

## 온도 변화 방법과 압력을 이용한 계란 내부로 다시마 추출물의 침투 효율

박여진<sup>1</sup> · 김동호<sup>2</sup> · 장금일<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 식품생명공학과

<sup>2</sup>서원대학교 호텔외식조리학과

### Permeation Efficiency of Sea Tangle (*Laminaria japonica*) Extract into Egg Using Temperature Change Method and Pressure

Yeo-Jin Park<sup>1</sup>, Dong-Ho Kim<sup>2</sup>, and Keum-Il Jang<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Service Industry, Seowon University, Chungbuk 361-742, Korea

**ABSTRACT** In this study, the permeation efficiency (PE) of sea tangle (*Laminaria japonica*) extract (STE) into egg using the temperature change method (TCM) and pressure was investigated. STE was prepared in a volume of water equal to 10 times the weight of the sea tangle at 100°C over a 3 hr period. The PE of iodine as a representative component of the STE as well as the total polyphenol content at ambient pressure were determined as follows: 1) after soaking in the STE at 30, 40, and 50°C for 3 hr, and 2) after soaking in the STE at 4°C immediately after soaking in distilled water at 50°C for 1, 2, and 3 hr (TCM), respectively. The PE of iodine as well as the total polyphenol content improved as the temperature of the STE increased ( $P<0.05$ ). The permeation of iodine was more rapid, and the total polyphenol content increased with the TCM (121 µg/100 mg and 1.74 mg/mL for 3 hr, respectively) compared to without the TCM (72 µg/100 mg and 1.48 mg/mL for 3 hr, respectively), and the highest PE was observed with the TCM after soaking at 50°C for 3 hr. At a pressure of 5.0 MPa, the PE was more rapid with the TCM (139 µg/100 mg and 1.74 mg/mL for 90 min, respectively) than without the TCM (105 µg/100 mg and 1.56 mg/mL for 90 min, respectively). Consequentially, these results suggest that the preparation of seasonings and functional eggs using various components and bioactive substances is possible by the TCM.

**Key words:** permeation efficiency, egg, temperature change, sea tangle extract, pressure

## 서 론

계란은 단백질, 비타민, 무기질 등이 풍부하게 함유되어 있는 영양학적 가치가 매우 높은 식품이면서도 가격이 저렴하여 전 세계적으로 가장 많이 소비되고 있는 식품으로 알려져 있다(1,2). 계란의 영양학적 가치를 보면 라이신, 메티오닌, 트립토판, 레시틴, 비타민 등 다량의 필수아미노산을 함유하고 있으며, 양질의 단백질을 가지고 있는 반면 뛰어난 소화 흡수율과 약 80 kcal의 낮은 칼로리를 가지고 있어 계란의 소비는 꾸준히 증가하는 추세이다(3,4). 또한 계란은 열응고성, 기포성, 유화성 등의 특성을 나타내기 때문에 가정에서 조리 및 다양한 식품 가공분야에서 이용되어 왔다(5).

최근 웰빙 시대에 맞추어 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 계란의 경우에도 다양한 기능성을 추구하기 위한 연구가 진행되었는데, 사료에서 우렁챙이 껍질 첨가가 계란의 품질에 미치는 영향(6), 성계 껍질을 첨가한 양계 사료가 계

란 품질에 미치는 영향(7), 산란계의 키토산 급여 효과(8), 칩 추출물 급여가 계란의 저장성 및 혈청 콜레스테롤 수준에 미치는 영향(9), 양계 사료에 미역, 다시마 분말을 첨가한 혼합 사료 식이가 계란의 품질에 미치는 영향(10), 허브 사료 식이가 산란계의 계란 품질에 미치는 영향(11), 녹차 사료가 산란계 계란의 이화학적 성질 특성에 미치는 영향(4) 등이 연구되고 있다. 또한 계란 가공에서 직접 소비가 가능한 계란 제품에 대한 관심이 높아지면서 온도 변화에 의한 신속 가열 계란(12) 등의 연구도 진행되고 있지만 매우 미비한 실정이다.

다시마(sea tangle; *Laminaria japonica*)는 수산자원 중 가장 풍부한 해조류 중 하나로 독특한 맛과 향 기호성이 양호한 편이며(13), 정미성분이 풍부하여 생식이나 국수, 우동 등의 면류와 각종 국물을 우려내는 조미재료로써 이용되어 왔다(14). 다시마는 갈조식물군 중 다시마과에 속하며, 동의 보감에서는 '근포'라 하여 신체의 저항성을 높여주고 노폐물의 배설을 촉진하며, 다양한 생리활성 효과가 있을 뿐만 아니라 암세포의 증식을 억제하고 노화를 예방하는 건강장수 식품으로 기록되어 있으며(15), 항혈액응고 작용, 항암 효과

Received 27 December 2013; Accepted 1 February 2014

\*Corresponding author.

E-mail: jangki@chungbuk.ac.kr, Tel: +82-43-261-2569

와 함께 항종양성, 항바이러스성, 항돌연변이 및 면역력 증강 등의 생리적 효과가 높은 식품 소재로 알려져 있는데, 다시마에는 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘 등 신체의 생리대사에 관여하는 무기질을 다량 함유하며 갑상선 호르몬의 주 성분인 요오드를 4,000 ppm 이상 함유하고 있고(16), 무기질의 공급원으로 매우 가치가 있다고 볼 수 있다(17). 또한 다시마에는 천연 정미성분인 glutamic acid 및 aspartic acid 등의 아미노산을 다량 함유하고 있고(18), 다시마 중에 함유된 저분자 질소화합물 중 하나인 laminine은 혈압강화 작용이 있는 것으로 밝혀져 있으며, 점질성 다당체인 알긴산은 식이섬유로서의 기능뿐만 아니라 혈청 콜레스테롤 저하, 유해금속 체내 흡수 방지 및 배출 등의 다양한 효과를 가지고 있다(19).

계란의 조미 방법으로 온도 변화 방법은 Schoeni 등(20)과 Messens 등(21)이 보고한 계란의 식중독 오염기작을 이용한 방법으로 따뜻한 조건에서 냉각 조건으로 온도 변화를 신속하게 유도하면 계란 내부의 난막이 수축되어 계란의 기실이 커지면서 진공상태로 되어 외부의 물질이 내부로 신속하게 침투되는 방법으로 Kim 등(12)은 온도 변화 방법으로 계란 내부로 저분자의 염분 침투 속도가 향상된 조미 방법을 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 다양한 기능성 및 조미 특성을 나타내는 다시마 추출물을 신속하게 함유시킨 계란 제조에 온도 변화 방법의 적용 가능성을 확인하고자 계란 내부로 다시마 추출물의 지표성분으로 요오드와 기능성 성분으로 총 폴리페놀 성분의 침투 효과를 분석함으로써 온도 변화 방법의 의한 다양한 성분을 이용한 계란 가공의 적용 가능성을 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

본 연구에 사용된 계란은 충청북도 청주 소재 대형마트에서 구입하여 4°C 냉장고에서 보관하면서 사용하였으며, 다시마는 옛날다시마(Ottogi, Gyeonggi, Korea)를 구입하여 사용하였다. 그리고 요오드 함량 분석을 위해 사용한 iodine standard와 ionic strength adjuster는 Thermo Scientific Co.(Beverly, MA, USA)에서 구입하여 사용하였으며, 총 폴리페놀 함량 분석을 위해 사용한 F-C 시약(Folin-Ciocalteu's phenol reagent)과 gallic acid는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(sodium carbonate) 시약은 Samchun Pure Chemical Co.(Gyeonggi, Korea), L-ascorbic acid는 Junsei Chemical Co.(Tokyo, Japan)에서 구입하여 사용하였다.

### 다시마 추출물 제조

다시마 추출물은 다시마를 분쇄기(HR-2870, Philips, Amsterdam, Netherlands)로 분쇄한 후에 2 L 삼각플라스

크에 100 g의 분쇄한 다시마를 넣고 다시마 무게의 10배(w/w)의 증류수를 첨가한 후 100°C에서 3시간 동안 열수 추출하였다. 그리고 15,000 rpm에서 30분 동안 원심분리(Union 55R, Hanil, Incheon, Korea) 한 후 상층액을 분리하여 다시마 추출물로 사용하였다.

### 다시마 추출물이 침투된 계란의 제조

다시마 추출물을 침투시킨 계란의 제조 방법은 Kim 등(12)의 방법을 변형하여 수행하였는데, 1) 다시마 추출물의 온도, 2) 계란을 50°C에서 예열 후 4°C의 다시마 추출물로 침투시키는 온도 변화 방법에서 계란의 예열 시간, 그리고 3) 온도 변화 방법 적용 조건에서의 가압에 따른 3가지 침투 조건에서의 침투 효율을 분석하였다. 먼저 다시마 추출물의 온도에 따른 계란 내부로의 침투 효율을 분석하기 위하여 30, 40, 50°C로 예열된 다시마 추출물에 계란을 침투시키고 0, 30, 60, 120, 180, 360분마다 계란을 3개씩 꺼내어 침투 시간별로 계란 내부로 침투된 요오드와 총 폴리페놀 함량을 비교 분석하였다. 그리고 온도 변화 방법에서 계란의 예열 시간에 따른 다시마 추출물의 침투 효율을 분석하기 위하여 계란을 50°C의 멸균증류수에 60, 120, 180분간 침투시켜 예열을 시킨 다음 각각의 계란을 신속하게 4°C의 다시마 추출물에 침투시키고, 0, 30, 60, 120, 180분마다 계란을 3개씩 꺼내어 침투 시간별로 침투된 요오드와 총 폴리페놀 함량을 비교 분석하였다. 또한 온도 변화 방법 조건에서 가압에 따른 다시마 추출물의 침투 효율을 분석하기 위하여 50°C의 멸균증류수에서 계란을 180분 동안 예열한 후 4°C와 50°C의 다시마 추출물에 계란을 침투시키고, 초고압장치(non-stirred autoclave system, Ilshin Co., Daejeon, Korea)에 넣어 5 MPa의 압력을 가한 다음 0, 30, 60, 90분마다 계란을 3개씩 꺼내어 침투 시간별로 계란 내부로 침투된 요오드와 총 폴리페놀 함량을 비교 분석하였다.

### 계란 내부로 침투된 요오드 함량

다시마 추출물을 침투시킨 계란의 요오드 함량은 계란의 표면을 풍건시킨 후 탈각하여 분리한 난백을 iodine meter(Orion4star, Thermo Scientific, Beverly, MA, USA)로 분석하였다. 먼저 0.1 M iodide standard 용액에 증류수를 가하여 농도별로 보정용액을 제조하여 사용하였으며, 100 mL의 보정용액과 난백 시료에 2 mL의 ionic strength adjuster 용액을 첨가하여 iodine meter로 측정 후 보정용액 검량곡선을 이용하여 계란의 요오드 함량을 분석하였다. 그리고 모든 시료에 대하여 3회 반복 측정하였다.

### 계란 내부로 침투된 총 폴리페놀 함량

다시마 추출물을 침투시킨 계란의 총 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(22)의 방법을 변형하여 분석하였는데, 먼저 계란의 표면을 풍건시킨 후 탈각하여 분리한 100 µL의 난백에 2%(w/v) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 2 mL를 가한 후 3분간 실온에서

방치하였다. 그리고 0.1 mL의 50% F-C 시약을 가한 후 30 분 동안 반응시킨 다음 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하여 검량곡선을 작성한 후 총 폴리페놀 함량을 시료 mL당 mg garlic acid equivalent(GAE)로 나타내었다. 그리고 모든 시료에 대하여 3회 반복 측정하였다.

**통계분석**

실험 결과에 대한 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System, Ver. 8.01, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) program을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리간의 차이 유무를 one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다(23).

**결과 및 고찰**

**온도에 따른 계란 내부로 다시마 추출물의 침투 효율**

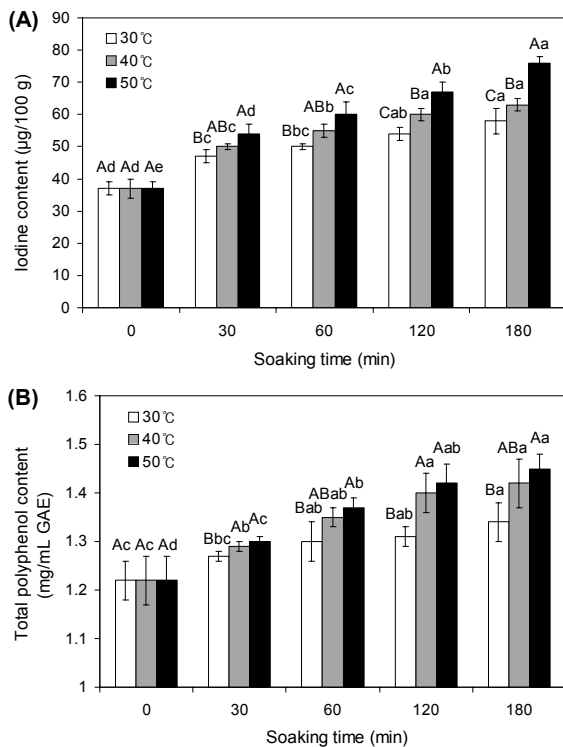
다양한 온도에서 다시마 추출물에 침지한 계란의 침지 시간에 따른 요오드와 총 폴리페놀의 침투 효율은 Fig. 1에 나타내었다. 먼저 초기 37 µg/100 g의 요오드 함량을 나타낸 계란의 경우 50°C에서 180분간 침지한 경우 계란 내부의

요오드 함량이 76 µg/100 g으로 증가하여 시간당 13 µg/100 g의 침투 속도를 나타낸 반면 30°C에서는 58 µg/100 g으로 증가하면서 시간당 7 µg/100 g의 침투 속도를 나타내어 침지 온도와 침지 시간이 증가할수록 침투되는 요오드의 침투 속도가 1.86배 증가되었다. 그리고 초기 1.22 mg/mL GAE의 계란 내부 총 폴리페놀 함량이 50°C에서 180분간 침지한 후 계란 내부의 총 폴리페놀 함량이 1.45 mg/mL GAE로 증가하여 시간당 0.077 mg/mL GAE의 침투 속도를 나타낸 반면 30°C에서는 1.35 mg/mL GAE로 증가하면서 0.043 mg/mL GAE의 침투 속도를 나타내어 침지 온도와 침지 시간이 증가할수록 계란 내부로 총 폴리페놀 함량의 침투 속도가 1.8배 증가되었다. 이와 같은 결과를 보면 침지 온도와 침지 시간이 증가할수록 다시마 추출물의 성분인 요오드와 총 폴리페놀 성분이 계란 내부로의 침투 효과가 유사하게 나타나며, 침투 속도의 경우에서도 요오드가 약간 빠르지만 유사한 속도로 침투되고 있음을 확인할 수 있었다. 이는 계란의 염분 침투 함량은 염지 시간에 비례하여 증가하는 경향을 나타낸다는 Jeon 등(24)의 보고와 유사하였다. 그러나 60°C 이상에서는 계란의 단백질이 변성되어 침투 효율이 바뀌기 때문에 다시마 추출물을 생계란 내부로 침투시키기 위한 최적 온도로 50°C가 가장 적합할 것으로 생각된다.

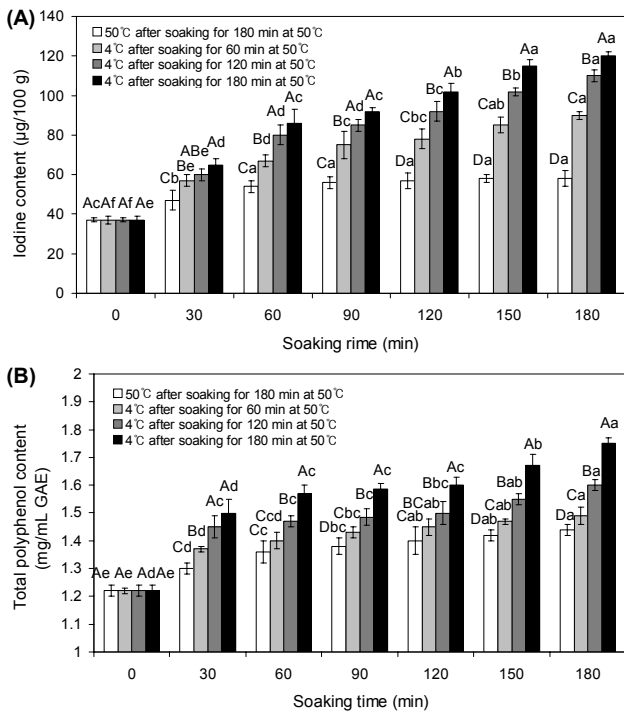
**온도 변화 방법에서 계란의 예열 시간에 따른 계란 내부로 다시마 추출물의 침투 효율**

온도 변화 방법에서 계란의 예열 시간에 따른 계란 내부로 요오드 및 총 폴리페놀 함량의 침투 효율은 Fig. 2에 나타내었다. 먼저 60분간 멸균증류수에서 예열된 계란의 경우 초기 37 µg/100 g의 요오드 함량을 나타내었는데, 4°C로 온도 변화를 시켜주고 180분간 침투시킨 결과 90 µg/100 g의 요오드 함량이 검출되어 시간당 17.6 µg/100 g의 침투 속도를 나타내어 50°C에서 다시마 추출물을 침투시킨 결과보다 1.35배 높은 침투 효율을 나타내었다. 그리고 120분과 180분간 예열한 후 4°C에서 온도 변화를 시켜주고 180분간 다시마 추출물을 침투시킨 결과 각각 110과 120 µg/100 g의 요오드 함량이 검출되어, 각각 시간당 24.3과 27.7 µg/100 g의 침투 속도를 나타내었으며, 이는 50°C의 침투 효율보다 각각 1.87과 2.13배의 향상된 침투 효과를 나타내었다. 온도 변화 방법에 의한 다시마 추출물의 침투 효율이 증가함을 알 수 있었으며, 계란의 예열 시간이 증가할수록 침투 효율이 더욱 향상됨을 확인할 수 있었다.

그리고 초기 계란 내부의 총 폴리페놀 함량은 1.22 mg/mL GAE로 나타내었는데, 60분간 예열 후 온도 변화 방법에 의해 180분간 침투시킨 결과 1.49 mg/mL GAE를 나타내었으며, 120과 180분간 예열하고 온도 변화 방법을 유도한 결과 각각 1.60 mg/mL GAE와 1.75 mg/mL GAE의 함량을 나타내어 요오드와 유사하게 예열 시간이 증가할수록 온도 변화 방법에 의해 침투된 총 폴리페놀의 함량이 증가되는 경향을 나타내었다. 그리고 60, 120 및 180분간 예열시키고



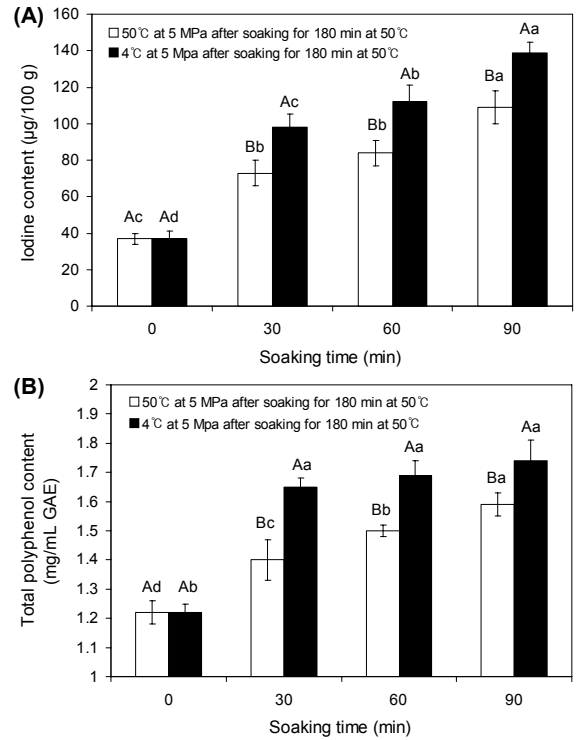
**Fig. 1.** Changes of iodine content (A) and total polyphenol content (B) permeated into egg during 180 min in 30, 40, and 50°C sea tangle extract solution. The small letters in same temperature indicate the significant differences ( $P < 0.05$ ). The capital letters in same soaking time indicate the significant differences ( $P < 0.05$ ).



**Fig. 2.** Changes of iodine content (A) and total polyphenol content (B) permeated into egg during 180 min in 50°C sea tangle extract solution after soaking at 50°C for 180 min and in 4°C sea tangle extract solution after soaking at 50°C for 60, 120, 180 min. The small and capital letters refer to Fig. 1.

온도 변화를 유도하여 다시마 추출물을 침투시킨 계란의 총 폴리페놀 침투 효율은 각각 시간당 0.09, 0.13 및 0.18 mg/mL GAE의 침투 속도를 나타내었으며, 50°C에서의 침투 속도에 비하여 각각 1.17, 1.67 및 2.37배 증가한 침투 효율을 나타내었다. 따라서 온도 변화 방법에 의한 다시마 추출물의 침투 효율이 증가함을 알 수 있었으며, 계란의 예열 시간이 증가할수록 침투 효율이 더욱 향상됨을 확인할 수 있었다.

이와 같은 결과는 온도 변화에 의한 계란 내부로 염분의 침투 효과가 증가하였다는 Kim 등(12)의 보고와 유사한 결과를 나타내었는데, 이는 계란의 온도 변화에 의해 난막이 수축되어 기실 내에 진공현상이 발생함으로써 미생물의 침투에 의해 계란이 오염된다는 Schoeni 등(20)과 Messens 등(21)의 보고와 함께 미루어 볼 때 예열과 냉각을 유도한 온도 변화 방법에 의해 난막의 수축으로 기실의 진공에 의해 저분자의 염분(12)뿐만 아니라 요오드 및 총 폴리페놀 화합물 등과 같은 다양한 분자량의 다시마 추출물도 계란 난막의 기공을 통해 계란 내부로 침투되는 것이 가능하다고 생각되며, 특히 예열 시간이 증가할수록 난막의 팽창이 커져 온도 변화할 때 기실 내 진공 공간이 넓어져 다시마 추출물의 침투 효율이 증가된 것으로 생각된다. 따라서 온도 변화 방법과 예열 방법을 통하여 다시마 추출물 이외의 다양한 조미성분이나 생리활성 물질도 침투시킬 수 있을 것으로 생각된다.



**Fig. 3.** Changes of iodine content (A) and total polyphenol content (B) permeated into egg in 4°C and 50°C sea tangle extract solution at 5 MPa after soaking at 50°C for 180 min. The small and capital letters refer to Fig. 1.

**온도 변화 방법 조건에서 가압에 따른 계란 내부로 다시마 추출물의 침투 효율**

압력과 온도 변화 방법에 의한 다시마 추출물의 침투 효율은 50°C의 멸균증류수에서 계란을 180분 동안 예열한 후 초고압장치(non-stirred autoclave system, Ilshin Co.)를 이용하여 5 MPa 상태에서 4°C와 50°C의 다시마 추출물에 침투시켜 계란 내부로 침투된 요오드와 총 폴리페놀 화합물의 함량을 비교하여 분석하였다(Fig. 3). 50°C에서 예열된 계란을 5 MPa 상태에서 지속적으로 온도를 유지하여 50°C의 다시마 추출물에 90분간 침투시킨 결과 계란 내부로 침투된 요오드의 함량은 108.9 µg/100 g을 나타내었고, 총 폴리페놀 함량은 1.59 mg/mL GAE를 나타낸 반면 5 MPa 상태에서 온도 변화 방법으로 4°C의 다시마 추출물에 90분간 침투시켜 계란 내부로 침투된 요오드의 함량은 138.8 µg/100 g을 나타내었고, 총 폴리페놀 함량은 1.74 mg/mL GAE를 나타내어 50°C에서보다 높은 침투 함량을 나타내었다( $P < 0.05$ ). 또한 다시마 추출물의 요오드와 총 폴리페놀의 침투 속도는 각각 시간당 67.9 µg/100 g과 0.34 mg/mL GAE를 나타내어 대기압에서 180분간 예열을 하고 온도 변화에 의해 계란 내부로 침투된 요오드와 총 폴리페놀의 침투 속도인 27.7 µg/100 g과 0.18 mg/mL GAE와 비교해볼 때 압력과 온도 변화 방법으로 계란 내부로 다시마 추출물의 침투 효율이 각각 2.45와 1.89배 증가하였다. 이는 온도 변화 방법을 적용하면서 압력을 주었을 때 계란 내부로 염분의

침투가 향상되었다는 Kim 등(12)의 보고를 미루어 볼 때 온도 변화에 의해 난막이 수축되면서 외부 압력의 증가로 인하여 대기압일 때보다 더 수축되기 때문으로 생각된다. 따라서 온도 변화 방법으로 계란을 조미할 때 압력 조건을 이용한다면 보다 다양한 식품 소재의 침투에 의한 계란 가공이 가능하며, 또한 계란 내부로의 침투 효율의 향상된 가공 공정이 확립될 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 온도 변화 방법과 압력 조건을 이용함으로써 계란 내부로 다시마 추출물의 침투 효율이 향상되어짐을 확인할 수 있었으며, 따라서 본 연구의 방법으로 다시마 추출물 이외의 다양한 조미성분과 기능성 식품 소재의 침투 가능성을 제시함으로써 효율적인 직접 소비가 가능한 계란 가공 공정의 확립이 가능할 것으로 생각된다.

## 요 약

본 연구에서는 온도 변화 방법과 압력을 이용하여 계란 내부로 다시마 추출물의 침투 효율을 분석하였다. 다시마 추출물은 100°C에서 3시간 동안 다시마 무게의 10배(w/w)의 증류수를 가하여 열수 추출하였다. 대기압에서 다시마 추출물의 지표 성분으로 요오드와 총 폴리페놀의 침투 효율은 30, 40, 50°C에서 3시간 동안 침지시킨 다음 침투된 요오드와 총 폴리페놀 함량을 측정함으로써 분석하는 경우와 50°C에서 3시간 동안 예열한 다음 4°C로 온도 변화를 유도하여 침지시켜 침투된 요오드와 총 폴리페놀 함량을 측정함으로써 분석하였다. 요오드와 총 폴리페놀 함량의 침투 효율은 침투 온도가 증가할수록 향상되었다. 그리고 요오드와 총 폴리페놀의 침투는 온도 변화를 하지 않은 경우 각각 3시간 동안 72 µg/100 mg과 1.48 mg/mL가 침투된 반면, 온도 변화를 유도한 경우 각각 3시간 동안 121 µg/100 mg과 1.74 mg/mL가 침투되어 침투 효율이 증가되었으며, 50°C에서 3시간 예열한 다음 4°C로 온도 변화하여 3시간 침투시킨 계란에서 가장 높은 침투 효율을 나타내었다. 그리고 5기압의 압력 조건에서 온도 변화를 유도하지 않고 50°C에서 90분간 침투시킨 경우 침투된 요오드와 총 폴리페놀 함량이 각각 105 µg/100 mg과 1.56 mg/mL로 나타난 반면, 온도 변화를 유도한 경우 각각 139 µg/100 mg과 1.74 mg/mL의 함량을 나타내어 압력에 의해 온도 변화 방법의 침투 효율은 향상되었다. 따라서 본 연구에서는 온도 변화 방법과 압력 조건을 통하여 계란 내부로 다시마 추출물의 향상된 침투 효율을 확인하였으며, 이는 다시마 추출물 이외의 다양한 조미성분과 기능성 식품 소재의 침투 가능성을 제시함으로써 효율적인 직접 소비가 가능한 계란 가공 공정의 확립이 가능할 것으로 기대된다.

## 감사의 글

이 논문은 2011년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구

비 지원에 의하여 연구되었음(This work was supported by the research grant of the Chungbuk National University in 2011).

## REFERENCES

1. Jo C, Ahn DU, Liu XD, Kim KH, Nam KC. 2011. Effect of chitosan coating and storage with dry ice on the freshness and quality of eggs. *Poultry Sci* 90: 467-472.
2. Kim HJ, Park K. 2011. Egg consumption and prevalence of metabolic syndrome in Korean adults: Based on 2007-2008 Korean national health and nutrition examination survey. *Korean J Community Nutr* 16: 364-374.
3. Forsythe RH. 1970. Eggs and egg products as functional ingredients. *The Bakers Digest* 8: 4-46.
4. Jo KS. 2010. Effects of a diet containing green tea powder on the physicochemical properties of egg. *Korean J Food Preserv* 17: 328-333.
5. Jeon KH, Yoo IJ, Jang YH, Kang TS. 1993. Permeation effect of NaCl into shell egg with concentration of NaCl solution, salting time and salting pressure. *Korean J Poult Sci* 20: 125-131.
6. Kim EM. 2002. The effects of supplementation of ascidian tunic shell into laying hen diet on the egg quality. *J Anim Sci & Technol* 44: 45-54.
7. Kim KK, Jeong YJ, Kim OM, Park NY, Lee KH. 2002. Effect of sea urchin shell on egg quality. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 373-377.
8. Sung HC, Suk YO, Han SM, Yu KH, Sung YK. 2002. Effect of feeding with chitosan on egg production rate and yolk cholesterol level. *J Chitin Chitosan* 7: 29-32.
9. Lee CH, Nam KT, Kim JB, Han SH. 1996. The effects of extracts from *Puerariae radix* roots on the storage stability of egg and serum cholesterol level in the laying hens. *Korean J Food Sci Ani Resour* 16: 102-105.
10. Park BS. 2004. Effect of dietary  $\beta$ -cyclodextrin on egg quality and cholesterol content of egg yolks. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 614-620.
11. Shon KS, Kwon OS, Min BJ, Cho JH, Chen YJ, Kim IH, Kim HS. 2004. Effects of dietary herb products (Animunin Powder<sup>®</sup>) on egg characteristic, blood components, and nutrient digestibility in laying hens. *Korean J Poult Sci* 31: 237-244.
12. Kim DH, Yoo HJ, Yoo JY, Park YJ, Choi SH, Jang KI. 2012. Development of rapid salting method for seasoning eggs using a temperature change method. *Korean J Food & Nutr* 25: 393-397.
13. Jung EJ, Bang BH. 2003. The effect on the quality of yogurt added water extract from sea tangle. *Korean J Food & Nutr* 16: 66-71.
14. Kim JS, Kang KJ. 1998. Effect of laminaria addition on the shelf-life and texture of bread. *Korean J Food & Nutr* 11: 556-560.
15. Kwon YR, Youn KS. 2012. Quality and antioxidant characteristics of granule tea prepared with sea tangle (*Laminaria japonica*) and sea mustard (*Undaria pinnatifida*) powder as affected by extraction method. *Korean J Food Preserv* 19: 525-531.
16. Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing *Laminaria* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 406-412.
17. Kolb N, Vallorani L, Milanovic N, Stocchi V. 2004. Evalu-

- ation of marine algae Wakame (*Undaria pinnatifida*) and Kombu (*Laminaria digitata japonica*) as food supplements. *Food Technol Biotechnol* 42: 57-61.
18. Jo KS. 2006. Effects of diet with *Laminaria religiosa* on egg quality. *Korean J Food Preserv* 13: 714-719.
  19. Choi HM, Sim CH, Shin TS, Bing DJ, Chun SS. 2011. Quality characteristics of *Kimbugak* with sea tangle powder. *Korean J Food & Nutr* 24: 434-441.
  20. Schoeni JL, Glass KA, McDermott JL, Wong ACL. 1995. Growth and penetration of *Salmonella enteritidis*, *Salmonella heidelberg* and *Salmonella typhimurium* in eggs. *Int J Food Microbiol* 24: 385-396.
  21. Messens W, Grijspeerdt K, Herman L. 2006. Eggshell penetration of hen's eggs by *Salmonella enterica* serovar Enteritidis upon various storage conditions. *Br Poult Sci* 47: 554-560.
  22. Dewanto V, Wu X, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 4959-4964.
  23. Lee SH, Hwang IG, Kim HY, Lee HK, Lee SH, Woo SH, Lee J, Jeong HS. 2010. Starch properties of *Deahak* waxy corn with different harvest times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 573-579.
  24. Jeon KH, Yoo IJ, Jang YH, Kang TS. 1993. Permeation effect of NaCl into shell egg with concentration of NaCl solution, salting time and salting pressure. *Korean J Poult Sci* 20: 125-131.