

신개발 세족기 및 세족액의 젖소 적응효과

백광수 · 김병학* · 박수봉 · 박성재 · 김현섭 · 이왕식 · 기광석 · 전병순 · 안병석 ·
강석진 · 서국현
농촌진흥청 축산연구소

Effect of New Foot-bath Facility and Solution on Foot Health in Lactating Dairy Cows

Baek, K. S., Kim, B. H.*, Park, S. B., Park, S. J., Kim, H. S., Lee, W. S., Ki, K. S.,
Jeon, B. S., Ahn, B. S., Kang, S. J. and Suh, G. H.
National Livestock Research Institute, R. D. A

Summary

This study was carried out to investigate the effect of new foot-bath facility and detergent solution (sodium molybdenate, citrate, potassium nitrate, tataric acid, sodium hypo-chlorite, and zinc sulfate) on claw health in lactating dairy cows. Minimal inhibition concentration (MIC) and minimal bactericidal concentration (MBC) of copper sulphate were 0.31% for *E. coli* and *Bacillus* isolated from cows claw. The MIC and MBC of new detergent for *E. coli* were 1.25% and 5%, respectively, however their respectively values for *Bacillus* were noticed 0.63% and 2.5%. Both *E. coli* and *Bacillus* populations in petri-dishes were significantly reduced (more than 95%) with the application of new detergent solution (5% or 16%). Locomotion score (LS 1-5; very good to severely bad) of lactating cows were significantly improved with in 30 days with the use of new detergent solution in foot bath. The LS2 (n=16), LS3 (n=16), and LS4 (n=7) were shown 100%, 43.8%, and 14.3% recovery rate within 30 days with the use of new detergent solution. However, LS5 (n=2) were not recovered to normal claw health and locomotion score within 30 days of new detergent application. Usage of new detergent solution for 60 days in a foot bath have shown 81.3%, 71.4% and 50.0% recovery rate in cows with LS3, LS4 and LS5, respectively. Abnormal claw incidence was reduced from 18.8% to 1.5% in overall herd (n=80) with the use of new detergent solution (16%) in a foot bath for 90 days. In conclusion, usage of 16% of our detergent solution for 60 days in a foot bath can significantly improve the cow claw health and thus mitigate the negative effects of abnormal claw on productivity of cows and dairy farm income.

(Key words : Dairy cow, Claw disorder, Detergent solution, Minimal inhibition concentration, Minimal bactericidal concentration, Locomotion score)

* 회승산업 (Hee-Seung Industry Co.)

Corresponding author : Baek, Kwang-Soo, Dairy Cattle Division, National Livestock Research Institute, R. D. A, 330-801, Korea.

Tel. 041-580-3386, E-mail : bks@rda.go.kr

서 론

젖소는 유방염, 발굽질병, 불규칙적인 소음, 여름철의 고온, 물리적 자극 등 각종 스트레스에 매우 민감하게 반응하는 동물이다. 이러한 스트레스 요인중에서도 발굽질병은 심한 통증을 수반하면서 유량감소, 체중감량, 번식장애 발생을 증가, 고능력우의 조기도태, 진료위생비의 증가 등 낙농농가에 많은 손실을 주고 있다. 발굽장애는 세계적으로 증가 추세에 있고(Esslemont와 Peeler, 1993) 국내의 경우에도 1976년 7.6%, 1985년 12.9%, 1994년 20.7%, 2005년 21.2%로 급속하게 증가하는 추세를 보이고 있다(축산시험연구보고서, 2005; 정, 1995). 발굽장애 발생율은 사제 전문가의 활동범위에 따라 조사지역간에 다소 차이를 나타내기도 하지만 발굽장애 발생억제 목표치인 5% 이하를 넘고 있어 발굽장애에 대한 각별한 관심이 요구되고 있다. 발굽장애가 있으면 소가 장시간 서 있지를 못하기 때문에 운동량이 급격히 떨어지고 사료섭취량이 현저하게 저하하게 된다. 또한 발정시 승가행동이 적거나 발굽이 아파서 발정이 오지 않은데도 다른 소의 승가를 허용하도록 서 있기 때문에 발정징후를 발견하기가 쉽지 않게 된다. 발굽장애가 오면 무엇보다도 번식에 심각한 영향을 미치게 된다. 목장에서 소를 도태시키는 첫 번째 이유가 불임이고 불임의 주된 원인이 발굽질병으로써 발굽질병으로 인한 스트레스가 뇌하수체전엽에 영향을 미쳐 번식에 관련된 호르몬분비의 불균형을 초래하게 되고 이로 인하여 발정주기가 불규칙하게 된다(정, 1995). 따라서 발굽에 이상이 생기면 번식으로 인한 도태율이 정상우에 비하여 거의 6배에 이르게 된다(Melendez 등, 2003). Melendez 등(2003)은 발굽장애우의 경우 정상우에 비하여 첫 종부시 수태율이 25.1% 낮아지고 난소낭종 발생을 및 번식장애로 인한 도태율이 각각 13.9% 및

25.4% 높아진다고 보고하고 있다. 이와 같이 발굽장애는 번식에 매우 좋지 않은 영향을 미치게 되어 직간접적으로 막대한 손실을 초래하게 된다. 공태기간 지연으로 인한 손실은 물론 도태, 산유량 저하, 치료비 등을 고려하면 경제적 손실은 더 커질 수도 있을 것으로 생각된다. 발굽질병의 경중에 따라 보행자세지수(locomotion score;LS)로 평점을 매기는 방법(Boettcher 등, 1998; Sprecher 등, 1997; Manson과 Leaver, 1988a)을 제시하여 보행자세지수에 따라 번식, 유량, 유질에 미치는 영향을 분석한 연구결과가 농가에 보급되고 있고 보행자세지수에 따라 발굽질병에 대처하는 기술(농촌지도사업 활용자료, 2005)도 개발되어 있다. 특히 보행자세지수는 분만후 첫 수정일수, 분만후 수태일수와 같은 번식효율과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다(Sprecher 등, 1997). 발굽질병은 사양관리, 무기물 공급, 사제, 소독조(세죽장), 우사 및 운동장의 시설을 합리적으로 관리함으로써 예방이 가능하다. 특히 정기적인 사제는 건강한 발굽형성을 촉진하여 파행증(lameness) 예방에 도움이 된다고 한 보고(Vermunt, 1999), 사제를 실시할 경우 파행증의 발생이 감소되고 질병기간도 단축되었다는 보고(Manson과 Leaver, 1988b) 및 정기적인 사제는 발굽질병의 예방에 극히 중요하다고 밝힌 보고(岡田, 2005)에서도 시사하는 바와 같이 사제는 발굽질병 예방을 위해 1년에 2회정도 관리해야 하는 매우 중요한 관리중의 하나이다(김, 1985). 정기적으로 적절한 사제를 함으로써 정상적인 사료섭취 및 보행이 가능하게 되어 사료섭취량이 증가하게 되는데, 특히 조사료의 섭취량을 늘릴 수 있기 때문에 반추위내 pH를 정상적으로 유지할 수 있고 TMR 형태의 사료급여시 유량 및 유지율이 현저히 증가하게 되어 생산성이 향상될 수 있고(岡田, 2005) 분만후 첫 수정까지의 일수, 분만후 첫 수정에 의한 수태율,

분만후 첫 수태까지의 일수 및 수태당 종부 횡수와 같은 번식성적도 개선된다(백 등, 2005). biotin이나 Co, Mn, Zn, Cu와 같은 무기물은 발굽각질 형성세포의 분화작용에 영향을 주어 발굽의 상태를 개선할 뿐만 아니라 발굽과 관련한 대사작용에 밀접하게 관여하여 발굽을 보호하고 손상된 조직의 회복을 빠르게 하며 발의 뼈와 결합조직을 튼튼하게 함으로써 발굽장애를 예방한다고 알려져 있다(Tomlinson 등, 2004; Bergsten 등, 2003). 농림부 연구보고서(1999)에 의하면 젖소의 파행증을 일으키는 지간부란, 제피염, 우상피부염 및 제저궤양을 지닌 우군에 5% 포르말린, 5% 유산동, 0.8% 테라마이신을 발굽침지용액으로 적용시킨 결과 파행증이 30.5%에서 7.1%로 현저하게 감소하였다고 보고하였다. 또한 제피염과 우상피부염은 0.8% 테라마이신 침지용액에서 높은 치료효과를 나타내었다고 하였다. Laven과 Hunt(2002)는 erythromycin, formalin, 유산동 및 peracetic산에 따른 제피염 손상지수를 조사한 결과 0일째에 각각 2.9, 3.0, 3.2, 3.1이었으나 21일째에는 각각 1.3, 1.1, 0.9, 1.6으로 낮아졌다고 하였고, Laven과 Proven(2000)은 세족액으로 erythromycin을 처리하여 파행증을 조사한 보고에서 4일째에 파행증을 나타내는 비율이 27%였으나 11일째에는 13%로 감소하였다고 하였다. 그러나 항생제를 사용한 발굽침지는 년 2회이상 실시할 경우 항생제 내성이 생기므로 2회를 넘지 않아야 한다고 권장하고 있다(Klupiec 등, 1998).

또한 농림부 보고서(1999)에 의하면 발굽침지는 전염성질환을 차단시키는 일반적인 방법으로 1% 포르말린 용액을 적용하였을 때 파행증 발생율을 5.3%까지 감소시킨 반면 침지를 하지 않은 우군에서는 파행증이 9.6% 증가한 소견을 보였다고 하였고 Arkins 등(1986)은 5% 포르말린용액을 1주일에 4회 처리하였을 때 발굽장애 발생율이 감소하고 발

굽각질이 개선된다고 하였다.

일부 농장에서는 세족기나 세족장을 이용하여 발굽장애를 치료하거나 예방할 목적으로 항생제, 황산동, 황산아연, 포르말린 등을 주로 사용해 오고 있으나 발굽장애 예방을 위한 전용세족액이 없는 실정인 관계로 본 시험에서는 신개발 세족액의 효과를 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물

2003년부터 2004년까지 2년간에 걸쳐 축산연구소와 전문경영체농장 2개소에서 사육중인 홀스타인 착유우 200두를 대상으로 수행하였다.

2. 공시재료

세족기는 소가 세족기를 통과한 후 발굽의 세족효과가 충분히 나타날 수 있도록 하는 세족기의 길이 200cm, 높이 15.5cm 및 넓이 90cm의 EPDM 재질의 직사각형의 세족판(Fig. 1)으로써 세족기의 바닥에는 상단지름 25mm, 하단지름 40mm, 높이 12mm인 돌출부가 400개 돌아 있고(Fig. 2) 세족기에는 200ℓ의 물이 담길 수 있도록 고안하였다. 신개발 세족액은 세척력이 뛰어나고 화학제의 고

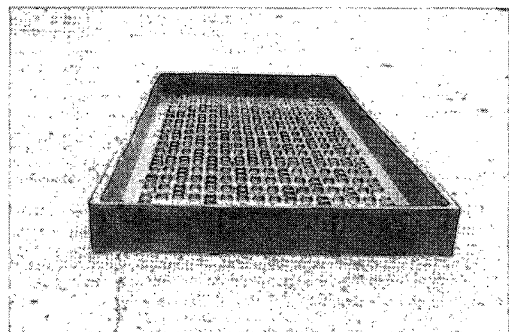


Fig 1. foot-bath facility.

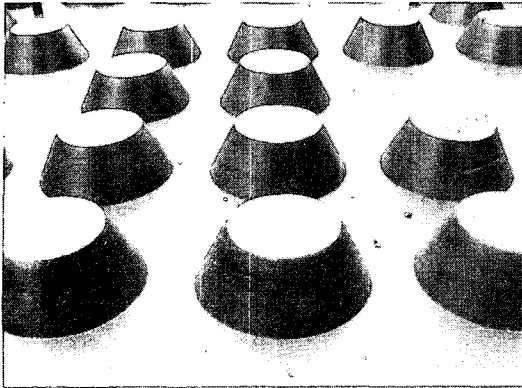


Fig. 2. Embossing on foot-bath facility.

유한 성질을 유지하는 황산아연, 몰리브덴산소다, 구연산, 질산칼륨, 주석산, 차염산소다의 조합이 16% 농도가 되도록 희석하였다.

3. 세족액의 MIC 및 MBC 측정

젖소의 발굽 사이에서 swab 방법으로 7개 시료를 채취하였고 시료에서 공통적으로 가장 많이 검출되는 *E. coli*와 *Bacillus*를 가지고 분석에 이용하였다. 투명한 유리의 broth 배양관에 Muller-Hinton broth를 이용하여 신개발 세족액 및 유산동(CuSO_4)의 농도가 5.00%, 2.50%, 1.25%, 0.63%, 0.31%, 0.15%, 0.08%가 되도록 희석하여 세균의 최소 억제농도 (Minimal inhibition concentration: MIC) 및 세균의 최소 사멸농도(Minimal bactericidal concentration: MBC)의 값을 구하였다.

4. 세족기의 사용방법

세족기는 착유실의 출구나 입구에 유도책

을 설치하여 그 사이에 위치하였고 착유우 40두를 기준으로 7일마다 세족액을 교체하였으며 1일 2회 통과하도록 하였다.

5. 보행자세지수 측정

2005년 5-7월 사이에 조사를 하였고 보행자세지수는 Boettcher 등(1998), Sprecher 등(1997) 및 Manson과 Leaver(1988)의 방법에 의하여 세족액을 교체할 때마다 측정을 수행하였다.

결과 및 고찰

젖소의 발굽에서 분리한 세균에 대한 유산동 및 신개발 세족액의 MIC 및 MBC는 Table 1에서 보는 바와 같다. 투명한 유리의 broth 배양관에 Muller-Hinton broth를 이용하여 대조구 및 처리구의 농도가 5.00, 2.50, 1.25, 0.63, 0.31, 0.15, 0.08%가 되도록 희석하여 MIC 및 MBC 값을 구한 결과는 유산동의 MIC와 MBC는 *E. coli* 및 *Bacillus*에 대해서 공히 0.31%로 나타났다. 신개발 세족액의 경우 *E. coli*에 대해서는 MBC가 5%로 나타났고 *Bacillus*에 대해서는 2.50%로 나타났다.

신개발 세족액의 현장 사용농도 뿐만 아니라 MBC 농도에서도 세균 감소율은 95% 이상의 높은 수준으로 나타났다(Table 2). *E. coli*는 5% 농도의 경우 초기값이 2.18×10^6 세척후 값이 9.4×10^4 로 2.09×10^6 이 감소되어 95.69%의 감소율을 나타내었고 16% 농도의 경우 초기값이 2.18×10^6 , 세척후 값이 9.0×10^4 로 2.09×10^6 이 감소되어 95.87%의 감소율을

Table 1. MIC and MBC of bacteria isolated from cows claw

	CuSO ₄ (%)		New detergent solution(%)	
	<i>E. coli</i>	<i>Bacillus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Bacillus</i>
MIC	0.31	0.31	1.25	0.63
MBC	0.31	0.31	5.00	2.50

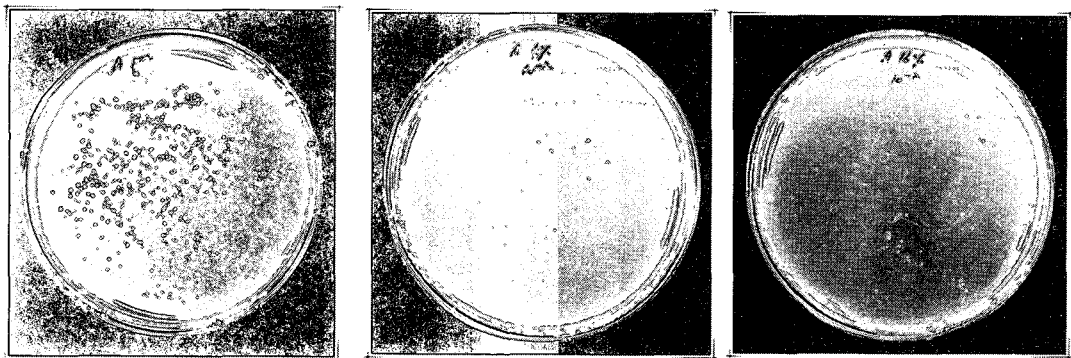
Table 2. Effect of detergent on *E. coli* and *Bacillus* concentration *in vitro*

	<i>E. coli</i>		<i>Bacillus</i>	
	5 %	16 %	5 %	16 %
Initial CFU	2.18×10^6	2.18×10^6	4.46×10^7	4.46×10^7
CFU after washing	9.4×10^4	9.0×10^4	2.14×10^5	5.0×10^4
Reduction rate(%)	95.69	95.87	99.52	99.89

나타내었다. *Bacillus*는 5% 농도의 경우 초기 값이 4.46×10^7 , 세척후 값이 2.14×10^5 으로 4.25×10^7 이 감소되어 99.52%의 감소율을 나타내었고 16% 농도의 경우 초기값이 4.46×10^7 , 세척후 값이 5.0×10^4 으로 4.46×10^7 이 감소되어 99.89%의 감소율을 나타내었다.

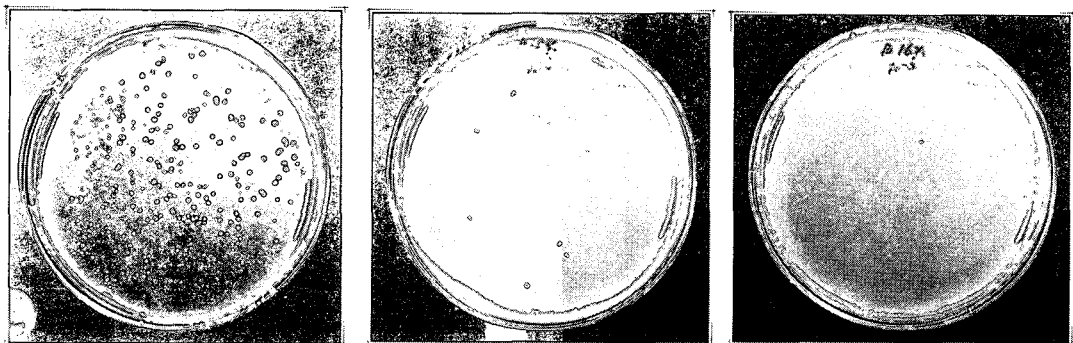
신개발 세죽액을 현장에서 사용하였을 경

우와 유사한 상황에서의 효과를 검증하기 위하여 멸균면봉에 세균을 접종하고 신개발 세죽액에 침지하였을 때의 세균감소율을 측정 한 결과 Fig. 3 및 Fig. 4와 같이 나타났다. 세균수의 변화는 평판배지의 CFU를 확인하기 위하여 배양이 끝난 평판배지를 촬영하여 붉은색 펜으로 표시하여 그 숫자를 세었다.



Before detergent solution After 5% detergent solution After 16% detergent solution

Fig 3. Reduction in *E. coli* concentration isolated from cow claw by detergent solution.



Before detergent solution After 5% detergent solution After 16% detergent solution

Fig 4. Reduction in *Bacillus* isolated from claw by detergent solution.

Table 3. Recovery of claw disorder by detergent solution

Locomotion score	No. of head	30 days		60 days	
		n	%	n	%
2	16	16	100	16	100
3	16	7	43.8	13	81.3
4	7	1	14.3	5	71.4
5	2	0	0	1	50.0
Average	41	24	58.5	36	87.8

Table 4. Abnormal claw incidence rate in overall herd before and after the usage of detergent in a foot bath

	No. of head	Abnormal claw incidence	
		n	%
Before detergent	80	15	18.8
After detergent	65	1	1.5

유산동이 신개발 세족액에 비해서 MBC가 높게 나왔으나 5% 이상의 농도에서는 발굽에서 분리되는 대부분의 세균에 대해 사멸효과를 나타낼 것으로 사료된다.

신개발 세족액을 30일간 및 60일간 사용함에 따른 보행자세지수(locomotion score;LS)별 정상회복 비율은 Table 3에서 보는 바와 같다. 30일동안 사용하였을 때 LS 2, LS 3, LS 4 및 LS 5의 경우 100%, 43.8%, 14.3% 및 0%의 정상회복율을 나타내었고 누적하여 60일동안 사용하였을 때 LS2, LS3, LS4 및 LS5의 경우 100%, 81.3%, 71.4% 및 50.0%의 정상회복율을 나타내었다.

신개발 세족액을 사용하기 전과 후의 발굽장애 발생율은 Table 4에서 보는 바와 같다. 세족기를 사용하기 전에는 4월에서 7월까지 4개월간 18.8%의 발생율을 보였으나 사용후에는 1.5%의 발생율을 나타내었다.

적 요

본 연구는 젖소에 있어서 세족기 및 신개발 세족액의 적용효과를 구명하기 위하여 2004년 축산연구소 및 전문경영체농장 2개소에서 사육중인 홀스타인 착유우를 대상으로 신개발 세족기 및 세족액을 적용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 유산동의 MIC와 MBC는 *E. coli* 및 *Bacillus*에 대해서 공히 0.31%로 나타났다. 신개발 세족액의 경우 *E. coli*에 대해서는 MBC가 5%로 나타났고 *Bacillus*에 대해서는 2.5%로 나타났다.

2. *E. coli*의 경우 5% 및 16% 농도에서 각각 95.69% 및 95.87%의 감소율을 나타내었고 *Bacillus*의 경우 5% 및 16% 농도에서 각각 99.5% 및 99.89%의 감소율을 나타내었다.

3. 30일동안 사용하였을 때 보행자세지수(locomotion score; LS) 2, LS3, LS4 및 LS5의 경우 100%, 43.8%, 14.3% 및 0%의 정상회복

을 나타내었고 누적하여 60일동안 사용하였을 때 LS2, LS3, LS4 및 LS5의 경우 100%, 81.3%, 71.4% 및 50.0%의 정상회복율을 나타내었다.

4. 신개발 세죽액을 사용하기 전과 후의 발굽장애 발생율에 있어서 사용 전에는 18.8%의 발생율을 보였으나 사용 후에는 1.5%의 발생율을 나타내었다.

인 용 문 헌

1. Arkins, S., Hannan, J. and Sherington, J. 1986. Effects of formalin footbathing on foot disease and claw quality in dairy cows. *The Veterinary Record*. Vol 118. Issue 21:580-583.
2. Bergsten, C., Greenough, P. R., Gay, J. M., Seymour, W. M. and Gay, C. C. 2003. Effects of Biotin Supplementation on Performance and Claw Lesions on a Commercial Dairy Farm. *American Dairy Science Association*. pp. 39-53.
3. Boettcher, P. J., Dekkers, J. C. M., Warnick, L. D. and Wells, S. J. 1998. Genetic analysis of clinical lameness in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 81:1148-1156.
4. Esslemone, R. J. and Peeler, E. J. 1993. The scope for raising margins in dairy herds by improving fertility and health. *Br. Vet. J.*, 149:537-547.
5. Klupiec, C., Blowey, R. and Davis, C. 1998. Local application of a lincomycin water solution for treatment of digital dermatitis in dairy cows. *Proceedings of 20th World Buiatrics Congress, Sydney, Australian*. pp. 95-98.
6. Laven, R. A. and Proven, M. J. 2000. Use of an antibiotic footbath in the treatment of bovein digital dermatitis. *Veterinary Record*, 147:503-506.
7. Laven, R. A. and Hunt, H. 2002. Evaluation of copper sulphate, formalin and peracetic acid in footbaths for the treatment of digital dermatitis in cattle. *Veterinary Record*, 151:144-146
8. Manson, F. J. and Leaver, J. D. 1988a. The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle. *Anim. Prod.*, 47:185-190.
9. Manson, F. J. and Leaver, J. D. 1988b. The influence of dietary protein intake and of hoof trimming on lameness in dairy cattle. *Anim. Prod.*, 47:191-199.
10. Melendez, P., Bartolome, J., Archbald, L. F. and Donovan, A. 2003. The Association between lameness, ovarian cysts and fertility in lactation dairy cows. *Theriogenology*, 59:927-937.
11. Sprecher, D. J., Hostetler, D. E. and Kaneene, J. B. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*, 47:1179-1187.
12. Tomlinson, D. J., Mulling, C. H. and Fakler, T. M. 2004. Invited Review : Formation of Keratins in the Bovine Claw : Roles of Hormones, Minerals, and Vitamins in Functional Claw Integrity. *American Dairy Science Association*. p. 797.
13. Vermunt, Jos J. 1999. Regular claw trimming for the control of lameness-good or bad?. *The vet. J.*, 157:109-110.
14. 岡田 啓司. 2005. 適切な削蹄により生産性は向上する?. *Dairy Japan*(9):10-13
15. 김영민. 1985. 소의 발굽위생. *대한수의사회지* 21(11):57-72.
16. 농림부 연구보고서. 1999. 젖소의 생산성 향상을 위한 파행증의 관리대책. 서울대

학교 수의과대학.

17. 농촌지도사업 활용자료. 2005. 2004 개발한 농촌지도사업 활용자료(축산편), 농촌진흥청. p965.
18. 백광수, 박수봉, 박성재, 김현섭, 이현준, 전병순, 안병석, 허태영, 강석진, 서국현, 정경용, 손준규. 2005. 젖소에 있어서 삭제(削蹄)가 번식효율에 미치는 영향. 한국수정란이식학회지 20(3):233-238.
19. 정순옥. 1995. 젖소에 있어서 발굽병이 번식에 미치는 영향. 대한수의사회지 31(8):839-841.
20. 축산시험연구보고서. 2005. 발정탐색 기술과 발정발현 강화기술 개발연구(CD). 농촌진흥청 축산연구소. 낙농과 07. 백광수.