

α -Amylase 첨가에 따른 쌀가루 및 팽화미분 아이스크림의 이화학적 특성

오보라 · 이영현*

서울과학기술대학교 식품공학과

Physicochemical Properties of Rice Powder and Puffed Rice Powder Ice Cream with α -Amylase

Bora Oh and Young Hyoun Yi*

Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science & Technology

Abstract

The viscosity, overrun, melting-down, moisture, crude fat, total sugar, and color of rice powder and puffed rice powder ice cream, following the addition of α -amylase, were investigated. For identical grain types, the gelatinization degree increased with puffing, and within the same treatment, the short grain was higher than the long grain. Viscosity dropped with increasing α -amylase at the same concentration and grain type, excluding 0.0%, the rice powder was higher than the puffed one, and for the same concentration and treatment, the short grain was higher. The overrun was highest at 0.2%, and for the same concentration and treatment, the short grain exhibited higher overrun. Higher melting-down was observed in puffed and lower viscosity ice cream mix. No significant difference was found in moisture with enzyme concentration. Regardless of puffing, the short tended to have a higher moisture. No difference was noticed in crude fat by concentration, grain type, or puffing. The total sugar was higher with increasing α -amylase; at the same concentration, puffed tended to be higher. The hunter “L” and “b” increased with α -amylase, while the “a” value dropped. At the same concentration and grain type, the “b” values decreased with puffing ($p < 0.05$).

Key words: physicochemical properties, rice powder, puffed rice powder, ice cream, α -amylase

서 론

차가운 식품을 순수한 기호품으로 찾는 시기는 기원전 100년으로 꿀, 과즙, 포도주나 수액 등을 얼음이나 눈에 섞어서 즐긴 것이다. 프랑스 루이 왕가에서는 1774년 이후 크림 외에 농축유, 연유, 분유 등 다양한 원료를 사용해 제조한 것을 아이스크림이라고 불렀다(Han, 2005). 미국 세인트루이스에서 1904년 열린 만국박람회에서 걸어 다니며 먹을 수 있는 아이스크림 콘의 등장으로 아이스크림 산업이 발전하는 계기가 되었다(Laura, 2013). 우리나라 식품규격기준에 의하면 유고형분 16% 이상, 유지방분 6% 이상 함유된 동결유제품을 아이스크림이라고 한다(Moon, 2003; Han, 2005).

국내 아이스크림 시장은 1960년대 대량생산을 시작하였고, 1990년대 이후에는 전문점이 소개되었다(Han, 2005).

다양하고 고급화 된 신제품 출시와 기존제품 개선 등으로 시장규모가 꾸준히 성장하고 있다. 빙과류 생산량과 출하액은 2004년 15만 천 톤, 2천 6백억원에서 2011년 12만 3천 톤, 3천억원 그리고 2013년 9만 3천 톤, 3천 6백억원 (Ministry of Food and Drug Safety, 2006; 2012; 2014)으로 생산량은 감소하였지만 출하액은 증가하여 고품질의 고가제품이 선호되는 것으로 보인다. 최근에는 건강식품에 대한 소비자들의 선호도 증가에 따라 기호성과 기능성이 보장된 오디(Kim et al., 2003), 콩(Ryou, 2005; Park et al., 2008; Park, 2011) 및 연잎(Hwang et al., 2012) 등 다양한 아이스크림 연구가 진행되었다.

우리나라 쌀 생산량은 2000년 529만 톤(Kim & Kim, 2004), 2011년은 420만 톤으로 감소하였지만 2012년 400만 톤에서 2013년에는 5.6% 상승한 423만 톤으로 증가하고 있다(Song et al., 2014). 하지만 연간 1인당 쌀 소비량은 2000 양곡년도 93.6 kg, 2010 양곡년도 72.8 kg (National Statistical Office, 2011) 그리고 2013 양곡년도에는 68.6 kg (Song et al., 2014)으로 2000년 이후 꾸준히 감소하고 있다. WTO (World Trade Organization)의 무역협정에 따라서 외국산 쌀을 2004년부터 의무적으로 수입하게 되었다. 의무수입 물량은 2010년 32만 7천 톤에서 2011년 34

*Corresponding author: Young Hyoun Yi, Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science & Technology, 232 Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul 01811, Korea
Tel: +82-2-970-6454; Fax: +82-2-976-6460
E-mail: youngyi@seoultech.ac.kr

Received July 6, 2015; revised November 28, 2015; accepted November 3, 2015

만 8천 톤으로 증가하였고 2014년에는 40만 9천 톤 수입하게 되었다(Yun, 2007).

수입쌀은 밥쌀용이 아니라 거의 가공용으로 쓰이는데(Yun, 2007), 떡·면류 47%, 주류 20%, 쌀 과자 17% 그리고 기타 16% (Keum et al., 2010)로 전통식품 제조에 대부분 쓰이고 있다. 가공용 수입쌀 재고 현황은 2012년 40만 5천 톤(Seung et al., 2013)으로 매년 수입량이 증가함에 따라 보관비용 증대가 예상되고 있다. 쌀을 오래 저장하면 녹말의 당화, 단백질 분해 그리고 지방의 산화 및 가수분해가 일어나는데 이 중 가장 심한 것은 지방산 생성이고(Jung et al., 2007), 구조 변화로 조리 시에 호화양상, 풍미 및 질감 등 품질이 저하된다(Kim, 2005).

쌀은 우리나라 식생활의 근간을 이루는 식문화를 형성해왔다. 다른 곡류에 비해 단백질 함량은 적지만 곡물의 제1 제한 아미노산인 리신(lysine)은 밀, 조, 옥수수보다 약 2배 정도 높다. 양질의 쌀 단백질은 혈중 콜레스테롤과 중성지방 농도를 감소시키는 등의 역할을 하지만, 우리는 쌀의 영양학적·기능적 우수성을 널리 활용하지 못하고 있다(Ha, 2002). 쌀의 부가가치를 높인 다양한 가공식품 연구를 통한 소비증대가 요구된다.

본 연구에서는 제품 개발을 통한 쌀 소비 증가를 위하여 원료의 호화도 측정 및 기존 아이스크림 원료에 쌀가루 또는 팽화미분을 첨가한 제품의 α -amylase 농도에 따른 점도, 오버런, 녹아내리는 정도, 수분, 조지방, 총당 그리고 색도를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

휘핑크림(Seoul Dairy Co-op., Ansan, Korea), 탈지분유(Seoul Dairy Co-op., Yangju, Korea), 물엿(Ottogi Co., Ulsan, Korea), 설탕(Samyang Co., Ulsan, Korea), 안정제(가루나라, Yeongdeungpo, Korea)는 시중에서 구입하였다. α -Amylase는 C&J Solution (Gangnam, Korea), 2008년산 국

내산 단립종 쌀가루는 태평양물산 주식회사(Ansan, Korea) 그리고 2012년산 태국산 장립종 쌀가루는 개미산업 주식회사(Eumsung, Korea)에서 구매하였고, 2008년산 국내산 단립종과 2012년산 태국산 장립종 팽화미분은 점보식품 주식회사(Hwasung, Korea)에서 제공받았다.

호화도

Kainuma et al. (1981)의 방법에 따라 단립종 쌀가루, 장립종 쌀가루, 단립종 팽화미분 또는 장립종 팽화미분 10 g 을 증류수로 100배 희석한 후 stomacher (BagMixer 400vw, Interscience, St Nom, France)로 30초간 균질화 시켰다. 각각에 효소액(β -amylase와 pullulanase)을 첨가한 후 40°C incubator (Samhwa Scientific Co., Seoul, Korea)에서 30분간 반응시켰다. Somogyi-Nelson method (Ju, 2005)로 측정된 환원당과 phenol-sulfuric acid method (Kang et al., 1998)로 구한 총당으로 계산하여 호화도를 산출하였다.

총당

최적 흡광도를 얻기 위해 희석된 시료 1 mL를 test tube 에 넣고 5% (v/v) phenol (Daejung Chemical & Metals Co. Ltd., Siheung, Korea) 용액 1 mL를 넣었다. 여기에 95% 황산(Deajung Chemicals & Metals Co. Ltd., Siheung, Korea) 5 mL를 첨가한 후 30분 동안 상온에 방치하였다. Spectrophotometer (GENESYS10, Thermo Spectronic, Madison, WI, USA)를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정 후 glucose standard curve를 이용하여 총당 함량(%)을 구하였다.

아이스크림 제조

단립종 쌀가루, 장립종 쌀가루, 단립종 팽화미분 또는 장립종 팽화미분에 30,000 unit/mL α -amylase 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% 및 0.5% (w/w)를 첨가한 아이스크림 기본 배합비는 Table 1과 같다.

단립종 쌀가루, 장립종 쌀가루, 단립종 팽화미분 또는 장

Table 1. Recipe of ice cream

g (%)

Ingredients	α -amylase						
	(%, w/w)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Water		250.0 (50.0)	250.0 (50.0)	250.0 (50.0)	250.0 (50.0)	250.0 (50.0)	250.0 (50.0)
Whipping cream		83.3 (16.7)	83.3 (16.7)	83.3 (16.7)	83.3 (16.7)	83.3 (16.7)	83.3 (16.7)
Rice component		50.2 (10.1)	50.2 (10.1)	50.2 (10.1)	50.2 (10.1)	50.2 (10.1)	50.2 (10.1)
Skim milk powder		46.7 (9.3)	46.7 (9.3)	46.7 (9.3)	46.7 (9.3)	46.7 (9.3)	46.7 (9.3)
Starch syrup		36.7 (7.3)	36.7 (7.3)	36.7 (7.3)	36.7 (7.3)	36.7 (7.3)	36.7 (7.3)
Table sugar		31.1 (6.2)	31.1 (6.2)	31.1 (6.2)	31.1 (6.2)	31.1 (6.2)	31.1 (6.2)
Stabilizer		2.0 (0.4)	2.0 (0.4)	2.0 (0.4)	2.0 (0.4)	2.0 (0.4)	2.0 (0.4)
α -Amylase		-	0.5 (0.1)	1.0 (0.2)	1.5 (0.3)	2.0 (0.4)	2.5 (0.5)
Total		500.0 (100.0)	500.5 (100.1)	501.0 (100.2)	501.5 (100.3)	502.0 (100.4)	502.5 (100.5)

립중 팽화미분 50.2 g에 물 250 g 그리고 α-amylase를 계량하여 비커에 넣었다. 재료가 담긴 비커를 50°C water bath (BW-30G, Jeitech, Daejeon, Korea)에서 3시간 동안 가열하여 슬러리를 제조하였다. 슬러리에 휘핑크림 83.3 g, 탈지분유 46.7 g, 물엿 36.7 g, 설탕 31.1 g, 안정제 2.0 g을 넣고 homogenizer (ULTRA-TURRAX T25, IKA-WERKE GMBH & Co. KG, Staufen, Germany)로 10분간 균질화시켜 믹스를 제조했다. 믹스를 85°C water bath에서 20분간 살균하였다. 살균 된 믹스를 상온에서 방냉 하여 50°C로 식힌 후 4°C 냉장고(R-B63AM, LG Electronics Inc., Seoul, Korea)에서 24시간 냉장 숙성하였다. 숙성된 믹스를 아이스크림 제조기(MDI-502, Macdous, Bucheon, Korea) 냉각용기에 넣고 20분간 작동시켜 아이스크림을 제조하였다(Ju et al., 2005).

점도

숙성 된 아이스크림 믹스를 4°C 냉장고에서 하나씩 꺼낸 직후 상온에서 spatula로 균일하게 저었다. Viscometer (LVDV-II+pro, Brookfield Engineering Laboratories Inc., Middleboro, MA, USA)의 torque 값이 70-80% 나오도록 spindle 64로 30 rpm (revolutions per minute)으로 설정하였다. 안정한 점도 값이 나오도록 1분간 spindle을 회전시킨 뒤 5초 간격으로 나온 값을 cp (centipoise)로 나타냈다(Shin & Yoon, 1996).

오버런

숙성된 믹스와 제조된 아이스크림을 20 mL scoop (H3304-40, Nikken, Tokyo, Japan)으로 떠서 무게를 측정하였다. 아이스크림 믹스 무게에서 아이스크림 무게를 뺀 값을 아이스크림 무게로 나뉘준 후 백분율로 나타내어 over run (%)을 구하였다(Han, 2005).

Over run (%) =

$$\frac{\text{Weight of ice cream mix} - \text{Weight of ice cream}}{\text{Weight of ice cream}} \times 100$$

녹아내리는 정도

간격 5 mm 철망을 500 mL 비커 위에 얹은 후, 아이스크림 한 scoop을 떠서 철망 위에 올렸다. 상온에서 30분간 녹아 흘러내린 아이스크림의 무게를 원래 아이스크림 무게로 나눈 뒤 백분율로 나타내어 melting-down (%)을 구하였다(Shin & Yoon, 1996).

Melting-down (%) =

$$\frac{\text{Weight of melting ice cream}}{\text{Weight ice cream}} \times 100$$

수분

상압 건조법(The Korea Society of Food Science and Nutrition, 2000)으로 측정하였다. 아이스크림 5 g을 계량하여 칭량병에 담았다. 시료가 담긴 칭량병의 뚜껑을 반쯤 열어 놓은 채 105°C의 dry oven (Samhwa Scientific Co., Seoul, Korea)에 넣어 3시간 동안 건조 시켰다. 건조 된 시료가 담긴 칭량병을 desiccator에 옮긴 후 30분 간 방냉시켰다. 항량이 될 때까지 3번 반복 측정하여 수분 함량(%)을 얻었다.

조지방

Röse-Gottlieb method (Moon, 2003)으로 측정하였다. 아이스크림 약 1 g을 마조니아관에서 증류수로 11 mL 되게 정용한 후 25% (w/v) ammonium hydroxide (Daejung Chemicals & Metals Co. Ltd., Siheung, Korea)용액 1.5 mL와 95% (v/v) ethanol (Daejung Chemicals & Metals Co. Ltd.) 10 mL를 넣고 흔들어 혼합하였다. 시료에 99% (v/v) ethyl ether (Daejung Chemicals & Metals Co. Ltd.) 25 mL를 넣고 흔든 후 90% (v/v) petroleum ether (Daejung Chemicals & Metals Co. Ltd.) 25 mL를 넣어 흔들었다. 분리 된 상층액을 정성여과지(No 20, Hyundai Micro, Seoul, Korea)로 거르고 동량의 ethyl ether와 petroleum ether 30 mL로 여과액을 얻었다. 유기용매를 75°C water bath에서 증발시킨 후 103°C의 dry oven에서 1시간 건조시켜 조지방 함량(%)을 구하였다.

색도

Colorimeter (JC 801, Color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 이용하였다. 기기의 측정경에 표준색판(X=94.30, Y=96.11, Z=114.55)을 놓고 보정한 다음 아이스크림 10 g을 원형 cell에 넣고 명도(lightness)를 나타내는 L값, 적색도(redness)를 나타내는 a값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b값을 측정했다(Kim et al., 2008).

통계처리

SPSS program (ver. 19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA, 2009)을 이용하여 샘플 간 차이를 분산분석 하였다. 유의한 차이가 있는 경우 Tukey법을 이용하여 p<0.05 수준에서 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

호화도

팽화미는 쌀을 고온·고압의 상태에서 쌀 조직의 수분을 100°C 이상으로 만든 후 순간적으로 압력을 방출시키면, 쌀 조직의 수증기가 조직을 파괴하면서 팽창된 것이고 이를 분쇄한 것이 팽화미분이다(Kim et al., 2004). 호화는 전분을 물과 가열했을 때 전분립의 결정구조가 일부 파괴,

팽윤하여 붕괴되는 현상이고, 호화도는 완전히 호화된 전분에 대한 호화 정도로 정의한다(Korean Society of Food Science and Technology, 2008a). 실험 결과 동일 곡종에서는 팽화미가 그리고 동일 처리구에서는 단립종이 장립종보다 호화도가 높았다(Table 2). 쌀 전분은 아밀로펙틴과 아밀로오스로 이루어져 있다(Chae & Kim, 1998). 단립종은 아밀로펙틴 약 80%와 아밀로오스 약 20% (Korean Society of Food Science and Technology, 2008b)이고 장립종은 각각 약 72%와 약 28% (Choi & Shin, 2009)로 단립종이 장립종보다 아밀로펙틴 함량이 높다. 겉가지 구조(α -1,6)의 아밀로펙틴은 일직선 구조(α -1,4)의 아밀로오스(Chang et al., 2000)보다 더 많은 물을 흡수하고 붙들 수 있기 때문에 단립종이 호화가 잘된 것(Yeo, 2014)으로 여겨지며, Han & Oh (2001)의 보고와도 일치하였다.

점도

믹스 점도는 아이스크림의 공기포집, 형태 그리고 질감 등에 영향을 미치는 중요 요소이다. 점도가 증가 할수록 녹아내림에 대한 저항성과 바디감은 상승한다(Arbuckle, 1986). α -Amylase는 전분의 α -1,4 결합을 무작위로 가수분해하여 glucose, maltose, maltotriose, maltotetraose 그리고 maltopentaose 등과 같은 당당류 및 다당류 등을 생산한다(Lee et al., 2004). 효소 농도가 증가할수록 쌀 전분이 더 많이 분해되어 시료의 점도가 감소한 것($p < 0.05$)으로 여겨진다. 팽화에 의해서 전분 조직이 파괴되어 α -amylase 무첨가 구를 제외한 동일 농도와 곡종에서는 쌀가루가 팽화미분 보다 높았다. 같은 처리구에서는 아밀로펙틴이 많은 단립종이 장립종 보다 높았다($p < 0.05$). 분자량이 큰 가지형 구조의 아밀로펙틴이 직선형 구조의 아밀로오스보다 점도도 높은 것(Song & Park, 2005)으로 여겨진다(Table 3).

오버런

아이스크림 제조과정 중 냉각 시 공기를 인위적으로 주입시켜 부피는 늘어나는 현상이다. 적절한 공기 함량이 조직감에 영향을 끼쳐 제품의 품질특성을 결정한다(Han, 2005). 일정 수준의 점도는 오버런 형성에 중요한 요인으로 작용한다(Arbuckle, 1986). 처리구에 관계없이 0.2부터 0.5%까지 점도가 감소할수록 아이스크림 조직의 공기 포집

Table 2. Degree of gelatinization (%) of short grain rice powder, long grain rice powder, short grain puffed rice powder and long grain puffed rice powder^{1,2)}

Rice Powder		Puffed Rice Powder	
Short Grain	Long Grain	Short Grain	Long Grain
36.7±2.1 ^C	28.5±3.0 ^D	80.7±3.4 ^A	68.8±2.1 ^B

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

능력이 낮아져 오버런이 낮아졌다($p < 0.05$). Ryou (2005)의 연구에서도 점도가 915 cp에서 649 cp로 감소할수록 오버런이 낮아진 결과와 유사하였다. 같은 처리구에서는 아밀로펙틴을 많이 함유한 단립종이 장립종 보다 높거나 같았다(Table 4). 점도가 높은 단립종이 더 많은 공기를 갖고 있는 것으로 사료된다.

녹아내리는 정도

고품질의 아이스크림은 상온에서 10-15분에 거의 녹을 정도로 녹음에 대한 저항성이 크지 않아야 하며, 녹아내리는 정도는 제품의 품질평가 요소로 사용된다(Han, 2005). 믹스 점도가 낮아질수록 빨리 녹아내렸다(Table 5). 점도가 낮은 팽화미분의 녹아내린 양이 쌀가루 보다 많았다($p < 0.05$). 점도가 낮을수록 녹아내리는 정도가 높았던 Ryou (2005)와 Park (2011)의 연구와 같았다. 동일 농도에서는 0%를 제외하고 오버런이 높은 시료가 녹아내리는 양이 많

Table 3. Viscosity (cp, centipoise) of short grain rice powder, long grain rice powder, short grain puffed rice powder and long grain puffed rice powder ice cream mix with α -amylase¹⁻³⁾

α -amylase (%, w/w)	Rice Powder		Puffed Rice Powder	
	Short Grain	Long Grain	Short Grain	Long Grain
0.0	15,911±30 ^{Da}	16,384±83 ^{Ca}	16,871±48 ^{Ba}	17,456±32 ^{Aa}
0.1	4,262±36 ^{Ab}	4,113±6 ^{Bb}	4,093±12 ^{Bb}	3,979±15 ^{Cb}
0.2	3,731±6 ^{Ac}	3,626±12 ^{Bc}	3,559±27 ^{Cc}	3,443±6 ^{Dc}
0.3	3,543±11 ^{Ad}	3,496±7 ^{Bd}	3,288±9 ^{Cd}	3,230±16 ^{Dd}
0.4	3,480±10 ^{Ae}	3,375±19 ^{Be}	3,238±13 ^{Ce}	3,158±11 ^{De}
0.5	3,343±11 ^{Af}	3,243±14 ^{Bf}	3,122±9 ^{Cf}	3,066±36 ^{Df}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

^{3)abcdef}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

Table 4. Overrun (%) of short grain rice powder, long grain rice powder, short grain puffed rice powder and long grain puffed rice powder ice cream with α -amylase¹⁻³⁾

α -amylase (%, w/w)	Rice Powder		Puffed Rice Powder	
	Short Grain	Long Grain	Short Grain	Long Grain
0.0	33.2±0.5 ^{Ae}	29.6±0.2 ^{Be}	26.4±0.7 ^{Ce}	17.9±0.4 ^{Dd}
0.1	37.7±0.6 ^{Bd}	35.0±0.1 ^{Cd}	44.3±0.6 ^{Ab}	43.7±0.9 ^{Ab}
0.2	48.9±0.1 ^{Ca}	43.7±0.1 ^{Da}	55.6±1.2 ^{Aa}	51.5±0.6 ^{Ba}
0.3	43.1±0.5 ^{Ab}	41.1±0.3 ^{Bb}	42.9±0.3 ^{Ac}	42.6±1.4 ^{Ab}
0.4	40.5±0.3 ^{Bc}	39.8±0.5 ^{Bc}	42.9±0.4 ^{Ac}	42.3±0.4 ^{Ab}
0.5	39.9±0.3 ^{Bc}	39.7±0.3 ^{Bc}	40.5±0.2 ^{Ad}	40.1±0.3 ^{Abc}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

아 Ryou (2005)와 Park et al. (2008)의 연구와 유사하였다.

수분

아이스크림 중 수분은 자유수와 결합수 두 가지 상태로 존재한다(Han, 2005). 수분은 효소함량에 따른 유의적 차이가 없었다. 단립종이 장립종보다 수분함량이 약간 높은 식품의약품안전처의 수분함량(Ministry of Food and Drug Safety, 2015)처럼 팽화유무에 상관없이 단립종이 장립종과 같거나 높았다(Table 6). 시료의 수분함량 58.8-59.9%는 Kim et al. (2008)이 보고한 45.45-53.27%보다 높았고, 식품영양성분데이터베이스의 63.9% (Ministry of Food and Drug Safety, 2015)보다는 낮았다.

조지방

아이스크림 중의 지방질 함량은 순수한 유지가 아닌 유기산, 알코올류, 색소 그리고 지용성 비타민 등이 포함된다. 지방은 풍미향상, 보형성 개선 그리고 부드러운 조직감을

형성한다(Han, 2005). 농도, 곡종 및 팽화유무와 상관없이 유의적 차이가 없었다(Table 7). 조지방 함량은 5.9-6.9%로 식품공전(Han, 2005)과 비슷하였지만, Park et al. (2008)의 7.24-7.79%보다는 낮았다.

총당

포도당과 과당 등의 단당류, 자당, 맥아당 그리고 lactose 등의 이당류, 전분 등의 다당류가 포함된 당류 전체를 나타내며 총 탄수화물을 의미한다(Korean Society of Food Science and Technology, 2008c). 당류는 아이스크림에서 감미, 바디감, 조직의 강화 그리고 표면의 윤기를 준다(Yu, 1999). 전분을 가수분해하는 α-amylase의 농도가 증가할수록 총당은 상승하였고($p < 0.05$), 동일 농도에서는 팽화비율이 높은 경향을 보였다(Table 8). 팽화되면서 파괴된 쌀 조직이 효소의 영향을 많이 받아 당이 더 생성된 것으로 보인다.

Table 5. Melting-down (%) of short grain rice powder, long grain rice powder, short grain puffed rice powder and long grain puffed rice powder ice cream with α-amylase¹⁻³⁾

α-amylase (% w/w)	Rice Powder		Puffed Rice Powder	
	Short Grain	Long Grain	Short Grain	Long Grain
0.0	24.6±0.2 ^{Cc}	19.5±0.8 ^{Dc}	30.1±0.8 ^{Ae}	26.9±0.5 ^{Be}
0.1	44.5±0.8 ^{Cd}	29.2±0.8 ^{Dd}	56.3±0.7 ^{Ad}	54.0±0.6 ^{Bd}
0.2	54.3±1.1 ^{Bc}	44.5±0.7 ^{Cc}	63.4±0.8 ^{Ac}	62.2±0.3 ^{Ac}
0.3	56.3±0.7 ^{Bb}	47.3±1.2 ^{Cb}	63.7±0.9 ^{Ac}	63.3±1.1 ^{Abc}
0.4	57.7±0.9 ^{Bb}	48.5±0.7 ^{Cb}	65.6±1.0 ^{Ab}	64.5±0.5 ^{Ab}
0.5	62.6±1.0 ^{Ca}	60.8±1.0 ^{Ca}	68.5±0.8 ^{Aa}	65.4±1.3 ^{Ba}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.
^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)
^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

Table 6. Moisture (%) of short grain rice powder, long grain rice powder, short grain puffed rice powder and long grain puffed rice powder ice cream with α-amylase¹⁻³⁾

α-amylase (% w/w)	Rice Powder		Puffed Rice Powder	
	Short Grain	Long Grain	Short Grain	Long Grain
0.0	59.8±0.7 ^{Aa}	59.0±0.8 ^{Aa}	59.8±0.2 ^{Aa}	59.2±0.2 ^{Aa}
0.1	59.9±0.4 ^{Aa}	58.8±0.4 ^{Ba}	59.5±0.8 ^{ABa}	59.1±0.3 ^{ABa}
0.2	59.7±0.3 ^{Aa}	59.0±0.8 ^{Aa}	59.6±0.8 ^{Aa}	59.0±0.8 ^{Aa}
0.3	59.8±0.6 ^{Aa}	58.9±0.8 ^{Aa}	59.5±0.5 ^{Aa}	58.9±0.9 ^{Aa}
0.4	59.7±0.5 ^{Aa}	58.9±0.5 ^{Ba}	59.5±0.3 ^{ABa}	58.9±0.4 ^{Ba}
0.5	59.5±0.6 ^{Aa}	58.9±0.6 ^{Aa}	59.8±0.4 ^{Aa}	58.9±0.7 ^{Aa}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.
^{2)AB}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)
^{3)abc}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

Table 7. Crude fat (%) of short grain rice powder, long grain rice powder, short grain puffed rice powder and long grain puffed rice powder ice cream with α-amylase¹⁻³⁾

α-amylase (% w/w)	Rice Powder		Puffed Rice Powder	
	Short Grain	Long Grain	Short Grain	Long Grain
0.0	6.7±0.4 ^{Aa}	6.0±0.7 ^{Aa}	6.5±0.6 ^{Aa}	5.9±0.7 ^{Aa}
0.1	6.7±0.5 ^{Aa}	6.0±0.7 ^{Aa}	6.3±0.5 ^{Aa}	5.9±0.7 ^{Aa}
0.2	6.5±0.5 ^{Aa}	6.0±0.1 ^{Aa}	6.6±0.6 ^{Aa}	5.9±1.3 ^{Aa}
0.3	6.9±0.9 ^{Aa}	6.0±0.7 ^{Aa}	6.6±0.6 ^{Aa}	6.1±0.9 ^{Aa}
0.4	6.8±0.9 ^{Aa}	5.9±0.7 ^{Aa}	6.8±0.9 ^{Aa}	6.1±1.0 ^{Aa}
0.5	6.8±0.4 ^{Aa}	6.1±0.9 ^{Aa}	6.9±1.0 ^{Aa}	5.9±0.7 ^{Aa}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.
^{2)A}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)
^{3)abc}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

Table 8. Total sugar (%) of short grain rice powder, long grain rice powder, short grain puffed rice powder and long grain puffed rice powder ice cream with α-amylase¹⁻³⁾

α-amylase (% w/w)	Rice Powder		Puffed Rice Powder	
	Short Grain	Long Grain	Short Grain	Long Grain
0.0	24.7±0.4 ^{Cc}	25.3±0.3 ^{Cc}	26.6±0.2 ^{Bc}	27.4±0.4 ^{Ab}
0.1	24.9±0.5 ^{Bc}	25.6±0.5 ^{Bbc}	26.7±0.4 ^{Ac}	27.5±0.5 ^{Ab}
0.2	25.0±0.6 ^{Bbc}	25.7±0.9 ^{Babc}	27.4±0.2 ^{Abc}	28.0±0.7 ^{Ab}
0.3	26.0±0.8 ^{Babc}	26.4±0.9 ^{Babc}	28.1±0.8 ^{Aab}	29.3±0.1 ^{Aa}
0.4	26.4±1.0 ^{Bab}	26.7±0.9 ^{Bab}	28.3±0.8 ^{Aab}	29.6±0.7 ^{Aa}
0.5	26.4±0.7 ^{Ba}	27.0±0.4 ^{Ba}	28.9±0.2 ^{Aa}	29.7±0.6 ^{Aa}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.
^{2)ABC}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)
^{3)abc}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

Table 9. Hunter color of short grain rice powder, long grain rice powder, short grain puffed rice powder and long grain puffed rice powder ice cream with α -amylase¹⁻³⁾

α -amylase (%, w/w)	Rice Powder		Puffed Rice Powder		
	Short Grain	Long Grain	Short Grain	Long Grain	
"L" (lightness)	0.0	85.6±0.2 ^{Cc}	87.5±0.4 ^{Ad}	84.5±0.1 ^{Dc}	86.0±0.0 ^{Bc}
	0.1	87.6±0.3 ^{Bd}	88.1±0.1 ^{Ac}	87.6±0.4 ^{Bd}	87.5±0.1 ^{Bd}
	0.2	89.6±0.1 ^{Ac}	89.6±0.1 ^{Ab}	89.3±0.2 ^{Bc}	89.5±0.1 ^{Ac}
	0.3	89.7±0.2 ^{ABc}	89.9±0.1 ^{Ab}	89.6±0.1 ^{Bc}	89.7±0.1 ^{ABc}
	0.4	90.4±0.2 ^{Ab}	90.3±0.2 ^{Aa}	90.4±0.1 ^{Ab}	90.5±0.3 ^{Ab}
	0.5	92.1±0.1 ^{Ba}	90.5±0.3 ^{Da}	91.5±0.3 ^{Ca}	93.3±0.2 ^{Aa}
"a" (redness)	0.0	-2.1±0.0 ^{Aa}	-2.7±0.0 ^{Ca}	-2.7±0.0 ^{Da}	-2.3±0.0 ^{Ba}
	0.1	-2.2±0.0 ^{Ab}	-2.8±0.0 ^{Cb}	-2.8±0.0 ^{Cb}	-2.3±0.0 ^{Bb}
	0.2	-2.4±0.1 ^{Ac}	-2.8±0.0 ^{Cc}	-3.0±0.0 ^{Dc}	-2.4±0.0 ^{Bc}
	0.3	-2.4±0.0 ^{Ad}	-2.9±0.0 ^{Bd}	-3.0±0.0 ^{Ccd}	-2.4±0.0 ^{Ac}
	0.4	-2.5±0.0 ^{Bc}	-3.1±0.0 ^{Cc}	-3.1±0.0 ^{Cd}	-2.5±0.0 ^{Ac}
	0.5	-2.6±0.0 ^{Bf}	-3.1±0.0 ^{Cf}	-3.4±0.0 ^{Dc}	-2.5±0.0 ^{Ad}
"b" (yellowness)	0.0	8.8±0.1 ^{Bc}	9.3±0.0 ^{Ac}	7.5±0.0 ^{Cf}	7.3±0.0 ^{Dc}
	0.1	9.2±0.1 ^{Bd}	9.5±0.1 ^{Ac}	8.1±0.0 ^{Cc}	7.5±0.1 ^{Dd}
	0.2	9.3±0.1 ^{Ad}	9.4±0.5 ^{Ac}	8.3±0.0 ^{Bd}	7.6±0.0 ^{Cc}
	0.3	9.4±0.1 ^{Bc}	9.7±0.1 ^{Abc}	8.5±0.0 ^{Cc}	7.7±0.0 ^{Db}
	0.4	9.6±0.1 ^{Bb}	10.2±0.0 ^{Aab}	9.4±0.0 ^{Cb}	7.8±0.0 ^{Db}
	0.5	10.0±0.1 ^{ABa}	10.3±0.4 ^{Aa}	9.9±0.0 ^{Ba}	8.2±0.0 ^{Ca}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$)

^{3)abcdef}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$)

색도

일관성 있는 아이스크림의 색은 제품의 선택과 품질 결정에 많은 영향을 준다(Han, 2005). 동일 시료에서 효소함량이 많아질수록 "L"값과 "b"값은 증가하였고, "a"값은 감소하였다($p<0.05$). 동일한 농도와 곡종에서는 팽화에 의해서 "b"값은 감소하였다(Table 9).

요 약

단립종 쌀가루, 장립종 쌀가루, 단립종 팽화미분 및 장립종 팽화미분의 호화도와 α -amylase 첨가에 따른 쌀가루와 팽화미분 아이스크림의 점도, 오버런, 녹아내리는 정도, 수분, 조지방, 총당 그리고 색도를 조사하였다. 호화도는 동일 곡종에서는 팽화로 호화도가 증가하였으며, 동일 처리구에서는 단립종이 장립종 보다 높았다. 점도는 α -amylase 농도가 증가할수록 감소했고 0.0%를 제외한 동일 농도와 곡종에서는 쌀가루가 팽화미분보다 높았으며, 같은 농도와 처리구에서는 단립종이 높았다. 오버런은 0.2%가 가장 높았고 같은 농도와 처리구에서는 단립종이 높았다. 녹아내리는 정도는 믹스 점도가 낮아질수록 많이 녹아내렸고, 팽화미분이 쌀가루보다 많았다. 수분은 효소함량에 따라 유

의적 차이가 없었으며, 팽화유무에 상관없이 단립종이 높거나 같았다. 조지방은 농도, 곡종 및 팽화유무와 상관없이 유의적 차이가 없었다. 총당 함량은 α -amylase 농도가 증가할수록 높아졌고 동일 농도에서는 팽화미분이 높은 값을 보였다. 색도는 효소 농도가 짙어질수록 "L"값과 "b"값은 증가하였고 "a"값은 감소하였다. 동일한 농도와 곡종에서는 팽화에 의해 "b"값은 감소하였다($p<0.05$).

감사의 글

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비(일부) 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- Arbuckle WS 1986. Ice Cream Fourth Edition. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut, USA. pp. 44-46.
- Chae BS, Kim YS. 1998. Nutrition Dictionary. Academy Book, Seoul, Korea.
- Chang HK, Min KC, Lee SD, Choi BD. 2000. Food Chemistry. Jinro publishing Co., Seoul, Korea. pp. 48-51.
- Choi SY, Shin MS. 2009. Properties of rice flours prepared from domestic high amylose rice. Korean J. Food Sci. Technol. 41: 16-20.
- Ha TY. 2002. Nutritional and functional properties of rice. In: Proceedings of the The Korean Society of Postharvest Science and Technology of Agricultural Products Conference. August, Korea, pp. 64-71.
- Han SH. 2005. Ice cream, Yuhan Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 13-27, 201, 381-404.
- Han SH, Oh MS. 2001. A Comparative study on quality characteristics of *jook* (traditional Korean rice gruel) made of imported and domestic rice (Chuchung byeo). Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 17: 604-610.
- Hwang EH, Jung SY, Jung DM. 2012. Development of ice cream prepared with lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertner) leaf and seeds. Korean Journal of Human Ecology. 21: 377-388.
- Ju HK. 2005. Food Analysis. Hakmun Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 288-289.
- Ju SJ, Kim KS, Yoon HS, Choi HS, Kim SJ, Kim TS, Lee YH. 2005. Manufacturing process of rice ice-cream. KR-A patent 10-0489927.
- Jung KH, Lim JS, Oh MH, Kim JK. 2007. Food Technology, Munundang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 55.
- Kainuma K, Matsunaga A, Itagawa M. 1981. New enzyme system - beta -amylase-pullulanase-to determine the degree of gelatinization and retrogradation of starch or starch products. J. Jap. Soc. Starch Sci. 28: 235-240.
- Kang KH, Noh BS, Seo JH, Hur WD. 1998. Food Analysis. Sungkyunkwan University Press. Seoul, Korea. pp. 109-110.
- Keum JS, Lee HY, Park JD. 2010. Agricultural Outlook 2010. Korea Rural Economic Institute. Jeonju, Korea. pp. 613-614.
- Kim HB, Kim AJ, Yuh CS, Chang SJ. 2003. Sensory characteristics and nutritional analysis of sherbet ice-cream with mulberry

- fruit. Korea J. Seric. Sci. 45: 85-89.
- Kim HJ, Han IJ, Choi JI, Song BS, Kim JH, Ham JS, Lee WG, Yook HS, Shin MH, Byun MW, Lee JW. 2008. Physicochemical and sensory characteristics of vanilla ice cream treated by gamma irradiation. Korean J. Food Sci. Ani. Resour. 28: 69-75.
- Kim JW, Cho SH, Ji ES, Cha WS. 2004. Agricultural Food Technology. Munundang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 43-46.
- Kim MH, Kim, HY. 2004. Agricultural Outlook 2004. Korea Rural Economic Institute. Jeonju, Korea. pp. 1.
- Kim WS. 2005. Effect of aging on physicochemical and pasting properties of nonwaxy rice flour and its starch, Korean Soc. Community Living Sci. 14:1037-1046.
- Korean Society of Food Science and Technology. 2008a. Gelatinization degree. Encyclopedia of Food Science and Technology. Gwail Publishing Co., Seoul, Korea.
- Korean Society of Food Science and Technology. 2008b. Nonglutinous rice. Encyclopedia of Food science and Technology. Gwail Publishing Co., Seoul, Korea.
- Korean Society of Food Science and Technology. 2008c. Total sugar. Encyclopedia of Food science and Technology. Gwail Publishing Co., Seoul, Korea.
- Laura B. 2013. A Global history of Ice Cream. Humanist Books, Seoul, Korea. pp.123-133.
- Lee SH, Jung HJ, Yeo SH, Kim HS, Yu DS. 2004. Characteristics of α -amylase of, a new species, *Aspergillus coreanus* NR 15-1. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 19: 301-307.
- Ministry of Food and Drug Safety. 2006. Production of Food and Food Additives: 2004. Food & Drug Statistical Yearbook MFDA, Osong, Korea. pp. 47.
- Ministry of Food and Drug Safety. 2012. Food Rankings in Standard of Output by Item Type: 2011. Food & Drug Statistical Yearbook MFDA, Osong, Korea. pp. 95.
- Ministry of Food and Drug Safety. 2014. Food Rankings in Standard of Output by Item Type: 2013. Food & Drug Statistical Yearbook MFDA, Osong, Korea. pp. 80.
- Ministry of Food and Drug Safety. Food and Nutrient Data system. Available from: <http://foodnara.go.kr/kisna/index.do>. Accessed Sep. 01, 2015.
- Moon JW. 2003. Milk and dairy science, Munundang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 49, 211-213.
- National Statistical Office. 2011. Grain consumption per head during 2010 grain year. KOSTAT, Daejeon, Korea. pp. 1.
- Park GW. 2011. Physicochemical characteristics of soymilk (unmilk fat) ice cream with different vegetable oils and emulsifiers, Graduate School of Industry & Technology, Chonnam National University, Gwangju, Korea.
- 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.
- Ryou JJ. 2005. Effects of the contents of soybean oil, and sweeteners, and aging time on the quality characteristics of soy ice cream, Graduate School of Chung-Ang University, Seoul, Korea.
- Seung JH, Han SH, Kim DS. 2013. Agricultural outlook 2013, Korea Rural Economic Institute. Jeonju, Korea. pp. 48.
- Shin WS, Yoon S. 1996. Effects of stabilizers on the texture of frozen yogurt. Korean J. Soc. Food. Sci. 12: 20-26.
- Song JC, Park HJ. 2005. Physical, functional, textural and rheological properties of foods. Ulsan University Press, Ulsan, Koera. pp. 151-316.
- Song JH, Han SH, Kim DS. 2014. Agricultural outlook 2014, Korea Rural Economic Institute. Jeonju, Korea. pp. 40-43.
- SPSS. 2009. Statistical Package for Social Science for Windows. Rel. 19.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA
- The Korea Society of Food Science and Nutrition. 2000. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 146.
- Yeo IH. 2014. Sources of Korean rice power. Available from: http://navercast.naver.com/contents.nhn?rid=44&contents_id=63246. Accessed. August 4, 2014.
- Yu JH. 1999. Ice Cream Story. Food Technology 23: 25-35.
- Yun HM. 2007. A study on production and export strategies of major rice exporting countries, Graduate School Chonnam National University, Gwangju, Korea. pp. 66-67.