

## 조리시 가열방법이 유탕면의 산화안정성에 미치는 영향

정수연 · 이진원<sup>1</sup> · 한성희<sup>1</sup> · 이석원<sup>2</sup> · 이철\*

고려대학교 식품공학부, <sup>1</sup>고려대학교 생명자원연구소, <sup>2</sup>유한대학 식품영양과

### Effect of Heating Methods on the Oxidative Stability of Deep-fat Fried Instant Noodles in Cooking

Soo-Yeon Chung, Jin-won Lee<sup>1</sup>, Sung-Hee Han<sup>1</sup>, Seog-Won Lee<sup>2</sup>, and Chul Rhee\*

Divisions of Food Bioscience and Technology, College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University

<sup>1</sup>Institute of Life Science and Natural Resources, Korea University

<sup>2</sup>Department of Food and Nutrition, Yuhan College

**Abstract** The objective of this study was to investigate the effects of cooking methods (cooking apparatus and reaction level of oxygen) on the rancidity, reactive oxygen species (ROS), and furans produced while cooking deep-fried instant noodles. The sample rancidities showed a decreasing trend regardless of the cooking apparatus, as the available oxygen content in the cooking pot was reduced. In particular, soaking and then cooking using a microwave oven was found to be the most effective method to retard rancidity development. The ROS concentration after cooking had a similar trend to the rancidity. The furan concentrations of the samples significantly decreased under all cooking conditions as compared to the control, and the lowest value was 10.69 ppb for the sample cooked in a microwave oven without a cooking pot lid after soaking. The results indicate that cooking in a microwave oven with soaking was the most effective method for the oxidative stability of deep-fried instant noodles.

**Key words:** microwave oven, deep-fried instant noodles, rancidity, reactive oxygen species, furans

## 서 론

오늘날 우리의 식생활은 급격한 산업발달과 여성의 사회참여가 증가함에 따라서 간편화를 추구하는 경향을 나타내고 있다. 이와 같은 현상으로 편의식품점이 증가하고 조리식품 및 즉석식품이 널리 소비되면서 전자레인지(microwave oven)의 사용도 증가되고 있다(1,2). 이러한 간편가열조리식품(혹은 재가열 조리식품, convenience foods)은 유탕면과 같이 물에 넣고 끓이거나 약간의 재가열로 간편하게 조리해서 먹을 수 있도록 만들어진 일종의 인스턴트 식품으로, 일반적으로 용기에 넣은 채로 가열하여 단시간 내에 원래의 맛과 품질이 재현될 수 있도록 디자인된 가공식품을 말하며, 이의 맛과 품질은 가공공정과 더불어 소비자의 조리방법, 특히 가열 기구나 방법에 따라 크게 달라진다. 현재, 우리나라뿐만 아니라 중국, 일본 등지에서도 다양한 인스턴트 식품의 이용이 증가하고 있는데 그 중에서도 인스턴트 유탕면의 소비가 급증하고있는 추세이며(3,4), 일반적으로 가스레인지나 전자레인지를 이용하여 조리되고 있다.

가스레인지를 이용한 유탕면의 조리는 100°C로 가열된 물로부터 대류 및 전도에 의하여 열이 식품 내로 전달되어 일어나며,

전자레인지 가열의 경우에는 가열방식이 수분과 같은 식품 중의 유전체가 마이크로파를 흡수하여 발열하므로 가열효율이 좋으며, 식품 내부로부터 발열이 시작되어 물의 온도보다 식품의 온도가 높아지게 된다. 또한 물체의 열전도도와 무관하므로 가열이 물체의 내부까지 단시간에 이루어져 식품의 가공 및 조리 중에 영양소의 손실이 적고, 밀폐가열이 가능하며, 재가열 후의 식품품질이 우수하다는 장점을 갖는다(5,6). 그러나, 전자레인지도 가열로 인한 영양분의 손실, 지방질의 산패로 인한 각종의 활성라디칼 화합물 생성 및 이취(off flavor)의 발생 가능성, 조직감의 변화 등 여러 가지 문제점이 존재한다. 한편, 식품의 가공 및 저장 중에 있어서 식품성분 간의 대표적 반응이라고 할 수 있는 Maillard 반응의 생성물은 식품의 색, 향미 및 보존성 등에 관여할 뿐만 아니라 성인병 및 노화에도 관여하는 것으로 밝혀지고 있다(7). 특히, 이 반응의 생성물들이 산화하게 되면 각종 활성산소종, 즉 슈퍼옥사이드 라디칼(superoxide radical,  $\cdot O_2^-$ ), 과산화수소(hydrogen peroxide,  $H_2O_2$ ), 일중항산소(singlet oxygen,  $^1O_2$ ) 및 수산 라디칼(hydroxyl radical,  $\cdot OH$ ) 등이 생성된다고 알려져 있다(8). 그리고 Maillard 반응으로 인한 중간생성물인 푸란이 가열처리한 식품에서 검출되는 발암 유발물질로 알려진 이후에 많은 연구가 이루어지고 있다(9,10). 이러한 푸란의 형성은 가열처리에 의한 것뿐만 아니라 온도, 시간, 튀김기름의 성질, 식품 매트릭스의 성질 등 다양한 가공 조건에 의하여 영향을 받는 것으로 알려져 있다(11-13).

따라서 본 연구에서는 가스레인지와 전자레인지 가열법을 이용하여 다양한 조리조건이 조리된 유탕면의 산패도와 활성산소의 생성에 미치는 영향을 알아보고, GC/MS를 이용하여 제조가

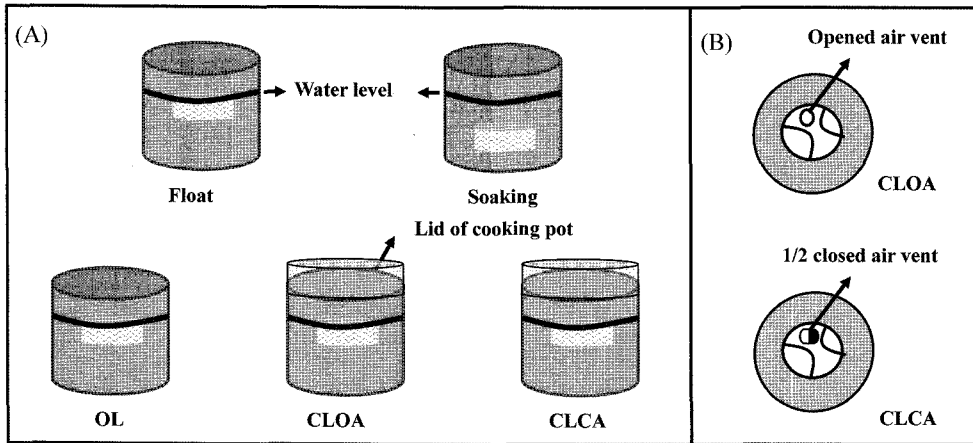
\*Corresponding author: Chul-Rhee, Division of Food Bioscience and Technology, College of Life Sciences and Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

Tel: 82-2-3290-3020

Fax: 82-2-928-1351

E-mail: rhee2@korea.ac.kr

Received April 14, 2007; accepted August 21, 2007



**Fig. 1. Diagram for control of available oxygen content in cooking pot using soaking (A) and air vent (B).** OL, opened lid; CLOA, closed lid and opened air vent; CLCA, closed lid and 1/2 closed air vent.

공 시에 생성된 퓨란의 가열방법에 따른 함량 변화에 대하여 비교해보고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 유당면의 가열조리방법

유당면의 가열조리 기구는 가스레인지(GF-1000, Hamil, Seoul, Korea)와 전자레인지(Samsung Electronics, Suwon, Korea, RE-432RM, 2,540 MHz, 800 W)를 사용하였으며, 가스레인지를 이용한 경우에는 스테인리스 냄비에 물 550 mL을 가하고 가장 센 불에서 4분 30초간 끓인 후, 유당면과 스프를 가하여 4분 30초간 가열하였다. 그리고 전자레인지를 이용하여 조리한 경우에는 전자레인지용 용기에 550 mL 물을 가하고 유당면과 스프를 넣은 직후 이를 6분 20초 동안 가열조리하였다. 조리시에 산소의 접촉을 차단하기 위하여 가스레인지 가열의 경우 유당면을 불에 완전침지(soaking)시켜 조리하였으며, 전자레인지 가열의 경우에는 용기의 뚜껑을 닫거나(closed lid and opened air vent, CLOA), 공기구멍을 1/2 닫음(1/2 CLCA)으로써 산소를 차단하고, 동일한 조건에서 유당면을 물에 침지함으로써 산소의 접촉을 최대한 차단하여 조리하였다(Fig. 1).

#### 시료제조 및 재료

본 실험에서 사용한 유당면은 시중에 유통되고 있는 라면(Nongshim, Korea)을 구입하여, 이를 가스레인지와 전자레인지로 가열조리하였다. 조리된 유당면을 체에 걸러 국물을 제거하여 -40 °C에서 동결건조한 후, 이를 분쇄하여 시료 5배의 추출용매를(클로로포름: 메탄올 = 2:1, v/v) 가하여 유지를 추출하였다. 용매에 용해되어 있는 유지를 evaporator를 이용하여 감압상태에서 여과농축하여 산패도(산가, 과산화물가) 측정 및 활성산소량(superoxide radical, hydrogen peroxide) 측정 시료로 사용하였다. 퓨란함량 측정 시료는 동일한 조리조건에서 조리된 유당면을 신속하게 4°C로 냉각시킨 후, 조리된 면과 국물을 함께 homogenizer를 이용하여 13,000 rpm의 속도로 균질화하여 시료로 사용하였다.

실험에 사용한 모든 시약은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다. GC/MS 실험에 사용한 furan(Aldrich)과 d4-furan(Aldrich)은 minimum purity 순도 99%인 제품을 사용하였으며, 용매로는 HPLC grade의 물과 메탄올을 사용하였다.

#### 일반성분 분석

AOAC법(14)에 따라 수분함량은 105°C 상압건조법, 조지방 함량은 soxhlet 추출법, 조단백질 함량은 semi-micro kjeldahl법, 회분 함량은 건식 회화법으로 측정하였으며, 탄수화물 함량은 전체 함량의 차이로 구하였다.

#### 조리된 유당면에서 추출된 유지의 산패도 및 활성산소량 측정

제조된 유지시료의 산가와 과산화물가는 AOCS Tentative Method(15)에 의하여 측정하였으며, 활성산소량(superoxide radical ( $O_2^-$ ), hydrogen peroxide( $H_2O_2$ ))은 Kang 등(16)의 방법에 준하여 측정하였다. 유지 10  $\mu$ L를 취하여 SOD(Sigma, S-8160, 100  $\mu$ g/mL potassium phosphate buffer, pH 7.8) 20  $\mu$ L를 첨가한 후, 0.8 mM NBT(nitroblue tetrazolium), 40 mM EDTA(ethylenediaminetetracetic acid)와 0.24%의 Triton X-100을 함유하는 potassium phosphate buffer(pH 7.5) 2.5 mL을 가하여 혼화하고 560 nm에서 흡광도를 측정하였다.  $H_2O_2$ 은 위와 동일한 방법으로 추출된 유지 5  $\mu$ L를 취하여 DMSO(dimethyl sulfoxide) 0.5 mL, 증류수 1.5 mL 및 50 mM sodium phosphate buffer(pH 7.2) 2 mL을 가하여 혼합하고 원심분리(9,000 rpm, 10 min)하였다. 상정액 1.6 mL을 취하여 9.6  $\mu$ L의 catalase(Sigma, C-1345)를 가하고 37  $\pm$  1°C에서 10분 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 용액 0.5 mL에 0.5% titanium sulfate 2 mL을 가하고 원심분리(9,000 rpm, 10 min)한 후 410 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군으로는 0.5% titanium sulfate 대신에 0.25 N  $H_2SO_4$  2 mL 가하고, catalase 대신에 증류수 2 mL을 가하여 측정하였다. 한편, 과산화수소의 정량은 35% 과산화수소를 2, 4, 6, 8 및 10 mM의 농도로 조제하여 동일한 방법으로 실험하여 얻은 검량선으로부터 구하였다.

#### GC/MS를 이용한 조리된 유당면의 퓨란 함량 측정

**표준용액제조:** 표준용액제조에 있어서 퓨란의 함량은 US FDA method(19)에 따라 furan stock standard는 20 mL headspace vial에 4°C로 냉각된 메탄올(HPLC grade) 10 mL을 넣고 미세전자저울(Ohaus Co., Pine Brook, NJ, USA)을 이용하여 무게( $W_1$ )를 측정 후 미리 차갑게 한 syringe를 이용하여 100  $\mu$ L의 퓨란을 vial에 넣고 충분히 섞이도록 하여 무게( $W_2$ )를 측정하였다. 첨가된 퓨란의 양은  $W_2 - W_1$ 으로 산출하였다. 실험 시, 퓨란은 휘발성이 높으므로 실내온도를 최대한 낮추어 주고, 오염을 방지하기 위해

hood가 작동하는 clean bench에서 실험하였다. 이렇게 만들어진 stock solution은  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 보관하며 사용하고 d4-furan stock internal standard도 furan stock standard와 동일한 방법으로 제조하였다. Working standard는 20 mL headspace vial에  $4^{\circ}\text{C}$ 로 냉각된 물 10 mL을 넣고 무게( $W_1$ )를 측정하고 furan stock solution과 d4-furan stock internal standard 100  $\mu\text{L}$ 을 각각 vial에 넣고 충분히 섞이도록 하여 무게( $W_2$ )를 측정하였다. 첨가된 furan과 d4-furan의 양은  $W_2 - W_1$ 으로 산출하였으며, working solution은 매 실험마다 준비하여 사용하였다.

**GC/MSD 분석:** 시료 1g과 냉각된 물(HPLC grade) 10 mL씩을 headspace vial에 옮긴 후 신속히 봉인하고, syringe를 이용하여 준비한 working internal standard 100  $\mu\text{L}$ 를 넣고 분석 전까지  $4^{\circ}\text{C}$ 로 냉장 보관하였다. GC는 Agilent Technologies 사의 HP 6890 model을 사용하였으며, MSD는 HP 5972 model을 사용하였다. Column은 HP plot-Q(15 m, 0.32 mm I.D., 20  $\mu\text{L}$  film)을 사용하였으며, SPME(solid phase micro-extraction) fiber는 Supelco사의 carboxen/polydimethylsiloxane(CAR/PDMS), vial은 Agilent사의 20 mL headspace vial을 사용하였다. 분석조건은 carrier gas: helium, constant flow, 1.7 mL/min; GC oven temperature profile:  $40^{\circ}\text{C}$ (5 min),  $220^{\circ}\text{C}$ (5 min),  $25^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ; inlet temperature:  $250^{\circ}\text{C}$ , splitless mode; MS source temperature:  $230^{\circ}\text{C}$ ; scan mode: selected ion monitoring(SIM); ions(m/z): 39, 68, 42, 72로 하였다.

#### 통계분석

모든 결과의 통계적 분석은 SAS(Statistical Analysis System) 통계 package를 Lee 등(18)의 방법에 따라 사용하여 분산분석 및 Duncan 다범위 검증(Duncan's multiple range test)을 실시하였다 ( $p < 0.05$ ).

## 결과 및 고찰

#### 일반성분

본 실험에서 사용된 건조유탕면의 일반성분 분석결과는 Table 1에 나타난 바와 같이 수분함량은 4.6%, 조단백질 함량은 9.6%, 조지방 함량은 16.9%, 조회분 함량은 6.6% 및 탄수화물 함량은 62.2%로 나타났다.

**Table 1. The chemical composition of deep-fat fried instant noodles (w/w, %)**

Constituents	Contents
Moisture	$4.6 \pm 0.08$
Crude protein <sup>1)</sup>	$9.1 \pm 0.12$
Crude lipid	$16.9 \pm 0.51$
Crude ash	$6.6 \pm 0.09$
Carbohydrate <sup>2)</sup>	$62.8 \pm 0.20$

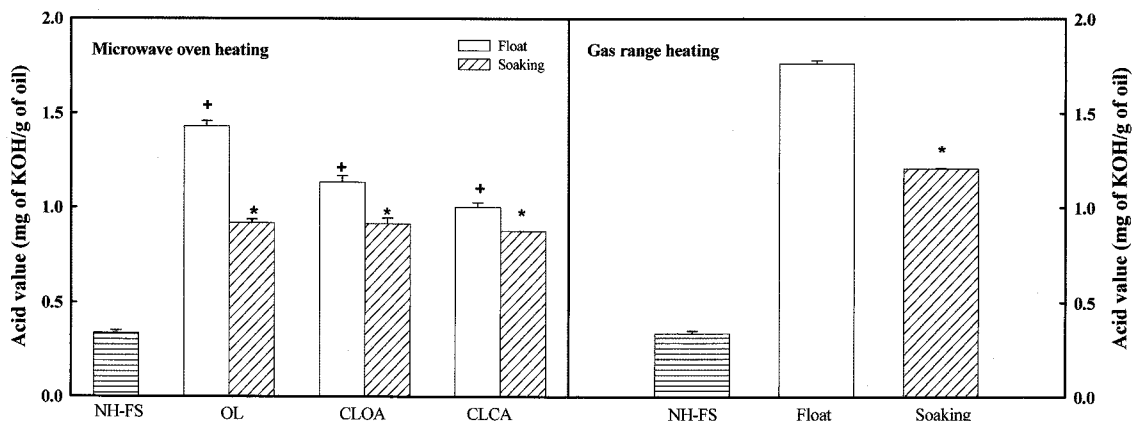
<sup>1)</sup>Calculation of protein content = Nitrogen (%)  $\times$  5.9 (nitrogen factor).

<sup>2)</sup>Calculated by difference.

#### 가열방법에 따라 조리된 유탕면 유지의 산패도 변화

가스레인지와 전자레인지로 가열조리된 유탕면에서 추출된 유지의 산가변화를 측정된 결과는 Fig. 2에 나타났다. 본 실험에서 사용한 유탕면의 대조구의 산가는 0.38 mg KOH/g oil이었으며, 이를 가스레인지로 조리하였을 때는 최대 1.76 mg KOH/g oil으로 약 4.63배 증가하였고, 전자레인지로 가열하였을 때는 최대 1.43 mg KOH/g oil으로 약 3.76배 증가하였다. 유탕면을 전자레인지로 조리한 경우, 용기의 뚜껑과 공기구멍을 최대한 닫고 조리하여 산소와의 접촉을 최소화한 경우에 산가가 약 30% 감소한 것으로 나타났으며 유탕면을 물에 완전 침지시켜 조리한 경우에도 마찬가지로 침지하지 않고 조리한 경우에 비하여 약 1.14-1.55배 감소하여 1.0 mg KOH/g oil 이하의 값을 나타내었다. 또한 산소를 차단하여 가스레인지로 가열조리한 경우 산가가 1.21 mg KOH/g oil로 나타난 반면, 전자레인지 가열에서는 최소 0.88 mg KOH/g oil의 수치를 나타내었다.

과산화물의 생성(Fig. 3) 측정 결과, 대조구는 5.98 meq/kg oil로 나타났으며, Kim과 Joo(1)의 연구와 같이 가스레인지와 전자레인지를 이용한 가열방법에 따라 각각 23.59, 22.40 meq/kg oil으로 약 3.74-3.94배 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 조리과정 중의 산소접촉 정도에 따라, 접촉하는 산소의 양이 줄어들수록 과산화물가는 감소하였다. 전자레인지 가열조리 시, 용기의 뚜껑을 닫고 물에 침지하여 산소를 최대한 차단한 soaking-CLCA에서 13.37 meq/kg oil로 가장 낮은 과산화물가를 나타내었다. 전자레인지를 이용해 가열조리하는 경우가 가스레인지를 이용한 경우에 비해 더 낮은 과산화물가와 산가를 나타내었으며, 이는 전자



**Fig. 2. Effect of various cooking methods on the change of acid value of deep-fried instant noodles.** NH-FS, non heating floated sample; OL, opened lid; CLOA, closed lid and opened air vent; CLCA, closed lid and 1/2 closed air vent.

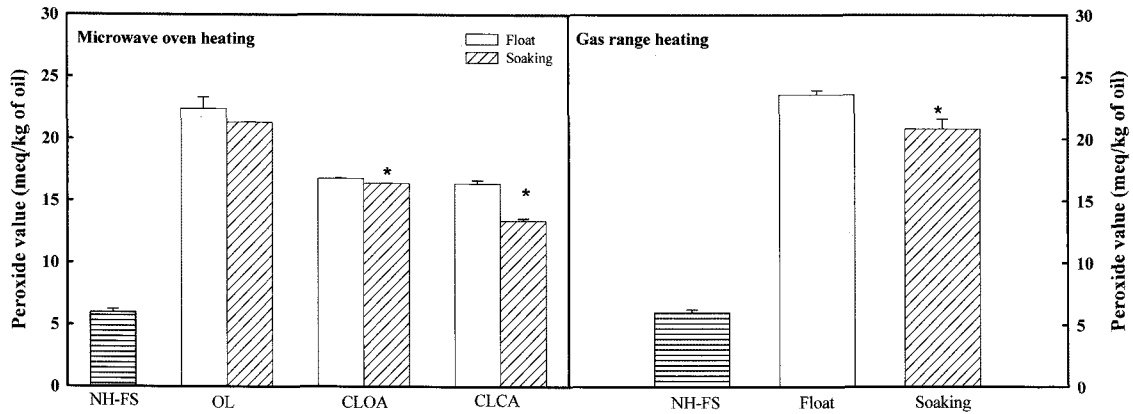


Fig. 3. Effect of various cooking methods on the change of peroxide value of deep-fried instant noodles. NH-FS, non heating floated sample; OL, opened lid; CLOA, closed lid and opened air vent; CLCA, closed lid and 1/2 closed air vent.

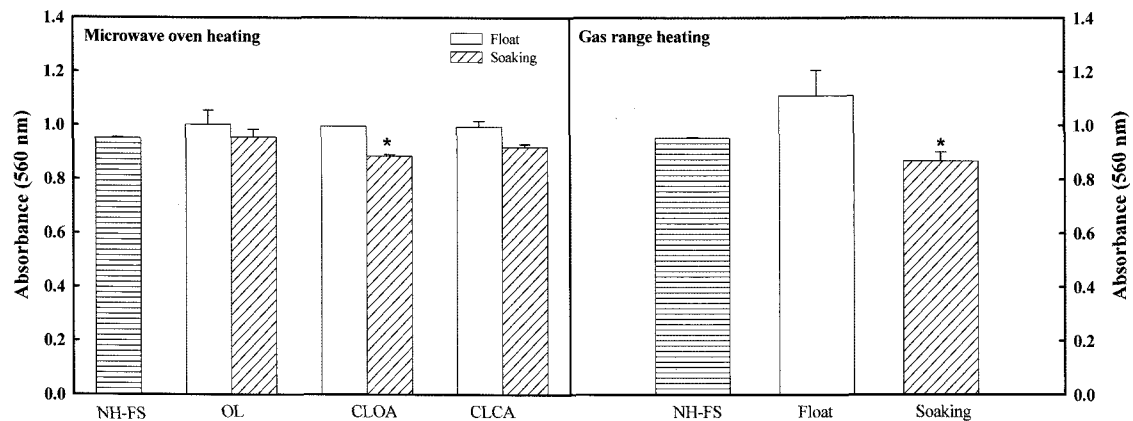


Fig. 4. Effect of various cooking methods on the formation of superoxide radical ( $\cdot\text{O}_2^-$ ) of deep-fried instant noodles. NH-FS, non heating floated sample; OL, opened lid; CLOA, closed lid and opened air vent; CLCA, closed lid and 1/2 closed air vent.

레인지가 일반 가스레인지 가열보다 더 높은 온도를 유지하지만 비교적 짧은 조리시간과 가열이 끝난 후에 식품에 존재하는 잔열이 미치는 영향이 크지 않기 때문인 것으로 사료된다(19,20).

**가열방법이 조리된 유당면 유지의 활성산소 생성에 미치는 영향**

Superoxide radical( $\text{O}_2^{\cdot-}$ )(Fig. 4)의 경우, 대조구는 0.95로 나타났으며, 산소가 차단되지 않은 상태에서 가스레인지와 전자레인지로 가열 조리한 결과, 각각 1.11과 1.00으로 증가하여 약 16.8%가 생성된 것으로 나타났다. 이들은 식품에 감마선, 마이크로파 및 ohmic을 처리함으로써 생성된다는 Choe와 Min(21)의 보고와 같이 조리과정 중에 생성량이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 이는 가열방법에 따라 감소하는 경향을 보였으며 전자레인지 조리의 경우, 용기의 뚜껑을 닫고(CLOA, CLCA) 조리함으로써 다소 감소하였고, 동일한 방법으로 유당면을 물에 완전 침지시켜(soaking-OL, soaking-CLOA, soaking-CLCA) 조리한 경우 대조구에 비하여 약 5.7% 감소한 것으로 나타났다. 또한, 가스레인지 가열의 경우에도 침지함으로써 약 8.7% 감소한 것으로 나타났다. 이는 뚜껑의 밀폐나 유당면의 침지에 의하여 산소가 차단됨으로써 superoxide radical로 전환될 수 있는 산소의 양이 감소하여 생성량이 감소한 것으로 사료된다. 또한, Ingold 등(22)의 보고와 같이 질소화합물의 분해산물과 반응하여 superoxide radical을 생성하는 산소분자의 양이 감소되어 반응이 적게 일어남으로써 radical의 생성량도 감소된 것으로 사료된다. Hydrogen peroxide( $\text{H}_2\text{O}_2$ )의

생성을 측정된 결과(Fig. 5), superoxide radical의 경우와 마찬가지로 대조구에서 21.54 mM으로 측정된 것에 비하여 가열조리함으로써 전자레인지의 경우에는 46.80 mM, 가스레인지의 경우에는 51.76 mM로 증가하였으며, 조리과정에서의 산소접촉량을 최대한 차단할 경우, 전자레인지 조리시에는 약 7.6-13.5%, 가스레인지 조리시에는 약 4% 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. Taropey와 Fridovich(23), Korycka-dahl와 Richardson(24)의 식품 내에서 활성산소 반응의 시작은 지질의 과산화를 위한 초기 반응이 된다는 보고와 같이 유당면의 조리조건 중에서 활성산소의 생성량이 적을수록 유당면 유지의 산패도가 감소한 것으로 나타났다.

**가열방법에 따른 유당면의 퓨란 함량 감소 정도**

퓨란은 식품의 Maillard 반응에 의해 생성되는 중간 물질로 국제암연구기구(IARC)에서 발암 우려 물질(2B)로 분류하고 있으며, 끓는점이 31.36°C인 고휘발성 유기물질이며 식품의 가열조리 시에 대부분이 휘발되어 없어진다(25). 각기 다른 가열조건에서 조리된 유당면의 퓨란 함량은 Table 2에 나타내었다. 가열하지 않은 초기 건조유당면은 대조구로서 17.36 ppb로 가장 많은 양의 퓨란이 존재하는 것으로 나타났다. 일반적으로 퓨란은 전자레인지와 가스레인지로 가열조리함으로써 탄수화물, 다가불포화지방산(PUFA), 단백질 및 탄수화물-아미노산 복합체 등의 열 분해에 의해 생성되기도 하지만 끓는점이 낮아 조리과정 중에 쉽게 휘발되는 것으로 알려져 있다. 전자레인지 가열의 경우, 유당면에

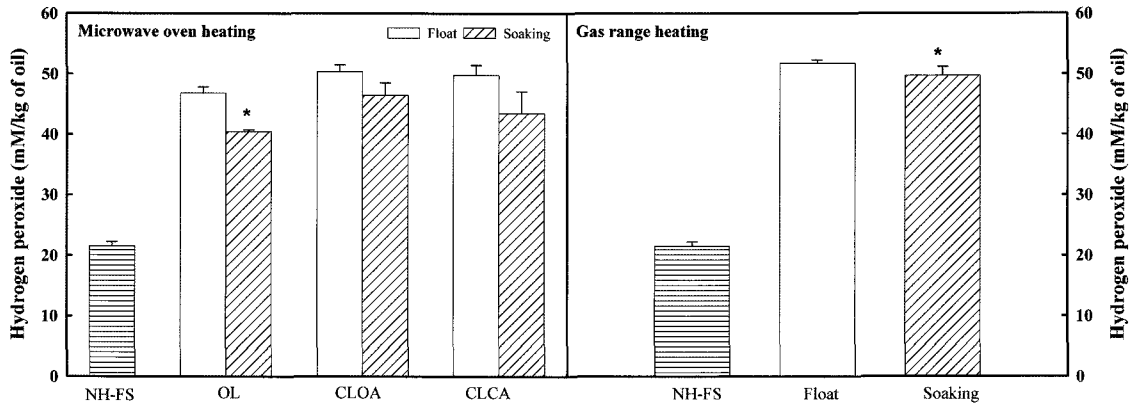


Fig. 5. Effect of various cooking methods on the formation of hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) of deep-fat fried instant noodles. NH-FS, non heating floated sample; OL, opened lid; CLOA, closed lid and opened air vent; CLCA, closed lid and 1/2 closed air vent.

Table 2. Content of furan in the deep-fried instant noodles cooked by various cooking methods

Cooking methods		Furan (ppb, ng/g)
Control (No heating)	Float <sup>1)</sup>	17.36 ± 0.14 <sup>a,6)</sup>
	Float-OL <sup>2)</sup>	15.24 ± 1.94 <sup>ab</sup>
Microwave heating	Float-CLCA <sup>3)</sup>	13.14 ± 1.60 <sup>b</sup>
	Soaking <sup>4)</sup> -OL	10.69 ± 0.76 <sup>c</sup>
	Soaking <sup>5)</sup> -CLCA	13.01 ± 0.88 <sup>b</sup>
Gas range heating	Float <sup>1)</sup>	13.91 ± 1.89 <sup>b</sup>
	Soaking <sup>4)</sup>	13.80 ± 1.01 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Non heating and floated sample.

<sup>2)</sup>Sample with the floated and opened lid.

<sup>3)</sup>Sample with the floated, and closed lid and 1/2 closed air vent.

<sup>4)</sup>Sample with the soaking and opened lid.

<sup>5)</sup>Sample with the soaking and closed lid and 1/2 closed air vent.

<sup>6)</sup>Mean ± standard deviation (n = 3).

<sup>a-c)</sup>Different characters indicate significant difference at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple comparison.

함유되어 있는 퓨란의 함량은 대조구에 비하여 조리조건에 따라 OL의 경우에는 2.12 ppb, CLCA는 4.22 ppb, soaking-CLCA는 4.35 ppb, soaking-OL은 6.67 ppb가 감소하는 것으로 나타났다. 또한 가스레인지의 경우에는 대조구에 비하여 float의 경우에는 3.45 ppb, soaking의 경우에는 3.56 ppb가 감소하는 것으로 나타났다.

전자레인지 조리 시, 산소차단을 위해 용기의 뚜껑을 닫고 조리한 유탕면의 경우에 뚜껑을 닫지 않고 조리한 유탕면에 비하여 적은 양의 퓨란이 존재하는 것으로 나타났다. 그러나, 침지하여 조리한 경우와 달리 뚜껑을 닫아 산소의 접촉을 감소시킨 시료의 퓨란함량이 높은 것은 가열과정 중에 침지한 유탕면 조리에 비하여 다소 많은 양의 산소와 접촉하였기 때문인 것으로 판단된다. 또한 뚜껑을 닫지 않고 침지하여 전자레인지로 조리한 유탕면의 경우에 조리과정 중의 산소의 접촉차단과 더불어 휘발 가능한 면적이 넓어서 많은 양의 퓨란이 휘발되어 가장 적은 양이 함유되어있는 것으로 사료된다. 그리고 가스레인지 가열에 비하여 전자레인지 가열 시에 퓨란의 함량이 더 적은 것은 마이크로파에 의한 가열조리가 가스레인지 가열조리법에 비하여 Maillard 반응에 의한 갈변화가 적게 일어난 결과에 의한 것으로 판단된다. 또한, Bianchi 등(26)의 보고와 같이 퓨란의 함량차이는 식품의 매트릭스와 가열방법에 의존하는 것으로 사료된다. 이러한 결

과로 유탕면의 조리 시에 있어서 산패도, 생성된 활성산소량과 퓨란의 함유량을 비교해 볼 때, 가스레인지보다 전자레인지의 사용이 더욱 효과적인 것으로 사료되며, 더불어 용기뚜껑의 개폐유무보다는 유탕면을 물에 침지 함으로써 산소를 차단하여 조리하는 방법이 가장 효과적인 것으로 사료된다.

## 요 약

본 실험은 유탕면 조리과정 중, 가열조리방법에 따른 유탕면의 산화안정성 비교와 활성산소 및 퓨란 함량에 대한 변화를 알아보기 위하여 전자레인지와 가스레인지를 이용하여 조리하였으며, 용기뚜껑의 밀폐유무(OL, CLOA, CLCA)와 유탕면을 물에 완전 침지하는 방법으로 산소를 차단하여 조리하였다. 조리된 유탕면에서 추출한 유지를 시료로 하여 조리과정에 따라 일어나는 반응화합물에 따른 산패도를 측정하고 각종 활성산소종들 중에서 superoxide radical( $O_2^-$ )과 hydrogen peroxide( $H_2O_2$ )의 생성량을 측정하였다. 또한, IARC에서 2B 그룹으로 분류된 발암성 물질인 퓨란의 함량을 GC/MS를 이용하여 측정하였다. 그 결과, 조리과정 중에 유탕면과의 산소접촉을 차단한 경우가 산소에 노출되어 조리된 유탕면의 유지에 비하여 산패도가 감소하는 것으로 나타났다. 조리된 유탕면의 산가의 경우 전자레인지에서는, 용기뚜껑을 닫아 산소접촉을 최대한 차단(CLCA)하였을 때 차단하지 않고 조리한 유탕면에 비하여 약 30% 감소하였으며, 침지시켜서 조리한 경우에는 모두 1.0 mg KOH/g oil 이하의 값을 나타내었다. 가스레인지 가열의 경우에도 유탕면을 침지시켜 조리함으로써 약 32% 감소하였다. 또한, 과산화물가의 경우 조리시의 산소를 차단함으로써 20-40% 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 superoxide radical의 경우, 전자레인지 조리시 용기의 뚜껑을 조리하였을 때 공기구멍의 개봉 정도에 관계없이 대조구와 유의적 차이가 없었으나, 동일조건에서 물에 완전침지시켜 조리한 경우에는 전자레인지 조리는 약 5.7%, 가스레인지 가열의 경우에는 약 8.7% 감소한 것으로 나타났다. 그리고  $H_2O_2$ 의 경우에는 조리과정에서의 산소접촉량을 최대한 차단할수록 그 생성량이 낮았고, 전자레인지와 가스레인지의 가열방법에 따라 각각 약 7.6-13.5%, 4% 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 조리된 유탕면에 함유된 퓨란의 함량의 경우는 전자레인지와 가스레인지 모두에서 대조구에 비하여 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로 보아, 유탕면 조리 시에 가스레인지 가열보다 산소의 접촉을 최소화한 조건(soaking-CLCA)에서 전자레인지로 가열

할 경우에 활성산소 생성의 최소화와 산화안정성의 최대화를 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

## 문 헌

- Kim EM, Joo KJ. Oxidative stability of fatty acids and tocopherols in the fats and oils during microwave heating. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 24: 371-375 (1995)
- Kim YG, Im TG, Kim JI, Lim HC, Park JT, Kim SC, Hong SS. Safety assessment of the deep-fried instant noodles. *J. Food Hyg. Saf.* 10: 155-161 (1995)
- Kim SK. Overview of Korean noodle industry. *Food Biotechnol.* 6: 125-130 (1997)
- Kim MJ, Shin SN, Kim SK. Proximate composition and calorie of Korean instant noodles. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 1043-1050 (2000)
- Yoshida H, Hirooka N, Kajimoto G. Microwave energy effects on quality of some seed oils. *J. Food Sci.* 55: 1412-1416 (1990)
- Son JC. What is a microwave oven? *Food Sci. Ind.* 32: 2-11 (1999)
- Kim SB, Hayase F, Kato H. Desmutagenic effect of  $\alpha$ -dicarbonyl and  $\alpha$ -hydroxycarbonyl compounds against mutagenic heterocyclic amines. *Mutat. Res.* 177: 9-15 (1987)
- Kim SB, Park SJ, Kang JH. Role of active oxygens on DNA damage by low molecular carbonyl compounds derived from maillard reaction. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 19: 565-570 (1990)
- Locas CP, Yaylayan VA. Origin and mechanistic pathways of formation of the parent furan-a food toxicant. *J. Agr. Food Chem.* 52: 6830-6836 (2004)
- Hasnip S, Crews C, Castle L. Some factors affecting the formation of furan in heated foods. *Food Addit. Contam.* 23: 219-227 (2006)
- Maga JA. Furans in foods. *Crit. Rev. Food Sci.* 11: 355-400 (1979)
- Becalski A, Seaman S. Furan precursors in food: A model study and development of a simple headspace method for determination of furan. *J. Assoc. Off. Ana. Chem.* 88: 102-106 (2005)
- Goldmann T, Perisset A, Scanlan F, Stadler RH. Rapid determination of furan in heated foodstuffs by isotope dilution solid phase micro-extraction-gas chromatography-mass spectrometry (SPME-GC-MS). *Analyst* 130: 878-883 (2005)
- AOAC. Official Method of Analysis, 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., 129-133 (1980)
- AOCS. Official and Tentative Methods 2nd ed. Method Ca 5a-40, Cd 8-53. American Oil Chemist Society, Chicago, USA (1964)
- Kang JH, Yeum DM, Choi SA, Kim SB, Park YH. Formation of active oxygens by linoleic acid peroxidation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19: 471-474 (1987)
- FDA. Determination of furan in foods. Available from: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/furan.html>. Accessed Oct. 27, 2006.
- Lee SW, Park HC, Her ES. Statistics and Data Analysis Method. Hyoil Press, Seoul, Korea. pp. 253-296 (1998)
- Im JU, Hong SS, Lee GD, Park SS. Application of microwave energy in chemical engineering. *Korean Chem. Eng. Res.* 42: 485-493 (2004)
- Foster BL, Courmoyer ME. The use of microwave ovens with flammable liquids. *Chem. Health, Saf.* 12: 27-32 (2005)
- Choe EO, Min DB. Chemistry and reactions of reactive oxygen species in foods. *J. Food Sci.* 70: 142-159 (2005)
- Ingold KU, Paul T, Young MJ, Doiron L. Invention of the first azo compound to serve as a superoxide thermal source under physiological conditions: Concept, synthesis, and chemical properties. *J. Am. Chem. Soc.* 119: 12364-12365 (1997)
- Tarpey MM, Fridovich I. Methods of detection of vascular reactive species: Nitric oxide, superoxide, hydrogen peroxide, and peroxynitrite. *Circ. Res.* 89: 224-236 (2001)
- Korycka-dahl M, Richardson T. Oxidative changes in milk; Initiation of oxidative changes in foods. *J. Dairy Sci.* 63: 1181-1198 (1980)
- The Merck Index. 11th ed. Merck et Co, Inc., NJ, USA. p. 672 (1996)
- Bianchi F, Careri M, Mangia A, Musci M. Development and validation of a solid phase micro-extraction-gas chromatography-mass spectrometry method for the determination of furan in baby-food. *J. Chromatogr. A* 1102: 268-272 (2006)