

생육시기 및 품종이 총체 벼의 수량 및 사료가치에 미치는 영향

김종근 · 정의수 · 함준상 · 서 성 · 김맹중 · 윤세형 · 임영철

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

Jong Geun Kim, Eui Soo Chung, Jun Sang Ham, Sung Seo, Meing Joong Kim, Sei Hyung Yoon and Young Chul Lim

ABSTRACT

This experiment was conducted to determine the effect of growth stage and variety on the yield and quality of whole crop rice (WCR) at National Livestock Research Institute, RDA from 2003 to 2005. Two types of rice ("Chucheong" for food and "Hamasari" for feed) were harvested at six different growth stages (heading, flowering, milk, dough, yellow ripening and fully ripening stage). Crude protein content decreased with progressed maturity at harvest. As growth stage delayed, TDN (total digestible nutrient) content of all rice varieties increased. The average TDN content of two type of rice was about 60% (59.3) which was calculated from ADF (acid detergent fiber) content. The contents of ADF and NDF (neutral detergent fiber) decreased with harvest maturity. The highest DM (dry matter) yield was at the ripening stage ($p < 0.05$) and "Chucheong" gave higher yields than for "Hamasari". In this experiment, the DM yield of all varieties was low. The yield of TDN followed a similar trend to DM yield. According to this results that dough to yellow ripening stage of harvest maturity will be recommendable as proper harvest time for whole crop rice silage.

(Key words : Whole crop rice, Quality, Yield, TDN, Variety)

I. 서 론

한국과 일본을 비롯한 몇몇 나라들은 10여년 전 WTO 협상시 쌀의 관세화 유예를 인정받았다. 그러나 일본과 대만은 이미 관세화를 통하여 쌀의 수입이 허용되고 있으며 한국은 2003년에 쌀 수출을 원하는 대상국(9개국)과 관세화 유예 협상을 벌여 금년부터 일정량의 쌀을 시중에 유통할 수 있도록 허용하였다(농림부, 2004).

이와는 별도로 최근 우리나라는 쌀 생산성 향상과 소비량 감소로 매년 재고미가 증가되고 있으며 그동안 WTO 농업 협정으로 최소시장 접근(MMA)에 의한 쌀 수입량도 2004년까지 매년 증가되어 쌀 재고는 계속 늘어나고 있다. 이에 따라 정부에서도 재고미를 줄이기 위한 쌀 생산조정제(300만원/ha, 27,000ha)를 2003년부터 시행하기에 이르렀고 논에 벼 대체 작물(콩 또는 사료작물) 재배에 대한 지원정책도 있었다.

농촌진흥청 축산연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Cheonan 330-801, Korea)

Corresponding author : Jong Geun Kim, National Livestock Research Institute, RDA, Cheonan 330-801, Korea.

Tel : 031-299-2407, Fax : 031-299-2408, E-mail : jonggk@rda.go.kr

그러나 쌀은 한국농업의 기간작목으로 농가의 중요한 소득원일뿐 아니라 식량안보 측면에서도 중요한 위치를 차지하고 있다. 한국의 기후처럼 벼 재배기간에 비가 많이 오는 지역에서는 논에 벼를 대체할 수 있는 작물이 극히 드물고 논은 식량 생산과 더불어 홍수조절, 수자원 함량, 수질정화, 토양보전 등의 공익적 가치도 있어 논을 유지해야함은 필연적인 현실이다. 또한 한국은 통일 후 북한에 쌀을 공급해야 하기에 항상 쌀을 생산할 수 있는 기반이 필요하다(농촌진흥청, 2002).

조사료 측면에서 보면 연간 약 60여만톤의 조사료가 외국으로부터 수입되고 있어 약 1,300여억원의 외화가 유출되고 있다. 또한 조사료 수요량의 50% 이상을 사료가치가 낮은 볏짚으로 충당되고 있어 양질 자급 조사료 증산이 시급한 실정에 있다. 그러나 조사료 생산 기반이 취약하여 초지면적은 계속적으로 감소를 하고 있으며 밭에서의 사료작물 생산도 줄어들고 있다. 다행히 정부의 다양한 정책에 힘입어 답리작 재배 면적이 조금씩 늘어나고 있고 휴경논을 이용한 조사료 생산 방안이 검토되어지고 있다.

일본의 경우도 우리나라와 실정이 다르지 않아 1970년경부터 쌀의 생산조정이 시작되어 청예벼의 사료이용에 대한 연구가 시작되었다(Ogawa, 2003). 그리하여 총체 벼 전용 품종이 다수 등록되었고(Masao와 Takeshi, 1990; Sakai, 2003; 吉田宣夫, 2004), 2003년에는 5,000 ha가 넘는 면적에서 사료용 총체 벼가 재배되었으며 정부에서도 다양한 정책적인 지원을 지속적으로 추진하고 있다(Chiba, 2004).

따라서 향후 우리나라의 조사료 증산은 잘 조성되어진 논을 활용하는 것도 한 방안이 될 수 있으며 이에 논에서 총체 벼를 재배하여 가축의 사료로 이용하는 기술개발이 시급하다고 판단되어 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 총체 벼의 재배 및 수확

본 시험에 공시된 벼 품종중 일반벼는 중부 지방에서 가장 많이 재배되는 추청벼(Chucheong)를 이용하였고 총체 벼 품종은 일본 작물연구소에서 육성된 하마사리(Hamasari) 품종을 이용하였다. 각각의 품종은 4월 25일 육묘상자에 파종하고 5월 25일 30×15cm 간격으로 기계이앙을 하였으며 시험구 면적은 5×10m(50m²)로 난괴법 3반복으로 수행하였다. 총체 벼 재배를 위한 시비량은 질소-인산-칼리를 각각 150-50-70 kg/ha로 하여 질소질 비료는 기비-새끼칠 비료-이삭비료-알비료를 각각 50-20-20-10% 비율로 분시를 하였으며 인산은 전량을 기비로 사용하였으며 칼리는 기비-이삭거름을 70~30%로 분시하였다. 수량측정을 위한 총체 벼의 수확은 각각의 출수기, 개화기, 유숙기, 호숙기, 황숙기 및 완숙기에 2m²씩 3구를 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 통계처리는 SAS(1999) package program(ver. 6. 12)를 이용하여 분산분석을 실시하였으며 처리평균간 비교는 최소유의차(LSD)를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 총체 벼의 품종 및 수확시기에 따른 생육 특성

중부지방에서의 추청벼 품종의 3년 평균 출수기는 8월 18일이었으며 하마사리 품종의 경우는 9월 5일로 추청벼보다 더 늦게 출수하였다. 추청벼의 경우는 9월 18일경에 호숙기에 도달하여 이 시기에 수확을 한다면 후작으로 답리작 사료작물의 파종을 맞출 수 있어 논외연중 이용이 가능할 것으로 판단되었다. 그러나 하마사리의 경우는 만생품종으로 수확시기가 답리작 파종적기보다 늦거나 겹치게 되어 벼 재배 후 답리작 재배에 지장이 있을 것으로

보인다. Kato(2005)의 결과에 의하면 일본작물 연구소에서 육종된 하마사리는 일본에서 8월 31일경에 출수를 하는 품종으로 만생으로 분류된다고 하여 본 시험과 비슷한 결과를 보여주었다. 따라서 향후 우리나라에서 총체 벼 재배시는 답리작 활용이 필수적이며 이런 면들을 고려할 때 총체 벼 품종은 조생~중생 품종이 유리할 것으로 판단된다. 일본의 경우는 이미 10여종 이상의 전용품종이 개발되어 있으며 지역별 숙기에 맞는 품종의 재배를 권장하고 있다(Ogawa, 2005). 추청벼 및 하마사리의 숙기에 따른 초장은 대체로 100cm 내외로 큰 차이를 보이지 않았지만 하마사리가 약간 높은 경향을 보였다. 초장은 유숙기~호숙기를 정점으로 감소되었다. 이 등(2005)의 총체 벼 전용 품종선

Table 1. Effect of growth stage on plant height and dry matter(DM) content of whole crop rice varieties('03~'05).

Variety	Growth stage	Harvest date	Plant height (cm)	DM (%)
Chucheong	Heading	18 Aug.	95	22.5
	Flowering	29 Aug.	97	26.5
	Milk	15 Sep.	102	30.8
	Dough	18 Sep	103	32.8
	Y. Ripening	5 Oct.	100	38.2
	F. Ripening	16 Oct.	98	43.8
Mean		—	99	32.4
Hamasari	Heading	5 Sep.	93	22.6
	Flowering	12 Sep.	97	26.2
	Milk	25 Sep.	105	30.6
	Dough	3 Oct.	103	33.4
	Y. Ripening	14 Oct.	102	37.8
	F. Ripening	21 Oct.	101	41.3
Mean		—	100	32.0
Mean		—	99.6	32.2
LSD(0.05)		—	6.7	2.0

발 연구에서 초장이 91~112cm로 품종에 따라 다르게 나타났다고 하였다. 根本 搏(2002)은 일본에서 육성된 호시아오바, 쿠사노호시의 간장이 90cm로 나타났다고 하였는데 20cm 내외의 수장을 고려할 때 초장에서는 한국과 일본의 품종이 비슷하다고 하였다(이 등, 2005).

수확시기에 따른 건물함량의 변화를 보면 유숙기 이후에 30% 이상을 보였으며 이후 완숙기에는 40~42%까지 증가되어 사일리지 조제를 위한 수확적기는 유숙기~황숙기 까지가 바람직한 것으로 판단된다. 사일리지 조제를 위한 적정 수분함량은 작물의 종류에 따라 다르게 나타나지만 맥류의 경우는 수분이 높은 상태에서 사일리지가 만들어지기 쉬워 이럴 경우에는 *Clostridia*의 활력이 좋아져 낙산발효가 쉽게 일어나 사일리지 품질 저하가 쉬워지기 때문에 예전을 통하여 수분함량을 낮추어주는 것이 필요하다.

2. 총체 비의 품종 및 수확시기에 따른 생산성

수확시기에 따른 생초수량은 최대 약 37톤/ha까지 증가되었다가 감소되는 경향을 보였다. 특히 수량의 변화는 출수기 이후 지속적으로 증가를 하다가 호숙기 이후에 감소되는 경향을 보였으며 출수기 및 완숙기는 호숙기에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 그러나 추청벼와 하마사리간에는 생초수량에 있어서 유의적인 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$). 건물수량의 경우는 황숙기에 13톤/ha 내외까지 지속적으로 증가되었다가 완숙기에는 약간 감소되었으며 하마사리의 수량이 추청벼 보다는 약간 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다($p < 0.05$). 한편 이 등(2005)의 전용품종 선발에서는 자포니카형, 신초형(열대자포니카) 및 통일형 각각 5계통을 재배한 결과 신초형의 건물수량이 16.2~

17.8톤/ha로 가장 높았으며 통일형(15.0~17.6톤/ha) > 자포니카형(13.2~17.0톤/ha) 순으로 나타났다고 하였다. 특히 신초형의 경우 전체적으로 초장이 크고 잎이 넓고 길었으며 간이 굵어 도복에 강한 특성을 보여 신초형이 총체 비 품종으로 알맞다고 하였다. 한편 일본의 총체 비 품종의 건물수량은 시험장소 및 연구자에 따라 다양하게 보고되고 있다(福見 등, 1979; 増井, 2001; 稻醱酵粗飼料推進協議會, 2001).

TDN 수량은 건물수량과 비슷한 경향을 보였으며 품종간에는 차이가 없었지만 황숙기는 유의적으로 높았다($p < 0.05$). Kato(2006)은 일본에서 하마사리를 재배한 결과 건물은 약 19톤/ha의 수량을 보였으며 TDN 수량은 10.5톤/ha 이었다고 보고하였는데 본 시험에서는 13톤/ha 및 8톤/ha와는 수량차이가 매우 크게 나타났다. 이는 기후적인 차이로 인해 우리나라에서 하마사리의 생육이 충분히 일어나지 않았기 때문인 것 같다. 한편 성 등(2004)은 일품벼 mutant 품종을 강원도에서 재배한 결과 건물수량이 호숙기에는 15.1톤/ha 이었고 황숙기에는 22.5톤/ha로 나타나 우리나라에서 대표적으로 재배되는 옥수수(15.3~19.0톤/ha) 및 호밀(10.4~16.9톤/ha) 보다 높았다고 하였다.

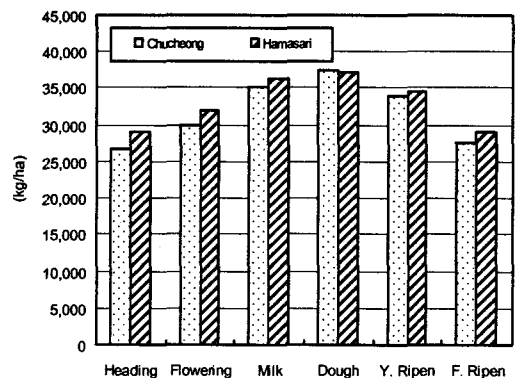


Fig. 1. Effect of growth stage on the fresh matter yield of whole crop rice varieties ('03~'05).

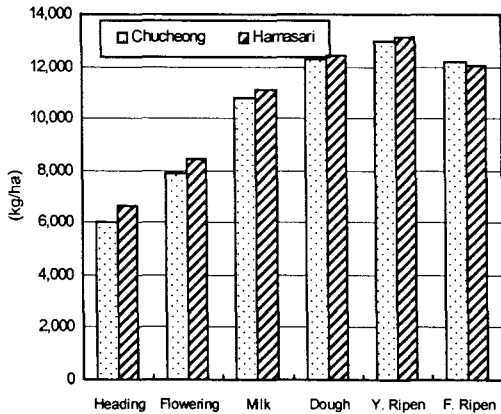


Fig. 2. Effect of growth stage on the dry matter yield of whole crop rice varieties ('03~'05).

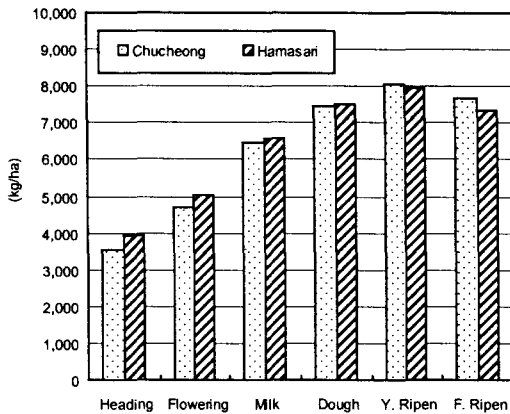


Fig. 3. Effect of growth stage on the TDN(total digestible nutrient) yield of whole crop rice varieties('03~'05).

3. 총체 벼의 품종 및 수확시기에 따른 사료 가치

총체 벼의 수확시기 및 품종에 따른 사료가치는 표 2에서 보는 바와 같다. 조단백질(CP) 함량은 유숙기에 8% 내외로 일반적인 맥류와 비슷하였으며 출수기 이후 지속적으로 감소되는 경향을 보여주었다. 한편 Shioya(2003)는 하마사리의 조단백질 함량이 6.29%로 나타났다고 하여 본 시험에서는 완숙기에 해당하는 조단백

질 함량이었다. 또한 대부분의 총체 벼 전용 품종은 6.37~6.82%로 나타났다고 보고하여 본 시험보다는 낮은 경향을 보였다. 한편 Kim (2005)은 사료용으로 가능성이 있는 벼의 조단백질 함량을 분석한 결과 품종간에 차이가 많이 있어 5.8~8.6%의 범위를 보였다고 하였다. 일반적으로 조단백질 함량은 수확시기가 진행될수록 점차적으로 감소되는 것으로 알려져 있다(大矢 등, 1982; Kato 등, 2000; 성 등, 2004).

조사료의 소화율 및 섭취량과 관련된 ADF 및 NDF 함량도 출수기 이후 지속적으로 감소되는 경향을 보여 출수 후 알곡으로의 전분질 축적이 계속 진행되고 있음을 알 수 있었다. 한편 ADF 및 NDF 함량은 하마사리가 추청벼보다는 약간 높게 나타났는데 ADF 함량은 차이가 없었으나 NDF의 경우는 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 총체 벼는 일반 조사료와는 달리 종실이 생긴 후에는 알곡으로의 전분질 축적으로 인해 ADF 및 NDF 함량이 점차적으로 감소하게 되는데, 성 등(2004)은 ADF의 경우 황숙기 그리고 NF의 경우 완숙기에 가장 낮다고 하였으나 본 시험에서는 완숙기까지 지속적으로 감소되었다.

한편 ADF 함량으로 추정된 TDN 함량은 총체벼가 59.7%, 일반벼가 60.8%로 일반벼에서 더 높았으며 곡실로 양분축적이 지속적으로 일어났기에 TDN 함량은 수확이 늦어질수록 높게 나타났다. 한편 추청벼는 출수기 이후 TDN 함량 증가폭이 많았으나 하마사리는 증가폭이 적게 나타나 추청의 경우는 정조의 비율이 높은 품종이어서 알곡으로의 전분질 축적이 많아 이런 경향을 보인 것으로 추측된다. Yoshida (2005)는 총체 벼의 TDN 함량은 60% 내외라고 보고하여 본 시험의 성적과 비슷한 결과를 보여주었으나 Shioya(2003)는 추정 TDN 함량이 51~53%로 나타났다고 보고하여 본 시험과 차이가 있었다. 또한 이 등(2005)의 품종선발

Table 2. Crude protein(CP), ADF(acid detergent fiber), NDF(neutral detergent fiber), and TDN(total digestible nutrient) content of whole crop rice varieties in relation to growth stage('03~'05).

Variety	Growth stage	CP	ADF	NDF	TDN*
..... %					
Chucheong	Heading	9.5	38.5	68.4	58.5
	Flowering	9.2	37.3	66.7	59.4
	Milk	8.7	36.1	64.0	60.3
	Dough	8.4	35.3	63.3	60.9
	Y. Ripening	7.8	33.7	61.0	62.2
	F. Ripening	7.3	32.4	59.6	63.2
	Mean		8.5	35.5	63.8
Hamasari	Heading	11.0	37.9	71.9	58.8
	Flowering	9.7	37.8	71.1	59.0
	Milk	8.5	37.4	69.5	59.2
	Dough	7.9	36.5	66.1	60.0
	Y. Ripening	7.5	35.9	63.9	60.5
	F. Ripening	6.7	35.5	63.2	60.8
	Mean		8.5	36.8	67.6
Mean		8.5	36.2	65.7	60.2
LSD(0.05)		0.9	3.3	2.7	2.7

* TDN = 88.9 - (0.79 × ADF).

시험에서 수원 468호 계통이 잎도 부드러우며 TDN 함량이 62.3%로 가장 높아 앞으로 총체 벼로서의 가능성이 있는 품종이라고 하였으며 대체적으로 TDN 함량이 57.1~62.3%의 범위를 보였다고 하였다.

따라서 이상의 결과를 종합하여 볼 때 총체 벼의 최적 수확시기는 황숙기로 판단이 되나 기계작업시 많은 부분의 탈립으로 인해 사료가 치가 저하되는 것을 고려해볼 때 호숙기~황숙기에 수확을 하는 것이 가장 적합한 것으로 판단된다.

IV. 요약

본 시험은 사료용 총체 벼의 수확시기 및 품종이 수량 및 사료가치에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2003년부터 2005년까지 축산연구소에서 수행되었다. 식용벼인 추청벼와 총체 벼 전용품종인 하마사리를 이용하여 생육시기 별로 6회(출수, 개화, 유숙, 호숙, 황숙 및 완숙기)에 걸쳐 수확하였다. 조단백질 함량은 수확이 늦어짐에 따라 감소하였으나 TDN 함량은 증가되었다. ADF 함량으로 추정된(TDN=88.9-

(0.79× ADF)) 평균 TDN 함량은 60% 내외로 나타났다. ADF 및 NDF 함량은 수확이 지연됨에 따라 감소되었다. 건물수량은 황숙기에 가장 높았으며(p<0.05) 추청벼가 하마사리 보다 약간 높았지만 유의적이 차이는 없었다. TDN 수량도 건물수량과 같은 경향을 보였으나 매 수확시기별 품종간에는 유의적인 차이가 나타났다(p<0.05). 따라서 이상의 결과를 종합하여 볼 때 총체 벼의 수확적기는 호숙기~황숙기로 추천되었다.

V. 인 용 문 헌

1. Kato, Hiroshi. 2005. 일본의 사료용 총체 벼 품종 개발 연구. 축산연구소. 사료용 총체 벼 생산·이용 기술 국제 심포지엄 proceedings. pp. 41-62.
2. Ogawa, Masuhiro. 2003. Research of whole crop rice silage utilization in Japan. 축산기술연구소. 사료용 총체 벼 재배·이용 국제 세미나 proceedings. pp. 25-58.
3. Ogawa, Masuhiro. 2005. Current status of policies and research trends of whole crop rice silage in Japan. 축산연구소. 사료용 총체 벼 생산·이용 기술 국제 심포지엄 proceedings. pp. 3-40.
4. Shioya, Shigeru. 2003. Feeding technology of whole crop rice silage. 축산연구소. 사료용 벼 재배·이용 국제 세미나 proceedings. pp. 83-98.
5. Yoshida, Norio. 2005. Practical technique and feeding effect of whole crop rice silage in Japan. 축산연구소. 사료용 총체 벼 생산·이용 기술 국제 심포지엄 proceedings. pp. 79-101.
6. 농림부 통계자료. 2004. 농림부.
7. 농촌진흥청. 2002. 쌀 소비촉진을 위한 연구개발 현황과 금후전략.
8. 성경일, 홍석만, 김병완. 2004. 수확시기가 사료용 벼의 초장, 건물수량 및 사료가치에 미치는 영향. 한초지 24(1):53-60.
9. 이점호, 정오영, 백진수, 홍하철, 양세준, 이영태, 김종근, 성경일, 김병완. 2005. 최적 총체사료벼 품종 선발을 위한 건물수량 및 사료가치 분석. 동물자원과학회지 47(3):355-362.
10. A. O. A. C. 1995. Official method of analysis. Washington D. C.
11. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, D. C.
12. Kato, Hiroshi. 2006. Development of new varieties for whole crop rice silage in Japan. National Livestock Research Institute. Proceedings of International symposium on production and utilization of whole crop rice for feed. pp. 53-66.
13. Kato, M., T. Takahashi and T. Kayaba. 2000. Effect of applied fermented dairy cow waste on slurry nitrogen utilization, mineral content, fermentes quality and nutritional yield of rice plan(*Oryza sativa* L.) Grassland Science 45:379-387.
14. Masao, O. and H. Takeshi. 1990. Effects of cropping season and soiling time and height on herbage and grain yield and feeding value. Japan Jour. Crop Sci. 59(3):419-425.
15. Sakai, M. 2003. New rice varieties for whole crop silage use in Japan. Breed. Sci. 53(3):271-276.
16. SAS Institute, Inc. 1999. SAS user's guide : Statistics. SAS Inst., Inc.
17. Chiba. 2005. 日本における飼料イネ普及事業と普及状況. National Institute of Livestock and Grassland Science. 飼料イネに関する日・韓國際セミナー proceedings. pp. 15-34.
18. Kim, J.G. 2005. The present research of whole crop rice silage utilization in Korea. National Institute of Livestock and Grassland Science. 飼料イネに関する日・韓國際セミナー proceedings. pp. 15-34.
19. 吉田宣夫. 2004. 日本にける飼料イネ研究と技術開發現況. 日本畜産草地研究所. 飼料イネに関する日・韓國際セミナー proceedings. pp. 47-60.

20. 増井和夫. 2001. スターリンクと飼料稲. 畜産の研究. 55:231-232.
21. 稲醱酵粗飼料推進協議會. 飼料増産戦略會議. 日本草地畜産種子協會, 農林水産省生産局. 2001. 稲醱酵粗飼料生産・給與 マニュアル. p. 60.
22. 大矢秀三, 渡辺清武, 手塚豊治, 伊達 毅. 1982. イネイネの熟期別ホールクロツブサイレーツの醱酵品質と飼料價値. 福井縣畜産試験場報告. 7: 61-67
23. 福見良平, 態井清雄, 丹比邦保. 1979. 登塾ステージ別水稻サイレーツの品質並びに飼料價値. 畜産の研究. 33:997-999.