

쌀가루 및 팽화미분을 첨가한 요구르트와 요구르트 아이스크림의 특성

여소소 · 이영현*

서울과학기술대학교 식품공학과

Characteristics of Yoghurt and Yoghurt Ice Cream Added With Rice Powder or Puffed Rice Powder

Xiao Xiao Li and Young Hyoun Yi*

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

Abstract

The pH, acidity, viscosity, viable cell counts of lactic acid bacteria, and Hunter color value of yoghurt and also over-run and melting-down of yoghurt ice cream added with rice or puffed rice powder in instead of sugar were investigated. For the pH of yoghurt and ice cream, the control's was higher than others'. The pH of rice powder and short grain was higher than that of puffed and long rice powders, respectively. Yoghurt acidity was consistent with the pH. Higher viscosity of yoghurt and over-run of ice cream were observed in the puffed rice powder with more gelatinization and the short rice powder with more amylopectin. Yoghurt and ice cream of the long rice powder showed higher viable cell counts than others. Lower Hunter "L" and "a" values of the puffed rice powder may be due to high temperature and pressure. Lower melting-down of higher over-run samples ($p < 0.05$) might be caused by air insulation. Rice powder and puffed rice powder could be a good substitute for table sugar in yoghurt and ice cream production.

Key words: characteristics, rice powder, puffed rice powder, yoghurt, yoghurt ice cream

서 론

포유류 젖을 유산균으로 발효시킨 요구르트(yoghurt)의 섭취는 수천 년 전부터 시작된 것으로 추정된다(Dunne et al., 2012). 유산균은 장내 유해물질 생성 억제, 혈중 콜레스테롤 저하와 면역력 상승 등의 건강 증진 효과가 있다(Kim et al., 1999; Bang & Jeong, 2007). 요구르트의 독특한 풍미와 유익한 기능 때문에 인기를 누리고 있지만 냉장 유통과 짧은 유효 기간 등의 단점이 있다(Shen et al., 2005; Jiao, 2008).

유럽에서 15세기경 음료를 동결시켜 ice cream을 제조하였으며 미국에서는 19세기쯤 산업적으로 공장에서 대량 생산 시판하였고 한국에서는 1970년대부터 선보였다(Lee et al., 2000b; Kim et al., 2004). 아이스크림 recipe의 일반적인 당분 함유량은 12-18%였다(Ruan, 2013). 식품의약품안전처에서 실시한 한국 국민의 건강 영양 조사 결과를

보면, 2014년 국민의 하루 당분 섭취량은 평균 11.9 g으로 2010년 9.7 g에 비해 23% 늘어났다(Ministry of Health and Welfare, 2015). WHO (World Health Organization)는 하루 당분 섭취량이 전체 섭취 열량의 10%(즉 50 g)을 넘지 않아야 한다고 권고하였고 최근에는 전체 열량의 5% (즉 25 g) 미만으로 기준을 강화하려고 한다(Park, 2015). 설탕은 활동에 필요한 포도당을 공급해주는 에너지원이지만 곡류, 과일 등을 통해 충분히 섭취할 수 있기 때문에 따로 먹지 않아도 된다. 설탕을 다량 섭취하면 소화력이나 칼슘 흡수력 저하와 체질 산성화로 저항력이 약화된다고(Park, 2015).

요구르트 아이스크림(frozen yoghurt)은 1974년 Czechoslovakia에서 처음으로 생산되었으며, ice cream mix 개발 및 제품 기능성 등에 관한 다양한 연구가 진행되었다(Shin & Yoon, 1996). 두유(Jang, 2013), 낙타유(Al-Saleh et al., 2011), 유청분말(Shin et al., 1995), 쌀(Lee et al., 2000a) 등을 첨가한 새로운 요구르트 아이스크림 제조도 시도되었다.

한국 쌀 생산량은 증가(Park & Kim, 2015)하였지만 연간 1인당 쌀 소비량은 2013과 2014년 각각 67.2와 65.1 kg (Seo & Jeong, 2015) 그리고 2015년도에는 62.9 kg으로 꾸준히 감소하고 있다(Park & Jeong, 2016). 세계무역기구(WTO, World Trade Organization)에 가입 후 외국산 쌀을

*Corresponding author: Young Hyoun Yi, Department of Food Science & Technology, Seoul National University of Science and 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 September 7, 2017; revised October 22, 2017; accepted November 22, 2017

2004년부터 의무적으로 수입하게 되어(Yun, 2007) 의무수입 물량도 2014까지 증가하였다(Kim et al., 2014b; Kim et al., 2015a). 쌀 관세화가 실시된 2015년 이후에는 수입량 감소가 예상되지만(Seo & Gang, 2015) 쌀 재고량은 매년 증가하여 장기 보관에 따라 관리비용 증가와 고미화(古米化)에 따른 품질 저하가 예상된다(Kim et al., 2015a). 팽화미분은 쌀을 고온 고압에서 상온 상압으로 급격히 팽창시킨 알파화 된 전분이다(Kim, 1991). 호화전분은 생전분과 달리 조직이 불규칙하여 효소 작용이 쉬우며 당화가 잘 이루어진다(National Tax Service Technical Service Institute, 2005).

설탕 소비 감소와 쌀 소비를 촉진하기 위한 연구와 제품 개발이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 설탕을 쌀가루 또는 팽화미분으로 대체하여 제조한 요구르트의 pH, 산도, 점도, 유산균 수와 색도 그리고 요구르트를 원료로 만든 요구르트 아이스크림의 점도, 오버런, 녹아내리는 정도, pH, 유산균 수와 색도를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

탈지분유(Seoul Dairy Co-op, Yangju, Korea), 전지분유(Seoul Dairy Co-op, Yangju, Korea), 휘핑크림(Seoul Dairy Co-op, Ansan, Korea), 설탕(Samyang Co., Ulsan, Korea), Gelatin (Edentown F&B Co., Incheon, Korea), 안정제(Garunara Co., Seoul, Korea)는 시중에서 구입하였다. 국내산 2008년 단립종 쌀가루는 태평양물산 주식회사(Ansan, Korea)에서 그리고 태국산 2012년 장립종 쌀가루는 개미산업 주식회사(Eumsung, Korea)에서 구매하였고 국내산 2008년 단립종과 태국산 2012년 장립종 팽화미분은 점보식품 주식회사(Hwasung, Korea)에서 얻었다.

요구르트 제조

Autoclave (KAC-080, Kukje Engineering Co., Seoul, Korea)에서 살균(121°C, 15분)된 Lactobacilli MRS broth (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 배지 9 mL를 auto pipette (Pipetman Classic™, Gilson, Inc., Sarcelles, France)으로 test tube에 넣었다. 한국미생물보존센터(KCCM, Seoul, Korea)로부터 구매한 유산균 균주(*Lactobacillus*

delbrueckii subsp. *bulgaricus*) 1 mL를 첨가하고 37°C incubator (Samhwa Scientific Co., Seoul, Korea)에서 24시간 계대 배양하였다. Clean bench (SCB1013-1300, Shinsaeng Co. Ltd., Seoul, Korea) 안에서 고압멸균된 10% (w/v) skim milk 배지(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 계대 배양된 유산균을 1% (v/v) 접종하고 37°C incubator에서 24시간 저장하여 starter를 만들었다(Jung & Shin, 2005).

단립종 쌀가루, 단립종 팽화미분, 장립종 쌀가루 또는 장립종 팽화미분으로 설탕을 대체 한 요구르트 mix 조성은 Table 1과 같다(Lee et al., 2000a). 믹스를 각각 10분 간 hot & stir (US/PC420, Corning Inc., NY, USA)로 교반하고 homogenizer (Ultra-Turrax T-25, IKA-WERKE GMBH&Co. KG, Staufen, Germany)로 균질화시키고 85°C water bath (BW-30G, Jeiotech, Daejeon, Korea)에서 30분 간 살균 후 42°C로 냉각시켰다. Starter 2% (v/v)를 요구르트 mix에 접종하여 42°C incubator에서 24시간 배양하여 요구르트를 만든 후 5°C에서 12시간 냉각시켰다(Fig. 1).

요구르트 아이스크림 제조

단립종 쌀가루, 단립종 팽화미분, 장립종 쌀가루 또는 장립종 팽화미분으로 설탕을 대체 한 아이스크림 mix의 성분은 Table 2와 같다(Shin et al., 1995). 시료를 각각 10분 간 교반 및 균질화하고 85°C water bath에서 10분 간 열처리한 후 4°C로 냉각시켰다. 제조된 요구르트와 아이스크림 믹스를 1:1 (v/v)로 혼합하고 4°C에서 12시간 숙성하였다. 숙성된 믹스를 아이스크림 제조기 (MDI-502, Macdous, Bucheon, Korea) 냉각용기에 넣고 20분간 작동시켜 요구르트 아이스크림을 만들고 -20°C에 보관하였다(Fig. 2).

pH

요구르트 또는 녹인 아이스크림을 삼각플라스크에 넣고 pH meter (420A, Thermo Orion Inc., Beverly, MA, USA)로 측정하였다(Lee, 1993).

요구르트 산도

요구르트 10 g을 메스플라스크(100 mL)에 넣고 정제수 40 mL를 첨가하였다. 희석된 요구르트에 1% (v/v) phenol

Table 1. Composition of yoghurt mix

(Unit: g)

Ingredient	Sugar	Short grain rice powder	Short grain puffed rice powder	Long grain rice powder	Long grain puffed rice powder
Carbohydrate source	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
Skim milk powder	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0
Gelatin	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Water	151.0	151.0	151.0	151.0	151.0
Total	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0

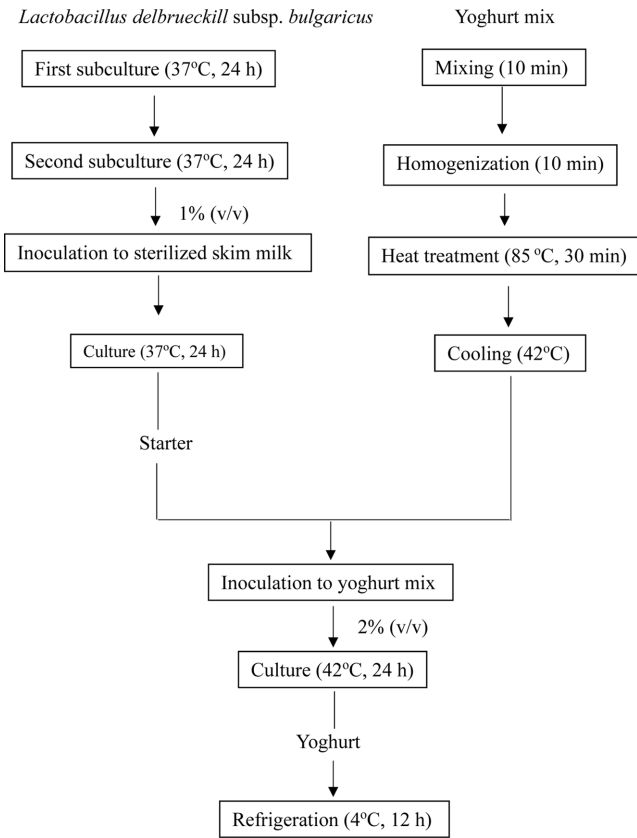


Fig. 1. Scheme for yoghurt production.

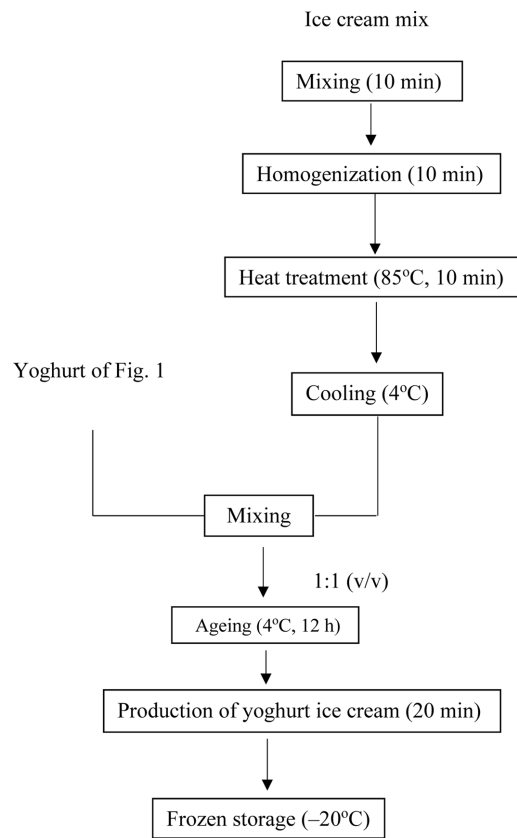


Fig. 2. Scheme for yoghurt ice cream production.

Table 2. Composition of ice cream mix

(Unit: g)

Ingredient	Sugar	Short grain rice powder	Short grain puffed rice powder	Long grain rice powder	Long grain puffed rice powder
Carbohydrate source	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Whole milk powder	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
Whipping cream	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Skim milk powder	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Stabilizer	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Water	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Korea) 용액 0.5 mL를 가하고 burette의 0.1 N NaOH (Samchun Pure Chemical Co., Ltd., Pyeongtaek, Korea)로 적정하였다. Burette에서 떨어진 0.1 N NaOH에 의해 희석된 시료가 미색(米色)에서 선홍색을 띄게 된 후 30초 이상 유지될 때까지 소비된 0.1 N NaOH 양을 측정하였다. 소비된 0.1 N NaOH 양을 다음 식에 대입하여 젖산(%)으로 산도를 계산하였다(Kim et al., 1993; Mun, 2003).

산도(%)

$$= \frac{0.009 \times 0.1 \text{ N NaOH 소비량(mL)} \times 0.1 \text{ N NaOH 역가}}{\text{시료 채취량(g)}} \times 100$$

점도

요구르트나 아이스크림을 비커에 담은 후 Brookfield viscometer (DV 2T Viscometer, Brookfield Engineering Laboratories INC., Middleboro, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. Brookfield viscometer torque 값이 70-80% 나오도록 spindle 64와 60 rpm (revolutions per minute)으로 설정하였다. 안정된 점도 값이 나오도록 1분 간 spindle을 회전시킨 뒤 12초 간격으로 측정된 값을 cp (centipoise)로 나타냈다(Park, 2002).

요구르트 유산균 수

요구르트 유산균 수 측정은 Lactobacilli MRS agar (Difco

Laboratories, Detroit, MI, USA) 배지를 이용한 표준평판배양법으로 계수하였다(Richardson, 1985). Clean bench에서 멸균된 0.1% peptone (Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Korea) 용액 9 mL에 요구르트 1 mL를 첨가하고 minishaker (JF/MS-1, IKA Works (Asia) Sdn. Bhd., Malaysia)로 혼합하고 연속 희석하였다. Petri dish에 희석액 1 mL와 45°C Lactobacilli MRS agar 배지 약 15 mL를 붓고 잘 섞이도록 회전한 후 실온에서 굳혔다. 배지가 굳은 뒤 다시 Lactobacilli MRS agar 배지 5 mL를 붓고 실온에서 굳혔다. 배지가 굳으면 petri dish 뚜껑을 닫고 뒤집은 상태로 37°C incubator에서 24시간 배양하였다. 배양 후 CFU (colony forming unit)가 30-300개 형성된 petri dish를 선택하여 log CFU/mL로 표시하였다(Park et al., 2008).

색도

표준색판(X=94.30, Y=96.11, Z=114.55)으로 보정 후 원형 cell에 담긴 요구르트나 아이스크림을 Chromameter (CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 밝은 정도(lightness)를 나타내는 L값, 적색도(redness)를 나타내는 a값 그리고 황색도(yellowness)를 나타내는 b값으로 표시하였다(Kim et al., 2004).

요구르트 아이스크림 over-run

숙성된 믹스와 아이스크림을 scooper (H3304-40, Nikken, Tokyo, Japan)로 떠서 무게를 측정하고 다음과 같은 공식으로 over-run (%)을 구하였다(Martinou-Voulasiki & Zerfiridis, 1990).

Over-run (%)

$$= \frac{\text{Weight of mixture after aging} - \text{Weight of ice cream}}{\text{Weight of ice cream}} \times 100$$

요구르트 아이스크림 melting-down

Scooper로 뜯은 아이스크림을 비커 위 간격 5 mm 철판 위에 놓았다. 녹지 않은 무게와 상온에서 30분 간 녹은 시료 무게를 구한 후 아래 식에 대입하여 melting-down (%)을 얻었다(Shin & Yoon, 1996).

$$\text{Melting-down} (\%) = \frac{\text{Weight of melted ice cream}}{\text{Weight of ice cream}} \times 100$$

요구르트 아이스크림 유산균 수

아이스크림 유산균 수의 측정은 BCP plate count agar (Eiken Chemical Co., Ltd., Nogi machi, Japan) 배지를 이용한 표준평판배양법으로 계수하였다(Richardson, 1985). 요구르트 유산균 수 측정과 동일한 방법으로 실시하였지만

배지가 굳으면 45°C incubator에서 24시간 배양 후 log CFU/mL로 나타냈다(Shin et al., 1995).

통계처리

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

결과 및 고찰

요구르트 pH, 산도, 점도, 유산균수와 색도

요구르트 pH는 발효 진행 상황, 성분 변화 및 산미 정도를 알 수 있는 중요한 품질 지표이다(Yang et al., 2010). 설탕 대신 단립종 쌀가루, 단립종 팽화미분, 장립종 쌀가루, 장립종 팽화미분으로 제조한 요구르트의 pH는 Table 3과 같다. 설탕을 제외한 시료는 3.91-4.49로 시판 제품 범위 3.27-4.59 안에 들었다(Kim et al., 2013). 설탕은 4.93으로 다른 시료보다 높았다. 동일 곡종에서 쌀가루가 팽화미분보다 높거나 같았다($p < 0.05$). 팽화에 따른 규칙적인 조직 파괴와 당화 때문에 유산균이 활성화된 것으로 여겨진다(Kim et al., 2014a). 동일 처리구에서는 단립종이 장립종보다 높았다. 장립종과 단립종의 아밀로즈 함량은 각각 28% (Choi & Shin, 2009)와 20% (Korean Society of Food Science & Technology, 2008)였다. 아밀로즈 함량이 높으면 팽창 용적과 용출 고형물량이 증가하기(Etuko et al., 1995) 때문에 산 생성 능력이 높아진 것으로 여겨지며 Dong & Yi (2011)의 보고와 유사하였다.

발효가 진행되면 젖산균 등의 작용으로 각종 유기산이 생산되기 때문에 산도가 증가한다(Lee et al., 1996). 산도도 pH와 부합하여 설탕은 다른 시료보다 낮았다. 동일 곡종에서 쌀가루가 팽화미분보다 그리고 동일 처리구에서 단립종이 장립종보다 낮은 것으로 나타나($p < 0.05$) Han et al. (2000)의 연구와 일치하였다. 설탕과 단립종 쌀가루는 시판

Table 3. pH, acidity, viscosity and viable cell counts of lactic acid bacteria of 24 hour incubated sugar, short grain rice powder, short grain puffed rice powder, long grain rice powder and long grain puffed rice powder yoghurt at 42°C

	pH	Acidity (%)	Viscosity (cP)	Cell counts (log CFU/mL)
Sugar	4.93 ^{1)a2)}	1.01 ^d	795 ^c	8.58 ^b
Short grain rice powder	4.43 ^b	1.31 ^c	742 ^c	8.19 ^d
Short grain puffed rice powder	4.49 ^b	1.51 ^b	1,684 ^a	8.40 ^c
Long grain rice powder	4.15 ^c	1.46 ^b	610 ^d	8.57 ^b
Long grain puffed rice powder	3.91 ^d	1.75 ^a	1,280 ^b	8.91 ^a

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)a-d}Means within a column not followed by the same letter are significantly different at $p < 0.05$.

요구르트 범위 0.72-1.40% (Kim et al., 2013) 안에 있지만 단립종 팽화미분과 장립종은 1.46-1.75%로 더 높았다.

요구르트 점도는 요구르트 혼합액의 총고형분, 사용균주의 점액 생산능력 등 다양한 원인에 의하여 영향을 받는다 (Rasic & Kurmann, 1978). 동일 곡종에서는 팽화미분이 높아 Ye (2009)의 보고와 같이 팽화미분의 높은 호화 능력에 기인한 것으로 여겨진다. 단립종의 높은 아밀로펙틴 함량(Korean Society of Food Science & Technology, 2008; Kim et al., 2014)과 중합도(Tester et al., 2004) 때문에 동일 처리구에서는 단립종이 장립종보다 크게 나타났다($p < 0.05$).

건강 증진 효과가 있는 유산균의 수는 모든 시료에서 8.19-8.91 log CFU/mL로 발효유 가공기준 및 성분 규격, 8 이상(Kim et al., 1993)을 만족시켰다. 산을 제일 많이 생산한 장립종 다른 시료보다 높았다($p < 0.05$).

색도는 요구르트의 선택과 품질에 큰 영향을 미친다 (Han, 2005). 요구르트 색도는 Table 4와 같이 동일 곡종에서 고온 및 고압의 팽화 공정 때문에 팽화미분 L과 a값이 낮아 Dong & Yi (2011)의 결과와 유사하였다. 장립종보다 4년 긴 저장기간 때문에 단립종 L값이 낮게 나타난 것 ($p < 0.05$)으로 여겨진다.

요구르트 아이스크림 pH, 점도, 유산균수, over-run, melting-down과 색도

요구르트 pH처럼 동일 곡종에서 쌀가루가 팽화미분과

같거나 높았고 단립종이 높았다($p < 0.05$).

아이스크림 점도는 제품 형태와 부드러운 질감 등에 영향을 끼친다(Arbuckle, 1986). 설탕 대신 단립종 쌀가루, 단립종 팽화미분, 장립종 쌀가루, 장립종 팽화미분으로 제조한 아이스크림의 점도(Table 5)는 요구르트 점도와 같이 동일 곡종에서 팽화미분이 쌀보다 높았으며, 동일 처리구에서 단립종이 장립종보다 높았다($p < 0.05$).

장립종이 다른 시료보다 높게 나타나($p < 0.05$) 요구르트 유산균수와 같은 경향을 보였다.

아이스크림 제조 중 공기를 혼입하여 부피가 늘어나고 중량은 감소하게 된다(Han 2005). Over-run은 아이스크림의 조직감 등 품질 특성을 평가하는 중요 요소 중 하나이다(Lee et al., 2000b). 점도와 보수력이 클수록 자유수 함량은 떨어지고 공기량은 증가하기(Kwon & Lee, 2002) 때문에 아이스크림 over-run도 점도가 높은 팽화미분과 단립종이 높아($p < 0.05$) Park (2002)의 보고와 유사하였다.

단열재로 작용하는 공기 함량이 높을수록 열전도가 늦어진다는 Sofjan & Hartel (2003)의 보고와 같이 over-run이 높은 시료에서 낮은 melting-down 관찰됐다. Over-run이 큰 팽화미분 그리고 단립종의 melting-down이 낮게 나타났다($p < 0.05$).

아이스크림의 색도(Table 6)는 요구르트 색도처럼 팽화미분 L과 a값이 그리고 단립종 L값이 낮았다($p < 0.05$).

Table 4. Hunter color value of 24 hour incubated sugar, short grain rice powder, short grain puffed rice powder, long grain rice powder and long grain puffed rice powder yoghurt at 42°C

	L	a	b
Sugar	73.5 ^{1(c,d2)}	-2.8 ^{abc}	6.5 ^c
Short grain rice powder	74.4 ^c	-2.4 ^{ab}	8.5 ^a
Short grain puffed rice powder	71.9 ^d	-2.9 ^c	8.0 ^{ab}
Long grain rice powder	79.1 ^a	-2.4 ^a	7.8 ^b
Long grain puffed rice powder	76.7 ^b	-2.8 ^{bc}	7.4 ^b

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

²⁾^{a-d}Means within a column not followed by the same letter are significantly different at $p < 0.05$.

Table 6. Hunter color value of sugar, short grain rice powder, short grain puffed rice powder, long grain rice powder and long grain puffed rice powder yoghurt ice cream

	L	a	b
Sugar	71.5 ^{1(c2)}	-4.0 ^c	8.9 ^c
Short grain rice powder	75.8 ^b	-3.1 ^a	9.1 ^{bc}
Short grain puffed rice powder	70.9 ^c	-3.6 ^b	9.8 ^a
Long grain rice powder	79.4 ^a	-3.4 ^b	9.0 ^{bc}
Long grain puffed rice powder	75.6 ^b	-3.9 ^c	9.3 ^b

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

²⁾^{a-c}Means within a column not followed by the same letter are significantly different at $p < 0.05$.

Table 5. Viscosity, over-run, melting-down, pH and viable cell counts of lactic acid bacteria of sugar, short grain rice powder, short grain puffed rice powder, long grain rice powder and long grain puffed rice powder yoghurt ice cream

	pH	Viscosity (cP)	Cell counts (log CFU/mL)	Over-run (%)	Melting-down (%)
Sugar	5.91 ^{1(a2)}	711 ^c	6.52 ^b	13.5 ^c	77.7 ^a
Short grain rice powder	5.68 ^b	706 ^c	6.09 ^d	41.9 ^b	66.1 ^d
Short grain puffed rice powder	5.61 ^b	1,581 ^a	6.29 ^c	46.1 ^a	59.9 ^c
Long grain rice powder	5.42 ^c	581 ^d	6.55 ^b	33.0 ^d	74.2 ^b
Long grain puffed rice powder	5.24 ^d	1,219 ^b	6.80 ^a	38.4 ^c	71.0 ^c

¹⁾ Each number is a mean of 5 observations.

²⁾^{a-c}Means within a column not followed by the same letter are significantly different at $p < 0.05$.

요 약

설탕을 쌀가루 또는 팽화미분으로 대체하여 제조한 요구르트의 pH, 산도, 점도, 유산균 수와 색도 그리고 요구르트를 원료로 만든 요구르트 아이스크림의 점도, over-run (오버런), melting-down (녹아내리는 정도), pH, 유산균 수와 색도를 조사하였다. 설탕 요구르트와 설탕 요구르트 아이스크림의 pH는 다른 시료보다 높았고 동일 곡종에서 쌀가루가 팽화미분과 같거나 높았고 동일 처리구에서 단립종이 장립종보다 높았다. 요구르트 산도는 pH와 부합하여 동일 곡종에서 쌀가루가 팽화미분보다 그리고 동일 처리구에서 단립종이 장립종보다 낮았다. 요구르트 점도 그리고 아이스크림 점도 및 over-run은 동일 곡종에서는 호화도가 큰 팽화미분이 높았고 동일 처리구에서는 아밀로펙틴 함량은 높은 단립종이 장립종보다 크게 나타났다. 요구르트와 아이스크림 유산균 수는 장립종이 다른 시료보다 높았다. 요구르트와 아이스크림 색도는 동일 곡종에서 고온 및 고압을 거친 팽화미분 L과 a값이 낮았고 저장 기간이 긴 단립종 L값도 낮게 나타났다. 단열재로 작용하는 공기 때문에 over-run이 큰 시료에서 melting-down은 낮은 값을 보였다($p < 0.05$). 설탕을 쌀가루 또는 팽화미분으로 대체한 요구르트와 요구르트 아이스크림의 제조 가능성을 보여주었다.

References

- Al-Saleh AA, Metwalli AA, Ismail EA. 2011. Physicochemical properties of probiotic frozen yoghurt made from camel milk. *Int. J. Dairy Technol.* 64: 557-562.
- Arbuckle WS. 1986. Ice cream. 4th ed. Springer Publishing Company, Inc., New York, USA. pp. 44-46.
- Bang BH, Jeong EJ. 2007. A study on manufacturing black soybean yogurt. *Korean J. Food Nutr.* 20: 289-294.
- Choi SY, Shin MS. 2009. Properties of rice flours prepared from domestic high amylose rices. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 16-20.
- Dong M, Yi YH. 2011. Physicochemical and organoleptic characteristics of short grain rice, long grain rice and puffed rice powder added takju during fermentation. *Food Eng. Prog.* 15: 338-345.
- Dunne J, Evershed RP, Salque M. 2012. First dairying in green Saharan Africa in the fifth millennium BC. *Nature.* 486: 390-394.
- Etuko M, Kaoru S, Kiyoka O. 1995. The cooking properties of japonica rice and indica rice. *Japan Soc. Cookery Sci.* 28: 224-230.
- Han SH. 2005. Ice cream. Yuhan Publishing, Co., Seoul, Korea. pp. 201, 383-384.
- Han SH, Choi EJ, Oh MS. 2000. A comparative study on cooking qualities of imported and domestic rices. (Chuchung byeo). *Korean J. Soc. Food Sci.* 16: 91-97.
- Jang DS. 2013. Manufacturing method of soy milk yoghurt ice cream comprising soy milk yoghurt. Korea patent NO. 10-1246730.
- Jiao YZ. 2008. Preparation of yog-ice cream with active *Bifidobacterium* and aloe juice. *Chinese J. Food Indu.* 3: 36-38.
- Jung DW, Shin IP. 2005. Preparation of drinkable yoghurt added with green tea powder. *Korean J. Food Nutr.* 18: 349-356.
- Kim JH, Oh MK, Lee YH, Choi GC, Yi YG, Shin SY. 1999. Selection and physico-chemical characteristics of lactic acid bacteria which had cholesterol lowering activities. *Korean J. Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 42: 83-90.
- Kim JW. 1991. Food Technology. Munundang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 36-37.
- Kim JY, Kwon SJ, Kang HI, Lee JH, Kang JS, Seo KI. 2013. Quality characteristics and antioxidant effects of peanut sprout soybean yogurt. *Korean J. Food Preserv.* 20: 199-206.
- Kim MS, Ahn ES, Shin DW. 1993. Characteristic of yoghurt containing puffed rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 258-263.
- Kim SH, Choi DJ, Shin JH, Lee JY, Sung NJ. 2004. Nutritional characteristics of ice cream added with citron (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) Juice. *Korean J. Food Nutr.* 17: 212-219.
- Kim SH, Kim AN, An BK, Choi SK. 2014a. Studies on the fermentation characteristics of yogurt added with pregelatinized rice flour. *Korean J. Culinary Res.* 20: 37-48.
- Kim TH, Park DG, Jo NU. 2015a. How to solve the increased rice stocks? Korea Rural Economic Institute. R764 Research Report-1. Seoul, Korea. pp. 4.
- Kim TH, Park DG, Jo NU, Son MY. 2015b. Long-term grain policy direction. Korea Rural Economic Institute. Research Report R764. Seoul, Korea. pp. 86.
- Kim TH, Park DG, Seung JH. 2014b. Change of rice customs duty and food policy task. Korea Rural Economic Institute. Policy Research Report P203. Seoul, Korea. pp. 52.
- Korean Society of Food Science and Technology. 2008. Gelatinization degree. Encyclopedia of Food Science and Technology. Gwangil Publishing Co., Seoul, Korea.
- Kwon YS, Lee SY. 2002. Effects of *Bifidobacteria* and oligosaccharides on the quality attributes of frozen soy yogurts. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 18: 43-50.
- Lee EH, Kang GG, Chung MH. 2000a. Effect of rice addition on the quality of frozen yoghurt. *J. Agric. Tech. Res. Inst (Chinju Nat. Univ.)*. 13: 137-142.
- Lee JG. 1993. Inspection of Milk and Dairy Products. Advanced Publishing, Co., Seoul, Korea. pp. 43.
- Lee JS, Lee TS, Noh BS, Park SO. 1996. Quality characteristics of mash of takju prepared by different raw materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 330-336.
- Lee MY, Lee S, Lee HJ, Min SG. 2000b. Influence of food stabilizers on the physical properties of ice cream. *Animal Resources Research Center, Konkuk University.* 21: 35-43.
- Martinou-Voulasiki IS, Zerfiridis GK. 1990. Effect of some stabilizers on textural and sensory characteristics of yogurt ice cream from sheep's milk. *J. Food Sci.* 55: 703-707.
- Ministry of Health and Welfare. Korea Centers for Disease Control and Prevention. 2014 National Health Statistics III, Sejong, Korea. pp. 105.
- Mun JU. 2003. Science of Milk and Dairy Products. Yu Han Publishing, Co., Seoul, Korea. pp. 200-202.

- National Tax Service Technical Service Institute. 2005. Manufacturing guideline of takju and yakju. Seoul, Korea. pp. 31, 53-54.
- 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 MJ. 2002. The quality attributes of soy protein hydrolysates for the preparation of frozen soy yogurt. Ph.D. thesis, Chung-Ang Univ., Seoul, Korea.
- Park SY, Jeong MS. 2016. 2015 Grain consumption quantity survey result report. Statistics Korea. Seoul, Korea. pp. 1.
- Park SY, Kim JS. 2015. 2015 Rice production quantity survey result report. Statistics Korea. Seoul, Korea. pp. 1.
- Park YW. 2015. Food Addiction. Gimm-Young Publishers, Inc., Seoul, Korea. pp. 140-141, 145.
- Rasic JL, Kurmann JA. 1978. Yogurt. Technical Dairy Publishing House, Copenhagen, Denmark. pp. 369-380.
- Richardson GH. 1985. Standard methods for the examination of dairy products. 15th ed. American Public Health Association Press, Inc., Washington D.C., USA. pp. 133-150.
- Ruan GF. 2013. The three "crime" of ice cream: fat, addictive, headache. *China new science fiction (science reading)*. 6: 30-31.
- Seo JY, Gang GH. 2015. The grain import trends in the first half of 2015. Korea Customs Service. Seoul, Korea. pp. 2.
- Seo UJ, Jeong MS. 2015. 2014 Grain consumption quantity survey result report. Statistics Korea. Seoul, Korea. pp. 3.
- Shen XL, Zhang X, Qu D, Zhang JH. 2005. Study and manufacture of yoghurt ice cream. *Chinese J. Food Sci. Technol.* 8: 71-73.
- Shin JH, Cha KJ, Baick SC, Lee JI, Yu JH. 1995. The effects of whey powder addition on the texture and flavor of frozen yogurt. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 15: 192-195.
- Shin WS, Yoon S. 1996. Effects of stabilizers on the texture of frozen yogurt. *Korean J. Soc. Food Sci.* 12: 20-26.
- Sofjan RP, Hartel RW. 2003. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *Int. J. Dairy* 14: 255-262.
- Tester RF, Karkalas J, Qi X. 2004. Starch-composition, fine structure and architecture. *J. Cereal Sci.* 39: 151-165.
- Yang L, You LX, Ma JX. 2010. Changes of the number of viable bacteria and pH value during the storage period of set-style yoghurt. *Chinese Jilin Agric.* 249: 38.
- Ye WB. 2009. The starch gelatinization and its detection methods. *Chinese Cereals. Oils* 1: 7-10.
- Yun HM. 2007. A study on production and export strategies of major rice exporting countries. MS thesis, Chonnam National University, Yeosu-si, Korea.