

조리방법 및 살균처리가 과채류를 첨가한 이유식에 미치는 영향

이화진¹ · 김수정² · 방 은¹ · 신해헌³ · 조형용¹

¹차의과학대학교 생명과학대학 식품생명공학과

²(주)차바이오프앤씨

³백석문화대학교 외식산업학부

Effects of Cooking Method and Pasteurization Treatment on Instant Thin Rice Porridge Added with Fruits and Vegetables

Hwa-Jin Lee¹, Soojung Kim², Eun Bang¹, Haehun Shin³, and Hyung-Yong Cho¹

¹Department of Food Science and Biotechnology, CHA University

²Cha Bio FNC Co.

³Division of Foodservice Industry, Baekseok Culture University

ABSTRACT This study researched the effects of cooking methods on phytochemical-enriched thin rice porridge (RP) of three colors (red, yellow, and green). Each of the RPs was prepared by three cooking methods and retorted through two-steps (step 1, at 80°C for 15 min; step 2, at 82°C for 25 min) for pasteurization. Cooking method (CM) 1 involved heating a mixture of all ingredients while CM 2 involved addition of apple/beet (AB, red), sweet-pumpkin/cabbage (PC, yellow) or vitamin/pear (green) while heating rice flour and glutinous rice flour. CM 3 involved mixing pre-cooked fruits and vegetables with cooked thin RP. The viscosity of RP prepared by CM 1 was lower than those of other RPs ($P<0.05$). The result of colorimetric a value show that red and green color of AB and VP prepared by CM 2 and CM 3 were most vivid. Contents of phytochemicals and antioxidants were higher when RP was prepared by CM 2 and CM 3 compared to CM 1. ΔE values of PC showed no significant difference before and after pasteurization, whereas AB and VP were significantly different ($P<0.05$). Antioxidant activity after retorting was not significantly different from those of un-retorted RPs. The results of color, phytochemical content, and antioxidant activity show that CM 2 or CM 3 were considerably better than CM 1, whereas cooking method had no effect after two-step retorting. Therefore, uncomplicated cooking method such as CM 1 or CM 2 are suited for commercial production of RPs.

Key words: cooking method, retort, phytochemical, antioxidant activity, thin rice porridge

서 론

이유기란 영아기의 성장발달이 진행됨에 따라 유즙만을 섭취하던 영아의 섭식 형태에서 영양요구량에 적합한 식품을 섭취하는 행위로 변화되면서 유즙 이외의 반고형 또는 고형식품을 섭취하는 시기이다(1,2). 이유시작 시기는 유아의 체중이 출생시기의 2배가 되는 생후 4~6개월이 바람직하다고 제시되고 있으며, 이 시기에 이유식 섭취를 시작한 영아는 전체의 86.0%로 가장 높은 비율을 차지하고 있다(2,3). 영아의 이유시작에 시도된 식품은 미음이 가장 많은 것으로 나타났으며, 그다음으로 많이 시도된 식품으로는 과일즙이나 시판 이유식으로 나타났다(4,5).

최근 우리나라에서는 육아와 직장생활을 병행하는 어머

니들의 비율이 증가함에 따라 이유식의 소비가 증가하고 있다(2). 현재 국내에서 시판되고 있는 분말형 이유식은 사용의 편리함과 균형 있는 영양을 제공한다는 장점이 있는 반면, 유아의 치아 및 구강 발달을 지연시킬 수 있다는 단점이 있다(2,6). 이에 따라 자가 제조한 이유식의 형태와 비슷한 반고형 또는 고형식품 형태의 배달 이유식이 상업적으로 증가하는 추세이다. 배달 이유식은 반고형 또는 고형의 형태로 다양한 식재의 질감과 맛을 표현하기 쉬우며, 유아의 월령에 맞춰 제공할 수 있어 성인식을 대비한 훈련에 적합한 장점이 있다(2,7). 그러나 식품유형이 ‘즉석조리식품’으로 되어 있는 배달 이유식의 경우에는 유통기한이 짧아 당일 제조되어 배달되고 있으며(8), 이유식이 ‘기타 영유아식’의 기준 및 규격 항목을 준수하면서 유통기한을 연장하기 위해서는 살균과정이 필요하게 된다.

Phytochemical은 식물이 균이나 혐기적 환경조건에 대응하여 보호하기 위해 생성하는 물질로 섭취 시 항산화 활성과 콜레스테롤 저하, 항염증 등의 health-promoting 효과

Received 18 November 2015; Accepted 3 February 2016

Corresponding author: Hyung-Yong Cho, Department of Food Science and Biotechnology, CHA University, Pocheon, Gyeonggi 11160, Korea

E-mail: hycho5710@hanmail.net, Phone: +82-31-881-7157

가 있다고 알려졌다(9). Phytochemical에는 anthocyanin (10), β -carotene(11), chlorophyll(12) 등이 있으며, 이에 따라 최근 phytochemical의 급원이 되는 과일이나 채소의 소비가 많이 증가하고 있는 추세이다(6,11). 현재 죽에 단호박, 토마토, 호두와 같은 과채류를 첨가하여 phytochemical의 함량을 증가시킨 후 품질 특성을 비교한 연구(6,13-15)는 많이 진행되었으나, 가열 시간 및 살균과정에 따른 특성 변화에 관한 연구는 많이 이루어지지 않은 상태이다. 그러나 β -carotene, chlorophyll과 같은 미량성분은 가열에 의해 분해되어 가열 시간에 따라 그 함량이 감소하게 되므로(16), 이유식 제조 시 가열 및 살균 등의 제조공정에 따른 품질 특성 변화를 확인하여야 한다.

본 연구에서는 이유시작 시기인 4~6개월의 영아에게 섭취가 적합한 미음에 각각 빨간색, 노란색, 초록색을 나타내는 과채류를 첨가하여 색도 및 phytochemical의 함량을 높인 이유식 3종을 과채류의 첨가시기를 달리한 조리방법에 따라 제조한 다음 살균과정 전후 이유식의 색도 및 phytochemical의 함량, 그리고 라디칼 소거 활성을 비교하여 배달 이유식 조리공정에 적합한 조리방법을 탐색하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용된 쌀가루(ORGANICAADY Inc., Chungju, Korea)와 찹쌀가루(ORGANICAADY Inc.), 알비트(국내산), 사과(국내산), 단호박(국내산), 양배추(국내산), 비타민채(국내산), 배(국내산)는 경기도 성남에 위치한 대형 유통마트에서 구입하여 사용하였다. 알비트는 흐르는 물에 3회 수세하여 껍질을 제거한 후 세절하여 분쇄기(여우멀티블렌더 DY-2012, 동양PCS, Incheon, Korea)에서 45초간 마쇄하여 준비하였다. 사과와 배는 껍질을 제거한 후 분쇄기에서 30초간 마쇄하였으며, 비타민채는 흐르는 물에 3회 수세한 후 30초간 분쇄하여 준비하였다. 단호박은 100°C 끓는 물에서 30분간 증숙한 후 체에 내렸으며, 양배추는 100°C 끓는 물에서 10분간 증숙한 후 분쇄기에서 20초의 마쇄과정을 거쳐 준비하였다. 예비실험에 의해 정해진 사과비트미음(AB), 단호박양배추미음(PC), 비타민채배미음(VP)의 배합비는 Table 1과 같다.

시약

Delphinidin chloride, β -carotene, acetone, potassium persulfate, ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] diammonium salt, phosphate buffered saline, DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)의 chemical standard grade 시약을 사용하였으며, hydrochloric acid, methanol, ethanol은 DUKSAN(Seoul, Korea)에서 ACS

Table 1. Formula for preparation for phytochemical enriched thin rice porridges (%)

	AB ¹⁾	PC	VP
Fruit & vegetable	Red beet (2.3) Apple (1.15)	Sweet-pumpkin (2.3) Cabbage (1.15)	Vitamin (2.3) Pear (1.15)
Ingredient	Glutinous rice flour (1.15) Rice flour (3.40) Water (92.00) Total (100.00)		

¹⁾AB: apple/beet porridge, PC: sweet-pumpkin/cabbage porridge, VP: vitamin/pear porridge.

grade를 사용하였다.

이유식 제조

본 연구에서 적용한 조리조건은 과일/채소와 쌀가루를 혼합과 가열순서에 따라 혼합 후 가열(CM1), 중간 혼합 후 가열(CM2), 가열 후 혼합(CM3)으로 구분하여 진행하였다 (Fig. 1).

CM 1은 알루미늄 냄비에 Table 1에 제시된 배합비에 따라 과채류와 쌀가루 재료들을 한꺼번에 넣고 1분간 나무주걱으로 혼합하여 13분간 가열한 후 100°C에서 5분간 추가 가열하였다. 가열이 끝난 시료는 highlight lange에서 분리한 후 2분간 나무주걱으로 저어준 다음 체에 걸러 준비하였다.

CM 2는 알루미늄 냄비에 쌀가루와 찹쌀가루, 정제수를 넣은 후 1분간 나무주걱으로 혼합하여 13분간 가열한 후 준비된 과채류를 혼합하여 100°C에서 5분간 추가 가열하였다. 가열과정이 끝난 시료는 2분간 나무주걱으로 저어준 후 체에 걸러 준비하였다.

CM 3은 알루미늄 냄비에 쌀가루와 찹쌀가루, 정제수를 넣은 후 1분간 나무주걱으로 혼합하여 13분간 가열한 후 100°C에서 5분간 추가 가열하여 쌀미음을 제조하였으며, 과채류는 따로 가열처리를 하여 예비가열 과채류로 준비하였다. 이후에 쌀미음과 조리된 과채류를 같이 넣고 2분간 나무주걱으로 혼합한 후 체에 걸러 준비하였다.

레토르트 처리

제조된 이유식의 유통기한을 연장하기 위하여 polypropylene 재질의 용기에 200 g씩 담아 밀봉한 후 레토르트 장치(STERI-ACE, Kyunghan Co., Ltd., Gyeongsan, Korea)를 이용하여 2단계(1단계: 80°C, 15분/ 2단계: 82°C, 25분)에 걸쳐 레토르트 처리를 하였으며, 레토르트 처리 전 (AB, PC, VP)과 처리 후 시료(AB_R, PC_R, VP_R)를 분석용으로 사용하였다.

일반성분

일반성분은 Korea Food Code(17)의 방법에 따라 수분은 105°C 상압건조법, 회분은 550°C 회화법, 조단백질은

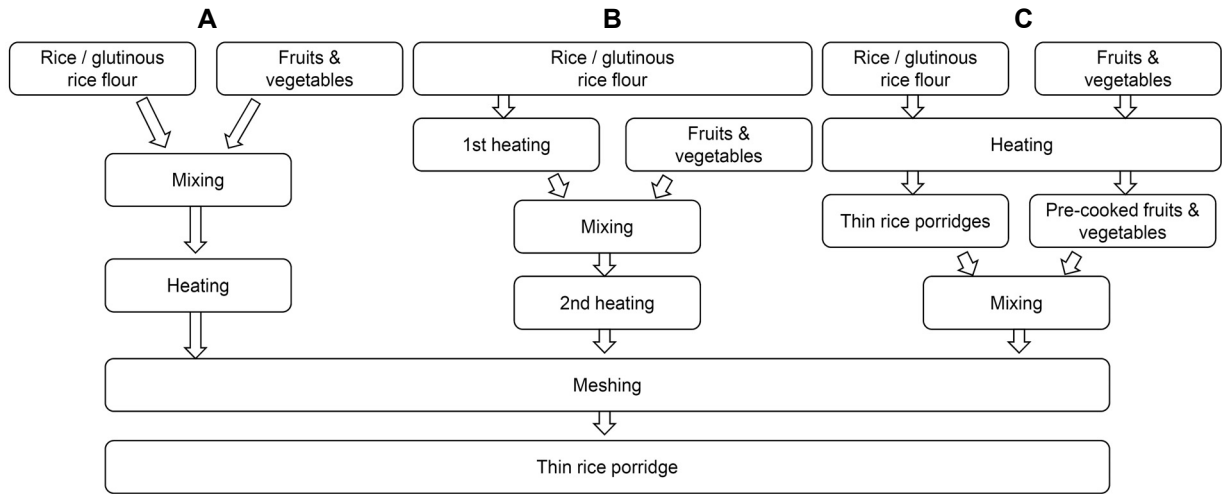


Fig. 1. Manufacturing process of phytochemical enriched thin rice porridge. (A) Cooking method 1: heating of mixture of all ingredients. (B) Cooking method 2: adding with fruits and vegetables during heating of rice flour and glutinous rice flour. (C) Cooking method 3: mixed with pre-cooked fruits & vegetables, and cooked thin rice porridge.

micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조섬유는 Henneberg-Stohmann 개량법을 이용하였으며, 탄수화물의 경우 시료 100 g 중에서 수분, 조단백질, 조지방 및 회분의 양을 감하여 얻은 양을 백분율로 환산하여 표시하였다.

점도

점도는 Kim과 Sung(18)의 방법을 변형하여 점도계(DV-2T Cone/Plate Viscometer, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하여 spindle CP 51을 장착한 후 75 rpm, 25°C에서 3분간 작동시켜 3회 반복 측정하였다.

색도

색도는 색차계(Color meter, CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 측정된 L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness)를 3회 반복하여 측정하였다. 표준 백색판과의 차이를 나타내는 ΔE값은 아래의 식과 같이 계산하였으며, 이때 표준 백색판의 L, a, b 값은 각각 62.05, 0.96, -5.87이다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Anthocyanin 함량: Anthocyanin 함량은 Palamidis와 Markakis(19)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 2 g에 0.1 N HCl-80% methanol 2 mL를 가하여 4°C의 암소에서 24시간 추출한 후, 10,000 rpm, 15°C에서 10분간 원심분리하여 얻은 상등액을 0.45 μm syringe filter(ADVANTEC, Tokyo, Japan)로 여과한 다음 UV-Vis spectrophotometer(G10S UV-Vis, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA)를 이용하여 530 nm에서 흡광도를 측정하였다. 함량 분석은 delphinidin chloride를 표준용액으로 하여 정량하였다.

β-Carotene 함량: β-Carotene 함량은 Choi 등(20)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 2 g에 acetone 7.5 mL를 첨가하여 상온에서 30분간 추출한 후 0.45 μm syringe filter로 여과한 용액을 450 nm에서 흡광도를 측정하였다. 함량 분석은 β-carotene을 표준용액으로 하여 정량하였다.

총 chlorophyll 함량: Kwon 등(12)의 방법을 변형하여 시료 2 g에 acetone 7.5 mL를 첨가하여 상온에서 2시간 30분 동안 추출한 후 0.45 μm syringe filter로 여과한 용액을 645 nm, 663 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 chlorophyll 함량은 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\text{Total chlorophyll } (\mu\text{g/mL}) = 8.02A_{663} - 20.21A_{645}$$

항산화 활성

추출액 제조: 항산화 활성 측정은 Kim 등(11)의 방법을 변형하여 시료 3 g에 94%의 ethanol 6 mL를 가하여 25°C에서 2시간 추출 후 원심분리기(MICRO 17TR, Hanil Science Industrial Co., Ltd., Incheon, Korea)에서 2,000 rpm, 15°C, 15분간 원심분리 한 다음 상등액을 0.45 μm syringe filter로 여과하여 추출액으로 사용하였다.

DPPH free 라디칼 소거능: DPPH를 94% ethanol에 녹여 0.1 mM DPPH 용액을 제조한 후 0.1 mM DPPH 용액 0.8 mL와 추출액 0.2 mL를 혼합하여 실온에서 1시간 동안 암소에서 반응시켰다. 반응이 끝난 후 517 nm에서 흡광도를 측정하여 아래 식을 이용하여 계산하였으며, 이때 control은 추출액 대신 94% 에탄올 0.2 mL를 0.1 mM DPPH 용액 0.8 mL와 반응시켰다.

$$\text{DPPH free radical scavenging activity } (\%) = \left(1 - \frac{A_{\text{Experiment}}}{A_{\text{Control}}}\right) \times 100$$

ABTS free 라디칼 소거능: 2.6 mM potassium persulfate에 녹인 7.4 mM의 ABTS를 실온·암소에서 24시간 동

안 방지하여 라디칼을 형성시킨 후, 실험 직전에 732 nm에서 ABTS 용액의 흡광도가 0.7 ± 0.02 가 되도록 phosphate buffered saline으로 희석한 ABTS 용액 950 μ L에 추출액 50 μ L를 첨가하여 실온·암소에서 10분간 반응시킨 다음 732 nm 흡광도를 측정하였다. ABTS free 라디칼 소거능은 아래의 계산식으로 계산하였으며, 이때 control은 추출액 대신 ABTS 용액 950 μ L와 94% 에탄올 50 μ L를 반응시켰다.

$$\text{ABTS free radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{Experiment}}}{A_{\text{Control}}}\right) \times 100$$

통계 처리

통계 처리는 SPSS 통계프로그램(Statistics Package for the Social Science, version 21.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 paired t-test와 one-way ANOVA (analysis of variation)로 분석을 하였으며, Tukey's multiple comparison test로 각 시료 간의 유의성을 $P < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

각 이유식의 일반성분

Table 1에 따라 제조한 이유식의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 3종류의 이유식의 일반성분은 제조 시 첨가되는 주재료 및 부재료의 성분과 함량에 따라 차이가 생긴다. 사과비트미음(AB)은 수분 함량 95.05%, 탄수화물 4.24%, 조단백질 0.60%, 조지방 0.11%, 조섬유 0.09%로 나타났다. 단호박양배추미음(PC)의 경우 수분 94.94%, 탄수화

물 4.35%, 회분 0.01%, 조단백질 0.66%, 조지방 0.04%, 조섬유 0.16%의 비율로 나타났다. 비트미음(VP)의 경우 수분 95.06%, 탄수화물 4.12%, 회분 0.04%, 조단백질 0.74%, 조지방 0.04%, 조섬유 0.07%로 나타났다. 3종류의 이유식의 구성성분 중에서 수분이 약 95%로 가장 높게 나타났으며, 그다음으로는 탄수화물의 함량이 약 4%로 높게 나타났다. 이는 이유식 제조 시 배합비에서 약 92%를 차지하는 물과 쌀가루(3.40%), 찹쌀가루(1.15%)의 함량비와 유사한 비율을 나타내었다.

이유식의 수분 함량의 경우 배합비에서의 물의 첨가 비율에 따라 달라지게 나타난다. 토마토 죽과 방울토마토 죽 제조 시 물을 첨가하여 제조하였을 경우 수분 함량이 각각 93~93.4%, 92.55~93.20%인 반면, 방울토마토 죽 제조 시 물 대신 rice mash를 사용한 경우에는 수분 함량 75.15~81.27%로 나타났다(14). 미음의 경우 물의 첨가 비율이 높아 3종류의 이유식 모두 수분의 함량이 94% 이상으로 나타났다.

이유식의 점도

이유식과 비슷한 제형의 죽의 유동성 특성은 곡물의 입자 크기, 고형분 함량, 조리시간, 죽의 온도 등에 의해 영향을 받는 것으로 알려졌다. June 등(15)에 따르면 점도는 죽의 중요한 유동적인 특성으로 쌀 및 물의 첨가량, 부재료의 배합비에 의하여 영향을 받는 것으로 알려졌다.

이유식의 조리방법과 레토르트 처리에 따른 이유식의 점도 측정 결과를 Table 3에 나타내었다. 이유식의 조리방법에 따라 점도의 차이가 나타났으며, 3종의 시료 모두 CM

Table 2. Proximate compositions of phytochemical enriched thin rice porridges depending on formula (Formula, %)

Sample ¹⁾	Moisture	Carbohydrate	Crude ash	Crude protein	Crude fat	Crude fiber
AB	95.05±0.01 ²⁾	4.24±0.01	0.00±0.00	0.60±0.01	0.11±0.00	0.09±0.00
PC	94.94±0.00	4.35±0.01	0.01±0.00	0.66±0.01	0.04±0.00	0.16±0.00
VP	95.06±0.13	4.12±0.00	0.04±0.00	0.74±0.03	0.04±0.00	0.07±0.00

¹⁾AB: apple/beet porridge, PC: sweet-pumpkin/cabbage porridge, VP: vitamin/pear porridge.

²⁾Values are means±SEM.

Table 3. Viscosity of phytochemical enriched thin rice porridges

Sample ¹⁾		Viscosity (mPa·s)		
		Cooking method 1	Cooking method 2	Cooking method 3
Red	AB	148.79±0.34 ^{b2)3)}	157.79±1.00 ^a	153.93±0.72 ^a
	AB_R	154.23±0.42 ^{c*}	163.42±0.56 ^{a*}	158.41±0.38 ^{b*}
Yellow	PC	143.76±1.23 ^c	154.08±0.58 ^b	184.41±0.63 ^a
	PC_R	144.56±0.42 ^c	156.77±0.65 ^{b*}	186.91±1.57 ^a
Green	VP	125.98±0.33 ^c	142.42±0.49 ^b	148.01±0.43 ^a
	VP_R	129.20±0.60 ^b	145.63±0.73 ^{a*}	150.46±1.79 ^a

¹⁾AB: apple/beet porridge, AB_R: retorting treated apple/beet porridge, PC: sweet-pumpkin/cabbage porridge, PC_R: retorting treated sweet-pumpkin/cabbage porridge, VP: vitamin/pear porridge, VP_R: retorting treated vitamin/pear porridge.

²⁾Values are means±SEM.

³⁾Means with different letters in a row are significantly different at $P < 0.05$ the level by Tukey's multiple comparison test of cooking methods.

*Significantly different at $P < 0.05$ with respect to treatment of retorting.

1로 조리하였을 때 점도가 CM 2와 CM 3으로 조리한 시료에 비하여 유의적으로 낮게 측정되었다($P<0.05$). 레토르트 처리 전과 후 시료의 점도를 비교해보면 3종의 이유식 시료 모두 CM 2로 조리하였을 때 레토르트 처리 후의 점도가 처리 전보다 증가하였는데, 이는 재가열 후 쌀죽의 점도는 초기 점도에 비해 많이 감소한다는 보고(21)와 다르게 나타났다. 본 실험에서 CM 2로 이유식 제조 시 가열처리 중 과채류가 첨가됨에 따라 시료 온도가 낮아져 쌀가루, 찰쌀가루가 충분히 소화되지 못하였다가 레토르트 처리를 통해 재가열됨에 따라 소화되어 점도가 증가한 것으로 판단된다.

이유식의 색도 및 phytochemical 함량

레토르트 처리 전 조리방법에 따른 이유식의 색도와 phytochemical의 함량은 각각 Table 4와 Fig. 2에 나타내었다. AB의 L값은 CM 1로 조리하였을 때 41.52로 다른 조리방법에 비하여 높게 나타났으나, a값이 27.17로 CM 2(30.94), CM 3(31.74)에 비하여 낮게 나타났다. 조리방법에 따라 AB에 존재하는 anthocyanin의 함량을 측정할 결과 CM 1(4.86 $\mu\text{g/g}$), CM 2(5.80 $\mu\text{g/g}$), CM 3(5.69 $\mu\text{g/g}$)으로 CM 1로 조리하였을 때 가장 낮게 나타났으며, 이는 a값과 유사한 경향을 나타냈다. 이는 anthocyanin이 붉은색을 나타내는 색소(10)로 적색도를 나타내는 a값에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

조리방법에 따른 PC의 L값은 CM 1이 64.62, CM 2가 64.61, CM 3이 64.79로 조리방법에 따른 유의적인 차이는

없었지만 b값의 경우 CM 1이 37.35로 CM 2(39.45), CM 3(38.55)에 비해 낮은 값을 보였다. PC에 존재하는 β -carotene 함량은 CM 2에서 3.46 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높게 나타났는데, 이는 β -carotene의 함량이 황색도를 나타내는 b값과 유사한 경향을 보였으며, β -carotene의 함량이 b값과 연관성을 가진다고 볼 수 있다.

VP의 L값은 CM 3이 64.19로 가장 높게 나타났으며, a값은 CM 3이 -4.28로 가장 낮게 측정되었고 CM 1(-3.94), CM 2(-2.85) 순으로 나타났다. a값이 마이너스(-)로 측정되었다는 것은 시료가 녹색을 띤다는 의미로 CM 3이 가장 녹색을 띤다고 해석할 수 있다. b값(황색도)의 경우 CM 1이 19.28로 CM 3(16.38), CM 2(15.07)에 비해 높은 값을 나타냈다. VP에 존재하는 총 chlorophyll 함량을 측정할 결과 CM 3이 2.28 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮게 나타났는데, 이는 색도의 a값과 상반되는 결과이다.

레토르트 처리 후 이유식의 색도 및 phytochemical의 함량을 각각 Table 4와 Fig. 2에 나타내었다. AB_R의 경우 CM 1의 a값 17.31로 가장 낮게 측정되었고, CM 2의 a값이 20.45로 가장 높게 나타났다. 레토르트 처리 후 AB_R의 anthocyanin의 함량을 측정할 결과 CM 2가 3.04 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높게 나타났으며, a값과 유사한 경향을 나타내었다. 또한 레토르트 처리 전과 후의 시료의 색도 값을 비교해보면 모든 조리방법에서 레토르트 처리 후 붉은색을 나타내는 a값은 처리 전보다 감소하였고 노란색을 나타내는 b값은 증가했음을 알 수 있었다. 또한 레토르트 처리 후 anthocyanin

Table 4. Change in Hunter's color value of color enriched thin rice porridges depending on cooking methods and retorting

Sample ¹⁾	Color values					
	L	a	b	ΔE		
Red	AB	CM 1	41.52±0.03 ^{a1)}	27.17±0.04 ^c	17.79±0.11 ^a	40.84±0.07 ^b
		CM 2	40.24±0.07 ^c	30.94±0.01 ^b	15.24±0.05 ^b	42.67±0.02 ^a
		CM 3	40.88±0.09 ^b	31.74±0.02 ^a	14.39±0.05 ^c	42.50±0.03 ^a
	AB_R	CM 1	46.61±0.11 ^{a*}	17.31±0.11 ^{c*}	24.63±0.03 ^{b*}	37.90±0.04 ^{b*}
		CM 2	45.26±0.08 ^{c*}	20.45±0.07 ^{a*}	22.60±0.02 ^{c*}	38.38±0.07 ^{a*}
		CM 3	45.94±0.09 ^{b*}	20.06±0.07 ^{b*}	29.59±0.07 ^{a*}	37.25±0.05 ^{c*}
Yellow	PC	CM 1	64.62±0.18 ^a	0.40±0.04 ^b	37.35±0.13 ^c	43.30±0.14 ^c
		CM 2	64.61±0.02 ^a	0.64±0.01 ^a	39.45±0.09 ^a	45.39±0.09 ^a
		CM 3	64.79±0.02 ^a	0.52±0.03 ^{ab}	38.55±0.19 ^b	44.51±0.19 ^b
	PC_R	CM 1	64.33±0.13 ^a	0.41±0.02 ^a	37.13±0.36 ^b	43.06±0.37 ^b
		CM 2	64.20±0.06 ^{a*}	0.59±0.02 ^{a*}	39.19±0.08 ^a	45.12±0.08 ^a
		CM 3	64.43±0.02 ^{a*}	0.59±0.08 ^a	38.37±0.30 ^a	44.31±0.30 ^a
Green	VP	CM 1	61.99±0.05 ^c	-3.94±0.06 ^b	19.28±0.78 ^a	25.63±0.75 ^a
		CM 2	63.04±0.05 ^b	-2.85±0.01 ^a	15.07±0.03 ^b	21.31±0.03 ^b
		CM 3	64.19±0.07 ^a	-4.28±0.01 ^c	16.38±0.05 ^b	22.95±0.06 ^b
	VP_R	CM 1	61.76±0.06 ^{c*}	-3.78±0.05 ^{c*}	18.47±0.59 ^a	24.80±0.57 ^{a*}
		CM 2	62.60±0.04 ^{b*}	-2.54±0.03 ^{a*}	14.55±0.10 ^{b*}	20.73±0.10 ^{b*}
		CM 3	63.87±0.09 ^a	-3.00±0.06 ^{b*}	15.42±0.05 ^{b*}	21.73±0.05 ^{b*}

¹⁾Samples are the same as Table 3.

²⁾Values are means±SEM.

³⁾Means with different letters in a column are significantly different at $P<0.05$ the level by Tukey's multiple comparison test of cooking methods.

*Significantly different at $P<0.05$ with respect to treatment of retorting.

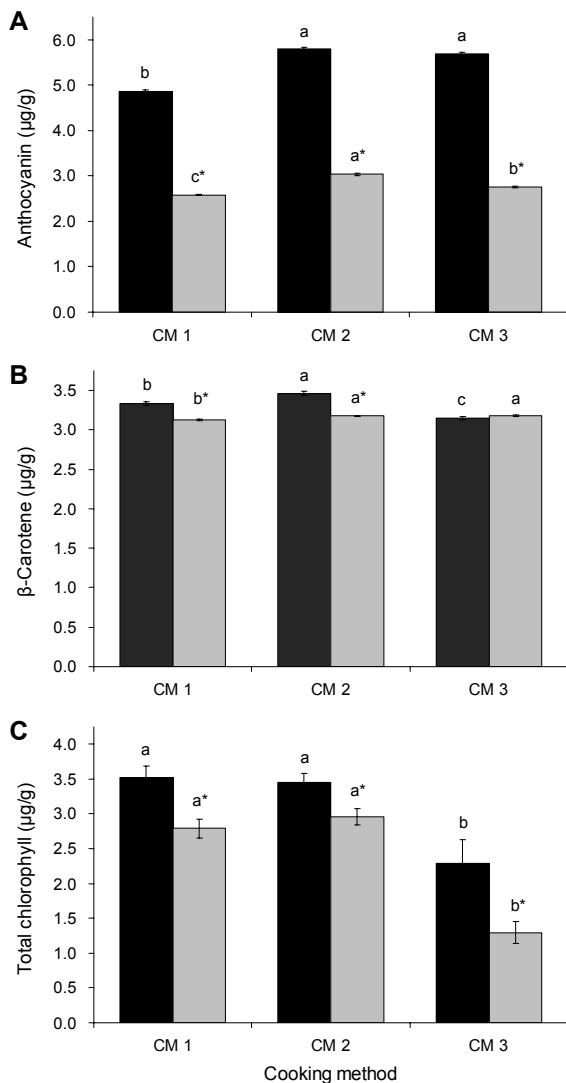


Fig. 2. The contents of phytochemical in manufactured thin rice porridges before retorting. (A) apple/beet infant food, (B) sweet-pumpkin/cabbage infant food, (C) vitamin/pear infant food. ■: untreated retorting, ▒: treated retorting. Values are means±SEM. *Significantly differences at $P<0.05$ with respect to treatment of retorting. Means with different letters (a-c) above the bars are significantly different at $P<0.05$ the level by Tukey's multiple comparison test of cooking methods.

의 함량은 CM 1이 2.58 µg/g, CM 2가 3.04 µg/g, CM 3이 2.76 µg/g으로 레토르트 처리 전보다 46% 이상 감소하였다. 이는 붉은 색상을 좌우하는 anthocyanin 색소가 열에 민감하고(19), 가열에 의해 anthocyanin이 분해되어 생성된 화합물에 의해 색이 붉은색에서 갈색으로 변한다는 연구 결과(22)로 보아 anthocyanin을 함유한 비트가 열을 가하여 살균하는 레토르트 처리 때문에 anthocyanin이 파괴되어 변색한 것으로 보인다.

PC의 레토르트 처리 후 색도 측정 결과 L값과 a값은 조리 방법에 따라 차이는 없었지만 b값의 경우 CM 1이 37.13으로 가장 낮게 측정되었다. β-Carotene 함량 측정 결과 값을

비교해보면 레토르트 처리 후의 시료는 조리방법에 따라 β-carotene 함량은 유의적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 레토르트 처리 전과 후의 색도 및 β-carotene 함량을 비교해보면 레토르트 처리 후 b value 값은 처리 전과 유의적인 차이가 나타나지 않았지만 β-carotene의 함량은 CM 3을 제외하고 처리 전보다 유의적으로 낮게 나타났다. 이는 레토르트 처리 후 색은 유지가 되나 β-carotene 함량은 낮아지는 것으로 판단된다.

VP의 레토르트 처리 후 색도 측정 결과 CM 1로 조리한 시료의 L값(61.76)과 a값(-3.78)은 다른 조리방법들에 비하여 낮게 나타났으며, b값은 18.47로 높은 값을 보였다. 레토르트 처리 후 시료의 총 chlorophyll 함량을 측정한 결과 CM 3이 1.29 µg/g으로 다른 조리방법들에 비하여 낮게 나타났다. 레토르트 처리 전과 후를 비교해보면 3가지 조리방법에서 모두 레토르트 처리 후 a값이 증가하였으며, 시료의 총 chlorophyll 함량이 처리 전보다 유의적으로 감소한 것을 볼 수 있었다. Datt(23)에 따르면 chlorophyll은 열에 민감하여 가열 시 chlorophyll 과생물로 전환된다. 이에 레토르트 처리 시 가열로 인해 이유식에 함유되어 있던 chlorophyll이 파괴되어 총 chlorophyll 함량이 낮아진 것이다.

제조된 이유식의 색도와 phytochemical 함량을 비교한 결과 레토르트 처리 전 CM 2와 CM 3의 방법으로 조리된 이유식의 phytochemical 함량이 높게 나타났으나 레토르트 처리로 인해 phytochemical의 함량이 감소하여 레토르트 처리 후 시료에서는 CM 2의 방법으로 조리한 이유식의 phytochemical의 함량이 다른 조리방법들로 조리한 이유식보다 유의적으로 높게 나타났다.

이유식의 항산화능

이유식의 조리방법과 레토르트 처리에 따른 항산화능을 비교하기 위하여 DPPH와 ABTS 라디칼 소거 활성을 측정한 결과는 Fig. 3과 같다. 3종의 이유식 모두 조리방법에 따른 DPPH 라디칼 소거 활성은 유의적인 차이를 보이지 않았으나 ABTS 라디칼 소거 활성은 AB의 경우 CM 1로 조리 시 32.52%로 가장 낮게 나타났고, PC와 VP의 경우 CM 1로 조리하였을 때 각각 33.67%, 20.35%로 CM 2와 CM 3으로 조리하였을 때보다 소거능이 가장 높게 나타났다.

레토르트 처리 후 DPPH 라디칼 소거 활성 측정 결과에서는 CM 1로 조리한 AB 시료(22.62%)가 CM 2(30.47%)와 CM 3(31.30%)으로 조리한 시료보다 소거능이 낮게 나타났으며, 레토르트 처리 전보다 소거능이 감소하였다. PC와 VP 시료의 경우 조리방법에 따른 차이는 나타나지 않았으나, CM 3으로 조리한 PC 시료의 소거능이 레토르트 처리 전보다 낮게 나타났다. 레토르트 처리 후 ABTS 라디칼 활성 측정 결과 AB와 PC 시료의 경우 조리방법에 따른 차이가 나타나지 않았으나, CM 2와 CM 3으로 제조된 AB 시료의 소거능이 레토르트 처리 전보다 감소되었고 PC 시료의 경우 레토르트 처리 전과 처리 후 소거능의 차이는 나타나지 않았

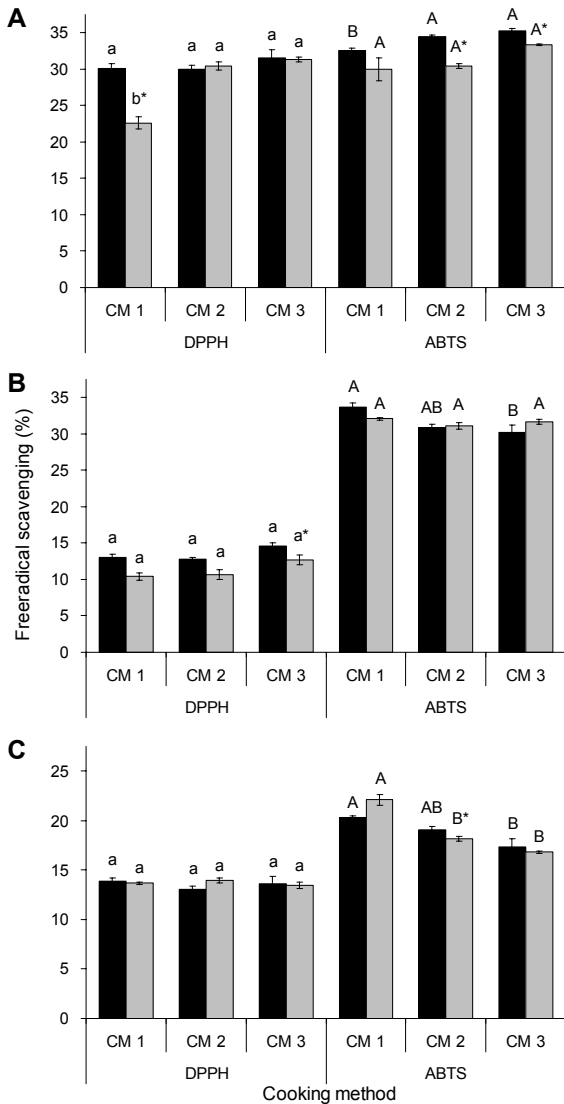


Fig. 3. Value of DPPH and ABTS free radical scavenging activities from phytochemical enriched thin rice porridges. (A) apple/beet infant food, (B) sweet-pumpkin/cabbage infant food, (C) vitamin/pear infant food. ■: untreated retorting, ■: treated retorting. Values are means±SEM. *Significantly differences at $P < 0.05$ with respect to treatment of retorting. Means with different letters (a,b and A,B) above the bars are significantly different at $P < 0.05$ the level by Tukey's multiple comparison test of cooking methods.

다. VP의 경우 CM 1로 조리된 시료의 소거능이 22.09%로 CM 2(18.15%)와 CM 3(16.81%)으로 조리된 시료에 비하여 소거능이 높게 나타났다.

레토르트 처리 전과 처리 후 이유식의 라디칼 소거 활성과 각 이유식의 phytochemical의 함량 관계를 살펴보면, AB의 조리방법에 따른 ABTS 라디칼 소거 활성 측정 결과와 anthocyanin의 함량이 CM 1 조리를 하였을 때 낮게 나타났으며, 레토르트 처리 후 anthocyanin의 함량이 감소함에 따라 라디칼 소거 활성 또한 감소한 것을 확인할 수 있었다. PC의 경우 β -carotene의 함량은 CM 2에서 가장 높게 측정되었

지만 항산화능 측정 결과에서는 조리방법에 따른 유의적 차이가 나타나지 않았다. VP의 총 chlorophyll 함량 측정 결과 CM 3이 가장 낮게 나타났으나 항산화 활성의 경우 조리방법에 따른 차이는 나타나지 않았다. Kim 등(11)은 적색 파프리카에 phytochemical의 함량이 높아 항산화능이 높다고 밝힌 바 있다. 하지만 본 실험 결과에서 나타나는 라디칼 소거 활성은 이유식에 함유된 phytochemical의 함량과 비례하지 않는 결과를 나타내었다.

실험 결과들을 바탕으로 하였을 때 레토르트 처리 전에서는 중간 혼합 후 가열(CM 2)과 가열 후 혼합 방법(CM 3)이 색도와 phytochemical 함량, 항산화 활성에서 가장 뛰어났지만 레토르트 처리 후에는 3가지 조리방법 간에 차이가 크지 않는 것으로 나타났다. 실제 이유식 제조 공정에서는 이유식의 첨가되는 과채류 별로 조리과정을 거쳐야 하는 가열 후 혼합(CM 3) 방법보다 공정이 단순한 혼합 후 가열(CM 1) 또는 중간 혼합 후 가열(CM 2)이 이유식 조리공정에 적용이 적합할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 4~6개월의 영아에게 섭식이 적합한 미음에 과채류를 첨가한 이유식을 과채류의 첨가시기를 달리한 조리방법에 따라 제조한 후 살균과정 전과 후 이유식의 색도 및 phytochemical의 함량을 비교하여 배달 이유식 조리공정에 적합한 조리방법을 탐색하고자 하였다. 이유식의 점도는 혼합 후 가열(CM 1)로 조리하였을 때 가장 낮게 나타났으며, 중간 혼합 후 가열(CM2)로 조리 후 레토르트 처리한 경우 레토르트 처리 전보다 증가하였다. 조리방법에 따른 색도 및 phytochemical 함량 측정 결과 가열 후 혼합(CM3)으로 조리하였을 경우 사과비트미음(AB)과 비타민채배미음(VP)의 붉은색과 녹색이 가장 뚜렷하였으며, 단호박양배추미음(PC)의 경우 CM 2로 조리하였을 때 노란색을 나타내는 b값이 가장 높게 나타났다. 레토르트 처리 후 3종의 이유식 모두 레토르트 처리 전보다 색도 및 phytochemical의 함량이 낮아졌으며, 이는 가열에 의하여 이유식에 존재하던 phytochemical이 파괴된 것으로 판단되었다. 항산화 활성 측정 결과 3종의 이유식 모두 조리방법에 따른 DPPH 라디칼 소거능의 차이는 나지 않았으나 ABTS 라디칼 소거능에서는 조리방법 간의 차이가 나타났다. 레토르트 처리 후 AB의 항산화 활성은 낮아진 반면, PC와 VP의 경우 레토르트 처리 전과 항산화 활성의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이유식을 3가지 조리방법에 따라 조리한 결과 과채류의 가열 처리 시간이 짧은 조리방법이 과채류의 색을 가장 잘 유지하고 phytochemical의 함량이 높은 것으로 나타났으나, 살균과정을 거친 후에는 조리방법 간의 차이는 나타나지 않았다. 따라서 이유식의 첨가되는 과채류 별로 조리과정을 거쳐야하는 CM 3 방법보다 공정이 단순한 CM 1 또는 CM 2가 상업용 배달 이유식의 조리공정에 적용이 적합할 것

로 판단되었다.

감사의 글

본 논문 연구는 농림수산식품기술기획평가원 연구사업(과제번호: 112120-2)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

- Pack HR, Lim YS. 1999. A study of the effect of weaning foods-feeding methods in weaning periods on preschool-children's food habit·food preference and iron nutritional status. *J Nutr Health* 32: 259-267.
- Jang SJ, Shin JH, Lee YS. 2004. A survey on nutrient intakes by infant formula and supplemental foods of formula-fed infants in Seoul area. *Korean J Community Nutr* 9: 251-262.
- Kim YH, Lee SG, Kim SH, Song YJ, Chung JY, Pack MJ. 2011. Nutritional status of Korean toddlers: From the Korean national health and nutrition examination survey 2007~2009. *Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr* 14: 161-170.
- Lee JH. 2006. A survey on nutrient intakes by infant formula and supplemental foods of formula-fed infants. *Korean J Food & Nutr* 19: 539-551.
- Kang SA, Shin HJ, Lim YH, Kim GA, Woo YH, Jun YH, Kim SK. 2005. A study of mothers' nutritional knowledge on weaning of breast-fed infant, the age of 6 months. *Korean J Community Nutr* 10: 453-461.
- Park HK, Yim SK, Sohn KH, Kim HJ. 2001. Preparation of semi-solid infant foods using sweet-pumpkin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1108-1114.
- Jeon J, Sohn K, Lee Y. 1993. A study of weaning practice and propositions about processed baby foods - Focused on the Seoul and Kyunggi area -. *Korean J Soc Food Sci* 9: 239-246.
- Korea Consumer Agency. 2011. *Safety survey of infant and young child foods*. Korea Consumer Agency, Eumseong, Korea.
- Schreiner M, Huyskens-Keil S. 2006. Phytochemicals in fruit and vegetables: health promotion and postharvest elicitors. *Crit Rev Plant Sci* 25: 267-278.
- Song TH, Han OK, Kim YK, Pack TI, Pack KH, Kim KJ. 2011. Effect of top dressing and harvest time on growth, feed value, and anthocyanin content of colored barley. *Korean J Crop Sci* 56: 159-166.
- Kim JS, Ahn J, Ha TY, Rhee HC, Kim S. 2011. Comparison of phytochemical and antioxidant activities in different color stages and varieties of paprika harvested in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 43: 564-569.
- Kwon YD, Ko EY, Hong SJ, Pack SW. 2008. Comparison of sulforaphane and antioxidant contents according to different parts and maturity of broccoli. *Kor J Hort Sci Technol* 26: 344-349.
- Seo BH. 2006. A study of preparing gruel and quality characteristics tomato gruel. *MS Thesis*. Sejong University, Seoul, Korea.
- Kim JS, Kim YJ, Yang JW. 2011. The quality characteristics of saccharified cherry tomato gruel prepared with rice mash. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 755-762.
- June JH, Yoon JY, Kim HS. 1998. A study on the development of 'hodojook'. *Korean J Dietary Culture* 13: 509-518.
- Chung L, Lee J, Oh S, Choe E. 2012. Effect of chlorophyll and carotene on lipid oxidation and tocopherols during heating for manufacturing of perilla and rice porridge. *Korean J Food Sci Technol* 44: 680-685.
- Ministry of Food and Drug Safety. 2014. *Korea Food Code*. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea.
- Kim JW, Sung KH. 2010. A study on quality characteristics of kiwi fruit-gruel with added kiwi concentrate. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 313-320.
- Palamidis N, Markakis P. 1975. Stability of grape anthocyanin in a carbonated beverage. *J Food Sci* 40: 1047-1049.
- Choi SH, Kim DH, Kim DS. 2011. Comparison of ascorbic acid, lycopene, β -carotene and α -carotene contents in processed tomato products, tomato cultivar and part. *Korean J Culinary Res* 17: 263-272.
- Yang YH, Kim MH, Kwon OY, Lee JH, Lee KJ, Lee JW, Kim MR. 2007. Effect of solid content on the physicochemical properties of rice porridge after reheating. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 671-676.
- Kim YH. 1999. Stabilities of anthocyanin pigments obtained from crab apple (*Malus prunifolia* Wild. Borkh. "Red Fruit") by ethanol extraction. *Korean J Food & Nutr* 12: 85-90.
- Datt B. 1998. Remote sensing of chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, chlorophyll *a+b*, and total carotenoid content in eucalyptus leaves. *Remote Sens Environ* 66: 111-121.