韓草誌(J. Korean Grassl. Sci.) 16(2) : 155 ~ 160, 1996

봄栽培 燕麥의 Silage 調製 이용시 預乾 및 Formic Acid 處理에 의한 品質改善 效果

김정갑 · 진현주 · 신재순 · 정의수 · 한민수*

Effects of Pre-wilting Treatment and Formic Acid Addition on Quality of Silages Made from Spring Sown Oat Crops

J. G. Kim, H. J. Jin, J. S. Shin, E. S. Jeong and M. S. Han*

Summary

Spring sown oat crops were grown during early March to late June in 1993~1994. The crops were harvested at different stage of maturity to determine the yield performance, chemical components and net energy value of the plants for silage utilization. The pattern of dry matter accumulation, absolute growth rate(Abs. GR), leaf weight ratio(LWR), stalk diameter(SD) and other growth parameters were analysed to evaluate the suitability of the plant materials for ensiling. The effects of wilting treatment and formic acid addition on the quality of silage was also disscused during the experiments.

Spring sown oat crops was evaluated as a suitable materials for whole plant silage making. The best qualitative oat silage was obtained at the stage of soft dough to hard dough, when the plant reached 32.2~35.7% in dry matter concentration. Spring sown oat produced 9.43 ton in DM basis, 5.79 ton in TDN and 57,550 MJ-NEL/ha in net energy lactation.

Early harvesting of the oat corps needed wilting treatment of the material before ensiling. Under pre-witing treatment (1/2 day) and formic acid addition(0.3%) silage quality point of oat crops harvested at the bloom stage was improved from 58 to 84 point.

Ⅰ. 緖　論

연맥은 봄 및 가을 재배가 가능하고 사료작물로서의 생산성과 사료 품질도 높은 편이어서 이들 작물의 사료화 이용에 관해 많은 연구가 수행되고 있다(김 등, 1994; 박 등, 1993; 신과 김, 1995; 한과 김, 1992). 특히 연맥의 봄재배 이용은 여름철 청예사료가 본격적으로 생산되기 이전의 단경기에 조사료를 생산 이용할 수 있는 장점을 갖고 있어 최근 몇년동안 연맥의 봄재배 이용 농가는 점차 증가되는 추세에 있다(김 등, 1995). 연맥의 사료화 이용에 관한 지금까지의 연구결과를 종합하여 볼 때 봄 재배 연맥의 생산성은 ha당 건물기준 6.5~9.5톤, TDN기준 4.0~6.5톤으로 이를 연맥과 비슷한 시기에 생산되는 호맥과 비교할 때 건물 총수량에서는 연맥이 다소 떨어지는 편이나 단위중량당 사료가치인 TDN 및 NEL 함량은 높은 수준인 것으로 평가되고 있다(김 등, 1994; 김 등, 1995; 박 등, 1993).

한편 연맥의 건물축적은 다른 맥류 작물에서와 같이 생육 초기의 유식물기 보다는 출수 이후의 종자성숙 과정에서 높은 것으로 조사 보고되고 있다(김 등, 1995). 따라서 연맥의 사료화 이용은 지금까지는 주로 소규모 경작에 의한 청예 및 방목형태로 이용되고 있으나 금후에는 연맥의 최대 생산성과 관련하여 사일리지 형태로의 생산이용 농가가 증가될 것으로 기대된다. 이와 관련하여 김 등(1995)도 연맥은 수량구

축산기술연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)
* 농업과학기술원(Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea)

성에서 엽중비율이 높고 줄기도 가늘고 유연하여 관행적(conventional silage) 및 곤포사일리지(baled silage making) 형태 모두에 적합한 작물로 추천하고 있다. 그러나 봄 재배 연맥의 사일리지 수확적기는 시기적으로 6월중~하순에 해당됨으로 연맥 후작물(sorghum 또는 옥수수)의 파종기를 고려할 때 지역에 따라 특히 중·북부지방에서는 이들 연맥의 조기수확이 불가피한 실정이다(박 등, 1993). 이 경우 연맥의 수분함량은 적정범위 이상으로 높은 편에 속하여 재료에 대한 예건작업이 필요한 것으로 보고되고 있다(신과 김, 1986). 김 등(1995)은 맥류의 경우 출수기 전후에 수확하여 사일리지를 조제할 경우 1일 정도의 예건이 필요하다고 하였다.

이상의 문제점을 고려하여 본 연구에서는 봄 재배 연맥의 사일리지 조제를 위한 수확적기와 이 때의 생산성을 구명하는 한편 고수분 연맥재료의 사일리지 조제 이용시 예건 및 formic acid 처리에 의한 품질개선 효과를 분석 검토하였다.

Ⅱ. 材料 및 方法

본 시험은 연맥의 Foothill 품종을 공시재료로 하여 1993년부터 1994년까지 축산기술연구소의 농가시험포장(경기도 화성군 삼화목장)에서 수행되었다. 재배방법은 봄 재배 형태로 3월 6일~8일에 ha당 종자 120kg을 20cm 간격으로 drill 파종하였으며 비료는 N 200kg, P_2O_5 및 K_2O는 공히 120kg을 시용하였다. 연맥 생육기간 중에는 Voigtaender 및 Voss(1980) 방법에 따라 생육단계별로 초장, 동화엽면적, 엽중비율(LWR=leaf weight ratio), 건물축적율(Abs, GR=absolute growth rate) 및 기타의 수량구성 관련 생장지표를 분석하였다. 생육단계별 연맥 사일리지 조제시에는 재료의 수분함량 정도에 따라 예건(0, 0.5일, 1.0일) 및 formic acid(0, 0.3%, 0.6%)를 처리하였다. 사일리지의 저장은 실내 실험용은 직경 25cm×높이 50cm의 양조용 유리용기를 사용하였으며 가축급여용 사일리지는 유숙기에 일괄적으로 수확하여 시멘트 트렌치 silo에 저장하였다. 사일리지의 품질은 저장 3개월 이후에 개봉하여 VDLUFA(1976), Kirchgessner(1978), Kellner 및 Becker(1971), DLG (1979) 방법으로 분석 평가하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

표 1은 봄 재배 연맥의 생육단계별 건물축적 형태와 수량구성 생장지표(growth parameters)를 분석 평

Table 1. Dry matter yields, absolute growth rate, leaf weight ratio and other growth parametters of spring sown oat crops as affected by stage of morphological development

Stage of growth	Yields(ton/ha)		Abs. GR (kg/day)	PL (cm)	SD (mm)	LWR (g/g)	LAR (cm^2/g)	Calendar date
	FM	DM						
PL 20cm	11.9	1.28	43	20	3.8	0.82	221	April 15
PL 40cm	17.5	2.15	97	40	4.6	0.73	356	April 24
PL 60cm	23.1	3.47	146	60	4.7	0.68	293	May 3
Final leaves	30.9	5.41	215	86	5.2	0.62	242	May 19
Heading	38.1	6.98	314	115	4.3	0.53	198	May 24
Bloom	35.2	8.12	143	123	4.3	0.44	144	June 1
Milk stage	32.8	9.06	67	121	3.6	0.39	90	June 12
Soft dough	29.3	9.43	29	118	3.4	0.34	69	June 19
Hard dough	26.6	9.51	13	116	3.0	0.31	44	June 26
Phys. maturity	21.4	9.16	−69	112	2.8	0.27	15	June 30

FM=fresh matter, DM=dry matter, Abs, GR=absolute growth rate, LWR leaf weight ratio, LAR leaf area ratio, PL plant length, SD=stalk diameter.

Table 2. Yiled performance of spring sown oat crops for silage making harvested at the stage of soft dough

Experimental Years	Stage of harvesting	Yields (ton/ha)			StE (kStE/kg)	NEL (1,000MJ/ha)
		FM	DM	TDN		
1993	Soft dough	31.5	10.17	6.13	5,969	61.83
1994	Soft dough	27.1	8.69	5.45	5,240	53.27
Average	Soft dough	29.3	9.43	5.79	5,605	57.55

FM fresh matter, DM dry matter, TDN total digestible nutrients, StE starch equivalent net energy, NEL net energy for lactation.

가한 것이다. 봄 재배 연맥의 건물축적은 출수기 이후의 종자성숙 과정에서 큰 폭으로 증가되어 호숙기-황숙기 전후의 생육단계에서 건물 총수량이 최대치에 달하였다. 한편 연맥 식물체의 건물함량은 지엽출현기 17.5%, 출수기 18.3%, 개화기 23.1%, 유숙기 27.6%, 황숙기 35.7%로 증가되어 수분함량을 고려한 연맥의 사일리지 이용적기는 유숙기-황숙기 이었으며 이 때의 생산성은 ha당 건물기준 9.43톤, TDN 기준 5.79톤, 산유정미에너지 기준 57,550 MJ-NEL 이었다. 특히 봄 재배 연맥은 이들 수확기에 있어서의 수량구성 요소중 엽중비율(LWR) 및 엽면적비율(LAR)이 높고 줄기도 가늘고 유연하여 사일리지 조제이용에 매우 집합한 작물로 평가되었는데 이와 관련하여 김 등(1995)도 연맥은 관행적 사일리지 및 곤포사일리지 모두에 적합한 작물로 평가 보고한 바 있다.

연맥 사일리지의 품질은 호숙기 수확의 경우 TDN 60.8~61.0%, NEL 함량 5.89~6.12MJ/kg, 사일리지 품질 평가등급(silage quality point) 76~88점이었다. 그러나 봄 재배 연맥을 개화기 전후의 생육단계에서 조기에 수확하여 사일리지 조제시에는 품질이 크게 떨어지는 것으로 나타났다. 표 4 및 그림 1에서 수확기에 따른 연맥 사일리지의 품질평가 점수는 출수기 33점, 개화기 58점에서 유숙기 이후에는 72~92점(FA 첨가)으로 향상되는 결과를 보여 대체적으로 유숙기 이전의 조기수확에서 사일리지 품질이 크게 떨어짐을 알 수 있었다. 그러나 이들 고수분 재료의 경우도 수분함량 정도에 따라 0.5~1.0일간의 예건처리로 사일리지 품질을 크게 개선시킬 수가 있었는데 이때 예건작업과 formic acid의 동시처리 효과가 큰 것으로 평가되었다. 고수분 재료에 대한 예건 및 formic acid 처리시의 사일리지 품질평가 등급은 출수기 재료의 경

Table 3. Chemical components, total digestible nutrients and net energy value of spring sown oat silages produced at different stage of maturity

Stage of silage making	Weender components (% in DM)					TDN (%)	NEL MJ/kg	StE SE/kg
	Crude ash	Crude fate	Crude protein	Crude fiber	N-free extracts			
Final leaves	6.81	2.50	14.12	27.63	48.94	61.5	5.68	564
Heading	5.60	2.17	11.09	30.84	50.30	55.9	5.13	527
Bloom	5.12	2.08	9.55	31.94	51.29	54.7	5.02	509
Milk stage	4.04	2.65	8.49	26.71	58.11	58.6	5.38	570
Soft dough	3.73	2.96	8.23	24.55	61.13	60.8	5.89	604
Hard dough	3.59	2.92	8.07	24.03	61.39	61.0	6.12	627
Phys maturity	3.60	2.74	7.86	26.05	59.75	59.4	6.08	613

TDN = total digestible nutrients, NEL = net energy for lactation, StE = starch equivalent net energy.

Table 4. Effects of pre-wilting treatment and formic acid addition on the quality of oat silage harvested at different stage of maturity

Stage of silage making	Treatment	Dry matter (%)	Reaction (PH)	Silage* color (chr./hue)	Organic acid(% in DM)			Silage quality point
					Lactic acid	Butylic acid	Acetic acid	
Heading stage	FM	18.6	4.39	YB (5Y, 3/2)	6.94	1.83	3.44	33
	FM+W	28.5	4.24	YB (2.5Y, 4/4)	7.87	0.95	3.22	59
	W+FA	29.7	4.10	DYB (2.5Y, 4/4)	8.84	0.28	2.40	81
	FM+FA	19.7	4.18	YB (5Y, 3/3)	7.15	1.01	3.15	42
Bloom stage	FM	23.1	4.30	DYB (2.5Y, 4/4)	7.58	0.64	2.32	58
	FM+W	31.6	4.09	DYB (2.5Y, 5/6)	8.47	0.32	2.25	76
	W+FA	31.8	4.06	YB (2.5Y, 5/6)	8.61	0.26	2.30	84
	FM+FA	23.7	4.16	YB (2.5Y, 5/4)	7.70	0.41	2.28	64
Soft dough	FM	32.2	4.35	GYB (2.5Y, 6/4)	9.32	0.36	2.45	76
	FM+FA	31.7	4.16	YB (2.5Y, 5/6)	9.45	0.26	2.37	88
Hard dough	FM	35.7	4.96	GYB (2.5Y, 6/4)	9.75	0.47	2.26	68
	FM+FA	34.6	4.34	YB (2.5Y, 5/6)	9.90	0.32	2.30	82

FM = fresh matter without pre-wilting, W = 1/2 day pre-wilting, FA = foric acid 0.3%, YB = yellowish brown, DYB = dark-Yellowish brown.

* Standard color chart (chroma/hue)

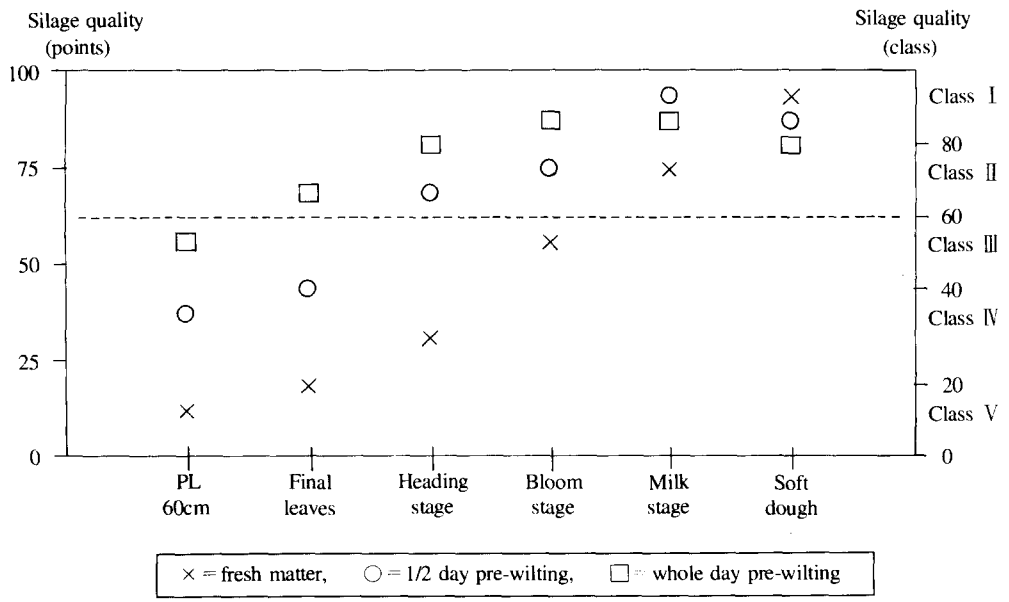

Fig. 1. Effects of pre-wilting treatment and formic acid addition on the quality of oat silage harvested at different stage of maturity.

우 33점에서 81점, 개화기 재료의 경우 58점에서 84점으로 각각 개선되는 효과가 있었다. 이와 같은 결과는 맥류 작물을 재료로 한 신과 김(1988)의 연구에서도 보고된 바 있다.

이상의 연구결과를 종합하여 볼 때 봄 재배 연맥의 사일리지 이용 적기는 유숙기-황숙기 전후로서 식물체내의 건물 및 가소화 양분 최대 축적 시기와 일치하였다. 이같은 결과를 근거로 할 때 본 시험이 수행된 수원지방을 중심으로 중·북부지방에서는 연맥후작으로 옥수수 또는 sorghum을 재배할 경우 연맥의 수확적기는 6월 하순에 해당되어(표 1) 조기수확이 불가피한 실정이다. 그러나 이 때에도 이들 작물의 수분함량 정도에 따라 0.5~1.0일간의 예건처리와 0.3~0.6%의 formic acid를 동시에 첨가함으로서 품질이 우수한 연맥 사일리지 생산이 가능하다는 결론을 얻을 수 있었다.

Ⅳ. 摘　　要

본 시험은 봄 재배 연맥의 사일리지 생산성과 이들 재료에 대한 예건(무예건, 0.5일, 1.0일) 및 formic acid(무처리, 0.3%, 0.6%) 처리가 사일리지 품질개선에 미치는 효과 구명을 위해 1993년부터 1994년까지 수행되었다. 연맥의 재배방법은 Foothill을 공시품종으로 하여 3월 6일~8일에 휴간거리 20cm로 drill 파종하였다. 연맥의 사일리지 이용적기와 이때의 사료성분 및 품질평가를 위해 연맥출현 직후부터 종자 성숙기까지 전 생육기간동안 생육단계별로 초장, 동화엽면적, 엽중비율, 건물축적율 및 기타의 수량구성 생장지표를 분석하였다.

봄 재배 연맥의 사일리지 이용적기는 황숙기 전후이었으며 이 때의 생산성은 ha당 건물기준 9.43톤, TDN 기준 5.79톤, 산유정미에너지(NEL) 57,550MJ이었다. 한편 봄 재배 연맥을 유숙기 이전에 수확하여 사일리지를 조제시에는 수분조절을 위한 예건처리가 필요하였다. 개화기 연맥의 사일리지 품질평가 점수는 무처리시의 58점에서 예건(0.5일) 및 formic acid (0.3) 처리시에는 84점으로 개선되었다.

Ⅴ. 引用文獻

1. DLG. 1979. Nettoenergie-Lactation(NEL), die neue energetische Futterbewertung fuer Milchkuehe, DLG-MItteilungen. 94:472.
2. Kirchgessner, M. 1978. Tierernaehrung. DLG-Verlag, Frankfurt(M):126-132.
3. VDLUFA. 1976. Methodenbuch, Band Ⅲ. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Verlag Neumann-Neudamm:4.1.1-6.4.1
4. Voigtaender, G. und N. Voss. 1980. Methoden der Gruen landuntersuchung und-bewertung. Verlag Eugen-Ulmer, Stuttgart:85-97.
5. 김동암, 김원호. 1993. 추파사료작물이 사일리지용 옥수수의 생장, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 13(2):122-131.
6. 김동암, 김종관, 권찬호, 김원호, 한건준, 김종림. 1993. 청예사료용 연맥품종의 수량 및 사료가치 비교 연구. 한초지. 13(1):66-72.
7. 김정갑, 장우성, 한정대, 신정남, 한민수, 김건엽. 1995. 주요 사료작물의 곤포 Silage 조제지용에 관한 연구. 한초지 15(1):73-79.
8. 김정갑, 한민수, 김건엽, 진현주. 1995. 호맥, Sorghum 및 연맥 사료작물의 젖소방목 이용에 관한 연구. 한초지 15(3):192-197.
9. 김종관, 김동암. 1993. 가을 파종 시기가 사료용 연맥의 생육특성, 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 13(3):192-202.
10. 김종근, 김동암. 1994. 수확시기와 품종이 춘파연맥의 생육특성, 사초수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 14(3):247-256.
11. 김종림, 김동암. 1992. 춘계 파종 시기가 조·만생 연맥의 생장, 사초수량 및 품질에 미치는 영향. 한초지 12(2):111-122.
12. 박병훈, 한홍전, 양종성. 1993. 사료작물 도입품종 능력검정시험. 축산연 : 928-941.
13. 신정남, 김병호. 1993. 가을 재배 사초용 연맥의 파종시기 및 수확시기별 건물수량과 사료가치. 한초지 13(4):294-299.

14. 신정남, 김병호. 1995. 봄 재배 연맥의 생육시기별 건물수량 및 화학조성분. 한초지 15(1):61-66.
15. 신정남, 배동호. 1986. 개미산 처리가 건물함량이 다른 호밀 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 6(1):6-13.
16. 임근밝, 양종성, 송진달. 1988. 춘추작 청예작물 재배기술 확립. 축산연:678-687.
17. 한건준, 김동암. 1992. 파종량 및 질소시비 수준이 봄 연맥의 생육특성, 사료가치 및 사초수량에 미치는 영향. 한초지 12(1):59-66.