

당알콜과 효소의 종류가 대두아이스크림의 품질특성에 미치는 영향

구선희 · 이숙영
중앙대학교 식품영양학과

Influence of sugar alcohol and enzyme treatment on the quality characteristics of soy ice cream

Sun Hee Koo and Sook Young Lee

Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

Abstract

The effects of bromelain and α -chymotrypsin treatments on the functional properties(foaming capacity, foaming stability, emulsifying capacity, and emulsifying stability) of soy protein isolate(SPI) and the addition of various sweeteners(sucrose, sorbitol, xylitol) on the quality attributes(viscosity, overrun ratio, melt-down property, and sensory characteristic) of soy ice cream were studied. SPI was more effectively hydrolyzed with α -chymotrypsin than bromelain, resulting in a better foaming and emulsifying capacity. Adding xylitol could significantly improve the viscosity, overrun and melt-down property of soy ice creams while the effect was the lowest in the sucrose addition. Bromelain treatment caused a lower apparent viscosity of SPI suspension compared with α -chymotrypsin treatment and untreated. The overrun ratios of the soy ice cream prepared with bromelain and α -chymotrypsin treated SPI were 18.9~25.9% and 24.9~40.3%, respectively as a result of freezing with agitation for 20 min in an ice cream maker. Comparatively, untreated SPI could bring only 15.8~21.4% overrun ratios after operating for 15 min. The bromelain treatment caused high melt-down tendency of the product while soy ice cream with untreated SPI showed an opposite trend. In sensory characteristics, no significant differences in the strength of beany flavor were noted among the samples. Sweetness, bitter taste, icy feel, and mouthfeel of the product were greatly affected by the enzyme-treatment of SPI. Soy ice cream added with xylitol after α -chymotrypsin treatment was the most acceptable among all samples.

Key words: Soy ice cream, Functionality, Quality characteristics, Bromelain, α -Chymotrypsin

I. 서 론

최근 식품학적 기능성을 인정받은 대두단백은 두유, 대두요구르트, frozen soy yogurt 등과 같은 유제품 대체식품으로서 그 중요성이 더욱 부각되고 있으며, 대두단백의 이용에 제한점이 되었던 pH, 염농도, 가열 등과 같은 가공조건에 의한 품질 저하와 콩비린내는 효소처리에 의하여 극복될 수 있었다. 또한, 대두의 기능성을 이용한 두유, 대두요구르트 등의 상품화와 더불어 대두의 영양적 우수성과 콜레스테롤 함량의 감소 효과, 항암효과 등 우수한 생리활성으로 인한 수요가 증가함에 따라 대두단백의 기능성을 향상시킨 효소처리 대두단백을 이용한 대두가공품의 개발 등에 관한 연구¹⁻⁵⁾도 활발히 진행되고 있다.

아이스크림의 경우에는 생산성을 높이는 제조방법과 장치개발에 관한 연구, 품질관리·포장 및 유통에 관한

연구 등과 같은 가공학적 관점에서의 연구가 주로 이루어져 왔으며, 아이스크림의 품질에 영향을 주는 주요인인 overrun에 관한 연구^{6,7)}도 보고되었으나 이는 우유를 주원료로 한 것으로 대두아이스크림에 대한 연구는 미비한 실정에 있다.

한 등⁸⁾은 분리대두단백을 bromelain으로 가수분해시킨 변형대두단백질의 여러 기능적 특성을 측정된 결과, 용해도 뿐만 아니라 유화형성력과 기포형성력이 증가하였으나 이들의 안정성은 감소하였다고 보고하였다. 또한, Kim (Lee)⁹⁾은 alcalase, trypsin, α -chymotrypsin 등의 효소로 분리대두단백을 처리했을 때, trypsin 처리군의 가수분해도가 가장 높았고 그 다음은 alcalase, α -chymotrypsin 처리군의 순이었으며, 가수분해도가 높을수록 유화형성력이 높게 나타났다고 보고하였다.

건강에 대한 관심도가 증가하면서 저열량 식품에 대한

관심이 해마다 늘고 있는 동시에 가공식품의 소비가 증가함에 따라 설탕을 섭취할 기회가 더욱 많아짐으로써 대체감미료에 대한 관심과 수요가 증가하고 있다¹⁰⁾. 이러한 시대적 요구에 맞추어 최근 여러 가지 당유도체들이 공업적으로 생산되고 있는데 이들 중 당알콜계 감미료들은 섭취 후 인슐린 분비에 영향을 주지 않으며 체내에서 소화 흡수가 어렵고 장내에 유익한 비피더스균의 증식효과와 충치 예방 등의 생리적 기능이 있는 것으로 알려져 있다^{11,12)}.

이에 본 연구에서는 bromelain과 α -chymotrypsin의 처리가 분리대두단백(Supro 500E)의 가수분해도, 기포성, 유화성에 미치는 영향을 살펴보고, 효소처리한 분리대두단백에 당알콜인 sorbitol, xylitol을 각각 첨가하여 제조한 대두아이스크림의 점도, overrun, 녹아내리는 정도, 관능적 특성을 sucrose 첨가군과 비교함으로써 대체감미료의 이용가능성과 유제품 대체식품으로서 대두아이스크림의 개발을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

분리대두단백(soy protein isolate, SPI)인 Purina (U.S.A.)사의 Supro 500E와 안정제인 monoic(sodium alginate와 carrageenan의 혼합물)은 (주)광일에서 제공받아 사용하였다. Sucrose는 Sigma(St. Louis, M.O.)사 제품이었으며 사용된 당알콜은 sorbitol과 xylitol로써 (주)보락에서 제공받았다. 효소처리에 사용된 단백질분해효소인 bromelain(B-4882; activity, 6.1 units/mg protein)과 α -chymotrypsin(C-4129; activity, 40 units/mg protein)은 Sigma사 제품이였다.

2. 분리대두단백의 효소처리

10% SPI용액을 만들고 6N NaOH를 이용하여 최적 pH로 조정후 단백질분해효소(bromelain, α -chymotrypsin) 0.3%(w/w)를 첨가하여 천천히 저어주면서 각 효소의 최적 온도로 water bath에서 20분간 반응시켰다. 효소반응이 끝난 용액은 즉시 열처리하여 불활성화하고 반응을 정지시킨 후 pH를 7.0으로 조정후 freeze dryer로 동결 건조시켰다. 각 효소들의 반응시킨 pH, 반응온도, 불활성화 조건 등은 Table 1에 제시되어 있다. 본 실험의 대조군으로는 효소처리하지 않은 SPI(Supro 500E)를 사용하였다.

3. 대두아이스크림의 제조

대두아이스크림의 제조과정 및 기본조성은 Fig. 1에

Table 1. Conditions used to hydrolyze soy protein isolates

Enzyme	Reaction pH	Reaction temp. (°C)	Inactivation temp. (°C)	Inactivation time (min)
Bromelain	7.0	40	98	10
α -Chymotrypsin	7.8	37	87	5

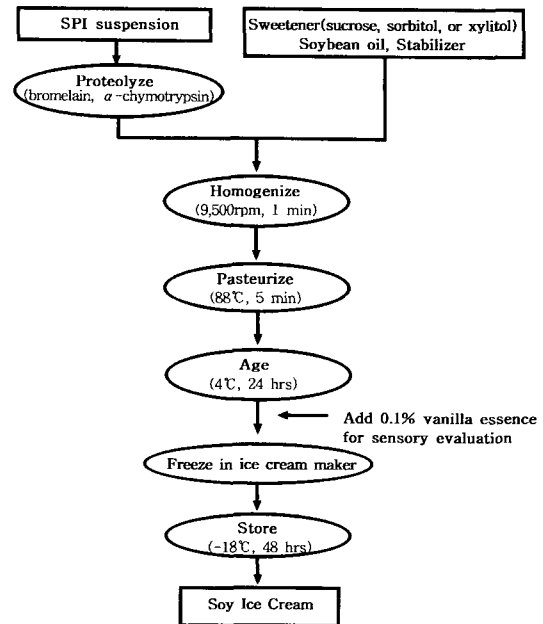


Fig. 1. Procedure for soy ice creams with different sweeteners and enzyme treatments.

제시되어 있다. 10% SPI(대조군과 효소처리군)용액, soybean oil 9%, stabilizer 0.5%, sweeteners(sucrose, sorbitol, xylitol) 8%를 homogenizer로 9,500 rpm에서 1분간 균질화한 후 88°C에서 5분간 살균하였고, 실온에서 냉각시킨 후 4°C에서 24시간 숙성시킨 대두아이스크림 mix를 아이스크림 제조기(HR2305, Philips, U.S.A.)에서 대두아이스크림을 제조하였다. 여기에 vanilla essence 0.1%를 첨가하여 관능평가에 사용하였으며 제조된 대두아이스크림은 -20°C에서 48시간 냉동 저장시킨 다음 4°C에서 1시간 방치한 후 녹아내리는 정도, 관능평가를 위한 시료로 사용하였다.

4. 분리대두단백의 가수분해도 측정

가수분해도(Degree of Hydrolysis, DH)는 Kim(Lee)⁹⁾의 방법에 따라 분리대두단백 1g을 증류수 100 ml에 녹이고 이 중 1 ml를 취하여 micro-Kjeldhal법으로 질소량을 측정하였으며, 다시 10 ml를 취하여 20% TCA 용액 10 ml와 혼합한 후 3,980×g에서 20분간 원심분리한

다음 상층액 4 ml를 취하여 micro-Kjeldhal법으로 질소량을 측정하였다. 가수분해도는 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$DH(\%) = \frac{10\% \text{ TCA soluble N}}{\text{Total N}} \times 100$$

5. 분리대두단백의 기능적 성질 측정

(1) 기포력

기포력(Foaming Capacity, FC)은 Poole의 방법¹³⁾을 수정하여 측정하였다. 1% SPI 용액을 pH 7.0으로 조절하여 비이커에 20 ml씩 취한 후 homogenizer로 8,000 rpm에서 4분간 균질화하여 기포를 형성시켰다. 형성된 기포를 메스실린더에 붓고 30초간 방치한 뒤 기포의 부피변화를 측정하여 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$FC(\%) = \frac{\text{Total volume of foam including liquid} - \text{Initial liquid volume}}{\text{Initial liquid volume}} \times 100$$

(2) 기포안정성

기포안정성(Foaming Stability, FS)은 기포력 측정시와 같은 방법으로 기포를 형성한 후 형성된 기포를 실온에서 30분간 방치한 후 남아있는 기포의 부피를 재어 초기 기포 부피에 대한 남아있는 기포의 부피비로 기포안정성을 계산하였다.

$$FS(\%) = \frac{\text{Foam volume after 30min including liquid}}{\text{Initial foam volume including liquid}} \times 100$$

(3) 유화력

유화력(Emulsifying Capacity, EC)은 Swift와 Sulzbacher의 방법¹⁴⁾을 수정하여 측정하였다. 대두유는 Oil-Red-O로 염색(0.1 g/l)하여 사용하였고, 착색된 대두유 20 ml를 1% 단백질 분산액 25 ml(pH 7.0)에 첨가하였다. 그리고 Disperser(GTR-1000, Eyela, Japan)를 사용하여 1분 동안 300 rpm으로 분산시키고 1000 rpm으로 30초 동안 분산시킨 후 15 ml/min의 속도로 대두유를 계속 첨가하면서 대두유의 색과 점성의 변화가 생기는 시점까지의 대두유 사용량을 측정하였다. 유화력은 유화에 사용된 대두유의 부피(ml)로 계산하였다.

(4) 유화안정성

유화안정성(emulsifying stability, ES)은 Pearce 등¹⁵⁾의 탁도 측정 방법을 이용하여 측정하였다. 1% 대두단백 용액의 pH를 7.0으로 조절한 후 자석교반기로 10분간 교반한 다음 25 ml를 취하여 대두유 0.82 ml를 넣고 homogenizer(AM-7, Nissei, Japan)의 4,000×g에서 1분

간 교반하였다. 유화액 형성 후 처음과 30분 후에 0.1 ml의 유화액을 취해 0.1% sodium dodecyl sulfate(SDS) 용액으로 1:150이 되게 희석한 다음 500 nm에서 흡광도(O.D.)를 측정하여 탁도를 구하였고 유화안정성은 다음 식을 이용하여 계산하였다.

$$ES(\%) = \frac{T \text{ of emulsion after 30 min}}{T \text{ of initial emulsion}} \times 100$$

T : turbidity = 2.303 A/L

A : absorbance, L : pathlength of cuvette (1 cm)

6. 대두아이스크림의 품질특성 측정

(1) 점도

대두아이스크림 mix의 점도는 Ioanna 등¹⁶⁾의 방법에 의해 4°C에서 Brookfield viscometer(Model LVF, Brookfield Eng., U.S.A.)를 사용하여 spindle No. 3/4로 30 rpm에서 측정하였다.

(2) Overrun

대두아이스크림의 overrun은 Ioanna 등¹⁶⁾의 방법을 이용하여 측정하였다. 아이스크림 제조기를 30분 동안 작동하면서 5분 간격으로 제조기에서 꺼낸 후 대두아이스크림을 아이스크림용 scooper로 담아 무게를 재어 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{Overrun}(\%) = \frac{\text{Weight of mix} - \text{Weight of soy ice cream}}{\text{Weight of soy ice cream}} \times 100$$

(3) 녹아내리는 정도

대두아이스크림의 녹아내리는 정도는 윤 등¹⁷⁾의 방법을 이용하여 측정하였다. 메스실린더 위에 5 mm 구멍크기의 철망을 얹은 후 그 위에 일정한 용기(200 ml)에 담은 대두아이스크림을 올려놓고 실온에서 30분 간격으로 90분 동안 메스실린더 바닥으로 녹아 떨어지는 양을 측정하여 전체량에 대한 유출량의 백분율로 표시하였으며 시간 경과에 따른 변화를 사진으로 촬영하였다.

(4) 관능평가

대두아이스크림의 관능적 품질 특성을 검토하기 위하여 중앙대학교 식품영양학과 대학원생 10명을 panel로 선정하여 교육시킨 다음 콩비린내, 쓴맛의 정도, 단맛의 정도, 청량감, 입안에서의 질감, 전반적인 바람직성에 대하여 신척도를 이용하여 관능평가를 실시하였다. 대두아이스크림에 대한 평가항목과 척도는 다음과 같다.

7. 통계처리

관능평가를 포함한 모든 실험은 3회 반복하여 평균치와

Items	Scores	
Beany flavor	strong(0) ←	→ slight(15)
Bitter taste	strong(0) ←	→ slight(15)
Sweet taste	dislike(0) ←	→ like(15)
Icy feel	sandy(0) ←	→ smooth(15)
Mouth feel	dislike(0) ←	→ like(15)
Overall quality	objectionable(0) ←	→ acceptable(15)

표준편차로 표시하였으며 실험결과는 SAS package를 사용하여 분산 분석한 후 시료간에 유의차가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 분리대두단백의 가수분해도

효소처리를 달리한 분리대두단백의 가수분해도를 측정된 결과는 Fig. 2에 제시되어 있다. 효소의 종류를 달리하여 처리한 분리대두단백 Supro 500E의 가수분해도를 측정된 결과, α -chymotrypsin 처리군의 경우 31.5%로 가장 높았고 bromelain 처리군의 경우 25.4%로 나타났다.

반면, 무처리군의 경우 12.5%로 높게 나타났는데 이는 Supro 500E의 경우 이미 효소처리가 이루어진 것으로 사료된다. Kim(Lee)⁹⁾의 연구에서는 분리대두단백 Ardex F와 Supro 710의 가수분해도가 무처리군의 경우 각각 1.35%과 9.44%로 나타났고, 안¹⁸⁾의 연구에서는 진 품종으로부터 제조한 분리대두단백과 수입산 분리대두단

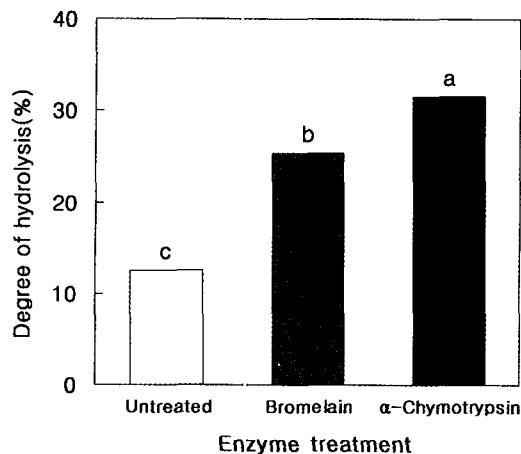


Fig. 2. Degree of hydrolysis in soy protein isolates as affected by bromelain and α -chymotrypsin treatments. ^{abc}The degree of hydrolysis of soy protein isolates with the different letter are significantly different by Duncan's multiple range test($p < 0.05$).

백인 Supro 500E 무처리군의 가수분해도가 각각 4.09%와 13.54%였는데, 가수분해도가 높았던 Supro 710과 Supro 500E가 제조과정에서 이미 효소처리가 되었으리라고 보고한 바 있다.

2. 분리대두단백의 기능적 성질

(1) 기포성

효소처리를 달리한 분리대두단백의 기포력을 측정된 결과는 Fig. 3에 제시되어 있다. 효소처리군의 기포력은 무처리군보다 유의적($p < 0.05$)으로 컸는데 이는 가수분해로 인해 펩타이드의 수가 증가되어 더 많은 공기를 포집할 수 있기 때문이라고 사료된다. 한 등⁸⁾의 연구에서는 1% bromelain으로 15분간 효소처리한 분리대두단백의 기포력을 pH를 달리하여 측정된 결과 전 pH 범위에서 효소처리에 의해 기포력이 증가하였는데 특히 pH 6에서 400%에 근접한 수준으로 증가하였다. 또한, 변 등¹⁹⁾은 효소처리에 의해 두유단백의 기포력이 약 2배 정도로 크게 증가되었다고 보고하였는데 이는 본 연구결과와 유사한 경향이였다.

효소처리를 달리한 분리대두단백의 기포안정성을 측정된 결과는 Fig. 4에 제시되어 있다. α -Chymotrypsin 처리군의 기포안정성이 가장 높았고 무처리군, bromelain 처리군의 순이었지만 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 과도한 효소처리에 의해 생긴 매우 짧은 길이의 폴리펩타이드 사슬은 기포를 안정화시키기에 불충분하므로 기포안정성이 오히려 저하될 수 있으나, 본 연구에서는 기포력을 크게 증가시키고 기포안정성을 감소시키지 않았다는

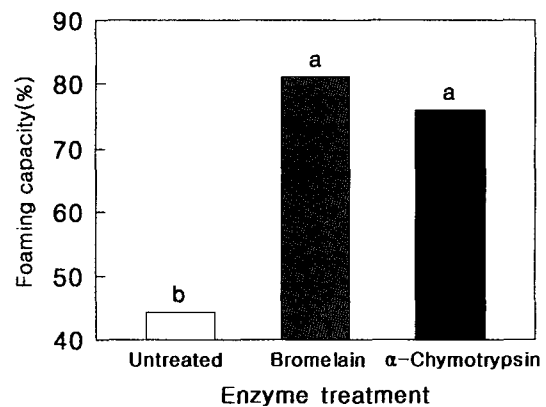


Fig. 3. Foaming capacity of the hydrolysates from soy protein isolates after bromelain and α -chymotrypsin treatments.

^{ab}The foaming capacity index of soy protein isolates with the different letter are significantly different by Duncan's multiple range test($p < 0.05$).

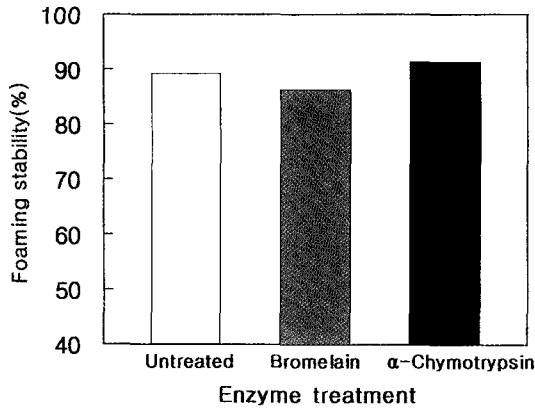


Fig. 4. Foaming stability of the hydrolysates from soy protein isolates after bromelain and α-chymotrypsin treatments.

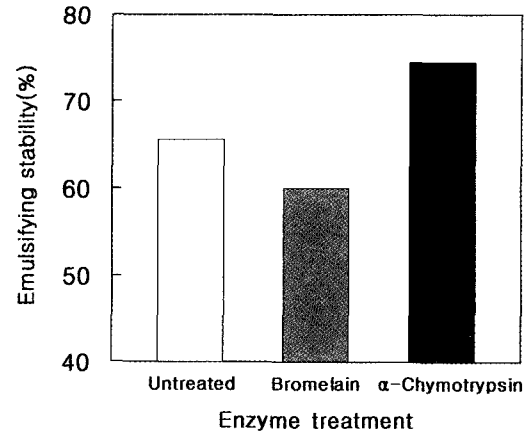


Fig. 6. Emulsifying stability of the hydrolysates from soy protein isolates after bromelain and α-chymotrypsin treatments.

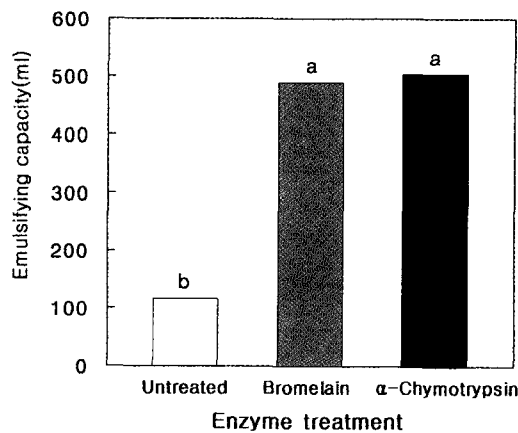


Fig. 5. Emulsifying capacity of the hydrolysates from soy protein isolates after bromelain and α-chymotrypsin treatments.

^{ab}The emulsifying capacity index of soy protein isolates with the different letter are significantly different by Duncan's multiple range test($p < 0.05$).

점에서 효소처리가 적당했다고 사료된다. 변 등¹⁹에 의하면 분리대두단백, 두유단백, 효소처리 두유단백의 기포안정성에 있어서 30분 경과시 pH 6에서는 각각 85.1%, 83.9%, 63.6%였고, pH 8에서는 각각 81.8%, 83.2%, 53.4%로써 효소처리 두유단백이 가장 낮은 기포안정성을 보였는데 이는 효소처리에 의해 감소된 폴리펩타이드 사슬의 길이가 기포안정성을 감소시켰기 때문이라고 결론내려 본 연구결과를 뒷받침해주고 있다.

(2) 유화성

효소처리를 달리한 분리대두단백의 유화력을 측정한 결과는 Fig. 5에 제시되어 있다. 효소처리군의 유화력은

무처리군보다 유의적($p < 0.05$)으로 컸는데 이는 효소의 분해작용에 의해 기름-물 경계면에서 유화를 형성하는데 유용한 펩타이드 수와 극성기가 증가되었기 때문이라고 판단된다. 차 등²⁰의 연구에서는 actinidin으로 효소처리한 분리대두단백의 유화력에 있어서 pH 7.0의 경우 50% 전후로 나타나 효소에 의한 가수분해도가 높을수록 유화력이 감소하였고 오히려 무처리군의 경우보다 낮았다. 반면, 안¹⁸은 0.5% α-chymotrypsin으로 30분간 처리한 분리대두단백(Supro 500E)의 유화력의 경우 272 ml로서 무처리군의 195 ml보다 유의적으로 높았는데 이는 본 연구와 유사한 경향이였다.

효소처리를 달리한 분리대두단백의 유화안정성을 측정 한 결과는 Fig. 6에 제시되어 있다. α-Chymotrypsin 처리군의 유화안정성이 가장 높았고 무처리군, bromelain 처리군의 순이었지만 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 0.3% α-chymotrypsin으로 20분간 처리한 본 실험의 결과는 0.5% α-chymotrypsin으로 30분간 처리했을 때 분리대두단백의 유화안정성이 30분 경과시 무처리군보다 감소되었던 이 등⁵의 보고와는 상반된 결과였다. 효소에 의한 가수분해로 생성되는 펩타이드의 크기가 너무 작거나 혹은 구형인 분리대두단백이 심하게 변성되면 기름입자를 둘러싸는 유화막이 얇아져서 유화를 안정시키기 에 불충분할 수 있으나²¹ 본 연구에서는 유화력을 크게 증가시키고 유화안정성을 감소시키지 않았다는 점에서 효소처리가 적당했다고 사료된다.

3. 대두아이스크림의 품질특성

(1) 점도

당과 효소의 종류를 달리하여 제조한 대두아이스크림

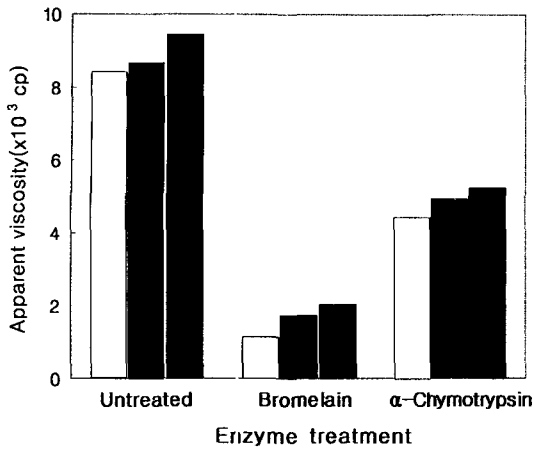


Fig. 7. Apparent viscosity of soy ice cream mixes prepared with soy protein isolates as affected by sweeteners and enzyme treatments.

□ ; sucrose, ▨ ; sorbitol, ■ ; xylitol.

mix의 점도를 측정 한 결과는 Fig. 7에 제시되어 있다. 당의 종류에 따른 점도는 효소처리와 관계없이 유의적으로 xylitol 첨가군이 가장 높았고 sucrose 첨가군이 가장 낮았다. 당알코올의 경우 당류의 케톤기나 알데히드기를 알콜기로 치환함으로써 고리구조가 선형구조로 바뀌게 되고 이에 따라 높은 친수성을 나타내며 sucrose 역시 친수성이 크기 때문에 그 정도 차이에 따라서 점도에 영향을 줄 수 있으리라고 판단된다.

한편, 효소처리에 따른 점도는 당의 종류와 관계없이 모든 시료에서 뚜렷한 유의차를 보였는데 무처리군이 가장 높았고 효소처리군간에 있어서는 α-chymotrypsin 처리군의 경우 8,400~9,400 cp 범위로서 1,093~2,027 cp 범위를 나타낸 bromelain 처리군보다 상당히 높았다. Bromelain 처리군의 점도는 무처리군보다 낮았는데 이는 효소처리에 의해 가수분해가 진행될수록 고유점도가 감소되는데 분산질의 분자량 및 기하학적 입자구조와 깊은 관계가 있고 분자량이 작을수록 또한 구조가 구형에 가까울수록 고유점도가 작아지기 때문²³⁾이라고 사료된다.

(2) Overrun

당과 효소의 종류를 달리하여 제조한 대두아이스크림의 overrun을 측정 한 결과는 Fig. 8에 제시되어 있다. 당의 종류에 따른 overrun은 효소처리와 관계없이 xylitol 첨가군이 유의적으로 가장 높았고 sucrose 첨가군이 가장 낮았다. 김⁷⁾의 연구에서는 아이스크림 제조시 sucrose, corn syrup, fructose의 여러 가지 당을 첨가하였을 경우 fructose 첨가군의 overrun이 가장 높았으며

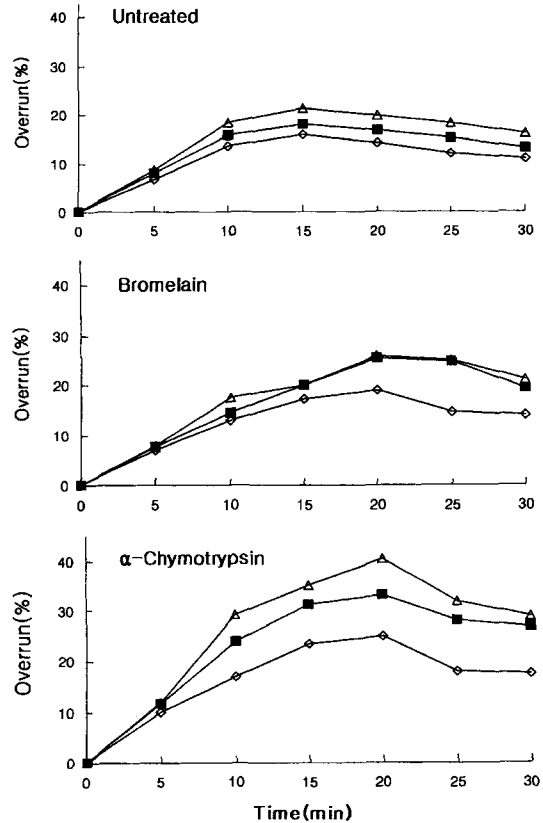


Fig. 8. Changes in the overruns of soy ice cream prepared with soy protein isolates as affected by sweeteners and enzyme treatments.

◇—◇ ; sucrose, ■—■ ; sorbitol, △—△ ; xylitol.

당의 첨가량을 증가시킬수록 overrun이 감소하였고 특히 친수성이 큰 sucrose의 경우 air cell의 균일한 분산에 대하여 negative factor로 작용하고 있다고 보고한 바 있는데 이는 본 연구에서 sucrose 첨가군의 overrun이 가장 낮았던 것과도 관련된다.

한편, 효소처리에 따른 overrun은 당의 종류와 관계없이 유의적으로 α-chymotrypsin 처리군이 가장 높았고 무처리군이 가장 낮았다. 무처리군의 경우 15분에서 가장 높은 overrun을 나타냈던 반면 효소처리군의 경우 20분에서 최고치를 나타냈는데 그 수준은 무처리군의 경우 15.8~21.4%의 범위였고 bromelain 처리군의 경우 18.9~25.9%의 범위였으며 α-chymotrypsin 처리군의 경우 무처리군보다 약 2배 정도 증가되어 24.9~40.3%의 범위로 나타났는데 이는 α-chymotrypsin이 소수성 아미노산의 카르복실기 부분을 가수분해함으로써 점도가 커짐에 따라 overrun의 형성 역시 향상되었던 것으로 사료된다.

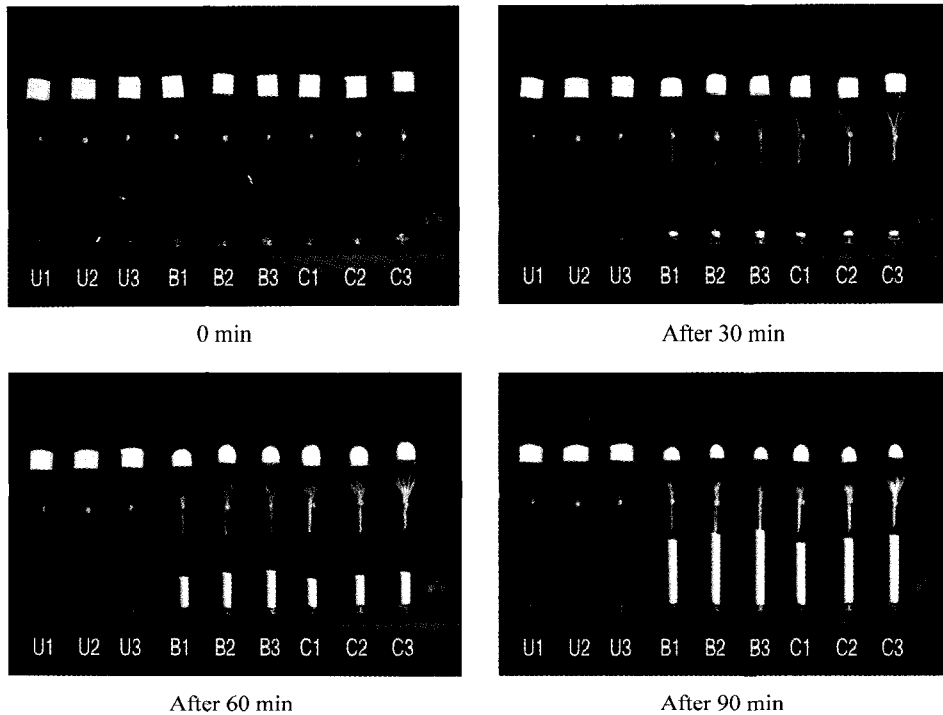


Fig. 9. Melt-down appearance of soy ice creams.

U1; untreated + sucrose, B1; bromelain + sucrose, C1; α -chymotrypsin + sucrose, U2; untreated + sorbitol, B2; bromelain + sorbitol, C2; α -chymotrypsin + sorbitol, U3; untreated + xylitol, B3; bromelain + xylitol, C3; α -chymotrypsin + xylitol.

(3) 녹아내리는 정도

당과 효소의 종류를 달리하여 제조한 대두아이스크림을 25°C에서 30분 간격으로 90분간 녹아내리는 정도를 측정된 결과는 Fig. 9에 제시되어 있다. 당의 종류에 따라서 녹아내리는 정도는 효소처리에 관계없이 xylitol 첨가군이 높았는데 이는 overrun의 결과와 유사한 경향으로 overrun이 높았던 경우에서 녹아내리는 정도도 컸다. 아이스크림의 질감이 끈적끈적한 경우에는 상온에서 제모양을 그대로 유지할 뿐 녹아내리는 시간이 오래 걸린다는 보고²³⁾에 의하면 sucrose 첨가군의 경우 형성된 아이스크림의 질감이 다른 당의 첨가군에 비해 끈적했기 때문에 녹아내리는 정도가 적었던 것으로 사료된다.

한편, 효소처리에 따라서 녹아내리는 정도는 당의 종류에 관계없이 무처리군의 경우 2시간 경과시 다소 모양에 변화가 있긴 했지만 녹아내리는 정도는 거의 없었던 반면 효소처리군의 경우 시간이 경과됨에 따라 녹아내리는 정도가 증가하였는데 bromelain 처리군의 녹아내리는 정도가 α -chymotrypsin 처리군보다 유의적으로 컸으며 이는 점도의 결과와 관련되어 점도가 높았던 경우 녹아내리는 정도가 적었다.

(4) 관능적 특성

당과 효소의 종류를 달리하여 제조한 대두아이스크림의 관능적 특성의 결과는 Fig. 10에 제시되어 있다. 쓴맛의 정도는 α -chymotrypsin으로 처리한 xylitol 첨가군에서 가장 약한 것으로 평가되었으며 다른 시료들과 유의차가 있었다. 단맛의 정도는 기호도로 평가한 결과 α -chymotrypsin으로 처리한 xylitol 첨가군에서 가장 적합하게 평가되었으며 다른 시료들과 유의차가 있었는데 당의 종류에 따라서는 xylitol 첨가군, sucrose 첨가군, sorbitol 첨가군의 순으로 적합하였고 효소처리에 따라서는 α -chymotrypsin 처리군이 무처리군보다 적합하게 평가되었다. 청량감에 있어서는 당의 종류에 따라서 xylitol 첨가군이 전반적으로 적합하게 평가되었는데 이는 xylitol의 경우 용해열이 크기 때문이라고 판단된다. 입안에서의 질감은 효소처리에 따라서 α -chymotrypsin 처리군이 부드럽게 평가되었으나 bromelain 처리군과는 유의차가 없었으며 무처리군의 경우 대체로 푸석하였던 것으로 평가되었는데 이는 대두아이스크림의 품질특성에서 녹아내리는 정도와 일치된 결과였다. 전반적인 바람직성은 α -chymotrypsin으로 처리한 xylitol 첨가군이 가장 바람직

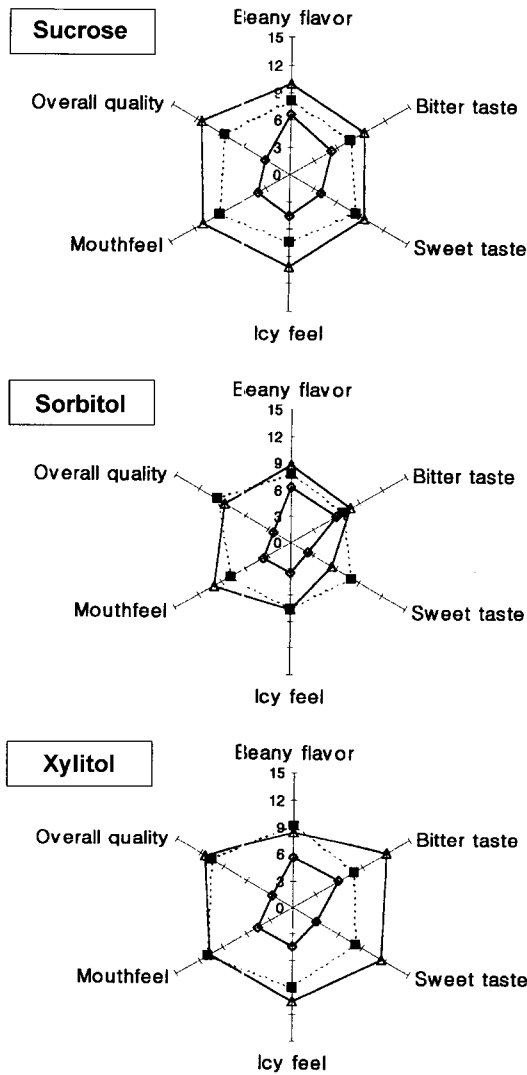


Fig. 10. QDA profiles for sensory characteristics of soy ice creams.

◇—◇ ; untreated, ■····■ ; bromelain treated, △—△ ; α-chymotrypsin treated.

하였으며 다른 시료들과 유의차가 있었다.

IV. 요약 및 결론

대두아이스크림의 기능적 성질과 품질을 향상시키기 위해 분리대두단백(Supro 500E)을 bromelain과 α-chymotrypsin으로 처리한 다음 효소처리가 가수분해도, 기포성, 유화성에 미치는 영향을 살펴보았으며, 효소처리한 분리대두단백에 당알칼린 sorbitol, xylitol을 각각 첨가하여 제조한 대두아이스크림의 점도, overrun, 녹아내리

는 정도 및 관능적 특성을 sucrose 첨가군과 비교하였다.

효소처리를 달리한 분리대두단백의 가수분해도는 α-chymotrypsin 처리군이 가장 높았고 무처리군이 가장 낮았는데 ($p < 0.05$), bromelain처리군과 α-chymotrypsin 처리군은 각각 무처리군의 2.03배와 2.53배의 증가를 보였다. 효소처리군의 기포력과 유화력은 무처리군보다 유의적 ($p < 0.05$)으로 증가하였으나 기포안정성과 유화안정성은 효소처리에 의하여 감소되지 않았다.

점도, overrun, 녹아내리는 정도는 xylitol 첨가군, sorbitol 첨가군, sucrose 첨가군의 순으로 높았다. 무처리군의 점도가 가장 높았고 효소처리군간에 있어서는 α-chymotrypsin 처리군이 bromelain 처리군보다 높았으며 ($p < 0.05$), α-chymotrypsin 처리군의 overrun이 40%로 가장 높았다. 무처리군의 녹아내리는 정도는 90분 경과 시에 다소 모양의 변화가 있었으나 대체로 녹아내리지 않았던 반면, 효소처리군의 경우는 시간이 경과됨에 따라 녹아내리는 정도가 증가하였다. 관능적 특성에 있어서는 α-chymotrypsin 처리군의 쓴맛이 가장 약하게 나타났으며, xylitol 첨가군의 경우 단맛과 청량감, 전반적인 바람직성이 가장 좋게 평가되었다. 그러므로 α-chymotrypsin 처리에 의하여 기포력과 유화력이 증가되었고 기포안정성과 유화안정성은 감소되지 않았던 분리대두단백에 xylitol을 첨가하여 제조한 대두아이스크림의 품질특성이 가장 좋게 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 1999년 중앙대학교 학술 연구비에 의하여 수행된 것으로써 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 권영실 : 비피더스균과 올리고당이 효소처리 분리대두단백을 이용한 frozen soy yogurt의 품질특성에 미치는 영향. 중앙대학교 석사학위논문, 1998
- 이숙영, 이정은, 박미정, 권영실 : 효소처리 분리대두단백의 요구르트 발효 중 비피더스균의 생육특성 및 유기산과 n-hexanal 함량에 관한 연구. 한국조리과학회지, **14**(5): 589, 1998
- 김혜정, 고영태 : 우유와 대두단백질을 이용한 요구르트의 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지, **22**(6):700, 1990
- 박미정 : Lactose와 효모의 첨가가 대두요구르트 발효 중 올리고당의 변화에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **29**(3):539, 1997
- 이숙영, 오경남 : 당의 종류와 효소처리가 분리대두단백으로 제조한 대두요구르트의 품질 특성에 미치는 영향. 한국조리과학회지, **15**(1):73, 1999

6. 조영구 : Monoglyceride의 지방산 조성이 Ice Cream에 미치는 영향에 관한 연구. 한양대학교 석사학위논문. 1987
7. 김한수 : Ice Cream의 Overrun과 원료와의 관계에 대한 연구. 연세대학교 석사학위논문. 1988
8. 한진숙, 황인경 : 효소처리가 대두단백질의 기능특성과 두부의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **24**(3):294, 1992
9. Kim(Lee), S. Y. : Physicochemical and functional properties of enzyme modified soy proteins for cheese analogs. Texas A & M University 박사학위논문. 1988
10. 김창순, 이영순 : 올리고당과 당알콜을 이용한 스폰지 케익의 제조. 한국조리과학회지, **13**(2):204, 1997
11. 김정렬, 육철, 권혁진, 홍성용, 박찬구, 박경호 : 이소말토올리고당과 프락토올리고당의 물리적 성질 및 생리학적 특성. 한국식품과학회지, **27**(2):170, 1995
12. 이철호, Moussa S., 이현덕, 김선영 : 당유도체 감미료의 식품 기능성에 관한 연구. 한국식품화학회지, **5**(4):431, 1990
13. Poole, S. : The foam enhancing properties of basic biopolymers. *J. Food Sci. Technol.*, **24**:121, 1989
14. Swift, C and W. Sulzbacher : Comminuted meat emulsions : factors affecting meat proteins as emulsion stabilizer. *Food Technol.*, **17**:224, 1963
15. Pearce, K. N. and Kinsella, J. K. : Emulsifying properties of proteins evaluation of a turbidimetric technique. *J. Agric. Food Chem.*, **26**:716, 1978
16. Ioanna, S., Martinou-Voulasiki and Zerfiridis, G. K. : Effect of some stabilizers on textural and sensory characteristics of yogurt ice cream from sheep's milk. *J. Food Sci.*, **55**:703, 1990
17. 신원선, 윤 선 : 안정제 첨가가 frozen yogurt의 질감에 미치는 영향. 한국조리과학회지, **12**(1):20, 1996
18. 안태현 : 효소처리와 분리대두단백이 진품콩 두유를 이용한 cheese analog의 품질특성에 미치는 영향. 중앙대학교 박사학위논문. 1998
19. 변진원, 황인경 : 단백질 분해 효소처리가 두유단백질의 기능성에 미치는 영향. 한국조리과학회지, **11**(1):26, 1995
20. 차명화, 윤 선 : 단백질 분해효소에 의한 대두단백의 기능적 특성변화. 한국식품과학회지, **25**(1):39, 1993
21. Quaglia, G. B. and Orban, E. : Influence of enzymatic hydrolysis on structure and emulsifying properties of Sardine protein hydrolysates. *J. Food Sci.*, **55**:1571, 1990
22. 이철호, 김찬식, 이삼빈 : 효소처리에 의한 분리대두단백질의 부분기수분해에 관한 연구. 한국식품과학회지, **16**(2):228, 1984
23. Sherman, P. : The texture of ice cream. *J. Food Sci.*, **30**:201, 1965

(2000년 3월 10일 접수)