

수확시기, 예건 및 싸라기 처리가 유기 청보리의 사초 생산성 및 사일리지 품질에 미치는 영향

김종덕 · 이현진 · 전경협 · 양기영 · 권찬호¹ · 성하균² · 황보순³ · 조익환⁴

Effect of Harvest Stage, Wilting and Crushed Rice on the Forage Production and Silage Quality of Organic Whole Crop Barely

Jong Duk Kim, Hyun Jin Lee, Kyeong Hup Jeon, Ga-Young Yang, Chan Ho Kwon¹,
Ha Guyn Sung², Soon Hwangbo³ and Ik Hwan Jo⁴

ABSTRACT

Although whole crop barley (*Hordeum vulgare* L.) is now widely grown as a silage crop in Korea, forage production and silage quality of that for organic farm have not been published. Therefore, this experiment was conducted to evaluate the effect of harvest stage on forage production and quality of organic barley, and effect of field wilting and crushed rice for shortening of harvest date and improvement of forage quality. The experiment was split-plot design with three replications. Main plots were heading, milking and yellow stages, and sub-plot were field wilting for 1 day, crushed rice 10% (CR10%) and 15% (CR15%) treatments. The dry matter (DM) contents of heading, milking and yellow stages were 12.8%, 21.9% and 29.8%, respectively. The DM yields of heading, milking and yellow stages were 10,346, 15,819 and 18,336 kg/ha, respectively, and the total digestible nutrients (TDN) of these were 6,288, 9,550 and 10,178 kg/ha, respectively. The pH of milking stage showed low 4.00 pH values. The crude protein, ether extract, crude ash, non-fiber carbohydrate (NFC) and TDN contents were decreased as harvest stage progressed, while neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were increased. The crude ash (CA) of milking stage showed the lowest among harvest stages. Field wilting and crushed rice treatments decreased CA, NDF and ADF contents, and increased NFC and TDN contents. *In vitro* dry matter digestibility (IVDMD) decreased with progressed harvest stage, while field wilting and crushed rice treatments increased that of barley silage. Lactic acid and total organic acid contents of milking stage were the highest, and butyric acid of milking stage was the lowest among harvest stage. The good effect of field wilting and crushed rice was observed in heading stage. The experiment results indicate that optimum harvest stage of barley silage for organic was milking stage. The field wilting and crushed rice additive could be recommended as effective method for shortening harvest date and increasing forage quality of organic barley silage

(Key words : Harvest stage, Wilting, Crushed rice, Organic forage, Barely silage)

천안연암대학 산학협력단 (Industry Academic Cooperation Foundation, Cheonan Yonam College, Cheonan City, Chunnam 330-709, Korea)

¹ 경북대학교 축산학과 (Department of Animal Science, Kyung-Pook National University, Sangju 742-711, Korea)

² (주)대호, 중앙연구소 (Central Research Institute, Dacho Co. LTD, #535-1, Sonsan-Ri, Yanggam-Myun, Hwasung-Si, Kyunggi-Do 445-933, Korea)

³ 농촌진흥청 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea)

⁴ 대구대학교 (Daegu University, Gyeongsan, 712-714, Korea)

Corresponding author : Jong Duk Kim, Cheonan Yonam College, Sunghwan, Cheonan-Si 330-709, Korea.

Tel: +82-41-580-1088, Fax: +82-41-580-1052, E-mail: yasc@yonam.ac.kr

I. 서 론

보리는 쌀 다음으로 중요한 식량작물이다. 그러나 쌀의 소비량 감소와 더불어 보리의 소비가 줄어들어 생산농가의 어려움이 많은 실정이다. 특히 정부는 쌀보리 매입 가격을 인하하고 있으며, 2012년부터는 쌀보리의 매입을 폐지할 계획이다. 이를 위한 대책으로 2000년부터 사료용으로 재배되기 시작한 청보리는 재배농가의 소득을 보전하기 위하여 정부에서 장려하여 2009년에는 50천 ha가 재배되었으며, 2012년까지는 80천 ha로 늘릴 계획이다(한국농촌경제연구원, 2010).

벼 후작으로 보리를 재배할 경우 이점은 제초제 처리 없이 논에서 잡초의 발생빈도를 감소시키고, 토양에 유기물을 공급하며, 겨울철 논을의 진토효과와 벼 재배시 화학비료를 절감할 수 있다(남, 2000; 김 등, 2007; 서, 2008). 또한 청보리 재배 및 이용기술은 조사료의 자급률을 높임으로써 수입대체 효과와 더불어 탄소화물의 순환으로 이상적인 환경 친화형 농업이라고 할 수 있다.

특히 보리는 줄기와 잎 등을 포함한 모든 부분이 부드러워 가축의 조사료로 유리할 뿐만 아니라 영양가치가 높은 이삭도 이용할 수 있어 사료가치가 높다(지 등, 2007). 또한 가축분뇨를 이용한 자원순환형 농업에 적합한 청보리를 가축에 공급함으로써 축산물의 안정적인 생산, 가축분뇨의 이용률 증가, 토양의 화학적 물리적 개선 등의 효과를 기대할 수 있다(서, 2008).

또한 청보리는 내병성, 내충성이 강하고, 잡초와의 경합력이 높아 무농약 또는 유기사료작물 재배에 적합하다. 그리고 최근에는 조사료 품질이 우수한 품종이 선발되어 보급되고, 베일러의 보급과 정부의 지원으로 그 재배면적이 크게 증가하고 있다(김 등, 2007).

그러나 사일리지용 청보리를 너무 늦게 수확할 경우 품질의 감소가 우려되어 적정 수확시

기와 청보리 사일리지의 품질 향상을 위한 기술이 필요하다(Seo 등, 2006; 이 등, 2009). 그리고 최근 친환경농업의 활성화로 친환경 및 유기축산에 관심이 높아지고 있으나 국내 유기조사료 생산이 미흡하여 유기축산 정착에 많은 어려움이 있다.

Muck 및 Kung (2007)은 다년생 화본과 및 두과목초는 영양생장기에서 출수기 또는 개화기에 수확하는 반면, 동계사료작물인 밀, 귀리 및 보리 사일리지는 수잉기에서 유숙기에 수확한다고 하였으나, 우리나라의 농가들은 대부분 청보리를 황숙기에 수확하고 있다.

또한 사일리지의 수분조절과 품질 향상을 위하여 예건이나 부산물 첨가 방법을 사용하고 있는데(신과 윤; 1983; 이와 김, 1997; 김, 1999; 김 등, 2006; Kwon 등, 2006; 송 등, 2009a), 원형 곤포 사일리지 제조농가에서는 예건방법과 트렌치 사일리지 제조농가에서는 곡류부산물 첨가방법이 경제적이고 활용하기 쉬운 장점이 있다.

따라서 본 연구에서는 유기 청보리 사일리지 제조를 위한 적정 수확시기를 결정하고, 청보리 사일리지의 수분조절을 위하여 예건과 유기 찌라기를 첨가하였을 때 생산량과 사일리지 품질을 비교하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험설계 및 청보리 생산

본 시험은 2008년 10월 15일부터 2009년 7월 30일까지 천안연암대학 실습농장에서 실시하였다. 실습농장의 토양은 호밀과 옥수수를 이모작하여 재배하는 곳으로 식양토이며 배수가 양호한 토양이었다.

시험구 배치는 12처리 3반복 분할구배치법으로 주구는 수확시 숙기로 출수기, 유숙기 및 황숙기를 두었으며, 세구는 예건 및 첨가제로 무처리(비예건), 예건 1일, 찌라기 10%, 찌라기

15%를 두었다.

사일리지 제조에 이용한 청보리는 사료전용 품종인 “영양”으로 파종방법은 30 cm 간격으로 조파를 하였으며, 파종시기는 2008년 10월 15일에 하였고, 파종량은 ha당 200 kg을 파종하였다.

청보리의 시비는 기비와 추비로 분할 시비 하였으며, 기비는 우분 퇴비를 파종 전에 ha당 30톤 살포하였으며, 추비는 2009년 3월 15일에 완숙한 양돈 슬러리를 ha당 60톤 살포하였다.

청보리의 수확시기는 출수기는 2009년 4월 29일, 유숙기는 5월 14일, 황숙기는 5월 28일에 수확하였다.

2. 사일리지 제조

청보리를 수확하여 1~2cm로 세절하여 소형 플라스틱 사일로에 충전 후 밀봉하여 저장하였다. 조제된 청보리 사일리지는 그늘에서 약 60일 보관 후 개봉하였다. 예전 처리구는 청보리를 수확한 밭에서 1일 건조 후 같은 방법으로 제조하였으며, 찌라기는 유기 찌라기를 사일리지 원물기준으로 각각 10%와 15% 첨가하여 제조하였다. 사일리지에 첨가한 찌라기는 충남 아산의 푸른들영농조합법인의 유기쌀 부산물로 사료가치는 Table 1에서 보는 바와 같다. 시험용 사일로의 크기는 20L 플라스틱 용기를 사용하였다.

3. 사일리지 평가

사일리지의 외관평가는 달관으로 하였는데, 냄새는 14등급, 촉감은 4등급, 색깔은 2등급으

로 구분하여 평가하였다(McCullough 및 Bolsen, 1984).

화학분석 시료는 예전 당일 각 처리구별로 500~800g의 시료를 채취한 다음 65℃의 순환식 열풍건조기에 72시간 이상 충분히 건조시킨 후 무게를 측정하여 건물함량을 측정하였으며, 각 처리구별로 채취한 건조시료는 Wiley Mill로 분쇄하여 20 mesh 표준체를 통과시킨 후 시료로 사용하였다.

사일리지의 pH는 사일리지 10g을 증류수 100 mL에 넣고 -5℃ 냉장고에서 12시간 교반 후 4중 거즈로 걸러낸 액을 pH meter를 이용하여 측정하였다.

유기산 분석은 거즈로 1차 거른 후 여과지(No. 6)를 통하여 걸러서 추출액을 0.45 μm syringe 필터로 최종 여과를 거친 후 젯산은 high performance liquid chromatography (HPLC; Prostar, Varian, USA)를 이용하여 분석하였다. 초산과 낙산은 위의 과정을 거친 용액 5 mL을 취해 SPE cartridge를 통과시킨 다음 아세톤을 1 mL씩 두 번에 걸쳐 처리하여 유기산을 회수한 후 gas chromatography (GC; Agilent 6809N, Agilent, USA)에 주입하여 분석하였다. 유기산 분석에 사용한 HPLC와 GC의 분석조건은 Table 2에서 보는 바와 같다.

NDF (neutral detergent fiber) 및 ADF (acid detergent fiber)는 Goering 및 Van Soest 방법 (1970)으로 분석하였으며, 조지방(ether extract, EE), 조회분(crude ash, CA) 및 조단백질(crude protein, CP) 분석은 AOAC법 (1990)에 의거하여 분석하였다. 비섬유성탄수화물(non-fiber carbohydrate, NFC) 함량은 $NFC = 100 - (NDF\% + CP\% + EE\% + CA\%)$ 의 식에 의하여 구하였다(김 등, 2009).

Table 1. The chemical composition of organic crushed rice

Item	Moisture	CP	EE	CA	NDF	ADF	NFC	TDN
Content (%)	5.9	13.7	25.7	10.1	25.4	13.0	25.1	78.6

CP = crude protein, EE = ether extract, CA = crude ash, NDF = neutral detergent fiber, ADF = acid detergent fiber, NFC = nonfiber carbohydrate, TDN = total digestible nutrients.

Table 2. Instrumental conditions of high performance liquid chromatography (HPLC) and gas chromatography (GC) for organic acid of silage

Item	HPLC	GC
Column	C18 (25cm)	DB-FFAP (30m×250 μ m nominal)
Column temp.	40 °C	100°C to 220°C (increase 10°C/min.)
Injector temp.		230°C
Detector	UV Detector	FID detector, 230°C
Flow rate	MP: 0.01N H ₂ SO ₄ Flow rate:1.0 mL/min.	H ₂ 40 mL/min. Air 400 mL/min N ₂ 56.5 mL/min.
Sample vol.	20 μ l	1 μ l

가소화영양소총량(total digestible nutrients, TDN)은 건물소화율과 높은 상관관계를 가진다는 점에 근거하여 ADF의 분석치에 의한 계산식 $TDN = 88.9 - (0.79 \times ADF\%)$ 에 의하여 산출하였다(Holland 등, 1990). *In vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법으로 분석하였다.

통계처리는 SAS (2000) package program (ver. 8.01)을 이용하여 분산분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 청보리의 생산성

청보리 사일리지의 원료로 사용한 청보리의 생육특성과 수량은 Table 3에서 보는 바와 같다. 출수기, 유숙기(출수 15일후) 및 황숙기(출수 30일후)의 건물함량은 각각 12.8%, 21.9% 및 29.8%였다.

한편 청보리의 건물수량은 출수기, 유숙기

및 황숙기가 각각 10,346, 15,819 및 18,336 kg/ha로 수확시기가 늦어짐에 따라 53% 및 77% 증가하였으며, TDN 수량은 출수기, 유숙기 및 황숙기가 각각 6,288, 9,550 및 10,178 kg/ha로 수확시기가 늦어짐에 따라 52% 및 62% 증가하였다. 즉 건물수량은 수확시기가 늦어짐에 따라 크게 증가한 반면 TDN 수량은 유숙기와 황숙기간의 수량이 증가가 적었다. 이러한 결과는 황 등(1985), 윤 등(2009), 송 등(2009b)의 시험에서도 비슷한 결과를 보였다. 한편 수원에서 시험한 서 등(2004)은 수확시기가 유숙기에서 황숙기로 늦어짐에 따라 청보리와 밀의 건물 및 TDN 수량은 증가하였으며, 황숙기에서 완숙기 이동시에는 수량증가 폭은 둔화되었다고 보고한 바 있다. 그리고 생육후기에 청보리의 건물 및 TDN 수량의 증가가 적은 원인은 생육후기로 가면서 잎의 노화가 진행되어 식물체 생장에 대한 기능이 쇠퇴하였기 때문이라고 생각된다(권, 2003).

Table 3. Effect of harvest date on the forage production of organic whole crop barley

Stage	Harvest	Dry matter (%)	Yield (kg/ha)	
	Date		DM	TDN
Heading stage	29 April	12.8	10,346	6,288
Milking stage	14 May	21.9	15,819	9,550
Yellow stage	28 May	29.8	18,336	10,178
SEM		7.4	3,767	1,923
LSD(0.05)		2.19	1,320	923

2. 청보리 사일리지의 외관평가, 건물함량 및 pH

청보리 사일리지를 제조 후 60일에 개봉하였을 때 외관평가, 건물함량 및 pH는 Table 4에서 보는 바와 같다. 사일리지의 외관평가 종합 점수는 출수기, 유숙기 및 황숙기가 각각 12점, 19점 및 16점으로 유숙기가 가장 높았다. 한편 찌라기의 첨가수준과 예건에서는 수확시기마다 차이가 있었다. 특히 예건과 찌라기에 의한 외관평가 점수의 증가는 유숙기보다는 출수기에서 높은 효과를 나타내어 출수기 수단그라스 사일리지의 외관평가 점수는 예건에 의하여 크게 증가하였다고 한 임 등 (2009)의 보고와 일치하였다.

사일리지의 건물함량은 사일리지 제조전과 마찬가지로 출수기, 유숙기 및 황숙기로 수확시기가 늦어짐에 따라 비슷하게 증가하였다. 귀리를 출수기에 수확하여 예건하면 건물함량

이 9.9% 증가하였으며(김 등, 1996), 임 등 (2009)은 수단그라스를 출수기에 수확하여 예건 0.5일은 5.1%, 예건 1일은 7.5% 건물함량을 증가시켰다고 보고하였다. 한편 본 시험에서는 예건 1일이 출수기는 6.4%, 유숙기는 7.3%, 황숙기는 20.5%로 출수기와 유숙기는 다른 사료작물과 비슷한 증가를 보여 1일 예건은 건물함량을 6~8% 증가시키는 것으로 알 수 있었다. 그러나 황숙기에서 건물함량이 크게 증가하였다. 이는 특히 청보리를 수확한 5월 30일 증발량과 일사량이 높아 예건에 의하여 건물함량이 크게 증가한 것으로 판단된다. 한편 찌라기 첨가에 따른 건물함량의 변화는 황숙기를 제외하고는 찌라기 10%는 평균 3%(2.2~3.8%), 찌라기 15%는 평균 5.9% 증가시켰다.

한편 청보리 사일리지의 pH는 출수기, 유숙기 및 황숙기가 각각 4.70, 4.03 및 5.37로 유숙기가 가장 안정된 값을 나타내었다. 김 등 (1996)은 귀리 사일리지 시험에서 출수기 이후

Table 4. Effect of harvest stage, wilting and crushed rice (CR) on the visual appraisals, dry matter (DM) and pH of organic whole crop barley silage

Harvest stage	Wilting and crushed rice	Visual appraisals (0-20)				DM (%)	pH (1:5)
		Odor	Feel	Color	Total		
Heading stage	Control	8	1	0	9	12.7	5.06
	Wilting	10	3	2	15	19.1	4.42
	CR 10%	9	2	1	12	14.9	4.76
	CR 15%	9	2	1	12	18.6	4.57
	Mean	9	2	1	12	16.3	4.70
Milking stage	Control	14	4	2	20	21.7	3.92
	Wilting	13	4	2	19	29.0	4.03
	CR 10%	13	4	2	19	25.5	4.15
	CR 15%	13	4	2	19	27.6	4.02
	Mean	13	4	2	19	25.9	4.03
Yellow stage	Control	13	3	2	18	27.9	5.58
	Wilting	11	2	1	14	48.4	6.17
	CR 10%	12	2	1	15	31.0	5.14
	CR 15%	12	2	1	15	38.9	4.59
	Mean	12	2	1	16	36.5	5.37

LSD (0.05)

Harvest stage (H)

Wilting and CR (W)

H×W

0.91 0.15

1.05 0.18

*** ***

귀리의 숙기가 진행됨에 따라 pH가 감소하였으나 호숙기 이후에는 증가하여 본 시험과 비슷한 경향을 보였다.

예건에 의한 청보리 사일리지의 pH 변화에서 출수기는 감소하였으나 유숙기와 황숙기는 증가하였다. 김 등(1996)의 귀리 사일리지와 임 등(2009)의 수단그라스 사일리지 시험에서 예건으로 pH가 감소하였으나, McDonald (1981), Manyawa 등(2003) 및 김 등(2006)의 시험에서는 예건이 pH를 증가시켰다. 또한, 송 등(2009a)은 출수 후 20일에서는 예건 4시간이 pH를 감소시켰으나, 출수 후 30일과 40일은 예건으로 pH가 증가하였다고 하여 본 시험과 비슷한 경향을 보였다. 따라서 예건에 의한 사일리지의 pH 변화는 사료작물의 초종과 사일리지 제조시 건물함량에 따라 pH의 증감이 달라질 수 있다고 판단할 수 있었다.

3. 청보리 사일리지의 화학성분

청보리 사일리지 제조 후 60일에 개봉한 청보리의 화학성분은 Table 5에서 보는 바와 같다. 청보리 사일리지의 제조시기가 늦어짐에 따라 조단백질, 조지방, NFC 및 TDN 함량은 감소하였다. 반면 섬유소인 NDF 및 ADF 함량은 증가하였다. 송 등(2009a; 2009b)은 청보리 사일리지의 조단백질 함량은 숙기가 늦어짐에 따라 감소하여 본 시험과 일치하였으나, NDF 및 ADF 함량은 숙기가 진행됨에 따라 감소하고 TDN 함량은 증가하여 본 시험과 차이가 있었다. 그러나 김 등(1996)의 시험에서는 TDN 함량이 유숙기 이후에 감소한다고 하여 본 시험과 비슷한 경향을 보였다.

예건에 의하여 황숙기의 조단백질이 증가한 것을 제외하고는 조단백질, 조지방, 조회분,

Table 5. Effect of harvest stage, wilting and crushed rice(CR) on the chemical composition of organic whole crop barley silage

Harvest stage	Wilting and crushed rice	CP (%)	EE (%)	CA (%)	NDF (%)	ADF (%)	NFC (%)	TDN (%)
Heading stage	Control	16.8	3.7	14.3	54.7	37.8	10.5	59.0
	Wilting	16.3	4.0	11.7	35.4	26.6	11.3	60.8
	CR 10%	17.4	3.6	14.9	52.8	35.5	32.7	67.1
	CR 15%	16.1	3.7	11.5	36.0	27.6	32.6	67.9
	Mean	16.6	3.8	13.1	44.7	31.9	21.8	63.7
Milking stage	Control	15.4	4.6	11.7	56.6	45.5	11.6	53.0
	Wilting	15.3	3.8	11.4	54.9	36.0	14.6	60.5
	CR 10%	14.1	3.2	9.5	52.9	34.8	20.2	62.5
	CR 15%	13.0	2.5	8.1	38.2	22.6	38.3	69.8
	Mean	14.5	3.5	10.2	50.6	34.7	21.2	61.4
Yellow stage	Control	10.7	3.6	12.7	59.7	42.5	13.3	55.3
	Wilting	12.2	3.0	10.6	48.8	35.0	13.4	55.5
	CR 10%	11.5	3.0	12.0	55.4	41.5	18.1	56.1
	CR 15%	12.2	3.0	10.6	48.8	35.0	24.1	61.2
	Mean	11.3	3.1	12.0	56.0	40.3	17.3	57.1
LSD(0.05)								
Harvest stage (H)		0.47	0.32	0.92	1.62	1.37	2.02	1.08
Wilting and CR (W)		0.54	0.34	1.07	1.87	1.59	2.87	1.25
H×W		***	**	NS	***	***	***	***

CP = crude protein, EE = ether extract, CA = crude ash, NDF = neutral detergent fiber, ADF = acid detergent fiber, NFC = nonfiber carbohydrate, TDN = total digestible nutrients.

NDF 및 ADF 함량이 감소하였다. 임 등 (2009)의 수단그라스 사일리지에서 예건으로 조단백질과 조지방 함량은 감소하고 NDF 및 ADF 함량은 증가하였다. 한편 송 등 (2009a)의 청보리 사일리지의 NDF 및 ADF 함량은 출수 후 30일까지는 감소하여 본 시험과 같은 경향을 보였다.

본 시험에서 NFC 및 TDN 함량은 예건에 의하여 증가하였으나 김 등(2006)은 예건에 의하여 가용무질소물(NFE) 및 TDN 함량이 감소하고, NFC 함량도 감소한다(임 등, 2009)고 하여 본 시험과 상반된 결과를 보였다.

청보리 사일리지에 싸라기 첨가는 NDF 및 ADF 함량을 감소시키고, NFC 및 TDN 함량은 증가시켜 품질을 향상시켰다. 이러한 결과는 Kwon 등(2006)과 이 및 김(1997)의 농산부산물과 비트펄프를 첨가한 사일리지 제조 시험과 같은 경향을 보였다.

4. 청보리 사일리지의 소화율

청보리 사일리지의 *in vitro* 건물소화율은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 청보리 사일리지의 건물소화율은 수확시기가 진행됨에 따라 감소하였다. 그리고 예건과 싸라기를 첨가한 사일리지는 무첨가보다 건물소화율이 높았다.

김(1999)의 호밀 사일리지 시험에서 수확시기가 늦어짐에 따라 소화율이 감소하였으며, 신 및 윤(1983)과 이 및 김(1997)의 호밀 사일리지 시험에서 예건과 비트펄프 첨가는 *in vitro* 건물소화율을 증가시킨다고 하여 본 시험과 같은 경향을 보였다.

5. 청보리 사일리지의 유기산

청보리 사일리지의 유기산 함량 및 비율은 Table 6에서 보는 바와 같다. 청보리 사일리지의 수확시기가 늦어짐에 따라 초산 함량은 감소하였으나, 젖산은 유숙기가 가장 많았으며, 낙산은 유숙기가 가장 적었다. 따라서 총 유기

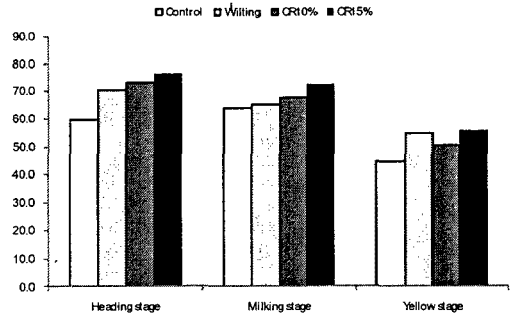


Fig. 1. Effect of harvest stage, wilting and crushed rice (CR) on the *in vitro* dry matter digestibility (IVDM) of organic whole crop barley silage.

산 함량과 총유기산 중 젖산의 비율은 유숙기가 다른 처리구 보다 높았다. 김 등(1996)과 송 등(2009a)의 시험에서도 유숙기 까지는 젖산 함량이 증가하고 낙산 함량은 감소하여 본 시험과 같은 경향이였다. 그리고 총유기산 중 젖산의 비율은 사일리지 품질등급과 비슷한 경향을 가지는 것으로 유숙기는 모두 80% 이상으로 고품질의 사일리지 평가할 수 있었다. 그러나 황숙기는 청보리 잎이 노화되어 식물체당 함량이 적고 식물체 세포의 감소로 호흡량이 적어 사일리지의 혐기적 상태가 늦어지고 젖산발효가 정상적으로 일어나지 않아 사일리지의 젖산 함량은 낮고 낙산 함량은 증가하여 품질이 낮아진 것으로 판단된다.

예건에 의한 청보리 사일리지의 유기산 함량에서 출수기는 예건에 의해 젖산 함량은 증가하고 초산 및 낙산 함량은 감소하였으며, 총유기산 함량은 예건에 의하여 증가하였다. 유숙기에서는 예건에 의하여 낙산 함량은 감소하였으나 총 유기산 함량은 출수기보다 높으며, 황숙기의 예건은 총유기산 함량을 감소시켰다 ($p < 0.05$). 김 등(2006)과 Manyawa 등(2003)의 시험에서 예건으로 젖산, 초산과 낙산 함량 모두 감소하였으며, 김 등(1996)의 귀리 사일리지 시험에서는 예건으로 젖산 함량은 증가하고 낙산 함량은 감소하였다. 송 등(2009a)의 청보리 사일리지의 예건에서 수확 후 20일 이전은

Table 6. Effect of harvest stage, wilting and crushed rice (CR) on the organic acid of organic whole crop barley silage

Harvest stage	Wilting and crushed rice	Organic acid (%)				Lactic/Organic
		Lactic	Acetic	Butyric	Total	
Heading stage	Control	1.73	2.90	2.13	6.76	26.7
	Wilting	7.84	2.02	0.89	10.75	73.2
	CR 10%	6.39	1.87	1.58	9.84	65.4
	CR 15%	6.71	1.91	1.88	10.50	64.1
	Mean	5.67	2.18	1.62	9.46	57.3
Milking stage	Control	10.13	1.59	0.58	12.30	82.4
	Wilting	9.80	1.30	0.15	11.24	87.2
	CR 10%	7.85	2.28	0.54	10.67	74.5
	CR 15%	6.76	1.22	0.36	8.34	81.0
	Mean	8.64	1.60	0.41	10.64	81.0
Yellow stage	Control	0.43	1.61	1.40	3.44	12.5
	Wilting	0.50	0.86	0.27	1.63	30.3
	CR 10%	1.07	1.51	0.80	3.39	31.7
	CR 15%	1.64	1.04	0.36	4.03	53.9
	Mean	0.91	1.25	0.71	2.87	32.1
LSD(0.05)						
Harvest stage (H)		0.58	0.48	0.32	0.94	5.38
Wilting and CR (W)		0.67	0.56	0.36	NS	6.21
H×W		***	NS	NS	***	***

젖산 함량이 증가하였으나 이후에는 감소하여 본 시험과 비슷한 경향을 보였다. 본 시험과 다른 연구결과를 볼 때 청보리를 포함한 맥류 사료작물은 유숙기에서 호숙기(출수 후 15일~30일)에 예건은 젖산 함량은 증가시키고 초산과 낙산 함량은 감소시켜서 사일리지의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

싸라기 첨가에 의한 유기산의 변화에서 출수기는 싸라기 첨가에 의하여 젖산과 총유기산은 증가하고 초산과 낙산은 감소하여 싸라기의 첨가효과가 높았다. 그러나 유숙기 이후에는 싸라기 첨가에 의한 효과가 적었다. 이 및 김(1997)의 출수기 호밀 사일리지 시험도 비트 펄프 첨가에 의하여 젖산과 총유기산이 증가하여 사일리지 품질이 증가하였다고 하였다. 따

라서 유숙기 이전 곡류 부산물의 첨가는 영양소의 증가 효과보다는 수분조절에 의한 효과가 높은 것으로 판단된다.

Pitt(1990)는 사일리지의 총유기산 중 젖산 함량은 사일리지의 pH와 당 함량과 상관관계가 높으며, 사일리지의 pH가 낮고, 식물체의 당 함량이 많을수록 총유기산 중 젖산 함량이 증가한다고 하였으며, 양질의 사일리지는 젖산 함량이 적어도 70% 이상이어야 한다고 하였다. 본 시험에서도 유숙기가 총유기산 중 젖산 함량이 81%로 양질의 사일리지로 평가되었다. 출수기는 예건으로 양질의 사일리지를 생산할 수 있었으며, 황숙기는 pH가 높고, 식물체 내 당 함량이 낮아 사일리지 품질이 크게 감소한 것으로 생각된다. Edwards 등(1968)과 Muck 및

Kung (2007)에 의하면 보리는 수용성탄수화물 함량이 유숙기에 최대이고 그 이후에는 감소한다고 하였으며, 이러한 이유 때문에 보리 사일리지의 품질이 유숙기가 최대라고 하여 본 시험의 결과를 뒷받침하고 있다.

이상의 결과를 요약해 볼 때 유기 청보리 사일리지의 제조는 유숙기가 다른 처리보다 품질이 우수하여 가장 적합하였다. 그리고 유숙기 이전에 사일리지 제조시 예건 및 싸라기 첨가는 청보리 사일리지의 품질을 향상시키는 좋은 기술로 평가되었다.

IV. 요약

최근에 청보리 사일리지는 국내에서 가장 많이 이용하는 조사료이지만 유기축산을 위한 유기조사료의 생산과 품질에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 시험은 유기 청보리 사일리지의 적정 수확시기를 구명하고, 사일리지 품질 향상을 위하여 예건과 싸라기를 첨가하여 사일리지를 평가하였다. 시험구 배치는 12처리 3반복의 분할구 배치법으로 주구는 수확시기로 출수기, 유숙기 및 황숙기를 두었으며, 세구는 무처리, 예건, 싸라기 10%, 싸라기 15%를 두었다. 수확시 건물함량은 출수기, 유숙기 및 황숙기가 각각 12.8%, 21.9% 및 29.8%로 증가하였다. 청보리의 건물수량은 출수기, 유숙기 및 황숙기가 각각 10,346, 15,819 및 18,336 kg/ha였으며, TDN 수량은 6,288, 9,550 및 10,178 kg/ha였다. 유기 사일리지의 pH는 출수기, 유숙기 및 황숙기가 각각 4.70, 4.03 및 5.37로 유숙기가 가장 낮았다. 청보리의 수확시기가 늦어짐에 따라 조단백질, 조지방, NFC 및 TDN 함량은 감소하였으나, NDF 및 ADF 함량은 증가하였다. 그러나 조회분 함량은 유숙기가 가장 낮았다. 사일리지의 예건과 싸라기의 첨가는 조회분, NDF 및 ADF 함량을 감소시키고, NFC와 TDN 함량은 증가시켰다. 사일리지의 건물소화율은 수확시기가 늦어짐에 따라 감소하였

으며, 예건과 싸라기 첨가에 의하여 건물소화율이 증가하였다. 유숙기가 다른 수확시기보다 젖산과 총유기산 함량은 높고 낙산 함량이 낮아 총유기산 중 젖산함량이 가장 높았다. 예건과 싸라기 첨가에 의한 젖산 함량 증가 효과는 출수기가 다른 수확기보다 효과가 있었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 유기 청보리 사일리지 제조를 위한 수확적기는 유숙기 이었으며, 예건과 싸라기 첨가에 의하여 청보리 사일리지의 품질을 향상시킬 수 있었다.

V. 인용 문헌

1. 권영업. 2003. 사료용 맥류의 생장해석, 사료가치 분석 및 최적수확시기에 관한 연구. 동국대학교 박사학위논문.
2. 김원호, 서성, 임영철, 신재순, 성병렬, 지희정, 이상진, 박태일. 2007. 호남지역 답리작에서 사료용 총체보리 우량품종 선발. 한초지 27(3):161-166.
3. 김정갑, 진현주, 신재순, 정의수, 한민수. 1996. 봄 재배 연맥의 silage 제조 이용시 예건 및 formic acid 처리에 의한 품질개선 효과. 한초지 16(2):155-160.
4. 김종근. 1999. 수확시 숙기와 제조방법이 라운드베일 호밀 사일리지의 품질에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
5. 김종근, 정의수, 서성, 함준상, 김맹중, 이종경. 2006. 예건기간이 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 26(1):39-44.
6. 김종덕, 권찬호, 김종근, 김찬현, 노환국, 윤영만, 이종경. 2009. 조사료 생산 및 이용. 신광종합출판인쇄.
7. 남중현. 2000. 답리작 맥류를 도입한 사료 자급을 제고방안. 한국맥류연구회지 7(1):2-9.
8. 송태화, 한옥규, 윤성근, 박태일, 김경훈, 김기중. 2009a. 청보리의 수확시기별 예건시간에 따른 수분과 사일리지 품질변화. 한국국제농업개발학회지. 21(4):316-321.
9. 송태화, 한옥규, 윤성근, 박태일, 서재환, 김경훈, 박기훈. 2009b. 사료맥류의 생육단계별 수량 및 품질 변화. 초지조사료지 29(2):129-136.
10. 서 성. 2008. 국내 조사료자원의 개발 및 이용.

- 한국동물자원과학회 춘계 심포지엄. pp. 99-114.
11. 서 성, 김원호, 김종근, 최기준. 2004. 권역별 답리작 사료작물 최대 생산을 위한 적작목 (품종) 선발. 1. 중부지방(수원)을 중심으로. 한초지 24(3):207-216.
 12. 신정남, 윤익석, 1983. 예건이 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한초지 3(2):92-99.
 13. 윤성근, 박태일, 서재환, 김경훈, 송태화, 박기훈, 한옥규. 2009. 청보리 품종의 적정 수확시기 및 사료가치 평가. 초지조사리지 29(2):121-128.
 14. 이광녕, 김동암. 1997. 예건 및 첨가제가 호밀 사일리지의 발효특성과 사료가치 및 호기적 안전성에 미치는 영향. 한초지 17(20):187-198.
 15. 이종경, 김종덕, 이현진, 전경협, 김종근, 서 성, 정민웅, 최진혁, 조남철, 박형수, 김원호, 임영철. 2009. 2008년도 사일리지 품질경연대회에 출품한 청보리의 품질 평가. 초지조사리지 29(4):345-354.
 16. 임현진, 김종덕, 이현진, 전경협, 양가영, 권찬호, 윤세형. 2009. 예건이 수수×수단그라스 교잡종 유기 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한국유기농업학회지 17(4):519-527.
 17. 지희정, 주정일, 이희봉. 2007. 유기물 함량이 총체보리 품종의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한초지 27(4):263-268.
 18. 한국농촌경제연구원. 2010. 농업전담 2010(II). 경희정보인쇄.
 19. 황종진, 성별렬, 연구복, 안원식, 이종호, 정규용, 김영상. 1985. 사료용 맥류 품종의 예취시기별 청에 및 건물수량과 영양가 비교. 한작지 30:301-309.
 20. AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington, DC.
 21. Edwards, R.A., E. Donaldson, and A.W. MacGregor. 1968. Ensilage of whole-crop barley. I. Effect of variety and stage of growth. J. Sci. Food Agri. 19:656-660.
 22. Goering, H.K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agic. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
 23. Holland, C., W. Kezar, W.P. Kautz, E.J. Lazowski, W.C. Mahanna and R. Reinhart. 1990. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, IA.
 24. Kwon, C.H, J.D. Kim, S.G. Kim, and C.-H. Kim. 2006. Effect of corn grain addition on forage quality and production cost of sorghum silage. Chinese J. of Grassl. Sci. 16(Suppl.):59-61.
 25. Manyawu, G.J., S. Sobanda, C. Mutisi, I.C. Chakoma and P.N. Ndiweni. 2003. Effect of pre-wilting and incorporation of maize meal on the fermentation of bana grass silage. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16(6):843-851.
 26. McCullough, M.E. and K.K. Bolsen. 1984. Silage management. Nat. Feed Ingrid. Assoc., West Des Moines, Iowa.
 27. McDonald, P. 1981. The biochemical of silage. Grass Forage Sci. 36:1-10.
 28. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. Univ. of Florida, Depart. of Anim. Sci.
 29. Muck, R.E. and L. Jr. Kung, 2007. Silage production. In : R.F. Barnes, C.J. Nelson, K.J. Moore and M. Collins, Forages Volume II(6th Ed.): The Science of Grassland Agriculture. Black Well Publishing, Ames, Iowa.
 30. Pitt, R.E. 1990. Silage and hay preservation. National, Agriculture and Engineering Service (NRAES). Cooperative Extension. Cornell University.
 31. SAS. 2000. Statistical Analysis System Ver., 8.01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
 32. Seo, S., W.H. Kim and J.G. Kim. 2006. Production and utilization of whole crop barley and whole crop rice in Korea. Chinese J. of Grassl. Sci. 16 (Suppl.):274-279.
 33. Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Bri. Grassl. Soc. 18:104-111.
- (접수일: 2010년 2월 8일, 수정일 1차: 2010년 2월 12일, 수정일 2차: 2010년 2월 26일, 게재확정일: 2010년 3월 5일)