

농가생산 원유의 유질 및 위생진단에 관한 연구

진신흠* · 고문석* · 이종언* · 이현종** · 김은주***

농진청 제주농업시험장*, 제주대학교**, 제주도축산진흥원***

Studies on Hygienic Status of Raw Milk in Dairy Farms

S. H. Jin*, M. S. Ko*, C. E. Lee*, H. J. Lee** and E. J. Kim***

Jeju Agri. Exp. Station, R.D.A.*, Animal Biotechnology, Jeju National University**,

Jeju provincial Institute for Livestock Promotion***

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the milk quality produced from dairy farms in Jeju province and to analyze the variety of pathogenes and the number of somatic cells in the milk. Data were collected from 262 lactating cows from 8 farms of three regions and the results obtained are summarized as follows.

1. The average daily milk yields and milk fat contents from June and October were 22.3 kg and 3.7%, respectively.
2. The average number of bacterial counts in raw milk was 1.5×10^4 /ml, but that in farm A was over 3.0×10^4 /ml.
3. The somatic cell counts were 2.5×10^3 /ml in average and those in farm G and H were higher than those in other farms. Their distribution in 262 lactating cows from June to October was as follows; less than 2.0×10^4 /ml in 68.8% of cows, $2.0-5.0 \times 10^4$ /ml in 18.8% of cows and more than 5.0×10^4 /ml in 12.4% of cows.
4. Of the 113 isolates (compartments of cow udder) from mastitic milk, *Staphylococcus aureus* was found in 47, *Streptococcus ogalatiae* in 17 and *Bacillus* in 12.
5. The average monthly income of the farmers was 407 thousand won/head, and that in farm A or E was higher than that of farm H (456-475 thousand won vs. 314 thousand won)

In conclusion, to improve income dairy farmers should reduce the somatic cell counts in the milk and mastitis infection through regular disinfection and inspection

(Key words : Dairy cows, Bacterial and somatic cell counts, Mastitis, Jeju area)

I. 서 론

국내에서 생산되는 우유의 75%가 음용유로 소비되고 원유가격도 유지방 및 세균 수, 체세포 수 등 우유 품질에 따라 차등 지급되고 있어 농가 경쟁력 확보를 위해 위생적인 고품질의 원유를 생산해야 한다. 제주도 내에는 92개 낙농가

에서 5,218두(제주도, 2000)의 젖소가 사육되고 있으며 이중 2,300여 두의 착유우에서 연간 16.4천톤의 원유가 생산되어 도내 2개 유가공장에서 주로 음용유로 제조되어 시판되고 있다.

국내의 일일평균 검정성적은 산유량 23.1kg, 유지율 3.71%, 체세포 수 42,000/ml 였으며(축협, 1999). 서울우유의 집유농가에 대한 평균

Corresponding author : S. H. Jin, National Jeju Agricultural Experiment Station, R.D.A, 1696, Odeung-dong, Jeju 690-150, Tel: 064-741-2553, E-mail: jinsh@rda.go.kr

세균수는 52,000/ml(이, 1998)를 보였다. 육 등(1986) 및 William 등(1978)은 착유우에 적정량의 조사료 공급은 반추위의 정상적인 발효 조건을 형성하여 유지율을 정상상태로 유지하게 된다는 보고가 있으며, 우유 중의 세균 수 감소 대책으로는 세균오염을 방지하고 세균증식 억제에 필요한데 이를 위해서는 주변환경, 우체의 청결과 건강유지, 위생적인 착유, 원유 처리시설, 원유 저장시 냉각온도 등에 주의가 필요하다. 최 등(1998)에 의하면 세균 수 1등급인 우유도 집유과정에서 불량우유와 혼합되어 공장에 도착하게 되면 품질이 떨어지게 되는 경우가 많다. Langeveld 와 Cuperus(1980)는 원유의 위생적인 품질은 원유에 존재하는 미생물의 수보다 미생물의 종류에 따라 결정된다고 하였으며, Law 등(1981)과 Mikolajcik(1979), Griffith 등(1981)도 원유의 미생물학적 성상은 유제품의 품질에 직접 영향을 미치는 것으로 보고한 바 있다.

체세포(Somatic cell count)를 증가시키는 요인으로는 유방염, 스트레스, 분만, 노령, 영양불량 등이 있으며, 체세포의 구성은 백혈구와 상피세포이고, 체세포 수를 증가시키는 가장 큰 요인은 세균 감염에 의한 유방염 원인이 많고 체세포 수가 높아지면 유질저하와 산유량이 3~20% 감소된다(손, 1991). 노(1999)에 의하면 체세포 수가 250~300천/ml이면 비정상상태 및 유방염에 감염 가능성이 있다.

유방염(Mastitis)이란 유방내 염증으로 유선 조직이 상처를 입거나 병원성 세균이 침입하여 정착, 증식하므로 발생하는 것으로서 이 염증을 없애기 위해서는 이 세균을 제거하거나 증화시켜야 한다. 유방염의 종류는 발생 상태에 따라 눈이나 촉감 등으로 유방이나 우유에 이상을 발견할 수 있는 임상형과, 세균분리나 체세포 수 검사에 의해 발견되는 잠재성(준임상형) 유방염이 있다. 유방염을 예방하기 위해서는 착유기의 올바른 사용 및 정기점검, 착유 직후 유두소독, 건유시 건유연고 주입, 임상형 유방염에 감염된 소의 신속한 치료, 만성유방염에 감염된 소의 도태 등 유방염에 의한 체세포 수 증가로 경제적 손실을 예방해야 한다(주,

1998).

따라서 본 연구는 농가에서 생산되는 우유의 품질을 분석하고, 고품질 우유 생산의 저해 요인이 되는 유방염 원인균의 분리 동정에 의한 적절한 처방으로 체세포 수가 낮은 신선한 우유를 생산하고자 하는데 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 원유의 채취 및 분석

본 연구에 이용된 원유시료는 1999년 6월부터 11월까지 6개월 간 제주도내 3개지역 8농가 착유우 262두를 대상으로 매월 1회 정기적으로 우유시료를 수집하여 분석에 사용하였다. 착유시 개체별로 산유량을 측정한 후 우유 50ml×2병씩을 무균병에 수집 ice box에 넣어 실험실에 운반 후 세균 수, 유지율, 체세포 수를 분석하였다. 분석 후 체세포 수가 높거나 유방염에 감염되었다고 판단되는 개체에 한하여 분방별로 CMT 검사를 실시하여 양성(+)반응인 분방의 원유를 손착유 하여 무균병에 수집된 우유로 유방염 원인균을 분석하였다.

2. 원인균의 분리 및 동정

유즙을 CMT용 Paddle에 2ml 가량을 취하고 동량의 CMT시약과 혼합한 후 1분내에 응집하는 정도에 따라 -, ±, +, ++, +++으로 판정하였다(Schalm과 Noorlander, 1957). 본 실험에는 + 이상인 유즙만을 사용하였다. CMT 양성 유즙을 Blood agar plate와 MacConkey agar에 도말하여 37℃에서 24~48시간 배양하고 순수 배양을 위하여 다시 Blood agar plate에 재도말하여 37℃에서 24~48시간 배양하였다. 순수 배양된 원인균 동정을 위하여 기본시험인 gram stain, 3% KOH반응, catalase test, coagulase test, oxidase test를 실시하였다(신, 1988). Cowan(1974) 및 Elmer 등(1979)의 방법을 변형하여 추정되는 세균집락을 따서 추가확인 동정시험을 하였다. Vitek 운용 전처리 과정은 GPI card에 먼저 해당번호를 기입한 후 catalase, coagu-

lase, β -haemolysis의 결과를 표시하였다. 0.45% sodium chloride와 crystal violet으로 탁도계를 조정(0 point : crystal violet, 100 point : 0.45% saline) 하였다. 멸균된 면봉으로 집락을 따서 0.45% sodium chloride (1.8ml)와 희석 후 탁도계의 눈금이 red color의 해당범위에 오도록 하여 GPI card에 Transfer tube를 꽂고 다른 쪽 부분은 0.45% sodium chloride (1.8ml)가 담긴 시험관에 삽입하였다. GPI card를 Filling stand에 놓여진 상태로 card를 filler안에 넣은 후 작동시켜 filling과 sealing이 끝난 뒤 GPI card를 빼낸 후 sealer plug로 card의 균액 흡입구를 밀봉하였다. Card를 reader/incubator tray에 넣고서 Vitek 운송순서에 따라 시험을 실시하였다.

3. 항생제 감수성 시험

NCCLS(National Committee for Clinical Laboratory Standards)의 방법에 따라 표준평판 디스크 확산법으로 실시하였다. 방법은 Blood agar plate에 순수 배양된 원인균을 Muller Hinton broth에 접종하여 37°C incubator에서 18~24시간 동안 증균한 후 100 μ l를 Muller Hinton agar plate에 면봉으로 균일하게 도달한 다음 배지표면의 습기가 제거된 후 antibiotic disc paper (BBL) 15종을 멸균된 핀셋을 이용하여 배지표면에 부착하여 37°C에서 24시간 배양 후 발육억제대의 직경을 측정하여 감수성 여부를 판정하였다.

4. 세균 수 측정

Bactometer 64(Biomerieux Vitek, Inc., U.S.A.)를 이용하여 Impedance Detection Time(IDT)을 측정하였다. 배지는 증류수 1l에 Modifide Plate Count Agar(MPCA) 54g을 열을 가하면서 용해시킨 후 121°C에서 15분간 멸균시켰다. 각 모듈(module)에 배지 0.5ml와 시료 0.1ml를 분주하여 35°C에서 배양하였으며, 시간의 경과에 따른 미생물의 전류 변화량은 감지가 가능한 일정 수치(역치)의 농도인 10⁶에 도달하기까지 걸리는 시간을 측정하였다.

5. 유지방 측정 및 통계처리

유지방은 우유를 항온수조에서 40°C로 가온한 후 시료 4ml를 Milkoscan FT120(Foss Electric, Inc., (Denmark)에 흡입시켜 측정하였다. 시험결과는 SAS(Statistical analysis system) package program(1985)에 의하여 통계분석하였으며, 유의성 검정은 Duncan's multiple range test에 의하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 산유량 및 유지율

제주도내 3개지역 8개 낙농가 착유우 262두에 대한 산유량 및 유지율은 Table 1에서와 같다. 농가별 6~10월 중 평균 산유량은 22.4 \pm 0.9kg으로 축협(1988) 평균 산유량 검정성적 23.1kg에 비하여 다소 낮았으며, 평균 유지율은 3.69 \pm 0.2%로 축협(1988)의 전국평균 3.71%와 비슷 하였다.

Table 1. Milk yields and milk fat contents during experimental period.

Farms	Item	Milk yield (kg)	Milk fat (%)
A		24.48 \pm 1.2 ^a	3.65 \pm 0.3
B		23.96 \pm 2.2 ^{ab}	3.63 \pm 0.3
C		22.20 \pm 1.5 ^{ab}	3.87 \pm 0.5
D		21.47 \pm 2.1 ^b	3.50 \pm 0.5
E		24.05 \pm 1.2 ^a	3.88 \pm 0.4
F		21.70 \pm 3.0 ^{ab}	3.70 \pm 0.2
G		23.18 \pm 0.8 ^{ab}	3.71 \pm 0.3
H		18.20 \pm 0.8 ^c	3.79 \pm 0.2
Average		22.40 \pm 0.9	3.69 \pm 0.2

^{abc} Means \pm SD with different superscripts in the same column row differ significantly (P < 0.05).

2. 우유내 총 세균 수

Table 2에서와 같이 6~10월 농가평균 세균 수는 15.900/ml로 H농가 42.000/ml를 제외하고는 1A등급 수준으로 이(1999)의 1998년도 서울

Table 2. The distribution of bacterial counts by farms and month (No./ml)

Item	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Ave.
Farm A	15,000	17,000	5,000	5,000	5,000	9,400 ± 5.4 ^b
B	5,000	5,000	48,000	5,000	5,000	13,600 ± 17 ^b
C	5,000	9,000	5,000	8,000	15,000	8,400 ± 3.6 ^b
D	16,000	8,000	32,000	10,000	7,000	14,600 ± 9.2 ^b
E	5,000	5,000	5,000	5,000	12,000	6,400 ± 2.8 ^b
F	9,000	7,000	36,000	22,000	9,000	16,600 ± 11 ^b
G	5,000	12,000	16,000	44,000	5,000	16,400 ± 14 ^b
H	57,000	38,000	34,000	37,000	45,000	42,200 ± 8.2 ^a
Ave.	14,625 ± 17.7	12,625 ± 11.0	22,625 ± 17.0	17,000 ± 15.7	12,875 ± 13.5	15,950 ± 11.3

^{ab} Means ± SD with different superscripts in the same column differ significantly (P < 0.05).

우유 집유농가에 대한 평균 세균 수 52,000/ml 에 비하여 매우 낮았으며, 농가의 월별 세균 수는 B, D, F 농가에서는 8월, G농가는 9월에만 30,000/ml 이상인 반면, H농가에서 계속 30,000 /ml 이상인 1B등급 수준인 것 이외에 전반적인 세균 수는 양호한 편이었다.

3. 체세포 수

Table 3은 8농가 착유우 262두에 대한 월별

체세포 수를 나타낸 것이다. 농가 월평균 체세포 수는 254.6천/ml로 축협(1999)이 검정한 '98년도 평균체세포 수 420천/ml에 비하여 매우 낮은 수치였으며, G와 H농가에서 452~504천/ml로 높은 반면, E와 F농가에서는 1등급인 200천/ml 이하를 계속 유지하고 있었다.

Table 4는 착유우 262두를 대상으로 742분방을 분석한 월별 체세포 수의 분포 비율을 나타낸 것으로 1등급인 200천/ml 이하가 510분방으로 68.8%, 200~500천/ml 140분방 18.8%, 500

Table 3. The distribution of somatic cell counts by farm and month (No./ml).

Item	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Ave.
Farm A	182,730	106,230	338,840	119,500	57,470	160,950 ^{bc}
B	316,620	232,230	241,190	351,120	61,360	240,500 ^b
C	186,540	105,230	111,040	250,100	114,920	153,560 ^{bc}
D	321,000	232,900	378,460	175,240	127,840	247,090 ^b
E	59,120	133,120	158,450	164,040	68,920	116,730 ^c
F	131,250	124,640	191,090	165,670	193,970	161,320 ^{bc}
G	451,780	316,380	544,250	471,470	478,050	452,380 ^a
H	509,410	423,630	652,860	462,720	473,060	504,340 ^a
Ave.	269,810 ± 157	209,290 ± 115	327,020 ± 191	269,980 ± 140	196,950 ± 177	254,610 ± 145

^{abc} Means ± SD with different superscripts in the same column differ significantly (P < 0.05).

Table 4. The range of somatic cell counts by month in experimental cows¹.

Item	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Total	Ratio(%)
≤ 200,000/ml	86	102	64	114	144	510	68.8
200,000 ~ 500,000/ml	21	32	27	36	24	140	18.8
≥ 500,000/ml	17	15	23	21	16	92	12.4

¹ The number of compartments of cow udder.

천/ml 이상은 92분방으로 12.4%였다.

4. 유방염 원인균별 분포

유방염의 원인은 주로 세균, Virus, 곰팡이 등에 의하여 발생하게 되는데 본 연구에서 분석된 세균의 종류별 분포는 Table 5에서 보는 바와 같다. 가장 많이 분리된 균종은 *Staphylococcus aureus*로 47주(41.6%), *Staphylococcus epidermidis* 20, *Streptococcus agalactiae* 17, *Bacillus spp* 12., *Escherichia coli* 9, *Corynebacterium spp* 8주 등으로 분리되었다. 이와같은 결과는 강(2001)의 보고한 11종의 분리된 균종 *Staphylococcus aureus*가 51.4%, 강 등(1991)의 *Staphylococci* 균종 분리가 50.9%, 손(1994) 45.8%로 가장 많았다는 결과와 유사한 결과를 보였다.

분리 동정된 균의 항생제에 대한 감수성은 Table 5에서 보는 바와 같이 *Staphylococcus aureus*는 Gentamycin, Bacitracin. *Corynebacterium spp.*는 Sulfamethoxazole. *Staphylococcus*

*epidermidis*는 Gentamycin, Vancomycin. *Streptococcus agalactiae*는 Separeccin, Erythromycin. *Escherichia coli*는 Polymyxin, Sepasollin. *Bacillus spp.*는 Gentamycin, Separeccin 등 항생제가 치료에 효과적이었으나 동일균이라 해도 투여 빈도에 따른 내성 등을 감안한 적응 항생제를 선택해야 하고, 농가 또는 개체에 따라 이용 항생제를 선택 할 여지가 많은 것으로 사료된다

5. 농가조수입

산유량(kg), 유지율(%), 세균 수(등급), 체세포 수(등급)의 수치를 적용한 농가별 조수입은 Table 6에서 보는 바와 같다. 농가평균 1두당 월간 조수입은 407천원 이었으며, E와 A농가에서는 월간 두당 조수입이 456~445천원에 비하여 H농가에서는 314천원으로 매우 낮은 것은 산유량이 낮은 반면 세균, 체세포 수 등의 높은데 기인된 것으로 낙농소득 향상을 위해서는 산유량 증진은 물론 세심한 관리로 우유 품질을 높여야 할 것으로 사료된다.

Table 5. The distribution of genus causing mastitis in experimental cows.

Genus	No. of isolates	Major effective antibiotics
<i>Staphylococcus aureus</i>	47(41.6%)	Gentamycin, Bacitracin
<i>Corynebacterium spp.</i>	8(7.1%)	Sulfamethoxazole
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	20(17.7%)	Gentamycin, Vancomycin
<i>Streptococcus agalactiae</i>	17(15.0%)	Separeccin, Erythromycin
<i>Escherichia coli</i>	9(8.0%)	Polymyxin, Sepasollin
<i>Bacillus spp.</i>	12(10.6%)	Gentamycin, Separeccin

Table 6. The analysis of gross income by farm and month

Item	(1,000 won/month/head)					
	Jun.	Jul.	Agu.	Sep.	Oct.	Ave.
Farm A	472	458	418	394	481	445 ± 37
B	446	412	414	343	473	418 ± 49
C	421	418	374	365	438	403 ± 32
D	314	376	314	357	497	372 ± 75
E	424	453	401	490	510	456 ± 45
F	333	412	356	396	516	403 ± 71
G	390	337	441	395	435	400 ± 42
H	337	312	278	311	333	314 ± 23
Ave.	392 ± 58	397 ± 52	375 ± 56	381 ± 53	460 ± 60	407 ± 44

IV. 요약

본 시험은 제주도내 92개 낙농가중 3지역 8개 낙농가 착유우 262두에서 생산되는 우유의 품질을 분석하고, 고품질 우유생산에 저해 요인이 되는 유방염 원인균을 분석 처방하여 체세포 수가 낮은 신선한 고품질의 우유를 생산코자 시험을 수행하였다. 6~10월 중 일일 1두당 평균 산유량은 22.4kg, 평균 유지율은 3.69%였다. 우유내 평균 세균수는 15천/ml로 대체로 양호 하였으며, 체세포 수는 농가 평균 254.6천/ml 였고, 착유우 742분방에 대한 6~10월간 체세포수의 분포 비율은 우유 ml당 20만 이하 68.8%, 20~50만 18.8%, 50만 이상 12.4%였다. 유방염 원인균별 발생분포는 포도구균성이 47분방으로 가장 많았으며, 연쇄상 구균성 17분방, 바실러스성 12분방 등으로 분석되었다. 산유량, 유지율, 세균 수, 체세포 수를 적용한 농가별 월간 조수입은 두당평균 407천원이었으며, E와 A 농가에서는 456~445천원으로 높은 반면, H농가는 314천원으로 낮아 농가간에 큰 소득 차이가 있었다. 결론적으로 낙농소득 향상을 위해서는 사양체계 개선에 의한 산유량 및 유지율을 높이고, 위생적인 사양관리로 세균 수를 낮추며, 유방염의 예방 및 정기 검진에 의한 적정 처방으로 체세포 수를 경감시켜야 할 것으로 사료된다.

V. 인용 문헌

1. Cowan, S. T. 1974. Cowan and steel's manual for the identification of edical bacteria. Cambrige Uni. Press. London., 238pp.
2. Elmer, W. K., Stephen, D. A., Dowell, U. R. and Jr., H. M. S. 1979. Color. Atlara and Textbook of diagnostic microbiology. J. B. Lippin cott comapny 495pp.
3. Griffith, M. F., Phillips, J. D. and Muir, D. D. 1981. Thermostability of protease and lipases from a member of species of psychrotrophic bacteria of dairy origin. J. Appl. Bacteriol. 50:279-303.
4. Langeveld, L. P. M. and Cuperus, H. 1980. The relation between temperature and growth rate in pasteurized milk of different type of bacteria which are important to deterioration of that milk. J. Netherland milk & Dairy 34:106-125.

5. Law, B. A., Sahrpe, M. E. and Chapman, H. R. 1976. The effect of lypolytic gram negative psychrotrophs in stored milk on the development of rancidity in cheddar cheese. J. Dairy Res. 43: 459-468.
6. MacFaddin, J. F. 1980. Biochemical tests for identification of medical bacteria. 2nd Ed. Williams & Wilkins company, Baltimore.
7. Mikolajcik, E. M. 1979. Psychrotrophic bacteria and dairy product quality. I. Major organisms involved and defects produced. Cultured dairy products J. 14:6-10.
8. Schalm, O. W. and Noorlander, D. O. 1957. Experiment and observations leading to development of the California mastitis test. J. A. V. M. A., 130(5):199-209.
9. 강희정. 2001. 제주지역 젖소의 유방염 원인균 분리 및 약제 감수성 검사. 제주대학교 석사학위 논문.
10. 고희수, 김두. 1991. 강원지역의 젖소 유방염 감염율 및 원인균에 관한 연구. 한국임상수의학회지. 8(1):47-51.
11. 노상호. 1999. 체세포 수와 우유의 품질. 낙농우유. '99. 6:109-111.
12. 손봉환. 1991. 원유의 질과 유방염 관계. 유가공연구회지. 8(2):66-87.
13. 손봉환, 1994. 유방염 감염조사 및 예방대책에 관한 연구(최근 3년간('91~'93) 유방염 발생실태에 관한 최종 보고서). 한국가축위생학회 단행본, 189pp
14. 손봉환, 최진영, 배도권, 정충일. 1997. 유질 개선을 통한 낙농가 소득증대. 한국가축위생학회지. 20(3):261-279.
15. 신현성, 1988. 최신 일반미생물학실습, 고려의학 출판사, 서울, 407pp.
16. 육종룡. 1986. 낙농학요론. 선진문화사.
17. 이정규. 1999. 낙농목장 경영기록 해석과 개선전략. 한국낙농우유협회.
18. 정충일. 1991. 최근 원유의 미생물학적 품질. 유가공연구회지. 8(2):92-98.
19. 정충일. 1995. 유대 차등지불제도의 차후 개선방향. 고품질 안전우유 생산을 위한 학술심포지움: 61-67.
20. 제주도. 2000. 축산사업추진계획. 제주도.
21. 주이석. 1988. 유방염과 체세포 줄이기. 낙농우유. 3:134-139.
22. 축협. 1998. 젖소산유능력검정사업보고서. 축협중앙회 유우개량사업소.
23. 최현식, 남은숙, 강현미, 정충일. 1998. 낙농지도가 원유의 위생적 품질에 미치는 영향. 한국낙농학회지. 20(1):45-52.
24. 한홍율. 1993. 유방염 대항조치(번역판). 서울대 유방염연구실.

(접수일자 : 2001. 8. 30 / 채택일자 : 2002. 2. 4)