

Holstein 젖소 초유의 성분 변화에 관한 연구

이수원 · 양동훈* · 황보 식
성균관대학교 생명공학부, *유니온통상

Changes in Compositions of Holstein Colostrum during Lactation Period

S. W. Lee, D. H. Yang*, and S. Hwangbo

Faculty of Life Science and Technology, Sungkyunkwan University
*Union Trade Co.

Abstract

To investigate the compositions of Holstein colostrums, samples were collected at 12 hour-interval after 12hrs postpartum. Milk protein, milk fat, SNF and total solid content of the colostrum rapidly decreased from 12 hours to 48 hours after calving whereas lactose was the lowest at 12 hours after calving. Ash content was not shown to changes during lactation periods. Immunoglobulin G(IgG) concentration was also significantly($p<0.05$) high in both primiparous and multiparous colostrum collected at 12 and 24 hours after calving. IgG concentration of primiparous and multiparous colostrums at 12 hours after calving was 44mg/ml and 44.27mg/ml, respectively. There was no apparent difference in IgG level between primipara and multipara. Fatty acid composition of colostrum lipid was not shown to changes during lactation period. However, lauric acid, myristic acid and total saturated fatty acid were slightly decreased in multiparous colostrum lipid. Capric acid, lauric acid, myristic acid and palmitoleic acid composition in primiparous colostrum lipid were slightly higher than those of multiparous colostrum lipid throughout all lactation periods.

Key words : colostrum, immunoglobulin, saturated fatty acid, primiparous, multiparous.

서 론

초유는 포유동물이 분만후 24시간 또는 48시간 동안 새끼에게 공급해 주는 유즙으로 필수 영양소 뿐만아니라 많은 면역성분과 성장인자를 함유하고 있다. 소의 초유는 장관방어체계가 발달되지 않은 새끼를 보호하기 위해서 면역글로불린과 같이 체액성면역을 구성하는 수동면역을 전달해주는 것으로 인정되고 있다⁽¹⁾. 사람, 토끼, guinea pig를 제외한 모든 신생자는 초유를 통해서만 모체로부터 수동면역을 부여받아 외부감염에 대한 저항성을 높인다^(3~6). 따라서 초유는 신생자의 각종 질병으로부터

의 자기보호와 신체의 균형적 발달을 위한 성분을 골고루 갖추고 있어, 그 효용가치가 매우 높다고 할 수 있다.

우유의 조성성분은 영양가와 풍미가 중요하므로 소비자의 입장에서는 그 함량이 높은 것을 원하게 된다. 또한 가공적 측면에서도 각종 유제품 생산시 제품의 수율과 직접적인 관련이 있으므로 원유의 조성성분의 함량을 높이는 일은 매우 중요하다. 과거에는 유 조성성분 중에서 유 지방량에 의하여 가격이 결정되었으나, 최근에는 무지고형분의 영양가치가 높고 평가받게 되고 있는 추세이다. 특히 고령화 시대와 함께 고혈압, 암, 당뇨 등 각종 성인병은 날로 증가하는 추세에 있어, 식품 중의 생리활성 물질이 크게 주목 받고 있다. 이는 초유가 정상유보다 10배 내지 500배 이상의 Growth factor를 함유하고 있어 유즙 중의 생리활성 성분을 이용하려는 움직임이 활발히 진행되고 있다^(3,5).

Corresponding author : S. W. Lee, Faculty of Life Science and Technology, Sungkyunkwan University, 300, Chunchun-dong, Jangan-gu, Suwon, Kyunggi-do, Korea. E-mail : leesw@skku.ac.kr

초유에는 immunoglobulin (Ig)을 포함한 단백질, 지방과 미네랄 함량이 정상유보다 높으며 유당함량은 초유에서 정상유보다 높다. 또한, 회분 함량은 초유가 정상유보다 더 낮지만 미네랄 성분 중에서 칼슘, 나트륨, 인 그리고 염소의 함량은 초유에서 더 높고, 칼륨의 함량은 더 낮은 것으로 알려져 있다^(7,8). 우유에서와 같이 초유의 지방산 조성비는 단쇄지방산(short chain fatty acid)과 탄소수가 18개인 stearic acid, oleic acid, linoleic acid는 높은 반면에 중쇄지방산(medium chain fatty acid)은 더 낮다⁽⁹⁾. 이러한 유 성분은 품종⁽⁴⁾, 비유기간^(10,11), 산차^(3,12), 그리고 생리적 요인⁽¹³⁾에 의해서 변화한다. 초유 생리활성 성분을 분획 이용하기 위해서는 이러한 초유 중의 조성성분의 함량 변화를 정확하게 파악해 두는 것은 매우 중요하리라 생각된다.

본 연구에서는 초유 중에 함유되어 있는 생리활성 성분을 이용하기 위한 연구의 일환으로, 분만 후 시간의 경과에 따른 홀스타인유의 성분 변화를 조사하였다. 이는 생리활성 성분을 분획하거나 정제하여 이를 이용한 기능성 식품을 만들기 위한 전단계로 초유의 성분변화는 매우 중요하리라 생각된다.

재료 및 방법

공시동물 및 공시유 채취

본 실험에 사용된 초유는 성원목장과 축산기술연구소에서 사육중인 홀스타인 20두(초산 10두, 경산우 10두)로부터 채취하였다. 초유는 분만 후 1일부터 6일까지 12시간 간격으로 500 ml씩 손 착유하여 분석 전까지 -20°C에 급속 냉동시켰다가 해동하여 사용하였다.

일반성분의 분석

본 실험에서 유단백질, 유지방, 유당 그리고 총고형분은 Milkoscan (DairyLab 2, Foss Electric Co., Denmark)을 이용하여 분석하였으며, 회분의 함량은 A.O.A.C.법⁽¹⁴⁾으로 분석하였다.

초유 중의 immunoglobulin G (IgG) 함량 측정 젖소 초유 및 상유의 IgG 함량의 분석은 Coligan 등⁽¹⁵⁾의 sandwich indirect enzyme-lin-

ked immunosorbent assay (siELISA)법으로 측정하였다. Rabbit anti-bovine IgG를 capture IgG (10 µg/well)로 사용하였으며, 소 혈청알부민(BSA, 1%)을 사용하여 비특이적으로 결합하는 단백질을 blocking하였다. 1차 항원은 bovine IgG를 농도별로 희석하여 capture IgG에 결합시켰으며, anti-bovine IgG-alkaline phosphatase conjugate로 발색시킨 후, 405nm에서 ELISA plate reader (EL×800:Bio-Tec, USA)를 이용하여 IgG의 함량을 측정하였다. 측정된 표준 bovine IgG에 의해 작성된 회귀직선방정식(Fig. 1)으로 분만 후 IgG의 함량 변화를 계산하였다($y = 0.418X + 0.143$ (µg/µl). y, IgG (µg/µl); X, absorbance at 405nm).

단백질 정량

단백질 정량은 Markwell 등⁽¹⁶⁾의 방법을 사용하여 정량하였으며, 표준물질은 BSA를 사용하였다.

초유 중 지방산 조성 분석

1) 시료의 전처리

100ml 환저플라스크에 초유와 정상유에서 분리한 크림층 0.5g~1g를 취하고, 0.5 N 메탄올성 수산화나트륨용액 10ml을 가하였다. 플라스크위에 환류냉각기를 설치하고 30분~1시간 정도 water bath상에서 균일한 용액이 얻어질 때까지 가열하였다. 그 후 14% BF₃을 환류 냉각기를 통해 넣은 후, 10분 동안 계속하여 가열하였다. 마지막으로 n-heptane 5ml를 냉각기를 통해 첨가하고 10분간 더 가열하였다. 가열을 중단하고 냉각한 다음, water bath와 냉각기를 제거하고 3~4ml의 염화나트륨 포화용액을 첨가하여 플라스크를 흔든 후, 염화나트륨

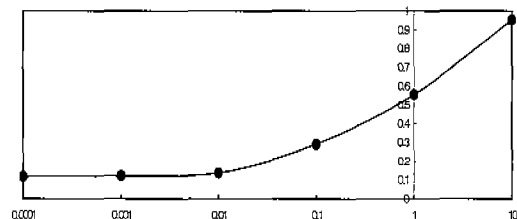


Fig. 1. Standard curve of bovine IgG by siELISA.

Table 1. Operating conditions of gas chromatography

Gas chromatography	Hewlett Packard 6890
Column	HP-Innowax (Cross-linked Polyethylene Glycol)
Injector temperature	230°C ~240°C
Column temperature	190°C ~195°C
Detector temperature	240°C ~250°C
Detector	FID
Carrier gas	N ₂
Flow rate	40ml/min

포화용액을 다시 첨가하여 n-heptane층이 플라스크의 목 부분까지 올라오게 하였다. 그리고 상층에서 약 1ml의 n-heptane층을 취한 후, 이에 소량의 무수황산나트륨을 첨가하여 탈수시킨 것을 시험용액으로 하였다.

2) Gas chromatography 분석조건

Gas chromatography 분석조건은 Table 1과 같으며 지방산의 함량은 전체 피크의 면적에

대한 각 지방산의 면적을 백분율(%)로 나타내었다.

통계분석

결과는 SAS⁽¹⁷⁾ program을 이용하여 Duncan의 다중검정법으로 각 요인간의 유의성을 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

초유 중의 일반성분의 변화

초유 중에 함유되어 있는 유지방, 유단백질, 유당, 그리고 무지고형분(SNF)의 변화를 조사한 결과, 유지방의 함량은 분만 후 12시간에 8.40%, 24시간에 5.46%, 36시간에 4.80%, 48시간에 4.50%로 나타났으며, 분만 24시간까지의 초유가 유의적 ($p < 0.05$)으로 높았다(Table 2). 그리고 48시간 이후부터 초유 중 지방 함량은 거의 일정한 함량을 나타내었다. 유단백질의 함량은 12시간에 12.61%였으며, 그 후 시간의 경과와 함께 감소하여 72시간에 4.39%로 나타났다. 초유 중 유단백질 함량은 24시간까지 착유한 초유에서 유의적 ($p < 0.05$)으로 높게 나타났으며, 분만 후 84시간 이후에는 거의 일정한 함량을 나타내었다(Table 2). 초유 중 유당의

Table 2. Changes of colostrum components of Holstein during lactation period (%)

Time (hr)	Fat	Protein	Lactose	SNF ¹⁾	Total solid	Ash
12	8.40 ^a ± 1.66 ²⁾	12.61 ^a ± 2.31	3.10 ^b ± 0.45	16.46 ^a ± 3.58	23.66 ^a ± 3.06	1.20 ^a ± 0.14
24	5.46 ^b ± 0.85	8.55 ^b ± 1.08	3.71 ^a ± 0.38	13.00 ^{ab} ± 2.66	19.89 ^b ± 2.18	1.12 ^a ± 0.10
36	4.80 ^{bc} ± 0.36	6.30 ^c ± 1.36	3.60 ^a ± 0.36	10.83 ^{bc} ± 1.95	15.92 ^c ± 1.05	1.03 ^{ab} ± 0.11
48	4.49 ^c ± 0.54	5.47 ^c ± 1.25	3.84 ^a ± 0.19	10.05 ^{bc} ± 0.85	14.41 ^c ± 1.08	0.94 ^{bc} ± 0.07
60	4.88 ^c ± 0.42	4.80 ^d ± 0.82	3.96 ^a ± 0.17	9.50 ^c ± 0.45	13.58 ^{cd} ± 0.45	0.86 ^c ± 0.03
72	4.88 ^c ± 0.50	4.39 ^{de} ± 0.45	4.01 ^a ± 0.23	9.13 ^c ± 0.33	13.10 ^d ± 0.28	0.89 ^c ± 0.04
84	4.74 ^c ± 0.33	4.21 ^{de} ± 0.28	4.07 ^a ± 0.22	9.02 ^d ± 0.41	12.75 ^d ± 0.30	0.86 ^c ± 0.02
96	4.80 ^c ± 0.28	4.15 ^e ± 0.44	4.12 ^a ± 0.18	9.01 ^d ± 0.30	12.30 ^d ± 0.11	0.88 ^c ± 0.06
108	4.67 ^c ± 0.50	3.99 ^e ± 0.54	4.26 ^a ± 0.26	8.99 ^d ± 0.21	12.40 ^d ± 0.20	0.82 ^c ± 0.02
120	4.47 ^c ± 0.27	4.02 ^e ± 0.38	4.09 ± 0.40	8.84 ^d ± 0.14	12.50 ^d ± 0.21	0.84 ^c ± 0.01
132	4.40 ^c ± 0.30	3.82 ^c ± 0.15	4.09 ± 0.37	8.64 ^d ± 0.24	12.37 ^d ± 0.24	0.83 ^c ± 0.04
144	4.38 ^c ± 0.29	3.79 ^e ± 0.14	4.21 ^a ± 0.29	8.73 ^d ± 0.33	12.70 ^d ± 0.26	0.83 ^c ± 0.03

¹⁾ SNF was indicates solids-not-fat.

²⁾ Values were expressed as means ± SD (n=10).

Letters with different superscript in each column are significantly different at $p < 0.05$.

함량은 12시간에 3.10%로서 가장 낮은 것으로 나타났으며($p<0.05$), 그 후 시간의 경과와 함께 증가하는 추세를 보였으나, 72시간에는 4.01%로서 정상유와 거의 비슷한 함량을 나타내었다. 우유의 총 고형분에서 유지방을 제외한 무지고형분의 함량은 12시간에 16.46%, 24시간에 13.00%였으며, 그 후 점차적으로 감소하여 분만 후 72시간에는 9.13%로 나타났다. 초유 중 무지고형분 함량은 유지방과 유단백질과 같이 24시간까지 착유한 초유에서 유의적($p<0.05$)으로 높게 나타났다(Table 2).

초유 중의 총 고형분과 회분의 함량 변화를 조사한 결과, 분만 후 12시간 후에 착유한 초유 중의 총 고형분의 함량은 23.66%로서 가장 높게 나타났으며, 그 후 감소하여 72시간에는 13.10%로 나타났으며(Table 2), 72시간 이후의 총 고형분 함량은 정상유와 거의 같은 함량을 나타내었다. 총고형분의 함량은 분만 후 12시간에 착유한 초유에서 가장 높았으며($p<0.05$), 24시간에 착유한 초유 중 총고형분의 함량 또한 유의적($p<0.05$)으로 높았다. 회분의 함량은 12시간에 1.20%, 24시간에는 1.11% 그리고 36시간에는 1.03%로서 약간의 감소현상을 나타내었으며, 분만 후 24시간까지 착유한 초유에서 유의적($p<0.05$)으로 높았다.

본 연구에서 얻은 초유 중의 일반성분 함량은 유당을 제외한 모든 성분이 분만 12시간에 가장 높게 나타났으며, 비유기간이 경과함에 따라서 급격히 감소하여 3일 이후에는 정상유의 수준과 비슷하였다(Table 2). 특히 분만 후 12시간에 착유한 초유 중 단백질의 함량은 정상유보다 약 3배 정도 높게 나타났다. 초유 중에는 유당을 제외한 거의 모든 성분 함량이 높기 때문에 총고형분 함량이 정상유보다 높았다. 이러한 결과는 Parrish 등⁽¹⁸⁾, 그리고 Rook⁽¹⁹⁾의 연구와 일치하는 경향을 보였다. Oyenyi와 Hunter⁽¹²⁾에 따르면, 분만 후 Holstein의 첫 3회 착유에서 총고형분, 회분 그리고 총 단백질이 분만 직후에 각각 24.96%, 1.12% 그리고 11.49%로 나타났으며, 분만 후 12시간 및 24시간까지 감소한다고($p<0.05$) 하였다. 또한 초유 중의 이들 각각의 성분이 분만 직후에 각각 26.74%, 1.22% 그리고 16.07%에서부터 분만 후 24시간에는 각각 12.83%, 0.85% 그리고 4.52%로 급격히 감소한다고 하였다. 유당을 제

외하면 초유 중의 일반 성분은 분만 후 3~4일 이내가 가장 많아, 초유 중의 생리활성물질을 이용하기 위해서는 분만 후 3~4일 이내의 유즙을 이용하여 필요한 유용 성분을 분획하는 것이 매우 중요할 것으로 생각된다.

IgG의 함량 변화

IgG 표준곡선(Fig. 1)을 이용하여 분만 후 시간의 경과에 따른 IgG의 변화를 측정된 결과, 초산우의 경우 분만 12시간 후 IgG 함량은 44.67mg/ml, 24시간에는 36.98mg/ml로서 24시간까지 초유 중 평균 IgG 함량은 40.83mg/ml였다(Table 3). 이러한 초유의 IgG함량은 48시간 이후부터 급속히 감소하였으나, 48시간 이후부터는 통계적인 유의차($p<0.05$)를 보이지 않았다. 경산우의 경우 분만 후 12시간까지의 초유 중 IgG 함량은 44.27mg/ml이었고 24시간에는 38.04mg/ml였으며, 2일째까지는 3.81mg/ml, 3일째까지는 1.25mg/ml, 4일째에는 1.19mg/ml 그리고 정상유에는 0.68mg/ml로서 48시간 후 부터는 통계적 유의차($p<0.05$)를 보이지 않았다. 초유 중 IgG 함량에 대해서 Butler 등⁽²⁰⁾은 분만시 Holstein 초유의 유형 중 IgG 함량은 17mg/ml이라고 하였으며, Klaus

Table 3. Changes in IgG concentration of colostrum and milk of Holstein after calving (mg/ml)

Time (hr)	Primipara	Multipara
12	44.67 ^a ± 15.45 ¹⁾	44.27 ± 12.01
24	36.98 ^a ± 15.54	38.04 ^a ± 11.25
36	8.68 ^b ± 3.54	5.52 ^b ± 1.72
48	4.87 ^b ± 2.58	3.81 ^b ± 1.35
60	1.67 ^{bc} ± 0.77	1.89 ^c ± 0.55
72	1.28 ^c ± 0.62	1.25 ^c ± 0.37
84	1.19 ^c ± 0.49	1.23 ^c ± 0.07
96	1.25 ^c ± 0.27	1.19 ^c ± 0.48
108	0.75 ^c ± 0.38	1.03 ^c ± 0.35
120	0.81 ^c ± 0.46	0.75 ^c ± 0.28
132	0.75 ^c ± 0.58	0.84 ^c ± 0.32
144	0.77 ^c ± 0.42	0.78 ^c ± 0.22
Normal milk	0.73 ^c ± 0.26	0.68 ^c ± 0.33

¹⁾ Values were expressed as means ± SD (n=10).

Letters with different superscript in each column are significantly different at $p<0.05$.

등⁽²¹⁾은 포유 전 초유 유청에서 43.2mg/ml 함유되어 있었다고 보고하였다. Wilson 등⁽²²⁾은 Jersey 초유 중에 37.5mg/ml, 그리고 Penhale 과 Christie⁽²³⁾는 Ayrshire 초유에 24.1mg/ml의 IgG가 함유되어 있다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 얻어진 24시간 이전의 초유 중 IgG 함량은 Wilson 등⁽²²⁾의 Jersey 초유 중 함량과

Penhale과 Christie⁽²³⁾의 Ayrshire의 초유 중 IgG 함량보다 조금 높은 것으로 나타났다. 비유기간에 따른 IgG 함량에 대해서 Stott 등⁽⁵⁾은 초유 중 IgG 함량은 분만 후 12시간 이후에 급격히 감소한다고 하였으며 Butler 등⁽²⁰⁾은 모든 동물 종의 초유 중 IgG 함량은 아주 빠르게 정상유 수준으로 감소하며, 7일간 계속해서 감

Table 4. Fatty acid composition of primiparous Holstein colostrum from parturition day 1 to day 6 (%)

Fatty acid	1		2		3	
	M ¹⁾	E ²⁾	M	E	M	E
Capric acid	1.32±0.22 ³⁾	1.05±0.23	1.40±0.23	1.18±0.23	1.27±0.22	1.08±0.41
Lauric acid	1.74±0.21	2.13±0.31	2.35±0.45	2.04±0.22	2.07±0.23	1.68±0.15
Myristic acid	8.06±1.55	10.94±1.91	10.69±1.33	9.82±1.22	9.88±1.22	8.39±1.55
Palmitic acid	30.92±3.47	38.87±4.56	37.35±4.33	36.28±3.66	36.16±2.98	32.74±3.41
Palmitoleic acid	2.19±0.87	2.11±0.99	2.47±1.14	2.29±0.33	2.39±0.81	2.27±0.51
Stearic acid	13.92±1.64	10.83±2.14	10.74±2.25	11.41±1.35	11.28±1.25	13.19±1.26
Oleic acid	37.84±3.58	30.49±3.45	31.76±3.64	33.47±3.22	33.72±2.78	37.33±3.44
Linoleic acid	4.01±1.02	3.58±1.11	3.24±1.20	3.52±0.59	3.23±0.17	3.32±0.58
Unsaturated FA ⁴⁾	44.04±3.31	36.18±3.54	37.47±3.64	39.28±2.89	39.34±3.78	42.92±4.56
Saturated FA	55.96±4.05	63.82±4.22	62.50±4.33	60.72±4.31	60.66±4.56	57.08±4.13
U/S ratio ⁵⁾	0.79±0.13	0.57±0.04	0.60±0.07	0.65±0.09	0.65±0.07	0.75±0.09

Fatty acid	4		5		6	
	M	E	M	E	M	E
Capric acid	1.38±0.22	1.16±0.22	0.76±0.04	1.10±0.22	1.33±0.22	1.15±0.22
Lauric acid	1.95±0.12	1.69±0.31	1.11±0.09	1.53±0.31	1.88±0.22	1.60±0.15
Myristic acid	8.63±1.55	7.76±0.89	5.86±1.7	7.39±1.23	6.01±2.11	7.88±1.33
Palmitic acid	31.26±3.7	31.16±2.84	29.64±3.41	29.97±3.11	33.39±4.08	30.91±3.61
Palmitoleic acid	2.36±0.21	2.36±0.37	2.29±0.51	2.25±0.54	2.42±0.82	2.29±0.62
Stearic acid	13.15±1.33	14.47±1.55	15.98±1.88	15.62±2.51	14.84±2.44	13.11±2.96
Oleic acid	37.58±3.41	37.79±3.81	40.73±3.82	38.31±4.02	39.84±4.60	38.76±4.07
Linoleic acid	3.69±1.05	3.61±0.88	3.64±0.99	3.58±1.03	4.27±1.22	4.29±1.22
Unsaturated FA ⁴⁾	43.63±3.88	43.76±4.13	46.66±4.46	44.41±4.31	46.53±4.82	45.34±4.18
Saturated FA	56.37±4.11	56.24±4.88	53.34±4.82	55.59±4.13	53.47±4.09	54.66±4.66
U/S ratio ⁵⁾	0.77±0.04	0.78±0.04	0.87±0.07	0.80±0.05	0.87±0.06	0.83±0.15

¹⁾ M : Morning milk.

²⁾ E : Evening milk.

³⁾ Values were expressed as means ± SD (n=5).

⁴⁾ FA : fatty acid.

⁵⁾ U/S ratio : Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid ratio.

소현상을 보인다고 하였다. 이러한 보고들은 본 연구에 의해서도 확인된 것으로, 신생아의 면역체계에 크게 관여하고 있음을 보여 주는 결과라고 생각된다.

초유 중 지방산의 변화

초산우의 유지방 중 지방산조성은 분만 후 1 일에서부터 6일까지 뚜렷한 변화가 없는 것으

로 나타났다(Table 4). Capric acid의 경우, 비유기간에 따라서는 큰 변화를 보이지 않았으며, 분만 후 5일을 제외하고 분만 1일부터 6일까지 capric acid의 조성은 아침착유 초유가 저녁착유 초유보다 더 높게 나타났다. Stearic acid의 함량은 분만 후 비유기간이 진행됨에 따라서 점점 증가하는 경향을 보였다. 그러나 저녁착유 초유와 아침착유 초유간에는 거의 뚜

Table 5. Fatty acid composition of multiparous Holstein colostrum from day 1 to day 6 (%)

Fatty acid	1		2		3	
	M ¹⁾	E ²⁾	M	E	M	E
Capric acid	0.51±0.09 ³⁾	0.52±0.11	0.68±0.14	0.72±0.18	0.68±0.14	0.72±0.24
Lauric acid	1.25±0.23	1.27±0.15	1.37±0.15	1.18±0.17	1.37±0.21	1.18±0.31
Myristic acid	7.68±2.33	7.70±1.55	7.32±1.34	5.81±1.55	7.32±2.11	5.81±1.01
Palmitic acid	35.35±4.55	3.54±1.69	34.50±3.44	32.16±3.80	34.50±3.91	32.16±2.65
Palmitoleic acid	1.24±0.11	1.77±0.31	1.79±0.31	1.79±0.41	1.79±0.24	1.79±0.31
Stearic acid	17.74±2.52	17.38±3.11	18.03±1.36	19.47±2.07	18.03±2.65	19.47±2.04
Oleic acid	32.78±3.88	32.45±4.22	32.95±3.22	35.79±4.07	32.95±4.01	35.79±3.04
Linoleic acid	3.44±1.22	3.37±1.55	3.35±1.07	3.07±1.22	3.35±1.05	3.07±1.14
Unsaturated FA ⁴⁾	37.46±3.98	37.59±3.84	38.05±3.09	40.65±3.91	38.09±3.97	40.65±3.69
Saturated FA	62.54±4.88	62.41±4.97	61.91±4.55	59.35±4.88	61.91±4.08	59.35±4.08
U/S ratio ⁵⁾	0.60±0.04	0.60±0.04	0.62±0.14	0.68±0.13	0.62±0.14	0.68±0.21

Fatty acid	4		5		6	
	M	E	M	E	M	E
Capric acid	0.71±0.21	0.41±0.07	0.50±0.11	0.33±0.14	0.50±0.09	0.33±0.09
Lauric acid	1.01±0.09	0.64±0.11	0.71±0.27	0.53±0.08	0.71±0.17	0.53±0.14
Myristic acid	4.76±0.34	3.54±0.95	3.77±0.13	3.23±0.57	3.77±0.69	3.23±0.77
Palmitic acid	29.02±2.65	27.81±3.69	28.01±3.94	27.68±2.88	28.01±3.44	27.68±2.55
Palmitoleic acid	2.19±0.37	2.01±0.37	1.88±0.33	1.95±0.33	1.88±0.22	1.95±0.09
Stearic acid	19.48±1.56	23.60±2.84	23.01±3.27	24.13±2.98	23.01±3.22	24.13±2.65
Oleic acid	39.36±3.09	38.51±2.98	38.57±3.14	38.82±3.82	38.57±3.89	38.82±3.01
Linoleic acid	3.48±1.07	3.48±0.64	3.57±1.02	3.33±0.59	3.57±0.59	3.33±0.55
Unsaturated FA ⁴⁾	45.03±3.62	43.99±4.06	44.02±4.07	44.10±4.88	44.02±4.01	44.10±3.42
Saturated FA	54.97±4.05	56.01±4.33	55.98±4.55	55.90±4.08	55.98±3.99	55.90±4.55
U/S ratio ⁵⁾	0.82±0.24	0.79±0.26	0.79±0.22	0.78±0.23	0.79±0.17	0.79±0.21

¹⁾ M : Morning milk.

²⁾ E : Evening milk.

³⁾ Values were expressed as means ± SD (n=5).

⁴⁾ FA : fatty acid.

⁵⁾ U/S ratio : Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid ratio.

렸한 경향을 보이지 않았다.

초유의 지질 중 지방산의 조성은 중쇄지방산에 속하는 capric acid, lauric acid 그리고 myristic acid는 경산우보다 초산우에서 전 기간 동안 더 높게 나타났다(Table 4, 5, 6). 장쇄의 포화지방산 중에서 palmitic acid는 초산우가 경산우의 지방산에서 보다 높게 나타났으나, stearic acid의 함량은 경산우가 초산우 보다 일관되게 높게 나타났다. 불포화지방산 중에서 palmitoleic acid의 함량은 초산우에서 경산우 보다 더 높게 나타났으나, monounsaturated fatty acid인 oleic acid는 초산과 경산우 간에 거의 차이를 보이지 않았다. 그리고 필수지방산인 linoleic acid의 함량은 경산우에 비해서 초산우의 지질 중에 더 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다(Table 6). 그러나 비유기간에 따라서 초유와 정상유 간의 지방산의 myristic acid는 초산우와 경산우에서 비유기간이 경과함에 따라서 감소하는 경향을 보였으나, oleic acid는 비유기간에 따라서 약간 증가하는 경향을 보였다. 그러나 다른 지방산은 비유기간에 따라서 뚜렷한 증감의 경향을 보이지 않았다(Table 4, 5, 6).

일반적으로 초유 중 지방산은 정상유보다 단쇄지방산(C2:00~C8:00)의 함량과 탄소수 18개의 지방산(stearic acid, oleic acid, linoleic acid 그리고 linolenic acid)은 높은 반면에 중쇄지방산(C8:00~C14:00)은 그 함량이 적다. 또한, 단쇄지방산은 분만 3일 후부터 감소하기 시

작하며, 중쇄지방산도 감소하기 시작한다. 그리고 장쇄지방산 중에서 stearic acid, oleic acid 그리고 linolenic acid 비율은 증가하기 시작하는 반면에 linoleic acid의 비율은 비유기간 동안 서서히 감소한다⁽⁹⁾. 본 연구에서 myristic acid와 oleic acid의 경우에는 일반적인 초유의 지방산 조성고 같은 경향을 보여주었다.

지금까지의 연구 결과, 영양성분의 함량은 분만 후 48시간까지의 초유에서 비교적 높게 나타났으며, IgG의 함량도 분만 후 60시간까지는 비교적 높은 농도로 함유되어 있었다. 그리고 초유의 총 지질 중의 지방산 조성 변화는 영양학적으로 의미 있는 수준은 아니었지만, 초유에는 인지질과 당지질과 같은 세포벽 성분으로 이용될 수 있는 지질 성분을 정상유보다는 많이 함유하고 있기 때문에, 본 연구결과 이외에 생물학적 기능을 가진 지질 성분이 함유되어 있을 것으로 판단된다. 이러한 초유의 영양학적, 생리학적 기능을 이용하기 위한 초유의 안정적 저장 및 이를 이용하기 위한 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

초유의 이용성을 향상시키고, 그 품질을 보존하기 위한 방안의 일환으로 분만 후 12시간 간격으로 착유한 초유를 이용하여 시간의 경과에 따른 초유의 성분 변화를 조사하였다. 그 결과, 초유의 단백질, 지방, SNF, 그리고 총 고형

Table 6. Comparison of fatty acid composition between primiparous and multiparous Holstein colostrum (%)

Fatty acid	1		2		3		4		5		6	
	P ¹⁾	M ²⁾	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
Capric acid	1.19	0.52	1.29	0.7	0.17	0.7	0.17	0.56	0.93	0.41	1.24	0.41
Lauric acid	1.94	1.26	2.21	1.28	1.88	1.28	1.82	0.82	1.32	0.62	1.74	0.62
Myristic acid	9.50	7.36	10.26	6.56	9.13	6.56	8.19	4.15	6.62	3.50	4.95	3.50
Palmitic acid	34.90	35.44	36.82	33.33	34.45	33.33	31.21	28.41	29.80	27.84	32.15	27.84
Palmitoleic acid	2.15	1.51	2.38	1.79	2.33	1.79	2.36	2.10	2.27	1.92	2.36	1.92
Stearic acid	12.37	17.56	11.07	18.75	12.24	18.75	13.81	21.54	15.80	23.57	13.98	23.57
Oleic acid	34.16	32.62	32.62	34.37	35.52	34.37	37.69	38.93	39.52	38.70	39.30	38.70
Linoleic acid	3.79	3.40	3.38	3.21	3.27	3.21	3.65	3.48	3.75	3.45	4.28	3.45

¹⁾ P : Primiparous Holstein.

²⁾ M : Multiparous Holstein.

분은 분만 후 12시간부터 48시간까지 급속도로 감소하였다. 그러나, 유당은 분만 12시간 후의 함량이 가장 낮았으며, 회분 함량은 거의 변화하지 않았다. 분만 후 12시간 및 24시간의 IgG 함량은 그 이후에 착유한 것보다 높았으며 ($p < 0.05$), 12시간 후의 IgG 함량은 미경산우가 44mg/ml, 경산우가 44.27mg/ml을 나타내었다. 또한 미경산우와 경산우의 IgG 함량은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 분만 후 시간에 경과에 따른 초유 중의 지방산 조성은 거의 변화하지 않았으나, lauric acid, myristic acid, 그리고 총 포화 지방산 함량은 경산우에서 감소하는 경향을 나타내었다. 미경산우의 capric acid, lauric acid, myristic acid, 그리고 palmitoleic acid는 경산우의 초유보다 높은 함량을 나타내었다.

감사의 글

이 논문의 일부분은 1999년도 한국학술진흥재단의 연구비에 의해 진행되었으며, 이에 감사드립니다(KRF-99-005-G00004).

참고문헌

- Hadorn, U., Hammon, H., Bruckmaier, R. M. and Blum, J. W. : Delaying colostrum intake by one day has important effects on metabolic traits and on gastrointestinal and metabolic hormones in neonatal calves. *J. Nutr.*, 127, 2011 (1997).
- Saarinen, K. M., Vaarala, O., Klemetti, P. and Savilahti, E. : Transforming growth factor-beta1 in mothers' colostrum and immune responses to cows' milk proteins in infants with cows' milk allergy. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 104, 1093 (1999).
- Devery-Pocius, J. E. and Larson, B. L. : Age and previous lactations as factors in the amount of bovine colostrum immunoglobulins. *J. Dairy Sci.*, 66, 221 (1983).
- Muller, L. D. and Ellinger, D. K. : Colostral immunoglobulin concentration among breeds of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 64, 1727 (1981).
- Stott, G. H., Fleenor, W. A. and Kleese, W. K. : Colostral immunoglobulin concentration in two fractions of first milking postpartum and five additional milkings. *J. Dairy Sci.*, 64, 459 (1981).
- Stott, G. H. and Fellah, A. : Colostral immunoglobulin absorption linearly related to concentration for calves. *J. Dairy Sci.*, 66, 1319 (1983).
- Garrett, O. F. and Overman, O. R. : Mineral composition of colostrum milk. *J. Dairy Sci.*, 23, 13 (1940).
- Ellenberger, H. B., Newlander, J. A. and Jones, C. H. : Variations in the calcium and phosphorus contents of cows milk. *Vet. Agr. Exp. Sta. Bull.*, 556 (1950).
- Renner, E. : Milk and dairy products in human nutrition. W-GmbH, Volkswirtschaftlicher Verlag, Munchen (1983).
- Butler, J. E., Winter, A. J. and Wagner, G. G. : Symposium, Bovine immune system. *J. Dairy Sci.*, 54, 1309 (1971).
- Vihan, V. S. and Sahni, K. L. : Quantitative changes occurring in the gamma globulin level during pregnancy and lactation. *Indian J. Animal Sci.*, 51, 992 (1981).
- Oyeniyi, O. O. and Hunter, A. G. : Colostral constituents including immunoglobulins in the first three milking postpartum. *J. Dairy Sci.*, 61, 44 (1978).
- Caffin, J. P., Poutrel, B. and Rainard, P. : Physiological and pathological factors influencing bovine immunoglobulin G1 concentration in milk. *J. Dairy Sci.*, 66, 2161 (1983).
- A.O.A.C. : Official Method of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia (1990).
- Coligan, J. E., Kruisbeek, A. M., Margulies, D. H., Shevach, E. M. and Strober, E. : Current protocols in immunology. Greene Publishing Association, New York (1994).
- Markwell, M. A. K., Hass, S. M., Bieberand, L. L. and Tolbert, N. E. : A modifi-

- cation of the Lowry procedure to simplify protein determination in membrane and lipoprotein samples. *Anal. Biochem.*, 87, 206 (1978).
17. SAS. SAS/STAT. Software for PC, SAS /STAT user' s guide : Statistics. SAS inst., Cary, NC. (1998).
 18. Parrish, D. B., Wise, G. H., Hughes, E. S. and Atkeson, F. W. : Properties of the colostrum of the dairy cow. V. Yield, specific gravity and concentrations of total solids and its various components of colostrum and early milk. *J. Dairy Sci.*, 33, 457 (1950).
 19. Rook, J. A. : Variations in the chemical composition of the milk of the cow. *Dairy Sci. Abstr.*, 23, 251 (1691).
 20. Butler, J. E. : Immunoglobulins of the mammary secretions. In lactation: A Comprehensive Treatise, Vol. 3. Larson, B. L. and Smith, V. R. Eds, Academic Press. p. 217 (1974).
 21. Klaus, G. C., Bennett, A. and Jones, E. W. : A quantitative study of the transfer of colostrum immunoglobulins to newborn calf. *Immunol.*, 16, 293 (1969).
 22. Wilson, M. R., Duncan, J. R., Heistand, F. and Brown, P. : The influence of preparturient intramammary vaccination on immunoglobulin levels in bovine mammary secretions. *Immunol.*, 23, 313 (1972).
 23. Penhale, W. J. and Christie, G. : Quantitative studies on bovine immunoglobulins. I. Adult plasma and colostrum levels. *Res. Vet. Sci.*, 10, 493 (1969).
-

(2001년 7월 4일 접수)