

초고압을 이용한 반고형 사과 이유식 개발 및 품질평가

†조형용 · 조은경 · 김병철 · 신해헌*
(주) 다손, *백석문화대학 외식산업학부

Development of Semi-Solid Apple Baby Food using High Pressure Processing and Quality Evaluation

†Hyung-Yong Cho, Eun-Kyoung Cho, Byoung-Chul Kim, Hae-Hun Shin*

Dason Co., Bucheon 303-303, Korea

**Division of Food Service Industry, Baekseok Culture University, Cheonan 330-705, Korea*

Abstract

For the purpose of develop semi-solid baby food, we investigated ingredients, processing aids as a thickener, processing suitability test, natural antibrowning agent, packing method, novel preservation technology, storage test and quality evaluation. In results, semi-solid baby food was developed. It's formulation is eco-friendly apple as a main ingredients, natural rhubarb extract 5% and thickener 4%. Thickener was used brown rice puffing powder and sweet pumpkin puffing powder. High pressure processing(HPP) and pouch packaging was used as processing and novel preservation technology. In results of storage test and quality evaluation, shelf-life of semi-solid baby food was 15 days in 5°C cold storage and hedonic score of sensory evaluation was 4.3/5.0. Taste of them was fresh and sweet.

Key words: baby food, high pressure processing(HPP), thickener, antibrowning agent

서 론

반고형 이유식은 우리나라 식품공전(식품의약품안전청 2011) 규격상 기타 영·유아식에 해당하는 제품으로 기준규격은 조단백질과 조지방은 표시함량 이상, 나트륨(mg/100 g)은 20 이하, 인공감미료와 타르색소, 대장균은 검출되지 않아야 하며, 세균수(CFU/ml)는 100 이하이어야 한다.

이유식은 연령에 따라 재료나 식품의 유형을 다르게 적용하여 개발되는 것이 일반적인 방법이다. 예로 1~4개월 영아에게는 미음 상태, 2~7개월 또는 3~10개월의 영아에게는 죽 형태의 반고형의 이유식을, 그리고 그 이상 연령의 아기는 분말죽 또는 chip을 주로 개발하고 있다(Min 등 1993a; Min 등 1993b; Kim 등 1997).

반고형의 이유식을 위해서 필요한 기술로는 전처리 기술(washing)과 formulation, 살균, 포장, 유통기한 설정기술이 필

요하며, formulation 기술은 기능강화 및 supplement의 기능을 할 수 있도록 배합하는 기술로 반고형 식품의 물성을 부여할 수 있으며, 가공보조제로 허용 가능한 물질 선정하게 된다(Purvus & Bartholmey 1998; Choi 등 2005).

최근 유기농산물 및 유기가공식품의 수요가 증가하면서 사용가능한 최소가공(minimal processing) 또는 careful processing 기술이 대두되고 있다. 최소가공은 최소한의 가공을 통해 신선한 품질 그대로의 제품을 제공할 수 있는 기술의 하나로서, 신선 및 건조 과채류 가공 시 갈변의 문제를 해결하기 위해 sulfites제를 사용하였으나, 유기 가공시에는 사용할 수 없다(Park JY 2009).

일반적으로 곡류가공제품은 쉽게 변질되는 문제점이 있어서 안정성에 대한 연구와 친환경, 저에너지 소비 기술인 초고압(high hydrostatic pressure, HPP), 막이용 기술, 이온화 조사(ionizing radiation), 광펄스(high-intensive pulsed light), 고전

† Corresponding author: Hyung-Yong Cho, Dason Co., Bucheon 303-303, Korea. Tel: +82-32-329-4040, Fax: +82-32-321-9025, E-mail: hycho@hanmail.net

압 펄스 전기장(high voltage pulsed electric fields, PEF) 이용 기술 등과 같은 비가열 살균기술(non thermal sterilization process)을 개발하고 있다. 비가열 가공은 식품의 품질에는 영향을 미치지 않으면서 부패미생물을 억제할 수 있는 장점이 있다. 이중 초고압 가공기술은 액체 또는 고체 식품을 100~900 MPa의 정수압으로 처리하는 기술로서 미생물 및 효소의 불활성화에 매우 뛰어난 효과를 가지고 있어서 식품산업에서 고품질의 제품 생산을 위한 목적으로 그 중요성이 부각되고 있다(Park JY 2009; Rastogi 등 2007).

우리나라 사과 전체 생산량은 2010년도 기준으로 460,285 톤에 달하며, 생산량은 중국 수입물에 밀려 해마다 줄어가고 있는 실정이다. 국내산 특/상품의 사과의 경우에는 사과로서 상대적으로 높은 가격으로 유통시킬 수 있으나, 중/하품의 경우에는 그 수요처를 찾기가 쉽지 않다. 선진국의 경우에는 과실류 가공비율이 40% 이상 되지만, 우리나라는 2009년 사과 가공품이 23,712톤으로 5.2% 정도이며, 가공품으로는 주스(77%), 음료(6%) 등으로 가공기술 수준도 상당히 낮은 실정이다(통계청 2011). 그러므로 대표적인 국내산 과실류 가운데 생산량이 많은 사과를 이용하여, 특히 생과 판매가 어려운 비상품과를 이용하여 고품질의 유기농 사과 가공제품을 생산하기 위해 최적 유기농 가공 기술의 연구가 절실히 필요하다.

일반적으로 원료 사과의 가공 시 박피, 절단, 제심, 분할 등의 가공처리를 거치면서 조직의 손상에 따른 연화와 절단면의 공기 노출로 인한 미생물 오염 및 변식, 갈변 등을 겪게 됨으로 원재료 상태의 사과에 비해 저장성 및 안정성이 현저하게 떨어지는 단점이 있다. 이러한 사과 제품의 고품질 가공을 위해서는 현재 여러 가지의 방법들이 연구되고 있으나, 현실적으로 소규모 생산업자가 직접 활용할 수 있는 기술은 아직 부족한 실정이다. 이러한 문제를 극복하기 위해 우선적으로 해결되어야 할 가장 중요한 기술적 부분은 제품의 갈변 억제와 미생물 변패에 대한 안정성 확보이다(Park 등 2001; Sohn 등 2002; Ahn 등 2005; Choi 등 2005).

초고압 가공은 과일 및 야채식품에서는 진균류를 포함한 부패 미생물, 병원성균 및 효소를 불활성화하여 보존료와 같은 첨가물을 전혀 사용하지 않고도 방금 착즙한 것과 같은 외관과 향미를 가진 주스제품을 제조할 수 있다(Chauvin 등 2005; Park JY 2009). 초고압 가공에서 감과 같은 과일은 연화되면서 투명해지고 단맛이 증가하는 반면에 사과, 배, 감자, 고구마 등의 과일·채소류는 고압처리 후 급속히 검게 변색되는데, 이는 과육에 존재하는 polyphenol oxidase(PPO) 등과 같은 갈변효소의 활성이 증가하는 것으로 설명하고 있다(Asaka & Hayashi 1991; MacDonald & Schaschke 2000; Rastogi 등 2007; Park JY 2009). 전분 또는 쌀가루를 초고압 처리하면 본래의 입체구조가 붕괴되고, amylase 소화성이 증가하는 등 가

열에 의한 전분의 호화현상과 유사한 변화가 나타난다고 보고되고 있다(MacDonald & Schaschke 2000; Rikimaru 2005; Gomes 등 2009).

본 연구에서는 친환경 사과를 이용한 유아용 반고형 이유식을 제조하기 위하여 영양학적인 측면과 원료 수급 측면을 고려한 점증제 선정, 이유식의 외관상 특징을 개선하기 위한 갈변방지제의 선정과 배합 비율 결정 및 제조 방법을 개발하고, 개발된 제조 방법에 의해 시제품을 생산하여 품질평가를 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

반고형 이유식 제조의 주원료인 사과는 경북 의성의 아이사랑으로부터 공급 받아 4°C에서 냉장 보관하여 사용하였다.

점증제로는 친환경 전문 매장에서 판매되고 있는 쌀가루, 퍼핑 스낵 제조시에 발생하는 부산물인 현미 퍼핑가루와 단호박 퍼핑가루를 4% 첨가하였다. 이 때 사용된 단호박 및 현미 퍼핑가루는 국내산 유기농 단호박 및 유기농 현미를 이용한 성형미로 퍼핑 스낵을 만든 후 부산물을 분쇄하여 사용하였으며, 유기농 단호박 및 유기농 현미는 두레생협에서 구매하여 사용하였다.

천연 갈변방지제로는 천연 루바브(rhubarb) 추출액과 시판 이유식에 사용되고 있는 식품첨가물용 비타민 C powder를 구입하여 사용하였다.

2. 초고압 처리 조건

초고압은 상업적 규모의 초고압 시스템(215L, Avure Inc. USA)을 이용하여 나일론 재질의 플라스틱 필름 파우치에 넣고 감압진공포장을 한 시료를 pressure-transmitting medium으로 상온이 물이 채워진 chamber에 넣고, hydraulic pump로 pressuring piston을 상승시켜 가압하였다. 초고압처리는 압력 550 MPa에서 3분간 하였으며, come-up time은 3분이 소요되었다. 공정 중 온도변화는 15~32.5°C를 유지하였다.

3. 분석

pH는 pH meter(pH900-9050, Precisa, Swiss)를 사용하여 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었고, 당도는 상온에서 휴대용 굴절 당도계(PR-101, ATAGO digital refractometer, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)로 Hunter 색도의 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하여 ΔE 값을 $[(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2]^{1/2}$ 식으로 산출하였으며, 표준판은 L=90.68, a=1.59, b=-8.60의 값을 가진 백색판을 이용하였다. 점도는 Viscometer

(Model LV DV-II+P, Brookfield Eng Labs Inc., USA)를 이용하여 25°C에서 1분간 교반 후 spindle #5를 이용하여 20 rpm으로 고정된 후 측정하였다. 관능평가는 10명의 평가원을 대상으로 맛, 향, 색, 흐름성, 질감에 대해 5점을 만점으로 평가하였다.

4. 저장 실험

저장기간에 따른 물성 변화 또는 차이를 확인하기 위하여 10°C에서 냉장 저장하면서 0, 5, 10, 15, 20일 후의 품질특성을 측정하였다.

5. 반고형 이유식 제조

사과의 수율과 가공 공정 등을 고려하여 이온수 세척 후 제심하여 껍질 채 모두 같이 사용하였으며, 습식분쇄기(Colloid Mill, Koen, Korea)를 이용하여 입자의 크기를 50~100 µm 수준으로 분쇄한 후, 점증제를 4% 수준으로 첨가하고, 다시 한번 균질화하여 포장하였다. 포장 후 초고압을 이용한 비가열 살균을 실시하였다.

6. 품질 평가 - 제품안전성 실험

반고형 이유식의 냉장저장 기간에 대한 안전성 확인을 위해 각 이유식을 100 g 씩 병입하여 밀봉한 후 15일간 10°C에서 냉장저장하면서 저장 0, 5, 10, 15 일에 미생물 검사와 물리적 변화를 측정하였다.

1) 미생물 검사용 시료 채취

이유식을 채취할 때 사용되는 도구 및 용기와 실험과정에서 이용되는 모든 배지 및 기구는 121°C에서 15분간 가압, 가열하여 무균처리 하였다. 각 시료 20 g에 0.1% 멸균 peptone water 180 ml를 붓고, Stomacher Lab Blender 400(Seward Medical Limited, London, UK)으로 1분간 균질화 시킨 후 미생물 검사용 시료로 사용하였다.

2) 총균수 검사

총균수 검사는 표준한천배지(plate count agar, Difco, USA)와 pour plate method를 이용하여 35°C로 고정시킨 배양기에서 48시간 배양한 후 1 평판당 25~250개의 집락을 형성한 평판을 택하여 g 당 집락수를 계산하였다.

3) 대장균 검사

대장균 검사는 건조필름법을 이용하여 진행하였으며, 시험 용액 1 ml와 각 단계 희석액 1 ml를 대장균 건조필름배지(3M, USA)에 접종한 후 잘 흡수시키고, 35°C에서 48시간 배양한 후 생성된 푸른 집락 중 주위에 기포를 형성하고 있는 집락수

를 계산하고, 그 평균 집락수에 희석배수를 곱하여 대장균수를 산출한다.

4) 초고압 처리에 따른 물리적 변화

초고압 처리 전, 후의 물성을 점도 측정과 흐름성 질감에 대한 스푼플(strained, pureed, smooth, mashed) 특성을 관찰하였고, 차이 비교를 위해 동일한 조건으로 초고압 처리를 하지 않는 이유식의 물성 평가도 대조구로서 실시하였다.

7. 영양성분

일반성분은 AOAC 방법(1990)에 따라 수분은 105°C 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 micro Kjeldahl 법, 조회분은 550°C의 직접 회화법으로 각각 정량하였다. 탄수화물 함량은 100%에서 수분, 조지방, 조단백질 및 조회분의 양을 뺀 값으로 나타내었고, 나트륨 함량은 ICP-OES (PerkinElmer, USA)를 이용하여 정량하였다. 열량은 탄수화물 및 단백질 함량 1 g 기준 4 kcal, 지방은 1 g 당 9 kcal의 값으로 곱하여 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 점증제 선정

이유식의 영양학적인 면을 고려하여 설탕을 첨가하지 않고, 대신 단맛을 부여하기 위해 점증제로 단호박 퍼핑가루와 쌀가루보다 점성이나 스푼플 특성 등 물성이 더 우수할 거라 예상되어지는 현미 퍼핑가루를 이용한 이유식을 제조하여 쌀가루를 첨가한 이유식과 pH, 당도, 점도 및 색도 그리고 스푼플 특성 등을 비교하여 최종 가공적성을 판단하고자 하였다. 예비 선정된 점증제 원료의 영양학적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Composition of thickener source

	Rice	Brown rice	Sweet pumpkin
Calory(kcal)	364.00	314.29	351.00
Carbohydrate(g)	79.60	72.00	71.80
Protein(%)	6.80	8.10	7.40
Lipid(%)	1.00	0.95	3.00
Dietary fiber(%)	0.40	5.24	1.00
Ash(%)	0.50	5.24	1.30
Calcium(mg)	5.00	19.05	10.00
Vitamin B ₁ (mg)	0.15	0.14	0.54
Vitamin B ₂ (mg)	0.03	0.19	0.06
Vitamin C(mg)	0.00	100.00	0.00

1) pH 변화

점증제 종류별로 이유식을 제조하여 초고압 처리 후 저장 기간에 따른 사과 이유식의 pH를 측정된 결과는 크게 변하지 않는 것으로 나타났다(Fig. 1). 또한 20일 간의 저장기간이 지난 후에도 각 점증제 종류별 이유식의 pH는 초기 pH에 비해 큰 차이가 없었으며, 가장 큰 폭의 변화가 0.3 정도로 미미하였다.

2) 당도 변화

초고압 처리 후 저장기간에 따른 사과 이유식의 당도(Fig. 1)는 점증제로 쌀가루를 사용한 이유식의 당도는 12.8~13.4 Brix이고, 현미 퍼핑가루를 사용한 경우 12.7~14.7 Brix, 단호박 퍼핑가루를 사용한 경우 14.0~16.7 Brix로 측정되어 단호박 퍼핑가루를 점증제로 첨가할 경우 가장 높은 당도를 나타내었으며, 모든 이유식에서 저장기간에 따른 당도의 차이는 크게 나타나지 않았다.

3) 점도 변화

점도의 경우, 쌀가루를 첨가한 경우에 비해 현미 퍼핑가루를 첨가한 경우가 다소 낮아지는 경향을 볼 수 있었고, 단호박 퍼핑가루를 첨가한 이유식의 점도는 약간 높은 것으로 나타났다(Fig. 1). 점증제를 첨가한 모든 이유식에서 저장기간

에 따른 점도는 일정 수준으로 유지되는 경향이 있었다.

4) 색도 변화

저장기간에 따른 색도(Fig. 2)는 쌀가루를 첨가한 경우, 시간이 지남에 따라 밝기를 나타내는 L value가 다소 낮아지는 경향을 보였으나, 그 수준이 그리 크지 않았고, 현미 및 단호박 퍼핑가루를 첨가한 경우에도 20일 저장기간에 대해 L value 값이 크게 변하지 않는 것으로 나타났다. a value의 경우 3가지 이유식 모두 큰 차이를 보이지 않고, 저장기간에 대해서도 큰 변화 없이 같은 수준을 유지하는 것을 확인할 수 있었으며, b value의 경우 쌀가루 첨가구와 현미 퍼핑가루 첨가구의 값은 거의 비슷한 수준으로 측정되었고, 단호박 퍼핑가루를 첨가한 경우 다소 높게 측정되었다. 전체적으로 3가지 점증제에 대해 저장기간 20일 동안 큰 변화 없이 색도가 일정하게 유지된다고 판단하였으며, 갈변방지제를 넣지 않은 상태에서 점증제만으로도 어느 정도의 갈변방지를 해준다는 것을 확인할 수 있었다.

5) 스펀플 테스트

점증제를 첨가하지 않은 경우와 점증제로 쌀가루, 단호박 퍼핑가루 및 현미 퍼핑가루를 첨가한 반고형 이유식 제품을 제조하고 초고압 처리 후에 스펀플 특성을 관찰하였다(Fig. 3).

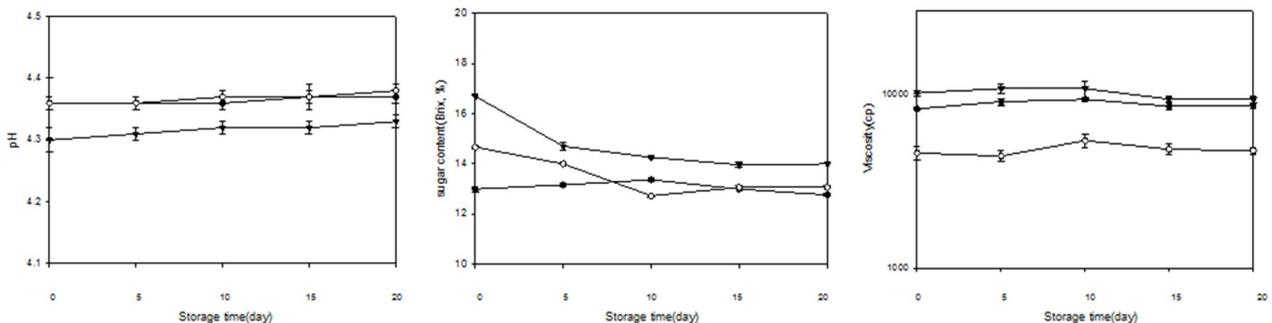


Fig. 1. Effect of thickeners on pH(a), sugar content(b) and viscosity(c) changes of apple baby food during storage.

○: rice, ●: brown rice, ▼: sweet potato.

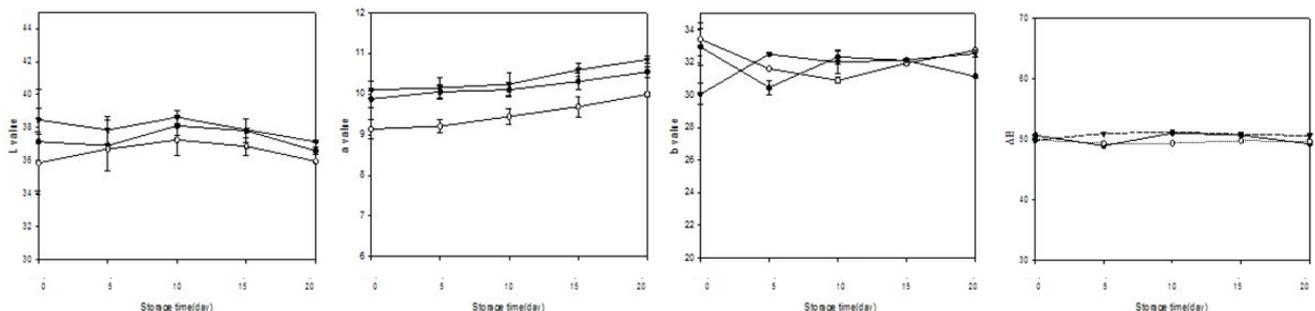


Fig. 2. Effect of thickener on color changes of apple baby food during storage. ○: rice, ●: brown rice, ▼: sweet potato.

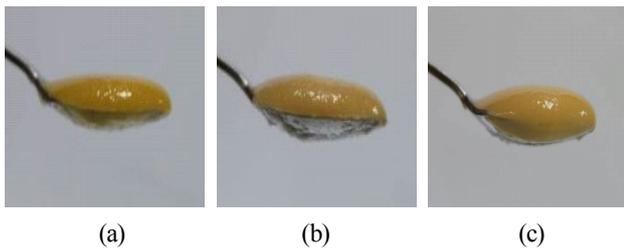


Fig. 3. Spoonful characteristics of baby food by thickener. (a) rice, (b) sweet pumpkin, (c) brown rice.

스푼플 특성의 경우, 7개월 이하의 유아용 이유식이 지녀야 할 특성으로 점성이 부여되어 흐르지 않는 성질(Min 등 1993b)이다. 점증제를 넣은 3가지 처리구 모두 점성이 부여되어 위로 붕긋하게 올라온 것을 확인할 수 있다. 또한, 흐르지 않는 성질이 유지되고 표면이 매끈하여 멍치는 현상 역시 나타나지 않아 양호한 스푼플 특성을 유지하는 것을 확인할 수 있었다.

유아용 이유식에 영양학적인 측면과 맛을 부여하는 측면, 부산물을 이용하는 경제성 그리고 스푼플 특성을 고려하는 경우에 있어서 단호박 펄핑가루가 가장 적합한 부원료로 판단되었다.

2. 갈변방지제 및 배합비 선정

사과 이유식의 갈변은 소비자의 구매에 있어 시각적으로 제품의 신선도나 품질 등을 판단하는 지표로서 우선적으로 사용될 수 있으므로(Sohn 등 2002) 본 실험에서는 천연첨가제인 루바브 추출액을 이용하여 사과 이유식의 갈변 억제를 위한 최적 배합 조건을 설정하고자 하였다.

천연 갈변방지제인 루바브액의 첨가농도를 결정하기 위해 기존제품에 많이 사용되고 있는 비타민 C를 첨가하여 결과를 비교하기 위하여 Table 2와 같이 배합하였다. 비타민 C는 시판 이유식에 많이 사용되는 함량인 0.03%를 넘어가지

Table 2. Mixing ratio of vitamin C and rhubarb for anti-browning reagent

	Vitamin C(%)	Rhubarb(%)
1	0.00	0.0
2	0.05	0.0
3	0.1	0
4	0.02	2.4
5	0.02	1
6	0.01	3
7	0	3
8	0	5

않도록 하였으며, 루바브 액은 관능에 크게 영향을 주지 않는 범위가 되도록 5% 이내로 첨가하였다.

1) pH 변화

갈변방지제를 농도별로 첨가하여 이유식을 제조한 후에 초고압 처리 후 저장기간에 따른 사과 이유식의 pH 변화를 측정하여 Fig. 4에 나타내었다. 갈변방지제 종류나 첨가량별 사과 이유식의 pH는 저장기간에 따라 크게 변하지 않는 것으로 나타났다. 갈변방지제를 전혀 넣지 않은 사과 이유식의 pH는 4.10~4.18이었고, 첨가되는 갈변방지제의 양이 증가함에 따라 pH의 값은 낮아지는 경향이 나타났다. 처리구 중 루바브 액을 5% 넣은 처리구의 경우 pH는 3.82~3.93으로 가장 낮은 값을 나타내었다.

2) 당도 변화

갈변방지제를 처리하지 않은 사과 이유식의 당도는 12.5~14.4 Brix이고 갈변방지제를 처리한 경우, 첨가한 정도에 따라 12.0~15.0 Brix로 나타났다(Fig. 4). 약간의 차이가 나타나기는 하지만 그 차이가 경향을 가지고 나타나는 것은 아니며, 그 차이 또한 크게 나타나지 않는 것으로 미루어 비타민 0.1% 이내, 또는 루바브 액 5% 이내 수준의 첨가가 이유식의 당도에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 판단하였다.

3) 색도 변화

갈변방지제를 첨가한 사과 이유식 제조 시 루바브액과 비타민 C의 첨가비율이 높아짐에 따라 L값이 증가함을 확인할 수 있었다(Fig. 5). 이는 제조 시 뿐 아니라 저장 기간이 길어짐에 따라서도 변함없이 첨가비율이 높은 처리군의 값이 높은 것을 확인할 수 있었다. 또한, 첨가비율에 높아짐에 따라 a값은 감소하고, b값은 증가하였다.

루바브액과 비타민 C를 농도별로 혼합하여 첨가한 실험구 사이에 당도는 크게 차이를 보이지 않았으나, pH는 루바브 액

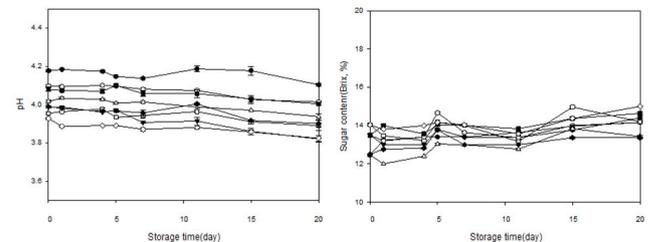


Fig. 4. pH and viscosity changes with anti-browning reagents during storage. ●: apple 00%, ○: vit C 0.05%, ▼: vit C 0.1%, ▽: vit C 0.02%+rhubarb 2.4%, ■: vit C 0.02%+rhubarb 1%, □: vit C 0.01%+rhubarb 3%, ◆: rhubarb 3%, ◇: rhubarb 5%.

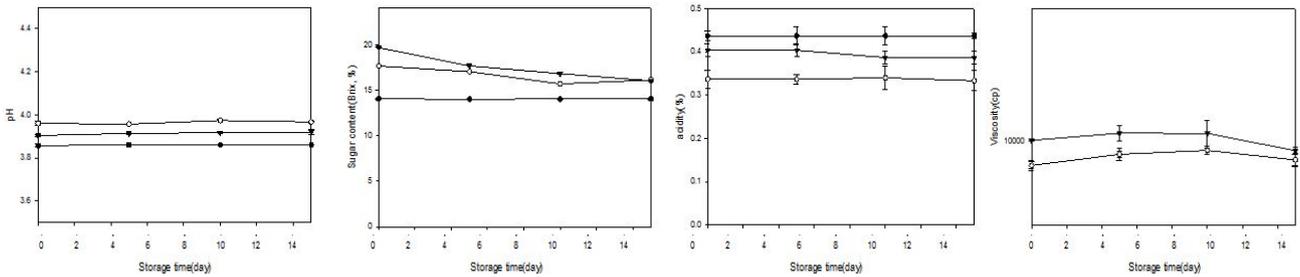


Fig. 5. Baby food color changes with anti-browning reagents concentration during storage. ●: apple 00%, ○: vit C 0.05%, ▼: vit C 0.1%, ▽: vit C 0.02%+rhubarb 2.4%, ■: vit C 0.02%+rhubarb 1%, □: vit C 0.01%+rhubarb 3%, ◆: rhubarb 3%, ◇: rhubarb 5%.

의 농도가 높아질수록 낮아지는 경향을 나타냈다. 색도의 경우 루바브액과 비타민 C의 농도가 높아질수록 밝기를 나타내는 L value는 증가하는 경향을 나타냈다. 또한, 적색도를 나타내는 a value는 루바브액과 비타민 C 농도가 높아질수록 수치가 낮아지는 반면, 황색도를 나타내는 b value는 루바브액과 비타민 C 농도가 높아질수록 수치가 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 루바브액과 비타민 C에 의한 갈변화가 억제되고 있음을 나타내는 것이며, 전체적인 색도의 차이를 나타내는 ΔE 값을 보았을 때 루바브 5%를 첨가한 경우 저장기간이 길어져도 그 값이 크게 변하지 않으면서 높은 수치를 유지하는 것으로 보아, 사과 이유식의 갈변방지를 일정기간 유지하기 위해서는 루바브 액 5% 수준의 첨가가 필요할 것으로 판단하였다.

3. 갈변방지제 및 점증제가 첨가된 반고형 이유식 제조

점증제로 단호박 퍼핑가루 또는 현미 퍼핑가루를 4% 첨가하고 갈변방지제로 천연 루바브액 5%를 첨가하여 이유식을 제조하여 초고압 처리를 한 이유식과 시판 이유식을 함께 냉장 저장(10°C)하면서 품질특성을 조사하였다.

점증제로서 퍼핑가루의 첨가와 갈변방지제의 첨가 후 pH는 3.90~3.97 수준으로 시판중인 이유식보다 약간 높기는 하였지만 그 정도가 0.04~0.10 정도로 미비한 수준이었으며, 15

일 간의 저장기간 중에 pH 변화는 거의 없는 것으로 나타났다(Fig. 6).

점증제로서 퍼핑가루와 갈변방지제의 첨가 후 산도는 저장기간이 지남에 따라 0.33~0.40으로 측정되었고, 시판이유식의 산도는 저장기간 내내 0.44로 일정하게 측정되었다.

사과 이유식의 당도는 시판 이유식의 경우 14.0% 수준으로 측정되었으나, 퍼핑가루와 갈변방지제를 첨가한 이유식의 경우 16.0~19.7% 수준으로 다소 높게 측정되었다. 단호박 퍼핑가루를 첨가한 경우 19.7%로 가장 높게 나타났고, 이는 저장기간이 지남에 따라 16.0%로 감소하는 경향을 나타내고 있다.

냉장 저장 동안의 점도의 경우, 저장기간이 길어짐에 따라 그 값이 크게 달라지는 경향은 나타나지 않았고, 첨가된 점증제에 따라 물성이 조금 다르게 나타나는 경향은 있었다. 사과만으로 이루어진 시판이유식의 점도가 8,000~9,000 정도인 반면, 현미 퍼핑가루가 첨가된 경우 오히려 점도가 4,000~5,000 수준으로 감소했으며, 단호박 퍼핑가루가 첨가된 경우 9,000~10,000 수준으로 시판 이유식보다 다소 높게 나타나는 경향을 보였다.

냉장 저장 동안의 색도 변화는 선행 실험을 통해 루바브액 5% 첨가가 저장 20일까지 유지된다는 결과가 나와 있었고, 점증제로서 쌀가루의 첨가 역시 색도 유지에 어느 정도 도움이 된다는 결과가 도출되어 있었다. 이번 실험에서 역시

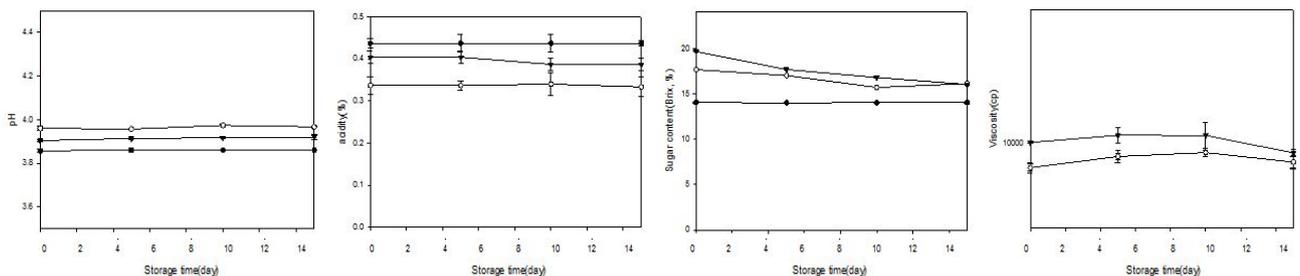


Fig. 6. pH, acidity, sugar content and viscosity changes with storage time. ●: Market baby food, ○: Brown rice, ▼: Sweet pumpkin.

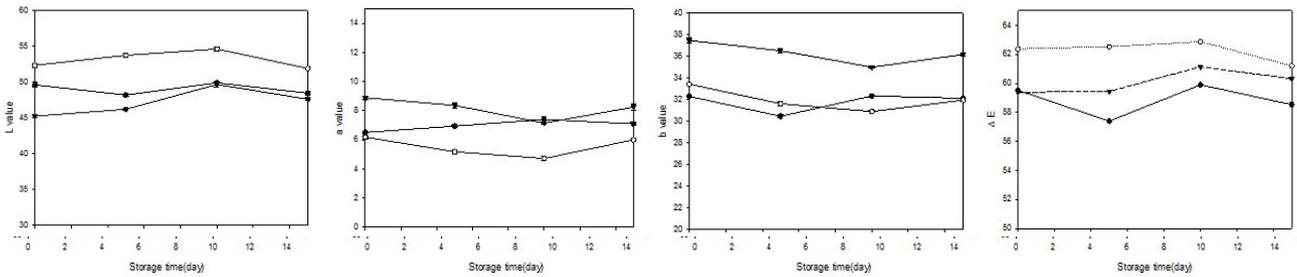


Fig. 7. Color change with storage time for apple baby food. ●: Market baby food, ○: Brown rice, ▼: Sweet pumpkin.

5% 루바브 액과 퍼핑가루를 넣은 이유식의 색도가 15일 정도 냉장보관 상태로 안정적으로 유지되었고(Fig. 7), 그 수준은 시판 이유식보다 약간 밝은 정도였다.

1) 관능검사

단호박 퍼핑가루가 첨가된 이유식과 현미 퍼핑가루가 첨가된 이유식을 시중에 시판중인 사과로 만든 이유식과 함께 맛, 냄새, 외관 및 점성 등에 대한 관능검사를 실시하였다. Fig. 8과 같이 맛과 색에 있어서는 세 가지 이유식 중 단호박 퍼핑가루가 첨가된 이유식의 점수가 4.3점으로 가장 높았고, 그 외 흐름성, 냄새, 점성, 및 먹었을 때 입에서 느껴지는 보드라움 등에 대해서는 단호박 퍼핑가루를 첨가한 이유식의 점수가 각각 4.3, 4.4, 4.4, 4.5로 가장 높았다. 맛에 대해 달콤함과 구수함, 새콤함 세 가지 유형으로 나누어 관능검사를 진행한 결과, 아무 것도 넣지 않은 시판 이유식의 경우 달콤함과 구수함의 점수가 매우 낮은 반면, 새콤함에 대해서 가장 좋은 평을 받았으며, 현미 퍼핑가루를 넣은 경우 달콤함과 새콤함

은 약간 떨어지는 반면, 구수함에 대해 가장 좋은 평을 받았다. 단호박 퍼핑가루를 넣은 이유식의 경우 구수함은 조금 떨어지는 반면 달콤함에서 가장 좋은 점수를 받았고, 새콤한 맛 역시 아무것도 넣지 않은 시판 이유식과 큰 차이를 보이지 않아 전체적인 맛으로 볼 때 세 가지 맛에 대해 고루 좋은 평을 받은 단호박 퍼핑가루 첨가 이유식의 평이 가장 좋은 것으로 판단되어진다.

이상의 실험 결과로부터 점증제로 단호박 퍼핑가루 또는 현미 퍼핑가루 4%와 갈변방지제로 천연 루바브 추출액 5%를 동시에 첨가하여도 이유식의 품질특성에 크게 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었으며, 관능검사 결과, 점증제로 단호박 퍼핑가루, 현미 퍼핑가루 및 무첨가의 순서로 선호도가 높음을 확인할 수 있었다. 따라서 단호박 퍼핑가루 4%, 천연 루바브 추출액 5%를 사과를 이용한 반고형 이유식의 최적 배합비로 선정하였고, 550 MPa에서 3분간 초고압 처리를 반고형 이유식의 15일간 냉장 저장이 가능한 비열살균공정 즉, 저온살균(pasteurization) 공정으로 설정하였다.

4. 시제품의 품질평가

경북 의성 사과를 세척 한 후에 입자의 크기를 50~100 μm 수준으로 분쇄하여 천연 갈변방지제인 루바브 액 5%와 점증제인 단호박 퍼핑가루 및 현미 퍼핑가루를 각각 4% 수준으로 첨가하고, 550 MPa에서 3분간 초고압 처리한 반고형 이유식 시제품 2종에 대한 품질평가를 실시하였다.

1) 저장기간에 따른 미생물 변화

현미 퍼핑가루와 단호박 퍼핑가루가 첨가된 반고형 이유식을 제조하여 초고압 처리 전 시료의 총 균수를 확인한 결과, 각각 2.54×10^3 , 7.85×10^2 CFU/g이었으나, 초고압 처리 후 그 수가 검출되지 않아 열처리를 하지 않고도 미생물 억제가 되는 것을 확인할 수 있었다(Table 3). 저장기간에 따른 총 균수도 초고압 처리하지 않은 경우 15일 냉장 보관에 그 수가 1.34×10^4 , 1.09×10^4 CFU/g으로 다소 증가한 반면, 초고압 처리한 경우 냉장 상태로 15일이 경과해도 검출되지 않는 것으로 나타났다.

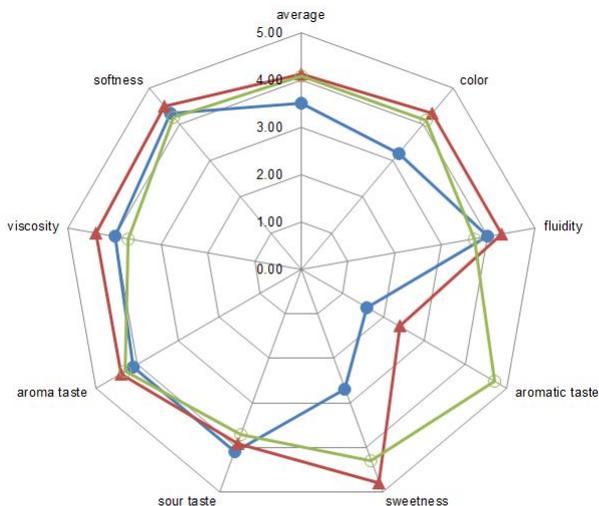


Fig. 8. Comparisons of sensory evaluation of semi-solid baby food. ●: Market baby food, ○: Brown rice, ▲: Sweet pumpkin.

Table 3. Effects of HPP and thickener on the microorganisms during storage at semi-solid apple baby food (Unit: CFU/g)

Storage time (day)	Brown rice		Sweet pumpkin		Brown rice+HPP		Sweet pumpkin+HPP	
	Bactria	<i>E. coli</i>	Bactria	<i>E. coli</i>	Bactria	<i>E. coli</i>	Bactria	<i>E. coli</i>
0	2.54×10^3	N.D.	7.85×10^2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5	2.54×10^3	N.D.	9.10×10^2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
10	5.10×10^3	1.50×10^1	3.90×10^3	2.00×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
15	1.34×10^4	2.40×10^1	1.09×10^4	4.00×10^1	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

대장균수를 확인한 결과, 저장 10일 후 1.50×10^1 , 2.00×10^1 CFU/g 수준으로 나타났으나, 초고압 처리한 시료의 경우 저장기간이 15일이 지나도 대장균은 검출되지 않았다. 따라서 초고압 처리가 사과를 이용한 반고형 이유식에 있어서 15일간 10°C에서 냉장저장하는 경우에 미생물학적 안전성을 보장함을 확인하였다.

2) 초고압 처리에 따른 물리적 변화

각각의 이유식에 대한 점도를 측정된 결과는 Fig 9에 나타내었고, 스푼플 특성을 관찰한 결과는 Fig. 10에 나타내었다.

첨가한 퍼핑가루의 종류에 따라서는 점도의 차이가 크게 나타나지만, 초고압 처리를 한 이유식과 하지 않은 이유식 간의 점도 차이는 크게 나타나지 않았다. 이는 저장기간이 15일 정도 지나도 크게 변하지 않고 유지되는 것으로 판단되어진다.

스푼플 특성 역시 흐름성과 질감면 모두 초고압 처리를 한 이유식과 하지 않은 이유식 간의 차이는 크게 나타나지 않았다. 이는 초고압 처리와 상관없이 점증제 첨가를 통해 점성이 부여되어 흐르지 않고 스푼플한 특성을 유지하는 것으로 판단되어진다.

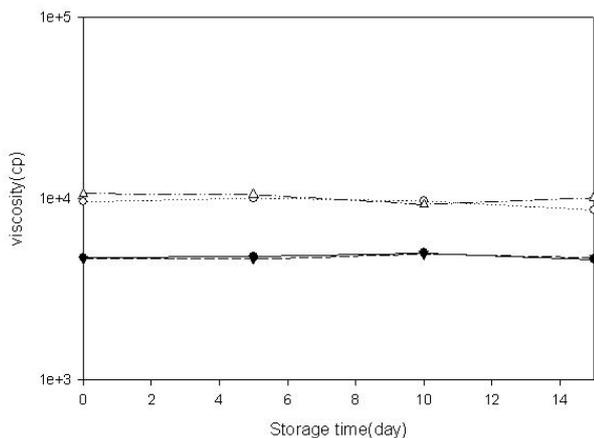
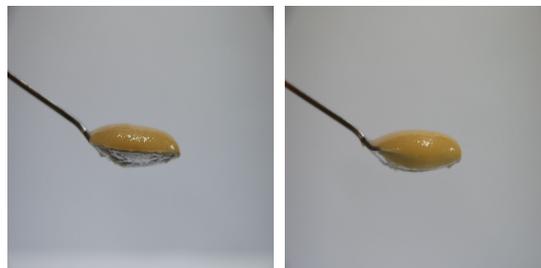


Fig. 9. Viscosity changes with storage time of semi-solid apple baby food. ●: brown rice, ○: sweet pumpkin, ▼: brown rice with HPP, ▽: sweet pumpkin with HPP.



(a)



(b)

Fig. 10. Comparisons of spoonful with high pressure treatment. (a) sweet pumpkin, pre(left) and after(right) HPP, (b) brown rice, pre(left) and after(right) HPP.

3) 영양성분

각각의 이유식에 대한 영양성분은 단호박 퍼핑가루와 현미 퍼핑가루가 각각 첨가된 두 가지 이유식의 경우, 모두 시중에 시판중인 사과 100% 이유식보다는 단백질 함량이 0.1% 정도 높은 0.3%로 측정되었고, 지방은 비슷한 수준인 0.3%로 측정되었다. 나트륨의 함량 역시 거의 비슷한 수준인 4.0 mg으로 측정되었다(Table 4). 따라서 4% 수준의 퍼핑가루 첨가가 지방이나 나트륨 등의 함량에 크게 영향을 미치지 않는다고 판단되었고, 단호박 퍼핑가루가 첨가된 경우 단맛을 내는 성분이 일정 첨가됨으로써 당 함량이 현미보다 아주 미약하게나마 0.1% 정도 높게 측정된 결과가 나타났다. 전체적인 열량이나 일일영양소 기준치에 대한 비율로 보았을 때, 하루 3~4번 나누어 먹이는 양으로 판단한다면 1회 분량의 열량이나 영양소로 그 함량이 적절하다고 판단되어진다.

Table 4. Nutrition of baby foods

Nutrition facts	Brown rice	Sweet pumpkin
Calories(kcal)	39.9	40.3
Carbohydrate(g)	9.0	9.1
Dietary fiber(g)	0.3	0.3
Sugars(g)	0.4	0.5
Protein(g)	0.3	0.3
Fat(g)	0.3	0.3
Saturated(g)	0.0	0.0
Trans(g)	0.0	0.0
Cholesterol(mg)	0.0	0.0
Sodium(mg)	4.0	4.0

요 약

비열처리가공기술 중 하나로 새롭게 주목받고 있는 초고압처리를 반고형 형태의 친환경·유기농 이유식 제조에 적용하여 완제품 형태로 제조 후 냉장 조건으로 저장하여 저장 기간에 따른 제품 안전성을 조사하였다. 가열 처리를 하지 않고 550 MPa 압력에서 3분 동안 초고압 처리하여 냉장 상태로 15일 동안 저장한 결과, 일반세균과 대장균 모두 검출되지 않아 미생물학적 안전성을 확인할 수 있었으며, 초고압 처리를 하지 않은 대조군에서 일반세균이 2.54×10^3 , 7.85×10^2 CFU/g 수준으로 검출되었던 것과 비교했을 때 초고압 처리를 하는 것이 제품의 신선도를 살리고 제품의 안전성을 유지하기 위해 적합한 처리법이라고 판단되어진다.

초고압 처리를 통한 물성 변화는 처리 전 대조군과 점도, 스푼플 현상을 비교하였을 때 큰 차이가 나타나지 않는 것으로 나타났고, 그 결과 사과의 신선한 상태를 유지하고 미생물학적 안전성 역시 유지하면서 냉장상태로 약 2주간 저장이 가능한 친환경 반고형 이유식을 제조할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부에서 시행한 “친환경·유기농 산물을 이용한 가공식품개발” 과제에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

Ahn SC, Lee GC. 2005. Effects of antibrowning agents on browning of apple slices during cold storage. *Kor J Cook Sci* 21:24-32

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. pp.155-139. Washington D.C. USA

Asaka M, Hayashi R. 1991. Activation of polyphenoloxidase in pear fruits by high pressure treatment. *Agr Biol Chem Tokyo* 55:2439-2440

Choi SH, Lee SB, Choi JW. 2005. Microbiological safety of infant formula and baby food. *J Kor Dairy Technol Sci* 23:65-71

Gomes MRA, Clark R, Ledward DA. 1998. Effects of high pressure on amylases and starch in wheat and barley flours. *Food Chem* 63:363-367

Kim DY, Kim KH, Choi HM. 1997. Study on the establishment of nutrient requirements for commercial supplementary foods for infants and young children. *Kor J Comm Nutr* 2:624-632

MacDonald L, Schaschke CJ. 2000. Combined effect of high pressure, temperature and holding time on polyphenoloxidase and peroxidase activity in banana. *J Sci Food Agr* 80:719-724

Min SH, Sohn KH, Yoon S. 1993a. Development of the supplementary foods for infants using Korean foods. - Development and analysis of nutrients of the supplementary foods. *Kor J Cook Sci* 9:99-104

Min SH, Sohn KH, Yoon S. 1993b. Development of the supplementary foods for infants using Korean foods. - Safety storage assay and sensory evaluation of the supplementary foods for infants. *Kor J Cook Sci* 9:105-108

Park HK, Yim SK, Sohn KH, Kim HJ. 2001. Preparation of semi-solid infant foods using sweet - pumpkin. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 30:1108-1114

Park JY. 2009. 초고압살균기술. *Food Ind* 7:9-23

Purvis GA, Bartholmey SJ. 1998. Infant feeding practices: Commercially prepared baby foods. In Nutrition during Infancy, Tsang RC, Nicholas BL(eds.) pp. 399-417. Hanley & Belfus Inc.

Rastogi NK, Raghavarao KSMS, Balasubramaniam VM, Niranjana K, Knorr D. 2007. Opportunities and challenges in high pressure processing of foods. *Cri Rev Food Sci Nitr* 47:69-112

Sohn KH, Kim NR, Yim SK, Park HK, Park OJ. 2002. Preparation of semi-solid apple based baby food. *Kor J Food Sci Technol* 34:43-50

식품의약품안전청. 2011. 식품공전.

통계청. 2011. <http://kosis.kr>. 2011.11.22. 방문

접 수 : 2011년 11월 22일
최종수정 : 2011년 12월 9일
채 택 : 2011년 12월 12일