

## 착유시스템 유형별 세척수의 발생량과 특성

최동윤 · 곽정훈 · 박치호 · 정광화 · 김재환 · 유용희 · 정만순 · 한창배 · 최홍림\*  
농촌진흥청 국립축산과학원

### Estimation of Influence of Milking System Type on Milking Center Effluent Amount and its Characteristics

Choi, D. Y., Kwag, J. H., Park, C. H., Jeong, K. H., Kim, J. H., Yoo, Y. H.,  
Jeong, M. S., Han, C. B. and Choi, H. L.\*  
National Institute of Animal Science, R.D.A.

#### Summary

The purpose of this study was to determine the effect of milking system type on milking center effluent production through the four seasons. Four different types of milking systems (Bucket, Pipeline, Tandem and Herringbone) were estimated, in duplicate, through the different seasons. The following conclusions can be drawn from this study.

1. The quantity of wastewater produced from Tandem and Herringbone milking systems were significantly larger than Bucket milking system ( $p < 0.05$ ).
2. The main wastewater production was from the washing of milking apparatus. Tandem and Herringbone milking systems produced 398.8 and 407.7  $\ell$ /day of wastewater, respectively, for apparatus washing. These values were significantly higher than the other milking systems during the summer ( $p < 0.05$ ).
3. The average wastewater production from the various milking systems was 15.4  $\ell$ /head/day. The quantity of wastewater production during summer (16.4  $\ell$ /head/day) season was higher than of the other seasons.
4. The highest level of BOD<sub>5</sub> (906.4 mg/ $\ell$ ) was produced from the washing of the parlor floor and the lowest level of BOD<sub>5</sub> (212.4 mg/ $\ell$ ) was produced from the washing of the udders of the cows.
5. The pH of dairy wastewater was in the range of 7.3~8.2 and the average levels of BOD<sub>5</sub>, COD, SS, T-N, and T-P were 731.2, 479.0, 751.6, 79.1, 14.7 mg/ $\ell$ , respectively.

Following conclusions can be drawn from this experiment. The quantities of wastewater production from Bucket, Pipeline, Tandem and Herringbone milking system were 143.9, 487.9, 914.0, and 856.7  $\ell$ , respectively. The average wastewater produced from the milking systems was 15.4  $\ell$ /head per day.

In order to effectively manage on the wastewater from milking systems, dairy farms need to consider the milking system type and farm size when determining the optimum wastewater treatment system.

**(Key words :** Milking system, Milking center, Apparatus washing, Wastewater)

---

\* 서울대학교 농생명공학부(School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University)

Corresponding author : Choi, D. Y., Animal Environ. Division, National Institute of Animal Science, R.D.A.,  
564 Omokchundong, Suwon, Korea. Tel : 031-290-1715, E-mail : cdy5760@rda.go.kr

## 서 론

1960년대말 파이프라인 착유시스템이 처음 소개되었을 때만 하더라도 많은 낙농가들의 착유환경을 개선하는데 일조를 하였지만, 동시에 착유시스템의 세척과 소독에 많은 양의 물이 소요되는 문제점이 발생되었을 뿐만 아니라, 경작지, 하천 등에 처리되던 착유 세척수도 오늘날에는 환경을 저해하는 오염물질로 인식되어 어느정도 적절한 처리를 하지 않으면 안될 상황에 직면하게 되었다(House, 1993). 우리나라의 착유시스템은 크게 바켓식, 파이프라인식, 텐덤식, 헤링본식 등 4가지 유형이 대표적으로 이용되고 있다. 최근 서울우유협동조합에 가입되어 있는 회원농가 2,354호를 대상으로 착유시스템 유형별 보유 실태를 조사한 결과, 전체 조사대상 농가의 54.4%가 파이프라인식을 보유하고 있었고, 21.9%는 헤링본식, 19.3%는 텐덤식이었으며, 바켓식은 2.9%에 불과한 것으로 나타났다(서울우유협동조합, 2007). 또한 젖소 사육두수는 헤링본식 및 텐덤식을 설치한 농가가 바켓식 및 파이프라인식을 설치한 농가보다 성우 환산두수 기준 1.7~2.0배가 더 많게 사육하는 것으로 나타나 착유시설 유형에 따라 규모가 다르다고 보고하였다(박민수, 1996). 젖소 착유시 세척작업은 크게 착유기세척, 냉각기세척, 유방세척, 착유실 바닥세척, 기타 단계로 나눌 수 있고, 소요되는 세척수량도 착유시스템별, 착유작업 단계별로 다르게 나타난다. 착유실에서 매일 사용되는 세척수의 양은 착유우 두수와 착유관리 형태에 달려 있으며, 착유두수가 적을 때보다 많을 때 두당 소요되는 세정수가 더 적게 소요되는 것으로 조사되었다. 착유우 두수가 50두 이하일 경우, 두당 소요되는 세정수 양은 26.5~37.8ℓ/일, 50~150두는 15.1~22.7ℓ/일, 150두 이상은 7.6~15.1ℓ/일이 소요되는 것으로 보고하였다(Veenhuizen 등, 1992). 또한

계류식 우사와 방사식 우사에서의 착유시스템별 세척수 발생량을 조사한 결과, 착유두수가 30~50두인 계류식 우사에서는 두당 20~29ℓ/일, 착유두수가 50~80두인 방사식 우사에서는 두당 21~36ℓ/일이 발생하는 것으로 보고하였고(上野, 1988), 파이프라인식 착유기의 경우 284~473ℓ/일, 바켓식 착유기는 114~152ℓ/일의 세정수가 발생되며, 기타 착유기구 세척에 114ℓ/일가 발생된다고 보고하였다(MWPS, 1985). 이와같이 낙농가의 착유작업에서 발생하는 세척수의 양은 착유시스템 형태별로 다르게 나타나기 때문에 이에 대한 정확한 배출량이 조사되어야 한다. 따라서 본 연구는 우리나라의 낙농가들이 주로 많이 보유하고 있는 착유시스템 유형별(바켓식, 파이프라인식, 텐덤식, 헤링본식)로 각각의 작업과정에서 발생하는 세척수 발생량을 구명하여 낙농가의 합리적인 낙농폐수 처리 계획을 수립하는데 필요한 자료를 제시하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사대상

착유시스템 유형별 젖소 세정수 발생량 조사는 바켓식, 파이프라인식, 텐덤식 및 헤링본식 착유시스템을 보유하고 있는 낙농농가를 대상으로 각각 3농가씩 선정하여 2007년도 봄, 여름, 가을, 겨울 등 4계절에 걸쳐 총 48농가를 조사하였다(Table 1, Table 2).

### 2. 조사방법

착유시스템 유형별 착유후 세척수 발생량은 각 착유시스템 유형별로 세척수 유출구 또는 배출구에 유량계를 설치하여 1일 2회(아침 및 저녁 착유)에 걸쳐 유방세척, 착유실 바닥세척, 착유기 세척, 원유 냉각기세척,

Table 1. Experimental period for the determination of wastewater in dairy farms

Spring	Summer	Fall	Winter
March 2 ~March 18	August 2 ~August 17	October 4 ~November 5	January 14 ~February 18

Table 2. Reference number of dairy farms from the different milking system

(Unit : Household)

Item	Bucket milkers	Pipeline	Milking parlor		Total
			Tandem	Herringbone	
Spring	3	3	3	3	12
Summer	3	3	3	3	12
Fall	3	3	3	3	12
Winter	3	3	3	3	12
Total	12	12	12	12	48

기타 등 착유작업 단계별로 구분하여 소요되는 세척수의 양을 측정하였다.

각 처리 평균간의 유의성 검정은 General Linear Model을 이용하여 Duncan (1955)의 Multiple Range Test로 수행하였다.

### 3. 분석항목 및 방법

각 착유시스템의 세척작업별 발생하는 세척수의 이화학적 특성을 알아보기 위하여 세척작업 후 방류되는 세척수를 채취하여 분석하였다. 시료의 채취는 아침, 저녁 착유 등 2회에 걸쳐 실시하였으며, 채취된 시료는 상온이 유지되는 저장고에 넣어 국립축산과학원 실험실에 옮겨 분석을 실시하였다. 시료의 pH는 Digital pH meter (DMP-600)를 이용하여 조사하였으며 시료의 오염물질인 BOD<sub>5</sub>, COD, SS, T-N, T-P 등의 수질분석은 Clesceri 등 (1998)의 Standard Methods에 따라 실시하였고 기타 분석은 국립축산과학원 분석기준 (1996)에 준하였다.

### 4. 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료는 SAS package (1985)를 이용하여 통계분석 처리하였으며,

## 결과 및 고찰

### 1. 착유시스템 유형별 세척수 발생량

바켓식, 파이프라인식, 텐덤식, 헤링본식 등 착유시스템 유형별 세척수 발생량을 조사한 결과, 착유시에 행해지는 세척작업은 착유기세척, 원유 냉각기세척, 착유우 유방세척, 착유실 바닥세척, 기타 등 5단계로 구분되며, 착유시에 소요되는 세척수량은 각각의 착유작업 및 계절에 따라 다른 것으로 나타났다. 주로 자동으로 세척이 이루어지는 파이프라인식, 텐덤식 및 헤링본식의 착유라인과 냉각기의 세척수량은 계절에 관계없이 거의 일정한 양이 소요되는 것으로 나타났으나, 착유우 유방세척, 착유실 바닥세척 및 기타 작업에 소요되는 세척수량은 장소의 방목 여부, 계절이나 강우 유무 등에 따라 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 착유작업 과정

중 착유기 세척은 바켓식 36.4~40.7ℓ, 파이프라인식 247.0~249.7ℓ, 탠덤식 392.0~398.8ℓ, 헤링본식은 404.6~410.1ℓ를 사용하는 것으로 조사되어 착유시스템 유형에 따라 차이가 있었으나 계절간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 원유냉각기 세척수 발생량은 바켓식이 13.8~16.2ℓ로 가장 적었고, 탠덤식 128.3~129.5ℓ, 헤링본식 132.9~137.8ℓ로 많았다. 이와같은 차이는 바켓식의 경우 조사대상 대부분의 농가가 1톤 이하의 소규모 냉각기를 소유하고 있어 세척수가 적게 소요되는 반면에, 용량이 큰 밀폐형 냉각기를 갖고 있는 농가의 경우, 산, 알카리 등 반복적인 세척처리에 들어가는 세척수량이 많이 소요되기 때문인 것으로 판단된다. 유방 세척 과정에서 발생하는 세척수량은 바켓식 28.6~36.2ℓ로 가장 적었으며, 파이프라인식, 탠덤식 및 헤링본식은 각각 41.3~69.0ℓ, 59.7~83.1ℓ, 56.9~78.6ℓ로 비슷한 경향을 나타내었다. 또한, 착유실 바닥청소 과정에서 발생하는 세척수량은 탠덤식과 헤링본식이 각각 157.7~206.1ℓ, 119.6~157.7ℓ로 탠덤식이 헤링본식에 비해 많았으며, 계류식 우

사에서 착유를 하는 바켓식과 파이프라인식은 모든 조사대상 농가들이 착유실 바닥청소를 하지 않는 것으로 조사되어 세척수 발생량이 없는 것으로 나타났다. 기타 작업과정에서 발생하는 세척수량은 바켓식 53.1~63.7ℓ, 파이프라인식 61.4~110.5ℓ, 탠덤식 131.9~142.0ℓ, 헤링본식은 82.9~116.2ℓ로 착유시스템 유형별로 차이는 있었지만 계절별 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 따라서 착유시스템 유형에 따른 일일 세척수 사용량을 보면 바켓식 134.9~150.4ℓ, 파이프라인식 457.0~513.1ℓ, 탠덤식 893.2~934.2ℓ, 헤링본식 847.0~864.1ℓ로 나타났으며 탠덤식과 헤링본식 착유시스템이 다른 착유시스템에 비하여 세정수 발생량이 많았다 (Table 3, Table 4, Table 5, Table 6). 이를 착유우 두당 일일 세척수 발생량으로 환산했을 경우, 바켓식 10.6~11.9ℓ, 파이프라인식 14.3~15.6ℓ, 탠덤식 16.1~16.8ℓ, 헤링본식 17.1~20.7ℓ가 소요되는 것으로 나타났다 (Table 7). 上野(1988)는 착유두수가 30~50두인 계류식 우사에서의 두당 세척수량이 총 20~29ℓ가 소요되며, 착유두수가 50~80두인 방사식 우

Table 3. The daily volume of wastewater produced during milking operation based on the farm's milking system during spring<sup>1),2)</sup>

(Unit : ℓ / day)

Item	Bucket milkers	Pipeline	Parlor	
			Tandem	Herringbone
Milking apparatus	40.3±14.5	247.0± 22.5	392.0± 63.6	410.1± 5.6
Parlor floor	—	—	172.1± 25.7	119.6± 39.8
Milk cooling tank	16.2± 5.8	87.4± 53.8	128.3± 31.4	137.8± 30.3
Udder washing	36.2± 4.7	41.3± 56.4	66.2± 74.6	63.3± 62.7
Miscellaneous	57.7±24.0	102.3± 51.7	134.5± 72.0	116.2± 58.7
Total	150.4±12.5 <sup>c</sup>	478.0±126.7 <sup>b</sup>	893.2±128.5 <sup>a</sup>	847.0±147.6 <sup>a</sup>
No. of milk cows	13.0± 1.0	33.0± 3.6	56.7± 14.0	52.0± 16.1
Wastewater per head(ℓ / day)	11.6± 1.1	14.3± 2.7	16.1± 2.5	17.3± 5.3

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

<sup>2)</sup> Means with the same superscript letter within a row are not significantly different(p<0.05).

Table 4. The daily volume of wastewater produced during milking operation based on the farm's milking system during summer<sup>1),2)</sup>

(Unit : ℓ/day)

Item	Bucket milkers	Pipeline	Parlor	
			Tandem	Herringbone
Milking apparatus	40.7±16.7	248.7± 25.3	398.8± 75.3	407.7± 6.4
Parlor floor	—	—	190.6± 24.3	134.6± 46.9
Milk cooling tank	13.9± 5.3	89.3± 55.0	128.7± 29.5	132.9± 26.0
Udder washing	30.3± 9.8	64.7± 84.3	74.1± 85.2	68.9± 68.9
Miscellaneous	63.7±31.5	110.5± 53.9	142.0± 64.5	112.0± 59.9
Total	148.6±13.3 <sup>c</sup>	513.1±153.5 <sup>b</sup>	934.2±109.3 <sup>a</sup>	856.1±157.6 <sup>a</sup>
No. of milk cows	12.7± 2.1	32.7± 5.0	58.0± 16.7	47.0± 19.7
Wastewater per head (ℓ/day)	11.9± 2.1	15.6± 3.6	16.8± 3.6	20.7± 9.1

<sup>1)</sup> Mean ± S.D.

<sup>2)</sup> Means with the same superscript letter within a row are not significantly different (p<0.05).

Table 5. The daily volume of wastewater produced during milking operation based on the farm's milking system during in fall<sup>1),2)</sup>

(Unit : ℓ/day)

Item	Bucket milkers	Pipeline	Parlor	
			Tandem	Herringbone
Milking apparatus	37.6±14.6	249.7± 23.1	395.4± 75.8	404.6± 5.4
Parlor floor	—	—	206.1± 53.3	154.4± 69.3
Milk cooling tank	13.8± 5.6	91.3± 54.1	129.5± 27.4	135.5± 27.1
Udder washing	28.6±10.3	69.0± 89.4	59.7± 63.1	56.9± 55.0
Miscellaneous	61.6±15.1	93.6± 34.3	137.7± 66.6	112.7± 74.0
Total	141.8±30.0 <sup>c</sup>	503.6±144.4 <sup>b</sup>	928.4±107.4 <sup>a</sup>	864.1±185.8 <sup>a</sup>
No. of milk cows	12.0± 2.0	32.3± 5.1	57.0± 11.5	53.7± 17.2
Wastewater per head (ℓ/day)	11.8± 0.5	15.5± 3.4	16.6± 3.0	17.1± 5.1

<sup>1)</sup> Mean ± S.D.

<sup>2)</sup> Means with the same superscript letter within a row are not significantly different (p<0.05).

사에서의 두당 총 세척수량이 21~36ℓ가 소요되었다고 보고하였다. 이와같은 결과를 볼 때, 본 조사결과가 세척수량을 더 적게 소요하는 것으로 나타났는데, 이는 낙농폐수를 충분히 처리할 만한 농경지가 없는 우리나라

대부분의 낙농가가 착유과정에서 발생하는 세척수량을 줄이기 위해 노력을 한 결과로 판단된다. MWPS (1985)는 착유시설별로 소요되는 세척수량을 조사한 결과, 자동형 밀폐 원유냉각기에 소요되는 세척수량이 1회

Table 6. The daily volume of wastewater produced during milking operation based on the farm's milking system during winter<sup>1),2)</sup>

(Unit : ℓ/day)

Item	Bucket milkers	Pipeline	Parlor	
			Tandem	Herringbone
Milking apparatus	36.4±15.5	248.7± 25.3	388.8± 75.3	397.7± 6.4
Parlor floor	—	—	157.7± 73.2	157.7± 61.8
Milk cooling tank	15.2± 4.5	90.3± 53.6	128.7± 29.5	132.9± 26.0
Udder washing	30.1± 9.0	56.6± 57.5	83.1± 88.1	78.6± 85.4
Miscellaneous	53.1± 8.8	61.4± 10.3	131.9±105.9	82.9± 33.0
Total	134.9±31.5 <sup>c</sup>	457.0±109.5 <sup>b</sup>	900.2±207.1 <sup>a</sup>	859.7±146.8 <sup>a</sup>
No. of milk cows	12.7± 1.5	31.3± 6.7	56.0± 16.5	46.3± 12.1
Wastewater per head (ℓ/day)	10.6± 1.5	14.5± 0.9	16.4± 1.7	19.2± 4.7

<sup>1)</sup> Mean ± S.D.

<sup>2)</sup> Means with the same superscript letter within a row are not significantly different (p<0.05).

Table 7. The seasonal volume of wastewater produced from different milking systems<sup>1)</sup>

(Unit : ℓ/head/day)

Item	Spring	Summer	Fall	Winter
Bucket milkers	11.6±1.1	11.9±2.1	11.8±0.5	10.6±1.5
Pipeline	14.3±2.7	15.6±3.6	15.5±3.4	14.5±0.9
Tandem	16.1±2.5	16.8±3.6	16.6±3.0	16.4±1.7
Herringbone	17.3±5.3	20.7±9.1	17.1±5.1	19.2±4.7
Mean	14.8±2.5	16.3±3.6	15.3±2.4	15.2±3.6

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

당 190~227ℓ, 자동형 밀폐 원유냉각기는 114~474ℓ, parlor식 착유기는 284~474ℓ, 바켓식 착유기 114~152ℓ, 착유우세척 두당 7.6ℓ, 원유저장실 바닥 38~76ℓ, 착유실 바닥 76~114ℓ, 기타 114ℓ가 소요된다고 보고하였다. 이와같은 결과는 본 시험의 결과로 제시한 착유시스템별 세척수 발생량과 비슷한 경향을 나타냈다. 또한 Veenhuizen 등 (1992)은 착유실에서 매일 사용되는 세척수의 양은 착유우 두수와 착유관리 형태에 따라 다르며, 착유두수가 적을 때보다 많을 때

두당 소요되는 세척수가 더 적게 소요되어, 착유우 두수가 50두 이하일 경우에는, 두당 소요되는 세척수 양은 26.5~37.8ℓ/일, 50~150두는 15.1~22.7ℓ/일, 150두 이상은 7.6~15.1ℓ/일이 소요되는 것으로 보고하고 있어, 본 시험성과와 비슷한 경향을 보였다.

바켓식, 파이프라인식, 텐덤식 및 헤링본식 착유시스템에서 발생하는 착유우 두당 세척수를 계절별로 비교한 결과, 여름에 16.3ℓ로 가장 많았으며, 봄에 14.8ℓ로 다른 계절에 비하여 비교적 적게 발생하는 것으로 나타났

다 (Table 8). 이와같은 세척수량은 Ontario주 낙농가중 파이프라인방식으로 착유를 하는 300 농가를 대상으로 하여 실태조사를 한 결과, 일일 두당 세척수량이 14ℓ (최저 6ℓ, 최고 28ℓ)였다는 보고와 비슷한 경향을 나타내었다 (House, 1993).

## 2. 세척수의 이화학적 특성

착유작업 과정에서 발생하는 세척수의 이화학적 특성을 분석한 결과, pH는 착유기 세척과 원유냉각기 세척시 각각 8.2, 8.0으로 높았으며, 착유실 바닥세척, 유방세척, 기타에서는 7.3~7.7로 나타났다. 이와같은 차이는 착유기 세척과 원유냉각기 세척시에 들어가는 산, 알카리 제제가 원인인 것으로 추측된다. BOD<sub>5</sub>는 착유실 바닥세척시 발생하는 세척수가 906.4 mg/ℓ로 가장 높았으며, 유두세척시에는 212.4 mg/ℓ로 가장 낮았다. COD<sub>Mn</sub>, SS 등도 BOD<sub>5</sub>와 마찬가지로 착유실 바닥세척시 각각 971.3, 1,934.4 mg/ℓ로 가장 높았으며, 유두세척시에는 각각 260.3, 330.8 mg/ℓ로 가장 낮게 나타났다. T-N은 착유실 바닥세척에서 236.7 mg/ℓ로 가장 높았으나 이외의 착유작업에서는 29.8~45.9로 비슷하게 나타났으며, T-P는 모든 착유단계에서 비슷한 수준을 보였다 (Table 8). 이와같은 세정수의 이화학적 특성은 Lo 등 (1985)이 착유장에서 발생하는 세정수의 처리를 위해 설치한

SBR에 유입되는 세정수를 분석해 본 결과, 오염물질인 BOD<sub>5</sub>가 155~405 mg/ℓ의 범위로 평균 260 mg/ℓ, COD가 217~1,117 mg/ℓ의 범위로 평균 633 mg/ℓ, SS가 100~583 mg/ℓ의 범위로 평균 240.0 mg/ℓ였고, pH의 범위가 8.0~10.2로 평균 8.9이었다는 보고와 비슷한 경향을 나타내었다.

## 3. 착유시스템 유형별 세척수 처리용량 산정

지금까지의 시험결과에서 나타난 바와 같이, 착유장으로부터 배출되는 세척수량은 착유시스템 유형에 따라 다르게 나타나며, 유방과 바닥의 세척방법에 따라서 결정된다 (Table 9). 이를테면, 착유실을 호스로 청소할 경우에는 일일 304ℓ의 물이 소비되지만, 수세식 방법을 택할 경우에는 일일 1,520ℓ의 물이 소비되며, 소규모의 착유장일수록 바닥과 장비를 청소하는데 소모되는 물의 양이 감소하지만 일일 두당으로 계산하면 물 소모량은 증가한다 (MWPS, 1985). 착유장에서 매일 발생하는 세척수는 양이 많기 때문에 분뇨와 같이 저장조에 혼합하여 저장하기란 어려움이 있다. 따라서 착유장에서 발생하는 세척수량은 따로 수거하여 간이정화방식으로 처리하여야 하며, 처리용량을 정확히 추정하기 위해서는 낙농농가의 착유시스템 유형과 사육두수를 파악하여 처리용량에 맞는 정화조를 설치하여야 한다 (Fig. 1).

Table 8. Characteristics of wastewater produced using the different milking operation

(Unit : mg/ℓ)

Item	pH	BOD <sub>5</sub>	COD <sub>Mn</sub>	SS	T-N	T-P
Milking apparatus	8.2	831.9	376.3	514.4	39.9	20.6
Milk cooling tank	8.0	808.6	460.6	463.7	45.9	24.2
Parlor floor	7.7	906.4	971.3	1934.4	236.7	18.0
Udder washing	7.3	212.4	260.3	330.8	29.8	3.3
Miscellaneous	7.4	896.8	326.3	514.4	43.4	7.5

Table 9. Estimated volume of wastewater discharged from milking center

Washing operation		Volume of wastewater(ℓ/day)	
		Range	Average
Milking apparatus	Automatic	247.0 ~ 410.1	366.3
	Manual	36.4 ~ 40.7	39.5
Milk cooling tank	Automatic	87.4 ~ 137.8	122.2
	Manual	13.8 ~ 16.2	15.4
Parlor floor	Automatic	119.6 ~ 206.1	184.1
	Manual	-	-
Miscellaneous	Automatic	61.4 ~ 142.0	123.9
	Manual	53.1 ~ 63.7	59.4
Udder washing (per milk cow)	Automatic	1.05 ~ 1.70	1.5
	Manual	1.25 ~ 2.78	2.1

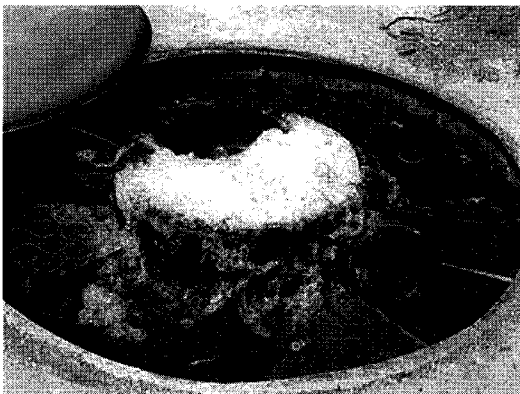


Fig. 1. A simple septic tank for wastewater treatment from a milking center in dairy farm.

따라서, 착유우 50두에 Automatic 착유시스템을 보유하고 있는 낙농가는 착유우 유두 세척에 75.0ℓ, 착유기 세척 366.3ℓ, 원유냉각기 세척 122.2ℓ, 착유실 바닥세척 184.1ℓ, 기타 123.9ℓ의 세척수가 소요되어 총 871.5ℓ의 세척수가 착유장으로부터 배출되는 것으로 추정할 수 있다(Table 10).

요 약

본 시험은 젖소농가에서 보유하고 있는 여러가지 형태의 착유시스템에 대하여 계절별 세척수의 발생량과 이화학적 특성을 알아보

Table 10. Estimated total daily water usage for automatic milking system of cow preparation

Milking operation	Water usage (ℓ/day)
Cow preparation(2 milking sessions)	75.0
Automatic prep. stalls(average water usage)	
Milking apparatus	366.3
Milk cooling tank	122.2
Parlor floor	184.1
Miscellaneous	123.9
Total	796.5
Total daily water use	871.5

\* Type of milking system : Automatic milking system

\* Number of milk cows : 50 cows



고자 바켓식, 파이프라인식, 텐덤식, 헤링본식 등 착유시스템 유형별로 각각 3농가를 선정하여 계절별로 조사를 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 착유시스템 유형별 세척수 발생량은 텐덤식과 헤링본식에서 많았으며 바켓식이 적었다 ( $P < 0.05$ ).

2. 착유작업별 세척수 발생량은 착유기 세척에 가장 많은 양의 세척수를 사용하였으며 여름철의 경우 텐덤식 398.8ℓ, 헤링본식 407.7ℓ가 다른 착유시스템보다 많은 세척수를 사용하였다 ( $p < 0.05$ ).

3. 착유과정에서 발생하는 세척수 발생량을 조사한 결과, 평균 15.4ℓ/두였으며, 계절별로는 여름이 16.4ℓ로 가장 많은 세척수가 발생되었다.

4. 착유과정에서 발생하는 세척수의  $BOD_5$ 는 착유실 세척시 발생하는 세척수가 906.4 mg/ℓ로 가장 높았으며, 유두세척시 가장 낮은 212.4 mg/ℓ로 나타났다. COD, SS 등도 착유실 바닥세척시 가장 높은 경향을 보였다.

5. 세척수의 이화학적 특성은 pH는 7.3~8.2의 범위로 착유작업 단계에 따라 차이를 나타내었으며, 착유작업후 착유실 외부로 흘러나오는 배출수의  $BOD_5$ , COD, SS, T-N, T-P는 각각 731.2, 479.0, 751.6, 79.1, 14.7 mg/ℓ였다.

이상의 시험결과를 종합해 보면 착유시스템 유형별 세척수 발생량은 바켓식, 파이프라인식, 텐덤식 및 헤링본식이 각각 143.9, 487.9, 914.0, 856.7ℓ로 조사되었으며, 착유과정에서 발생하는 세척수량은 착유우 두당 15.4ℓ로 착유시스템 유형 및 착유우 사육두수에 따라 낙농가도 농가실정에 맞는 세척수 처리시설 및 용량을 확보해야 할 것으로 판단된다.

## 인 용 문 헌

1. Clesceri, L. S., A. E. Greenberg and Eaton, A. D. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (20th Edition). APHA-AWWA-WPCF, Washington, D. C.
2. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometeic. 11:1.
3. Graves, R. E. 1992. Animal Manure-Milking Center. Water Quality and Waste Management. Pennsylvania State University.
4. House, H. K. 1993. Manure and Waste Management. Milking Centre Wastewater Disposal. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
5. Irvine, R. L., Miller, G. and Bhamrah, A. S. 1979. Sequence Batch Treatment of Wastewaters in Rural Areas. J. Water Pollut. Control Fed., 51(2):244-254.
6. Lindley, J. A. 1979. Anaerobic-aerobic Treatment of Milking Centre Waste. Trans. ASAE 1978, 22(2):404.
7. Lo, K. V., N. R. Bulley and Kwong, E. 1985. Sequencing Aerobic Batch Reactor Treatment of Milking Parlour Wastewater. Agricultural Wastes 13:131-136.
8. M.W.P.S. 1985. Animal Waste Characteristics. Livestock Waste Facilities Handbook. 2nd Edition. Iowa State University.
9. M.W.P.S. 1985. Dairy Housing and Equipment Handbook. Iowa State University.
10. Porges. 1955. Water Treatment by Optimal Aeration-theory and Praticce in Dairy Waste Disposal. J. Milk & Food Technol., 18, 34-38.
11. Schumann, G. E., M. A. Stanley and Knudsen, D. 1973. Automated Total Nitrogen Analysis of Soil and Plant Samples. Proc.

- Soil Sci. Soc. of America, 37, 480-481.
12. SAS. 1985. User's guide ; Statistics Analysis System. Inst. Cary. NC.
  13. Veenhuizen, M. A., D. J. Eckert, K. Elder, J. Johnson, W. F. Lyon, K. M. Mancl and Schmitkey, G. 1992. Milking-Facility Wastewater, Ohio Livestock Manure and Wastewater Management Guide. The Ohio State University.
  14. 上野克美. 1988. 牛のふん尿處理方式選定. 畜産の研究. 4(1):141-149.
  15. 박민수. 1996. 젓소의 착유시설 형태 및 전업규모별 경제성 분석, 농촌진흥청 농업경영관실 시험연구사업보고서.
  16. 정태영. 1998. 중소규모 낙농목장의 재건 Model 개발 최종연구보고서. 농림부.
  17. 서울우유협동조합. 2008. 2007년말 목장 종합실태조사. 서울우유협동조합 서울우유誌 5·6월호.
  18. 축산연구소. 1996. 표준사료성분분석법.