

## 건조방법에 따른 복령의 색도 및 화학성분의 변화

지재형 · 이현동\* · 정신교 · 최종욱

경북대학교 식품공학과, \*경북대학교 농산물가공저장유통기술연구소

## Changes in Color Value and Chemical Components of Hoelen by Various Drying Methods

Jae-Hyung Jee, Hyun-Dong Lee\*, Shin-Kyo Chung and Jong-Uck Choi

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

\*Postharvest Technology Research Institute, Kyungpook National University

### Abstract

In this study, the quality changes of Hoelen was investigated, which were color differences, browning degrees, total phenolic compounds and electron donating abilities to optimize drying condition using hot air and far infrared drying by changing conditions such as temperatures, air velocities and radiation distances. In color values,  $\Delta b$  values decreased with increasing temperatures, while  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  and  $\Delta E$  values increased. The browning degrees showed the similar tendency with the color values. Total phenolic components of Hoelen decreased with increasing drying temperature and air velocity, and decreasing radiation distance. On the other hand, there was no significant difference in the changes of electron donating abilities (EDA) of Hoelen among drying methods and conditions. As a result, the hot air drying was more effective method than the far infrared was.

Key words: Hoelen (*Poria cocos* W.), drying methods, chemical compounds, color value

### 서 론

복령(*Poria cocos*(Fr.) Wolf)은 한방에서 사용되는 생약중의 하나로 분류학상 구멍장이 버섯과(多孔菌科, Polyporaceae)에 속하는 진균인 복령균(*Poria cocos* Wolf)의 菌核으로, 松柏科(*Pinaceae*)의 *Pinus*屬 植物의 뿌리에 기생하며, 벌채 후 3~4년이 지난 *Pinus*屬 식물의 뿌리 주위에 不定形의 塊狀인 菌核을 형성하는데, 표면은 암갈색으로 소나무 껍질 모양이고, 내부는 白色 또는 淡紅色이며 肉質顆粒狀으로 신선할 때 냄새가 난다<sup>(1,2)</sup>.

복령은 가공방법에 따라 茯苓個, 茯苓片, 茯苓塊, 茯神, 茯苓皮, 白茯苓, 赤茯 으로 분류하고, 현재 시중에서 약재로서 유통되고 있는 복령은 백색~灰白色으로 전조된 상태이며, 견실하고 씹을 때 진액이 많은 것이 良質의 藥材로 평가되고 있다<sup>(3)</sup>.

복령의 주요성분은 탄수화물, 수분, 조선유질, 단백

질, 지방 등이며 특히 탄수화물 중 75~85%를 차지하는 복령당(pachyman,(CHO)n, $\beta$ -1,3-glucan)이 복령다당으로 변할 때는 암(癌)을 비롯한 180여종에 대한 억제작용이 있다고 알려져 있고<sup>(5)</sup>, Kanayama 등<sup>(6)</sup>과 Narui와 Shibata 등<sup>(7)</sup>의 연구에서도 항암효과가 입증되었다.

국내에서는 복령의 항암작용에 관하여 보고된 바 없으며, 단지 이 등<sup>(8)</sup>이 Gram양성균에 대하여 복령의 항균력을 나타낸다고 보고하였고, 박<sup>(9)</sup>은 복령중의 Carboxyl proteinase를 분리 정제하여 최적 pH, 최적온도, pH인정성, 열안정성, 아미노산조성 및 분자량 등을 측정하여 보고한 바 있다. 최근 인공재배 방법이 개발되어 대량생산이 가능하게 되었고 그 수요가 증가되고 있으나 복령의 전조특성에 관한 연구나 전조방법에 따른 품질의 비교에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 복령의 열풍전조시 건조온도와 건조공기의 풍속, 원적외선전조시 건조온도와 열원과의 방사거리를 변화시켜 건조를 행함으로써 건조조건에 따른 색도 변화와 성분의 변화를 조사하여 그 결과를 보고하는 바이다.

Corresponding author: Jong-Uck Choi, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, 1370 Sankuk-dong, Taegu 702-701, Korea

## 재료 및 방법

### 실험재료

경주시 소재 농원에서 16개월된 복령(*Poria cocos* W.)을 채취하여 저온실에 보관하면서 사용하였다.

### 열풍건조

생복령을 선별하여 박피한 후 가로 30 mm, 세로 30 mm, 두께 3~4 mm의 판상으로 세절하여 열풍 건조시켰다. 건조공기의 온도는 50, 60, 70°C로 건조시료를 통과할 때의 풍속은 0.5, 1.5, 2.5 m/s로 설정하였으며, 여러 건조 조건하에서 열풍건조 중 복령의 색도를 3시간 간격으로 측정하였다.

### 원적외선건조

열풍건조와 동일하게 생복령을 박피한 후 세절하여 사용하였으며, 시료에서 증발된 수증기로 인한 원적외선의 산란을 막고, 온도의 균일화를 위하여 소형 fan을 설치하여 내부 공기를 순환시켰다. 건조 공기의 온도는 50, 60, 70°C, 원적외선 열원과 시료와의 거리는 10, 20, 30 cm로 각각 설정하였다.

### 색도

건조시료 품질의 지표가 될 수 있는 색도의 측정은 생복령을 건조하는 동안 3시간 간격으로 색차계(Color difference meter, Minolta Co., model CR-200, Japan)로 3회 반복 측정하였다. 측정치는 Hunter's color value인 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness) 및 전체적인 색차를 나타내는 ΔE값을 Rhim 등<sup>(11)</sup>의 방법에 따라 아래 식으로 나타내었다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

### 갈변도

건조된 복령을 입자크기 80~100 mesh로 분쇄시킨 후 5 g을 취하여 중류수 40 mL를 가한 다음 10% trichloroacetic acid 용액 10 mL를 첨가하여 상온에서 2시간 동안 정치한 후 여과하여 Spectrophotometer (UV-visible spectrophotometer, UV-1601PC, SHIMADZU)로 420 nm에서 갈변도를 측정하였다<sup>(12)</sup>.

### 총페놀 함량 측정

총페놀 함량은 페놀성 물질이 phosphomolybdic acid 와 반응하여 청색을 나타내는 현상을 이용한 Folin-

Denis법<sup>(13)</sup>을 이용하였다. 즉, 100 mL 메스플라스크에 80~100 mesh 사이의 입자크기로 분쇄된 복령분말의 물추출물 5 mL와 중류수 75 mL를 넣고 완전히 혼합한 후, Folin-Denis시약 5 mL와 15% 탄산나트륨 용액 10 mL를 차례로 넣은 다음, 중류수로 100 mL 정용하였다. 이것을 완전히 혼합하여 상온에서 1시간 정치시킨 후 Spectrophotometer (UV-visible spectrophotometer, UV-1601PC, SHIMADZU)로 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 tannic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 mg% tannic acid 당량으로 환산하였다.

### 전자공여능

전자공여작용(Electron donating abilities, EDA)은 복령의 에탄올 추출물이 α,α-diphenyl-β-picryl hydrazyl (DPPH)에 대한 전자공여 효과로 추출물의 환원력을 측정하였다. 각기 다른 건조방법으로 건조한 복령 건시료 20 g에 에탄올 200 mL를 가하여 80°C에서 2시간 동안 2회 환류 추출한 후 감압여과하여 회전감압농축기로 실온에서 완전히 건조된 에탄올 추출물 0.2 mL에  $4 \times 10^{-4}$  M DPPH (99.9% 에탄올에 용해) 0.8 mL씩 가한 후 vortex mixer로 10초간 진탕하여 10분 후 525 nm에서 분광광도계로 흡광도를 측정하였다<sup>(14,15)</sup>. 전자공여작용은 대조구에 대한 흡광도 감소율로 나타내었다.

$$\text{Electron donating ability (\%)} = (1 - \frac{A_s}{A_c}) \times 100$$

Ac: Absorbance of control treatment

As: Absorbance of sample treatment

## 결과 및 고찰

### 색도

복령의 외부색택은 외관상의 품질을 판정하는데 중요한 요인 중의 하나이며, 생복령을 열풍 및 원적외선을 이용하여 건조하는 동안 일어나는 색도 변화를 색차계를 이용하여 측정 비교한 결과는 Table 1, 2와 같다.

Table 1은 복령의 열풍건조시 건조온도와 풍속이 색도에 미치는 영향을 조사하기 위해 건조 중 각 실험구마다 3시간 간격으로 측정하고, 각각의 standard color value와 측정치의 차이를 각 온도에서 풍속별로 나타내었다. 복령의 밝기를 나타내는 ΔL값은 건조 중 건조온도가 높아질수록 증가하는 경향을 보였으나 풍속 변화에 따른 차이는 거의 보이지 않았고, 황색도를 나타내는 Δb값은 건조온도와 풍속이 증가함에 따라 변

**Table 1. Effects of drying temperature and heated air velocity on Hunter  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  and  $\Delta E$  values during the drying of Hoelen slices in heated air for 9 hours**

Temperature (°C)	Air velocity (m/s)	Color Value	Time (hour)			
			0	3	6	9
50	0.5	$\Delta L$	5.20	8.78	8.77	8.78
		$\Delta a$	1.11	1.42	1.45	1.46
		$\Delta b$	-3.99	-4.15	-4.12	-4.12
		$\Delta E$	6.65	9.81	9.79	9.81
	1.5	$\Delta L$	5.81	9.04	9.03	9.17
		$\Delta a$	1.12	1.46	1.49	1.51
		$\Delta b$	-4.15	-4.38	-4.43	-4.49
		$\Delta E$	7.22	10.15	10.17	10.32
	2.5	$\Delta L$	5.87	8.89	8.93	8.94
		$\Delta a$	1.17	1.58	1.59	1.62
		$\Delta b$	-3.88	-4.69	-4.83	-4.84
		$\Delta E$	7.13	10.17	10.28	10.30
	0.5	$\Delta L$	5.27	8.89	9.03	9.06
		$\Delta a$	1.13	1.57	1.62	1.68
		$\Delta b$	-4.01	-4.38	-4.41	-4.47
		$\Delta E$	6.71	10.03	10.18	10.24
60	1.5	$\Delta L$	5.82	8.96	9.12	9.18
		$\Delta a$	1.27	1.74	1.89	1.95
		$\Delta b$	-4.15	-4.58	-4.89	-4.97
		$\Delta E$	7.26	10.21	10.52	10.62
	2.5	$\Delta L$	5.80	9.11	9.24	9.27
		$\Delta a$	1.55	1.82	1.97	2.07
		$\Delta b$	-4.01	-5.26	-5.51	-5.69
		$\Delta E$	7.22	10.68	10.94	11.07
	0.5	$\Delta L$	5.16	9.12	9.21	9.23
		$\Delta a$	1.10	1.79	1.88	1.95
		$\Delta b$	-3.97	-4.69	-4.60	-4.63
		$\Delta E$	6.60	10.42	10.47	10.51
	1.5	$\Delta L$	5.82	9.55	9.64	9.63
		$\Delta a$	1.28	1.85	1.92	1.98
		$\Delta b$	-4.17	-4.96	-5.13	-5.21
		$\Delta E$	7.27	10.92	11.09	11.13
	2.5	$\Delta L$	5.70	9.35	9.42	9.45
		$\Delta a$	1.25	1.95	2.05	2.12
		$\Delta b$	-4.17	-5.74	-5.82	-5.86
		$\Delta E$	7.17	11.14	11.26	11.32

Notes)  $\Delta$ : Difference between standard and measured values

L: Lightness

a: (+) Redness, (0) gray and (-) greenness

b: (+) Yellowness, (0) gray and (-) blueness

화가 가장 두드러지게 나타났으며 특히 건조온도 70°C, 풍속 2.5 m/s 구간에서 가장 높은값을 보였다. 또한 각 구간별  $\Delta a$ 값은 차이가 거의 나타나지 않았다.  $\Delta E$ 값은 전체적으로 풍속의 변화에 따른 차이는 거의 없고 건조온도가 높아질수록 그 값이 증가하는 경향

**Table 2. Effects of distance of irradiation and drying temperature on Hunter  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  and  $\Delta E$  values during the drying of Hoelen slices in infrared heated for 9 hours**

Temperature (°C)	Irradiation Distance (cm)	Color Value	Time (hour)			
			0	3	6	9
50	10	$\Delta L$	5.21	9.03	9.07	9.07
		$\Delta a$	1.21	2.87	2.88	2.91
		$\Delta b$	-3.98	-4.74	-4.91	-5.12
		$\Delta E$	6.67	10.60	10.71	10.81
	20	$\Delta L$	5.83	9.10	9.15	9.17
		$\Delta a$	1.23	2.78	2.81	2.85
		$\Delta b$	-4.17	-4.89	-4.96	-4.95
		$\Delta E$	7.25	10.70	10.78	10.80
	30	$\Delta L$	5.76	8.96	8.99	9.01
		$\Delta a$	1.34	2.60	2.58	2.62
		$\Delta b$	-3.83	-3.94	-3.96	-3.97
		$\Delta E$	7.05	10.13	10.16	10.19
	10	$\Delta L$	4.60	8.94	9.11	9.12
		$\Delta a$	1.14	2.15	2.31	2.34
		$\Delta b$	-3.74	-4.47	-4.58	-4.61
		$\Delta E$	6.04	10.22	10.45	10.48
	20	$\Delta L$	4.64	8.85	8.86	8.85
		$\Delta a$	1.12	1.97	2.01	2.11
		$\Delta b$	-3.67	-4.44	-4.49	-4.51
		$\Delta E$	6.02	10.09	10.13	10.15
	30	$\Delta L$	5.34	8.86	8.87	8.89
		$\Delta a$	1.15	1.89	1.92	1.94
		$\Delta b$	-3.69	-4.23	-4.25	-4.28
		$\Delta E$	6.59	10.00	10.02	10.05
	10	$\Delta L$	4.54	9.32	9.41	9.47
		$\Delta a$	0.92	2.01	2.15	2.23
		$\Delta b$	-3.44	-4.81	-4.94	-4.93
		$\Delta E$	5.77	10.68	10.84	10.91
	20	$\Delta L$	4.16	9.11	9.12	9.10
		$\Delta a$	1.01	1.85	1.88	1.89
		$\Delta b$	-3.35	-4.51	-4.56	-4.58
		$\Delta E$	5.44	10.33	10.37	10.36
	30	$\Delta L$	4.97	8.92	8.97	9.03
		$\Delta a$	1.08	1.79	1.80	1.84
		$\Delta b$	-3.56	-4.09	-4.12	-4.15
		$\Delta E$	6.21	9.98	10.03	10.11

Notes)  $\Delta$ : Difference between standard and measured values

L: Lightness

a: (+) Redness, (0) gray and (-) greenness

b: (+) Yellowness, (0) gray and (-) blueness

을 나타냄으로써 갈변 진행정도가 더욱 심화되는 것을 알 수 있었으며, 이는 다른 식품이나 농산물의 가온 가공시 자주 일어나는 maillard 반응과 같은 비효소적 갈변반응에 기인하는 것으로 사료된다<sup>(16-18)</sup>. 또한 건

조시간 3시간 이내에 색도 변화가 가장 심하였으나 3시간 이후에 건조시간의 경과에 따른 색도 변화는 거의 미미하였다.

한편, 방사거리와 건조온도의 변화가 원적외선 건조한 복령의 색도에 미치는 영향을 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. 복령의 원적외선건조시 건조온도가 높아질수록  $\Delta a$ 값의 변화는 줄어드는 반면  $\Delta b$ 값의 변화는 더욱 증가하는 경향을 보였는데 이것은 갈변현상으로 인하여 녹색도가 감소하고 황색도가 증가한 것으로 판단된다. 또한 건조온도가 높고 시료와 열원간의 거리가 짧아질수록 적외선의 영향을 더욱 크게 받기 때문에 복령 표면 온도의 상승속도가 빨라져 전체적인 색차가 높게 나타나는 것으로 사료되며 이는 Kang 등<sup>(19)</sup>이 보고한 고추의 원적외선건조와 유사한 결과를 보였다.

### 갈변도

건조방법에 따른 복령의 갈변정도를 가용성 추출물의 흡광도값으로 420 nm에서 측정 비교한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 열풍건조한 복령의 갈변도 측정 결과 열풍의 온도와 속도가 증가할수록 흡광도 값이 증가하는 경향을 나타내었고, 온도와 방사거리에 따른 원적외선건조의 복령 갈변도는 건조온도가 높고 방사거리가 가까울수록 높게 나타났다.

갈변도의 전체적인 경향은 건조온도를 높일수록 점차 증가되는 양상을 보였고 건조온도 70°C, 10 cm에서 0.075로 가장 높은 값을 나타냈으며 열풍건조보다 원적외선 건조시 전 구간에서 온도의 상승에 따른 흡광도가 더 높게 나타났다. 이러한 양상은 색도 변화와

같은 양상을 보였으며 Hwang<sup>(20)</sup>, Youn 등<sup>(21)</sup>이 보고한 내용과 일치하였다.

### 총페놀(Total Phenolics) 함량의 변화

천연물 중에는 아미노산, 아스코르브산, Carotenoid, Flavonoid, Melanoidin, 각종 흐소류 그리고 Tocopherol 등 항산화작용을 가지고 있는 여러 종류의 물질들이 존재하고 있으며, 이들 중에서 페놀 성분들이 강한 산화방지작용을 지니고 있다고 알려져 있다<sup>(22)</sup>. 생복령과 건조된 복령의 총페놀 함량을 Folin-Denis법으로 측정하여 비교한 결과는 Table 3, 4에 나타난 바와 같다.

총페놀 함량은 열풍건조시 건조온도가 높을수록 풍속이 증가할수록 약간씩 감소하는 경향을 보였고,

Table 3. Content of total phenolics in Hoelen dried by hot air drying

Condition	Air Temp (°C)	Air velocity (m/s)	Total phenolics (mg%, D.M.) <sup>(1)</sup>
Hot air drying	50	0.5	1.723
		1.5	1.658
		2.5	1.525
	60	0.5	1.338
		1.5	1.342
		2.5	1.329
Raw material	70	0.5	1.225
		1.5	1.218
		2.5	1.118
Commercial product			2.849
			0.622

Notes)<sup>(1)</sup> Tannic acid equivalent by Folin-Denis method  
D.M.: dry matter basis

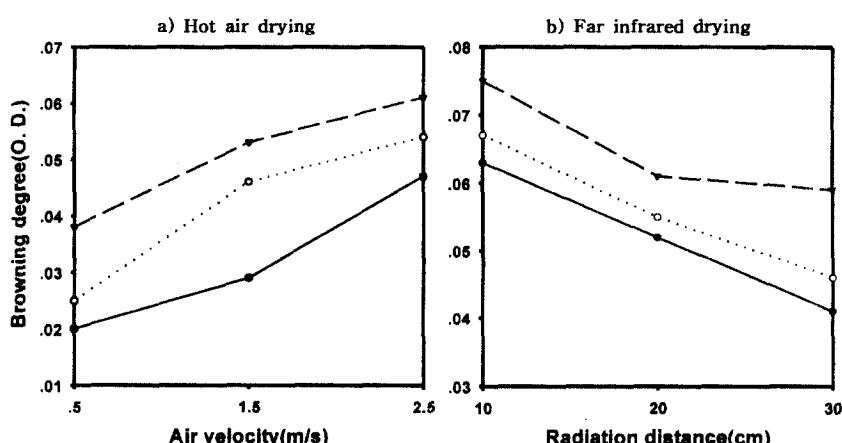


Fig. 1. The browning degree after drying of Hoelen slices for 9 hours (●—●, 50°C; ○—○, 60°C; ▼—▼, 70°C) b) Far infrared drying

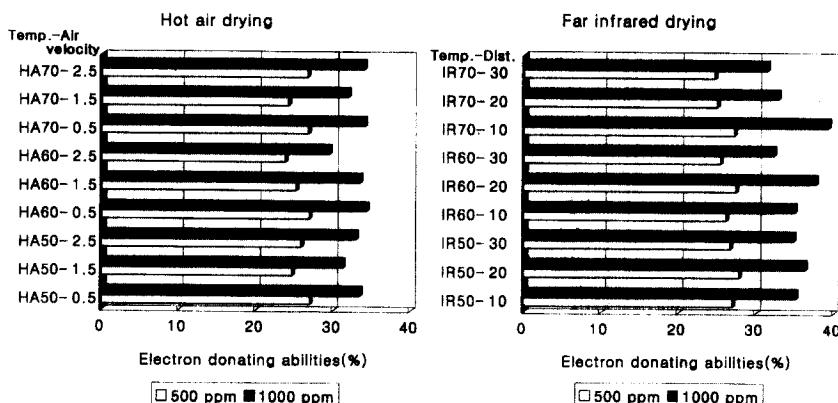


Fig. 2. Electron donating abilities to DPPH of solvent fraction from dried Hoelen.

Table 4. Content of total phenolics in Hoelen dried by far infrared drying, fresh Hoelen and commercial product

Condition	Air Temp (°C)	Radiation distance (cm)	Total phenolics (mg%, D.M.)
Far infrared drying	50	10	0.982
		20	1.093
		30	1.121
Far infrared drying	60	10	0.957
		20	0.989
		30	1.002
Far infrared drying	70	10	0.892
		20	0.920
		30	0.938
Raw material			2.849
Commercial product			0.622

Notes)<sup>(1)</sup> Tannic acid equivalent by Folin-Denis method  
D.M.: dry matter basis

50°C, 0.5 m/s에서 1.723 mg%로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 원적외선전조구에서는 50°C, 30 cm 구간에서 1.121 mg%로 가장 높게 나타났고 온도가 증가할 수록 방사거리가 짧을수록 감소하는 양상을 보였다.

전체적으로 다른 농산물보다 모든 구간에서 총페놀 함량이 매우 낮았으나, 복령 시판품의 함량보다 높게 나타났다. 원적외선 전조시료보다 열풍전조구에서 더 높은 함량을 나타냄으로 전조과정 중 감소되는 양을 줄일 수 있는 열풍전조방법이 더 효과적인 전조방법임을 알 수 있었다.

#### 전자공여능

전자공여작용은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 식품중의 지방질 산화를 억제하는 목적으로 사용되고

있을 뿐만 아니라 인체내에서 활성라디칼에 의한 노화를 억제하는 작용의 목적으로 이용되고 있다<sup>(15)</sup>. 열풍 및 원적외선전조공정에 의해 전조된 재배산 복령의 에탄올 추출물의 전자공여능을 측정하여 비교한 결과는 Fig. 2와 같다. 각 전조구간 전시료의 에탄올 추출물 농도가 1,000 ppm일 때 전자공여작용은 풍속 0.5 m/s, 50, 60, 70°C일 때 각각 33.44, 34.27, 34.06%였고, 방사거리 10 cm, 50, 60, 70°C의 구간에서는 각각 35.11, 34.9, 39.29%로서 전조방법과 전조온도에 따른 각 구간별 차이는 거의 나타나지 않았다. 따라서, 열풍 및 원적외선전조는 복령의 에탄올 추출물의 전자공여능에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

#### 요약

복령은 온도와 풍속, 온도와 방사거리를 변화시켜 열풍전조와 원적외선전조방법으로 전조함으로써 전조조건에 따른 색도, 갈변도, 총페놀함량, 전자공여능 등의 품질변화에 미치는 영향을 조사하였다. 색도는 열풍전조시료에서 전조온도와 풍속이 증가할수록, 원적외선전조시료에서 전조온도는 증가하고 방사거리가 짧아질수록  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta E$  value는 증가하였고,  $\Delta b$  value는 감소하였으며 그 변화폭도 커졌다. 그리고, 갈변된 정도를 알 수 있는 추출물의 흡광도는 색도 변화와 같은 양상을 보였다. 복령의 총페놀함량은 원적외선 시료가 열풍전조시료보다 낮은 함량을 나타냈지만 전체적으로 시판품의 함량보다는 높은 함량을 보였다. 전자공여능은 온도, 풍속과 방사거리에 따른 각 구간별 차이는 거의 없었다.

따라서 원적외선전조보다는 열풍전조로, 50°C의 낮은 전조온도와 0.5 m/s의 느린 풍속으로 전조할 때 품

질에 영향을 주는 색도변화와 화학성분함량의 손실을 최소화할 수 있는 것으로 사료되며, 원적외선 열원을 고온, 장시간 사용할 경우 품질손실은 매우 크게 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 1997년 경상북도 농촌진흥원에서 지원한 “복령의 고품질화 기술개발”의 연구결과 중 일부이며, 이에 대한 지원에 감사드립니다.

### 문 헌

1. Lee, J.Y. and Hong, S.U.: Illustrated Flora & Fauna of Korea, Vol. 28, Mushrooms (in Korean). Ministry of Education, p.318-325 (1985)
2. Lee, S.I.: Asian medical Herbs (in Korean). Hak-Rim Inc., p.1-49, 281-285 (1986)
3. Chang, S.M., Choi, C., Kim, J.W., Park, B.Y. and Park, S.D.: Herbs Resources Botany (in Korean). Hak-Mun Publishing Inc., p.535-537 (1996)
4. Hong, I.P., Chang, H.Y., Kang, A.S., Cha, D.Y. and Lee, M.W.: Study on the artificial culture of the *Poria cocos* (Fr.) Wolf (in Korean). *RDA J. Agric. Sci.*, **36**(1), 701-708 (1994)
5. Saito, H., Misaki, A. and Harada, T.: A comparision of the structure of curdlcan and pachyman. *Agr. Biol. Chem.* **32**, 1261-1269 (1968)
6. Kanayama, H., Adachi, N. and Togami, M.: A new antitumer polysaccharide from the mycelia of *Poria cocos* Wolf. *Chem. Pharm. Bull.* **31**, 1115-1118 (1983)
7. Narui, T. and Shibata, S.: A polysaccharide produced by laboratory cultivation of *Poria cocos* Wolf. *Carbohydrate Research*, **89**, 161-163 (1980)
8. Lee, K.S., Lee, M.W. and Lee, J.Y.: Studies on the antibacterial activity of *Poria cocos* (in Korean). *Kor. J. Mycol.* **10**(1), 27-31 (1982)
9. Park, S.S.: Studies on the characterization of carboxyl proteinase in *Poria cocos*. *M.S. Thesis*, Dongguk Univ. of Seoul, Korea (1983)
10. Hong, I.P. and Lee, M.W.: Studies on the cultural characteristics of *Poria cocos* (in Korean). *Kor. J. Mycol.* **18**(1), 42-49 (1990)
11. Rhim, J.W., Numes, R.V., Jones, V.A. and Swartzel, K. R.: Kinetics of color changes of grape juice generates using linearly increasing temperature. *J. Food Sci.*, **54**, 776-777 (1989)
12. Hendel C.E., Bailey G.F. and Taylor D.H.: Measurement of non-enzymatic browning of dehydrated vegetable during storage. *Food Technol.*, **14**, 344 (1950)
13. A.O.A.C.: *Official methods of analysis*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists Inc., Washington, D. C., (1990)
14. Blois, M.S.: Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, **181**, 1199-1203 (1958)
15. Lee, G.D., Chang, J.G. and Kim, H.K.: Antioxidative and Nitrite-scavenging activities of edible mushrooms (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**(3), 432-436 (1997)
16. Chung, S.K., Chung, Y.Y. and Jeong, W.S.: Studies on the browning inhibition of yam (*Dioscorea alimadoimo*) during hot air dehydration (in korean). *Agricultural Chemistry and Biotechnology*, **39**(5), 384-388 (1996)
17. Ha, J.H. and Kim, D.H.: Changes in the physico-chemical properties of the meals from the defatted sesame seeds at various roasting temperature and time (in korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**(2), 246-252 (1996)
18. Jo, K.S., Kim, J.H. and Shin, H.S.: Major components affecting nonenzymatic browning in Ginger paste during storage (in korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**(3), 433-439 (1996)
19. Kang, S.W. and Koh, H.K.: Heat and Mass transfer characteristics of Red-Pepper powder by convection and radiation conditioning(in Korean). *Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery*, **18**(1), 48-59 (1993)
20. Hwang, K.T. and Rhim, T.W.: Effect of various pre-treatments and drying methods on the quality of dried vegetables (in korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **26**(6), 805-813 (1994)
21. Youn, K.S and Choi, Y.H.: Drying characteristics of osmotically pre-treated Carrots (in korean). *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**(6), 1126-1134 (1996)
22. Dugan, L.R.: Natural antioxidants, in *Antoxidation in Food and Biological Systems* (M.G. Simic and M. Karel, eds), Plenum Press, New York, p.261 (1980)

(1998년 11월 19일 접수)