

감압 튀김 방법이 감자튀김의 품질에 미치는 영향

이보배 · 이진원* · 박장우** · 이현주 · 정윤경

한경대학교 영양조리학과, *한경대학교 식품생물공학과,
**한경대학교 식품생물공학과 및 식품생물산업연구소

Effect of Frying Methods under Reduced Pressures on the Quality of French Fries

Bo-Bae Lee, Jin-Won Lee*, Jang-Woo Park**, Hyun-Joo Lee and Yoon-Kyung Chung

Dept. of Nutrition & Culinary Science, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea

**Dept. of Food & Biotechnology, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea*

***Dept. of Food & Biotechnology and Food and Bio-industrial Research Center, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea*

Abstract

This study investigated the quality changes of French fries when cooked under a lower pressure than the ambient atmosphere. This was derived from the concept of boiling point depression of water under reduced pressure. The pressure during the frying process was controlled at measures of 760 mmHg, 560 mmHg, 360 mmHg, or 160 mmHg. The frying apparatus was manufactured to cook foods up to 200°C and to have a valve to control the pressure. French fries were cooked at 180°C for 4 minutes. After each pressure level was achieved, the French fries were dipped into a frying oil bath and cooked for 4 minutes. The quality changes, including moisture content, starch gelatinization, textural and sensory properties of the French fries were measured. The moisture contents were decreased at all 4 pressure levels after frying. Starch gelatinization was not significantly different among the samples. The hardness of French fries cooked at 160 mmHg was the best. In addition, the sensory properties including brown color, taste, and crispiness of French fries cooked at 160 mmHg was the best. The overall preference was higher when the frying pressure was lower.

Key words: French fries, reduced pressure frying, gelatinization, sensory properties, moisture content

서 론

최근 식습관의 변화 및 식생활의 다양화에 따라서 현대인이 선호하는 식품의 형태로 간편하고 쉽게 섭취할 수 있는 인스턴트 및 패스트푸드에 대한 이용이 꾸준히 증가하고 있다(Choi 등 2001; Hyun 2002). 그 중에서도 튀김 식품은 높은 온도에서 단시간 조리하여 섭취할 수 있는 형태의 식품이며, 식용 유지를 이용하여 조리 가열하기 때문에 바삭바삭한 조직감, 흡수된 유지의 부드러운 맛뿐만 아니라, 고소한 향을 나타내는 식품으로 이를 이용하는 소비자들이 증가하고 있으며 그 종류도 다양해지고 있다(Jeon 등 2008). 그러나 현대

인들은 점점 더 건강 지향적이고 저지방 식이를 선호하는 소비 형태로 변화하고 있다. 고 지방 섭취는 고혈압, 심장병, 암, 당뇨 등 여러 가지 심각한 질병을 야기한다. 또한, 튀김과정에서 수반되는 산소의 노출하의 고온 처리 과정은 튀김유지 자체나 식품으로부터 영양소의 파괴와 독성 물질 생성을 초래할 수 있다(Fillion & Henry, 1998). 이러한 관점에서 튀김 식품에 대한 소비자들의 인식이 높아지고 있다. 이런 이유로 영양성분은 그대로 보존하면서 저지방 식품을 제조하기 위한 다양한 공정들이 연구되고 있다. 이 중 한 가지가 대기압보다 낮은 압력 하에서 튀김 공정을 실행함으로써, 실질적으로 물의 끓는점을 낮춤으로써 튀김온도도 낮출 수 있다(Garayo

* Corresponding author: Yoon-Kyung Chung, Dept. of Nutrition & Culinary Science, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea. Tel: +82-31-670-5184, Fax: +82-31-670-5189, E-mail: ykchung@hknu.ac.kr

& Moreira 2002). 이러한 감압 조건 하에서의 튀김 방법의 이점은 튀김유지의 질을 저해하는 효과 감소, 식품 본연의 색 보존, 영양소의 보존 등 여러 연구에서 보고되었다(Shyu 등 1998; Shyu & Hwang 2001; Da Silva & Moreida 2008). 따라서 본 연구에서는 이러한 감압 튀김 방법을 감자튀김에 이용할 경우, 적용 가능성에 대하여 알아보하고자 하였다. 상압 및 감압 조건 하에서 조리한 감자튀김의 품질 변화를 알아보기 위하여 호화도, 지방 함량 및 수분 함량 측정에 따른 이화학적 변화와 조직감 측정에 따른 물리학적 변화 및 관능검사를 측정하여 감압 정도에 따른 감자튀김의 품질에 미치는 영향을 알아보았다.

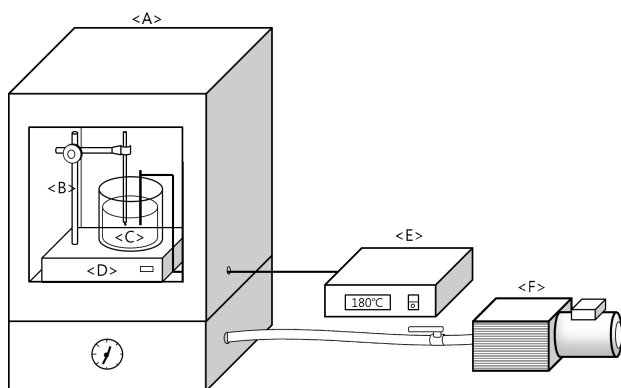
재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 튀김용 감자는 대형마트에서 2012년 3월에 구입한 냉동감자(크링클컷, LAMB Weston Inc, USA)를 이용하였고, 튀김 시 이용한 기름은 대형마트에서 2012년 3월에 구입한 일반튀김유(CJ제일제당, 대두유, Korea)를 이용하였다.

2. 튀김 실험 방법

상압(760 mmHg)에서는 온도 조절이 가능한 전기튀김기(DHF-520, 동화시스템, Korea)를 사용하여 180±5°C에서 4분 동안 실행하였다. 감압 조건은 560, 360, 160 mmHg의 압력 조절이 가능한 기계 안에 온도 조절 장치를 부착하고, 일정량의 냉동감자를 실험용으로 제작한 유리 재질의 oil bath에 넣고 튀김 조리하였다. 감압실험에 사용한 장치는 국립환경대학교 식품생물공학과 실험실에서 제작하여 실행하였으며, Fig. 1에 나타나 있다.



A: vacuum dry oven, B: temperature controller, C: oil bath, D: hot plate, E: data logger, F: pump

Fig. 1. Schematic diagram of frying apparatus.

3. 열 전달 변화 측정

각 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)로 튀긴 감자튀김에 data logger(GR100, Hanyoung Nux, Korea)를 부착하여 압력에 따른 튀김식품(감자튀김)의 열 전달 과정을 측정하였다.

4. 호화도 측정

호화도 측정은 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라 튀김 조리한 감자를 동결 건조한 후, 균질화한 분말시료 20 mg을 50 ml centrifuge tube에 넣고 증류수 5 ml를 첨가하여 분산시킨 후 각각 tube에 glucoamylase solution 25 ml를 가하여 40°C에서 40분 동안 반응시켰다. 반응시킨 후, 25% TCA (trichloroacetic acid) 2 ml를 넣어 반응을 정지시키고, 원심분리(VS-6000CFI, Vision Scientific, Korea, 3,000 rpm, 15 min)하여 얻은 상등액 중 2 ml를 취하여 유리 시험관에 넣고 phenol 1.0 ml를 첨가하였다. 여기에 5 ml의 진한 황산을 첨가하여 섞은 후 25°C에서 10분간 방치하고, 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도 값을 soluble starch을 이용하여 동일한 측정조건에서 구한 표준곡선식($y = 0.00390x + 0.458$)에 대입하여 호화도를 계산하였다(Tsuge 등 1990; Lee 등 2009).

5. 지방 함량 측정

지방 함량 측정은 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라 튀김 조리한 감자를 동결건조기(TD-5070R, Ilshinbiobase, Korea)를 이용하여 건조하였다. 동결 건조된 시료는 마쇄한 후 n-hexane으로 추출하고 여과한 추출액을 농축기(HS-2005S, Hahnvapor, Korea)를 이용하여 농축하였다. 다음의 식으로부터 지방 함량을 계산하였다.

$$\text{시료의 지질(\%)} = \frac{W_1 - W}{S} \times 100$$

W: 수기 플라스크의 함량

W₁: 추출 건조 후의 전체 무게

S: 샘플의 중량(g)

6. 수분 함량 측정

수분 함량 측정은 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라 튀김 조리한 감자를 균질화 한 시료 약 3 g을 측정하고, 105°C 건조기에서 약 5시간 건조하였다. 5시간 건조 후, desiccator에서 약 30분간 방냉시키고 건조된 튀김 감자와 호일수기의 무게를 측정하여, 다음의 식으로부터 수분 함량을 계산하였다.

$$\text{수분(g/100g)} = \frac{b - c}{b - a} \times 100$$

(시료 100g당 수분의 g으로 표시)

- a: 칭량접시의 무게(g)
- b: 칭량접시와 검체의 무게(g)
- c: 건조 후 항량이 되었을 때의 무게(g)

7. Texture 측정

Texture 측정은 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라 튀김 조리한 감자를 시료로 조직감을 측정하였다. 조직감 측정은 texture analyzer(Stable Micro System-TAHDi 500)를 사용했으며, 기기의 조건은 Pro test speed 2.00 mm/s, Test speed 1.0 mm/s, Post test speed 1.0 mm/s, Rupture test dist 1.0%, Distance 30.0%, Force 0.98 N, Time 5.00 sec으로 각각의 시료에 대하여 5회 반복 측정하여 평균값을 계산하였다.

8. 관능평가

관능평가는 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라서 튀김 조리한 감자를 한경대학교 식품생물공학과 학생 16명을 대상으로 실시하였다. 평가항목으로는 튀김감자의 산패취의 유무를 알 수 있는 냄새, 색(갈색도), 맛, 바삭한 정도의 조직감, 전체적인 기호도를 선정하였고, 관능검사는 10점 평점법으로 실시하였다.

9. 통계처리

통계처리는 SPSS 통계 package program (statistical package social science, version 12.0)을 이용하여 분산분석(ANOVA)를 실시하였고, 실험은 3회 반복 측정하여 평균값으로 표시하였으며, 처리구 간의 유의성은 Duncan's multiple range test($p < 0.05$)로 검정하여 분석 평가하였다.

결과 및 고찰

1. 열 전달 변화 측정

각각의 튀김 압력(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따른 감자 튀김 중심의 열 전달 변화에 대한 결과는 Fig. 2와 같다. 즉, 튀김 압력에 따른 감자튀김 품온은 760 mmHg, 560 mmHg, 360 mmHg 및 160 mmHg에서 각각 100°C, 93°C, 82°C 및 80°C로 나타났으며, 압력별 감자튀김 품온에 도달되기까지의 시간은 50초, 98초, 90초 및 120초를 나타내었다. 일반적으로 튀김 조리의 온도는 160~180°C이지만, 튀김 조리 과정에서 압력의 변화를 적용한 경우 압력의 범위가 낮은 경우일수록 튀김 식품 중심온도 즉, 품온의 온도가 80°C 정도로 유지되어도 튀김 식품으로의 품질을 나타낼 수 있다는 결과를 알 수 있었다. 이와 같은 결과를 생각해 볼 때, 튀김 조리 식품의 경우 열 전달 매체가 수분이 아닌 유지식품이기 때문에 일정 수준의 압력(상압, 760 mmHg) 및 온도(100°C) 이하에서도 가

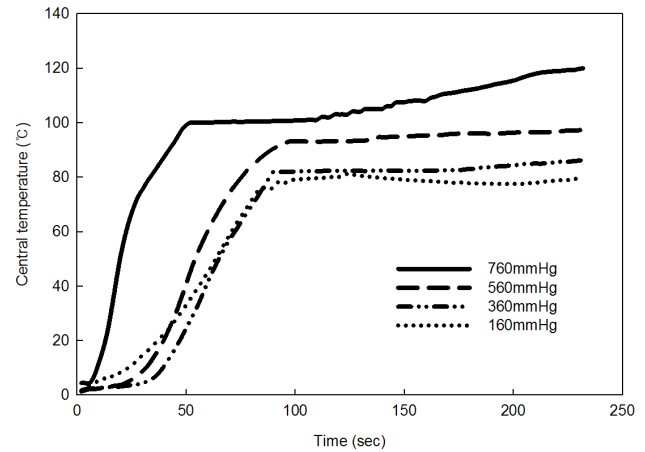


Fig. 2. Temperature profiles at different pressure levels during frying.

열 조리할 수 있음을 알 수 있었다. 특히, 본 연구에서 시료로 이용한 압력별에 따라서 튀김 조리한 감자튀김의 경우, 수분 함량이 35.8%에서 최대 44.7%로 나타나서 일반적인 전분의 호화를 나타낼 수 있는 수분 함량(45.0%)과 큰 차이를 나타내지 않는 것을 알 수 있었다. 즉, 호화도는 전분이 함유된 식품인 경우 조리된 정도를 판단할 수 있는 중요한 요소로 본 연구에서 이용한 압력별 튀김 조리 조건을 감자튀김 조리 과정에 적용 가능하다고 판단되었다.

2. 호화도 측정

각각의 압력(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라 튀긴 감자 튀김에 대한 호화도 측정결과는 Fig. 3과 같다. 즉, 압력별

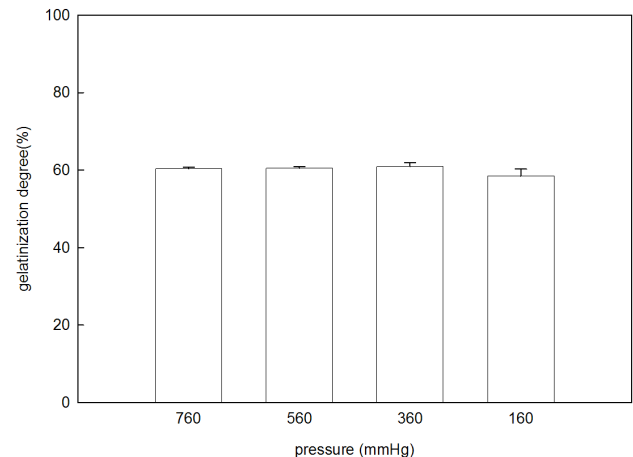


Fig. 3. Degree of gelatinization of French fries cooked at different pressure levels. Data shown are the average values of three individual experiments, and are not significantly different ($p > 0.05$) between the treatments.

(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라 호화도는 각각 60.0, 60.0, 60.0 및 58.0%로 유의적인 차이가 없었다. Kim & Jung(1990)의 보고에 따르면 전분의 수분 함량을 증가시키기에 따라 호화도가 증가하였고, 수분 함량 45.0% 이상에서는 거의 변화가 없었고, 이는 호화가 거의 완료되었기 때문이었으며, 각 시료 전분의 완전 호화에 필요한 최저 수분 함량은 45.0%라고 보고하였다. 그러나, 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따른 수분 함량은 각각 46.4%, 44.2%, 44.7%, 35.8%로 760, 560, 360 mmHg는 비슷한 수분 함량을 나타냈지만, 160 mmHg는 다른 압력에 비해 적은 수분 함량을 나타내었다. 또한, 전분 반죽의 수분 함량이 증가할수록 호화도가 증가하는 경향은 Lee 등(1995)의 보고와 일치하였다. 이와 같은 결과는 조직감 결과에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 호화된 정도에 따른 수분 함량 변화와 조직감 측정 결과를 비교해 보았을 경우, 수분 함량이 감소함에 따라 조직감 항목 중 hardness의 값은 증가하는 경향을 나타내었으며, 수분 함량의 감소 현상은 단순히 감자튀김의 겉부분의 조직감뿐만 아니라 감자튀김을 씹었을 경우 감자튀김 내부의 조직감에도 영향을 미치기 때문에 hardness의 값에 대한 증가 현상을 나타낸 것으로 생각되었다.

3. 수분 · 지방 함량 변화

각각의 압력(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라 튀긴 감자튀김에 대한 수분·지방 함량 변화는 Fig. 4와 같았다. 초기 감자튀김의 수분 함량 69.0%, 지방 함량 3.60%로 나타났고, 압력별에 따라 760 mmHg의 경우 수분 함량은 46.4%, 지방 함량 9.80%, 560 mmHg의 수분 함량은 44.2%, 지방 함량 9.60%로 나타났다. 또한, 360 mmHg의 수분 함량은 44.7%, 지방 함량 9.0%, 160 mmHg는 수분 함량 35.8%, 지방 함량 11.9%인 결과가 나왔다. 이는 네 가지 조건의 압력에서 모두 수분 함

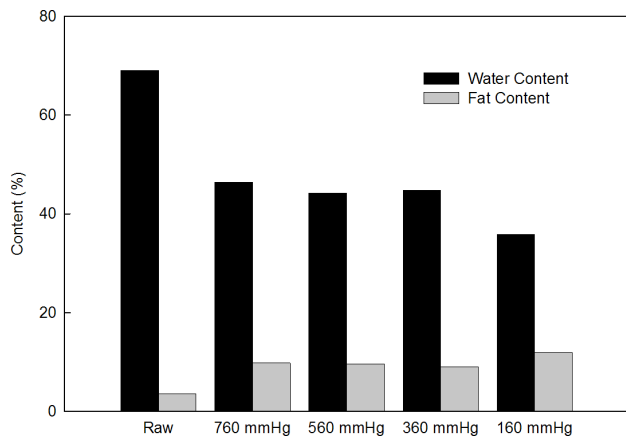


Fig. 4. Changes in moisture and fat contents of French fries cooked at different pressure levels.

량이 감소하는 반면 지방 함량은 약 2.5배 이상 증가하는 경향을 나타내었다. Song 등(2001) 및 Jeon 등(2008)의 보고에 따르면 가열된 튀김유는 감자 스틱으로 열을 전달해 주는 열 전달 매체로 작용하게 되는데, 이때 감자 스틱에 전달된 열에 의해 감자 스틱 속의 수분은 수증기로 변하여 수분 함량은 감소하고, 이렇게 생긴 빈 공간을 튀김유가 흡수되어 지방 함량이 증가한다는 보고와 일치하였다. 특히, 160 mmHg 압력에서 튀긴 감자튀김의 경우 수분 함량이 35.8%로 초기 수분 함량보다 가장 많이 감소하였고, 지방 함량에서는 가장 많이 증가하는 것을 알 수 있었으며, 이러한 결과는 160 mmHg에서 수분 함량이 다른 압력들보다 많이 감소하여 감자튀김의 조직감에 있어서 적절한 조건으로 작용하였다(Sanz 등 2007). 또한, 호화도의 측정 결과로 볼 때, 네 압력 모두 유의적인 차이는 없었지만 조직감 및 관능검사에서의 결과가 감압을 가장 많이 한 160 mmHg가 좋은 결과가 나타났다.

4. Texture 측정

각각의 압력(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라 튀긴 감자에 대한 조직감의 변화를 texture analyzer로 측정한 결과는 Table 1과 같다. 감자튀김의 경도(hardness)를 보면 760 mmHg가 3.3 N으로 가장 낮았고, 160 mmHg는 5.5 N으로 경도가 높게 나타났다. 부서짐성(fracturability)은 760, 560, 360, 160 mmHg에서 각각 0.20, 0.16, 1.66, 3.64로 나타나 560 mmHg에서 가장 낮았고 그 다음으로 760, 360, 160 mmHg 순으로 높은 값을 나타내었다. 점착성(adhesiveness)은 각각의 압력 하에서 매우 낮은 유사한 값으로 나타나, 감자튀김에서 점착성은 거의 없는 것으로 판단되었다. 탄력성(springiness)에서는 760, 360, 160 mmHg에서 각각 0.65, 0.65, 0.58로 유의적 차이는 보이지 않았다. 응집성(cohesiveness)에서는 560 mmHg가 0.44의 값으로 가장 높았으며, 360, 160 mmHg가 각각 0.29, 0.28로 비슷한 값으로 나타났다. 검성(gumminess)에서 560 mmHg가 2.23으로 가장 높게 나타났으며, 360 mmHg, 160 mmHg는 각각 1.36, 1.53의 값을 나타내었다. 씹힘성(chewiness)은 560 mmHg가 1.64로 가장 높은 수치를 나타내었으며, 360, 160 mmHg는 각각 0.89, 0.90의 값을 나타내었다. 이와 같이 점성과 씹힘성에서는 560 mmHg가 가장 높았고, 나머지 세 압력 하에서는 유의적 차이를 보이지 않았다. 본 연구 결과에서는 560 mmHg 압력에서 튀긴 감자의 경우 겉도 바삭하고 속도 바삭하기 때문에 일반적인 사람들이 선호하는 튀김 식품의 조직감으로는 적당하지 않은 것으로 판단되었다. 160 mmHg 압력에서 튀김 감자의 씹힘성은 560 mmHg의 압력을 제외하고 760 mmHg, 360 mmHg에 비해 높았고, 160 mmHg 압력에서의 검성은 네 압력의 값에서 중간 값을 보였다. 즉, 이러한 결과는 겉은 바삭하고 속은 부드러운 튀김 식품의 조직감을 갖고 있

Table 1. Texture analysis of French fries cooked at different pressure levels

Texture parameters	Pressure level (mmHg)			
	760	560	360	160
Hardness	3.25±0.37 ^{cd1)}	5.04±0.13 ^{ab}	4.59±0.82 ^b	5.50±0.44 ^a
Fracturability	0.20±0.02 ^b	0.16±0.01 ^b	1.66±1.63 ^{ab}	3.64±2.33 ^a
Adhesiveness	0.02±0.01 ^a	0.00±0.01 ^a	-0.00±0.01 ^a	0.03±0.01 ^a
Springiness	0.65±0.06 ^a	0.71±0.16 ^a	0.65±0.03 ^a	0.58±0.05 ^a
Cohesiveness	0.36±0.08 ^{ab}	0.44±0.13 ^a	0.29±0.04 ^b	0.28±0.04 ^b
Gumminess	1.19±0.30 ^b	2.23±0.61 ^a	1.36±0.44 ^b	1.53±0.20 ^b
Chewiness	0.78±0.24 ^b	1.64±0.81 ^a	0.89±0.33 ^b	0.90±0.18 ^b

¹⁾ Mean±standard deviation. ^{a~c} Different letters in a row indicate significant difference at $p<0.05$ by Duncan's multiple comparison.

으므로 본 실험의 조직감 및 관능검사 측정 시료로 이용한 감자튀김 중 가장 많이 선호하는 것으로 사료된다.

5. 관능평가

각각의 압력(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라 튀긴 감자에 대한 관능검사 결과는 Table 2와 같다. 감자튀김에 대한 냄새 즉 산패취의 유무에 대한 측정 결과에서는 560 mmHg가 4.06으로 가장 높은 값을 나타내어 산패취가 많이 난다는 결과를 알 수 있었고, 160 mmHg 압력에서 튀김 조리한 감자튀김의 경우는 2.88을 나타내었다. 감자튀김의 품질 특성을 평가하는 가장 중요한 요소인 색은 네 압력 (760, 560, 360, 160 mmHg) 모두 각각 4.16, 4.16, 4.19, 4.00으로 유의적 차이가 없었다(Park 2003) 고소한 맛을 나타내는 정도를 측정한 결과에서는 160 mmHg 압력에서 튀김 조리한 감자튀김의 경우 6.47로 가장 높은 값을 나타냈고, 760, 560 mmHg가 4.97의 값을 나타내었으며, 조직감에서도 160 mmHg가 7.25로 가장 우수한 점수를 받았다. 반면, 560 mmHg에서 튀긴 감자튀김의 조직감은 4.72로 가장 낮은 점수를 받았다. 이와 같은 결과는 조직감 측정 결과와 비교해 보았을 경우, 조직감 측정 항목 중 씹힘성과 검성에서 점수가 가장 높게 나온 560 mmHg가 관능검사 결과에서는 가장 낮은 값을 기록하였다. 그 이유는 일반적인 튀김 식품의 품질 즉, 감자튀김의 바삭하면서도 부

드러운 조직감 및 고소한 맛을 나타내므로 실질적으로 감자튀김을 섭취할 경우 사람들이 선호하는 감자튀김에 대한 조건과 차이를 나타냈기 때문이라고 생각되었다. Salvador 등 (2009), Troncoso & Pedreschi(2009)의 연구에서 감자칩의 관능적 특성은 색과 조직감에 크게 영향을 받는다고 하였고, 색과 조직감이 우수하면 전체적인 기호도도 높은 평가를 받는 것으로 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 따라서, 본 실험에서도 색과 조직감에서 높은 점수를 받은 160 mmHg 압력에서 튀김 조리한 감자튀김의 경우 전체적인 기호도에서 높은 점수를 받을 수 있었던 것으로 판단되었다

요 약

압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따른 감자튀김의 품질 변화를 호화도, 수분·지방 함량 변화, Texture 측정, 관능평가를 통해 알아보았다. 압력별(760, 560, 360, 160 mmHg)에 따라 감자튀김의 호화도는 각각 60.0, 60.0, 60.0 및 58.0%로 유의적인 차이가 없었다. 수분 함량은 네 압력 조건에서 모두 감소하는 반면, 지방 함량은 약 2.5배 이상 증가하는 경향을 나타내었다. 조직감에서는 경도(Hardness)가 5.5 N으로 160 mmHg가 가장 좋았으며, 상압인 760 mmHg가 3.3 N으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 점착성(adhesiveness)과 탄력성(springiness)

Table 2. Sensory evaluation of French fries cooked at different pressure levels

Sensory properties	Pressure level (mmHg)			
	760	560	360	160
Smell(acidification)	3.81±1.85 ^{ab1)}	4.06±1.33 ^a	3.72±1.34 ^{ab}	2.88±0.79 ^b
Color(brown)	4.16±1.64 ^a	4.16±1.19 ^a	4.19±1.37 ^a	4.00±1.46 ^a
Taste	4.97±1.22 ^b	4.97±1.49 ^b	5.91±1.31 ^{ab}	6.47±1.59 ^a
Texture	5.31±1.22 ^{bc}	4.72±1.41 ^c	5.84±1.31 ^b	7.25±0.95 ^a
Overall acceptability	5.47±1.36 ^b	5.28±1.56 ^b	6.47±1.35 ^a	7.41±1.02 ^a

¹⁾ Mean±standard deviation. ^{a~c} Different letters in a row indicate significant difference at $p<0.05$ by Duncan's multiple comparison.

에서는 네 압력 모두 유사한 값을 나타내었지만, 부서짐성(fracturability)에서는 160 mmHg가 3.64값으로 다른 압력과 비교해 큰 차이로 높은 값을 나타내었다. 관능검사 결과에서는 색(갈색도), 맛, 바삭한 정도의 조직감에서 160 mmHg가 가장 높은 값을 나타내었으며, 전체적인 기호도는 압력이 낮을수록 높은 값을 나타내었다. 이상에서 살펴본 것과 같이 감압 상태로 감자를 튀김 조리하였을 때, 튀김의 호화 정도나 수분·지방 함량에 있어서는 일반 상압 조건 하의 튀김과 유사하면서 관능적인 측면에서 기호도가 높기 때문에 제품으로 적용할 가능성이 있다고 사료된다. 이를 위해서는 영양적인 성분 변화에 대한 연구도 더 진행되어야 하고, 경제적인 측면도 고려되어야 할 것이다.

참고문헌

- Choi YS, Yoo YJ, Kim JG, Nam SM, Jung ME, Chung CK. 2001. Food preferences and nutrient intakes of college students in Kangwon province. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:175-182
- Da Silva P, Moreida R. 2008. Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks. *Lebens-Wissen Technol* 41:1758-1767
- Fillion L, Henry CJK. 1998. Nutrition losses and gains during frying: A review. *Int J Food Sci Nutr* 49:157-168
- Garayo J, Moreira R. 2002. Vacuum frying of potato chips. *J Food Eng* 55:181-191
- Hyun YH. 2002. The study on the thermal oxidation of mixed rapeseed oil with coconut and palm oil. *Korean J Food & Nutr* 15:342-349
- Jeon MS, Kim JY, Lee JW, Lee KT. 2008. Changes in total trans fatty acid content in soybean oil, shortening, and olive oil used for frying. *J East Asian Soc Dietary Life* 18:181-189
- Kim KA, Jung LH. 1990. Determination of degree of gelatinization of various potato starches. *Korean Soc Food & Cookery Sci* 6:15-19
- Lee BY, Lee CH, Lee CH. 1995. Gelatinization properties of starch dough with moisture content, heating temperature and heating time. *Korean J Food Sci Technol* 27:428-438
- Lee SW, Kim HY, Han SH, Rhee C. 2009. Effect of heat treatment conditions on the characteristics of gel made from arrow root starch in Korea cultivars. *Korean J Food & Nutr* 22:387-395
- Park JY. 2003. Acrylamide monitoring of domestic heat-treated food products. MS thesis, Ewha Womans Uni. Seoul. Korea
- Salvador A, Varela P, Sanz T, Fiszman SM. 2009. Understanding potato chips crispy texture by simultaneous fracture and acoustic measurement, and sensory analysis. *Lebens-Wissen Technol* 42:763-767
- Sanz T, Primo-Martin C, van Vliet T. 2007. Characterization of crispiness of French fries by fracture and acoustic measurements, effect of pre-frying and final frying times. *Food Res Int* 40:63-70
- Shyu S, Hau L, Hwang L. 1998. Effect of vacuum frying on the oxidative stability of oils. *J Am Oils Chem Soc* 75:1393-1398
- Shyu S, Hwang L. 2001. Effect of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips. *Food Res Int* 34:133-142
- Song JM, Shin SN, Park HR, Yoo BS. 2001. Effect of potato starch content on physical properties of Ramyon. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30:450-454
- Troncoso E, Pedreschi F. 2009. Modeling water loss and oil uptake during vacuum frying of pre-treated potato slices. *Lebens-Wissen Technol* 42:1164-1173
- Tsuge H, Hishida M, Iwaski H, Watanabe S, Goshim G. 1990. Enzymatic evaluation for the degree of starch retrogradation in foods and foodstuffs. *Starch* 42:213-216

접 수 : 2012년 11월 29일
 최종수정 : 2013년 1월 16일
 채 택 : 2013년 2월 15일