

野草 사일리지의 品質向上에 관한 研究  
II. 안고초 사일리지의 添加劑에 따른 飼料價値의 比較  
金大鎭 · 林 完

Studies on the Quality of Silage from Domestic Herbage  
II. Comparative experiment of feeding value of *Arundinella hirta* silage on additives.  
Dae-Jin Kim, Leem, Wan

Summary

An experiment was conducted to determine the feeding value of *Arundinella hirta* silage making by different methods i.e., added starch 3%, formic acid 1% (FA), anhydrous ammonia (NH<sub>3</sub>) 3%, and dried poultry waste (DPW) 3%.

The samples were analyzed organic acid, cell wall constituent (NDF), cell contents (NDS), lignin-cutin-silica (ADL), hemicellulose (H: CHO) and *in vitro* dry matter digestibility (DMD) by pepsin-cellulase technique. The feeding value of silages were compared with corn silage. The results are summarized as follows;

1. Formic acid treated to silage was lower pH(4.0), but anhydrous ammonia (8.37) and DPW added silage (8.72) were higher than that of the other treatment silages.
2. Fermentative quality of corn silage, starch, DPW, NH<sub>3</sub>, control and FA treated silage were marked 100, 81, 77, 63, 62 and 58, respectively.
3. Silage with NH<sub>3</sub> (23.57%) and DPW (10.42%) of content of protein were higher than that of other treated silages.
4. Silage with NH<sub>3</sub> was significantly lower contents of NDF, but did not ADF of among the treated silages.
5. In the contents of ADL, starch added silage was significantly decreased (p < 0.05), but did not the other treatment.
6. DMD of *in vitro* by pepsin-cellulase of silage with starch was increased three folds as equal to corn silage but did not increased the other treated silages.
7. Correlationship of lactic acid an total acid, and NDS were a positive but lactic acid and NDF was a negative correlation.

I. 緒 論

粗飼料研究者들 (Van Soest, 1969 : Dunlap 등, 1977 : Jachson 등, 1975) 은 인위적 處理를 하지 않은 農産副産物과 野草 등의 飼料價値가 낮다는 것은 주성분을 이루고 있는 섬유질의 탄수화물과 lignin 및 silica 함량이 높을 뿐만 아니라 섬유질과 강한 물리, 화학적인 결합을 이루어 결정형 또는 비결정형으로 되어 있어 反芻動物의 胃內 미생물이 섬유소를 분해하는데 방해하고 있기 때문이라고 하였다.

이러한 물리화학적 결합을 反芻動物 胃內에서 쉽게 이용될 수 있도록 하는 데에는 여러가지 방법이 있는데 (1) 절단, 분쇄, pelleting, cubic 같은 物理的인 處理 (Ronning 등, 1959 : Hull 등, 1974), (2) 화학 약품을 이용해서 세포구조적인 특성을 파괴하기 위한 化學的 處理 (Homb 등, 1977 : Sundstol 등, 1978 : Hargreaves 등, 1984), (3) 蒸氣 處理 (Anonymous, 1970 : White, 1966 : Tillman 등, 1969), (4) 미생물에 의한 醱酵 處理 (Han 등, 1974 : 裴 등, 1975), (5)  $\gamma$ -線 照射에 의한 處理 (hanoton 등, 1951 : Pritchard 등,

1963, Pidgon등, 1966), (6) 영양물질의 첨가 및 보강, (7) 이상의 각종 處理方法을 組合한 복합적인 처리 등으로 差別할 수 있다.

따라서 이 실험에서는 국내 야산에 가장 많이 自生하고 있는 야초인 안고초 (*Arundinella hirta*) 에 전분, formic acid, 암모니아가스(NH<sub>3</sub>), 계분을 첨가하여 사일리지를 製成한 후 양축농가가 재배하여 芻料로 飼育하고 있는 옥수수 사일리지와 比較하여 飼料적 價値를 檢定하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. Silage의 材料

우리나라 야산에 가장 많이 自生하고 있는 안고

초를 一般 農家에서 늦은 시기에 芻刈하는 시기인 9월24일에 芻刈하여 2~2.5cm로 절단하고 水分함량이 70%되도록 물을 약간 첨가하여 芻製하였다.

### 2. 公試 Silo 및 處理

Silo는 2ℓ들이 plastic용기를 사용하여 표1과 같이 안고초에 첨가물질을 첨가하여 芻製과 밀봉한 다음 실온에서 165일간 保管한 후 本 실험에 사용하였다.

### 3. 飼料의 成分 및 건물소화율

일반성분은 AOAC法(1980), pH는 pH메타(TOA社, HM-20E)로, 유기산 분석은 Flieg法(1940), 세포벽 물질은 Goering과 Van Soest法(1975), *in vit-*

Table 1. Outline of silage making with *Arundinella hirta*

Lot	n	Additive (%)	Volum of silo (ℓ)	Ensiled amount	Density (g/liter)
Control	3	Non-additive (%)	2	704	352
Starch	3	Starch 3	2	714	357
F. A.	3	Formic acid	2	724	362
NH <sub>3</sub>	3	Ammonia gas 3	2	746	373
DPW	3	Dried poultry waste 3	2	711	355

Sample (0.5g, DM)

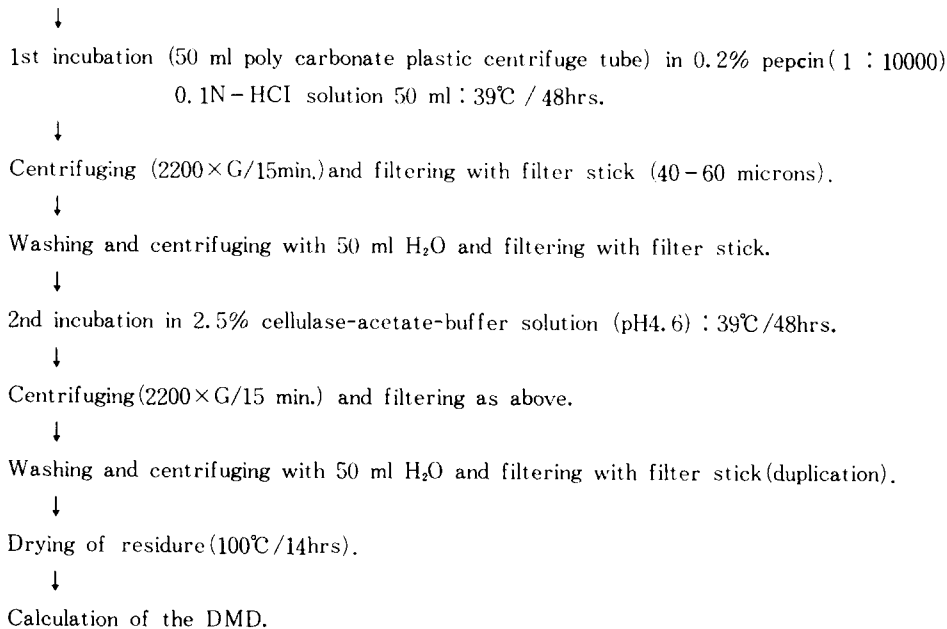


Fig.1. Procedure of pepsin-cellulase DMD.

ro pepsin-cellulase 건물 소화율(DMD)은 McLeod와 Minson(1978)法으로 평가하였다(Fig. 1).

#### 4. 통계처리

세포벽물질(NDF, ADF, ADL)과 건물소화율(DMD)의 성적을 분산분석하여 LSD검정으로 평가하였으며 유기산, 세포벽 물질, 건물소화율간의 회귀식과 상관관계를 평가하였다.

### Ⅲ. 結果 및 考察

#### 1. 사일리지 손실량

사일리지 조제후 165일 동안 저장한 후에 사일리지 무게의 변화율을 보았던 바 표 2와 같았다. 전분 첨가구에서 3.08%가 감소 하였으며 암모니아처리구는 손실량이 0.13%로 극소량 이었으며 기타 처리에서도 3% 미만의 손실을 보여 金과 林(1987)이 발표한 최의 평균 9%보다 낮았다.

#### 2. 안고초 Silage의 발효특성

안고초 silage의 pH와 유기산은 표 3과 같이 pH는 옥수수 silage와 안고초에 formic acid 첨가구에서 가장 낮아 4.0이하였으나 대조구와 전분 첨가구에서는 6.57과 5.62로 약간 높았고 암모니아와 계

분 첨가구는 8.73과 8.72로 공히 높았는데 이는 알칼리성인 암모니아와 계분의 N가 암모니아로 변화하여 발효 되었기 때문이다.

유산함량은 암모니아 처리구 0.95%, 전분처리구 0.46% 등으로 유산함량은 안고초의 첨가물에 따라 큰 영향을 보여 주지 않았다. 이러한 것은 옥수수 사일리지로 옥수수 알갱이가 많이 있는 양질 청예사료에 비하여 안고초는 세포벽 물질이 높고 수용성 탄수화물이 낮기 때문에 사료된다.

초산함량은 암모니아처리 안고초에서 0.99%와 개미산첨가구에서 0.35%로 높았으나 기타 처리는 0.22~0.14%로 낮았다. 바람직하지 못한 낙산은 모든 처리에서 검출되지 않았는데 이는 silage의 낙산균이 번식하지 않았기 때문이다. 총산 함량은 암모니아 처리구가 (1.94%) 기타처리구에 비해 3~4배 높았으나 옥수수 사일리지구에 비하여서는 약간 낮았다.

안고초의 발효적 특성으로 보아 Flieg score가 높은 순위는 전분첨가구(81), 계분첨가구(77), 암모니아처리구(63), 대조구(62), 개미산첨가구(58) 로써 옥수수 사일리지(100)에 비하여 낮았으나 50이상으로서 가축에게 급여하는 데는 이상이 없었다.

#### 3. 성분조성과 건물소화율

Table 2. Change of weight of *Arundinella hirta* silage

Lot	Ensiled amount (g)	End amount (g)	Decreased amount (%)
Control	704	685	2.60
Starch	714	692	3.08
FA	724	703	2.90
NH <sub>3</sub>	746	745	0.13
DPW	711	690	2.95

Table 3. The fermentative quality of *Arundinella hirta* silage

Lot	Moisture	pH	Lactate (%)	Acetate (%)	Butyrate (%)	Total acid	Score*	Grade*
Control	67.99	6.57	0.22	0.22	0	0.44	62	2nd
Starch	69.07	5.63	0.46	0.22	0	0.68	81	1st
FA	64.69	4.0	0.24	0.35	0	0.59	58	3rd
NH <sub>3</sub>	66.63	8.73	0.95	0.99	0	1.94	63	2nd
DPW	66.63	8.72	0.25	0.14	0	0.39	77	2nd
Corn	63.76	3.8	1.93	0.26	0	2.19	100	1st

\*By FLIEG'S appraisal method.

조단백질(N×6.25), 섬유성 탄수화물과 pepsin-cellulase DMD는 표 4 와 같다.

조단백질 함량은 암모니아 첨가구는 23.57%로 대조구 8.33%에 비하여 크게 증가 되었으며 계분첨가는 10.42%의 증가를 보였다.

세포벽물질(NDF) 함량은 암모니아처리구(68.17%)가 기타처리 안고초보다 유의적으로 낮았으나 옥수수사일리지에 비하여 높은 특성을 보였으며 세포성물질(NDS)은 그 반대현상이었다(P<0.05).

ADF함량에 있어서는 큰 변화를 보이지 않았으며 lignin(ADL)함량은 전분첨가구(14.66%), 옥수수 사일리지(10.4%)에 비하여 기타처리구(17.20~19.41%)가 높았다(P<0.05). 전분첨가구에서 lignin함량이 낮은 것은 *in vitro* pepsin-cellulase DMD의 향상과 직접적인 관련이 있었다. 이러한 발효물질의 향상은 lignin함량을 낮춤과 동시에 소화율의 증진을 의미한다.

안고초 silage의 *in vitro* pepsin-cellulase건물 소화율에 있어서는 전분첨가구(50.64%)가 대조구와 기타처리구(13.58~19.02%)에 비하여 2.5~5배로 크게 증가 되었으며, 옥수수 사일리지(49.38%)와

같은 품질의 양질 사일리지 임이 확인되었다. 이들 성적간의 회귀식 및 상관계수는 표 5 와 같이 유산과(X) 총산은(Y)  $Y=2.03X-0.05$ ( $r=0.97$ ,  $P<0.01$ )이며, 총산(X)과 NDS(Y)는  $Y=5.46X+21.15$ ( $r=0.96$ ,  $P<0.01$ )이고 유산(X)과 NDF(Y) 간에는  $Y=-11.67X+79.17$ ( $r=-0.94$ ,  $P<0.05$ ), 총산(X)과 NDF(Y)간에는  $Y=1.27X+5.73$ ( $r=0.92$ ,  $P<0.05$ )의 관계였다.

이상의 결과를 고찰하여 볼때 야초와 같은 세포벽구성물질이 높은 특성 하에서는 개미산 첨가로 perennial ryegrass(Thompson등, 1981)의 품질향상과 일치하지 않았으나 보리, 밀과 호맥 사일리지에 개미산 첨가로 pH저하와 더불어 사일리지 건물회수율의 증가가 되었지만 영양소 소화율의 향상은 없었다는 Hingston과 Chritensen(1982)의 보고와 일치하였다. 이는 개미산이 수용성탄수화물이 낮은 양질목초와 사일리지용 청예작물에서는 낮은 pH의 유지로서 부패세균의 번식성장을 억제하여 보존성을 높이는데는 유익하지만 모든 粗飼料에 있어서 영양소의 소화율 향상에는 큰 효과가 없다는 것을 시사하고 있다.

Table 4. Chemical composition and *in vitro* pepsin-cellulase DMD of *Arundinella hirta* silage (DM basis)

Lot	N×6.25	NDS*	NDF*	ADF*	Hemicellulose	ADL*	DMD*
Control	8.33	21.25 <sup>c</sup>	78.75 <sup>a</sup>	51.60 <sup>a</sup>	27.15	17.73 <sup>a</sup>	13.58 <sup>c</sup>
Starch	7.51	23.50 <sup>c</sup>	76.5 <sup>a</sup>	50.75 <sup>a</sup>	25.75	14.66 <sup>b</sup>	50.64 <sup>a</sup>
FA	6.03	23.20 <sup>c</sup>	76.80 <sup>a</sup>	50.34 <sup>a</sup>	26.46	19.41 <sup>a</sup>	19.02 <sup>b</sup>
NH <sub>3</sub>	23.57	31.83 <sup>d</sup>	68.17 <sup>b</sup>	50.23 <sup>a</sup>	17.94	17.20 <sup>a</sup>	15.43 <sup>bc</sup>
DPW	10.42	24.26 <sup>c</sup>	75.74 <sup>a</sup>	54.03 <sup>a</sup>	21.71	18.79 <sup>a</sup>	17.41 <sup>b</sup>
Corn	6.18	38.26 <sup>a</sup>	61.74 <sup>c</sup>	43.43 <sup>b</sup>	18.31	10.41 <sup>b</sup>	49.38 <sup>a</sup>

\*Different superscripts for each treatment indicated that means differ significantly(p<0.05).

\*Abbreviations : NDS, neutral detergent soluble : NDF, neutral detergent fiber : ADF, acid detergent fiber : ADL, acid detergent lignin : DMD, dry matter digestibility.

Table 5. The correlation coefficient among the organic acid, NDS and structural carbohydrate of *Arundinella hirta* silage

Quality test	Regression equation	Correlation coefficients
Lactate(X)-total acid(Y)	$Y=2.03X-0.05$	$r=0.97^{**}$
Lactate-NDS	$Y=11.27X+20.45$	$r=0.94^*$
Lactate-NDF	$Y=-11.67X+79.17$	$r=-0.94^*$
Lactate-NDF	$Y=5.46X+21.15$	$r=0.96^*$
Total acid-NDS	$Y=1.27X+5.73$	$r=0.92^*$

\*p<0.05, \*\*p<0.01

암모니아처리의 경우 Allie등(1983)은 高水分이 함유된 옥수수 속대에 1% 처리 하였을때 Lactobacillus, 효모, 곰팡이 수를 유의적으로 감소시키고 수용성 탄수화물을 3배 이상 증가 시켰으나 유산 함량은 감소 되었다는 보고와 본시험에서의 유산 함량이 증가된 것과는 일치하지 않았는데, 암모니아가 사일리지발효 과정 중에 유산균 증식에 높은 pH때문에 불리했을 터인데 유산과 초산이 많았는데도 낙산이 전혀 검출 되지 않았으므로 암모니아 첨가에 따른 높은 pH는 반드시 유산발효에 유익한 미생물의 증식을 억제한다든가 또는 불리한 미생물을 증가 시키지는 않는 것 같다. 또한 高水分 사일리지에서는 풍건상태의 고간류와 같이 암모니아가 세포벽물질과 반응하여 cellulose의 소화에 크게 기여하지 못한 것으로 나타났다. 그러므로 사료 가치가 낮은 화분과 야초에서는 高水分 상태하에서의 암모니아 첨가 사일리지는 그 첨가물로서 적절치 못하다고 이 시험으로는 판단된다.

계분+밀기울 첨가 볏짚 사일리지의 사료가치 향상은 반추동물에게 영양소의 보강효과에 의한 사료의 채식량 증가에 따른 효과라고 裴등(1974)은 보고 하였는데, 밀기울이 전분질이 높으므로 사일리지 발효특성의 개선도 기대되었으나 본 시험에서 계분만을 첨가하는 계분에 함유된 N원 때문에 단백질의 증가와 N원이 미생물 발효에 의해 암모니아 형성으로 높은 pH의 유지로 발효품질은 개선되지 않았다.

안고초 사일리지 제조시 전분의 첨가는 유산균의 증식촉진으로 유산함량 증가와 총산함량 증가가 이루어 졌으며, 발효가 촉진되는 과정에서 이러한 유효미생물이 세포벽 결합물질을 이용되기 쉬운 형태로 변화시켜 놓았기 때문에 *in vitro* pepsin-cellulase건물소화율의 향상이 대조구에 비하여 3배이상 증가되어 사료가치가 크게 향상되었다. 이러한 결과는 여러 연구발표(高등, 1986; 須藤등, 1971; 金과 林1987)와 일치하였다. 따라서 화분과 야초는 건초나 생초 급여시보다 사일리지 조제시 전분을 첨가하여 이용하는 것이 보다 많은 양의 건물소화율을 얻을 수 있었다.

#### IV. 摘 要

야초인 안고초에 전분 3%, 개미산 1%, 암모니아

아 3%를 첨가시켜 사일리지를 제조하였다. 유기산, 세포벽구성물질(NDF, ADF, ADL)과 pepsin-cellulase에 의한 건물소화율을 측정하였으며 안고초사일리지의 사료가치를 옥수수 사일리지와 비교 검토하였는데 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. pH에 있어서는 개미산 첨가가 4.0으로 다른 처리에 비하여 낮았으나 암모니아처리구와 계분처리구는 8.73과 8.72로 다른 처리에 비하여 높았다.
2. 발효 품질에 있어서는 옥수수 사일리지(100), 전분첨가구(81), 계분첨가구(77), 암모니아처리구(63), 무처리구(62), 개미산첨가구(58)의 순위였다.
3. 조단백질 함량에 있어서 대조구 8.33%에 비하여 암모니아 처리구가 23.57%와 계분처리구 10.42%로 증가하였다.
4. NDF는 암모니아 처리구가 다른 처리에 비하여 유의적으로 낮은 함량이었으나(P<0.05) ADF는 처리간에 차이가 없었다.
5. ADL함량은 전분첨가구에서 유의적으로 감소되었으며(P<0.05), 기타 다른 처리구 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다(P>0.05).
6. pepsin-cellulase 건물소화율은 전분첨가구가 대조구보다 3배이상 증가되어 옥수수 사일리지와 동일하였으며 다른 처리에서는 증가되지 않았다.
7. 유산과 총산과 NDS간에는 고도로 正의 상관이 있었으며, 유산과 NDF간에는 負의 관계가 있었다.

1. Allie, I.R. and B.E. Baker. 1982. Effect of additive on lactic acid production and water soluble carbohydrate in chopped corn and alfalfa. J. Dairy Sci. 65: 1472.
2. A.O.A.C., 1980. Official method of analysis (13th). Association of analytical chemists. Washington D.C. Anonymous. 1970. Wood as feed. The forestry Chronicle 46: 94.
3. Dunlap, C.E., J. Thomson and L.C. Chiang. 1977. Treatment processes of increase cellulose microbial digestibility. Aiche Symposium series 72: 58.
4. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis ARS. USDA Agr. Handbook. No. 397.

5. Flieg, O. 1940. Ztschr. f. Tierern. J. Futtermittelk. 3: 53.
6. Han, Y.W. and A.W. Anderson. 1974. The problem of rice straw waste possible feed through fermentation. *Economic Botany* 28: 338.
7. Hargreaves, A., J.T. Huber, J. Arroyoluna and L. Kung, Jr. 1984. Influence of adding ammonia to stalklage on feeding value for dairy cow and on fermentation changes. *J. Anim. Sci.* 59: 567.
8. Hingston, A.R. and D.A. Chritensen. 1982. The effect of type of silo and formic acid oat silage for growing Herford steers. *Can. J. Anim. Sci.* 62: 155.
9. Homb, T., F. Sundstl and J. Anderson. 1977. Chemical treatment of straw at commercial and farm levels. *Proc. Tech. Consult. New feed Resources*, pp.25-37, A FAO Rome.
10. Hull, J.L. and J.G. Morris, 1974. Processing roughages for wintering steer calves. *California Agriculture*. 28: 10.
11. Jackson, M.G. 1977. The alkali treatment of straw. *Animal feed Sci. Technol.* 2: 54.
12. Keith, E.A. and L.B. danieles. 1976. Acid or alkali-treated hardwood sawdust as a feed for cattle. *J. Animal Sci.* 42: 888.
13. Lawton, E.J., W.D. Bellamy, R.E. Hungate, M.P. Bryantadn and E. Hall. 1951. Some effect of high velocity electrons on wood. *Science* 113: 380.
14. McLeod, M.N. and D.J. Minson. 1978. The accuracy of the pepsin-cellulase technique for estimating the dry matter digestibility in vivo of grasses and legumes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 3: 277.
15. Pidgen, W.J., G.I. Pritchard and D.P. Heany. 1966. Physical and chemical methods for increasing the available energy content of forages. *Prox. X. In tern. Grassl. Congr.* 11: 379.
16. Pritchard, G.I., L.P. Folkin and W.J. Pigden. 1963. The in vitro digestibility of whole grasses and their parts at progressive stages of maturity. *Can. J. Plnt Sci.* 43: 79.
17. Ronning, M., J.H. Meyer and G.T. Clark, 1959. Pelleted alfalfa hay for milk production. *J. Dairy Sci.* 42: 1375.
18. Sundstol, F. and E. Coxworth and D.N. Nowat. 1978. Improving the nutritive value straw and other low quality roughage by treatment of straw at commercial and farm levels. *Proc. Tech. Consult. New feed Resources*, pp.25-37. FAO. Rome.
19. Tillman, A.D., R.E. Furr, K.R. Haen, L.B. Sherod, and J.D. Word Jr. 1969 Utilization of rice hulls in cattle finishing rations. *J. Animal. Sci.* 24: 792.
20. 高永柱·文泳植·柳泳佑, 1986, Formic Acid 및 濃厚飼料 添加가 Silage의 품질에 미치는 영향, *韓畜誌* 28: 27.
21. 金大鎮·林完, 1987, 野草 사일리지의 品質向上에 관한 研究 I. 칩 사일리지 調製에 있어서 물, 澱粉, 葡萄糖 添加效果, *韓草誌* 7(3): 162.
22. 裴武, 崔允熙, 金春洙, 1975, 볏짚 사료 개발에 관한 연구. KIST연구보고서.
23. 須藤 浩·内田仙二·三宅一徳, 1978, サイレージ調製法に關する研究.(XV)·埋藏時における二三 添加物の 効果, *岡山大學 農學部學術報告* 37: 51.