

## 감자 튀김의 가열 온도와 시간이 아크릴아마이드 생성 및 기호도에 미치는 영향

김진만 · 최지훈<sup>1</sup> · 최윤상<sup>1</sup> · 한두정<sup>1</sup> · 김학연<sup>1</sup> · 이미애<sup>1</sup> · 정혜경<sup>2</sup> · 김천제<sup>1\*</sup>  
롯데중앙연구소, <sup>1</sup>건국대학교 축산식품생물공학, <sup>2</sup>호서대학교 식품영양학과

## Effects of Frying Time and Temperature on Formation of Acrylamide and Sensory Evaluation in French Fries

Jin-Man Kim, Ji-Hun Choi<sup>1</sup>, Yun-Sang Choi<sup>1</sup>, Doo-Jeong Han<sup>1</sup>, Hack-Youn Kim<sup>1</sup>,  
Mi-Ai Lee<sup>1</sup>, Hae-Kyung Chung<sup>2</sup>, and Cheon-Jei Kim<sup>1\*</sup>

Lotte R&D Center

<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University

<sup>2</sup>Department of Food Science and Nutrition, Hoseo University

**Abstract** The objective of this research was to study the effect of different frying temperatures and time conditions on acrylamide formation, crispness, and sensory evaluations of french fries. Acrylamide concentration in french fries increased as frying temperature and cooking time increased. The french fries treated at 165°C frying had higher crispness values than those with other treatments. Frying treatments for 2 min 30 sec had the highest crispness values of the french fries. Sensory evaluations in terms of color, texture, and overall acceptability, showed the better quality of french fries treated at the frying condition of 165°C and 2 min 30 sec than with other treatments. French fries cooked at 165°C for 2 min 30 sec had not only good sensory properties in french fries, but also led to a reduction in acrylamide formation.

**Key words:** acrylamide, french fries, frying time and temperature, sensory properties

### 서 론

아크릴아마이드는 무색의 백색결정으로 물에 잘 녹으며 실온에서 안정하고, 열차외선 등에 의해 중화되는 물질이다(1). 또한 아크릴아마이드는 각종 화합물의 중합체로 사용되며 실험실에서는 polyacrylamide gel을 만들거나, 음용수 및 폐수처리 시 사용되며 접착제, 종이 및 화장품 제조시 응집제 등으로 산업계에서도 많이 사용되고 있다(2,4). 그러나 아크릴아마이드가 가열 처리한 식품에서 검출되는 발암의심물질로 알려진 이후 다양한 식품에서의 아크릴아마이드 존재유무, 생성 메커니즘, 발암성을 포함한 독성연구, 인체 노출에 따른 위해성 등에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다(5-7). FDA(8)는 아크릴아마이드는 갑자기 생성된 물질이 아니고 인류가 가열 처리된 음식을 섭취한 이후 지속적으로 섭취해 왔으며, 가열 조리에 의해 생성된다고 한다. WHO는 식품에서 아크릴아마이드가 검출되지만 아크릴아마이드 함유 기피식품을 선정할 단계는 아니며 발암성에 관련된 연구와 아크릴아마이드 섭취에 따른 위해 연구가 지속적으로 필요하다고 하였다(9).

또한 아크릴아마이드의 생성은 아미노산과 포도당 등의 환원당이 가열 처리시 반응하면서 생성되는 메커니즘이 보고되었다(10-12). 그래서 탄수화물이 많은 다양한 식품을 튀기거나 굽는 과정에서 자연적으로 생성되는 부산물인 아크릴아마이드는 식물성이며, 탄수화물은 많이 함유하고 있으나 단백질을 적게 함유하고 있는 식품군을 조리하거나 가공식품을 120°C 이상의 고온에서 열처리 공정에 노출시켰을 경우 생성된다고 하였다(1,6,13). Park 등(14)은 상업적으로 가공된 french fries, potato chip, tortilla chip, bread crust, crisp bread 등의 식품에서 아크릴아마이드 함량이 높았고, 식품군마다 다양한 아크릴아마이드 수치가 분석되었을 뿐만 아니라 같은 식품군의 다른 제품에서도 다양한 아크릴아마이드 수치가 분석되었다. 즉, 아크릴아마이드 형성은 식품에 존재하는 acrolein, acrylic acid, 아미노산과 아미노산 환원당의 마야르 반응물(maillard reaction products) 등의 아크릴아마이드 전구체 양에 의한 것 뿐만 아니라 온도, 시간, 튀김기름의 성질, 식품 매트릭스의 성질 등 다양한 가공 조건에 의하여 영향을 받는 것으로 알려져 있기 때문에 아크릴아마이드의 생성을 줄이기 위하여 다양한 조건의 형성원인에 대한 연구가 필요한 것으로 사료된다. 또한 외국의 경우 식품 중 아크릴아마이드 생성량이 조리 및 가공 온도, 시간에 따라 커다란 차이가 나기 때문에 현재는 아크릴아마이드 관리기준이 설정되어 있지 않다(1,14).

따라서, 본 연구에서는 아크릴아마이드 함량이 높은 후렌치 후라이의 원료인 감자(*Solanum tuberosum* L.)를 실험식품으로 선정하여 아크릴아마이드 저감화를 위해 frying 온도 및 시간에 따른 아크릴아마이드 함량과 관능적 특성을 비교 분석하였다.

\*Corresponding author: Cheon-Jei Kim, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea  
Tel: 82-2-450-3684  
Fax: 82-2-444-6695  
E-mail: kimcj@konkuk.ac.kr  
Received April 24, 2009; revised June 30, 2009  
accepted July 1, 2009

## 재료 및 방법

### 후렌치 후라이

국내에서 소비되고 있는 후렌치 후라이용 감자는 주로 미국과 캐나다에서 재배되는 러셋 버뱅크종으로 형태가 긴 조형으로 포테이토 가공전용으로 사용되고 있으며, 전량 냉동 가공되어 수입되고 있다. 따라서 감자는 시중에서 판매되는 후렌치 후라이의 원료로 사용되는 냉동감자(러셋 버뱅크종, 캐나다)를 사용하였으며 냉동고에서 보관하여 실험에 사용하였다. 감자 샘플을 냉동상태로 보관하여 사용하는 것은 감자는 갈변이 빠르게 발생하기 때문에 비교 평가 테스트의 어려움이 있다. 냉동감자는 선별, 세척 후 6.4×0.7 cm로 일정한 크기로 절단하고 블랜칭(blanching)후 예비 후라이нг(prefrying)하여 포장 후 냉동하였다. 동일한 조건을 세 번 반복으로 제조, 처리, 분석하였다.

### 후라이нг 방법

후라이нг 오일의 종류는 여러 종류의 오일을 혼합하여 사용가능하다. 본 실험에서 사용된 오일은 실험 당시 패스트푸드사들이 주로 사용되던 palm 오일을 사용하여 실험을 진행하였다. 후라이нг 오일로 palm 오일 100%를 사용하였으며 frying시 감자량은 점포의 fryer 유조 크기에 맞춰 실험용 fryer 유조(DHA-520, Donghwa system Co. Ltd., Seoul, Korea) 용량 6.7 kg에 potato량 208 g으로 하여 실험을 실시하였다. 본 실험에서는 현재 패스트푸드점에서 사용되는 후라이어 기기의 유조량과 후라이어와 감자의 양에 비례하여 실험하였으며 감자량이 많아지면 냉동감자 때문에 유조의 기름온도가 급격히 떨어지고 리커버리 타임(recovered time)이 길어지게 되므로 동시시간으로 후라이하더라도 식감, 색상, 관능에 문제가 발생할 수 있다. 따라서 유조량에 대하여 적정량의 포테이토를 온도와 시간 관계를 고려해 적정량을 매뉴얼화 하였다. 또한, 가열 온도와 시간의 설정은 현재 패스트푸드점 운영 특성상 모든 조리 시간은 34분 이내로 세팅 되어 있으며 후라이 시간도 34분 이내에 조리가 완료 되어야 한다. 온도가 높으면 후라이 시간이 짧아지나 표면이 색상이 어두워 지고, 경도가 증가하게 되며 식감이 떨어질 수 있다. 또한 온도가 너무 낮으면 후라이 시간이 길어져 후렌치 후라이 제품을 제공하는 시간 문제가 발생하고 기름의 흡수가 많아져 눅눅해지면 식감이 저하될 수 있다. 따라서, 가열 온도에 따른 아크릴아마이드 생성량 변화를 보기 위해 2분 30초 동안 160, 165, 170 및 180°C에서 frying 하였으며, 가열 시간에 따른 아크릴아마이드 생성량을 측정하기 위해서 165°C에서 2분 30초, 2분 45초, 3분 동안 가열하여 아크릴아마이드 함량을 분석하였다.

### 아크릴아마이드 함량 분석

아크릴아마이드 분석을 위해서 FDA 분석 방법과 KFDA 분석 방법을 본 실험에 적합하도록 수정하였다(1). 본 실험을 위해서 시료 100 g을 믹서기(Model AM-7, Nihonseiki kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 균질화한 후 50 mL centrifuge tube에 1 g을 취하고, 내부표준물질인 13C<sub>3</sub>-acrylamide(50 µg/L) 1 mL과 증류수 9 mL을 넣고 20분간 shaking 해 준다. 9000 rpm에서 15분간 원심분리하여

지방층과 pellet 사이의 약 3 mL을 0.45 µm Maxi-spin filter tube에 옮긴 후 7,500 rpm에서 2분간 원심분리한다. 여액에서 1.5 mL을 취해 OASIS HLB SPE, Varian SPE cartridge를 순차적으로 통과하여 최종 1 mL을 HPLC/MS/MS 분석시료로 사용한다. HPLC/MS/MS의 기기 분석조건은 아래 Table 1과 같으며, 아크릴아마이드 분석을 위한 MRM(multiresidue method)는 Table 2에 나타내었다. 아래 기기 조건으로 검량선 작성을 위하여 HPLC grade water에 아크릴아마이드를 첨가하여 5, 25, 125, 250, 500 ppb 농도의 standard solution에 13C<sub>3</sub>-acrylamide이 50 ppb가 되도록 첨가하여 검량선을 작성하였다. Calibration은 표준물질인 아크릴아마이드 피크와 내부표준물질인 13C<sub>3</sub>-acrylamide 피크 면적비를 비교하여 행하여졌으며, standard curve는 샘플에 함유된 아크릴아마이드 정량에 이용되었다.

### 크리스피 측정

크리스피(crispness)는 후렌치 후라이를 texture analyzer(TA-XT2i, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, England)를 이용하여 측정하였다(15). 후렌치 후라이는 blade set(warner bratzler blade)가 장착된 texture analyzer를 이용하여 크리스피(N)를 측정하였으며 이때의 cross head speed는 2 mm/sec로 하였다.

### 기호도 평가

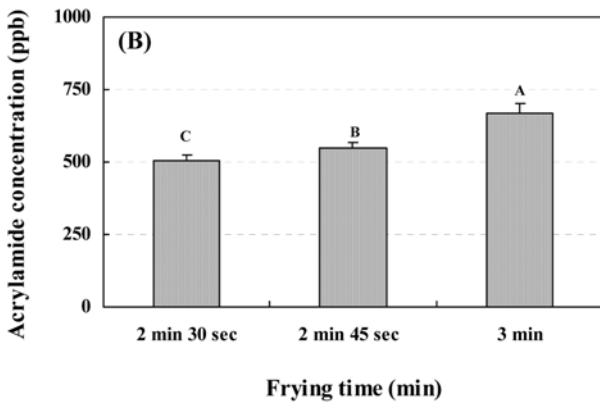
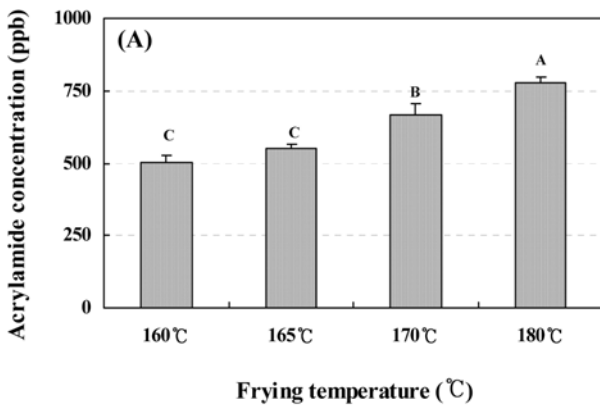
기호도 평가는 후렌치 후라이의 색상, 조직감 및 전체적인 기호도를 조사하였다. 후렌치 후라이는 palm 오일로 후라이 후 2분 동안 실온에 방치하여 기름을 제거한 후, 흰 접시에 제시하여 50명의 패널을 대상으로 9 point hedonic scale로 색상, 조직감 및 전체적인 기호도를 평가하였다. 기호도 평가 패널은 20-35세 사이의 건국대학교 학생 및 대학원생을 대상으로 선발하였고 후렌치 후라이에 대한 검사 및 평가방법을 교육하였다. 검사 및 평가 방법은 후렌치 후라이의 색상을 비교하고 흰 접시에 있는 시료를 모두 한 번에 입에 넣고 맛본 후, 조직감을 평가한 후 계속 씹으면서 전체적인 기호도를 평가하였다. 입 안의 잔여감을 없애고 혀의 둔화현상을 최소화하기 위해서 한 시료를 평가한 후에는 정수로 한 번 입행금을 한 다음 1분 정도 후에 다음 시료를 평가하였다. 또한 선정된 패널들은 평가 1시간 전부터 물 이외의 음료나 음식물 섭취 등의 사용을 피하도록 하였다. 색상은 선택이 매우 싫어함을 1점, 좋지도 싫지도 않음을 5점, 그리고 매우

**Table 1. HPLC/MS-MS Instrument condition**

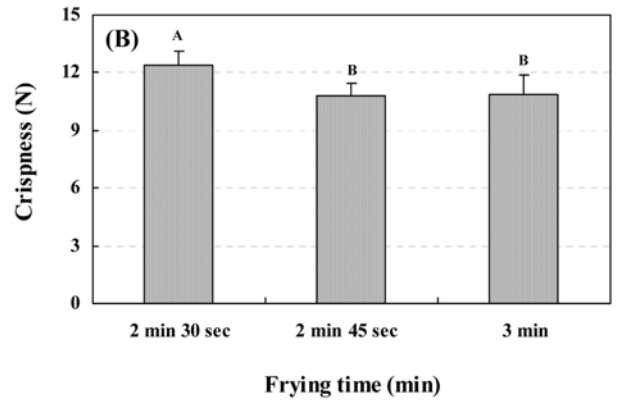
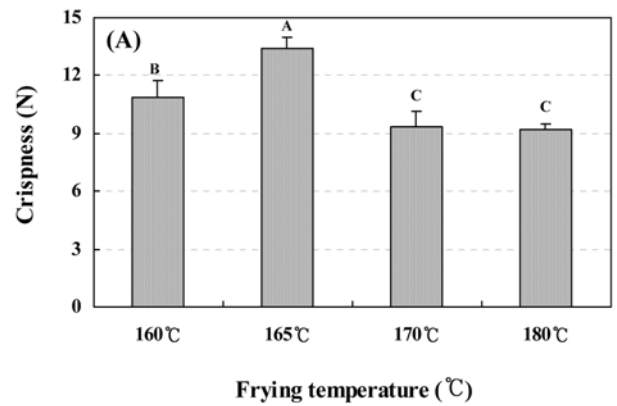
HPLC Method	
1) Instrument:	Waters Alliance 2795HPLC system
2) Isocratic Mobile Phase:	Water (0.1% acetic acid)+5% Methanol
3) Column:	Waters Altantis C18, 2.1*150 mm, 3 µm
4) Flow rate:	0.25 mL/min
5) Injection Volume:	20 µL
HPLC/MS/MS Method	
1) Instrument:	Waters Micromass Quattro Premier Mass Spectrometer
2) Eletrospray mode with positive polarity	
3) Capillary voltage=	3.5 kV
4) Cone voltage=	20 V

**Table 2. MRM method parameters for acrylamide**

MRM transition	Collision energy (eV)	Dwell time (s)	Delay time (s)
71.75 → 54.56	10	0.4	0.01
74.75 → 57.75	10	0.4	0.01



**Fig. 1. Concentration of acrylamide in french fries cooked at different temperatures and duration.** <sup>A-C</sup>Means in the treatments with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ). (A) French fries cooked at 4 different frying temperatures for 2 min 30 sec; (B) French fries cooked for 3 different times at 165°C.



**Fig. 2. Crispiness values in french fries cooked at different temperatures and duration.** <sup>A-C</sup>Means in the treatments with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ). (A) French fries cooked at 4 different frying temperatures for 2 min 30 sec; (B) French fries cooked for 3 different times at 165°C.

좋아함을 9점으로 구분하였고, 조직감은 바삭한 정도를 나타내어 바삭함이 없는 것을 1점, 보통은 5점, 그리고 바삭함이 우수한 것을 9점으로 평가하였다. 전체적인 기호도는 색 및 조직감을 바탕으로 전체적인 맛을 평가하여, 전체적인 맛이 매우 싫어함을 1점, 좋지도 싫지도 않음을 5점, 그리고 매우 좋아함을 9점으로 평가하였다.

**통계처리**

통계분석은 SAS(Statistical Analysis Systems) program(16)의 GLM(General Linear Model) procedure를 통하여 분석하였고, 처리구간의 평균간 비교는 Duncan의 다중검정을 통하여 유의성 검정( $p < 0.05$ )을 실시하였다.

**결과 및 고찰**

**가열 온도 및 시간에 따른 아크릴아마이드의 생성량 변화**

후렌치 후라이의 가열 온도에 따른 아크릴아마이드의 생성량은 Fig. 1에 나타내었다. 각각의 처리 온도별로 2분 30초 동안 후라이 하였을 경우, 160°C에서 아크릴아마이드 함량은 503 ppb, 165°C에서 550 ppb, 170°C에서 669 ppb, 180°C에서 776 ppb이었다. 후라이 온도가 증가함에 따라 후렌치 후라이의 아크릴아마이드 생성량이 유의적으로 증가하였다. Mottram 등(10)은 120°C 이상에서 가열하였을 경우 아크릴아마이드가 생성되기 시작한다고 하였고, 온도가 증가함에 따라서도 아크릴아마이드 생성량이 증

가한다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 또한 Tarek 등(17)에 따르면 모델 시스템에서 200°C에서 가열하였을 때 아크릴아마이드 함량이 줄었다고 하였다. Kim 등(18)은 식품 중의 수분이 증발하면서 증발열에 의한 식품 표면온도가 떨어져서 아크릴아마이드가 생성되는 표면에서의 온도는 후라이 온도 보다 낮아질 수 있어서 200°C의 후라이 온도에서도 지속적인 아크릴아마이드 생성이 가능하다고 하였다.

시중에서 판매하는 L 패스트푸드점의 감자 후라이 온도는 165°C라고 하여, 후렌치 후라이를 165°C에서 2분 30초, 2분 45초, 3분간 후라이 하면서 아크릴아마이드의 생성량을 비교하였다(Fig 1). 후라이 시간에 따른 아크릴아마이드 생성량은 시간이 경과함에 따라 아크릴아마이드 생성량이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. Kim 등(18)에 따르면 후렌치 후라이를 1분간 frying 하였을 경우 96 ppb, 2분간은 497 ppb, 3분간은 1,268 ppb, 5분간은 3,393 ppb로 시간이 증가함에 따라 아크릴아마이드 생성량이 증가한다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 또한 선진국 및 WHO 등에서는 고탄수화물 식품의 고온 처리(120°C 이상) 시 아크릴아마이드가 생성된다는 사실이 규명된 이후 원인규명 및 안전성 검증을 위한 연구를 하고 있다(18). 또한 제한적이기는 하나 아크릴아마이드의 독성평가에 의하면 동물실험 결과 아크릴아마이드를 장기간 다량 섭취시 암을 유발시킬 수 있으며 유전독성이 발견되었다고 하여 국제암연구기관인 IARC(International Agency for Research on Cancer)에서는 인체에 대해 발암 가능성이 있는 2A group으로 분류하고 있다(1). 따라서 본 실험결과 후

**Table 3. Sensory properties in french fries cooked at different temperatures and duration**

Parameter	Treatments	Color	Texture	Overall acceptability
Frying temperature	160°C, 2 min 30 sec	5.34±0.05 <sup>c1)</sup>	5.93±0.04 <sup>b</sup>	5.95±0.06 <sup>c</sup>
	165°C, 2 min 30 sec	6.53±0.09 <sup>a</sup>	6.44±0.11 <sup>a</sup>	6.79±0.09 <sup>a</sup>
	170°C, 2 min 30 sec	6.36±0.04 <sup>b</sup>	6.06±0.09 <sup>b</sup>	6.17±0.08 <sup>b</sup>
	180°C, 2 min 30 sec	5.83±0.05 <sup>bc</sup>	6.31±0.08 <sup>ab</sup>	6.18±0.04 <sup>b</sup>
Frying time	165°C, 2 min 30 sec	6.65±0.08 <sup>a</sup>	6.57±0.09 <sup>a</sup>	6.86±0.08 <sup>a</sup>
	165°C, 2 min 45 sec	6.74±0.13 <sup>a</sup>	6.34±0.05 <sup>ab</sup>	6.56±0.09 <sup>b</sup>
	165°C, 3 min	5.88±0.06 <sup>b</sup>	5.93±0.07 <sup>b</sup>	5.84±0.05 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD with different letters within the same column are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

렌치 후라이 제조시 가열 온도 및 시간 등 생성 요인들의 개선으로 적정조건을 선정하여 후렌치 후라이를 제조한다면 아크릴아마이드의 생성을 상당부분 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

#### 가열 온도 및 시간에 따른 크리스피(crispness) 변화

후렌치 후라이의 가열 온도 및 시간에 따른 크리스피를 측정 한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 후렌치 후라이의 크리스피는 제품의 관능적 품질 특성에도 절대적인 영향을 받는다고 하였다(19). 가열 온도에 따른 크리스피 변화는 165°C에서 유의적으로 가장 높은 수치를 나타내었고, 170°C와 180°C에서 가열한 후렌치 후라이는 유의적으로 낮은 크리스피를 나타내었다. 가열 시간에 따른 크리스피는 2분 30초 동안 가열한 처리구가 유의적으로 가장 높았다. Salvador 등(15)은 감자칩의 크리스피는 신선도를 측정하는 가장 중요한 요소이고, 크리스피는 경도(hardness)와 깨짐성(crunchiness)으로 나타내기도 한다. 한편, Kita 등(19)은 감자의 크리스피는 가열 온도와 가열하는 오일에도 영향을 받는다고 하였다. 그 결과 해바라기유와 콩유를 이용하여 후라이 하였을 때 가장 높은 크리스피를 나타내었고 가열 온도는 170°C와 190°C로 가열한 처리구 보다 150°C로 가열한 처리구가 가장 높은 크리스피를 나타내었다고 하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. Rani과 Chauchan(20)은 peanut oil과 soybean oil로 가열 하였을 시 크리스피가 증가하였다고 하였고, 지방함량과 크리스피도 정(+)의 상관관계가 있다고 하였다. 또한, Sanz 등(21)은 후렌치 후라이의 수분함량이 높을수록 크리스피는 감소한다고 하였다.

#### 가열 온도 및 시간에 따른 후렌치 후라이의 관능적 특성 변화

후렌치 후라이의 가열 온도 및 시간에 따른 관능검사 결과는 Table 3에 나타내었다. 가열 온도에 따른 후렌치 후라이의 색은 165°C에서 가장 우수한 점수를 받았으며, 조직감 및 전체적인 기호도에서도 다른 처리구들에 비해 165°C에서 가열한 처리구가 가장 우수한 점수를 받았다. 반면 160°C에서 가열한 처리구는 색, 조직감 및 전체적인 기호도에서 유의적으로 가장 낮은 점수를 받았다. 가열 시간에 따른 관능적 특성 중 색은 3분 동안 가열한 처리구보다 2분 30초 및 2분 45초 가열한 처리구들이 유의적으로 높은 점수를 받았다. 조직감과 전체적인 기호도에서는 2분 30초 동안 가열한 처리구들이 우수한 점수를 받았다. 따라서 후렌치 후라이의 관능적 품질을 우수하게 하기 위해서는 165°C에서 2분 30초 동안 가열하는 것이 가장 우수할 것으로 판단된다. Park 등(13)은 후렌치 후라이의 저장 온도와 저장 기간에 따른 관능적 특성중 색에 대한 차이는 없었다고 하였으며, 색은 후렌치 후라이의 품질 특성을 평가하는 가장 중요한 요소로 후렌치 후라이의 신선도와도 밀접한 관련이 있다(22). 또한, Salvador 등(15)은 감자칩의 관능적 특성은 색과 크리스피에 크게 영향을 받는다고

하여, 색과 크리스피가 우수하면 전체적인 기호도도 높은 평가를 받는 것으로 나타났다.

따라서 후렌치 후라이의 아크릴아마이드의 생성을 경감시키면서 관능적으로 우수한 후렌치 후라이 제조를 위해서는 가열 온도 165°C에서 2분 30초 동안 가열하는 것이 가장 바람직 할 것이라고 생각된다.

## 요 약

본 연구는 후렌치 후라이의 가열 온도 및 시간에 따른 아크릴아마이드 생성량과 관능적 품질 특성을 조사하였다. 가열 온도와 가열 시간의 변화에 따라 아크릴아마이드 생성 함량에 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 일반적으로 후렌치 후라이는 160-180°C 온도에서 2-5분간 가열하는데 아크릴아마이드의 생성은 가열 온도 및 시간에 크게 영향을 받으므로 이를 조절함으로써 식품 내 아크릴아마이드 생성을 줄일 수 있다. 또한 아크릴아마이드 생성량을 줄이면서 관능적으로 우수한 후렌치 후라이를 제조하는 것이 중요하다. 따라서 후렌치 후라이 제조를 위해 165°C에서 2분 30초 동안 가열하는 것이 아크릴아마이드의 생성을 저감화하면서 크리스피 및 관능적 측면에서 우수한 후렌치 후라이를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 Brain Korea 21의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Chung HW, Park SK, Choi DM. Determination of acrylamide in food products. *Anal. Sci. Tech.* 20: 164-169 (2007)
2. Ahn JS, Castle L. Tests for depolymerization of polyacrylamide as a potential source of acrylamide in heated foods. *J. Agr. Food Chem.* 51: 6715-6718 (2003)
3. Taeymans D, Wood J, Ashby P, Blank I, Studer A, Stadler RH, Gonde P. *CRC Rev. Food Sci. Nutri.* 44: 323-347 (2004)
4. Yang JS, Lee MY, Park JJ, Kang SK. Occupational health: Simple analytical methods for analytical science and technology in the workplace air absorbed by charcoal tube. *Anal. Sci. Tech.* 11: 139-144 (1998)
5. Konings EJM, Baars AJ, Van Klaveren JD, Spanjer MC, Rensen PM, Hiemstra M, Van Kooji JA, Peters PWJ. Acrylamide exposure from foods of the Dutch population and an assessment of the consequent risks. *Food Chem. Toxicol.* 41: 1569-1579 (2003)
6. Lee MS, Park JY, Oh SS. Acrylamide monitoring in home-made food products. *Korean J. Soc. Food Cook. Sci.* 20: 708-711 (2004)

7. Ono H, Chuda Y, Kobayashi H, Yoshida M. Analysis of acrylamide by LC-MS/MS and GC-MS in processed Japanese foods. *Food Addit. Contam.* 20: 215-220 (2003)
8. FDA (Food and Drug Administration). Acrylamide questions and answer. Additional information on acrylamide, diet, and food storage and preparation. Available from: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acryladv.html>. Accessed May. 22, 2008.
9. WHO (World Health Organization). Food and Agriculture Organization acrylamide in food network. Available from: <http://www.iarc.fr>. Accessed Oct. 5, 2002.
10. Mottram DS, Wdezhicha BL, Dodson AT. Acrylamide is formed in the maillard reaction. *Nature* 419: 448-449 (2002)
11. Stadler RH, Blank I, Varga N, Robert F, Hau J, Guy AP, Robert MC, Riediker S. Acrylamide from maillard reaction products. *Nature* 419: 449-450 (2002)
12. Martin FL, Ames JM. Formation of strecker aldehydes and pyrazines in a fried potato model system. *J. Agr. Food Chem.* 49: 3885-3892 (2001)
13. Park JY. Acrylamide monitoring of domestic heat-treated food products. MS thesis, Ewha Womans University, Seoul, Korea (2003)
14. Park JY, Kim CT, Kim HY, Keum EH, Lee MS, Chung SY, Sho YS, Lee JO, Oh SS. Acrylamide monitoring of domestic food products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 872-878 (2004)
15. Salvador A, Varela P, Sanz T, Fiszman SM. Understanding potato chips crispy texture by simultaneous fracture and acoustic measurement, and sensory analysis. *LWT* 42: 763-767 (2009)
16. SAS. SAS/STAT Software. Release 8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA (1999)
17. Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson ST, Rnqvist M. Analysis of acrylamide, acarcinogen formed in heated foodstuffs. *J. Agr. Food Chem.* 50: 4998-5006 (2002)
18. Kim HY, Park JY, Kim CT, Chung SY, Sho YS, Lee JO, Oh SS. Factors affecting acrylamide formation in french fries. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 857-862 (2004)
19. Kita A, Lisinaska G, Golubowska G. The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps. *Food Chem.* 102: 1-5 (2007)
20. Rani M, Chauchan GS. Effect of intermittent frying and frying medium on the quality of potato chips. *Food Chem.* 51: 614-617 (1995)
21. Sanz T, Primo-Martin C, van Vliet T. Characterization of crispness of french fries by fracture and acoustic measurements, effect of pre-frying and final frying times. *Food Res. Int.* 40: 63-70 (2007)
22. Troncoso E, Pedreschi F. Modeling water loss and oil uptake during vacuum frying of pre-treated potato slices. *LWT* 42: 1164-1173 (2009)