

착유우의 톱밥발효우사 이용 연구

제 2 보 : 착유우 톱밥발효우사의 톱밥상 처리방법에 따른 이용효과 비교

권두중 · 권응기 · 정석근 · 한정대* · 정석찬 · 강승원** · 강상열 · 정형섭 · 장학주***

축산기술연구소

Study on the Utilization of Sawdust Bedding Barn for Dairy Cows

II. Comparison of utilization efficiency of the different depth of sawdust bedding for dairy cows.

Kweon Du-Jung, Kweon Ung-Gi, Jeong Seok-Geun, Han Jeong-Dae*, Jung Suk-Chan

Kang Seung-Won**, Kang Sang-Lyeol, Jung Hyoung-Sup and Chang Hak-Joo***

National Livestock Research Institute, R.D.A

Summary

This study was carried out to investigate the effect of depth of sawdust bedding and ground material in dairy cattle barn.

Treatment included the concrete floor with a 10cm or 30cm sawdust and the earth floor with a 30cm sawdust.

Eighteen cows were assigned to 3 pens with 16.5m²/head bedding area.

The results obtained were as follows :

1. The temperature of sawdust bed was highest in the earth floor with 30cm sawdust, and the moisture content of sawdust bed was highest in the concrete floor with 10cm sawdust bed.
2. Cows defecate feces 9.2, 8.7 and 9.3 times a day in 10cm sawdust on concrete floor(10S+C), 30cm sawdust on concrete floor(30S+C) and 30cm sawdust on non concrete floor(30S+NC) respectively. In average, they excreta 9.1 times/day(85.8%) in the sawdust beds and 1.5 times/day(14.2%) in the feeding alley.
3. The ratio of daily water amount deposited vapor to total water amount deposited in sawdust beds was 74.0%, 61.5% and 47.1% in 10S+C, 30S+C and 30S+NC respectively.
4. N.P.K contents in the sawdust beds were higher for 10S+C compared with other treatments.
5. When 30cm of sawdust was applied on the earth ground NO₃-N contents in the sawdust bed was 37.7, 14.1 and 15.0ppm in depth of 30, 60 and 90cm under the ground, respectively, indicating some possibility of water pollution.

(Key words : Dairy cow Housing, Sawdust bedding Barn)

* 축산기술연구소(National Livestock Research Institute, R.D.A)

** 수의과학연구소(National Veterinary Research Institute, R.D.A)

*** 서울우유협동조합(Seoul Dairy Co-Operative)

서 론

톱밥우사는 환경오염방지를 위한 젖소 분뇨 처리와 생력관리를 목적으로 서울근교에서 유기농업의 일환으로 시작되었다. 기존 계류식우사의 노천운동장에 비닐지붕을 설치하고 바닥에 톱밥을 깔아 사용하므로써 젖소관리 노력의 절감과 분뇨의 냄새를 억제하며 분뇨의 유출에 의한 환경오염을 근본적으로 방지하고 여름철 파리 발생을 억제하며 젖소의 몸체를 깨끗이 유지할 수 있을 뿐만 아니라 사육환경을 쾌적하게 개선해 줌으로서 우유생산성의 향상과 목장운영의 의욕을 고취시켜 주는 등 좋은 결과를 가져와 1994년말 현재 전국의 톱밥우사는 한우농가를 포함하여 6,913농가(농립수산부)로서 그 수는 급격히 증가하고 있다. 그러나 젖소에 대한 톱밥우사의 이용이 표준화되어 있지 않아 시설비가 저렴한 비닐하우스형 지붕, 선라이트 지붕, 선라이트+슬레이트 지붕, 개폐식 지붕 등 시설형태가 다양하며, 흙바닥에 톱밥을 30cm정도 깔고 3~7일 간격으로 로타리 교반을 하면서 12개월 정도 이용하는 방법이 보편화되고 있으나 톱밥의 수요가 많아지므로써 점차 톱밥의 품귀현상, 가격의 상승과 공급의 불균형현상이 나타나고, 여름철에 젖소의 고온 스트레스가 가중되고, 톱밥교체 노력이 과다해지는 등 젖소사육상 문제점이 나타나고 있다. 따라서 본 연구는 착유우의 톱밥발효우사의 이용방법 기준을 제시하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 연구기간

1993년 7월 ~ 1995년 2월

2. 공시재료

가. 공시축

홀스타인 경산우를 각처리별 6두씩, 총 18두를 완전 임의배치 하였다. 이때 착유우의

평균산유량은 20.6kg/일, 유지율 3.8%, 체중은 649kg이었다.

나. 시험용 톱밥우사

시험장소는 축산기술연구소 유우사에 있는 시험용 톱밥우사에서 지붕재료는 PVC light sheet(두께 1.2mm)를 사용하였고, 용마루배기구의 폭은 50cm이었으며, 톱밥우사 면적은 477m²(폭 15.9m×길이 10m×3처리)에서 경산우 두당 면적은 26.5m², 이중 톱밥우상 면적은 16.5m²/두당 이었다.

3. 처리내용

- 1) 콘크리트바닥+톱밥10cm
- 2) 콘크리트바닥+톱밥30cm
- 3) 흙바닥+톱밥30cm

4. 사양 및 일반관리

착유우는 착유실에서 1일 2회 착유하였으며, 사료급여는 농후사료는 자동급여기를 처리당(6두) 1 station을 설치 급여하였으며, 조사료는 옥수수사일리지와 목건초로서 조농비율 54:46으로 급여하였다. 시험기간중 분만우 및 환축은 별도 격리 사육하였으며 급수는 FRP 보온 자동급수기를 이용 자유음수 시켰다.

5. 톱밥우상 관리

사료섭취장 (폭3m×길이10m×3처리)은 톱밥을 깔지 않고 콘크리트바닥으로서 매일 우분을 청소하였으며, 톱밥우상교반은 경운기 로타리를 이용하여 7일간격으로 실시하였다. 톱밥우상의 이용기간은 1차 1993년 7.12~1994. 2. 27 이었으며, 2차 1994. 2. 28~1995. 2. 28 이었다.

6. 조사내용 및 방법

가. 톱밥우사 내외 기온

우사내의 온도 측정은 우사중앙부위 2m 높이에, 우사외에서는 1.5m 높이의 간이 백엽상을 설치하여 자기온도기록계를 이용하여 매일 기록 측정하였다.

나. 톱밥우상내의 온도 및 수분

톱밥우상내 온도는 디지털 온도계를 이용하여 톱밥우상 10cm깊이에서 계절별로 3부위를 측정하여 평균계산하였으며, 톱밥우상내 수분측정은 처리당 9개소의 시료를 채취하여 건조기를 이용 105℃에서 24시간 건조후 평량하였다.

다. 착유우의 1일 분뇨 배설량

착유우 5두를 계류식우사에서 분뇨구에 개체별 분뇨수집통(자체제작 4각통: 가로 1.25m×세로 0.8m×깊이 0.2m)을 설치하여 24시간중 착유시간을 제외한 분뇨배설량을 3일간 연속 측정하였다.

라. 분뇨배설 장소와 횟수

톱밥우상에서 24시간중 경산우 처리별 6두의 분과 뇨의 배설 장소와 횟수를 육안으로 관찰 기록하였다.

마. 톱밥우상의 수분 증발량

수분증발량계산은 시험개시시 톱밥의 수분함량을 측정하고 시험기간(220일)중 분뇨로 배설된 수분량을 계산하였으며, 종료시의 분뇨가 혼합된 톱밥의 수분함량을 측정하여 기간중 증발된 수분량을 산출하였다.

바. 공시완료 톱밥우분의 성분

공시완료한 분뇨가 혼합된 톱밥을 시료로 채취하고 N은 AOAC 켈달법(1980), P는 Vanadate법, 기타 무기물은 원자 흡광광도계(Perkin- Elmer 2380)로 분석하였다.

사. 흙바닥 토양중 NO₃-N

흙바닥+톱밥 30cm 처리구의 시험 종료

시 흙바닥의 깊이별 토양시료를 채취하여 Reflektometer에 의한 간이질소분석법으로 측정하였다.

아. 경제성

처리별 년간 톱밥사용량과 콘크리트 비용(내구연한 10년기준)으로 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 계절별 톱밥우사내외의 기온변화

톱밥우사 내외의 기온차이를 Table 1에서 보면 봄과 여름에는 우사의 보다 우사내의 기온이 최고온도는 1.1~1.5℃가 높았고, 최저온도는 1.6~1.7℃ 낮으며 가을과 겨울에는 최고, 최저기온 모두 우사내에서 0.6~1.2℃ 낮았다. 시험기간중 여름철 최고기온이 26℃ 이상이 되면 착유우는 고온 스트레스를 받으므로⁴⁾ 차광망을 피복하여 그늘막시설을 설치 보호하였다.

2. 톱밥우상내 온도

Table 2에서 보는 바와 같이 톱밥의 두께가 두꺼울수록 톱밥우상내 온도가 높았으며 봄, 여름에는 각 처리 모두 26℃이상 되었고, 톱밥 30cm 처리구에서는 가을까지도 26℃이상 유지되었으며 겨울철에는 공히 3.5℃ 이하였고 톱밥 두께가 얇은 처리에서 온도가 더 낮았다.

3. 톱밥우상의 수분

Table 3에서 보는 바와 같이 톱밥우상의 수분은 봄부터 가을까지는 톱밥을 두껍게 깔아 줄수록 수분함량이 낮은 경향을 보였으나, 겨울철에는 높아지는 경향이였다. 우리나라 기후특성상 봄과 가을에는 고온 건조하기 때문에 수분증발이 잘되므로 톱밥우상의 건조효과가 있으나 겨울철에는 저온빙결로 수분 증발효과가 낮은 것으로 사료된다.

Table 1. The temperature changes of inside and outside of the sawdust bedding barn

(Unit: °C)

Items	Spring (Mar.-May)	Summer (Jun.-Aug.)	Autumn (Sep.-Nov.)	Winter (Dec.-Feb.)	Average
Out side					
Max.	18.8	27.8	22.2	5.8	18.7
Min.	6.3	18.3	8.2	-5.8	6.8
Ave.	12.5	23.1	15.2	0.0	12.7
In side					
Max.	20.3	28.9	20.5	5.2	18.7
Min.	4.7	16.4	7.0	-6.4	5.4
Ave.	12.5	22.7	13.8	-0.6	12.1
Difference between out and inside					
Max.	+1.5	+1.1	-1.7	-0.6	0.0
Min.	-1.6	-1.9	-1.2	-0.6	-1.4
Ave.	0.0	-0.4	-1.4	-0.6	-0.6

Table 2. Change of the temperature in the sawdust beds among treatments

(Unit: °C)

Season	Sawdust 10cm + concrete	Sawdust 30cm + concrete	Sawdust 30cm + earth
Spring(May-Jun.)	26.3	28.5	28.9
Summer(Jul.-Aug.)	27.1	31.4	33.1
Autumn(Sep.-Oct.)	22.1	27.6	27.8
Winter(Dec.-Feb.)	2.3	3.0	3.5
Average	19.5	22.6	23.3

Table 3. Moisture contents of sawdust beds among treatments

(Unit: %)

Season	Sawdust 10cm + concrete	Sawdust 30cm + concrete	Sawdust 30cm + earth
1993 Summer(Jul.-Aug.)	54.6	53.0	52.1
Autumn(Sep.-Nov.)	54.8	47.6	43.8
1994 Winter(Jan.-Feb.)	63.8	69.9	66.9
Average	57.7	56.8	54.3

* Interval rotavation time of sawdust bed: 7 days.

4. 분뇨배설 장소 및 횟수

착유시간을 제외한 하루중 분뇨배설 장소별 (톱밥우상 및 사료섭취장소) 분뇨 배설횟수는

Table 4에 나타난 바와 같이 분 배설은 평균 10.6회/1일/두 이었고, 이중 톱밥우상에서의 배설횟수는 9.1회로 총 배설횟수의 85.8%이었으며 사료섭취장소에서는 1.5회로 14.2%이었다.

이것을 단위면적당으로 계산하면 톱밥우상은 1.6kg/m²/일(8.5%)이었다. 17.2kg/m²/일(91.5%)이며 사료섭취장에서는

Table 4. Excretion times for feces and urine of dairy cow

(Unit: times/day/head)

Items		Sawdust 10cm + concrete	Sawdust 30cm + concrete	Sawdust 30cm + earth	Average
Feces	Sawdust bed	9.2(83.6)	8.7(82.9)	9.3(90.3)	9.1(85.8)
	Feeding alley	1.8(16.4)	1.8(17.1)	1.0 (9.7)	1.5(14.2)
	Total	11.0	10.5	10.3	10.6
Urine	Sawdust bed	3.3(68.8)	3.8(88.4)	4.5(90.0)	3.9(83.0)
	Feeding alley	1.5(31.2)	0.5(11.6)	0.5(10.0)	0.8(17.0)
	Total	4.8	4.3	5.0	4.7

* (): Percentage.

5. 착유우의 분뇨배설량

착유우의 1일 분뇨배설량은 체중, 사료의 종류와 급여량, 음수량, 계절기후조건, 사육방법 등에 따라 다르며 조사자에 따라서도 차이가 많다.

평균 623kg, 산유량과 유지율이 각각 16.6kg과 3.8%인 착유우가 하루에 옥수수사일리지 25.3kg(DM 22.67%), 건초 2.6kg(DM 85.58 %) 농후사료 8.6kg(DM 88.61%)을 섭취하였을때 분뇨배설량은 Table 5와 같다. Hammer등(1979)은 착유우 630kg의 1일 분뇨배설량은 분 29.5kg, 뇨 20.8kg로 총 50.3kg이며 체중비는 각각 4.6%, 3.3%로 총 7.9% 라고 하였고 Katsumi Ueno (1990)는 착유우 500~600kg(500kg)의 1일 분뇨배설량은 분 30~50(40.0)kg, 뇨 15~25(20.0)kg, 계 45~75(60.0)kg이라고 보고한 결과와 비교할때 본 시험에서는 뇨의 배설량이 적은 것으로 나타나 조사자에 따라 큰 차이를 나타내고 있다.

Table 5. Amount of excreta with milking cow

Items	Feces	Urine	Total
Excreta Vol.(kg/head/day)	31.45	10.78	42.23
Moisture (%)	83.96	96.56	36.82

시험개시시의 톱밥과 시험이 종료된 후 톱밥우분의 무기물함량을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 각 처리별 무기물 함량은 톱밥의 두께가 두꺼울 수록 낮아지는 경향을 나타내었는데 톱밥우상을 10cm 두께로 사용하는 것이 30cm로 사용하는 것에 비하여 우분이 많이 함유되어 있어 분뇨로부터 유래된 무기성분이 축적되었기 때문인 것으로 사료되며, 톱밥을 30cm 두께로 사용하는 경우 수분과 무기성분이 하층보다 상층부위가 높게 나타난 것은 로타리 교반시 톱밥 10cm 두께는 상·하층 모두 고루 희석되며 30cm 두께는 교반기가 낮아 상층만 교반되었는데 기인된 것으로 사료된다.

6. 톱밥우사의 흙바닥 이용시 토양중 NO₃-N 농도

Table 7에서 보는 바와 같이 토양중 NO₃-N 농도는 시험개시시의 토양중 NO₃-N 농도에 비교하여 30cm 깊이에서 11.8배, 60cm 깊이에서 10.1배, 90cm 깊이에서 16.7배로서 젓소 사육시 톱밥우상을 흙바닥으로 할 경우 뇨액의 지하유출로 인한 질산태질소의 오염 가능성이 있는 것으로 나타났다.

Table 6. The chemical composition of sawdust and sawdust mixed manure in various treatments

Treatments	Moisture	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu
 % mg/kg		
Sawdust	46.2	1.32	0.00	0.02	0.05	0.02	47.5	1.3	0.0
Sawdust mixed manure									
- sawdust 10cm upper layer	67.2	4.14	0.29	0.76	0.27	0.19	656.3	10.3	2.5
+ concret lower layer	57.6	4.68	0.21	0.71	0.30	0.17	770.0	0.0	0.0
- sawdust 30cm upper layer	70.9	3.33	0.19	0.69	0.19	0.14	474.0	6.3	0.0
+ concret lower layer	58.7	0.66	0.00	0.16	0.09	0.07	230.0	2.5	0.0
- sawdust 30cm upper layer	72.7	4.05	0.15	0.47	0.17	0.13	421.3	6.3	2.5
+ earth lower layer	59.2	0.45	0.02	0.05	0.06	0.12	112.5	1.3	2.5

Table 7. The content of nitrate-nitrogen of different depth of soil treated with sawdust over the earth ground

Depth(cm)	Earth ground + Sawdust 30cm		Before treatment	
	NO ₃ -N(ppm)	DM(%)	NO ₃ -N(ppm)	DM(%)
30	37.7	81.5	3.2	87.4
60	14.1	80.2	1.4	88.0
90	15.0	82.3	0.9	87.9

7. 수분증발량

리트바닥에서 1일 1.38kg/m²의 수분이 증발되며 기간중(220일) 수분배설량 대비 수분증발율은 74.0%로 가장 많았고, 톱밥 30cm+콘크리트바

Table 8에서 보는 바와 같이 톱밥10cm+콘크

Table 8. Comparison of moisture content for different depth of sawdust beds

Items	Sawdust 10cm + concrete	Sawdust 30cm + concrete	Sawdust 30cm + earth	Average
No. of dairy cows (heads/100m ²)	5.86	5.77	5.64	5.76
Moisture content of fresh sawdust(kg) ² (A)	604	1,796	2,155	1,518
Total water of excreta deposited in sawdust bed(kg) ^{1,2} (B)	40,352	39,734	38,836	39,641
Water content of litter after finishing trials(kg) ² (C)	10,637	16,003	21,677	16,106
Total vaporized water (kg) ^{1,2} (A + B) - C (D)	30,319	25,527	19,314	25,053
Vaporation ratio (%)	74.0	61.5	47.1	60.9

¹⁾ estimation period: 220days.

²⁾ estimation area: 100m².

닥은 61.5%, 톱밥 30cm+흙바닥은 47.1 %로 가장 낮은 것으로 나타났는데 톱밥우상의 두께가 두꺼운 경우 증발건조효과가 떨어지며, 흙바닥인 경우 지중수분의 삼투압현상으로 증발건조효과가 떨어지는 것으로 사료된다.

8. 경제성

톱밥우사의 바닥처리별 연간 유지비용을 비교하면 Table 9에서 보듯이 톱밥 10cm+콘크리트바닥으로 12개월 사용하는 것이 3.3m²당

Table 9. Annual maintenance cost among treatments

Items		Sawdust 10cm+ concrete	Sawdust 30cm+ concrete	Sawdust 30cm+ earth
yearly used sawdust	(m ³)	39.6	118.8	118.8
Cost				
sawdust	(1,000won)	431	1,293	1,293
floor materials	(1,000won)	225	225	-
maintenance cost per 3.3m ²	(won)	5,467	12,650	10,775
Index (%)		100	231	197

* sawdust price(average): 10,884/m².
concrete cost per m²: 37,800won/10year(40-180-8).

5,467원으로 가장 적게 소요되어 유리하였으며, 톱밥 30cm+콘크리트 바닥 순으로 많이 소요되었다.

적 요

톱밥우사의 우상바닥처리 형태와 톱밥의 효율적 이용을 구명하기 위하여 PVC light sheet 지붕에 우상바닥처리별로 톱밥 10cm+콘크리트바닥, 톱밥 30cm+콘크리트바닥, 톱밥 30cm+바닥에 각각 경산우 6두(1두당 톱밥우상 16.5m²)씩을 공시하여 시험한 결과 톱밥우상내 온도는 톱밥 30cm+흙바닥 처리가 가장 높았고, 수분증발량은 톱밥 10cm+콘크리트바닥에서 가장 많았다.

톱밥우사에서의 사료섭취장소 및 톱밥우상의 분뇨배설은 단위면적당 톱밥우상에서는 91% 사료섭취장소에서는 9%가 배설되었으며, 착유우의 1일 분뇨 배설량은(착유시간 제외) 분 31.45kg, 노 10.7kg, 계 42.23kg이었으며 우분의 수분함량은 83.96%이었다.

공시완료한 분뇨가 혼합된 톱밥의 성분함량

은 우분비율이 많은 톱밥 10cm+콘크리트바닥에서 무기물 성분이 가장 많이 함유되었으며, 흙바닥 처리구의 토양 중 NO₃-N 함량이 허용한계(10ppm이하)이상으로 검출되어 수질오염 가능성이 나타났다.

톱밥우상의 처리방법별 연간 유지비용은 톱밥 10cm+콘크리트바닥 처리가 연간 가장 적게 소요되었으며, 톱밥의 효율적 이용, 톱밥 교체시 노력절감 등으로 보아 가장 유리한 것으로 나타났다.

인 용 문 헌

1. 박용호, 정석찬 등, 1994 : 가축분뇨 발효 균주별 효능시험, 가축위생연구소.
2. Guenter koller, Klaus Hammer, Bodo Mittrach, Martin Suess, 1981 : Rindvieh Staelle. 156.
3. Katsumi Ueno, 1990 : 우분뇨 처리방식의 선택, 축산의 연구 제 44권 제1호. p. 141-149 .
4. McDowell, R. E. 1974 : Effect of environment on the functional efficiency of ruminants. p.

220. In Livestock Environment, Proc. Int. Livestock Environ. Symp. Am. Soc Agric. Eng. St. Joseph, Mich.
5. Yasuhito Misaidzu, 1990: 돈분뇨 처리시설과 그 실효. 축산의 연구 제 44권. 제 1호. P. 156.
6. Yasuo Harada, 1990. 가축 배설물과 처리물의 특성. 축산의 연구 제 44권. 제 1호. p. 128~134.