

수확시기 및 품종이 총체 벼 사일리지의 품질에 미치는 영향

김종근□정의수□서 성□김맹중□이종경□윤세형□임영철□조용민

Effect of Growth Stage and Variety on the Quality of Whole Crop Rice Silage

Jong Geun Kim, Eui Soo Chung, Sung Seo, Meing Jung Kim, Joung Kyeong Lee, Sei Hyung Yoon, Young Chul Lim and Yong Min Cho

ABSTRACT

This experiment was conducted to study the effects of growth stage and variety on the quality of whole crop rice (WCR) silage at National Institute of Animal Science, RDA from 2004 to 2005. Two types of rice (“Chucheong” for food and “Hamasari” for whole crop) were harvested at six different growth stages (heading, flowering, milk, dough, yellow ripen and fully ripen stage) and ensiled each harvest stages. Crude protein (CP) content of all whole crop rice silage was also decreased with progressed maturity at harvest and TDN (total digestible nutrient) content of WCR was increased. The average CP content of whole crop rice was higher than that of food rice. The contents of ADF (acid detergent fiber) and NDF (neutral detergent fiber) decreased with delayed harvest maturity. The content of TDN estimated from ADF content was increased with progressed maturity, but there was not found significant difference between rice varieties ($p < 0.05$). The average pH value was 4.69 and it was increased with delayed harvest maturity. Acetic and butyric acid content were decreased, but lactic acid content was increased with progressed maturity. The experiments presented here show that all rice varieties may give a good quality silage. But some wrong practical method (grain loss, productivity, nutrient value, etc.) will make poor quality of rice silage. Therefore, dough stage of harvest maturity will be recommendable as proper harvest time for making high quality of whole crop rice silage in Korea.

(Key words : Whole crop rice, Quality, Silage, Organic acid, Variety)

I. 서 론

우리나라 반추가축에 필요한 조사료는 약 400여만톤으로 이중 절반 이상이 사료가치가 낮은 벧짚으로 충당되고 있으며 약 17% 정도인 60여만톤의 조사료가 외국으로부터 수입되어 이용이 되고 있어 양질 조사료의 생산 확대는 한우 및 젖소 사육을 위해서 시급하게 해결되어야 할 과제이다. 그러나 초지 및 사료포

면적은 지속적으로 감소되고 있어 양질 조사료 생산 기반을 확대하기 위한 대책이 필요하다 (농림부, 2006).

식생활 변화로 인해 연간 쌀 소비량이 지속적으로 감소되고 시장 개방으로 인해 매년 일정물량이 도입되어 시중에 판매되고 있어 쌀 생산량 조절을 위해 논에서 벼를 대체할 작목의 개발이 요구되고 있다. 그러나 논이 갖고 있는 특성 및 새로운 작물의 시장규모 등을 고

농촌진흥청 축산과학원(National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea)

Corresponding author : Jong Geun Kim, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea.

Tel : +82-31-299-2407, Fax : +82-31-299-2408, E-mail : jonggk@rda.go.kr

려할 때 논에서는 총체 벼의 재배가 가장 이상적이라 판단이 된다. 논에서의 총체 벼 재배는 부족한 조사료를 양질의 국내산 자급 조사료로 대체할 수 있어 연간 약 1,300억원에 해당하는 외화를 절감할 수 있으며, 논에서 쌀생산 뿐만 아니라 다양한 공익적 기능(홍수조절, 토양유실 방지, 수자원 함량 등)을 유지할 수 있게 된다. 또한 쌀 생산 조정으로 인해 창고비용을 줄일 수 있으며 축산농가에서는 양질의 조사료 급여로 가축의 생산성 향상도 기대할 수 있다(김 등, 2006).

재배된 총체 벼의 경우는 일시에 수확이 되어 사일리지 형태로 저장되는 것이 바람직하다. 그러나 벼의 줄기는 견고하고 가운데가 비어 있어 사일리지로 조제시 혐기조건의 유지가 매우 곤란하여 불량발효가 일어날 가능성이 매우 높다(Ogawa, 2003). 특히 신선 재료초 중에는 유산균의 수가 현저히 적으며 이들 또한 효율이 높은 호모형 유산균이 적어 사일리지 품질을 높이기 위해서는 많은 기술들이 투입되어야 한다. 또한 유산균의 영양원이 되는 가용성 탄수화물도 옥수수보다 현저히 낮아 사일리지 품질이 낮아질 우려가 높다고 한다(Cai, 2005).

총체 벼를 재배한 후 양질의 사일리지 조제를 위한 여러 가지 기술 중 품종별 적정 수확 시기의 구명은 최종적으로 총체 벼를 이용하는 데 있어 매우 중요한 요인이 된다. 따라서 본 시험은 벼 품종별 수확시기가 총체 벼 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 총체 벼의 재배 및 수확

본 시험에 공시된 벼 품종은 일반벼는 중부 지방에서 가장 많이 재배되는 “추청벼”를 이용하였고 총체 벼 전용 품종은 우리나라에서 육성된 품종이 없어 일본에서 육성된 “Hamasari

(하마사리)” 품종을 이용하였다. 각각의 품종은 4월 25일 육묘상자에 파종하고 5월 25일 30×15cm 간격으로 기계이앙을 하였으며 시험구 면적은 5×10m(50m²)로 분할구배치법 3반 복으로 수행하였다. 총체 벼 재배를 위한 시비량은 질소-인산-칼리를 각각 150-50-70 kg/ha로 하여 질소질 비료는 기비-새끼칠비료-이삭비료-알비료를 각각 50-20-20-10% 비율로 분시를 하였으며 인산은 전량을 기비로 사용하였으며 칼리는 기비-이삭비료를 70-30%로 분시 하였다. 수량측정을 위한 벼의 수확은 각각의 출수기, 개화기, 유숙기, 호숙기, 황숙기 및 완숙기에 일정면적을 수확하여 조사하였다.

2. 사료가치 분석

분석을 위한 시료는 수확당일 300~500g의 시료를 취하여 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 후 건물함량을 구하였고 얻어진 시료는 전기믹서로 1차 분쇄 후 20 mesh mill로 다시 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 분석에 이용하였다. 조단백질 함량은 AOAC(1995)법에 의거하여 분석하였고 NDF 및 ADF는 Goering 및 Van Soest법(1970)에 따랐으며 *in vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법을 사용하였다.

3. 사일리지 조제 및 분석

수확된 총체 벼는 매 수확시기마다 20ℓ 플라스틱 시험용 사일로에 충전 시킨 후 완전 밀봉하여 그늘에서 약 60일을 보관 한 후 개봉하였다. 각 처리구당 약 500g을 취하여 일부는 순환식 열풍 건조기에서 건조한 후 분쇄하여 일반성분 등을 분석하였고, 나머지 일부는 -20℃의 냉동고에 보관하였다가 사일리지 특성조사에 사용하였다.

사일리지의 pH는 사일리지 10g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 가끔씩 흔들어주면서 24시간 보관 후 4중 가아제로 완전히 짜서 걸러낸 액을 pH meter (HI 9024; HANNA Instrument Inc., UK)를 이용하여 측정하였다.

냉동시킨 시료를 처리별로 10g을 취하여 100 ml 증류수에 넣고 냉장고에서 가끔씩 흔들어주면서 24시간동안 보관한 후 4중 가아제로 1차 거른 후 여과지(No. 6)를 통하여 걸러서 추출액을 제조하여 젖산 및 유기산 분석에 이용하였다. 추출액은 분석에 이용할 때까지 -20°C 에서 냉동보관 하였다. 젖산은 Barker 및 Summerson법(한 등, 1983)을 이용하여 분석하였으며 흡광도 측정은 Spectrophotometer (UVIDE-610, Jasco Co., Japan)을 이용하였다. 유기산의 분석은 Gas chromatography (V-3800, Varian Co., USA)를 이용하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 총체 벼 사일리지의 사료가치

총체벼 사일리지의 사료가치는 Table 1에서 보는 바와 같다. 조단백질 함량은 일반벼 보다 총체 벼에서 유의적으로 높게 나타났으며 ($p<0.05$), 수확시기가 늦어질수록 감소하는 경향이 있었다. 수확적기로 판단되는 유숙기~호숙기의 조단백질 함량은 8~9% 내외를 보였다.

ADF 및 NDF 함량은 숙기가 진행됨에 따라 유의적으로 감소되는 경향을 보였으며 품종간에는 차이가 없었다($p<0.05$). ADF 함량으로 추정된 TDN 함량은 57% 내외로 조제전의 추정과 하마사리 평균인 60.8% 및 59.7% 보다는 낮았다(김 등, 2007).

ADF 및 NDF 함량은 숙기가 진행됨에 따라 유의적으로 감소되는 경향을 보였으며 품종간

Table 1. Crude protein(CP), ADF(acid detergent fiber), NDF(neutral detergent fiber), IVDMD(*in vitro* dry matter digestibility) and TDN(total digestible nutrient) content of whole crop rice silages

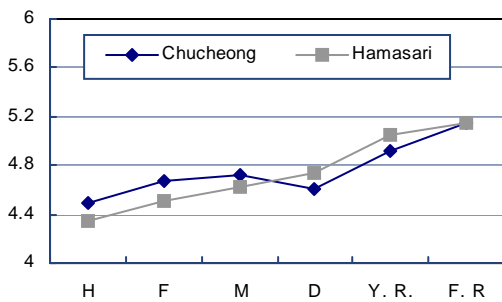
Variety	Harvest stage	CP	ADF	NDF	IVDMD	TDN
	 %				
Chucheong	Heading	9.9 ^a	41.8 ^a	70.8 ^a	46.3 ^b	55.9 ^d
	Flowering	8.9 ^b	41.1 ^a	69.5 ^{ab}	47.8 ^b	56.4 ^d
	Milk	8.4 ^c	40.6 ^b	69.1 ^{ab}	47.8 ^b	56.8 ^c
	Dough	8.2 ^{cd}	39.8 ^b	68.5 ^{bc}	49.2 ^a	57.5 ^c
	Y. Ripen	7.6 ^{de}	39.0 ^c	67.8 ^c	51.0 ^a	58.1 ^b
	F. Ripen	7.0 ^e	38.4 ^d	67.0 ^d	52.6 ^a	58.6 ^a
Mean		8.3 ^B	40.1	68.8	49.1	57.2
Hamasari	Heading	10.9 ^a	43.1 ^a	70.3 ^a	45.0 ^d	54.8 ^f
	Flowering	10.2 ^b	42.6 ^b	69.7 ^b	45.7 ^c	55.3 ^e
	Milk	9.0 ^{bc}	41.2 ^c	69.3 ^c	46.1 ^{cd}	56.3 ^d
	Dough	8.8 ^c	40.8 ^d	68.0 ^d	49.9 ^{bc}	56.6 ^c
	Y. Ripen	8.2 ^d	36.8 ^e	66.8 ^e	50.2 ^{ab}	59.8 ^b
	F. Ripen	7.6 ^e	35.7 ^f	64.6 ^f	51.3 ^a	60.7 ^a
Mean		9.1 ^A	40.1	68.1	48.0	57.3

* TDN = $88.9 - (0.79 \times \text{ADF})$.

에는 차이가 없었다($p < 0.05$). ADF 함량으로 추정된 TDN 함량은 57% 내외로 조제전의 추청과 하마사리 평균인 60.8% 및 59.7% 보다는 낮았다(김 등, 2007).

2. 총체 벼 사일리지의 pH

사일리지의 pH는 평균 4.7로 옥수수 사일리지보다는 높게 나타났으나 일반적인 맥류 사일리지와 비교하면 낮은 편이었다. 수확시기가 늦어짐에 따라 pH는 지속적으로 높아졌으며 유숙기와 호숙기 사이에서 증가가 둔화되었다가 황숙기때 다시 높아지는 결과를 보였다. 유숙기~호숙기의 pH가 4.6~4.7로 사일리지 발효가 적절하게 일어났음을 알 수 있었다. 한편



(H : heading, F : flowering, M : milk, D : dough, Y. R. : yellow ripen, F. R. : fully ripen).

Fig. 1. Effect of harvest stage and variety on acidity(pH) of whole crop rice silage.

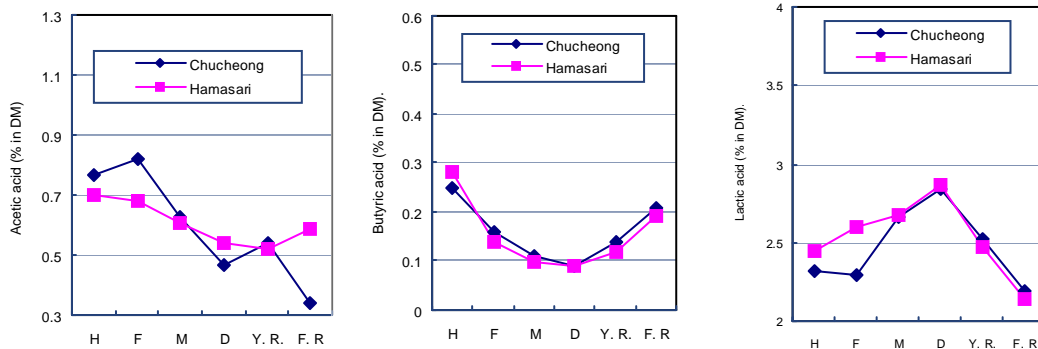
Murai(2003)는 일본에서 하마사리를 이용한 사일리지 조제 시험에서 pH가 4.8로 나타났으며 다른 품종에서도 대체적으로 4.6~5.1의 범위를 보였다고 하여 본 시험보다는 다소 높았다.

3. 총체 벼 사일리지의 유기산 함량

벼 품종에 따른 유기산 함량은 큰 차이를 보이지 않았으며 낙산과 젖산은 증가 및 감소경향이 비슷하게 나타났다. 특히 젖산 함량은 호숙기에 가장 높게 나타났으며 낙산은 유숙기~호숙기에서 가장 낮았다. 초산 함량은 전체적으로는 감소되는 경향을 보였다. Cai(2005)는 하마사리의 경우 유기산 함량이 첨가제를 처리하지 않았을 경우 젖산은 1.9%, 초산은 0.9%, 낙산은 1.5%로 나타났다고 하였는데 젖산 함량은 본 시험성적보다 약간 낮았으나 초산과 낙산 함량은 상당히 높게 나타났다. 한편 Kim (2004)은 총체 벼 사일리지의 젖산 함량이 2% 내외로 본 시험과 비슷한 경향을 보였으며 pH도 4.5~5.0 내외로 나타났다고 하였는데 본 시험과 비슷한 결과였다.

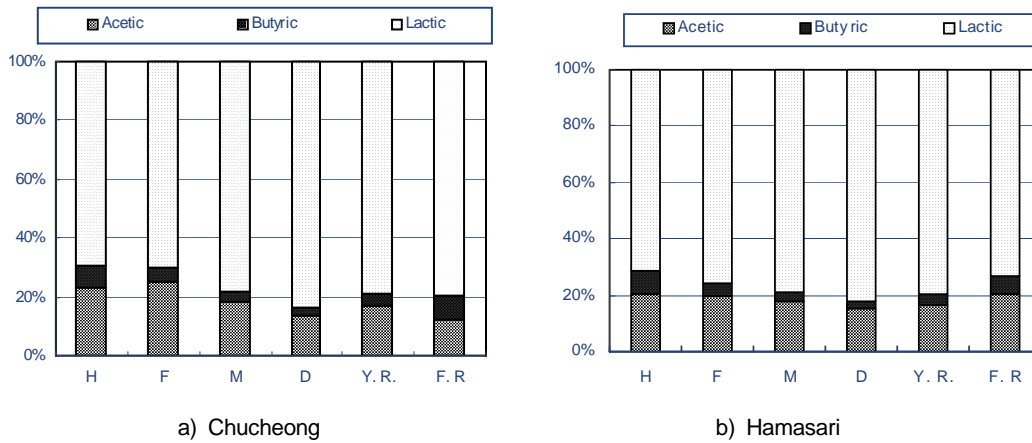
4. 총체 벼 사일리지의 품질

Flieg 법에 의한 사일리지 품질등급은 각 산(초산, 낙산 및 젖산)의 비율로서 score를 표시



(H : heading, F : flowering, M : milk, D : dough, Y. R. : yellow ripen, F. R. : fully ripen).

Fig. 2. Organic acid content of whole crop rice silage in relation to harvest stage.



(H : heading, F : flowering, M : milk, D : dough, Y. R. : yellow ripen, F. R. : fully ripen)

Fig. 3. Organic acid ratio of whole crop rice silage in relation to harvest stage.

Table 2. Flieg's score and quality grade of whole crop rice silages in relation to harvest stages and variety('03 ~ '04)

Item	Chucheong						Hamasari					
	H	F	M	D	YR	FR	H	F	M	D	YR	FR
Flieg's score	48	50	64	74	64	57	43	67	72	74	69	54
Quality grade*	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3

(H : heading, F : flowering, M : milk, D : dough, Y. R. : yellow ripen, F. R. : fully ripen).

* Grade : 100-81(1), 80-61(2), 60-41(3), 40-21(4), Below 20(5).

하게 되는데 수확시기 및 품종별 유기산의 비율을 보면 호숙기까지 젖산의 비율은 높아졌으며 초산 및 낙산의 비율이 감소되었다. 이런 경향은 추청과 하마사리에서도 비슷하였으며, 증가된 젖산 비율은 황숙기와 완숙기로 진행됨에 따라 감소되었다.

Flieg법에 의한 사일리지 품질 등급은 유숙기~황숙기에서 2등급의 품질을 보였으며 그 이전 및 이후의 숙기에서는 3등급으로 품질등급이 낮아졌다. 이는 사일리지 발효에 필요한 수분이 너무 많거나 적어 양질의 발효가 제한적으로 일어났기 때문인 것을 추측된다. 또한 유숙기~황숙기중에서도 두 품종 공히 호숙기의 품질점수가 가장 높아 총체 벼의 사일리지 조제 적기는 호숙기 전후로 나타났다. 그러나

황숙기는 사일리지 조제시 기계작업으로 인해 탈립이 많이 일어나므로 내탈립성이 우수한 품종을 재배하거나 수확시기를 황숙기 이전으로 당기는 것이 필요하다.

IV. 요약

본 시험은 품종 및 수확시기가 총체 벼 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2004년부터 2005년까지 축산연구소에서 수행되었다. 식용벼인 추청벼와 총체 벼 전용품종인 하마사리를 이용하여 생육시기별로 6회(출수기, 개화기, 유숙기, 호숙기, 황숙기 및 완숙기)에 걸쳐 수확을 하여 사일리지로 조제하였다. 조 단백질 함량은 숙기가 진행됨에 따라 감소되었

으며 TDN 함량은 증가되었다. 평균 조단백질 함량은 총체 벼 전용품종이 식용벼 품종보다는 높게 나타났다. ADF 및 NDF 함량은 숙기가 진행됨에 따라 감소되었으며 ADF로 추정된 TDN 함량은 숙기가 진행됨에 따라 증가되었다. 그러나 품종간에는 통계적 유의성이 나타나지 않았다($p < 0.05$). 사일리지의 평균 pH는 4.69 이었으며 숙기가 진행됨에 따라 증가하였다. 생육이 진행됨에 따라 초산 및 낙산 함량은 감소되었으나 젖산 함량은 증가되었다. 품질등급은 호숙기에서 가장 우수하였다. 이상의 결과를 종합하여 볼때 총체 벼 사일리지는 전용 품종이 일반 벼 품종보다 약간 개선되는 것으로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 따라서 양질의 총체 벼 사일리지 조제를 위해서는 호숙기 전후에 수확하여 사일리지를 만드는 것이 추천된다.

V. 인 용 문 헌

1. 김종근, 김원호, 서 성. 2006. 벼 대체 사료작물의 재배 및 이용기술. 한국초지학회 06 학술심포지엄. pp. 59-85.
 2. 김종근, 정의수, 함준상, 서 성, 김맹중, 윤세형, 임영철. 2007. 생육시기 및 품종이 총체 벼의 수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 27(1): 1-8.
 3. 농림부 통계자료. 2006. 농림부.
 4. 한인규, 이영철, 정근기, 김영길, 안병홍, 명규호, 고태송. 1983. 영양학 실험법. 동명사.
 5. Cai, Yumin. 2005. Quality improving technique of whole crop silage. 축산연구소. 사료용 총체 벼 생산□이용 기술 국제 심포지엄 proceedings. pp. 103-136.
 6. Kim, J.G. 2004. The present research of whole crop rice silage utilization in Korea. 日本畜産草地研究所. 飼料イネに關する日□韓國際セミナー. pp.15-34.
 7. Murai, Masaru. 2003. Development of lactic acid bacteria inoculants for the silage preparation of forage paddy rice. 축산기술연구소. 사료용 총체 벼 재배□이용 국제세미나 proceedings. pp. 59-71.
 8. Ogawa, Masuhiro. 2003. Research of whole crop rice silage utilization in Japan. 축산기술연구소. 사료용 총체 벼 재배□이용 국제세미나 proceedings. pp. 25-58.
 9. AOAC. 1995. Official method of analysis. Washington DC.
 10. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
 11. Moore. J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida. Department of Animal Science.
 12. Tiller, J.A.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestibility of forage crops. J. Brit. Grassl. Sci. 18:104-111.
- (접수일자 : 2008. 1. 16 / 채택일자 : 2008. 2. 18)