# 사과박 첨가가 아까시나무 사일리지의 품질과 *in situ* 소실율에 미치는 영향[1)]

조익환* · 황보순* · 안종호** · 김현진** · 이주삼***
*대구대학교 생명자원학부 · **한경대학교 낙농과학과 · ***연세대학교 생물자원공학과

## The Efffect of Addition of Apple Pomace on Quality and *In Situ* Degradability of Black Locust Silage

Ik Hwan Jo* · Soon Hwangbo* · Jong Ho Ahn** · Hyun Jin Kim** · Ju Sam Lee***
*Division of Life Resources, Taegu University
**Dept. of Dairy Science, Hankyong National University
***Dept. of Biological Resources & Technology, Yonsei University

〈목 차〉

ABSTRACT
Ⅰ. 서 언
Ⅱ. 재료 및 방법
Ⅲ. 결 과
Ⅳ. 고 찰
Ⅴ. 적 요
인용문헌

## ABSTRACT

The quality including *in situ* degradability in the rumen of Holstein of the black locust silage added with apple pomace was investigated in this study. The amount of apple pomace added in different treatments were 0, 20, 40 and 60% respectively. With higher amount of addition of apple pomace in black locust, crude protein content in the silage decreased. Crude protein contents in the apple pomace added silage were in the

1) 이 논문은 2001학년도 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

range between 11.7 and 13.7% and those were significantly lower than 16.3% of 100% black locust silage. The contents of ADF, NDF and crude ash were in the same trend as with crude protein, which were shown more clearly in the 40~60% addition of apple pomace. Moisture content of 100% black locust silage was 56.7% however it significantly increased according to higher levels of addition of apple pomace(67.1~73.8%). pH, lactic acid and total organic acid contents in 20~60% addition of apple pomace were 3.7~4.3, 1.3~2.2%, and 2.1~6.0% respectively, however in 100% black locust silage those were significantly lower except pH as 5.4, 0.6% and 1.0% respectively. *In situ* disappearance rates of dry matter and NDF in the rumen were significantly higher at the stages of incubation after 12h and 24h respectively in 20~40% addition of apple pomace than in 100% black locust silage. No statistical differences were observed with quickly degradable fraction (a) in the disappearance rates of dry matter and NDF. In dry matter, however slowly degradable fractions (b) of 100% black locust and 60% addition of apple pomace were significantly higher as 99.7 and 99.8% respectively than 37.7~50.5% of 20~40% addition of apple pomace. On the contrary, fractional rate of disappearance (c) and effective degradability(ED) were significantly higher in 20~40% addition of apple pomace as 0.0115~0.0149 and 30.4~31.9% respectively than the respective values of 0.0027 and 24.9% of 100% black locust. In NDF, b was significantly higher in apple pomace added silage(38.5~99.8%) than in 100% black locust silage(14.9%). However, C was significantly lower in apple pomace added silage than in 100% black locust silage.

*Key Words*: Black Locust Silage, Apple Pomace, Lactic Acid, *In Situ* Degradability, Effective Degradability

## Ⅰ. 서 언

우리 나라에 아까시나무가 도입된 후부터 아까시나무는 농촌에서 주로 토끼와 같은 소형 가축뿐만 아니라 소와 같은 대형가축의 일부 조사료 원으로 오랫동안 이용되어 왔다. 헝가리와 같은 나라에서는 이미 동물 사료용 아까시나무를 육종하여 보급하고 있으며 특히 유럽에서는 사냥감으로 인기가 있는 red deer가 특별히 좋아하는 조사료 자원으로 개발하여 야생동물의 증식에도 활용되고 있다(박, 1996).

조사료 자원으로서 아까시나무는 난지형 식물(C4형)에 속하여 따뜻한 계절에 한정되어 생육

하므로 연중 생 급여가 곤란하다는 점과, 조단백질 함량은 높지만 발효성 탄수화물 함량이 낮아서 양질의 사일리지 조제에 문제점이 있다고 알려져 있다. 따라서 아까시나무는 생육이 왕성하여 높은 생산성을 나타내는 여름철에 수확하고, 여기에 발효성 탄수화물 함량이 높은 농산부산물을 첨가하여 저장, 사료화하는 것이 조사료 자원으로서의 효율적인 활용방안이라고 생각된다.

한편, 사과 가공과정에서 발생되는 사과박은 수분함량이 높아서 여름철에는 발효되기 쉽고 발효에 의한 알코올의 생성비율이 높으며 단백질 함량이 낮아 그 동안 퇴비화가 가장 일반적인 재활용 방안이었다(이 등, 1999). 그러나 豊川과 高安(1970 ; 1971) 및 豊川 등(1973)은 사과박이 pH 3~4 정도의 강한 산도를 나타내고, 0.2~0.6%의 유기산(주로 사과산)과 발효에 알 맞는 다량의 다당류를 지니고 있어 생 볏짚이나 목초 등과 같이 유산발효의 소재가 부족하기 쉬운 재료의 첨가물로 적합하다는 것을 보고하여, 사일리지의 첨가물로 사용할 경우에는 반추동물의 조사료 자원으로 이용될 수 있음을 시사하였다.

따라서 본 연구에서는 생 아까시나무에 사과박의 첨가비율을 달리하여 사일리지를 조제하였을 때, 사과박의 첨가가 사일리지 성분, 발효품질 및 *in situ* 소화율 등에 미치는 영향을 조사하여 양질의 조사료 자원으로서 농산 가공부산물의 이용 가능성을 검토하였다.

## Ⅱ. 재료 및 방법

### 1. 사일리지의 재료와 제조

사일리지 재료인 아까시나무는 대구대학교 부속농장에서 수확한 생 아까시나무(잎과 부드러운 줄기)를 이용하였고, 사과박은 경북능금조합에서 지역농가의 사과를 쥬스로 가공하고 남은 잔사물을 생으로 수거한 것으로 이들 재료의 화학적 성분은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of black locust and apple pomace

(%, DM basis)

| | DM | CP | ADF | NDF | C. Ash | EE | NSC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Black locust | 33.5 | 15.0 | 39.0 | 62.5 | 4.8 | 4.3 | 13.4 |
| Apple pomace | 19.1 | 6.4 | 22.8 | 33.9 | 3.5 | 4.1 | 52.1 |

DM : dry matter, CP : crude protein, ADF : acid detergent fibre, NDF : neutral detergent fibre, C.Ash : crude fiber, EE : ether extract and NSC : non-structural carbohydrates

공시한 아까시나무의 조단백질 함량(CP)은 15.0%이었고 사과박은 6.4%이었으나 ADF와 NDF 및 조 회분 함량(C.Ash)은 아까시나무가 각각 39.0%, 62.5% 및 4.8%였고, 사과박은 각각 22.8%, 33.9% 및 3.5%를 나타내어 아까시나무보다 현저하게 낮았다. 비구조성 탄수화

물(NSC) 함량은 아까시나무가 13.4%를 나타내어 사과박의 52.1% 보다 낮았다.

아까시나무의 절단길이를 2~3㎝로 만든 후 아까시나무 100%, 아까시나무 80%+사과박 20%, 아까시나무 60%+사과박 40% 및 아까시나무 40%+사과박 60%의 4수준의 비율로 사과박을 균일하게 혼합하여 20ℓ 플라스틱 용기(사일로)에 내부의 공기를 진공펌프로 배제한 후 넣었으며, 각 처리 당 3반복하여 실온조건에서 90일간 경과 후 시료로 사용하였다.

## 2. *In situ* 소실율 측정

### (1) 공시동물

반추위에 fistula가 장착된 Holstein 임신우(평균 체중 500㎏) 3두를 공시동물로 사용하였다. 실험동물의 영양소 요구량을 고려하여 배합된 사료(corn cracked 23, soy bean meal 5.3, canola meal 4, wheat meal 4, palm meal 2.7, corn silage 21, corn gluten feed 3, rice straw 35 및 mineral mixture 2% : CP 12.7, NDF 47.7, ADF 27.9, NSC 30%)를 1일 체중 ㎏당 20g의 건물을 섭취하도록 하였다. 사료 급여는 아침 6시와 오후 6시의 2회로 나누어 균등하게 급여하였고 mineral block 및 물을 자유로이 섭취할 수 있도록 하였으며 본 실험 기간 중에는 계류 축사에서 사육하였다.

### (2) 배 양

사일리지의 반추위 내 분해 율의 측정을 위하여 각 처리구의 사일리지 10g을 Dacron bag(10×20㎝, 53㎛ pore size)에 넣어 fistula가 장착된 3두의 Holstein 임신 우에게 사료 급여 시간에 맞추어 bag을 투입하여 3, 6, 9, 12, 24 및 48시간 반추위 내에서 배양하였고 처리 당 3반복하였다. 배양이 완료된 bag의 미생물 작용을 cool water로 정지시킨 후 흐르는 수돗물로 맑은 물이 나올 때까지 세척한 후 건조기 내에서 60℃, 48시간 동안 건조하였다.

### (3) 반추위 영양소의 소실율, 분해도 및 유효 분해도 측정방법

**1) 영양소 소실율(%)**

(발효 전 영양소 중량 − 발효 후 영양소 중량) / (발효 전 영양소 중량)×100

**2) 영양소 분해도**

Marquardt의 방법(Marquardt, 1963)을 기초한 SAS의 비선형 회귀(PROC NLIN) program에 의해 다음의 분해도 공식(Ørskov와 McDonald, 1979)으로 a, b, c값을 추정하였다.

$P = a+b(1-e-ct)$

(a : 빠르게 분해되는 부분, b : 천천히 분해되는 부분, c : b 부분의 분해상수, t : 반

추위 내의 발효시간)

천천히 분해되는 부분인 b값은 B = (a+b) − A 식(A : 0−h에서의 DM 소실율)에 의해 재계산하였고(Ørskov와 Ryle, 1990), lag time(L)은 L = 1 / c[LN(b / B)] 식(Michalet-Doreua와 Ould-Bah, 1992)으로 계산하였다.

### 3) 영양소 유효 분해도

유효 분해도는 다음과 같은 공식(McDonald, 1981)으로 추정하였다.

ED = A+{[(b*c)/(c+k)]*[exp(−(c+k)*L)]}

(ED : 유효 분해도, k : 사료의 반추위 통과속도, %/h/100, A, b, c, L : 위(2)의 식과 동일)

## 3. 성분분석

일반 성분분석은 AOAC방법(1990)에 준하였으며 NDF와 ADF는 Goering과 Van Soest (1970) 방법으로 분석하였다.

사일리지의 lactic acid는 spectrophotometer를 사용하였고 acetic acid와 butyric acid는 gas chromatography(Varian star 3600cx)로, pH는 pH meter(Orion, model 720A)로 측정하였다.

## 4. 통계처리

본 시험의 결과는 SAS(Statistical Analysis System, version 6.12 USA, 2000) program package를 이용하였고, 유의성 검정은 Duncan's Multiple Range Test(5% 수준)로 하였다.

# Ⅲ. 결 과

## 1. 사일리지의 화학적 조성

사과박 첨가에 따른 아까시나무 사일리지의 화학적 조성을 나타낸 것은 Table 2이다.

아까시나무 사일리지의 조단백질 함량(CP)은 사과박의 첨가 비율이 높아질수록 아까시 100% 구의 16.3% 보다 유의하게 감소하여 60%의 사과박 첨가구에서는 11.7%의 조단백질 함량을 나타내었다. 그러나 사과박 40~60% 첨가수준에서는 ADF, NDF 및 조회분 함량이 각각 42.8~44.2%, 60.3~62.2% 및 4.7~5.0%를 나타내어 사과박 무첨가 사일리지의 46.0%, 65.3% 및 5.8% 보다 유의하게 낮았다. 또한 비구조성 탄수화물 함량은 조단백질 함량과 비슷하여 사과박 첨가 비율이 높아질 수록 점차 증가하였다.

Table 2. Chemical composition of black locust silages added different levels of apple pomace

(%, DM basis)

| Additive levels of apple pomace(%) | CP | ADF | NDF | C.Ash | EE | NSC |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 16.3[a] | 46.0[a] | 65.3[a] | 5.8[a] | 4.4 | 8.2[c] |
| 20 | 13.7[b] | 45.2[ab] | 63.2[ab] | 5.2[ab] | 4.2 | 13.7[b] |
| 40 | 12.4[b] | 44.2[ab] | 62.2[b] | 5.0[b] | 4.2 | 16.2[ab] |
| 60 | 11.7[b] | 42.8[b] | 60.3[b] | 4.7[b] | 4.1 | 19.3[a] |

[a~c] Values with different superscripts in the same column significantly differ by Duncan's Multiple Range Test($p<0.05$).

CP : crude protein, ADF : acid detergent fibre, NDF : neutral detergent fibre, C.Ash : crude ash,
EE : ether extract and NSC : non-structural carbohydrates

## 2. 사일리지의 품질

사과박 첨가비율이 사일리지 품질에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 3이다.

Table 3. Fermentative quality of black locust silage added different levels of apple pomace

| Additive levels of apple pomace(%) | Moisture (%) | pH | Lactic acid(%) | Acetic acid(%) | Butyric acid(%) | Total acid(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 56.7[c] | 5.4[a] | 0.6[c] | 0.4[b] | 0.0 | 1.0[d] |
| 20 | 67.1[b] | 4.3[b] | 1.3[b] | 0.8[b] | 0.0 | 2.1[c] |
| 40 | 70.6[ab] | 4.1[c] | 1.7[b] | 1.1[b] | 0.0 | 2.8[b] |
| 60 | 73.8[a] | 3.7[c] | 2.2[a] | 3.8[a] | 0.0 | 6.0[a] |

[a~d] Values with different superscripts in the same column significantly differ by Duncan's Multiple Range Test($p<0.05$).

아까시나무 사일리지는 사과박 첨가 비율이 증가할수록 수분 함량은 유의하게 증가하였다. 즉, 60% 첨가구의 수분함량은 73.8%로 아까시나무 100% 구의 56.7% 보다 유의하게 증가하였다. pH는 아까시나무 100% 구의 5.4에 비하여 사과박 20~60%의 첨가수준에서는 3.7~4.3으로 유의하게 감소하였다. 그러나 유산, 초산 및 총 유기산 함량은 사과박 첨가수준이 증가함에 따라 증가되어, 특히 60%의 첨가수준에서 각각 2.2%, 3.8% 및 6.0%를 나타내어 아까시나무 100% 구의 0.6%, 0.4% 및 1.0% 보다 유의하게 높았다. 낙산은 모든 처리구에서 나타나지 않았다.

## 3. 반추위 내의 건물 소실율

사과박 첨가가 반추위 내에서의 건물 소실율에 미치는 영향을 발효시간별로 나타낸 것이 Fig. 1이다.

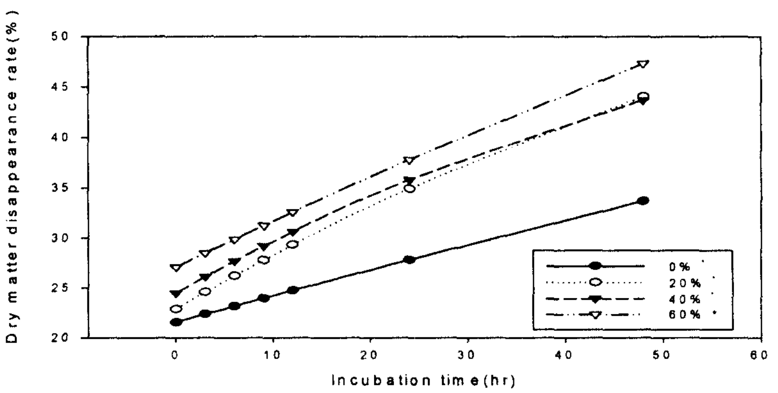


Fig. 1. In situ dry matter disappearance rate(%) of black locust silage added different levels of apple pomace(* additive levels of apple pomace)

아까시나무 사일리지는 발효시간이 경과됨에 따라 반추위 내의 건물 소실율은 증가하였는데, 특히 12시간째 이후에 급격한 증가를 나타내었다. 한편 0시간째를 제외하고는 사과박을 첨가한 사일리지의 건물 소실율이 크게 증가하여 24시간과 48시간째에는 각각 36.5~37.5%와 43.5~47.4%에 도달한 반면에, 무 첨가구에서는 각각 28.2%와 33.7%를 나타내었다.

## 4. 반추위 내의 NDF 소실율

사과박 첨가가 반추위 내에서의 NDF 소실율에 미치는 영향을 발효시간별로 나타낸 것은 Fig. 2이다.

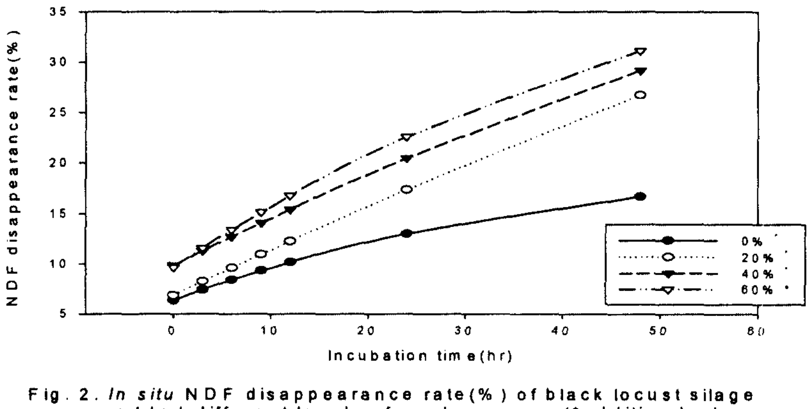


Fig. 2. *In situ* NDF disappearance rate(%) of black locust silage added different levels of apple pomace(*additive levies of apple pomace)

반추위 내에서의 아까시나무 사일리지 NDF 소실율은 건물 소실율과 유사하게 발효시간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 즉, 사과박 20~60% 첨가구는 24시간째에 14.9~20.2%, 48시간째에 26.4~29.2%를 나타내어, 0%의 사과박 첨가구에서 얻어진 11.3%와 16.5% 보다 높은 NDF 소실율을 나타내었다.

## 5. 반추위 내의 건물 분해특성과 유효분해도

사과박 첨가가 반추위 내에서 건물 분해특성과 유효 분해도에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 4이다.

Table 4. The effect of black locust added different levels of apple pomace on dry matter degradability of rumen incubation using *in situ* bags.

| Addition levels of apple pomace(%) | A | a | B | b | c | ED (k=0.08) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 22.2 | 21.6 | 99.4[a] | 99.7[a] | 0.0027[b] | 24.9[b] |
| 20 | 23.0 | 22.9 | 50.0[b] | 49.9[b] | 0.0115[a] | 29.2[a] |
| 40 | 24.6 | 24.5 | 37.7[b] | 37.6[b] | 0.0149[a] | 30.4[a] |
| 60 | 26.3 | 27.1 | 99.2[a] | 99.8[a] | 0.0047[b] | 31.9[a] |

[a~b] Values with different superscripts in the same column significantly differ by Duncan's Multiple Range Test($p<0.05$).

A : 0 hr loss, a : immediately soluble fraction, b : Insoluble but degradable fraction {B=(a+b)-A},

c : Degradation rate($h^{-1}$), ED : Effective degradability(%) at assumed rumen outflow rate of 0.08 $h^{-1}$.

반추위 내에서 초기에 빠르게 분해되는 건물부분(a)은 처리구간에 유의차가 인정되지 않았다. 그러나 천천히 분해되는 건물부분(b)은 아까시나무 100% 구와 사과박 60% 첨가구에서 각각 99.7과 99.8%를 나타내어 사과박 20~40% 첨가구의 37.7~50.0% 보다 높았지만 b 부분의 분해상수(c)는 사과박을 20~40% 첨가한 사일리지에서 0.0115~0.0149의 범위를 나타내어 아까시나무 100% 구와 사과박 60% 첨가구의 0.0027과 0.0047 보다 유의하게 높았다. 건물의 유해 분해도(ED)는 천천히 분해되는 건물부분에서 사과박 40과 60% 구는 27.2와 27.4%를 나타내어 아까시나무 100% 구의 24.6% 보다 유의하게 높았다.

## 6. 반추위 내의 NDF 분해특성과 유효분해도

사과박 첨가가 반추위 내에서의 NDF 분해특성과 유효 분해도에 미치는 영향을 나타낸 것이 Table 5이다.

Table 5. The effect of black locust silages added different levels of apple pomace on NDF degradability of rumen incubation using *in situ* bags.

| Addition levels of apple pomace(%) | A | a | B | b | c | ED (k=0.08) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 13.4 | 6.4 | 7.8[c] | 14.9[c] | 0.0246[a] | 13.6 |
| 20 | 9.1 | 6.9 | 99.7[a] | 99.8[a] | 0.0046[c] | 12.3 |
| 40 | 13.2 | 9.9 | 56.6[b] | 59.9[b] | 0.0081[c] | 16.2 |
| 60 | 10.0 | 9.7 | 38.8[b] | 38.5[b] | 0.0170[b] | 16.4 |

See in Table 4.

반추위 내의 NDF 분해특성과 유해 분해도는 건물의 경우처럼, a에서는 처리구간에 유의차가 인정되지 않았으나 b에서는 사과박 20% 첨가구가 99.8%를 나타내어 아까시나무 100% 구의 14.9% 보다 유의하게 높았다. 그러나 c는 사과박 20~60% 첨가구의 0.0046~0.0170을 나타내어 아까시나무 100% 구의 0.0246보다 유의하게 낮았다. 한편 ED는 처리간 유의차가 인정되지 않았다.

## Ⅳ. 고 찰

일찍부터 아까시나무의 잎은 조단백질 함량이 높고 조섬유 함량이 비교적 낮으며 기호성이 높아서 가축에 의한 건물 섭취량도 많고, 유해물질을 함유하고 있지 않아서 초식동물의 유용한 사료자원의 하나로 알려져 왔다(조, 1997). 본 실험에서도 아까시나무의 조단백질 함량은 15.0%이었으나(Table 1), 사일리지로 조제시에는 오히려 16.3%로 높아져(Table 2) 양질의 조사료 자원으로 대체될 수 있는 부존자원임이 입증되었다(조 등, 1997). 그러나 아까시나무는 생육기간이 비교적 짧고 식물체 중 잎의 비율이 6~7월에 가장 높아서 이용기간에 제한을 받는다(조, 1997). 따라서 아까시나무를 이용한 조사료 자원을 연중 혹은 겨울철 사료로 이용하기 위해서는 저장사료로 조제해야 한다는 문제점이 있다. 특히 아까시나무를 저장사료로서 사일리지를 조제할 경우, 단백질 함량이 많고 수분 함량이 낮아 양질의 사일리지 조제가 곤란한 것으로 알려져 있는데, 본 실험에서도 아까시나무 100%로 만들어진 사일리지는 pH가 5.4를 나타내었고(Table 2), 유산함량도 매우 적어서 미생물의 안정화를 저해하였다고 생각된다. 한편 사과박 은 수분함량과 탄수화물 함량이 높고 에너지 함량이 높아서(豊川과 高安, 1970 ; NAS, 1971), 아끼시나무 사일리지 첨가제로서의 효과가 높다(조 등, 2000). 본 실험에서도 사과박 20~60%를 첨가하였을 때, pH는 3.7~4.3를 나타내어, 아까시나무 100% 사일리지의 pH 5.4보다 낮았고, 유산 함량과 총 유기산 함량은 각각 0.6%와 1.6%이었던 것에 비하여 사과박 첨가구에서는 각각 1.3~2.2%와 2.1~6.0%로 유의하게 증가하여(Table 3), 안정된 미생

물의 발효가 이루어졌고, 발효산물도 충분하여 기호성이나 채식량의 증가에 기여할 것으로 생각된다. 또한 사과박의 첨가구의 조단백질 함량은 11.7~13.7%의 범위를 나타내어 아까시나무 100%구의 16.3%보다 유의하게 낮아졌고 ADF와 NDF 함량도 유의하게 낮아져 균형된 영양가를 조성하고 있다는 것을 알 수 있다(Table 2).

조사료의 평가를 위한 생물학적 평가방법의 하나로 알려진 *in situ* 소실율에서는 건물 소실율이 12시간 그리고 NDF 소실율은 24시간 이후부터 사과박 20~60%를 첨가한 사일리지가 아까시나무 100% 사일리지 보다 유의하게 높은 경향을 나타내었다(Fig. 1과 2). 이와 관련하여 NAS(1971)는 사과박에는 pectin 함량이 높아 반추위 내에서 사과박이 발효조정제의 역할을 하므로 소화율이 향상된다고 하였다. 또한 반추위 내의 건물과 NDF는 초기에 빠르게 분해되는 부분(a)이 처리구간에서 유의차가 인정되지 않았다(Table 4와 5). 건물이 천천히 분해되는 부분(b)에서는 사과박 첨가구가 아까시나무 100% 사일리지과 거의 비슷하였지만 NDF는 사과박 첨가구가 유의하게 높았다. 건물 b부분의 분해상수(c)와 유효분해도(ED, k=0.08)에서 사과박 20~40% 첨가수준의 사일리지에서 아까시나무 100% 사일리지보다 유의하게 높았다. 이와 같은 결과는 사과박의 첨가로 반추위 내의 미생물들이 시간이 경과할 수록 아까시나무 100% 사일리지 보다 발효성 탄수화물인 다당류 등이 많이 함유된 사과박을 효과적으로 이용하여 활동이 왕성하게 됨으로써 영양소 소화율이 향상되었기 때문이라고 생각된다.

Allan(1997)은 조사료 섬유소의 소화율 차이는 가축의 생산성 및 영양소 섭취량에 영향을 미치며, 섬유소 소화율 증가에 따른 섭취량의 증가 효과는 섬유소 중 NDF 함량에 의해 크게 영향을 받는다 하였다. 본 실험에서도 사과박의 첨가 수준이 증가함에 따라 반추위 내 NDF 소실율이 증가하여 이로 인한 사료 섭취량 및 에너지 이용 효율도 증가할 것으로 판단된다. 또한 사과박의 첨가수준이 증가함에 따라 반추위 내 분해 율이 증가한 것은 사과박 첨가수준 증가에 따른 사일리지의 pH, lactic acid 및 total acids 함량의 증가와 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다.

이상의 결과에서 저장사료로서 아까시나무를 이용할 경우, 아까시나무에 사과박을 첨가하여 사일리지를 조제함으로써 사일리지의 품질과 *in situ* 소실율이 향상된다는 것이 밝혀졌다. 또한 사과박의 적정 혼합비율은 40~60% 수준으로 추정되어, 농산 가공부산물의 적절한 이용으로 사일리지의 품질향상과 사료비 절감을 꾀할 뿐 아니라 환경오염원도 줄일 수 있음을 시사하고 있다. 그러나 실제 농가에서 이상과 같은 연구결과를 응용하기 위해서는 축종 별 대사시험과 에너지 대사시험 등과 같은 검정실험이 필요할 것으로 생각되므로 앞으로 이에 대한 연구의 필요성이 절실히 요구된다.

# V. 적 요

본 시험은 생 아까시나무에 사과박을 0, 20, 40, 60%의 4수준으로 첨가하여 사일리지를 조제하였을 때, 사과박의 첨가가 사일리지 성분과 발효품질 및 *in situ* 소실율에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 사과박 첨가수준이 증가함에 따라 사일리지의 조단백질 함량은 감소되었다. 즉, 사과박 첨가 사일리지의 조단백질 함량(11.7~13.7%)은 아까시나무 100% 사일리지(16.3%) 보다 유의하게 감소하였고 ADF, NDF 및 조회분 함량도 유의하게 낮아졌다. 이러한 경향은 사과박 첨가 비율이 40~60% 수준에서 더욱 뚜렷하였다(각각 42.8~44.2, 60.3~62.2 및 4.7~5.0%).
2. 아까시나무 100% 사일리지의 수분함량은 56.7%인 반면에 사과박 첨가수준이 높아짐에 따라 67.1~73.8%로 유의하게 증가하였다. 사과박 20~60%를 첨가한 사일리지는 pH가 3.7~4.3이었고 유산과 총 유기산 함량은 1.3~2.2%와 2.1~6.0%를 나타내어, 아까시나무 100% 사일리지의 pH 5.4, 유산 0.6%와 총 유기산 1.0% 보다 유의하게 높았다.
3. 반추위 내 *in situ* 건물 소실율은 12시간 그리고 NDF 소실율은 24시간 이후부터 사과박 20~60% 첨가 사일리지가 아까시나무 100% 사일리지 보다 유의하게 높았다.
4. 반추위 내의 건물과 NDF는 초기에 빠르게 분해되는 부분(a)이 처리구간에 유의차가 인정되지 않았다. 그러나 건물의 천천히 분해되는 부분(b)은 아까시나무 100% 구와 사과박 60% 첨가구가 각각 99.7과 99.8%를 나타내어, 사과박 20~40% 첨가구의 37.7~50.5% 보다 유의하게 높았다. 그러나 b 부분의 분해상수(c)와 건물의 유해 분해도(ED)는 사과박 20~40% 첨가구가 각각 0.0115~0.0149와 30.4~31.9%를 나타내어, 아까시나무 100% 사일리지의 0.0027과 24.9% 보다 유의하게 높았다. 한편 NDF에서는 b는 사과박을 첨가한 사일리지(38.5~99.8%)가 아까시나무 100% 사일리지(14.9%) 보다 유의하게 높았고 c는 반대로 유의하게 낮아졌다.

# 인용문헌

1. 류영우. 고영두, 이상무. 1998. 사과박·참깨박 및 계분의 혼합비율이 볏짚 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한축지. 40(3) : 245-254.
2. 박용구. 1996. 우리나라 아까시나무의 자원화에 대한 전망. 한국양봉학회지. 11 : 27-56.
3. 배동호, 신정남, 고기환. 1994. 사과박을 포함한 완전혼합사료의 착유우에 대한 효과. 한낙지. 16(4) : 295-302.

4. 이용세, 이주삼, 조익환, 전하준, 이영옥, 김민, 1999. Vermicomposting에 의한 농산 가공 부산물 처리에 관한 연구. 한국유기농업학회지. 8(1) : 101-109.
5. 조익환, 1997. 아까시나무의 가축 사료화 이용과 전망, 제6회 아까시나무 학술심포지움. 한국 아까시나무 연구회. pp.79-104.
6. 조익환, 황보순, 전기현, 송해범, 안종호, 이주삼. 1997. 조사료원이 한국 재래산양의 섭취량과 소화율에 미치는 영향. 한초지. 17(1) : 82-88
7. 조익환, 황보순, 이영옥, 안존호, 김현진, 이주삼. 2000. 사과박 첨가가 볏짚 사일리지의 품질과 *in situ* 소실율에 미치는 영향. 한초지. 20(4) : 295-302.
8. Allan. M. 1997. Fiber digestibility of forages : Variation, Measurement, and Effect on Animal Performance. California Animal Nutrition Conference. 99-119.
9. A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis(15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
10. Goering, H. K., and Van Soest. P. J. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agric. Handbook No. 379, Washington, D. C.
11. Marquardt, W. 1963. An algorithm for least squares estimation of nonlinear parameters. Soc. Ind. Appl. Math. 11 : 431.
12. N.A.S. 1971. Atlas of Nutritional data on united states and canadian feeds. National Academy Press, Washington. D. C. p.90.
13. Michalet-Doreau, B. and Ould-Bah, M. Y. 1992. In vivo and in sacco methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen. A review. Anim. Feed Sci. Technol. 40 : 57-86.
14. McDonald, I. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. J. Agri. Sci. Cambridge. 96 : 251-252.
15. Ørskov, E. R., and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agri. Sci. Cambridge 92 : 499-503.
16. Ørskov, E. R., and Ryle, M. 1990. Energy nutrition in ruminants. Elsevier Applied Science, London.
17. SAS. 2000. Statistical Analysis System ver., 6. 12. SAS Institute Inc., Cary, NC.
18. 豊川好司, 高安一郎, 1970. 削リンゴの飼料利用に關する研究. Ⅰ. 生ワラおよび牧草サイレージ添加物としての利用性. 弘大農報 16 : 62-72.
19. 豊川好司, 高安一郎, 1971. 稻ワラの利用性に關する研究. Ⅱ. 生ワラサイレージの緬羊による消化試驗. 弘大農報 17 : 81-85.
20. 豊川好司, 齊藤先一, 高安一郎, 坪松戒三, 1973. 削リンゴの飼料利用に關する研究. Ⅲ. 乳牛の乳生産性に對する飼料價値. 弘大農報 21 : 46-55.