

## 호밀 사일리지에 있어서 밀기울 첨가효과

장진호 · 한성윤\* · 김대진

### Effects of Wheat Bran Addition on the Quality of Rye Silage

J. H. Jang, S. Y. Han\* and D. J. Kim

#### Summary

This experiment was conducted to investigate the effects of wheat bran addition on the fermentative quality and dry matter digestibility(DMD) of rye silage.

This herbage was ensiled by the conventional methods in small glass silo of 0.82 liter with addition of wheat bran of 0%, 5%, 10%, and 15%, respectively.

The samples of rye silage were determined the pH, lactic acid, acetic acid and butyric acid.

The DMD was evaluated by pepsin-cellulase technique method. The energy values (total digestible nutrients, TDN : digestible energy, DE : metabolizable energy, ME) were calculated by DMD.

The results obtained were as follows :

1. The pH and butyric acid of rye silage were reduced with increasing of wheat bran addition, but the contents of lactic acid and total acid were increased.
2. TDN, DE and ME were increased with high rate of wheat bran addition.
3. Regression equation and correlation coefficients between Flieg's score(X) and DMD(Y) of silage were  $Y = 48.7 + 0.157X$  ( $r = 0.917$ ,  $p < 0.01$ ).
4. Regression equation and correlation coefficients between level of wheat bran(X) and Flieg's score(Y) of silage were  $Y = 18.3 + 5.56X$  ( $r = 0.929$ ,  $p < 0.01$ ).

#### I. 서 론

호밀은 옥수수의 후작이나 답리작이 가능한 추파 사료작물중 단위면적당 수량이 가장 높고(Briggle, 1959; Hay 등, 1993) 불량한 토양 조건 및 기후조건에 대한 적응성이 비교적 강해서(Martin, 1976) 가장 안정적인 생산이 가능한 사료작물로 알려져 왔다.

숙기가 늦은 북방계통의 호밀은 주로 종실용으로 재배되어 왔고, 숙기가 빠른 남방계통의 호밀이 사초용으로 재배되어 왔다(Briggle, 1959; Morey, 1973).

그러나 국내에서는 사초용으로 만생의 북방계통 호밀이 추천(강 등, 1987) 재배되어 왔다.

호밀은 우리나라에서 이모작으로 재배되며 단위 면적에 비하여 수량이 많고 가소화영양소총량(TDN)이 높으며 조단백질 함량이 12%, 대사에너지(ME)가 2,520~2,820 kcal/kg으로 청예월동작물로서 조사료 자원으로 이용할 가치가 높다 하겠다.

사일리지란 생초나 건초를 이용할 수 없을 때 사용하기 위해 영양적 손실을 최대한 줄여 보존하는 것으로서 이는 유기산 생성에 의한 효과를 나타내는 것이라고 Barnet(1954)는 보고하였다.

청예작물이나 기타 고수분 재료를 이용하여 식물 자체의 효소작용과 미생물에 의한 발효과정을 거친 다즙질의 생산물이라고 Virtanin(1932)은 보고 하였

동아대학교 농과대학(College of Agriculture, Dong-A Univ. Pusan)

\*축산기술연구소 대관령지소(Grassland and Forage Crops Division, National Livestock Research Institute)

다.

Aorwood와 Wells(1936)는 탄수화물이 부족하면 유산의 생성이 적어지므로 당밀을 첨가하면 유산발효를 촉진할 수 있다고 하였다.

이러한 호밀을 사일리지로 조제하는데 있어서 발효 품질을 향상시키고, 구입이 용이한 밀기울을 첨가함으로써 사료적 가치의 변화를 고찰하기 위하여 본 시험을 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 사일리지의 조제

사일리지의 재료는 국립종축원 대관령지원에서 재배한 호밀 중에서 겨울호밀을 채취하여 2~2.5cm로 절단한 후 0.82ℓ들이유리 용기에 수분 70%로 동일하게 조정하여 밀기울 0%, 5%, 10%, 15% 첨가하고 vacuum으로 공기제거후 밀봉한 후 각 처리당 5개 반복하여 실온에서 120일 경과한 다음 시료로 사용하였다.

### 2. 성분 분석 및 소화율 측정

수분은 AOAC법(1980)에 의하여 분석하였으며 pH는 pH meter(TOA사, HM-20E)로 측정하였고, 유기산은 Flieg법(1940)을 보정한 須藤방법(1971)에 의하여 분석하였다.

건물 소화율(DMD)의 측정은 pepsin(1:10,000 Junsei Chemical Co. 일본)과 cellulase(SSP-1,500. Onozuka. (주) 야쿠르트. 일본)를 사용하여 Fig. 1과 같이 McLeod와 Minson법(1978)에 의한 in vitro 방법으로 평가하였다.

### 3. 에너지가 산출

사료 에너지의 산출은 건물소화율(DMD)을 측정 한 것을 기초로 하여 가소화영양소총량(Total digestible nutrients, TDN)을 Abe(1974)의 회귀식으로 구했으며 가소화 에너지(digestible energy, DE) 및 대사에너지(metabolizable energy, ME)는 NRC(1983) 회귀식에 의하여 구하였다.

$$\text{TDN}(\%) = 14.9 + 0.737\text{DMD}$$

$$\text{DE}(\text{Kcal/g}) = \text{TDN}(\%) \times 4.409$$

$$\text{ME}(\text{Kcal/g}) = \text{TDN}(\%) \times 3.6155$$

## 4. 통계 처리

유기산, pH, Flieg's score, 건물 소화율(DMD)의 성적을 분산 분석한 후 LSD로 유의성 검정을 하였으며, 유의성이 인정된 항목들은 회귀식과 상관 관계를 구하였다.

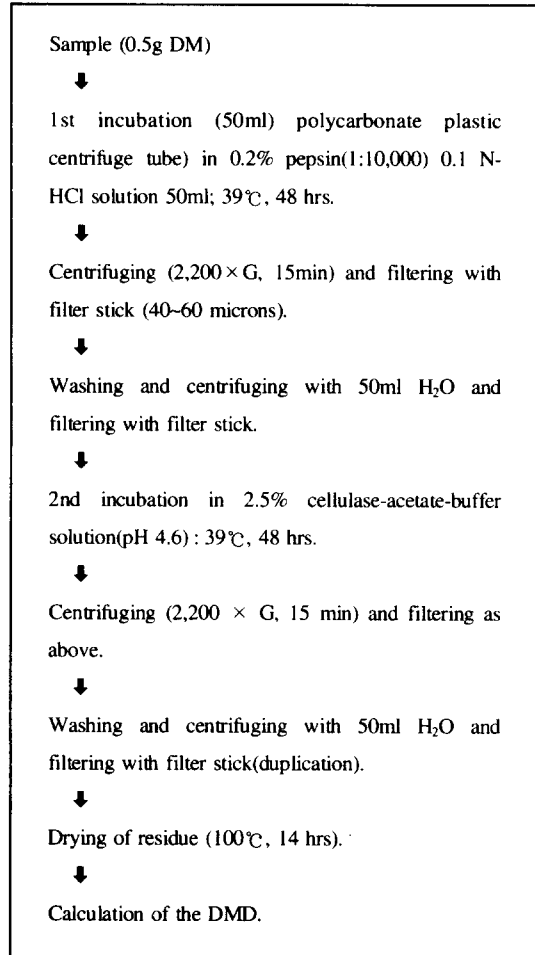


Fig. 1. Procedure of pepsin-cellulase DMD

## III. 결과 및 고찰

### 1. 사일리지의 발효특성

밀기울을 단계적으로 첨가한 호밀 사일리지의

성분과 발효품질의 성적은 Table 1과 같다.

각 처리구간 pH 범위는 4.05~6.06의 범위로 밀기울 첨가수준이 0, 5, 10, 15% 첨가에 따라 각각 6.06, 4.52, 4.05, 4.14로 밀기울 첨가 수준이 증가할수록 pH는 낮아지는 결과를 보였다.

Barnett(1954)의 보고에서 사일리지내 재료를 가급적 빨리 유산균을 번식시켜 pH를 3.4~4.0으로 만들어야 안전하다고 하였으며, 고(1970)는 전분박 사일리지에 밀기울 10% 첨가시 pH가 4.1~4.4, 20% 첨가시 4.1~4.2가 나왔다고 하였는데, 본 시험에서도 밀기울 첨가가 증가할수록 pH가 낮아져 사일리지의 안정되었으며 특히 밀기울 10~15% 첨가시 pH가 4.05~4.14

로 고(1970)의 결과와 일치하였다.

이는 유산생성에 의해 pH가 낮아지게 되어 변패 미생물을 억제할 수 있었기 때문이다.

유산의 함량은 밀기울 수준을 0%, 5%, 10%, 15%씩 단계적으로 첨가함에 따라 각각 0.38, 1.12, 2.36, 6.12%로 증가하였는데 Barnett(1954)와 Watson(1960)은 양질의 사일리지를 조제, 보존하려면 빨리 유산을 생성시켜야 하며 다른 산의 함량을 억제시켜야 장기간 보존할 수 있다고 하였다.

또한 Rydin과 Nilson(1960)은 유산균을 증식시켜 유산을 생성하기 위해서는 곡분 및 전분질 사료의 첨가는 좋은 영향을 미친다고 하였다.

Table 1. The fermentative quality of rye silage in response to added wheat bran level

Level of wheat bran (%)	pH	Lactic acid (%)	Acetic acid (%)	Butyric acid (%)	Total acid (%)	Flieg's score	Grade
0	6.06	0.38 <sup>c</sup>	1.37	0.22 <sup>a</sup>	1.97 <sup>c</sup>	8	5
5	4.52	1.12 <sup>bc</sup>	1.49	0.00 <sup>b</sup>	2.61 <sup>bc</sup>	59	3
10	4.05	2.38 <sup>b</sup>	1.50	0.00 <sup>b</sup>	3.8 <sup>b</sup>	73	2
15	4.14	6.12 <sup>a</sup>	0.77	0.02 <sup>b</sup>	6.9 <sup>a</sup>	100	1

\*Different superscripts for treatment indicated that means differ significantly(p<0.01).

본 시험에서도 밀기울 첨가수준을 점진적으로 증가시키면 유산 발효를 촉진시키고, 사일리지의 pH를 저하시켜 잡균의 번식을 억제하며, 동시에 Flieg's score도 밀기울 첨가 수준에 따라 8, 59, 73, 100점으로 밀기울 첨가에 따른 개선의 효과가 있는 것으로 나타났다.

특히 밀기울 10~15% 첨가는 우수한 사일리지로 평가되었다.

초산의 함량은 밀기울 첨가수준이 0, 5, 10, 15% 첨가함에 따라 1.37, 1.49, 1.50, 0.77%로 약간씩 낮았으며 특히 밀기울 15% 첨가구에서 급격히 낮아졌으며, 낙산의 함량은 밀기울 0, 5, 10, 15% 첨가구에서 0.22, 0.00, 0.00, 0.02%로 밀기울 첨가가 5% 이상일 때 거의 발생치 않았다. 고(1970)는 전분박 silage에 밀기울 10% 첨가시 초산은 0.87~0.99 낙산은 0.0~0.3 사이 밀기울 20% 첨가시 초산은 0.77~0.90 낙산은 0.00이라 하였는데 본 시험에서도 이와 유사한 결과

가 나왔다. 이것은 밀기울 5% 이상 첨가됨에 따라 유산균이 급격히 번식하여 다량의 유산을 생성하여 pH를 낮추어 증으로서 상대적으로 사일리지 품질에 나쁜 영향을 주는 낙산 발효가 줄어든 결과를 보여준다. 총산은 밀기울 첨가 수준을 0, 5, 10, 15% 첨가시에 각각 1.97, 2.61, 3.87, 6.91%로 증가되었다. 고(1970), 김과 임(1987), 김 등(1990)은 사일리지 내에 밀기울 전분박 그리고 포도당 및 전분을 첨가할 시 총산은 증가된다고 보고하였으며 본 시험에서도 일치하였다.

## 2. 건물 소화율

밀기울 첨가수준에 따른 호밀 사일리지의 pepsin-cellulase를 이용한 DMD는 Table 2와 같다.

호밀 사일리지의 pepsin-cellulase DMD는 밀기울 첨가수준이 0, 5, 10, 15% 첨가에 따라 48.62, 60.31, 60.14, 62.58%로 밀기울을 첨가함으로써 대조구에

비해 소화율이 향상되었으며 특히 15% 첨가시는 13.96%의 소화율이 높아졌다.

이는 밀기울 첨가수준의 증가로 발효에 의한 세포

벽 구성성분 중 일부분이 소화가 용이한 섬유소로 전환되었기 때문인 것으로 사료된다.

Table 2. DMD and energy value of rye silage in response to wheat bran level

Level of wheat bran(%)	DMD <sup>1)</sup>	TDN <sup>2)</sup>	DE <sup>3)</sup>	ME <sup>4)</sup>
0	48.62 ± 3.93 <sup>c</sup>	50.73	2.44	1.83
5	60.31 ± 0.43 <sup>b</sup>	59.35	2.61	2.14
10	60.14 ± 1.56 <sup>b</sup>	59.22	2.61	2.14
15	62.58 ± 1.61 <sup>a</sup>	61.02	2.69	2.21

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

<sup>1)</sup> Dry matter digestibility.

<sup>2)</sup> Total digestible nutrient.

<sup>3)</sup> Digestible energy

<sup>4)</sup> Metabolizable energy

### 3. 에너지가

밀기울 첨가수준에 따른 호밀 사일리지의 에너지가로 전환시킨 성적은 Table 2와 같다.

호밀 사일리지의 DMD 측정가를 초식 양축 농가가 응용하기 쉬운 에너지로 환산하면 가스화 영양소 총량(TDN)은 밀기울을 각각 0, 5, 10, 15% 첨가하였을 때 50.73, 59.35, 59.22, 61.02%로 증가하였으며 특히 15% 첨가시 김 등(1990)의 국내산 칩 사일리지에 전분 8% 첨가한 값인 TDN 61.96과 유사한 성적이었다.

가스화 에너지(DE)함량은 밀기울을 각각 0, 5, 10, 15% 첨가시 2.24, 2.61, 2.61, 2.69kcal/g 향상되어 약 20% 정도의 향상을 보였다. 또한 대사에너지(ME) 함량은 밀기울 0, 5, 10, 15% 첨가하였을 때 1.83, 2.14, 2.14, 2.21Kcal로 증가하였다.

특히 밀기울 15% 첨가시에서 TDN, DE, ME가 현저히 증가함을 알 수 있다. 이와같은 에너지가의 향상은 밀기울 첨가수준이 증가함에 따라 미생물의 작

용에 의하여 세포벽 구성물질중 일부가 사일리지의 유산 발효시 미생물 효소에 분해 이용될 수 있는 섬유소나 세포내용물로 전환되어 소화율이 증가했기 때문이다.

### 4. 성분함량과 발효품질 및 소화율 관계

호밀 사일리지에 있어서 일반성분과 발효품질 및 소화율간의 회귀식 및 상관관계는 Table 3, 4와 같다.

Table 3에서 DMD(Y)와 첨가 수준 wheat bran(X) 사이에는  $Y = 51.7 + 0.846X$  ( $r = 0.830$ ,  $p < 0.01$ )로서 고도로 정의 상관 관계를 보였으며, DMD(Y)와 Flieg's score 간에도 같은 고도의 상관 관계를 보였다 ( $Y = 48.7 + 0.757X$  ( $r = 0.919$ ,  $p < 0.01$ )).

Table 4에서 Flieg's score(Y)와 lactic acid(X) 사이에는  $Y = -8.00 + 1.282x$  ( $r = 0.970$ ,  $p < 0.01$ )의 관계를 Flieg's score(Y)와 butyric acid(X)는  $Y = 77.64 - 6.30X$  ( $r = -0.888$ ,  $p < 0.01$ )로서 고도의 부의 상관

Table 3. The relationship between DMD and the level of wheat bran added and Flieg's score of rye silage

Variable	Regression equation	Correlation coefficients
DMD(Y)-wheat bran(X)	$Y = 51.7 + 0.846X$	$r = 0.856^{**}$
DMD(Y)-Score(X)	$Y = 48.7 + 0.157X$	$r = 0.955^{**}$

Score : Flieg's score.

\*\*p < 0.01.

Table 4. The relationship between Flieg's score and the level of wheat bran added and the other parameter of rye silage

Variable	Regression equation	Correlation coefficients
Flieg's score(Y)-Wheat bran(X)	$Y = 18.3 + 5.56X$	$r = 0.929^{**}$
Flieg's score(Y)-pH(X)	$Y = 122.2 - 38.85X$	$r = -0.939^{**}$
Lactic acid(Y)-pH(X)	$Y = 177.14 - 26.46X$	$r = -0.845^{**}$
Butyric acid(Y)-pH(X)	$Y = -23.89 + 5.69X$	$r = 0.975^{**}$

\*\* $p < 0.01$ .

관계이었고, 그리고 Flieg's score(Y)-wheat bran(X)는  $Y = 18.3 + 5.560X$ ( $r = 0.929$ ,  $p < 0.01$ )의 고도의 상관 관계를 보였다.

또한 Flieg's score(Y)와 pH(X)의 관계는  $Y = 122.2 - 38.85X$ ( $r = -0.939$ ,  $p < 0.01$ ) 그리고 butyric acid(Y)-pH(X)는  $Y = 177.14 - 26.46X$ ( $r = -0.845$ ,  $p < 0.01$ )로 각각 부의 상관 관계를 보였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 호밀을 사일리지로 제조할 때 밀기울 첨가는 유산발효를 촉진시키고 pH를 저하시켜 사일리지의 품질을 향상시키며 초식동물이 이용하기 어려운 세포벽 구성성분의 소화가 용이한 형태로 전환하여 건물 소화율이 향상됨을 알 수 있었다.

#### IV. 적 요

본 연구는 호밀에 밀기울을 첨가하여 사일리지를 제조하여 발효품질과 건물소화율에 미치는 영향을 시험하였다. 밀기울 첨가수준은 각각 0, 5, 10, 15%로 하여 820ml 유리 용기에 제조하였으며 사일리지의 품질을 평가하고 건물소화율(DMD)은 pepsin-cellulase 발효법으로 측정하였으며 측정된 DMD에 의해서 TDN, DE 그리고 ME값을 계산하여 구하였는데 그 결과는 다음과 같다.

1. 밀기울 첨가 수준의 증가에 따라 pH, 낙산 함량은 감소하였으나 유산과 총산 함량은 증가하였다.

2. 밀기울 첨가 수준이 증가되면 에너지가인 TDN, DE, ME의 함량이 증가되었다.

3. DMD(Y)와 Flieg's score(X)간의 회귀식은  $Y = 48.7 + 0.157X$ ( $r = 0.917$ ,  $p < 0.01$ )로 나타났다.

4. Flieg's score(Y)와 밀기울(X) 간의 회귀식은  $Y =$

$18.3 + 5.56X$ ( $r = 0.929$ ,  $p < 0.01$ )로 나타났다.

#### V. 인용 문헌

1. Abe, A.M. Shinnoda and K. LwasAki. 1974. Application of various analytical method rumen and feeds-A comparison of various fiber fractions. J. Japan. Grassl. Sci. 20:16.
2. A.O.A.C. 1980. Official method of analysis(13th Ed.). Association of analytical chemist. Washington D.C.
3. Aorwood, R.E. and J.G. Wells. 1936. Mich, Agr. Sta Bull. 19.
4. Barnet, A.T.G. 1954. Silage fermentation. Butterworth Scientific Publication, London, pp. 78.
5. Briggie, L.W. 1959. Growing rye. U.S.D.A. Farmer's Bull. No. 2146.
6. Flieg, O. 1940. Ztschr, F. Tierern. u Futter mittelk, 3:53.
7. Martin, J.H., W.H. Leonard and D.L. Stamp. 1976. Principle of field crop production. Collier MacMillan Pub. London. Third.
8. 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. Anim. Feed Sci. Technol. 3:277.
9. Morey, D.D. 1973. Rye improvement and production in Georgia. Univ. of Ga. Expt. Sta. Res. Bull. 129.
10. National Research Council. 1983. Nutrition requirement of dairy cattle 5th. reviced Ed. National Acade-

- my Press. Washington, D.C.
11. Virtanin, A.I. 1932. *Sae, Seine. Fenn. Comment, Phisico-math*, 1. 36.
  12. Waston, S.J. and M.J. Nash. 1960. *The conservation of grass and forage crops*. Oliver & Boyd Co.
  13. 강정훈, 박병식, 한홍진. 1987. 청예작물 다수성 품종선발시험, 축시연보. pp. 738-753.
  14. 고영두. 1970. 전분막 silage에 관한 연구. 제 2보 당밀배합 silage의 제조시험. 한축지 12:176.
  15. 김대진, 임 완. 1987. 칩 사일리지 조제에 있어서 물, 전분, 포도당 첨가효과, 한초지 7(3):162.
  16. 김대진, 황태기, 김종패. 1990. 야초사일리지의 품질 향상에 관한 연구. 칩 사일리지에 있어서 전분 첨가효과. 한초지 10(1):48-54.
  17. 須藤浩, 内田仙二, 三宅一憲. 1971. サイレシート調製法に 關する研究(XV) における二三添加物の效果 岡山大學 農학부 學術보고. 일본, 37-51.