

## 상백피, 곰피 및 강황 추출물 첨가에 의한 카스텔라의 저장성 및 품질증진 효과

윤소영<sup>1</sup> · 최정수<sup>2</sup> · 이소영<sup>1</sup> · 김꽃봉우리<sup>1</sup> · 송유진<sup>1</sup> · 김서진<sup>1</sup> · 이소정<sup>1</sup> · 이청조<sup>1</sup> · 김태완<sup>3</sup> · 안동현<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>부경대학교 식품공학과/식품연구소

<sup>2</sup>경남정보대학 식품과학계열

<sup>3</sup>안동대학교 식품생명공학과

### Effect of *Morus alba* Root Bark, *Ecklonia stolonifera*, and *Curcuma aromatica* Extracts on Shelf-life and Quality of Castella

So-Young Yoon<sup>1</sup>, Jung-Soo Choi<sup>2</sup>, So-Young Lee<sup>1</sup>, Koth-Bong-Woo-Ri Kim<sup>1</sup>, Eu-Jin Song<sup>1</sup>, Seo-Jin Kim<sup>1</sup>, So-Jeong Lee<sup>1</sup>, Chung-Jo Lee<sup>1</sup>, Tae-Wan Kim<sup>3</sup>, and Dong-Hyun Ahn<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science & Technology/ Institute of Food Science, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

<sup>2</sup>Subdivision of Food Science, Kyungnam College of Information and Technology, Busan 616-701, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food Science & Biotechnology, Andong National University, Gyeongbuk 760-749, Korea

#### Abstract

This study was to examine the shelf life and qualities of castellas added with mixture of *Morus alba* root bark (MA), *Ecklonia stolonifera* (ES), and *Curcuma aromatica* (CA) extracts (MECE). The result of total microbial cell count showed that castellas with MECE were increasing storage time, especially at the rate of MA : ES : CA = 0.75:0.75:0.5, and was reduced about 3 log cycle as compared to that of control. Also castellas with MECE were shown to have the highest antioxidant effect by Rancimat method. In the color, redness of castellas diminished with increasing amounts of MECE in castellas while conversely, lightness and yellowness increased. In sensory evaluation, the castella containing MA 0.25%, ES 0.25% and CA 0.125% were preferred than the control. These results suggest that the addition of MA 0.25%, ES 0.25% and CA 0.125% in castella positively improved the preservation and development of quality.

**Key words:** *Morus alba* root bark, *Ecklonia stolonifera*, *Curcuma aromatica*, castellas, preservation

#### 서 론

근래 생활의 간편화와 서구화로 인한 식생활의 변화로 쌀 위주의 전통적 식사 패턴에서 벗어나 빵류를 주식대용으로 소비하는 경향이 날로 증가하고 있는 추세이다. 또한 소비자의 건강에 대한 관심이 고조되면서, 기존의 재료보다는 기능성 부재료를 첨가하여 만든 건강지향적인 식품류를 선호하고 있어 제빵 산업에서도 고품질, 고기능성 건강 제빵류 개발이 활발히 진행되고 있다. 또한 소비자들의 건강 지향적 욕구가 증대됨에 따라 식품의 보존성 연장을 위해 사용하던 합성 보존제에 대한 기피현상이 두드러지고 있으며, 이로 인해 현재 국내의 제빵 산업체의 대부분은 보존료를 사용하지 않고 있다. 따라서 미생물학적 오염에 대하여 무방비한 상태이며, 특히 온도와 습도가 높은 하절기의 경우 유통기한 중에 곰팡이가 발생하여 연간 3~5%가 폐기되고 있다(1). 이에 따라 기능성 및 저장성을 고려한 식품소재를 부재료로 이용해 건강뿐만 아니라 빵의 노화 방지 및 저장성, 제품의

맛과 향의 개선에도 효과적으로 이용하고자 하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이러한 연구로는 대추추출액(2), 녹차가루(3)를 첨가한 빵의 품질특성, 파베기모자반(4), 다시마(5)를 첨가한 빵의 저장성 및 품질 증진 효과, 파래(6)를 이용한 빵 반죽의 이화학적 물성에 대한 연구가 있으며, 그 외에도 양파 분말(7), 마 분말(8), 단호박(9), 인삼분말(10), 청국장(11) 등을 첨가하여 빵에 기능성을 부여하거나 빵의 품질을 증진시킨 연구가 보고되고 있다.

상백피는 뽕나무(*Morus alba*)뿌리 껍질을 말린 것으로써 예로부터 전해제, 항염증제(12), 이노제(13) 등으로 한방제에 널리 사용되어 온 생약의 하나이며, 혈당강하(14), 항산화(15) 및 항균성(16-20) 등에 관한 생리활성을 가지는 것으로 보고되고 있다. 강황은 열대아시아가 원산으로 국내에서는 강황(*Curcuma aromatica*)속 식물이 자생하지 않으며 열대 지방 및 중국의 남부지방에 자생, 재배되는 생강과의 다년생 초본이다(21). 최근 강황의 약리효과가 알려지면서 항산화효과(22), 항균효과(23) 등이 구명되었고 강황의 주요성

\*Corresponding author. E-mail: dhahn@pknu.ac.kr  
Phone: 82-51-629-5831, Fax: 82-51-629-5824

분인 curcumin의 동맥 경화 억제(24), 항염증(25) 및 항암 효과(26) 등이 보고되었다. 한편 다년생 해조류인 곶피는 온대성 해조류로 우리나라에서는 동해안 남부에 주로 분포한다(27). 곶피의 생리활성성분에 대한 보고로는 항혈액응고성(28), 발암성 heterocyclic amine에 대한 돌연변이원성 억제인자(29), 항산화효과(30) 등이 보고되고 있다.

한편, 카스텔라는 스펀지케이크의 일종으로 밀가루, 달걀, 설탕이 주재료이며 다른 스펀지케이크와 달리 물엿이 사용 되는 것이 특징인데, 부드럽고 입에 닿는 감촉이 좋으며, 약한 탄력성을 가지고 있어 모든 연령층에서 즐기는 제빵류이다(31). 그러나 보수력과 밀접한 상관성을 가지는 수분함량이 높기 때문에 유통과정 중에 곰팡이나 *Bacillus* 등과 같은 미생물에 쉽게 노출되어지며(1), 부패가 쉬워 저장기간이 짧은 문제점 등이 있다. 이에 본 연구에서는 소비자들의 욕구를 충족시키기 위하여 식품의 저장성과 품질을 증진시킬 수 있는 천연 추출물을 개발하기 위한 일환으로 생리활성물질을 함유하고 있는 상백피, 강황 및 곶피의 혼합 추출물을 카스텔라에 첨가하여 카스텔라의 저장성, 품질증진 및 관능 개선 효과에 대해 살펴보았다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

곶피(*Ecklonia stolonifera*)는 남해안에서 채취하여 수세 후 건조하였고, 상백피(*Morus alba* L.)와 강황(*Curcuma longa*)은 경남 양산의 한의원에서 구입하였다. 건조된 이들 시료는 분쇄한 후 -20°C에서 보관하며 실험에 사용하였다.

### 추출물 제조

상백피 및 강황 분말에는 10배의 발효주정을 가하고, 건조 분쇄된 곶피에는 10배 양의 증류수를 가한 후, 교반기(H-0802, Dongwon Science Co., Busan, Korea)를 이용하여 실온에서 24시간 추출하였다. 추출 후 원심분리기(UNION 32R, Hanil Co., Incheon, Korea)로 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 후 상층액을 취하고 잔사는 이와 동일한 방법으로 2회 반복하여 추출하였다. 수집한 상층액 중 상백피 및 강황 추출액은 감압여과 하여 37°C에서 회전증발농축기(RE200, Yamato Co., Tokyo, Japan)로 1회에 가한 용매량의 1/10으로 농축하였으며, 곶피 추출액은 바로 동결건조 시킨 후 진공 포장하여 -20°C에 보관하면서 사용하였다.

### 카스텔라의 제조

Table 1의 배합비에 따라 제조하였다. 전란, 난황, 설탕, 물엿을 중탕하여 65°C까지 올린 후 유화제를 넣고 휘퍼를 믹싱하고, 박력분, 베이킹파우더를 혼합하였다. 여기에 우유, 정종, 추출혼합액, 용해한 버터를 혼합한 후 카스텔라 나무틀에 60~70% 팬닝 하였다. 이것을 하단 160°C, 상단 170°C인 오븐에서 50~60분간 구웠다. 오븐에서 꺼낸 카스

Table 1. Recipe for preparation of the castellas<sup>1)</sup> (Unit: %)

	Control	I	II	III
Eggs	30	30	30	30
yolk	16	16	16	16
Sugar	18	18	18	18
Starch syrup	5	5	5	5
Emulsifier (SP)	1	1	1	1
Weak flour	20	20	20	20
Baking powder	0.5	0.5	0.5	0.5
Milk	3	3	3	3
Refined rice wine	3	2.375	1.75	1.0
Butter	3.5	3.5	3.5	3.5
<i>Morus alba</i> L.	0	0.25	0.5	0.75
<i>Curcuma aromatica</i>	0	0.125	0.25	0.5
<i>Ecklonia stolonifera</i>	0	0.25	0.5	0.75

<sup>1)</sup>Control: untreated, I: castella with *Morus alba* root bark 0.25%, *Ecklonia stolonifera* 0.25% and *Curcuma aromatica* 0.125%, II: castella with *Morus alba* root bark 0.5%, *Ecklonia stolonifera* 0.5% and *Curcuma aromatica* 0.25%, III: castella with *Morus alba* root bark 0.75%, *Ecklonia stolonifera* 0.75% and *Curcuma aromatica* 0.5%.

텔라를 실온에서 방냉시킨 후, 포장하여 온도 10°C, 상대습도 80%의 인큐베이터(Dongwon)에서 15일간 저장하며 실험하였다.

### 일반세균 및 곰팡이수 측정

각 시료를 무균적으로 2 g 채취하여 멸균 PBS(phosphate buffered saline, pH 7.4)용액 10배량을 가한 후 1,000 rpm에서 1분간 균질화(AM-7, Ace homogenizer, Nihonseiki, Japan)한 다음 10배 희석법으로 희석하였다. 일반세균수는 시료 희석액을 PCA(Plate count agar) 배지에 도말하고 37°C에서 24시간 배양한 후 형성된 colony수를 측정하였으며, 곰팡이 수는 시료 희석액을 PDA(Potato dextrose agar) 배지에 도말하고 실온에서 3~5일간 배양하여 형성된 colony수를 측정하였다.

### 산화안정성 평가

카스텔라의 산화안정도를 측정하기 위해 rancimat(743, Metrohm Co., Herisau, Swiss)을 사용하였다. 돈지 2.5 g에 분쇄한 카스텔라를 0.5 g 첨가한 후 80°C에서 시간당 20 L의 여과된 공기를 주입시켜 산화를 유도하였다. 이때 발생하는 휘발성 산화생성물을 65 mL의 증류수가 들어있는 플라스틱 원통에 이행시켜 전도도(conductivity) 정도를 측정하였다. 휘발성 산화생성물의 생성으로 나타나는 전기전도도의 변화에 따라 반응 개시의 전도도로부터 전도도가 급격히 증가하는 시점까지를 유도기간(induction time, IT)으로 계산하여 천연추출물 혼합액을 첨가한 카스텔라의 산화안정도를 측정하였다. 항산화력 비교는 혼합추출물을 첨가하지 않은 시료를 대조구로 하여 산출한 산화보호지수(protection factor, Pf)로서 표시하였다.

$$Pf (\text{protection factor}) = \frac{\text{혼합추출액 첨가구의 유도기간}}{\text{무첨가의 유도기간}}$$

### pH

카스텔라를 분쇄한 뒤 5 g을 취하여 10배량의 증류수를 혼합하고, 10,000 rpm에서 2분간 homogenizer(AN-7, Ace homogenizer, Nihonseiki, Japan)로 균질화 한 다음 pH meter(HM-30V, Toa, Kobe, Japan)로 측정하였다.

### 수분함량

분쇄한 카스텔라 1 g을 취하여 알루미늄 호일에 균일하게 펼친 후 AOAC(32) 105°C 상압가열 건조법에 의하여 측정하였다.

### 색도

분쇄한 시료 3.5 g을 색도 측정용 cell에 채워 넣은 후 색차계(JC 801, color techno system Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 각각의 색도를 L\*, a\*, b\* 값으로 각각 명도, 적색도 및 황색도로 나타내었다. 이때 사용된 표준백판의 값은 L\*=93.73, a\*=-0.12, b\*=0.11이었다.

### 물성

카스텔라를 2.0×2.0×2.0 cm의 크기로 절단한 후 test force 100 g, test distance 5.0 mm, test speed 1.0 mm/s의 조건으로 Texture meter(T1-AT2, SMS Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

### 관능평가

관능평가는 훈련된 16명의 panel를 대상으로 7점법을 이용하여 외부와 내부 색, 형태, 향, 맛, 질감 및 전체 기호도 검사를 실행하였다.

### 통계처리

각 실험에 대한 유의차 검정은 SAS software에서 프로그램 된 general linear procedures, least square 평균값을 분산 분석한 후  $\alpha=0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test에 따라 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반세균수 및 곰팡이 수

상백피, 곰피 및 강황 추출물을 첨가하여 제조한 카스텔라를 15일간 저장하며 일반세균수와 곰팡이 수를 측정하고 결과 저장 기간 동안 추출물의 농도에 의존적으로 미생물의 생육이 억제되는 것을 확인할 수 있었다. 일반 세균수의 경우 저장 3일차부터 모든 처리구가 무처리구에 비해 균의 생육을 억제하는 것으로 나타났는데, 저장 6일차부터 12일차까지 상백피 0.25%, 곰피 0.25% 및 강황 0.125% 처리구(I)와 상백피 0.5%, 곰피 0.5% 및 강황 0.25% 처리구(II)가 무처리구에 비해 2~3 log cycle 정도의 일반세균수 감소 효과를 보였다. 가장 뛰어난 생육억제 효과를 보인 상백피 0.75%, 곰피 0.75% 및 강황 0.5% 처리구(III)의 경우 저장 9일차까지 일반세균이 검출되지 않았으며, 저장 15일차의 균수가

**Table 2. Changes in viable cell count of castellas<sup>1)</sup> treated with various extracts** (Unit: CFU/g)

Storage time (days)	Control	I	II	III
0	$2.00 \times 10^1$	$1.00 \times 10^1$	$1.00 \times 10^1$	—
3	$5.00 \times 10^1$	—	$1.50 \times 10^1$	—
6	$6.00 \times 10^2$	$2.00 \times 10^1$	$3.00 \times 10^1$	—
9	$8.63 \times 10^4$	$1.30 \times 10^2$	$2.10 \times 10^2$	—
15	$3.18 \times 10^5$	$1.75 \times 10^3$	$3.50 \times 10^2$	$1.50 \times 10^2$

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

**Table 3. Changes in mold cell count of castellas<sup>1)</sup> treated with various extracts** (Unit: CFU/g)

Storage time (days)	Control	I	II	III
0	—	—	—	—
3	—	—	—	—
6	—	$1.00 \times 10^1$	—	—
9	$2.00 \times 10^1$	—	$2.00 \times 10^1$	—
15	$7.3 \times 10^3$	$1.55 \times 10^3$	$1.00 \times 10^2$	$0.50 \times 10^2$

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

$1.50 \times 10^2$  CFU/g으로  $3.18 \times 10^5$  CFU/g인 무처리구에 비해 약 3 log cycle 정도의 균수감소 효과가 나타났다(Table 2). 빵의 부패에 관여하는 대표적인 미생물로는 탄수화물 분해 효소를 생성하는 *Bacillus* 속 균주를 들 수 있는데, 상백피와 강황 추출물은 *Bacillus* 속 균주에 대해 항균 활성을 가지는 것으로 보고(33,34)되어 카스텔라에 추출물을 첨가하였을 경우 생균수가 감소한 본 연구 결과와 유사함을 알 수 있었다. 곰팡이 수의 경우, 저장 초기에는 첨가구와 무첨가구 간에 큰 차이가 없었으나 저장 15일차에 처리구의 곰팡이수가 무처리구에 비해 0.5~1 log cycle 이상 감소한 것으로 나타났다(Table 3). 이상의 결과를 볼 때 상백피, 곰피 및 강황 추출물 첨가를 통해 부패균 및 곰팡이의 생육을 억제하여 카스텔라의 저장성을 증진시킬 수 있을 것으로 사료된다.

### Rancimat을 이용한 산화안정성 평가

상백피, 곰피 및 강황 추출물을 첨가하여 제조한 카스텔라를 15일간 저장하며, rancimat에 의한 산화도를 측정하였다(Table 4). Rancimat에 의한 산화도 측정은 고온에서 공기를 유지에 불어 넣어 시료의 산화를 촉진시킨 후, 발생하는 휘발성 물질을 초순수에 이행시켰을 때, 발생하는 전기전도도의 차이로 산화정도를 측정하는 방법으로 과정이 단순하고 재현성이 있으며 1회에 많은 시료를 처리할 수 있는 장점이 있다(35). Rancimat은 유지의 산화안정도가 높을수록, 높은 값을 가지게 된다. 제조한 카스텔라의 산화안정도를 평가한 결과 대조구인 무처리구의 산화보호지수(protection factor, Pf)를 1로 산술하였을 때, 0일차에서 혼합 추출물의 첨가 농도가 증가함에 따라 산화보호지수가 각각 1.10, 1.19 및 1.29로 확인되어 상백피, 곰피 및 강황의 혼합 추출물 첨가 시 카스텔라의 산화안정도가 증가하는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 저장기간 전반에 걸쳐 나타났는데, 이는 상백피

Table 4. Protection factor of castellas<sup>1)</sup> treated with various extracts

Storage time (days)	Control	I	II	III
0	1.00±0.00 <sup>Da</sup>	1.10±0.06 <sup>Ca</sup>	1.19±0.04 <sup>Ba</sup>	1.29±0.02 <sup>Aab</sup>
3	1.00±0.00 <sup>Ba</sup>	1.11±0.06 <sup>Ba</sup>	1.25±0.05 <sup>Aa</sup>	1.31±0.00 <sup>Aab</sup>
6	1.00±0.00 <sup>Ba</sup>	1.09±0.00 <sup>Ba</sup>	1.22±0.07 <sup>Aa</sup>	1.33±0.03 <sup>Aab</sup>
9	1.00±0.00 <sup>Ca</sup>	1.12±0.06 <sup>BCa</sup>	1.21±0.06 <sup>Ba</sup>	1.36±0.07 <sup>Aa</sup>
15	1.00±0.00 <sup>Ca</sup>	1.01±0.01 <sup>Ca</sup>	1.12±0.00 <sup>Ba</sup>	1.22±0.05 <sup>Ab</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>A-D</sup>Means in the same row bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

<sup>a-c</sup>Means in the same column bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

(15), 곰피(30) 및 강황(22)이 지니는 항산화 효과에 의해 나타나는 것으로 사료된다. 이상의 결과를 바탕으로 상백피, 곰피 및 강황 추출물의 첨가는 카스텔라의 산화를 지연시켜 저장성을 증진시키고 품질을 유지시킴을 알 수 있었다.

**pH**

카스텔라의 pH는 저장기간에 따라 전반적으로 미세하게 증가하였으며(Table 5), 0일차에 대조군의 pH는 7.20로, 혼합추출물 첨가구의 pH 7.21~7.26과 큰 차이가 없었다. 이는 추출혼합물의 pH가 6.45로 카스텔라의 pH에 직접적으로 크게 영향을 주지 않았고, 발효 시 나타내는 pH저하에 완충작용을 하여 반죽의 산성화를 다소 저지함으로써 최종 빵 제품의 pH를 안정화시켜 준 것으로 사료된다. 이는 단호박 분말(9)을 하드롤 빵에 첨가하였을 때 농축단호박 분말의 대체가 발효 시 pH 저하의 완충작용을 한 것과도 유사한 결과이다.

**색도**

상백피, 곰피 및 강황 추출물을 첨가하여 제조한 카스텔라의 명도, 황색도 및 적색도를 측정하였다. 그 결과 추출혼합물의 명도는 무처리구보다 낮은 40.29였으며, 카스텔라의 명

도(L)는 첨가 농도가 증가할수록 감소하는 것으로 나타났는데(Table 6), 이러한 경향은 추출 혼합물의 낮은 명도에 의해 첨가량이 증가함에 따라 명도가 저하되는 것으로 생각된다. 이는 청국장(11), 인삼분말(10), 다시마 가루(36), 파배기모자반(4) 등의 부재료를 첨가하였을 때 첨가량에 따라 명도가 감소하는 결과와 일치한다. 또한 적색도(a)는 무처리구에 비해 추출 혼합물 첨가구가 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며(Table 7), 이는 추출혼합물의 적색도가 10.70으로 낮은 값을 나타내었기 때문으로 사료된다. 이와 반대로 황색도(b)는 추출 혼합물 첨가구가 증가하였다(Table 8). 추출 혼합물의 황색도는 35.28로 높았는데, 이처럼 황색도가 증가하는 것은 추출 혼합물의 높은 황색도에 의한 것이며 특히 강황으로부터 기인한 것으로 생각된다. 이러한 결과는 강황을 첨가한 다른 종류의 식품(37,38)에서도 이와 유사한 결과를 보였다. 색은 외관의 평가에서 매우 중요한 항목이며, 빵의 황색은 기호성에 영향을 주는 중요한 요소로서 황색이 증가할수록 입맛을 돋우게 하여 기호성에 좋은 영향을 주게 된다(37). 따라서 추출 혼합물 첨가에 따른 황색도의 증가는 카스텔라의 관능적 특성 향상에 바람직한 영향을 미

Table 5. pH value of castellas<sup>1)</sup> treated with various extracts

Storage time (days)	Control	I	II	III
0	7.20±0.03 <sup>Ad</sup>	7.21±0.03 <sup>Ac</sup>	7.23±0.07 <sup>Ac</sup>	7.26±0.04 <sup>Ac</sup>
3	7.36±0.01 <sup>Bb</sup>	7.48±0.07 <sup>Aa</sup>	7.55±0.01 <sup>Aa</sup>	7.53±0.03 <sup>Aab</sup>
6	7.35±0.01 <sup>Cb</sup>	7.53±0.02 <sup>Aa</sup>	7.27±0.02 <sup>Dbc</sup>	7.45±0.01 <sup>Bb</sup>
9	7.30±0.02 <sup>Bc</sup>	7.36±0.03 <sup>ABb</sup>	7.34±0.04 <sup>ABb</sup>	7.45±0.08 <sup>Ab</sup>
15	7.57±0.01 <sup>ABa</sup>	7.56±0.02 <sup>Ba</sup>	7.56±0.02 <sup>Ba</sup>	7.62±0.01 <sup>Aa</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>A-D</sup>Means in the same row bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

<sup>a-c</sup>Means in the same column bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

Table 6. Lightness of castellas<sup>1)</sup> treated with various extracts

Storage time (days)	Control	I	II	III
0	69.87±0.30 <sup>Ac</sup>	67.28±0.39 <sup>Bb</sup>	66.78±0.04 <sup>Bc</sup>	64.93±0.70 <sup>Cbc</sup>
3	70.05±0.04 <sup>Ac</sup>	66.76±0.44 <sup>Bb</sup>	63.12±0.32 <sup>Dd</sup>	64.56±0.02 <sup>Cc</sup>
6	72.13±0.02 <sup>Aa</sup>	69.87±1.09 <sup>Ba</sup>	69.11±0.48 <sup>Bb</sup>	65.89±0.02 <sup>Cab</sup>
9	71.34±0.16 <sup>Aa</sup>	70.40±0.15 <sup>Ba</sup>	70.09±0.12 <sup>Ba</sup>	66.35±0.50 <sup>Ca</sup>
15	71.63±0.47 <sup>Aab</sup>	69.20±0.60 <sup>Bb</sup>	69.19±0.18 <sup>Bb</sup>	57.55±0.25 <sup>Cd</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>A-D</sup>Means in the same row bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

<sup>a-d</sup>Means in the same column bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

Table 7. Redness of castellas<sup>1)</sup> treated with various extracts

Storage time (days)	Control	I	II	III
0	5.38±0.02 <sup>Ac</sup>	4.57±0.01 <sup>Bb</sup>	4.70±0.34 <sup>Bb</sup>	4.69±0.00 <sup>Bc</sup>
3	5.68±0.10 <sup>Ab</sup>	4.84±0.02 <sup>Ba</sup>	5.56±0.03 <sup>Aa</sup>	5.53±0.00 <sup>Aa</sup>
6	6.26±0.01 <sup>Aa</sup>	4.77±0.13 <sup>Ca</sup>	4.65±0.01 <sup>Cb</sup>	5.06±0.05 <sup>Bb</sup>
9	5.65±0.10 <sup>Ab</sup>	4.42±0.11 <sup>Cb</sup>	4.29±0.03 <sup>Cb</sup>	5.17±0.03 <sup>Bb</sup>
15	5.56±0.08 <sup>Abc</sup>	4.85±0.03 <sup>Ca</sup>	4.43±0.05 <sup>Db</sup>	5.11±0.13 <sup>Bb</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>A-D)</sup>Means in the same row bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

<sup>a-c)</sup>Means in the same column bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

Table 8. Yellowness of castellas<sup>1)</sup> treated with various extracts

Storage time (days)	Control	I	II	III
0	36.92±0.55 <sup>Da</sup>	50.59±0.00 <sup>Ca</sup>	54.96±0.01 <sup>Ab</sup>	53.22±1.09 <sup>Ba</sup>
3	36.32±0.09 <sup>Ca</sup>	49.68±0.65 <sup>Ba</sup>	52.91±0.00 <sup>Ac</sup>	53.42±0.17 <sup>Aa</sup>
6	36.65±0.00 <sup>Da</sup>	50.62±0.26 <sup>Ca</sup>	56.04±0.53 <sup>Aa</sup>	53.76±0.08 <sup>Ba</sup>
9	36.32±0.35 <sup>Da</sup>	50.06±0.20 <sup>Ca</sup>	55.80±0.09 <sup>Aab</sup>	53.33±0.71 <sup>Ba</sup>
15	37.11±0.61 <sup>Da</sup>	50.76±0.90 <sup>Ba</sup>	55.39±0.52 <sup>Aab</sup>	46.07±0.29 <sup>Cb</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>A-D)</sup>Means in the same row bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

<sup>a-c)</sup>Means in the same column bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

치리라 사료된다.

#### 수분함량

제빵에서 수분은 다른 재료를 균일하게 분산시킴과 동시에 밀가루의 단백질과 결합하여 글루텐을 형성하며, 전분을 팽윤시키고 호화시켜 글루텐 간 막 사이를 채우는 작용을 하여 빵의 물성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(39). 또한 수분은 케이크의 보수력과 밀접한 상관성을 가지며, 빵 특유의 촉촉하고 부드러운 감촉에 가장 영향을 미치는 인자 중의 하나이다(40). Table 9는 상백피, 곰피 및 강황 추출물을 농도별로 첨가한 카스텔라의 수분함량 변화를 나타낸 것이다. 저장기간이 증가할수록 모든 처리구의 수분함량이 감소하는 것으로 나타났는데, 저장기간 중에는 무처리구와 혼합추출물 간의 수분함량 변화는 큰 차이를 보이지 않았으나, 저장 후반기에 I 처리구는 수분 감소 현상이 나타났다. 청국장 분말 첨가 카스텔라(11)와 김분말 첨가 스펀지 케이크 연구(41)에 따르면, 부재료 첨가량이 증가함에 따라 수분은 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 섬유소가 흡수율을 증가시키고 보습성을 높여 빵의 노화를 지연하고 저장성 향상에 기여하기 때문이다. 본 실험의 결과

첨가물질의 첨가에 따른 수분함량 차이가 크게 나타나지 않은 것은 본 실험에 이용된 첨가물질이 발효주정과 물에 의한 추출물로 보습성에 큰 영향을 끼치지 않은 것으로 사료된다.

#### 물성

상백피, 곰피 및 강황 추출물을 첨가하여 제조한 카스텔라의 탄력성(springiness), 복원성(resiliense), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 경도(hardness)는 Table 10과 같다. 제조 직후의 혼합 추출물 첨가 카스텔라의 탄력성, 복원성 및 응집성은 대조구와 비교하여 유의적으로 차이를 보이지 않았으나 검성, 씹힘성 및 경도는 대조구에 비해 I 및 III처리구가 유의적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 II처리구와 대조구는 유의적으로 차이를 나타내지 않았는데, 이와 같은 결과는 빵에 느릅나무 추출액(42), 녹차가루와 울무차(43) 등을 첨가하였을 때 첨가량에 따라 검성, 씹힘성이 비례하여 증가한다는 보고와는 다른 결과였다. 한편, 저장15일차에는 모든 실험구에서 제조 직후에 비해 검성, 씹힘성 및 경도가 유의적으로 증가하는 경향을 보였는데 이는 수분함량의 감소에 따라 노화가 촉진되었기 때문인 것으로 사료된다. 빵의 견고성에 영향을

Table 9. Moisture content of castellas<sup>1)</sup> treated with various extracts

(Unit: %)

Storage time (days)	Control	I	II	III
0	38.29±0.00 <sup>Ba</sup>	39.23±0.37 <sup>Aa</sup>	38.95±0.06 <sup>ABa</sup>	38.23±0.20 <sup>Ba</sup>
3	36.16±0.85 <sup>Ab</sup>	37.27±0.04 <sup>Ab</sup>	37.42±0.39 <sup>Ab</sup>	36.31±0.65 <sup>Ac</sup>
6	35.65±0.13 <sup>Cb</sup>	36.63±0.07 <sup>Bb</sup>	36.46±0.06 <sup>Bc</sup>	37.18±0.09 <sup>Ab</sup>
9	36.28±0.25 <sup>Ab</sup>	35.41±0.04 <sup>Bc</sup>	34.63±0.52 <sup>BCd</sup>	34.33±0.09 <sup>Cd</sup>
15	35.44±0.28 <sup>ABb</sup>	33.53±0.43 <sup>Cd</sup>	35.70±0.36 <sup>Ac</sup>	34.57±0.26 <sup>Bd</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>A-C)</sup>Means in the same row bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

<sup>a-d)</sup>Means in the same column bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

Table 10. Texture of castellas<sup>1)</sup> treated with various extracts

Storage time (days)		Control	I	II	III
Hardness	0	46.08±0.27 <sup>Bb</sup>	52.18±3.14 <sup>Ab</sup>	45.29±1.53 <sup>Bb</sup>	51.74±1.58 <sup>Ab</sup>
	15	63.25±1.02 <sup>Ca</sup>	99.99±2.63 <sup>Ba</sup>	97.79±2.11 <sup>Ba</sup>	106.02±1.17 <sup>Aa</sup>
Chewiness	0	47.11±1.82 <sup>Bb</sup>	55.24±4.66 <sup>Ab</sup>	47.99±3.55 <sup>Bb</sup>	57.65±3.72 <sup>Ab</sup>
	15	72.45±4.07 <sup>Ba</sup>	114.32±11.93 <sup>Aa</sup>	103.45±14.57 <sup>Aa</sup>	104.00±6.89 <sup>Aa</sup>
Gumminess	0	44.80±0.76 <sup>Bb</sup>	53.28±4.52 <sup>Ab</sup>	45.56±2.13 <sup>Bb</sup>	54.09±2.76 <sup>Ab</sup>
	15	65.83±2.46 <sup>Ca</sup>	105.38±9.96 <sup>Aa</sup>	98.44±13.28 <sup>Ba</sup>	100.07±5.04 <sup>Aa</sup>
Cohesiveness	0	0.96±0.02 <sup>Ab</sup>	1.02±0.04 <sup>Aa</sup>	1.01±0.08 <sup>Aa</sup>	1.05±0.09 <sup>Aa</sup>
	15	1.04±0.05 <sup>Aa</sup>	1.05±0.08 <sup>Aa</sup>	1.01±0.11 <sup>Aa</sup>	0.94±0.04 <sup>Aa</sup>
Springiness	0	1.05±0.03 <sup>Aa</sup>	1.04±0.00 <sup>Aa</sup>	1.05±0.03 <sup>Aa</sup>	1.07±0.01 <sup>Aa</sup>
	15	1.10±0.10 <sup>Aa</sup>	1.09±0.05 <sup>Aa</sup>	1.05±0.04 <sup>Aa</sup>	1.04±0.03 <sup>Aa</sup>
Resilience	0	0.10±0.00 <sup>Aa</sup>	0.10±0.01 <sup>Aa</sup>	0.09±0.01 <sup>Aa</sup>	0.10±0.01 <sup>Aa</sup>
	15	0.08±0.00 <sup>Ab</sup>	0.08±0.01 <sup>Ab</sup>	0.08±0.00 <sup>Aa</sup>	0.07±0.00 <sup>Ab</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>A-C</sup>Means in the same row bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

Table 11. Sensory evaluation of castellas<sup>1)</sup> treated with various extracts

	Untreated	I	II	III
Color (inside)	5.20±1.01 <sup>AB</sup>	5.69±0.79 <sup>A</sup>	5.07±0.70 <sup>AB</sup>	4.73±1.03 <sup>B</sup>
Color (outside)	5.07±0.92 <sup>B</sup>	6.07±0.59 <sup>A</sup>	4.94±1.18 <sup>BC</sup>	4.27±1.03 <sup>C</sup>
Inner shape	5.53±0.52 <sup>A</sup>	5.60±0.99 <sup>A</sup>	4.44±0.96 <sup>B</sup>	3.81±1.28 <sup>B</sup>
Smell	4.94±0.93 <sup>AB</sup>	5.40±0.63 <sup>A</sup>	4.50±1.10 <sup>B</sup>	3.43±1.02 <sup>C</sup>
Taste	5.00±0.89 <sup>A</sup>	5.36±0.74 <sup>A</sup>	3.94±1.06 <sup>B</sup>	3.44±1.36 <sup>B</sup>
Texture	5.19±0.66 <sup>A</sup>	5.33±1.11 <sup>A</sup>	4.56±1.15 <sup>AB</sup>	4.13±1.15 <sup>B</sup>
Total	5.31±0.70 <sup>A</sup>	5.73±0.80 <sup>A</sup>	3.93±0.88 <sup>B</sup>	3.56±0.96 <sup>B</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.

<sup>A-C</sup>Means in the same row bearing different superscript are significantly different (p<0.05).

주는 요인은 빵의 첨가재료, 수분함량, air cell의 발달 정도 등 여러 가지 요인이 있는데, 일반적으로 부재료의 첨가량이 증가할수록 빵의 조직이 치밀해져 견고해지는 것으로 알려져 있다(37,42). 녹차분말(44), 감잎(45) 첨가 빵에서는 이들에 함유되어있는 탄닌 성분 때문에 빵의 부피가 감소하여, 점착성, 씹힘성 및 경도 등이 증가한 것으로 보고되어 있다. 혼합 추출물을 높은 농도로 첨가한 III처리구의 경우 점착성, 씹힘성 및 경도가 가장 높게 나타났으며, 이러한 결과는 부재료 첨가에 따른 수분 보유력 및 팽창력과 상관성이 있는 것으로 판단된다. 즉, 제빵 시 부재료는 water sink로 작용하여 카스텔라 반죽의 가열 및 팽창 시 달걀 단백질과 더불어 기포를 지지하고, 가스 보유력을 유지하는 역할을 하게 되는데(46), 부재료의 첨가로 인하여 반죽 내 상대적인 수분 보유력이 감소하면서 혼합추출물 첨가구의 점착성, 씹힘성 및 경도가 증가한 것으로 사료된다.

관능평가

상백피, 곰피 및 강황 추출물을 첨가한 카스텔라의 외부와 내부 색, 형태, 향, 맛, 질감 및 전체 기호도 검사를 7점 척도 법으로 실시하고 이 결과를 Table 11에 나타내었다. 빵의 색상은 외부와 내부 모두 상백피 0.25%, 곰피 0.25% 및 강황 0.125% 처리구가 가장 높은 점수를 얻었으며, 상백피 0.75%, 곰피 0.75% 및 강황 0.5% 처리구가 가장 낮은 점수를 얻었

다. 이는 일반적으로 빵의 색상이 밝은 색이 선호되기 때문인 것으로 보이며, 강황이 낮은 농도로 첨가되었을 경우 강황으로부터 유래된 황색이 빵의 외부 색과 잘 어울렸기 때문인 것으로 사료된다. 그러나 높은 농도로 강황이 첨가되었을 경우에는 내부의 색이 어두운 황색을 띄어 거부감이 나타난 것으로 보인다. 이러한 결과는 강황 추출물을 두부에 첨가한 연구(38), 감초와 강황 혼합추출물을 식빵에 첨가한 연구(37)에서도 높은 농도의 강황 첨가는 색도 및 관능평가에 좋지 않은 영향을 나타냈다. 따라서 본 연구에서는 상백피와 곰피의 추출물의 비율보다 강황 추출물의 비율을 낮게 설정하였다. 향, 맛 및 질감의 항목에서는 상백피 0.25%, 곰피 0.25% 및 강황 0.125% 처리구가 가장 높은 점수를 받았고, 전체적 호감도 또한 가장 높게 나타났다. 반면 상백피 0.75%, 곰피 0.75% 및 강황 0.5% 처리구가 가장 낮은 점수를 얻었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, 상백피 0.25%, 곰피 0.25% 및 강황 0.125%의 비율로 첨가하면 카스텔라의 외부와 내부 색, 형태, 향, 맛, 질감 및 전체 기호도의 모든 항목에서 관능적 개선효과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

요 약

상백피, 곰피 및 강황 혼합 추출물 첨가가 카스텔라의 저

장성과 품질에 미치는 영향에 대해서 알아보았다. 15일간 저장하여 일반세균수와 곰팡이수를 측정된 결과 저장기간 전반에 걸쳐 무처리구에 비하여 첨가구의 미생물 생육이 억제되었으며, 첨가구의 산화보호지수가 높아 산화방지도 효과 있음음을 알 수 있었다. 색도의 경우 무처리구에 비하여 첨가구의 명도와 적색도는 감소하였으며, 황색도는 증가하였다. 관능평가에서는 모든 항목에서 상백피 0.25%, 곰피 0.25% 및 강황 0.125% 첨가구가 가장 높은 점수를 받았으나 상백피 0.75%, 곰피 0.75% 및 강황 0.5% 처리구가 가장 낮은 점수를 받았다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 상백피, 곰피 및 강황 혼합 추출물을 각각 0.25%, 0.25% 및 0.125%의 농도로 첨가할 경우 카스텔라의 저장성, 품질 증진 및 관능 개선 효과가 있을 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 경남정보대 교수 R&D 활성화 사업에 의해 수행되었으며, 부분적으로 2009년도 Brain Busan 21사업에 의한 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

### 문헌

- Kim CS, Chung SK, Oh YK, Kim RY. 2003. Antimicrobial activity of green tea against putrefactive microorganism in steamed bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 413-417.
- Bae JH, Lee JH, Kwon KI, Im MH, Park GS, Lee JG, Choi HJ, Jeong SY. 2005. Quality characteristics of the white bread prepared by addition of jujube extracts. *Korean J Food Sci Technol* 37: 603-610.
- Hwang YK, Hyun YH, Lee YS. 2001. Study on the characteristics of bread with green tea powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 14: 311-316.
- Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim AR, Kim MJ, Moon JH, Kang HM, Lee HD, Hong YK, Ahn DH. 2008. Effect of extracts from *Sargassum siliquastrum* on shelf-life and quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 490-496.
- Kim JS, Kang KJ. 1998. Effect of laminaria addition on the shelf-life and texture of bread. *Korean J Food & Nutr* 11: 556-560.
- Lim EJ, Lee YH, Huh CO, Kwon SH, Kim JY, Han YB. 2007. Rheological properties of bread dough added with *Enteromorpha intestinalis*. *Korean J Food Sci Technol* 39: 652-657.
- Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2003. Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1124-1128.
- Kim HJ, Kang WW, Moon KD. 2001. Quality characteristics of bread added with *Gastrodia elata* Blume powder. *Korean J Food Sci Technol* 33: 437-443.
- Lee CH, Chun SS, Kim MY. 2008. Quality characteristics of hard roll bread with concentrated sweet pumpkin powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 914-920.
- Yoon SB, Hwang SY, Chun DS, Kong SK, Kang KO. 2007. An investigation of the characteristics of sponge cake with ginseng powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 20: 20-26.
- Lee KA. 2006. Quality characteristics of castella with Chungkukjang. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 244-249.
- 김재길. 1984. 원색천연약물 대사전(하권). 남산당, 서울. p 148.
- Tang W, Eisenbrand G. 1993. Chinese drugs of plant origin-chemistry, pharmacology and use in traditional and modern medicine. *Phytochemistry* 32: 1081-1093.
- Kim YY, Choue RW, Chung SH, Koo SJ. 1999. Anti-hyperglycemic effect of Cortex Mori radices in db/db mice. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1057-1064.
- Kang MY, Nam SH. 2000. Screening of antioxidative activity of hot-water extracts from medicinal plants. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43: 141-147.
- Nomura T, Fukai T, Uno J, Arai T, Mulberrofuran A. 1978. A new isoprenoid 2-arylbenzofuran from the root bark of the cultivated mulberry tree (*Morus alba* L.). *Heterocycles* 9: 1593-1601.
- Takasugi M, Nagao S, Masamune T, Shirata A, Takahashi K. 1978. Structure of moracin A and B, new phytoalexins from diseased mulberry. *Tetrahedron Lett* 19: 797-798.
- Takasugi M, Nagao S, Masamune T, Shirata A, Takahashi K. 1979. Structures of moracins E, F, G, and H, new phytoalexins from diseased mulberry. *Tetrahedron Lett* 20: 4675-4678.
- Takasugi M, Ishikawa S, Nagao S, Masamune T. 1978. Structure of moracin A and B, new phytoalexins from diseased mulberry. *Chem Lett* 19: 197-198.
- Yoo SC, Suh JS. 1974. Antifungal actions of crude drug water extracts on *Candida albicans* (I). *Kor J Pharmacol* 5: 147-154.
- Lim DK, Choi U, Shin DH. 1996. Antioxidative activity of ethanol extract from Korean medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 28: 83-89.
- Kim MS, Lee DC, Hong JE, Chang IS, Cho HY, Kwon YK, Kim HY. 2000. Antimicrobial effects of ethanol extracts from Korean and Indonesian plants. *Korean J Food Sci Technol* 32: 949-958.
- Kim TG, Kim SH, Jung KK, Park YB, Choi MS, Lee HS, Han HM. 2000. Anti-atherogenic effects of curcumin in hypercholesterolemic rabbits. *Yokkak Hoeji* 44: 71-79.
- Wessler S, Muenzner P, Meyer T, Naumann M. 2005. The anti-inflammatory compound curcumin inhibits *Neisseria gonorrhoeae*-induced NF-kappaB signaling, release of pro-inflammatory cytokines/chemokines and attenuates adhesion in late infection. *Biol Chem* 386: 481-490.
- Sharma RA, Gescher AJ, Steward WP. 2005. Curcumin: The story so far. *Eur J Cancer* 41: 1955-1968.
- Nam KW, Kim YS, Kim YH, Sohn CH. 1966. Benthic marine algae in the east coast of Korea: flora, distribution and community structure. *J Korean Fish Soc* 29: 727-743.
- Kim YM, Kim DS, Choi YS. 2004. Anticoagulant activities of brown seaweed extracts in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 36: 1008-1013.
- Park YB, Ahn JK, Yoo SJ, Park DC, Kim IS, Park YH, Kim SB. 1998. Elucidation of anti-tumor initiator and promoter derived from seaweed-4: desmutagenic principles of *Ecklonia stolonifera* extracts against carcinogenic heterocyclic amines. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 537-542.
- Kim BM, Jun JY, Park YB, Jeong IH. 2006. Antioxidative activity of methanolic extracts from seaweeds. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1097-1101.
- Joung HS. 1991. The physical properties of castella in Kyushu on the market. *Korean J Soc Food Sci* 7: 7-12.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

33. Park UY, Kim SH, Kim JH, Kim YG, Chang DS. 1995. Purification of antimicrobial substance for the extract from the root bark of *Morus alba*. *J Fd Hyg Safety* 10: 225-230.
34. Lim YS, Park KN, Lee SH. 2007. Effects of tumeric (*Curcuma aromatica* Salab.) extract on shelf life of cooked rice. *Korean J Food Preserv* 14: 445-450.
35. Choi U, Shin DH, Chang YS, Shin JI. 1992. Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect. *Korean J Food Sci Technol* 24: 142-128.
36. Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing laminaria powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 406-412.
37. Lee SY, Choi JS, Choi MO, Cho SH, Kim KBWR, Lee WH, Park SM, Ahn DH. 2006. Effect of extract from *Glycyrrhiza uralensis* and *Curcuma longa* on shelf-life and quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 912-918.
38. Park KN, Park LY, Kim DG, Park GS, Lee SH. 2007. Effect of turmeric (*Curcuma aromatica* Salab.) on shelf life of tofu. *Korean J Food Preserv* 14: 136-141.
39. Shin GM, Jung JW. 1998. A study on the utilize of materials of bread. *Korean J Culinary Research* 4: 389-411.
40. Czuchajowska Z, Pomeranz Y, Jeffers HC. 1989. Water activity and moisture content of dough and bread. *Cereal Chem* 66: 128-132.
41. Kweon BM, Jeon SW, Kim DS. 2003. Quality characteristics of sponge cake with addition of laver powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1278-1284.
42. Jeon JR, Kim J. 2004. Properties on the quality characteristics and microbial change during storage added with extracts from *Ulmus cortex*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 180-186.
43. Park GS, Lee SJ. 1999. Effects of Job's tears powder and green tea powder on the characteristics of quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 56-63.
44. Park YS, Park GS. 2001. The effect of green and black tea powder on the quality of bread during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 11: 305-314.
45. Kang WW, Kim GV, Kim JK, Oh SL. 2000. Quality characteristics of the bread added persimmon leaves powder. *Korean J Food Sci* 16: 336-341.
46. Kim CS. 1994. The role of ingredients and thermal setting in high-ratio layer cake systems. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 520-529.

(2009년 7월 10일 접수; 2009년 8월 14일 채택)