

제 | 8 | 주 | 제

수확시기, 첨가제 및 예건이 유기 청보리의
사초생산성 및 사일리지 품질에 미치는 영향

전경협 | 천안연암대학

수확시기, 첨가제 및 예건이 유기 청보리의 사초생산성 및 사일리지 품질에 미치는 영향

이현진¹, 김종덕¹, 전경협¹, 양가영¹, 권찬호¹, 이효원², 이주삼³

Effect of Harvest Stage, Additive and Pre-wilting on the Forage Production and Silage Quality of Organic Whole Crop Rice Silage

Hyun Jin Lee¹, Jong Duk Kim¹, Kyeong Hup Jeon¹, Ga-Young Yang¹,
Chan Ho Kwon¹, Hyo-Won³ and Ju-Sam Lee³

- ¹ 천안연암대학 산학협력단 (Industry Academic Cooperation Foundation, Cheonan Yonam College)
² 한국방송통신대학교 자연과학대학 농학과 (Dept. of Agricultural Science, Korea National Open University)
³ 연세대학교 생명과학기술학부 (Division of Biological Science and Technology, Yonsei University)

I. 서론

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 보리감축대책의 일환으로 쌀보리의 매입을 폐지할 계획이다. 이를 위한 대책으로 2000년부터 사료용으로 재배되기 시작한 청보리는 보리를 재배하는 농가의 소득을 보전하기 위하여 정부에서 장려하여 2008년에는 23천ha가 재배되었으며, 2012년까지는 100천ha로 늘릴 계획이다(농림수산식품부, 2008).

벼 후작으로 보리를 재배할 경우 이점은 제초제 처리 없이 논에서 잡초의 발생빈도를 감소시키고, 토양에 유기물을 공급하며, 겨울철 논의 건토효과와 벼 재배시 화학비료를 절감할 수 있다(남, 2000; 작물과학원, 2001; 김 등, 2007). 또한 청보리 재배 및 이용기술은 조사료의 자급률을 높임으로써 수입 대체 효과와 더불어 탄수화물의 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 있는 사료가치가 높다(지 등, 2007). 또한 청보리를 가축분뇨를 이용한 자원순환형 농업에 적합한 조사료를 가축에 공급함으로써 축산물의 안전한 생산, 가축분뇨의 이용률 증가, 토양의 화학적 물리적 개선 등의 효과를 기대할 수 있다.

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

그러나 사일리지용 청보리를 너무 늦게 수확하여 품질의 감소가 우려되어 적정 수확시기와 청보리 사일리지의 품질 향상을 위한 기술이 필요하다. 그리고 최근 친환경농업의 활성화로 친환경 및 유기축산에 관심이 높고 있으나 국내 유기조사료 생산이 미흡하여 정착에 많은 어려움이 있다.

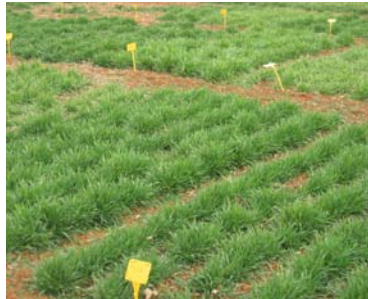
따라서 본 연구에서는 유기 청보리 사일리지의 적정 수확시기를 결정하고, 청보리 사일리지의 수분조절을 위하여 예건과 유기 싸리기를 첨가하였을 때 생산량과 사일리지 품질을 비교하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 12처리 3반복 분할구배치법으로 주구는 수확시 숙기로 출수기, 유숙기 및 황숙기를 두었으며, 세구는 예건 및 첨가제로 비예건, 싸리기 10%, 싸리기 15%, 예건 1일을 두었다.

사일리지 제조에 이용한 청보리는 사료전용 품종으로 “영양” 을 사용하였다. 청보리의 파종방법은 30cm 간격으로 조파을 하였으며, 파종시기는 2008년 10월 15일 하였고, 파종량은 ha당 200kg를 파종하였다.

청보리의 기비는 우분 퇴비를 파종전에 ha당 30톤 살포하였으며, 추비는 2008년 3월 15일에 완숙한 양돈 슬러리를 ha당 60톤 살포하였다.



월동후 보리 생육상태



월동후 액비 살포



청보리 수확 및 예건



청보리 세절



짜리기 첨가 및 진압



사일로 밀봉

그림 1. 청보리의 생육상태, 액비 살포 및 사일리지 제조과정

청보리의 수확시기는 표 1에서 보는 바와 같이 출수기는 4월 29일, 유숙기는 5월 15일, 황숙기는 5월 28일에 수확하였다. 시험용 사일로의 크기는 20L 플라스틱 용기를 사용하였다(그림 1).

청보리 사일리지의 제조까지의 과정은 그림 1에서 보는 바와 같다. 각 수확시기에 청보리를 수확하여 1-2cm로 세절하여 소형 플라스틱 사일로에 충전 후 밀봉하여 저장하였다. 조제된 청보리 사일리지는 그늘에서 약 60일 보관 후 개봉하였다. 한편 예건 처리구는 예건 1일후 같은 방법으로 제조하였으며, 첨가제는 유기 짜리기를 각각 10%와 15% 첨가하여 제조하였다(그림 1).

사일리지의 외관평가는 달관으로 하였는데, 냄새는 14등급, 촉감은 4등급, 색깔은 2등급으로 구분하여 평가하였다(McCullough 및 Bolsen, 1984)(그림 3).



사일리지 개봉



외관평가

그림 3. 사일리지 개봉 및 외관평가

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

사일리지의 pH는 사일리지 10g을 증류수 100mL에 넣고 4℃ 냉장고에서 가끔씩 흔들어 주면서 12시간 보관후 4중 거즈로 걸러내 액을 pH meter를 이용하여 측정하였다.

유기산 분석은 거즈로 1차 거른 후 여과지(No. 6)를 통하여 걸러서 추출액을 제조하여 분석하였다. 젖산은 HPLC(Prostar, Varian, USA)를 이용하여 분석하였으며, 휘발성지방산은 Gas Chromatography(Aglient 6809N, Aglient, USA)를 이용하여 분석하였다. 분석된 유기산(젖산, 초산, 낙산)의 자료를 이용하여 Flieg's score를 산출하였다(Zimmer, 1973).

NDF(neutral detergent fiber) 및 ADF(acid detergent fiber)는 Goering 및 Van Soest 방법(1970)으로 분석하였다. 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 $NFC = 100 - (NDF\% + CP\% + EE\% + AC\%)$ 의 식에 의하여 구하였다(김 등, 2009).

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 Tilly 및 Terry법(1963)을 Moore(1970)가 수정한 방법으로 분석하였다.

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

III. 결과

1. 정보리의 생산성

정보리 사일리지의 원료로 사용한 정보리의 생육특성과 수량은 표 1에서 보는 바와 같다. 출수기, 유숙기(출수 15일후) 및 황숙기(출수 30일후)의 건물률은 각각 12.8%, 21.9% 및 29.8%였다.

한편 정보리의 생초수량은 수확시기가 늦어짐에 따라 유숙기는 13%, 황숙기는 23% 감소하였으나, 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 감소한 반면 TDN 수량은 유숙기와 황숙기의 수량이 차이가 적었다. 이러한 결과를 볼 때 정보리의 수확시기는 유숙기에서 황숙기 사이에 수확하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

표 1. 수확시기가 정보리의 사초생산성에 미치는 영향

수확 시기	수확일	초장	건물률	생초수량		건물수량		TDN수량	
				수량	지수	수량	지수	수량	지수
		-cm-	-%-	-kg/ha-		-kg/ha-		-kg/ha-	
출수기	4월 29일	89	12.8	80,403	100	10,346	100	6,288	100
유숙기	5월 14일	115	21.9	70,252	87	15,819	153	9,550	152
황숙기	5월 28일	106	29.8	61,712	77	18,336	177	10,178	162
평균		103	21.5	70,789		14,834		8,672	
LSD(0.05)		6.3	2.19	6,981		1,320		923	



출수기



황숙기

그림 2. 청보리 수확시기의 생육상태

2. 청보리 사일리지의 외관평가, 건물률 및 pH

청보리 사일리지 제조 후 40일에 개봉하였을 때 외관평가, 건물률 및 pH는 표 2에서 보는 바와 같다. 사일리지의 외관평가의 총점수는 출수기, 유숙기 및 황숙기가 각각 12, 19 및 16점으로 유숙기가 가장 높았다. 한편 싸리기의 첨가수준과 예건에서는 수확시기 마다 차이가 있었다. 사일리지의 건물률은 사일리지 제조전과 마찬가지로 출수기, 유숙기 및 황숙기를 수확시기가 늦어짐에 따라 비슷하게 증가하였다.

한편 청보리 사일리지의 pH는 출수기, 유숙기 및 황숙기가 각각 4.70, 4.03 및 5.37로 유숙기가 가장 안정된 값을 나타내었다. 이상의 외관평가, 건물률 및 pH를 볼 때 청보리 유기 사일리지의 수확적기는 유숙기로 평가되었다. 그러나 이후의 시험에서 유기산 및 품질 평가 분석을 한 후 적정수확시기와 싸리기 및 예건 처리에 대하여 언급하고자 한다.

표 2. 수확시기, 예건 및 싸리기가 청보리 사일리지의 외관평가, 건물률 및 pH에 미치는 영향

수확시기	예건 및 싸리기	외관평가(1-20)				건물률 (%)	pH (1:5)
		냄새	촉감	색깔	종합		
출수기	무처리	8	1	0	9	12.7	5.06
	예건	10	3	2	15	19.1	4.42
	싸리기10%	9	2	1	12	14.9	4.76
	싸리기15%	9	2	1	12	18.6	4.57
	평 균	9	2	1	12	16.3	4.70
유숙기	무처리	14	4	2	20	21.7	3.92
	예건	13	4	2	19	29.0	4.03
	싸리기10%	13	4	2	19	25.5	4.15
	싸리기15%	13	4	2	19	27.6	4.02
	평 균	13	4	2	19	25.9	4.03
황숙기	무처리	13	3	2	18	27.9	5.58
	예건	11	2	1	14	48.4	6.17
	싸리기10%	12	2	1	15	31.0	5.14
	싸리기15%	12	2	1	15	38.9	4.59
	평 균	12	2	1	16	36.5	5.37
LSD(0.05)							
수확시기(H)						0.91	0.15
처리 및 수준(T)						1.05	0.18
H×T						***	***

3. 청보리 사일리지의 화학성분

청보리 사일리지 제조 후 40일에 개봉한 청보리의 화학성분은 표 3에서 보는 바와 같다. 청보리 사일리지의 제조시기가 늦어짐에 따라 조단백질, 조지방, NFC 및 TDN 함량은 감소하였다. 반면 섬유소인 NDF 및 ADF 함량은 증가하였다. 조희분은 유숙기의 청보리가 다른 숙기보다 낮았다.

예건과 싸리기 처리의 비교에서는 예건이 다른 처리보다 NFC와 TDN 함량이 높아 품질이 우수하였다. 싸리기는 15%가 10%보다 높았으나 예건보다 품질이 우수하지는 않았다.

표 3. 수확시기, 예건 및 싸리기가 청보리 사일리지의 화학성분에 미치는 영향

수확시기	예건 및 싸리기	CP	EE	CA	NDF	ADF	NFC	TDN
출수기	무처리	16.8	3.7	14.3	54.7	37.8	10.5	59.0
	예건	16.3	4.0	11.7	35.4	26.6	32.6	67.9
	싸리기10%	17.4	3.6	14.9	52.8	35.5	11.3	60.8
	싸리기15%	16.1	3.7	11.5	36.0	27.6	32.7	67.1
	평 균	16.6	3.8	13.1	44.7	31.9	21.8	63.7
유숙기	무처리	15.4	4.6	11.7	56.6	45.5	11.6	53.0
	예건	13.0	2.5	8.1	38.2	21.3	38.3	72.0
	싸리기10%	15.3	3.8	11.4	54.9	36.0	14.6	60.5
	싸리기15%	14.1	3.2	9.5	52.9	33.8	20.2	62.2
	평 균	14.5	3.5	10.2	50.6	34.2	21.2	61.9
황숙기	무처리	10.7	3.6	12.7	59.7	42.5	13.3	55.3
	예건	12.2	3.0	10.6	48.8	35.0	25.3	61.2
	싸리기10%	10.9	2.9	12.6	60.1	42.2	13.4	55.5
	싸리기15%	11.5	3.0	12.0	55.4	41.5	18.1	56.1
	평 균	11.3	3.1	12.0	56.0	40.3	17.5	57.1
LSD(0.05)								
수확시기(H)		0.47	0.32	0.92	1.62	1.37	1.74	1.08
처리 및 수준(T)		0.54	0.34	1.07	1.87	1.59	2.01	1.25
H×T		***	**	NS	***	***	***	***

4. 청보리 사일리지의 소화율

청보리 사일리지의 소화율은 그림 4에서 보는 바와 같다. 청보리 사일리지의 소화율은 건물소화율과 유기물 소화율로 구분하여 분석하였으며 결과는 그림 4에서 보는 바와 같습니다. 청보리 소화율은 수확시기가 진행됨에 따라 감소하였다. 그리고 예건과 싸리기를 첨가한 사일리지는 무첨가보다 소화율이 높았다.

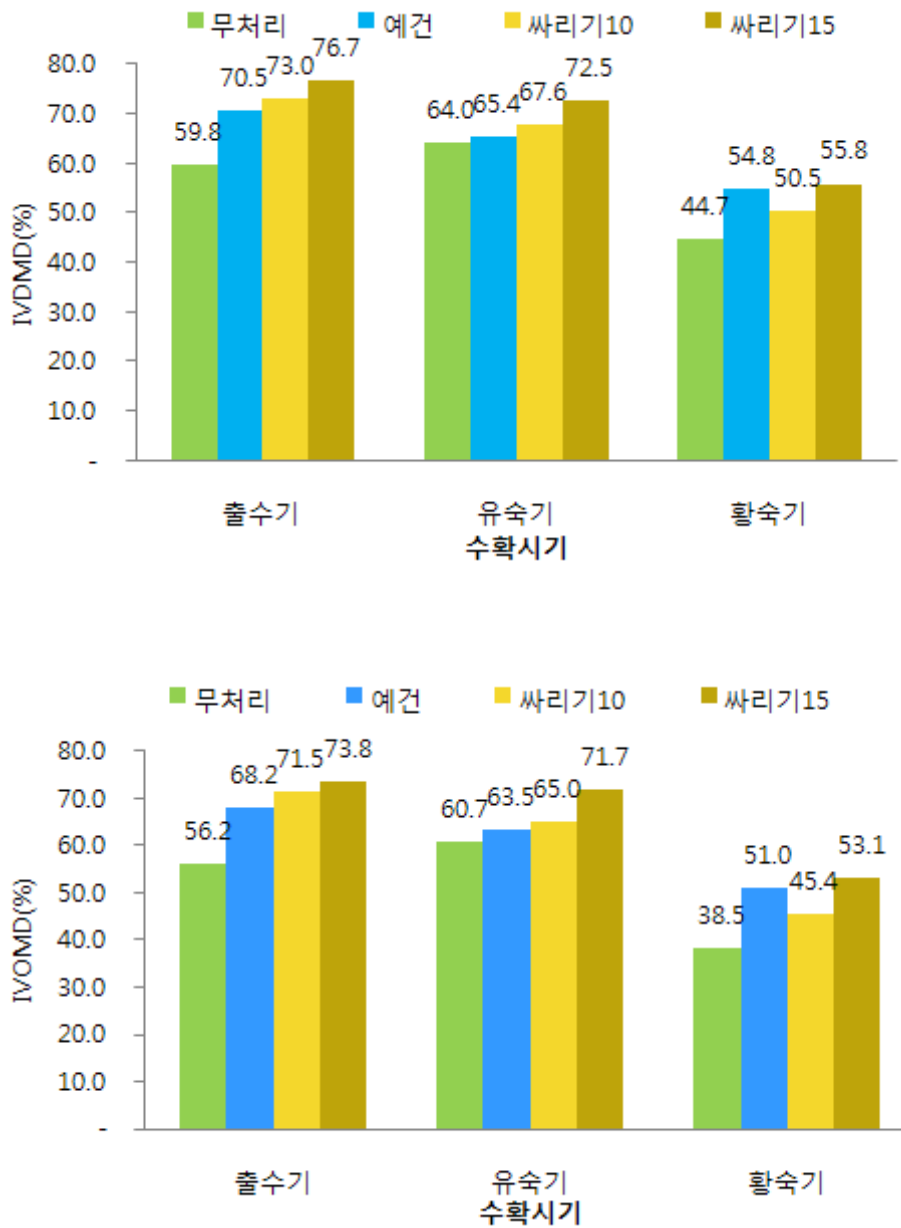


그림 4. 수확시기, 예건 및 싸리기가 청보리 사일리지의 소화율에 미치는 영향

5. 청보리 사일리지의 유기산

청보리 사일리지의 유기산 함량 및 비율은 표 4에서 보는 바와 같다. 청보리 사일리지의 제조시기가 늦어짐에 따라 초산함량은 감소하였으나, 젖산은 유숙기가 가장 함량이 많았으며, 낙산은 유숙기가 가장 적었다. 따라서 총 유기산 함량과 유기산에서 젖산의 비율은 유숙기가 다른 처리구 보다 높았다.

표 4. 수확시기, 싸리기 및 예건이 청보리 사일리지의 유기산 함량에 미치는 영향

수확시기	처리 및 수준	유기산				젖산/ 유기산
		젖산	초산	낙산	계	
출수기	무처리	1.73	2.90	2.13	6.76	26.7
	예건	6.71	1.91	1.88	10.50	64.1
	싸리기10%	7.84	2.02	0.89	10.75	73.2
	싸리기15%	6.39	1.87	1.58	9.85	65.4
	평 균	5.67	2.18	1.62	9.46	57.3
유숙기	무처리	10.13	1.59	0.58	12.30	82.4
	예건	6.76	1.22	0.36	8.34	81.0
	싸리기10%	9.80	1.30	0.15	11.24	87.2
	싸리기15%	7.85	2.28	0.54	10.67	74.5
	평 균	8.64	1.60	0.41	10.64	81.3
황숙기	무처리	0.43	1.61	1.40	3.44	12.5
	예건	1.64	1.04	0.36	3.04	53.9
	싸리기10%	0.50	0.86	0.27	1.63	30.3
	싸리기15%	1.07	1.51	0.80	3.39	31.7
	평 균	0.91	1.25	0.71	2.87	32.1
LSD(0.05)						
수확시기(H)		0.58	0.48	0.32	0.94	5.38
처리 및 수준(T)		0.67	0.56	0.36	NS	6.21
H×T		***	NS	NS	***	***

한편 예건과 싸리기 처리는 사일리지 제조시기에 따라 다소 상이하였다. 즉 출수기와 유숙기는 싸리기 10%가 예건보다 젖산 함량과 비율이 높았으나, 황숙기에는 예건이 싸리기 10%보다 높았다. 또한 예건과 싸리기 처리는 무처리보다 젖산 및 총유기산 함량은 많고, 초산과 낙산 함량은 낮았다. 따라서 유기산의 젖산 비율도 높아 예건과 싸리기 처리 사일리지 품질이 우수하였다.

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

IV. 참고문헌

1. 김종근, 함준상, 정의수, 박형수, 이종경, 정민웅, 최기춘, 조남철, 서성. 2009a. 보리 사일리지용 미생물의 발효능력 평가. 초지조사료지 29(3):235-244.
2. 김원호, 서성. 2006. 총체보리를 중심으로 한 동계 사료작물의 재배 및 이용기술. 한국초지학회 2006년도 학술심포지엄. pp.37-57.
3. 김원호, 서성, 임영철, 신재순, 성병렬, 지희정, 이상진, 박태일. 2007. 호남지역 답리작에서 사료용 총체보리 우량품종 선발. 한초지 27(3):161-166.
4. 남중현. 2000. 답리작 맥류를 도입한 사료 자급을 제고방안. 한국맥류연구회지. 7(1)2-9.
5. 농림부, 농협중앙회. 2001. 조사료 생산이용 교육 교재. pp.1-113.
6. 농림수산식품부. 2008. 조사료 생산 확대 방안.
7. 농촌진흥청. 2007. 고품질 조사료 자급을 위한 청보리 품종개발 및 생산과 이용. 삼미기획.
8. 농촌진흥청. 2008a. 사료비 절감을 위한 조사료 생산 이용. 삼미기획.
9. 농촌진흥청. 2008b. 사료비 절감을 위한 조사료 연중 생산체계 확립 토론회. 농촌진흥청 국립식량과학원.
10. 서성. 2008. 국내 조사료자원의 개발과 이용. 동물자원과학회 학술발표회 Proceeding(Vol. I).

11. 송태화, 한옥규, 윤성근, 박태일, 서재환, 김경훈, 박기훈. 2009. 사료맥류의 생육단계별 수량 및 품질 변화. 초지조사료지 29(2):129-136.
12. 윤성근, 박태일, 서재환, 김경훈, 송태화, 박기훈, 한옥규. 2009. 청보리 품종의 적정 수확시기 및 사료가치 평가. 초지조사료지 29(2):121-128.
13. 지희정, 주정일, 이희봉. 2007. 유기물 함량이 총체보리 품종의 수량과 사료가치에 미치는 영향. 한초지 27(4):263-268.
14. AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington, DC.
15. Goering, H.K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
16. 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.
17. McCullough, M.E. and K.K. Bolsen. 1984. Silage management. Nat. Feed Ingrid. Assoc., West Des Moines, Iowa.
18. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
19. SAS. 2000. Statistical Analysis System ver., 8.01. SAS Institute Inc., Cary, NC.
20. Seo, S. Kim W.H., Kim J.G. 2006. Production and utilization of whole crop barley and whole crop rice in Korea. Chinese J. of Grassl. Sci. 16(Suppl.): 274-279.
21. 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.
22. Weinberg, A.G. and R.E. Muck. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. FEMS Microbiol. Rev. 19:53-68.
23. Zahiroddini, H., J Baah and T. A. McAllister. 2006. Effects of microbial inoculants on the fermentation, nutrient retention, and aerobic stability of barley silage. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 19(10):1429-1436.
24. Zimmer, E. 1973. New methods in fodder conservation. European Grassland Federation 5th General Meeting. Uppsala. 12-15 June, Main paper. pp.6-7.