

野草 사일리지의 品質向上에 관한 研究

Ⅲ. 淸 사일리지에 있어서 澱粉添加效果

金鍾快 · 黃泰基 · 金大鎮

Studies on Quality of Silage from Domestic Herbage

Ⅲ. Effects of starch addition on the quality of Kudzu silage

Jong Koea Kim., Tae Ki Hwang, and Dae Jin Kim

Summary

In order to investigate effects of starch addition on the fermentative quality and dry matter digestibility (DMD) of Kudzu, *Pueraria thunbergii* Benth plants were ensiled by the conventional method in small experimental plastic silo of 7.5 liter with different levels of starch addition. The fermentative quality, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and acid detergent lignin (ADL) of silage were determined by chemical analysis, and *in vitro* dry matter digestibility (DMD) by pepsin-cellulase technique. Total digestible nutrients (TDN), digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME) were calculated with DMD. The results obtained were as follows;

1. Acetate, butyrate, PH, NDF, ADF, and ADL of Kudzu silage were reduced with increasing of starch addition but the contents of lactate and total acid were increased.
2. The DMD was marked 47.5, 49.5, 51.2, 57.9 and 62.0 % under starch addition with a rate of 0, 2, 4, 6 and 8 %, respectively.
3. TDN, DF and ME were increased with high rate of starch addition.
4. The regression equation and correlation of Kudzu silage between level of starch (X) and DMD (Y) were $Y = 41.6 + 1.86 X$ ($r = 0.96, P < 0.01$), of silage between Flieg's score (X) and DMD (Y) were $Y = 41.6 + 0.23 X$ ($r = 0.96, P < 0.01$) and of silage between level of starch (X) and Flieg's score (Y) were $Y = 21.3 + 7.97 X$ ($r = 0.97, P < 0.01$), respectively.

I. 緒 論

國土의 면적이 좁은 우리나라에서는 粗飼料를 生産할 수 있는 적절한 땅이 매우 적으므로 家畜飼育에 필수적인 粗飼料資源을 확보하기 위해서는 우선적으로 매년 우리나라 山野에 풍부하게 자라는 既存 粗飼料인 山野草를 개발 이용하는 것이 바람직한 일이지만 현재 막대한 山野草의 이용도는 저조한 상태이다. 山野草중의 淸은 우리나라 山野에 풍부하고 芎科野草로서 자연조건에 잘 견디며 그 수량이

풍부하고 大量生産이 가능하므로 사일리지화 하여 草食動物의 自給飼料로 개발 이용하는 것은 중요한 일이라고 생각된다. 淸의 一般成分에 관한 研究는 金동(1987)은 淸의 아미노산 含量과 蛋白質을 16.64%로 보고 하였고, 金과 張(1987)은 細胞壁에 含有된 蛋白質과 乾物消化率을 보고 하였으며 林(1988)은 粗灰粉 7.70%, neutral detergent fiber(NDF) 58.97%, acid detergent fiber(ADF) 39.95%, acid detergent lignin(ADL) 含量 10.29%라고 보고하였다. 淸을 粗飼料資源으로 개발 이용하는 研究는 金

과 林(1977)이 靱의 醱酵品質을 높이기 위해서는 糖類나 澱粉을 첨가한다는 것을 보고하였다. 靱은 蛋白質含量은 높지만 水溶性 炭水化物(WSC)含量이 낮아 그대로 사일리지로 조제하면 乳酸菌의 발육이 불충분하여 乳酸의 생성이 적어지고 사일리지의 변패 미생물등이 生成되기 쉽기 때문에 飼料의 價値가 저하되는 문제점이 있다.

따라서 본 연구는 우리나라 山野에 널리 자라고 있는 靱을 사일리지로 조제후 미생물에 의한 변패를 방지하기 위하여 澱粉을 단계적으로 첨가하여 乳酸生成과 醱酵特性 및 飼料의 價値를 규명함으로써 곡류나 배합사료를 첨가한 all in one silage 조제의 基礎資料를 얻기위해 수행하였다.

II. 材料 및 方法

1. 사일리지의 조제

사일리지의 材料는 東亞大學校 農科大學 승학산에서 1989년 6월 10일 刈取한 靱의 줄기와 잎을 2.0~2.5cm로 절단하여 7.5ℓ들이의 플라스틱 용기에 수분 75%로 통일 처리하여 Table 1과 같이 澱粉을 첨가하여 가압하면서 진공컴프로 공기를 빼낸 후 밀봉하여 室溫에서 보관후 45일이 경과한 다음 試料로 사용하였다.

Table 1. Outline of silage making on level of starch.

Level of starch(%)	n	Volume of silo(ℓ)	Ensiled amount(g)	Density (g/ℓ)
0	3	7.5	3,500	466
2	3	7.5	3,500	466
4	3	7.5	3,500	466
6	3	7.5	3,500	466
8	3	7.5	3,500	466

2. 成分分析 및 消化率測定

수분 및 粗蛋白質은 AOAC법(1980)에 의하여 分析하였으며 pH는 pH메타(TOA社 HM-20E)로 測定하였고 有機酸은 須藤(1980)가 보정한 Flieg 법(1940)에 의하여 分析하였다. 細胞壁構成物質(cell wall constituent, CWC)인 NDF(Neutral detergent

fiber), ADF(acid detergent fiber), ADL(acid detergent lignin)은 Goering과 Van Soest법(1970)으로 測定하였다.

靱物消化率의 測定은 pepsin(1:10,000, Junsei Chemical Co. 日本)과 cellulase(SSP-1,500 Onozuka, (株)야쿠르트, 日本)를 사용하여 Fig. 1과 같이 McLeod와 Minson법(1978)에 의한 *in vitro* 방법으로 評價하였다.

Sample (0.5g DM)

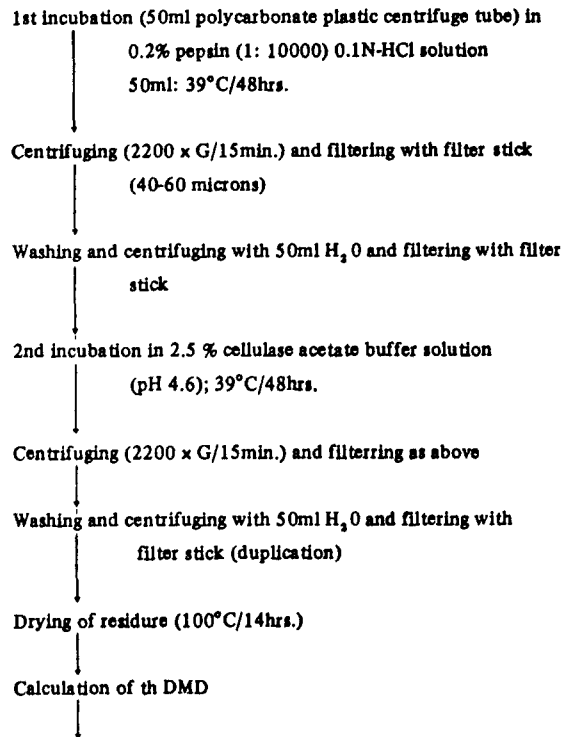


Fig. 1. Procedure of pepsin-cellulase DMD.

3. 에너지가 산출

飼料의 에너지가는 靱物消化率(DMD)을 測定한 것을 基礎로 하여 可消化養分總量(total digestible nutrients, TDN)은 Abe(1974)의 回歸式으로, 可消化에너지(digestible energy, DE) 및 代謝에너지(metabolizable energy, ME)는 NRC(1983) 回歸式에 의하여 구하였다.

TDN(%) = 14.9 + 0.737 DMD
 DE (kcal/g) = TDN(%) × 4,409
 ME (kcal/g) = TDN(%) × 3,6155

4. 統計處理

有機酸, pH, Flieg's score, 細胞壁構成物質(ND-F, ADF, ADL)과 乾物消化率(DMD)의 성적을 分散分析한 후 LSD로 有意性 검정을 하였으며 有意性이 인정된 項目들은 回歸式과 相關關係를 구하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 사일리지의 발효품질

침 사일리지에 澱粉을 단계적으로 첨가하여 그 成分과 발효품질의 성적은 Table 2과 같다.

각 처리구의 pH 범위는 澱粉 첨가 수준이 0, 2, 4, 6, 8% 첨가에 따라 각각 5.54, 5.13, 4.87, 4.29, 4.19%로 澱粉 첨가가 증가 할수록 pH는 낮은 결과를 보였으며 澱粉 8% 첨가시에는 pH 4.2 이하로 양질의 사일리지로 추정되었으며 이는 乳酸生成에 의해 pH가 낮게되어 변패미생물들을 억제할 수 있기 때문이다.

乳酸의 含量은 澱粉 6, 8% 첨가구가 2.45, 2.91%로서 澱粉 0, 2, 4% 첨가구에 비해 높았는데 Barnett(1954)와 Watson(1960)은 양질의 사일리지를 조제 保存하려면 빨리 乳酸를 생성 시켜야 하며 다른 酸의 含量을 억제 시켜야 장기간 保存할 수 있다고 하였으며 본 시험에서도 澱粉 첨가 수준을 단계적으로 증가할 때 乳酸의 생성은 많아졌으며 그에 비례하여 Flieg's score도 澱粉 6%와 8% 첨

가구가 74, 85점으로 우수한 사일리지가 되었으며 澱粉 0, 2, 4% 첨가구에서는 25, 35, 47점으로 우수한 사일리지가 되지 못했다.

醋酸의 含量은 澱粉 6, 8% 첨가구가 0.67, 0.56%로 0, 2, 4% 첨가구 0.89~0.59%에 비해 낮았으며 酪酸은 澱粉 6, 8% 첨가구가 0.33, 0.20%로서 0, 2, 4% 첨가구에 비해 상당히 낮아졌는데 이것은 충분한 양의 乳酸이 생성되어 酪酸菌의 생성이 억제되어 침 사일리지에 부족한 可用性炭水化合物을 단계적으로 증가시켜 상대적으로 酪酸醱酵가 줄어든 결과라 생각된다.

總酸(total acid)은 澱粉 6, 8% 첨가구가 3.42, 3.66%로서 0, 2, 4% 첨가구에 비해 높았는데 高(1970), 金과 林(1987)은 澱粉粕과 葡萄糖의 첨가시 總酸은 增加한다고 보고 하였는데 본 실험도 이와 일치하였다. 침의 이와 같은 酸持特性을 보아 澱粉을 6~8% 첨가시켜 草食動物에게 급여하는 것이 양호하며 전분수준을 2, 4% 첨가시에는 개선의 효과가 없는 것으로 나타났다.

2. 化學成分 및 乾物消化率

澱粉 첨가수준에 따른 침 사일리지의 細胞壁物質 및 pepsin-cellulase를 이용한 DMD를 測定하여 Table 3에 나타내었다.

각 처리구의 粗蛋白質 含量의 범위는 11.90~15.35%로서 澱粉 첨가가 증가함에 따라 낮아졌는데 이것은 蛋白質이 전혀 含有되지 않은 澱粉을 첨가함에 따라 상대적으로 낮아졌기 때문이다.

NDF는 澱粉 6, 8% 첨가구가 60.97, 61.58%로 0, 2, 4% 첨가구 63.82%~62.44%에 비하여 有意的으로 낮았으며 (P<0.01), ADF 또한 澱粉 6, 8

Table 2. The fermentative quality of silage in response to starch level.

Level of starch (%)	Moisture (%)	pH	Lactic acid (%)	Acetic acid (%)	Butyric acid (%)	Total acid (%)	Score	Grade
0	80.38	5.54 ^a	0.62 ^c	0.89	1.20 ^a	2.71	25 ^c	4th
2	77.34	5.13 ^b	0.85 ^c	0.56	0.97 ^a	2.38	35 ^{bc}	4th
4	77.84	4.87 ^c	1.29 ^{bc}	0.59	0.82 ^{ab}	2.70	47 ^b	3rd
6	77.27	4.29 ^a	2.45 ^{ab}	0.67	0.33 ^{bc}	3.42	74 ^a	2nd
8	74.02	4.19 ^e	2.91 ^a	0.56	0.20 ^c	3.66	85 ^a	1st

*Different superscripts for each treatment indicated that means differ significantly (P<0.01).

*Score: Flieg's score.

Table 3. Chemical composition of silage in response to starch level.

Level of starch (%)	N×6, 25 (%)	NDS* (%)	NDF* (%)	ADF* (%)	ADL* (%)	Hemi-cellulose	DMD* (%)
0	15.35 ^a	36.18 ^b	63.82 ^a	49.12 ^b	11.430 ^a	14.70 ^c	47.52 ^e
2	12.67 ^c	35.88 ^b	64.12 ^a	51.36 ^a	11.243 ^a	12.75 ^d	49.48 ^d
4	13.45 ^b	37.56 ^{ab}	62.44 ^{ab}	48.32 ^b	9.947 ^b	14.11 ^{cd}	51.24 ^c
6	12.66 ^c	38.42 ^a	61.58 ^b	43.57 ^c	9.820 ^b	18.01 ^b	57.94 ^b
8	11.90 ^d	39.03 ^a	60.97 ^b	38.95 ^d	9.187 ^b	22.02 ^a	61.96 ^a

*Different superscripts for each treatment indicated that means differ significantly (P<0.01).

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

% 첨가구가 43.57, 38.95%로 0, 2, 4% 첨가구 49.12%~48.32%에 비해 有意的으로 낮았다 (P<0.01). ADL은 澱粉 6.8% 첨가구가 9.82, 9.19%로 0, 2, 4% 첨가구 11.43~9.95%에 비해 낮았으며 NDS는 그 반대였다. 킴 사일리지의 pepsin-cellulase DMD는 澱粉 8% 첨가구가 61.96%, 6% 첨가구 57.94%로 대조구 및 기타 처리구 49.92~52.66%에 비해 크게 增加되었다 (P<0.01). 특히 澱粉 첨가 수준이 增加함에 따라 細胞壁構成成分이 감소한 반면 hemicellulose 含量은 有意的인 增加를 보였는데 이는 醱酵에 의한 細胞壁構成成分중의 一部分이 消化가 용이한 섬유소로 전환되었기 때문이라 사료된다.

3. 에너지 평가

澱粉 첨가 수준에 따른 킴 사일리지의 에너지 함량은 Table 4와 같다.

Table 4. Energy value of silage in response to starch level.

Level of starch (%)	DMD (%)	TDN (%)	DE (kcal/kg)	ME (kcal/kg)
0	47.52 ^e	49.92	2,210	1,804
2	49.48 ^d	51.37	2,265	1,857
4	51.24 ^c	52.66	2,322	1,904
6	57.94 ^b	57.60	2,540	2,083
8	61.96 ^a	60.56	2,267	2,190

*Calculated values

*Abbreviations: DMD, dry matter digestibility; TDN, total digestible nutrient; DE, digestible energy; ME, metabolizable energy.

킴 사일리지의 DMD 測定價를 에너지로 환산하면 可消化養分總量(TDN)은 澱粉 8% 첨가구 60.56%, 6% 첨가구 57.60%로 대조구 및 기타 처리구 49.92~52.66%에 비하여 크게 增加되었다 (P<0.01). 可消化에너지(DE)는 澱粉 8% 첨가구가 26.70 kcal/kg으로 대조구 및 기타 처리구 22.10~25.40 kcal/kg에 비하여 약 460kcal가 향상되어 18%의 可消化에너지가 향상되었다. 代謝에너지(ME) 含量은 澱粉 8% 첨가구가 2,190 kcal/kg으로 대조구 및 기타 처리구 1,804~2,083 kcal/kg에 비해 380 kcal/kg가 향상을 보였다.

이와 같은 에너지가의 향상은 細胞壁에 결합된 cellulose와 hemicellulose가 사일리지의 乳酸醱酵시 cellulase 효소에 분해 이용될 수 있는 형태로 전환되었기 때문이라 사료된다. 따라서 粗飼料와 濃厚飼料를 따로 급여하는 현 사양체계 하에서는 濃厚飼料를 첨가해서 급여한다고 粗飼料의 飼料的 價値를 크게 增加시키는 작용은 없으나 粗飼料를 사일리지로 제조하면서 澱粉含量이 많은 농후사료를 동시에 배합하는 all in one silage 형태로 초식동물에게 급여 시킨다면 乳酸醱酵를 촉진시켜 사일리지의 pH를 낮추고 변패미생물의 성장과 번식을 억제 시킴으로서 기호성이 좋고 消化率이 높은 사일리지 粗飼料를 급여할 수 있게 되고 이러한 방법은 초식동물 사육에서 자동화 및 인건비를 절감하는 TMR (total mixture ration) 사양방식의 일환으로 바람직한 방법이라 생각된다.

4. 一般成分과 醱酵品質 및 消化率의 相關關係

一般成分과 醱酵品質 및 消化率간의 回歸式과 相關關係는 Table. 5와 Fig. 2, 3, 4와 같다.

Table 5. The relationship between chemical composition and fermentative quality (DM basis)

Quality test	Regression equation	Correlation coefficients
DMD(Y) - CP(X)	$Y=98.6-3.41 X$	$r=-0.75^{**}$
DMD(Y) - ADF(X)	$Y=107-1.16 X$	$r=-0.95^{**}$
DMD(Y) - NDF(X)	$Y=271-3.48 X$	$r=-0.85^{**}$
Flieg's score(Y) - Lactic acid(X)	$Y=19.1+21.0 X$	$r=0.89^{**}$
Flieg's score(Y) - Total acid(X)	$Y=-2.5+18.6 X$	$r=0.62^*$
Flieg's score(Y) - pH(X)	$Y=266-44.4 X$	$r=-0.97^{**}$
DMD(Y) - Starch(X)	$Y=46.2+1.86 X$	$r=0.96^{**}$
Flieg' score(Y) - Starch(X)	$Y=21.3+7.97 X$	$r=0.97^{**}$
DMD(Y) - Flieg's score(X)	$Y=41.6+0.23 X$	$r=0.96^{**}$

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

DMD(Y)와 CP(X)는 $Y=98.6-3.41 \times (r=-0.75, P < 0.01)$, DMD와 NDF는 $Y=271-3.48 \times (r=-0.85, P < 0.01)$, DMD와 ADF는 $Y=107-1.16 \times (r=-0.95, P < 0.01)$ 이며 Flieg's score 및 lactic acid $Y=19.1+21.0 (r=0.89, P < 0.01)$, Flieg's score 및 total acid는 $Y=-2.5+18.6 (r=0.62, P < 0.05)$, Flieg's 및 pH는 $Y=266-44.4 \times (r=0.97, P < 0.01)$ 의 관계를 보였다.

DMD(Y)와 澱粉(X)은 $Y=46.2+1.86 \times (r=0.96, P < 0.01)$ 와 Fig. 2이며 Flieg's score와 澱粉 수순 간에는 $Y=21.3+7.97 \times (r=0.97, P < 0.01)$ 과 Fig. 3이며 DMD 및 Flieg's score는 $Y=41.6+0.23 \times (r=0.96, P < 0.01)$ 와 Fig. 4의 관계를 보였다.

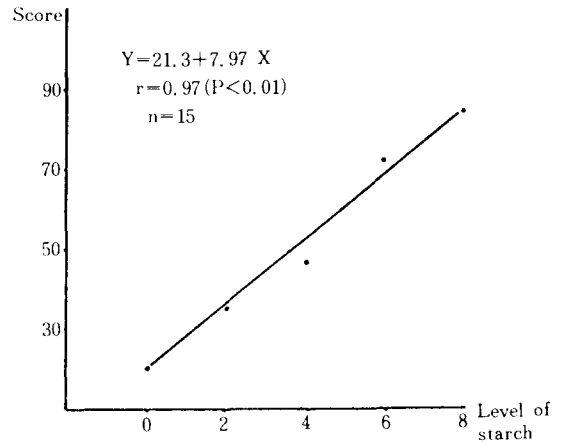


Fig. 3. Relationship between level of starch and Flieg's score.

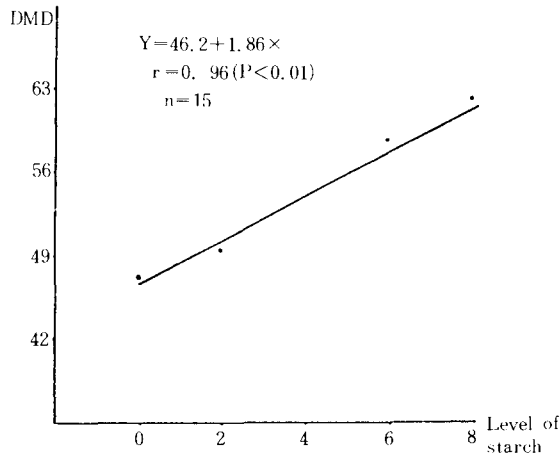


Fig. 2. Relationship between level of starch and dry matter digestibility.

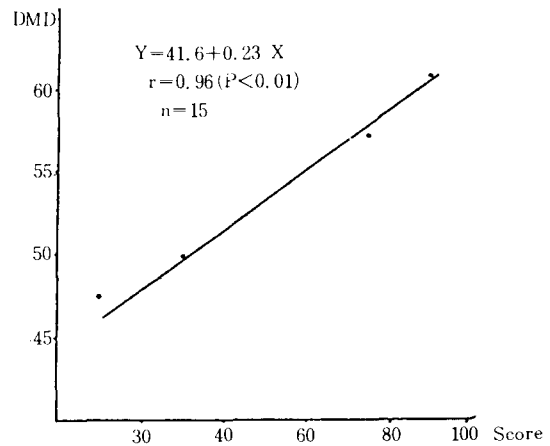


Fig. 4. Relationship between Flieg's score and dry matter digestibility.

따라서 澱粉 1% 첨가시 乾物消化率은 1.86%씩 증가하며 粗飼料의 조건을 파악하여 사일리지 조제시 곡류나 배합사료의 적정 첨가량을 계산할 수 있으며 草食動物이 요구하는 TDN이나 DE 그리고 ME 수준을 맞추어 급여할 수 있는 基礎資料로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

IV. 摘 要

澱粉 첨가수준에 따른 헛 사일리지의 醱酵品質과 乾物消化率 向上 효과를 규명하고자 실시하였다.

헛을 切斷하여 澱粉을 0, 2, 4, 6, 8% 첨가하여 7.5ℓ들이 플라스틱용기에 넣었으며 熟成후 醱酵品質로서 pH, 有機酸, Flieg's score를 測定하였고 細胞壁構成物質과 乾物消化率의 변화를 관찰하였다. 또한 乾物消化率을 가지고 에너지價(TDN, DE, ME)를 산출하였는데 그 결과는 다음과 같이 요약된다.

1. 澱粉 첨가수준의 증가에 따라 pH와 酪酸含量은 감소하였으나 乳酸과 總酸含量은 증가하였다.
2. 澱粉 첨가수준의 증가에 따라 構成炭水化合物인 NDF, ADF, ADL含量은 有意的으로 감소되었다.
3. 헛 사일리지에 澱粉을 0, 2, 4, 6, 8% 첨가함에 따라 乾物消化率은 각각 47.52, 49.48, 51.24, 57.94, 61.96%로 증가를 보였다.
4. 澱粉 첨가 含量이 증가되면 에너지價인 TDN, DE, ME의 含量이 증가되었다.
5. 헛 사일리지의 澱粉 첨가수준(X)과 乾物消化率(Y)간의 相關關係와 回歸式은 $Y = 46.2 + 1.86X$ ($r = 0.96$, $P < 0.1$)이고 Flieg's score (X)와 乾物消化率(Y)간의 관계는 $Y = 41.6 + 0.23X$ ($r = 0.96$, $P < 0.01$)이며 澱粉 첨가수준(X)과 Flieg's score (Y)간에는 $Y = 21.3 + 7.97X$ ($r = 0.97$, $P < 0.01$)이었다.

V. 引用文獻

1. Abe, A.M. Shinoda and K. Lwasaki. 1984. Application of various analytical method to rumen and feeds-A Comparison of various fiber fractions, J. Zootech. Sci, 55(11): 843.
2. Alli, I.R. and B.E. Baker. 1982. Effect of additive on lactic acid production and water soluble carbo-

- hydrate in chopped corn and alfalfa. J. Dairy Sci. 65: 1472.
3. A.O.A.C., 1980. Official method of analysis (13th Ed). Association of analytical chemist. Washington D.C.
4. Barnett, A.J.G. 1954. Silage fermentation. Butterworth Scientific Publication, London. pp.78.
5. Flieg, O. 1940. Ztschr. F. Tierern. U. Futtermittelk, 3; 53.
6. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. ARS. USDA Agr. Handbook. No. 397.
7. Kim, D.J., M. Shimoho and J. Goto. 1985. Evaluation of dry matter digestibility of three wild legumes in Korea by pepsin-cellulase technique. Korea J. Anim. Sci. 27(6); 396.
8. McDonald, P.1981. The biochemistry of silage. John Willey and Sons. LTD.
9. McLead, 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.
10. National Research Council. 1983, Nutrition requirement of dairy cattle 5th revised Ed. National Academy Press. Washington, D.C.
11. Rook, J.A.F. and P.C. Thomas. 1982. Silage for milk production. National Institute for Research in Dairying, Reading, England Hannah Research Institute, Ary, Scotland. pp.127.
12. Van Soest, P.J. 1982. Analytical systems for evaluation of feeds. Nutritional ecology of the ruminant. pp.75.
13. Watson, S.J. and M.J. Nash. 1960. The conservation of grass and forage crops. Oliver & Boyd, Corn.
14. 高永柱. 1969. 전분박 silage에 관한 연구. 제 1보 감자 전분박 silage 제조시험. 한축지 11: 180.
15. 高永柱. 1970. 전분박 silage에 관한 연구. 제 2보 강류배합 silage의 제조시험. 한축지 12: 176.
16. 高永柱, 文泳植, 柳永佑. 1986. Formic acid 및 농후사료 첨가가 silage 품질에 미치는 영향. 한

- 축지. 28:27.
17. 金大鎮, 張正鎬. 1987. 두과수염류의 섬유성분 특성, 결합단백질과 소화율에 관한 연구. 한국축지 29(9): 399-407.
 18. 金大鎮, 林 完. 1987. 킴 사일리지 조제에 있어서 물, 전분, 포도당 첨가효과. 한국축지 7(3): 162.
 19. 須藤浩. 1971. サイレーツと乾. 養賢堂. 日本
 20. 須藤浩, 内田仙二, 三宅一憲. 1971. サイレーツ調製法に関する研究(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. 日本 37:51.