

하여 운영 중이며 점차 자동착유시스템을 설치하는 농가가 증가할 것으로 예상되고 있다. 기존 착유시스템에 비하여 AMS는 착유 작업에 대한 과중한 업무를 감소시키고, 추가 노동력 투입 없이 착유 횟수를 2회 이상 증가 시킬 수 있다. 규모가 같은 목장에서 AMS의 사용으로 착유 횟수는 기존 2회에서 2.5회로 증가되었고, 유량도 약 2~8% 정도 증가시켰다 (Svennersten-Sjaunja et al., 2000; Wagner-Storch and Palmer, 2003; Speroni et al., 2006). 따라서 AMS는 경제적으로 노동력 절감에 의한 두당 생산비를 절감시키고 (Dijkhuizen 등, 1997), 착유횟수의 증가에 의한 우유생산성 증가 효과를 가져 온다 (Klei et al., 1997; Osterman and Bertilsson, 2003). 반면에 AMS가 도입된 후 집유탱크 내 우유 체세포수가 증가되는 현상이 관찰되었고 이로 인해 AMS가 젖소의 건강과 우유 체세포수에 어떠한 영향을 주는지가 관심대상이 되었다 (Klungel et al., 2000; Rasmussen et al., 2001, 2002; Kruip et al., 2002). 같은 목장에서 25주 이상 장기간을 기존 착유방식과 자동착유시스템을 각각 이용하여 착유하는 그룹들 간에 체세포 수치를 비교해 본 결과, 분방 착유를 하는 자동착유시스템에서 기존 착유시스템보다 체세포 수치가 낮게 나타났다 (Berglund et al., 2002). 이 결과는 차후에 연구한 Hamann과 Reinecke (2002)에 의해 다시 입증되었다. 덴마크에서 자동착유시스템을 설치한 후 1년 동안을 조사한 자료에 따르면 처음 3개월 동안에는 체세포 수가 상승하지만 3개월 이후에는 유방염 발생율이나 체세포수치가 정상으로 돌아왔다 (Bennedsgaard et al., 2006)고 보고되었다. 이것은 아마도 AMS 보다는 다른 요인에 의해 체세포 수가 증가한다는 것을 의미한다. 그러나 Kruip 등 (2002)은 1일 착유횟수 변화와 AMS

로 전환시 체세포 수 변화는 하루 착유회수가 증가되거나 감소하였을 때는 변화가 없었지만 AMS로 전환되었을 때 체세포 수가 증가되는 결과를 보였다고 하였다. Zecconi et al. (2003)은 AMS의 설치 초기에 유방 건강 상태 및 목장 관리 상태가 좋으면 유두 상태를 악화시키거나 유방 감염이나 체세포 수가 증가한다고 할 수 없다고 보고하였다. 유지방, 유단백질의 함량은 AMS와 기존착유시스템간에 차이가 없는 것으로 보고되었다 (Svennersten-Sjaunja et al., 2000).

본 연구는 국내 AMS 사용농가의 AMS 사용 전과 후의 산유량과 유성분 변화를 조사 분석함으로써 향후 AMS를 도입하려는 농가의 도입의사 결정에 도움을 주고자 실시하였다.

재료 및 방법

본 시험은 국내에 자동착유시스템 (AMS)을 도입 이용하고 있는 경기도내 낙농가 중 젖소능력검정사업에 동참하고 있는 4개 농가의 247두의 검정성적을 농협 젖소개량부에서 제공받아 수행하였다. 제공받은 247두 중 각 농가별 AMS 설치 1년 전과 1년 후의 검정 기록이 없는 100두의 자료는 제외하였다. 분석에 이용된 147두의 자료는 각 농가별로 AMS 설치 1년 전의 검정성적과 설치 1년 후의 검정성적 자료 (산유량, 유지율, 유단백질, 무지고형율, 체세포수)를 비교하였다. 젖소의 품종은 모두 홀스타인 이었으며, 농가별로 능력검정을 받는 두수는 50~60두 규모였다. AMS 설치 전의 각 농가별 착유횟수는 1일 2회 착유였다. 그리고, 사료는 AMS 설치 전과 후에 같은 사료를 급여하는 것으로 가정하였다.

조사된 자료는 SAS package (Cary, NC.,

1997)를 이용하여 통계분석 하였으며, 각 처리 평균간 차이에 대하여 DMRT (Duncan, 1955) 방법을 이용하여 유의성 검정을 하였다.

결과 및 고찰

1. 국내 자동착유시스템 설치농가

우리나라는 2006년 4월 27일 경기도 화성에 있는 또나파 목장에 최초로 설치되어 가동된 이후 2010년 12월말 현재 30대가 보급되어 25대가 가동 중에 있다 (Table 1). 가동되지 않는 5대의 내역으로는 사용중지 2대, 설치 중에 있는 것이 3대이다. 지역별로는 경기도가 19대로 가장 많고, 그 다음이 부산·경남지역이 5대로 그 다음으로 많다. 세계적으로 AMS는 여러 제품이 있지만, 우리나라에 보급되어 있는 제품은 3개 회사 3개 기종으로 Lely사의 Astronaut, DeLaval사의 VMS, Incentec사의 Galluxy제품이다.

2. 산유량

자동착유시스템의 장점은 고능력우에 대해 착유횟수를 증가함으로써 산유량 증가 효과를 기대할 수 있다는 것이다. 1일 3회 착유가 2회 착유보다 평균 10%의 산유량을 증가시키는 것으로 알려져 있다 (Pearson 등, 1979). 초산우와 경산우에 대하여 분만 후 2회와 3회 착유를 실시한 결과 초산우는 3회 착유시 유량이 19% 증가되었고, 경산우는 13% 증가하는 것으로 보고되었다 (Poole, 1982). 미국 DHI (Dairy Herd Improvement)의 기록을 이용하여 3회 착유 7개군, 2회 착유 7개군을 분석한 결과 1, 2, 3, 4 산차까지 305일 FCM에서 3회 착유가 2회 착유보다 19.4, 13.5, 11.7, 13.4% 정도 산유량이 증가한 것으로 보고되었다 (Allen 등, 1986). 일반적으로 자동착유시스템에서는 착유 횟수가 2.5회로 증가되고 유량도 약 2%~8% (Wagner-Storch and Palmer, 2003; Svennersten-Sjaunja et al., 2000; Speroni et al., 2006) 증가하는 것으로 조사되었다. 그러나 일부 상업적인 목장은 자동착유시스템을 설치한 후 기대한 만큼 유량 증가 효과가 나타나지 않는다고 보고되어 있다. 이러한 실패의 부분적인 요인은 비유 기간이 단축되

Table 1. The number of AMS used in Korea (until 2010)

Province \ Year	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Gyeonggi	4 ¹⁾	6	1	5	3	19
Chungbuk	—	—	1	—	—	1
Chungnam	—	—	1	—	—	1
Gyeongbuk	—	2	—	—	—	2
Gyeongnam	—	3	1	1	—	5
Jeonbuk	—	—	1	—	—	1
Jeonnam	—	—	1	—	—	1
Total	4	11	6	6	3	30

¹⁾ Two AMS are not used.

Table 2. Changes of milk yield and milking frequency before and after AMS use

	CMS ¹⁾	AMS ²⁾	SEM
Milk yield, kg/d	30.37 ^b	34.27 ^a	0.388
Milk yield(4% FCM ³⁾ , kg/d	29.18 ^b	33.30 ^a	0.353
Milking frequency, time/d	2.00 ^b	2.62 ^a	0.049

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

¹⁾ Conventional Milking System.

²⁾ Automatic Milking System.

³⁾ Milk (kg/d) × (44.01 × milk fat%+163.56) / 339.60 (Tyrrell and Reid, 1965).

어서 나타난 것으로 조사되었다 (Billon and Tournarie, 2002). 착유 간격이 길어지면 유방에서 우유 합성에 영향을 주는 2가지 요인인 유방에 흐르는 혈액량이 감소하고 (Delamaire and Guinard-Flament, 2006a) 또한 유선 세포가 혈액으로부터 영양소를 흡수하는 능력이 감소된다 (Delamaire and Guinard-Flament, 2006b) 고 보고되었다. Table 2에서 보듯이 본 연구에서 자동착유시스템 설치전과 후의 산유량을 비교한 결과, 기존착유시스템의 30.37 kg에 비하여 자동착유시스템에서 34.27 kg으로 약 13% 증가하여 유의성 있게 높았으며, 4% 지방 보정 유량(4% FCM)도 기존착유시스템의 29.27 kg에 비하여 자동착유시스템에서 33.52 kg으로 14.5% 증가하였으며 유의성 있게 높았다. 1일 평균착유횟수는 일반착유 2회에 비해 자동착유시스템에서 2.62회로 증가하였다. 이러한 결과는 착유횟수 증가가 산유량을 증가에 영향을 미쳤다는 Pearson 등(1979), Poole(1982)의 결과와 비슷하게 조사되었다.

3. 유성분

국내의 자동착유시스템 설치 전 유지율은 3.7%로 조사되었고 설치 후 3.8%로서 유지율이 다소 증가하였으나 유의적인 차이는 나

타나지 않았다 (Table 3). 그러나 유지방 생산량은 기존 착유시스템에서 보다 자동착유시스템으로 전환 후 유의적으로 높게 나타났는데, 이는 산유량 증가에 기인된 것이다. 유단백을 역시 자동착유시스템 설치 전 3.2%와 설치 후 3.2%로 차이가 없었으나 유단백생산량은 유지방과 같이 산유량 증가로 인하여 기존 착유시스템에 비하여 자동착유시스템에서 유의적으로 높았다. 무지고형분율은 기존 착유시스템이 자동착유시스템에서 보다 유의적으로 높게 나타났으나, 무지고형분량생산량은 자동착유시스템이 기존 착유시스템에서 보다 유의적으로 높게 나타났다.

자동착유시스템과 기존착유시스템을 장기간 비교해 본 결과 유지방, 유단백질의 함유량은 시스템에 의해 차이가 없다고 밝혀졌다 (Svennersten-Sjaunja et al., 2000). 그러나 자동착유시스템을 사용하는 목장에서의 우유 내 유리지방산 (FFA, free fatty acid)의 함량이 기존착유시스템을 사용하는 목장보다 높다고 나타났다 (Justesen and Rasmussen, 2000).

4. 체세포 수

체세포 수는 AMS 설치 전 169.4±188.5천개/ml로 1등급 수준이었던 것에 비하여 설치 후 314.4±279.9천개/ml로 2등급 수준으로 유

Table 3. Changes of milk composition before and after AMS use

	CMS ¹⁾	AMS ²⁾	SEM
Milk Composition (%)			
Milk Fat	3.72	3.83	0.028
Milk Protein	3.21	3.20	0.014
Solids not fat	8.71 ^a	8.57 ^b	0.016
Milk Composition (g/d)			
Milk Fat	1,123 ^b	1,296 ^a	14.214
Milk Protein	970 ^b	1,087 ^a	11.252
Solids not fat	2,640 ^b	2,937 ^a	32.400

¹⁾ Conventional Milking System.

²⁾ Automatic Milking System.

의성 있게 높아진 것으로 조사되었다 (Table 4). 이러한 연구결과는 자동착유시스템이 도입된 후 집유탱크 내 우유 체세포 수가 증가 되는 현상이 관찰되었다 (Klungel et al., 2000; Rasmussen et al., 2001, 2002; Kruij et al., 2002)는 것과 같은 결과이다. 또한 Benneds-gaard 등 (2006)이 덴마크에서 자동착유시스템을 설치한 후 1년 동안을 조사한 자료에 따르면 처음 3개월 동안에는 체세포 수가 상승하지만 3개월 이후에는 유방염 발생율이나 체세포수치가 정상으로 회복되었다고 보고와 같이 자동착유시스템 설치 후 체세포 수 상승은 같은 결과라 생각된다.

또한 Pettersson 등 (2002)에 따르면, 자동착유시스템에서 기계적 고장으로 착유기가 정

지되면 체세포 수가 상승한다고 하였으며, 4시간 이상의 기계 정지가 발생할 경우 탱크 우유의 체세포 수치는 50,000에서 250,000 cells/mL까지 상승할 수 있다고 하였다. 또한 기 등 (2011)은 국내 자동착유시스템의 운영상 애로점 조사결과 기계 애러 및 고장이 25%가 된다는 보고하였다. 본 연구에서 체세포 수가 증가한 것은 기계 애러 및 고장과 같은 결과도 일정 부분 원인이 된 것으로 생각된다.

요 약

본 시험은 국내에 도입된 자동착유시스템 설치농가에서 사육하고 있는 젖소들의 검정

Table 4. Changes of somatic cell count before and after AMS use

	CMS ¹⁾	AMS ²⁾	SEM
Somatic cell count (10 ³ /ml)	169.42 ^b	314.43 ^a	14.523

^{a,b} Means in the same row with different superscripts differ significantly(P<0.05).

¹⁾ Conventional Milking System.

²⁾ Automatic Milking System.

성적을 이용하여 자동착유시스템 설치 전과 후의 산유량과 유성분 및 체세포 수 변화를 알아보기 위하여 실시하였다. 분석에 이용된 자료는 자동착유시스템이 설치된 4개의 농가에서 자동착유시스템 설치 1년 전과 1년 후의 검정기록이 있는 147두를 대상으로 하였다. 산유량을 비교한 결과, 자동착유시스템 설치 1년 전의 기존착유시스템에서 산유량이 30.37 kg인 것에 비하여 자동착유시스템 설치 1년 후의 산유량은 34.27 kg으로 유의성 있게 높아진 것을 확인할 수 있었다. 이는 착유회수가 AMS 설치 1년 전의 기존착유 2.0회에 비하여 자동착유시스템에서 2.62회로 증가한 것에 기인한 것으로 생각된다. 유지율 (%)은 자동착유시스템 설치 전 3.7±0.5%에 비하여 설치 후 3.8±0.5%으로 약간 높은 경향을 나타내었으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 그러나 유지방량(kg)은 기존 착유시스템에서 보다 자동착유시스템으로 전환 후 유의적으로 높게 나타났는데, 이는 산유량 증가에 기인된 것이다. 유단백을 역시 자동착유시스템 설치 전 3.2±0.2%와 설치 후 3.2±0.2%로 차이가 없었다. 그러나 유단백량에 있어서는 유지방과 같이 산유량 증가로 인하여 기존 착유시스템에 비하여 자동착유시스템에서 유의적으로 높았다. 체세포 수는 자동착유시스템 설치 전 169.4±188.5천개/ml로 1등급 수준이었던 것에 비하여 설치 후 314.4±279.9천개/ml로 2등급 수준으로 유의성 있게 증가하였음을 알 수 있다. 이상의 결과를 종합하여 보면, 자동착유시스템 설치에 따라 산유량은 증가하나 유질등급에 영향을 주는 체세포 수가 증가하는 것으로 나타나 자동착유시스템을 설치하려는 농가에서는 이에 대한 고려가 있어야 할 것으로 사료된다. 그러나 체세포 수가 증가한 것이 자동착유시스템 자체의 문제인지 아니면 자동착유

시스템을 운영하는 관리자의 관리미숙으로 인한 것인지는 명확하지 않아 더 많은 연구가 필요하다고 하겠다.

인 용 문 헌

1. 기광석, 김종형, 정영훈, 김운호, 박성재, 김상범, 이왕식, 이현준, 조원모, 백광수, 김현섭, 권응기, 김완영, 여준모. 2011. 자동착유시스템 설치농가의 설치 후 만족도에 관한 실태조사. 축산시설환경지 17 (1):39-48.
2. Bennedsgaard, T. W., M. D. Rasmussen, L. H. Pedersen and M. Bjerring. 2006. Changes in herd health and conversion to automatic milking systems. Page 864 in Proc. 11th Int. Symp. Vet. Epidemiol. Econ. Cairns, Australia.
3. Berglund, I., G. Pettersson and K. Svennersten-Sjaunja. 2002. Automatic milking: Effects on somatic cell count and teat end quality. Livest. Prod. Sci. 78:115-124.
4. Billon, P. and F. Tournaire. 2002. Impact of automatic milking systems on milk quality and farm management: The French experience. Pages V59-V63 in Proc. Int. Symp. 1stN. Am. Conf. Robotic Milking, Toronto, Ontario, Canada. Wageningen Pers, Wageningen, the Netherlands.
5. Delamaire, E. and J. Guinard-Flament. 2006a. Increasing milking intervals decreases the mammary blood flow and the mammary uptake of nutrients in dairy cows. J. Dairy Sci. 89:3439-3446.
6. Delamaire, E. and J. Guinard-Flament. 2006b. Longer milking intervals alter mammary epithelial permeability and the

- udder's ability to extract nutrients. *J. Dairy Sci.* 89:2007-2016.
7. Diana B. Allen., E. J. DePeters and R. C. Laben. 1986. Three Times A Day Milking: Effects on Milk Production, Reproductive Efficiency and Udder Health. *J. Dairy Sci.* 69:1441-1446
 8. Dijkhuizen, A. A., R. B. M. Huirne, S. B. Harsh and R. W. Gardner. 1997. Economics of robotic application. *Comput. Electron. Agric.* 17:111-121.
 9. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. *Biometrics.* 11:142.
 10. Hamann, J. and F. Reinecke. 2002. Machine milking effects on udder health comparison of a conventional with a robotic milking system. Pages IV-17-IV-27 in Proc. Int. Symp. 1st N. Am. Conf. Robotic Milking, Toronto, Ontario, Canada. Wageningen Pers, Wageningen, the Netherlands.
 11. Justesen, P. and M. D. Rasmussen. 2000. Improvements of milk quality by the Danish AMS self monitoring programme. Pages 83-88 in Proc. Int. Symp. Robotic Milking, Lelystad, the Netherlands. Wageningen Pers, Wageningen, the Netherlands.
 12. Klei, L. R., J. M. Lynch, D. M. Barbano, P. A. Oltenacu, A. J. Lednor and D. K. Bandler. 1997. Influences of milking three times a day on milk quality. *J. Dairy Sci.* 80:427-436.
 13. Klungel, G. H., B. A. Slaghuis and H. Hogeveen. 2000. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *J. Dairy Sci.* 83:1998-2003.
 14. Kruip, T. A. M., H. Morice, M. Robert and W. Ouweltjes. 2002. Robotic milking and its effect on fertility and cell counts. *J. Dairy Sci.* 85:2576-2581.
 15. Osterman, S. and J. Bertilsson. 2003. Extended calving interval in combination with milking two or three times per day: Effects on milk production and milk composition. *Livest. Prod. Sci.* 82:139-149.
 16. Pearson, R. E., L. A. Fulton, P. D. Thompson and J. W. Smith. 1979. Three Times A Day Milking during The First Half of Lactation. *J. Dairy Sci.* 62:1941-1950.
 17. Poole, D. A. 1982. The Effects of Milking Cows Three Times Daily. *Anim Prod.* 34: 197-201.
 18. Rasmussen, M. D., J. Y. Blom, L. A. H. Nielsen, and P. Justesen. 2001. Udder health of cows milked automatically. *Livest. Prod. Sci.* 72:147-156.
 19. Rasmussen, M. D., M. Bjerring, P. Justesen and L. Jepsen. 2002. Milk quality on Danish farms with automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 85:2869-2878.
 20. SAS. SAS/STAT. Software for PC, SAS/STAT user's guide : Statistics. SAS inst., Cary, NC(1997).
 21. Speroni, M., G. Pirlo and S. Lolli. 2006. Effect of automatic milking systems on milk yield in a hot environment. *J. Dairy Sci.* 89:4687-4693.
 22. Svennersten-Sjaunja, K., I. Berglund and G. Pettersson. 2000. The milking process in an automated milking system, evaluation of milk yield, teat condition and udder health. Pages 277-287 in Proc. Robotic Milking Proc. Int. Symp., Lelystad, the

- Netherlands. Wageningen Pers, Wageningen, the Netherlands.
23. Svennersten-Sjaunja K. M and G. Pettersson. 2007. Pros and cons of automatic milking in Europe. *J Anim Sci* 2008.86:37-46.
24. Wanger-Storch A. M. and R. W. Palmer. 2003. Feeding behaviour, milking behaviour, and milk yields of cows milked in a palor versus an automatic milking system. *J. Dairy Sci.* 86:1494-1502.
25. Zecconi, A., R. Piccini, G. Casirani, E. Binda and L. Migliorati. 2003. Effects of automatic milking system on teat tissues, intramammary infections and somatic cell count. *Ital. J. Anim. Sci.* 2:275-282.