

# 수확시기 및 첨가제가 연맥 사일리지의 품질에 미치는 영향

이 성 철

우석대학교

## Effects of Harvesting Date and Additives on the Quality of Fall Sown Oat(*Avena sativa* L.) Silage

Sung Cheol Lee

Woosuk University

### Summary

This experiment was carried out to investigate the effects of harvesting date and additives on the quality of fall sown oat(*Avena sativa* L.) silage at the department of animal resources science, college of life resources science, Woosuk University, Wanju from August, 1997 to March, 1998. The experiment was arranged in a split plot design with three replications. The main plots consisted of the harvesting date such as 15 Oct., 23 Oct. and 2 Nov. and different additives as subplots(control, wheat bran, formic acid, lactic acid bacteria, and wilting). The results obtained are summarized as follow:

The fresh and dry matter yield of oat were increased by harvesting date delayed, then fresh and dry matter yield at 2 Nov. were highest as 36,733 and 7,290kg/ha, respectively. The dry matter content of oat silage was increased significantly by harvesting date delayed( $P < 0.05$ ), and DM content of wheat bran and wilting treatment was high at every harvest date. The DM loss was lower in LAB, formic acid and wheat bran treatment, but on significant difference was found among harvesting date( $P < 0.05$ ). Average pH of silage harvested at 23 Oct. was lowest as 4.06, and the quality(CP, NDF, ADF, and IVMDM) of oat silage was decreased by harvesting date delayed. The content of acetic acid was no difference among harvesting date, but butyric acid was decreased and lactic acid was increased at 23 Oct. harvest.

The result of this study indicate that oat harvested at booting-heading stage of maturity with wilting, wheat bran, and LAB could be recommended as producing high quality of oat silage.

### I. 서 론

우리나라와 같이 조사료 생산기반이 취약한 곳에서는 1년 2모작 또는 2년 3기작 등의 집약적인 작부 체계가 요구되고 있기에 옥수수나 수수 × 수단그라

스를 주작물로 하고 호밀, 연맥 및 유채 등이 부작물로 많이 이용되고 있다. 이런 부작물중 연맥(*Avena sativa* L.)은 단기간에 건물수량도 많고 사료가치도 높은 특성 때문에 다양한 사료화 이용 연구가 수행되었으며(김 및 김, 1992; 김 및 김, 1993; 김 및 김;

1994; 한 및 김, 1992; 김 등, 1993), 현재 봄 또는 가을에 옥수수의 전후작으로 재배되어 청예, 건조 및 사일리지로 이용되고 있다. 과거에 연맥은 주로 풋베기로 이용되었으나 경지규모가 늘어나고 작업기계의 보급으로 일시에 다량 수확하여 건조나 사일리지로 이용하는 사례가 늘어나고 있다. 가을철의 경우에는 조생품종을 이용하여 1~2등급에 해당하는 건조를 조절할 수 있다고 하지만(한 등, 1996) 일사량의 부족 등 일기 불순으로 건조조제에 큰 어려움을 겪고 있어 사일리지 이용 또한 바람직한 조사료 조제방법으로 판단된다. 또한 봄 및 가을 재배 연맥의 사일리지 이용 연구는 개미산이나 예건처리를 통하여 품질을 향상시킬 수 있지만(김 등, 1996), 개미산의 처리는 기계의 부식, 인체 유해성 등으로 인하여 사용을 기피하고 있는 실정이다. 고품질의 사일리지를 조제하기 위한 첨가제는 발효억제제, 발효 자극제, 영양소 첨가제 등으로 나눌 수 있으며 각각의 첨가제의 역할은 자체적인 효과 뿐만 아니라 원재료의 상태나 보관방법 등에 따라 다양한 효과를 나타낼 수가 있다. 또한 조제시에 사용되는 첨가제의 유해성과 불편함 등으로 인해 사용상 쉽고 안전하며 효과가 있는 첨가제를 개발할 필요성이 대두되었다. 이런 목적을 가장 잘 충족시키는 것이 바로 미생물 접종제이다.

연맥의 사일리지 품질을 향상시킬 수 있는 방안으로 과거 다양한 방법을 이용한 사일리지 조제 시험이 있었으나 젖산균 첨가제에 대한 연구결과는 그리 많지 않았다. 따라서 본 시험은 연맥의 사일리지 조제 기술확립을 위해 수확시기와 첨가제 처리에 따른 품질변화를 구명하고자 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 연맥 Swan 품종을 공시재료로 하여 '97년 8월 30일에 목초 파종기를 이용하여 ha당 150kg을 조파하였다. 시비량은 ha당 각각 질소 150kg, 인산 120kg 그리고 칼리 120kg을 파종당일에 기비로 뿌려주었다.

시험구 배치는 표 1에서 보는 바와 같이 수확시기(10월 중순, 10월 하순, 11월 상순)를 주구로 공시하고 서로 다른 첨가제 처리방법(무처리, 밀기울, 개미

산, 젖산균, 예건)을 세구로 하는 분할구 배치법으로 15처리 3반복으로 설계하였다. 사일리지의 조제는 수확당일 일정량을 취한 후 각각의 첨가제를 골고루 섞어 살포한 후 20ℓ 플라스틱 용기에 담고 밀봉한 후 60일간 그늘에서 보관하였다. 또한 예건방법은 예취기로 수확한 후 포장에서 건조하여 사일리지 조제시 1~2cm로 절단한 후 사일리지로 조제하였다.

Table 1. Experimental design.

Main plot (Harvesting dates)	Subplot (Additives)	Level
	Control	
15 Oct.	Wheat bran	5% of fresh weight
23 Oct.	Formic acid	0.3% of fresh weight
2 Nov.	LAB*	10 <sup>6</sup> CFU/g
	Wilting	Wilting for 1~2 day

\* LAB(Lactic acid producing bacteria, Pioneer 1174).

수확된 사초는 생초수량을 측정한 후 4~5개 부위에서 약 300~400g의 시료를 고르게 취하여 75℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조한 후 건물울을 구하였고, 얻어진 시료는 전기믹서로 1차분쇄 후 20 mesh Mill로 다시 분쇄한 후 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하였으며 생초는 동량을 취하여 냉동실에 보관하여 분석에 이용하였다. 일반성분은 AOAC(1990)법에 의거하여 분석하였고 NDF 및 ADF는 Goering 및 Van Soest법(1970)에 따랐으며 *In Vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법을 사용하였다.

2개월 후 개봉한 사일리지는 건조 및 냉동 시료를 준비하였으며 pH 측정은 pH meter(HI 9024, HANNA Instruments Inc.)를 사용하였으며 유기산의 분석은 Gas chromatograph(varian 3400)를 사용하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 연맥 수확시기별 생육 및 수량

수확시기별 연맥의 생육특성은 표 2에서 보는 바와 같다. 수확시기에 따른 연맥의 생육단계는 10월

15일 수확시 영양 생장단계에 머물러 있었고, 11월 23일 수확시는 수잉기, 그리고 11월 2일에는 출수가 상당히 진행되어 있었다. 본 시험의 연맥 출수시작일은 10월 27일로 김 등(1997)의 연맥 장려품종 비교 시험에서 8월 20일 파종한 Swan 품종의 출수기가 10월 5일로 나타나 본 시험과 상당한 차이를 보여주었다. 이는 본 시험의 파종이 김 등(1997)의 시험의 파종일에 비해 10일 정도 늦어져 약 20일 정도 출수가 늦어진 것으로 보여지며 이런 추론은 김 및 김(1993)의 가을 west 품종의 파종기 시험에서 가을철 파종기가 5일 늦어지면 출수일이 9~10일 지연된다고 하여 본 시험의 파종이 10일 지연됨에 따라 출수일은 약 20일 지연된 것으로 판단된다. 수확시기에 따른

초장의 변화는 10월 15일 수확구에서 87cm로 가장 낮았고, 10월 23일과 11월 2일간에는 큰 변화가 없었다. 생초 및 건물수량은 수확시기가 늦어짐에 따라 유의적으로 증가하여( $P < 0.05$ ) 11월 2일에는 각각 36,733 및 7,290kg/ha로 가장 높게 나타났다. 김 등(1994)의 봄 연맥 시험에서도 수확시기가 늦어짐에 따라 공시된 5개 품종들 공히 건물수량이 유의적으로 증가하였다고 보고하였는데 이는 본 시험과 같은 경향이었다. 또한 출수기에 5개 품종의 평균 건물수량이 7,363kg/ha로써 본 시험의 7,290kg/ha와 비슷하였다. 그러나 품종간의 건물수량에 대한 유의성은 없다고 하였다.

Table 2. Growing stage, plant height, fresh and dry matter yield of oat in relation to harvest dates.

Harvesting dates	Growing stage	Plant height (cm)	Fresh yield (kg/ha)	Dry matter yield (kg/ha)
10. 15	Vegetative	87	30,910	4,649
10. 23	Booting	100	31,500	5,748
11. 2	Heading	104	36,733	7,290
LSD (0.05)			5,032	1,209

## 2. 연맥 사일리지의 특성

사일리지 조제 60일후 조사한 연맥 사일리지의 품질은 표 3에서 보는 바와 같다. 사일리지의 건물율은 수확시기가 늦어짐에 따라 유의적으로 증가하였으며( $P < 0.05$ ) 매 수확시기에서 예건 처리구가 가장 높았고 예건구는 수분 조절구와 함께 유의적으로 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 그러나 대조구, 개미산 및 젖산균제 처리구에서는 비슷한 경향을 보여 주었다.

사일리지의 건물 손실율에 있어서는 수확시기에 따른 유의성은 없었으나, 무처리와 예건에 비해 젖산균, 개미산 그리고 밀기울 첨가에서 유의적으로 낮게 나타나( $P < 0.05$ ), 이들 첨가제가 사일리지 발효양상을 개선시켜 Hetero-fermentative fermentation 및 부패균의 증식을 억제시킨 것으로 사료되었다.

pH에 있어서는 10월 23일 수확한 구에서 가장 낮은 4.06을 나타내었고 특히 젖산균제 첨가구에서 유의적으로 낮게 나타났으나 예건구에서는 매 수확시

기마다 pH가 높게 나타났다. 한편 Froetschel 등(1991)은 건물율이 낮을수록 젖산균이 건물손실을 줄여주며 특히 pH를 낮추어 발효양상을 개선시킨다고 하여 본 시험에서도 젖산균 처리구에서 pH가 낮게 나타나 비슷한 결과를 보여 주었다. Stokes(1992)도 젖산균 처리는 pH를 낮추고 효과적인 발효를 일으키며 건물 손실율을 줄인다고 보고 하였다.

한편 Snyder 등(1978)은 건물율이 36%에서 50%로 높아짐에 따라 보리 사일리지의 pH가 3.6에서 4.5로 높아졌다고 하여 본 시험에서도 수확시기의 지연은 건물율을 높여 pH가 높아지는 결과를 보였다.

수확시기 및 첨가제 처리에 따른 연맥 사일리지의 CP, NDF, ADF 및 IVDMD는 수확시기가 늦어짐에 따라 사료가치가 저하되는 경향을 보였으며 특히 밀기울 첨가구에서 CP 함량은 높게 나타났고 NDF 및 ADF 함량은 낮게 나타났는데 이는 밀기울 자체의 영양적 가치로 인해 사료가치가 개선된 결과로 보여진다. 한편, Phillip 등(1990)은 알팔파 사일리지 시험

에서 젖산균제 처리구에서 소화율이 증가되었다고  
 하였으나 본 시험에서는 젖산균제 처리구에서 소화  
 율이 대체적으로 낮게 나타나 상반되는 결과를 보였  
 다.

Table 3. The characteristics and quality of oat silage.

Harvesting dates	Additives	DM (%)	DM loss (%)	pH	CP	NDF	ADF	IVDMD
15 Oct.	C	12.3	14.9	7.06	15.27	44.6	28.1	70.9
	WH	21.4	—	4.04	17.52	45.3	29.3	72.7
	F	13.3	3.9	4.01	15.48	47.2	28.7	72.2
	L	13.0	1.5	4.49	15.72	45.9	30.3	71.9
	W	24.0	9.4	5.23	17.32	42.3	26.4	77.4
	Av.	16.8	2.9	4.97	16.26	45.1	28.6	73.0
23 Oct.	C	18.4	4.6	3.89	11.44	51.9	32.2	55.6
	WH	23.2	3.0	4.05	12.83	52.8	33.3	58.1
	F	19.4	3.1	4.04	11.82	53.3	34.7	52.6
	L	18.8	2.9	3.62	11.64	51.2	33.5	49.7
	W	31.3	11.2	4.68	13.28	50.4	31.0	52.4
	Av.	22.2	5.0	4.06	12.20	51.9	32.9	53.7
2 Nov.	C	19.9	5.8	4.16	9.80	58.6	41.6	48.7
	WH	23.3	3.1	4.15	10.42	58.0	40.5	53.5
	F	20.5	2.4	4.12	9.93	56.4	42.3	52.7
	L	19.6	1.6	3.89	9.62	55.1	42.9	47.6
	W	32.8	7.0	4.98	10.84	54.8	40.3	44.6
	Av.	23.2	3.6	4.26	10.12	56.6	41.5	49.4
LSD	H	0.95	NS	0.16				
	A	1.23	2.33	0.21	—	—	—	—
	H × A	**	**	**				

\*\* Significant at the level of 0.01 by LSD test.

H : Harvesting date, A : Additives, NS : not significant.

C : Control, WH : Wheat bran, F : Formic acid, L : LAB, W : Wilting.

### 3. 유기산 함량

수확시기와 첨가제 처리에 따른 연맥 사일리지의 유기산 함량 및 품질 등급은 표 4에서 보는 바와 같다. 수확시기에 따른 초산의 함량은 유의성이 없었으나 낙산 및 젖산 함량이 있어서는 10월 23일 수확구에서 평균 1.27 및 7.73으로 다른 수확구보다 낙산 함량은 낮게 그리고 젖산 함량은 높게 나타나 양호한 품질로 평가되었다. 특히 전체적으로 낙산의 함량이 높게 나타나 연맥 사일리지의 품질이 낮게

평가되었다. 그러나 젖산균제 및 개미산 첨가구에서는 낙산 함량이 낮게 나타났고 개미산 처리구는 매 수확시기마다 전체 유기산 함량이 가장 낮게 나타나 개미산 처리로 인하여 불량 유해균 뿐만 아니라 젖산균의 증식도 억제된 것으로 판단되었다.

한편 Froetschel 등(1991) 및 Stokes(1992)는 젖산균제 첨가로 젖산 함량이 높아지고 초산 함량은 낮아진다고 보고 하였으며 Gordon(1989)은 젖산균 처리는 젖산 함량을 높이지만 개미산의 첨가는 발효를 억제시켜 젖산 생성을 줄이고 pH 저하가 느리게 진

행되어 무처리구보다 오히려 낮은 품질의 사일리지를 만든다고 하였다. 그러나 Parker 및 Crawshaw (1982)는 개미산 처리로 발효양상이 개선되어 젖산 함량이 높아지며 pH도 낮아진다고 하여 개미산 효

과에 대하여는 연구자들에 따라 다양한 결과를 보여 주었다.

한편 각 유기산 비율에 따른 Flieg score를 보면 37~50 내외로 3~4등급의 품질로 평가되었다.

Table 4. The content of organic acid and Flieg's scores of oat silage in relation to harvesting dates and additives.

Harvesting dates	Additives	Organic acid (%)				Flieg's score	Grade
		Acetic	Butyric	Lactic	Total		
15 Oct.	C	3.26	1.89	7.38	12.53	37	4
	WH	2.66	1.34	8.04	12.04	46	3
	F	2.03	0.98	6.35	9.36	45	3
	L	2.45	1.04	8.32	11.81	52	3
	W	1.99	1.28	7.36	10.63	48	3
	Average	2.48	1.31	7.49	11.27	46	3.2
23 Oct.	C	3.05	1.54	7.84	12.43	41	3
	WH	2.81	1.63	7.90	12.34	42	3
	F	2.14	1.02	6.88	10.04	47	3
	L	2.57	0.83	8.07	11.47	51	3
	W	2.11	1.34	7.94	11.39	50	3
	Average	2.53	1.27	7.73	11.53	46	3
2 Nov.	C	2.61	1.77	7.58	11.96	42	3
	WH	2.37	1.40	7.09	10.86	43	3
	F	2.52	1.14	6.74	10.40	42	3
	L	2.33	0.92	7.81	11.06	50	3
	W	2.14	1.96	6.48	10.58	40	4
	Average	2.39	1.44	7.14	10.97	43	3.2
LSD	H	NS	0.09	0.14	0.23		
	A	0.16	0.12	0.18	0.29	-	-
	H × A	**	**	**	**		

\*\* Significant at the level of 0.01 by LSD test.

H : Harvesting date, A : Additives, NS: not significant.

C : Control, WH : Wheat bran, F : Formic acid, L : LAB, W : Wilting.

Grade : 100~81(1), 80~61(2), 60~41(3), 40~21(4), 20~0(5).

#### IV. 적 요

본 시험은 수확시기와 첨가제 처리가 연맥 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 연맥 Swan 품종을 이용하여 1997년 8월부터 1998년 3월까지 전주 우석대학교 생명자원과학부 동물자원과

학전공 초지학 실험실에서 수행되었으며 연맥은 수확시기(10월 15일, 10월 23일 및 11월 2일)를 주구로 하고 첨가제 처리(무처리, 밀기울, 개미산, 젖산균, 예건)를 세구로 하는 분할구 배치법 3반복으로 설계 배치 하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 수확시기가 늦어짐에 따라 생초 및 건물수량은

증가하여 11월 2일 수확구에서 각각 36,733 및 7,290 kg/ha로 가장 높게 나타났다.

2. 연맥 사일리지의 건물울은 수확시기가 늦어짐에 따라 유의적으로 증가되었고( $P < 0.05$ ), 매 수확시기별로 밀기를 첨가구 및 예건 처리구에서 높게 나타났으며 무처리, 개미산 및 젖산균 첨가구에서는 비슷한 경향을 보여주었다.

3. 건물손실율은 젖산균, 개미산 그리고 밀기울 첨가구에서 낮게 나타났으며 수확시기간에는 유의성이 없었다.

4. 연맥 사일리지의 pH는 10월 23일 수확구에서 4.06으로 가장 낮게 나타났으며 매 수확시기마다 젖산균 첨가구에서 가장 낮게 나타났다.

5. 수확시기 및 첨가제 처리에 따른 CP, NDF ADF 및 IVDMD는 수확시기가 지연됨에 따라 사료 가치가 저하되는 경향을 보였으며 특히 밀기울 첨가구에서는 밀기울 자체의 영양적 가치로 인해 사료가치가 높게 나타났다.

6. 수확시기에 따른 유기산 함량은 초산은 차이가 없었으나 10월 23일 수확구에서 낙산은 감소하였고 젖산은 증가하였다. 그러나 전체적으로 낙산 함량이 높아 연맥 사일리지의 품질이 낮게 평가되었다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 고품질 연맥 사일리지의 조제는 수잉기~출수기에 수확하여 예건, 밀기울 및 젖산균 제제를 첨가하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

## V. 인용 문헌

1. A. O. A. C. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington, D. C.
2. Froetschel, M.A., L.O. Ely, and H.E. Amos. 1991. Effects of additives and growth environment on preservation and digestibility of wheat silage fed to Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 74:546-556.
3. Goering, H.K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook* 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, D. C.
4. Gordon, F.J. 1989. An evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. *Grass and forage. Sci.* 44:169-179.
5. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
6. Parker, J.W.G., and R. Crawshaw. 1982. Effects of formic acid on silage fermentation, digestibility, intake and performance of young cattle. *Grass and forage. Sci.* 37:53-58.
7. Phillip, L.E., L. Underhill, and H. Garino. 1990. Effects of treating lucerne with an inoculum of lactic acid bacteria or formic acid upon chemical changes during fermentation, and upon the nutritive value of the silage for lambs. *Grass and forage. Sci.* 45:337.
8. Snyder, T.J., C.E. Polan, and C.N. Miller. 1978. Effects of dry matter content of barley silage on nutrient preservation and animal response. *J. Dairy Sci.* 62:297-303.
9. Stokes, M.R. 1992. Effects of an enzyme mixture, an inoculant, and their interaction on silage fermentation and dairy production. *J. Dairy. Sci.* 75:764-773.
10. Tilley, J.M.A., and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. British Grassl. Soc.* 18:104-111.
11. 김동암, 김종관, 권찬호, 김원호, 한건준, 김종립. 1993. 청예사료용 연맥 품종의 수량 및 사료가치 비교연구. *한초지.* 13(2):122-131.
12. 김동암, 전우복, 신정남, 권찬호, 한건준, 금종성, 임상훈. 1997. 목초 및 사료작물 정부 장려품종의 지역적응성 평가. 1. 연맥품종의 사초수량 및 사료가치. *한초지.* 17(2):101-109.
13. 김정갑, 진현주, 신재순, 정의수, 한민수. 1996. 봄 재배 연맥의 silage 조제 이용시 예건 및 Formic acid 처리에 의한 품질개선 효과. *한초지.* 16(2):155-160.
14. 김종관, 김동암. 1993. 가을파종시기가 사초용 연맥의 생육특성, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. *한초지.* 13(3):195-202.
15. 김종근, 김동암. 1994. 수확시기와 품종이 춘파 연맥의 생육특성, 사초수량 및 사료가치에 미치는 영향. *한초지.* 14(3):247-256.
16. 김종립, 김동암. 1992. 춘계 파종시기가 조·만생 연맥의 생장, 사초수량 및 품질에 미치는 영향. *한초지.* 12(2):111-122.
17. 한건준, 김동암. 1992. 파종량 및 질소소비 수준이 봄 연맥의 생육특성, 사료가치 및 사초수량에 미치는 영향. *한초지.* 12(1):59-66.
18. 한건준, 김동암. 1996. 품종, 건조제 및 보존제 처리가 추계 수확 연맥 건조의 품질변화에 미치는 영향. *한초지.* 16(4):315-326.