

팽이버섯의 품질특성 유지를 위한 포장방법의 개발

이동선* · 강준수** · 박우포***

(*경남대학교 생명과학부 · **동의공업대학 식품공업과 · ***마산대학 식품영양과)

Development of Packaging Methods to Keep the Quality of *Enoki* Mushroom (*Flammulina velutipes*)

Dong-Sun Lee* · Jun-Soo Kang** · Woo-Po Park***

*Division of Life Sciences, Kyungnam University

**Dept. of Food Engineering, Dongeui Technical College

***Dept of Food and Nutrition, Masan College

적 요

팽이버섯을 100g 및 500g 단위로 포장하고, 일정온도 조건에서 저장하면서, 포장내 기체조성, 중량손실, 대신장율, 표면색택, 관능적인 품질을 측정하여 포장조건을 최적화하고자 하였다. 검토된 포장조건으로는 초기 진공도와 기체투과도가 다른 포장필름이었다. 100g 단위의 포장실험에서 초기 진공도에서의 차이는 10°C에서 저장 2일후 포장내 기체조성에 유의한 영향을 미치지 못하는 것으로, 반진공 처리된 경우가 품질보존에서는 가장 양호하였다. 10°C에서 산소와 이산화탄소에 대하여 투과도가 각각 166 및 731 mL m⁻² h⁻¹ atm⁻¹인 폴리올레핀 필름을 사용한 100g 단위 포장의 산소농도 1.7~2.4%와 이산화탄소 농도 4.1~5.6%를 포장내에 형성하고 버섯의 선도유지에 효과적으로 기여하였다. 5~15°C 범위에서의 온도변이는 이 폴리올레핀 필름 포장내에 위대한 기체조성을 유발시키지 않았으나, 고온조건에서는 품질변화는 빨랐다. 500g 단위의 포장을 5°C에서 저장한 경우에는 낮은 기체투과도 (5°C에서 O₂ 및 CO₂에 대한 투과도가 각각 21 및 65 mL m⁻² h⁻¹ atm⁻¹)를 가진 30 μ m 두께의 폴리프로필렌 필름이 낮은 O₂농도와 높은 CO₂ 농도를 형성시킴에도 불구하고 저장 14일까지는 우수한 품질로 보존할 수 있었다.

I. 서론

팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 최근에 우리나라의 다양한 식단에 사용되고 있으며, 그 생산량도 크게 증가하였다(Cho 등, 1998a). 이러한 높은 생산량과 소비자로부터의 인기에도 불구하고 높은 호흡속도와 빠른 품질변화로 인하여 선도저하와 짧은 저장유통기간의 문제를 지니고 있다(Cho 등, 1998a; Cho 등,

1998b). 보통 양송이(*Agaricus bisporus*)와 같이 팽이버섯의 저장유통기한은 상온에서 적절치 못한 포장의 경우에 1~3일에 머문다(Burton과 Twynning, 1989; Cho 등, 1998a). 버섯의 품질저하는 주로 색택변화, 중량감소, 대신장, 갓의 개열, 이취발생 등에 의한다. 버섯의 선도유지를 위하여 여러 가지 수확후 처리기술이 시도되거나 이용되어 오고 있다. 이에 냉장저장의 이용(Gormley, 1975; Burton 등, 1987), 대절단(Ajlouni 등, 1992), 환경기체조절저장(Nichols와

Hammond 1973), 및 환경기체조절포장(Lopez 등, 1993; Roy 등, 1995) 등이 있다. Cho 등(1998b)은 1% 이하의 O₂ 농도와 15~20%의 CO₂ 농도를 갖는 팽이버섯의 포장이 10°C에서 우수한 품질을 유지시킨 것으로 보고하였다. Lopez 등(1993)은 2.5~5%의 CO₂와 5~10% O₂의 기체조성이 신선 버섯의 유통에 적절한 것으로 제안한 바 있다.

그러므로 적절하게 설계된 포장은 버섯의 선도를 보존하고 유통기한을 연장시킬 것으로 생각된다. 초기에 적당한 진공도를 유지시키고, 호흡속도에 맞는 플라스틱 필름을 선택하는 것이 버섯의 포장을 위해서 중요하다. 본 연구는 팽이버섯의 적절한 포장조건을 확립하기 위하여, 초기 진공도와 플라스틱 필름의 영향을 검토하였다. 100g 단위의 포장에 대해서 주로 실험하였고, 포장내 기체조성과 품질에 미치는 온도의 영향도 살펴보았다. 이와 함께 500g 단위의 포장에 대해서도 포장필름의 효과를 실험하였다.

II. 재료 및 방법

1. 팽이버섯 및 플라스틱 필름

팽이버섯(*Flammulina velutipes*(Curtis:Fries) Singer)은 부산의 한 농장에서 구입하였다. 사용된 포장필름은 PVC 랩(polyvinyl chloride wrap, (주)Lucky), CPP 필름(cast polypropylene CPG, (주)서통), 및 폴리올레핀 RD-106과 PD-941(polyolefin, Cryovac Division, Sealed Air Corporation, Duncan, SC, USA)이었고, 이들의 두께는 Table 2에 제시하였다.

2. O₂ 및 CO₂ 기체에 대한 기체투과도의 측정

O₂ 및 CO₂에 대한 기체투과도를 준등압법(Karel 등, 1963)에 의하여 5°C, 10°C 및 15°C에서 측정하였다. 즉, 1기압의 분압차에서 시간에 따라 필름을 통하여 투과된 기체의 양으로부터 기체투과도를 계산하였다.

3. 포장 및 저장

1차적인 실험에서 크기 14×18cm인 폴리올레핀 RD106 봉지에 의한 100g 단위의 포장에 대해 초기 진공도가 다른 조건에서 포장하고 버섯의 품질보존에 미치는 그 효과를 비교하였다. 완전 진공 처리구는 DH-2000 진공포장기(대해기계(주), 서울)로 5초의 진공유지의 조건에서 포장하였다. 반진공 처리구는 2.5초의 진공유지하에서 동일한 조건으로 포장하였으며, 이 때 213mL의 자유용적이 얻어졌다(Table 1). 일반 합기포장은 다른 진공이나 기체흡입의 과정없이 열접착기로 밀봉하였다. 대조구 포장으로서 크기 17.5×10cm인 폴리스티렌 트레이에 두께 14 μm인 PVC wrap으로 스트래치 밀착포장하였다. 포장의 자유용적의 측정을 위해서는, 포장을 메스실린더에 담긴 물에 담구어 증가된 부피로부터 포장의 전체 부피를 얻은 다음, 이에서 버섯의 부피를 빼어서 얻었다. 버섯의 부피는 같은 무게의 물과 같은 것으로 가정하였다. 이러한 포장들은 10°C에서 14일간 저장하였다. 저장 전 과정을 통하여 처리구당 2포장을 꺼내서 기밀성 syringe로 1.0mL의 기체시료를 취하여 기체크로마토그래프(Model 5890A, Hewlett Packard, Palo Alto, CA, USA)로 O₂ 및 CO₂ 농도를 측정하였다. 그리고 포장을 개봉하여 버섯의 품질을 측정하였다.

두 번째 실험에서는 기체투과도가 다른 플라스틱 필름(크기 14×18cm)으로 100g의 팽이버섯을 반진공 상태에서 10°C에서 14일간 저장하면서 포장내 기체조성과 버섯 품질을 측정하였다.

세 번째로 같은 크기의 폴리올레핀 RD106 포장을 반진공조건으로 제작하고 5°C, 10°C 및 15°C에서 14일간 저장하면서 포장 기체조성과 버섯의 품질을 측정하여, 온도변이가 이들에 미치는 영향을 살펴보았다.

네 번째로 외식업소 등에서 사용될 수 있는 큰 포장으로서 500g 단위의 버섯을 반진공조건으로 기체투과도가 다른 필름(크기 20.5×28cm)으로 포장하고 5°C에서 저장하면서 포장 기체조성과 버섯의 품질을 측정하였다.

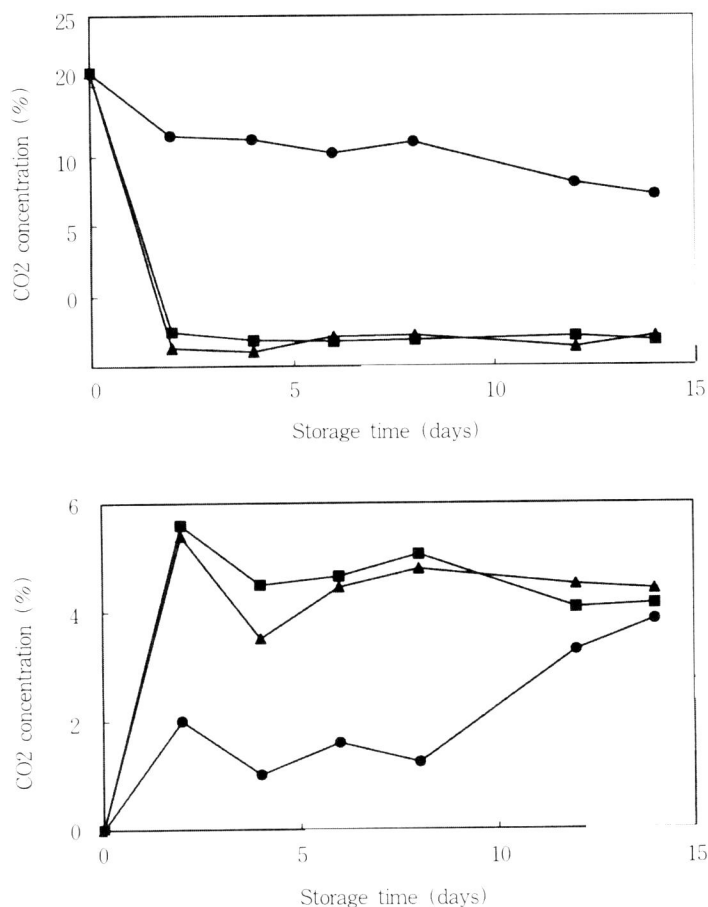


Fig. 1. Changes in gas composition inside packages of 100g *enoki* mushroom vacuumized at different degrees and stored at 10°C. ●: Control (stretch-wrapped); ▲: Sealed with normal air; ■: Semi-vacuuminized.

4. 버섯 품질의 측정

중량손실은 포장을 개봉한 후 버섯의 무게를 0.1g 단위까지 정확히 측정하여 초기 무게에 대한 감소의 비율로 나타냈다. 버섯의 표면색택은 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, 일본)에 의하여 L값으로 측정하였다. 대신장율은 버섯의 길이를 caliper로 측정하여 초기 길이에 대한 비율로 나타냈다. 관능검사는 10명의 관능요원에 의하여 9점 척도의 기호도 검사를 수행하고, 처리간의 유의성은 1% 유의수준에서 Duncan

의 다중검정을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 팽이버섯의 품질유지에 미치는 초기 진공도의 영향

100g 단위의 일반합기 포장과 반진공 포장은 저장 중 거의 비슷한 내부 기체조성을 보여주었으며, 저장 2일 이후에 1.1~2.4%의 O₂ 농도와 3.5~5.6%의 CO₂

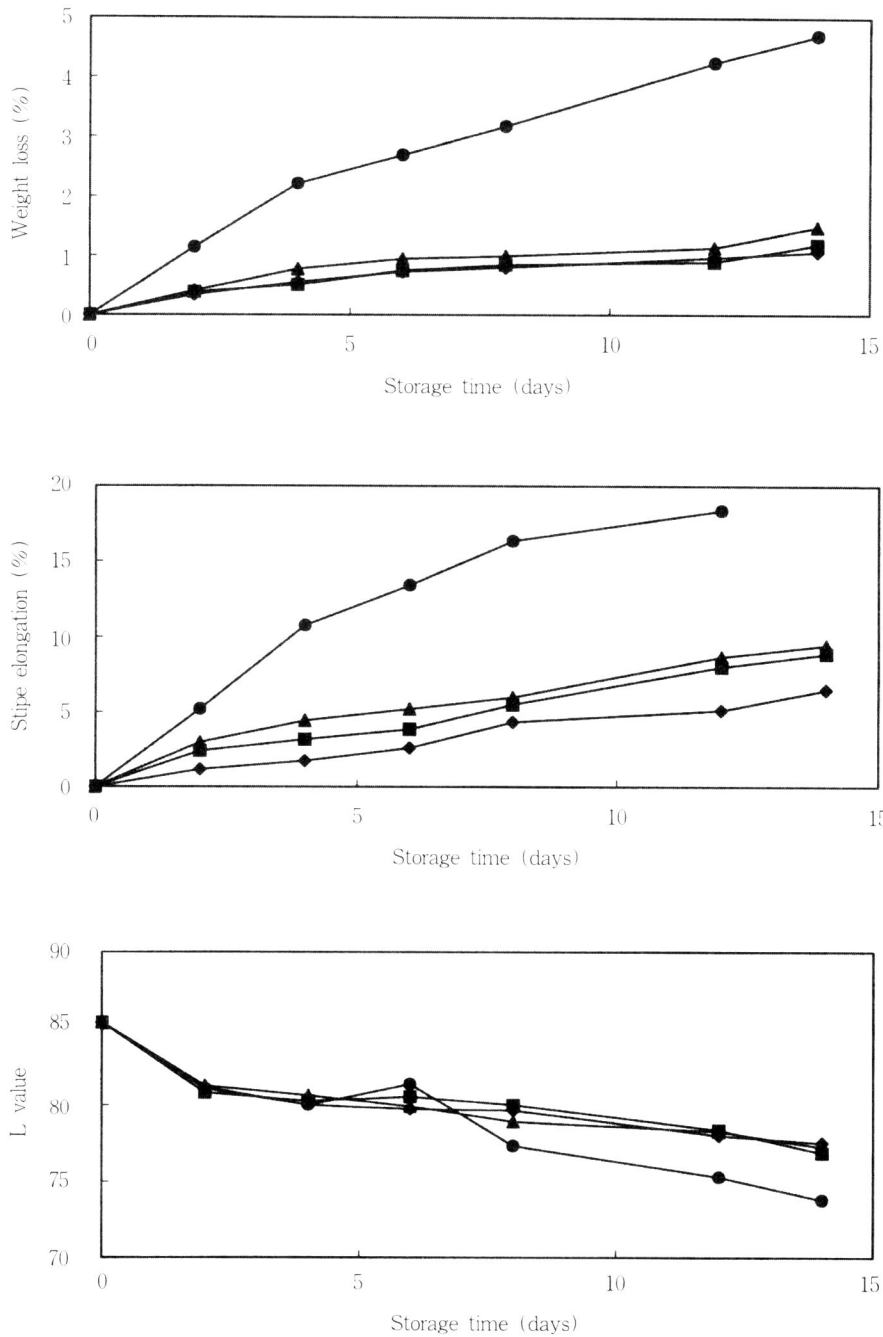


Fig. 2. Changes in weight loss, stipe elongation and surface color of packaged *enoki* mushroom of 100g at 10°C. ●: Control (stretch-wrapped); ▲: Sealed with normal air; ■: Semi-vacuumized; ◆: Full-vacuumized.

농도를 유지하였다(Fig 1). 완전진공 포장은 자유용적이 거의 없는 이유로 내부기체시료의 채취가 불가능하여서 측정할 수 없었다. 신선과채류 포장의 환경기체조절포장에서 자유용적은 포장내 기체조성의 평형 도달시간에 영향을 주지만 평형기체조성 자체에는 영향을 주지 않는 것으로 알려져 있다(Hayakawa 등, 1975). 평형기체조성은 포장 필름의 기체투과도와 과채류의 호흡에 따라 결정되게 된다. 따라서 반진공 포장과 일반 합기 포장에서 기체조성의 평형도달기간은 2일이내였으며, 자유용적이 작은 완전진공포장에서는 더 짧은 평형도달기간을 가지면서 같은 평형기체조성을 가졌을 것으로 추정할 수 있다. 스트레치랩한 대조구 포장에서는 그 통기성으로 인하여 12% 이상의 O₂ 농도와 시간에 따라 증가하는 낮은 수준의 CO₂ 농도를 나타냈다(Lee 등, 1996).

Fig. 2에서는 10°C에서 저장된 포장 버섯의 중량감소, 대신장율, 표면색택을 보여주고 있다. 저장 전과정을 통하여 대조구 포장은 다른 환경기체조절포장보다는 유의하게 높은 중량손실, 대신장율, 색택변화를 보였다. 스트레치 랩의 통기성과 대기 조건과 가까운 기체조성에서의 높은 호흡이 대조구 포장의 빠른 품질변화에 기여한 것으로 생각된다. 대조구 포장은 저장 8일 후에 2.8%의 중량손실로서 육안적인 시듬의 징후를 보여주었으며(Ben-Yehoshua, 1987), 저

장 12일 후에는 외관적으로 부패하였다. 저장 12일 이후에 급격하게 증가된 CO₂ 농도는 생리적인 장해 발생과 부패에 기인한 것이다.

합기조건으로 밀봉된 일반 포장의 경우는 진공 및 반진공으로 밀착된 상태의 포장에 비해 포장내부와 외부간에 보다 넓은 표면적을 갖는 특성으로 인하여 큰 중량손실을 보여주고 있다. 진공 및 반진공 상태의 포장에서는 밀착효과로 인하여 필름과 버섯이 접촉된 부위만이 수분이동의 유효표면적으로 작용할 것이다. RD106 필름 포장에서 초기 진공도가 높을수록 대신장을 억제하였다. 포장내에서 자유용적을 줄여서 빠른 평형기체조성을 얻는 것이(Hayakawa 등, 1975), 대신장을 억제하는 데에 효과적인 것으로 판단된다. 그러나 Table 1에서 보듯이 높은 진공도가 반드시 우수한 품질보존을 얻는 것은 아니었다. 완전진공 포장이 반진공 포장보다는 약간 열등한 관능적인 품질을 보였다. 비록 색차계에 의하여 측정된 표면색택에서는 밀봉포장간에 차이가 없었지만(Fig. 2), 완전진공 포장된 조건에서의 버섯은 색택의 변화를 일으켜서 전체적인 관능성에서도 낮은 점수를 얻었다. 고진공 조건에서 유발된 버섯에서의 기계적인 스트레스가 약간의 갈변과 조직에서의 색택변화를 유발시킨 것으로 생각된다. 전체적으로 작은 자유용적을 갖는 반진공포장이 팽이버섯의 품질보존의 측면

Table 1. Effect of initial vacuumization on sensory properties of packaged 100g *enoki* mushroom which was stored at 10°C for 8 days

Packaging ¹⁾	Initial free volume (mL)	Hedonic scale ²⁾		
		Flavor	Color	Overall
Control (stretch-wrapped)	-	3.5±1.0 ^b	2.6±0.8 ^b	1.8±0.8 ^b
Sealed with normal air	355±28	4.5±0.8 ^{ba}	6.0±1.6 ^a	5.5±1.2 ^a
Semi-vacuumized	213±30	5.0±0.9 ^a	6.0±1.3 ^a	6.5±1.1 ^a
Full-vacuumized	62±26	4.8±1.4 ^{ba}	5.4±1.4 ^a	5.3±1.3 ^a

¹⁾Packaging film was polyolefin RD-106 16µm thick (Cryovac Division, Sealed Air Corporation, USA) except control of 14µm polyvinyl chloride (PVC) wrap (Lucky Co, Naju, Korea). Package size was 100 g in 14×18 cm pouch except control package in PVC-wrapped polystyrene tray (17.5×10 cm).

²⁾Mean±standard deviation, 9: Excellent, 7: Very good, 5: Good, 3: Poor, 1: Very poor. Different superscript letters in a column indicate significant difference at p<0.01 by Duncan's multiple comparison.

에서 가장 좋았으므로, 이후에 연구에서는 반진공의 조건에서 다른 플라스틱 필름 포장재의 효과를 비교 실험하였다.

2. 소규모 포장에서 기체투과도가 다른 포장 필름의 영향

Table 2는 팽이버섯의 포장에 사용된 플라스틱 필름의 O₂ 및 CO₂ 투과도를 보여주고 있다. 사용된 필름은 외기에 대해서 다양한 투과도의 범위에 있었다. CPP 필름이 가장 낮은 기체투과도를 갖는 반면에 PD941 필름이 가장 사용된 필름 중에서는 가장 높은 투과도를 보였다. 사용된 필름들은 이러한 다양한 투

과성으로 인하여 팽이버섯의 포장내에서 다양한 기체조성을 형성시키고 유지시킬 수 있는 것으로 기대된다.

모든 반진공 포장에서의 기체조성은 CPP포장을 제외하고는 2일 이내에 평형에 도달하였다(Fig 3). CPP포장에서는 저장 2일에 0%의 O₂ 농도와 37.5%의 CO₂ 농도를 형성시켰고, CO₂ 농도는 그 이후에 감소하였다. RD106 포장 및 PD941 포장은 1.7~3.4 O₂와 2.6~5.8 CO₂의 비슷한 기체조성을 형성시켰다. 저장 8일 이후의 PD941 포장은 자유용적이 고갈된 관계로 측정이 불가능하였다. 신선 과채류의 유연 포장에서 자유용적의 점진적인 감소는 몇몇 연구자 (Lee와 Lee, 1996; Talasila 등, 1997)에 의하여 관찰되

Table 2. Gas permeabilities (mL m⁻² h⁻¹ atm⁻¹) of plastic films used for packaging *enoki* mushroom

Film ¹⁾	Thickness (μ m)	Temperature ($^{\circ}$ C)					
		5		10		15	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
CPP	30	20.8 \pm 0.3	65.1 \pm 1.5	28.0 \pm 1.1	88.6 \pm 0.7	45.9 \pm 1.3	142.9 \pm 6.7
RD-106	16	117.7 \pm 1.5	539.6 \pm 16.1	166.3 \pm 2.4	731.2 \pm 6.2	197.0 \pm 0.5	844.2 \pm 26.0
PD-941	20	196.7 \pm 11.5	891.1 \pm 36.2	256.3 \pm 3.9	1184.4 \pm 126.5	355.9 \pm 2.0	1746.9 \pm 14.8

¹⁾CPP: cast polypropylene (CPG, ST Corporation, Seoul, Korea); RD-106 and PD-941 are polyolefins (Cryovac Division, Sealed Air Corporation, Duncan, SC, USA).

Table 3. Effect of packaging film on sensory quality of packaged 100g *enoki* mushroom which was stored at 10 $^{\circ}$ C for 8 days

Film ¹⁾	Hedonic score ²⁾		
	Flavor	Color	Overall
CPP	5.5 \pm 1.7 ^a	7.5 \pm 1.4 ^a	7.9 \pm 1.2 ^a
RD106	5.5 \pm 1.3 ^a	6.4 \pm 1.1 ^{ab}	6.8 \pm 1.0 ^{ab}
PD941	5.5 \pm 0.7 ^a	5.9 \pm 1.1 ^b	5.9 \pm 1.4 ^b

¹⁾CPP: cast polypropylene (CPG, ST Corporation, Seoul, Korea); RD-106 and PD-941 are polyolefins (Cryovac Division, Sealed Air Corporation, Duncan, SC, USA).

²⁾Mean \pm standard deviation, 9: Excellent, 7: Very good, 5: Good, 3: Poor, 1: Very poor. Different superscript letters in a column indicate significant difference at p<0.01 by Duncan's multiple comparison.

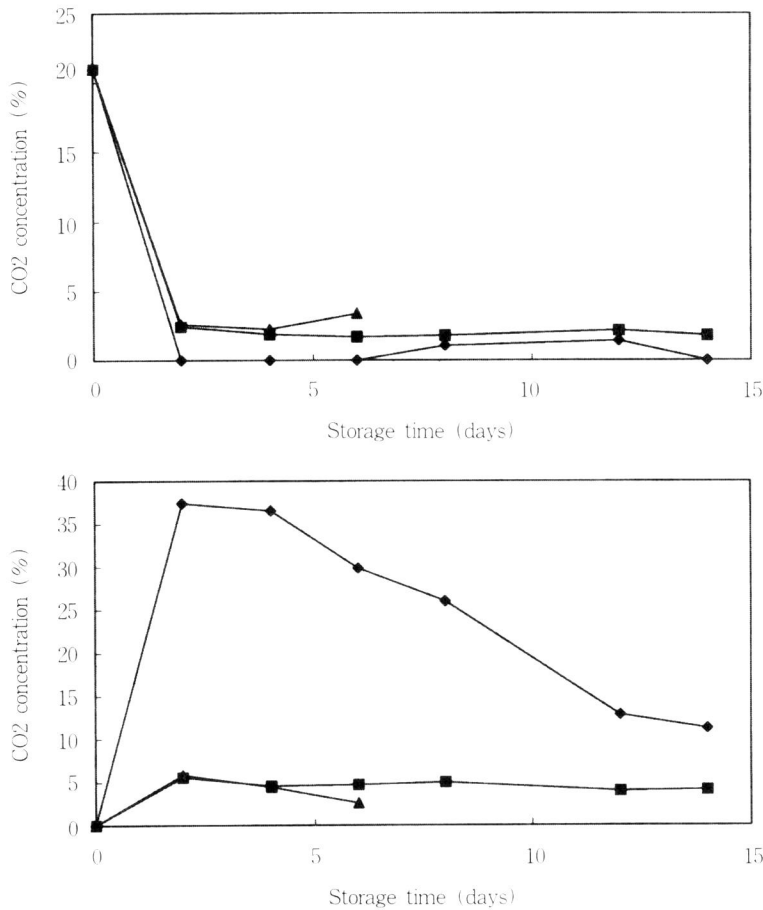


Fig. 3. Effect of packaging films on gas compositional change inside 100g *enoki* mushroom packages at 10°C. ◆:CPP; ■:Polyolefin RD106; ▲: Polyolefin PD941.

거나 분석된 바 있다. 중량감소, 대신장율, 섹택 L값은 투과도가 다른 필름의 종류에 따라 크게 다르지 않았다(구체적 데이터는 생략).

Table 3에서 보면 CPP 포장에서의 0% O₂와 고농도 CO₂에의 노출은 10°C에서 8일간 저장된 버섯의 관능적 품질을 도와주는 것으로 나타났다. 1% 이하의 O₂ 농도와 15~20%의 CO₂ 농도로 구성된 포장기체 조성은 10°C에서 팽이버섯의 품질유지에 도움을 주는 것으로 보고된 바 있다(Cho 등, 1998b). 그러나 CPP 포장내에서 얻어진 40%이상의 고 CO₂ 농도는 버섯의 생리장해를 유발시키고, 장기간에 이를 경우

선도를 저하시킬 우려가 있다. 그리고 또한 이러한 혐기적인 조건은 *Clostridium botulinum*의 생육을 가능하게 할 위생적인 위험성을 가지고 있다(Hotchkiss, 1995). 그러므로 유통기한 연장의 목적을 위해서 CPP 포장을 추천하기에는 무리가 있다. RD106 포장은 8일 후의 관능적인 품질에서 CPP 포장과 유의하게 다르지 않으며 오랜 저장에서도 안정된 포장기체 조성을 가지고 있었다(Table 3; Fig. 3). 이로 볼 때 중간의 기체투과도를 갖는 RD106 필름이 팽이버섯의 포장에 적절한 것으로 여겨진다(Table 2). 비록 PD941 포장이 RD106 포장과 비슷한 내부 기체조성을

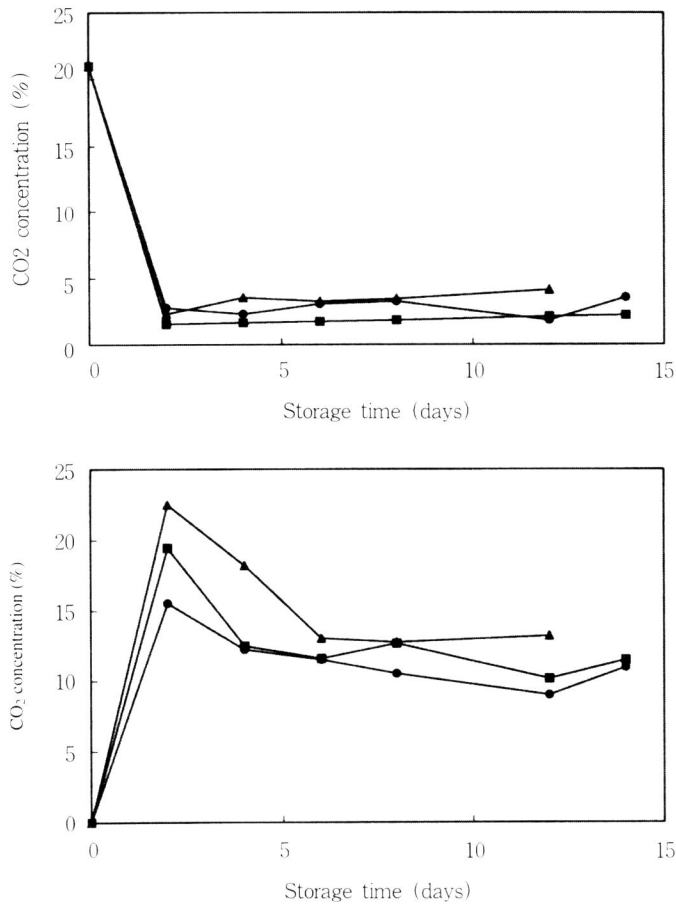


Fig. 4. Effect of temperature on gas composition inside RD106 packages of 100g *enoki* mushroom. ●:5 °C; ■:10°C; ▲:15°C.

형성하였지만, 저장 중 감소되는 부피로 인하여 높은 기계적인 스트레스를 유발시키고 이는 좋지 못한 선택과 전체적인 품질을 유발시킨 것으로 나타났다. Talasila 등(1997)의 분석에 의하면 과채류의 유연포장에서 부피감소속도는 PD941과 같이 기체투과도가 높은 경우에 높아진다고 하였다. 신선 원예산물의 진공처리 포장에서 초기 진공도와 플라스틱 필름의 선택은 시간에 따른 부피감소를 고려할 필요가 있을 것이다.

3. 소규모 포장에서 온도의 영향

5°C, 10°C 및 15°C에서 저장된 폴리올레핀 RD106 포장은 비슷한 O₂ 농도와 2%이내의 CO₂ 농도를 가졌다(Fig. 4). 높은 저장온도에서 CO₂ 농도는 2일 후에 최고에 도달한 후에 안정된 수준에 도달하였다. 15°C에서 CO₂ 농도가 약간 증가하였지만 이는 팽이 버섯의 CO₂ 허용한계를 넘지는 않은 것으로 여겨지므로(Cho 등, 1998b), 폴리올레핀 RD106 필름은 팽이 버섯 포장을 위한 적절한 선택으로 생각된다. 다만 온도가 높을수록 중량감소, 대신장율과 색택변화를

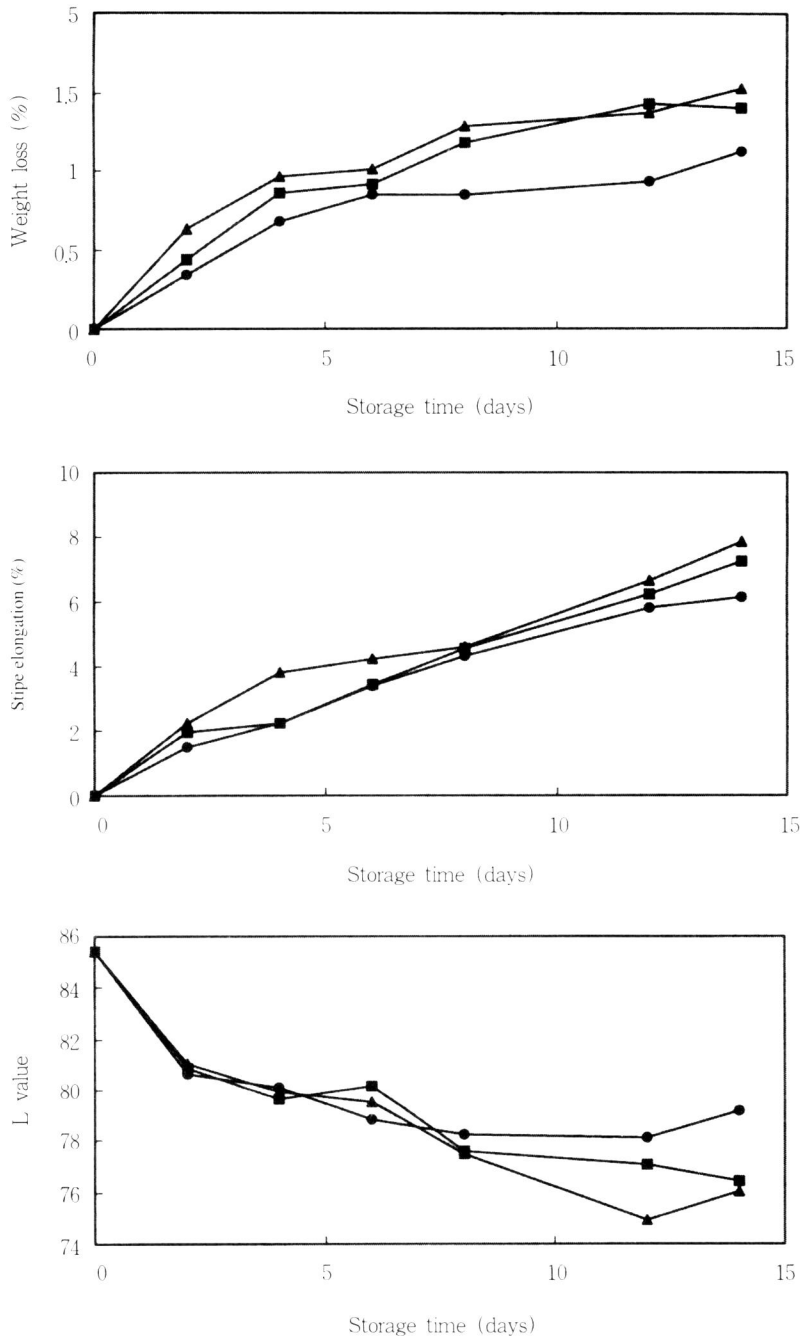


Fig. 5. Effect of temperature on weight loss, stipe elongation and surface color of packaged *enoki* mushroom of 100g. ●:5°C; ■:10°C; ▲:15°C.

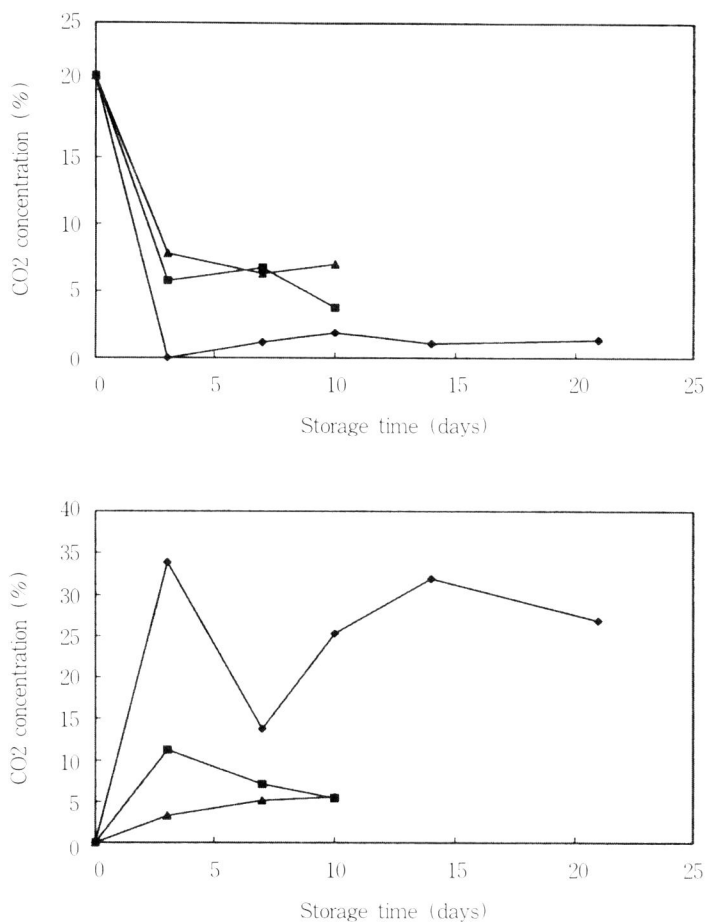


Fig. 6. Effect of packaging film on gas compositional change inside 500g *enoki* mushroom packages at 5°C. ◆:CPP; ■:Polyolefin RD106; ▲: Polyolefin PD941.

Table 4. Effect of packaging film on sensory quality of packaged 500g *enoki* mushroom which was stored at 5°C for 14 days

Film ¹⁾	Hedonic score ²⁾		
	Flavor	Color	Overall
CPP	5,5 ± 0,8 ^a	7,0 ± 0,9 ^a	7,3 ± 0,8 ^a
RD106	5,7 ± 1,0 ^a	5,3 ± 0,5 ^b	5,7 ± 0,5 ^b
PD941	5,8 ± 0,4 ^a	5,7 ± 0,5 ^b	5,7 ± 0,5 ^b

¹⁾CPP: cast polypropylene (CPG, ST Corporation, Seoul, Korea); RD-106 and PD-941 are polyolefins (Cryovac Division, Sealed Air Corporation, Duncan, SC, USA).

²⁾Mean ± standard deviation, 9: Excellent, 7: Very good, 5: Good, 3: Poor, 1: Very poor. Different superscript letters in a column indicate significant difference at p < 0,01 by Duncan's multiple comparison.

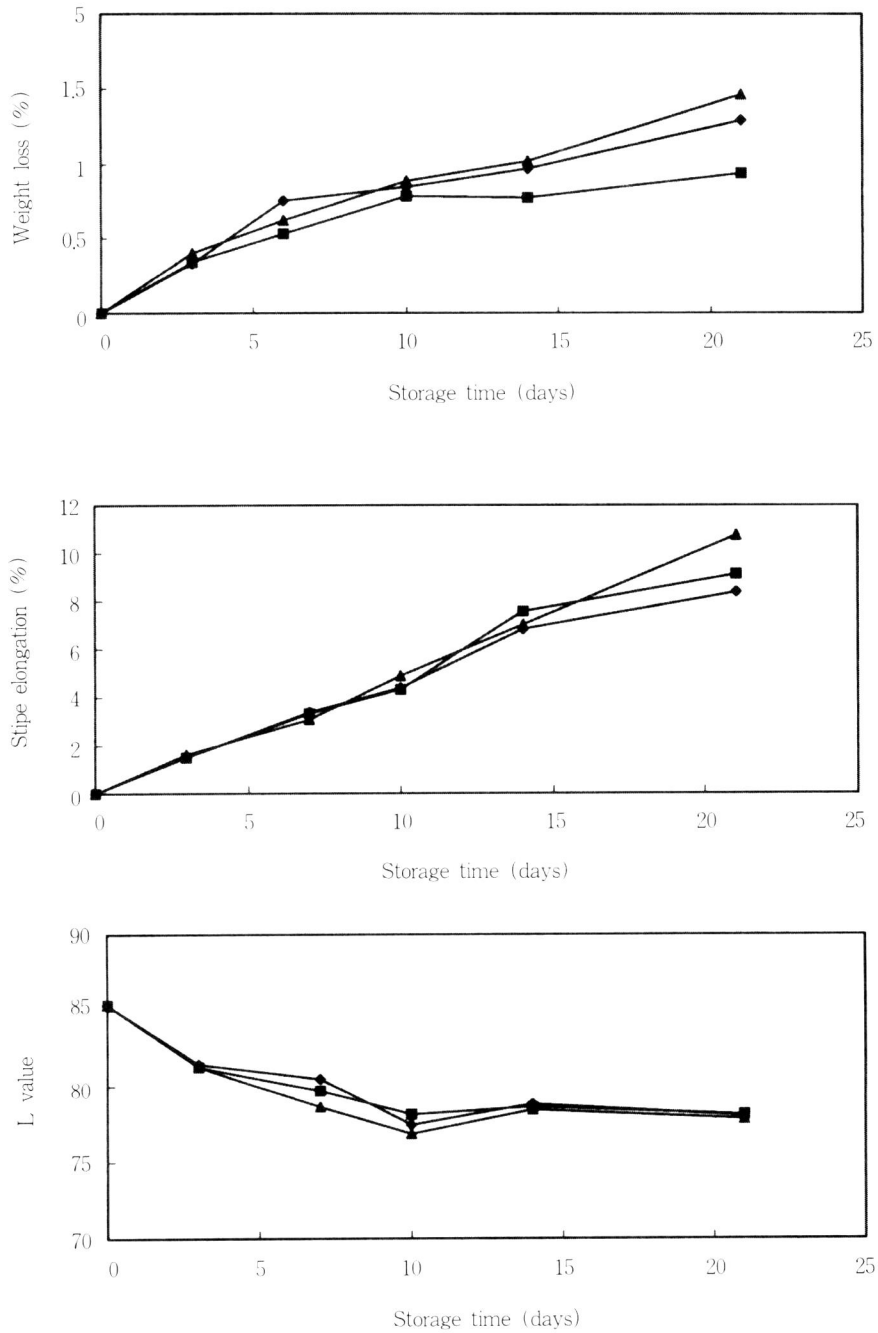


Fig. 7. Effect of packaging film on weight loss, stipe elongation and surface color of packaged *enoki* mushroom of 500g at 5°C. ◆:CPP; ■:Polyolefin RD106; ▲: Polyolefin PD941.

촉진하기 때문에 고온에서의 유통기한은 짧아질 것이다(Fig. 5).

4. 대단위 포장에서 포장필름의 영향

가정용과는 달리 외식업소에서는 많은 양의 버섯을 한꺼번에 사용하고 보관은 잘 제어된 저온조건에서 이루어질 수 있는 점을 고려하여 대단위의 500g의 팽이버섯을 포장하여 저온조건인 5°C에서 저장하였다. 5°C에서의 500g 단위 포장의 기체조성에 미치는 포장필름의 영향은 10°C에서 100g 단위 포장의 경우와 비교적 비슷하였다(Fig. 3과 Fig. 6). CPP 포장은 저장초기에 0%의 O₂ 농도와 30% 이상의 CO₂ 농도를 경험하고 있었으며, 폴리올레핀 RD106 필름과 PD941 필름은 저장 3일~10일 사이에 3.8~7.8%의 O₂ 농도와 3.3~11.2%의 CO₂ 농도의 범위를 보여주고 있었다. 저장 14일 이후에는 폴리올레핀 필름에서 부피의 수축으로 인하여 자유용적이 고갈되어서 기체조성의 측정은 불가능하였다.

Fig. 7에서는 대단위 포장의 5°C 저장 중 중량감소, 대신장율, 색택변화를 보여주고 있다. 전반적으로 포장처리구간에 큰 차이를 보여주고 있지는 않으며, 투과도가 가장 높은 PD941포장에서 비교적 변화가 큰 것으로 보여주고 있다. 그리고 기체투과도 및 수분투과도가 낮은 CPP 필름 포장구에서 RD106 포장에 비해서 상대적으로 중량감소가 높은 점이 특이한 점이었으며, 이는 고 CO₂ 농도에서의 drip의 증가 등이 가능한 원인일 수도 있을 것으로 추정된다. 저온인 관계로 기체투과도에 따른 포장내 기체조성이 저장 중 품질변화에 미치는 영향은 상대적으로 적은 것을 알 수 있다. 그리고 14일간 저장된 버섯의 관능적인 품질에서는 CPP 필름에 의한 포장이 가장 좋은 색택 보존과 전체적인 품질을 보이며서 향미에서는 다른 포장과 다르지 않은 것으로 나타났다(Table 4). 이는 저온에서는 비교적 짧은 기간동안의 저 O₂ 농도와 고 CO₂ 농도에의 노출이 외관적인 생리장해를 일으키지 않으면서 색택보존에 기여하는 것으로 여겨진다. 하지만 CPP 필름과 같이 기체투과도가 낮은 필름에 의한 대단위 팽이버섯포장은 장기간 저장시에

서는 버섯에 생리장해를 일으켜서 품질열화를 나타낼 위험을 가지고 있으므로 단기간의 저장에 이용되는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

IV. 결론

100g 단위의 팽이버섯의 포장에서는 폴리올레핀 RD106(10°C에서 O₂ 및 CO₂에 대한 투과도가 각각 166 및 73mL m⁻² h⁻¹ atm⁻¹)에 의한 반직공 포장이 1.7~2.4% O₂와 4.1~5.6% CO₂ 농도를 포장내에 형성시키고 품질보존의 측면에서 가장 우수하였다. 5~15°C에서의 온도변화는 포장내 기체조성에서 비슷한 O₂농도와 함께 CO₂ 농도에서 2%이하의 차이를 보여서 어떠한 생리장해의 가능성도 없었다. 500g 단위의 포장을 5°C에서 저장한 경우에는 낮은 기체투과도(5°C에서 O₂ 및 CO₂에 대한 투과도가 각각 21 및 65mL m⁻² h⁻¹ atm⁻¹)를 가진 30μm 두께의 CPP 필름이 낮은 O₂농도와 높은 CO₂ 농도를 형성시킴에도 불구하고 저장 14일까지는 우수한 품질로 보존할 수 있었다.

참고문헌

1. 조숙현, 이상대, 이현옥, 김낙구, 류재산, 이동선 (1998a), 팽이버섯의 톱밥제거가 저장중 품질에 미치는 영향, 농산물저장유통학회지, 5: 231~238.
2. 조숙현, 이동선, 이상대, 김낙구, 류재산(1998b), 팽이버섯의 선도유지를 위한 환경기체조절포장, 한국식품영양과학회지, 27: 1137~1142.
3. Aïouni, S. O., Beelman, R. B., Thompson, D. B. and Mau, J.(1992), Stipe trimming at harvest increases shelf life of fresh mushrooms(*Agaricus bisporus*), *J. Food. Sci.* 57: 1361~1363.
4. Ben-Yehoshua, S.(1987), Transpiration, water stress, and gas exchange. In: *Postharvest Physiology of Vegetables*, ed. Weichmann, J. Marcel Dekker, New York, USA, p. 113~170.
5. Burton, K. S., Frost, C. E. and Atkey, P. T. (1987), Effect of vacuum cooling on mushroom

- browning, *International J. Food Sci. Technol.* 22: 599~606.
6. Burton, K. S. and Twynning, R. V.(1989), Extending mushroom storage-life by combing modified atmosphere packaging and cooling, *Acta Horticulture* 258: 565~571.
 7. Gormley, R.(1975), Chill storage of mushrooms, *J. Sci. Food Agric.* 26: 401~411.
 8. Halachmy, I. B. and Mannheim, C. H.(1991), Modified atmosphere packaging of fresh mushrooms, *Packaging Technol. Sci.* 4: 279~286.
 9. Hayakawa, K., Henig, Y. S. and Gilbert, S. G.(1975), Formulae for predicting gas exchange of fresh produce in polymeric film package, *J. Food Sci.* 40: 186~191.
 10. Hotchkiss, J. H.(1995), Safety considerations in active packaging. In: *Active Food Packaging*, ed, Rooney, M L. Blackie Academic & Professional, London, UK, p. 238~255.
 11. Karel, M., Issenberg, P., Ronsivalli, L. and Jurin, V.(1963), Application of gas chromatography to measurement of gas permeability of packaging materials, *Food Technol.* 17: 27~30.
 12. Lee, J. J. and Lee, D. S.(1996), A dynamic method for kinetic model of fresh produce respiration in modified atmosphere and its application to packaging of prepared vegetables, *Foods Biotechnol.* 5: 343~348.
 13. Lee, K. S., Park, I. S. and Lee, D. S.(1996), Modified atmosphere packaging of a mixed prepared vegetable salad dish, *International J. Food Sci. Technol.* 31: 7~13.
 14. Nichols, R. and Hammond, J. B. W.(1973), Storage of mushrooms in pre-packs:the effect of changes in carbon dioxide and oxygen on quality, *J. Sci. Food Agric.* 24: 1371~1381.
 15. Lopez, G., Varoquaux, P., Bureau, G. and Pascat, B.(1993), Modified atmosphere packaging of common mushroom, *International J. Food Sci. Technol.* 28: 57~68.
 16. Roy, S., Anantheswaran, R. C. and Beelman, R. B.(1995), Fresh mushroom quality as affected by modified atmosphere packaging, *J. Food Sci.* 60: 334~340.
 17. Talasila, P. C. and Cameron, A. C.(1997), Freevolume changes in flexible, hermetic packages containing respiring produce, *J. Food Sci.* 62: 659~664.