

건조방법에 따른 생식 원료의 이화학적 특성 및 기능성 성분의 변화

김철암 · 오덕환¹ · 은종방*

전남대학교 응용생물공학부 · 기능성 식품 연구센터, ¹강원대학교 바이오산업공학부

Change of Physicochemical Characteristics and Functional Components in the Raw Materials of *Saengsik*, Uncooked Food by Drying Methods

Tie-Yan Jin, Deog-Hwan Oh¹, and Jong-Bang Eun*

Division of Applied Bioscience and Biotechnology and Functional Food Research Center, Chonnam National University

¹School of Biotechnology and Bioengineering, Kangwon National University

Abstract Changes in physicochemical characteristics and functional components content of *saengsik*, uncooked food, were investigated to find efficient drying methods, one of important manufacturing process of *saengsik*. No changes in proximate compositions of all samples were observed during hot-air drying at 50, 55, and 60°C and freeze-drying. Colors of carrot, *Lentinus edodes*, and sea mustard did not change, while a value of cabbage, L, a, and b values of *Agaricus bisporos*, and a value of laver changed slightly by hot-air drying at all temperatures and freeze-drying. Dietary fiber content increased by hot-air drying but not by freeze-drying. Reductions in vitamin C and β-carotene contents of carrot, cabbage, sea mustard, and laver were higher by hot-air drying than by freeze-drying. Contents of total phenolics and lectin of *L. edodes* and *A. bisporos* were not affected by hot-air drying and freeze-drying. Contents of pectin, alginic acid, and porphyran in sea mustard and laver increased by hot-air drying.

Key words: *saengsik*, uncooked food, drying methods, physicochemical characteristics, functional components

서 론

21세기에 들어서면서 사람들은 건강, 환경, 자연을 중시하고 지키려는 흐름이 두드러지고 있다. 그리고 현재 사람들에게 많이 발생하는 비만, 성인병, 암 등의 질병이 점차 증가함에 따라 어떻게 건강을 유지하고 질병을 예방할 것인가에 대한 관심이 더욱 증대되고 있다. 특히 건강에 대한 패러다임도 과거 '질병치료형'에서 '질병예방형'의 개념으로 바뀌면서 보다 삶의 질을 높일 수 있는 건강에 대한 관심이 더욱 증폭되고 있다(1).

모든 사람들은 건강하고 장수하기를 원하지만 현재의 식생활로는 기대할 수 없다고 미국상원의원 영양문제 특별위원회 보고서에서는 경고하고 있다(2). 불균형 된 식사가 많고 이러한 식사로 장기간 식생활을 하면 암이나 심장병, 당뇨병 등 성인병을 일으키므로 식사내용을 반드시 바꾸어야 한다는 것이다(3-5). 더욱 세계의 장수마을이나 특수식사를 섭취하고 있는 종교인이나 특수 집단에서는 이러한 질병이 적게 발생하는데 이에 대한 연구 및 관심이 증가하고 있다(6-8). 이러한 사람들은 주로 생식과 채식을 섭취하고 현대인들이 주로 섭취하는 인스턴트 식품이나 과다한 육식을 섭취하지 않음으로서 현대인들의 식생활에 의하여 발생하는 성인병을 예방할 수 있을 것으로 본다.

'생식이란 동, 식물성 원료를 주원료로 건조 등 가공 처리하여

분말, 과립, 바, 페이스트, 겔상, 액상 등으로 제조한 것으로 이를 그대로 또는 물 등과 혼합하여 섭취할 수 있도록 편리성을 지니게 한 것을 말한다.'고 정의를 내리고 있으며, 생식원료의 건조는 영양소의 파괴, 효소의 불활성화, 전분의 호화 등이 최소화되도록 동결건조, 자연건조, 60°C 이하의 송풍건조 등을 하도록 그 제조, 가공 기준을 정하고 있다(9).

생식원료들은 단백질, 지방, 탄수화물, 미네랄, 무기질 등 영양 성분, 이러한 기본적인 영양성분 이외에 인체 내의 효소에 의해 소화되지 않는 셀룰로오스, 펙틴, 헤미셀룰로오스 등의 식이섬유 성분과 다양한 phytochemicals를 포함하고 있다. 식이섬유 성분은 주로 비전분성 다당류로서 혈중 콜레스테롤 제한, 변비억제 등과 같은 생리활성을 제공하는 것으로 잘 알려져 있다(10,11). 최근에는 이러한 전통적인 생리활성 이외에 항암작용, 면역증강, 항균 작용 등의 다양한 생물활성을 제공하는 것으로 알려지면서 다당류 소재를 이용한 기능성 식품의 판매가 활발하게 진행되고 있다(12-16). 현재 생식 원료로 사용되고 있는 것은 곡류, 채소류, 버섯류, 해조류, 과일류 등이 있는데 생식의 주요한 원료 중의 하나인 채소류, 버섯류, 해조류에는 풍부한 전분, 단백질, 지질, 무기질, 미네랄, 식이섬유 등이 포함되어 있고 또 여러 가지 기능성 물질들을 많이 함유되어 있다(10-12). 이러한 생식 원료를 이용하여 제조한 생식이 건조방법에 따라 일어날 수 있는 여러 가지 영양성분과 기능성 성분의 변화에 대한 연구는 거의 진행되지 않은 실정이며 또한 생식을 섭취하기까지 나름대로 건조 등 가공과정을 거치면서 생식 원료의 영양성분과 기능성 성분의 어떤 변화가 있는가가 확인하는 것이 매우 중요하다.

수분의 함유량이 채소류는 90-98%, 버섯류는 80-90%, 해조류는 90-96%이다. 이러한 물질을 원료로 하여 생식을 제조할 때 영양성분 및 기능성 성분의 손실을 최소화하기 위하여 대부분 동

*Corresponding author: Jong-Bang Eun, Division of Applied Bioscience and Biotechnology, Chonnam National University, 300 Yongbong-Dong, Buk-Gu Gwangju, 500-757, Korea
Tel: 82-62-530-2145
Fax: 82-62-530-2149
E-mail: jbeun@chonnam.ac.kr
Received October 24, 2005; accepted January 17, 2006

결건조방법을 사용하고 있는데 이는 건조하고자 하는 재료를 동결시킨 후 진공장치 내에서 액체상태를 거치지 않고 기체상태의 증기로 승화시켜 건조하게 되고 낮은 온도에서 건조가 일어나므로 영양성분 및 기능성 성분의 손실이 적은 이점이 있다(17). 그러나 건조속도가 일반 건조방법보다 느리고 고가이며 또 생산 효율이 낮은 등의 단점을 가지고 있다. 반면, 열풍건조법은 동결건조법에 비해 공정이 간단하며 경제적으로 사용할 수 있는 장점이 있는데 생식제조에서 많이 사용되지 않고 또 이 방법에 관한 연구도 거의 진행되지 않고 있는 실정이다. 영양성분 및 기능성 성분의 손실이 최소화 하고 또 비용이 적게 들고 원가가 낮은 생식 건조방법을 찾고자 본 연구에서는 채소류 중의 당근과 양배추, 버섯류 중의 표고버섯과 양송이버섯, 해조류 중의 미역과 김을 생식 원료로 50, 55, 60°C에서 열풍건조에 의하여 제조한 생식과 동결건조에 의하여 제조된 생식의 단백질, 지방, 탄수화물, 회분, 색도, 식이섬유 등 이화학적 특성과 기능성 성분에 대한 함량분석을 하였다.

재료와 방법

재료

시중의 당일 배송된 신선한 당근, 양배추, 표고버섯, 양송이버섯, 미역, 김을 구입하여 각각 50, 55, 60°C에서 열풍건조, 동결건조를 실시하여 수분 함량이 $8.0 \pm 0.5\%$ 가 되게 하여 시료로 사용하였다.

일반성분 함량 측정

일반성분 분석은 AOAC방법(18)에 따라 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 회분은 550°C 직접회화법, 조단백질 함량은 micro-Kjeldahl법, 그리고 조지방은 Soxhlet 추출법을 사용하였고 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분을 뺀 값으로 하였다.

색도 측정

시료의 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Japan)를 사용하여 측정하였고 L값(Lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)으로 나타내었다.

식이섬유 함량 측정

Total dietary fiber(TDF)의 측정은 Prosky 등(19)의 방법을 이용하여 측정하였다. 시료에 α -amylase(Sigma, USA)와 protease(Sigma, USA)를 단계적으로 가해 전분과 단백질을 제거한 후 95% 에탄올을 가해 식이섬유를 침전시킨 후 crucible을 이용하여 감압 여과 시켜 잔사를 구했다. 잔사의 단백질 함량과 회분함량을 제한 값이 바로 TDF값이다.

불용성(IDF) 및 수용성식이섬유(SDF) 함량은 Prosky 등(19)의 방법으로 측정하였다. 시료를 α -amylase(Sigma, USA), protease(Sigma, USA), myloglucosidase(Sigma, USA)의 효소로 처리하여 단백질과 전분을 제거시킨 후 물로 세척하면서 crucible을 통해 여과시킨 후 crucible에 남아있는 잔사만 회수하여 IDF의 함량 측정에 사용하였다. IDF의 함량 측정을 위해 잔사를 95% 및 78% ethanol과 acetone으로 연속적으로 세척한 후 oven에서 건조시킨 다음 냉각시켜 잔사의 양을 구하였다. 잔사의 중량에서 단백질과 회분의 양을 제한 값을 IDF값으로 하였고, 총 식이섬유 값에서 IDF값을 제한 값을 SDF값으로 하였다.

Vitamin C 함량 측정

Indophenol법(20)을 사용하여 측정하였다. 조제한 시험용액 10 mL를 삼각플라스크에 취하여 즉시 인도페놀용액으로 적정하여 청색에서 적색으로 변하고 적색이 없어지는 점을 종말점으로 하여 계산하여 측정하였다.

β -Carotene 함량 측정

β -Carotene의 함량은 Nilis(21)의 방법으로 측정하였다. 시료를 KOH 용액과 pyrogallol 용액을 첨가하여 검화시킨 후 석유에테르에 용해시켜서 감압 농축하여 석유에테르를 완전히 휘발시켰다. 잔존물을 isopropanol:chloroform = 1:1 용액에 용해하여 0.45 μ m filter로 여과시킨 후 HPLC(LKB Pharmacia Co., Ltd., Sweden)를 사용하여 측정하였다.

총 페놀성 화합물 함량 측정

총 페놀성 화합물의 함량은 AOAC법(18)으로 측정하였다. 10 mL의 시험관에 7.5 mL의 증류수와 80% 에탄올의 시료추출물 0.1 mL를 넣고 잘 혼합한 후 Folin-Denis시약 0.5 mL와 탄산나트륨 포화용액 1 mL를 차례로 넣은 다음 증류수로 정용하였다. 이 혼합액은 실온에서 30분간 방치한 후 spectrophotometer(Model UV-1201, Shimazu, Japan)로 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀성 화합물의 함량은 표준품으로 tannic acid를 사용, 검량선 작성하여 산출하였다.

펙틴의 함량 측정

펙틴은 Choi 등(22)의 방법에 의하여 추출하여 정량하였다. 시료에 HCl 용액(pH 1.8)을 넣고 85°C에서 30분간 반응시켰다. 반응액을 6,500×g에서 10 분간 원심분리한 후 상층액을 여과하였다. 여액을 1.0 N NaOH를 이용하여 pH를 4.5로 조절한 후 여액의 4배에 해당하는 isopropanol을 넣고 8시간 방치하였다. 이를 여과시키면서 isopropanol과 acetone으로 씻어서 건조시켰다. 건조된 시료를 증류수에 1% 용액이 되도록 용해시킨 후 원심분리(6,500×g, 10 min)시킨 후 동결 건조하여 펙틴의 함량을 측정하였다.

렉틴의 함량 측정

Chung 등(23)의 방법에 의하여 시료를 EDTA를 포함한 phosphate-buffered saline(PBSE)을 첨가하여 4°C에서 mixer로 5분간 분쇄한 후 원심분리(5,000×g, 10 min)를 하였다. 상층액에 solid ammonium sulfate를 첨가하여 4°C에서 1시간 반응시킨 후 원심분리(5,000×g, 20 min)하여 침전물을 모은 다음 소량의 PBSE로 재용해 시켜 400배의 20×10^{-3} M Tris-HCl buffer로 4시간 씩 반복 투석을 실시하고 원심분리 한 상층액을 동결 건조하여 렉틴을 얻은 후 무게를 측정하였다.

알긴산 함량 측정

알긴산은 Cho 등(24)의 방법에 의하여 추출하여 함량을 측정하였다. 시료에 0.1% H_2SO_4 를 가하여 pH를 3.5-4.0으로 한 다음 상온에서 1시간 정지한 후 수세하고, 0.15% $NaCO_3$ 을 가하여 pH를 9.8-10.2로 조절한 후 60°C에서 4시간 교반하여 알긴산을 추출한다. 추출조에 5배의 물을 가하여 희석하고 5%의 H_2SO_4 로 pH를 1.4-1.5로 조절하고 같은 양의 메탄올을 가하여 알긴산을 침전시켜 회수하고, 중성이 될 때까지 수세한 다음 메탄올로 재수

세하여 40°C에서 12시간 건조시켜서 알긴산을 얻은 후 무게를 측정하였다.

뒤 $\alpha = 0.05$ 에서 유의한 차이가 있는 경우 Turkey법을 이용하여 사후 검증하였다.

Porphyran 함량 측정

Koo 등(25)의 방법으로 crude porphyran을 추출하여 함량을 측정하였다. 건조 김을 분쇄한 후 50배(w/v)의 0.1 N HCl를 가하여 60°C의 수욕에서 3시간 동안 교반하여 추출하였다. 추출액을 농축한 후 감압여과하여 얻어진 여액을 6 N NaOH를 이용하여 pH를 7.0으로 조정된 다음 중화된 여액에 3배량(v/v)의 에탄올을 가해 12시간 정치한 후 원심분리(4,000×g, 15 min)하였다. 침전물 중의 에탄올을 증류수로 세척한 후 동결 건조하여 crude porphyran을 얻어서 무게를 측정하였다.

통계처리

시험결과는 3차 반복실험을 하였고 값을 SPSS Ver. 10.0 package program(26)을 이용하여 각 시험구의 평균과 표준편차를 산출하고 각 시험구간의 차이 유무를 one-way ANOVA로 분석한

결과 및 고찰

일반성분의 함량

당근, 양배추, 표고버섯, 양송이버섯, 미역, 김을 50, 55, 60°C에서 열풍건조와 동결건조 진행한 후 시료의 일반성분 함량을 조사하여 Table 1에서 나타내었다. 당근 중의 단백질함량은 동결건조를 실시한 시료가 8.02%로 제일 적게 나타났고 50°C에서 열풍건조를 한 시료가 8.15%로 제일 높게 나타났는데 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 탄수화물의 함량은 78.43-78.70%, 지방함량은 1.02-1.19%, 회분의 함량은 4.23-4.37%로 나타났는데 시료들 사이에서 일반성분들이 약간의 차이를 보이지만 50, 55, 60°C에서 각각 열풍건조를 진행한 시료와 동결건조를 진행한 시료는 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 50, 55, 60°C에서 열풍건조와 동결건조를 진행한 시료들 사

Table 1. Proximate analysis¹⁾ of carrot, cabbage, *Lentinus edodes*, *Agaricus bisporos*, sea mustard and laver dried with hot-air and freeze-dried (%)

		Control ²⁾	Hot-air dried			Freeze dried
			50°C	55°C	60°C	
Carrot	Moisture	87.56 ± 0.82 ^b	7.97 ± 0.21 ^a	8.00 ± 0.26 ^a	8.00 ± 0.46 ^a	8.03 ± 0.51 ^a
	Protein	1.32 ± 0.11 ^a	8.15 ± 0.52 ^b	8.10 ± 0.47 ^b	8.09 ± 0.22 ^b	8.02 ± 0.67 ^b
	Carbohydrate	10.32 ± 0.37 ^a	78.47 ± 0.28 ^b	78.55 ± 0.72 ^b	78.43 ± 1.21 ^b	78.70 ± 1.03 ^b
	Fat	0.12 ± 0.03 ^a	1.04 ± 0.27 ^b	1.05 ± 0.23 ^b	1.19 ± 0.27 ^b	1.02 ± 0.31 ^b
	Ash	0.68 ± 0.06 ^a	4.37 ± 0.27 ^b	4.30 ± 0.20 ^b	4.29 ± 0.21 ^b	4.23 ± 0.14 ^b
Cabbage	Moisture	93.25 ± 1.56 ^b	8.07 ± 0.15 ^a	7.93 ± 0.15 ^a	8.03 ± 0.38 ^a	8.03 ± 0.21 ^a
	Protein	0.57 ± 0.05 ^a	2.20 ± 0.05 ^b	2.22 ± 0.12 ^b	2.15 ± 0.14 ^b	2.17 ± 0.13 ^b
	Carbohydrate	5.61 ± 0.35 ^a	87.42 ± 0.58 ^b	87.56 ± 0.54 ^b	87.49 ± 0.87 ^b	87.46 ± 0.43 ^b
	Fat	0.12 ± 0.02 ^a	0.67 ± 0.06 ^b	0.66 ± 0.04 ^b	0.68 ± 0.04 ^b	0.70 ± 0.07 ^b
	Ash	0.45 ± 0.04 ^a	1.64 ± 0.08 ^b	1.63 ± 0.13 ^b	1.65 ± 0.13 ^b	1.64 ± 0.09 ^b
<i>Lentinus edodes</i>	Moisture	90.42 ± 1.65 ^b	8.07 ± 0.25 ^a	7.93 ± 0.15 ^a	7.97 ± 0.31 ^a	8.03 ± 0.21 ^a
	Protein	1.86 ± 0.12 ^a	17.31 ± 1.02 ^b	17.82 ± 1.25 ^b	17.66 ± 1.10 ^b	17.44 ± 1.48 ^b
	Carbohydrate	6.63 ± 0.48 ^a	68.43 ± 0.83 ^b	68.08 ± 1.04 ^b	68.19 ± 0.58 ^b	68.38 ± 1.21 ^b
	Fat	0.27 ± 0.02 ^a	1.79 ± 0.09 ^b	1.79 ± 0.12 ^b	1.75 ± 0.13 ^b	1.78 ± 0.17 ^b
	Ash	0.82 ± 0.06 ^a	4.40 ± 0.17 ^b	4.38 ± 0.25 ^b	4.43 ± 0.34 ^b	4.37 ± 0.25 ^b
<i>Agaricus bisporos</i>	Moisture	90.46 ± 1.82 ^b	8.03 ± 0.25 ^a	7.98 ± 0.15 ^a	7.93 ± 0.12 ^a	8.06 ± 0.21 ^a
	Protein	3.16 ± 0.27 ^a	23.64 ± 1.57 ^b	23.33 ± 1.99 ^b	23.26 ± 1.84 ^b	23.55 ± 2.39 ^b
	Carbohydrate	5.49 ± 0.31 ^a	62.67 ± 0.52 ^b	63.09 ± 1.23 ^b	63.20 ± 1.37 ^b	62.76 ± 1.38 ^b
	Fat	0.13 ± 0.02 ^a	1.35 ± 0.09 ^b	1.32 ± 0.09 ^b	1.32 ± 0.14 ^b	1.30 ± 0.09 ^b
	Ash	0.76 ± 0.05 ^a	4.31 ± 0.23 ^b	4.28 ± 0.20 ^b	4.29 ± 0.42 ^b	4.33 ± 0.33 ^b
Sea mustard	Moisture	88.15 ± 1.47 ^b	8.10 ± 0.50 ^a	7.98 ± 0.16 ^a	8.03 ± 0.20 ^a	7.93 ± 0.35 ^a
	Protein	1.96 ± 0.15 ^a	26.81 ± 0.85 ^b	26.87 ± 1.69 ^b	26.33 ± 1.67 ^b	26.62 ± 0.64 ^b
	Carbohydrate	5.85 ± 0.32 ^a	37.23 ± 0.43 ^b	37.42 ± 0.85 ^b	38.19 ± 1.08 ^b	37.66 ± 0.36 ^b
	Fat	0.17 ± 0.02 ^a	3.07 ± 0.16 ^b	2.96 ± 0.29 ^b	2.96 ± 0.27 ^b	3.00 ± 0.43 ^b
	Ash	3.87 ± 0.23 ^a	24.79 ± 0.35 ^b	24.77 ± 0.71 ^b	24.49 ± 0.58 ^b	24.79 ± 0.63 ^b
Laver	Moisture	90.15 ± 1.52 ^b	8.00 ± 0.66 ^a	8.03 ± 0.21 ^a	7.97 ± 0.32 ^a	8.00 ± 0.26 ^a
	Protein	3.26 ± 0.46 ^a	39.25 ± 0.73 ^b	39.16 ± 1.13 ^b	39.60 ± 1.27 ^b	39.37 ± 1.49 ^b
	Carbohydrate	3.01 ± 0.18 ^a	42.32 ± 0.37 ^b	42.77 ± 0.86 ^b	42.54 ± 0.73 ^b	42.20 ± 0.62 ^b
	Fat	0.37 ± 0.03 ^a	1.77 ± 0.08 ^b	1.74 ± 0.12 ^b	1.75 ± 0.09 ^b	1.75 ± 0.10 ^b
	Ash	3.21 ± 0.62 ^a	8.66 ± 0.69 ^b	8.30 ± 0.85 ^b	8.14 ± 0.96 ^b	8.68 ± 0.53 ^b

¹⁾Mean ± SD.

²⁾Fresh raw materials.

^{a-b}Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Turkey's multiple range test.

이에는 단백질, 지방, 탄수화물 등 영양물질의 차이가 거의 없는 것을 알 수 있다. 양배추는 50, 55, 60°C에서 열풍건조와 동결건조를 진행한 시료의 일반성분 함량은 각각 단백질 2.15-2.22%, 탄수화물 87.42-87.56%, 지방 0.67-0.70%, 회분 1.63-1.65%, 표고버섯은 단백질 17.31-17.82%, 탄수화물 68.08-68.43%, 지방 1.75-1.79%, 회분 4.37-4.40%, 양송이버섯은 단백질 23.26-23.64%, 탄수화물 62.67-63.20%, 회분 4.28-4.33%로, 미역은 단백질 26.33-26.87%, 탄수화물 37.23-38.19%, 지방 2.96-3.07%, 회분 24.49-24.79%, 김은 단백질 39.16-39.60%, 탄수화물 42.20-42.77%, 지방 1.74-1.77%, 회분 8.14-8.68%로 나타났다. 양배추, 표고버섯, 양송이버섯, 미역, 김은 위에서 기술한 당근과 마찬가지로 단백질, 탄수화물, 지방, 회분 등 일반성분의 함량은 열풍건조를 진행한 시료나 동결건조를 진행한 시료나 거의 차이가 없는 것으로 관찰되었으며 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 그리고 농촌진흥청에서 보고한 식품성분표(27)의 결과와 비슷하였다. 이러한 결과로 볼 때 단백질, 지방, 탄수화물 등 영양물질의 함량은 열풍건조와 동결건조를 진행한 시료사이에 차이가 거의 없기에 원가가 낮고 편리한 열풍건조를 사용하여도 될 것으로 생각된다.

색도 측정

Table 2에서는 당근, 양배추, 표고버섯, 양송이버섯, 미역, 김을 50, 55, 60°C에서 열풍건조 및 동결건조를 진행한 후의 색도를 나타내었다. 당근은 50, 55, 60°C에서 열풍건조 및 동결건조를 진행한 후 L값, a값, b값의 뚜렷한 변화가 관찰되지 않았고 각 시험구들 사이에 5%의 수준에서 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 열풍건조와 동결건조를 통하여 lipoxygenase와 peroxidase가 불활성화 되어 당근 중의 주요한 색소 성분인 carotenoid에 대

해 작용하지 못하여 색도 변화가 없는 것으로 생각된다(28). 이러한 결과는 Lee 등(29)과 Jeong 등(30)이 당근을 가열처리와 냉수처리를 하였을 때와도 비슷한 결과를 나타냈다. 양배추의 L값은 열풍건조 및 동결건조를 진행한 후 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. a값은 동결건조를 진행한 시험구가 -10.61로 제일 낮게 나타났고 다음으로는 50°C에서 열풍건조를 진행한 시험구가 -6.26, 55°C와 60°C에서 열풍건조를 실시한 시험구는 각각 -4.27과 -4.32로 나타났다. 동결건조를 진행한 시험구와 50°C에서 열풍건조를 진행한 시험구는 다른 시험구와 5%의 수준에서 유의적 차이를 나타냈고 55°C와 60°C에서 열풍건조를 실시한 두 시험구 사이에는 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 양배추의 주요한 녹색 색소인 chlorophyll이 열풍건조를 진행하는 동안 녹갈색의 pheophytin이나 갈색인 pheophorbide 등 물질이 생성되면서 a값이 증가되었고 동결건조를 진행한 시료에서 chlorophyllase는 5°C 이하에서 활성이 떨어져 녹색이 변화되는 반응을 억제하기에 a값이 최저로 나타났다고 생각된다(28). b값은 동결건조를 진행한 시험구가 22.30으로 제일 낮게 나타났고 50°C에서 열풍건조를 진행한 시험구는 28.67, 55°C와 60°C에서 열풍건조를 실시한 시험구는 각각 31.74와 32.28로 나타났다. 55°C와 60°C에서 열풍건조를 실시한 두 시험구 사이에 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났고 나머지 시험구 사이에서는 5%의 수준에서 모두 유의적 차이를 나타냈는데, 이것은 열풍건조를 진행하면서 chlorophyll의 변화에 의하여 생긴 결과라고 생각된다(28).

표고버섯의 L값, a값, b값은 열풍건조 및 동결건조를 진행한 각 시험구 사이에 5%에서 유의적 차이가 없는 것으로 관찰되었다. 이러한 결과는 표고버섯의 경우 원래 색이 진한 갈색을 띠기 때문에 열풍건조 및 동결건조를 진행하여도 색도의 변화가 없는

Table 2. Color value¹⁾ of carrot, cabbage, *Lentinus edodes*, *Agaricus bisporos*, sea mustard and laver dried with hot-air and freeze-dried

		Control ²⁾	Hot-air dried			Freeze dried
			50°C	55°C	60°C	
Carrot	L	50.23 ± 0.68 ^{NS}	49.67 ± 0.30	49.09 ± 1.29	49.20 ± 0.63	49.97 ± 1.15
	a	27.13 ± 0.37 ^{NS}	26.43 ± 0.30	26.19 ± 0.19	26.41 ± 0.11	29.91 ± 0.09
	b	25.42 ± 0.59 ^{NS}	25.97 ± 0.25	26.07 ± 0.21	26.09 ± 0.42	26.17 ± 0.52
Cabbage	L	55.23 ± 0.62 ^{NS}	54.62 ± 0.41	53.54 ± 0.71	53.72 ± 0.90	55.59 ± 1.22
	a	-10.56 ± 0.22 ^a	-6.26 ± 0.08 ^b	-4.27 ± 0.06 ^c	-4.32 ± 0.17 ^c	-10.61 ± 0.17 ^a
	b	24.06 ± 0.35 ^a	28.67 ± 0.30 ^b	31.74 ± 0.22 ^c	32.28 ± 0.69 ^c	22.30 ± 0.90 ^a
<i>Lentinus edodes</i>	L	40.16 ± 0.65 ^{NS}	39.41 ± 0.19	39.35 ± 0.52	39.09 ± 0.33	40.05 ± 0.18
	a	9.86 ± 0.46 ^{NS}	9.84 ± 0.07	9.35 ± 0.24	9.46 ± 0.25	9.42 ± 0.28
	b	17.22 ± 0.35 ^{NS}	17.55 ± 0.41	17.19 ± 0.14	17.34 ± 0.24	17.02 ± 0.14
<i>Agaricus bisporos</i>	L	65.35 ± 0.48 ^c	63.23 ± 0.36 ^b	60.58 ± 0.50 ^a	59.12 ± 0.17 ^a	65.95 ± 0.32 ^c
	a	4.05 ± 0.29 ^a	4.44 ± 0.16 ^a	8.37 ± 0.26 ^b	8.65 ± 0.26 ^b	4.28 ± 0.08 ^a
	b	20.36 ± 0.51 ^a	19.87 ± 0.54 ^a	22.33 ± 0.62 ^b	22.72 ± 0.38 ^b	19.09 ± 0.38 ^a
Sea mustard	L	30.85 ± 0.58 ^{NS}	30.55 ± 0.34	30.94 ± 0.11	30.86 ± 0.20	31.24 ± 0.19
	a	-8.64 ± 0.49 ^{NS}	-7.97 ± 0.17	-7.90 ± 0.17	-8.06 ± 0.15	-8.14 ± 0.09
	b	12.87 ± 0.51 ^{NS}	12.71 ± 0.11	12.36 ± 0.36	12.39 ± 0.58	12.16 ± 0.56
Laver	L	24.35 ± 0.48 ^{NS}	24.30 ± 0.06	24.23 ± 0.30	24.77 ± 0.14	23.96 ± 0.13
	a	1.82 ± 0.29 ^a	1.73 ± 0.09 ^a	2.43 ± 0.06 ^b	2.38 ± 0.10 ^b	1.80 ± 0.11 ^a
	b	3.36 ± 0.25 ^{NS}	3.73 ± 0.19	3.79 ± 0.10	3.57 ± 0.22	3.40 ± 0.56

¹⁾Mean ± SD.

²⁾Fresh raw materials.

^{NS}Values in the same row are not different.

^{a-c}Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at α = 0.05 by Turkey's multiple range test.

것으로 판단되며(31) 건조방법과는 상관없이 건조 시의 상대습도 등 건조조건과 연관된다는 Park 등(32)의 연구결과와 유사하였다.

양송이버섯의 L값은 열풍건조 중 건조온도가 높아질수록 낮게 나타났고 동결건조 시킨 시험구의 L값은 신선한 양송이버섯의 L값과 거의 차이가 없었다. 또한 a와 b값은 동결건조에 비해 열풍건조를 진행시 증가하는 경향을 보였다. 건조온도가 높아짐에 따라 a값, b값이 증가하는 경향은 갈변 진행정도가 더욱 심화되는 것을 알 수 있으며, 이는 다른 식품이나 농산물의 가공할 때에 일어나는 maillard반응과 같은 비효소적 갈변반응에 기인하는 것으로 생각된다(33). 이러한 변화는 Ha 등(34)이 양송이버섯을 열풍건조 진행하였을 때 색도의 변화와 유사하게 나타났다.

미역을 50, 55, 60°C에서 열풍건조 및 동결건조를 진행한 후의 L값, a값, b값은 각 시험구들 사이에 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 미역의 주요한 색소로는 chlorophyll a, β -carotene, fucoxanthin 인데(35) 50, 55, 60°C에서 열풍건조 및 동결건조를 통하여 큰 변화가 일어나지 않아서 색도의 변화에 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다(36).

김의 L값과 b값은 50, 55, 60°C에서 열풍건조 및 동결건조 진행하였을 때에 뚜렷한 변화가 없는 것으로 나타났고 a값은 55와 60°C에서 열풍건조를 진행하였을 때에 증가하는 경향을 나타냈다. 이것은 Lee 등(37)이 60°C에 열풍건조과정에서 김 중의 주요한 색소인 chlorophyll a가 약 7.7% 손실된다는 결과에 의하여 본 실험에서 나타난 결과도 chlorophyll a의 손실에 의하여 일어난 결과라고 생각된다.

50, 55, 60°C에서 열풍건조 및 동결건조를 통하여 색도의 변화를 본 결과 당근, 표고버섯, 미역 거의 변화가 없었고 양배추, 양송이버섯, 김으로 열풍건조를 진행한 시료에서 a값과 b값의 변화가 관찰되었다. 당근, 표고버섯, 미역의 경우 열풍건조가 시료의

색도에 대해 크게 영향을 미치지 않으므로 사용하여도 될 것으로 생각된다.

식이섬유의 함량

당근, 양배추, 표고버섯, 양송이버섯, 미역, 김을 50, 55, 60°C에서 열풍건조 및 동결건조를 진행한 후의 불용성 식이섬유, 수용성 식이섬유, 총 식이섬유의 함량을 Table 3에서 나타내었다. 열풍건조를 진행한 시험구의 불용성 식이섬유, 수용성 식이섬유, 총 식이섬유의 함량은 동결건조를 진행한 시험구에 비하여 높게 나타났으며 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 불용성 식이섬유의 경우에는 Van Soest(38)는 가열처리에 의해 일어나는 maillard반응의 생성물과 탄닌이 식이섬유 분석과정에서 리그닌 값에 포함되기 때문에 식이섬유의 함량 측정치가 증가된다고 하였다. Englyst(39)는 가열과정으로 인해 효소에 의해 분해되지 않는 resistant starch가 생성되고 이것이 식이섬유로 측정되기에 불용성 식이섬유의 값이 증가한다고 보고하였다. 그리고 Vidal-Vaverde 등(40)은 가열처리하였을 때 세포벽 구조가 파괴되어 셀룰로오스가 유리되어 나오기 때문에 식이섬유가 증가된다고 보고하였다. 따라서 앞에서 언급한 연구결과들을 종합해 볼 때 본 실험에서 나타난 결과는 열풍건조과정에서 maillard반응의 생성물과 resistant starch가 식이섬유로 측정되고 셀룰로오스가 유리되어 나와 그 측정치가 증가된 것이라 생각된다. 이상의 결과에서 불용성 식이섬유의 함량은 열풍건조를 진행한 시료에서 동결건조를 진행한 시험구보다 더 많은 것으로 나타났고 열풍건조 온도에는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

수용성 식이섬유에서는 50, 55, 60°C에서 열풍건조를 진행한 시험구가 동결건조를 진행한 시험구 보다 높게 나타났다. Huge 등(41)은 감자에 가열처리를 하였을 때에 갈락트유론산의 사슬이

Table 3. Content¹⁾ of total dietary fiber (TFD), insoluble dietary fiber (IDF) and soluble dietary fiber (SDF) of carrot, cabbage, *Lentinus edodes*, *Agaricus bisporos*, sea mustard and laver dried with hot-air and freeze-dried (%)

		Control ²⁾	Hot-air dried			Freeze dried
			50°C	55°C	60°C	
Carrot	IDF	1.77 ± 0.16 ^a	24.06 ± 0.80 ^c	24.86 ± 0.90 ^c	24.22 ± 1.40 ^c	21.70 ± 0.44 ^b
	SDF	0.20 ± 0.02 ^a	3.96 ± 0.60 ^c	3.76 ± 0.24 ^c	3.82 ± 0.29 ^c	3.05 ± 0.47 ^b
	TDF	1.97 ± 0.18 ^a	28.02 ± 1.40 ^c	28.62 ± 1.14 ^c	28.04 ± 1.31 ^c	24.75 ± 0.41 ^b
Cabbage	IDF	0.96 ± 0.12 ^a	15.58 ± 0.63 ^c	15.40 ± 0.75 ^c	15.40 ± 0.85 ^c	14.46 ± 0.45 ^b
	SDF	0.43 ± 0.02 ^a	7.72 ± 0.33 ^c	7.83 ± 0.56 ^c	7.93 ± 0.44 ^c	6.27 ± 0.25 ^b
	TDF	1.39 ± 0.09 ^a	23.30 ± 0.96 ^c	23.24 ± 1.06 ^c	23.33 ± 0.42 ^c	20.73 ± 0.50 ^b
<i>Lentinus edodes</i>	IDF	2.53 ± 0.15 ^a	36.74 ± 1.02 ^c	36.65 ± 1.59 ^c	36.20 ± 1.38 ^c	33.13 ± 0.48 ^b
	SDF	0.42 ± 0.03 ^a	7.69 ± 0.36 ^c	7.87 ± 0.41 ^c	7.92 ± 0.24 ^c	6.32 ± 0.16 ^b
	TDF	2.95 ± 0.12 ^a	44.43 ± 1.37 ^c	44.52 ± 1.36 ^c	44.11 ± 1.14 ^c	39.45 ± 0.64 ^b
<i>Agaricus bisporos</i>	IDF	0.78 ± 0.08 ^a	13.42 ± 0.40 ^c	13.22 ± 0.68 ^c	13.34 ± 0.56 ^c	11.45 ± 0.28 ^b
	SDF	0.10 ± 0.01 ^a	2.12 ± 0.13 ^c	2.44 ± 0.36 ^c	2.72 ± 0.33 ^c	1.38 ± 0.12 ^b
	TDF	0.88 ± 0.06 ^a	15.54 ± 0.53 ^c	15.66 ± 0.37 ^c	16.06 ± 0.34 ^c	12.83 ± 0.40 ^b
Sea mustard	IDF	2.17 ± 0.36 ^a	35.05 ± 0.18 ^c	35.31 ± 0.95 ^c	35.85 ± 1.32 ^c	32.88 ± 0.83 ^b
	SDF	0.30 ± 0.02 ^a	5.58 ± 0.64 ^b	5.98 ± 0.43 ^c	5.71 ± 0.44 ^c	4.46 ± 0.09 ^b
	TDF	2.47 ± 0.33 ^a	40.64 ± 0.82 ^c	41.29 ± 0.55 ^c	41.57 ± 0.75 ^c	37.34 ± 0.88 ^b
Laver	IDF	1.80 ± 0.08 ^a	29.43 ± 1.36 ^c	29.36 ± 1.26 ^c	29.54 ± 1.65 ^c	27.64 ± 0.45 ^b
	SDF	0.23 ± 0.02 ^a	4.78 ± 0.38 ^b	5.54 ± 0.28 ^c	5.62 ± 0.21 ^c	3.48 ± 0.15 ^b
	TDF	2.03 ± 0.05 ^a	34.20 ± 1.74 ^c	34.90 ± 1.33 ^c	35.17 ± 1.44 ^c	31.12 ± 0.45 ^b

¹⁾Mean ± SD.

²⁾Fresh raw materials.

^{a-c}Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at $\alpha=0.05$ by Turkey's multiple range test.

Table 4. Content¹⁾ of functional components in carrot and cabbage dried with hot-air and freeze-dried

		Control ²⁾	Hot-air dried			Freeze dried
			50°C	55°C	60°C	
Carrot	Vitamin C (mg/100g)	6.56 ± 0.51 ^c	1.80 ± 0.21 ^a	1.47 ± 0.10 ^a	1.24 ± 0.10 ^a	4.21 ± 0.17 ^b
	β-Carotene (mg/100g)	7.23 ± 0.40 ^d	1.55 ± 0.11 ^b	0.82 ± 0.04 ^a	0.85 ± 0.07 ^a	3.10 ± 0.12 ^c
	Pectin (g/100g)	0.65 ± 0.08 ^a	2.35 ± 0.19 ^b	3.28 ± 0.17 ^c	3.45 ± 0.18 ^c	2.30 ± 0.28 ^b
Cabbage	Vitamin C (mg/100g)	32.16 ± 1.32 ^d	12.73 ± 0.51 ^b	8.55 ± 0.62 ^a	8.45 ± 0.67 ^a	15.78 ± 0.95 ^c
	Total phenolic compounds (g/100g)	0.13 ± 0.01 ^a	0.21 ± 0.02 ^b	0.22 ± 0.03 ^b	0.22 ± 0.03 ^b	0.22 ± 0.03 ^b

¹⁾Mean ± SD.²⁾Fresh raw materials.^{a-d}Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Turkey's multiple range test.

가열에 의해 끊어져서 펙틴질의 용해성이 증가된다고 보고 되었으며 Nyman 등(42)은 당근을 가열처리하였을 때 불용성 식이섬유를 구성하는 성분이 가열처리를 통하여 용해되어 수용성 성분으로 측정되므로 수용성 식이섬유가 증가한다고 보고 하였다. 따라서 본 실험에서 나타난 결과도 열풍건조를 통하여 시험구들이 수용성 식이섬유가 증가하는 것은 펙틴질이 가열에 의해 용해되고 식이섬유의 불용성 성분이 분자량이 작은 물질로 분해되어 수용성 식이섬유가 증가된 것이라고 생각된다. 총 식이섬유의 함량은 50, 55, 60°C에서 열풍건조를 진행한 시험구에서 동결건조를 진행한 시험구보다 높게 나타났고 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 열풍건조를 통하여 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유가 모두 일정한 정도로 증가하여 나타난 결과라고 생각된다. 이러한 결과는 Lee 등(43)이 콩나물과 시금치를 가열처리 할 때 총 식이섬유의 함량이 증가한 결과와 일치하였다. 결론적으로 여러 가지 기능성이 있는 식이섬유의 함량은 열풍건조를 진행한 시험구가 동결건조를 진행한 시험구에 비해 증가한 것으로 나타나 식이섬유의 함량으로 볼 때 열풍건조가 동결건조보다 더 우수하다고 생각된다.

당근의 Vitamin C, β-carotene, pectin 함량과 양배추의 Vitamin C, 총 페놀성 화합물 함량

Table 4는 당근과 양배추 기능성 성분의 함량이 50, 55, 60°C에서 열풍건조 및 동결건조를 진행하였을 때 어떻게 차이가 나타나는지를 조사한 것이다. 당근 중의 Vitamin C의 함량은 동결건조를 실시하였을 때 열풍건조를 한 것 보다 높은 것으로 나타났다. Ha 등(28)은 Vitamin C가 가열과정에서 ascorbate oxidase의 작용으로 산화가 촉진되어 많이 감소된다고 보고 되었고 Chung 등(44)은 감귤을 가열처리한 결과 Vitamin C가 19%정도 감소되었다고 보고 되었다. 따라서 본 실험에서 나타난 결과도 열풍건조에 의해 Vitamin C가 감소된 것으로 생각된다. β-carotene의 함량은 동결건조를 진행한 시험구가 가장 높게 나타났고 55와 60°C에서 열풍건조를 진행한 시험구가 가장 적게 나타났다. 열풍건조

를 진행할 때에 충분한 산소와 lipoxygenase, peroxidase 등 효소의 작용으로 많은 양의 β-carotene이 손실된 것으로 생각되며 동결건조 시에는 저온과 산소 차단으로 손실이 적은 것으로 생각된다(28). 이 결과는 Kim 등(45)이 당근을 가열처리를 하였을 때에 Vitamin C와 β-carotene의 함량 변화와 동일하게 나타났다. pectin의 함량은 열풍건조를 진행한 시험구가 동결건조를 진행한 시험구보다 높게 나타났다. 수용성 식이섬유의 일종인 pectin은 열풍건조과정에서 분자량이 큰 식이섬유가 분자량이 작은 물질로 분해되면서 pectin의 함량도 증가된 것으로 생각된다(43). 이 결과는 Huge 등(41)이 감자를 가열처리 하였을 때에 갈락트유론산의 사슬이 가열에 의해 끊어져서 펙틴질의 용해성이 증가된다는 보고와 비슷하였다.

양배추 중의 Vitamin C의 함량은 동결건조를 진행한 시험구가 열풍건조를 진행한 시험구 보다 높은 것으로 나타났다. 열풍건조 온도가 높을수록 Vitamin C의 함량은 더 적게 나타났는데 이것은 Vitamin C가 열풍건조과정에서 ascorbate oxidase의 작용으로 산화가 촉진되어 많은 손실이 생긴 것이라고 Choi(46)에 의하여 보고 되었다. 총 페놀성 화합물의 함량은 열풍건조 및 동결건조를 진행하여도 변화가 거의 없었고 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 총 페놀성 화합물은 polyphenol oxidase에 의해 변화될 수 있는데 열풍건조에 의하여 양배추 중의 polyphenol oxidase가 불활성화 됨으로써 함량의 변화가 거의 없는 것으로 나타났다고 생각된다(47). 그리고 Noh 등(48)은 총 페놀성 화합물의 함량은 건조방법의 영향을 받지 않고 추출용매나 추출시간 등의 영향을 받는다고 보고하였는데 이 결과는 본 실험결과와 비슷한 결과를 나타내었다. 당근과 양배추 등 채소류는 동결건조에 비해 열풍건조 시에 Vitamin C와 β-carotene의 함량 손실이 많지만 총 페놀성 화합물의 함량은 거의 차이가 없는 것으로 나타났고 펙틴의 함량은 열풍건조를 진행한 시료가 더 높게 나타났다. Vitamin C와 β-carotene은 중요한 기능성 성분이기 때문에 이들의 손실을 최소화하기 위해서는 이들을 동결건조하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

Table 5. Content¹⁾ of functional component in *Lentinus edodes* and *Agaricus bisporus* dried with hot-air and freeze-dried

		Control ²⁾	Hot-air dried			Freeze dried
			50°C	55°C	60°C	
<i>Lentinus edodes</i>	Lectin (g/100 g)	0.26 ± 0.02 ^a	1.22 ± 0.06 ^b	1.19 ± 0.05 ^b	1.19 ± 0.07 ^b	1.17 ± 0.08 ^b
<i>Agaricus bisporus</i>	Total phenolic compounds (g/100 g)	0.09 ± 0.01 ^a	0.19 ± 0.03 ^b	0.18 ± 0.02 ^b	0.18 ± 0.03 ^b	0.18 ± 0.04 ^b

¹⁾Mean ± SD.²⁾Fresh raw materials.^{a-b}Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Turkey's multiple range test.

Table 6. Content¹⁾ of functional components in sea mustard and laver dried with hot-air and freeze-dried

		Control ²⁾	Hot-air dried			Freeze dried
			50°C	55°C	60°C	
Sea mustard	Vitamin C (mg/100g)	16.65 ± 0.72 ^c	5.27 ± 0.13 ^a	5.23 ± 0.10 ^a	5.26 ± 0.07 ^a	7.32 ± 0.26 ^b
	β-Carotene (mg/100g)	1.76 ± 0.38 ^a	2.26 ± 0.15 ^b	2.08 ± 0.20 ^b	2.04 ± 0.11 ^b	4.34 ± 0.25 ^c
	Alginic acid (g/100g)	2.26 ± 0.21 ^a	19.39 ± 0.28 ^c	19.41 ± 0.37 ^c	19.60 ± 0.60 ^c	15.24 ± 1.00 ^b
Laver	Vitamin C (mg/100g)	92.81 ± 2.47 ^b	62.02 ± 0.70 ^a	61.04 ± 0.96 ^a	60.87 ± 1.57 ^a	89.36 ± 3.60 ^b
	β-Carotene (mg/100g)	23.26 ± 2.56 ^b	20.49 ± 0.70 ^a	21.00 ± 1.47 ^a	20.11 ± 1.72 ^a	26.13 ± 1.08 ^c
	Porphyran (g/100g)	2.26 ± 0.21 ^a	6.77 ± 0.48 ^c	6.82 ± 0.35 ^c	6.61 ± 0.57 ^c	4.87 ± 0.57 ^b

¹⁾Mean ± SD.²⁾Fresh raw materials.^{a-c}Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at $\alpha = 0.05$ by Turkey's multiple range test.

표고버섯의 렉틴과 양송이버섯의 총 페놀성 화합물 함량

표고버섯 중의 렉틴 및 양송이버섯의 중의 총 페놀성 화합물의 함량은 Table 5에서 나타내었다. 표고버섯 중의 렉틴의 함량은 열풍건조 및 동결건조를 진행하여도 변화가 거의 없었고 5%의 수준에서 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 단백질 혹은 당단백질로 구성되어 있는 렉틴은 조리 시 충분히 가열하면 구조가 파괴되어 함량의 변화가 관찰되지만 50, 55, 60°C에서 열풍건조와 동결건조 시에는 거의 구조가 파괴되지 않으므로 함량의 변화가 없는 것으로 판단된다(49). 50, 55, 60°C에서 열풍건조와 동결건조를 진행하였을 때 양송이버섯 중의 총 페놀성 화합물의 함량은 거의 변화가 없는 것으로 관찰되었다.

양송이버섯 중의 총 페놀성 화합물은 polyphenol oxidase의 작용으로 생성되는데 열풍건조에 의하여 polyphenol oxidase가 불활성화 되어 총 페놀성 화합물의 함량이 거의 변화가 없다고 생각된다(47). Ryu 등(50)은 최소가공 시에 저장기간이 길어짐에 따라 총 페놀성 화합물의 함량은 증가되었고 증가 원인은 polyphenol oxidase의 작용으로 총 페놀성 화합물이 계속 생성된다고 보고되었다. 이러한 결과로 볼 때 양송이버섯의 총 페놀성 화합물의 함량에서는 건조방법이 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다. 따라서 표고버섯과 양송이버섯의 중요한 기능성 성분인 렉틴과 총 페놀성 화합물만 고려한다면 표고버섯과 양송이버섯의 건조를 열풍건조로 하여도 괜찮으나 다른 기능성 성분들에 대해서는 앞으로 더 연구가 필요할 것으로 생각된다.

미역과 김의 Vitamin C, β-carotene, alginic acid, porphyran 함량

Table 6은 미역과 김을 열풍건조 및 동결건조 실시하였을 때 기능성 성분의 함량을 나타내었다. 미역 중의 Vitamin C와 β-carotene의 함량은 5%의 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났고 동결건조를 진행한 시험구가 열풍건조를 진행한 시험구보다 높게 나타났다. Vitamin C는 열풍건조 진행시에 ascorbate oxidase효소의 작용으로 Vitamin C의 산화를 촉진시켜 나타난 결과라고 생각된다(28). Park 등(51)은 35°C에서 신선초를 저장할 때 β-carotene이 67.70% 감소된다고 보고 되었는데 본 연구에서 나타난 결과도 열풍건조 작용으로 함량이 감소된 것으로 생각된다. alginic acid의 함량은 열풍건조를 진행한 시험구가 동결건조를 진행한 시험구보다 높게 나타났다. 수용성 식이섬유의 일종인 alginic acid는 열풍건조과정에서 불용성 식이섬유를 구성하는 성분이 가열처리를 통하여 용해되어 수용성 성분으로 측정되므로 수용성 식이섬유가 증가된 것으로 생각된다(42). 김 중의 Vitamin C, β-carotene의 함량은 위의 미역과 마찬가지로 열풍건조를 실행

한 시험구가 더 낮게 나타났다. Vitamin C, β-carotene함량이 감소된 원인은 열풍건조과정에서 ascorbate oxidase, lipoxygenase, peroxidase 등 효소들의 작용으로 Vitamin C, β-carotene의 함량이 낮아진 것으로 생각된다(28). 수용성 식이섬유인 porphyran 중의 갈락트유론산의 사슬이 열풍건조에 의해 끊어져서 펙틴질의 용해성이 증가되어 porphyran 함량의 증가된 것으로 생각된다(42). 미역과 김 중의 주요한 기능성 성분인 Vitamin C와 β-carotene의 손실을 최소화하기 위해서는 동결건조를 실시하는 것이 더 바람직하다고 생각된다.

종합적으로 볼 때, 당근, 양배추, 표고버섯, 양송이버섯, 미역, 김으로 생식 원료를 하여 열풍건조 및 동결건조를 진행하였을 때 Vitamin C와 β-carotene를 제외하고는 다른 기능성 성분의 함량은 변화가 거의 없는 것으로 관찰되었고 pectin, alginic acid와 porphyran 기능성 성분의 함량은 열풍건조 시에 증가하는 추세를 나타냈다. 총 페놀성 화합물, lectin의 함량은 열풍건조 및 동결건조 시에 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. Vitamin C와 β-carotene 기능성 성분의 성분을 최소화하기 위해서는 동결건조를 실시하는 것이 바람직하고 pectin, alginic acid, porphyran, lectin, 총 페놀성 화합물 등 기능성 성분만 고려할 때 열풍건조를 실시하는 것도 괜찮다고 생각된다.

요 약

생식 제조공정 중 주요공정인 건조방법에서 효율적인 방법을 찾기 위하여 건조방법에 따른 생식 원료 이화학적 특성 및 기능성 성분의 변화를 조사하였다. 당근, 양배추, 표고버섯, 양송이버섯, 미역 김의 단백질, 지방, 탄수화물, 회분 등 성분의 함량은 열풍건조(50, 55, 60°C) 및 동결건조를 통하여서는 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 당근, 표고버섯, 미역은 열풍건조 및 동결건조를 실시한 후 변화가 없는 것으로 관찰되었고 양배추(a값), 양송이버섯(L, a, b값), 김(a값)의 변화가 있는 것으로 나타났다. 식이섬유의 함량은 열풍건조를 거친 시료에서 증가를 나타냈다. 당근, 양배추, 미역, 김 중의 Vitamin C와 β-carotene 함량은 열풍건조를 진행한 시료가 동결건조를 진행한 시료보다 손실이 많이 것으로 나타났고 총 페놀성 화합물과 lectin의 함량은 열풍건조 및 동결건조를 거쳐도 거의 변화가 없는 것으로 나타났으며 pectin, alginic acid, porphyran 등의 함량은 열풍건조를 실시한 시료에서 증가를 나타냈다. 총 페놀성 화합물, lectin pectin, alginic acid, porphyran과 같은 기능성 물질을 함유한 생식 원료는 열풍건조방법을 이용하는 것이 경제적인 것으로 생각되며 Vitamin C와 β-carotene과 같이 열에 약한 비타민을 많이 함유한 생식 원료는 동

결건조 방법을 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원(2003년도)에 의해 수행된 과제의 일부로 이에 감사드립니다.

문헌

- Park MH. The status of uncooked food industry and its future. *Food Ind. Nutr.* 7: 1-3 (2003)
- Yoon OH. The effect of uncooked food for human health. *Food Ind. Nutr.* 7: 4-10 (2003)
- Brown RR. The role of diet in cancer causation. *Food Technol.* 41: 48-51 (1987)
- NAS. Diet, Nutrition and Cancer. National Academy of Science. National Academy Press, Washington, DC, USA (1982)
- Wynder EL, Gori GB. Contribution of the environment to cancer incidence, an epidemiologic exercise. *J. Natl. Cancer Inst.* 58: 823-827 (1987)
- Burt ML, Batos CJ, Fehily AM. Plasma cholesterol and blood pressure in vegetarians. *J. Human Nutr.* 35: 436-439 (1981)
- Seetha N. Selenium content of omnivorous and vegetarian diets. *Ind. J. Nutr. Diet.* 17: 53-58 (1980)
- Ira EB. The first international congress on vegetarian nutrition. *J. Appl. Nutr.* 39: 95-101 (1987)
- Chang TE, Moon SY, Lee KW, Park JM, Han JS, Song OJ, Shi IS. Microflora of manufacturing products of saengshik. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 501-506 (2004)
- Lee YJ, Lee HM, Park TS. Effects of uncooked powdered food on antioxidative system and serum mineral concentrations in rats fed unbalanced diet. *Korean J. Nutr.* 36: 898-907 (2003)
- Park JY, Yang MZ, Jun HS, Lee JH, Bae HK, Park TS. Effect of raw Brown rice and *Job's Tear* supplemented diet on serum and hepatic lipid concentrations, antioxidative system and immune function of rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 197-206 (2003)
- Lee E, Kim WJ, Lee YJ, Lee MK, Kim PG, Park YJ, Kim SK. Effects of natural complex food on specific enzymes of serum and liver microstructure of rats fed a high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 256-262 (2003)
- Park SH, Han JH. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, serum lipid level, dietary behavior and health index in healthy women. *Korean J. Nutr.* 36: 49-63 (2003)
- Han JH, Park SH. The effects of uncooked powdered food on nutrient intake, body fat and serum lipid compositions in hyperlipidemic patients. *Korean J. Nutr.* 36: 589-602 (2003)
- Song MK, Hong SK, Hwang SJ, Park OJ, Park MH. Improved effects of Saengshik on patient with fatty liver and hyperlipidemia in murine. *Korean J. Nutr.* 36: 834-840 (2003)
- Kang SM, Shin JY, Hwang SJ, Hong SG, Jang HE, Park MH. Effects of Saengshik supplementation on health improvement in diet-induced hypercholesterolemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 906-912 (2003)
- Park NH. General outline and status of application for freeze-drying. *J. Air-Cond. Refr. Eng.* 24: 338-345 (1995)
- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC Int'l. 13th ed. Method 930.04, 930.05, 979.09 and 957.13. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
- Prosky L, Asp N, Schweizer T, Devries J, Furda I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods products, Interlaboratory study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 71: 1017-1025 (1988)
- Korea Food and Drug Administration. Food Standards Codex. Korean Foods Industry Association, Seoul, Korea pp. 904-907 (2004)
- Nills HJ. Isocratic non aqueous reversed-phase liquid chromatography of carotenoids. *Anal. Chem.* 55: 270-275 (1983)
- Choi JS, Cho YJ. Characteristics of apple pectins extracted with different extraction methods. *Food Eng. Prog.* 4: 70-75 (2000)
- Chung SR, Choi IS, Jeune KH. Studies on lectin from marine animal *Chlorostoma argyrostoma turbinatum*. *Korean J. Pharm.* 25: 121-131 (1994)
- Cho SY, Joo DS, Kim OS, Jeong IH, Kim SM. Preparation of water soluble alginic acid prepared from sea mustard and sea tangle by microwave and hot water. *J. Korean Fish. Soc.* 32: 779-783 (1999)
- Koo JG, Park JG. Chemical and gelling properties of alkali-modified porphyrin. *J. Korean Fish. Soc.* 32: 271-275 (1999)
- SPSS. SPSS for Windows, Rel. 10.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA (1999)
- RDA. National Rural Living Science Institute. Food Composition Table. Suwon, Korea (2001)
- Ha JO, Lee SC, Bac HD, Park OP. Food Chemistry. Dooyangsa, Seoul, Korea. pp. 218-344 (2004)
- Lee KS, Park KH, Lee SH, Choe EO, Lee HG. The quality properties of dried carrots as affected by blanching and drying methods during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 1086-1092 (2003)
- Jeong JW, Kim BS, Kim OW, Nahmgung B, Lee SH. Changes in quality of carrot during storage by hydrocooling. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 814-849 (1996)
- Lee JS, Yoon KH, Shin WS. Effect of UV-B irradiation on the content of vitamin D₂, color and flavor pattern in *Lentinus edodes*. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 19: 121-126 (2003)
- Park JD, Kang HA, Chang KS. Hot air drying characteristics of oak mushroom (*Lentinus edodes*) by microcomputer control system. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 72-76 (1996)
- Jee JH, Lee HD, Chung SK, Choi JU. Changes in color value and chemical components of hoelen by various drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 575-580 (1999)
- Ha YS, Park JW, Lee JH. Physical characteristics of mushroom (*Agaricus bisporus*) as influenced by different drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 245-251 (2001)
- White RC, Jones IO, Gibbs E, Butler LS. Flurometric estimation of chlorophyllides, pheophytins and pheophorbides in mixtures. *J. Agric. Food Chem.* 20: 773-778 (1972)
- Han JS, Lee YJ, Lee SJ, Kim JA, Minamide TH. Changes in chromaticity and 6 mineral contents of sea mustards according to several cooking methods. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 19: 121-126 (2003)
- Lee KH, Choi HY. Water activity and pigment degradation in dried lavers stored at room temperature. *Bull. Korean Fish. Soc.* 6: 27-36 (1973)
- Matthee V, Appledorf H. Effect of cooking on vegetable fiber. *J. Food Sci.* 43: 1344-1349 (1978)
- Englyst HN, Anderson V, Cummings JH. Starch and non-starch polysaccharides in some cereal foods. *J. Sci. Food Agric.* 34: 1434-1442 (1983)
- Vidal-valverde C, Frias J. Legume processing on dietary fiber components. *J. Food Sci.* 56: 1350-1357 (1991)
- Huges JC, Grand A, Faulks RM. Texture of cooked potatoes: Relationship between the compressive strength of cooked potato disks and release of pectic substance. *J. Sci. Food Agric.* 26: 731-738 (1975)
- Nyman M, Palsson KE, Asp NG. Effect of processing fiber in vegetables. *Lebensm. -Wiss. u-Technol.* 20: 29-35 (1987)
- Lee EY, Kim YA. Effects of heat treatment on the dietary fiber contents of soybean sprout and spinach. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 10: 381-385 (1994)
- Chung YJ, Yook HS. Effects of gamma irradiation and cooking methods on the content of thiamin in chicken breast and Vitamin C in strawberry and mandarin orange. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 864-869 (2003)
- Kim HY, Lim YI, Robert M, Russell. Changes in carotenoids contents in pureed and cooked carrot and spinach during storage. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 19: 83-95 (2003)
- Choi YH. Changes in Vitamin C and minerals content of perilla leaves by different cooking methods. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 19: 174-180 (2003)
- Welleir A, Sims CA, Matthews RF, Bates RP, Brecht JK. Brown-

- ing susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. J. Food Sci. 62: 256-260 (1997)
48. Noh JE, Choi YK, Kim HK, Kwon JH. Pre-establishment of microwave-assisted extraction conditions for antioxidative extracts from cabbage. Korean J. Food Preserv. 12: 62-67 (2005)
49. Lyu SY, Rhim JY, Park YH, Suh KB, Park WB. Changes of lectin activity of kidney beans by heating and fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 1-6 (2002)
50. Ryu JM, Park YJ, Choi SY, Hwang TY, Oh DH, Moon KD. Browning Inhibition and quality characteristics of minimally processed mushroom (*Agaricus bisporus* sing) using extracts from natural materials during storage. Korean J. Food Preserv. 10: 11-15 (2003)
51. Park WB, Kim DS. Changes of contents of β -carotene and Vitamin C and antioxidative activities of juice of *Angelica keiskei* Koidz stored at different conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 375-379 (1995)