine agaric flesh during storage at 3°C.

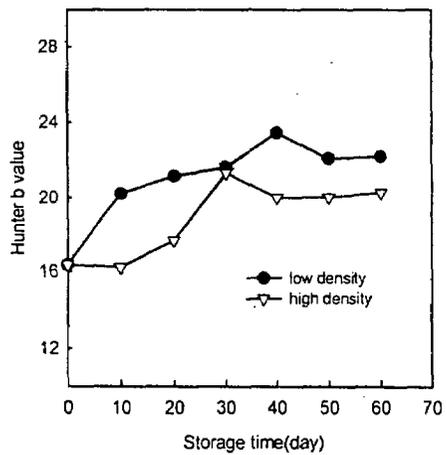


Fig. 43. Effects of density of sawdust on yellowness of pine agaric flesh during storage at 3°C.

툽밥의 밀도가 송이의 갈변도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장 기간에 따른 송이의 갈변도의 변화를 측정하여 Fig. 37에 나타내었다. 저장 40일까지는 저밀도 툽밥저장에서는 0.224/g, 고밀도 경우에 0.358/g으로 저밀도 경우의 갈변도가 낮게 나타났으나 저장 60일 이후에는 각각 0.589 및 0.413/g을 나타내 고밀도 저장에서 갈변도가 낮게 나타났다.

#### 6) 색도의 변화

툽밥의 밀도가 송이의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이표면과 육의 명도, 적색도, 황색도의 변화를 측정하여 Fig. 38~43에 도시하였다.

송이표면의 명도변화(Fig. 38)에 있어서 저장툽밥 밀도의 크기에 관계없이 저장기간의 경과에 따라 감소하였으며 저장 40일까지는 고밀도 툽밥의 저장에서 저밀도 저장에서보다 송이표면의 명도가 다소 높게 나타났다. 적색도의 변화를 Fig. 39에 나타내었는데 저장 30일째 저밀도 툽밥저장과 고밀도에서 각각 8.16 및 8.02를 나타내 최고값을 보였으며 툽밥의 밀도 차이에 의한 적색도의 변화는 크지 않았다. 송이표면의 황색도 변화를 Fig. 40에 나타내었다. 이 그림에서 보듯이 툽밥밀도에 관계없이 저장기간에 따라 감소하는 경향을 보였다. 저장 40일까지는 고밀도 툽밥 저장에서 다소 높은 값을 나타내었다. 이상과 같이 툽밥의 밀도를 달리하여 송이를 저장할 때 송이표면의 색도 변화에서 명도의 감소속도가 고밀도 툽밥에서 낮았고 적색도와 황색도에서는 밀도의 영향이 거의 없으므로 고밀도의 툽밥 저장하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

송이육색의 명도 변화(Fig.41)에서 밀도에 관계없이 저장기간 중 감소하는 경향을 보였고 저장 60일째 저밀도 툽밥저장에서는 27.22, 고밀도에서는 50.06으로 고밀도 저장에서의 명도가 높게 나타났다. 또한 저장40일째까지는 밀도에 관계없이 명도의 감소는 서서히 진행되었으나 그 이후 저장후기로 갈수록 명도의 감소는 급격히 일어났다. 특히 저밀도 툽밥 저장에서 감소폭이 컸다. 송이육의 적색도 변화(Fig. 42)에서는 저장기간

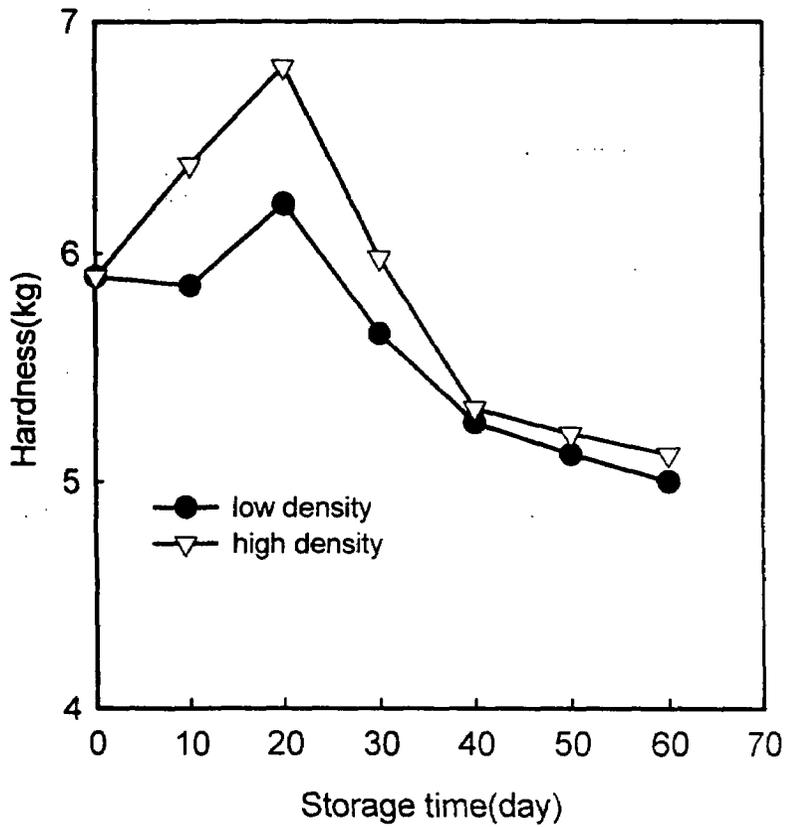


Fig. 44. Effects of density of sawdust on hardness of pine agaric during storage at 3°C.

Table 7. Effects of density of sawdust on sensory score<sup>1)</sup> of color of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time(day)	Density(g/cm <sup>3</sup> )	
	0.18	0.23
0	10.00	10.00
10	8.00	8.17
20	5.80	6.20
30	4.80	4.60
40	5.40	5.60
50	4.00	4.50
60	3.00	2.25

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

Table 8. Effects of density of sawdust on sensory score<sup>1)</sup> of flavor of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time(day)	Density(g/cm <sup>3</sup> )	
	0.18	0.23
0	10.00	10.00
10	7.00	7.50
20	6.20	6.20
30	5.20	5.20
40	5.40	5.20
50	4.00	4.25
60	3.00	2.50

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

Table 9. Effects of density of sawdust on sensory score<sup>1)</sup> of overall acceptance of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time(day)	Density(g/cm <sup>3</sup> )	
	0.18	0.23
0	10.00	10.00
10	7.42	8.08
20	6.00	6.20
30	4.90	4.80
40	5.40	5.30
50	3.75	3.75
60	3.00	2.25

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

에 따라 톱밥의 밀도에 관계없이 증가하는 경향을 보였으며 저밀도보다 고밀도 톱밥에서 적색도의 값이 낮게 나타나 고밀도에서의 갈변의 진행이 저밀도보다 느리다는 것을 알 수 있었다. 황색도변화를 Fig. 43에 도시하였다. 송이육의 황색도 변화는 저장기간에 따라 증가하는 경향을 나타내었는데 저밀도 톱밥의 저장보다 고밀도에서의 황색도 값이 낮게 나타났다.

#### 7) 경도의 변화

톱밥의 밀도가 송이의 texture에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이의 경도 변화를 측정하여 Fig. 44에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 저밀도와 고밀도 톱밥저장의 경우 저장 20일째 각각 6.21kg과 6.80kg으로 증가하였다가 그 이후 점차 감소하여 저장 60일째에는 각각 5.00kg과 5.12kg을 나타내었다. 이 결과에서 고밀도와 저밀도 저장에서의 경도의 변화는 비슷한 경향을 나타내지만 고밀도 톱밥저장의 경우가 높은 경도를 나타내어 송이육 조직의 분해가 저밀도 톱밥에 저장하는 것보다 억제됨을 알 수 있었다.

#### 8) 관능평가

톱밥의 밀도가 송이의 색, 향 및 전체적인 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이의 색, 향 및 품질 변화를 관능검사를 통하여 측정하고 Table 7~9에 나타내었다.

저장기간에 따른 송이 외관색의 변화(Table 7)에 있어서 톱밥을 저밀도(0.18g/cm<sup>3</sup>)로 조절하여 송이를 저장할 경우 저장 40일까지는 7.40으로 2등급 이상의 색을 유지하였지만 50일째에는 5.00으로 식용 가능하지만 상품성이 없을 정도로 변색이 되었으며 고밀도(0.23g/cm<sup>3</sup>) 톱밥의 저장 경우 저장 50일까지 상품성이 있는 색을 유지한 것으로 평가되었다.

Table 8에는 저장기간에 따른 송이 향의 변화를 나타내었는데 저밀도 톱밥 저장에서 저장 10일에 8.00으로 송이의 신선한 향이 느껴질 때(7.0 이상)까지의 기간은 10일 정도였으나 고밀도의 경우는 저장 20일까지 7.20으로 신선한 향이 느껴지는 것으로 나타났으며 저밀도와 고밀도 모

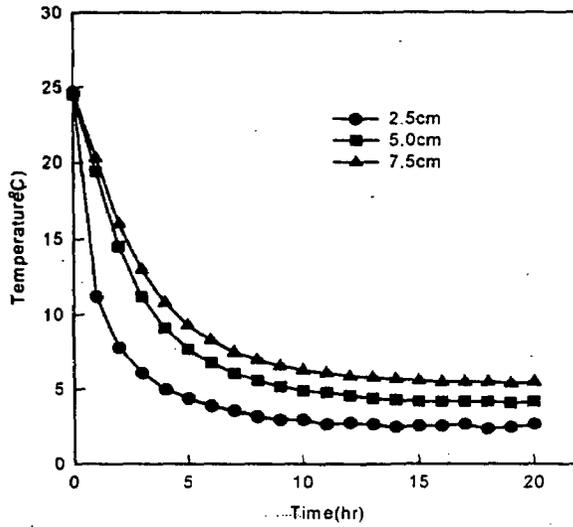


Fig. 45. Effects of depth from sawdust surface on changes of temperature of sawdust having low density( $0.18\text{g/cm}^3$ ) in styrofoam box during storage at  $3^\circ\text{C}$ .

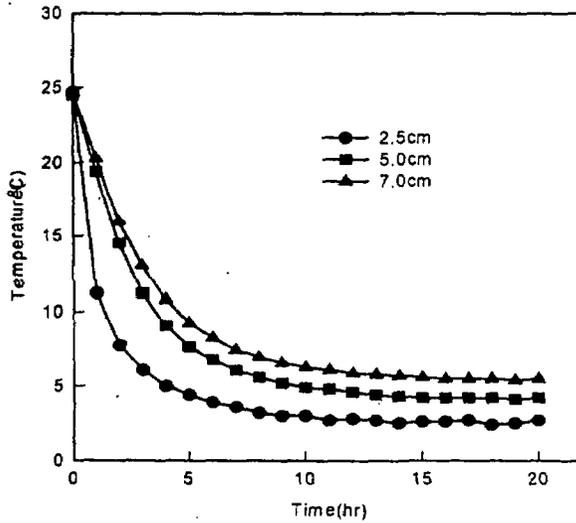


Fig. 46. Effects of depth from sawdust surface on changes of temperature of sawdust having high density( $0.23\text{g/cm}^3$ ) in styrofoam box during storage at  $3^\circ\text{C}$ .

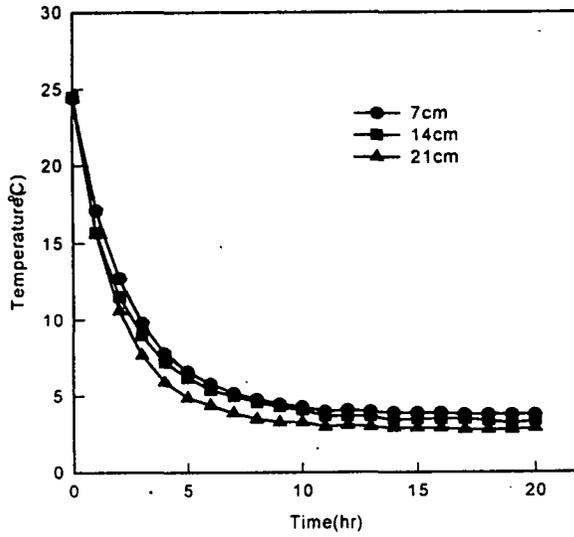


Fig. 47. Effects of width from sawdust margin on changes of temperature of sawdust having low density( $0.18\text{g/cm}^3$ ) in styrofoam box during storage at  $3^\circ\text{C}$ .

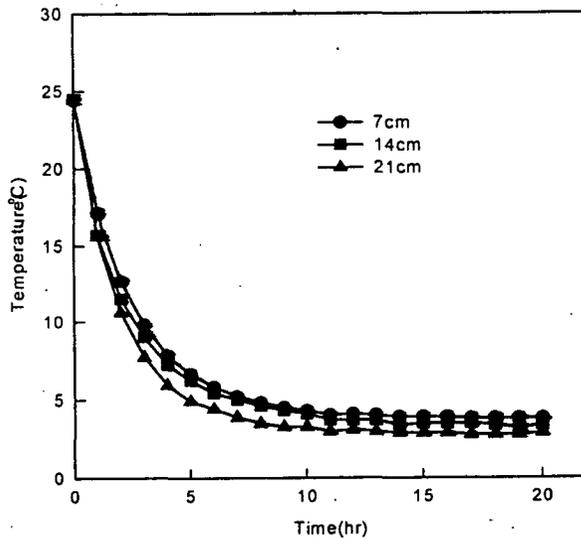


Fig. 48. Effects of width from sawdust margin on changes of temperature of sawdust having high density( $0.23\text{g/cm}^3$ ) in styrofoam box during storage at  $3^\circ\text{C}$ .

두 저장 40일까지 각각 5.40과 5.20으로 송이의 향이 존재하고 이취가 약간 풍기는 상태(5.0이상)를 유지하였다.

송이의 전체적인 품질의 관능평가 결과를 Table 9에 나타내었다. 송이의 품질이 중급(6.0이상)이상 유지되는 기간은 저밀도 톱밥저장의 경우 20일정 도이며 고밀도 저장에서는 30일 정도로 나타났으며 상품성이 있지만 하급(4.0이상) 정도의 품질을 유지하는 기간은 고밀도에서는 50일정도 저밀도의 경우에는 40일 정도였다.

#### 5. 톱밥의 밀도와 깊이가 저장톱밥의 온도에 미치는 영향

앞의 실험결과에서 톱밥의 밀도가 클수록 송이의 저장에 바람직할 것으로 예상되므로 저장초기에 사용되는 톱밥의 온도가 중요할 것으로 판단되어 톱밥의 밀도가 톱밥의 깊이에 따른 온도의 변화에 미치는 영향을 측정하여 Fig. 45~48에 도시하였다. 이 때 사용한 톱밥의 수분함량은 50%로 조절하였고 톱밥의 밀도는 각각  $0.18\text{g/cm}^3$ (저밀도),  $0.23\text{g/cm}^3$ (고밀도)가 되도록 용기에 채웠으며 톱밥을 담은 용기는 styrofoam box( $35 \times 25 \times 18\text{cm}$ )를 사용하였다. 톱밥을 담은 용기는  $3^\circ\text{C}$ 에 저장하면서 저장시간에 따른 온도의 변화를 측정하였다.

Fig. 45와 46은 톱밥의 밀도별로 톱밥의 표면에서 일정한 깊이에 위치한 톱밥온도의 변화를 저장시간에 따라 각각 나타내었다. 이 그림에서 보듯이 밀도에 관계없이 10분 이내 톱밥의 온도는 급격히 떨어지는 경향을 보였다. 표면에서 2.0cm 위치의 톱밥은 10분안에  $3^\circ\text{C}$ 에 도달하였지만 7.5cm 위치의 톱밥은 20분 경과 후에도  $5.5^\circ\text{C}$ 를 유지하고 있었다. 그러나 본 실험에서 조절한 톱밥의 밀도에서는 밀도에 따른 온도변화의 차이는 거의 없었다.

Fig. 47와 48은 톱밥의 밀도별로 톱밥의 표면에서 3.0cm 깊이에 위치한 톱밥을 대상으로 표면의 기하학적 중심으로부터 모서리의 방향으로 일정거리에 위치한 톱밥온도의 변화를 저장시간에 따라 각각 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 밀도의 크기에 관계없이 10분만에 온도는

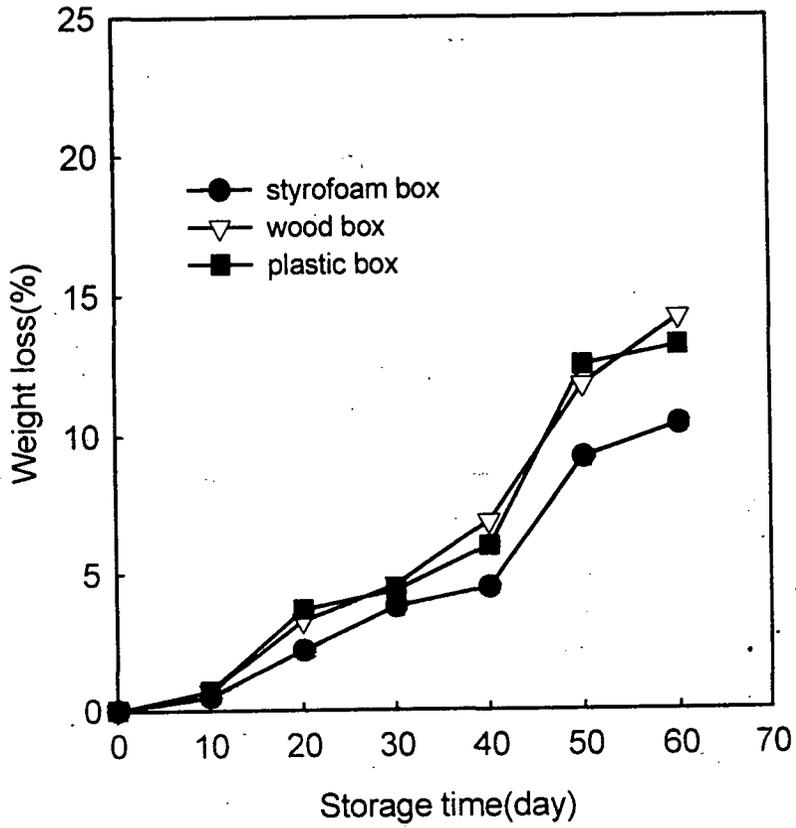


Fig. 49: Effects of containers of sawdust on weight losses of pine agaric during storage at 3°C.

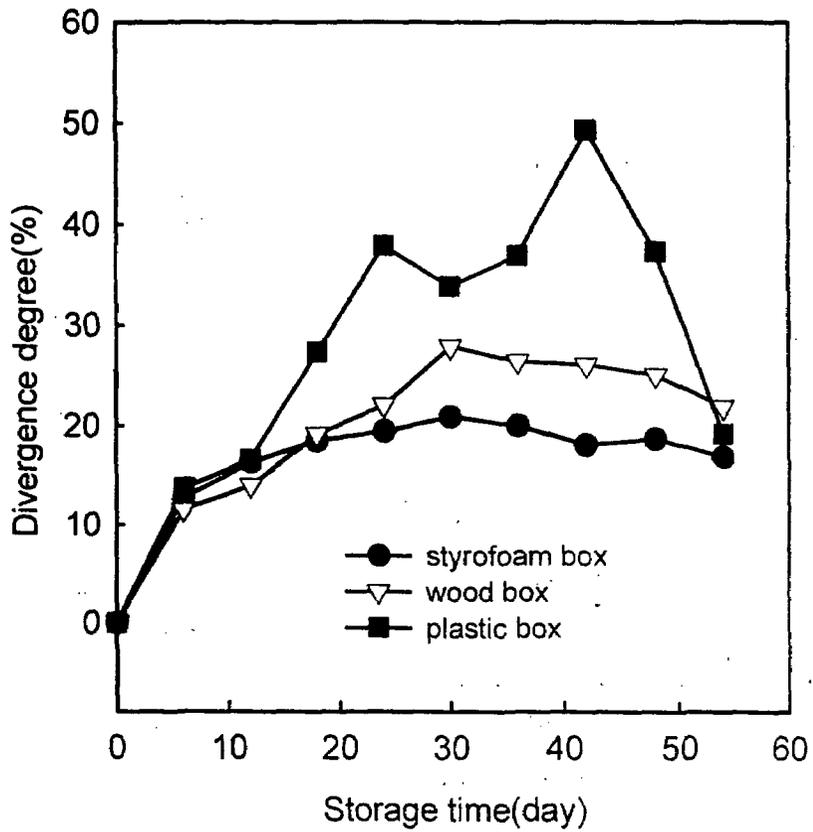


Fig. 50. Effects of containers of sawdust on divergence degree of pine agaric during at 3°C.

급격히 낮아졌으며 중심에서 21cm에 위치한 톱밥의 온도변화는 14분만에 3.0℃로 되었지만 7cm에 위치한 톱밥은 20분 경과 후에도 3.8℃를 유지하였다.

이상과 같이 톱밥표면의 깊이에 따라서 표면의 중심부터의 거리에 따라서 온도의 감소가 차이가 생기므로 송이저장을 위한 톱밥은 송이를 채취하기 24시간 전에 수분조절과 온도조절을 완료하는 것이 바람직할 것으로 판명되었다.

## 6. 저장용기의 종류에 따른 송이품질의 변화

송이를 톱밥으로 저장할 때 톱밥을 담은 저장용기의 종류에 따라 열 전달속도 및 수분 증발율의 차이로 인하여 송이의 품질에 영향을 미칠 것으로 판단되어 저장용기의 종류에 따른 송이품질의 변화를 측정하기 위하여 플라스틱상자(45.5×34×10cm), 나무상자(35×25×18cm) 및 styrofoam 상자(35×25×18cm)에 50%의 수분을 함유하는 톱밥을 밀도가 0.23g/cm<sup>3</sup> 되도록 각각 채워 송이를 저장하고 송이가 저장된 상자는 3℃에 저장하면서 저장기간에 따른 송이의 품질을 측정하였다.

### 1) 중량감모율의 변화

저장용기의 종류에 따른 송이의 중량감모율의 변화를 Fig. 49에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 styrofoam 상자, 나무상자 및 플라스틱 상자에 저장한 송이의 중량감모율은 저장 60일째 각각 10.4, 14.2 및 13.2를 나타내 styrofoam 상자에서는 저장초기부터 저장 60일째까지는 다른 상자에 비해 낮게 나타났으며 플라스틱 상자와 나무상자의 경우는 거의 직선적으로 증가하는 경향을 나타내 styrofoam 상자에 저장하는 것이 중량감모율을 낮추는데 효과적일 것으로 판단되었다.

### 2) 개산율의 변화

Fig. 50은 저장용기의 종류에 따른 송이의 개산율의 변화를 도시한 그림이다. Styrofoam 상자의 경우 저장 18일째까지 18.55%로 증가하였으나 그 이후로는 큰 변화를 나타내지 않았으며 나무상자의 경우는 저장

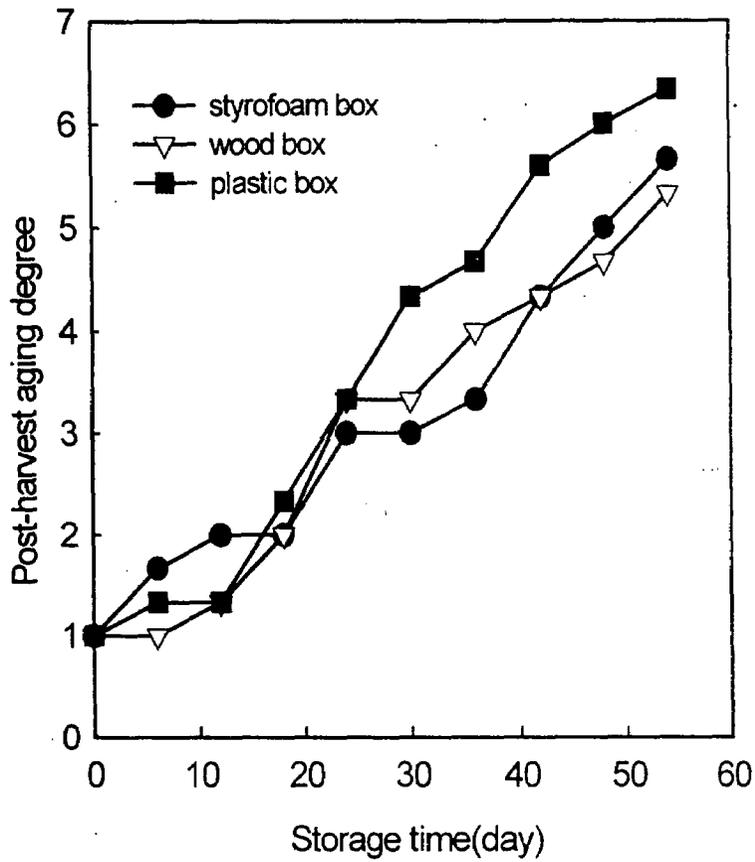


Fig. 51. Effects of containers of sawdust on degree of post-harvest aging in pine agaric during storage at 3°C.

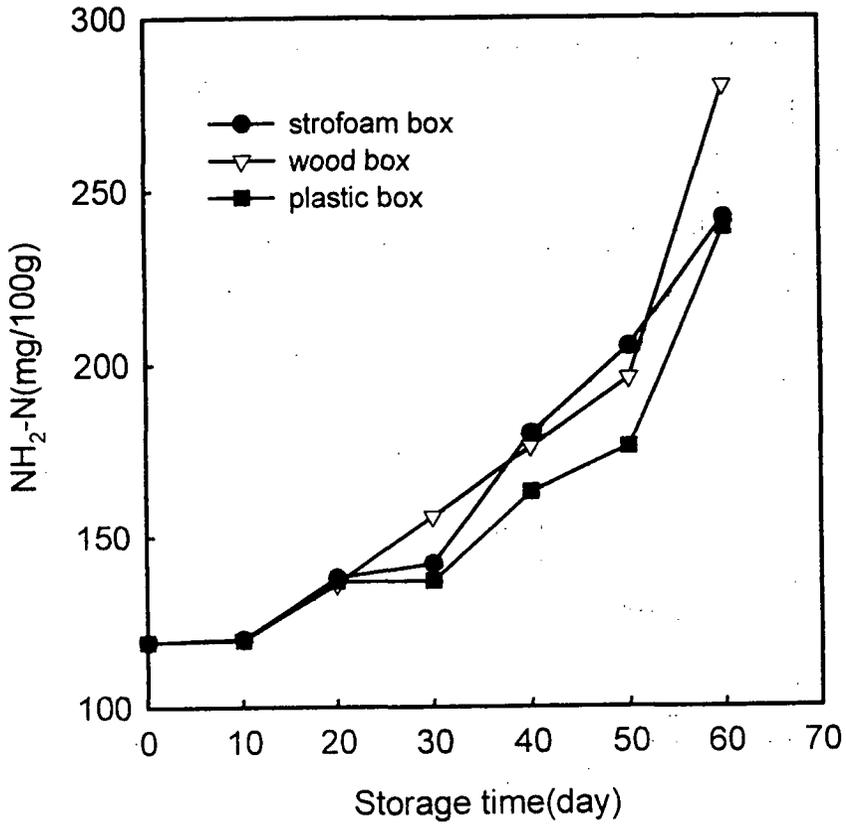


Fig. 52. Effects of containers of sawdust on changes of amino form nitrogen in pine agaric during storage at 3°C.

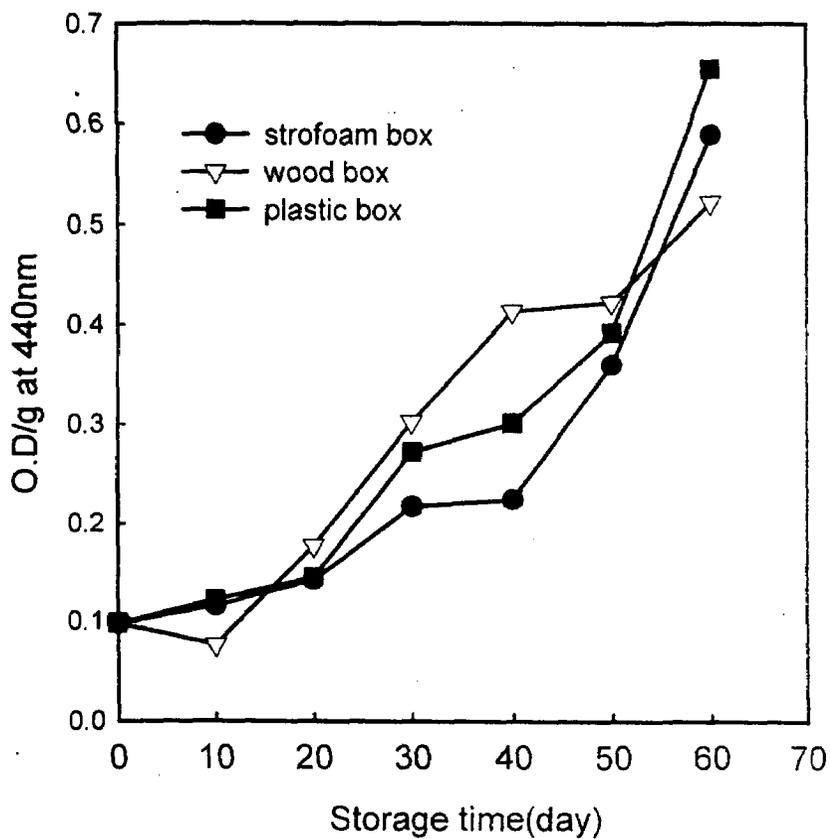


Fig. 53. Effects of containers of sawdust on browning degree of pine agaric during storage at 3°C.

30일째까지 27.90%로 증가하다가 그 이후로는 큰 변화를 보이지 않았다. 그러나 플라스틱 상자에 저장할 경우에 저장 42일 때 49.34%로 높은 증가율을 나타내었다. 이와 같이 개산율의 최대값은 styrofoam 상자에서 가장 낮게 나타나 styrofoam 상자에 송이를 저장하는 것이 개산율을 낮추는데 바람직할 것으로 판단되었다.

### 3) 후숙도의 변화

툽밥의 저장용기의 종류가 송이의 후숙도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이의 후숙도 변화를 관능검사를 통하여 측정하고 그 결과를 Fig. 51에 나타내었다. 저장용기의 종류에 관계없이 저장기간에 따라 후숙도는 증가하였으며 턱받이가 50%이하 부분적으로 파손된 정도의 후숙도(3.0)를 나타낸 저장기간은 styrofoam 상자, 나무상자와 플라스틱상자에서 각각 저장 30일과 24일이었다. 이러한 결과를 고려하면 styrofoam 상자에서 송이를 저장하는 것이 후숙도를 억제하는데 효과적일 것으로 생각된다.

### 4) 아미노태질소의 변화

툽밥의 저장용기의 종류가 송이의 선도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이의 아미노태질소의 변화를 측정하여 Fig. 52에 나타내었다. 이 그림에서 보듯이 저장용기의 종류에 관계없이 저장기간에 따라 송이의 아미노태질소의 양은 증가하였으며 styrofoam 상자, 나무상자 및 플라스틱 상자의 경우 저장 60일에 각각 242.0, 280.0 및 239.0 mg/100g 으로 styrofoam 상자와 플라스틱 상자의 차이는 거의 없었으나 나무상자의 경우 다소 높게 나타났다.

### 5) 갈변도의 변화

저장용기의 종류가 송이의 갈변도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이의 갈변도의 변화를 측정하여 Fig. 53에 나타내었다. 저장 50일째 각 저장용기의 갈변도는 styrofoam 상자의 경우 0.360/g 이었고 나무상자는 0.422/g, 플라스틱 상자는 0.392/g으로 styrofoam 상자에서 가장 낮게 나타났다. 송이의 저장 중에 일어나는 갈변반응은 효

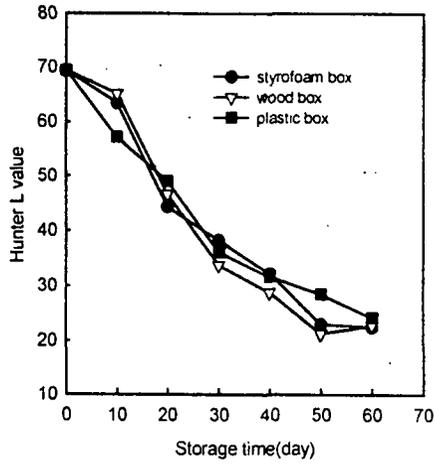


Fig. 54. Effects of containers of sawdust on lightness of pine agaric skin during storage at 3°C.

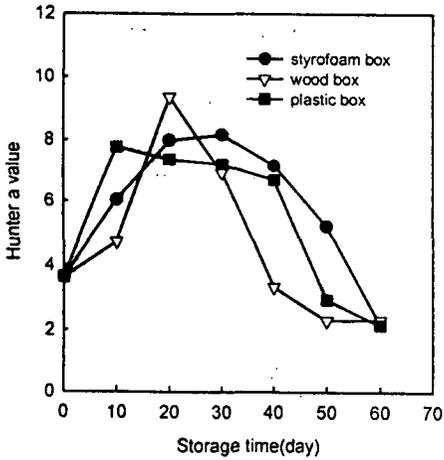


Fig. 55. Effects of containers of sawdust on redness of pine agaric skin during storage at 3°C.

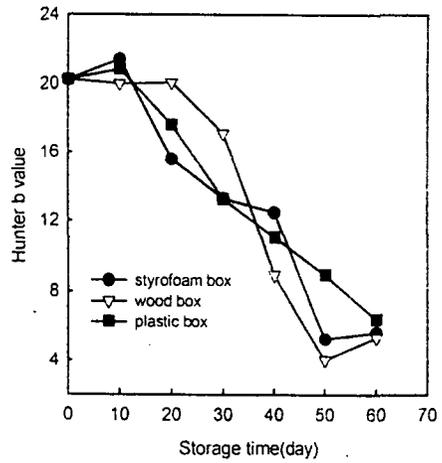


Fig. 56. Effects of containers of sawdust on yellowness of pine agaric skin during storage at 3°C.

소적 갈변반응이라는 것을 고려하면 저장용기재료의 열전달 차이로 인한 온도차이로 인하여 저장용기에서의 갈변도 차이가 나타나는 것으로 생각되었다.

#### 6) 색도의 변화

저장용기의 종류가 송이의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이표면과 육의 명도, 적색도, 황색도의 변화를 측정하여 Fig. 54~56에 도시하였다.

송이표면의 명도변화(Fig. 54)에 있어서 저장 60일째 styrofoam 상자, 나무상자 및 플라스틱 상자에서의 명도는 각각 22.49, 22.81 및 24.17로서 저장용기의 종류에 관계없이 저장기간의 경과에 따라 감소하였으며 저장용기간의 차이는 거의 없었다. 적색도의 변화(Fig. 55)에 있어서는 styrofoam 상자의 경우 저장 30일째 8.16으로 최고값을 나타내었고 나무상자 저장의 경우 저장 20일째 9.36으로 최고값을, 플라스틱 상자는 저장 10일째 7.76으로 최고값을 나타내었다. 버섯의 갈변반응은 효소가 관여하는 반응으로 갈변이 진행됨에 따라 적색도는 최고값에 달하였다가 감소하는 것이 일반적인 경향인 것을 미루어 보면 적색도의 최고값에 도달하는 기간이 30일로 가장 길게 나타난 styrofoam 상자에서의 저장이 송이의 갈변을 억제하는 데 효과적일 것으로 판명되었다. 저장용기의 종류에 따른 황색도의 변화를 Fig. 56에 도시하였다. 이 그림에서 알 수 있듯이 저장용기의 종류에 관계없이 황색도는 감소하는 경향을 보였으며 특히 나무상자 저장에서는 저장 20일째까지 20.00이상으로 큰 변화가 없다가 그 이후 급격하게 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 전체적으로 저장용기의 종류에 따른 차이는 크지 않았다.

송이육색의 명도 변화(Fig. 57)에서는 저장용기의 종류에 관계없이 저장기간의 경과에 따라 명도는 모두 감소하는 경향을 나타내었으며 styrofoam 상자에 저장한 송이의 명도는 저장 50일째 55.64를 보여 저장 초기의 65%이상으로 비교적 높은 값을 나타내었지만 나무상자와 플라스틱 상자의 경우 각각 39.22 및 43.94로서 초기의 50% 이하를 나타내 낮은

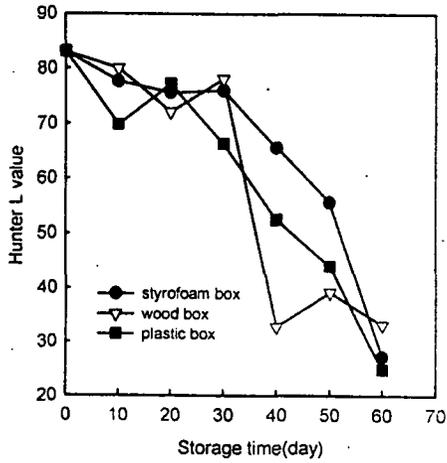


Fig. 57. Effects of containers of sawdust on lightness of pine agaric flesh during storage at 3°C.

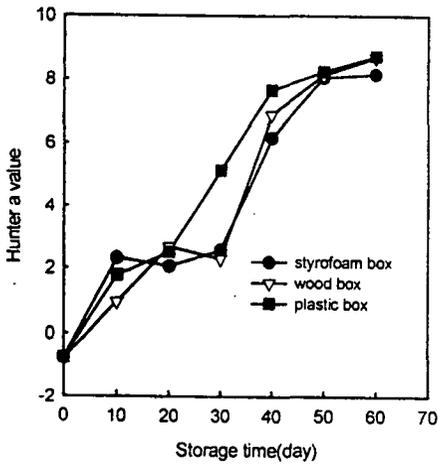


Fig. 58. Effects of containers of sawdust on redness of pine agaric flesh during storage at 3°C.

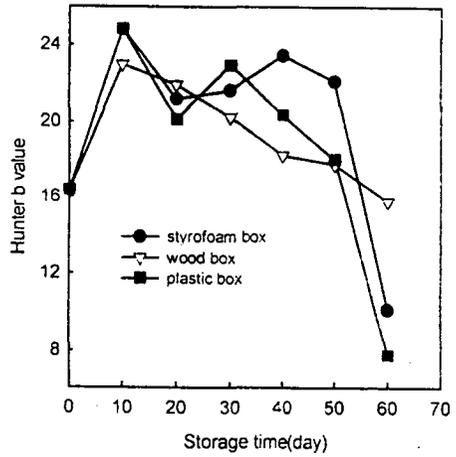


Fig. 59. Effects of containers of sawdust on yellowness of pine agaric flesh during storage at 3°C.

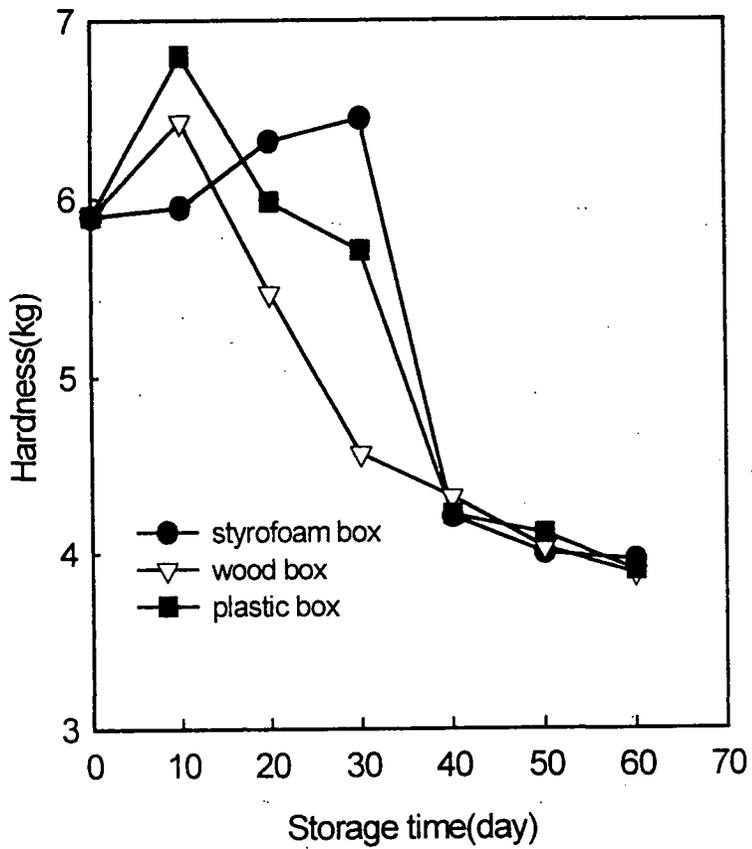


Fig. 60. Effects of containers of sawdust on hardness of pine agaric during storage at 3°C.

값을 보였다. 적색도의 변화를 Fig. 58에 도시하였다. 이 그림에서 알 수 있듯이 저장용기의 종류에 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였으며 styrofoam 상자와 나무상자의 경우에 저장 30일 쯤 각각 2.56과 2.29였으나 플라스틱 상자에서는 5.14로 높은 값을 나타내었다. 앞의 Fig. 55에서 언급한 송이표면의 적색도 변화가 최고값에 이르렀다가 다시 감소하는 경향을 보였지만 송이육 적색도의 변화에 있어서는 저장기간 중에 계속하여 증가하는 경향을 나타내었다. 이것은 송이에서 일어나는 갈변반응은 효소에 의해서 송이의 polyphenol 화합물이 산화되면서 일어나기 때문에 공기중의 산소와 쉽게 접촉할 수 있는 송이의 표면에서의 갈변반응이 송이육 보다 빨리 진행되기 때문으로 판단된다. 송이육의 황색도 변화(Fig. 59)에 있어서는 저장용기의 종류에 관계없이 최고값에 도달하였다가 감소하는 경향을 보였는데 styrofoam 상자, 나무상자 및 플라스틱 상자는 저장 10일만에 각각 24.83, 22.96 및 24.83으로 최고값을 나타내었다.

#### 7) 경도의 변화

저장용기의 종류가 송이의 texture에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이의 경도 변화를 측정하여 Fig. 60에 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 styrofoam 상자에 있어서는 저장 30일까지는 5.9~6.4kg으로 큰 변화가 없다가 그 이후는 감소하는 경향을 나타내었다. 나무상자와 플라스틱 상자에 있어서는 저장 10일까지 큰 변화가 없다가 그 이후로 감소하였다. 그러므로 경도의 변화를 보면 styrofoam 상자에서 저장하는 것이 송이의 경도를 오랜 시간 유지하는데 바람직할 것으로 판단된다.

#### 8) 관능평가

저장용기의 종류가 송이의 색, 향 및 전체적인 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장기간에 따른 송이의 색, 향 및 품질 변화를 관능검사를 통하여 측정하고 Table 10~12에 나타내었다.

송이의 색을 관능검사를 통하여 측정한 결과(Table 10) 송이색의 변

Table 10. Effects of containers of sawdust on sensory score<sup>1)</sup> of color of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time(day)	Packing box		
	styrofoam	wood	plastic
0	10.00	10.00	10.00
10	8.00	7.33	6.83
20	5.80	5.00	6.20
30	4.80	4.20	3.60
40	5.40	3.60	3.20
50	4.00	3.67	2.17
60	3.00	1.75	1.25

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

Table 11. Effects of containers of sawdust on sensory score<sup>1)</sup> of flavor of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time(day)	Packing box		
	styrofoam	wood	plastic
0	10.00	10.00	10.00
10	7.00	6.83	7.50
20	6.20	6.00	6.40
30	5.20	4.80	5.00
40	5.40	4.80	4.40
50	4.00	3.83	3.00
60	3.00	2.50	2.50

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

Table 12. Effects of containers of sawdust on sensory score<sup>1)</sup> of overall acceptance of pine agaric during storage at 3°C.

Storage time(day)	Packing box		
	styrofoam	wood	plastic
0	10.00	10.00	10.00
10	7.42	7.00	7.08
20	6.00	5.40	6.20
30	4.90	4.20	4.00
40	5.40	3.90	3.80
50	3.75	3.58	2.50
60	3.00	2.38	1.75

<sup>1)</sup> Significant level(0.05)

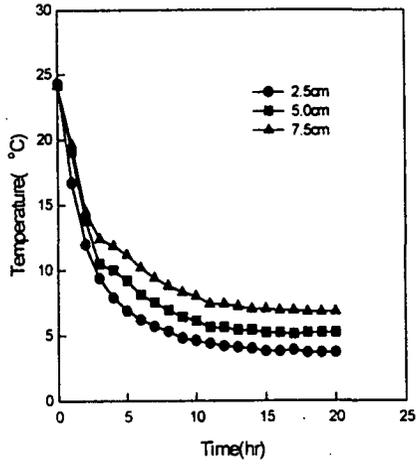


Fig. 61. Effects of depth from sawdust surface on changes of temperature of sawdust in plastic box during storage at 3°C.

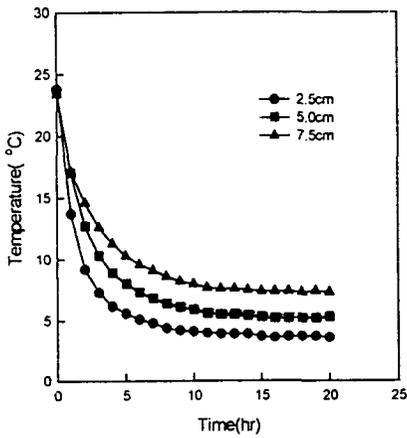


Fig. 62. Effects of depth from sawdust surface on changes of temperature of sawdust in wood box during storage at 3°C.

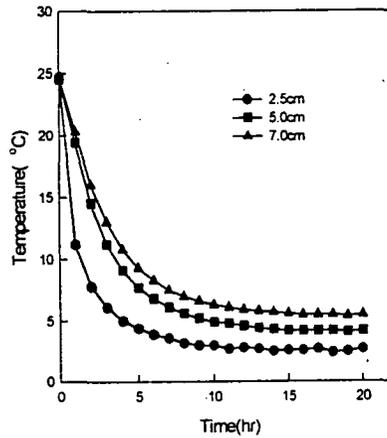


Fig. 63. Effects of depth from sawdust surface on changes of temperature of sawdust in styrofoam box during storage at 3°C.

색정도로 보아 식용가능하고 상품성을 인정할 수 있는 정도(6.0)까지 품질을 유지되는 기간은 styrofoam 상자에 저장할 경우 40일이었고 나무상자의 경우 30일, 플라스틱 상자에서는 20정도였다. 상품성이 떨어지지만 식용 가능한 변색정도는 각각 50일, 40일 및 30일로 나타났다.

송이의 향을 검사한 결과(Table 11)에서는 신선한 송이의 향을 느낄 수 있는 저장기간은 styrofoam 상자에서는 20일 나무상자와 플라스틱 상자에서는 10일정도로 나타났다. 송이의 향이 존재하고 이취가 약간 나는 정도(5.0점)의 상태를 유지하는 기간은 styrofoam 상자의 경우 50일이었으나 나무상자와 플라스틱 상자에서는 30일에 불과하였다.

송이의 전체적인 품질의 관능평가 결과를 Table 12에 나타내었다. 송이의 품질이 중급(6.0이상)이상 유지되는 기간은 styrofoam 상자에서는 40일이었지만 나무상자와 플라스틱 상자에서는 20일로 짧았으며 송이의 전체적인 품질이 하급으로 분류될 상태(4.0이상)를 유지되는 기간은 styrofoam 상자는 60일, 나무상자는 50일, 플라스틱 상자는 40일 정도로 나타났다.

## 7. 용기의 종류가 톱밥의 온도 변화에 미치는 영향

앞의 실험결과에서 저장용기의 종류가 송이를 저장할 때 송이의 품질에 영향을 미친다는 것이 판명되었으므로 용기의 종류가 톱밥의 온도 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 앞의 실험에 사용한 용기에 수분 50%로 조절한 톱밥을 채워 3°C에 저장하면서 톱밥의 표면에서부터 일정한 깊이에 존재하는 톱밥의 온도변화와 톱밥표면의 기하학적 중심에서 모서리방향으로 일정한 거리에 위치하고 표면에서 10cm 깊이에 위치한 톱밥의 온도변화를 저장시간의 경과에 따라 측정하여 Fig. 61~66에 도시하였다. Fig. 61~63에서 알 수 있듯이 용기의 종류에 관계없이 온도는 저장 10시간 안에 급격히 낮아지고 그 이후로는 완만하게 감소하였다. 톱밥의 표면과 가까운 2cm 깊이의 톱밥은 용기의 종류에 관계없이 15시간 이후 3°C에 도달하였지만 7cm 깊이의 톱밥은 3°C에 20시간 동안 저

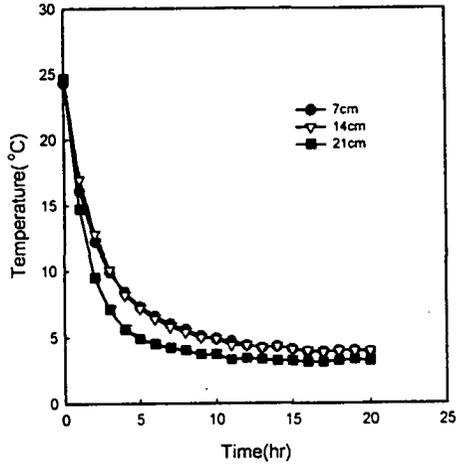


Fig. 64. Effects of width from sawdust margin on changes of temperature of sawdust in plastic box during storage at 3°C.

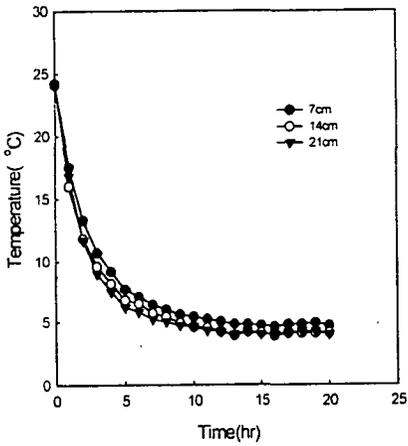


Fig. 65. Effects of width from sawdust margin on changes of temperature of sawdust in wood box during storage at 3°C.

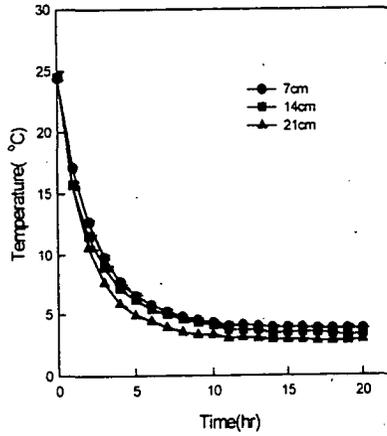


Fig. 66. Effects of width from sawdust margin on changes of temperature of sawdust in styrofoam box during storage at 3°C.

장하여도 3℃까지 도달하지 않았다. 또한 톱밥표면의 기하학적 중심으로 부터 모서리 방향으로 일정거리에 위치한 톱밥의 온도 변화(Fig. 64~66)에 있어서 중심으로부터 가장 멀리 위치(21cm)한 지점의 톱밥 온도변화는 나무상자와 플라스틱 상자에서는 20시간 저장 후에도 3℃이하로 온도가 내려가지 않았으나 styrofoam 상자에서는 14시간 저장 후에 3℃에 도달하였다. 그러나 중심으로부터 7cm와 14cm에 위치한 톱밥에 있어서는 용기의 종류에 관계없이 20시간 저장하여도 온도가 3℃이하로 떨어지지 아니하였다.

이상과 같은 결과를 미루어 styrofoam 상자에 톱밥으로 송이를 저장할 경우에 톱밥의 온도를 낮추기 위하여 최소한 24시간 전에 3℃에 톱밥을 저장하여 미리 냉각하여야만 톱밥의 냉각에 소요되는 시간 경과로 인한 송이의 품질이 저하되는 것을 억제할 수 있을 것으로 판명되었다.

#### 8. 송이향기 성분의 변화

송이를 수분 50% 함유 톱밥을 밀도가 0.23g/cm<sup>3</sup> 되도록 채운 styrofoam 상자의 톱밥 속에 넣어 3℃에 저장할 때, 저장 직전의 송이와 송이의 품질이 중급으로 평가된 저장 40일째의 송이의 향기성분을 측정 한 결과를 Table 13에 나타내었다. 이 표에서 알 수 있듯이 저장 직전의 송이에서는 15 종류의 향기성분이 동정되었으며 저장 40일 후의 송이에서는 16종의 향기성분이 동정되었다. 저장 직전의 송이 향기성분의 함량은 1-octen-3-ol이 74.85%로 가장 높았으며 methyl cinnamate가 12.04%, 2-octenol이 7.42%, octyl alcohol은 3.84%로서 전체 향기 성분의 98.15%를 차지하였다. 이러한 결과는 Ahn과 Lee(1986)가 발표한 결과와 비슷하였다. 그러나  $\alpha, \beta$ -pinene이 각각 0.11과 0.12%씩 함유되어 있는 것은 Ahn과 Lee(1986)의 결과와 차이가 있다. Cho등(1999)이 소나무 가지로부터 추출한 향기성분 중  $\alpha, \beta$ -pinene의 함량이 매우 높고 이 물질이 솔향기를 나타내는 주성분이라고 보고한 것을 미루어 볼 때 송이에서 이 물질이 동정된 것은 송이의 향기성분이 소나무의 향기성분에 영향을

Table 13. Changes of volatile compounds from pine agaric burried in sawdust during storage at 3°C.

Compounds	Storage time(day)	
	0	40
Cyclopentane	0.31	0.25
Benzene	0.09	0.02
$\alpha$ -Pinene	0.11	0.34
$\beta$ -Pinene	0.12	0.21
$\alpha$ -Terpinene	-	0.50
Ethylene glycol	0.12	0.10
Propylene glycol	0.11	0.04
1-Heptan-3-one	0.01	0.02
1-Octen-3-one	0.14	0.04
1-Octen-3-ol	74.85	68.72
3-Octanol	0.13	0.08
2-Octenal	0.10	0.04
2-Octenol	7.42	8.14
Octyl alcohol	3.84	5.25
Linalool oxide	0.07	0.23
Methyl cinnamate	12.04	15.4
The others	0.54	0.62
Total	100	100

받는 것으로 보여진다. 또한 40일 저장 후 송이 향기의 주성분은 저장직 전 송이의 성분과 거의 같았으며 함량도 전체 97.51%를 차지하였다. 저장 직전 송이에서는 검출되지 않았지만 저장 40일 후의 송이에서 동정된 성분은  $\alpha$ -terpinene로서 0.50%를 나타내었다.  $\alpha$ -Terpinene는 소나무 가지에서 추출되는 향기성분으로 보고된 것(Cho et al., 1999)을 보면 송이를 저장하기 위하여 사용한 소나무 톱밥이 시료 채취중 혼입되었거나 저장 중 톱밥의 향기성분이 송이로 이행된 것으로 판단된다. 그리고 저장 직전의 경우에 1-octen-3-ol은 74.85%이던 것이 저장기간이 경과함에 따라 다소 감소하여 40일 후에는 68.72%를 나타내었고 이와 반대로 methyl cinnamate는 저장 직전에 12.04%이었던 것이 저장 40일 이후 15.4%로 증가하였다. 저장기간에 따라 송이의 향이 감소하는 것이 1-octen-3-ol의 감소 때문으로 보고된 것으로 미루어 본 실험에서 저장 중 송이향의 감소는 1-octen-3-ol의 감소 때문으로 판단되었다.

## 제 4 절 적 요

송이의 품질유지 기간을 연장하기 위한 조건을 규명할 목적으로 포장재의 종류가 송이저장 중 품질에 미치는 영향을 측정하기 위하여 송이를 CPV, P/A/P, N/P, P film으로 일부 포장하고, 피막제 처리의 효과를 측정하기 위하여 10% chitosan용액과 10% prowax용액으로 각각 처리하고 앞에서 언급한 포장재로 포장하였으며 톱밥과 마사토에 저장하였을 때 및 질소가스로 충전포장하여 이들 모두 3°C에 저장할 때 중량감모율, 아미노태질소, 갈변도, 경도, 및 후속도의 변화와 관능평가를 측정한 결과는 다음과 같다.

중량감모율의 속도를 낮추는 효과가 있는 포장지는 CPV와 P film이었으며 50% 수분함유 톱밥에 저장할 때에도 낮게 나타났다. 송이를 chitosan과 prowax로써 피막 처리하는 방법과 질소가스로 충전포장하는 것은 중량감모율의 속도를 낮추는데 큰 효과가 없었다.

아미노태질소의 변화에 있어서 저장기간의 경과에 따라 증가하였으며 포장지의 종류에 따른 증가속도의 차이는 거의 없었지만 chitosan, prowax로서 피막처리한 것과 톱밥에 저장한 시료는 증가속도가 현저히 낮았다. 질소가스 충전은 아미노태질소량의 변화에 영향을 미치지 않았다.

갈변도의 증가에 모든 포장시료에서 포장지의 종류에 관계없이 급격히 증가하였지만 톱밥과 마사토에 저장한 송이에서는 갈변도의 증가속도가 낮았다. 또한 피막제 처리와 질소가스 충전포장은 갈변도의 변화에 영향을 미치지 않았다.

경도는 CPV와 P film으로 포장된 송이에서 저장기간의 경과에 따라 감소하였으나 피막제 처리된 시료와 마사토에 저장한 것은 증가하였다. 톱밥에 저장한 시료는 큰 변화가 없었다.

후속도의 변화에 있어서 턱받이가 50%이하 파손된 상태를 나타낸 품질 유지기간은 피막처리한 시료와 모든 포장지의 시료는 40일, 톱밥저장

시료는 50일이었고 질소가스충진 포장에서는 40일 이하이었다.

관능적으로 송이의 색을 판별하였을 때 상품성이 있는 색을 유지하는 기간은 모든 포장지에서 20일, 피막처리한 시료와 질소가스 충진 포장 시료는 30일, 톱밥저장 시료에서는 40일 이상이었다.

전체적인 송이의 품질을 관능적으로 평가하였을 때 송이의 품질이 중급이상으로 평가된 것은 CPV film 포장과 질소가스충진 포장은 20일, 나머지 포장지의 경우 10일, 피막제 처리시료는 30일, 톱밥저장에서는 50일이었다.

송이의 톱밥저장시 톱밥의 수분함량이 송이의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 톱밥의 수분함량을 30, 50 및 70%로 조절한 후 3℃에 저장하면서 송이의 중량감모율, 개산율, 아미노태질소, 갈변도, 경도, 및 후숙도의 변화와 관능평가를 측정된 결과는 다음과 같다.

중량감모율에서는 30% 수분함유 톱밥의 경우가 가장 높게 나타났고 50%와 70%는 큰 차이가 없었다.

개산율의 변화에서는 톱밥의 수분함량이 낮을수록 최대값에 이르는 기간은 길어지고 개산율의 최대값은 증가하였다.

후숙도의 변화에서 상품성이 가장 오랫동안 유지되는 것은 50% 수분함유 톱밥에 저장한 시료였다.

아미노태질소의 변화는 50% 수분함유 톱밥에서 가장 낮게 나타났다.

갈변도에서는 톱밥의 수분함량에 따른 차이는 크지 않았다.

송이 표면 색도의 변화에서 명도는 저장기간의 경과에 따라 감소하였으며 적색도는 톱밥의 수분량이 증가할수록 최고값에 도달하는 시간은 짧아지고 최고값이 증가한다. 황색도는 톱밥의 수분함량의 영향은 거의 없었다.

송이육색의 변화에 있어서 명도는 수분함량에 관계없이 저장기간에 따라 감소하였지만 수분 50% 함유 톱밥의 저장에서 명도의 감소속도가 가장 낮았다. 적색도는 저장기간의 경과에 따라 증가하였으며 저장 40일까

지 50% 수분함유 톱밥에서 가장 낮은 속도를 보였다. 황색도의 변화는 저장톱밥의 수분함량에는 거의 영향을 받지 않았다.

톱밥의 수분함량에 관계없이 송이의 경도는 저장 30일까지는 크게 변하지 않았다.

송이의 색을 관능적으로 평가할 때 가장 오랫동안 상품성을 유지한 상태는 톱밥의 수분함량이 50%일 경우였으며 저장기간은 40일이었다. 향에 대한 평가에 있어서는 송이 향이 존재하고 이취가 약간 나는 정도의 품질을 유지하는 기간은 50% 수분 톱밥에서 가장 길었으며 그 기간은 50일 정도였다. 송이의 전체적인 품질평가에서 중급정도의 품질을 유지하는 기간은 50% 수분 톱밥에서 가장 길었으며 그 기간은 40일 정도였다.

송이의 품질을 최적으로 유지할 수 있는 톱밥의 두께를 조사하기 위하여 수분함량을 19, 30, 50 및 70%로 조절된 톱밥을 styrofoam 상자(35×25×18cm)에 밀도가 0.18g/cm<sup>3</sup>되도록 각각 넣고 3℃에 저장하면서 톱밥의 표면에서부터 깊이가 2, 4, 6, 8 및 10cm에 위치한 톱밥의 수분함량 변화를 저장기간의 경과에 따라 측정한 결과 다음과 같다.

톱밥의 깊이에 따른 수분함량의 변화는 톱밥의 초기수분함량이 높을수록 톱밥의 깊이가 깊을수록 수분의 감소속도는 저장초기에는 낮고 저장후기에는 증가하였으며 톱밥의 초기수분함량이 낮으면 수분감소속도는 저장초기에 높고 저장후기에 낮다. 50% 수분함유톱밥일 경우 저장 60일 까지 수분함량이 크게 변하지 않는 톱밥의 깊이는 10cm이었다.

송이를 톱밥에 저장할 때 톱밥의 밀도가 송이의 품질에 미치는 영향을 조사할 목적으로 톱밥의 수분을 50%로 조절하여 밀도가 0.18 g/cm<sup>3</sup>(저밀도)과 0.23 g/cm<sup>3</sup>(고밀도)되도록 각각 styrofoam 상자(35×25×18cm)에 깊이 16cm까지 채우고 톱밥의 표면에서 10cm 깊이에 송이가 위치하도록 하여 이것을 3℃에 저장하면서 저장기간에 따른 중량감모율, 개산율,

후숙도, 아미노태질소, 갈변도, 색도, 경도 및 관능점수의 변화를 측정 한 결과는 다음과 같다.

툽밥의 고밀도 저장에서 중량감모율, 개산율, 후숙도, 아미노태질소의 함량, 갈변도가 낮게 나타났다.

송이표면과 육의 명도는 툽밥의 고밀도의 저장이 저밀도의 경우보다 높게 나타났다. 적색도와 황색도는 툽밥의 밀도에 큰 영향을 나타내지 않았다.

송이육의 경도는 툽밥의 고밀도 저장이 저밀도 보다 높게 나타났다.

송이의 색을 관능적으로 평가했을 때 고밀도 저장에서 50일까지는 상품성이 있는 색을 유지하였으며 송이 향이 존재하는 기간은 40일 정도였다. 전체적인 품질의 관능평가에서 툽밥의 고밀도 저장의 경우 상품성이 있는 기간은 50일 정도였다.

툽밥표면의 깊이에 따라서 표면의 중심부터의 거리에 따라서 온도의 감소가 차이가 생기므로 송이저장을 위한 툽밥은 송이를 채취하기 24시간 전에 수분조절과 온도조절을 완료하는 것이 바람직할 것으로 판명되었다.

저장용기의 종류에 따른 송이품질의 변화를 측정하기 위하여 플라스틱상자(45.5×34×10cm), 나무상자(35×25×18cm) 및 styrofoam 상자(35×25×18cm)에 50%의 수분을 함유하는 툽밥을 밀도가 0.23g/cm<sup>3</sup>되도록 각각 채워 송이를 저장하고 송이가 저장된 상자는 3℃에 저장하면서 저장기간에 따른 송이의 품질을 측정한 결과는 다음과 같다.

중량감모율, 개산율, 후숙도, 아미노태질소 함량, 및 갈변도의 변화에서는 styrofoam 상자가 다른 상자보다 낮게 나타났다.

송이표면의 명도와 황색도의 변화에서는 저장용기의 종류에 의한 영향은 거의 없었으나 적색도의 변화에서는 styrofoam 상자에서 가장 낮게 나타났다.

송이의 경도는 styrofoam 상자에서 저장할 때 가장 오래 유지되었다.

관능검사에 의한 송이의 색이 상품성이 인정될 정도의 색을 유지하는 기간은 styrofoam 상자에서 50일 정도로 가장 길었다. 송이의 향이 존재하는 기간에 있어서 styrofoam 상자에서 50일 정도로 가장 길게 나타났다. 송이의 전체적인 품질평가에서 styrofoam 상자에 저장할 경우 중급 이상의 품질을 유지하는 기간은 40일로 다른 상자에 비해 가장 길었다.

Styrofoam 상자에 톱밥으로 송이를 저장할 경우에 3°C에서 24시간 이상 미리 냉각하여야만 톱밥의 온도로 인한 송이의 품질이 저하되는 것을 억제할 수 있을 것으로 판명되었다.

송이를 수분 50% 함유 톱밥을 밀도가 0.23g/cm<sup>3</sup> 되도록 채운 styrofoam 상자의 톱밥 속에 넣어 3°C에 저장할 때, 저장 직전의 송이와 송이의 품질이 중급으로 평가된 저장 40일째의 송이의 향기성분을 측정 한 결과는 다음과 같다.

저장 직전의 송이에서 15종의 향기성분을 동정하였으며 1-octen-3-ol 이 74.85%로 가장 높았으며 methyl cinnamate가 12.04%, 2-octenol이 7.42%, octyl alcohol은 3.84%로서 전체 향기 성분의 98.15%를 차지하였다. 저장 40일 후의 송이에서는 16종의 향기성분을 동정하였으며 저장 직전의 송이보다 1-octen-3-ol의 함량은 감소하였고 methyl cinnamate는 증가하였다. 저장 직전의 송이에는 나타나지 않았던 성분으로 저장 후에 검출된  $\alpha$ -terpinene은 톱밥에서 유래되었다.

## 제 5 절 참 고 문 헌

- Ahn, J. and Lee, K. 1986. Studies on the volatile aroma compounds of edible mushroom(*Tricholoma matsutake*) of Korea. J. Korean Soc. Food Nutr., 15, 253~257.
- Bartlett, D.I. and Farthing, J.G. 1985. Rapid cooling of mushrooms in market containers. Mushroom, J., 154, 349.
- Beit-Halachmy, I. and Mannheim, C.H. 1992. Is modified atmosphere packaging beneficial for fresh mushrooms?. Lebensm. Wiss. u. Technol., 25, 426.
- Burton, K.S., Frost, C.E. and Atkey, P.T. 1987. Effect of vacuum cooling on mushroom browning. Inter. J. Food Sci. Technol., 22, 599.
- Cho, J., Lee, M., Lee, Y. and Yoon, J. 1999. Comparisons of volatile compounds of *Pinus densiflora* on kinds of extraction solvent and parts of pinus. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 973.
- Chung, S. K., Lee, D.S. and Koh, J.S. 1996. Interrelation between respiration rate, peel permeability and internal atmosphere for sealed and wax-coated satsuma mandarin oranges. Foods & Biotech., 5, 330.
- Dennis, P.M. and Leonard, L.M. 1975. Effect of storage on postharvest changes in mushrooms. J. Am. Soc. Hort. Sci., 100, 16.
- Goodenough, P.W. 1976. How chilled storage affects the physiology of mushrooms. Mushroom J., 43, 208.
- Gormley, R. 1975. Chill storage of mushroom. J. Sci. Food Agric., 26, 401.
- Han, D., Ahn, B. and Shin, H. 1992. Modified atmosphere storage for extending shelf life of oyster mushroom and shiitake. Korean J. Food Sci. Technol., 24, 376-384.
- Hong, S., Kim, Y. and Park, N. 1993. Modified atmosphere packaging

- of leaf lettuce. Korean J. Food Sci. Technol., 25, 270.
- Hong, S., Kim, Y. and Park, N. 1994. Changes of gas composition in package of fresh peeled garlic by packing materials. Korean J. Food Sci. Technol., 26, 713.
- Kader, A.A., Zagory, D. and Kerber, E.L. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 28, 1.
- Kim, B., Kim, D., Lee, S., Nahm, G and Jeong, J. 1995. Freshness prolongation of crisphead lettuce by vacuum cooling and cold-chain system. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 546-554.
- Kim, B., Nahmgung, B., Kim, O. and Kim, D. 1995. Freshness keeping of Shiitake mushroom by vacuum cooling. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 852-859.
- Kim, B., Nahmgung, B., Kim, O. and Kim, D. 1995. Freshness keeping of shiitake mushroom by vacuum cooling. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 852~859.
- Kim, D., Baek, H., Yoon, H. and Kim, K. 1989. Effect of CO<sub>2</sub> concentration in CA conditions on the quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 21, 461.
- Kim, J. and Ko, Y. 1997. Changes in chemical components of Korean kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) by storage temperature. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 618-622.
- Lee, D.S., Lee, J.J., An, S.S. and Koh, J.S. 1997. Effect of wax-coating degree on postharvest physiology of satsuma mandarin oranges. Foods & Biotech., 6, 171.
- Lee, S. and Kim, K. 1979. Studies on CA storage of fresh ginseng. Korean J. Food Sci. Technol., 11, 131.

- Lee, S., Kim, D. and Kim, K. 1991. Changes in quality of Shiitake mushroom(*Lentinus edodes*) during modified atmosphere(MA) storage. J. Korean Soc. Food Nutr., 20, 133.
- Lee, Y. and Lee, K. 1988. Effects of blanching, chemical dipping, freezing methods and storage period on quality of frozen mushrooms. Korean J. Food Sci. Technol., 20, 536~540.
- Nicholas, R. and Hammond, J.B.W. 1975. The relationship between respiration, atmosphere and quality in intact and perforated mushroom pre-pack. J. Food Technol., 10, 427.
- Nicholas, R. and Hammond. 1974. Investigation on storage of pre-packed mushrooms. Mushroom J., 24, 473.
- Ogawa, M. 1976a. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. II. *Tricholoma matsutake* in *Pinus pumila* var. *yezoalpina* forest. Trans Mycol. Soc., Japan 17: 176-187.
- Ogawa, M. 1976b. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. III. *Tricholoma matsutake* in *Picea glehnii*-*Abies sachalinensis* forest. Trans Mycol. Soc., Japan 17: 188-198.
- Ogawa, M. 1977. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. IV. *Tricholoma matsutake* in *Tsuga diversifolia* forests. Trans Mycol. Soc., Japan 18: 20-33.
- Ogawa, M. 1981. Micorrhiza in the pine forest the ecological study of matsutake as a microorganism. Kor. J. Mycol. 9, 225-227.
- Ogawa, M. and Ohara, H. 1978. Microbial ecology of 'Shiro' in *Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing. and its allied species. VIII. *Tricholoma bakamatsutake* Hongo in *Quercus mongoloca* var. *grosserrata* forest and *Q. serata* forests. Trans Mycol. Soc., Japan 19:

391-405.

- Ogawa, M., Hashimoto, S. and Matsumoto, M. 1989. Preservation of *Tricholoma matsutake* by using preservative. Korean patent No. 3411.
- Robert, D. H. and Robert, A. B. 1993. Reduction in gas exchanges of citrus fruit by wax coatings. *J. Agric. Food Chem.*, 41, 283.
- Robert, D. H. and Robert, A. B. 1994. Wax microemulsions as citrus coatings. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 899.
- Spies, T. R. and Chamber, D. C. 1951. Spectrophotometric analysis of amino acid and peptides with copper salt. *J. Biol. Chem.*, 191, 787.
- 조광동, 손영구, 정대성, 한기학, 1989. 버섯류의 저장가공연구. 농업기술연구소연차사업보고서, 2105-08, 534.