Food Eng. Prog.
Vol. 20, No. 2. pp. 158~164 (2016.05)
DOI http://dx.doi.org/10.13050/foodengprog.2016.20.2.158
ISSN 1226-4768 (print), ISSN 2288-1247 (online)

산업식품공학
Food Engineering Progress

파모두부 및 콩국물을 이용하여 제조한 두부아이스크림의 최적배합비 및 품질특성에 관한 연구

박명철 · 박윤환[1] · 김현석[2] · 백무열 · 김병용*
경희대학교식품생명공학과, [1]모두드림㈜, [2]안동대학교식품생명공학과

Characteristics and Optimal Mixing Ratio of Tofu Ice Cream Made with Crushed Tofu and Soy Milk

Myeong-Chul Park, Yoon-Hwan Park[1], Hyun-Seok Kim[2], Moo-Yeol Baik, and Byung-Yong Kim*

Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University
[1]Modoodream Co.
[2]Department of Food Science and Biotechnology, Andong National University

Abstract

The purpose of this study was to formulate the optimal ratio of tofu ice cream made with crushed tofu and soybean milk. Also, to compare characteristics of tofu ice cream and soybean ice cream. Mix viscosity, overrun and melting down are measured as characteristics of ice cream. The optimal mixing ratio of tofu ice cream was determined by response surface methodology based on overall quality. As a result of optimization, tofu ice cream was made with 65.90% tofu cream (9% solid contents), 4.35% whipping cream, 14.35% canola oil, 15.00% sugar, 0.2% emulsifier and 0.2% guar gum. Soybean ice cream made with three different treated (blanched, steamed, roasted) soybean and each preprocess are treated for 0-20 min. Mix viscosity was enhanced preprocessing time increasing. Also, overrun and melting down was decline preprocessing time increased. As a result of comparison of ice cream overall quality, 15 min roasted soybean ice cream was shown the best quality.

Key words: Tofu ice cream, soybean ice cream, optimal mixing ratio

서 론

아이스크림류는 원유 및 유가공품을 원료로 하여 이에 다른 식품 또는 식품 첨가물 등을 가한 후 냉동, 경화한 것을 말한다. 축산물 성분규격에서는 가공품의 유형에 따라 아이스크림, 아이스밀크, 샤베트, 저지방아이스크림, 비유지방 아이스크림 등으로 분류한다. 아이스크림은 유지방분 6% 이상, 유고형분 16% 이상인 것을 말하고, 비유지방 아이스크림은 아이스크림류이면서 조지방 5% 이상, 무지유고형분 5% 이상인 것을 말한다.

두부는 곡류 위주인 동양의 식생활에서 부족하기 쉬운 단백질을 보충해주는 우수한 식품으로, 대두를 가공하여 두부를 제조하면 소화율이 95% 이상으로 증가하여 폭넓은 연령대에서 섭취가 용이하다. 하지만, 80% 이상의 높은 수분함량으로 저장 및 유통에 취약한 약점이 있다(Moon et al., 2008). 이러한 약점에도 불구하고, 콩에 함유된 여러 기능성 성분들과 성인병 예방효과에 대한 효과가 입증되어 서양에서도 소비가 증가되고 있다(Park et al., 2007).

두부의 주재료인 콩은 단백질 약 40%, 지방 약 20%, 탄수화물 약 35%의 영양조성을 보인다(Jang et al., 2008; Lee et al., 2013). 또한, 다량의 무기질과 비타민이 함유되어 있고, 특히 필수 아미노산 lysine이 풍부하게 함유되어 있다(Lee et al., 2013). 뿐만 아니라 콜레스테롤과 포화지방산이 적고, 식이섬유 함량이 높아 비만방지 및 소화기능 장애에 효과가 있는 우수한 식물성 영양공급원이다(Lee et al., 2013; Kim et al., 2001). 콩의 기능성 성분인 isoflavone은 폐경기증후군, 골다공증, 심혈관 질환, 유방암 등의 질환에 대한 효과가 있다(Yeo et al., 2003). 콩에 다량 함유된 레시틴은 지방간을 예방하고, 혈류 개선 및 항산화제 역할과 더불어 뇌 건강과 치매의 예방과 치료에 효과가 있으며(Lee et al., 2013) 콩에 함유된 페놀성 화합물은 세포를 보호하고, 심혈관계 질환을 예방하는 효

*Corresponding author: Byung-Yong Kim, Department of Food Science and Biotechnology, College of Life Science, Kyung Hee University, 1732 Deogyeong-daero, Giheung-gu, Young-si, Gyeonggi-do 17104, Korea
Tel: +82-31-201-3698
E-mail: bykim@khu.ac.kr
Received May 6, 2016; revised May 16, 2016; accepted May 16, 2016

과가 있는 것으로 알려져있다(Shin et al., 2004; Jeon & Park, 2015).

여러가지 기능성 성분들을 함유함에도 불구하고 콩과 콩가공식품에서는 lypoxygenase에 의한 휘발성 성분으로 특유의 비린내가 발생하고, trypsin inhibitor가 영양장애 인자로 작용하여 식품가공 및 제조에 있어 제약이 수반된다(Shin et al., 2004; Jeon & Park, 2015). Lipoxygenase 효소는 열처리에 의해 불활성화 되어 콩에서 발생되는 이취의 생성을 저해할 수 있으며(Wilkens et al., 1967), 대두 trypsin Inhibitor는 가열에 의해 단백질의 변성을 일으켜 저해능력이 파괴되어 소화장애를 예방할 수 있다(Park & Park, 1974).

본 연구에서는 건강기능성 식품인 두부를 이용하여 아이스크림을 제조하고, 최적 배합비와 그 품질특성에 대한 연구를 진행하였다. 추가적으로 원료인 대두를 다양한 방법으로 전처리하고, 처리방법에 따른 아이스크림의 품질특성 변화 및 제품화에 대한 연구를 진행하여, 최종적으로 두부아이스크림과 콩아이스크림의 관능적 특성 및 품질특성을 비교 및 평가하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 두부는 대상FNF (Seoul, Korea)로부터 구입하였다. 두부는 100°C 끓는 물에서 10분 동안 전처리를 하고, 가수처리 및 균질화하여 고형분 함량 9%인 두부크림을 제조하여 이용하였다. 대두는 2015년산 함양백태(Hamyan, Gyeongnam, Korea)를 사용하였고, 유크림과 탈지분유는 서울우유(Seoul, Korea)에서, 정백당은 CJ제일제당(Seoul, Korea)에서 각각 구입하였다. 유화제로 Polysorbate 80, 안정제로 구아검을 ES food (Gunpo, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

실험기기로 콩 전처리 과정에서 스팀기(Steam Cooker SSM-1100S, Shinil Co., Seoul, Korea)와 로스터(Coffee Bean Roaster CBR-101A, Genesis CO. Ltd, Ansan, Korea)를 이용하였고, overhead stirrer (Daihan Scientific Co., Wonju, Korea)를 이용하여 믹스를 교반하였다. 아이스크림 메이커(Ice-100, Cuisinart Co., Glendale, AR, USA)를 이용하여 최종 제품을 제조하였다.

두부아이스크림의 제조

두부아이스크림은 두부크림과 준비된 원료들을 Table 1과 같이 배합하고, 80°C의 water bath에서 overhead stirrer를 400 rpm 조건으로 설정하여 20분간 가열교반을 하였다. 믹스 온도가 70°C에 도달하면 추가로 10분간 정치살균 후, 실온에서 방냉하였다. 믹스 온도가 60°C로 떨어지면 믹서를 고속으로 설정하여 3분 동안 균질화하고, 4°C에서 24시간 동안 숙성시킨 후에 아이스크림믹스를 제조하였다. 대조군아이스크림(control)은 두부크림을 첨가하지 않고, Table 1과 같이 배합하여, 동일한 방법으로 믹스를 제조 및 숙성하였다. 숙성이 종결된 아이스크림믹스 700 g을 40분으로 설정된 아이스크림메이커를 이용하여 제조하였다. 이후 -18°C로 48시간 동안 경화시켜 최종적인 아이스크림을 제조하였다.

Table 1. Formula of Tofu ice cream prepared with 9% contents of tofu cream (%)

Ingredients	Samples of ice cream (%)	
	Control ice cream	Tofu ice cream
Whipping cream	24.30	0.00
Canola oil	0.00	11.89
Sugar	15.00	15.00
Emulsifier	0.50	0.50
Guar gum	0.20	0.20
Soybean milk	0.00	72.41
Non fat dry milk	7.80	0.00
Water	52.20	0.00
Total	100.0	100.00

아이스크림 배합조건 설정

아이스크림 배합비 최적화조건의 범위를 설정하기 위해 두부크림, 유크림, 카놀라유의 범위설정 실험을 진행하였다. 먼저 두부크림 함량을 0-72.41%로 제조하여 실험을 진행하고 결과를 비교하였다. 유지 종류에 따른 아이스크림의 관능특성 차이를 평가하기 위하여 유크림 0-47.5% 및 카놀라유 0-11.89%로 첨가(지방함량 11.92%로 동일)한 아이스크림을 제조하여 첨가하는 유지에 따른 아이스크림의 기호도 비교 실험을 진행하였다.

아이스크림 배합비의 최적화

두부아이스크림 최적화 조건을 결정하기 위해 반응표면분석법(Response Surface Methodology, RSM)인 Design Expert 7 (Design Expert 7, Stat-Easy Co., Minneapolis, MN, USA)의 mixture design을 이용하였다. 실험점 11개와 중심점 5개로 설정되었고, 종합적 기호도를 constraint 요인으로 선정하였다. 각 용량 범위는 앞선 실험에서 정한 두부크림 65-75%, 카놀라유 9-15%, 유크림 0-10.4%로 실험을 진행하였다. 기호도 검사측정 결과를 분석하여 canonical 모형을 기반으로 성분비 결과를 예측하였고, 선형모델과 비선형모델을 선정하였다. Contour plot을 통해 전반적 기호도에 대한 desirability와 최적화 된 배합비를 도출하였다.

콩아이스크림의 제조

대두의 전처리는 블랜칭(Blanched Soybean Ice cream, BSI), 스티밍(Steamed Soybean Ice cream, SSI) 및 로스팅(Roasted Soybean Ice cream, RSI)의 세 가지 방법으로 다양화하여 진행하였다. 아이스크림을 제조하였다. BSI는 대두 400 g을 100ºC의 끓는 물에서 5-20 min 동안 처리하고, 1,200 mL 증류수를 가수하여 믹싱처리를 통해 두유(콩국물)를 제조하였다. SSI는 동일한 양의 대두를 100ºC에서 5-20 min 동안 처리하고 동일한 방법으로 두유를 제조하였다. RSI도 동량의 대두를 180ºC에서 5-20 min 동안 전처리하여 두유를 제조하였다. 제조된 두유는 두부아이스크림과 동일한 방법으로 콩아이스크림을 제조하였다.

아이스크림 믹스의 점도(mix viscosity) 측정

숙성을 마친 아이스크림믹스를 Brookfield Viscometer (RVDV-II+PRO, Middleboro, MA, USA)를 이용하여 겉보기점도를 측정하였다. Spindle 5로 20 rpm조건에서 30초 단위로 시행하였고, 3회 반복 측정하였다.

아이스크림믹스의 오버런(overrun) 측정

오버런은 Ioanna 등(Ioanna et al., 1990) 의 방법을 보완 및 수정하여 측정하였다. 아이스크림을 40분 동안 제조한 후에 70 mL 용기에 칭량하여 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다.

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

아이스크림의 녹아내리는 정도(melting down) 측정

아이스크림의 melting down은 Shin & Yoon (1996)의 방법을 보완하여 측정하였다. 1×1 cm 간격의 철망 위에 70 mL의 시료를 올려놓고, 18ºC 온도에서 15분 간격으로 90분 동안 녹아 내리는 양을 무게로 측정하여 총 무게에 대비한 녹은 무게를 백분율로 표시하였다.

아이스크림 관능검사

관능검사는 기호도 검사로 진행하였으며 20명의 관능검사 요원을 이용하여 입안에서의 질감, 향, 쓴맛, 전반적 기호도 항목에 대하여 9점 척도를 이용한 기호도 검사로 진행하였다.

통계처리

통계분석은 SPSS 23.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 일원배치분석(ANOVA)을 시행하였다. 모든 실험은 3회 반복 실험하였고, 평균 값으로 나타내었다. 시료 간 평균치 차이 유무 및 유의성 검증을 위하여 5% 수준에서 Duncan's multiple range test를 시행하였다.

결과 및 고찰

두부아이스크림 배합조건 선정

두부아이스크림의 배합조건 범위를 선정하기 위하여 두부크림과 유크림 및 카놀라유의 범위설정 실험을 진행한 결과는 Fig. 1과 같다. Fig. 1A는 두부크림의 첨가량이 감소할수록 아이스크림의 기호도가 증가하는 경향을 나타내었다. 하지만 두부아이스크림 및 비유지방 아이스크림의 기준 조건을 만족하기 위하여 두부크림 72.41% 첨가 아이스크림(Tofu-c 72%)을 채택하였고, 최적화 실험을 위한 범위를 65-75%로 정하였다

기호도를 상승시키기 위해 첨가하는 유지를 카놀라유와 유크림으로 달리한 아이스크림(유지함량 11.92%로 고정) 특성을 비교한 결과는 Fig. 1B와 같다. 유지의 종류를 달리하였을 때 전체적으로 관능적 특성의 차이는 크게 나타나지 않았지만, 카놀라유만을 사용한 실험군(Canola 100%)의 기호도가 가장 높게 나타났다. Canola 75, 100%의 사이 범위를 배합조건 범위로 선정하여, 결과적으로 카놀라유 9-15%, 유크림 0-10.4%로 실험을 진행하였다

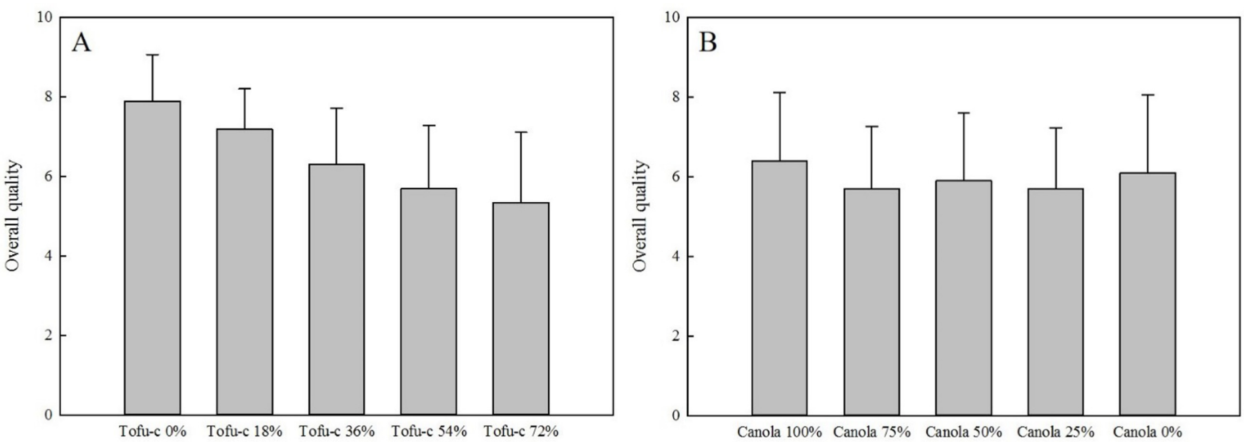

Fig. 1. Comparison of ice cream made with Tofu cream (A) and milk cream-canola oil ratio (B).

Table 2. Analysis of selected models and equation of Tofu ice cream

Response	Model	Prob>F	Final equation in terms of L Pseudo components[1)]
Texture	Linear	0.0650	+5.94×A+6.52×B+5.45×C
Beany smell	Linear	0.0338	+5.83×A+5.89×B+4.81×C
Bitter taste	Linear	0.0003	+5.86×A+5.62×B+4.04×C
Overall quality	Linear	0.0001	+5.86×A+6.29×B+4.41×C

[1)]A: Milk cream, B: Canola oil, C: Tofu cream

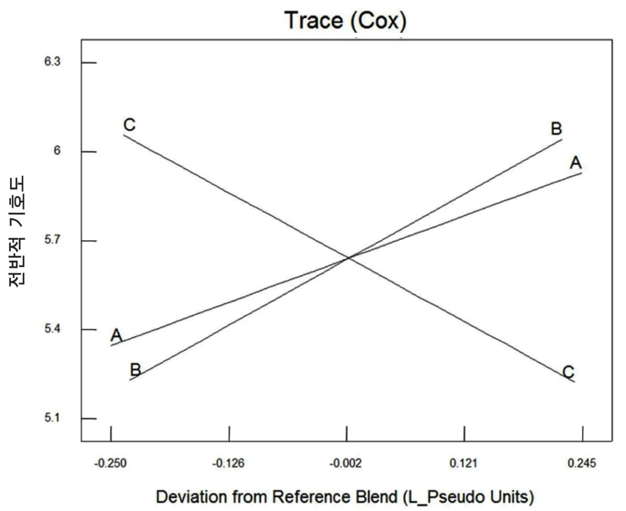

Fig. 2. Trace plot of overall quality (A: Milk cream, B: Canola oil, C: Tofu cream).

두부아이스크림 배합비의 최적화

유크림, 카놀라유, 두부크림의 비율변화가 나타내는 반응값의 분석을 위하여 조직감, 향, 쓴맛 및 전반적 기호도 4가지 항목을 분석기준으로 선정하였고, F-검정을 이용하여 유의성 검사를 실시하여 Table 2와 같이 결과를 도출하였다. 모든 항목에서 linear한 결과로 나타났고, 조직감을 제외한 향, 쓴맛 및 전반적 기호도 항목에서 유의적인 결과가 도출되었다. 이를 통하여 canonical 식에서 결정된 계수들이 각 재료들의 배합비 간 상호작용 효과를 확인할 수 있었다. 특정 재료의 양이 변함에 따라서 다른 재료들의 양이 변하는 것을 이용하여 반응하는 재료비의 변화에 따른 특성의 경향성을 알기 위하여 Fig. 2에 trace plot으로 나타내었다. 유크림(A-A), 카놀라유(B-B)의 함량이 증가할수록 조직감, 향, 쓴맛 및 전반적 기호도가 모두 증가하였다. 반면 두부크림(C-C)은 함량이 증가할 수록 전반적 기호도가 감소하는 결과를 나타내었고 조직감, 향 및 쓴맛에 대해서도 동일한 결과를 보였다. 이를 통하여 유크림과 카놀라유는 아이스크림의 특성과 선호도를 높이고, 두부크림은 그렇지 않음을 확인하였다.

각 재료의 반응범위를 최대로 만족하는 최적점을 desirability로 나타내었고, 반복 연산을 통해 계산될 결과들 사이에서 최적화 된 desirability는 0.638에 수렴하였다. 이

Table 3. Optimal ratio of Tofu ice cream (%)

Ingredients	Samples of ice cream (%)
	Optimalized ratio of Tofu ice cream
Whipping cream	4.35
Canola oil	14.35
Sugar	15.00
Emulsifier	0.20
Guar gum	0.20
Tofu cream	65.90
Total	100.00

최적점에서 도출된 두부아이스크림의 최적 배합비는 유크림 4.35%, 카놀라유 14.35%, 두부크림 65.9%로 Table 3과 같다.

아이스크림믹스의 점도 비교

아이스크림믹스의 점도 측정 결과는 Table 4와 같다. 모든 처리군에서 동일하게 전처리 시간이 증가함에 따라서 유의적으로 점도가 증가하는 경향을 보였다. 점도는 분산질의 분자량이 작을수록 감소하는 성질을 갖는다(Kim et al., 2003). 대두의 전처리 시간이 감소함에 따라 효소활성이 증가하여 가수분해가 활발하게 일어나 단백질의 polypeptide chain이 절단되고 분자량이 감소하여 결과적으로 점도가 감소된 것으로 사료되었다(Park et al., 2008). BSI와 SSI는 수침과정을 통해 대두 내부에 열전도가 용이해졌고, 효소활성을 감소시켜 수침을 생략한 RSI 보다 높은 점도를 보였다. 두부아이스크림의 점도는 2,720 cP로 콩 아이스크림에 비하여 매우 높은 결과를 보였다. 두부의 응고제로 함유된 칼슘이 단백질과의 결합하며, 분산질의 분자량이 커져 높은 점도를 가지는 것으로 사료되었다(Lee & Rha, 1977).

아이스크림의 오버런 특성비교

오버런은 냉동과정에서 40분간 측정하였고 그 결과는 Table 4에 나타내었다. 모든 콩아이스크림군에서 전처리 시간이 증가함에 따라 오버런이 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 아이스크림 오버런은 두부아이스크림이 22.36%으로 가장 낮았고, BSI, SSI, RSI의 순으로 나타났다. 점도가 높을수록 빙결되는 자유수의 함량이 감소되어 공기 주입량

Table 4. Characteristics of ice cream made with Tofu and soybean

Samples[1)]	Characteristics of ice cream made with tofu and soybean		
	Mix viscosity (cP)	Overrun (%)	Melting down (%) (for 90 min)
Control	273.0±7.8[3)e4)]	57.56±0.90[bcd]	38.17±0.86[bcd]
BSI 0[2)]	227.3±8.7[d]	62.63±1.88[fghi]	38.55±3.16[bcd]
BSI 5	228.0±13.7[d]	60.63±3.69[defg]	38.11±2.99[bcd]
BSI 10	265.7±7.4[e]	56.13±1.30[bc]	35.62±3.23[bc]
BSI 15	313.3±11.5[c]	56.09±1.68[bc]	35.38±0.27[bc]
BSI 20	354.0±6.6[g]	55.49±2.16[b]	33.70±3.15[bc]
Control	274.0±4.6[e]	59.83±0.90[def]	35.01±6.54[bc]
SSI 0	226.3±7.6[d]	65.83±1.77[ij]	42.92±8.68[bcd]
SSI 5	227.7±13.0[d]	63.78±1.78[ghi]	41.78±9.05[bcd]
SSI 10	268.0±6.2[e]	61.87±1.62[efgh]	31.08±0.70[bc]
SSI 15	314.3±12.5[f]	60.26±0.97[defg]	25.93±1.46[bc]
SSI 20	353.0±8.2[g]	58.73±2.22[bcde]	20.33±17.73[ab]
Control	267.5±17.4[e]	59.04±0.21[cdef]	65.32±3.82[cd]
RSI 0	115.3±7.2[a]	67.79±3.25[j]	59.76±2.76[d]
RSI 5	146.3±8.5[b]	65.58±1.39[ij]	58.29±13.72[d]
RSI 10	186.3±4.0[c]	64.46±1.45[hij]	34.73±4.01[bc]
RSI 15	227.7±7.5[d]	62.52±0.64[fghi]	20.79±17.74[ab]
RSI 20	234.0±9.0[d]	62.26±0.93[efghi]	0.55±0.83[a]
Tofu ice cream	2,720.0±20.0[h]	23.36±3.20[a]	100.00±0.00[e]

1)BSI : Blanched soybean ice cream, SSI : Steamed soybean ice cream, RSI : Roasted soybean ice cream
2)Preprocessed time (min)
3)Values are mean ± SD of triplicate measurements
4)Means with different superscript letters within the same column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

이 증가함에 따라 오버런이 증가한다는 관련 연구들과 상이한 결과로 나타났다(Kim & Lee, 2003). 점도가 증가함에 따라 공기보유능이 증가하지만 초기 공기 유입이 어렵기 때문에 공기주입 공정이 없고, 냉동 중 교반과정이 고속으로 진행되지 않은 본 연구의 아이스크림에서는 점도가 높을수록 오버런이 낮게 형성되었다.

아이스크림의 녹아내리는 정도 비교

Melting down은 90분 동안 15분 단위로 측정하였고, 그 결과는 Table 4와 같다. RSI가 가장 빠르게 녹았고, SSI, BSI 순으로 유의적인 차이를 보이며 녹는 것이 확인되었다. 또한 콩아이스크림은 전처리 시간이 증가함에 따라 녹는 정도가 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 아이스크림의 오버런이 크게 형성될수록 공기 주입량이 증가하여 녹아 내리는 속도가 증가하는 데서 기인된 것으로 사료되었다. 두부아이스크림은 가장 낮은 오버런 값(22.36%)을 가짐에도 불구하고 melting down이 가장 높은 것이 확인되었는데, 이는 두부아이스크림의 콩단백질은 간수 및 응고제를 사용함에 따라 물리적, 화학적 변화가 수반되어 발생된 단백질 변성으로 구조변화가 발생하였고, 콩아이스크림과는 다른 특성차이가 발생된 것으로 추측되었다.

아이스크림의 관능특성

조직감, 향, 쓴맛, 전반적기호도에 대하여 관능검사를 진행한 결과를 Table 5에 나타내었다. 대두의 전처리 시간이 증가할수록 유의적으로 조직감에 대한 기호도가 향상되는 결과가 나타났다. 처리군 간 비교해 보았을 때, 오버런이 가장 큰 RSI가 가장 부드러운 질감의 아이스크림으로 제조되어 BSI, SSI 및 두부아이스크림보다 우수한 기호도를 보였고, 특히 20분 동안 로스팅 처리하였던 RSI 20의 조직감은 7.30의 기호도를 보이며 유의적으로 가장 우수함을 보였다.

향에 대한 항목에서도 동일하게 대두의 전처리 시간이 증가함에 따라 기호도가 유의적으로 높아지는 결과를 보였다. 전처리 시간이 증가함에 따라 가해진 열처리에 의하여 lipoxygenase 효소가 불활성화되어 대두 특유의 이취인 콩비린내가 제거되고(Morris et al., 1950; Choi, 2006), 콩의 고소한 풍미가 증진되어 품질이 향상됨을 확인하였다(Shin et al., 2013; Shin et al., 2014). 특히, 15분 동안 로스팅 처리한 RSI 15는 7.25의 기호도를 보이며 로스팅 처리가 대두의 고소한 향 품질을 가장 극대화시키는 전처리방법임을 유의적으로 나타내었다.

쓴맛은 유화제와 대두 단백질의 소수성 아미노산기들에서 기인된 맛(Kim, 2010)으로, 재료로 첨가한 유크림과 대

Table 5. Sensory test of soybean and Tofu ice cream

Samples[1)]	Texture	Smell	Bitterness	Overall quality
Control	6.80±1.70[3)]^{cd}[4)]	6.30±1.78^{efg}	6.20±2.07^{bc}	6.29±1.73^{defg}
BSI 0[2)]	5.45±1.39^{ab}	4.60±2.06^{abcd}	4.65±2.01^{ab}	4.66±1.60^{abc}
BSI 5	5.90±1.02^{abc}	5.35±1.46^{bcde}	5.25±1.74^{abc}	5.34±1.11^{bcd}
BSI 10	6.45±1.19^{bcd}	5.40±1.79^{cde}	5.50±1.99^{abc}	5.64±1.40^{cdef}
BSI 15	5.95±1.47^{abc}	5.40±1.85^{cde}	5.40±2.16^{abc}	5.64±1.50^{cdef}
BSI 20	6.50±1.70^{bcd}	6.20±1.79^{efg}	5.65±2.25^{abc}	5.82±1.73^{cdef}
Control	6.15±1.66^{abc}	5.75±1.80^{cdef}	5.75±2.12^{abc}	5.65±2.18^{cdef}
SSI 0	5.35±1.76^{ab}	4.10±2.10^{ab}	4.30±2.41^{a}	4.10±2.02^{a}
SSI 5	5.15±1.60^{a}	4.55±1.70^{abc}	4.40±2.30^{a}	4.75±1.62^{abc}
SSI 10	5.90±1.29^{abc}	5.35±1.66^{bcde}	5.10±2.13^{abc}	5.30±1.56^{bcd}
SSI 15	6.25±1.52^{abcd}	5.60±1.54^{cde}	5.50±2.04^{abc}	5.85±1.69^{cdef}
SSI 20	6.20±1.47^{abcd}	6.10±1.29^{efg}	5.55±2.09^{abc}	5.70±1.81^{cdef}
Control	6.20±1.74^{abcd}	6.05±1.76^{efg}	6.00±2.20^{bc}	6.04±1.56^{defg}
RSI 0	5.45±1.73^{ab}	4.05±1.99^{a}	4.30±2.20^{a}	4.38±1.62^{ab}
RSI 5	6.35±1.53^{bcd}	5.60±1.93^{cde}	5.35±2.08^{abc}	5.53±1.72^{bcde}
RSI 10	6.20±1.91^{abcd}	5.90±2.29^{def}	5.50±2.35^{abc}	5.89±1.75^{cdef}
RSI 15	7.05±1.39^{cd}	7.25±1.86^{g}	6.65±2.11^{c}	7.11±1.51^{g}
RSI 20	7.30±1.26^{d}	6.95±1.61^{fg}	6.30±2.15^{c}	6.79±1.49^{fg}
Tofu ice cream	6.40±1.35^{bcd}	6.65±1.95^{efg}	6.70±1.72^{c}	6.65±1.32^{efg}

[1)]BSI : Blanched soybean ice cream, SSI : Steamed soybean ice cream, RSI : Roasted soybean ice cream
[2)]Preprocessed time (min)
[3)]Values are mean ± SD of triplicate measurements
[4)]Means with different superscript letters within the same column are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

두 전처리 과정에서 발생되는 콩의 고소한 향으로 쓴맛에 대한 감각정도를 낮출 수 있었다. 특히, 15분 이상 로스팅 처리한 RSI 15, 20은 control 보다 높은 기호도를 나타내며 우수한 품질을 나타내었다. 두부아이스크림은 6.70으로 가장 높은 기호도를 나타내었다. 이는 단순히 마스킹을 하는 것이 아니라, 두부 제조과정에서 침전제, 응고제와 반응하는 화학적인 변화를 통해 대두 단백질의 구조가 변해 가수분해 산물이 달라져 나타난 결과로 사료되었다(Lee et al., 1984).

전반적 기호도(overall quality) 항목에서도 비슷한 양상의 결과가 보여졌다. 대두의 전처리시간이 증가함에 따라 아이스크림의 기호도가 향상되는 결과가 나타났다. BSI는 20분간 처리하였을 때 5.82의 기호도를 보이며 가장 우수한 품질의 아이스크림이 제조되었지만, control에 비해 유의적으로 낮은 기호도를 나타내었다. SSI는 15분 이상 처리하였을 때 control 이상의 기호도 값을 보였지만, control과 유의적인 차이는 나타나지 않았다. RSI는 0-10분 처리시에는 control에 비하여 상당히 낮은 기호도를 보였지만, 15분 이상 처리하였을 때 유의적 차이를 보이며 상당히 매우 높은 기호도를 나타내었다. RSI 15는 7.11의 기호도를 보이며 가장 우수한 품질의 아이스크림으로 평가되었다. 두부아이스크림과 비교하였을 때 두부아이스크림은 6.65의 기호도로 BSI와 SSI 보다는 우수하고, control과는 유의적으로 비슷했지만 RSI 15, 20보다는 낮은 기호도를 보였다. 본 연구를 통해 RSI 15가 유의적으로 가장 높은 기호도를 보이며, 가장 우수한 아이스크림으로 판단되었다.

요 약

두부와 콩의 우수한 영양성과 기능성을 이용한 아이스크림의 개발을 위해 두부아이스크림의 최적 배합비를 찾고, 콩아이스크림과 품질을 비교 및 평가하기 위한 연구를 진행하였다. 두부크림 65-75%, 카놀라유 9-15%, 유크림 0-10.4%로 배합조건 범위를 설정하고, 조직감, 향, 쓴맛, 전반적 기호도의 4가지 항목을 이용하여 최적 배합비를 도출하였다. 최종적으로 유크림 4.35%, 카놀라유 14.35%, 두부크림 65.90% 첨가 아이스크림이 가장 최적화된 배합비로 도출되었다.

대두를 블랜칭, 스티밍, 로스팅 세 가지 전처리 방법을 이용하여 콩아이스크림을 제조하였고, mix viscosity, overrun, melting down 특성을 평가하여 두부아이스크림과 비교하였다. 대두의 전처리 시간이 증가함에 따라 아이스크림 점도와 오버런이 증가하였고, 조직감 향상 및 이취를 감소시켜 관능적 특성을 우수하게 만드는 결과가 나타났다. 두부아이스크림은 상대적으로 오버런이 낮고, melting down이 높아 콩아이스크림에 비하여 조직감이 좋지 않고, 상온에서

의 보존성이 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 두부 내 대두단백질의 변성으로 인한 구조적 차이에서 기인된 것으로 추정되었다.

전반적인 관능적 특성에서 두부아이스크림은 control과 비슷하고, BSI 및 SSI에 비하여 높은 기호도를 나타내었다. RSI는 control 및 두부아이스크림에 비하여 우수한 기호도를 나타내었다. 특히, RSI 15가 유의적으로 가장 높은 기호도를 보이며, 가장 우수한 아이스크림임을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청의 2014년도 산학연협력 기술개발사업(과제번호: C0237139) 지원에 의한 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

References

Choi I. 2006. Current and future process in soybean processing technology. Food Sci. Ind. 31: 25-29.

Ioanna S, Martinou V, Gregori KZ. 1990. Effect of some stabilizers on textural and sensory characteristics of yogurt ice cream from sheep's milk. J. Food Sci. 55: 703-707.

Jang SY, Sin KA, Park NY, Bang KW, Kim JH, Jeong YJ. 2008. Functional properties of hydrolysate soy milk and whole soy milk. Korean J. Food Preserv. 15: 361-366.

Jeon KS, Park SI. 2015. Manufacturing and functional properties of soymilk prepared with Korean and chinese soybeans. Culi. Sci & Hos. Res. 21: 68-79

Kim HB, Kim AJ, Yuh CS, Chang SJ. 2003. Sensory characteristics and nutritional analysis of sherbet ice-cream with mulberry fruit. Korean J. Seric. Sci. 45: 85-89.

Kim JY, Lee SY. 2003. Quality characteristics of soy ice creams as affected by enzyme hydrolysis times and added calciums. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 19: 216-222.

Kim MJ. 2001. Studies on functional compositions and physicochemical characteristics of Korean traditional soybeans. MS. thesis, Yong-in Univ., Yong-in, Korea.

Kim MR. 2010. Bitterness and solubility of soy protein, casein, gluten, and gelatin hydrolysates treated with various enzymes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 587-594.

Lee C, Rha C. 1977. Thickening of soy protein suspensions with calcium. J. Texture Stud. 7: 441-449.

Lee CH, Kim CS, Lee SP. 1984. Studies on the enzymatic partial hydrolysis of soybean protein isolates. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 228-234.

Lee S, Lee YB, Kim HS. 2013. Analysis of the general and functional components of various soybeans. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 1255-1262.

Moon BK, Kim YL, Kim JN, Choi YS. 2008. The quality characteristics of Tofu added with pigmented rice powder. Dept. of Food & Nutr. Chungang Univ. 27: 29-37.

Morris HJ, Olson RL, Bean RC. 1950. Processing quality of varieties and strains of dry beans. Food Technol. 4: 247-254.

Park GS, Lee SH, Park KN. 2007. The quality characteristics of Kanghwang (*Curcuma aromatica* Salab.) Tofu prepared with various coagulants. J. East Asian Soc. Dietary Life. 17: 547-553.

Park IK, Yang SH, Choi YS. 2008. Quality characteristics of soy ice cream prepared with fermented soybean powder base and oligosaccharide and its blood glucose lowering effect. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 88-95.

Park SH, Park SI. 1974. Preparation and use of soy milk. J. Ewha Woman Univ. Food & Nutr. 4: 9-16.

R.D.Kroll. 1984. Effect of pH on the binding of calcium ions by soybean proteins. Cereal Chem. 61: 490.

Shin DJ, Kim W, Kim YK. 2013. Physicochemical and sensory properties of soy bread made with germinated, steamed, and roasted soy flour. Food Chem. 141: 517-523.

Shin HC, Seong HS, Sohn HS. 2004. The industrial development and health benefits of the soymilk. Korea Soybean Digest. 21: 15-27.

Shin WS, Yoon S. 1996. Effect of stabilizers on the texture of frozen yogurt. J. Korean Soc. Food Sci. 12: 20-26.

Shin YM, Cho KM, Seo WT, Choi JS. 2014. Quality characteristics and antioxidant activity of soybean meat using heat-treated soybean powder. J. Agr. & Life Sci. 48: 105-117.

Wilkens W F, Mattick L R, Hand D B. 1967. Effect of processing method on oxidative off-flavors of soybean milk. Food Technol. 21: 1630.

Yeo GE, Jo SB, Kim UJ. 2003. Separation conditions of isoflavone from defatted soybean flour with using sorption resin. Food Eng. Prog. 7: 235-241.