

유방염으로 의심된 유우 분방유즙의 체세포 연구

정지영* · 이정치** · 이정길 · 김혜라* · 최종성* · 이채용¹

전남대학교 수의과대학
*전라남도 축산기술연구소
**서정대학 애완동물과

A Study on the Somatic Cells in Quarter Milk Samples of Holstein Cows with Suspected Mastitis

Ji-young Jeong*, Jeong-chi Lee**, Chung-gil Lee, Hye-ra Kim*, Jong-sung Choi* and Chai-yong Lee¹

College of Veterinary Medicine, Chonnam National University, Gwangju Korea

*Chonnam Livestock Research Institute, Gwangju, Korea

**Department of veterinary nurse and pets sciences, Seojeong College Yangju, Korea

Abstract: This study was conducted to survey the relationship between the somatic cell count (SCC), and California mastitis test (CMT) & mastitis. A total of 328 quarter milk samples were collected from 211 cows suspected to have mastitis. Both SCC and CMT were performed on the samples. Milk smear was stained with Broadhurst and Paley stain and the cells were classified into either epithelial or blood cells. Bacterial isolation was made and antimicrobial susceptibility was tested. Of the 328 quarters, 78 (23.8%) were CMT negative with SCC <750,000/ml. As expected, CMT score increased with the increase of SCC. The number of epithelial cells decreased with the increasing number of somatic cells, while the opposite was the case with the number of blood cells. The critical point was when the SCC reached 1,000,000/ml. Up to 1,000,000 cells/ml, the number of epithelial cells was greater than that of blood cells. The results indicate that when epithelia:blood cell ratio is 58.1:41.9, the milking line should be checked and bacterial isolation be performed on the samples in order to identify mastitis.

Key words : somatic cell, CMT, mastitis, Holstein cows.

서 론

유방염은 낙농업에서 단일 질병 중 경제적인 피해가 가장 큰 대표적인 질환으로 그 원인에 따라 감염성과 비감염성 유방염으로 대별할 수 있다. 감염성 인자는 주로 병원미생물이며 중요한 원인균으로는 *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *E. coli* 등이 알려져 있다^{4,10}. 이 균들은 유선조직에 침입하여 염증을 일으킨다^{10,20}. 주요한 감염경로는 유두관인데 이 관은 원인인자의 침입문호도 되지만 감염에 대한 1차 방어작용도 한다^{6,8}. 비감염성 인자로는 유방과 유두의 형태 그리고 착유라인 등인데, 유두의 경우 직경이 크면 상대적으로 큰 유두공을 가지며 연령이 증가하면 유두괄약근의 이완에 따른 유두공의 기능적 감퇴로 유방염에 대한 감수성이 높아진다⁷. 유두길이의 경우 길수록 자주 밟히는 등 외상성 유방염이 일어나기 쉽고²¹, 착유라인의 인자로는 대부분 착유기와 관련이 많다⁷. 착유기는 통상적으로 유방의 건강과 직결되는데 착유기 진공압과 박동은 유두피부의 오염, 유두상태의 변화, 유두관으로의 세균침입 그리고 분방내의 세균증식 등과 관련이 있다¹⁵. 유두컵 라이너의 경우 디자인을 비롯 진공압,

피부마찰력 등을 고려하면 유방염을 줄일 수 있다고 하였다³.

유방염이 발생되면 유량감소, 원유성분 및 체세포수의 변화를 가져와 결국은 유질저하, 변질유 생산, 치료비용 및 도태 등으로 막대한 경제적 손실을 초래한다. 그래서 유방염은 조기에 발견하여 치료함으로써 경제적 손실을 최소화시킬 수 있다. 이러한 이유에서 유방염 발생의 원인 분석은 중요한 의미가 있으며 철저한 검사가 이루어져야 하는 당위성도 지닌다. 유방염검사에는 직접검사와 간접검사법이 있는데 주로 후자의 방법이 많이 이용되고 있다. 비감염성 유방염 검사는 주로 체세포수를 측정하여 유방염을 감시하는 방법으로 역시 광범위하게 활용되고 있다. 이 체세포는 정상 유즙 내에서 75% 이상 점유하고 있는 상피세포들과 나머지 세포성분을 차지하는 혈액유래 세포들로 구분되며, 후자에는 호중구, 림프구, 단핵구 등이 있다. 이들 세포의 유래에 따른 감별은 유방염 원인인자를 간접적으로 추정하여 유방염 방제대책을 마련하는 데 응용이 가능하다.

국내의 유방염에 대한 연구 방향은 유즙에서 유방염 원인균의 분리 동정 및 항생제 감수성 시험에 관한 접근 방법이 대부분으로 원유의 체세포에 대한 세포학적 연구는 현재까지의 조사로는 없다. 그러나 외국의 경우, 원유에서 통상적인 세포학이나 세포분류기기를 이용하여 다양한 세포학적 연구가 수행되고 있다^{12,13,16}.

¹Corresponding author.
E-mail : cylee@chonnam.ac.kr

이 연구는 유방염과 유질향상과 식품안전성 연구의 일환으로 유방염으로 의심되어 의뢰된 분방 유즙에 대하여 체세포와 CMT와의 상관성, 유선상피 유래 세포와 혈액 유래 세포의 비율을 조사하여 유방염의 원인이 감염원 혹은 착유기와 관련이 있는지를 알아본 다음, 주요 유방염 원인균에 대한 항균제 감수성 시험 등을 실시하여 감염 및 착유라인에 의해 발생하는 유방염에 대한 대책을 마련하는 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

재료채취

2002년 4월부터 12월까지 전남도내 34개 목장에서 사육되는 홀스타인 젖소 가운데 유방염으로 의심되어 의뢰된 211두에서 328개 분방의 원유를 수집하여 실험에 이용하였다.

총 체세포수 검사

분방유즙의 체세포수는 Fossomatic 300 (Foss Electric Co., Denmark) 기기를 이용하여 측정하였다.

California Mastitis Test (CMT)

CMT는 분방유즙 2ml와 CMT 시약 2ml를 백색 검사판에 혼합하여 그 반응 정도를 기준표에 의거 판정하였다.

체세포의 형태 검사를 위한 우유도말 및 염색

검사용 우유를 충분히 교반시킨 다음 0.01 ml를 마이크로 피펫으로 흡입하여 거즈로 피펫 외부에 묻어있는 유즙을 닦아낸다. 슬라이드글라스 밑에 가로, 세로 1 cm의 정사각형을 4개 그린 밀종이를 대고 분방유즙을 그 위에 붓고 도포침으로 정사각형 안에 균질 도말한 다음 건조시킨다. 키실렌에 1-2분 담그어 청정시킨 후 건조시킨다. 그 후 메탄올에 담그어 고정시킨다. 도말표본의 염색은 Broadhurst와 Paley⁵의 방법에 준하여 실시하였다.

체세포의 형태 검사

Schalm et al²⁰의 방법에 준하여 체세포 및 혈액세포 유래로만 분류하였다 (Fig 1).

미생물학적 검사

원유에 대한 미생물학적 검사는 체세포수가 20만 이상의 원유를 대상으로 실시하였다. 먼저 멸균된 면봉에 검사용 우유를 적신 다음 5% 면양혈액이 첨가된 혈액한천 배지에 도말하여 37°C 배양기에서 24시간 배양 후 형성된 순수 집락의 성장 및 용혈 유무를 기록하고 그람염색을 실시하여 분류한 다음 순수 분리된 집락은 MacFaddin¹⁴의 방법에 따라 분리동정 하였다.

약제 감수성 시험

분리세균에 대한 항균제 감수성 시험은 Kirby-Bauer 디스크

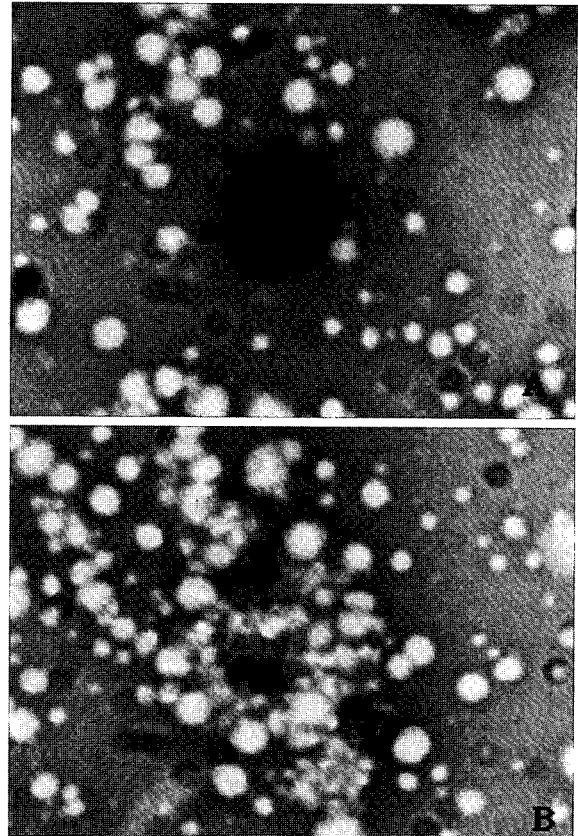


Fig 1. Raw milk films stained with Broadhurst and Paley stain. A, Epithelial cell; B, Blood cells.

크 확산법에 준하여 실시하였다². 시험에 사용된 항균제는 BBL사의 amikacin, gentamicin, cephalothin, norfloxacin, kanamycin, trimethoprim/ sulfamethoxazole, tetracycline, neomycin, cefoperazone, ampicillin 그리고 oxacillin 등 11종을 사용하였고 결과는 디스크 제작사의 판정 기준에 따라 감수성, 중등도, 내성의 3단계로 구분하였다.

통계처리

California mastitis test 음성 예에서 체세포수의 증감에 따른 유의성과 총 체세포수 대비 상피유래와 혈액유래 체세포수의 증감에 따른 유의성을 알아보기 위하여 Student t' 검정을 실시하였다.

결 과

체세포수와 CMT의 상관성은 Table 1에 나타났다. 총 328개 분방 중 체세포수가 75만/ml 이하로 CMT 음성은 78(23.8%) 분방이었다 ($p < 0.05$). CMT성적에서 1+가 135분방(41.2%)으로 가장 많았으며 체세포수로는 50만-75만/ml까지가 16.5%로 가장 많았다. 20만-50만/ml이었던 분방은 10.7%로 이 중 CMT 음성이 6.4%, 1+가 4.0%, 2+가 0.3%이었고, 50만-75만/ml만인 분방은 18.9%로 이 중 CMT

Table 1. Relationships between somatic cell counts (SCC) and California Mastitis Test (CMT) in quarter milk samples of Holstein cows

SCC ($\times 10^3/ml$)	No. of quarters (%)	CMT (%)			
		-	+	2+	3+
<200	52(15.9)	52(15.9)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
200-500	35(10.7)	21(6.4)	13(4.0)	1(0.3)	0(0.0)
500-750	62(18.9)	5(1.5)	54(16.5)	3(0.9)	0(0.0)
750-1,000	32(9.7)	0(0.0)	23(7.0)	6(1.8)	3(0.9)
1,000-4,000	91(27.7)	0(0.0)	40(12.2)	37(11.3)	14(4.2)
Total	328(100.0)	78(23.8)	135(41.2)	57(17.4)	58(17.6)

SCC was directly proportional to CMT score ($p<0.05$).

음성이 1.5%, 1+ 이상인 경우가 17.4%이었다.

체세포수가 20-50만/ml 이상부터 CMT양성이 나타나기 시작하여 100만-400만/ml에 속한 분방이 가장 많은 27.7%이었는데 그 중 CMT 2+ 이상이 15.5%이었다. 400만/ml 이상인 분방은 17.1%로 이 중 CMT 3+ 성적이 가장 높아 12.5%이었으며 75만-100만/ml에 속한 분방은 9.7%로 가장 낮았는데 이 중 CMT 2+ 이하가 8.8%를 보여, 체세포수가 감소할수록 CMT 음성이 많았고, 증가할수록 CMT 성적 역시 높아가는 경향을 보였다($p<0.05$).

유즙에서 체세포수에 따른 유선상피세포와 혈액세포의 비율은 Table 2에 나타났다. 체세포수가 100만-400만/ml일 때 세포비율은 상피세포(45.7%)보다 혈액세포(54.3%)가 약간 높았고, 체세포수가 400만/ml 이상일 때 세포비율은 상피세포와 혈액세포의 비율이 36.5%와 63.5%로서 2배 이상 급증하였다($p<0.05$). 반면에 체세포수가 20만/ml 이하인 분방에서는 상피세포가 72.3%, 혈액세포가 27.7%였고, 체세포수가 잠재성 유방염의 기준인 50만/ml 이하에서는 상피세포가 58.1%, 혈액세포가 41.9%였다. 체세포수 100만/ml까지는 상피유래세포수가 많다가, 체세포수가 100만/ml 이상이 되면 혈액유래세포가 더 많아지는 경향을 보였다($p<0.05$).

분방유즙에서 분리된 주요 원인균에 대한 항균제 감수성 시험의 결과는 Table 3에 표시하였다. *Staphylococcus* spp.가 87주로 가장 많이 분리되었고 *Escherichia coli*가 85주,

Table 2. Prevalence of epithelial cells and blood cells in somatic cell counts (SCC) of quarter milk samples of Holstein cows

SCC ($\times 10^3/ml$)	No. of quarters (%)	Epithelial cells (%)	Blood cells (%)
<200	52 (15.9)	72.3 \pm 13.2	27.7 \pm 13.2
200-500	35 (10.7)	58.1 \pm 11.0	41.9 \pm 11.0
500-750	62 (18.9)	53.8 \pm 13.1	46.2 \pm 13.1
750-1,000	32 (9.8)	53.8 \pm 12.9	46.2 \pm 12.8
1,000-4,000	91 (27.7)	45.7 \pm 12.7	54.3 \pm 12.7
>4,000	56 (17.1)	36.5 \pm 13.8	63.5 \pm 13.8
Total	328 (100.0)	52.0 \pm 16.9	48.0 \pm 16.9

Up to 1,000,000 cells/ml, the number of epithelial cells was greater than that of blood cells ($p<0.05$).

Streptococcus spp.가 19주로 가장 적었다. 이 실험에서 분류된 세 종류의 주요 원인균에 대한 항균제 감수성 시험에서는 cefoperazone이 평균 82.2%의 감수성을 보였고, norfloxacin은 평균 69.6%로 중등도의 내성을 그리고 나머지 8가지 약제에 대해서는 내성을 나타내었다.

고 찰

우유 중에 존재하는 체세포는 상피세포, 호중구, 림프구,

Table 3. Antimicrobial susceptibility of microorganisms isolated from 328 quarter milk samples of Holstein cows

Microorganism	No. of isolates (%)	Antibiotics with susceptibility (%)										
		AN	GM	CF	NOR	K	SXT	TE	N	CFP	AM	OX
<i>Staphylococcus</i> spp.	87 (45.6)	17 (19.5)	15 (17.2)	38 (43.7)	53 (60.9)	1 (1.1)	21 (24.1)	0 (0.0)	1 (1.1)	80 (92.0)	15 (17.2)	9 (10.3)
<i>Streptococcus</i> spp.	19 (9.9)	10 (52.6)	4 (21.1)	0 (0.0)	12 (63.2)	0 (0.0)	3 (15.8)	0 (0.0)	1 (5.3)	14 (73.7)	0 (0.0)	0 (0.0)
<i>Escherichia coli</i>	85 (44.5)	27 (31.8)	7 (8.2)	5 (5.9)	68 (80.0)	5 (5.9)	28 (32.9)	4 (4.7)	1 (1.2)	63 (74.1)	11 (12.9)	0 (0.0)
Total	191 (100.0)	54 (28.3)	26 (13.6)	43 (22.5)	133 (69.6)	6 (3.1)	52 (27.2)	4 (2.1)	3 (1.6)	157 (82.2)	26 (13.6)	9 (4.7)

AN, amikacin; GM, gentamicin; CF, cephalothin; NOR, norfloxacin; K, kanamycin; SXT, trimethoprim/sulfamethoxazole; TE, tetracycline; N, neomycin; CFP, cefoperazone; AM, ampicillin; OX, oxacillin.

단핵구와 그 외의 세포 등으로 구성되며 보통 건강한 젖소의 유즙 내 체세포는 상피세포가 많지만 감염성 인자가 유방에 침입하면 세포들의 구성과 숫자에 변화를 일으킨다. 그 중에서도 혈액 유래세포, 특히 호중구가 증가하게 되어 전체 체세포의 95%를 차지하면서 체세포수가 증가한다^{9,11}. 원유 중 체세포수의 증가는 전염성 및 환경성 유방염 발생 원인의 증식과 관련되기 때문에 유즙의 체세포수 측정은 신속한 유질 평가와 잠재성 유방염의 진단법으로 사용되고 있다²⁶.

체세포수에 영향을 미치는 숙주인자들은 산차, 유두끝 모양, 유방의 높이 및 유두의 모양과 크기 등이 있다. 특히 유두의 크기 및 형태가 착유기에 적절하지 못한 경우 체세포수는 높아지게 된다. 또 다른 체세포수의 증가 원인으로는 연령의 증가에 따른 유두끝 손상으로 앞 뒤 분방의 불균형을 이루며 생기는 유방염인데 뒤쪽 분방에서 더 많이 발생하며 체세포수 역시 뒤분방이 더 높게 나타난다. 이는 뒤쪽 분방의 우유생산이 60%를 차지하고 있기 때문에 착유기의 맥동비율도 뒤쪽분방이 더 높게 고안되어 있으나 젖소의 생리적인 특성과 맥동비율의 부적절, 착유기 관리의 잘못으로 착유 중 유두조직의 충혈 및 부종 등이 주로 체세포수의 증가를 일으키는데 일측에서는 파이프라인 착유시설이 체세포수의 주된 증가이유라는 주장도 있다²⁵.

한편 유방염 발생의 위험인자로서 라이너의 미끄러짐 현상이 유방염의 감수성을 증가시킨다^{22,24}. 이러한 위험 인자로는 유방의 부착 높이가 낮거나 유방이 강하게 부착되지 않고 매달린 형태, 계단형 유방, 둥근형 유방 등이 있다. 유두의 형태 및 크기가 라이너와 맞지 않을 때 착유 중 라이너의 미끄러짐 현상이 나타나는데 이는 직경이 크고 짧은 길이의 유두와 유방의 부착 높이가 낮을 때 잘 일어난다^{7,17,18}. 유두 모양에서도 서양배 모양의 유두가 착유기내로 충분히 장착되지 않아 착유가 어렵고¹⁹, 라이너 미끄러짐 현상이 다발하여 체세포수가 증가한다. 유두끝의 모양은 유전적 방어 인자로 유방염 발생에 중요한 역할을 하며^{7,23} 체세포수에 영향을 준다.

이 연구에서도 체세포수가 증가할수록 CMT도 강한 반응을 보였고, 감염성 유방염과 착유라인에 의해 발생하는 유방염의 감별에서는 체세포수가 20만/ml 이하인 분방에서는 상피세포가 72.3%, 혈액세포가 27.7%였고, 체세포수가 잠재성 유방염의 기준인 50만/ml 이하에서는 상피세포가 58.1%, 혈액세포가 41.9%였고, 상피유래세포와 혈액유래세포가 100만/ml일 때부터 후자가 더 높은 비율로 나타났다(Table 1 및 2). 따라서 혈액유래세포가 41.9% 이상이고 상피유래세포가 58.1% 이하이면 상피세포의 역치 한계의 시작이어서 착유라인 등과 관련된 비감염성 원인으로 그 반대이면 감염성으로 감별할 수 있을 것으로 보인다. 이러한 기준으로 유방염 발생의 원인을 진단하고 그 대책을 마련하는 기초 자료로 활용하기 위해서는 전·후 분방의 맥동비율 및 음압 그리고 실험우의 유두에 적합한 유두캡을 표준화시키고 체세포수가 40만/ml 이하의 실험우를 선정하여 체세포수의 증가에 따른

체세포 유래별 수와 착유기 점검을 병행하는 더 많은 연구의 수행이 필요하다고 생각된다.

주요 원인균에 대한 약제 감수성 시험에서 다수의 항균제에 내성을 나타낸 결과는 자가치료를 시도하여 보았으나 효과를 보지 못하여 의뢰된 유즙 때문이라 생각되며, 이러한 결과는 준임상 유방염 및 건유기 치료 등 유방염의 예방적 수단을 적극적으로 강구하지 않은 채 항균제를 오·남용하여 내성균이 형성된 결과라고 생각된다. 따라서 유방염 유우에 대하여 유효 항균제 감수성 시험이 필수적임을 축주들에게 알리는 교육의 필요성이 매우 시급한 것으로 판단되었다.

결론

2002년 4월부터 12월까지 전남도내 34개 목장에서 사육되는 유우 중 유방염으로 의심되어 의뢰된 211두, 328 분방의 원유에 대해 체세포수와 CMT를 조사분석하였고, 주요 세균에 대한 항균제 감수성 시험을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

체세포수와 CMT의 관계에서 체세포수가 75만/ml 이하로 CMT 음성은 78(23.8%) 분방이었다. CMT성적에서 1+가 135분방(41.2%)으로 가장 높았으며 체세포수로는 50만-75만/ml까지가 16.5%로 가장 많았다. 20-50만/ml이었던 분방은 10.7%로 이 중 CMT 음성이 6.4%, 1+가 4.0%, 2+가 0.3%이었고, 50만-75/ml 미만인 분방은 18.9%로 이 중 CMT 음성이 1.5%, 1+ 이상인 경우가 17.4%이었다. 체세포수가 20-50만/ml 이상부터 CMT양성이 나타나기 시작하여 100만-400만/ml에 속한 분방이 가장 많은 27.7%이었는데 그 중 CMT 2+ 이상이 15.5%이었다. 400만/ml 이상인 분방은 17.1%로 이 중 CMT 3+ 성적이 가장 높아 12.5%이었으며 75만-100만/ml에 속한 분방은 9.7%로 가장 낮았는데 이 중 CMT 2+ 이하가 8.8%를 보여, 체세포수가 감소할수록 CMT 음성이 많았고, 증가할수록 CMT 성적 역시 높아가는 비례현상을 보였다($p < 0.05$).

체세포수가 20만/ml 이하인 분방에서는 상피세포가 72.3%, 혈액세포가 27.7%였고, 체세포수가 잠재성 유방염의 기준인 50만/ml 이하에서는 상피세포가 58.1%, 혈액세포가 41.9%였다. 따라서 체세포수 100만까지는 상피유래세포수가 많다가, 체세포수가 100만 이상이 되면 혈액유래세포가 더 많아지는 경향을 보였다($p < 0.05$). 이러한 결과로 보아 체세포 감별 결과 상피세포가 58.1% 이하이고, 혈액세포가 41.9% 이상이면 착유라인 점검을 시작해야 하고 동시에 유방염 검사 및 항균제 감수성 시험을 실시하여 원인별 치료대책의 수립이 필요하다고 판단되었다.

한편, 원인균에 대한 약제 감수성 시험에서는 cefoperazone (82.2%)에 감수성을 norfloxacin (69.6%)에 중등도의 내성을 그리고 나머지 8가지 약제(amikacin, gentamicin, cephalothin, kanamycin, trimethoprim/sulfamethoxazole, tetracycline, neomycin, ampicillin)에 대해서는 내성을 보였다.

참고 문헌

1. Adkinson RW, Ingawa KH, Blouin DC, Nickerson SC. Distribution of clinical mastitis among quarters of bovine udder. *J Dairy Sci*, 1993; 76: 3453-3459.
2. Bauer AW, Kirby WM, Sherris TC, Turck M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am J Clin Pathol*, 1966; 45: 493-496.
3. Baxter JD, Rogers GW, Spencer SB, Eberhart RJ. The effect of milking machine liner slip on new intramammary infections. *J Dairy Sci*, 1992; 75: 1015-1018.
4. Bramley AJ, Dood FH. Reviews of the progress of dairy science: mastitis control- progress and prospects. *J Dairy Res*, 1984; 51: 481-512.
5. Broadhurst J, Paley C. A single-dip stain for the direct examination of milk. *J Am Vet Med Assoc*, 1939; 94: 525-527.
6. Capuco AV, Mein GA, Nickerson SC, Jack LJW, Wood DL, Bright SA, Aschenbrenner RA, Miller RH, Bitman J. Influence of pulsationless milking on teat canal keratin and mastitis. *J Dairy Sci*, 1994; 77: 64-74.
7. Chrystal MA, Seykora AJ, Hansen LB. Heritabilities of teat end shape and teat diameter and their relationships with somatic cell score. *J Dairy Sci*, 1999; 82: 2017-2022.
8. Grindal RJ, Hillerton JE. Influence of milk flow rate on new intramammary infection in dairy cows. *J Dairy Res*, 1991; 58: 263-268.
9. Harmon RJ. Mastitis and genetic evaluation for somatic cell count: physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J Dairy Sci*, 1994; 77: 2103-2112.
10. Jain NC. Common mammary pathogens and factors in infection and mastitis. *J Dairy Sci*, 1979; 62: 128-134.
11. Kehrli Jr ME, Shuster, DE. Factors affecting milk somatic cells and their role in health of the bovine mammary gland. *J Dairy Sci*, 1979; 77: 619-627.
12. Kelly AL, Tieman D, O'Sullivan C, Joyce P. Correlation between bovine milk somatic cell count and polymorphonuclear leukocyte level for samples of bulk milk and milk from individual cows. *J Dairy Sci*, 2000; 83: 300-304.
13. Leitner G, Shoshani E, Krifucks O, Chaffer M, Saran A. Milk leucocyte population patterns in bovine udder infection of different aetiology. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health*, 2000; 47: 581-589.
14. MacFaddin JF. Biochemical tests for identification of medical bacteria. 2nd., Waverly Press, 1980: 166-342.
15. Rasmuseen MD, Madsen NP. Effects of milkline vacuum, pulsator airline vacuum, and cluster weight on milk yield, teat condition, and udder health. *J Dairy Sci*, 2000; 83: 77-84.
16. Rivas AL, Quimby FW, Blue J, Coksaygan O. Longitudinal evaluation of bovine mammary gland health status by somatic cell counting, flow cytometry, and cytology. *J Vet Diagn Invest*, 2001; 13: 399-407.
17. Rogers GW, Hargrove GL. Absence of quadratic relationship between genetic evaluation for somatic cell scores and udder linear traits. *J Dairy Sci*, 1993; 76: 3601-3606.
18. Rogers GW, Spencer SB. Relationships among udder and teat morphology and milking characteristics. *J Dairy Sci*, 1991; 74: 4189-4194.
19. Ruban Yu, Vard A. Selection of cows for resistance to mastitis. *Molochnoe i Myasnnoe Skotovodstvo*, 1991; 5: 33-34.
20. Schalm OW, Carroll EJ, Jain NC. Bovine mastitis. Lea and Febiger, Philadelphia 1971: 316-329.
21. Seykora AJ, McDaniel BT. Udder and teat morphology related to mastitis resistance: a review. *J Dairy Sci*, 1985; 68: 2087-2093.
22. Seykora AJ, McDaniel BT. Genetics statistics and relationships of teat and udder traits, somatic cell counts and milk production. *J Dairy Sci*, 1986; 69: 2395-2407.
23. Shook GE. Selection for disease resistance. *J Dairy Res*, 1989; 72: 1349-1362.
24. Slettbakk T, JØrstad A, Farver TB, Holmes JC. Impact of milking characteristics and morphology of udder and teats on clinical mastitis in first- and second-lactation Norwegian cattle. *Prev Vet Med*, 1995; 24: 235-244.
25. 문진산, 주이석, 구복경, 장금찬, 김종엽, 임홍식, 김병기, 박용호. 체세포 수 등외목장의 착유기 설치 및 운용상의 문제점에 대한 연구. *한국수의공중보건학회지*, 1996; 20: 121-126.
26. 박용호. 우군 및 집합유 관리를 통한 체세포 수 감소 방안. *한국유질유방염연구회*, 1995: 11-37.