

간척지에서 수확한 옥수수 AG-BAG 사일리지의 품질에 관한 연구

최기춘¹ · 표효열² · 정민웅¹ · 박형수¹ · 김종근¹ · 송채은³ · 백광수¹ · 윤세형¹ · 서 성¹ · 임영철¹

Study on Quality of Corn AG-BAG Silage Manufactured with Corn Grown in Reclaimed Paddy Field

Ki Choon Choi¹, Hyo Yeul Pyo², Min-Woong Jung¹, Hyung Soo Park¹, Jong Geun Kim¹, Chae Eun Song³, Kwang Soo Baik¹, Se Hyung Yoon¹, Sung Seo¹ and Young Chul Lim¹

ABSTRACT

This study was carried out to examine the nutritive values and quality of agricultural bag (AG-BAG) silage manufactured with corn grown in reclaimed paddy field of Sukmoon at Dangjin Province in Korea. The cultivars of silage corn used in this experiment were both Kwangpyungok and P32B33. The fertilizer were applied with the amounts of customary applications (200 kg N/ha, 150 kg P₂O₅/ha and 150 kg K₂O/ha). The content of moisture in corn AG-BAG silage ranged from 68 to 79%. The pH in corn AG-BAG silage stages ranged from 3.49 to 3.65 and was not influenced by the harvest time. The contents of crude protein (CP) in corn AG-BAG silage decreased with delayed harvest time. However, the contents of ADF (acid detergent fiber) and NDF (neutral detergent fiber) increased. The content of lactic acid increased with delayed harvest time, but the content of acetic acid decreased. Therefore, we suggest that the system of AG-BAG silage can improve the quality of corn silage and be one of the economical and effective methods to manufacture corn silage.

(Key words : Corn, Silage, AG-BAG, Quality, Organic acid)

I. 서 론

사일리지용 옥수수는 한우농가와 낙농가들에게 수량과 사료가치 등 경제성을 고려한 모든 측면에서 가장 우수한 사료작물로 인식되고 있으며 반추가축 사육에 있어서 옥수수 의존도가 점점 증가되고 있다. 그러나 국제적으로 옥수수는 바이오에탄올의 주요 원료로 이용이 증가함에 따라 옥수수 가격이 급등(배 등, 2008)하여 축산물의 가격을 상승시키면서 사료용 옥수수의 확보에 많은 어려움을 겪고 있다(김 등,

2007).

최근 수입조사료와 곡물가격의 급등으로 인하여 자급 양질 조사료 생산과 이용 측면에서 많은 관심을 갖기 시작했다. 특히, 높은 옥수수 가격으로 인하여 소 사육농가의 부담이 크게 증가됨에 따라 양질 조사료의 생산과 이용에 관한 기술개발에 양축농가와 축산관련기관 등에서 많은 관심을 갖고 있다. 더군다나 벼 재배 면적 감소추세와 수입쌀의 증가로 인해 간척지 휴경 논 발생 증가가 예상되기 때문에 간척지 휴경 논에 옥수수를 다량 재배하여 양질

¹ 농촌진흥청 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea)

² 당진낙협축협 (National Livestock Dairy Dangjin, Dangjin, 343-808, Korea)

³ 전남대학교 (Chunnam National University, Kwangju, 500-757, Korea)

Corresponding author : Ki Choon Choi, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea.

Tel: +82-41-580-6755, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: choiwh@korea.kr

조사료를 생산한다면 다량의 수입조사료(10년 906천 톤)를 대체하는 효과와 더불어 조사료 자급률을 향상시킬 수 있는 상황이 도래하였다(농림수산식품부, 2010).

이러한 일환으로 유희 논에 하계사료작물인 옥수수, 수수류 등을 재배하여 양질 조사료를 공급하고자 하는 노력이 진행되고 있다(지 등, 2009ab; 지 등 2010ab; 송 등, 2010). 이제까지 옥수수 사일리지 제조는 트랜치 방법이 널리 이용되고 있고 일부에서는 원형베일러 등을 이용한 원형베일사일리지를 제조하기 위한 방법이 시도되고 있으나 기초단계에 머물고 있는 실정이다(최 등, 2011). 그러나 현재 사용하고 있는 원형곤포는 대형 포장(곤포무게가 500~1,000 kg)으로 소규모 축산농가에서는 취급과 급여가 불편하기 때문에 사일리지 제조가 용이하고 이용성이 좋은 트랜치 사일리지 제조 방법이 널리 이용되고 있다. 트랜치 사일로 이용은 가장 간편하면서 사일리지 제조이용 측면에서 유리한 점이 많으나 개봉과 동시에 2차 발효가 발생하여 제한된 양을 가축에 급여시 사일리지의 보존 측면에서 어려운 점이 많다(축협중앙회, 1990; 김 등, 2009). 이러한 단점을 극복할 수 있는 AG-BAG 사일리지에 대한 필요성이 양축농가나 조사료 TMR 사업체에서 요구도가 증가되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 간척지 휴경 논 발생 증가에 따른 쌀 수급 안정 및 조사료의 안정적 생산을 위한 일환으로 석문간척지 논에서 재배된 옥수수를 이용하여 AG-BAG 사일리지의 제조기술 확립 및 이용성에 관한 기초자료를 얻기 위해서 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험 및 사일리지 제조

본 연구는 2010년 4월부터 2010년 8월까지 당진 석문간척지내 논에서 수행하였다. 공시재

료는 국내 육성 보급종인 광평옥과 Pioneer Hi-Bred International이 개발·보급한 32B33 (P32B33) 품종을 4월 중순부터 5월 초순에 파종하여 황숙기인 8월 중순에서 말까지 수확하여 사일리지를 조제하였다. 옥수수의 파종은 트랙터에 부착된 옥수수 전용 파종기(폴란드 공압식)로 파종하였는데, 파종 전 2~3회 로터리로 정지작업을 한 후 파종하였다. 시비는 대형 비료살포기로 시비하였으며, 시비량은 ha당 질소(N) 200 kg, 인산(P_2O_5) 150 kg, 그리고 칼리(K_2O) 150 kg을 시비하였다.

비료종류는 고BB황산 맞춤형 비료, 요소 등을 사용하였다(남해화학, Korea). 이중 질소는 기비로 50%, 추비로 50%를 시용하였으며 인산과 칼리는 진량기비로 시용하였다. 기타 비배관리는 농가의 관행적인 방법에 의해 수행되었으며 옥수수는 옥수수 수확기(KemPer C 3000H, KemPer, Germany)로 수확(절단길이 2~3 cm)하여 사일리지 조제에 이용하였으며 이때 옥수수 젖산균 첨가제(청미바이오, Korea)를 처리하여 사일리지를 조제하였다. 즉, 젖산균은 *Lactobacillus plantarum*으로 1.5×10^{10} cfu/g을 함유하고 있으며, 본 제품 100 g에 증류수 100 L을 녹여 50톤의 사일리지 제조에 이용하였다.

옥수수 AG-BAG 사일리지 조제는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 옥수수 수확기(KemPer C 3000H, KemPer, 독일)로 수확하여 옥수수 수집차로 옮겨 실은 후 AG-BAG 충전기가 부착된 충전차(G-6700, AG, 독일)에 옥수수를 부어가면서 AG-BAG (AG, 독일) 사일리지를 조제하였다(제조용량: 40~70 ton/h). 이렇게 조제된 옥수수 AG-BAG 사일리지는 약 60일이 지난 후 AG-BAG의 측면부분을 칼로 개봉하여 사료가치와 품질 등을 조사하였다. 대조구는 일반 농가에서 동일한 옥수수 품종을 같은 시기에 파종하여 같은 시기에 수확하여 제조된 트랜치 사일리지로 하였다.

본 연구에서는 간척농지 305 ha중 일부인 149 ha (70단지)에 옥수수를 파종하는데 소요된



Fig. 1. Manufacture of corn AG-BAG silage.

기간은 약 5일 정도 걸렸고, 수확은 황숙기 전 후에 맞추어서 약 10일 정도 걸려서 수확하여 AG-BAG 사일리지를 제조하였다. 본 연구에서 제조된 AG-BAG 사일리지는 파종 및 수확기를 세심하게 고려하지 않고 대단위 논에서 사일리지 현장 작업조건에 준해서 수행되었다.

2. 사료가치 분석

옥수수 AG-BAG 사일리지의 사료가치는 각각의 AG-BAG에서 약 300~500 g을 취하여 일부는 65℃ 순환식 송풍건조기에서 6일간 건조 후 분쇄하여 시료의 Crude protein (CP)은 AOAC법(1990), Neutral detergent fiber (NDF) 및 Acid detergent fiber (ADF) 함량은 Goering 및 Van soest법(1970)으로 분석하였으며 TDN 함량은 Jurgens (1982) 방법을 수정하여 계산하였다. 그리고 나머지 일부는 -20℃ 냉동고에 보관하였다가 사일리지 특성 조사에 사용하였다. 사일리지의 pH와 유기산 성분은 개봉한 사일리지 10 g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 주기적으로 흔들어 주면서 24시간 보관 후 4중 거즈(Gauze)로 1차 거른 후 여과지(Whatman No. 6)를 통하여 걸러서 추출액을 조제하여 pH는 pH meter (HI 9024; HANNA Instrument Inc. UK)로, 그리고 젖산은 0.22 μm

실린지 필터를 사용하여 여과시킨 다음 HPLC (HP1100, Agilent Co. USA)로 분석하였다. 초산과 낙산 분석은 chromatography (GC-450, Varian Co., USA)를 이용하여 분석하였다. 추출액은 분석에 이용할 때까지 -70℃에서 냉동보관하였다.

본 시험에서 얻은 모든 결과는 Windows 용 SPSS/PC(Statistical Package for the Science, ver 12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다.

III. 결 과

1. 옥수수 AG-BAG 사일리지의 수분함량

옥수수 AG-BAG 및 트렌치 사일리지에 대한 수분함량은 Fig. 2에서 보는 바와 같다. AG-BAG 사일리지의 경우 평균 74.83% (68~79%)의 수분함량을 보였으며 트렌치 사일리지는 74.65% (69~79%)를 보였다. 그리고 수확기가 늦어짐에 따라 수분함량은 감소되는 경향을 보였다 ($P<0.05$).

2. 옥수수 AG-BAG 사일리지의 사료가치

옥수수 AG-BAG 및 트렌치 사일리지 제조

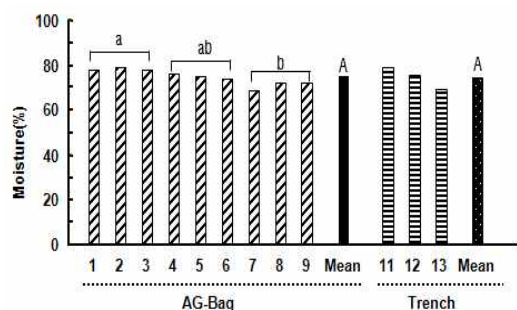


Fig. 2. Moisture content of corn AG-BAG silage.

a,b: Different letters within a column represent significant differences ($P < 0.05$) and A,A: same letters within a column are not significant differences ($P > 0.05$).

* Harvest day: 1~3: 20. Aug., 4~6: 24. Aug., 7~9: 29. Aug., 10~12: 25. Aug.

후 60일에 개봉한 후 옥수수 사일리지의 사료 가치는 Table 1에서 보는 바와 같다. AG-BAG 사일리지의 조단백질 함량 (CP)은 평균 5.41% (5.04~5.95%)를 보였으며 트렌치 사일리지는 5.29% (5.19~5.41%)를 보였다. AG-BAG 사일리지의 NDF와 ADF 함량은 각각 31.96%, 51.64% 그리고 트렌치 사일리지는 각각 34.77%, 53.61%를 보였다.

수확기가 늦어짐에 따라 AG-BAG 사일리지의 CP 함량은 감소되는 경향을 보였으나 NDF 및 ADF 함량은 증가하는 경향을 보였다. 그러나 TDN 함량은 사일리지 제조방법에 따라 차이를 보이지 않았다.

3. 옥수수 AG-BAG 사일리지의 pH

Table 1. Nutritive values of corn AG-BAG silage

SMM ¹⁾	Silage No.	CP ⁴⁾ (%)	ADF ⁵⁾ (%)	NDF ⁶⁾ (%)	TDN ⁷⁾ (%)
2)AG	1	5.43	30.72	49.30	68.26
	2	5.56	28.66	45.59	69.14
	3	5.95	30.67	48.63	68.29
	Mean	5.65a	30.02a	47.84b	68.56a
	4	5.32	36.27	58.09	65.91
	5	5.52	29.26	48.71	68.88
	6	5.04	32.46	52.74	67.52
	Mean	5.29a	32.66a	53.18a	67.44a
	7	5.12	34.67	53.86	66.59
8	5.20	34.84	56.60	66.51	
9	5.59	30.06	51.27	68.54	
Mean	5.30a	33.19a	53.91a	67.21a	
Mean		5.41A	31.96A	51.64A	67.73A
3)TR	10	5.41	34.89	53.73	66.49
	11	5.19	34.67	53.51	66.58
	12	5.28	34.76	53.60	66.55
	Mean	5.29A	34.77A	53.61A	66.54A

¹⁾ SMM: Silage making method, ²⁾ AG: AG-BAG, ³⁾ TR: Trench, ⁴⁾ CP: Crude protein,

⁵⁾ ADF: Acid detergent fiber, ⁶⁾ NDF: Neutral detergent fiber, ⁷⁾ TDN: Total digestible nutrient.

a,b: Different letters within a column represent significant differences ($P < 0.05$) and A,A: same letters within a column are not significant differences ($P > 0.05$).

* Harvest day: 1~3: 20. Aug., 4~6: 24. Aug., 7~9: 29. Aug., 10~12: 25. Aug.

Table 2. Acidity and organic acid contents of corn AG-BAG silage

SMM ¹⁾	Silage No.	pH	Lactate (%/DM)	Acetate (%/DM)	Butyrate (%/DM)	Flieg's score	
	1	3.65	5.41	0.79	0.00	100	
	2	3.49	5.24	1.07	0.00	100	
	3	3.54	5.75	1.12	0.00	100	
	Mean	3.56a	5.47c	0.99a	0.00		
	²⁾ AG	4	3.50	5.95	0.73	0.00	100
		5	3.59	6.30	0.78	0.02	100
		6	3.57	6.27	0.72	0.00	100
		Mean	3.55a	6.17b	0.74a	0.01	
		7	3.59	7.41	0.80	0.00	100
		8	3.56	7.63	0.89	0.00	100
9		3.65	7.48	0.79	0.07	100	
Mean		3.60a	7.51a	0.83a	0.03		
Mean		3.57A	6.38A	0.85A	0.01		
³⁾ TR		3.62	6.58	1.11	0.00	100	
		3.61	6.47	1.32	0.00	100	
		3.63	6.32	0.82	0.00	100	
	Mean	3.62A	6.46A	1.08A	0.00		

¹⁾SMM: Silage making method, ²⁾AG: AG-BAG, ³⁾TR: Trench.

a,b,c,: Different letters within a column represent significant differences ($P<0.05$) and A,A: same letters within a column are not significant differences ($P>0.05$)

* Harvest day: 1~3: 20. Aug., 4~6: 24. Aug., 7~9: 29. Aug.

옥수수 AG-BAG 및 트렌치 사일리지에 대한 pH는 Table 2에서 보는 바와 같다. 옥수수 AG-BAG 사일리지의 pH는 평균 3.57 (pH 3.49~3.65), 트렌치 사일리지의 pH는 3.62을 보였다 (Table 2). 그리고 수확기가 늦어짐에 따라 pH의 변화는 나타나지 않았다.

4. 옥수수 AG-BAG 사일리지의 유기산 함량과 품질등급

옥수수 AG-BAG 및 트렌치 사일리지의 유기산 함량은 Table 2에서 보는 바와 같다. AG-BAG 사일리지의 젖산 함량과 초산 함량은 각각 평균 6.38% (5.24~7.63%)와 0.85%로 수확기가 늦어짐에 따라 젖산 함량은 증가하였다 ($P<$

0.05). 그러나 초산 함량은 감소하는 경향을 보였으며 유의차는 나타나지 않았다. 그리고 낙산 함량은 거의 나타나지 않았다. AG-BAG 사일리지의 젖산 및 초산 함량은 트렌치 사일리지와 큰 차이를 보이지 않았으며 또한 트렌치 사일리지에서의 낙산함량도 거의 나타나지 않았다.

Flieg 법에 의한 사일리지 품질등급은 각 산(초산, 낙산 및 젖산)의 비율로서 score를 표시하게 되는데 트렌치 사일리지 (100, 우수)와 같이 AG-BAG 사일리지의 score는 100점 (우수)으로 나타났다 (Table 2).

IV. 고 찰

우리나라에서는 이탈리아인 라이그라스, 호밀,

청보리 등 동계사료작물에 대한 사일리지 제조 방법, 즉 트랜치사일리지, 곤포사일리지 등 다양하게 제조되고 이용되고 있으나 (Bevre, 1988; Romahn, 1988; 김 등, 1995; 김 등 2000a; 김 등 2000b; 김 등, 2001; 김 등, 2004; 김 등, 2006a; 김 등, 2006b; 김 등, 2010), 하계사료작물인 옥수수나 수수류에 관한 사일리지 조제방법은 트랜치 사일리지가 일반화되어 이용되고 있는 실정이다. 최근 옥수수 전용 수확기와 원형베일러가 개발되어 보급되면서 원형 베일 사일리지가 제조되고 있으나 아직은 기초단계에 머물고 있는 실정이다 (최 등, 2011). 트랜치 사일리지는 가장 간편하면서 사일리지 제조이용 측면에서 유리한 점이 많으나 이용적 측면에서는 2차 발효에 대한 많은 우려를 내포하고 있다. 또한 최근 개발 이용된 원형곤포 사일리지는 대형 포장 (곤포무게가 500~1,000 kg)으로 소규모 축산농가에서는 취급과 가축급여에 불편한 점이 일부 보고되고 있다. 트랜치 및 원형곤포 사일리지의 단점을 보완할 수 있고 대단위 지역에서 사일리지 제조가 용이하고 이용성이 좋은 AG-BAG에 대한 필요성이 대규모 조사료 TMR 사업체나 양축농가 그리고 대단위로 사일리지 제조가 필요한 낙농축협 단체 등에서 많은 관심을 갖고 있다. 본 연구의 결과에서는 수분함량이 68~79%인 옥수수를 AG-BAG 사일리지제조에 이용했을 때도 양질의 사일리지가 제조되었으며 젖산발효도 양호하게 일어나 양질의 사일리지가 제조되는 것을 보여 주었으며 대조구인 트랜치 사일리지와 동등한 사일리지 등급을 유지함으로 보여주었다.

일반적으로 양질의 사일리지를 조제하기 위해서는 수분함량의 조절이 중요하여 예취적기에 수확하여 사일리지를 조제하는 것이 유리하다고 보고하였으나 (송 등, 2009; 김 등, 2006b) 본 연구에 이용된 AG-BAG을 이용하여 사일리지 제조시에는 옥수수 수확적기보다 빠른 유숙기부터 수확하더라도 양질의 사일리지 조제가 가능함을 보여주었다. 그리고 옥수수 사일리지

의 발효와 사일리지 안정성과 관련이 있는 pH는 수분함량에 의해 영향을 받은 것으로 보고되고 있는데 (김 등, 1996; Manyawa 등, 2003; 김 등, 2006b; 임 등, 2009; 김 등, 2010) 본 연구에서는 수분함량이 68~79% 범위를 유지함에도 불구하고 AG-BAG 사일리지의 pH는 안정된 상태를 유지하였다.

본 연구에서 이용된 석문 간척지 논 149 ha (70단지)에 생산된 옥수수는 배수불량이나 가뭄에 의한 염해를 받아 단지 간에 옥수수의 생육이 현저한 차이를 보였을 뿐만 아니라 대단위 작업으로 인하여 수확기를 세심하게 고려하지 않고 AG-BAG 사일리지 조제 작업이 이루어져 옥수수 재배 단지 간 숙기가 다르고 수분함량이 차이가 심하게 나타났음에도 불구하고 pH의 변화는 거의 관찰되지 않았다. 또한 대단위 옥수수 재배로 인하여 수확기간도 약 10일 이상 소요되면서 8월 20일경에 수확한 옥수수의 수분함량과 8월 28일경에 수확된 옥수수의 수분함량이 약 7~8% 차이가 발생할 정도로 수확기가 지연됨에 따라 옥수수 사일리지의 사료 가치, NDF와 ADF 함량은 증가하고 조단백질 함량은 감소하였는데, 이 결과는 많은 연구자의 연구와 비슷한 경향을 보였다 (김 등, 1996; 송 등, 2009; 김 등, 2010).

사일리지의 총유기산 중 젖산함량은 사일리지의 pH와 당 함량과 상관관계가 높으며, 사일리지의 pH가 낮고, 식물체의 당 함량이 많을수록 총유기산 중 젖산 함량이 증가하는데, 양질의 사일리지는 젖산함량이 적어도 70% 이상이어야 한다고 하였다 (Pitt, 1990). 사일리지 품질 등급은 주로 초산, 낙산 및 젖산함량에 의해 영향을 많이 받는데 AG-BAG 사일리지는 트랜치 사일리지와 비슷한 수준의 Flieg's score (100, 우수)을 보여주었다. 일반적으로 옥수수는 당 함량이 사일리지를 제조하는데 적당하여 대단위 면적에서 황숙기 전후에 사일리지를 제조할 경우에 사일리지 품질에는 크게 영향을 주지 않기 때문에 AG-BAG 사일리지 제조는

대단위 면적에 적합한 사일리지 제조방법으로 생각된다. 그리고 일반적인 사일리지 제조 방법과 동일하게 재료를 충전하는 과정에서 공기를 완전히 제어하는 AG-BAG 충전기의 기계적인 작동방법을 숙지하는 것이 AG-BAG 사일리지 제조에 중요하므로 AG-BAG 사일리지 제조에 투입된 장비의 역할을 숙지하는 것 또한 중요하다고 생각된다.

이상의 결과에서 보는 바와 같이 AG-BAG 사일리지 조제시 사일리지 발효에 필요한 수분이 많아도 양질의 발효가 일어나기 때문에 옥수수 AG-BAG 사일리지의 제조는 대규모 양축농가의 사일리지 제조 여건을 고려할 수 있을 뿐 아니라 대단위로 사일리지 제조에 적합한 것으로 생각된다.

따라서 최근 쌀값 하락과 쌀 소비 감소에 따른 벼 재배 면적 감소추세에 따른 간척지 휴경지에 옥수수를 다량 재배하여 양질의 옥수수 사일리지를 생산하면 다량의 수입조사료를 대체하는 효과가 크기 때문에 대단위 간척지에 옥수수를 재배하여 트렌치 사일로를 제작할 필요가 없고 사일리지 제조시 작업효율이 뛰어난 AG-BAG 사일리지 제조는 많은 활용이 기대되는 제조 방법의 하나라고 생각된다.

V. 요약

본 연구는 논에서 재배된 옥수수를 이용하여 AG-BAG 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 충남 석문 간척지에서 수행되었다. 옥수수 AG-BAG 사일리지의 수분함량은 68~79% 범위를 유지하였고, pH는 3.49-3.65을 유지하였으며 수확기간에 따른 차이는 크지 않았다. 수확기가 늦어짐에 따라 AG-BAG 사일리지의 조단백질 함량은 감소하는 경향을 보였으나 섬유소인 NDF 및 ADF 함량은 증가하였다. 또한 수확기가 늦어짐에 따라 젖산 함량은 증가되었으나 ($P<0.05$) 초산 함량은 감소되었다.

따라서 본 연구에서는 대단위 간척지 논에서

재배된 옥수수 사일리지 제조에 AG-BAG의 이용은 사일리지 발효가 양호하여 품질을 향상시켰을 뿐 만 아니라 옥수수 사일리지 제조에 경제적이며 효율적인 방법의 하나가 될 수 있다는 것을 보여주었다.

(Key words : 옥수수, 사일리지, AG-BAG, 품질, 유기산)

VI. 인용문헌

1. 김상록, 김곤식, 우제훈, 이준우, 성경일. 2004. 연천지역에 있어서 생벼짚 원형곤포사일리지의 부위별 사료성분 및 발효품질. *한초지* 24(3):253-260.
2. 김순권, 윤나미, 김현지, 강신구, 고영경, 김소연, 박송은, 김혜미, 이도은, 최미영, 서상춘, 정민수. 2007. 바이오 에탄올 생산을 위한 논 적응 옥수수 싹종 옥종. *한작지* 52(별책1호):157.
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. 김정갑, 한민수, 김건엽, 한정대, 강우성, 신정남. 1995. 주요 사료작물의 곤포 Silage 조제이용에 관한 연구. II. 생육단계별 건물축적형태화 곤포 사일리지 조제이용. *한초지* 15(3):157-230.
5. 김종근, 정의수, 서 성, 강우성, 함준상, 김동암. 2001. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 품질변화에 미치는 영향. *한초지* 21(1):1-6.
6. 김종근, 정의수, 서 성, 강우성, 함준상, 이성철. 2000a. 제조 방법이 라운드베일 연맥 사일리지의 품질에 미치는 영향. *한초지* 20(3):185-192.
7. 김종근, 정의수, 서 성, 함준상, 김맹중, 이종경. 2006b. 예건기간이 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향. *한초지* 26(1):39-44.
8. 김종근, 정의수, 서 성, 함준상, 윤세형, 임영철. 2006a. 유산균제 첨가가 라운드베일 목초 사일리지의 품질에 미치는 영향. *한초지* 26(3):139-146.
9. 김종근, 서 성, 정의수, 강우성, 함준상, 김동암. 2000b. 수확시 숙기가 호밀 라운드베일 사일리지의 사료가치 변화에 미치는 영향. *한초지* 20(4):215-316.
10. 김종덕, 이현진, 전경협, 양가영, 권찬호, 성하균, 황보순, 조익환. 2010. 수확시기, 예건 및 싸라기

- 처리가 유기 청보리의 사초 생산성 및 사일리지 품질에 미치는 영향. 한초지 30(1):25-34.
11. 김종덕, 권찬호, 김종근, 김창현, 노환국, 윤영만, 이종경. 2009. 조사료생산 및 이용. 신광종합출판사 pp.135-166.
 12. 농림수산물부. 2010. 2010년 조사료대책 추진 관련협의회 p24.
 13. 배정환, 차경수, 권오상, 노재선. 2008. 바이오에너지산업 육성을 통한 FTA 대응전략 연구. 에너지경제연구원 연구보고서 08-15. pp.1-153.
 14. 송태화, 한옥규, 윤성근, 박태일, 김경훈, 김기중. 2009. 청보리의 수확시기별 예건시간에 따른 수분과 사일리지 품질변화. 한농개발지 21(4):316-321.
 15. 임현진, 김종덕, 이현진, 전경협, 양가영, 권찬호, 윤세형. 2009. 예건이 수수×수단그라스 교잡종 유기 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한유농지 17(4):519-527.
 16. 지희정, 김원호, 김기용, 이상훈, 윤세형, 임영철. 2009a. 논에서 배수조건에 따른 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 29(4):329-336.
 17. 지희정, 이상훈, 윤세형, 권오도, 최기준, 김원호, 김기용, 임영철. 2010a. 남부지역 논에서 수수류 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 30(2):97-193.
 18. 지희정, 이상훈, 윤세형, 김원호, 임영철. 2010b. 중부지역 논에서 수수류 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 30(1):1-8.
 19. 지희정, 이종경, 김기용, 윤세형, 임영철, 권오도, 이희봉. 2009b. 남부지방 논에서 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교. 한초지 29(1):13-18.
 20. 축협중앙회. 1990. 초지와 사료작물재배이용 기술. 축협중앙회. pp213-240.
 21. 최기준, 조남철, 정민웅, 이경동, 김종근, 임영철, 김원호, 오영균, 최진혁, 김천만, 정두근, 최종만. 2011. 옥수수의 수확시기가 논에서 생산된 옥수수 곤포사일리지의 사료가치와 품질에 미치는 영향. 한초지 31(1):65-74.
 22. AOAC. 1990. Official method of analysis. 15thed. Washington, DC. 15th ed.
 23. Bevre, L. 1988. Silage making in round bales. Buscap Og Avdratt. 40(2):100-103. Norway.
 24. Jurgens, M.H. 1982. Animal feeding and nutrition. Kentall & Hunt Publishing, Inc. Virginia.
 25. Goering, H.K., and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agic. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
 26. Manyawa, G.J., S. Sobanda, C. Mutisi, I.C. Chakoma and P.N. Ndiweni. 2003. Effect of prewilting and incorporation of maize meal on the fermentation of bana grass silage. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16(6):843-851.
 27. Pitt, R.E. 1990. Silage and hay preservation. National, Agriculture and Engineering Service (NRAES). Cooperative Extension. Cornell University.
 28. Romahn. W. 1988. Big bale haylage fits our operation. Moard's Adiryman. March 10. Hoard and sons company. Fort Akinson, Wisconsin. p.255.
- (접수일: 2011년 5월 23일, 수정일 1차: 2011년 6월 25일, 수정일 2차: 2011년 8월 5일, 게재확정일: 2011년 10월 5일)