

튀김 전 후렌치후라이의 전처리가 아크릴아마이드 생성 및 품질특성에 미치는 영향

김진만¹, 최윤상², 최지훈³, 구본규¹, 라임정¹, 김천제[†]

건국대학교 축산식품생물공학, ¹롯데중앙연구소, ²특허청 식품생물자원심사과, ³CJ제일제당 중앙연구소

Effects of Acrylamide Formation and Quality Characteristics Before Frying French Fries

Jin-Mam Kim¹, Yun-Sang Choi², Ji-Hun Choi³, Bon-Kou Koo¹, Im-Joung La¹ and Cheon-Jei Kim[†]

²Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul, Korea

¹Lotte R & D Center, Seoul, Korea

²Food and Biological Resources Examination Division, Korean Intellectual Property Office, Daejeon, Korea

³CJ Only One R & D Center, CJ Cheiljedang, Seoul, Korea

Abstract

The objective of this research was to study the effect of pre-treatments before deep frying on the reduction in acrylamide formation, crispness and sensory properties of French fries. The acrylamide concentration was lower in pre-treated French fries before frying with citrus acid, ascorbic acid and salt solution than that in untreated French fries. Crispness, moisture and fat contents, color, texture and overall acceptability of pre-treated French fries were not significantly different compared to those in control. Therefore, French fries pre-treated with citrus acid, ascorbic acid and salt solution before frying had good sensory properties, and reduced acrylamide formation.

Key words : acrylamide, French fries, citrus acid, ascorbic acid, salt

1. 서론

아크릴아마이드(acrylamide)는 식품조리 가공 중 생성되는 화학물질로 1950년대 중반부터 제지, 음용수, 화장품 제조 및 정화처리 등 다양한 산업분야에서 사용되고 있으며, 무색의 결정으로 실온에서 안정하나 열, 자외선 등에 의해 중합되는 물질이다(Kim JM 등 2009). 그러나 Swedish National Food Administration(SNFA, 스웨덴 국립식품청)에서는 아크릴아마이드가 전분이 많은 식품을 가열 처리하였을 경우 생성되며, 발암 가능성이 있는 물질이라고 연구결과를 발표하였다(SNFA

2002). 아크릴아마이드가 가열 처리한 식품에서 검출되는 발암 의심물질로 알려진 이후 다양한 식품에서의 아크릴아마이드 존재유무, 생성 메커니즘, 발암성을 포함한 독성연구, 인체 노출에 따른 위해성 등에 대한 연구가 이루어지고 있다(Park JY 등 2004, Taeymans D 등 2004, Kim HJ 등 2011). Park JY 등(2004)에 따르면 식품 내 아크릴아마이드 함량은 감자튀김, 포테이토 칩, tortilla chip, bread crust, crisp bread 등의 상업적으로 가공된 식품에서 높았고 식품군마다 다양한 아크릴아마이드 수치가 분석되었을 뿐만 아니라 같은 식품군의 다른 제품에서도 다양한 아크릴아마이드 수치가 분석되고 있다고 하였다. 이러한 아크릴아마이드는 갑자기 생성된 물질이 아니고 인류가 가열 처리된 음식을 섭취한 이후 지속적으로 섭취해 왔으며 가열 조리에 의해 생성 된다고 한다(FDA 2008). 또한, 식품에서 아크릴아마이드가 검출되기 때문에 발암성과 관련된 연구와 아크릴아마이드 섭취에 따른 위해 연구가 지속적으로 계속 되어야 할 필요가 있다(Kim HJ 등 2011).

Mottram DS 등(2002)과 Park JY(2003)은 아미노산과 글루코

[†]Corresponding author : Cheon-Jei Kim, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul, Korea

Tel: +82-2-450-3684

Fax: +82-2-444-6695

E-mail : kimcj@konkuk.ac.kr

오스 등의 환원당이 가열 처리시 반응하여 아크릴아마이드를 생성한다는 메카니즘을 보고하였고, 탄수화물이 많은 다양한 식품을 튀기거나 굽는 과정에서 자연적으로 생성된다고 하였다(Park JY 2003, Lee MS 등 2004, Chung HW 등 2007). 즉, 아크릴아마이드 생성은 식품에 존재하는 전구체 양에 의한 것뿐만 아니라 온도, 시간, 튀김 기름의 특성, 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. Park GY 등(2006)은 식품가공 공정에서 glycine, lysine 등의 아미노산을 첨가하여 아크릴아마이드의 생성을 저감화시킬 수 있다는 연구를 발표하였다. Pedreschi F 등(2004)에 따르면, 가열시 아미노산, 에스테르, 펩타이드, 단백질 등을 첨가하면 아크릴아마이드 형성을 저해시킬 수 있고, 조리 시 pH를 낮춤으로써 아크릴아마이드 함량을 저감화시킬 수 있다고 한다.

따라서, 본 연구에서는 아크릴아마이드 함량이 높은 후렌치 후라이의 원료인 감자(*Solanum tuberosum* L.)를 실험 식품으로 선정하여 다양한 수용액(아르기닌, 발린, 염화나트륨, 구연산, 글루코오스, 프로린, 비타민C) 분무에 따른 아크릴아마이드 함량변화 및 품질 특성에 미치는 영향을 비교 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 후렌치 후라이 제조

국내에서 소비되고 있는 후렌치후라이용 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 샘플의 냉동상태로 보관되어 사용하는 것은 갈변이 빠르게 발생하기 때문에 비교 평가 테스트의 어려움이 있다. 냉동감자는 선별, 세척 후 60℃에서 15분 가열한 후 60.4×7.1 mm로 일정한 크기로 절단하고 80℃에서 15분 블렌칭(blanching)후 60℃에서 10분간 건조를 실시하였다. 식물성유지를 이용하여 170℃에서 1분간 예비 튀김(prefrying)하여 포장 후 냉동하였다.

냉동처리한 후렌치 후라이의 튀김 방법은 상업적으로 사용되는 방법을 사용하였다. 실험에서 사용된 오일은 실험 당시 패스트푸드사들이 주로 사용되던 팜유(palm oil)를 사용하여 실험을 진행하였다. 튀김 오일로 팜유 100%를 사용하였으며 후라이시 감자의 양은 점포의 fryer 유조 크기에 맞춰 실험용 fryer 유조(DHA-520, Donghwa system Co. Ltd., Seoul, Korea) 용량 6.7 kg에 감자량 208 g으로 하여 실험을 실시하였다. 유조량에 대하여 적정량의 포테이토를 온도와 시간 관계를 고려해 적정량을 매뉴얼화 하였고, 일정한 조건에서 아크릴아마이드 생성량 변화를 보기 위해 2분 30초 동안 165℃에서 후

라이 한 후 기름종이에 후렌치 후라이를 수거하여 여분의 기름을 제거하여 후렌치 후라이의 아크릴아마이드 함량을 분석하였다(Kim JM 등 2009). 단, 예비 튀김 후, 대조구(negative control)는 아무 처리를 하지 않았으나 처리구들은 증류수(positive control)를 포함하여 각각 2% 수용액(아르기닌, 발린, 염화나트륨, 구연산, 글루코오스, 프로린, 비타민C)을 제조하여 분무기를 이용하여 페트리디쉬에 후렌치 후라이를 올려놓고 수용액을 3회 분무한 후 후라이 하였다. 분무기로 3회 분무 할 시 후렌치 후라이에 충분히 침지되었으며, 예비 튀김시 후렌치후라이의 아크릴아마이드 생성량은 처리구별로 동일한 수준이었으며, 모든 실험은 동일한 조건을 세 반복으로 제조, 처리, 분석하였다(Kim JM 등 2009).

2. 아크릴아마이드 함량 분석

아크릴아마이드 분석을 위해서 FDA 분석 방법과 KFDA 분석 방법을 본 실험에 적합하도록 수정하였다(Chung HW 등 2007). 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 13C3-아크릴아마이드(50 ug/L) 1 mL과 증류수 9 mL을 넣고 20분간 shaking 해 준다. 9000 rpm에서 15분간 원심분리하여 지방층과 pellet사이의 약 3 mL을 0.45 μm Maxi-spin filter tube 에 옮긴 후 7,500 rpm에서 2분간 원심분리 하였다. 여액에서 1.5 mL을 취해 OASIS HLB (hydrophilic-lipophilic balance) SPE(solid-phase extraction)(Waters Corporation, Massachusetts, USA), Varian SPE cartridge를 순차적으로 통과하여 최종 1mL 을 HPLC/MS/MS 분석시료로 사용하였다. HPLC/MS/MS의 기기 분석 조건은 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 13C3-아크릴아마이드가 50 ppb가 되도록 첨가하여 검량선을 작성하였다. Calibration은 표준물질인 아크릴아마이드 피크와 내부표준물질인 13C3-아크릴아마이드 피크 면적비를 비교하여 행하여 졌으며, standard curve는 샘플에 함유된 아크릴아마이드 정량에 이용되었다.

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) Eletspray 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

3. 크리스피 측정

크리스피(crispness)는 후렌치 후라이를 texture analyzer (TA-XT2i, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, England)를 이용하여 측정하였다(Salvador A 등 2009). 후렌치 후라이는 blade set(warner bratzler blade)가 장착된 texture analyzer를 이용하여 크리스피(kg)를 측정하였으며 이때의 cross head speed는 2 mm/sec 로 하였다. 즉, 크리스피는 후렌치 후라이를 texture analyzer에 수직으로 올려놓고 기계적인 힘을 가하여 부서지는 힘으로 측정하였고, 크리스피 측정은 동일한 조건을 세 번 반복으로 제조, 처리 및 분석하였다

4. 수분함량 및 지방함량 분석

후렌치 후라이의 수분함량은 수분측정기(FD-600, Kett Electric Lab., Japen)를 사용하여 수분함량을 측정하였으며, 각각의 시료를 약 5 g 정도 채취하여 aluminum sheet에 넣은 후 120℃에서 30분간 측정하였다. 조지방 함량은 AOAC법(1995)에 의하여 분석하였고 각각 3회 이상 반복 측정하였다.

5. 색도 측정

후렌치 후라이의 색도(CIE value)는 colorimeter(Chroma meter CR-210, Minolta, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L*값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a*값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b*값을 측정하였다. 이때의 표준색은 L*값은 +97.83, a*값은 -0.43, b*값은 +1.98인 백색 표준판을 사용하였다. 또한 색도의 측정은 동일한 조건을 세 번 반복으로 제조, 처리 및 측정하였다

6. 기호도 평가

기호도 평가는 후렌치 후라이의 맛, 색상, 조직감 및 전체적인 기호도를 조사하였다. 후렌치 후라이는 팜유로 튀김 후 기름종이 위에 2분 동안 실온에 방치하여 기름을 제거한 후, 흰 접시에 제시하여 50명의 패널을 대상으로 9 point hedonic scale로 맛, 색상, 조직감 및 전체적인 기호도를 평가하였다. 기호도 평가 패널은 20세-35세 사이의 건국대학교 학생 및 대학원생을 대상으로 선발하였고 후렌치 후라이에 대한 평가방법을 교육하였다. 평가방법은 후렌치 후라이의 맛과 색상을 비교하고 흰 접시에 있는 시료를 모두 한 번에 입에 넣고 맛 본 후, 조직감을 평가한 후 계속 씹으면서 전체적인 기호도를 평가하였다. 입 안의 잔여감을 없애고 혀의 둔화현상을 최소화하기 위해서 한 시료 평가 후에는 온수로 한 번 입헹굼을

한 다음 1분 정도 후에 다음 시료를 평가하였다. 선정된 패널들은 평가 1시간 전부터 물 이외의 음료나 음식물 섭취 등의 사용을 피하도록 하였다. 맛은 맛이 매우 없는 것을 1점, 보통은 5점, 그리고 매우 맛이 좋음을 9점으로 하였다. 색상은 색택이 매우 싫어함을 1점, 좋지도 싫지도 않음을 5점, 그리고 매우 좋아함을 9점으로 구분하였고, 조직감은 바삭한 정도로 바삭함이 없는 것을 1점, 보통은 5점, 그리고 바삭함이 우수한 것을 9점으로 평가하였다. 전체적인 기호도는 맛, 색 및 조직감을 바탕으로 전체적인 맛을 평가하여, 전체적인 기호도가 매우 싫어함을 1점, 좋지도 싫지도 않음을 5점, 그리고 매우 좋아함을 9점으로 평가하였다.

7. 통계처리

통계분석은 SAS program(Statistics Analytical System, USA, 1999)의 GLM(General Linear Model) procedure를 통하여 분석하였고, 처리구간의 평균간 비교는 Duncan의 다중검정을 통하여 유의성 검증(p(0.05)을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 아크릴아마이드 생성량 비교

아르기닌, 발린, 염화나트륨, 구연산, 글루코오스, 프로린 및 비타민C의 2% 수용액을 제조하여 감자를 후라이 하기 전에 분무하여 후라이한 감자의 아크릴아마이드 생성량은 Fig. 1에 나타내었다. 대조구와 비교하여 글루코오스를 분무한 처리구가 유의적으로 가장 높은 아크릴아마이드 생성량을 나타내었고, 염화나트륨, 구연산 및 비타민C를 분무한 처리구는 대조구보다 유의적으로 낮은 아크릴아마이드 생성량을 나타내었다. 아크릴아마이드는 아미노산과 글루코오스 등의 환원당이 가열 처리시 반응하면서 생성되는 메커니즘으로 마이야드 반응(Maillard reaction)과 관련이 있다. Kim CT 등(2005)은 상업적으로 판매하는 스낵에서 시스테인, 글루탐산, 글리신 및 리신을 첨가하여 튀김시 대조구와 비교하여 아크릴아마이드 생성을 감소시킬 수 있다고 하였고, 아크릴아마이드의 생성은 아미노산, 당, pH 등의 인자와 관련이 있으며, 가열온도와 시간 등의 조건에 의해서도 영향을 받는다(Park GY 등 2006)는 보고도 있다. Kim HY 등(2004)에 따르면, 아크릴아마이드 생성량을 줄이기 위한 방법으로는 아크릴아마이드의 전구체 함량을 줄이는 방법, 가열 시 아크릴아마이드 생성을 줄이는 방법, 생성된 아크릴아마이드를 제거하는 방법으로 요약할 수 있다(FDA 2002). 그러나 일반적인 후렌치 후라이에서 아크릴아마이드 생성량을 줄이기 위한 방법으로는 가열 시 아크릴아마이드 생성을 저해하는 방법들에 대한 연구가 많이 진행되었다. 이러한 방법들로는 가열시 SH기를 포함한 아미노산, 에스테르 펩타이드, 단백질 등을 첨가하거나 구연산, 로즈마리 플라보노이드, 2가, 3가의 양이온을 첨가하여 아크릴아마이드 형성을 저해할 수 있다(Kim HY 등 2004). 또한 pH

에 따라 아크릴아마이드의 생성량이 변화한다고 하였으며, 특히 pH 6.0에서 아크릴아마이드 생성이 감소되어, pH 5.0 이하에서는 아크릴아마이드 형성이 확연히 감소한다고 하였다 (Brown R 2003). 따라서 염화나트륨, 구연산과 비타민C를 분무한 후렌치 후라이에서 대조구와 비교하여 낮은 아크릴아마이드가 생성된 것으로 보여, 후렌치 후라이 제조 시 염화나트륨, 구연산 및 비타민C 수용액을 분무하여 상업적으로 이용한다면 상당부분 아크릴아마이드 생성량을 감소시킬 수 있을 것으로 사료되었다. 특히, 상업적으로 판매되고 있는 후렌치 후라이의 대부분은 튀긴 후에 소금으로 양념을 해서 판매하고 있는데, 이 소금을 튀기기 전에 소금물로 제조하여 후렌치 후라이에 분무하여 후렌치 후라이 튀김을 제조 할 시 아크릴아마이드가 저감된 제품을 만들 수 있을 것으로 사료된다.

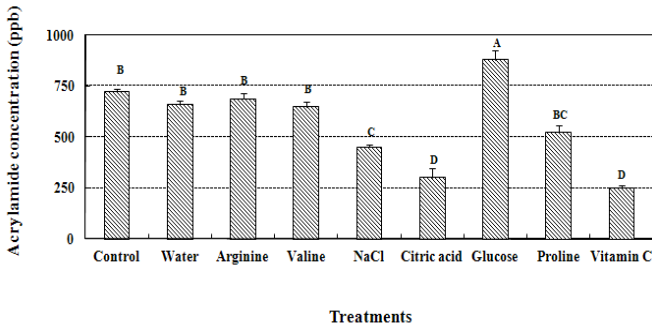


Fig. 1. Variation in the concentration of acrylamide of French fries applied with different pre-treatments.

^{A-D} Means in the treatments with different letters are significantly different (P<0.05).

2. 크리스피(crispness) 변화

크리스피는 후렌치 후라이의 품질특성에 절대적인 영향을 주는 인자로, 신선도를 측정하는 가장 중요한 요소로서 경도 (hardness)와 깨짐성(crunchiness)으로 나타내기도 한다(Kim JM 등 2009, Salvador A 등 2009). 또한 후렌치 후라이의 크리스피는 가열 온도와 가열하는 오일에도 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Kita A 등 2007). 다양한 수용액을 분무하여 가열한 후렌치 후라이의 크리스피를 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 대조구 및 모든 처리구의 크리스피는 0.99-1.48 kg 범위에 있으며 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 따라서 크리스피는 다양한 수용액의 분무에 따라서는 변화가 없는 것으로 보여 구연산과 비타민C를 분무한 처리구는 아크릴아마이드 생성량을 감소시키면서 크리스피는 변화하지 않아 품질 특성이 변화지 않을 것으로 사료된다. 또한 크리스피는 후렌치 후라이의 지방함량과 정(+)의 상관관계가 있고(Kim JM 등 2009), 감자튀김의 수분함량이 높을수록 크리스피는 감소한다는 연구결과도 보고되어(Sanz T 등 2007), 본 실험과 비교하면 후렌치 후라이의 크리스피, 수분함량 및 지방함량에서도 후렌치 후라이의 전처리에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않아서 Kim JM 등(2009) 및 Sanz T 등(2007)과 유사한 결과를 나타낸 것으로 보였다.

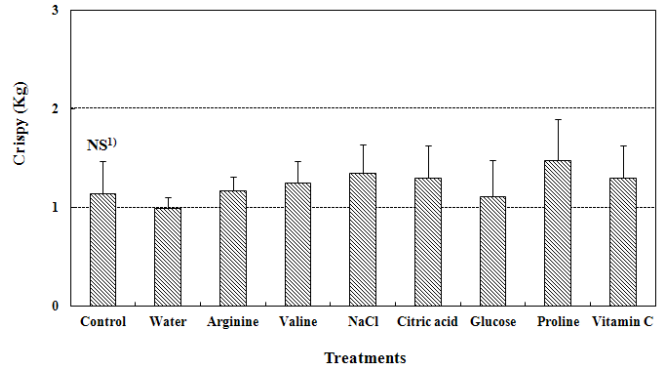


Fig. 2. Variation in the crispy of French fries applied with different pre-treatments.

^{1)NS} = Not Significant.

3. 수분함량 및 지방함량 변화

다양한 수용액을 분무한 후렌치 후라이의 수분함량과 지방함량을 측정한 결과는 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다. 수분함량은 발린을 분무한 처리구가 가장 높은 수분함량을 나타내

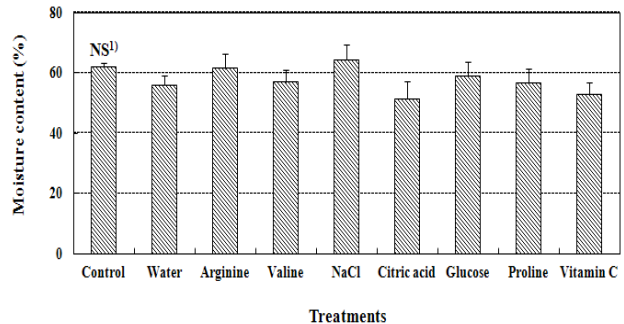


Fig. 3. Variation in the moisture content of French fries applied with different pre-treatments.

^{1)NS} = Not Significant.

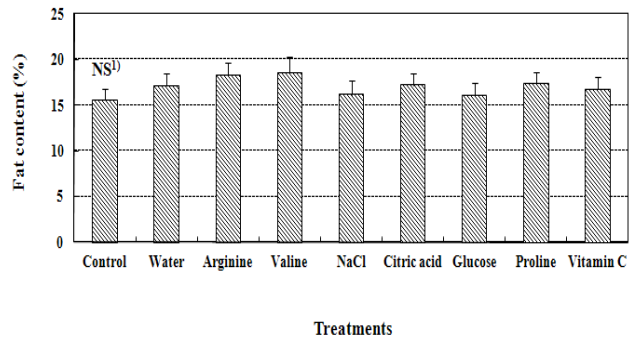


Fig. 4. Variation in the fat content of French fries applied with different pre-treatments.

^{1)NS} = Not Significant.

었지만, 대조구와 모든 처리구간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 후렌치 후라이의 지방함량은 대조구가 가장 낮은 수치를 보였지만 대조구 및 모든 처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. Park GY 등(2006)에 따르면, 후렌치 후라이의 아크릴아마이드 생성량과 후렌치 후라이의 수분함량 및 지방함량과는 상관관계가 거의 없다고 하여 본 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. 따라서 후렌치 후라이의 수분함량과 지방함량은 아크릴아마이드 생성과의 관련성이 인정되지 않았다.

4. 색도 변화

다양한 수용액을 분무한 후렌치 후라이의 명도, 적색도 및 황색도를 비교한 결과는 Table 3에 나타내었다. 다양한 수용액을 분무한 후렌치 후라이의 명도, 적색도 및 황색도는 대조구와 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Kim JM 등(2009)에 따르면, 후렌치 후라이의 색은 후렌치 후라이의 튀김 시간과 온도에 영향을 받는다고 하였으나, 본 실험은 튀김 시간과 온도를 동일하게 해주었기 때문에 색도에는 영향을 받지 않은 것으로 사료되었다. 또한, Park JY(2003)은 후렌치 후라이의 저장 온도와 저장 기간에 따라 색에는 영향을 받지 않는다고 하였고, Gökmen V 등(2007)은 후렌치 후라이의 색도는 Maillard reaction에 영향을 받으므로 아크릴아마이드 함량에 영향을 미친다고 하였으나 본 연구결과와는 일치하지는 않았다. 그러나 후렌치 후라이의 색도는 후렌치 후라이의 품질을 나타내는 가장 중요한 요소 중에 하나로서, 후렌치 후라이의 색도는 튀김 온도와 시간 및 튀김 기름에 영향을 받는다고 하였다(Kim JM 등 2009, Krokida MK 등 2001).

Table 3. Effect of color values of French fries applied with different pre-treatments

Treatments	L*	a*	b*
Control	58.17±1.07 ^{NS1)}	4.22±0.61 ^{NS}	22.30±0.46 ^{NS}
Water	58.25±1.09	4.18±0.48	22.24±0.38
Arginine	58.32±0.95	4.25±0.56	22.27±0.52
Valine	58.26±1.02	4.23±0.24	22.31±0.38
NaCl	58.29±1.15	4.21±0.31	22.29±0.49
Citric acid	58.31±1.08	4.19±0.57	22.33±0.38
Glucose	58.27±0.98	4.24±0.45	22.32±0.42
Proline	58.25±1.05	4.23±0.52	22.31±0.34
Vitamin C	58.28±1.01	4.20±0.43	22.32±0.29

All data is mean±SD.
¹⁾NS = Not Significant.

5. 관능적 특성 변화

관능적 특성은 후렌치 후라이의 품질 특성을 평가하는 가장 중요한 요소이다(Troncoso E와 Pedreschi F 2009). 특히 색과 크리스피는 관능적 특성에 크게 영향을 주며, 색과 조직감

이 우수하면 전체적인 기호도에서도 우수한 평가를 받는다고 하였다(Salvador A 등 2009). 다양한 수용액의 분무에 따른 후렌치 후라이의 관능적 특성을 색, 조직감 및 전체적인 기호도로 나타내었다(Table 4). 다양한 수용액 분무를 통한 후렌치 후라이의 색은 비타민C를 첨가한 처리구가 가장 높았으나 대조구와 모든 처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 조직감은 대조구와 모든 처리구가 6.23-6.53점 사이의 점수를 받았으며 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 모든 처리구 및 대조구의 전체적인 기호도는 6.39-6.51점의 평가를 받아 유의성이 인정되지 않았다. Kim JM 등(2009)은 후렌치 후라이의 튀김온도와 시간에 따라 관능적인 차이를 보인다고 하였으며, 관능적으로 우수한 후렌치 후라이를 조리 할 때에는 튀김 온도 165℃에서 2분 30초 가열하는 것이 가장 우수하다고 하였다. 또한, 식품산업이 발전함에 따라 식품의 맛과 품질에 대한 소비자의 요구가 커지고 전반적으로 식품의 종류가 다변화됨에 따라 식품 중의 유해성 물질에 대한 관심이 증폭되고 있다. 따라서 후렌치 후라이를 가열하기 전에 소금물, 구연산 및 비타민C 수용액을 분무한 후 조리한다면 품질의 저하 없이 아크릴아마이드의 생성량도 감소시킬 수 있을 것으로 사료되었다.

Table 4. Effect of sensory properties of French fries applied with different pre-treatments

Treatments	Taste ¹⁾	Color	Texture	Overall acceptability
Control	6.35±0.21 ^{NS2)}	6.36±0.14 ^{NS}	6.31±0.21 ^{NS}	6.45±0.26 ^{NS}
Water	6.34±0.38	6.35±0.26	6.33±0.18	6.39±0.19
Arginine	6.38±0.19	6.51±0.27	6.28±0.12	6.51±0.17
Valine	6.37±0.32	6.38±0.15	6.46±0.21	6.46±0.18
NaCl	6.39±0.21	6.44±0.39	6.53±0.29	6.50±0.23
Citric acid	6.47±0.17	6.53±0.21	6.38±0.19	6.48±0.18
Glucose	6.53±0.22	6.54±0.14	6.46±0.18	6.42±0.19
Proline	6.43±0.23	6.66±0.29	6.32±0.15	6.47±0.24
Vitamin C	6.52±0.19	6.76±0.38	6.23±0.22	6.51±0.18

All data is mean±SD.

¹⁾Sensory scores: 1=extremely undesirable, 3=undesirable, 5=normal, 7=desirable, 9=extremely desirable.

²⁾NS = Not Significant.

IV. 결론

본 연구는 아크릴아마이드 함량이 높은 후렌치 후라이의 다양한 수용액 분무에 따른 아크릴아마이드 저감화 및 품질 특성에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 아크릴아마이드 저감화를 위해서는 소금물, 구연산 및 비타민C 수용액을 분무하여 튀김 할 시 아크릴아마이드가 감소하였고, 크리스피, 수분함량, 지방함량, 기계적 색도 및 관능적 품질특성은 대조구와 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라

서, 아크릴아마이드 생성의 저감화를 위해서 후렌치 후라이를 가열하기 전에 소금물, 구연산 및 비타민C 수용액을 제조한 후 분무를 하여 조리함으로써 후렌치 후라이의 품질 저하 없이 아크릴아마이드의 생성을 저감화 시킬 수 있었다.

감사의 글

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

참고문헌

- AOAC. 1995. Official methods of analysis(16th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA
- Brown R. 2003. Formation, occurrence and strategies to address acrylamide in food; food Advisory Committee Meeting Acrylamide. Available from: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/acrybrow/sld025.htm>
- Chung HW, Park SK, Choi DM. 2007. Determination of acrylamide in food products. *Analytical Sci Technol* 20:164-169
- FDA(Food and Drug Administration). 2008. 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.
- Gökmen V, Şenyuva HZ, Dilek B, Çetin AE. 2007. Computer vision-based image analysis for the estimation of acrylamide concentrations of potato chips and french fries. *Food Chem* 101:791-798
- Kim CT, Hwang ES, Lee HJ. 2005. Reducing acrylamide in fried snack products by adding amino acids. *Food Sci* 70:C354-C358
- Kim HJ, Lee SH, Koo MS. 2011. Acrylamide contamination of food products in Korea. *Safe Food* 6:34-39
- Kim HY, Park JY, Kim CT, Chung SY, Sho YS, Lee JO, Oh SS. 2004. Factors affecting acrylamide formation in french fries. *Korean J Food Sci Technol* 36:857-862
- Kim JM, Choi JH, Choi YS, Han DJ, Kim HY, Lee MA, Chung HK, Kim CJ. 2009. Effects of frying time and temperature on formation of acrylamide and sensory evaluation in french fries. *Korean J Food Sci Technol* 41:471-475
- Kita A, Lisinaska G, Golubowska G. 2007. The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps. *Food Chem* 102:1-5
- Krokida MK, Oreopoulou V, Maroulis ZB, Marinou-Kouris D. 2001. Colour changes during deep fat frying. *J Food Engin* 48:219-225
- Lee MS, Park JY, Oh SS. 2004. Acrylamide monitoring in home-made food products. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20:708-711
- Mottram DS, Wdzech BL, Dodson AT. 2002. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature* 419:448-449
- Park GY, Lee SD, Chang MS, Choi YH, Kim EH, Han SU, Chough NJ. 2006. Determination and generation factor of acrylamide content in the french fries and snacks by HPLC/MS/MS. *J Fd Hyg Safety* 21:47-51
- Park JY. 2003. Acrylamide monitoring of domestic heat-treated food products. MS thesis, Ewha Womans University, Seoul, Republic of Korea
- Park JY, Kim CT, Kim HY, Keum EH, Lee MS, Chung SY, Sho YS, Lee JO, Oh SS. 2004. Acrylamide monitoring of domestic food products. *Korean J Food Sci Technol* 36:872-878
- Pedreschi F, Kaack K, Granby K. 2004. Reduction of acrylamide formation in potato slices during frying. *LWT-Food Sci Technol* 37:679-685
- Salvador A, Varela P, Sanz T, Fiszman SM. 2009. Understanding potato chips crispy texture by simulataneous fracture and acounstic measurement, and sensory analysis. *LWT-Food Sci Technol* 42:763-767
- Sanz T, Primo-Martin C, van Vliet T. 2007. 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
- SAS. 1999. SAS/STAT Software. Release 8.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Taeymans D, Wood J, Ashby P, Blank I, Studer A, Stadler RH, Gonde P. 2004. *CRC Rev Food Sci Nutri* 44:323-347
- Troncoso E, Pedreschi F. 2009. Modeling water loss and oil uptake during vacuum frying of pre-treated potato slices. *LWT-Food Sci Technol* 42:1164-1173