

반응표면 분석에 의한 산양유 요구르트의 제조조건 최적화

함준상* · 정석근 · 신지혜 · 최미영 · 한기성 · 채현석 · 유영모 · 안종남 · 고상현¹ ·
박광욱¹ · 최석호² · 이완규³

농촌진흥청 축산과학원, ¹(주)엠젠, ²상지대학교, ³충북대학교

Optimization of Goat Milk Yoghurt Preparation Conditions by Response Surface Methodology

Jun-Sang Ham*, Seok-Geun Jeong, Ji-Hye Shin, Mi-Young Choi, Gi-Sung Han,
Hyun-Seok Chae, Young-Mo Yoo, Jong-Nam Ahn, Sang-Hyun Ko¹,
Kwang-Wook Park¹, Seok-Ho Choi², and Wan-Kyu Lee³

National Institute of Animal Science RDA Suwon 441-350, Korea., ¹MGEN, Seoul 153-801, Korea
²Sangji University, Wonju 220-702, Korea, ³Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to establish the optimal preparation conditions of yoghurt made from goat milk with reduced goaty flavor by adding citrus concentrate and flavor. A central composite design was applied to investigate the effects of citrus concentrate ratio (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5%), citrus flavor ratio (0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05%) and fructose ratio (3, 4, 5, 6, 7%). The physico-chemical and sensory characteristics of the sixteen yoghurt samples were compared. The addition of citrus concentrate had a significant ($p < 0.01$) effect on the pH, a^* , and b^* values. Regarding organoleptic properties, the addition of citrus concentrate had a significant ($p < 0.01$) effect on color, and fructose had an effect on overall palatability. The maximum value of organoleptic goaty flavor was 2.35, more than double the minimum value. The optimum conditions predicted for minimizing goaty flavor of the yoghurt were 1.44% citrus concentrate, 0.0357% citrus flavor, and 6.91% fructose.

Key words : Goat milk, yoghurt, RSM

서 론

국내 유산양의 사육은 1970년대 농가의 부업 및 국민보건 향상의 목적으로 일부 농가에서 자가 소비 형태로 사육되었으나 낙농업이 발달하면서 사육두수가 급격히 감소하였다. 1990년대 중반부터 소득증가와 더불어 안전하고 위생적인 고품질의 선호로 강원 홍천지방과 충북 영동지방을 중심으로 유산양 사육이 시작되었고 현재 약 42개 농가가 강원, 충남, 충북, 경기, 전남 등지에 산재하고 있다. 산양유는 양유나 우유와 다른 영양적 특성을 가지고 있다. 연질 커드의 형성은 위장장애로 고통받는 사람에게 이점을 제공하며(Jenness, 1980), 지방 소화가 용이하고(Parkash and Jenness, 1968), 우유 알러지 발생이 현저히

낮아 아토피성 피부를 가진 유아나 어린이에 적합하다(Haenlein, 2004). 이러한 영양적 이점에도 불구하고 산양유는 독특한 산양취(Ha and Lindsay, 1993, Alonso *et al.*, 1999)가 소비확대에 제한 요인이 되고 있다.

제주도의 감귤산업은 제주도 농업소득의 절반을 차지할 만큼 중요한 기간산업으로 제주지역 발전에 크게 기여하고 있으며 특히 우리나라에서는 독점적 산지이다. 그러나 90년대부터 시작된 농산물 수입자유화는 감귤산업에 어려움을 가져왔으며, 특히 97년 7월부터 모든 감귤에 대해 수입이 자유화됨에 따라 더욱 더 많은 어려움을 가중시키고 있어 새로운 수요 창출이 필요하다(Kim, 2006). 감귤은 유기산인 구연산을 비롯한 carotenoid, 비타민, 무기질 성분 등의 많은 생리활성 물질들이 존재하며, 특히 수용성 식이섬유가 풍부하여 변비방지작용, 비만억제작용, 고지혈증 예방, 항암작용, 항산화 작용 등에 다양한 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Frydoonfa *et al.*, 2003; Lee *et al.*, 2002; Cha and Cho, 2001). 또한 감귤 향에 관한 연구도

*Corresponding author : Jun-Sang Ham, National Institute of Animal Science, RDA, 560 Omokchundong Kwonsungu Suwon 441-350, Korea. Tel: 82-31-290-1692, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: hamjs@rda.go.kr

많이 이루어져 왔으며, 감귤 농축액의 주 향인 limonene 과 감귤 특유의 향을 지배하는 terpinene은 낙농제품에 혼합시 주요 향으로 지배 될 수 있는 조건을 가지고 있으며, menthol은 낙농제품에 청량감을 부각시킬 수 있는 조건을 갖추고 있다고 보고된 바 있다(제주특별자치도, 2007).

이에 본 연구에서는 감귤을 이용하여 감귤 산양유 요구르트를 개발하고자 감귤농축액과 향 그리고 과당을 이용하여 산양유 요구르트를 제조하였으며, 제조된 산양유 요구르트의 이화학적 특성 및 관능적 특성을 조사하여 세 가지 요인이 이화학적 특성 및 관능적 특성에 미치는 영향을 도출하고 감귤 산양유 요구르트의 최적 제조조건을 설정하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

산양유는 (주)엠젠에서 제공한 살균 산양유(72°C, 15 sec)를 사용하였으며, 발효균주는 상업용 균주인 ABT-5(Chr. Hansen)을 사용하였으며, 올리고당, 감귤 농축액(10 °Brix, 제주도지방개발공사), 감귤향(한불화농), 및 액상과당을 첨가제로 사용하였다.

산양유 요구르트의 제조

산양유 30 kg을 90°C에서 5분간 열처리후 42°C로 냉각하여 스타터 균주 0.01%(DVS, Direct Vat Set)를 첨가하고 pH 4.6까지 배양하였으며, 올리고당 4%를 첨가 혼합한 후 실험계획에 따라 1 kg 단위로 첨가물(감귤농축액, 감귤향, 액상과당)을 첨가하여 균질하고(15,000 rpm, 5 min) 병에 주입한 후 이화학적 특성 및 관능적 특성을 조사하는 시료로 사용하였다.

산양유 요구르트제조 실험계획

감귤농축액의 함량(0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5%), 감귤향 함량(0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05%), 및 액상과당의 함량(3, 4, 5, 6, 7%)에 따른 독립변수(Xi)를 달리한 각 실험조건을 -2, -1, 0, 1, 2의 다섯 단계로 부호화 하고 실험조건을 설계한 다음 각 조건에서 제조된 감귤 산양유 요구르트의 품질특성(종속변수, Yn)을 모니터링 하였다(Lee *et al.*, 2005, Park, 1991). 실험설계에 따른 감귤 산양유 요구르트 16종 {(-1, -1, -1), (-1, -1, +1), (-1, +1, -1), (-1, +1, +1), (+1, -1, -1), (+1, -1, +1), (+1, +1, -1), (+1, +1, +1), (0, 0, 0), (0, 0, 0), (-2, 0, 0), (+2, 0, 0), (0, -2, 0), (0, +2, 0), (0, 0, -2), (0, 0, +2)}을 제조하여 이화학적, 관능적 특성을 조사하였다.

pH

pH는 pH meter(pH/ion meter 450, Corning)로 측정하

였다.

점도 및 색도

점도는 점도계(FUNGILAB VISCOBASIC+, Spain)의 L2 spindle을 사용하여 100 rpm에서 측정하였고, 색도는 Chromameter(Model 300, Minolta Co. Ltd., Japan)로 Hunter L*, a*, b* 값을 측정하였다.

일반성분

요구르트의 단백질, 지방, 유당, 총고형분 함량은 MilkoScan FT120(Foss, Denmark)로 측정하였다.

관능검사

관능적 품질평가는 건국대학교 학생 및 축산과학원 연구원을 대상으로 8명의 패널요원을 선발하여 시료에 대한 충분한 지시과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 실시하였다. 관능평가는 색상, 조직감, 전반적인 기호도, 및 산양취에 대한 9점채점법으로 실시하였으며 9점은 대단히 좋다, 1점은 대단히 나쁘다로 나타내었다(산양취의 경우 9점은 대단히 강하다, 1점은 대단히 약하다).

통계분석

얻어진 결과는 SAS EG 프로그램의 rsreg procedure를 이용하여 감귤농축액, 감귤향, 액상과당의 최적 첨가비율을 결정하였다.

결과 및 고찰

발효유의 이화학적 특성

감귤농축액의 함량(0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5%), 감귤향 함량(0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05%), 및 액상과당의 함량(3, 4, 5, 6, 7%)을 달리하면서 제조한 발효유의 일반성분 및 이화학적 특성을 조사한 결과 Table 1, 2와 같은 결과를 얻었다. 감귤농축액, 감귤향, 과당의 첨가전 산양 발효액의 지방, 단백질, 유당, 총고형분 함량은 3.12, 2.70, 5.27, 및 13.27%였으나, 감귤농축액, 감귤향, 과당의 첨가에 따라 지방은 2.86-3.07%, 단백질은 2.56-2.70, 유당은 5.18-5.36%, 총고형분 함량은 16.46-19.25%를 나타내었고(Table 1), 감귤농축액과 과당 첨가에 의해 지방, 단백질, 유당 함량은 상대적 비율이 감소하였으나 총고형분 함량은 증가하는 경향을 보였다.

감귤농축액, 감귤향, 과당의 첨가전 산양 발효액의 pH, 점도, L*(명도), a*(적색도), b*(황색도) 값은 4.34, 272.2 cP, 86.4, -3.03, 4.92였으나, 감귤농축액, 감귤향, 과당의 첨가에 따라 pH는 4.13-4.31, 점도는 87.1-150.1 cP, L* 값은 78.5-83.1, a* 값은 -3.20--2.32, b* 값은 9.88-17.06을 나타내었다(Table 2).

Table 1. General composition of the yoghurts

Exp. No.	Condition			General composition			
	Citrus concentrate	Citrus flavor	Fructose	Fat	Protein	Lactose	Toatal solid
1	1.0	0.02	4	2.95	2.63	5.28	16.86
2	1.0	0.02	6	2.90	2.59	5.24	18.22
3	1.0	0.04	4	3.07	2.70	5.36	16.98
4	1.0	0.04	6	2.86	2.57	5.27	18.44
5	2.0	0.02	4	2.96	2.66	5.25	17.68
6	2.0	0.02	6	2.89	2.60	5.22	19.06
7	2.0	0.04	4	2.97	2.66	5.34	17.73
8	2.0	0.04	6	2.89	2.59	5.18	19.17
9	1.5	0.03	5	2.93	2.62	5.25	18.32
10	1.5	0.03	5	2.92	2.61	5.32	18.09
11	0.5	0.03	5	2.94	2.59	5.34	17.42
12	2.5	0.03	5	2.88	2.60	5.31	18.51
13	1.5	0.01	5	2.93	2.62	5.27	18.12
14	1.5	0.05	5	2.94	2.61	5.30	18.08
15	1.5	0.03	3	3.00	2.66	5.36	16.46
16	1.5	0.03	7	2.88	2.56	5.21	19.25

Table 2. Physico-chemical properties of the yoghurts

Exp. No.	Condition			Physico-chemical properties				
	Citrus concentrate	Citrus flavor	Fructose	pH	Viscosity (cP)	L*	a*	b*
1	1.0	0.02	4	4.31	135.1	83.0	-3.07	11.78
2	1.0	0.02	6	4.28	120.3	83.1	-3.20	12.35
3	1.0	0.04	4	4.28	145.8	82.8	-2.71	9.88
4	1.0	0.04	6	4.27	150.1	82.5	-2.97	11.38
5	2.0	0.02	4	4.17	129.7	80.3	-2.97	16.14
6	2.0	0.02	6	4.17	131.3	81.8	-2.69	14.55
7	2.0	0.04	4	4.17	115.0	82.3	-3.10	16.60
8	2.0	0.04	6	4.16	111.1	81.6	-3.13	17.06
9	1.5	0.03	5	4.20	108.3	82.1	-2.61	11.86
10	1.5	0.03	5	4.20	94.1	82.4	-3.15	14.89
11	0.5	0.03	5	4.30	87.1	84.1	-3.15	9.10
12	2.5	0.03	5	4.13	100.2	81.1	-2.67	16.10
13	1.5	0.01	5	4.19	104.3	82.1	-3.16	14.40
14	1.5	0.05	5	4.19	96.5	82.6	-3.16	14.61
15	1.5	0.03	3	4.22	103.3	78.5	-2.32	10.43
16	1.5	0.03	7	4.19	94.3	82.0	-2.84	13.57

산양유 요구르트의 이화학적 특성을 SAS 프로그램을 통한 회귀분석 결과 Table 3과 같은 결과를 나타내었다. pH에 대한 R²는 0.9227로 5%이내의 유의수준에서 유의성을 나타내었고, L*(명도)의 R²는 0.8590로 10%이내의 유의수준에서 유의성을 나타내었으며, b*(황색도)에 대한 R²는 0.8993로 5%이내의 유의수준에서 유의성을 나타내었다.

pH가 가장 낮게 나타난 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 1.99%, 감귤향의 함량이 0.0269%, 과당의 함량이 4.99%일때 pH 4.12로 가장 낮게 나타났다 (Table 4). pH가 가장 높게 나타난 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 0.53%, 감귤향의 함량이 0.0273%, 과당의 함량이 4.96%일때 pH 4.33으로 가장 높게 나타났으며, 요구르트의 pH는 첨가한 감귤농축액에 따라 고도로 유의적인 차이를 나타내었다(Table 4).

점도가 가장 높게 나타난 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 0.81%, 감귤향의 함량이 0.0445%, 과당의 함량이 4.91일때 134.07 cP로 가장 높게 나타났다. 점도가 가장 낮게 나타난 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 2.28%, 감귤향의 함량이 0.0424%, 과당의 함량이 4.85%일때 88.91 cP로 가장 낮게 나타났으며, 요구르트의 점도는 첨가한 감귤농축액이 부의 상관(p<0.10)과 과당의 함량이 정의 상관관계(p<0.10)을 나타내었다(Table 5).

L*(명도)가 가장 높게 나타난 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 0.61%, 감귤향의 함량이 0.0215%, 과당의 함량이 5.31일때 84.48로 가장 높게 나타났다. L*(명도)가 가장 낮게 나타난 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 1.85%, 감귤향의 함량이 0.0238%, 과당의 함량이 3.24%일때 78.83로 가장 낮게 나타났으며, 요구르트의

Table 3. Polynomial equations calculated by RSM program for the yoghurt

Responses	Polynomial equations	R ²	Significance
pH	$Y_1 = 4.211875 - 0.050625X_1 - 0.003125X_2 - 0.006875X_3 + 0.00375X_1^2 + 0.00375X_2X_1 - 0.0025X_2^2 + 0.0037505X_3X_1 + 0.00125X_3X_1 + 0.00125X_3^2$	0.9227	0.0101
Viscosity	$Y_2 = 116.84375 - 2.375X_1 - 0.625X_2 - 1.925X_3 - 1.8875X_1^2 - 9.425X_2X_1 - 0.2X_2^2 + 1.025X_3X_1 + 1.7X_3X_1 - 0.6X_3^2$	0.1727	0.9951
L*	$Y_3 = 82.40625 - 0.7125X_1 + 0.125X_2 + 0.475X_3 + 0.0875X_1^2 + 0.325X_2X_1 + 0.025X_2^2 + 0.125X_3X_1 - 0.325X_3X_1 - 0.5X_3^2$	0.8590	0.0510
a*	$Y_4 = -2.92875 + 0.06375X_1 + 0.00125X_2 - 0.07375X_3 - 0.0075X_1^2 - 0.145X_2X_1 - 0.07X_2^2 + 0.08X_3X_1 - 0.055X_3X_1 + 0.75X_3^2$	0.7175	0.2685
b*	$Y_5 = 13.67375 + 2.06X_1 + 0.0325X_2 + 0.45125X_3 - 0.19375X_1^2 + 0.73X_2X_1 + 0.2825X_2^2 - 0.4X_3X_1 + 0.3725X_3X_1 - 0.34375X_3^2$	0.8993	0.0208

X₁: Citrus concentrate, X₂: Citrus flavor, X₃: Fructose.

Table 4. Predicted level of optimum preparation conditions for the maximized and minimized physico-chemical properties of the yoghurt by the ridge analysis of their response surface

Physico-chemical properties	Conditions								Morphology
	Citrus concentrate		Citrus flavor		Fructose		Estimated response		
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	
pH	0.53	1.99	0.0273	0.0269	4.96	4.99	4.33	4.12	Saddle point
Viscosity	0.81	2.28	0.0445	0.0424	4.91	4.85	134.07	88.91	Saddle point
L*	0.61	1.85	0.0215	0.0238	5.31	3.24	84.48	78.83	Saddle point
a*	1.18	0.86	0.0352	0.0147	3.17	5.23	-2.41	-3.49	Saddle point
b*	2.27	0.67	0.0427	0.0358	5.14	4.06	18.34	7.55	Saddle point

L*(명도)는 첨가한 감귤농축액, 감귤향, 및 과당의 함량이 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(Table 5).

a*(적색도)가 가장 높게 나타난 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 1.18%, 감귤향의 함량이 0.0352%, 과당의 함량이 3.17일때 -2.41로 가장 높게 나타났다. a*(적색도)가 가장 낮게 나타난 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 0.86%, 감귤향의 함량이 0.0147%, 과당의 함량이 5.23일때 -3.49로 가장 낮게 나타났으며, 요구르트의 a*(적색도)는 첨가한 감귤농축액과 고도로 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다($p < 0.01$)(Table 5).

b*(황색도)가 가장 높게 나타난 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 2.27%, 감귤향의 함량이 0.0427%, 과당의 함량이 5.14일때 18.34로 가장 높게 나타났다. b*(황색도)가 가장 낮게 나타난 제조조건은 첨가

된 감귤농축액의 비율이 0.67%, 감귤향의 함량이 0.0358%, 과당의 함량이 4.06%일때 7.55로 가장 낮게 나타났으며, 요구르트의 a*(적색도)는 첨가한 감귤농축액과 고도로 유의적인 정의 상관관계를 나타내었다($p < 0.01$)(Table 5).

발효유의 관능적 특성

감귤농축액의 함량(0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5%), 감귤향 함량(0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05%), 및 액상과당의 함량(3, 4, 5, 6, 7%)을 달리하면서 제조한 발효유의 관능적 특성은 Table 6에 표시하였다. 감귤농축액, 감귤향, 과당의 첨가에 따라 색은 5.0-6.9, 조직감은 5.1-6.5, 맛은 5.3-7.1, 전체적인 기호도는 5.0-7.4, 그리고 산양취는 1.0-2.3을 나타내었다(Table 6).

산양취 요구르트의 관능적 특성을 SAS 프로그램을 통한 회귀분석 결과 Table 7과 같은 결과를 나타내었다. 색에 대한 R²이 0.9665로 1% 유의수준에서 유의성을 나타내었고, 전체적인 기호도의 R²이 0.8910으로 5% 유의수준에서 유의성을 나타내었으며, 산양취에 대한 R²이 0.9004로 5% 유의수준에서 유의성을 나타내었다.

색에 대한 평가가 가장 낮게 나타난 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 0.53%, 감귤향의 함량이 0.0303%, 과당의 함량이 4.49%일때 4.57로 가장 낮게 나타났다(Table 8). 색에 대한 평가가 가장 높게 나타난 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 2.48%, 감귤향의 함량이 0.0329%, 과당의 함량이 5.26%일때 6.99로 가장

Table 5. Analysis of variables for regression model of dependent variables in preparation conditions for goat milk yoghurt

Conditions	F-Value		
	Citrus concentrate	Citrus flavor	Fructose
pH	17.33***	0.16	0.38
Viscosity	4.04*	0.85	3.76*
L*	1.48	1.40	1.31
a*	11.69***	1.05	1.19
b*	41.24***	0.22	1.70

Table 6. Sensory characteristics of the yoghurts (N=8)

Exp. No.	Condition				Sensory characteristics			
	Citrus concentrate	Citrus flavor	Fructose	Color	Texture	Taste	Overall palatability	Goaty flavor
1	1.0	0.02	4	5.0	5.8	5.9	5.8	2.3
2	1.0	0.02	6	5.3	5.9	6.9	6.9	1.8
3	1.0	0.04	4	5.3	5.8	5.3	5.4	2.0
4	1.0	0.04	6	5.4	6.3	6.6	6.9	1.5
5	2.0	0.02	4	6.4	5.3	5.5	5.6	1.6
6	2.0	0.02	6	6.3	6.0	6.4	6.1	1.4
7	2.0	0.04	4	6.4	6.0	6.0	6.1	1.6
8	2.0	0.04	6	6.8	6.5	6.5	7.0	1.4
9	1.5	0.03	5	5.8	5.5	5.4	5.8	1.8
10	1.5	0.03	5	5.9	6.1	6.3	6.3	1.5
11	0.5	0.03	5	4.6	5.3	5.4	5.0	1.9
12	2.5	0.03	5	6.9	6.0	6.1	5.9	1.6
13	1.5	0.01	5	6.0	5.6	5.8	6.0	1.8
14	1.5	0.05	5	5.8	6.1	6.0	6.1	1.4
15	1.5	0.03	3	5.4	5.1	4.8	5.0	2.0
16	1.5	0.03	7	5.9	6.4	7.1	7.4	1.0

Table 7. Polynomial equations calculated by RSM program for the yoghurt

Responses	Polynomial equations	R ²	Significance
Color	$Y_6 = 5.8875 + 0.59375X_1 + 0.03125X_2 + 0.10625X_3 - 0.025X_1^2 + 0.0125X_2X_1 + 0.0125X_2^2 - 0.0125X_3X_1 + 0.0375X_3X_1 - 0.05X_3^2$	0.9665	0.0009
Texture	$Y_7 = 5.89375 + 0.0875X_1 + 0.1625X_2 + 0.275X_3 - 0.0375X_1^2 + 0.1X_2X_1 + 0.0125X_2^2 + 0.075X_3X_1 + 0.025X_3X_1 - 0.0125X_3^2$	0.7779	0.1571
Taste	$Y_8 = 5.9875 + 0.06875X_1 + 0.00625X_2 + 0.51875X_3 - 0.025X_1^2 + 0.1875X_2X_1 + 0.0125X_2^2 - 0.1125X_3X_1 - 0.0125X_3X_1 + 0.025X_3^2$	0.8235	0.0903
Overall palatability	$Y_9 = 6.19375 + 0.1X_1 + 0.075X_2 + 0.55X_3 - 0.15X_1^2 + 0.225X_2X_1 - 0.15X_3X_1 - 0.1X_3X_1 + 0.0375X_3^2$	0.8910	0.0259
Goaty flavor	$Y_{10} = 1.664063 - 0.125X_1 - 0.078125X_2 - 0.21875X_3 + 0.03125X_1^2 + 0.0625X_2X_1 - 0.015625X_2^2 + 0.0625X_3X_1 - 0.03125X_3^2$	0.9004	0.0203

X₁: Citrus concentrate, X₂: Citrus flavor, X₃: Fructose.

Table 8. Predicted level of optimum preparation conditions for the maximized and minimized organoleptic properties of the yoghurt by the ridge analysis of their response surface

Sensory characteristics	Conditions								Morphology
	Citrus concentrate		Citrus flavor		Fructose		Estimated response		
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	
Color	2.48	0.53	0.0329	0.0303	5.26	4.49	6.99	4.57	Saddle point
Texture	1.96	1.91	0.0421	0.0217	6.30	3.38	6.73	5.20	Saddle point
Taste	1.24	0.94	0.0265	0.0349	6.90	3.41	7.17	4.83	Saddle point
Overall	1.47	0.78	0.0362	0.0363	6.90	3.76	7.54	4.61	Saddle point
Goaty	0.74	1.44	0.0231	0.0357	3.89	6.91	2.35	1.08	Saddle point

높게 나타났으며, 요구르트의 색에 대한 평가는 감귤농축액에 따라 고도로 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.01$)(Table 9).

조직감에 대한 평가가 가장 낮게 나타난 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 1.91%, 감귤향의 함량이 0.0217%, 과당의 함량이 3.38%일때 5.20으로 가장 낮게 나타났다(Table 8). 조직감에 대한 평가가 가장 높게 나타난 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 1.96%,

감귤향의 함량이 0.0421%, 과당의 함량이 6.30%일때 6.73로 가장 높게 나타났으며, 요구르트의 조직감에 대한 평가는 과당 함량에 따라 저도의 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.10$)(Table 9).

맛에 대한 평가가 가장 낮게 나타난 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 0.94%, 감귤향의 함량이 0.0349%, 과당의 함량이 3.41%일때 4.83으로 가장 낮게 나타났다(Table 8). 맛에 대한 평가가 가장 높게 나타

Table 9. Analysis of variables for regression model of dependent variables in preparation conditions for goat milk yoghurt

Conditions	F-Value		
	Citru concentrate	Citrus flavor	Fructose
Color	41.24***	0.22	1.70
Texture	0.74	1.39	3.44*
Taste	0.68	0.42	6.43*
Overall palatability	2.11	1.10	9.78***
Goaty flavor	3.57*	1.45	8.85**

* : $p < 0.1$, ** : $p < 0.05$, *** : $p < 0.01$.

난 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 1.24%, 감귤향의 함량이 0.0265%, 과당의 함량이 6.90%일때 7.17로 가장 높게 나타났으며, 요구르트의 맛에 대한 평가는 과당 함량에 따라 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.10$)(Table 9).

전체적인 기호도에 대한 평가가 가장 낮게 나타난 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 0.78%, 감귤향의 함량이 0.0363%, 과당의 함량이 3.76%일때 4.61로 가장 낮게 나타났다(Table 8). 전체적인 기호도에 대한 평가가 가장 높게 나타난 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 1.47%, 감귤향의 함량이 0.0362%, 과당의 함량이 6.90%일때 7.54로 가장 높게 나타났으며, 요구르트의 전체적인 기호도에 대한 평가는 과당 함량에 따라 고도로 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.01$)(Table 9).

산양취가 가장 강하게 나타난 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 0.74%, 감귤향의 함량이 0.0231%, 과당의 함량이 3.89%일때 2.35로 가장 강하게 나타났다. 산양취가 가장 약하게 평가된 요구르트의 제조조건은 첨가된 감귤농축액의 비율이 1.44%, 감귤향의 함량이 0.0357%, 과당의 함량이 6.91%일때 1.08로 가장 낮게 나타났으며, 요구르트의 산양취에 대한 평가는 과당 함량에 따라 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$)(Table 9).

요 약

본 연구는 감귤을 이용하여 산양취가 저감된 산양유 요구르트를 개발하고자 감귤농축액과 감귤향 그리고 과당을 이용하여 산양유 요구르트를 제조하였으며, 제조된 산양유 요구르트의 이화학적 특성 및 관능적 특성을 조사하여 반응표면분석을 이용하여 세 가지 요인이 이화학적 특성 및 관능적 특성에 미치는 영향을 도출하고 감귤 산양유

요구르트의 최적 제조조건을 설정하였다. 제조된 산양유 요구르트의 이화학적 특성에 있어서는 감귤농축액의 첨가가 pH, 적색도, 및 황색도에 고도로 유의적인($p < 0.01$) 영향을 나타내었으며, 관능적 특성에 있어서는 감귤농축액의 첨가가 색에, 과당의 첨가가 전체적인 기호도에 고도로 유의적인($p < 0.01$) 영향을 나타내었다. 반응표면 분석에 의한 산양취의 최대값은 2.35, 최소값은 1.08로 두배이상 차이가 나타났으며, 산양취를 최소화시키는 배합조건은 감귤농축액 1.44%, 감귤향 0.0357%, 및 과당 6.91%이었다.

참고문헌

- Alonso, L., Fontecha, J., Lozada, L., Fraga, M. J., and Juarez, M. (1999) Fatty acid composition of caprine milk: major, branch-chain, and trans fatty acids. *J. Dairy Sci.* **82**, 878-884.
- Cha, J. Y. and Cho, Y. S. (2001) Bioactive properties of citrus flavonoids. *J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol.* **44**, 122-128.
- Frydoonfa, H. R., McHrath, D. R., and Spigelman, A. D. (2003) the variable effect on proliferation of a colon cancer cell line by the citrus fruit flavonoid Naringenin. *Colorectal Dis.* **5**, 149-152.
- Haenlein, G. F. W. (2004) Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Res.* **51**, 155-163.
- Ha, J. K. and Lindsay, R. C. (1993) Release of volatile branched-chain and other fatty acids from ruminant milk fats by various lipases. *J. Dairy Sci.* **76**, 677-690.
- Jenness, R. (1980) Composition and characteristics of goat milk: Review 1968-1979. *J. Dairy Sci.* **63**, 1605-1630.
- Kim, C. M. (2006) Strategy for the development of Jeju citrus industry. Korea-Japan Joint symposium of Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Jeju. Korea, pp. 39-56.
- Lee, D. S., Kim, Y. S., Ko, C. N., Cho, K. H., Bae, H. S., Lee, K. S., Kim, J. J., Park, E. K., and Kim, D. H. (2002) Fecal metabolic activities of herbal components to bioactive compounds. *Arch. Pharm. Res.* **25**, 165-169.
- Lee, K. D., Kim, S. K., and Lee, M. H. (2005) Optimization of preparation condition on oriental melon jam by response surface methodology. *Korean J. Food Preserv.* **12**, 216-222.
- Park, S. H. (1991) Modern experimental design. Minyoungsa, Seoul, Korea. pp. 547-549.
- Parkash, S. and Jenness, R. (1968) The composition and characteristics of goat's milk: A review. *Dairy Sci. Abstr.* **30**, 67
- 제주특별자치도 (2007) 감귤을 이용한 기능성 유제품 생산기술 개발, pp. 34-42.

(2007. 7. 13. 접수/2007. 9. 14. 채택)