

폴질·고명기로 제조된 김부각의 물리적 건조 및 튀김 특성

유수남 · 최영수*

전남대학교 지역바이오시스템공학과

Physical drying and frying characteristics of kimbugaks made by a pasting & garnishing machine

Soo-Nam Yoo, Yeong-Soo Choi*

Department of Rural and Biosystems Engineering, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Received on 11 September 2015, revised on 12 November 2015, accepted on 13 November 2015

Abstract : Kimbugak is one of Korea's traditional snacks made of laver. This study was conducted to investigate the physical drying and frying characteristics of kimbugaks made by a pasting & garnishing machine. The drying and frying characteristics should be analyzed to develop a continuous operation system for manufacturing kimbugak because kimbugak has a high moisture content after pasting process. Materials for pasting and garnishing on laver were rice gruel and sesame. The aluminum shelf with square hole was selected as a drying shelf. The recommended size of the square hole type was 1.5 mm × 1.5 mm because characteristics of deformation and easy separation from the shelf were excellent at the hole size. The drying time of 2 hours was also recommended with the drying temperature of 70°C based on the test results such as dried condition (good), moisture content (3.7%), deformation (12.1 mm), and shrinkage rate (19.8%). As the frying conditions for dried kimbugaks, recommended oil temperature and frying time were 170°C, 15 seconds, respectively when corn oil was used. In the case of frying for undried kimbugaks, recommended oil temperature and frying time were 210°C, 2 - 3 minutes, respectively for improvement of work efficiency.

Key words : Laver, Kimbugak, Drying & frying condition, Mechanical manufacturing, Physical characteristics

I. 서론

2014년 기준 우리나라의 김 생산량은 416,024톤에 이른다(KOSIS, 2014). 김이 건강식품으로 각광받게 되고 다양한 김 가공식품이 개발됨에 따라 그 소비가 꾸준히 증가하고 있다. 그러나 일본에 비하면 김 가공식품의 종류는 아직 빈약한 실정이어서 김 산업의 육성을 위해 다양한 김 가공식품 개발이 요구되고 있다(Park, 1998; Park et al., 2001).

최근 전통식품의 산업화에 대한 관심이 높아지고 있으나 대부분이 수작업에 의한 주문 생산으로 소규모 형태에 머물고 있다. 반면 소비가 늘어가고 있는 김의 경우에는 맛김의 형태로 이미 기계화 생산에 의한 산업화가 이루어지고

있다. 김부각은 김 가공식품 중에 명절이나 혼례식에 주로 사용되는 우리나라 전통식품 중 하나로서 생활수준의 향상과 더불어 그 수요가 늘어가고 있다. 그러나 현재 제조의 모든 공정이 수작업으로 이루어지고 있어 비표준화 된 제품의 소량 생산 체제에 머물고 있다. 따라서 제품의 균일성 확보를 통한 표준화는 물론 대량생산에 의한 산업화에 많은 어려움이 있는 실정이다.

김부각은 찹쌀풀을 김에 넓게 바르고 바른 면 위에 다른 한 장의 김을 붙인 뒤 말리고, 이를 기름에 튀겨 섭취되어온 식품으로 예로부터 특별하게 튀김요리가 없는 한국음식 가운데서 식물성 지방을 가장 많이 섭취할 수 있는 음식이다.(Park et al., 2001). 김부각에 관한 연구는 극히 미약하고, 특히 김부각 제조를 위한 기계화에 관한 연구는 전무한 실정이며, 일부 단위 공정에 관한 일부 기술이 개발되고 있을 뿐이다(Choi et al., 2014; Choi, 2014; Ok, 2014).

*Corresponding author: Tel: +82-62-530-2157

E-mail address: y-choi@jnu.ac.kr

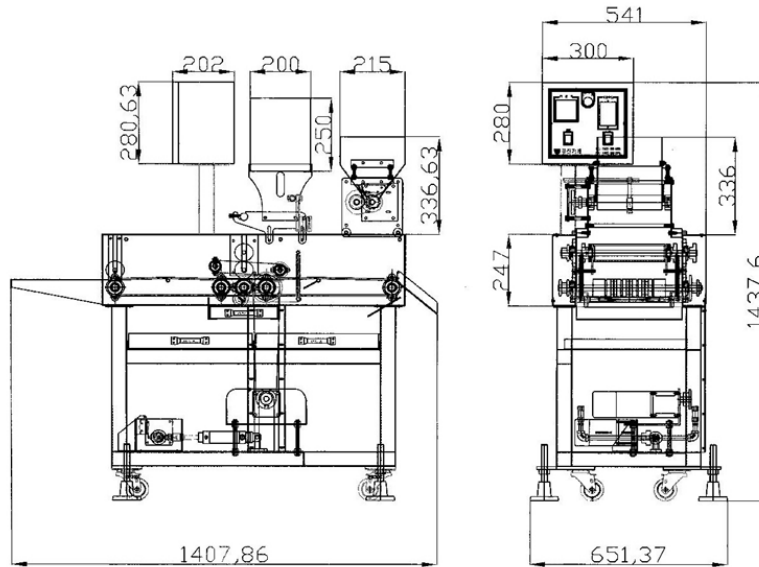


Fig. 1. Design of developed pasting&garnishing machine for kimbugaks (unit: mm).

Table 1. Composition of glutinous rice gruel (for 100 kimbugak sheets).

Glutinous rice gruel		Kelp sauce	
Ingredient	Volume	Ingredient	Weight
Kelp sauce	2,000 ml	Onion	100 g
Glutinous rice flour	200 g	Anchovy	30 g
Mined garlic	50 g	Kelp	30 g
Korean soy sauce	50 ml	Shiitake mushroom	30 g
※ for 100 kimbugak sheets		Daikon	240 g
		Water	2,000 ml

본 연구에서는 김부각 제조 공정의 기계화시스템 중 김부각의 건조공정과 튀김공정의 기계화 장치 개발을 위하여 김부각 제조용 풀칠·고명기에서 제조된 김부각의 물리적 건조 및 튀김특성을 구명하였다.

두 공정이하나의 동력원으로 구동되는 단일 기계로 설계되었으며, 김 공급부에는 맛김제조 기계화 시스템에서 사용되는 장비를 도입하였다(Fig. 1).

II. 재료 및 방법

1. 풀칠·고명기

개발된 풀칠·고명기(Choi et al., 2013)는 김에 찹쌀풀을 도포하고 그 위에 깨를 고명으로 뿌리는 기능을 수행한다. 풀칠·고명기는 성능평가 결과 840 sheets/h의 제조 능력을 갖도록 설계되었다. 풀칠작업에 있어서는 김 한장 당 적정 찹쌀풀 양인 33 g의 도포가 이루어졌으며, 풀칠 균일도는 94% 이상으로 나타났다. 고명작업에 있어서는 최적 고명량이 장당 2.7 g으로 나타났고, 90% 이상의 고명살포 균일도를 나타내었다. 풀칠·고명기는 풀칠작업과 고명작업의

2. 재료 김 및 찹쌀풀

본 연구에서는 공시재료의 기초연구로서 김 덧붙임 간소화 실험, 찹쌀풀 조성실험, 도포방식 실험을 통해 김부각 제조의 기계화 조건을 구명하였다. 김 덧붙임 간소화 실험의 경우에는 일반적인 김부각 제조에서 사용하는 건조김 2장을 이용하여 1장에 1장을 덧붙이는 방법을 생략하여 제조공정의 단순화 가능성을 구명하였고, 그 결과 파래김과 돌김을 혼합한 한 장당 4 g의 김이 김부각 제조 기계화에 적합한 것으로 판단하여 주문제조하여 사용하였다. 찹쌀풀 조성 실험에서는 맛, 색깔, 냄새, 형태 등의 관능평가를 통해 조성비를 결정하였다(Table 1). 또한 찹쌀풀의 도포방식에 따라 완성된 김부각의 형태가 변하게 된다. 실험 결과

15 - 20분 동안 끓인 찹쌀풀에서 롤러를 이용한 경우에 가장 우수한 도포성을 나타내었다. 따라서 본 연구에서는 Table 1과 같이 조성된 찹쌀풀을 100℃에서 15분 동안 끓인 후 10℃로 식힌 찹쌀풀을 롤러를 이용하여 김에 도포하였다. 고명으로는 천립종이 2.2 g인 볶음참깨를 사용하였으며 김 한장 당 2.7 g을 산파하였다.

3. 건조기 및 건조발

풀칠·고명기에서 제조되어 고풍수율 상태인 김부각의 건조특성을 구명하기 위하여 산업용 식품건조기(DSD-060, Daesung-Enertec, Korea)를 사용하였다. 이 건조기는 히터를 이용해 뜨거운 바람을 건조기 안으로 불어넣어 건조시키는 형식인 전기식 열풍형으로서 용량은 1,900 W이고, 온습도 조절이 가능하며, 채반에 피건조물을 적재하게 되어있다. 재래식 김부각의 건조발은 특별한 형태의 것을 사용하지 않고 종이나 자리 등을 이용하여 건조한다. 그러나 건조발은 건조속도 뿐만 아니라 건조과정에서 발생하는 변형에도 영향을 주므로 적절한 것을 선택해야 한다. 본 연구에서는 격자형 건조발의 두 가지 구멍크기(15 mm × 15 mm, 1.5 mm × 1.5 mm)를 건조요인으로 설정하여 건조효과를 구명하였다

건조특성을 구명하기 위한 측정항목은 건조도, 건조무게, 최종함수율, 변형도, 수축률 등이었으며 각 수준에서 6회 반복 실험을 수행하였다. 각 항목의 측정 방법은 건조도는 관능평가, 함수율은 습량기준함수율을 이용하여 측정하였고, 변형도는 김부각의 바깥쪽 모서리 4곳, 네 변의 중심 4곳, 총 8곳의 바닥으로부터의 높이를 측정하여 평균값으로 구하였다. 수축률은 대각선 두 곳의 길이를 측정하여 평균값을 구하고, 그 평균값을 재료김의 대각선 길이에 대한 비율로 나타내었다

4. 튀김조건

전통적인 김부각 제조과정은 원료김에 찹쌀풀과 고명을 바른 후 건조시켜 조리시 그대로 먹거나 구워먹기도 하지만 튀겨 먹는 경우가 대부분이다. 김부각 튀김 특성 분석 실험에 사용된 김, 찹쌀풀 및 고명은 건조 특성 실험에서 사용한 것과 동일한 것을 사용하였다. 건조된 김부각의 튀김에 사용된 기름은 옥수수기름을 사용했으며, 기름의 온도 측정은 휴대용온도계(68 Infrared Thermometer, Fluke,

USA)를 사용하였다.

튀김에 사용된 김부각은 찹쌀풀을 바른 뒤 건조기에서 70℃로 2시간 건조된 김부각이었으며, 튀김 기름 온도는 170℃, 180℃, 190℃, 210℃의 4가지 온도를 사용하였고, 튀김시간은 15초와 20초에서 실험하였다. 실제로 수작업으로 제작한 김부각에 대한 튀김 기초실험에서 온도는 170℃, 튀김시간은 15초가 적합한 튀김조건으로 확인한 바 있으나 (Choi, 2012) 여기에서는 시작기로 제조된 김부각을 사용하여 튀김실험을 수행하였다.

또한, 김부각 소비자가 선호하는 튀김형태의 김부각을 일관시스템으로 제조할 수 있다면 작업능률의 대폭적인 향상을 기할 수 있다. 따라서 찹쌀풀과 고명이 첨가된 미건조된 재료의 튀김 특성을 분석하여 건조공정을 생략하고 풀칠·고명작업에서 튀김공정까지 포함한 김부각제조의 모든 제조공정의 기계화를 완성할 수 있는 시스템 설계에 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다. 이를 위해 건조과정을 생략하고 고명공정 후 바로 튀김공정이 연결되는 튀김김부각 제조시스템의 튀김공정 조건 구명 실험을 실시하였다. 실험요인으로는 기름의 온도와 튀김시간이었으며, 튀김성능은 관능평가와 수축율로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 건조 온도의 영향

전통 방식으로 김부각을 건조할 때, 상온이나 40℃ 이하에서 건조가 이루어진다. 건조시간을 단축하기 위해서는 재래식 건조온도보다는 고온에서 건조할 필요가 있다. 일반적으로 식품의 경우 영양소의 파괴를 막기 위해 70℃ 이하에서 건조가 이루어진다. 김부각의 경우에 건조시간을 단축하기 위하여 120℃에서 충분히 건조시켜 본 결과 변형이 심하고 급격한 수축으로 인하여 김부각의 일부에 찢긴 부분과 구멍이 발생하였다. 따라서 본 연구에서는 김부각의 상품성의 확보가 주요 개발 기준이었으므로 식품의 변형과 성분의 변화가 없고 식품건조 권장 최대온도인 70℃를 건조온도의 기준으로 설정하였다.

2. 건조발 형태의 영향

재래식 김부각의 건조발은 특별한 형태의 것을 사용하지 않고 종이나 자리 등을 이용하여 건조한다. 그러나 건조발

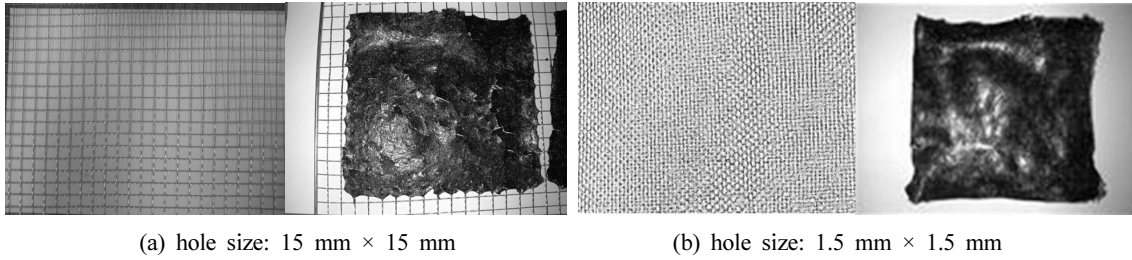


Fig. 2. Effect of drying shelf size on drying performance (square hole).

Table 2. Drying performance according to drying time.

Laver weight (g)	Gruel weight (g)	Sesame weight (g)	Drying time (hr)	Drying result	m.c. (%)	Deformation (mm)	Shrinkage rate (%)
4.0	33.0	2.7	1	medium	5.0	8.5	18.2
			2	good	3.7	12.1	19.8
			3	good	3.1	14.6	20.5

은 건조속도뿐만 아니라 건조과정에서 발생하는 변형에도 영향을 주므로 적절한 것을 선택해야 한다. 건조발은 구멍 형태와 크기가 건조요인으로 작용한다고 판단하였다. 건조발의 구멍 형태는 격자형, 원형 등 다양한 제품이 생산되고 있고, 각 구멍 형태마다 적절한 구멍 크기를 선택하는 경우에는 효과적인 건조성능을 얻을 수 있다. 하지만 본 연구에서는 가장 널리 사용되고 있는 격자형을 택하여 알루미늄 재질의 매쉬철망을 사용하였다. 건조발 구멍 크기에 따른 건조특성을 구명하기 위하여 건조온도 70°C에서 2시간 건조하여, 변형측정과 건조정도의 관능평가를 실시하였다.

건조발 형태 실험에서 격자형 건조발에서 2시간을 건조시키면, 함수율이 4 - 5% 까지 충분히 건조되었다. 격자형 건조발은 철사를 사각형으로 엮은 것으로 격자가 15 mm × 15 mm 인 것과 1.5 mm × 1.5 mm 인 두 가지 크기의 격자형 건조발을 제작하여 건조실험에 사용하였다. 격자 크기 15 mm × 15 mm 건조발에서는 변형이 거의 없고, 건조는 잘 되었으나 김부각에 크랙이 발생하였고, 건조발로부터의 분리가 용이하지 못했다.

1.5 mm × 1.5 mm 건조발에서 건조한 김부각은 변형도 거의 없고, 건조가 잘 되었다. 작은 크기의 격자에서 건조 효과가 높게 나타난 것은 격자가 작을수록 김부각이 부착되는 면적이 커서 변형이 작게 일어나며, 작은 격자지만 그 사이로 공기와 충분히 접촉하여 건조도 잘 이루어지는 것으로 판단하였다. 따라서, 격자형태의 1.5 mm × 1.5 mm 크기의 건조발이 가장 적합한 형태의 건조발로 선택하였다. 격자의 크기가 작을수록 접촉면적이 많아 건조와 변형

억제효과 측면에서는 유리하나 건조 후 분리에 있어서는 역시 큰 격자와 마찬가지로 어려움이 발생하였다. 이를 극복하기 위하여 건조발에 미리 식용유를 약간 바르고 그 위에 김부각을 놓아 건조시키면 건조 후 건조발로부터 김부각을 분리하는데 문제가 발생하지 않았다. Fig. 2는 두 가지 크기의 건조발에서 건조한 김부각을 나타내고 있다.

3. 건조시간의 영향

건조발의 형태와 크기는 1.5 mm × 1.5 mm 격자형 건조발에서 건조하는 것이 가장 좋다고 판단되었으므로 이 건조발을 사용한 경우에 건조시간의 영향을 구명하기 위하여 건조온도 70°C에서 찹쌀풀칠된 김부각을 1시간, 2시간, 3시간씩 각각 건조하여 물리적 건조특성을 분석하였다. 측정항목인 건조도, 건조무게, 최종함수율, 변형도, 수축률의 측정 결과는 Table 2에 나타내었다.

건조시간 1시간의 경우에는 건조도는 중, 함수율 5.0%, 변형도 8.5 mm, 수축율 18.2%로 나타났으나 건조가 완전히 이루어지지 않아 바삭거림이 부족하였으므로 건조가 더 필요하다고 판단되었다. 건조시간 2시간의 경우에는 건조도는 상, 함수율 3.7%, 변형도 12.1 mm, 수축율 19.8%로 나타났으며, 건조가 충분히 이루어지고 맛 테스트에서도 바삭거림이 충분하였다. 건조시간 3시간의 경우에는 건조도는 상, 함수율 3.1%, 변형도 14.6 mm, 수축율 20.5%로 나타나 건조시간 2시간과 3시간 때의 건조 특성에는 차이가 거의 없었다. 따라서 김부각의 건조조건으로 건조시간

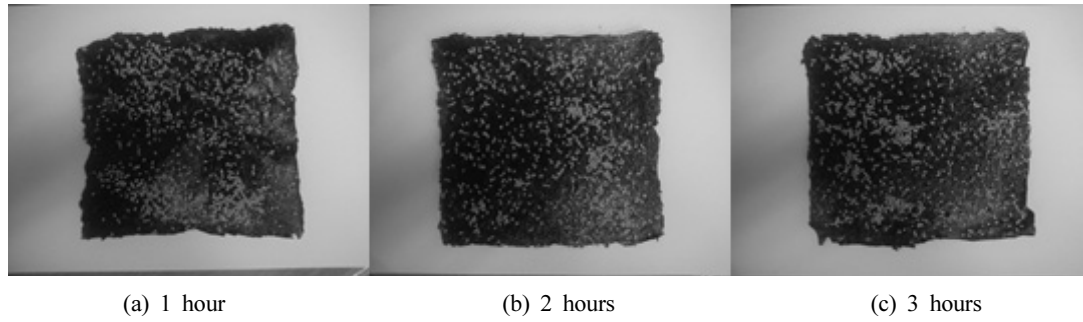


Fig. 3. Effects of drying time on kimbugak.

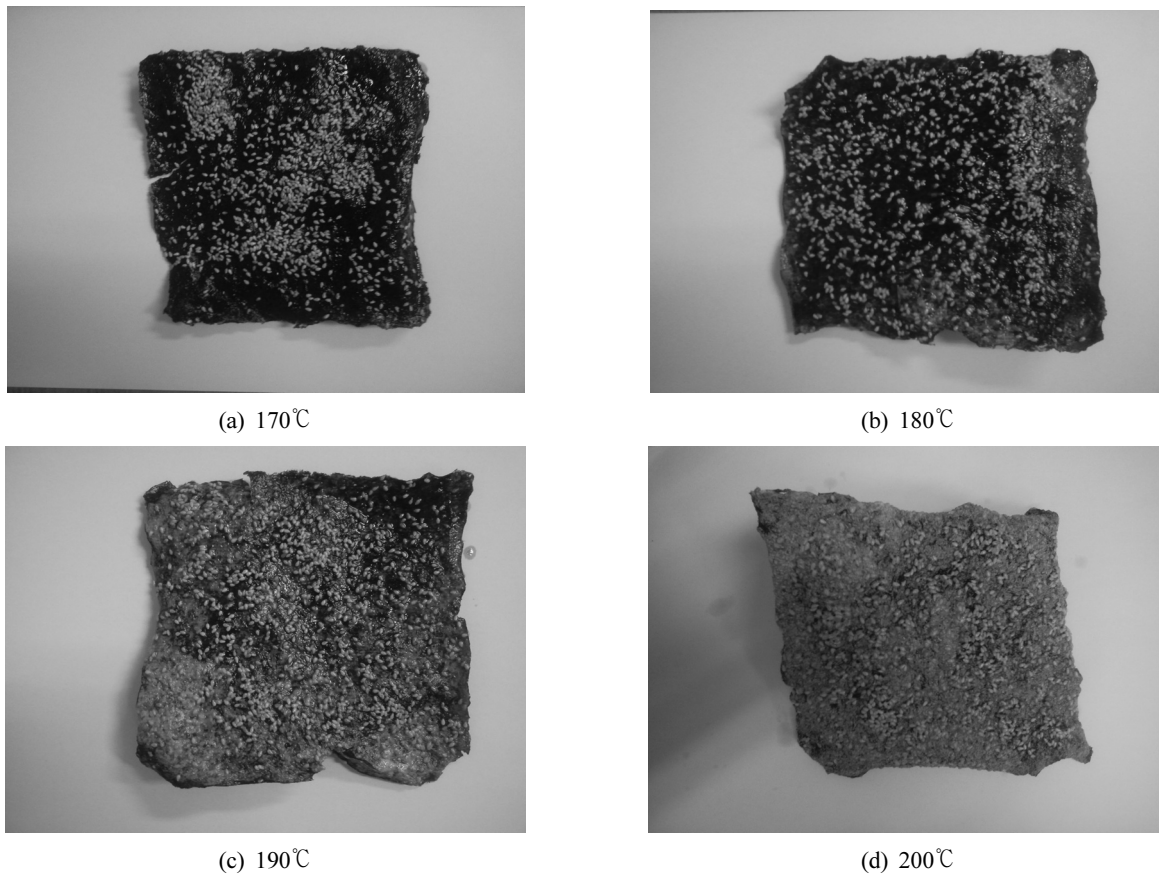


Fig. 4. Effect of oil-temperature on fried kimbugak.

은 2시간이면 충분하다고 판단되었으며, 이 때 함수율은 4% 정도까지 이루어지는 것으로 나타났다(Fig. 3).

4. 건조 김부각의 튀김 특성

(1) 튀김기름 온도의 영향

김부각 제조 시작기로 만들어 건조기 70°C에서 2시간 건조된 김부각을 옥수수기름으로 온도 170°C, 180°C, 190°C, 210°C에서 각각 15초간 튀겼으며, 그 결과를 Fig. 4에 나타

내었다. Fig. 4에서 나타난 바와 같이 180°C 이상에서는 육안으로 관찰한 결과 김부각 표면이 타기 시작하여 상품성이 현저히 떨어지는 것으로 나타났다. 따라서 시작기로 제조된 김부각의 경우에 튀김 온도는 170°C가 적절한 것으로 판단하였다.

(2) 튀김시간의 영향

건조기 70°C에서 2시간 건조된 김부각을 기름온도 170°C에서 15초, 20초간 김부각 한 장을 기름에 튀겨 관능검

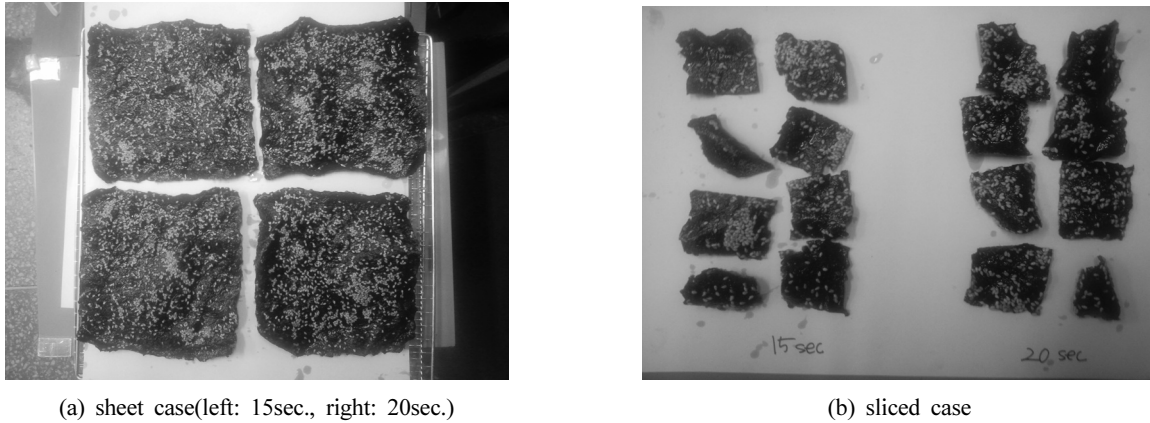


Fig. 5. Effect of frying time on kimbugaks.

사를 수행하였다. 또한 일반적으로 소비자들은 김부각 한 장(215 mm × 195 mm)을 작게 썰어 튀기는 경우가 많기 때문에 김부각 한 장을 8개의 작은 조각(53 mm × 55 mm)으로 자른 상태에서 튀겨 튀김상태의 관능검사로 평가하였다.

Fig. 5(a)에 나타낸 바와 같이 한 장 크기로 튀긴 경우에는 20초 동안 튀긴 경우가 15초 동안 튀긴 경우보다 변형이 많이 생긴 것으로 나타났다. 한편, Fig. 5(b)에서 보는 바와 같이 작게 잘라서 튀겼을 경우에는 튀김 시간에 따른 변형의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 식감은 15초 동안 튀긴 것은 바삭한 느낌이었고, 20초 동안 튀긴 것은 딱딱한 느낌이 있었기 때문에, 20초는 과도한 튀김시간으로 나타났다. 따라서, 튀김부각은 옥수수기름 170℃에서 15초간 튀기는 것이 가장 적합한 튀김조건으로 판단하였다.

5. 미건조 김부각의 튀김특성

(1) 튀김기름 온도의 영향

튀김 김부각을 일관 기계화시스템으로 생산하기 위해서는 품질·고명 공정 후 건조과정을 거치지 않은 상태에서의 튀김특성을 구명할 필요가 있다. 찹쌀풀과 고명이 뿌려진 후 건조되지 않은 상태의 김부각을 바로 튀겼을 때 튀김유의 온도 영향을 알아보기 위하여 170℃, 190℃, 210℃ 온도에서 각각 5분간 튀긴 후 김부각의 튀김 결과를 분석하였다. 외형적으로 170℃와 190℃에서 5분간 튀긴 경우는 외형의 차이가 없었으나 210℃에서 튀긴 경우는 사각형의 모습을 유지하지 못하고 변형이 심하였다(Fig. 6). 그러나 모든 경우에 있어서 뒤틀림은 거의 없었으나 수축 정도는 매우 심한 것으로 나타났다.

170℃에서 5분 동안 튀긴 경우에는 깨지지 않고 접혀질 때까지 구부러져 바삭거림이 부족하였다. 튀김 후 바삭거림을 증가시키기 위하여 10분 동안 상온에서 건조시켰을 경우에 김부각의 상태는 바깥쪽 부분은 충분한 바삭거림이 있었지만 중앙부분이 덜 튀겨져 바삭거림이 아직 부족하고 질긴 느낌이 남아있었다.

190℃에서 5분 동안 조리한 경우에는 170℃의 경우와 외형은 차이가 없었으며, 튀김 직후 튀각을 구부렸을 때, 90°까지 구부러졌다. 190℃로 튀긴 후 10분 동안 상온에서 건조과정을 거쳤을 때는 바삭거림은 외각이나 중앙부분 모두 충분하였다.

(2) 튀김 시간의 영향

김부각 제조 기계화시스템에서는 생산능률을 향상시키기 위해서는 제조 시간을 단축하는 것이 필요하다. 따라서 상품성에서 차이가 없으면 높은 튀김 온도에서 짧은 시간에 튀기는 것이 바람직하다. 튀김온도 실험 결과를 바탕으로 210℃에서 생산성에 영향을 미치는 튀김시간 영향을 분석하였다.

건조시키지 않은 김부각을 210℃에서 1분, 3분, 5분 동안 조리한 김부각(Fig. 7)의 외형은 5분간 튀긴 것을 제외하면 거의 유사하였고, 바삭거림의 경우 1분 동안 조리한 튀각의 경우는 190℃에서 5분 동안 조리한 것과 거의 동일하였으나 중심부위는 바삭거림이 부족하였다. 210℃에서 3분 동안 조리한 것은 조리 직후에도 구부리면 바로 깨질 정도로 좋았고, 튀긴 후 상온에서 10분 건조과정을 거친 후에는 더욱 바삭거려 식감이 가장 우수하였다. 따라서 고명공정 후 건조과정을 생략하고 바로 튀김김부각을 제조하

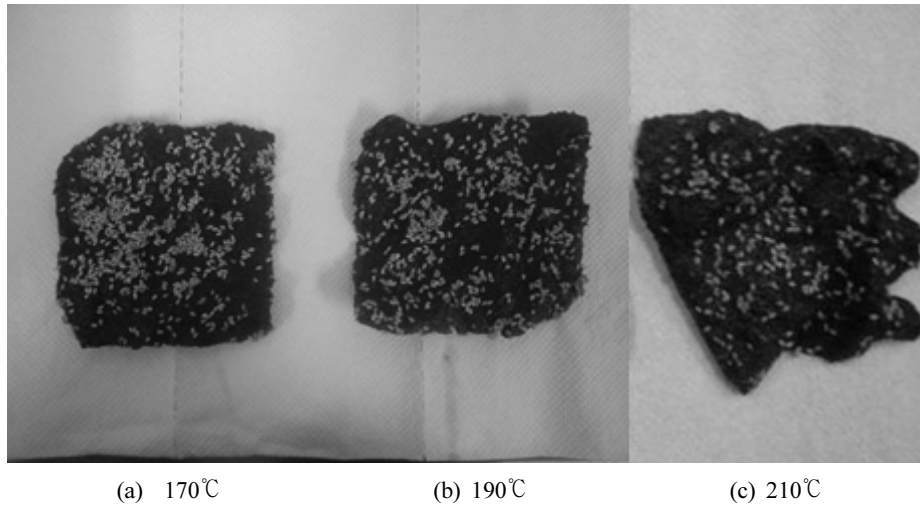


Fig. 6. Effect of 5 minutes frying on undried kimbugak.

Table 3. Frying effect on dimensions of undried kimbugak.

	Length (mm)	Width (mm)	Area (mm ²)	Shrinkage rate (%)
Before	215	195	41,9	0
After	110	110	12,1	77.1

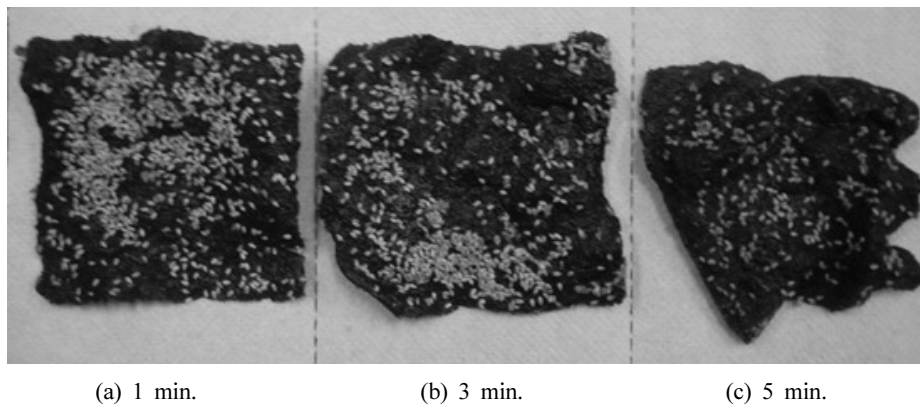


Fig. 7. Effect of frying time on undried kimbugak (frying temp. 210°C).

는 경우에는 210°C에서 2 - 3분 동안 튀기는 것이 가장 좋은 것으로 판단되었으나 Table 4에서 보는 바와 같이 미 건조된 김부각을 튀겼을 때의 수축율은 평균 77% 정도로 나타났다. 따라서 제조자의 필요에 따라 생산된 김부각의 크기 감소를 감수하더라도 튀김김부각 제조를 원하는 경우에는 튀김김부각제조 일관기계화시스템 개발이 가능할 것으로 판단되었다.

IV. 결론

본 연구에서는 김부각 제조용 풀찰·고명기에서 제조된

김부각의 물리적 건조 및 튀김특성 구명에 관한 연구를 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 풀찰·고명기에서 제조되어 배출되는 고함수율의 김부각 건조장치 개발을 위한 건조 특성 실험 결과, 건조 온도로는 식품의 변형과 성분의 변화가 없고 일반적인 식품건조 권장 최대온도인 70°C를 기준 온도로 설정하였다. 건조발의 형태에 있어서는 알루미늄 재질의 격자형 건조발을 사용하였으며, 격자 크기가 작을수록 김부각이 부착되는 면적이 커서 변형이 작게 일어나지만 건조효과와 건조 후 분리의 편이성 측면에서 격자형태의 1.5 mm × 1.5 mm 구멍 크기일 때 가장 건조성능이 좋은 것으로 나타났다. 건조시간의 영향 분석에서는 건

조도 상, 흡수율 3.7%, 변형도 12.1 mm, 수축율 19.8%로 나타난 건조온도 70°C에서 건조시간 2시간의 경우가 우수한 것으로 나타났다. 건조된 김부각의 튀김조건에서는 변형과 관능평가의 식감 측면에서 옥수수기름으로 튀긴 경우에 170°C에서 15초간 튀김이 적합 튀김조건으로 판단하였다. 건조과정을 생략하고 바로 튀김김부각을 제조하는 경우에는 작업능률을 고려하여 210°C에서 2 - 3분 동안 튀겨 상온에서 템퍼링(tempering)하는 것이 적절한 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업(109053-2)에 의해 이루어진 것임.

참고 문헌

- Choi YS. 2012. Development of a Mechanical System for Producing Kimbugaks. Final report. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- Choi YS, Oh KH, Yoo SN, Lee KW. 2013. Development of a pasting & garnishing machine for Kimbugak. Proceedings of the KSAM 2013 Autumn Conference. pp. 199-200.
- Choi YS. 2014. Apparatus for Manufacturing Kimbugak. Korea Patent 10-1369484.
- KOrean Statistical Information Service. 2014. Fishery production survey. Available at: http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/3/index.board?bmode=read&aSeq=333889.
- Ok CW. 2014. Grill Processed Laver-boogak, Apparatus Manufacturing It, and Method for Manufacturing It. Korea Patent 10-1466001.
- Park BH, Choi HK, Cho HS. 2001. A study on the oxidative stability and quality characteristics of Kimbugak made of aqueous green tea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30(3): 557-564.
- Park, J.H. 1998. Biological active substance of Porphyra spp. J. Food & Nutrition Hanyang Women's College, 12, 107-128.