

일부 시판 유산균 발효유의 pH와 적정산도

고석주 · 정성숙 · 최충호 · 김경희

전남대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실

pH and buffering capacity in some commercial fermented milks

Seok-Ju Ko · Seong-Soog Jeong · Choong-Ho Choi · Kyung-Hee Kim

Department of Preventive and Public Health Dentistry, School of Dentistry, Chonnam National University

Received : 1 February, 2013
Revised : 12 March, 2013
Accepted : 20 August, 2013

Corresponding Author

Kyung-Hee Kim
Department of Preventive and Public
Health Dentistry
School of Dentistry, Chonnam National
University
33 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju
500-757, Korea.
Tel : +82-62-530-5835
+82-10-8887-1272
Fax : +82-62-530-5810
E-mail : 7511272@naver.com

ABSTRACT

Objectives : The aim of this study was to evaluate the pH and buffering capacity in some commercial fermented milks in Korea.**Methods** : The study was carried out from June to August, 2012. In 35 liquid type, 79 condense-stirred type and 71 condense-drink type fermented milks, available on the market, pH and buffering capacity were measured. Titration(with NaOH) was used to determine the buffering effect of each fermented milk. They were titrated with 1 M sodium hydroxide, added in 0.1 milliliters increments, until the pH reached about 5.5 and 7.0.**Results** : The average pH of tested fermented milks was 4.08 ± 0.27 . The average pH values of fermented milks were 3.64 ± 0.22 in liquid type, 4.14 ± 0.12 in condense-stirred type, and 4.22 ± 0.17 condense-drink type. The average buffering capacity (pH 5.5) of tested fermented milk was 2.40 ± 0.54 . The average buffering capacity (pH 5.5) of liquid type fermented milk was 2.37 ± 0.33 , condense-stirred type fermented milk was 2.77 ± 0.46 and condense-drink type fermented milk was 2.01 ± 0.42 . The average buffering capacity (pH 7.0) of tested fermented milks was 4.00 ± 0.87 . The average buffering capacity (pH 7.0) of liquid type fermented milk was 3.11 ± 0.36 , condense-stirred type fermented milk was 4.78 ± 0.55 and condense-drink type fermented milk was 3.58 ± 0.59 .**Conclusions** : The average pH of tested fermented milks in this study was lower than pH 4.5. The type of fermented milks was an important factor for selection of fermented milk which is related with enamel erosion**Key Words** : buffering capacity, fermented milks, pH**색인** : 발효유, 완충능, pH

서론

유산균은 미생물 중 생육하면서 대사산물로 유산을 50% 이상 생성하는 세균으로 glucose로부터 다량의 유산을 생성하면서 식품이나 사람과 동물의 장내에서 인체에 해로운 물질 즉, indole, skatole, phenol, amine, 암모니아 등을 생성하지 않고 부패를 방지하는 등의 유익한 작용을 하는 세균을 말한다¹⁾. 즉, 단백질을 분해하지만 부패시키는 능력이 없으며 포도당 또는 유당과 같은 탄수화물을 분해 이용하여 유산, 초산 이외의

소량의 에틸알콜 탄산가스 등을 생산하는 그람 양성균으로 인 간이 이용 가능한 유익한 미생물 중 하나이다^{2,3)}.

이들 유산균의 이용은 1995년 미국의 FDA⁴⁾에서 첨가제로 사용하는 것을 안전하다고 인정한 이후 거의 모든 식품 산업 분야에 이용되고 있다. 유산균은 맛, pH 조절, 미네랄 성분 강화, 유산발효에 의한 식품 보존성의 향상, 유산을 비롯한 대사산물에 의한 풍미증진, 길항물질 등의 생성으로 인체 유해 미생물의 억제에 의한 건강증진에 기여하며, 비타민과 같은 인체 유용물질의 합성에 의한 영양 및 건강 증진 효과를

목적으로 식품분야는 물론 그 외 화장품분야, 의약품 분야, 화학용품 등에도 광범위하게 이용되고 있다^{2,3)}.

이와 같은 유산균을 이용한 발효유는 우유, 산양유, 마유 등의 원료에 유산균 혹은 효모를 스타터로 하여 발효시킨 식품을 말하며, 섭취 효과로는 장내 유해세균을 억제하고 동시에 유익한 세균의 성장을 촉진할 뿐만 아니라, 장내 소화 흡수를 도와준다. 또한 숙주의 면역 기능을 높여주고, 성인병 예방에 기여하며 발암과 관련된 효소작용을 억제하여 장암 등의 발생을 줄이는 등의 건강 증진 효과가 있어 지속적으로 유산균의 이용범위가 넓어지고 있으며 세계적으로 소비가 늘어나고 있는 추세이다^{2,3)}.

그러나 구강 내 치아에 미치는 효과에 대해서는 유산균 발효유의 경우 산성을 갖고 있어 치아의 표면에 부식을 유발할 위험성이 있음이 보고되어 왔다. 심 등⁵⁾은 국내 시판 유산균 4종의 실험군 모두에서 평균 산도 pH 3.77로 치아부식을 유발하기에 충분한 수준이라고 보고하였고 김 등⁶⁾은 실험에 사용된 2개 회사의 3제품 모두가 치아부식을 유발할 수 있는 pH 4.0 미만의 산성도를 보고하였다.

오늘날 음료가 식생활에서 많은 비중을 차지하고 있고, 그들 중 대부분이 pH 5.5 미만의 산성음료라는 점에서 음료의 섭취에 의하여 치아가 부식되는 경향은 중요한 문제로 주목받아 왔다⁷⁾. Rytomaa 등⁸⁾은 법랑질의 용해가 발생하는 임계 pH가 5.5라고 하였다. 일반적으로는 산성도와 치아 부식이 직접적으로 비례하지는 않는다고 알려져 있는데 그 이유로, Larsen과 Nyvad⁹⁾는 음료의 산성도가 구강 내에서 적정산도(titratable acidity)로 바뀌기 때문이라 하였다. Rugg-Gunn 등¹⁰⁾은 pH보다 적정산도가 치아부식에 더 많은 영향을 준다고 보고하였고 Edwards 등¹¹⁾은 완충능, 즉 적정산도는 산성 음료가 pH의 변화에 대해 저항하는 성질로 정의하였으며, 산성도와 함께 완충능이 높아 산의 중화가 어려운 음료일수록 더 심한 부식을 유발할 수 있다고 하였다. 즉, 적정산도와 관련된 완충능은 산성 음료가 pH 변화에 저항하는 성질로서 음료의 산성도와 더불어 치아부식의 영향에 중요한 변수라고 할 수 있다.

최근 유산균 발효유를 비롯한 다양한 산성 음료 소비가 증가하고 있으며 특히 아직 법랑질 구조가 미성숙 상태인 어린이나 청소년들이 이러한 음료를 선호하고 있어 이들의 치아는 산성 음료에 의한 부식의 위험에 노출되어 있다^{6,7,12)}. 그러나 아직 국내에 시판되고 있는 유산균 발효유의 산성도와 적정산도에 대한 연구는 제대로 이루어지지 못한 상태여서 이에 대한 연구가 필요한 상태이다.

본 연구에서는 어린이와 청소년들의 유산균 발효유에 의한 치아부식의 위험성에 대한 기초자료를 얻기 위해 국내에서

시판되는 유산균 발효유들의 pH와 적정산도를 조사한 후 조사대상 유산균 발효유들을 액상 타입 발효유, 떠먹는 스티드 타입 농후발효유 그리고 마시는 드링크 타입 농후발효유로 구분²⁾하여 이들 유형에 따라 pH와 적정산도가 차이가 있는지를 평가하고자 하였다.

연구재료 및 방법

1. 연구재료

국내 시중에서 구입할 수 있는 액상발효유 35종, 농후발효유-스티드 타입 요구르트 79종, 농후발효유-드링크 타입 요구르트 71종, 총 185종을 선정하여 pH와 적정산도를 조사하였다. 유산균 발효유는 유통기간이 일주일 이상 남은 제품으로 구입하였고 실험에 사용될 때까지 냉장 보관하였다.

2. 연구방법

2.1. pH 측정

유산균 발효유의 pH는 pH meter(3-Star, Thermo Orion, USA)를 이용하여 측정 전 표준 완충용액 pH 4.0과 7.0으로 보정한 후 유산균 발효유 50 ml를 비커에 담아 3회 측정하고 평균 pH를 산출하였다.

실험 유산균 발효유는 측정할 때마다 매번 새로운 것으로 교체되었고, 6시간 동안 실온에 보관한 후 측정 직전에 개봉되었다. 또한 일부 성분이 침전되는 것을 막기 위해 노출되는 동안 시료를 100 rpm 속도로 교반하였으며, 측정 후 전극은 증류수에 의하여 세척되어 각 유산균 발효유가 섞이지 않도록 하였다.

2.2. 적정산도 측정

Larsen과 Nyvad⁹⁾는 NaOH를 적정하여 용액의 완충능을 결정할 수 있다고 하였기에 본 실험에서는 각 유산균 발효유의 pH가 5.5와 7.0까지 도달하는데 필요한 NaOH의 양을 완충능으로 정의하였다⁵⁾. 이에 따라 유산균 발효유 50 ml에 1 M NaOH를 0.1 ml씩 첨가하여 교반시킨 후 pH가 5.5와 7.0에 도달할 때까지 들어간 NaOH의 양을 측정하였다.

2.3. 통계분석

유산균 발효유의 유형에 따른 pH와 적정산도를 비교하기 위하여 정규분포를 따르지 않으므로 Kruskal-Wallis test를 이용하였고 군간의 차이가 있는 경우 사후검정은 Mann-Whitney test를 이용하였다. 통계분석은 SPSS(Statistical Package for Social Science 18.0) 프로그램을 사용하였다.

연구성적

1. 국내 시판 유산균 발효유의 pH와 적정산도

본 실험에 사용된 모든 유산균 발효유의 산성도는 pH 5.0 미만을

나타내어 산성 제품임을 확인할 수 있었다. 액상발효유의 pH는 3.25~4.27, 농후발효유-스터드 타입 요구르트의 pH는 3.85~4.56, 농후 발효유-드링크 타입 요구르트의 pH는 3.80~4.56으로 액상발효유의 산성도가 전체적으로 더 높게 관찰되었다(Table 1, 2, 3).

Table 1. pH and buffering capacity on liquid type fermented milks

Manufacturer	Brand name	pH	Buffering capacity(ml)	
			pH 5.5	pH 7
Binggrae	Pororowa Chingudle	3.55	2.40	3.05
Dongwon	Saecom	3.45	2.85	3.55
Dairy Food				
Dongwon	Thomaswa Chingudle (Apple)	3.71	2.60	3.40
Dairy Food				
Dongwon	Thomaswa Chingudle (Honey)	3.60	2.85	3.50
Dairy Food				
Konkukmilk	Doctorkids	3.45	2.80	3.50
Konkukmilk	Konkuk Yoghurt	3.45	2.50	3.10
Korea Yakult	Yoreoke (Apple)	3.77	2.40	3.15
Korea Yakult	Yoreoke (Grapes)	3.77	2.50	3.30
Korea Yakult	Puyo (Strawberry)	4.22	2.00	3.65
Korea Yakult	Puyo (Apple)	4.27	1.85	3.45
Korea Yakult	Yakult Ace400	3.59	2.65	3.50
Korea Yakult	Yakult 400	3.45	2.55	3.50
Korea Yakult	Yakult	3.47	2.55	3.25
Maeil	Yuginong Enyo	3.68	2.10	2.75
Maeil	Enyo Original	3.75	2.30	2.85
Maeil	Enyo (Applecarrot)	3.69	2.35	3.10
Maeil	Enyo (Blueberry)	3.58	2.40	3.10
Maeil	Hellow Enyo	3.31	1.30	1.65
Maeil	Maeil Yoghurt	3.58	2.40	3.05
Maeil	Choice Yoghurt	3.55	2.50	3.15
Namyang	EO 20's	3.61	2.50	3.15
Dairy Product				
Namyang	Namyang Yoghurt	3.55	2.20	2.80
Dairy Product				
Namyang	Namyang EO	3.59	2.50	3.15
Dairy Product				
Namyang	Namyang EO (Apple)	3.73	2.30	3.05
Dairy Product				
Namyang	Namyang EO (Berrymix)	3.65	2.15	2.80
Dairy Product				
Namyang	Yuginong EO	3.74	2.60	3.10
Dairy Product				
Purmil	Purmil Yoghurt	3.55	2.65	3.30
Purmil	Plus O	3.52	2.30	2.90
Purmil	Vitayogu	3.25	2.75	3.30
Purmil	12gaji Vitamin Jjang	3.52	2.30	2.90
Seoulmilk	Naengjanggo Nara Cocomong Yoghurt	3.47	2.45	3.05
Seoulmilk	Seoulmilk Yoghurt	3.57	2.60	3.40
Seoulmilk	Angpang Yoghurt	3.99	1.80	2.75
Seoulmilk	Angpang Plus (Apple)	4.03	1.70	2.70
Vilac	Morningdoctor Yoghurt	3.59	2.25	2.85

Table 2. pH and buffering capacity on condense-stirred type fermented milks

Manufacturer	Brand name	pH	Buffering capacity(ml)	
			pH 5.5	pH 7
Binggrae	Yoplait Original (Strawberry)	4.06	3.30	5.56
Binggrae	Yoplait Original (Grape)	4.07	2.95	5.00
Binggrae	Yoplait Original (Mint)	4.17	2.40	4.90
Binggrae	Yoplait Original (Superberry)	4.04	3.10	5.20
Binggrae	Yoplait Original (Blueberry)	4.09	2.85	4.95
Binggrae	Yoplait Original (Apple)	4.11	3.10	5.30
Binggrae	Yoplait Classic	3.85	4.00	5.95
Binggrae	Yoplait Nature Plain	4.30	2.35	4.55
Binggrae	Yoplait Kids (Banana)	4.26	2.20	4.25
Binggrae	Yoplait Kids (Strawberry)	4.30	2.45	4.50
Binggrae	Yoplait Kid Jjameoknun Yoghurt (Strawberry)	4.16	2.40	4.65
Binggrae	Yoplait Kid Jjameoknun Yoghurt (Grape)	4.23	2.35	4.55
Danone Korea	Activia (Plane)	4.38	2.00	4.00
Danone Korea	Activia (Strawberry)	4.36	2.10	4.10
Danone Korea	Activia (Peach)	4.22	2.35	4.30
Danone Korea	Activia (Prun)	4.36	2.15	4.20
Danone Korea	Activia Dalgiannun Plane	4.56	1.65	4.10
Danone Korea	French (Cranberry)	4.07	2.90	4.80
Danone Korea	French (Apple Cinnamon)	4.09	2.85	4.85
Danone Korea	French (Lemon Cheese)	4.13	2.80	5.00
Dongwon	Denmark Yoghurt (Sweet Plain)	4.04	3.00	4.80
Dairy Food				
Dongwon	Denmark Yoghurt (Strawberry&Cherry)	4.00	3.30	5.30
Dairy Food				
Dongwon	Denmark Yoghurt (Berry Mix)	4.02	2.90	5.15
Dairy Food				
Dongwon	Denmark Yoghurt (Plain)	4.11	2.95	5.25
Dairy Food				
Dongwon	Denmark Dessert (Tiramisu)	3.99	2.30	3.75
Dairy Food				
Dongwon	Denmark Dessert (Mocha)	3.96	2.35	3.75
Dairy Food				
Dongwon	Yolove Boksunga Yoghurt	3.99	3.15	4.95
Dairy Food				
Dongwon	Yolove Ddalgi Yoghurt	3.99	3.30	5.20
Dairy Food				
Dongwon	Original Saengcream Yoghurt	4.09	2.30	3.80
Dairy Food				
Konkukmilk	Hayiyo (Peach)	4.24	2.25	4.05
Korea Yakult	Super100 Premium (Peach)	4.22	2.40	4.40
Korea Yakult	Super100 Premium (Tropical Fruit)	4.16	2.35	4.25
Korea Yakult	Super100 Premium (Blueberry)	4.18	2.70	4.90
Korea Yakult	Super100 Premium (Strawberry)	4.16	2.55	4.55
Korea Yakult	Super100 Premium (Purple)	4.20	2.65	4.70
Korea Yakult	Super100 Premium (Yellow)	4.26	2.40	4.50
Maeil	Tteomeoknun Pure (Vanilla)	4.15	2.50	4.55
Maeil	Tteomeoknun Pure (Plain)	4.08	2.90	4.90
Maeil	Tteomeoknun Pure (Rawblueberry)	4.30	2.30	4.60
Maeil	Tteomeoknun Pure	4.39	2.00	4.20
	(Sweet Potato Yellow Carrot)			
Maeil	Tteomeoknun Pure (Zero Fat)	4.16	2.50	4.70

Maeil	Maeil Bio Dndnhan Achim (Strawberry)	4.08	3.15	5.20
Maeil	Maeil Bio Dndnhan Achim (Peach)	4.11	3.00	4.95
Maeil	Maeil Bio (Strawberry)	4.18	3.15	5.25
Maeil	Maeil Bio (Peach)	4.11	2.70	4.50
Maeil	Maeil Bio (Coco Grape)	4.18	2.60	4.65
Maeil	Maeil Bio (Mild)	3.99	3.30	5.25
Maeil	Maeil Bio (Pineapple Coco)	4.02	3.10	5.05
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris (Strawberry)	4.17	3.40	5.40
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris (Grape)	4.06	2.90	4.70
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris (Peach)	4.12	2.90	4.90
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris (Kiwi)	4.06	3.05	4.95
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris True Home	4.02	3.20	5.20
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris True Sun	4.11	2.70	4.50
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris Jerseybang (Goldkiwi)	4.13	3.20	5.40
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris Saengcreamy	4.01	2.40	3.80
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris Saengcreamy Custard	4.10	2.30	3.85
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris Jerseybang	4.07	3.50	5.80
Dairy Product	(Cocozamong)			
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris (Berryholic)	4.06	2.90	4.80
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris (Krispychocoball)	4.07	2.85	4.80
Dairy Product				
Namyang	Tteomeoknun Vulgaris Baby	4.49	2.15	4.80
Dairy Product				
Namyang	Jjameoknun EO	4.09	3.60	5.80
Dairy Product				
Pasteur	The Gunganghan Pasteur Yoghurt (Strawberry)	4.04	2.90	5.00
Purmil	Primum Fresh (Cherry)	4.05	3.05	5.00
Purmil	Primum Fresh (Coconut)	4.17	2.95	4.95
Purmil	Primum Fresh (High Calcium Plain)	4.21	2.45	4.50
Purmil	Tteomeoknun Bifidus (Strawberry)	4.09	3.10	4.80
Purmil	Tteomeoknun Bifidus (Peach)	4.18	2.90	5.00
Purmil	Primum Fresh (Blueberry)	4.16	3.10	5.30
Purmil	Primum Fresh (Rawyogurt)	4.12	2.40	4.05
Purmil	Primum Fresh (Almond)	4.20	1.85	3.05
Purmil	Primum Fresh (Strawberry)	4.07	3.35	5.30
Purmil	Primum Fresh (Peach)	4.06	3.50	5.40
Seoulmilk	Yoheim Jerseybang Tteomeoknun Yoghurt (Strawberry)	4.12	3.20	5.00
Seoulmilk	Yoheim Jerseybang Tteomeoknun Yoghurt (Peach)	4.15	3.15	5.65
Seoulmilk	Viyott	4.15	3.20	5.15
Seoulmilk	Yoheim Plus	4.23	2.20	4.10
Seoulmilk	Premium Jjameoknun Yoghurt Jjayojjayo (Strawberry)	4.16	3.30	5.50

Seoulmilk	Premium Jjameoknun Yoghurt Jjayojjayo (Grape)	4.12	3.05	5.30
-----------	--	------	------	------

Table 3. pH and buffering capacity on condense-drink type fermented milks

Manufacturer	Brand name	pH	Buffering capacity(ml)	
			pH 5.5	pH 7
Binggrae	Only4 Nature (Drinking Yogurt Plain)	4.17	1.70	2.95
Binggrae	Only6 Nature (Drinking Yogurt Apple)	4.18	1.55	2.75
Binggrae	Only6 Nature (Drinking Yogurt Strawberry)	4.24	1.50	2.75
Binggrae	Yoplait Doctor Capsule	4.28	1.60	2.95
Binggrae	Yoplait Drinking Bioplait (Apple)	4.33	1.55	2.80
Danone Korea	Activia (Strawberry)	4.37	1.80	3.55
Danone Korea	Activia (Plain)	4.51	1.45	3.45
Danone Korea	Activia (Apple)	4.39	1.75	3.50
Danone Korea	Activia (Pomegranate)	4.23	2.15	3.95
Danone Korea	Activia (Grape)	4.47	1.60	3.30
Dongwon Dairy Food	Denmark Drinking Yoghurt (Strawberry, 900ml)	4.11	2.75	4.45
Dongwon Dairy Food	Denmark Drinking Yoghurt (Strawberry, 310ml)	4.10	2.60	4.25
Dongwon Dairy Food	Denmark Drinking Yoghurt (Berry mix, 900ml)	4.19	2.50	4.25
Dongwon Dairy Food	Denmark Drinking Yoghurt (Berry mix, 310ml)	4.15	2.40	4.05
Dongwon Dairy Food	Denmark Drinking Yoghurt (Aloe Vera)	4.08	2.50	4.25
Dongwon Dairy Food	Denmark Drinking Yoghurt (Pomegranate)	4.06	2.55	4.20
Dongwon Dairy Food	Denmark Drinking Yoghurt (Cherry)	4.07	2.85	4.70
Dongwon Dairy Food	Denmark Drinking Yoghurt (Plain)	4.23	2.05	3.70
Dongwon Dairy Food	Denmark Drinking Yoghurt (Apple)	4.32	2.00	3.65
Dongwon Dairy Food	Denmark Drinking Yoghurt (Kiwi)	4.06	2.75	4.40
Dongwon Dairy Food	Jibangel 1/3ro Julin Yolove Family Yoghurt (Strawberry)	4.02	2.10	3.35
Dongwon Dairy Food	Jibangel 1/3ro Julin Yolove Family Yoghurt (Apple)	4.05	1.85	3.10
Dongwon Dairy Food	Bifidus Myungjang (Grape)	4.10	1.60	2.50
Ildong Foodis	Foodis Care3 (Plain)	4.32	2.00	3.85
Ildong Foodis	Foodis Care3 (Golden Apple)	4.30	2.15	4.05
Ildong Foodis	Foodis Care Kids	4.36	1.90	3.70
Ildong Foodis	Foodis Sheepmilk Yogurt	4.08	2.10	3.85
Konkukmilk	Jedaero Manden Jinhan Yoghurt	3.99	2.70	4.40

	(Blueberry)			
Konkukmilk	Jang & Me (Apple)	4,30	2,00	4,10
Korea Yakult	Helicobacter Project Will	4,54	1,45	3,35
Korea Yakult	Helicobacter Project Will (Lowfat)	4,55	1,50	3,50
Korea Yakult	R&B Rhythm (Prun)	4,56	1,35	3,20
Korea Yakult	R&B Rhythm (Apple)	4,28	2,05	3,70
Korea Yakult	R&B Rhythm (Blueberry)	4,41	1,50	3,35
Korea Yakult	R&B Balance	4,50	1,35	3,05
Maeil	Wiepeonhan Gut	4,27	2,30	4,10
Maeil	Ganpeonhan Gut	4,29	1,60	3,00
Maeil	Masinun Pure (Blueberry)	4,25	2,10	3,85
Maeil	Masinun Pure (Citrus)	4,23	2,10	3,70
Maeil	Masinun Pure (Plain)	4,11	2,30	4,05
Maeil	Masinun Pure (Apple)	4,31	2,15	4,15
Maeil	Masinun Pure (Grape)	4,29	1,90	3,70
Maeil	Masinun Pure (Zerofat)	4,20	2,00	3,75
Maeil	Pure Collagen (Strawberry Yoghurt)	4,02	2,90	4,60
Maeil	Pure Collagen (Strawberry Yoghurt)	4,43	1,60	3,35
Maeil	Thomasyuno Primium Fruit (Berrymix)	4,07	2,80	4,65
Maeil	LASSI	3,95	2,10	3,15
Namyang Dairy Product	Jayeonui Sijak Vulgaris Jerseybang (Berrymix)	4,25	2,35	4,35
Namyang Dairy Product	Jayeonui Sijak Vulgaris (Apple)	4,28	2,40	4,40
Namyang Dairy Product	Vulgaris 20's (Apple)	4,26	1,90	3,60
Namyang Dairy Product	Vulgaris 20's (Plain)	4,15	2,40	4,05
Namyang Dairy Product	Vulgaris 20's (Grape)	4,20	2,10	3,60
Namyang Dairy Product	Gukmingungang Project Weryeok	4,38	1,80	3,55
Pasteur	Balance 5	4,16	1,65	2,80
Pasteur	Kwaebyeon Yoghurt	4,31	1,95	3,75
Pasteur	Wie Plus	4,50	1,25	2,95
Pasteur	Sakwo Yoghurt	4,15	2,55	4,70
Purmil	Bifidus (Apple)	4,04	1,80	2,65
Purmil	Bifidus (Grape)	3,80	2,25	3,00
Purmil	Bifidus (Plum)	3,95	2,20	2,90
Purmil	Bifidus (Blueberry)	4,07	1,80	2,65
Purmil	Bifidus (Yuzu)	3,84	2,15	2,90
Purmil	Bifidus (Highcalcium Fatzero Plain)	4,30	1,85	3,25
Purmil	Bifidus (Highcalcium Fatzero Sevenberry)	4,19	2,10	3,40
Purmil	Jangenun Silgan Sukru	4,35	1,90	3,60
Purmil	Hwalgichan Hetgai	4,11	1,60	2,30
Purmil	I'm Real Blueberry Yogurt	4,01	2,50	3,95
Seoulmilk	Jang Master Yoghurt	4,40	1,25	2,65
Seoulmilk	Yoheim Smoothie Yoghurt	4,10	2,45	4,00
Shinangchon Foods	Yoghurt Run	4,24	1,85	3,55
Yonsei Univ,milk	Severance Wierak	4,46	1,35	3,00

Table 4. pH values according to types on fermented milks

Fermented milk type *	N	pH		
		Mean±SD	Min	Max
Liquid type	35	3.64±0.22 ^a	3.25	3.85
Condense-stirred type	79	4.14±0.12 ^b	3.85	4.56
Condense-drink type	71	4.22±0.17 ^c	3.80	4.56
Total values	185	4.08±0.27	3.25	4.56

* : p<0.05, by Kruskal-Walis test.

a,b,c : The same characters are not significant by Mann-Whitney test.

2. 유산균 발효유의 유형에 따른 pH와 적정산도 비교

2.1. pH 비교

실험에 사용된 유산균 발효유 185종의 평균 pH는 4.08로 높은 산성도를 나타냈다. 그 중 액상발효유 35종의 평균 pH는 3.64, 농후발효유-스터드 타입 요구르트 79종의 평균 pH는 4.14, 농후발효유-드링크 타입 요구르트 71종의 평균 pH는 4.22로 액상발효유가 가장 낮은 pH를 나타내었고, 농후발효유-드링크 타입 요구르트가 가장 높은 pH를 나타내었으며, 세 구간에는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다(p<0.05)(Table 4).

2.2. 적정산도 비교

유산균 발효유의 초기 pH 측정 후 pH가 5.5와 7.0에 도달할 때까지 필요한 NaOH의 양, 즉 적정산도 pH 5.5와 적정산도 pH 7.0을 측정하였을 때 실험에 사용한 모든 유산균 발효유

185종의 평균 적정산도 pH 5.5는 2.40 ml, 적정산도 pH 7.0은 4.00 ml이었다. 그 중 액상발효유 35종의 평균 적정산도 pH 5.5는 2.37 ml, 적정산도 pH 7.0은 3.11 ml이었고, 농후발효유-스터드 타입 요구르트 79종의 평균 적정산도 pH 5.5는 2.77 ml, 적정산도 pH 7.0은 4.78 ml이었으며, 농후발효유-드링크 타입 요구르트 71종의 평균 적정산도 pH 5.5는 2.01 ml, 적정산도 pH 7.0은 3.58 ml을 나타내었다.

적정산도 pH 5.5와 7.0에서 농후발효유-스터드 타입 요구르트가 가장 높은 적정산도를 나타냈고, 모든 군에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다(p<0.05)(Table 5, 6).

총괄 및 고안

치아부식증은 미생물과는 상관없이 화학적 작용, 즉 산에 의해 치아경조직이 소실되는 것¹³⁾으로 Bratthall 등¹⁴⁾은 20~30

Table 5. Buffering capacity pH 5.5 values according to types on fermented milks

Fermented milk type *	N	Buffering capacity pH 5.5 (ml)		
		Mean±SD	Min	Max
Liquid type	35	2.37±0.33 ^b	1.30	2.85
Condense-stirred type	79	2.77±0.46 ^c	1.65	4.00
Condense-drink type	71	2.01±0.42 ^a	1.25	2.90
Total values	185	2.40±0.54	1.25	4.00

* : p<0.05, by Kruskal-Walis test.

a,b,c : The same characters are not significant by Mann-Whitney test.

Table 6. Buffering capacity pH 7.0 values according to types on fermented milks

Fermented milk type *	N	Buffering capacity pH 7.0 (ml)		
		Mean±SD	Min	Max
Liquid type	35	3.11±0.36 ^a	1.65	3.65
Condense-stirred type	79	4.78±0.55 ^c	3.05	5.95
Condense-drink type	71	3.58±0.59 ^b	2.30	4.70
Total values	185	4.00±0.87	1.65	5.95

* : p<0.05, by Kruskal-Walis test.

a,b,c : The same characters are not significant by Mann-Whitney test.

년 전부터 치아부식증의 발생이 세계적으로 증가하는 추세임을 보고한 바 있으며 최근에는 산성음료의 소비가 증가하면서 치아부식증의 위험이 높아지고 있다. 본 연구에서는 산성음료 가운데서 시판중인 유산균 발효유를 대상으로 pH와 적정산도의 실태를 조사하고 발효유의 유형, 즉 무지유고형분 함량에 따라 무지유고형분 함량이 3.0% 이상인 액상발효유와 무지유고형분 함량이 8.0% 이상인 농후발효유 두 가지, 즉 떠먹는 스티드(stirred) 타입 요구르트와 마시는 드링크 타입 요구르트의 세 가지로 구분하고²⁾ 이 세 가지 유산균 발효유 유형에 따라 pH와 적정산도를 비교하여 유산균 발효유가 치아부식에 미칠 수 있는 영향을 살펴보고자 하였다.

조사대상 유산균 발효유는 현재 시판되고 있는 것 중에서 구입이 가능한 모든 유산균 발효유로 하였으며 실제 시중에서 구입이 가능한 185종류를 조사하였다. 조사된 유산균 발효유들을 살펴보면 16개 회사에서 어린이, 위장장애 또는 변비를 가진 사람 등 소비자에 따라 다양한 제품을 생산하고 있었으며 제품들은 전체적으로 유산균 발효유에 과즙 등을 첨가하지 않은 플레인 제품과 딸기, 사과, 포도, 블루베리, 크랜베리, 석류, 키위, 열대과일, 파인애플, 유자, 매실, 바나나, 복숭아, 체리, 레몬, 코코넛 등의 과일성분을 첨가한 제품들, 고구마, 당근 등의 야채성분을 첨가한 제품들, 알로에, 헛개 등과 같은 생약 성분을 첨가한 제품들 아몬드와 같은 견과류를 첨가한 제품 그리고 생크림, 티라미슈, 모카, 바닐라, 크리스피초코볼과 같은 제빵 또는 과자류 성분을 첨가한 제품 등이 시판되고 있었다.

조사된 유산균 발효유들을 세 가지 타입별로 구분하여 살펴보면 액상 타입의 경우 다른 타입에 비해 상대적으로 어린이를 대상으로 한 것이 많았고 비타민, 유기농 등과 같은 건강에 유용한 내용을 제목에 표시한 제품들이 포함되어 있었다. 농후발효유-스티드 타입의 경우에는 아이들을 대상으로 한 제품들도 포함되어 있으나 저지방, 고칼슘 등과 같은 건강과 관련된 제품들과 아침 식사와 식사 후 디저트로 먹는 용도의 제품들이 포함되어 있었고 농후발효유-드링크 타입의 유산균 발효유에는 저지방 고칼슘 제품, 장과 위를 편하게 하고 쾌변을 유도한다는 제품, 양유로 만들어서 소화에 좋다는 제품 등이 포함되어 있어 각 타입별로 약간의 차이를 보이고 있었다.

본 연구에서 유산균 발효유들의 pH를 측정하고 1 M NaOH를 첨가하여 pH 5.5와 pH 7.0에 도달하는데 필요한 양으로 적정산도를 측정하여 분석한 결과 조사대상 유산균 발효유의 평균 pH는 4.08로 pH 4.5 이하에서는 법랑질 부식이 발생된다는 기존 연구결과¹⁵⁾를 고려할 때 국내시판 유산균 발효유들은 치아부식을 일으킬 위험이 있는 것으로 나타났다. pH와

적정산도를 함께 고려하여 살펴보면 농후발효유-드링크 타입이 세 종류 가운데 가장 높은 pH 4.22를 나타내고 적정산도 값은 pH 5.5에서는 가장 낮은 2.01, pH 7.0에서는 3.58로 중간 정도의 분포를 나타내고 있어 세 타입 가운데서 상대적으로 가장 치아부식증의 위험이 낮을 것으로 보여진다. 농후발효유-스티드 타입의 유산균 발효유의 경우 pH 4.14로 중간 분포를 나타내지만 적정산도의 경우 pH 5.5와 pH 7.0에서 2.77과 4.78로 모두 세 타입 가운데 가장 높은 분포를 나타내고 있다. 액상 타입의 유산균 발효유의 경우 어린이들을 대상으로 한 제품들이 많이 포함되어 있는데 평균 pH 값인 3.64는 조사대상 유산균 발효유의 전체 평균 4.08보다 낮고 다른 두 가지 타입들과 비교했을 때도 통계적으로 유의하게 낮은 것을 알 수 있다. 적정산도 값의 분포는 세 가지 타입 가운데 중간정도의 분포를 보이고 있다. 전체적으로 모든 타입의 유산균 발효유가 치아부식증을 유발한 위험성을 가지고 있는 것으로 나타났고 타입별 소비자층을 고려할 때 어린이들이 선호하는 또는 어린이들에게 많이 제공되는 액상 타입의 유산균 발효유 제품들이 상대적으로 농후발효유의 두 가지 타입들보다 더 낮은 pH를 가지고 있어 치아부식증 위험도를 높일 가능성이 있다. 추후 이러한 타입별 pH 차이와 적정산도의 차이가 치아에 미치는 영향에 대한 추가적인 연구가 이루어질 필요가 있다.

치아부식증의 위험을 예방하기 위해서는 산성 제품의 섭취를 억제하는 것이 가장 완벽한 방법일 것이나 유산균 발효유와 같은 건강증진 제품의 경우 섭취 금지보다는 적절한 섭취 방법 및 예방법을 소비자에게 교육하는 것이 필요하다. Tahmassebi와 Duggal¹⁶⁾은 구강 안쪽으로 빨대를 위치시켜서 음료를 섭취하면 부식을 예방할 수 있다고 보고하였다. 그러므로 가능한 어린이를 포함한 모든 소비자들이 빨대나 숟가락을 이용하여 유산균 발효유가 치아에 접촉하는 부위와 시간이 적도록 섭취를 하는 것이 치아부식 예방에 도움이 될 것이다. 특히 액상 타입의 경우 어린이들에게 빨대를 사용하여 짧은 시간에 섭취하게 하고 물을 마시게 하여 입안의 유산균 발효유의 산성을 빨리 중화시켜 줄 수 있도록 어린이와 학부모 그리고 간식을 제공하는 교육기관담당자들을 교육할 필요가 있다. 치아부식증 예방을 위해 할 수 있는 또 다른 방법은 유산균 발효유 제품의 성분과 농도를 개선하는 것이다. Ferrazzano 등¹⁷⁾은 요거트에 함유되어 있는 casein phosphopeptide(CPP)가 치아 법랑질의 탈회를 억제하는 효과와 더불어 재광화를 촉진한다고 보고하였고, Larsen과 Nyvad⁹⁾는 산성 음료에 칼슘, 인, 불소 이온의 농도를 높이면 치아부식이 줄어든다고 하였다. 그 외에도 칼슘, 인 불소 이온들의 농도가 치아부식 예방과 관련이 있다는 많은 연구에

따라^{18,20)} 제품을 만드는 제조사에서 이들의 첨가와 함께 농도를 높여주면 치아부식의 위험도를 낮출 수 있을 것이다.

본 연구의 한계는 연구범위가 유산균 발효유 제품의 pH와 적정산도에 대한 것으로 한정되어 있어 유산균 발효유의 구성 성분 또는 첨가된 성분이 치아와 구강 내 미생물에 미치는 영향 등에 대한 것은 고려할 수 없었다는 것이다. 앞으로 유산균 발효유의 타입별 차이에 대한 연구와 더불어 구성 성분의 영향에 대한 연구가 이루어져야 할 필요가 있다. 또한 본 연구결과에서 통계적으로 유산균 발효유 타입별로 유의한 차이가 나타난 pH 및 적정산도를 가지고 그 값과 분포를 가지고 위험도를 고려할 수 있지만 실제로 치아에서 어떻게 영향을 미칠지에 대해서는 치아에 유산균 발효유를 처리하여 그 결과를 평가해 보는 연구가 필요하다.

이상과 같이 본 연구는 국내에서 시판되고 있는 유산균 발효유의 pH와 적정산도 실태를 조사하고 세 가지 타입으로 구분하여 분석하여 국내 시판 유산균 발효유의 전체 그리고 타입별 pH와 적정산도에 의한 치아부식증 유발 위험성을 파악하였다. 이 연구결과는 소비자에게 유산균 발효유 제품들의 구매 또는 섭취 시 구강건강과 관련된 유용한 기초정보로 사용될 수 있을 것이다.

결론

본 연구는 시중에서 구입 가능한 국내 시판 유산균 발효유의 pH와 적정산도를 측정하고 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험에 사용된 유산균 발효유 185종의 평균 pH는 4.08 ± 0.27 로 치아부식을 일으킬 정도의 수준이었고, 평균 적정산도 pH 5.5는 2.40 ± 0.54 ml, 적정산도 pH 7.0은 4.00 ± 0.87 ml로 나타났다.
2. 유산균 발효유의 pH에서 액상발효유가 3.64 ± 0.22 로 가장 낮은 pH를 나타내었으며, 유형에 따른 유산균 발효유의 pH는 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 알 수 있었다($P < 0.05$).
3. 유산균 발효유의 적정산도 pH 5.5와 pH 7.0에서 농후발효유-스터드 타입 요구르트가 2.77 ± 0.46 , 4.78 ± 0.55 로 가장 높은 값을 나타내었으며, 유형에 따른 유산균 발효유의 적정산도 pH 5.5와 pH 7.0은 통계적으로 유의미한 차이가 있음을 알 수 있었다($P < 0.05$).

이상과 같이 유산균 발효유는 전체적으로 낮은 pH를 가지고 있으나 유산균 발효유 타입에 따라 통계적으로 유의한

차이를 나타내므로 유산균 발효유 선택 시 제품의 pH 값과 더불어 유산균 발효유 타입을 고려할 필요가 있다.

Reference

1. Kang TJ. Efficacy and use of lactic acid bacteria. *Biowave* 2009; 11(7): 1-20.
2. Lee JL, Huh CS, Baek YJ. Utilization of Fermented Milk and It's Health Promotion. *Koren Dairy Techno* 1999; 17(1): 58-71.
3. Twetman S, Stechsen-Blicks C. Probiotics and oral health effects in children. *Int J Pediatr Dent* 2008; 18(1): 3-10.
4. Datta R, Tsai SP, Bonsignore P, Moon SH, Frank JR. Technological and economic potential of poly(lactic acid) and lactic acid derivatives. *FEMS Microbiol Rev* 1995; 16(2-3): 221-31.
5. Sim JH, Jeong TS, Kim S. A study on the enamel erosion by fermented milks. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2004; 31(4): 555-63.
6. Kim MA, Jeong SS, Youn HJ, Park YN, Choi CH, Hong SJ. The erosive effect of some commercial yogurts including different calcium contents on enamel surface. *J Korean Acad Oral Health* 2011; 35(3): 266-72.
7. Shin YH, Kim YJ. Study on the primary tooth enamel erosion caused by children beverage. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2009; 36(2): 227-35.
8. Rytomaa I, Meurman JH, Koskinen J, Laakso T, Gharazi L, Turunen R. In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and other foodstuffs. *Scand J Dent Res* 1998; 96(4): 324-33.
9. Larsen MJ, Nyvad B. Enamel erosion by some soft drinks and orange juices relative to their pH, buffering effect and contents of calcium phosphate. *Caries Res* 1999; 33(1): 81-7.
10. Rugg-Gunn AJ, Maguire A, Gordon PH, McCabe JF, Stephenson G. Comparison of erosion of dental enamel by four drinks using an intra-oral appliance. *Caries Res* 1998; 32(5): 337-43.
11. Edwards M, Creanor SL, Foye RH, Gilmour WH. Buffering capacities of soft drinks: the potential influence on dental erosion. *J Oral Rehabil* 1999; 26(12): 923-7.
12. Xhonga FA, Valdmanis S. Geographic comparisons of the incidence of dental erosion: a two centre study. *J Oral Rehabil* 1983; 10(3): 269-77.
13. Eccles JD. Tooth surface loss from abrasion, attrition and erosion. *Dent update* 1982;9(7): 373-81.
14. Bratthall D, Hansel-Petersson G, Sundberg H. Reasons for the caries decline: what do the experts believe?. *Eur J Oral Sci* 1996; 104(4): 416-22.
15. Meurman JH, ten Cate JM. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral Sci* 1996; 104(2): 199-206.

16. Tahmassebi JF, Duggal MS. The effect of different methods of drinking on the pH of dental plaque in vivo, *Int J Paediatr Dent* 1997; 7(4): 249-54.
17. Ferrazzano GF, Cantile T, Quarto M, Ingenito A, Chianese L, Addeo F. Protective effect of yogurt extract on dental enamel demineralization in vitro, *Aust Dent J* 2008; 53(4): 314-9.
18. Reussner GH, Coccodrilli G Jr, Thiessen R Jr. Effects of phosphates in acid-containing beverages on tooth erosion, *J Dent Res* 1975; 54(2): 365-70.
19. Lussi A, Jaggi T, Schärer S. The influence different factors on in vitro enamel erosion, *Caries Res* 1993; 27(5): 387-93.
20. Zero D. Etiology of dental erosion - extrinsic factors, *Eur J Oral Sci* 2007; 104(2): 162-77.