

목장원유의 경시별 유질 변화 및 보존제 사용에 관한 연구

문진산, 주이석, 임숙경, 장금찬, 김종염,
표수일*, 사혁*, 배은아*

국립수의과학검역원, 서울우유*

Abstracts : The differences in milk payment systems with regard to price determination, quality standards are large among countries. but the nature of payment systems were related to milk quality and hygienic qualities. The number of samples for analysis varied against countries from a minimum of 2 per month to as often as each haul collected from the farm. In order to determine milk price impartially, the pooling of samples for composite sample analysis occurs in some countries. A number of countries are used with Bronopol, Potassium dichromate, Microtabs and Azidiol as preservative. Therefore, in this study, we investigated the daily changes of bulk milk composition and effect for preservative of Potassium dichromate and Azidiol.

Raw milk samples shall be done at storage temperature of 4°C prior to testing. These should be preserved by the addition of Potassium dichromate, such samples could be tested for 6 days. The difference in milk fat and somatic cells were larger than protein and lactose in the daily changes of bulk milk composition. Milk fat was decreased and somatic cells increased according to passage in a few days.

When samples for milk component and somatic cells preserved by addition of Potassium dichromate, the final concentration in the sample not to exceed 0.6 g/100 ml. Also, When samples for bacterial counter are not to be tested with 24h of sampling, they shall be done as soon as possible after sampling, preserved by addition of Azidiol. The proper concentration of Azidiol in the sample was 0.1ml/30 ml, such samples may preserved for no longer than 72h at 5°C.

서론

우유가 완전식품이라고 일컬어지고 국민의 주요한 식품으로 평가되는 이유는 우유에는 사람들의 건강에 필요한 영양성분이 골고루 함유되어 있기 때문이다. 우유는, 건강유지를 위하여 매우 중요한 식품인 반면 미생물에게도 좋은 영양공급원이기 때문에 우유의 위생관리는 국민건강에 미치는 영향이 매우 크다.

그리하여 대부분의 국가에서는 우유의 품질향상을 위하여 세균수, 체세포수, 유성분 중 지방, 단백질 또는 무지고형분, 항생물질, 가수, 집유온도 등에 따라 장려금(Premium) 또는 벌과금(Penalty), 폐기처분의 조치를 취하고 있다.

국내에서도 과거에는 유성분 중 유지방에 의해서만 유대가 결정되었으나, 1993년 6월부터는 세균수, 체세포수에 의해서도 유대가 결정되었으며 그 후 계속해서 위생등급제가 더욱더 강화되고 있는 실정이다. 1998년 7월 현재 국내 유대지불 체계는 유지방 0.1%마다 kg당 11원의 차이를, 세균수는 등급에 따라 총 134원의 차이를 두고 있다. 체세포수의 경우도 20만 미만인 1등급은 30원의 장려금을, 50만 이상인 3등급은 60원의 벌과금을 부과하는 등 유질에 따라 유대를 차등지급하고 있다. 그리하여 많은 낙농가들은 유질에 따라 유대 차이가 매우 심하므로 원유 검사결과와 공정성 및 정확성에 대하여 많은 관심을 가지고 있다.

원유검사 중 보존제 사용유무는 국가별로 차이가 있으나 많은 국가에서 지방 및 단백질 검사시 보존제를 첨가하여 사용하고 있으며, 보존제로는 Bronopol이 가장 많이 사용되고 있으며, 캐나다와 이스라엘에서는 Potassium dichromate를 사용하고 있다. 국내에서도 현행 축산물가공처리법에 장시간 보관시 원유에 증크롬산칼륨 등의 보존제를 처리하도록 하고 있다.

한편, 낙농진흥법 개정시행에 따라 원유의 집유노선 일원화와 병행하여 원유 중 유대지불 검사(유지방, 체세포수, 세균수)는 각 도의 원유검사기관(각 도 가축위생시험소)에서 실시함으로써 검사결과와 공정성을 기하고자 하였다. 하지만 유대지불을 위한 채취시료가 집유장에서 원유검사기관으로 이송되어야 함에 따라 원유의 보관시간과 검사물량 증가에 따른 검사시간 지연이 예상됨으로 인하여 신뢰성 있는 검사를 위해서는 보존제 사용 등 다각적인 방법들이 검토되어야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 목장원유의 경시별 변화와 국내에서 보존제로 가장 널리 사용되고 있는 Potassium dichromate 첨가에 따른 유성분 변화와 보존제 처리후 적층에 따른 유성분 검사결과를 비교 조사하였으며, 또한 정균제인 Azidiol 첨가가 원유의 세균수에 미치는 영향을 조사한 바 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

① 원유 시료채취

목장원유의 경시별 유성분의 변화를 확인하기 위하여 경기지역의 20개 목장을 대상으로 최초 검사일로부터 계속해서 5-8일간 시료를 채취하였다. 목장원유는 아침 착유 후 냉각기로부터 40ml의 우유를 채취하여 냉장 수송한 후 실험을 실시하였으며, Potassium dichromate 첨가에 따른 경시별 유성분 변화와 Azidiol 첨가가 원유의 세균수에 미치는 영향은 유가공장에 도착된 밀크로리 원유를 대상으로 1997년 10월부터 1998년 12월까지 조사하였다.

② 보존제

Potassium dichromate는 시중에서 원유검사시 사용하고 있는 것을 구입하여 사용하였으며, Azidiol은 다음과 같이 제조하여 사용하였다. Azidiol 100ml 제조시 150mg의 chloramphenicol을 1ml ethanol에 녹인후 증류수(pH 6.0) 60ml과 3.6g의 sodium azide(NaN_3), 그리고 4.5g의 Tris-sodium-citrate 5, 5-hydrate에 혼합

하였다. 그리고 50℃ 항온수조에서 완전히 녹인 다음 증류수로 총량을 100ml되게 조정한 후 사용하였다.

③ 유성분 및 세균수 검사

원유 중 지방, 단백질, 유당의 함량과 체세포수는 Milkoscan-4,000 Serier. A/SN.(FOSS Electric Co.)에 의하여 분석하였으며, 검사기기의 정확함

〈표 1〉 목장원유의 경시별 지방의 변화

목장	지 방 (%)									최소·최대 차이값
	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일	8일	평균	
1	4.06	3.81	3.91	4.04	4.0	N.T	N.T	N.T	3.96	0.25
2	4.20	3.51	3.74	3.75	3.94	N.T	N.T	N.T	3.83	0.69
3	3.94	4.16	4.01	3.98	3.93	N.T	N.T	N.T	4.0	0.23
4	4.29	N.T	4.30	4.22	4.33	N.T	N.T	N.T	4.29	0.11
5	4.12	4.05	3.88	4.10	4.12	N.T	N.T	N.T	4.05	0.24
6	3.95	3.85	3.94	3.99	3.91	N.T	N.T	N.T	3.93	0.10
7	4.20	4.16	N.T	4.13	4.29	N.T	N.T	N.T	4.20	0.16
8	3.80	3.86	3.90	3.84	3.84	N.T	N.T	N.T	3.85	0.10
9	4.22	4.36	4.21	4.49	4.41	N.T	N.T	N.T	4.34	0.28
10	3.61	3.67	3.62	3.73	3.77	3.63	3.70	3.79	3.69	0.18
11	3.64	3.84	3.83	3.88	3.85	3.80	3.75	3.66	3.78	0.24
12	3.55	3.54	3.57	3.69	3.55	3.51	3.45	3.54	3.55	0.24
13	3.61	3.76	3.70	3.68	3.53	3.41	3.47	3.44	3.55	0.35
14	3.37	3.29	3.36	3.47	3.34	3.34	3.28	3.28	3.58	0.19
15	3.57	3.53	3.64	3.52	3.46	3.54	3.70	3.61	3.57	0.24
16	3.96	3.99	3.94	3.91	3.94	3.85	3.89	3.78	3.91	0.21
17	3.86	3.64	3.53	3.61	3.45	3.43	3.50	3.38	3.55	0.48
18	3.62	3.59	3.68	3.67	3.65	3.58	3.65	3.64	3.64	0.09
19	3.65	3.55	3.60	3.58	3.62	3.57	3.49	3.51	3.57	0.16
20	3.86	3.71	3.87	3.89	3.92	3.62	3.85	3.89	3.83	0.30

결과를 얻기 위하여 4가지 검사법의 표준방법으로 보정을 실시하여 사용하였다. 세균수 검사는 Bactoscan 8040(FOSS Electric Co.)를 이용하여 측정하였다.

4.1을 사용하여 분석하였다.

④ 통계분석

유성분, 체세포수, 세균수 검사결과의 통계분석은 컴퓨터 통계프로그램인 Microcal사의 Origin

결과 및 고찰

세계각국의 원유검사 및 유대지급 제도는 각 나라마다 그리고 지역마다 약간씩 다르지만 대부분의 국가에서 유지방, 유단백질, 세균수, 체세포수에 의해서 유대를 지불하고 있으나, 일본은 유단백질 대신 무지고형분을, 미국은 유지방, 유

〈표 2〉 목장원유의 경시별 단백질의 변화

목장	단 백 질 (%)									최소·최대 차이값
	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일	8일	평 균	
1	3.27	3.26	3.22	3.23	3.29	N.T	N.T*	N.T	3.25	0.06
2	3.40	3.30	3.31	3.33	3.44	N.T	N.T	N.T	3.36	0.14
3	3.27	3.27	3.28	3.29	3.30	N.T	N.T	N.T	3.28	0.13
4	3.33	N.T	3.29	3.33	3.39	N.T	N.T	N.T	3.34	0.10
5	3.37	3.31	3.33	3.36	3.38	N.T	N.T	N.T	3.35	0.07
6	3.31	3.29	3.31	3.29	3.31	N.T	N.T	N.T	3.30	0.02
7	3.31	3.23	N.T	3.37	3.58	N.T	N.T	N.T	3.37	0.35
8	3.16	3.16	3.18	3.18	3.22	N.T	N.T	N.T	3.18	0.06
9	3.57	3.75	3.58	3.52	3.48	N.T	N.T	N.T	3.58	0.27
10	3.32	3.32	3.15	3.37	3.42	3.43	3.37	3.41	3.69	0.28
11	3.11	2.99	3.05	3.08	3.09	3.10	3.06	3.06	3.07	0.12
12	3.11	3.07	3.24	3.16	3.13	3.14	3.11	3.09	3.13	0.17
13	3.18	3.16	3.15	3.20	3.13	3.17	3.19	3.19	3.17	0.07
14	3.19	3.04	2.97	3.00	3.08	3.13	3.11	3.10	3.08	0.22
15	3.17	3.15	3.21	3.14	3.16	3.15	3.18	3.18	3.17	0.07
16	3.17	3.13	3.18	3.18	3.17	3.16	3.21	3.18	3.17	0.08
17	3.27	3.20	3.22	3.26	3.21	3.24	3.22	3.22	3.23	0.07
18	3.18	3.20	3.16	3.18	3.20	3.24	3.23	3.25	3.21	0.07
19	3.01	2.99	3.03	3.03	3.02	3.04	3.01	3.04	3.02	0.05
20	3.24	3.26	3.28	3.29	3.27	3.27	3.24	3.23	3.26	0.06

* N.T : Not Test



단백질, 무지고형분 모두를 유대에 반영하고 있으며, 적용기준은 나라마다 약간의 차이가 있다. 성분적 유질의 기준치는 대부분이 유지방 3.5-3.6%, 유단백질은 3.2-3.4%로 설정하고 있으며, 유질이 낮은 원유에 대해서는 별과금 중심으로 유대지급체계가 정해져 있으며, 유질이 좋은 원유에 대해서는 장려금을 지급하는 경우가 많다. 그리고 검사주기는 나라마다 매주, 월 1회 또는 2회를 실시하고 있으며, 유대지급 기준도

15일 또는 한달 단위로 실시하고 있으며, 또한 유대가격도 계절별로 차이를 두는 나라도 있다. 국내의 경우 유대지급 기준은 15일이지만, 원유 검사 주기는 유지방의 경우 매주, 세균과 체세포는 15일에 1회로 설정하고 있다. 이와같이 원유 검사 내용별 검사주기 및 방법은 국가별 유질 수준과 유대지급 기준, 그리고 검사장비 등에 따라 약간씩 차이가 있다.

본 연구에서는 원유검사시 보다 공정한 검사결

〈표 3〉 목장원유의 경시별 유당의 변화

목장	단 백 질 (%)									최소·최대 차이값
	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일	8일	평 균	
1	4.74	4.73	4.69	4.75	4.75	N.T	N.T	N.T	4.73	0.06
2	4.67	4.61	4.64	4.68	4.71	N.T	N.T	N.T	4.66	0.10
3	4.60	4.64	4.63	4.63	4.65	N.T	N.T	N.T	4.63	0.05
4	4.81	N.T	4.76	4.81	4.82	N.T	N.T	N.T	4.80	0.06
5	4.84	4.72	4.74	4.77	4.79	N.T	N.T	N.T	4.77	0.12
6	4.58	4.61	4.56	4.56	4.60	N.T	N.T	N.T	4.58	0.05
7	4.32	4.29	N.T	4.29	4.31	N.T	N.T	N.T	4.30	0.03
8	4.44	4.43	4.44	4.46	4.43	N.T	N.T	N.T	4.44	0.03
9	4.70	4.73	4.63	4.70	4.66	N.T	N.T	N.T	4.68	0.10
10	4.65	4.65	4.52	4.66	4.68	4.75	4.73	4.75	4.67	0.23
11	4.50	4.53	4.55	4.51	4.48	4.48	4.47	4.50	4.50	0.08
12	4.55	4.50	4.36	4.53	4.51	4.54	4.51	4.54	4.51	0.19
13	4.35	4.38	4.47	4.40	4.42	4.44	4.40	4.46	4.42	0.12
14	4.51	4.45	4.59	4.55	4.52	4.52	4.53	4.57	4.53	0.14
15	4.40	4.38	4.48	4.42	4.41	4.39	4.43	4.48	4.42	0.10
16	4.64	4.64	4.68	4.66	4.61	4.67	4.57	4.63	4.64	0.11
17	4.59	4.54	5.59	4.56	4.56	4.61	4.58	4.58	4.58	0.07
18	4.54	4.51	4.53	4.54	4.56	4.59	4.56	4.56	4.44	0.07
19	4.23	4.21	4.27	4.28	4.25	4.27	4.27	4.31	4.26	0.10
20	4.53	4.48	4.49	4.48	4.48	4.48	4.50	4.52	4.50	0.04

과를 위하여 먼저 국내 목장원유의 경시별 유성분의 변화를 조사하였다. 경기지역의 20개 목장을 대상으로 최초검사일부터 계속해서 5-8일간 시료를 채취한 후 경시별 유성분 변화를 조사한 결과, 유지방의 경우 <표 1>에서와 같이 5-8일간의 최소·최대값의 차이가 0.3%와 0.2% 이상인 전체 20개 목장 중 각각 4개(20.0%)와 12개(60.0%)로 나타났다. 한편 최소·최대값의 차이가 0.1% 미만인 목장은 전체 20개 중 3개

(15.0%)로 조사되어 유지방의 경우는 일일간 검사결과와의 차이가 매우 큰 것으로 나타났다.

한편, 단백질의 경우는 5-8일간의 최소·최대값의 차이가 0.2% 이상과 0.1% 미만이 전체 20개 목장 중 각각 4개(20.0%)와 11개(55.0%)로 유지방보다는 변동폭이 좁은 것으로 나타났으며 <표 2>, 유당의 경우는 최소·최대값의 차이가 0.1% 미만이 전체 20개 목장중 13개(65.0%)로 유성분 중 변동폭이 가장 좁은 것으로 나타났다<

<표 4> 목장원유의 경시별 체세포수의 변화

목장	체세포수 (×1,000)									최소·최대 차이값
	1일	2일	3일	4일	5일	6일	7일	8일	평균	
1	96	105	113	119	104	N.T	N.T	N.T	107	20
2	106	75	69	62	66	N.T	N.T	N.T	76	44
3	477	507	465	404	351	N.T	N.T	N.T	441	156
4	278	N.T	254	445	411	N.T	N.T	N.T	347	191
5	421	739	442	342	230	N.T	N.T	N.T	435	509
6	497	271	248	819	1196	N.T	N.T	N.T	606	948
7	618	544	N.T	746	1004	N.T	N.T	N.T	728	460
8	232	315	348	363	287	N.T	N.T	N.T	309	131
9	105	126	109	130	121	N.T	N.T	N.T	118	25
10	231	274	606	282	383	239	177	218	301	429
11	247	238	219	253	420	326	290	268	283	201
12	482	874	2093	523	488	478	364	322	703	1771
13	1347	1258	909	839	572	404	563	442	792	943
14	492	314	222	168	474	323	227	228	306	324
15	436	628	733	444	517	630	408	434	529	325
16	114	129	148	133	174	103	149	119	134	46
17	145	99	128	95	191	124	108	88	122	103
18	433	371	315	365	631	505	397	328	418	316
19	444	770	508	466	362	341	290	331	439	480
20	282	251	333	300	325	203	270	269	279	130

표 3). 이와같은 결과는 원유 중 지방<단백질>유당>회분 순으로 년중 변화의 폭이 좁고, 계절적으로는 여름에 가장 변동폭이 넓으며, 지방은 수분에 부유되어 있으므로 다른 유성분에 비하여 불안정한 값을 나타낼 수 있는 점에 비추어 볼 때 본 조사의 결과는 이러한 사실을 뒷받침해 줄 수 있을 것으로 생각된다.

국내 원유의 위생적인 수준을 향상시키기 위하여 축산물위생처리법 시행규칙을 1992년 10월에 개정된 후 1993년 6월 1일부터 유질에 따라 5개의 세균등급과 4개 체세포수 등급으로 구분하여 차등가격제를 실시하였다. 등급제 실시 시행 2년만에 세균수의 등급 세분화와 체세포수 1등급 강화로 전체적으로 위생등급이 강화되었으며, 또 다시 1년만에 ml당 세균수 100만 이상인 5등급을 삭제하였으며, 체세포수 또한 4등급이 60만 초과로 구미 선진국의 수준으로 향상 조정되었다. 그리고 1997년 3월에는 세균수 및 체세포수가 50만 이상은 4, 3등급으로 상향 조정된 후 1997년 7월에는 체세포수 3등급에 벌과금 60원을 부과하는 등 위생등급제 실시와 함께 고품질 원유를 생산하기 위하여 국가와 유업체, 그리고 낙농가들이 최선을 다하고 있는 실정이다. 국내의 경우 체세포수와 세균수의 원유검사 주기는 최소 15일에 1회 이상 검사한 후 그 결과치를 유대에 반영하고 있으나 체세포수 검사 결과에 대한 공정성에 많은 의구심을 갖고 있다. 그리하여 본 연구에서 유성분과 마찬가지로 목장 원유의 경시별 체세포수의 변화를 조사하였다. 그 결과 <표 4>에서 보는바와 같이 5-8일간의 최소·최대값의 차이가 20만 이상의 차이를 나타낸 경우가 전체 20개 목장 중 11개(55.0%)로 조사되었으며, 심지어 50만 이상의 차이를 나타낸 경우도 4개 목장으로 조사되어 일일간 검사 결과의 차이가 매우 심한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 체세포수의 경우 착유유의 준입상

형 유방염을 나타내는 지표이며, 체세포수에 영향을 주는 요인은 매우 다양하고, 평균착유두수가 20두 미만인 국내 실정을 감안해 볼 때 그리고 착유기와 착유위생 등에 대한 전반적인 의식 부족을 고려해 볼 때 체세포수의 일일 변동폭이 넓은 것은 매우 당연한 결과로 생각된다.

위의 내용을 종합해 볼 때, 국내의 경우 유지방 0.1% 증가시 11원의 유대증가와 사계절이 뚜렷하여 기온의 변동이 심하고, 지방과 매우 밀접한 관련이 있는 조사료의 공급 여건이 충분하지 못하여 목장에서의 사료공급 형태가 일률적이지 못하고, 체세포수가 유대에 차지하는 큰 비중과 체세포수 증가요인이 매우 다양하다는 점 등 여러 가지 국내 여건을 고려해 볼 때, 지방과 체세포수의 경우 보다 공정성 있는 유대 지불을 위해서는 검사 횟수를 늘리든지 또는 보존제를 이용하여 검사용 원유를 매일 일정량 적층 누적검사를 실시하는 등 다각적인 검토가 고려되어야 할 것으로 사료된다.

한편, 낙농진흥법 개정으로 집유일원화와 검사 공영화가 이루어질 경우 목장에서 채취된 원유가 집유장을 거쳐 원유검사기관으로 이송됨에 따라 원유보관시간과 검사물량 증가에 따른 검사시간 지연시 신뢰성 있는 검사를 위해서는 다각적인 내용들의 검토가 있어야 할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 목장원유의 경시별 변화와 원유검사시 보존제 처리 후 적층에 따른 유성분 검사결과를 비교 조사하였다. 먼저 원유검사시 보존제를 처리하지 않고 냉장보관 상태에서 경시별 유성분의 변화를 조사하였다. 그 결과 <표 5>에서와 같이 유지방의 경우 최초검사시보다 4일째에는 0.3% 정도 감소되는 것으로 나타났으며, 유단백질과 유당은 최초검사일부터 7일째까지 비슷한 결과를 나타내었다. 체세포수의 경우는 시간이 경과됨에 따라 체세포수가 증가

하는 것으로 나타났다. 이와같은 결과는 최초검사보다 시간이 경과함에 따라 세균과 효소에 의해서 지방구의 파괴와 산화에 의한 지방구 손실에 의한 것으로 사료된다. 체세포의 경우는 세포크기가 큰 유선상피세포의 파괴로 최초검사시 일정기간까지 증가한 후 장기간 경과되었을 때에는 체세포의 파괴에 의해서 감소되는 것으로 알려져 있다.

그리하여 국제낙농기구협회(International Dairy Federation)에서는 보존제 종류별 보관온도에 따른 권장보존기간을 설정하여 원유검사시, 그리

고 검사장비의 관리적인 차원에서 활용하고 있다. 따라서 본 연구에서도 유성분 검사시 국내에서 가장 널리 사용되고 있는 Potassium dichromate를 처리한 후 유성분 및 체세포수 변화를 조사하였다. 먼저 Potassium dichromate를 처리 농도별로 유성분 변화를 조사한 결과, 유지방의 경우는 보존제 0.6% 이상 첨가시 무첨가 원유와 비교시 0.05%정도의 차이를 나타냈으며, 원유검사시 가장 적절한 농도로는 0.2%로 조사되었다. 한편, 유단백질, 유당, 체세포에 있어서는 농도별로 큰 차이를 나타내지 않았다(표 6).

〈표 5〉 목장원유의 냉장(5°C) 보관상태에 따른 경시별 유성분의 변화

구 분	검 사 결 과*			
	유지방(%)	유단백질(%)	유당(%)	체세포수
최초 검사시	3.96	3.10	4.61	100,000
최초검사 후 1일째	3.90	3.10	4.62	120,000
최초검사 후 2일째	3.82	3.09	4.60	143,000
최초검사 후 3일째	3.72	3.11	4.63	156,000
최초검사 후 4일째	3.69	3.13	4.64	163,000
최초검사 후 5일째	3.68	3.12	4.62	182,000
최초검사 후 6일째	3.65	3.11	4.61	172,000
최초검사 후 7일째	3.64	3.12	4.61	192,000

* 5회검사 결과의 평균치

〈표 6〉 Potassium dichromate 첨가 농도에 따른 유성분 및 체세포수 변화

구 분	검 사 결 과*			
	유지방(%)	유단백질(%)	유당(%)	체세포수
무첨가	3.75	3.11	4.47	275,000
0.2%	3.73	3.14	4.50	281,000
0.4%	3.72	3.13	4.49	279,000
0.6%	3.70	3.12	4.49	259,000
0.8%	3.67	3.12	4.48	260,000

* 5회검사 결과의 평균치



Potassium dichromate 권장 농도인 0.2%로 원유를 처리한 다음 냉장상태에서 6일까지 보관한 후 유성분 및 체세포수의 변화를 비교 조사하였다. 그 결과 <표7>에서 보는 바와 같이 유지방의 경우 최초 3.16, 3.60, 4.00%인 원유가 처리 후

6일째에 각각 3.18, 3.59, 3.99%로 최초검사 결과치와 매우 유사한 결과를 나타내었으며, 단백질과 유당도, 유지방처럼 최초검사 결과치와 통계적으로 매우 비슷한 결과를 나타내었다.

<표 7> Potassium dichromate(0.2%) 처리 전후 유성분의 변화

구 분	검 사 결 과*								
	유지방(%)			유단백질(%)			유당(%)		
처리 0일	3.16	3.60	4.00	3.12	3.09	3.10	4.55	4.50	4.50
처리 후 1일	3.17	3.58	4.00	3.11	3.08	3.09	4.53	4.51	4.49
처리 후 2일	3.20	3.60	4.00	3.13	3.10	3.11	4.54	4.51	4.50
처리 후 3일	3.15	3.57	3.98	3.10	3.09	3.10	4.53	4.53	4.50
처리 후 4일	3.17	3.59	3.98	3.11	3.08	3.10	4.52	4.52	4.50
처리 후 5일	3.17	3.58	3.98	3.11	3.09	3.11	4.54	4.51	4.50
처리 후 6일	3.18	3.58	3.98	3.12	3.09	3.11	4.53	4.50	4.50
전체 평균	3.18	3.59	3.99	3.11	3.09	3.10	4.52	4.51	4.50

* 3회검사 결과의 평균치

체세포의 경우는 최초 19만, 43만, 64만인 원유가 처리 1일째부터 6일째까지의 평균값이 각각 20만, 41만, 64만으로, 그리고 처리 후 6일째에 각각 20만, 41만, 62만으로 나타났다<표 8>. 이

와같은 결과는 체세포 검사장비의 표준허용오차가 $\pm 5\%$ 인 점을 고려해 볼 때 Potassium dichromate의 체세포 보존성은 매우 우수한 것으로 나타났다.

<표 8> Potassium dichromate(0.2%) 처리 전후 체세포수의 변화

구 분	체세포수(Mean \pm S.D \times 1,000)		
	Low	Medium	High
처리 0일	194 \pm 1	437 \pm 7	645 \pm 19
처리 후 1일	202 \pm 11	436 \pm 27	655 \pm 12
처리 후 2일	217 \pm 13	414 \pm 6	653 \pm 19
처리 후 3일	214 \pm 7	421 \pm 16	633 \pm 10
처리 후 4일	214 \pm 14	409 \pm 3	645 \pm 12
처리 후 5일	219 \pm 9	385 \pm 13	648 \pm 18
처리 후 6일	203 \pm 10	416 \pm 4	622 \pm 18
전체 평균	209	417	643

* 검사횟수 : 3회

이와같은 결과는 미국에서 방부제 처리 후 경시별 체세포수의 재현성 및 안전성을 조사한 결과, 가장 좋은 방부제로는 Bronopol과 Potassium dichromate이었으며, Sodium azide의 경우는 40만 이상의 높은 체세포수일때 재현성에 있어서 매우 큰 차이를 보였으며, 국제낙농기구협회에서 Potassium dichromate 유성분 검사시 냉장과 실온에서의 권장보존기간을 각각 12일과 3일로 설정한 것에 비추어 볼때, 유대지불 관련, 유성분 및 체세포수 검사시 보존제로 Potassium dichromate를 사용하는 것은 매우 바람직할 것으로 사료된다.

위와같은 결과들을 토대로 목장원유 20개를 대상으로 5-8일간의 경시별 유성분 결과의 평균치와 보존제인 Potassium dichromate을 적절하게 처리한 다음 원유를 매일 적층한 후 검사한 결과와의 차이를 비교해 본 결과, 유성분의 경우는 <표 9>에서와 같이 모두 0.03% 이하의 낮은 차이를 나타냈다. 체세포의 경우도 일일검사 결과의 평균치와 누적검사 결과의 차이는 13,000이었으며, 20개 목장 모두 5만 이하의 오차를 나타내어, 지방 및 체세포수의 경우 보다 공정한 유대지불을 위해서는 적층 후 누적검사를 실시하는 것도 매우 바람직할 것으로 사료된다.

〈표 9.〉 일일간 검사결과의 평균치와 Potassium dichromate 처리 후 적층에 따른 누적검사 결과와의 비교

구 분	검 사 결 과(Mean±S.D)		
	일일검사(A)	누적검사(B)	오차(A-B)
지 방	3.83±0.25	3.82±0.26	0.03
단 백 질	3.26±0.16	3.24±0.16	0.02
유 당	4.55±0.14	4.52±0.15	0.03
체 세포 수	373,000±215,000	360,000±219,000	13,000

미생물에 의한 원유(raw milk)의 오염 방지는 우유 및 유제품의 처리과정과 그 품질관리면에서 매우 중요하며, 원유의 미생물 오염정도는 최종제품의 품질을 근본적으로 좌우하게 된다. 따라서 원유의 세균수 검사는 우유의 생산과 저장과정중의 위생상태를 평가하고 살균 후 생존하는 미생물이 유제품의 품질에 미칠 영향을 판단하기 위해서 반드시 수행되어져야 한다. 그리하여 우리나라에서도 1993년 6월 1일부터 세균수의 등급에 따라 Kg당 총 50원의 차이를 두어 등급제를 실시한 후 계속해서 선진국 수준의 등급 기준을 설정하여 운영하고 있다. 앞에서 언급했던 것처럼 세균수 검사가 원유검사기관에서 실시하게 됨으로 인하여 무엇보다도

정균제 사용유무의 검토가 필요하게 되었다. 그리하여 본 연구에서는 냉장보관상태에서 경시별 세균수 변화와 독일 등 일부국가에서 원유 중 세균수 검사시 박토스캔 장비를 이용하여 세균수를 측정할 때 Azidiol을 사용하고 있어, Azidiol 첨가가 원유의 세균수에 미치는 영향을 조사하였다. 유가공장에 도착된 목장원유 130개 샘플을 대상으로 냉장상태에서 72시간까지 보관한 후 세균수의 경시별 변화를 조사한 결과, <표 10>에서와 같이 최초검사시 ml당 88천개 였던 원유가 냉장보관 후 24, 48, 72시간에는 각각 173, 422, 639천개로 증가되는 것으로 조사되어 보다 신뢰성 있는 검사를 위해서는 샘플채취 후 신속하게



검사가 완료되지 못할 경우에 정균제 사용이 필요한 것으로 나타났다. 그리하여 원유 30ml에 Azidiol 권장농도 전후로 각각 0.05, 0.1, 0.2ml를 첨가한 후 경시별 세균수의 변화를 조사하였다. 그 결과 Azidiol 처리직후 세균수와 처리 24시간부터 72시간까지 세균수의 변화는 박토스칸 장비의 ml 당 세균수 9만에서의 표준편차가

25,000 CFU/ml 인 점을 고려해 볼때 Azidiol의 정균효과는 매우 우수한 것으로 나타났다. Azidiol 첨가농도별 정균효과는 원유 30ml에 Azidiol을 0.1ml를 첨가하여 48시간 이내에 검사가 완료되었을 때 가장 좋은 것으로 조사되었으며, Azidiol 농도가 증가하고 시간이 경과할수록 세균수는 점차적으로 감소되는 것으로 나타났다.

〈표 10〉 원유보관 경시별 세균수 변화 및 Azidiol 첨가가 세균수에 미치는 영향

구 분	세균수*(Mean ×1,000)			
	처리 직후	처리 24시간	처리 48시간	처리 72시간
원유 30 ml	88	173 (196.5)**	422 (479.5)	639 (726.1)
원유 30 ml + Azidiol 0.05ml	81	86 (106.1)	81 (100)	82 (101.2)
원유 30 ml + Azidiol 0.1ml	82	84 (102.4)	81 (98.7)	76 (92.6)
원유 30 ml + Azidiol 0.2ml	79	79 (100)	76 (96.2)	73 (92.4)

* 조사샘플수 : 130개

** 처리 후 세균수 ÷ 처리 전 세균수 × 100

이상의 내용들을 종합해 볼 때 원유검사 결과의 공정성과 정확성을 향상시키기 위해서는 무엇보다도 일일변동폭이 큰 유지방과 체세포는 검사 횟수를 늘리든지 또는 보존제를 사용하여 원유를 매일 적층 후 누적검사를 실시하고, 보관상태와 시간에 따라 검사결과가 계속적으로 변동할 수 있는 세균수를 검사할 때 정균제를 이용하는 등 다각적인 방법들이 검토되어야 할 것으로 사료된다.

결론

원유검사시 보다 공정한 검사결과를 위하여 경기지역의 20개 목장을 대상으로 경시별 유성분 변화와 Potassium dichromate 첨가에 따른 유성

분 변화와 보존제 처리 후 적층에 따른 유성분 검사결과치와의 오차를 비교 조사하였으며, 정균제인 Azidiol 첨가가 원유의 세균수에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다.

① 목장원유의 경시별 유지방의 최소·최대값의 차이가 0.3%와 0.2% 이상이 전체 20개 목장 중 각각 4개(20.0%)와 12개(60.0%)였으며, 0.1% 미만이 3개(15.0%)로 조사되었으며, 유당의 경우 최소·최대값의 차이가 0.1% 미만이 13개(65.0%)로 유성분 중 변동폭이 가장 좁은 것으로 나타났다. 한편, 체세포의 경우는 20만 이상의 차이를 나타낸 경우는 11개(55.0%)였으며, 심지어 50만 이상의 차이를 나타낸 경우도 4개 목장으로 일일간 검사결과와의 차이가 가장 심한

것으로 나타났다.

② 냉장상태에서 보존제를 처리하지 않고 경시별 유성분의 변화를 조사한 결과 유지방의 경우 최초 검사시보다 4일째에는 0.3%가 감소되는 것으로 나타났으며, 유단백질과 유당은 최초 검사일부터 7일째까지 비슷한 결과를 나타냈으며, 체세포의 경우는 시간이 경과됨에 따라 약간 증가하는 것으로 나타났다.

③ Potassium dichromate 처리 농도별 유성분 변화에서 유지방의 경우는 보존제 0.6% 이상 첨가 시와 무첨가 원유 비교시 0.05%정도의 차이를 나타냈으며, 원유검사시 가장 적절한 농도는 0.2%로 조사되었다. 한편 단백질, 유당, 체세포에 있어서는 Potassium dichromate 처리 농도별 큰 차이를 나타내지 않았다.

④ 목장원유의 일일간 유성분 결과의 평균치와 보존제인 Potassium dichromate로 처리한 다음 원유를 5-8일간 적충한 후 검사결과치와의 차이를 비교해 본 결과, 유성분의 경우 모두 0.03% 이하의 낮은 차이를 나타냈으며, 체세포의 경우는 20개 목장 모두 5만 이하의 차이를 나타내었다.

⑤ 목장원유 130개를 대상으로 냉장상태에서 72시간까지 보관한 후 세균수의 변화를 조사한 결과, 최초검사시 ml당 88천개 였던 원유가 냉장보관 후 24, 48, 72시간에는 각각 173, 422, 639천개로 증가되는 것으로 조사되어 신뢰성 있는 검사를 위해서는 정균제 사용이 필요한 것으로 나타났다. Azidiol의 정균효과는 매우 우수한 것으로 나타났다. Azidiol 첨가 농도별 정균효과는 원유 30ml에 Azidiol을 0.1ml를 첨가하여 48시간 이내에 검사가 완료되었을 때 가장 좋은 것으로 조사되었으며, Azidiol 농도가 증가하고 시간이 경과할수록 세균수는 점차적으로 감소되는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. IDF 28B. Determination of the lactose content of milk. 1974
2. IDF 105. Milk : Determination of fat content. 1981
3. IDF N° 192. Payment for milk on the basis of quality. 1985
4. IDF 20B. Milk : Determination of nitrogen content. 1993
5. IDF 147A. Heat treated milk : Determination of lactose content. 1994
6. IDF N° 305. Milk payment systems for ex-farm milk. 1995.
7. IDF 148A. Heat treated milk : Milk enumeration of somatic cells. 1995.
8. Karsten Aagard. Inspection system of the quality of raw milk and collection system of raw milk in Denmark. 한국낙농학회지. 프로시딩 p101-113, 1998.
9. Marshall RT : Standard method for the examination of dairy products. APHA. 1993.
10. 김영교, 김영주, 김현욱, 성삼경, 송계원, 이유방, 축산식품학. 선진문화사. 1981.
11. 농림부. 축산물가공처리법. 1998.
12. 농림부. 축산물의 가공기준 및 성분규격. 1998.
13. 박병욱. 원유검사기관의 현황과 대응방안. 한국가축위생학회지. 21(3) 327-334. 1998.
14. 박용호. 원유등급과 검사제도 개선방향. 한국낙농학회지. 프로시딩 p69-85, 1998.
15. 손봉환. 우유검사 안전성 제고 방안. 한국가축위생학회지. 20(4) 429-450. 1997.
16. 이재구. 우유 및 유제품 검사. 선진문화사. 1981.
17. 이인형. 낙농산업의 안정을 위한 제도 추진 방향. 한국가축위생학회지. 21(3) 327-334. 1998.
18. 이홍섭. 원유검사 공영화 시행 계획. 한국가축위생학회지. 21(3) 335-344. 1998.
19. 한국식품개발연구원. 원유의 집유 및 검사일원화 방안. 한국식품개발연구원. 1994.
20. 한홍률. 외국의 원유검사 및 개선방향. 한국가축위생학회지 21(3) 335-354. 1998.