

## 보리 사일리지용 미생물의 발효능력 평가

김종근 · 함준상 · 정의수 · 박형수 · 이종경 · 정민웅 · 최기춘 · 조남철 · 서 성

### Evaluation of Fermentation Ability of Microbes for Whole Crop Barley Silage Inoculant

Jong Geun Kim, Jun Sang Ham, Eui Soo Chung, Hyung Soo Park, Jong Kyung Lee, Min Woong Jung, Ki Choon Choi, Nam Chul Jo and Sung Seo

#### ABSTRACT

This experiment was conducted to develop a new silage inoculant for barley at forage analysis laboratory, Grassland and Forages Division, National Institute of Animal Science, RDA from 2000 to 2002. Barley is very important crop in Korea. The great part of them is utilized as forage. Generally, it contains a lot of grains that are feed of animal, especially whole crop silage in ruminant. Efficient lactic acid bacteria were isolated from good barley silage by plating MRS agar containing 0.02% sodium azide, and assessed by growing and acid producing ability in MRS broth. Four lactic acid bacteria were selected, and were found to be Gram positive, rods and catalase negative and were identified to be *Lactobacillus plantarum* on the basis of the biochemical characteristics and utilization of substrates. Barley was ensiled at dough stage following treatment with four lactic acid bacteria, commercial inoculant, and no additive (control). After 2 months, B2-2 bacteria inoculated silage was lower pH and higher lactic acid content than others treatments. The Flieg's score and grade of B2-2 bacteria treated silage were higher than commercial inoculant. According to this experiment, *Lactobacillus plantarum* B2-2 (NLRI 201) was recommendable for good silage inoculant of whole crop barley silage.

(Key words : Whole crop barley silage, Inoculant, Additives, Quality)

#### I. 서 론

보리는 전통적으로 쌀 다음으로 중요한 곡실로 자리를 잡고 있는 작물이다. 그러나 쌀 증산과 더불어 보리의 소비가 줄어들어 생산농가의 어려움이 가중되고 있다. 특히 정부에서는 쌀보리 매입가격을 인하하고 있으며 2012년부터는 보리감축대책의 일환으로 쌀보리의 매입

을 폐지할 계획이다. 2000년부터 재배되기 시작한 청보리는 보리를 재배하는 농가의 소득을 보전하기 위하여 정부에서 재배를 장려하여 2008년도에는 23천 ha가 재배되었으며 2012년까지 100천 ha로 늘릴 계획이다 (농식품부, 2008).

청보리는 월동 사료작물로 자리를 잡아 전남 북 지방을 중심으로 재배가 확대되고 있으며 정부의 지원에 힘입어 전량 사일리지로 만들어

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

Corresponding author : Jong Geun Kim, Grassland and Forages Division, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea. Tel: 041-580-6773, Fax: 041-580-6779, E-mail: forage@korea.kr.

가축의 사료로 이용하고 있다. 그러나 사일리지 만드는 경영체의 기술부족으로 인해 품질이 나쁜 경우가 있으며 수확시기가 한번에 몰리거나 강우로 인해 작업 지연도 품질저하의 원인이 되고 있다.

사일리지 조제시 첨가제의 활용은 품질과 사료가치를 개선시키는 요인이 된다. 다양한 사일리지 첨가제 중에서 미생물을 이용한 첨가제가 많이 이용되고 있는데 이는 처리하기도 쉽고 인체에 무해하며 가격도 저렴한 장점이 있다. 미생물 첨가제의 사용은 발효 초기에 pH의 저하를 촉진시키고 homo형 젖산발효를 일으켜 발효효율을 높이며 단백질 분해를 감소시켜 (Seale, 1986) 최종적으로 가축의 생산성 향상을 기대할 수 있다 (McDonald 등, 1991). 젖산균 첨가제의 처리는 재료에 직접 젖산 생성균을 첨가함으로써 젖산을 다량 생성케 하고 산도를 4.0 부근으로 빠르게 저하시켜 사일리지를 안정시키게 한다. 특히 homo형 미생물의 우점으로 발효과정 동안 건물손실을 줄이고 젖산생성이 많아 pH의 감소가 초산이나 에탄올 등이 생성되는 hetero형에 비해 효과적으로 일어나게 된다. 그러나 발효기질이 불충분하면 첨가제의 처리 효과는 낮아지게 된다 (Stockes, 1992).

청보리의 경우 줄기가 견고하고 가운데가 비어 있어 원형공포 사일리지 조제시 내부에 공기가 존재할 가능성이 매우 높으며 이는 양질의 사일리지 조제에 필요한 젖산균의 생장을 신속하게 일으키기 위한 혐기조건의 유지가 매우 어렵다. 그리하여 사일리지 발효과정에서 호기성 미생물이나 사상균의 증식이 많아질 우려가 있다 (Ogawa, 2003). 따라서 청보리 조제시 미생물 첨가제의 처리는 품질을 향상시킬 수 있는 방안이 될 수 있다.

국내에 유통되었던 미생물 첨가제의 대부분은 외국에서 수입하여 이용이 되어 가격이 비

싸 농가의 외면을 받았다. 이에 미생물첨가제의 이용 확대를 위해서 청보리 전용 첨가제의 개발이 필요하며 본 연구는 국내산 토착 미생물을 활용하여 청보리 전용 미생물 첨가제의 개발을 통하여 농가의 생산비를 절감하기 위하여 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 미생물 수집 및 생장능력 평가

우량균주의 수집을 위해서 보리 품종별로 조제된 사일리지 중에서 품질이 우수한 샘플을 취한 후 시료 10g에 추출액 (0.2% pepton solution) 90ml을 넣어 stomacher로 추출한 후 0.02% Sodium azide가 함유된 MRS 배지에 도말하여 37°C에서 24시간 배양후 colony를 취하였다. 분리된 colony를 취하여 현미경 (Zeiss Imager A1, Germany)으로 형태를 관찰하였으며, MRS broth에 접종하고 32°C에서 24시간 배양후 pH값을 측정하였으며 15, 25 및 35°C에서 배양하면서 spectrophotometer를 이용하여 OD값을 측정하였다. 선발된 균주의 생화학적 특성은 API kit를 이용하여 당 이용성을 평가하였으며 이를 근거로 프로그램 (APILAB Plus Ver. 3.3.3; bioMerieux, France)을 이용하여 미생물을 동정하였다. 각각의 우량 균주는 MRS broth에서 배양시킨 후 사일리지 조제시 첨가하였다.

### 2. 사일리지 조제 및 분석

본 시험은 총체 보리 (올보리)를 황숙초기에 수확하여 20ℓ 플라스틱 시험용 사일로를 이용하여 사일리지를 조제하였다. 첨가제의 처리는 사일리지 조제 당일에 골고루 뿌려 주었으며 선발된 미생물의 경우는 재료 g당 10<sup>6</sup> cfu가 처

리되도록 조절하였다. 시중에 판매되는 첨가제는 C사(A) 및 P사(B) 제품, 그리고 국내에서 생볏짚 용으로 개발된 NLRI 101균주를 이용하였으며 선발된 미생물과 동일한 양을 처리하였다. 조제된 사일리지는 그늘에서 약 60일을 보관 한 후 개봉하였다.

각 처리구당 약 200 g을 취하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고에 보관하였다가 사일리지 특성조사에 사용하였다. 사일리지의 pH는 사일리지 10 g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 가끔씩 흔들어주면서 24 시간 보관 후 4 중 가아제로 완전히 짜서 걸러낸 액을 pH meter (HI 9024; HANNA Instrument Inc., UK)를 이용하여 측정하였다.

냉동시킨 시료를 처리별로 10 g을 취하여 100 ml 증류수에 넣고 냉장고에서 가끔씩 흔들어주면서 24 시간동안 보관한 후 4중 거즈로 1차 거른 후 여과지(No. 6)를 통하여 걸러서 추출액을 제조하여 젖산 및 유기산 분석에 이용하였다. 추출액은 분석에 이용할 때까지  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동보관 하였다. 젖산은 Barker 및 Summerson 법(한 등, 1983)을 이용하여 분석하였으며 흡광도 측정은 Spectrophotometer (UVIDEC-610, Jasco Co., Japan)을 이용하였다. 유기산의 분석은 Gas chromatography (V-3800, Varian Co., USA)를 이용하여 분석하였다(김, 1999). 분석된 자료를 이용하여 Flieg's score를 산출하고 그 점수에 따라 등급을 산정하였다(Zimmer, 1973).

### 3. 사료가치 분석

분석을 위한 시료는 개봉당일 300~500g의 시료를 취하여  $65^{\circ}\text{C}$  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.

### 4. 통계분석

본 시험의 결과는 SAS package program (Version 8.01, USA, 2005)을 이용하여 유의성 검정을 하였고, 처리 평균간의 비교는 5% 수준의 최소유의차 검정(Least significant difference test)으로 하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 미생물 선발

#### 1) 산생성 능력

맥류 사일리지에서 얻어진 미생물 군락에 대한 산생성 능력은 Table 1에서 보는 바와 같다. pH의 범위는 3.68~5.58대로 다양하게 나타났으나 사일리지 발효에 있어서 산생성 능력은 pH가 낮을수록 높다고 판단하여 50개의 미생물 군락중 pH가 낮은 19개 군락을 1차로 선발하였다. 특히 같은 집단에서 취해진 군락의 경우에는 pH가 비슷한 것은 같은 미생물로 판단하여 그중 하나만 취하여 선발하였다. 대부분 pH가 3.68~4.85 정도에 해당하는 미생물을 우수 균주로 판단하였다. 김 등(2008)은 pH와 생존 능력간에 상관분석을 실시한 결과 상관계수가  $-0.59$ 로 고도의 부의 상관이 있다고 하였다. 따라서 본 시험에서도 pH가 낮은 균주를 우선하여 선발하였다.

Table 1. Acid producing ability of collected microbes

Strains	pH	Strains	pH	Strains	pH	Strains	pH	Strains	pH
<b>B1-1</b>	4.05	B2-1	3.72	B3-1	3.70	<b>B5-1</b>	4.85	B6-1	3.75
B1-2	4.93	<b>B2-2</b>	3.68	B3-2	3.70	B5-2	4.72	<b>B6-2</b>	3.74
B1-3	5.58	B2-3	4.66	B3-3	4.76	B5-3	4.67	B6-3	3.74
<b>B1-4</b>	4.20	<b>B2-4</b>	3.75	<b>B3-4</b>	3.74	B5-4	4.95	<b>B6-4</b>	3.72
<b>B1-5</b>	4.63	B2-5	4.62	B3-5	3.69	B5-5	5.08	B6-5	5.15
B4-1	4.69	B2-6	3.78	<b>B3-6</b>	3.83	B5-6	4.67	<b>B6-6</b>	4.43
<b>B4-2</b>	4.42	B2-7	4.72	B3-7	3.67	B5-7	4.86	B6-7	4.44
<b>B4-3</b>	4.37	<b>B2-8</b>	3.76	B3-8	3.67	B5-8	4.63	B6-8	4.57
<b>B4-4</b>	4.55	<b>B7-1</b>	4.43	<b>B8-1</b>	4.49	B5-9	4.76	B6-9	3.73
B4-5	4.38	<b>B7-2</b>	4.61	B8-2	4.49	B5-10	4.73	<b>B6-10</b>	3.84

Table 2. Growth ability and acidity of collected microbes

Strains	Optical Density			pH			Remark
	35°C	25°C	15°C	35°C	25°C	15°C	
B1-1	1.070	0.039	0.013	4.18	5.89	5.99	
<b>B1-4</b>	0.941	0.126	0.043	4.29	5.68	5.96	S
B1-5	0.529	0.130	0.056	4.57	5.75	5.91	
<b>B2-2</b>	1.528	0.744	0.152	3.78	4.74	5.65	S, I
<b>B2-4</b>	1.447	0.353	0.020	3.90	5.28	5.92	S
<b>B2-8</b>	1.555	0.432	0.080	3.85	5.20	5.83	S, I
<b>B3-4</b>	1.517	1.109	0.490	3.74	4.35	5.09	S, I
<b>B3-6</b>	1.432	0.267	0.022	3.80	5.43	5.97	S
B4-2	0.283	0.038	0.020	5.34	5.95	6.01	
B4-3	0.333	0.147	0.077	5.21	5.71	5.91	
B4-4	0.473	0.074	0.031	5.09	5.83	5.98	
B5-1	1.060	0.028	0.017	4.41	5.97	6.01	
<b>B6-1</b>	1.522	0.314	0.067	3.82	5.39	5.86	S, I
B6-4	1.403	0.268	0.056	3.80	5.46	5.93	
B6-6	0.380	0.010	0.008	5.17	6.02	6.06	
<b>B6-10</b>	1.271	0.453	0.101	3.80	5.09	5.75	S
<b>B7-1</b>	0.541	0.152	0.069	4.65	5.53	5.83	S
B7-2	0.466	0.007	0.000	4.80	6.04	6.10	
B8-1	0.566	0.083	0.045	4.73	5.77	5.99	

\* S : Select I : Identify.

2) 온도에 따른 생장

산 생성능력이 우수한 균주로 선발된 19종의 미생물에 대한 성장능력을 35, 25 및 15℃에서 2일간 살펴본 바 사일리지 발효시 최고 온도인 35℃에서도 잘 자라며 산생성 능력도 우수한 9종의 미생물을 최종적으로 선발하였다. B5-1의 경우는 사일리지 적온인 25℃에서 생장이 불량하여 선발에서 제외되었고 B6-4는 B6-1과 성장능력이 비슷하여 동일한 균락에서 나온 미생물로 판단되어 선발에서 제외 되었다.

한편 선발되었던 총 9종의 미생물 중에서 B1-4, B2-4, B3-6, B6-10, 및 B7-1은 미생물 계대배양중 활력이 급격히 떨어져 사멸되어 최종적으로 선발, 동정된 균주는 B2-2, B2-8, B3-4, 및 B6-1 등 4개 균주로 확정되었다.

2. 선발균주의 능력평가 및 동정

1) 온도에 따른 성장반응

4개 균주의 온도에 따른 생장은 아래 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 각각의 성장 능력은 25℃에서 최대 성장을 나타내었으며 35℃에서는 1일 이후 성장능력이 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 15℃에서는 느리지만 지속적으로 생장이 증가하였다. 김 등(2001)은 호밀 사일리지의 발효 온도는 초기 30℃까지 증가되었다가 20~25℃에서 안정된다고 하여 본 시험에서도 대부분의 균주가 25℃에서 생장이 가장 좋아 사일리지 균주로 적합한 것으로 판단되었다.

2) 미생물 동정

선발된 균주는 공히 세포의 형태는 간균으로 운동성 및 포자형성능이 없고 gram 염색에 양성을 보이며 catalase나 가스를 형성하지 않는 전형적인 젖산균으로 판명되었다. API kit를 이용한 당 이용성을 통하여 동정을 실시한 결과

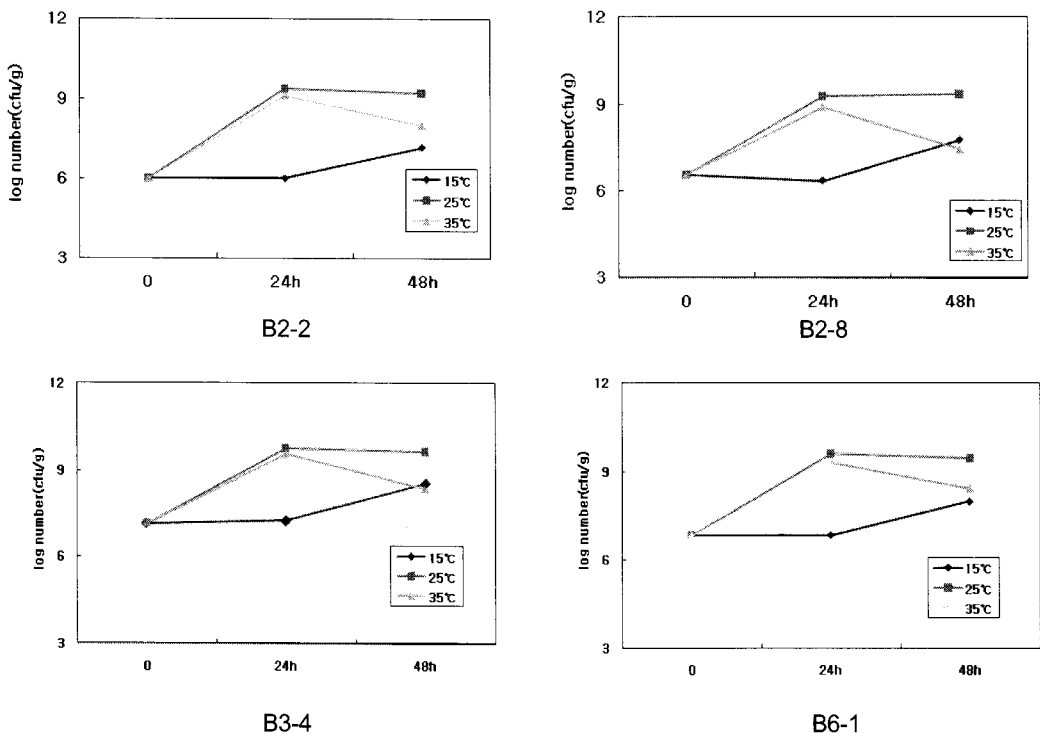


Fig. 1. Changes of viable cells of selected microbes by different temperature.

Table 3. Utilization of carbohydrate substrates of the microbes

Carbohydrate substrate	B2-2	B2-8	B3-4	B6-1	Carbohydrate substrate	B2-2	B2-81	B3-4	B6-1
Glycerol	-	-	-	-	Salicin	+	+	+	+
Erythritol	-	-	-	-	Cellobiose	+	+	+	+
D-Arabinose	-	-	-	-	Maltose	+	+	+	+
L-Arabinose	-	+	+	-	Lactose	+	+	+	+
Ribose	+	+	+	+	Melibiose	+	+	+	+
D-Xylose	-	-	-	-	Saccharose	+	+	+	+
L-Xylose	-	-	-	-	Trehalose	+	+	+	+
Adonitol	-	-	-	-	Inulin	-	-	-	-
$\beta$ -Methyl-D-xyloside	-	-	-	-	Melezitose	+	+	+	+
Galactose	+	+	+	+	D-Raffinose	+	+	+	+
D-Glucose	+	+	+	+	Amidon	-	-	-	-
D-Fructose	+	+	+	+	Glycogen	-	-	-	-
D-Mannose	+	+	+	+	Xylitol	-	-	-	-
L-Sorbose	-	-	-	-	$\beta$ -Gentiobiose	-	-	-	-
Rhamnose	-	-	-	-	D-Turanose	-	-	+	-
Dulcitol	-	-	-	-	D-Lyxose	-	-	-	-
Inositol	-	-	-	-	D-Tagatose	-	-	-	-
Mannitol	+	+	+	+	D-Fucose	-	-	-	-
Sorbitol	+	+	+	+	L-Fucose	-	-	-	-
$\alpha$ -Methyl-D-Mannoside	-	-	-	+	D-Arabitol	-	-	-	-
$\alpha$ -Methyl-D-Glucoside	-	-	-	-	L-Arabitol	-	-	-	-
N acetyl glucosamin	+	+	+	+	Gluconate	-	-	-	-
Amygdalin	+	+	+	+	2-keto-gluconate	-	-	-	-
Arbutin	+	+	+	+	5-keto-gluconate	-	-	-	-
Esculin	+	+	+	+					

B2-2는 *L. plantarum* 98.6%, B2-8은 *L. plantarum* 98.6%, B3-2는 *L. plantarum* 99.4%, B6-1은 *L. plantarum* 99.9%로 동정되었다.

### 3. 선발균주의 사일리지 조제 시험

#### 1) 선발균주 종류에 따른 사일리지의 pH 및 유기산 함량

건물 함량은 전처리구에서 무처리구에 비하여 5~8% 이상 높게 나타났으며 일반적인 보리 사일리지에 비해 높은 수치를 나타내었다. 사일리지 제조를 위한 원재료의 수분함량은 발효

에 큰 영향을 미치는데 일반적으로 수분 함량이 높은 사일리지는 삼출액으로 인한 영양소의 손실이 일어나고 (Watson 및 Nash, 1960; Bastiman, 1976), 불량발효가 일어나서 (Gibson 및 Stirling, 1959), 건물 손실률이 증가하게 된다 (Zimmer, 1973)고 한다. 본 시험에서는 수분 함량이 낮아 pH 및 낙산 함량 등을 고려해 볼 때 수분과다로 인한 불량발효는 줄어든 것으로 판단된다.

사일리지의 pH에 있어서는 무처리구의 4.62에 비해 B2-8을 제외하고는 모두 낮게 나타났으며 ( $p < 0.05$ ), B2-2, B3-4. NLRI-101 순으로 낮은 수치를 보였다. 이는 미생물 첨가로 발효가

Table 4. Silage quality of barley silage by different inoculant addition

Treatment	DM(%)	pH	Organic acid(% in DM)			Flieg's score	Grade
			Acetic	Butyric	Lactic		
Control	40.4	4.62	3.26	0.16	4.05	55	3
B2-2	45.6	3.99	0.41	0.25	6.65	76	2
B2-8	45.3	4.13	0.44	0.37	6.26	67	2
B3-4	46.5	3.94	0.84	0.62	6.16	58	3
B6-1	45.9	3.99	1.44	0.41	6.46	62	2
Additive A	47.3	4.00	1.46	0.36	6.18	60	3
Additive B	48.3	3.96	1.54	0.29	5.85	61	2
NLRI-101	47.5	3.93	0.94	0.32	6.07	67	2
Average	45.9	4.07	0.93	0.35	5.96	63	2
LSD(0.05)	3.25	0.11	0.53	NS	0.38	—	—

\* Grade : 1(Excellent) : Above 81, 2(Good) : 61~80, 3(Average) : 41~60, 4(Poor) : 21~40, 5(Inadequate) : Below 20.

활발히 일어나 다량의 젖산이 생성된 결과로 판단된다. 김 등(2008)은 총체 벼 첨가제 시험에서 무처리구의 pH가 5.75로 높았던 반면 첨가제를 처리한 사일리지의 pH는 4.5~4.9로 낮았다고 하여 본 시험과 비슷한 결과를 보고하였다.

유기산 함량은 대체적으로 6~7% 내외의 범위를 나타내었다. 유기산 종류별로는 초산의 경우 대조구에서 3.26%로 가장 높았으며 B2-2, B2-8 첨가구가 가장 낮았다( $p < 0.05$ ). 시중에서 판매되는 A 및 B 제품도 1.44 및 1.46%로 다른 처리구에 비해 높은 것으로 나타났다. 가축의 기호성과 건물 손실을 일으키는 낙산발효 정도는 대체적으로 큰 차이가 없었으나 B3-4 처리구에서 높았다.

젖산 함량은 첨가제 처리구가 무처리구에 비해 월등히 높게 나타났으며 첨가제 처리구 간에도 B2-2, B2-8, B3-4, B6-1 및 첨가제 A 처리구에서 높았다( $p < 0.05$ ). 한편 시중에 판매되는 첨가제 B 및 NLRI-101의 경우는 각각 옥수수용 및 생벚짚용으로 개발된 제품으로 해당

초종에서는 큰 효과가 있었으나 보리에서는 효과가 떨어져 초종에 맞는 전용 첨가제가 필요한 것으로 판단되었다. 즉, 젖산균은 초종별 특성에 대응하는 능력이 달라 초종에 맞는 젖산균의 개발이 필요함을 의미한다. 김 등(2008)도 총체 벼 첨가제 개발 시험에서도 시중 판매되는 첨가제의 능력이 총체 벼에서는 떨어지는 것으로 나타났다고 하여 본 시험과 비슷한 결과를 나타내었다. Cai(2005)는 여러 가지 젖산균중에서 *Lactobacillus plantarum*이 사일리지 발효에 가장 큰 효과를 나타낸다고 하였는데 본 시험에 이용된 젖산균 모두 *Lactobacillus plantarum*로 동정되었다.

한편 첨가된 미생물 중에서 B2-2, B2-8 및 NLRI-101은 유기산, pH 등을 고려할 때 사일리지 저장시 첨가효과가 인정되었다.

2) 선발균주 종류에 따른 사일리지의 사료 가치

보리 사일리지에 대한 4개 선발 균주의 첨가 시험에 대한 보리 사일리지의 품질은 Table 5

Table 5. Forage quality of barley silage by different inoculant addition

Treatment	CP(%)	ADF(%)	NDF(%)	IVDMD(%)
Before silage	12.9	35.3	49.8	56.3
Control	9.7	33.0	45.3	49.2
B2-2	10.2	35.9	48.5	56.1
B2-8	10.7	30.5	41.9	58.8
B3-4	10.0	28.1	35.9	54.1
B6-1	10.8	25.1	35.3	55.6
Additive A	10.6	25.0	32.1	54.2
Additive B	10.5	28.1	37.8	51.2
NLRI-101	10.8	29.3	36.1	54.5
Average	10.4	29.4	39.1	54.2
LSD(0.05)	0.24	2.06	4.74	3.47

에서 보는 바와 같다. 평균 조단백질 함량은 10.4%로 조제전의 12.9%에 비해 낮아져 사일리지 발효과정에서 단백질의 분해가 일어난 것으로 판단되었으며 B6-1 균주 첨가구에서 조단백질 함량이 가장 높았으며 B2-2 및 B3-4 처리구에서 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ).

ADF 및 NDF 함량은 B6-1 및 시중에서 판매되는 A 제품에서 낮게 나타나 다른 첨가제보다 사료가치가 개선되는 것을 보여주었다( $p < 0.05$ ). B2-2의 경우는 ADF 및 NDF 함량이 가장 높게 나타났다. 소화율에 있어서는 무처리 및 첨가제 B에서 낮았다( $p < 0.05$ ). 사일리지 조제 전 보리의 소화율은 56.3%로 나타났으나 사일리지를 조제한 후의 평균 소화율은 54.2%로 감소하였는데 이는 발효과정에서 가소화 영양소가 줄어든 것으로 판단된다. 한편 사일리지의 소화율은 원재료의 소화율에 영향을 받게 되며 따라서 초종, 생육단계 등이 큰 요인이 된다고 하였다(Harris 및 Raymond, 1963; Castle, 1975; Kormos, 1967; Demarquilly 및 Jarrige, 1970). Harrison 및 Raymond (1963)는 사일리지의 소화율은 원재료의 소화율과 차이가 없다고

하였으며 McDonald 및 Edward (1976) 등도 같은 경향을 보고하였다. 그러나 Dijkstra (1957)는 사일리지 제조로 소화율이 0~0.13 단위 감소된다고 하였다.

따라서 이상의 결과들을 종합하여 볼 때 B2-2 균주의 첨가가 사일리지 발효품질에 큰 효과가 있어 B2-2 균주를 최종적으로 선발하여 균주등록 하였다.

#### IV. 요약

본 시험은 사일리지 조제시 품질 개선을 위한 젖산균 첨가제를 개발하기 위하여 2000년부터 2002년까지 국립축산과학원 초지사료과 조사료 분석실험실에서 수행하였다. 보리는 한국에서 중요한 식량작물로서 대부분이 식량으로 이용되나 곡실부분이 많아 가축의 사료로도 활용되며 특히 총채보리로 하여 반추가축의 조사료로 활용되고 있다. 본 시험은 우량 보리 사일리지에서 젖산균을 수집하여 0.02%  $\text{NaN}_2$ 가 함유된 MRS agar에 도말하여 생장을 보며 1차 선발한 후 MRS broth에서 다시 배양하여 생장



능력과 산생성 능력을 평가하여 총 4종의 균주를 선발하였다. 선발된 균주는 그람 양성, 로드형, 카탈라제를 생성하지 않으며 생화학적 특성과 기질 이용성을 평가한 결과 *Lactobacillus plantarum*으로 판명되었다. 선발된 균주는 시중 판매되는 첨가제 등과 함께 호숙기의 보리 사일리지에 첨가하여 2개월후 사일리지의 품질을 조사한 결과 B2-2 미생물 처리구에서 pH가 낮았고 젖산함량도 높게 나타났다. 사일리지 품질 점수와 등급에 있어서도 B2-2 처리구가 높게 나타났다. 따라서 이상의 결과를 종합하여 볼 때 B2-2 균주는 보리 사일리지용 우량 미생물로 추천되었다.

## V. 인 용 문 헌

1. 김종근, 함준상, 정의수, 윤세형, 김맹중, 박형수, 임영철, 서 성. 2008. 총체 벼 사일리지용 미생물의 발효능력 평가. 한초지. 28(3):229-236.
2. 김종근, 정의수, 서 성, 강우성, 함준상, 김동암. 2001. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 품질변화에 미치는 영향. 한초지. 21(1):1-6.
3. 김종근. 1999. 수확시기 및 제조방법이 라운드베일 호밀 사일리지의 품질 및 사료가치에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위 논문.
4. 농식품부. 2008. 조사료 생산 확대 방안.
5. 한인규, 이영철, 정근기, 김영길, 안병홍, 명규호, 고태승. 1983. 영양학 실험법. 동명사. 서울. 한국.
6. Cai, Y. 2005. 사료용 총체 벼 사일리지 품질 개선 기술. 축산연구소. 사료용 총체 벼 생산·이용 기술 국제 심포지엄 proceeding. pp. 103-135.
7. Ogawa, M. 2003. Research of whole crop rice silage utilization in Japan. 축산기술연구소. 사료용 총체 벼 재배·이용 국제 세미나 proceedings. pp. 25-58.
8. AOAC. 1995. Official method of analysis. Association & Official Analytical Chemists, Washington DC.
9. Bastiman, B. 1976. Factors effecting silage effluent production. Experimental Husbandry. 31: 40-46.
10. Castle, M.E. 1975. Silage and milk production. Agricultural Progress. 50:53-60.
11. Demarquilly, C. and R. Jarrige. 1970. The effect of method of forage conservation on digestibility and voluntary intake. Proceedings of the 11th International Grassland Congress. Surfers Paradise. 1970. 733-737.
12. Dijkstra, N.D. 1957. The conservation of grass for feeding purposes in agriculture. Netherlands J. Agric. Sci. 5:271-283.
13. Gibson, T. and A.C. Stirling. 1959. The bacteriology of silage. N. A. A. S. quarterly Review. No. 44. Summer, p.167-172. In M. K. Woolford (ed). The silage fermentation. 1984. Marcel Dekker. Inc. New York and Basel.
14. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agic. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, D. C.
15. Harris, C.E. and W.F. Raymond. 1963. The effect of ensiling on crop digestibility. J. Bri. Grassl. Soc. 18:204-212.
16. Kormos, J. 1967. A study of ensiling wilted and unwilted grass at two stages of maturity 2. Effect on milk production. Record of Agricultural Research. Northern Ireland. 16:57-62.
17. McDonald, P. and P.A. Edwards. 1976. The influence of conservation methods on digestion and utilization of forages by ruminants. Proceedings of the Nutrition Society. 35:201-211.
18. McDonald, P., N. Henderson, and S. Heron. 1991. The Biochemistry of Silage. Chalcombe Publications, Marlow, UK.
19. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
20. SAS. 2005. Statistical Analysis System ver., 8.01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
21. Seale, D.R. 1986. Bacterial inoculants as silage additive. J. Appl. Bacteriol. 61 (Suppl.):9s-26s.
22. Stockes, M.R. 1992. Effects of an enzyme

- mixture, an inoculant, and their interaction on silage fermentation and dairy production. *J. Dairy Sci.* 75:764-773.
23. 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.
24. Watson, S.J. and M.J. Nash. 1960. The conservation of grass and forage crops. Edinburgh : Oliver & Boyd.
25. Zimmer, E. 1973. New methods in fodder conservation. European Grassland Federation 5th General Meeting. Uppsala. 12-15 June. Main paper. pp. 6-7.
- (접수일: 2009년 9월 1일, 수정일 1차: 2009년 9월 10일, 수정일 2차: 2009년 9월 17일, 게재확정일: 2009년 9월 21일)