

## 압출성형 고춧가루 침출 및 살균특성

안남근 · 류기형  
공주대학교 식품공학과

### Release and Sterilization Characteristics of Extruded Red Pepper

Nam-Keun Ahn and Gi-Hyung Ryu

Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan,  
Choongnam 340-800 Korea

#### Abstract

The objective of this work was to investigate the effect of screw speed on release pattern and sterilization characteristics of extruded red pepper. Red pepper powder was extruded with screw speed at 200 and 300 rpm by using a lab scale twin-screw extruder. Color density of extract in distilled water and 70% ethanol was measured through spectrophotometer at 420(redness) and 520 nm(brownness). Oleoresin was extracted in 90% ethanol to determine extraction yield. Higuchi model was employed to analyze the release rate constant(k) of extract. It was found that release rate constant of extruded red pepper( $k=0.1734 \text{ min}^{-1/2}$ ) was better than control( $k=0.0979 \text{ min}^{-1/2}$ ). Extraction with 70% ethanol solvent was significantly better than distilled water. Extraction yield of oleoresin for extruded red pepper and control was 26.71% and 23.7% respectively. Water solubility index(WSI) showed that extruded red pepper had higher WSI(17.50%) than that of control(12.87%). The microbial test showed that extruded red pepper had less count( $4.6 \times 10^3$ ) in plate count test than control( $5.4 \times 10^7$ ).

**Key words:** red pepper powder, extrusion-cooking, release pattern, sterilization

## 서 론

고추의 맛과 향은 음식에 다양한 풍미를 부여하는 향신료로 널리 이용되고 있다. 최근 고추는 향신료의 범위를 넘어 각종 생리활성을 가지고 있는 것이 밝혀짐에 따라 식품제조용 및 조미료뿐 아니라 새로운 관점에서 그 중요성이 인식되고 있다(Kim *et al.*, 1990).

고추의 성분은 캡사이신(capsaicin)과 오레오리신(oleoresin)이 대표적인데, 캡사이신은 고추의 주된 매운 성분으로 인체 내 약리작용 및 암 예방 뿐만 아니라 치료제로서의 개발 가능성도 있다. 오레오리신의 추출에 사용되는 용매는 물, 알코올류, n-

hexane을 비롯하여 다양한 유기 용매를 사용하고 있다. 휘발성 향미성분이나 기능성 성분이 함유된 향신료를 개발하기 위하여 특정 성분만을 추출하는 선택적 추출법이 가능하다(Andrews, 1984).

압출성형공정은 생물 고분자 물질을 고온, 고압, 고전단력에서 가공하므로 수용성 성분의 용출이 용이해져 용해도가 증가할 뿐 아니라 혼합, 분쇄, 가열, 성형 등의 단위조작이 압출성형기 내부에서 2~3분 동안의 단시간에 동시에 일어나므로 다른 열처리 공정보다 효율적이고 경제적인 공정이다(류기형, 2003). 최근 압출성형공정이 인삼의 추출율을 향상시키기 위한 전처리 공정으로 적용되었다. 백삼을 압출성형하여 홍삼화하는 공정에서 압출성형백삼의 열수추출수율은 원료백삼과 비교하여 압출성형온도와 사출구의 직경에 따라 차이는 있지만 85~100% 증가했다는 보고도 있다(김봉수와 류기형, 2005).

또한 고춧가루 내의 미생물을 살균하기 위하여 고춧가루, 물엿, 혼합조미료, 소르빈산칼륨, MSG 등

Corresponding author: Gi-Hyung Ryu, Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan, Choongnam 340-800 Korea  
Phone: +82-41-330-1484, Fax: +82-41-335-5944  
E-mail: ghryu@kongju.ac.kr

을 혼합 슬에 넣고 혼합한 다음 살균 슬에서 65~68°C에서 20~25분 살균하거나 90~93°C에서 10분씩 3회 반복하여 살균하는 방법도 있다(Lee *et al.*, 1996). 반면에 압출성형을 이용할 경우 고온, 고압에 의한 살균이 1~2분 동안 단시간에 일어나므로 다른 열처리공정보다 효율적이고 경제적으로 미생물을 살균할 수 있다(류기형, 2003). 곡류식품 소재인 동결건조 발아현미( $2 \times 10^5$  cfu/g)를 수분함량 25%와 사출구온도 70°C에서 압출성형한 발아현미에서 미생물이 검출되지 않아 곡류소재의 살균에 압출성형공정의 응용이 가능하다(김철 등, 2005).

압출성형공정에서 조절 가능한 독립변수는 원료 투입속도, 수분함량, 배열온도, 스크루 회전속도, 사출구 및 스크루의 재원과 배열 등이다. 독립변수의 조절에 의해 목적하는 제품의 특성을 조절할 수 있고 다양한 특성을 가지는 제품을 생산할 수 있으며(Meuser과 Wiedmann, 1989) 스크루 회전에 의한 전단력이 원료에 작용해 세포벽을 비롯한 입자를 파괴시켜 침출속도의 증가가 가능하다.

그러므로 본 연구는 스크루 회전속도(200, 300 rpm)를 달리하여 제조한 압출성형 고춧가루 성분의 침출패턴과 침출속도, 오레오리신의 추출수율, 수분용해지수, 수분흡착지수와 미생물지표로서 일반세균수를 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험에 사용한 고춧가루는 재래시장에서 구입한 것으로 수분함량은 7.0%이며, 입자크기를 80 mesh 이하로 하여 압출성형 시료로 사용하였다. 침출용 매로는 증류수와 70% 에탄올용액을 사용하였다.

### 압출성형공정

압출성형 고춧가루의 제조는 쌍축 동방향 압출성형기(THK 3IT, 인천기계)를 사용하였으며 스크루 배열은 Fig. 1과 같다. 스크루 직경은 2.9 cm이며 길이와 직경비(L/D ratio)는 25:1이었고 사출구는 원형으로 직경이 3.0 mm인 것을 사용하였다. 배열의 온도는 전열기와 냉각수를 사용하여 100°C로 고정하였으며, 스크루 회전속도는 200 rpm과 300 rpm으로 조절하였다. 원료 사입량은 163 g/min으로 고정하였으며, 물의 사입량은 23 g/min으로 하였다. 압출성형 고춧가루는 50°C에서 열풍건조한 후 입자크기를 80 mesh로 분쇄하여 비닐용기에 밀봉하여 냉

장 보관한 시료로 사용하였다.

### 침출특성 및 침출속도상수

침출특성을 알아보기 위해 압출성형 고춧가루를 200 mL의 증류수와 70% 에탄올 용액에 시료 5 g (건물량 기준)을 티백에 담아 50°C로 조절된 항온수조(SWB 10, Jeio Tech)에서 임펠러를 100 rpm으로 작동하면서 침출하였다. 침출시간 1, 3, 5, 10, 15분마다 침출용액을 10 mL씩 채취하여 4000 rpm에서 20분간 원심분리하고 분광광도계(Tu-1800pc, Human Co., Korea)를 사용하여 원심분리한 상등액을 파장 420 nm와 520 nm에서 흡광도, 즉 적색도와 갈색도를 측정하였다.

압출성형 고춧가루 침출액의 적색도와 갈색도는 고춧가루 성분의 침출정도를 나타낼 수 있는 지표가 될 수 있었으며 침출속도상수(release rate constant, k)는 Higuchi식(Higuchi, 1963)을 응용하여 압출성형 고춧가루 시료의 초기 침출시간(0~15분)의 제곱근에 따른 고춧가루 성분의 침출량의 지표인 갈색도와 적색도의 변화를 나타낸 1차식의 기울기로부터 각각 구하였다.

$$A = k\sqrt{t} \quad (1)$$

A = Absorbance at release time at 1, 3, 5, 10, 15 min

k = Release rate constant(min<sup>-1/2</sup>)

t = Release time(min)

### 오레오리신 추출수율

오레오리신의 추출수율은 입자크기가 80 mesh인 시료와 90% 에탄올 용액을 추출용매로 하여 열수 추출법을 이용하여 측정하였다(이영수와 장규섭, 2002). 고춧가루 3 g과 에탄올 100 mL을 넣어 온도 60°C, 100 rpm으로 조절된 항온수조(SWA-10, Jeio Tech)에 넣어 5, 10, 20, 30 40분 경과 후 시료를 채취하여 여과한 여액을 진공 농축기로 오레오리신을 농축하였다. 추출수율은 여과박을 130°C 건조기에서 2시간 동안 건조시켜 얻어진 고형분의 무게와 시료와의 무게차이를 건조시료에 대한 백분율을 계산하여 나타내었다(식 2).

Extract yield =

$$\frac{\text{Sample wt.} - \text{Dred filter cake wt.}}{\text{Sample wt.}} \times 100 \quad (2)$$

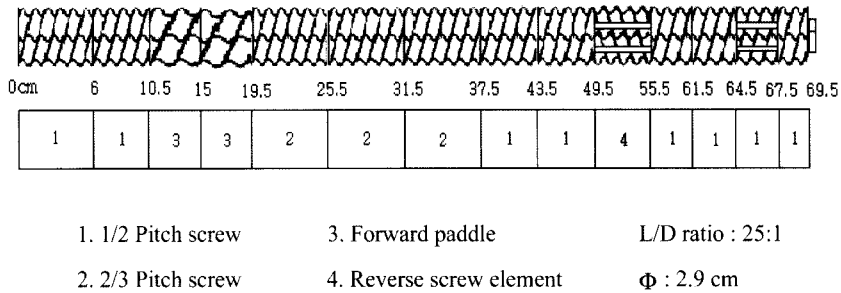


Fig. 1. Screw configuration for extrusion-cooking of red pepper powder (Model THK 31T).

수분흡착지수와 수분용해도지수

압출성형 고춧가루의 수분흡착지수(WAI, water absorbtion index)와 수분용해지수(WSI, water solubility index)를 AACC 방법(AACC, 1983)을 응용하여 측정하였다. 시료 1g(건량기준)을 튜브에 담고 증류수 25 mL을 혼합한 후 30°C의 항온수조(SWB 10, Jeio Tech)에서 30분간 교반한 현탁액을 원심분리기(H-1000-3, Hanil Science Industrilal Co.)를 사용하여 3000 rpm으로 20분간 원심분리하였다. 상등액은 알루미늄접시에 부어 130°C의 열풍건조기(HB-502MP, Han Beak Co.)에서 2시간 동안 건조하여 고형분 함량을 측정하였다. 상등액을 제거 시킨 다음 시료무게를 칭량하여 수분흡착지수를 식(3)에 대입하여 계산하며, 건조시킨 알루미늄 접시의 고형분 무게를 칭량하고 식(4)에 대입하여 수용성지수를 계산하였다.

$$WAI(g/g) = \frac{\text{Hydrated Sample wt.} - \text{Dry Sample wt.}}{\text{Dry Sample wt.}} \quad (3)$$

$$WSI(\%) = \frac{\text{Dry solid wt. recovered by evaporating the supernatant} \times 100}{\text{Sample wt.}} \quad (4)$$

미생물균수

고춧가루의 미생물측정 실험은 Chung and Han (2003)의 방법을 응용하여 일반세균을 검사대상으로 하였다. 각각의 시료 1 g을 0.85% 생리식염수 10 mL이 들어있는 시험관에 넣어주고 잘 섞어준 다음 연속 희석하였다. 각각의 희석액에서 1 mL씩 취하여 배지(PCA, Plate Count Agar)에 pour planting하고 37°C 인큐베이터(VS-1203P3, Vision Scientific Co.)에서 24시간 배양한 후 일반세균수를 측정하였다.

결과 및 고찰

압출성형 고춧가루의 침출패턴

Fig. 2a,b는 원료 고춧가루(대조군)와 스크루 회전 속도 200 rpm과 300 rpm에서 압출성형한 고춧가루를 침출용매 증류수와 70% 에탄올을 사용했을 때 침출시간에 따른 갈색도와 적색도의 변화를 나타낸 것이다. 침출시간의 경과와 함께 갈색도와 적색도는 증가하는 경향을 나타내었으며, 원료 대조군보

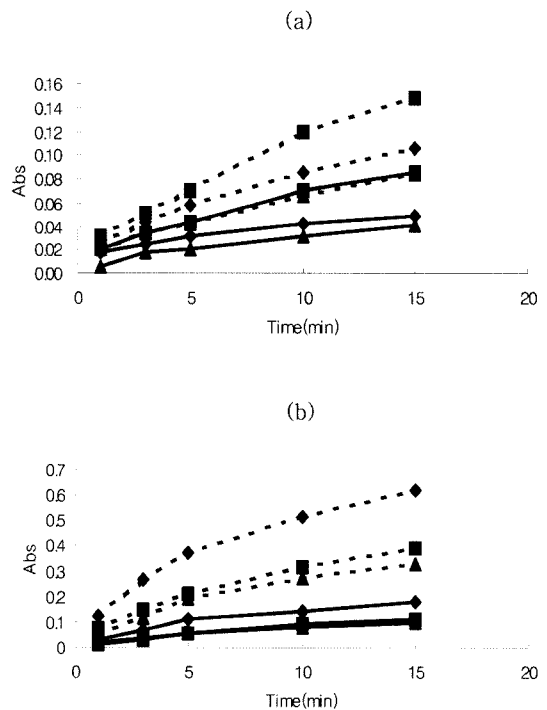


Fig. 2. Release pattern of extruded red pepper in distilled water(a) and 70% ethanol(b). ... Redness(420 nm) and - Brownness(520 nm); Control ▲ , 200 rpm ■ , 300 rpm ◆ .

다 압출성형 고춧가루분말이 침출시간 1~15분에서 갈색도와 적색도가 높았다.

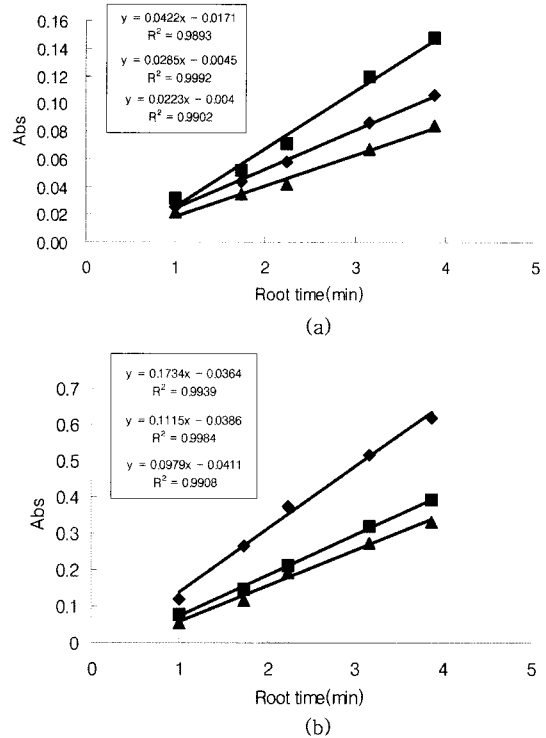
한편 추출용매를 증류수와 70% 에탄올을 사용했을 때 대조군과 압출성형 고춧가루의 침출패턴을 보면 증류수일 때 300 rpm보다 200 rpm에서 침출액의 갈색도와 적색도가 높았지만 70% 에탄올로 침출시켰을 때 300 rpm에서 갈색도와 적색도가 높았다. 이러한 결과는 스크루 회전속도가 300 rpm에서 200 rpm으로 감소할수록 체류시간이 증가하는 반면에 투입되는 비기계적 에너지의 감소할 때 특정용매에 용출되는 고춧가루 성분의 차이인 것으로 판단되었다.

고춧가루 대조군과 비교하여 압출성형 고춧가루를 증류수와 70% 에탄올을 사용했을 때 고춧가루 성분의 침출량의 증가는 압출성형을 할 때 투입되는 비기계적에너지에 의한 고추 세포벽의 파괴가 증가하기 때문으로 판단되었다. 압출성형한 고춧가루 침출량의 증가는 백삼을 압출성형하였을 때 침출량이 증가하는 것과 동일한 결과를 보였다(김봉수와 류기형, 1005).

**침출속도상수**

Fig. 3a,b는 증류수와 70% 에탄올용매에서 압출성형 고춧가루의 침출시간의 제곱근에 따른 갈색도와 적색도의 변화를 나타낸 것으로 1차식의 기울기로부터 침출속도상수를 계산하였다. 대조군과 비교하여 압출성형 고춧가루의 침출속도가 크게 증가하였다. 침출시간에 따른 고추성분 침출량의 지표인 갈색도 및 적색도와 마찬가지로 침출용매가 증류수일 경우 200 rpm가 300 rpm보다 침출속도가 0.0422 min<sup>-1/2</sup>로 높았다. 반면에 70% 에탄올일 경우 스크루 회전속도 300 rpm에서 침출속도는 높은 값(0.1734min<sup>-1/2</sup>)을 나타내었다.

Table 1은 원료 고춧가루 대조군과 스크루 회전속도 200 rpm과 300 rpm에서 압출성형한 고춧가루를 증류수와 70% 에탄올로 침출했을 때 갈색도와 적색도에 대한 침출속도를 나타낸 것이다. 스크루 회전속도에 따른 침출속도상수는 증류수를 용매로 사용할 때 갈색도의 경우 스크루 회전속도가 200 rpm 일 때 가장 높은 값(0.0422 min<sup>-1/2</sup>)을 보였고 압출성형을 하지 않은 원료가 가장 낮은 값(0.0111 min<sup>-1/2</sup>)을 나타내었다. 70% 에탄올용매의 경우 갈색도는 스크루 회전속도 300 rpm일 때 가장 높은 값(0.1734 min<sup>-1/2</sup>)을 보였으며 원료 고춧가루가 가장



**Fig. 3. Absorbance at 420 nm versus root release time at screw speed 200 and 300 rpm. (a) Distilled water and (b) 70% ethanol. Control ▲, 200 rpm ■, 300 rpm ◆.**

**Table 1. Release rate constant of extruded red pepper at different screw speed and solvent**

Screw speed (rpm)	Wavelength (nm)	Release rate constant(min <sup>-1/2</sup> )	
		Distilled water	70% Ethanol
200	420	0.0422	0.1115
	520	0.0223	0.0336
300	420	0.0285	0.1734
	520	0.0111	0.0504
control	420	0.0223	0.0979
	520	0.0068	0.0304

낮은 값(0.0979 min<sup>-1/2</sup>)을 나타내었다.

압출성형공정을 거친 고춧가루의 침출시간에 따른 침출량의 증가와 같이 침출속도도 크게 증가하였으며 증류수보다 70% 에탄올 용매로 침출시킬 때 침출속도가 증가하는 경향을 보였다. 또한 침출속도는 스크루 회전속도와 침출용매에 따라 차이가 있었으며 침출용매가 증류수일 때 200 rpm, 70% 에탄올 용매에서 스크루 회전속도 300 rpm에서 침

출속도가 높았다. 침출용매에 따른 침출량과 침출 속도의 차이는 증류수에 용해되지 않고 70% 에탄올에 용해되는 고춧가루에 포함된 지용성 성분 때문으로 판단되며, 스크루 회전속도 200 rpm보다 300 rpm에서 침출속도가 증가하는 것은 스크루 회전속도 300 rpm에서 비기계적 에너지 투입량의 증가에 따른 지용성 성분의 침출이 용이해져서 침출속도상수가 증가하는 것으로 판단되었다.

**오레오리신의 추출수율**

압출성형 고춧가루의 침출시간에 따른 오레오리신 수율변화를 Table 2에 나타내었다. 추출시간이 증가할수록 추출수율이 증가하였으며 추출시간 5분에서 20분 사이는 급격히 증가하였으며 30~40분 경과 후 증가율이 감소하는 경향을 보였다. 추출시간 40분에서 추출수율은 대조군 23.70%, 스크루 회전속도 200 rpm에서 25.43%, 300 rpm에서 26.71%로 스크루 회전속도가 200 rpm에서 300 rpm으로 증가함에 따라 오레오리신의 추출수율이 증가하였다.

**수분용해지수와 수분흡착지수**

압출성형물 고춧가루와 고춧가루 원료의 수분용해지수와 수분흡착지수를 Table 3에 나타내었다. 압출성형 고춧가루(스크루 회전속도 200 rpm)와 원료의 수분용해지수는 17.50%와 12.87%로 나타났으며, 압출성형 고춧가루의 경우 스크루 회전속도 200 rpm이 300 rpm보다 2.02% 증가하였다. 수분흡착지수도 수용성지수와 마찬가지로 스크루 회전속도 300

**Table 2. Oleoresin extract yield of red pepper at different screw speed**

Extraction time(min)	Extract yield(%)		
	200 rpm	300 rpm	Control
5	16.42	17.19	14.52
10	17.35	20.49	15.56
20	22.34	22.17	19.18
30	24.59	25.82	20.74
40	25.43	26.71	23.70

**Table 3. Water solubility index(WSI) and water absorption index(WAI) of extruded red pepper at different screw speed**

Screw speed(rpm)	WAI	WSI(%)
200	4.68	17.50
300	4.24	15.48
Control	3.46	12.87

**Table 4. Colony number in extruded red pepper at different screw speed**

Screw speed(rpm)	Colony(cfu/g)
200	$4.8 \times 10^3$
300	$4.6 \times 10^3$
Control	$5.4 \times 10^7$

rpm보다 200 rpm에서 0.44 정도 높게 측정되었다.

일반적으로 압출성형과정에서 동반되는 열에너지 흡수와 전단력에 의해 원료의 입자가 수용화되어 용출되기 때문에 수분용해지수와 같이 수분흡착지수가 증가한다(Han *et al.*, 1998). 본 실험에서 수분용해지수와 흡착지수가 증가한 것은 압출성형을 통해 고춧가루의 입자 구조가 변화되어 수용성 성분이 증가한 것으로 판단되었다.

**미생물 균수**

고춧가루 내의 미생물수를 줄이거나 완전히 사멸시키기 위해 압출성형공정을 통한 일반세균수의 변화는 Table 4와 같다. 압출성형을 하지 않은 원료는  $5.34 \times 10^7$  cfu/g 으로 측정되었으나 압출성형 고춧가루의 균수는  $4.6 \times 10^3$  cfu/g 으로 압출성형공정으로 미생물이 감소된 것을 보여주었다.

후추 가루를 압출성형했을 때 살균특성을 검토한 결과 원료 공급량 20 kg/hr에서 제품 중의 잔존 생균수는  $10^5$  cfu/g에서  $10^3$  cfu/g이하로 되었고 관능 검사 결과 품질에 변화가 없었다고 보고하였다(이철호 등, 1995). 이러한 연구결과는 본 실험에서 압출성형과정 중에 미생물이 사멸되어 고춧가루의 미생물이 감소한 것과 유사한 결과였다.

이상의 결과에서 압출성형공정은 고춧가루에 존재하는 미생물의 살균과 함께 고춧가루에 포함된 성분의 추출율과 속도를 향상시킬 수 있다는 것을 알 수 있었다.

**요 약**

본 실험은 고춧가루 원료(대조군)과 스크루 회전속도(200 rpm, 300 rpm)를 달리하여 압출성형한 고춧가루의 특성을 비교하기 위하여 침출패턴과 속도, 오레오신 수율, 수분용해도, 미생물 균수를 측정하였다. 침출용매로 증류수와 70% 에탄올을 사용하여 침출시간(1, 3, 5, 10, 15분)에서 고춧가루 성분의 침출지표로서 적색도와 갈색도를 420 nm와 520 nm에서 흡광도를 측정하여 침출패턴과 속도상수를 결

정하였다. 압출성형 고춧가루는 대조군과 비교하여 각각의 침출시간에서 적색도와 갈색도는 높았으며 증류수보다 에탄올을 용매로 사용했을 때가 침출율이 높게 나타났다. 스크루 회전속도에 따른 침출속도는 증류수의 경우 200 rpm, 70% 에탄올의 경우 300 rpm에서 가장 높았다. 한편 압출성형 고춧가루의 오레오신 수율이 대조군보다 높았으며 스크루 회전속도 300 rpm에서 높은 수율을 보였다. 압출성형 고춧가루의 수분흡착도와 수용성지수는 침출속도와 마찬가지로 압출성형을 통해 증가하였으며 스크루 회전속도 200 rpm에서 300 rpm로 증가할 때 수용성지수는 15.48%에서 17.50%로 증가하였다. 미생물실험에서 대조군  $5.4 \times 10^7$ , 압출성형 고춧가루의 경우 스크루 회전속도 200 rpm에서  $4.8 \times 10^3$ , 300 rpm에서  $4.6 \times 10^3$ 으로 압출성형을 통해  $10^4$ 으로 크게 감소하였다.

### 참고문헌

- 김봉수, 류기형. 2005. 사출구 온도와 구조에 따른 압출성형백삼의 추출특성. 한국식품영양과학회지 **34**(4): 544-548
- 김철, 박희용, 류기형. 2005 압출성형과 동결건조곡류의 특성. 한국식품과학회지 **37**(5): 757-762
- 류기형. 2003. 국내·외 홍삼제품현황 및 홍삼화 공정. 식품산업과 영양 **8**(2): 38-42
- 이영수, 장규설. 2002. 고춧가루 입자크기가 고추 Oleoresin 추출속도에 미치는 영향. 한국산업식품공학회 **6**(3): 263-267
- 이철호, 김종배, 한억, 임재각, Noguchi A, Hayakawa I, Isobe A, Oda Y. 1995. 식품 *Extrusion 기술(II)*. pp. 100-104, 147-159
- AACC. 1983. Method 56-20. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA
- Andrews, J. 1984. Peppers: The domesticated capsicums, University of Texas Press, Texas USA. p. 45
- Chung, S.S. and Y.S. Han. 2003. Consumer's recognition, nutrient composition and safety evaluation of commercial sunsik and saengik. *Korean J. Food Culture* **18**(3): 235-243
- Han, O., S.H. Lee, H.Y. Lee, Y.M. Kim, and B.L. Min. 1988. Physicochemical characteristics of rice flour gelatinized by extrusion-cooking. *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**(4): 470-475
- Higuchi, T. 1963. Mechanism of sustained-action medication. Theoretical analysis of solid dispersed in solid matrix. *J. Pharm. Sci.* **52**(12): 1145-1149
- Kim, H.K., K.S. Jo, M.H. Park, Y.S. Chang, and Z.I. Shin. 1990. Comparison of sorption characteristics of red pepper powders with their seeds mixing ratio. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**: 817-823
- Lee, J. M., N.S. Oh, and M.S. Han. 1996. Bacterial distribution of *Kochujang*(in Korean), *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**: 260-266
- Meuser, F. and W. Wiedmann. 1989. Extrusion plant design. In *Extrusion Cooking*. Mercier C, Linko P, Harper JM, eds. AACC. St. Paul, MN. pp. 91-155